

ΧΡΗΣΗ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΕ ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ : Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ - ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ

ΚΟΥΜΠΟΥΛΗ Ε., ΧΟΥΡΔΑΚΗΣ Κ.Ι., ΜΠΟΖΙΑΡΗ Α.

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
Τ.Θ. 60092, 15310 ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΤΤΙΚΗΣ.
e-mail συγγραφέα : irkubu@eeae.gr**

Σε όλους τους εργασιακούς χώρους όπου χρησιμοποιούνται ιοντίζουσες ακτινοβολίες πρέπει να γίνονται μετρήσεις των επιπέδων ακτινοβολίας, ώστε να διασφαλίζεται η ακτινοπροστασία εργαζομένων και πληθυσμού. Οι μετρήσεις γίνονται με εξειδικευμένα φορητά όργανα – ανιχνευτές, ενώ σε ορισμένες εφαρμογές οι εργαζόμενοι πρέπει να έχουν ατομικά δοσίμετρα, δοσίμετρα άμεσης ανάγνωσης ή φορητούς βομβητές ακτινοβολίας.



Όλος ο ανωτέρω εξοπλισμός πρέπει να διακριβώνεται ή/και βαθμονομείται ανά χρονικά διαστήματα 2 ετών. Το Εργαστήριο Βαθμονόμησης Οργάνων Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών (Ε.Β.Ο.Ι.Α.) έχει αναπτύξει διαδικασίες βαθμονόμησης τόσο στο πεδίο της ακτινοπροστασίας, όσο και στο πεδίο της ατομικής δοσιμέτρησης διαπιστευμένες κατά ISO 17925, και παρέχει υπηρεσίες και στους δύο τομείς από το 2000.

Συνθήκες βαθμονόμησης – διακρίβωσης

Οι όροι διακρίβωση και βαθμονόμηση συχνά, αλλά εσφαλμένα ταυτίζονται. Ως **διακρίβωση** ορίζεται η διαδικασία η οποία αποδεικνύει τη σχέση ανάμεσα στις τιμές ενός οργάνου μέτρησης με τις αντίστοιχες τιμές των εθνικών ή/και διεθνών προτύπων. Κατά τη **βαθμονόμηση** γίνεται αντιστοίχιση των ενδείξεων του οργάνου με το ραδιολογικό μέγεθος.

Σύμφωνα με τα πρότυπα και τις διεθνείς οδηγίες, η διακρίβωση γίνεται κάτω από πρότυπες συνθήκες, οι οποίες αφορούν κυρίως στην ενέργεια ακτινοβολίας, στο ρυθμό ή στην ολοκληρωτική τιμή δόσης / έκθεσης, στη γωνία πρόσπτωσης ακτινοβολίας, στις περιβαλλοντικές συνθήκες κλπ. Ωστόσο, οι συνθήκες αυτές σπανίως τηρούνται και απαντώνται στο εργασιακό περιβάλλον.

Μέθοδος

Οι βαθμονομήσεις των οργάνων μέτρησης ιοντίζουσας ακτινοβολίας πραγματοποιούνται στους ακτινοβολητές OB6 (Cs-137), OB2 (Co-60), PANTAK x-ray unit, κατά ISO 4037.

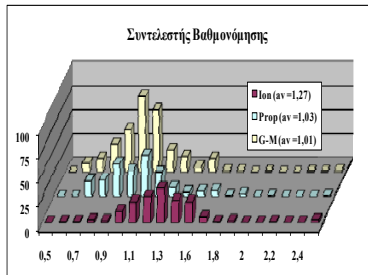
Ακτίνες X ISO Narrow

Ονομασία	Υψηλή τάση (kV)	1st HVL / mm Cu	2nd HVL / mm Cu
N40	40	0,084	0,091
N60	60	0,24	0,26
N80	80	0,58	0,62
N100	100	1.11	1.17
N120	120	1,71	1,77
N150	150	2,36	2,47
N200	200	3,99	4,05
N250	250	5,19	5,23

Τα HVLs έχουν μετρηθεί σε απόσταση 1m από την πηγή.

Σκοπός της διακρίβωσης είναι ο προσδιορισμός του συντελεστή βαθμονόμησης, ο οποίος ορίζεται ως ο *λόγος της πραγματικής τιμής H*(10) προς την ένδειξη του οργάνου*. Τα όργανα με ενδείξεις crm ή cps βαθμονομούνται προσδιορίζοντας την σχέση (εξίσωση) μεταξύ H*(10) και crm ή cps.

