

ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΣΤΟ ΕΚΦΕ ΣΕΡΡΩΝ

Μονάδες μέτρησης Ραδιενέργειας		
Μονάδα	Τι είναι	Πως ορίζεται
1 Κιουρί [Curie (Ci)]	Βασική μονάδα ενεργότητας	3.7×10^{10} διασπάσεις ανά sec
1 Μπεκερέλ [Becquerel (Bq)]	μονάδα ενεργότητας	1 διάσπαση ανά sec
1 Ρέντκεν Roentgen (R)	Μονάδα δόσης (πόσα φορτία προκαλούνται στη μονάδα μάζας).	2.58×10^{-4} Coulomb/Kg
1 R/sec και 1 mR/hr	Μονάδα ρυθμού έκθεσης	
1 Ράντ (rad)	Μονάδα απορροφούμενης δόσης	100 έργια ανά γραμμάριο ύλης= 0,01J/Kg
1 Γκρέι [Gray (Gy)]	Μονάδα απορροφούμενης δόσης	1 Gy = 100rad = 1 J/gr
1 Ρεμ (rem)	Μονάδα βιολογικής δράσης	1 rem = Q x rad (Q=συντελεστής βιολογικής δράσης)
1 Sievert (Sv)	Μονάδα βιολογικής δράσης	1 Sievert =100 rem

ΕΙΔΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	ΔΙΕΙΣΔΥΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΡΑΣΗ
σωματίδια α: Είναι πυρήνες Ηλίου, (He)	Σταματούν από ένα φύλλο χαρτί	x 20
σωματίδια β: Είναι ηλεκτρόνια, και	Σταματούν από αλουμινίο πάχους μερικών mm	x 10
ακτινοβολία γ: Είναι φωτόνια υψηλής ενέργειας	Διαπερνούν και Μόλυβδο πάχους μερικών 2.5 cm	x 1

Ως **απορροφηθείσα δόση ακτινοβολίας** ορίζεται η ενέργεια που έχει αποτεθεί στους ιστούς ανά χιλιόγραμμο μάζας.

Μια συνηθισμένη μονάδα μέτρησης της είναι το **1rad**, το οποίο ορίζεται ως η ποσότητα ακτινοβολίας που αποθέτει **0,01J** ενέργειας ανά **χιλιόγραμμο μάζας ιστού (1rad=0,01J/Kg)**.

Η απορροφηθείσα δόση δεν αποτελεί μόνη της μέτρο των βιολογικών επιπτώσεων και αυτό διότι τα βιολογικά αποτελέσματα δεν εξαρτώνται μόνο από τη δόση αλλά και από το είδος της ακτινοβολίας. Έτσι, για παράδειγμα, μια δεδομένη δόση ακτινοβολίας **a** προκαλεί δέκα φορές περισσότερες βιολογικές βλάβες από ίση δόση ακτινών X.

Για να είναι οι δόσεις συγκρίσιμες ως προς τα βιολογικά τους αποτελέσματα, χρησιμοποιείται το μέγεθος **ισοδύναμη δόση** με μονάδα μέτρησης το **1rem=10 mSv** και κυρίως το υποπολλαπλάσιό του **1millirem**. Παραθέτουμε μερικούς αριθμούς για σύγκριση.

Μια ακτινογραφία θώρακα αποθέτει γύρω στα 20-40mrem.

Ισοδύναμη δόση 500rem σε μικρό χρονικό διάστημα σε ολόκληρο το σώμα συνήθως οδηγεί στο θάνατο μέσα σε λίγες ημέρες.

Εντοπισμένη δόση 10.000rem προκαλεί πλήρη καταστροφή του ιστού. Η κοσμική ακτινοβολία και η φυσική ραδιενέργεια του εδάφους αντιστοιχούν σε ισοδύναμη δόση **0,1rem=1mSv** ανά έτος στην επιφάνεια της θάλασσας. Η τιμή αυτή αυξάνεται με το ύψος.

Το ποσό της ενέργειας μιας ακτινοβολίας που απορροφάται από το σώμα μας ανά μονάδα βάρους του.

