



# ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Υπεύθυνος καθηγητής: Κωνσταντίνος Κουτσογιάννης

Επιμέλεια εργασίας: Γιαννούτσος Λεωνίδας

Μπαλάνου Χριστίνα

Παπαμαύρου Ελένη

- Ακτινοβολία:** Τα Η/Μ κύματα (ακτινοβολία) είναι στην ουσία ταλαντώσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που διαδίδονται σαν κύματα με την ταχύτητα του φωτός. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίζεται σε διαφορετικά είδη ανάλογα με το μήκος κύματος. Όλα αυτά τα είδη αποτελούν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.



Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Στην ionίζουσα και στην μη ionίζουσα.

### ■ Ionίζουσα ακτινοβολία :

Η ionίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι αυτή που έχει **συχνότητα ψηλότερη από το ορατό φως**. Είναι μικρότερου μήκους κύματος και μεταφέρει πολύ ψηλή ενέργεια. Η ionίζουσα ακτινοβολία περιλαμβάνει τις υπεριώδεις ηλιακές ακτίνες, την κοσμική ακτινοβολία, τις ακτίνες X και γάμμα (ραδιενέργεια). Η ακτινοβολία αυτή είναι επικίνδυνη διότι μπορεί να προκαλέσει ionισμό. Ο ionισμός είναι η απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα. Το φαινόμενο αυτό είναι επικίνδυνο διότι διασπά τους δεσμούς του DNA και είναι αιτία βλαβών που προκαλούν καρκίνο και άλλες ασθένειες.

### ■ Μη ionίζουσα ακτινοβολία:

Η ενέργεια που μεταφέρουν τα κβάντα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων **μεγάλου μήκους κύματος και χαμηλής συχνότητας**(περίπου μέχρι 300 GHz), δεν είναι αρκετή για να προκαλέσει ionισμό. Ενώ περιλαμβάνει το ορατό φως, την υπέρυθη ακτινοβολία, τα μικροκύματα, τα ραδιοκύματα, τα πολύ χαμηλής συχνότητας πεδία που δημιουργούνται από τα ηλεκτροφόρα καλώδια και γενικά τις συσκευές που λειτουργούν με ηλεκτρισμό. Η ακτινοβολία αυτή δεν μπορεί να διασπάσει τους χημικούς δεσμούς ή να αποσπάσει ηλεκτρόνια από άτομα προκαλώντας ionισμό της ύλης όπως η ραδιενέργεια. Υπάρχουν όμως βιολογικές επιδράσεις στην ζώσα ύλη που δεν έχουν διερευνηθεί επαρκώς από την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα.

- **RF – Ραδιοσυχνότητες (Radio Frequencies) = 3 KHz – 300 GHz**

Βραχέα Ράδιο, Διεθνείς επικοινωνίες, έλεγχος αεροπλοΐας, FM Ράδιο, VHF-TV, αστυνομία, αεροπλοΐα και ναυσιπλοΐα, AM Ράδιο, ραδιοεπικοινωνίες ναυσιπλοΐας, ερασιτεχνικοί ραδιοσταθμοί

- **MW - Μικροκύματα (Microwaves) = 300 MHz – 300 GHz**

Φούρνοι μικροκυμάτων, κινητή και ασύρματη τηλεφωνία, αστυνομία, ραδιοταξί, ιατρικές διαθερμίες, Ραντάρ

- **ELF –Εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας ακτινοβολία(Extremely Low Frequency)= 0- 3kHz**

Αγωγοί υψηλής τάσης, Ραδιοτηλεγράφοι, ραδιόφαρος, ραδιοεπικοινωνία ναυσιπλοΐας, επικοινωνίες, καλώδια μεταφοράς χαμηλής και υψηλής τάσης, τους μετασχηματιστές.

- **Υπέρυθρη ακτινοβολία(IR)**

Πηγές ακτινοβολίας IR αποτελούν οι φούρνοι, οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες θερμότητας, και τα λέιζερ IR. Η ακτινοβολία αυτή γίνεται αντιληπτή κυρίως από την θέρμανση που προκαλεί. Έτσι το δέρμα και τα μάτια απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία ως θερμότητα.