Παρακάτω παρατίθεται γραφική παράσταση όπου εμφανίζεται ο συντελεστής βαθμονόμησης για τρεις διαφορετικούς τύπους ανιχνευτών ραδιενέργειας χώρου (θάλαμος ιονισμού, αναλογικός (proportional) μετρητής και Geiger miller):



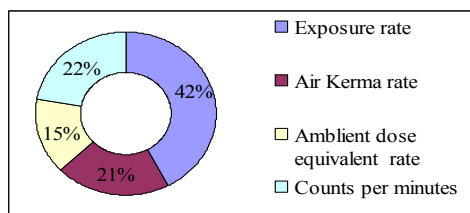
Σ.Β. = 1: το όργανο μετρά με ακρίβεια
 Σ.Β. > 1: το όργανο υπο-εκτιμά τη δόση (ενδείξεις μικρότερες των αληθών τιμών)
 Σ.Β. < 1: το όργανο υπερ-εκτιμά τη δόση (ενδείξεις μεγαλύτερες των αληθών τιμών)

Για κάθε μέτρηση επίσης υπολογίζεται και η απόκλιση, η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$\% \text{ Απόκλιση} = 100 * (\text{Ένδειξη του οργάνου} - \text{Πραγματική τιμή} / \text{Πραγματική τιμή})$$

Η λειτουργία των οργάνων εκτιμάται ως προς την ακρίβεια (απόκλιση από πραγματική τιμή) με όριο αποδοχής $\pm 20\%$, ενώ η γραμμικότητα, η ενεργειακή και η γωνιακή εξάρτηση συγκρίνεται με αυτή που δηλώνεται από τους κατασκευαστές.

Τα ραδιολογικά μεγέθη που μετρούν οι μετρητές ακτινοβολίας χώρου εμφανίζονται σχηματικά παρακάτω.



Παράμετροι βαθμονόμησης

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η επίδραση της ενέργειας, του ρυθμού δόσης, της γωνίας πρόσπτωσης και των περιβαλλοντικών συνθηκών στη λειτουργία οργάνων που χρησιμοποιούνται στο πεδίο της ακτινοπροστασίας. Πιο αναλυτικά, οι παράμετροι που ελέγχονται σε κάθε διαδικασία βαθμονόμησης έχουν ως εξής:

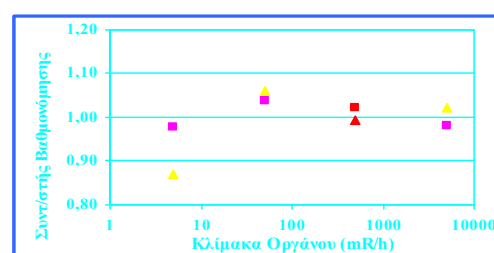
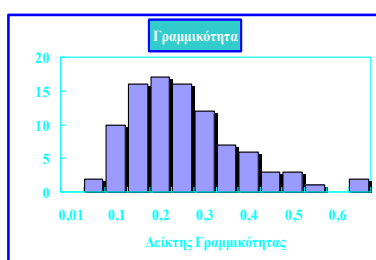
Γραμμικότητα δόσης ή ρυθμού δόσης:

Γραμμικότητα είναι η απόκριση οργάνου σε διάφορες τιμές ρυθμού δόσης ή δόσης.

Για κάθε κλίμακα μέτρησης του ανιχνευτή ραδιενέργειας χώρου επιλέγουμε τρία σημεία βαθμονόμησης έτσι ώστε να καλύπτουν όλο το εύρος της, επιπλέον παρέχονται οι συντελεστές βαθμονόμησης και οι καμπύλες ανά κλίμακα.

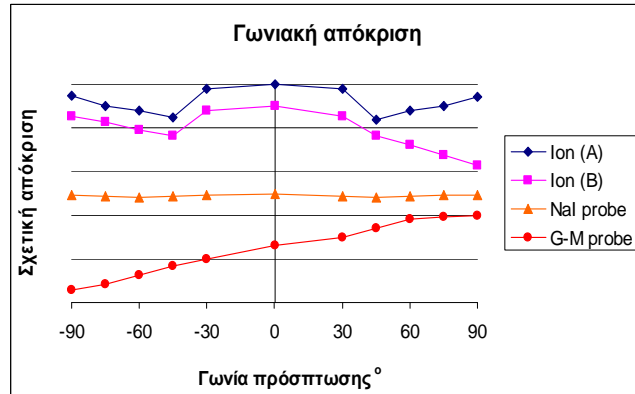
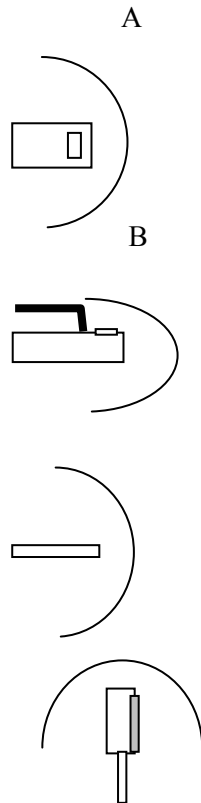
Οι διάφορες τιμές ρυθμού δόσης επιτυγχάνονται με την επιλογή της απόστασης και εξασθενητών ακτινοβολίας (block)