μέγιστη επιτρεπόμενη δόση: 0,57μSv/h

μέγιστη ετήσια δόση από φυσική ραδιενέργεια: 2,4 mSv

μέγιστη ετήσια δόση από τεχνητή ραδιενέργεια: 0,31mSv

ακτινογραφία θώρακα: 0,02mSv

ακτινογραφίες στομάχου:0,25mSv

ολόσωμη αξονική: 10mSv

πιθανός κίνδυνος για καρκίνο: 100mSv/έτος

κίνδυνος για λευχαιμία: 500mSv/έτος

αθροιστική δόση που πιθανόν να δημιουργεί καρκίνο: 1000mSv

θανατηφόρα δόση για τους μισούς ανθρώπους:5000mSv

θανατηφόρα δόση για όλους τους ανθρώπους: 10.000mSv

Μονάδα μέτρησης της ραδιενέργειας είναι το **Μπεκερέλ (Bq)** αλλά της δόσης που απορροφάται από τον άνθρωπο ανάλογα με το είδος της ακτινοβολίας είναι το **Σίβερτ (Sv)**. Το επίσημο όριο για τον γενικό πληθυσμό είναι 1mSv/έτος (ένα χιολιοστό του

Μιχαήλ Π. Μιχαήλ

Φυσικός

Σίβερτ). Η απορροφούμενη δόση μπορεί να μετρηθεί και σε Ρεμ (Rem). $1 \text{ Rem} = 10 \text{ mSv}$ και $1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem}$

Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ακτινοβολίες υποβάθρου μεταξύ 12 –70 CPM με μέση απόδοση καταμετρητή γύρω στο 15% (τόση είναι και η απόδοση του geiger που δίνει το Multilog) το οποίο μετατρέπόμενο σε ενεργότητα δίνει περίπου $12/0,15/60=1,3\text{Bq}$ – $70/0,15/60=7,7\text{Bq}$. Σε εργαστήρια, ερευνητικά κέντρα ιατρεία κλπ μπορεί κανείς να μετρήσει παραπάνω τιμές μέχρι 300CPM. Υπάρχουν ενδιαφέρουσες αναφορές π.χ. η σκόνη από οθόνη τηλεόρασης μετρήθηκε να έχει 360 CPM ή $360/0,15/60=40\text{Bq}$. Σε μια πτήση από 0-35000 πόδια η αντίστοιχη μεταβολή στα γεγονότα είναι 12- 360 CPM. Θεωρώ ότι οι μετρήσεις μέχρι τώρα είναι στα προβλεπόμενα όρια ενώ κάποιες διαφορές μεταξύ μας μπορεί να οφείλεται και σε μικροδιαφορές στις αποδόσεις των Geiger.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Στο εργαστήριο μετρήσαμε με τον απεριθμητή Geiger Muller κατά μέσο όρο 75 χτύπους στα 5min ή αλλιώς $75/5=15\text{cpm}=15/0,15\cdot 60=1,67\text{Bq}$ και ταυτόχρονα κατά μέσο όρο μετρήσαμε $0,1125\mu\text{Sv/h}$ με το σιβετόμετρο με μέγιστη επιτρεπόμενη δόση: $0,57\mu\text{Sv/h}$.

Ισχύει $1\text{cpm}=1/0,15\cdot 60=1/9\text{Bq}$ ή $1\text{Bq}=9 \text{cpm}$.

Έχουμε λοιπόν $1,67\text{Bq}$ που αντιστοιχούν σε $0,1125\mu\text{Sv/h}$

Άρα 1Bq $x=0,067\mu\text{Sv/h}$

$1\text{Bq}\rightarrow 0,067\mu\text{Sv/h}$ ή

$1\text{Bq}\rightarrow 6,7\mu\text{rem/h}$

Ισχύει ακόμη $1 \text{rem} = Q \times \text{rad}$ όπου Q =συντελεστής βιολογικής δράσης και $\text{rad}=0,01\text{J/kg}$.

Συνολικά τελικά έχουμε : $1\text{Bq}\rightarrow 6,7\mu\text{rem/h}=6,7\cdot 10^{-8} \cdot Q (\text{J/kg} \cdot \text{h})$.

Τα $0,1125\mu\text{Sv/h}$ είναι $0,1125 \cdot 24 \cdot 365 = 980\mu\text{Sv}/\text{έτος}=0,98\text{mSv}/\text{έτος}$.