- **Υπεριώδης ακτινοβολία(UV)**

Οι πηγές της UV ακτινοβολίας περιλαμβάνουν τον ήλιο, τα μαύρα φώτα, τις συσκευές οξυγονοκόλλησης, και τα UV λέιζερ. Τα φωτόνια της υπεριώδους ακτινοβολίας έχουν υψηλή ενέργεια, λόγω της υψηλής συχνότητάς τους και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα, μη περιοριζόμενη μόνο στη θέρμανση του σώματος που την απορροφά, αλλά μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα κύτταρα του δέρματος που μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε καρκίνο. Άλλωστε μια περιοχή της υπεριώδους ακτινοβολίας ανήκει στις ιοντίζουσες.

# Επαγγέλματα που θέτουν τους εργαζόμενους σε ακτινοβολία

- Ακτινοφυσικοί , τεχνολόγοι ιατροί , ακτινολόγοι, νοσηλευτές , καθαριστές , πληρώματα αεροσκαφών, (δεν βρίσκονται σε συνεχή έκθεση) αναισθησιολόγοι , νοσηλευτές που ασχολούνται με παιδιά , ακτινοφυσικοί , τεχνικό προσωπικό μηχανημάτων, εθελοντές , προσωπικό κατασκευαστικών εταιριών , (εντος του πεδίου πχ αίθουσα εξέτασης)
- Χειρουργοί, επεμβατικό προσωπικό , τεχνικοί MRI , τεχνικό προσωπικό MRI ,ασθενείς εθελοντές ( μερικώς εκτιθόμενοι)
- ✓ Ο αριθμός εργαζομένων που ακτινοβολούνται μειώνεται



- Κατηγορία Α: οι εκτιθέμενοι εργαζόμενοι που ενδέχεται να λαμβάνουν ενεργό δόση υψηλότερη των 6 mSv ανά έτος ή ισοδύναμη δόση υψηλότερη των 15 mSv ανά έτος για τον φακό του οφθαλμού ή υψηλότερη των 150 mSv ανά έτος για το δέρμα ή τα άκρα.
- Κατηγορία Β: όσοι εκτιθέμενοι εργαζόμενοι δεν κατατάσσονται στους εκτιθέμενους εργαζόμενους της κατηγορίας Α.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας (π.δ. 101/2018, ΦΕΚ 194/Α/20.11.2018) οι εργαζόμενοι της κατηγορίας Α πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά βάσει ατομικών μετρήσεων. Η παρακολούθηση των εργαζομένων της κατηγορίας Β οφείλει να μπορεί να καταδείξει τουλάχιστον ότι οι συγκεκριμένοι εργαζόμενοι έχουν ορθώς ταξινομηθεί στην κατηγορία αυτή. Η ΕΕΑΕ μπορεί να απαιτήσει την ατομική παρακολούθηση και, αν κρίνει απαραίτητο, ατομικές μετρήσεις από υπηρεσία δοσιμετρίας των εργαζομένων της κατηγορίας Β.

# Όρια δόσεων

- Τα όρια δόσεων για την επαγγελματική έκθεση εφαρμόζονται στο άθροισμα:

α) των ετήσιων επαγγελματικών εκθέσεων ενός εργαζομένου από όλες τις εγκεκριμένες πρακτικές,

β) της επαγγελματικής έκθεσης σε ραδόνιο στους χώρους εργασίας για την οποία απαιτείται γνωστοποίηση και

γ) άλλων επαγγελματικών εκθέσεων από καταστάσεις υφιστάμενης έκθεσης.

Εργαζόμενοι κάτω των 18 ετών δεν πρέπει να απασχολούνται σε θέση εργασίας στην οποία θα καθίστανται εκτιθέμενοι σε ιοντίζουσα ακτινοβολία

# ΑΡΧΕΣ ΝΟΜΙΜΩΝ ΟΡΙΩΝ ΕΚΘΕΣΗΣ

Τα επιτρεπτά όρια έκθεσης στις μη ιονίζουσες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες σήμερα είναι ουσιαστικά αυτά που ορίζει η Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP) και τα οποία:

