

**ΤΑ LOGISTICS ΤΩΝ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ**

Η διπλωματική εργασία υποβάλλεται για τη μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την απόκτηση του διπλώματος

**ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
(ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ LOGISTICS)**

Από

**ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΚΑΙ**

**ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΜΠΟΥΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΜΟΣΧΟΥΡΗΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2004**

## **Ευχαριστίες**

Στην περάτωση της διπλωματικής μου διατριβής, συνετέλεσαν αποφασιστικά τα παρακάτω άτομα, στα οποία οφείλω, το λιγότερο, ένα ευχαριστώ!

Καταρχάς στον καθηγητή μου κ. Μοσχούρη Σωκράτη για την καθοδήγηση, τις συστάσεις και τη βοήθειά που μου προσέφερε.

Στον κ. Καμαρινόπουλο, πρόεδρο της Ε.Ε.Α.Ε, για τα στοιχεία που μου διέθεσε και εμπιστεύτηκε, και την τεράστια συμβολή του στην εκπόνηση της διατριβής.

Στους καλούς συναδέλφους στο Κ.Δ.Ρ.Ι, κ. Καρούτζο και Μαντζακίδη η βοήθεια των οποίων ήταν καθοριστική, στην περιγραφή και διάθεση στοιχείων για τη διανομή και αποθήκευση των υλικών.

Στους διευθυντές μου στην Ε.Ε.Α.Ε, κ. Καμενοπούλου που κατηύθυνε τη συγγραφή της διατριβής και κ. Παπούλια που συναίνεσε και διευκόλυνε, όποτε χρειάστηκε, την περάτωση της εργασίας.

Στους συναδέλφους μου, στην Ε.Ε.Α.Ε, κ. Χουρδάκη, Βογιατζή και Τριτάκη για τη χορήγηση κατάλληλης βιβλιογραφίας και την καθοδήγησή τους, καθώς και τον καλό φίλο και συνάδελφο κ. Βέλτσο για την παροχή μέρους του φωτογραφικού υλικού που συνοδεύει τη διατριβή.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, χωρίς την στήριξη της οποίας θα ήταν αδύνατη η φοίτησή μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται να περιγραφεί η βάση και το πλαίσιο, θεσμικό και εκτελεστικό που διέπει κάθε ενέργεια, απ’ τη στιγμή που εισάγονται και παραλαμβάνονται ραδιενεργά υλικά από το αεροδρόμιο των Αθηνών μέχρι την προσωρινή αποθήκευση και παράδοση τους, στους τελικούς παραλήπτες.

Η ευαισθησία των υλικών και οι ιδιαιτερότητες που εμφανίζουν επιβάλλουν την ειδική μεταχείριση σε όλα τα στάδια εφοδιασμού τους, γεγονός που τα ξεχωρίζει στην κλίμακα των logistics από τα άλλα υλικά.

Για το πώς ενσωματώνεται η διαδικασία αυτή στη λειτουργία διακίνησης στην Αττική, διενεργείται έρευνα στο φορέα που υλοποιεί τις ανωτέρω διαδικασίες, το Κ.Δ.Ρ.Ι του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Κατόπιν μελετώνται οι επιμέρους διαδικασίες της μεταφοράς και αποθήκευσης που συντελούνται στην Αττική καθώς και οι επιδράσεις αυτών στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Από την έρευνα προκύπτει ότι οι διαδικασίες και το πλαίσιο των logistics των ραδιενεργών υλικών, στο οποίο βασίζονται, αποδεικνύονται ταχύτατα ανταποκρινόμενες στις απαιτήσεις που τα υλικά επιβάλλουν, με σχεδόν μηδενικά σφάλματα ή επιστροφές σε όλο τον κύκλο εφοδιασμού και διασφάλιση σε υψηλά επίπεδα της εξυπηρέτησης των πελατών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες .....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	ii
ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ .....	vi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
<b>1. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΩΝ ΥΛΙΚΩΝ .....</b>	<b>4</b>
1.1 Ακτινοβόληση τροφίμων .....	4
1.2 Ακτινοβόληση ιατρικών οργάνων.....	5
1.3 Έλεγχος εντόμων .....	5
1.4 Πυρηνικές εφαρμογές στην ιατρική.....	6
1.4.1 Τεχνικές διάγνωσης.....	7
1.4.2 Θεραπεία ασθενειών .....	7
1.4.3 Έλεγχος και περιορισμός ασθενειών και συνεπειών τους.....	8
1.5 Εφαρμογές στη βιομηχανία .....	8
1.6 Πυρηνικοί αντιδραστήρες .....	10
<b>2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΩΝ ΥΛΙΚΩΝ .....</b>	<b>12</b>
2.1 Ειδικής μορφής ραδιενεργό υλικό - (Special form) .....	12
2.2 Εξαιρούμενα υλικά - (Excepted material).....	13
2.3 Χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά – XEP – (Low specific activity – LSA).....	14
2.3.1 XEP – I, (LSA – I).....	14
2.3.2 XEP – II, (LSA – II).....	15
2.3.3 XEP-III, (LSA – III) .....	15
2.4 Επιφανειακά Ρυπασμένο Αντικείμενο (EPA) – Surface Contaminated Object (SCO).....	16
2.4.1 EPA – I.....	16
2.4.2 EPA – II.....	17
2.5 Σχάσιμο Υλικό - (Fissile material) .....	18
2.6 Χαμηλής Διασποράς Ραδιενεργό Υλικό – (Low Dispersible Radioactive Material) .....	19
<b>3. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....</b>	<b>20</b>
3.1 Διαδικασία επιλογής συσκευασίας και τύποι δεμάτων .....	21
3.2 Εξαιρούμενο δέμα.....	22

3.2.1 Όρια περιεχομένων.....	22
3.2.2 Είδη περιεχομένων.....	23
3.3 Βιομηχανικά δέματα.....	24
3.3.1 Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 1 (ΒΔ-1).....	24
3.3.2 Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 2 (ΒΔ-2).....	25
3.3.3 Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 3 (ΒΔ-3).....	26
3.4 Δέματα Τύπου Α .....	26
3.4.1 Είδη περιεχομένων.....	27
3.4.1.1 Ραδιοϊσότοπα .....	27
3.4.1.2 Γεννήτριες Τεχνητίου.....	27
3.4.1.3 Βιομηχανικές πηγές.....	28
3.5 Δέματα τύπου Β(Υ) και Β(Μ).....	28
<b>4. ΣΗΜΑΝΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΤΙΚΕΤΟΠΟΙΗΣΗ (MARKING AND LABELING).....</b>	<b>31</b>
4.1 Σήμανση (Marking).....	31
4.1.1 Σήμανση στο υλικό.....	31
4.1.2 Σήμανση στο δέμα .....	32
4.2 Ετικετοποίηση (Labeling) .....	32
<b>5. ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ .....</b>	<b>36</b>
5.1 Περιορισμοί στο ΔΜ και το ρυθμό δόσης σε δέματα και υπερδέματα ..	36
5.2 Επιπρόσθετες προϋποθέσεις για ασφαλή μεταφορά.....	37
<b>6. ΑΡΜΟΔΙΑ ΑΡΧΗ .....</b>	<b>41</b>
<b>7. Η ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ .....</b>	<b>43</b>
7.1 Καθορισμός απαιτήσεων ραδιενεργών υλικών και ποσοτήτων που θα εισαχθούν στη χώρα .....	44
7.2 Μέσα μεταφοράς και παραλαβή ραδιενεργών υλικών από το αεροδρόμιο των Αθηνών .....	45
7.3 Αποθήκευση στις εγκαταστάσεις του Κ.Δ.Ρ.Ι .....	49
7.4 Η διανομή των ραδιενεργών υλικών στην Αττική .....	53
7.5 Επιστροφές δεμάτων και αντίστροφη αλυσίδα εφοδιασμού.....	56
Επίλογος .....	59
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>62</b>

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Παγκόσμια κατανομή μεταφοράς ραδιενεργών προϊόντων.....	11
Πίνακας 2: Όρια ραδιενέργειας για τα εξαιρούμενα δέματα.....	14
Πίνακας 3: Συνθήκες μεταφοράς και χρησιμοποιούμενη συσκευασία .....	29
Πίνακας 4: Κατηγορίες δεμάτων.....	34
Πίνακας 5: Όρια Δ.Μ για κάθε μέσο μεταφοράς (εκτός αποκλειστικής χρήσης)...	40

## ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

- E.E.A.E: Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας
- E.K.E.Φ.Ε: Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών, «Δημόκριτος»
- Κ.Δ.Ρ.Ι: Κέντρο Διακίνησης Ραδιενεργών Ισοτόπων
- Barcode: Σύστημα στο οποίο μια ετικέτα διαβάζεται ηλεκτρονικά και επιτυγχάνεται η μετάδοση ή καταγραφή της πληροφορίας που περιέχει.
- Bq: μονάδα μέτρησης ραδιενέργειας στο σύστημα S.I
- I.A.E.A (Δ.Ο.Α.Ε): International Atomic Energy Agency (Διεθνής Οργανισμός Ατομικής Ενέργειας)
- Logistics: Η διαδικασία σχεδιασμού, ολοκλήρωσης και ελέγχου της αποτελεσματικής και αποδοτικής ροής και αποθήκευσης πρώτων υλών, ημικατεργασμένων και τελικών προϊόντων και της σχετιζόμενης πληροφορίας, από το σημείο προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης για το σκοπό της ικανοποίησης των απαιτήσεων του πελάτη (Council of Logistics Management)
- RF - Radio Frequency: Τεχνολογία UHF για την ανάγνωση δεδομένων με φορητά τερματικά (βασίζεται στο barcoding) και αυτόματη μετάδοση δεδομένων σε κεντρικά πληροφοριακά συστήματα
- Sv (sievert): μονάδα μέτρησης απορροφούμενης ραδιενέργειας. Στο σύστημα S.I  $m^2/sec^2$ , αν και ευρύτερα χρησιμοποιούνται οι μονάδες joule/kg.
- Ημιζωή: μονάδα μέτρησης χρόνου που απαιτείται για το ήμισυ των ραδιενεργών ατόμων να μετασχηματιστούν σε πιο σταθερή μορφή, με την έκλυση ραδιενέργειας.

- **Ισότοπο:** ονομάζεται κάθε στοιχείο που έχει διαφορετικό αριθμό νετρονίων στον πυρήνα του αλλά ίδιο αριθμό πρωτονίων. Ορισμένα εκ των ισοτόπων είναι ραδιενεργά και ονομάζονται ραδιοϊσότοπα.
- **Ραδιενέργεια:** ενέργεια στη μορφή ταχυκίνητων σωματιδίων (ιοντίζουσα ακτινοβολία) ή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (μη ιοντίζουσα ακτινοβολία) που προέρχεται από τον πυρήνα του ατόμου ορισμένων στοιχείων.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έναυσμα για την ανάληψη του θέματος της διακίνησης των ραδιενεργών υλικών στην Αττική αποτέλεσε μια τυχαία συζήτηση με συναδέλφους στο χώρο εργασίας. Αντικείμενο της συζήτησης, ήταν η ευαισθησία πολλών ραδιενεργών υλικών και ο φθίνων ωφέλιμος χρόνος ζωής τους με το πέρασμα του χρόνου. Το γεγονός αυτό, συνειρμικά, καταδείκνυε σαφώς, την καθοριστική σημασία των logistics, σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, και τη συμβολή αυτών στην απρόσκοπτη παροχή των υλικών στη σωστή ποσότητα, τόπο και χρόνο.

Η διοίκηση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι η απάντηση στο ερώτημα για το πως θα εξασφαλίσει κάθε οργανισμός ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η λογική, βασίζεται στο γεγονός ότι κάθε λειτουργία, αν και αυτόνομη εκτελεστικά, αποτελεί κρίκο σε μια αλυσίδα, η οποία δεν σταματά στα όρια του οργανισμού (ροή υλικών και πληροφοριών), αλλά επεκτείνεται και περιλαμβάνει τους προμηθευτές και τους πελάτες.

Στην αλυσίδα εφοδιασμού γενικότερα, λειτουργίες που προέχουν μεταξύ άλλων είναι η εξυπηρέτηση πελατών, η πρόβλεψη της ζήτησης, η διανομή, ο έλεγχος αποθεμάτων, η διαχείριση υλικών, η διαχείριση παραγγελιών, η επιλογή των αποθηκευτικών χώρων και η διαχείρισή τους, η προμήθεια υλικών, η συσκευασία και η σήμανση, η διαχείριση επιστροφών, και οι μεταφορές.

Όσον αφορά τα ραδιενεργά υλικά, κρίσιμους τομείς αποφάσεων αποτελούν η ταχύτητα και ποιότητα της μεταφοράς και παράδοσης στον τελικό παραλήπτη, η διαχείριση των παραγγελιών και υλικών, για την μικρότερη δυνατή έκθεση σε ακτινοβολία, η διαχείριση των επιστροφών και η συσκευασία. Η πρόγνωση της ζήτησης ή η διαδικασία προμηθειών μικρότερο ρόλο διαδραματίζουν, αφενός γιατί η ζήτηση

καθορίζεται άμεσα από τις εκάστοτε ανάγκες σε υλικά (οπότε και οι ανάλογες ποσότητες ζητούνται) και αφετέρου γιατί η αποθήκευση ή η διατήρηση κάποιου ορίου ασφαλείας σε αποθήκες για την κάλυψη μελλοντικών αναγκών, κρίνεται εκ των προτέρων αδύνατη, λόγω της ιδιαιτερότητας των υλικών και του σύντομου ωφέλιμου κύκλου ζωής τους.

Η άμεση κάλυψη ωστόσο των βραχυπρόθεσμων αναγκών κρίνεται στόχος κάθε άλλο παρά εύκολα επιτεύξιμος. Επιβάλλεται αρίστη συνεργασία και συντονισμός, ανάμεσα σε αυτόνομους φορείς που κοινό στόχο έχουν τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, την ποιοτικότερη και μεγαλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση. Τα νοσοκομεία, οι φαρμακευτικές ή παραγωγικές εταιρείες του εξωτερικού και οι αντιπρόσωποι τους στην Ελλάδα, οι αεροπορικές εταιρείες που μεταφέρουν τα υλικά από το εξωτερικό στη χώρα μας, το Κ.Δ.Ρ.Ι και η Ε.Ε.Α.Ε είναι οι εμπλεκόμενοι φορείς.

Η παρούσα διατριβή διαιρείται, όσον αφορά το αντικείμενο που αναφέρεται, σε δύο μέρη. Στο πρώτο γίνεται περιγραφή και ανάλυση κυρίως των εφαρμογών των ραδιενεργών υλικών και των ειδών στα οποία διακρίνονται, καθώς και τις συσκευασίες και τη σήμανση που επιβάλλουν οι διεθνείς κανονισμοί του Δ.Ο.Α.Ε.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται παρουσίαση και καταγραφή των ανωτέρω στην ελληνική πραγματικότητα και συγκεκριμένα στο κομμάτι της Αττικής. Στη χώρα μας άλλωστε, η συντριπτική πλειοψηφία κάλυψης της ζήτησης σε ραδιενεργά υλικά αφορά την Αθήνα και τα περίχωρά της. Παράλληλα γίνεται ανάλυση των επιμέρους διαδικασιών που αφορούν τη μεταφορά και αποθήκευση σε ένα σύστημα που θα έπρεπε να αποτελεί υπόδειγμα και αναφορά για πολλά άλλα, κυρίως λόγω της αμεσότητας και ταχύτητας που το χαρακτηρίζει. Ταχύτητα που επιβάλλει η φύση των προϊόντων, αλλά σε καμία περίπτωση αυτό δε θα αρκούσε αν οι εμπλεκόμενοι φορείς δεν

αντιλαμβάνονταν την κρισιμότητα και χρησιμότητα που προκύπτει από την ομαλή και ταχύτερη δυνατή ανταπόκριση στις προσαγές της ζήτησης.

