



HELLENIC REPUBLIC

**National and Kapodistrian
University of Athens**

EST. 1837

Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
2024-2025**

**Ιατρική Φυσική
Στοιχεία Ακτινοπροστασίας ιοντιζουσών
ακτινοβολιών**

Παρουσίαση:
Ελευθέριος Παππάς
Επίκουρος Καθηγητής
Εργ. Ιατρικής Φυσικής
Ιατρική Σχολή
ΕΚΠΑ

e-mail: elepappas@med.uoa.gr

Πηγές ακτινοβόλησης του ανθρώπου

Πηγές ακτινοβόλησης του ανθρώπου

Φυσικές Πηγές

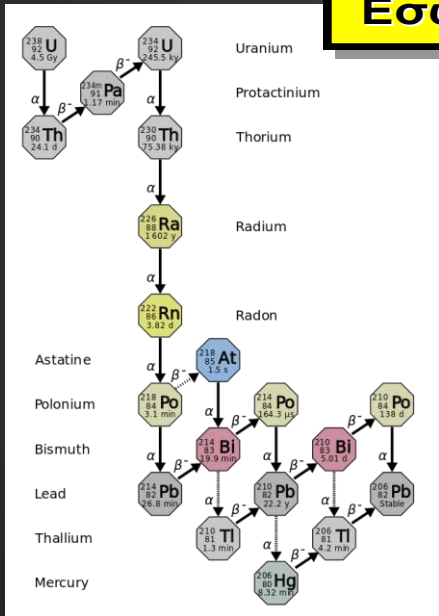
Τεχνητές πηγές

Εσωτερικές

Εξωτερικές

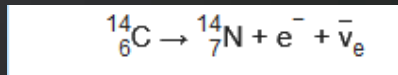
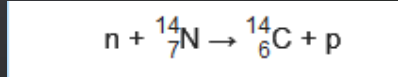
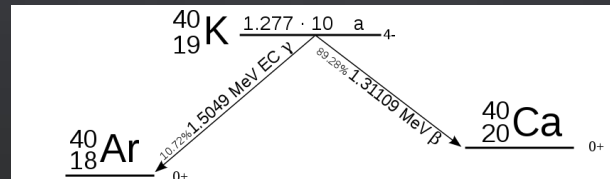
Εσωτερικές

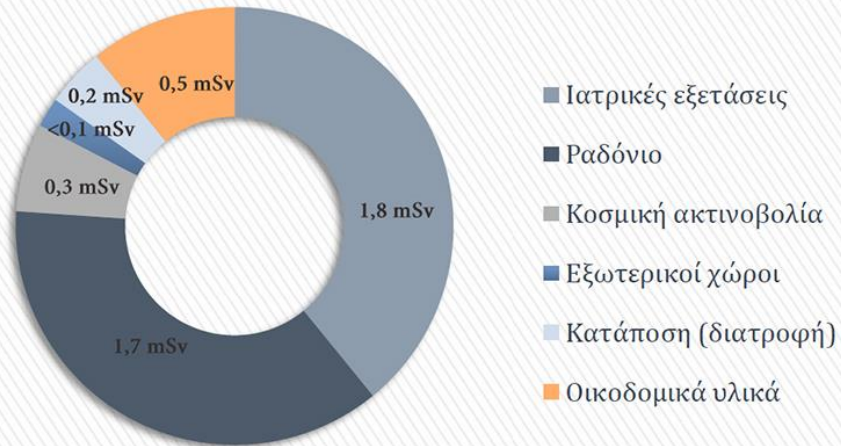
Εξωτερικές



Φυσικά ραδιενεργά:

- αρχέγονα (π.χ. ^{238}U , $1,6 \text{ mg} \Leftrightarrow 4,3 \text{ kBq } ^{40}\text{K}$)
- μη αρχέγονα (π.χ. ^{222}Rn , $^{14}\text{C}:^{12}\text{C}=1.5/10^{12}$)