Γραμμική απόκριση ανιχνευτών



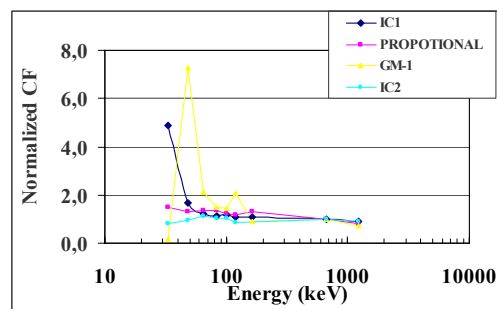
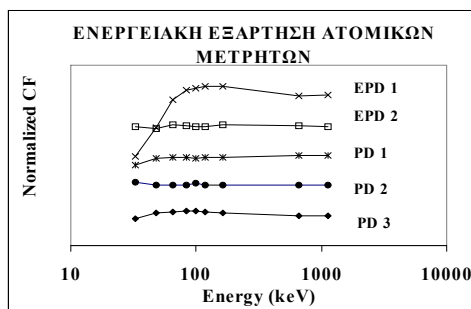
Γωνιακή εξάρτηση:

Η διακρίβωση / βαθμονόμηση ενός οργάνου μπορεί να πραγματοποιηθεί τοποθετημένο σε γωνία 0° – 360° ανά 20°. Παρακάτω φαίνεται γραφικά η γωνιακή απόκριση διαφόρων τύπων οργάνων:



Ενεργειακή εξάρτηση:

Η ενεργειακή εξάρτηση στο εύρος 40keV -1250keV πρέπει να δίνεται από τον κατασκευαστή. Η διακρίβωση / βαθμονόμηση του οργάνου γίνεται στην ενέργεια του Cs137 (662 keV) και συνιστάται και σε άλλες τρεις τιμές χαμηλών ενεργειών. Για υψηλότερες ενέργειες, η βαθμονόμηση πραγματοποιείται στην ενέργεια του Co-60 (1250 keV). Παρακάτω φαίνεται γραφικά η ενεργειακή απόκριση διαφόρων τύπων οργάνων:



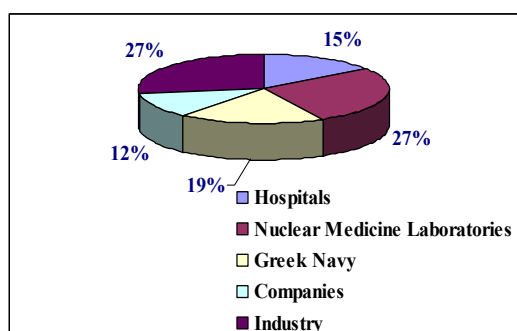
Η γνώση των παραμέτρων λειτουργίας των οργάνων οδηγεί στην επιλογή των κατάλληλων οργάνων για κάθε εφαρμογή ακτινοπροστασίας.

Συνθήκες εργασίας

Το Ε.Β.Ο.Ι.Α. επίσης παρέχει υπηρεσίες διακριβώσεων-βαθμονομήσεων σε βιομηχανικά, ιατρικά και ερευνητικά εργαστήρια ιοντιζουσών ακτινοβολιών, στα οποία γίνεται χρήση οργάνων για μετρήσεις ακτινοβολιών διαφόρων ενεργειών και εντάσεων (Πίνακας)

Εφαρμογές	Χρήση ακτινοβολιών	Διακρίβωση / Βαθμονόμηση οργάνων
Βιομηχανική	Ραδιενεργές πηγές Cs137 (662 keV), Co60 (1.25 MeV), Ir192 (360 keV), κλπ Ρυθμοί δόσης : 0,1 μSv/h – Sv/h	Cs137 (662 keV) Co60 (1.25 MeV) X-ray ISO Narrow (33 – 208 keV)
Ιατρική	Ακτινολογικά συστήματα (50 – 150 kV) Ραδ. Πηγές πυρηνικής ιατρικής Tc99 (140 keV), Tl209, F18 (511 keV) κλπ Ρυθμοί δόσης : 0,1 μSv/h – 100 mSv/h	Cs137 (662 keV) X-ray ISO Narrow (33 – 208 keV)
Ερευνητική - εκπαιδευτική	Ραδιενεργές πηγές Cs137, S32, C14, Ρυθμοί δόσης : 0,01 μSv/h – 10 μSv/h	Cs137 (662 keV) X-ray ISO Narrow (33 – 208 keV)

Στατιστικά στοιχεία του αριθμού διακρίβωσεων ανά κατηγορία πελατών παρουσιάζονται παρακάτω:



Συμπερασματικά

Κάθε όργανο (ακόμα και του ίδιου τύπου – model) ανταποκρίνεται διαφορετικά στην ενέργεια, ένταση (ρυθμό δόσης) και γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας. Ανάλογα με την εφαρμογή το ΕΒΟΙΑ προσαρμόζει τις συνθήκες διακρίβωσης – βαθμονόμησης ώστε να προσομοιάζει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις συνθήκες που επικρατούν στο εργασιακό περιβάλλον. Τα πιστοποιητικά διακρίβωσης – βαθμονόμησης παρέχουν πληροφορίες για την ενεργειακή, γραμμική και γωνιακή απόκριση του οργάνου, ώστε ο χρήστης να χρησιμοποιεί το όργανο μέτρησης με το βέλτιστο δυνατό τρόπο.