## 1. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στο σημείο αυτό θα ήταν χρήσιμη μια αναφορά στις καθημερινές εφαρμογές των ραδιενεργών υλικών για να γίνει αντιληπτό ότι τέτοια υλικά χρησιμοποιούνται πολύ ευρύτερα απ’ ότι αντιλαμβάνεται ο γενικότερος πληθυσμός . Επισημαίνεται ότι τόσο η χρήση τους, όσο και η παρασκευή και μεταφορά τους υπόκειται σε διεθνείς κανονισμούς. Επιπρόσθετα τα άτομα που εμπλέκονται σε εφαρμογές που απαιτούν την χρήση ραδιενεργών υλικών απαιτείται να έχουν κατάλληλη εκπαίδευση σύμφωνα και με την ελληνική νομοθεσία.

Στη συνέχεια θα γίνει μια αναλυτική περιγραφή εφαρμογών που απαιτούν χρήση ραδιενεργών υλικών.

### 1.1 Ακτινοβόληση τροφίμων

Ακτίνες γ και δέσμες χρησιμοποιούνται για την ακτινοβόληση τροφίμων με στόχο τον έλεγχο των μικροοργανισμών που προκαλούν ασθένειες καθώς και την παράταση της διάρκειας συντήρησης ενός τροφίμου. Η εφαρμογή αυτή παρουσιάζει αύξηση σε παγκόσμιο επίπεδο. Η διαδικασία της αποστείρωσης των τροφίμων έχει εγκριθεί από 40 χώρες, μια εκ των οποίων είναι και η χώρα μας και ενισχύεται ως ιδέα και πρακτική και από το διεθνή οργανισμό τροφίμων. Τυπικές ραδιενεργές πηγές που χρησιμοποιούνται για τη συγκεκριμένη διαδικασία αποτελούν το Κοβάλτιο (Co-60) και το Καίσιο (Cs-137).

## 1.2 Ακτινοβόληση ιατρικών οργάνων

Οι ραδιενεργές πηγές Κοβαλτίου (Co-60) ή Καισίου (Cs-137) χρησιμοποιούνται επίσης και για την αποστείρωση ιατρικών οργάνων και εργαλείων. Η διαδικασία αυτή εστιάζεται κυρίως σε εκείνα που θα διεισδύσουν στο δέρμα. Η παρεμπόδιση μολύνσεων μέσω της τεχνικής της αποστείρωσης συμπληρώνει αποτελεσματικά το βασικό θεραπευτικό σκοπό της ιατρικής. Περίπου 180 υπηρεσίες σε 47 χώρες παγκοσμίως παρέχουν αποστειρωμένες ιατρικές συσκευές χρησιμοποιώντας ακτίνες – γ.

## 1.3 Έλεγχος εντόμων

Τα ραδιοϊσότοπα βοηθούν στην ενίσχυση της ζωικής και τροφικής παραγωγής. Ενδεικτικά αναφέρεται ο έλεγχος της στάθμης των εντόμων, όπως μυγών συμπεριλαμβανομένης και της Τσετσέ στις περιοχές της Ζανζιβάρης, της Νιγηρίας και της Μπουρκίνα Φάσο. Σύμφωνα με απολογισμό το 1996, τα ενοχλητικά αυτά έντομα, δεν αποτελούν πια πρόβλημα στην Ουγκάντα, το κυριότερο νησί της Ζανζιβάρης. Η μύγα Τσετσέ προκαλεί τη μετάδοση μιας παρασιτικής ασθένειας, της τρυπανοσωμίας, που προσβάλλει κυρίως τα ζώα των κοπαδιών στην Αφρική και συμβάλλει επίσης στην εξάπλωση της ανθρώπινης μορφής της ασθένειας που έχει ως κυριότερο σύμπτωμα την τάση για συνεχή ύπνο.

Ακτινοβολώντας ωστόσο τις αρσενικές μύγες Τσετσέ σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον με χρήση ακτινών – γ, αυτές καθίστανται στείρες, οπότε και ο πληθυσμός

τους μειώνεται σε ασήμαντα πλέον επίπεδα. Η μικρής έντασης έκθεση σε ακτίνες – γ πραγματοποιείται από πηγές Κοβαλτίου (Co-60) ή Καισίου (Cs-137) οι οποίες παράγονται σε εργαστήρια και μεταφέρονται στα σημεία που υπάρχει υπερβολική έκθεση εντόμων. Εντός δύο ετών (1994-1996), ο αριθμός των μυγών υποδιπλασιάστηκε. Παρατηρήθηκε επίσης ότι ο ρυθμός ανάπτυξης της τρυπανοσωμιάσης σε ένα ελεγχόμενο δείγμα βοοειδών στο νησί μειώθηκε σε ποσοστό μικρότερο του 0,1 %. Προηγούμενες αξιολογήσεις είχαν δείξει ότι κατά μέσο όρο, το 17-25 % των ζώων είχαν μολυνθεί από την προαναφερθείσα ασθένεια.

#### 1.4 Πυρηνικές εφαρμογές στην ιατρική

Η πυρηνική τεχνολογία εφαρμόζεται στο πεδίο της ιατρικής με σκοπό τη διάγνωση, τη θεραπεία και τον έλεγχο διαφόρων ασθενειών. Τα ραδιοϊσότοπα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό παράγονται σε αντιδραστήρες ή κύκλωτρα. Τέτοια ραδιοϊσότοπα αποτελούν το  $^{131}\text{I}$  για εξετάσεις θυρεοειδούς, το  $^{111}\text{In}$  για εξετάσεις εγκεφάλου, το  $^{67}\text{Ga}$  για ογκολογικές εξετάσεις, το  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  για καρδιολογικές εξετάσεις, το  $^{201}\text{Tl}$  για μυοκαρδιολογικές εξετάσεις, ο  $^{11}\text{C}$  για εγκεφαλογραφήματα, το  $^{81\text{m}}\text{Kr}$  για πνευμονολογικές εξετάσεις, το  $^{13}\text{N}$  για εξετάσεις καρδιαγγειακών λειτουργιών, το  $^{15}\text{O}$  για εξετάσεις οξυγόνωσης, και το  $^{18}\text{F}$  για διάγνωση διαφόρων ασθενειών. Η ασφαλής μεταφορά των υλικών αυτών από τον τόπο παραγωγής προς τα νοσοκομεία αποτελεί διαδικασία ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της λεγόμενης πυρηνικής ιατρικής.

### **1.4.1 Τεχνικές διάγνωσης**

Υπάρχουν δύο διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στη διαγνωστική. Η πρώτη είναι με τη χρήση ραδιενεργού ισότοπου εντός του οργανισμού (*in vivo*). Κατά τη διαδικασία αυτή ένα προσεκτικά επιλεγμένο ραδιοϊσότοπο, ή ραδιοφάρμακο όπως συχνότερα απαντάται, χορηγείται στον εξεταζόμενο μέσω εισπνοής, κατάποσης ή ένεσης για να λειτουργήσει ως ιχνηλάτης στην αποτύπωση συγκεκριμένης μορφολογίας οργάνου και σωματικής λειτουργίας. Ανάλογα με το ραδιοφάρμακο που θα επιλεγθεί μπορούν να εξεταστούν συγκεκριμένοι ιστοί ή όργανα.

Η δεύτερη μέθοδος αποτελεί μια εκτός σώματος τεχνική (*in vitro*). Για παράδειγμα με τη χρήση ραδιοϊσοτόπων μπορεί να γίνει εκτίμηση της έκθεσης ενός ατόμου σε ραδιενέργεια, μελετώντας τα αντισώματα που εμφανίζονται στο αίμα του. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε ορμονολογικές εξετάσεις.

### **1.4.2 Θεραπεία ασθενειών**

Η ραδιενέργεια χρησιμοποιείται ευρέως για τη θεραπεία ασθενειών όπως ο υπερθυρεοειδισμός και ο καρκίνος. Συνηθισμένο ραδιοϊσότοπο για τη χρήση αυτή είναι το  $^{60}\text{Co}$ . Οι μέθοδοι που μπορεί να εφαρμοστούν για την καταπολέμηση τέτοιων ασθενειών διαχωρίζονται στις γενικότερες ομάδες της τηλεθεραπείας και βραχυθεραπείας. Στην πρώτη περίπτωση η ραδιενεργή πηγή δεν έχει καμία επαφή με τον ιστό μια και αυτός ακτινοβολείται από κάποια απόσταση ενώ στη δεύτερη η ραδιενεργή πηγή εμφυτεύεται στον οργανισμό οπότε έχουμε άμεση και συνεχή επαφή με τον προσβεβλημένο ιστό.

### ***1.4.3 Έλεγχος και περιορισμός ασθενειών και συνεπειών τους***

Εκτός από την αποστείρωση ιατρικού εξοπλισμού και οργάνων η πυρηνική ιατρική συμβάλλει και στην αναλγητική δράση ή αναλγητική θεραπεία ασθενειών με οστικές μεταστάσεις.

Η αναφερθείσα μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση του  $^{153}\text{Sm}$ , του  $^{186}\text{Re}$  και του  $^{89}\text{Sr}$  ως ραδιοφαρμάκου για την ανακούφιση των πόνων σε ασθενείς με μεταστατικές οστεοβλαστικές σκελετικές αλλοιώσεις.

### **1.5 Εφαρμογές στη βιομηχανία**

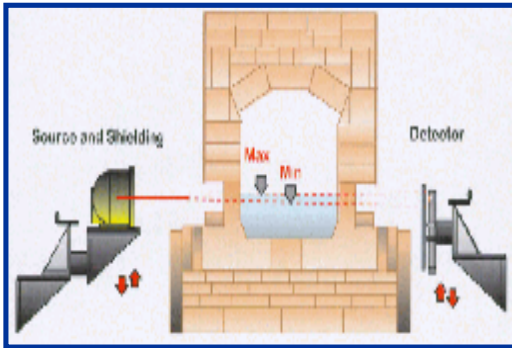


*Εικόνα 1, Εφαρμογές στην αεροπορία*

Τα ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιούνται ευρέως σε βιομηχανικές εφαρμογές. Όργανα που χρησιμοποιούν ραδιοϊσότοπα αποτελούν μετρητές πάχους υλικών, κατά την παραγωγική διαδικασία, όπως το ατσάλι ή χαρτί. Μια σειρά πειραμάτων επίσης, με τη συμβολή ραδιενεργών προϊόντων, καθιστά ικανή την εξαγωγή ακριβών συμπερασμάτων για την κατάσταση εξοπλισμού επεξεργασίας και τον καθορισμό της ακριβούς θέσης σωληνώσεων, αγωγών ή τούνελ στο στάδιο κατασκευής. Οι γ- ραδιογραφήσεις εξάλλου χρησιμοποιούνται σε κατασκευές, χύσιμο μετάλλων σε καλούπια και συγκολλήσεις, όπου η χρήση ακτινών x



δεν είναι εφικτή. Πηγές ραδιοϊσοτόπων επίσης χρησιμοποιούνται σε σύγχρονες



Εικόνα 2: Μέθοδος μέτρησης στάθμης

βιομηχανίες για μέτρηση στάθμης ή ποσοτήτων σε πρώτες ύλες τροφοδοσίας τροφίμων. Η φιλοσοφία της πρακτικής φαίνεται παραστατικά στην εικόνα 2 κατά την οποία μια δέσμη ακτινοβολίας αφού διαπεράσει ή όχι το προσμετρούμενο υλικό προσκρούει σε ένα ανιχνευτή για την εξαγωγή

αποτελεσμάτων. Τέλος μετρητές υγρασίας και πυκνότητας χρησιμοποιούν ραδιενεργές πηγές για ανάλυση υδάτων στο έδαφος καθώς και συμπίεσης ενώ ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιούνται σε ανιχνευτές καπνού και πινακίδες επείγουσας ανάγκης ή κινδύνου σε αεροσκάφη και δημόσια κτίρια σε περίπτωση βλαβών ή κινδύνου.

Είναι εμφανές ότι το εύρος των εφαρμογών είναι αρκετά μεγάλο και κάθε χρόνο επεκτείνεται. Στη χώρα μας πηγές ραδιοϊσοτόπων χρησιμοποιούνται για ραδιογραφήσεις στους αγωγούς φυσικού αερίου καθώς και τους αγωγούς παροχής



Εικόνα 3: Τεχνική μέτρησης στάθμης

ύδατος. Από βιομηχανίες επίσης γίνονται μετρήσεις σε δεξαμενές ή διυλιστήρια καθώς και μετρήσεις ύψους στάθμης σε συσκευασίες (βλ. εικόνα 3), ενώ τέλος από την πολεμική αεροπορία γίνονται ραδιογραφήσεις στα αεροπλάνα (βλ. εικόνα 1) για τον εντοπισμό ρωγμών ή αστοχίας υλικών.

Κλείνοντας πρέπει να αναφερθεί ότι τα ραδιενεργά υλικά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία υπόκεινται σε συλλογή και επιστροφή σύμφωνα με τους διεθνείς

κανονισμούς μετά το πέρας του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους. Η διαδικασία αυτή θα περιγραφεί αναλυτικά στο κεφ. 7.5.

### 1.6 Πυρηνικοί αντιδραστήρες

Η κυριότερη ίσως δραστηριότητα των ραδιενεργών υλικών είναι η χρησιμοποίησή τους για την παραγωγή ηλεκτρισμού σε πυρηνικούς αντιδραστήρες. Η παραγωγή ηλεκτρισμού σε πυρηνικούς αντιδραστήρες έχει σαν αντίκτυπο την προαγωγή του επιπέδου πολλών κρατών, την «απεξάρτηση» από τις συμβατικές μορφές ενέργειας καθώς και τη συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος μια και έχουμε σημαντική μείωση στην απελευθέρωση αερίων που οξύνουν το λεγόμενο φαινόμενο του «θερμοκηπίου».

Η ατομική ενέργεια καταλαμβάνει το 17% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρισμού ενώ το 63% είναι αποτέλεσμα της καύσης φυσικών καυσίμων. Ωστόσο σε κάποιες χώρες ποσοστό που υπερβαίνει το 70% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από πυρηνικούς αντιδραστήρες.