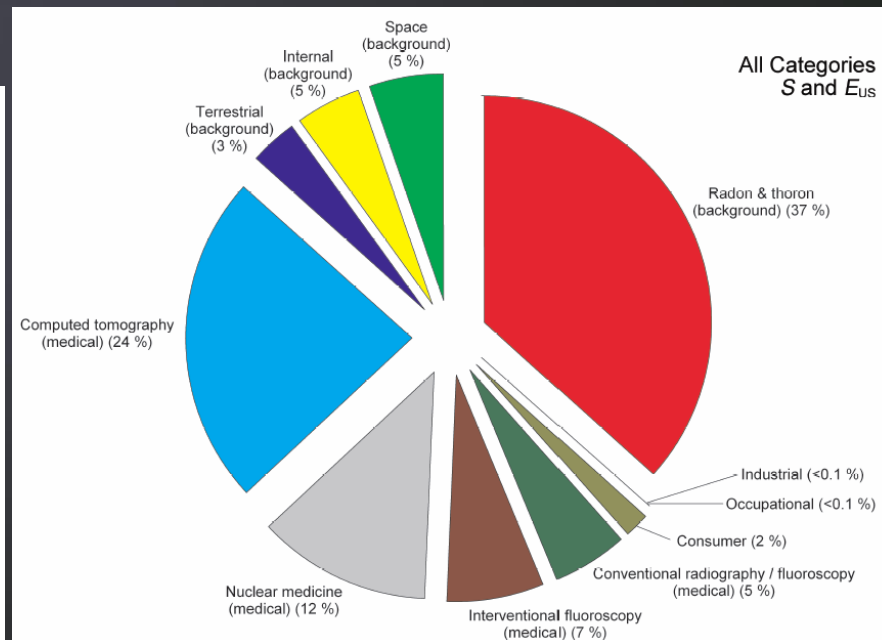
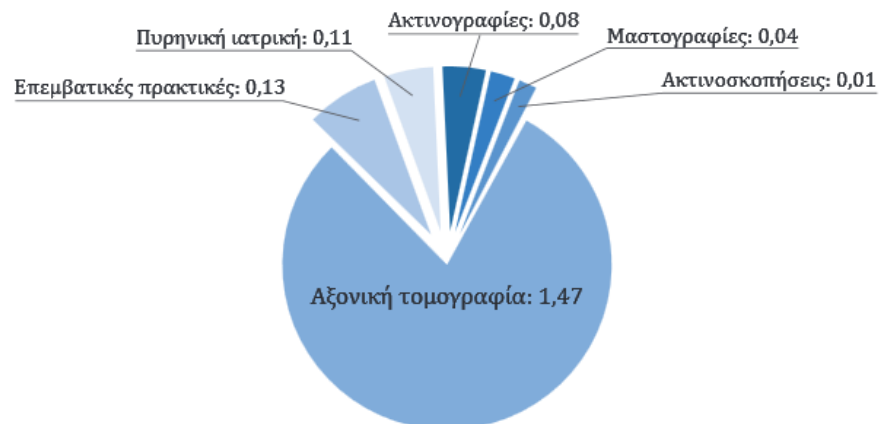
ΠΡΙΣΜΑ - Ολιστική εκτίμηση της ακτινικής επιβάρυνσης του πληθυσμού και ανάπτυξη εθνικού πληροφοριακού συστήματος για τις ακτινοβολίες (ΓΓΕΤ, Δράση ΚΡΗΠΙΣ, ΕΣΠΑ, 2007-2013)

Δεδομένα μέσης ετήσιας ενεργού δόσης (σε mSv)

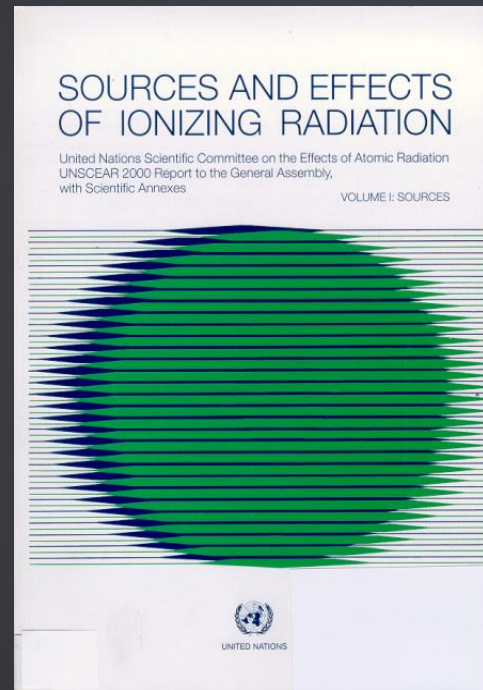
GR: 4.6 mSv (EEAE 2007-2013)