- «βασίζονται σε βραχυπρόθεσμες άμεσες επιπτώσεις υγείας όπως η διέγερση των περιφερειακών νεύρων και μυών, η ηλεκτροπληξία και τα εγκαύματα από την επαφή με αγωγίμα αντικείμενα και η αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών που προκαλεί η απορρόφηση ενέργειας κατά την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία»
- αναγνωρίζουν ως μοναδική επίπτωση των ακτινοβολιών την θέρμανση των ιστών, ενώ έχουν πια αναγνωριστεί πληθώρα άλλες επιβαρυντικές, μη θερμικές, επιδράσεις όπως: παραγωγή πρωτεϊνών του στρες, αύξηση δραστηριότητας των ελευθέρων ριζών, εκροή ασβεστίου, αύξηση διαπερατότητας αιματοεγκεφαλικού φραγμού, συντονισμός δεσμών υδρογόνου-οξυγόνου, συσσώρευση αιμοπεταλίων, αυξημένη παραγωγή ισταμίνης κ.α.
- έχουν μεταβληθεί ελάχιστα τα τελευταία χρόνια, παρά την ραγδαία αύξηση της ηλεκτρομαγνητικής ρύπανσης τα τελευταία χρόνια και τις νεότερες έρευνες που δείχνουν ότι οι παραπάνω μη θερμικοί μηχανισμοί δράσης οδηγούν μακροπρόθεσμα σε επιπτώσεις υγείας όπως: λευχαιμία, καρκίνο του μαστού, του εγκεφάλου και των ακουστικών νεύρων, Αλτσχάϊμερ, αϋπνία, σεξουαλικές δυσλειτουργίες, κατάθλιψη, αλλεργίες κ.α.
- δεν λαμβάνουν υπόψη τους την συνεχή και ταυτόχρονη έκθεση του πληθυσμού σε πολλαπλές πηγές ακτινοβολίας
- αγνοούν την διαφορετική απορρόφηση των ακτινοβολιών από ενήλικες και παιδιά
- διαχωρίζουν τις ακτινοβολίες μόνο με βάση την συχνότητα και όχι την κυματομορφή, που φαίνεται ότι αποτελεί ένα βιολογικά ισχυρό παράγοντα



- Για τη μέτρηση της βιολογικής δράσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας χρησιμοποιείται ο όρος «Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης, EPA» (στην αγγλική ορολογία Specific Absorption Rate, SAR) που μετράται σε W/Kg και ορίζεται ως:

$$SAR = (1/103) (\sigma/\rho) E^2 \text{ (W/Kg)}$$

$\sigma$  = αγωγιμότητα του ιστού σε s/m,

$\rho$  = πυκνότητα μάζας του ιστού σε g/cm<sup>3</sup>,

$E$  = ένταση ηλεκτρικού πεδίου σε V/m (μέση τετραγωνική ένταση, rms).



# Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο

- για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους: μέση τιμή Πυκνότητας Ισχύος =  $2.25 \text{ mW/cm}^2$ , ή ολόσωμη μέση τιμή Ειδικού Ρυθμού Απορρόφησης, (SAR) =  $0.4 \text{ W/Kg}$ . Οι μέσες τιμές αυτές αναφέρονται για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα  $6 \text{ min}$  κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου.
- για τον γενικό πληθυσμό: μέση τιμή Πυκνότητας Ισχύος =  $0.45 \text{ mW/cm}^2$ , ή ολόσωμη μέση τιμή Ειδικού Ρυθμού Απορρόφησης, (SAR) =  $0.08 \text{ W/Kg}$ . Οι μέσες τιμές αυτές αναφέρονται για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα  $6 \text{ min}$ , κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου.

Όρια έκθεσης κοινού	Συχνότητα MHz	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου (E) V/m	Πυκνότητα ισχύος ισοδυνάμου επιπέδου ηλεκτρομαγνητικού κύματος W/m <sup>2</sup>	Πυκνότητα ισχύος ισοδυνάμου επιπέδου ηλεκτρομαγνητικού κύματος μW/cm <sup>2</sup>
NRPB, 1993	900 1800	112 194	33 100	3300 10000
FCCOET65: 1997-01 USA	900	47	6	600
ANSI/IEEEC95.1992	1800	61	10	1000
ΚΑΝΑΔΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	900 1800	47 61	6 10	600 1000
ICNIRP,1998 (WHO)	900	47	4,5	450
CENELEC,1995 (EU)	1800	61	9	900
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ 1988 (επρόκειτο να αναθεωρηθεί)	900/1800	27	2	200
ΔΥΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΙΣ ΗΠΑ (1995)	30-100000	19	1	100
ΠΟΛΩΝΙΑ, Κοινό σε κίνηση Ακίνητο	300- 300000	19 6	1 0,1	100 10
ΡΩΣΙΑ (1988)	300 - 300000	6	0,1	10
ΙΤΑΛΙΑ, ΔΙΑΤΑΓΜΑ 381/1999	30-30000	6	0,1	10