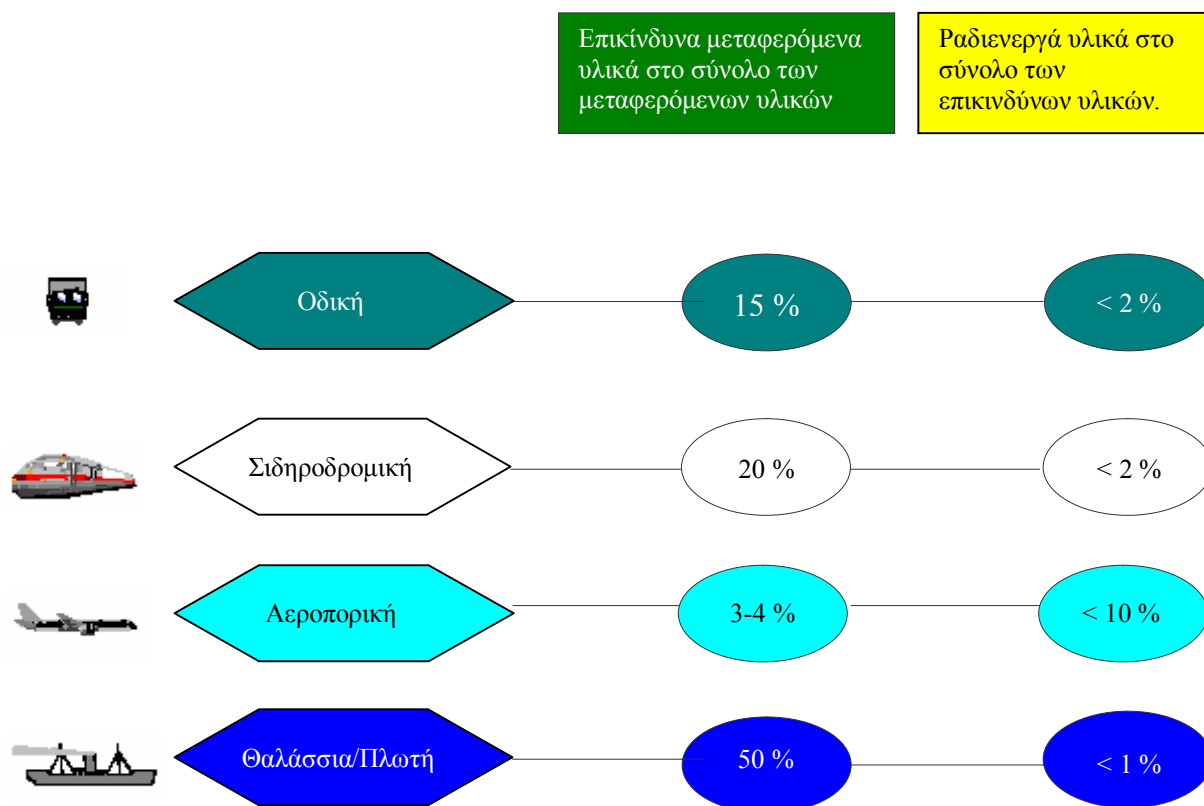
Η φυσική διανομή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν σε πυρηνικούς αντιδραστήρες, περιλαμβάνει μεταφορά υλικών σε πολλές μορφές, περιλαμβανομένου μεταλλευμάτων, ενεργού ραδιενεργού υλικού καθώς και ανενεργού ή αποβλήτων.

Πέρα από τους αντιδραστήρες παραγωγής ενέργειας, συναντώνται και ερευνητικοί πυρηνικοί αντιδραστήρες, που χρησιμοποιούνται για έρευνα και διδασκαλία.

Τέλος πυρηνικοί αντιδραστήρες χρησιμοποιούνται και στη ναυτιλία για την παροχή ενέργειας σε υπερωκεάνια, που περιλαμβάνουν εμπορικά, παγοθραυστικά ή

πολεμικά πλοία. Πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται επίσης και από υποβρύχια γιατί τα καθιστά ικανά να παραμένουν βυθισμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα.<sup>1</sup> Στην Ελλάδα πυρηνικοί αντιδραστήρες δε χρησιμοποιούνται. Ο μόνος αντιδραστήρας μικρής ισχύος, ωστόσο, που χρησιμοποιείται ενίοτε για πειραματική και ερευνητική χρήση, βρίσκεται στο Ε.Κ.Ε.Φ.Ε «Δημόκριτος».

Κλείνοντας για να κατανοήσουμε τον όγκο της διακίνησης των ραδιενεργών υλικών σε παγκόσμια κλίμακα, στον πίνακα 1 καταγράφεται το ποσοστό της διακίνησης επικινδύνων υλικών στο σύνολο των διακινούμενων υλικών στον πλανήτη καθώς και το ποσοστό των διακινούμενων ραδιενεργών υλικών στο σύνολο των επικινδύνων υλικών.



Πίνακας 1: Παγκόσμια κατανομή μεταφοράς ραδιενεργών προϊόντων<sup>2</sup>

<sup>1</sup> “Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition”, IAEA Publications, Vienna

<sup>2</sup> “Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition”, IAEA Publications, Vienna

## **2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Ραδιενεργά ονομάζονται τα υλικά εκείνα που περιέχουν ραδιονουκλίδια και τόσο η συγκέντρωση ραδιενέργειας όσο και η ακτινοβολία τους ξεπερνάει κάποιες προκαθορισμένες και σταθερές τιμές, ανά υλικό, όπως αυτές περιγράφονται στους διεθνείς κανονισμούς ασφαλείας.

Όσον αφορά τη διακίνηση, η φύση των υλικών, η ποσότητα και η ραδιενέργεια τους είναι κρίσιμοι παράγοντες επιλογής όχι μόνο του μέσου μεταφοράς και της μεταφερόμενης ποσότητας (τμηματικά ή στο ολόκληρο) αλλά και της συσκευασίας που ρόλο έχει την προστασία του περιεχόμενου υλικού και τον περιορισμό της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας.

Μια πρώτη κατηγοριοποίηση που αφορά τη φύση των υλικών αλλά και την ενεργότητά τους, τα κατατάσσει στις ακόλουθες κατηγορίες.

### **2.1 Ειδικής μορφής ραδιενεργό υλικό - (Special form)**

Τα ειδικής μορφής ραδιενεργά υλικά είναι είτε μη διασπειρόμενα στερεά ραδιενεργά υλικά, είτε κλειστές κάψουλες που περιέχουν ραδιενεργά υλικά. Τα κριτήρια για το χαρακτηρισμό ενός υλικού ως ειδικής μορφής είναι πολύ αυστηρά. Αυτό συνεπάγεται ότι ακόμα και αν ένα υλικό διέφευγε από τη συσκευασία του, οπότε ο κίνδυνος εκπομπής ραδιενέργειας ήταν μεγάλος, ωστόσο ο κίνδυνος περαιτέρω

μόλυνσης από διασπορά θα ήταν πολύ μικρός.<sup>3</sup> Για το λόγο αυτό, μεγαλύτερες ποσότητες υλικού μπορεί να μεταφερθούν σε δεδομένη συσκευασία. Στη χώρα μας ο κυριότερος όγκος μεταφερόμενων ραδιενεργών υλικών ανήκουν στην κατηγορία αυτή.

## 2.2 Εξαιρούμενα υλικά - (Excepted material)

Τα εξαιρούμενα υλικά είναι πολύ μικρές ποσότητες ραδιενεργού υλικού που θα εμφάνιζαν περιορισμένο ή μηδενικό ραδιολογικό κίνδυνο στο ενδεχόμενο καταστροφής του δέματος και απελευθέρωσής τους στο περιβάλλον. Τα εξαιρούμενα υλικά δεν καθορίζονται επακριβώς από τους διεθνείς κανονισμούς μεταφοράς ραδιενεργών υλικών. Τα βασικά όρια για στερεά ραδιενεργά περιεχόμενα εξαιρούμενων δεμάτων είναι  $10^{-3} A_1$  ή  $10^{-3} A_2$ .

Τα  $A_1$  και  $A_2$  είναι ποσότητες ραδιενέργειας, διαφορετικές ανάλογα με το ραδιοϊσότοπο, που αναφέρονται στους κανονισμούς του Δ.Ο.Α.Ε για να καθορίσουν τον τύπο της συσκευασίας που θα χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά ραδιενεργών υλικών. Το  $A_1$  αφορά τα ειδικής μορφής ραδιενεργά υλικά ενώ το  $A_2$  τα υπόλοιπα ραδιενεργά υλικά. Για παράδειγμα, το  $A_1$  είναι η μέγιστη ενεργότητα ειδικής μορφής ραδιενεργού υλικού που επιτρέπεται για ένα τύπο συσκευασίας που ονομάζεται τύπου A, και το  $A_2$  είναι η μέγιστη ένταση των υπολοίπων ραδιενεργών υλικών (πέρα από τα ειδικής μορφής) που επιτρέπουν τη συσκευασία τύπου A.<sup>4</sup>

Ο πίνακας 2 που ακολουθεί, αναφέρει λεπτομερώς τα όρια ενεργότητας για τα εξαιρούμενα δέματα.

<sup>3</sup> “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna

<sup>4</sup> “Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition”, IAEA Publications, Vienna

Φυσική κατάσταση περιεχομένου	Βιομηχανικό προϊόν ή όργανο		Υλικά
	Όρια υλικού	Όρια συσκευασίας	Όρια συσκευασίας
<b>Στερεά</b>			
• Ειδικής μορφής	$10^{-2} A_1$	$A_1$	$10^{-3} A_1$
• Άλλης μορφής	$10^{-2} A_2$	$A_2$	$10^{-3} A_2$
<b>Υγρά</b>	$10^{-3} A_2$	$10^{-1} A_2$	$10^{-4} A_2$
<b>Αέρια</b>			
• Ειδικής μορφής	$10^{-3} A_1$	$10^{-2} A_1$	$10^{-3} A_1$
• Άλλης μορφής	$10^{-3} A_2$	$10^{-2} A_2$	$10^{-3} A_2$

*Πίνακας 2: Όρια ραδιενέργειας για τα εξαιρούμενα δέματα <sup>5</sup>*

### 2.3 Χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά – XEP - (Low specific activity – LSA)

Τα χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά είναι αυτά που από τη φύση τους παρουσιάζουν χαμηλή εκπομπή ακτινοβολίας ανά μονάδα μάζας. Η μέτρηση ωστόσο θα πρέπει να διενεργείται προ της εξωτερικής θωράκισης, για τον υπολογισμό της μέσης ειδικής ραδιενέργειας. Τα χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά κατηγοριοποιούνται ως εξής:

#### 2.3.1 XEP – I, (LSA – I)

i. Ορυκτά ουρανίου, θορίου και συμπυκνώματα τέτοιων ορυκτών και άλλα ορυκτά που περιέχουν φυσικά ραδιονουκλίδια, που πρόκειται να γίνει η επεξεργασία τους για τη χρήση αυτών.

<sup>5</sup> “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna

ii. Στερεό μη ακτινοβολημένο φυσικό ουράνιο ή απεμπλουτισμένο ουράνιο ή φυσικό θόριο ή τα στερεά ή υγρά μίγματα ή ενώσεις τους.

iii. Ραδιενεργό υλικό για το οποίο η τιμή του  $A_2$  είναι απεριόριστη, εξαιρουμένων των σχάσιμων υλικών σε ποσότητες όπως καθορίζονται στους Κανονισμούς του Διεθνή Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας (Δ.Ο.Α.Ε), Safety Series No.6, 1996, παρ. 672.

iv. Άλλο ραδιενεργό υλικό του οποίου η ραδιενέργεια είναι κατανεμημένη σε ολόκληρο το υλικό και του οποίου η υπολογιζόμενη μέση ειδική ραδιενέργεια δεν ξεπερνά κατά 30 φορές τις τιμές συγκέντρωσης ραδιενέργειας ανά υλικό, όπως καθορίζονται στους πίνακες των βασικών ραδιενεργών υλικών (Κανονισμοί του Δ.Ο.Α.Ε, Safety Series No.6, 1996) εξαιρουμένων των σχάσιμων υλικών.

### **2.3.2 XEP – II, (LSA – II)**

i. Νερό με συγκέντρωση τριτίου μικρότερη του 0.8 TBq/λίτρο.

ii. Άλλα υλικά, στα οποία η ραδιενέργεια είναι κατανεμημένη σε ολόκληρο το υλικό και η υπολογιζόμενη μέση ειδική ραδιενέργεια δεν υπερβαίνει τα  $10^{-4}$  A<sub>2</sub>/g. για στερεά και αέρια και τα  $10^{-5}$  A<sub>2</sub>/g. για υγρά.

### **2.3.3 XEP-III, (LSA – III)**

Είναι τα στερεά (π.χ. στερεοποιημένα απόβλητα, ενεργοποιημένα υλικά), εξαιρουμένων αυτών σε μορφή σκόνης, στα οποία:

i. Το ραδιενεργό υλικό είναι κατανεμημένο σε ολόκληρο το στερεό ή σε ένα σύνολο στερεών αντικειμένων, ή είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο σε στερεό συσσωματώνοντα φορέα (π.χ. τσιμέντο, πίσσα, κεραμικό κτλ.).

ii. Το ραδιενεργό υλικό είναι σχετικά αδιάλυτο ή εμπεριέχεται σε σχετικά αδιάλυτο υλικό έτσι ώστε και σε συνθήκες απώλειας της συσκευασίας ή απώλειας του ραδιενεργού υλικού ανά συσκευασία λόγω έκπλυσης, όταν βρεθεί μέσα στο νερό για επτά ημέρες, δεν θα υπερβαίνει το  $0,1 A_2$ .

iii. Η υπολογιζόμενη μέση ειδική ραδιενέργεια του στερεού, μη συμπεριλαμβανομένης της θωράκισής του, δεν υπερβαίνει τα  $2 \times 10^{-3} A_2/g$ .

## **2.4 Επιφανειακά Ρυπασμένο Αντικείμενο (EPA) – Surface Contaminated Object (SCO)**

Είναι το στερεό αντικείμενο το οποίο δεν είναι αφ' εαυτού ραδιενεργό, αλλά έχει στην επιφάνειά του κατανεμημένο ραδιενεργό υλικό. Τα EPA κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, τις EPA – I και EPA – II, που διαφοροποιούνται από τα επίπεδα της ρύπανσης. Συγκεκριμένα έχουμε:

### **2.4.1 EPA – I**

Αποτελεί στερεό αντικείμενο επί του οποίου:



i) Η μη καθηλωμένη ρύπανση στην προσιτή επιφάνεια του, κατά μέσο όρο πάνω σε  $300\text{cm}^2$  (ή στο εμβαδόν της επιφάνειας αν είναι μικρότερο από  $300\text{cm}^2$ ), δεν υπερβαίνει το  $4\text{ Bq/cm}^2$  για βήτα, γάμμα και χαμηλής τοξικότητας άλφα ραδιενεργά υλικά, ή τα  $0.4\text{Bq/cm}^2$  για τα υπόλοιπα άλφα ραδιενεργά υλικά.

ii. Η καθηλωμένη ρύπανση στην προσιτή επιφάνεια του, κατά μέσο όρο πάνω σε  $300\text{cm}^2$  (ή στο εμβαδόν της επιφάνειας αν είναι μικρότερο από  $300\text{cm}^2$ ) δεν υπερβαίνει τα  $4 \times 10^4\text{ Bq/cm}^2$  για βήτα, γάμμα ραδιενεργά και χαμηλής τοξικότητας άλφα ραδιενεργά υλικά, ή τα  $4 \times 10^3\text{ Bq/cm}^2$  για τα άλλα άλφα ραδιενεργά υλικά.

iii. Η μη καθηλωμένη ρύπανση συν την καθηλωμένη ρύπανση στη μη προσιτή επιφάνεια κατά μέσο όρο πάνω σε επιφάνεια  $300\text{cm}^2$  (ή στο εμβαδόν της επιφάνειας, εάν είναι μικρότερο από  $300\text{cm}^2$ ), δεν υπερβαίνει τα  $4 \times 10^4\text{ Bq/cm}^2$  για βήτα, γάμμα ραδιενεργά και χαμηλής τοξικότητας άλφα ραδιενεργά υλικά ή τα  $4 \times 10^3\text{ Bq/cm}^2$  για τα άλλα άλφα ραδιενεργά υλικά.