USA: 6.11 mSv (UNSCEAR 2008 REPORT Vol. I SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION)

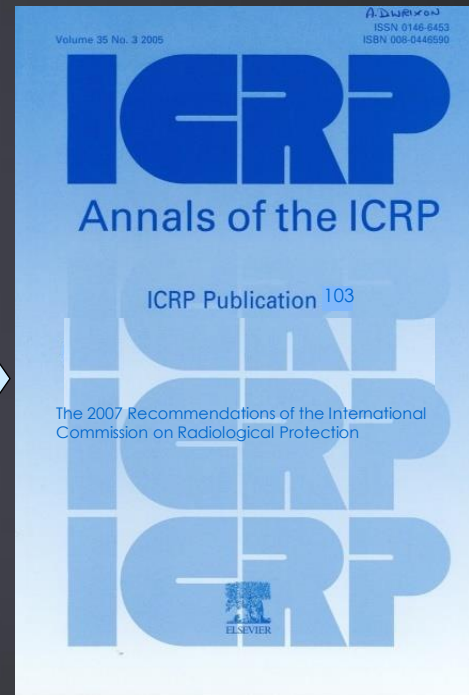
Μέση ετήσια ενεργός δόση ανά άτομο του πληθυσμού από τις ιατρικές διαγνωστικές πρακτικές (mSv)



Επιστημονική βάση της ακτινοπροστασίας Υπάρχουσα γνώση (2007)



Αποτελέσματα
ακτινοβολίας



Συστάσεις
ακτινοπροστασίας

Ρυθμιστικό πλαίσιο Ακτινοπροστασίας,



Διεθνές Επίπεδο

International Atomic Energy Agency
(IAEA)

2014 Basic Safety Standards

Ευρωπαϊκή Ένωση

Council Directive 2013/59/EURATOM, 5 Dec. 2013

Εθνικό Επίπεδο

ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
Π.Δ. 101 / ΦΕΚ 194/ Α / 20.11.2018

Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας



- Έχει την ευθύνη για τη σύνταξη και την εφαρμογή των κανονισμών ακτινοπροστασίας.
- Ελέγχει τις εφαρμογές των ακτινοβολιών
- Δοσιμετρεί τους εργαζομένους με ακτινοβολίες.
- Παρέχει εκπαίδευση, πληροφορίες, συμβουλές.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

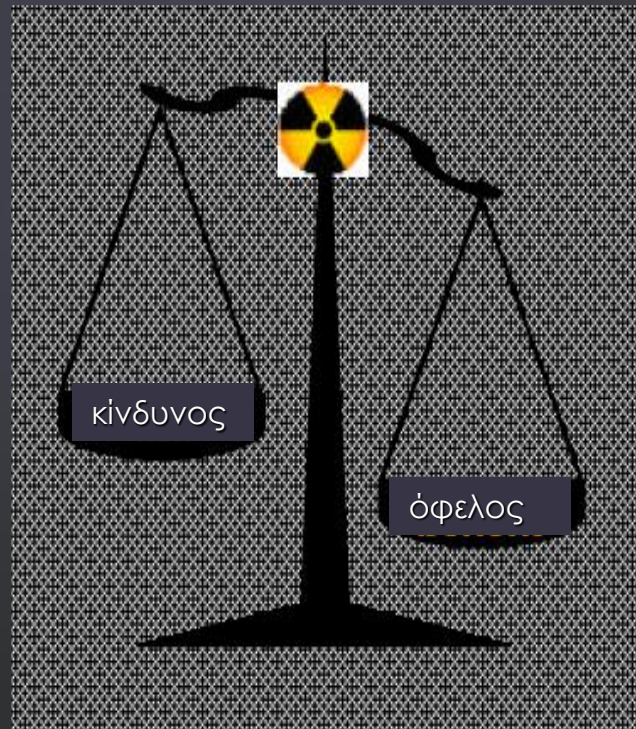
Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Οι τρεις βασικές Αρχές του συστήματος Ακτινοπροστασίας