<b>ΕΛΒΕΤΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΟΡΝΙ (για σταθμούς βάσης), 1/02/2000</b>	<b>900</b> <b>1800</b>	<b>4</b> <b>6</b>	<b>Δεν καθορίσθηκε</b>	<b>Δεν καθορίσθηκε</b>
ΕΕ & ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ Μ. ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	30-2000	3	Δεν καθορίσθηκε	Δεν καθορίσθηκε
Τυπικές μέγιστες τιμές σε περιοχές κοντά σε σταθμούς βάσης (μπορεί να είναι πολύ υψηλότερα)	900 & 1800	2	0,01	1
Τρέχουσα πρόταση Δρ. Cherry (Νέα Ζηλανδία), με στόχο να καθιερωθεί το όριο μέχρι το 2010	300-300000	0,15 0,06	0,0005 0,0001	0,05 0,01
Μέσο US (EPA 1980) Μεγ. Για κάτοικους πόλεων	Approx. 30-300000	<0,13 <2	<0,00005 <0,01	<0,005 <1
Φυσικό υπόβαθρο «ευρέως φάσματος»	300 - 3000	<0,00003	<0,00000001	<0,000001
Τυπικά επίπεδα κοντά στην κεραία του κινητού τηλεφώνου	900 & 1800	50-300	2-50	200-500
<b>ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>900</b> <b>1800</b>	<b>33</b> <b>46,672</b>	<b>3,6</b> <b>7,2</b>	<b>360</b> <b>720</b>

# Βασικοί περιορισμοί της Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απορροφούμενη ενέργεια στο σώμα ενός ανθρώπου

Φυσικό μέγεθος	Όρια ΕΕ (W/kg)	Ελληνικά όρια στο περιβάλλον σταθμών κεραιών	
		70% ορίων ΕΕ (W/kg)	60% ορίων ΕΕ (W/kg)
Μέσος ρυθμός απορρόφησης (SAR) ολόκληρου του σώματος	0.08	0.056	<b>0.048</b>
Τοπικός ρυθμός απορρόφησης(SAR) στο κεφάλι και στον κορμό	2	1.4	<b>1.2</b>
Τοπικός ρυθμός απορρόφησης (SAR) στα άκρα	<b>4</b>	<b>2.8</b>	<b>2.4</b>

## ■ **Ενεργός Δόση**

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ακτινοπροστασίας το όριο της ενεργού δόσης για επαγγελματική έκθεση είναι 20 mSv ανά έτος. Σε ειδικές περιπτώσεις, ή σε συγκεκριμένες καταστάσεις έκθεσης οι οποίες έχουν γίνει προηγουμένως αποδεκτές από την ΕΕΑΕ, είναι δυνατό να επιτραπεί ενεργός δόση υψηλότερη, έως 50 mSv, για ένα μεμονωμένο έτος, με την προϋπόθεση ότι η μέση ετήσια δόση κατά τη διάρκεια πέντε συνεχόμενων ετών, συμπεριλαμβανομένων των ετών για τα οποία το όριο έχει ξεπεραστεί, δεν υπερβαίνει τα 20 mSv.

## ■ **Ισοδύναμη Δόση για το φακό του οφθαλμού**

Χωρίς να παραβιάζεται το όριο της ενεργού δόσης, το όριο της ισοδύναμης δόσης για τον φακό του οφθαλμού είναι 20 mSv ανά έτος ή 100 mSv κατά τη διάρκεια πέντε συνεχόμενων ετών, με την επιφύλαξη της μέγιστης δόσης των 50 mSv σε ένα μεμονωμένο έτος.