#### **2.4.2 EPA – II**

Είναι στερεό αντικείμενο στο οποίο η καθηλωμένη ή μη καθηλωμένη ρύπανση στην επιφάνεια υπερβαίνει τα όρια που ισχύουν για τα EPA-I και στο οποίο:

i. Η μη καθηλωμένη ρύπανση στην προσιτή επιφάνειά του, κατά μέσο όρο πάνω σε επιφάνεια  $300\text{cm}^2$  (ή στο εμβαδόν της επιφάνειας αν είναι μικρότερο από  $300\text{cm}^2$ ) δεν υπερβαίνει τα  $400\text{ Bq/cm}^2$  για βήτα, γάμμα ραδιενεργά και χαμηλής τοξικότητας άλφα ραδιενεργά υλικά ή τα  $40\text{ Bq/cm}^2$  για άλλα άλφα ραδιενεργά υλικά.

ii. Η καθηλωμένη ρύπανση στην προσιτή επιφάνειά του, κατά μέσο όρο πάνω σε επιφάνεια  $300 \text{ cm}^2$  (ή στο εμβαδόν της επιφανείας αν είναι μικρότερο από  $300 \text{ cm}^2$ ) δεν υπερβαίνει τα  $8 \times 10^5 \text{ Bq/cm}^2$  για βήτα, γάμμα ραδιενεργά και χαμηλής τοξικότητας άλφα ραδιενεργά υλικά, ή τα  $8 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$  για τα άλλα άλφα ραδιενεργά υλικά.

iii. Η μη καθηλωμένη ρύπανση συν την καθηλωμένη ρύπανση στη μη προσιτή επιφάνεια κατά μέσο όρο πάνω σε επιφάνεια  $300 \text{ cm}^2$  (ή στο εμβαδόν της επιφανείας αν είναι μικρότερο από  $300 \text{ cm}^2$ ) δεν υπερβαίνει τα  $8 \times 10^5 \text{ Bq/cm}^2$  για βήτα, γάμμα ραδιενεργά και χαμηλής τοξικότητας άλφα ραδιενεργά υλικά ή τα  $8 \times 10^4 \text{ Bq/cm}^2$  για τα άλλα άλφα ραδιενεργά υλικά.

## 2.5 Σχάσιμο Υλικό - (Fissile material)

Είναι το υλικό που από τη φύση του έχει την ιδιότητα να υφίσταται πυρηνική σχάση. Για το λόγο αυτό απαιτείται επιπλέον σχεδιαστικός έλεγχος στις συσκευασίες των υλικών αυτών και έλεγχοι για την ασφαλή μεταφορά τους. Σχάσιμα υλικά αποτελούν τα U-233, U-235, Pu-239, Pu-241 ή κάθε συνδυασμός τους. Από τον ορισμό εξαιρούνται: α) φυσικό ουράνιο ή απεμπλουτισμένο μη - ακτινοβολημένο ουράνιο και β) φυσικό ουράνιο ή απεμπλουτισμένο που ακτινοβολήθηκε μόνο σε θερμικούς αντιδραστήρες.<sup>6</sup> Στη χώρα μας ωστόσο τέτοια υλικά σπάνια διακινούνται οπότε δεν υφίσταται και ο αυξημένος κίνδυνος από την ανωτέρω μεταφορά.

<sup>6</sup> “Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition”, IAEA Publications, Vienna

Για την ακρίβεια την τελευταία δεκαπενταετία μια μόνο φορά είχαμε εξάγει σχάσιμα υλικά, ως απόβλητα, από τον μικρής ισχύος ερευνητικό αντιδραστήρα του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε «Δημόκριτος».

## **2.6 Χαμηλής Διασποράς Ραδιενεργό Υλικό - (Low Dispersible Radioactive Material)**

Αποτελούν στερεά ραδιενεργά υλικά, σε κλειστή κάψουλα, που δεν είναι σε μορφή σκόνης, και έχουν όχι μόνο περιορισμένη δυνατότητα διασποράς, αλλά και περιορισμένη διαλυτότητα και επίπεδο ραδιενέργειας που δεν ξεπερνά τα 10mSv/h στα 3 μέτρα από το υλικό.

Αυτά τα χαρακτηριστικά ευνοούν την ασφαλή μετακίνηση μεγάλων ποσοτήτων ραδιενέργειας με δεδομένο τύπο συσκευασίας, που στην περίπτωση μεταφοράς άλλου τύπου ραδιενεργού υλικού, θα ήταν αδύνατη.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> <http://www.ecae.gr>

### 3. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Η συσκευασία είναι ένα σύνολο από τμήματα και υλικά απαραίτητα για την έγκληση ραδιενεργών περιεχομένων, και μπορεί να περιλαμβάνει απορροφητικά υλικά, υλικά για διάταξη αποστάσεων και ορθή εκμετάλλευση χώρου εντός της συσκευασίας, προστατευτικά και μονωτικά υλικά καθώς και συσκευές απορρόφησης κραδασμών.

Δεν είναι τυχαίο ότι για τη διασφάλιση της απρόσκοπτης και ασφαλούς μεταφοράς, αποτελεί σύνηθες φαινόμενο, το κόστος της συσκευασίας να είναι υπερβολικά υψηλό σε σχέση με αυτό του μεταφερόμενου υλικού.

Μαζί η συσκευασία και το ραδιενεργό περιεχόμενο δίνουν το δέμα (βλ. εικόνα 4).



Εικόνα 4: Ορισμός δέματος

Ως περιεχόμενα της συσκευασίας νοούνται όλα εκείνα τα μέρη που τη συνοδεύουν και συντελούν να διατηρήσουν το ραδιενεργό υλικό στην ευκατάστατη κατάσταση κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.

Γενικότερα η επιλογή της συσκευασίας είναι συνάρτηση του κινδύνου που σχετίζεται με τη μεταφορά του υλικού. Η ανθεκτικότητα της συσκευασίας μετράται ως

η ικανότητα της να αντέχει διάφορες συνθήκες μεταφοράς. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατηγορίες όσον αφορά τις συνθήκες μεταφοράς:

- Συνηθισμένες συνθήκες μεταφοράς – μεταφορές ρουτίνας, κατά τις οποίες απουσιάζουν τα έκτακτα περιστατικά ή ατυχήματα και η μόνη πηγή προβληματισμού είναι η ασφαλής χρήση – οδήγηση του μεταφορικού μέσου. Έτσι ακόμα και αν το δέμα πέσει οι κίνδυνοι είναι ασήμαντοι λόγω της πολύ χαμηλής ποσότητας ραδιενέργειας που μεταφέρεται.

- Κανονικές συνθήκες μεταφοράς, που περιλαμβάνουν τα συνηθισμένα μικρά ατυχήματα που ένα δέμα μπορεί να υποστεί κατά τη μεταφορά του. Αυτά περιλαμβάνουν την τοποθέτηση άλλων συσκευασιών πάνω από το μεταφερόμενο δέμα ή το χτύπημα της συσκευασίας ή ακόμα και την έκθεση αυτού σε υγρασία ή βροχή.

- Υψηλού κινδύνου συνθήκες μεταφοράς, κατά τις οποίες υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ατυχήματος, και τα μέτρα ασφαλείας είναι ακόμα πιο εντατικά.

### **3.1 Διαδικασία επιλογής συσκευασίας και τύποι δεμάτων**

Οι τύποι δεμάτων όπως ορίζονται στον κανονισμό ασφαλείας του Δ.Ο.Α.Ε, και χρησιμοποιούνται στη χώρα μας είναι οι ακόλουθοι:

- α. Εξαιρούμενο Δέμα
- β. Βιομηχανικά Δέματα, που χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:
  - i. Βιομηχανικό Δέμα τύπου 1 (ΒΔ-1)
  - ii. Βιομηχανικό Δέμα τύπου 2 (ΒΔ-2)

iii. Βιομηχανικό Δέμα τύπου 3 (ΒΔ-3)

γ. Δέμα τύπου Α

δ. Δέμα τύπου Β, Β(Υ) - Β(Μ)

ε. Δέμα τύπου C (δε μεταφέρονται στη χώρα μας)<sup>8</sup>

### 3.2 Εξαιρούμενο δέμα

Τα εξαιρούμενα δέματα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μικρών ποσοτήτων ραδιενεργού υλικού με σχετικά χαμηλό κόστος αλλά και συγκρίσιμο ποσοστό ασφαλείας σε σχέση με αυτό που παρέχεται από τα δέματα τύπου Α. Αυτό επιτυγχάνεται με τον αυστηρό περιορισμό των μεταφερόμενων ποσοτήτων.

#### 3.2.1 Όρια περιεχομένων

Τα όρια ραδιενέργειας για τη μεταφορά υλικών με εξαιρούμενο δέμα αναλύονται με τη βοήθεια των ποσοτήτων  $A_1$  και  $A_2$  και παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Γενικά η μέγιστη ποσότητα υλικού για εξαιρούμενα δέματα για στερεά ή αέρια περιεχόμενα είναι  $10^{-3}$  αυτού που επιτρέπεται σε δέμα τύπου Α ενώ για υγρά η μέγιστη ποσότητα μειώνεται ακόμα περισσότερο σε  $10^{-4}$  αυτού που επιτρέπεται σε δέματα τύπου Α.

Ειδικότερα για προϊόντα που κατασκευάζονται από φυσικό ουράνιο, εξασθενημένο ουράνιο ή φυσικό θόριο, ένα εξαιρούμενο δέμα μπορεί να περιέχει

<sup>8</sup> Εφημερίς της Κυβερνήσεως (2001), “Έγκριση Κανονισμών Ακτινοπροστασίας”, ΦΕΚ 216/06.03.01

οποιαδήποτε ποσότητα του ανωτέρω υλικού με την προϋπόθεση ότι η εξωτερική επιφάνεια του ουρανίου ή θορίου θα περικλείεται από ανενεργό περίβλημα κατασκευασμένο από μέταλλο ή άλλο υποκατάστατο υλικό.

Οι παραπάνω θεωρήσεις ωστόσο υπόκεινται στους ακόλουθους περιορισμούς:

i. Το επίπεδο ακτινοβολίας σε οποιοδήποτε σημείο της εξωτερικής επιφάνειας της συσκευασίας δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 5μSv/h,

ii Ο ρυθμός δόσης σε 100 mm από οποιοδήποτε σημείο της εξωτερικής επιφάνειας κάθε μη συσκευασμένου οργάνου ή βιομηχανικού προϊόντος δε θα πρέπει να υπερβαίνει το 0.1 mSv/h,

iii Κάθε όργανο ή προϊόν θα φέρει την ένδειξη «ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟ» και

iv Το ραδιενεργό εγκλείεται ολοκληρωτικά με μη-ραδιενεργά τμήματα.

Απ' την άλλη πλευρά για ραδιενεργές ουσίες που δεν αποτελούν όργανα ή βιομηχανικά προϊόντα θα πρέπει να τηρούνται τα ακόλουθα:

(i) Το δέμα θα διατηρεί το ραδιενεργό περιεχόμενο του υπό τις συνήθεις συνθήκες μεταφοράς και

(ii) Το δέμα θα φέρει την ένδειξη «ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟ» σε εσωτερική επιφάνεια του έτσι ώστε η προειδοποίηση για την ύπαρξη ραδιενεργού υλικού να είναι ορατή με το άνοιγμα του δέματος. Δεν απαιτείται δηλαδή η αναγραφή της λέξης «ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟ» σε εξωτερική επιφάνεια του δέματος ή οποιαδήποτε περαιτέρω σήμανση, σε αντίθεση με όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες ραδιενεργών που οι κανονισμοί το επιβάλλουν.

### ***3.2.2 Είδη περιεχομένων***

Συνήθη περιεχόμενα των εξαιρουμένων δεμάτων αποτελούν ραδιοφάρμακα για θεραπευτικούς σκοπούς, που συχνά μπορεί να είναι σε υγρή μορφή. Όπως αναφέρθηκε

προηγουμένως η ποσότητα που μπορεί να μεταφερθεί σε υγρή μορφή είναι υποδεκαπλάσια της στερεάς.

Άλλα περιεχόμενα μπορεί να είναι μικρές σφραγισμένες πηγές καταμέτρησης ή ενεργά δείγματα για μικρομεσαίους αντιδραστήρες καθώς και ανιχνευτές πυρασφάλειας (smoke detectors) που τοποθετούνται στις οροφές δωματίων και ειδοποιούν ή ενεργοποιούν σύστημα κατάσβεσης της φωτιάς όταν αυτή εντοπισθεί.

### **3.3 Βιομηχανικά δέματα**

Τα βιομηχανικά δέματα χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν συγκεκριμένα χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά και επιφανειακά ρυπασμένα αντικείμενα. Η ασφάλεια των βιομηχανικών δεμάτων διασφαλίζεται περισσότερο από τη φύση των μεταφερόμενων υλικών και λιγότερο στην ενίσχυση της συσκευασίας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα βιομηχανικά δέματα διαιρούνται στις κατηγορίες των Βιομηχανικών Δεμάτων τύπου 1 (ΒΔ-1), Βιομηχανικών Δεμάτων τύπου 2 (ΒΔ-2) και Βιομηχανικών Δεμάτων τύπου 3 (ΒΔ-3).

#### ***3.3.1 Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 1 (ΒΔ-1)***

Συνήθη περιεχόμενα των Βιομηχανικών Δεμάτων τύπου 1 (ΒΔ-1) αποτελούν στερεά ή υγρά χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά ΧΕΡ - Ι, (LSA - Ι) και Επιφανειακά Ρυπασμένα Αντικείμενα ΕΡΑ - Ι. Η ποσότητα ΧΕΡ ή ΕΡΑ που περιέχεται σε βιομηχανικό δέμα τύπου ΒΔ-1, πρέπει να περιορίζεται, έτσι ώστε ο εξωτερικός



ρυθμός δόσης στα 3m από τα υλικά ή το αντικείμενο ή την ομάδα αντικειμένων πριν θωρακισθούν να μην υπερβαίνει τα 10mSv/h.

### **3.3.2 Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 2 (ΒΔ-2)**

Συνήθη περιεχόμενα των Βιομηχανικών Δεμάτων τύπου 2 (ΒΔ-2) αποτελούν υγρά χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά ΧΕΡ - Ι, (LSA - Ι), στερεά χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά ΧΕΡ - ΙΙ, (LSA - ΙΙ), υγρά ή αέρια ΧΕΡ - ΙΙ (LSA - ΙΙ) που μεταφέρονται ωστόσο με αποκλειστική χρήση καθώς και Επιφανειακά Ρυπασμένα Αντικείμενα (ΕΡΑ - ΙΙ) ή χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά ΧΕΡ-ΙΙΙ, (LSA - ΙΙΙ) που διακινούνται και αυτά ωστόσο με αποκλειστική χρήση.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι αποκλειστική χρήση (exclusive use) έχουμε όταν ο αποστολέας ή παραλήπτης, ανάλογα με το ποιος έχει την αρμοδιότητα και ευθύνη της μεταφοράς, χρησιμοποιεί το μέσο μεταφοράς η μεγάλο εμπορευματοκιβώτιο για την αποκλειστική διακίνηση του ραδιενεργού περιεχομένου και μόνο. Στην περίπτωση της αποκλειστικής χρήσης οι κανονισμοί ασφαλείας μπορεί να είναι λιγότερο περιοριστικοί οπότε και η διαδικασία της μεταφοράς, φόρτωσης, εκφόρτωσης και απόθεσης εκτελείται από τα συμβαλλόμενα μέρη σε μεγάλο βαθμό.

Η ποσότητα ΧΕΡ ή ΕΡΑ που περιέχεται σε βιομηχανικό δέμα τύπου ΒΔ-2, όπως και στα βιομηχανικά δέματα τύπου ΒΔ-1, πρέπει να περιορίζεται, έτσι ώστε ο εξωτερικός ρυθμός δόσης στα 3m από τα υλικά ή το αντικείμενο ή την ομάδα αντικειμένων πριν θωρακισθούν να μην υπερβαίνει τα 10mSv/h.