- Αιτιολόγηση
- Βελτιστοποίηση
- Όρια Δόσεων

Αιτιολόγηση

Για να εφαρμοστεί μια πρακτική που προϋποθέτει έκθεση σε ακτινοβολία, πρέπει αυτή να προσφέρει καθαρό όφελος στον εκτιθέμενο ή στο κοινωνικό σύνολο.



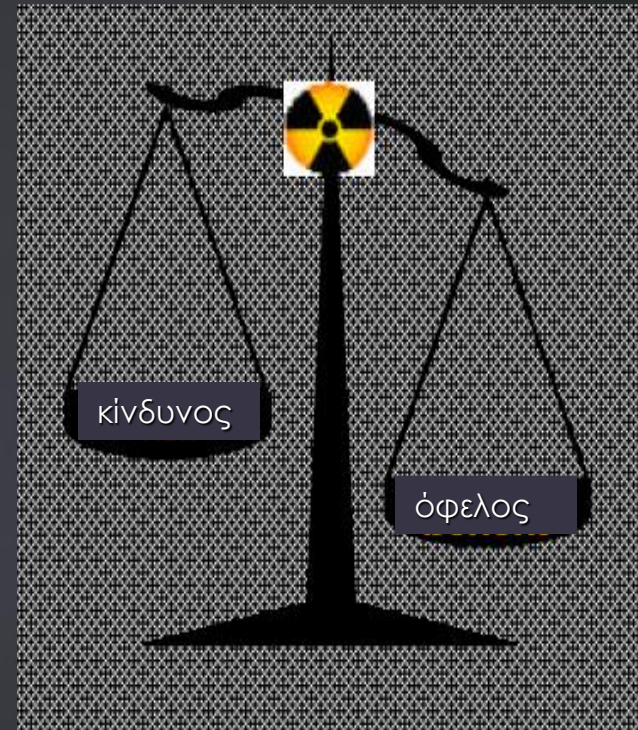
Αιτιολόγηση Ιατρικές εφαρμογές

Κρατικό Επίπεδο

- Ειδική Επιτροπή του Υ.Υ.Π.

Ατομικό Επίπεδο

- Η έκθεση αιτιολογείται με τη συνεργασία παραπέμποντος και θεράποντος ιατρού, με βάση τα ατομικά γνωρίσματα του εκτιθεμένου.





Ευρωπαϊκή Επιτροπή

ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ 118

Οδηγίες για την παραπομπή ασθενών για ακτινολογικές εξετάσεις



ΚΛΙΝΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΕΞΕΤΑΣΗ [ΔΟΣΗ]	ΣΥΣΤΑΣΗ [ΒΑΘΜΟΣ]	ΣΧΟΛΙΟ
Συμπτώματα από το μέσο ή έσω ους (συμπεριλαμβανόμενου υλίγγου) A11	<i>CT (II)</i>	Ειδικές εξετάσεις (B)	Η αξιολόγηση αυτών των συμπτωμάτων απαιτεί ΩΡΛ, νευρολογική ή νευροχειρουργική ειδικότητα.
Αισθητηριακή νευρογενής κώφωση (για τα παιδιά βλέπε το τμήμα ΙΓ) A12	<i>MR (0)</i>	Ειδικές εξετάσεις (B)	Η MR είναι πολύ καλύτερη από την CT, ιδίως για ακουστικά νευρινώματα. Για την κώφωση σε παιδιά βλέπε ΙΓ4.
Νόσος των παραρρινικών κόλπων	<i>XR κόλπου (I)</i> <i>CT (II)</i>	Δεν ενδείκνυται ως συνήθης διαδικασία (B) Ειδικές εξετάσεις (B)	Η πάχυνση του βλεννογόνου είναι μη ειδικό εύρημα και μπορεί να συμβεί σε ασυμπτωματικούς ασθενείς. Η CT είναι πιο ικανοποιητική και παρέχει μοναδικές πληροφορίες για την ανατομία των στομίων. Τεχνικές χαμηλής δόσης είναι επιθυμητές. Ενδείκνυται όταν αποτύχει η μέγιστη ιατρική θεραπεία, όταν εμφανίζονται επιπλοκές ή εάν υπάρχει υποψία κακοήθειας.
(για τα παιδιά βλέπε το τμήμα ΙΓ) A13			
Άνοια και ανωμαλίες μνήμης, πρώτη εκδήλωση ψύχωσης	<i>Ακτινογραφία κρανίου (I)</i>	Δεν ενδείκνυται ως συνήθης διαδικασία (B)	Να εξετάζεται η περίπτωση της εξέτασης εάν η κλινική πορεία είναι ασυνήθιστη ή στους νεότερους ασθενείς.