## ■ **Ισοδύναμη Δόση για δέρμα**

Το όριο της ισοδύναμης δόσης για το δέρμα καθορίζεται σε 500 mSv κατά τη διάρκεια ενός έτους. Το όριο αυτό ισχύει για την κατά μέσο όρο δόση στην επιφάνεια 1 cm<sup>2</sup> του δέρματος, ανεξαρτήτως της έκτασης της επιφάνειας του δέρματος που εκτίθεται. Το όριο ισοδύναμης δόσης για τα άκρα καθορίζεται σε 500 mSv κατά τη διάρκεια ενός έτους.

# Η κλίμακα επικινδυνότητας της πυκνότητας ισχύος της ακτινοβολίας

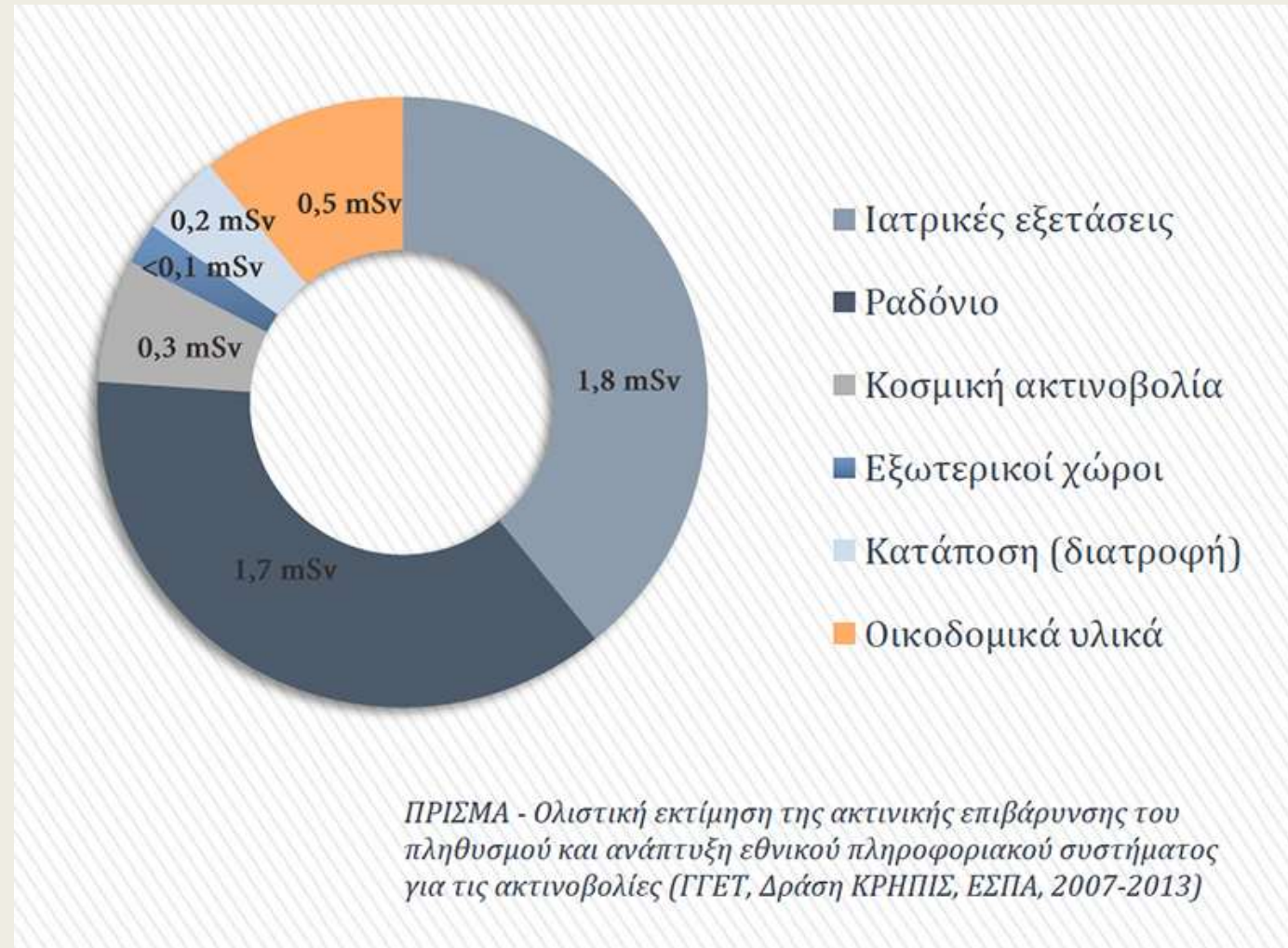


# ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΟΣΙΜΕΤΡΗΣΗ

- Η ατομική δοσιμέτρηση των επαγγελματικά εκτιθέμενων σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες και η τήρηση του Εθνικού Αρχείου Δόσεων πραγματοποιείται από τα εξειδικευμένα εργαστήρια της Ελληνικής επιτροπής Ατομικής ενέργειας. Η δοσιμέτρηση γίνεται με το ατομικό δοσίμετρο, μία μικρή συσκευή που συνήθως τοποθετείται στο ύψος του στήθους και χρησιμοποιείται για την καταγραφή της δόσης που δέχεται ο εργαζόμενος. Τα δοσίμετρα που χρησιμοποιούνται για τη δοσιμέτρηση του προσωπικού στην Ελλάδα είναι τα δοσίμετρα θερμοφωταύγειας (TLD) Τα προσωπικά δοσίμετρα φοριούνται έξω από τη ακτινοπροστατευτική μπλούζα καθώς θέλουμε να εκτιμηθεί η μέγιστη πιθανή έκθεση των ακάλυπτων τμημάτων του σώματος. Δοσίμετρο κάτω από τη μπλούζα ή σε άλλα σημεία του σώματος (π.χ. στα χέρια) χρησιμοποιείται μόνο σε περιπτώσεις που οι δόσεις είναι αρκετά μεγάλες και χρειάζεται να εκτιμηθεί η πραγματική δόση στα κρίσιμα όργανα ή στα άκρα που σε πολλές περιπτώσεις ενδέχεται να ακτινοβολούνται πολύ περισσότερο από ότι ο κορμός.