### 3.3.3 Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 3 (ΒΔ-3)

Συνήθη περιεχόμενα των Βιομηχανικών Δεμάτων τύπου 3 (ΒΔ-3) αποτελούν υγρά και αέρια ΧΕΡ - ΙΙ (LSA - ΙΙ) καθώς και χαμηλής ειδικής ραδιενέργειας υλικά ΧΕΡ- ΙΙΙ, (LSA - ΙΙΙ) που δε μεταφέρονται με αποκλειστική χρήση σε αντιδιαστολή με τα Βιομηχανικά Δέματα Τύπου 2 (ΒΔ-2) που έχουμε μεταφορά μόνο με αποκλειστική χρήση του μέσου μεταφοράς για ραδιενεργά προϊόντα. Και στην περίπτωση αυτή η ποσότητα ΧΕΡ, πρέπει να περιορίζεται, έτσι ώστε ο εξωτερικός ρυθμός δόσης στα 3m από τα υλικά ή το αντικείμενο ή την ομάδα αντικειμένων πριν θωρακισθούν να μην υπερβαίνει τα 10mSv/h.<sup>9</sup>

### 3.4 Δέματα Τύπου Α

Τα Δέματα Τύπου Α αποσκοπούν να αποτελέσουν ασφαλή αλλά και οικονομικά μέσα μικρών σχετικά ποσοτήτων ραδιενεργών υλικών περιορισμένου ραδιολογικού κινδύνου. Σχεδιάστηκαν για να διατηρούν το σχήμα τους σε κανονικές συνθήκες μεταφοράς, ακόμα και σε περιπτώσεις κακής διαχείρισης – handling. Αυτό περιλαμβάνει περιστατικά όπως πτώση από το όχημα, πέσιμο απ’ τα χέρια κατά τη μεταφορά τους, έκθεση σε υγρασία ή βροχή, χάραξη από άλλα αιχμηρά αντικείμενα (ακόμα και από γωνία άλλου κιβωτίου) καθώς και στοίβαξη άλλων κιβωτίων πάνω σε αυτά. Όταν τα περιεχόμενα είναι υγρά ή αέρια τότε τα μέτρα ασφαλείας που λαμβάνονται είναι αυστηρότερα σε σχέση με αυτά των στερεών λόγω της μεγαλύτερης

<sup>9</sup> “Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition”, IAEA Publications, Vienna

πιθανότητας διαρροής ή έγχυσης από το δέμα. Σε περίπτωση μεγάλου ατυχήματος η συσκευασία τύπου Α μπορεί να καταστραφεί γι’ αυτό οι κανονισμοί επιβάλλουν όρια στη μεταφορά που είναι για ειδικής μορφής ραδιενεργά υλικά η τιμή  $A_1$  ενώ για όλα τα άλλα ραδιενεργά υλικά η τιμή  $A_2$ .

### 3.4.1 Είδη περιεχομένων

#### 3.4.1.1 Ραδιοϊσότοπα (ραδιενεργά εν γένει υλικά)



Εικόνα 5: Ραδιοϊσότοπα

Τυπικά περιεχόμενα δεμάτων τύπου Α αποτελούν τα ραδιοϊσότοπα. Ραδιοϊσότοπα ονομάζονται τα στοιχεία εκείνα των οποίων οι πυρήνες είναι ασταθείς, διασπώνται δηλαδή εκλύοντας ακτινοβολία ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  και νετρόνια).

Στις περισσότερες βιομηχανικές χώρες δεκάδες, ακόμα και εκατοντάδες τέτοια δέματα διακινούνται ημερησίως (βλ. εικόνα 5). Η πλειοψηφία αυτών διακινείται οδικώς σε εθνικά πλαίσια ή ακόμα και αεροπορικώς ανάλογα με τον ωφέλιμο χρόνο ζωής των περιεχομένων.

#### 3.4.1.2 Γεννήτριες Τεχνητίου



Εικόνα 6: Γεννήτρια τεχνητίου

Αυτές οι γεννήτριες (βλ. εικόνα 6) περιέχουν  $^{99}\text{Mo}$  (μολυβδαίνιο) που διασπάται στο βραχείας ζωής  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (τεχνητίο). Στην πράξη αυτό διαχωρίζεται από το

μολυβδαίνιο στα νοσοκομεία, και αφού προσαρμοστεί με άλλα φάρμακα (σχηματισμός ραδιοφαρμάκου) εισάγεται σε ασθενείς για τη διάγνωση διαφόρων ασθενειών. Η επιτυχία της τεχνικής αυτής έχει καθιερώσει την προμήθεια γεννητριών σε νοσοκομεία τυπική διαδικασία και πολλά απ’ αυτά παραλαμβάνουν μια γεννήτρια την εβδομάδα.

#### 3.4.1.3 Βιομηχανικές πηγές

Η βιομηχανία χρησιμοποιεί μια ευρεία κλίμακα ισοτόπων σε διάφορες εφαρμογές. Οι ραδιενεργές πηγές χρησιμοποιούνται για βιομηχανικές μετρήσεις, τροφοδοσία και έλεγχο στάθμης συσκευασιών ή δεξαμενών, βαθμονόμηση και χρήση οργάνων, καθώς και ραδιογραφήσεις για τον έλεγχο συγκολλήσεων καθώς και διαρροών και ατελειών σε χυτά εξαρτήματα ή ενώσεις.

Η μεταφορά καθώς και επιτόπια χρήση υλικών ραδιογραφήσεων θα πρέπει να αντιμετωπίζεται και με μεγάλη προσοχή μια και συνιστά πηγή κινδύνου λόγω της αυξημένης ποσότητας ραδιενέργειας που απαιτεί κάθε πηγή ραδιογραφήσεων. Το  $^{192}\text{Ir}$  (ιρίδιο) αποτελεί την πιο συνηθισμένη βιομηχανική πηγή. Σημειώνεται ωστόσο ότι μεγαλύτερες πηγές ραδιογραφήσεων απαιτούν μεταφορά με δέματα τύπου B.

#### 3.5 Δέματα τύπου B(U) και B(M)

Τα δέματα τύπου B(U) και B(M) χρησιμοποιούνται γενικότερα όταν τα όρια ραδιενέργειας ξεπερνούν τις τιμές  $A_1$  και  $A_2$  ή όταν ο εξωτερικός ρυθμός δόσης στα 3m από τα υλικά ή το αντικείμενο ή την ομάδα αντικειμένων πριν θωρακισθούν υπερβαίνει τα 10mSv/h. Για τη μεταφορά τέτοιων δεμάτων εκτός από ενημέρωση της

αρμόδιας αρχής, που στη χώρα μας είναι η Ε.Ε.Α.Ε (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας), απαιτείται και έγγραφη άδεια και έγκριση μεταφοράς. Η περιεχόμενη



*Εικόνα 7: Δέμα τύπου B(U)*

λοιπόν στο δέμα μέγιστη ραδιενέργεια καθώς και το είδος και η μορφή των ραδιονουκλιδίων καθορίζονται στο πιστοποιητικό που εκδίδει η Αρμόδια Αρχή.

Μεταφορά τέτοιων συσκευασιών στη χώρα μας γίνεται με τη χρήση γερανοφόρων οχημάτων αποκλειστικής χρήσης (βλ. εικόνα 7), με οδηγό και

συνοδηγό που κατέχουν διπλώματα ADR, συνοδεία αστυνομίας και την εποπτεία της Ε.Ε.Α.Ε. Σημειώνεται επίσης ότι κάθε φορά που εισάγονται τέτοια υλικά, αυτά που αντικαθίστανται μεταφέρονται με τη σειρά τους στο αεροδρόμιο για εξαγωγή.

Συμπερασματικά η συσκευασία είναι συνάρτηση δύο παραμέτρων. Η μία είναι το είδος του υλικού και η ραδιενέργεια που εκλύει και η άλλη, οι συνθήκες μεταφοράς. Για κάθε τύπο συνθηκών μεταφοράς επιλέγεται και η ανάλογη συσκευασία όπως φαίνεται και στον πίνακα 3, που ακολουθεί.

<b>Συνθήκες μεταφοράς</b>	<b>Τύπος συσκευασίας</b>
Ρουτίνας	Εξαιρούμενο δέμα, Βιομηχανικό δέμα τύπου 1, 2 ή 3, δέμα τύπου Α και τύπου Β(Υ) και Β(Μ)
Κανονική	Βιομηχανικό δέμα τύπου 1, 2 ή 3, δέμα τύπου Α, τύπου Β(Υ) και Β(Μ) και τύπου C.
Υψηλού κινδύνου	Τύπου Β(Υ) και Β(Μ) και τύπου C.

*Πίνακας 3: Συνθήκες μεταφοράς και χρησιμοποιούμενη συσκευασία<sup>10</sup>*

<sup>10</sup> “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna

Για την κατανόηση της κρισιμότητας της συσκευασίας, επίσης, στη διαδικασία της μεταφοράς, παρατίθεται ένα παράδειγμα μεταφοράς ραδιενεργού πηγής και επιλογής συσκευασίας αυτής. Έστω ότι έχουμε να μεταφέρουμε πηγή Po-210 (πολώνιο) για ερευνητική χρήση με ενεργότητα 14MBq σε μορφή κάψουλας. Η μορφή κάψουλας μας παραπέμπει σε ειδικής μορφής ραδιενεργό υλικό - (special form). Ελέγχουμε λοιπόν αν η πρώτη κατηγορία δεμάτων, τα εξαιρούμενα δηλαδή, πληρούν τις προϋποθέσεις για μεταφορά της συγκεκριμένης πηγής. Ανατρέχουμε στον πίνακα 2 και καταγράφουμε τη μέγιστη δυνατή ενεργότητα που είναι ικανό να συσκευάσει ένα εξαιρούμενο δέμα για ειδικής μορφής στερεά υλικά. Η ποσότητα αυτή είναι  $10^{-3} A_1$  οπότε ελέγχουμε στους πίνακες ασφαλείας του Δ.Ο.Α.Ε πόση είναι η ποσότητα  $A_1$  για το Po-210. Από τους πίνακες και αφού βρούμε το συγκεκριμένο στοιχείο, εκλαμβάνουμε ότι Po-210 :  $A_1 = 40\text{TBq} = 40 \times 10^{12} \text{ Bq}$ . Η επιτρεπόμενη ποσότητα ωστόσο για να μεταφερθεί η ποσότητα αυτή με εξαιρούμενο δέμα είναι  $10^{-3} A_1 = 10^{-3} \times 40 \times 10^{12} \text{ Bq} = 40.000 \text{ Mbq}$ .

Συγκρίνοντας την ποσότητα που θα μεταφερθεί με την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα που μπορεί να φιλοξενήσει ένα εξαιρούμενο δέμα έχουμε ότι  $14\text{MBq} < 40.000\text{MBq}$  οπότε το εξαιρούμενο δέμα μας υπερκαλύπτει και μπορεί να συσκευάσει για μεταφορά την πηγή Po-210.

## **4. ΣΗΜΑΝΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΤΙΚΕΤΟΠΟΙΗΣΗ (MARKING AND LABELING)**

Η αναγνώριση των δεμάτων, που περιέχουν ραδιενεργά υλικά, και του περιεχομένου τους (σε περίπτωση ατυχήματος ή καταστροφής), η παροχή οδηγιών που αφορά το χειρισμό και αποθήκευση τους, καθώς και ο έλεγχος ακτινοβόλησης των μεταφορέων επιβάλλουν τη χρήση σημάτων, δεικτών και ετικετών στα δέματα ή υπερδέματα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπερδέμα (overpack) είναι συσκευασία όπως ένα κουτί ή σάκος που εγκλείει ένα ή περισσότερα δέματα και χρησιμοποιείται κατά τη μεταφορά σα μέσο διευκόλυνσης στο χειρισμό, τη φορτοεκφόρτωση και την αποθήκευση.

Η σήμανση αφορά συσκευασία και ραδιενεργό υλικό ενώ η ετικετοποίηση αναφέρεται μόνο στη συσκευασία.

### **4.1 Σήμανση (Marking)**

#### **4.1.1 Σήμανση στο υλικό**

Τα μόνα υλικά που απαιτείται η σήμανση εντός της συσκευασίας αποτελούν τα βιομηχανικά προϊόντα ή όργανα τα οποία μεταφέρονται με εξαιρούμενα δέματα, και στα οποία θα πρέπει να αναγράφεται ευκρινώς η λέξη «ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟ».

#### **4.1.2 Σήμανση στο δέμα**

Κάθε δέμα ή υπερδέμα θα πρέπει ευανάγνωστα και διαρκώς να σημαίνεται στο εξωτερικό του με πληροφορίες που θα περιλαμβάνουν τα στοιχεία του αποστέλλοντα και του παραλήπτη, την κατηγορία του ραδιενεργού υλικού και τον τύπο της συσκευασίας που το περιβάλλει, καθώς και το βάρος του σε κιλά (kg) εφόσον αυτό ξεπερνάει τα 50.

Στη συσκευασία αναγράφεται επίσης και ο αριθμός UN που αποτελεί διεθνή κωδικοποίηση για σύντομη περιγραφή είδους ραδιενεργού υλικού και δέματος που το συσκευάζει.

#### **4.2 Ετικετοποίηση (Labeling)**

Η χρήση ετικετών στα πακέτα αποτελεί ένα ακόμα μέσο και ένδειξη για την παρουσία και τους κινδύνους που αυτή συνεπάγεται ραδιενεργού περιεχομένου. Από το 1996 τρεις κατηγορίες ετικετών έχουν επικρατήσει, ωστόσο στην αναθεώρηση των κανονισμών ασφαλείας προστέθηκε και μια τέταρτη. Προτού ωστόσο γίνει αναφορά στις ετικέτες που συνοδεύουν τη συσκευασία, θα πρέπει να αναφερθεί ποιοι είναι οι παράγοντες που κατατάσσουν τα δέματα σε συγκεκριμένες κατηγορίες που επιβάλλουν και τη χρήση διαφορετικής ετικέτας.<sup>11</sup>

Η κατηγοριοποίηση των δεμάτων, λοιπόν, πραγματοποιείται με βάση δύο κριτήρια:

---

<sup>11</sup> “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna



α) το Δείκτη Μεταφοράς &

β) το μέγιστο ρυθμό δόσης σε οποιοδήποτε σημείο στην επιφάνεια του δέματος.

Ο μέγιστος ρυθμός δόσης στη επιφάνεια του δέματος προσμετράται με ειδικά όργανα – ανιχνευτές ραδιενέργειας.

Το δεύτερο κριτήριο (δείκτης μεταφοράς – transport index) για ένα δέμα, υπερδέμα, εμπορευματοκιβώτιο ή μη-συσκευασμένο EPA-I ή XEP-I καθορίζεται ως η τιμή του μέγιστου ρυθμού δόσης σε mSv/h σε απόσταση 1 m. από τις εξωτερικές του επιφάνειες πολλαπλασιασμένη επί 100 (βλ. εικόνα 8). Η τιμή αυτή στρογγυλοποιείται στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο, εκτός αν είναι μικρότερο του 0,05 οπότε θεωρείται μηδέν.