Α. Κεφαλή

Κριτήρια Παραπομπής Ασθενών

Οδ.ΕΕ 97/43

Κ.Α.

Άρθρο 6

Μέρος 1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Βελτιστοποίηση (ALARA - A_s Low A_s Reasonably Achievable)

οι δόσεις στις ιατρικές εκθέσεις θα πρέπει να είναι **όσο το δυνατόν χαμηλότερες** δίνοντας ταυτόχρονα την **επιθυμητή διαγνωστική πληροφορία**, λαμβάνοντας υπόψη οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες

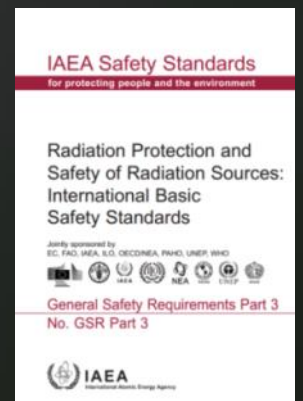
- ✓ Τεχνικά χαρακτηριστικά εξοπλισμού
- ✓ Ποιοτικός έλεγχος εξοπλισμού
- ✓ Εκπαίδευση
- ✓ ... ?

Η δοσιμετρία είναι εργαλείο βελτιστοποίησης

International BSS (GSR Part 3)

Requirement 38: Optimization of protection and safety

- 3.168. Registrants and licensees shall ensure that dosimetry of patients is performed and documented by or under the supervision of a medical physicist, using calibrated dosimeters and following internationally accepted or nationally accepted protocols, including dosimetry...



Η Αρχή της Βελτιστοποίησης για τον ασθενή

- ▶ Η δόση αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για **διαγνωστικές διαδικασίες** λόγω του δυνητικού κινδύνου για τον εξεταζόμενο. Ο καθορισμός τυπικών τιμών δόσης συνιστά τη βάση για την εφαρμογή μεθόδων βελτιστοποίησης (επίτευξη διαγνωστικού αποτελέσματος με τη χαμηλότερη δυνατή δόση) και επιτρέπει τη χρήση **Διαγνωστικών Επιπέδων Αναφοράς (ΔΕΑ)**.
- ▶ Στις **θεραπευτικές εφαρμογές**, ο καθορισμός τυπικών τιμών δόσης συνιστά τη βάση για την εφαρμογή μεθόδων βελτιστοποίησης (επίτευξη της χαμηλότερης δυνατής δόσης ιστών εκτός του στόχου, με παράλληλη χορήγηση της απαιτούμενης δόσης σε αυτόν).
- ▶ Η εξατομικευμένη δοσιμετρία σε **θεραπευτικές εφαρμογές** επιτρέπει τη βελτιστοποίηση και την κατάρτιση θεραπευτικών πρωτοκόλλων και διεθνών κατευθυντήριων θεραπευτικών οδηγιών.

Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς (ΔΕΑ) στην ακτινοδιάγνωση

Τα Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς (ΔΕΑ) αποτελούν εργαλείο βελτιστοποίησης της ακτινοπροστασίας ασθενών

- Τα ΔΕΑ είναι επίπεδα δόσης για πρακτικές σε ομάδες ασθενών τυπικού μεγέθους για ευρέως οριζόμενο τύπο εξοπλισμού
- Δεν είναι όρια δόσεων!!!
- Δεν αφορούν μεμονωμένα περιστατικά!!!
- Δόσεις συστηματικά υψηλότερες από τα ΔΕΑ υποδεικνύουν μη ορθές πρακτικές (απαιτείται διερεύνηση και πιθανώς διορθωτικές ενέργειες)
- Δόσεις συστηματικά πολύ χαμηλότερες ίσως να υποδεικνύουν χαμηλή ποιότητα εικόνας.

ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΑ

Επιφανειακή Δόση Εισόδου (Entrance Surface Dose) ανά πρόσθια λήψη	7,0 mGy
Μέση Αδενική Δόση (Average Glandular Dose) ανά πρόσθια λήψη	1,54 mGy

Ακτινογραφικές εξετάσεις	Air Kerma στην επιφάνεια εισόδου της δέσμης στον ασθενή, συμπεριλαμβανομένης της ακτινοβολίας οπισθοσκέδασης - Entrance Surface Air Kerma (ESAK - mGy)
Κεφαλής ΟΠ/ΠΟ	3,7
Κεφαλής Πλάγια	2,8
Θώρακος ΟΠ	0,35
Θώρακος Πλάγια	1,35
Αυχενικής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης	1,75
Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης ΠΟ	7,0
Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης Πλάγια	16,0
Λεκάνης-Ισχίων	6,0
NOK	6,5

Εξέταση	Ισότοπο	Χορηγούμενη ενεργότητα (MBq)
Σπινθηρογράφημα οστών	^{99m} Tc	735
Σπινθηρογράφημα θυρεοειδούς	^{99m} Tc	183
Στατικό σπινθηρογράφημα νεφρών (DMSA)	^{99m} Tc	183
Δυναμικό σπινθηρογράφημα νεφρών (DMSA)	^{99m} Tc	540
Σπινθηρογράφημα ήπατος	^{99m} Tc	179
Ραδιοϊσοτοπική κοιλιογραφία (MUGA)	^{99m} Tc	893
Σπινθηρογράφημα αμάτωσης πνευμόνων	^{99m} Tc	180
Σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου	²⁰¹ Tl	111
Σπινθηρογράφημα φλεγμονών	⁶⁷ Ga	190
Ολόσωμο σπινθηρογράφημα	¹¹¹ In	125
Σπινθηρογράφημα πρόσληψης θυρεοειδούς αδένα	¹³¹ I	7
Ολόσωμο σπινθηρογράφημα	¹³¹ I	180

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑΣ	Συνολικός χρόνος Ακτινοσκόπησης (min)	KAP (Gycm ²)
Στεφανιογραφία	6	55
Αγγειοπλαστική στεφανιαίας αρτηρίας (1)	18	130
Τοποθέτηση Βηματοδότη	7	35
Κατάλυση με ραδιοσυχνότητες (RF ablation)	40	145
Ακτινοσκοπικός ρυθμός δόσης εισόδου σε ομοίωμα (2)	29mGy/min (20-25 FOV)	
Δόση εισόδου ανά λήψη – frame (CINE) σε ομοίωμα (2)	0.23mGy/frame (20-25 FOV)	

(1): Συμπεριλαμβάνονται όλες οι θεραπευτικές διαδικασίες, ανεξάρτητα από το αν έχει προηγηθεί ή όχι διαγνωστική στεφανιογραφία.
 (2): Συνθήκες μέτρησης: Ομοίωμα νερού πάχους 20cm, απόσταση εστίας-δοσιμέτρου 60cm, ελάχιστη απόσταση ομοιώματος-ανιχνευτή εικόνας.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ
 ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου 3176
 26 Νοεμβρίου 2014

Εξετάσεις Αξονικής Τομογραφίας	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (ανά σάρωση) (mGy·cm)
Κεφαλής	67	1055
Σπλαχνικό κρανίο	52	605
Έσω ους	63	355
Θώρακος	14	480
Άνω/κάτω κοιλίας	16	760
Θώρακος & Άνω/κάτω κοιλίας	17	1020
Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης	35	725