- **Σκοπός** της ατομικής δοσιμέτρησης είναι η εκτίμηση της ενεργού ισοδύναμης δόσης για τον έλεγχο και τη μείωση της δόσης ακτινοβολίας στους εργαζόμενους, τη βελτίωση των πρακτικών και μεθόδων που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές και την παρακολούθηση των συστημάτων ακτινοπροστασίας.
- Τα αποτελέσματα ανακοινώνονται εγγράφως με ειδικά έντυπα. Το έντυπο αυτό ανα-φέρει επίσης τη συνολική ετήσια δόση αθροιστικά για κάθε εργαζόμενο.



# Η μέση ετήσια δόση ακτινοβολίας που δέχεται ο κάτοικος της Ελλάδας



# Πηγές

- <https://www.home-biology.gr/metrisis-aktinovolias/asfali-oria-ekthesis/asfali-oria-ekthesis>
- <https://eeae.gr>
- Δεληγά Μ.Γ. (2003). *Περιοδικό Υγιεινή και ασφάλεια της εργασίας*. Τριμηνιαία έκδοση του ελληνικού ινστιτούτου υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας. Τεύχος 13 Ιανουάριος-Φεβρουάριος- Μάρτιος
- <http://www.emfguru.org/CellPhone/cell-health/cellphone-health.html>
- <http://www.land-sbg.gv.at/celltower>.
- ΕΕΚΤ : <http://www.eekt.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kGiaKhidtnc%3D&tabid=102>
- Τσάμης Χ.Ι. *Περί ακτινοβολιών*: <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>
- [http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dliup.nsf/83D6B14DF6F2C978C2257F530022BF99/\\$file/ELECTROMAGNETIC\\_FIELDS\\_rev.pdf](http://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dliup.nsf/83D6B14DF6F2C978C2257F530022BF99/$file/ELECTROMAGNETIC_FIELDS_rev.pdf)
- <https://docplayer.gr/4430339-Kindynoi-apo-tin-ekthesi-se-aktinovolia-kata-tin-askisi-toy-epaggelmatos.html>  
<https://docplayer.gr/4430339-Kindynoi-apo-tin-ekthesi-se-aktinovolia-kata-tin-askisi-toy-epaggelmatos.html>
- users.sch.gr