Ο ΔΜ για κάθε υπερδέμα, εμπορευματοκιβώτιο ή μεταφορικό μέσο καθορίζεται είτε ως το άθροισμα των ΔΜ όλων των δεμάτων που περιέχονται είτε με απευθείας μέτρηση του ρυθμού δόσης.

$$\text{TI} = \text{μέγιστος ρυθμός δόσης at 1.0m (mSv/h)} \times 100^{12}$$



Εικόνα 8: Επίδραση σε απόσταση 1 m και καθορισμός Δείκτη Μεταφοράς

<sup>12</sup> “Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna

Με βάση τα ανωτέρω δύο κριτήρια κάθε δέμα κατατάσσεται στις ακόλουθες κατηγορίες όπως φαίνεται και στον πίνακα 4, που ακολουθεί.

Δείκτης Μεταφοράς (TI)	Μέγιστος ρυθμός δόσης στην επιφάνεια (Sv/h)	Κατηγορία
TI=0 (π.χ 0,05)	Έως 5 $\mu$ Sv/h	I- ΛΕΥΚΟ
0 < TI < 1	Από 5 $\mu$ Sv/h έως 0,5 mSv/h	II- ΚΙΤΡΙΝΟ
1 < TI < 10	Από 0,5 mSv/h έως 2 mSv/h	III- ΚΙΤΡΙΝΟ
TI > 10	Από 2 mSv/h έως 10 mSv/h	III- ΚΙΤΡΙΝΟ (με αποκλειστική χρήση)

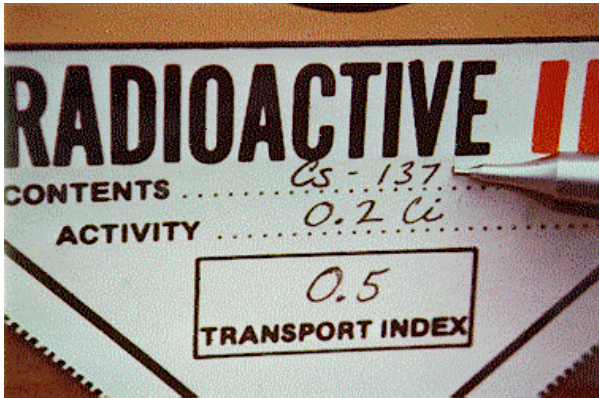
Πίνακας 4: Κατηγορίες δεμάτων<sup>13</sup>

Η χρήση της ετικέτας που θα συνοδεύει την κάθε συσκευασία βασίζεται στην κατηγορία που ανήκει κάθε δέμα, οπότε επιβάλλεται ετικέτα I-ΛΕΥΚΟ, II- ΚΙΤΡΙΝΟ ή III- ΚΙΤΡΙΝΟ (βλ. εικόνα 9). Διευκρινίζεται επίσης ότι όταν ο ΔΜ ικανοποιεί μια κατηγορία και ο μέγιστος ρυθμός δόσης μια άλλη, στο δέμα δίνεται η μεγαλύτερη κατηγορία.



Εικόνα 9: Ετικέτες ραδιενεργών δεμάτων

<sup>13</sup> Πηγή: Ε.Ε.Α.Ε



*Εικόνα 10, Transport index*

υποχρεωτικά να αναγράφεται και ο δείκτης μεταφοράς - ΔΜ (Transport Index - T.I). Τα αναγραφόμενα πάνω στην ετικέτα θα πρέπει να είναι ευκρινή και να μην ξεβάφουν κατά τη μεταφορά (βλ. εικόνα 10). Κλείνοντας, σε κάθε ετικέτα στο κάτω μέρος της αναγράφεται ο αριθμός επτά (7) που αντιστοιχεί στα ραδιενεργά υλικά στην γενικότερη κλίμακα των επικινδύνων προϊόντων.

Σημειώνεται επίσης ότι οποιαδήποτε ετικέτα επικολλάται στο δέμα θα πρέπει να αναγράφει τα περιεχόμενα αυτού και τη μέγιστη ραδιενέργεια που καταμετρήθηκε. Εφόσον η ετικέτα είναι κατηγορίας II- KITPINO ή III- KITPINO θα πρέπει

## **5. ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

### **5.1 Περιορισμοί στο ΔΜ και το ρυθμό δόσης σε δέματα και υπερδέματα**

Η μεταφορά ραδιενεργών υλικών συνιστά από τη φύση της μια διαδικασία που ενέχει κινδύνους τόσο για το προσωπικό που εμπλέκεται στη διαδικασία αυτή, όσο και δυνητικά για το σύνολο του πληθυσμού, σε περίπτωση ατυχήματος. Για τον περιορισμό των ανεπιθύμητων αυτών καταστάσεων, ένα σύνολο κανόνων έχουν θεσπιστεί, που θα πρέπει να θεωρούνται δεσμευτικοί και να τηρούνται απαράβατα. Έτσι κατά τη μεταφορά οποιουδήποτε ραδιενεργού υλικού θα πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι τρεις βασικοί κανόνες:

α) Εκτός από την περίπτωση αποστολής με αποκλειστική χρήση, ο ΔΜ οποιουδήποτε δέματος ή υπερδέματος δε θα πρέπει να υπερβαίνει το 10 (θα πρέπει δηλαδή ο  $TI < 10$ ).

β) Εκτός από την περίπτωση δεμάτων ή υπερδεμάτων που μεταφέρονται με αποκλειστική χρήση οδικώς ή σιδηροδρομικώς ή με αποκλειστική χρήση και ειδικό διακανονισμό αεροπορικώς, ο μέγιστος ρυθμός δόσης σε κάθε σημείο της εξωτερικής επιφάνειας ενός δέματος ή υπερδέματος δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2 mSv/h.

γ) Ο μέγιστος ρυθμός δόσης σε κάθε σημείο κάθε εξωτερικής επιφάνειας ενός δέματος που μεταφέρεται με αποκλειστική χρήση δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10 mSv/h.

## 5.2 Επιπρόσθετες προϋποθέσεις για ασφαλή μεταφορά

Πέρα ωστόσο από τους ανωτέρω τρεις θεμελιώδεις κανόνες μεταφοράς ένα σύνολο από επιμέρους κανονισμούς δημιουργούν το θεσμικό πλαίσιο για την ασφαλή μεταφορά των ραδιενεργών υλικών και την άμβλυση των ανεπιθύμητων ενεργειών σε περίπτωση ατυχήματος. Οι επιμέρους αυτοί κανονισμοί, περιληπτικά, είναι οι ακόλουθοι:

Δέματα, υπερδέματα, ή εμπορευματοκιβώτια που περιέχουν ραδιενεργά υλικά πρέπει κατά τη μεταφορά και αποθήκευση κατά τη διαμετακόμιση να διαχωρίζονται από:

- α) Χώρους κατειλημμένους από άτομα,
- β) άλλα επικίνδυνα υλικά, σύμφωνα με τους ισχύοντες Κανονισμούς μεταφοράς επικίνδυνων υλικών.

Δέματα ή υπερδέματα κατηγορίας II-KITPINO ή III-KITPINO δεν πρέπει να τοποθετούνται σε χώρους κατειλημμένους από επιβάτες. Του μέτρου εξαιρούνται οι εξουσιοδοτημένοι συνοδοί-μεταφορείς.

Σιδηροδρομικά και άλλα οχήματα που μεταφέρουν δέματα, υπερδέματα, ή εμπορευματοκιβώτια με σήματα κατηγορίας I-ΛΕΥΚΟ, II-KITPINO ή III-KITPINO σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΔΟΑΕ (έκδοση 1996), ή κάνουν μεταφορές με αποκλειστική χρήση, πρέπει να φέρουν πινακίδα:

- α) Στις δύο εξωτερικές πλευρικές επιφάνειες στην περίπτωση σιδηροδρομικού οχήματος ή
- β) Στις δύο εξωτερικές πλευρικές και την πίσω επιφάνεια όταν πρόκειται για άλλα οχήματα.

Κατά την οδική μεταφορά κανείς άλλος, εκτός από τον οδηγό και βοηθούς, δεν επιτρέπεται να επιβαίνει σε οχήματα που μεταφέρουν δέματα, υπερδέματα, ή εμπορευματοκιβώτια κατηγορίας ΙΙ-ΚΙΤΡΙΝΟ ή ΙΙΙ-ΚΙΤΡΙΝΟ.

Στην περίπτωση αεροπορικής μεταφοράς:

α) Δέματα τύπου Β(Μ) και αποστολές με αποκλειστική χρήση δεν θα πρέπει να μεταφέρονται με επιβατικά αεροπλάνα.

β) Δέματα τύπου Β(Μ) ψυχόμενα με αέρα, δέματα τα οποία χρειάζονται εξωτερική απαγωγή της θερμότητας με τη βοήθεια ενός βοηθητικού συστήματος ψύξεως, δέματα τα οποία υπόκεινται σε διαφόρους ελέγχους κατά τη μεταφορά τους, και δέματα που περιέχουν υγρά εύφλεκτα υλικά δεν πρέπει να μεταφέρονται αεροπορικώς.

γ) Δέματα ή υπερδέματα στην επιφάνεια των οποίων ο ρυθμός δόσεως είναι μεγαλύτερος από 2mSv/h δεν πρέπει επίσης να μεταφέρονται αεροπορικώς εκτός από την περίπτωση ειδικού διακανονισμού.

δ) Ένα δέμα μη εύφλεκτου στερεού ΧΕΡ-ΙΙ ή ΧΕΡ-ΙΙΙ υλικού δεν πρέπει να περιέχει ραδιενέργεια μεγαλύτερη από 3000 A<sub>2</sub>, αν μεταφέρεται αεροπορικώς.

ε) Δέματα τύπου Β(Υ) και Β(Μ), αν μεταφέρονται αεροπορικώς, δεν πρέπει να μεταφέρουν ραδιενέργεια μεγαλύτερη από:

i. για χαμηλής διασποράς ραδιενεργά υλικά, ό,τι καθορίζεται από το σχεδιασμό του δέματος

ii. για ειδικής μορφής ραδιενεργά υλικά, 3000 A<sub>1</sub> ή 100000 A<sub>2</sub>, αναλόγως ποια είναι η χαμηλότερη τιμή

iii. για όλα τα άλλα υλικά, 3000 A<sub>2</sub>.

Τέλος σε μεταφορές με αποκλειστική χρήση, ο ρυθμός δόσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα:

α) 10mSv/h σε οποιοδήποτε σημείο της εξωτερικής επιφάνειας του δέματος ή υπερδέματος, και μπορεί να υπερβαίνει τα 2mSv/h μόνο όταν:

i. Το όχημα διαθέτει σύστημα ασφαλείας ώστε κατά τις συνήθεις συνθήκες μεταφοράς δεν επιτρέπει την είσοδο στο εσωτερικό του σε πρόσωπα μη εξουσιοδοτημένα.

ii. Λαμβάνονται απαραίτητα μέτρα που ασφαλίζουν τα δέματα ή υπερδέματα ώστε να μένουν αμετακίνητα στη θέση τους υπό συνήθεις συνθήκες μεταφοράς, και

iii. Δεν παρεμβάλλονται εργασίες φόρτωσης ή εκφόρτωσης κατά τη διάρκεια της αποστολής.

β) 2mSv/h σε οποιοδήποτε σημείο της εξωτερικής επιφάνειας του οχήματος, συμπεριλαμβανομένης και της άνω και κάτω επιφάνειας, ή στην περίπτωση ανοικτού οχήματος, σε οποιοδήποτε σημείο των κατακόρυφων επιπέδων στα άκρα του οχήματος, στην άνω επιφάνεια του φορτίου, και στην κάτω εξωτερική επιφάνεια του οχήματος και

γ) 0.1 mSv/h σε οποιοδήποτε σημείο 2m από τις εξωτερικές πλευρικές επιφάνειες του οχήματος, ή από τα αντίστοιχα κατακόρυφα επίπεδα στην περίπτωση μεταφοράς σε ανοικτά οχήματα.

Κάθε δέμα ή υπερδέμα που έχει ΔΜ μεγαλύτερο του 10 πρέπει να μεταφερθεί μόνο με συνθήκες αποκλειστικής χρήσης.

Κλείνοντας αναφέρεται ότι κατά τη μεταφορά και αποθήκευση ραδιενεργών υλικών, οι αποστολές θα πρέπει να σωρεύονται και αποθηκεύονται με ασφαλή τρόπο. Η φόρτωση εμπορευματοκιβωτίων και η συγκέντρωση δεμάτων, υπερδεμάτων και εμπορευματοκιβωτίων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς ασφαλείας του Δ.Ο.Α.Ε που επιτάσσουν τα ακόλουθα:

Εκτός από την περίπτωση μεταφοράς με αποκλειστική χρήση, ο ολικός αριθμός των δεμάτων, υπερδεμάτων και εμπορευματοκιβωτίων σε ένα μεταφορικό μέσο θα

πρέπει να περιορίζεται ώστε το σύνολο των ΔΜ να μη ξεπερνά τις τιμές του πίνακα 5.

Για αποστολές ΧΕΡ υλικών δεν υπάρχει περιορισμός για τους ΔΜ.

Όταν η αποστολή γίνεται με συνθήκες αποκλειστικής χρήσης δεν υπάρχει περιορισμός στο άθροισμα των ΔΜ ενώ όταν μία αποστολή δεν παραλαμβάνεται, θα πρέπει να τοποθετείται σε ασφαλές μέρος και να ενημερώνεται άμεσα η αρμόδια αρχή, δηλαδή η Ε.Ε.Α.Ε.<sup>14</sup>

<b>Μέσο μεταφοράς ή τύπος φορτίου</b>	<b>Μέγιστο όριο αθροίσματος Δ.Μ (ΤΙ)</b>
Εμπορευματοκιβώτιο – μικρό μέγεθος	50
Εμπορευματοκιβώτιο – μεγάλο μέγεθος	50
Φορητό (οποιοδήποτε οδικό μέσο μεταφοράς)	50
Αεροπλάνο επιβατηγό	50
Αεροπλάνο cargo	200
Ποτάμιο μέσο μεταφοράς	50
Θαλάσσιο μέσο μεταφοράς – δέματα, υπερδέματα, μικρά εμπορευματοκιβώτια	50
Θαλάσσιο μέσο μεταφοράς – μεγάλα εμπορευματοκιβώτια	200

Πίνακας 5: Όρια Δ.Μ για κάθε μέσο μεταφοράς (εκτός αποκλειστικής χρήσης)<sup>15</sup>

<sup>14</sup> <http://www.eeae.gr>

<sup>15</sup> “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna



## 6. ΑΡΜΟΔΙΑ ΑΡΧΗ

Αρμόδια και επιβλέπουσα αρχή στη χώρα μας, όσον αφορά τη διακίνηση των ραδιενεργών προϊόντων είναι η Ε.Ε.Α.Ε (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας). Ιδρύθηκε το Φεβρουάριο του 1954 με ειδικό νόμο και ανασυστάθηκε το 1987. Έκτοτε λειτουργεί σαν ανεξάρτητη αποκεντρωμένη Δημόσια Υπηρεσία, υπάγεται στο Υπουργείο Ανάπτυξης, και συστεγάζεται με το Ε.Κ.Ε.Φ.Ε "Δημόκριτος" στην Αγία Παρασκευή Αττικής.

Στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων της, εντάσσονται η προστασία του πληθυσμού από τις ιοντίζουσες (ΙΑ) και τις τεχνητά παραγόμενες μη ιοντίζουσες (ΜΙΑ) ακτινοβολίες καθώς και θέματα πυρηνικής ενέργειας και τεχνολογίας.