Βελτιστοποίηση μέσω εφαρμογής των κανόνων Ακτινοπροστασίας

Βασικοί κανόνες ακτινοπροστασίας



ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

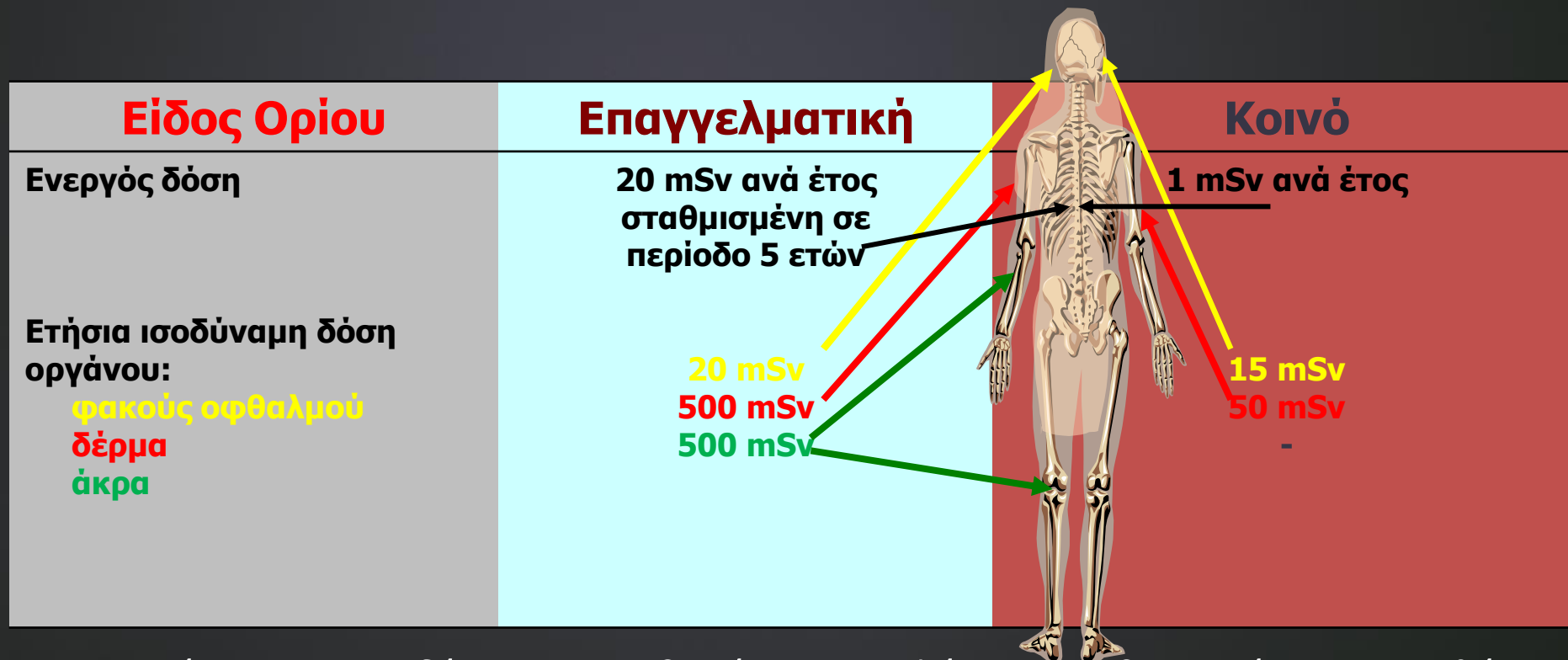
Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

- Αρχή Ορίων δόσης

Αφορά μόνο επαγγελματικά εκτιθέμενους και γενικό κοινό, **ΟΧΙ** τους εξεταζόμενους/ασθενείς)

Για επαγγελματικά εκτιθέμενους: Ενεργός δόση: 20mSv/έτος,

Ετήσια ισοδύναμη δόση οργάνου: φακός 20mSv, δέρμα 500mSv, άκρα 500mSv



- ✓ Αποσκοπούν στην εκμηδένιση της πιθανότητας εμφάνισης καθορισμένου αποτελέσματος και τον περιορισμό της πιθανότητας εμφάνισης στοχαστικού αποτελέσματος σε αποδεκτά επίπεδα.