Λεπτομερέστερα, βασικά αντικείμενα, στα οποία δραστηριοποιείται η ΕΕΑΕ είναι:

α) Προστασία του πληθυσμού από τις ιοντίζουσες και ΜΙΑ ακτινοβολίες, η οποία πραγματοποιείται με:

- την παρακολούθηση της ραδιενέργειας του περιβάλλοντος με μετρήσεις σε παντός είδους δείγματα,
- τη δοσιμέτρηση των εργαζομένων σε όλες τις εφαρμογές ιοντιζουσών ακτινοβολιών, την έκδοση αδειών εισαγωγής, εξαγωγής, κατοχής, χρήσης και διακίνησης για ραδιενεργά και σχάσιμα υλικά (μεταφορά από τα αεροδρόμιο στην αποθήκη της Ε.Ε.Α.Ε και ακολούθως προς τον τελικό παραλήπτη - νοσοκομείο, ίδρυμα ή βιομηχανικό εργαστήριο και αντίστροφα),
- την έκδοση αδειών για μηχανήματα ιοντιζουσών ακτινοβολιών, γνωμάτευση ακτινοπροστασίας για ιατρικά μηχανήματα παραγωγής ακτινοβολιών και

- την εκτέλεση περιοδικών ελέγχων ακτινοπροστασίας σε όλα τα μηχανήματα παραγωγής ακτινοβολιών (ιατρική, έρευνα, βιομηχανία, εκπαίδευση κλπ), την έκδοση σχετικών πιστοποιητικών καταλληλότητας και τη χορήγηση σχετικών αδειών λειτουργίας σε εργαστήρια ΙΑ (εκτός ιατρικών),

β) αντιμετώπιση αυξημένης ραδιορρύπανσης και εισηγήσεις μέτρων σε περίπτωση πυρηνικού ή ραδιολογικού ατυχήματος ή συμβάντος,

γ) συμμετοχή στα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης ENATOM του ΔΟΑΕ και ECURIE της Ε.Ε,

δ) έλεγχος της διακίνησης ραδιοφαρμάκων και ραδιενεργών υλικών,

ε) εισηγήση για την αποδοχή ή μη νέων εφαρμογών ιοντιζουσών ακτινοβολιών (ΙΑ) ή/και μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών (ΜΙΑ),

στ) προώθηση γενικά των ειρηνικών εφαρμογών των ιοντιζουσών ακτινοβολιών,

ζ) εκπαίδευση, επιμόρφωση και ενημέρωση σε θέματα ακτινοπροστασίας,

η) συμμετοχή στο Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης,

θ) διεθνή εκπροσώπηση της χώρας για θέματα της αρμοδιότητάς της,

ι) ρυθμιστικές - ελεγκτικές αρμοδιότητες σε θέματα ακτινοπροστασίας ιοντιζουσών ακτινοβολιών (ΙΑ) και μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών (ΜΙΑ) και

κ) συνεργασία με τις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες για θέματα αρμοδιότητάς της.<sup>16</sup>

Κλείνοντας η αρμόδια αρχή έχει και την ευθύνη της αποδοχής ή μη ιδιαίτερων συσκευασιών, έγκριση ειδικών διακανονισμών μεταφοράς και προγράμματα προστασίας από ραδιενέργεια για οχήματα αποκλειστικής χρήσης<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> <http://www.eeae.gr>

<sup>17</sup> “Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition”, IAEA Publications, Vienna

## 7. Η ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ

Η διακίνηση των ραδιενεργών προϊόντων στην Αττική γίνεται από την Ε.Ε.Α.Ε μέσω του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε «Δημόκριτος», με έδρα την Αγία Παρασκευή (Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών) από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Από το 1995 ωστόσο, λόγω διαχωρισμού των φορέων, η γενική άδεια μεταφοράς ραδιενεργών υλικών έχει χορηγηθεί στο Κέντρο Διακίνησης Ραδιενεργών Ισοτόπων (Κ.Δ.Ρ.Ι) του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε «Δημόκριτος». Το Κ.Δ.Ρ.Ι υποστηρίζεται αφενός από διοικητικά στελέχη όσον αφορά τις διαδικασίες οικονομικών και γραμματειακής υποστήριξης και αφετέρου από τεχνικό προσωπικό που αφορά τη διαδικασία της διακίνησης και προσωρινής αποθήκευσης. Η άδεια ανανεώνεται ετησίως και περιλαμβάνει:

- α) τη μεταφορά των πάσης φύσεως ραδιενεργών υλικών από και προς το Αεροδρόμιο των Αθηνών (Σπάτα),
- β) την προσωρινή αποθήκευση στις εγκαταστάσεις του Κ.Δ.Ρ.Ι και
- γ) τη διανομή αυτών στους εγκεκριμένους να τα χρησιμοποιούν, στην ελληνική επικράτεια.

Δυνητικοί παραλήπτες των ραδιενεργών υλικών, είναι τα δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία, ιδιωτικά εργαστήρια (εργαστήρια πυρηνικής ιατρικής και ακτινοθεραπείας), βιομηχανίες καθώς και δημόσια ερευνητικά και εκπαιδευτικά ιδρύματα. Στις σελίδες που ακολουθούν θα περιγραφούν αναλυτικά τα στάδια, από τη συλλογή των ραδιενεργών υλικών από το αεροδρόμιο μέχρι την παράδοση στον τελικό παραλήπτη, με σαφή αναφορά στα ενδιάμεσα στάδια.

### **7.1 Καθορισμός απαιτήσεων ραδιενεργών υλικών και ποσοτήτων που θα εισαχθούν στη χώρα**

Το πρώτο στάδιο (με χρονική σειρά των γεγονότων) της διαδικασίας προμήθειας ραδιενεργών υλικών είναι η ενημέρωση του Κ.Δ.Ρ.Ι, όσον αφορά τις ζητούμενες ποσότητες ραδιενεργών υλικών που θα εισαχθούν στη χώρα. Οι ζητούμενες αυτές ποσότητες, έρχονται να καλύψουν τις απαιτήσεις σε ραδιενεργά υλικά των ενδιαφερόμενων φορέων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του κάθε εργαστηρίου είναι συγκεκριμένες, δε μπορεί να ξεπερνούν σε συνολική ενεργότητα ανά ισότοπο την ποσότητα που αναφέρεται στην άδεια λειτουργίας κάθε εργαστηρίου, και ελέγχονται από την Ε.Ε.Α.Ε. Γίνεται σαφές λοιπόν ότι οι ποσότητες που παραγγέλλονται κάθε φορά από οποιοδήποτε εργαστήριο υπόκεινται σε έλεγχο και είναι περιορισμένες. Μέσα γνωστοποίησης ενδιαφέροντος αποτελούν fax που αποστέλλονται από παραγωγούς οίκους του εξωτερικού, μέσω αντιπροσώπων τους στην Ελλάδα. Οι οίκοι αυτοί είναι φαρμακευτικές εταιρείες ή εταιρείες που παράγουν ραδιενεργά προϊόντα.

Τα fax που αποστέλλονται στο Κ.Δ.Ρ.Ι τις πρωινές ώρες συνήθως, (βλ. παράρτημα 2), αναφέρουν τον αριθμό παραγγελίας, το είδος και την ποσότητα των ραδιενεργών υλικών καθώς και τον παραλήπτη (νοσοκομείο, ίδρυμα, εργαστήριο ή βιομηχανία). Οι ποσότητες που αναφέρονται στο fax που αποστέλλεται από την αντιπρόσωπο εταιρεία, είναι αυτές που θα παραληφθούν το απόγευμα από το αεροδρόμιο, εφόσον προηγηθεί σχετικός έλεγχος που περιλαμβάνει την επιθεώρηση των αδειών των τελικών παραληπτών και έλεγχο των ποσοτήτων ραδιενέργειας για να μην ξεπεραστεί το όριο ανά ισότοπο όπως έχει ήδη αναφερθεί. Στη συνέχεια και

εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις για ασφαλή και έγκυρη παραλαβή των υλικών αυτών από το αεροδρόμιο, το Κ.Δ.Ρ.Ι καταχωρεί τα fax κάθε αντιπροσώπου, υπό μορφή παραγγελίας, για κάθε παραλήπτη (ίδρυμα ή νοσοκομείο) ξεχωριστά. Είναι συχνό φαινόμενο εξάλλου δύο ή περισσότεροι διαφορετικοί παραγωγοί οίκοι του εξωτερικού να αποστέλλουν υλικά σε ένα πελάτη. Αντίθετα αν μετά από έλεγχο διαπιστωθεί ότι, είτε η ποσότητα που ζητείται είναι μεγαλύτερη της επιτρεπτής, είτε ο τελικός παραλήπτης δεν έχει τη σχετική άδεια παραλαβής των υλικών, θα πρέπει να ενημερωθεί η Ε.Ε.Α.Ε η οποία είναι και αρμόδια, για την αποδοχή και παράδοση ή μη της ποσότητας αυτής στον τελικό παραλήπτη.

Όταν τελειώσει η αρχειοθέτηση και ο διαχωρισμός των παραγγελιών ανά ημέρα και παραλήπτη, υπάρχει μια ξεκάθαρη εικόνα για τις ποσότητες που θα παραληφθούν την ίδια ημέρα (απογευματινές ώρες) από το αεροδρόμιο και για τα εργαστήρια που αυτές αφορούν.

## **7.2 Μέσα μεταφοράς και παραλαβή ραδιενεργών υλικών από το αεροδρόμιο των Αθηνών**

Για την παραλαβή των εισαχθέντων ραδιενεργών υλικών από το αεροδρόμιο των Σπάτων χρησιμοποιούνται φορτηγά κατάλληλα εξοπλισμένα, με ειδική θωράκιση για την προστασία του οδηγού και των βοηθών εντός της καμπίνας.

Τα φορτηγά είναι μεσαίου μεγέθους, 3,5 τόνων (βλ. εικόνα 11) κατάλληλα για υποδοχή κάθε δέματος ραδιενεργού υλικού των κατηγοριών τύπου Α και εξαιρουμένων δεμάτων.



*Εικόνα 11: Μέσα μεταφοράς ραδιενεργών υλικών*

Αναφέρεται επίσης ότι η διαμόρφωσή τους, επιτρέπει τη μεταφορά ραδιενεργών υλικών που απαιτούν ψύξη, για τη διατήρησή τους στην επιθυμητή κατάσταση, λόγω της μεγάλης ευαισθησίας που ορισμένα είδη παρουσιάζουν και του σύντομου κύκλου ζωής τους. Αυτό επιτυγχάνεται με το διαχωρισμό του χώρου φόρτωσης σε δυο μέρη, εκ

των οποίων το ένα έχει τη δυνατότητα να ψύχεται με σύστημα που ενσωματώθηκε στην εσωτερική πλευρά του πάνω τοιχώματος (ουρανού) της καμπίνας (βλ. εικόνα 12).



*Εικόνα 12: Εξοπλισμός ψύξης στα φορτηγά οχήματα*

Σημειώνεται επίσης, ότι δρομολόγια και παραλαβές από το αεροδρόμιο έχουμε καθημερινά το απόγευμα, εκτός Σαββάτου και Κυριακής, που οι παραλαβές εκτελούνται τις πρωινές ώρες.

Τα ραδιενεργά προϊόντα που εισάγονται στη χώρα μας παραλαμβάνονται από τον εμπορευματικό σταθμό του αεροδρομίου Αθηνών (Ελ. Βενιζέλος), στα Σπάτα. Εκεί κάθε μέρα υπάλληλοι του Κ.Δ.Ρ.Ι, επισκέπτονται τέσσερις σταθμούς διανομής (cargo) ελληνικών και ξένων αερομεταφορέων. Οι σταθμοί διαθέτουν ειδικά διαμορφωμένο χώρο αποθήκευσης (όσον αφορά τη θωράκιση και ψύξη). Αναφέρεται ότι στο χώρο αυτό απαγορεύεται ή αποθήκευση άλλων προϊόντων πλην των ραδιενεργών και

διενεργείται έλεγχος ανά τακτά χρονικά διαστήματα από την Ε.Ε.Α.Ε. Οι πληροφορίες που λαμβάνουν από κάθε σταθμό, συγκεντρώνονται στα συνοδευτικά έντυπα που τους παραδίδονται πριν την παράδοση των υλικών. Τα έγγραφα αυτά, μεταξύ των οποίων και τα τιμολόγια του προμηθευτή (παραγωγός εταιρεία του εξωτερικού), διασταυρώνονται στην πράξη, με φυσική καταμέτρηση ποσοτήτων και αναγραφόμενων υλικών. Ο έλεγχος γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένο σημείο στο οποίο δεν παρευρίσκονται υπόλοιποι επιβάτες ή περαστικοί και αποτελεί διαδικασία τυποποιημένη και αρκετά γρήγορη (για την μικρότερη δυνατή έκθεση των υπαλλήλων σε ακτινοβολία). Αφού οι ποσότητες ελεγχθούν και διαπιστωθεί η ακρίβεια των αναγραφόμενων σε τιμολόγια (βλ. παράρτημα 1) και συνοδευτικά έγγραφα, ο εκτελωνιστής συντάσσει δελτίο αποστολής για τη μεταφορά των υλικών στις αποθήκες του Κ.Δ.Ρ.Ι. Στην περίπτωση ωστόσο που υπάρχει ασυμφωνία στα υλικά και έγγραφα του προμηθευτή, τα υλικά παραλαμβάνονται και πάλι, γίνεται όμως έγγραφη αναφορά στον αντιπρόσωπο του προμηθευτή στην Ελλάδα προς επίλυση των διαφορών που εμφανίσθηκαν. Αξίζει να σημειωθεί ότι αν και οι αποστολές είναι καθημερινές, ελάχιστες φορές αναφέρθηκαν ασυμφωνίες σε υλικά ή άλλα συνήθη προβλήματα που προκύπτουν κατά τη μεταφορά, όπως κτυπήματα ή αλλοιώσεις.

Όταν η διαδικασία του ελέγχου και τα σχετικά έγγραφα συγκεντρωθούν, φορτώνονται με τα υλικά στα οχήματα και μεταφέρονται από τον εμπορευματικό σταθμό στην αποθήκη του Κ.Δ.Ρ.Ι για περαιτέρω επεξεργασία, αποθήκευση και αποστολή στους τελικούς παραλήπτες. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία επεξεργασίας και αποθήκευσης των υλικών στις εγκαταστάσεις του «Δημόκριτου».



### 7.3 Αποθήκευση στις εγκαταστάσεις του Κ.Δ.Ρ.Ι



*Εικόνα 13: Στοίβαξη εντός αποθήκης*

Αφού τα υλικά παραληφθούν απ’ το αεροδρόμιο φέρονται στο Κέντρο Διακίνησης Ραδιενεργών Ισοτόπων (Κ.Δ.Ρ.Ι) και αποθηκεύονται προσωρινά στην αποθήκη του. Συγκεκριμένα τα υλικά που δε χρειάζονται ιδιαίτερη μεταχείριση ομαδοποιούνται ανά

κατηγορία σε στοίβες (ντάνες) και παραμένουν εκεί μέχρι την επόμενη μέρα τα ξημερώματα, οπότε και διαχωρίζονται για αποστολή (βλ. εικόνα 13). Αναφέρεται ότι η διαδικασία ξεκινά τις πρώτες πρωινές για να εξυπηρετούνται κυρίως τα νοσοκομεία και οι ασθενείς της ημέρας. Τα υλικά ωστόσο που, για τη συντήρησή τους απαιτούν ψύξη, μπαίνουν σε ψυγεία σε θερμοκρασία 2-8°C. Αντίθετα, τα δέματα που χρησιμοποιούν ξηρό πάγο διατηρούνται σε καταψύκτες με σταθερή θερμοκρασία -30°C, μέχρι την



*Εικόνα 14: Διαχωρισμός ανά δρομολόγιο*

επομένη το πρωί οπότε και θα δρομολογηθούν με τα υπόλοιπα υλικά. Τα υλικά θα παραμείνουν για μια και μόνο νύχτα στην αποθήκη μια και αυτό επιβάλλει η φύση τους, που επιτάσσει την ταχύτερη δυνατή αποστολή, λόγω του σύντομου κύκλου ζωής τους. Στην αίθουσα αυτή βέβαια υπάρχει μετρητής ακτινοβολίας χώρου για τη

διατήρηση των επιπέδων ακτινοβολίας στα όρια που επιβάλλει η υγειοφυσική και οι κανονισμοί ασφαλείας.