Για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους, τα όρια δόσεων βασίζονται στη λογική του αποδεκτού επαγγελματικού κινδύνου

Ανά 1000 άτομα δέχονται **20 mSv** κάθε χρόνο για 50 χρόνια


Αναμένονται λόγω της έκθεσης στα 50 χρόνια :

55 περιστατικά καρκίνου ή περίπου 1 ανά έτος ή ετησίως περίπου
 $P = 1 / 1,000$

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Επαγγελματικός κίνδυνος

	Θάνατοι/ έτος	
Βιομηχανία πετρελαίου-αερίου	1 / 600	 1 / 1000
Λατομεία	1 / 3,000	
Ανθρακορυχεία	1 / 5,000	
Σιδηρόδρομοι	1 / 6,000	
Οικοδομή	1 / 7,000	
Γεωργία	1 / 9,000	
Χημική Βιομηχανία	1 / 12,000	
Αυτοκινητοβιομηχανία	1 / 70,000	
Βιομηχανία ρούχων	1 / 200,000	

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Επαγγελματικά εκτιθέμενοι στην Ελλάδα

	Ετήσια Ενεργός Δόση (mSv)
Επιτρεπόμενα όρια δόσεων	20.0
Επεμβατική καρδιολογία	4.0*
Έλληνες εργαζόμενοι	0.6*
Ακτινολόγοι	0.6*

* Καταγραφείσα Μέση Ετήσια Δόση, στοιχεία ΕΕΑΕ

Αρχή ορίων Δόσης: Πρόγραμμα Δοσιμέτρησης προσωπικού

- ▶ Ατομικά δοσιμέτρα σώματος, καρπού, δακτύλου
- ▶ Καταγράφουν την αθροιστική δόση σε διάστημα 1 μηνός



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΔΟΣΙΜΕΤΡΗΣΗΣ

Ε.Κ.Ε. Έργα Υγείας
190 0207 Λεωφ. Παρισίων, 15124
100, 100 006 Τηλ: 011 210 92116
http://www.ekt.gr

ΚΙ: 1000100
ΚΕ: 1000100

ΕΠΙΘΥΜΟ	ΟΝΟΜΑ	Καθαρή δόση βόθου (μSv)				Δοσιμετρώ ΦΕΡΩΤΑΡΙΣΤ 2007
		2006	2006	2006	2006	

Σύνολο δοσιμέτρων: 18
29 Ιανουάριος 2007

Σελίδα 1 ας 1

Οι αρχές είναι σύμφωνα με τις οδηγίες του οργανισμού που βασίζονται στο:
ICRP 73 "General principles for the radiation protection of workers"
IAEA RS-G-1.2 "Assessment of the operational exposure of individual workers of radiation"
Ε.Κ.Ε. 1002.13 "Guidelines for monitoring individual occupational exposure to external radiation"
Κανονισμός Ευρωπαϊκής Ένωσης, Έκ. Νο. 1861 (2007) Νο. 402, 2006, 6/2001
Επιτροπή Υγείας

Αρ. Ε. Καρπίου
Φυσικά, Δοσιμετρία - Μετρήσιμότητα

ΟΑΗΓΕΣ →

Ε.Κ.Ε. Έργα Υγείας, 190 0207 Λεωφ. Παρισίων, 15124 Τηλ: 011 210 92116
Ε.Κ.Ε. Έργα Υγείας, 190 0207 Λεωφ. Παρισίων, 15124 Τηλ: 011 210 92116
Ε.Κ.Ε. Έργα Υγείας, 190 0207 Λεωφ. Παρισίων, 15124 Τηλ: 011 210 92116

- Μηνιαίος κύκλος δοσιμέτρησης
- Καταγραφή και παρακολούθηση δόσης ανά επαγγελματικά εκτιθέμενο
- Εφαρμογή αρχής ορίων δόσης