Η διαδικασία την επόμενη μέρα ξεκινά τις πρώτες πρωινές ώρες (4.30 π.μ περίπου) και περιλαμβάνει διάφορες δραστηριότητες. Καταρχάς τα δέματα που είχαν ταξινομηθεί ανά κατηγορία υλικού ή στα ψυγεία, λόγω των ειδικών απαιτήσεων αποθήκευσης, διαχωρίζονται ανά δρομολόγιο (βλ. εικόνα 14) και κατά δεύτερη φάση ανά τελικό παραλήπτη. Η ταξινόμηση αυτή είναι αποτέλεσμα του καθορισμού απαιτήσεων υλικών, όπως αυτά είχαν καταγραφεί από την προηγούμενη ημέρα με το fax που είχε αποστείλει ο αντιπρόσωπος του προμηθευτή στην Ελλάδα. Στο fax εκείνο, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ήταν καταγεγραμμένες οι ποσότητες, οι ακριβείς κωδικοί και τα είδη, καθώς και ο τελικός παραλήπτης κάθε ραδιενεργού υλικού. Έχοντας πλέον όλες τις καταστάσεις αποστολής δεμάτων, γίνεται μια πρώτη ανακατανομή των υλικών, που αφορούν τον τελικό παραλήπτη. Κατόπιν, και αφού αναγραφεί με χοντρό μαρκαδόρο, για να φαίνεται από απόσταση, ο παραλήπτης σε κάθε δέμα, γίνεται μια δεύτερη κατανομή με βάση την περιοχή που αυτά θα αποσταλούν. Προετοιμάζονται με αυτό τον τρόπο τα υλικά που θα αποτελέσουν το περιεχόμενο κάθε δρομολογίου και θα φορτωθούν το καθένα με τη σειρά του στο ανάλογο φορτηγό (βλ. εικόνα 15).

Όση ώρα τα δέματα ταξινομούνται το τμήμα διακίνησης του Κ.Δ.Ρ.Ι εκδίδει και τα αντίστοιχα δελτία αποστολής που θα συνοδεύουν τα υλικά κατά τη μεταφορά τους. (βλ. Παράρτημα 3)

Αφού ταξινομηθούν τα δέματα ανά δρομολόγιο και προορισμό, γίνεται ένας τελικός έλεγχος, βάσει των εκδοθέντων δελτίων αποστολής και εφόσον η διασταύρωση των στοιχείων καταδεικνύει ότι τα δέματα και οι προορισμοί είναι τα σωστά, ξεκινά η φόρτωση στα φορτηγά αυτοκίνητα του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε για αποστολή στον τελικό παραλήπτη.



*Εικόνα 15: Φόρτωση των υλικών στα οχήματα*



*Εικόνα 16: Δοσίμετρο*

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι τα μέτρα ασφαλείας κατά τη διάρκεια των εργασιών στο Κ.Δ.Ρ.Ι είναι αυστηρά λόγω της ιδιαιτερότητας των μεταφερόμενων υλικών. Κάθε υπάλληλος στο Κ.Δ.Ρ.Ι είναι υποχρεωμένος να φέρει

ειδικό μηχανισμό μέτρησης ραδιενέργειας στη στολή του, που ονομάζεται δοσίμετρο (βλ. εικόνα 16).

Τα δοσίμετρα, μετρώνται σε τακτά χρονικά διαστήματα για τον έλεγχο της ακτινοβολίας που έχουν δεχθεί. Πολύ πριν διαπιστωθεί ότι κάποιος υπάλληλος έχει δεχθεί περισσότερη ακτινοβολία από αυτή που επιβάλλουν τα όρια ασφαλείας, γίνεται η σχετική διερεύνηση των αιτιών και ενδέχεται ο υπάλληλος αυτός να κληθεί να αναλάβει άλλα καθήκοντα και να σταματήσει για ορισμένο χρονικό διάστημα να έρχεται σε επαφή με ραδιενεργά υλικά.

Επίσης κάθε φορτηγό στην καμπίνα του, φέρει μετρητή ραδιενέργειας (βλ. εικόνα 17) για να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή ο οδηγός και συνοδηγός του οχήματος, τα επίπεδα ακτινοβολίας στην καμπίνα. Έτσι είναι πάντα ενήμεροι για τα υλικά και την



ακτινοβολία που μεταφέρουν και η επίγνωση αυτή τους καθιστά υπευθύνους για την λήψη περαιτέρω μέτρων ασφαλείας σε κάθε περίπτωση.

Τέλος αφού

ολοκληρωθεί η φόρτωση των

*Εικόνα 17: Μετρητές ραδιενέργειας στα οχήματα*

οχημάτων, ελέγχεται με ειδικούς μετρητές το όριο ακτινοβολίας σε οποιοδήποτε σημείο της εξωτερικής επιφάνειας του οχήματος για την τήρηση των ορίων ασφαλείας και την προστασία του οδηγού και συνοδηγού, σύμφωνα με τα πρότυπα ασφαλείας του Δ.Ο.Α.Ε.. (βλ. εικόνα 18)



*Εικόνα 18: Μέτρηση εκπομπής ραδιενέργειας πριν τη μεταφορά*

#### **7.4 Η διανομή των ραδιενεργών υλικών στην Αττική**

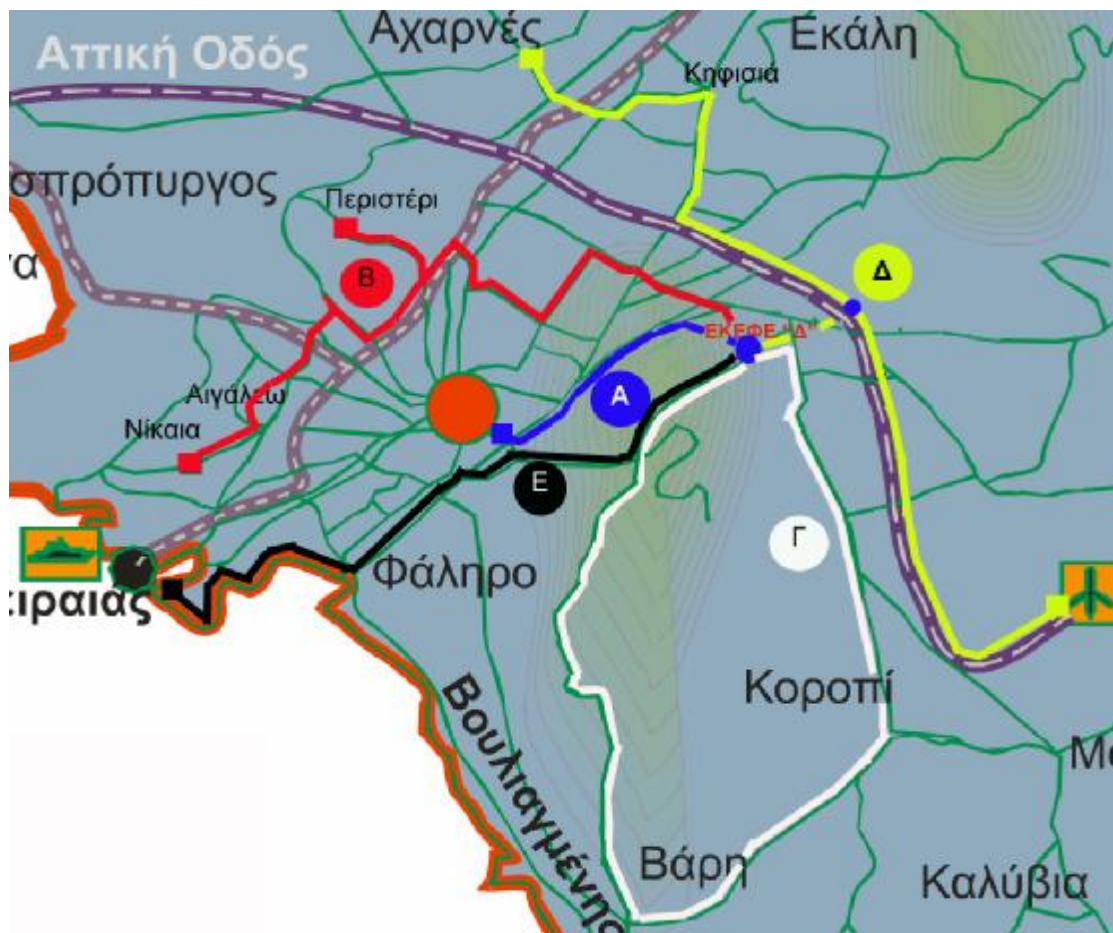
Όταν η φόρτωση των οχημάτων έχει ολοκληρωθεί ξεκινά η φάση της διανομής. Καθημερινά, εκτός Σαββάτου και Κυριακής οπότε έχουμε μόνο παραλαβές από το αεροδρόμιο, εκτελείται η διαδικασία της μεταφοράς των υλικών προς τους τελικούς παραλήπτες, με τη χρήση 5 φορτηγών. Τα δρομολόγια που εκτελεί κάθε φορτηγό είναι διαφορετικά για να καλύπτουν όλο σχεδόν το λεκανοπέδιο και να φθάνουν υλικά και συνοδευτικά έγγραφα τις πρωινές ώρες στον προορισμό τους.

Απαραίτητα παραστατικά για τη διακίνηση των ραδιενεργών υλικών αποτελούν τα δελτία αποστολής που συνοδεύουν τα υλικά. Τα δελτία αποστολής (βλ. παράρτημα 3) είναι τριπλότυπα και υπογράφονται κάθε φορά κατά την παράδοση των υλικών. Το στέλεχος θα παραμείνει στο αρχείο, ενώ ένα αντίγραφο θα παραδοθεί στον πελάτη και

ένα άλλο στην αντιπρόσωπο εταιρεία. Στοιχεία που αναγράφονται σε αυτά είναι ο κωδικός, η περιγραφή και η ποσότητα των ειδών που παραδίδονται. Τα ανωτέρω αποτελούν στοιχεία που αναφέρονται σε κάθε δελτίο αποστολής, είτε πρόκειται για ραδιενεργό υλικό είτε όχι. Στοιχείο ωστόσο που συναντάμε μόνο σε δελτία αποστολής ραδιενεργών υλικών είναι το ποσό της ραδιενέργειας κάθε υλικού (βλ. παράρτημα 3).

Τα δρομολόγια όπως και παραστατικά φαίνονται (βλ. εικόνα 19), είναι πέντε και έχει δοθεί διαφορετικό χρώμα για καθένα απ’ αυτά. Το πρώτο δρομολόγιο καλύπτει την περιοχή του κέντρου με κυριότερους παραλήπτες τα μεγάλα δημόσια νοσοκομεία που βρίσκονται στην περιοχή αυτή. Το δεύτερο δρομολόγιο καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση που εκτείνεται από τη Ν. Ιωνία και τους Αγίους Ανάργυρους μέχρι τη Νίκαια και τον Κορυδαλλό. Το τρίτο δρομολόγιο καλύπτει την Α. Κατεχάκη και τα νοσοκομεία που βρίσκονται σ’ αυτή, την περιοχή της Αγίας Παρασκευής, τη Λ. Βουλιαγμένης και κυκλικά επιστρέφει στο Κ.Δ.Ρ.Ι μέσω Γλυφάδας, και Βάρης. Το τέταρτο δρομολόγιο, μέσω της Αττικής Οδού καλύπτει όλα τα Βόρεια Προάστια μέχρι τις Αχαρνές και αντιδιαμετρικά μέχρι τα Σπάτα και την περιοχή του νέου αεροδρομίου. Τέλος το πέμπτο δρομολόγιο καλύπτει την περιοχή του Φαλήρου και του Πειραιά μέσω και της Α. Συγγρού.

Σημαντικότερο ρόλο στην απρόσκοπτη διανομή των ραδιενεργών υλικών και τις έγκαιρες παραδόσεις τους έπαιξε η κατασκευή της Αττικής Οδού μια και το Κ.Δ.Ρ.Ι και το Ε.Κ.Ε.Φ.Ε γενικότερα, βρίσκεται πάνω στην είσοδο (και έξοδο αντίστοιχα) του Περιφερειακού Υμηττού που ενώνεται με την Αττική Οδό. Με την ολοκλήρωση του έργου τον Αύγουστο του 2004 οι χρόνοι παράδοσης και παραλαβής από τον αερολιμένα έχουν περιοριστεί κατά πολύ μεγάλο ποσοστό, γεγονός που έρχεται να ενισχύσει



*Εικόνα 19: Δρομολόγια εντός της Αττικής*

παραίτητη την άρτια οργάνωση του δικτύου διανομής του Κ.Δ.Ρ.Ι.

Θα πρέπει να αναφερθεί επίσης, ότι οι παραδόσεις των ραδιενεργών υλικών, στους εκάστοτε δικαιούχους φορείς γίνεται με την εποπτεία των υπεύθυνων ακτινοφυσικών και τα υλικά τοποθετούνται χωρίς καθυστερήσεις κατά την εκφόρτωση

απευθείας στα εργαστήρια τους (hotlabs). Σε περίπτωση που κατά τη μεταφορά ή κατά την παράδοση συμβεί οτιδήποτε που θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο την υγεία των εμπλεκομένων, αρμόδιος φορέας θεωρείται η Ε.Ε.Α.Ε και θα πρέπει να ειδοποιηθεί άμεσα. Σε κάθε όχημα εξάλλου, υπάρχει ειδική φόρμα με αρχές που πρέπει να ειδοποιηθούν κατά σειρά προτεραιότητας, μεταξύ των οποίων η αστυνομία και η πυροσβεστική, σε περίπτωση ατυχήματος.

### **7.5 Επιστροφές δεμάτων και αντίστροφη αλυσίδα εφοδιασμού**

Τα ραδιενεργά υλικά που διακινούνται στη χώρα μας χωρίζονται σε δυο κατηγορίες όσον αφορά τη δυνατότητα επιστροφής τους. Αυτά που δεν υπάρχει σκοπιμότητα να επιστραφούν, συνήθως υλικά με πολύ μικρή ποσότητα ραδιενέργειας που καθίστανται ανενεργά με το πέρασμα του χρόνου, και αυτά που αν και παραμένουν ενεργά, η ραδιενέργεια που εκλύουν είναι μικρότερη του ορίου κάτω από το οποίο κρίνεται οικονομικά αποδοτική και πρακτικής αξίας. Ο φορέας που χρησιμοποιεί τέτοια υλικά οδηγείται στην απόφαση για αντικατάστασή τους.

Οι παράγοντες που οδηγούν στην απόφαση για αντικατάσταση εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το σκοπό τον οποίο το υλικό καλείται να εξυπηρετήσει καθώς και το φορέα που το χρησιμοποιεί.

Για τις βιομηχανίες συγκεκριμένα, βασικότερος παράγοντας είναι ο χρόνος ημιζωής και η ωφέλιμη ζωή του ραδιενεργού υλικού (προτεινόμενη τιμή από τον κατασκευαστή). Η μέτρηση γίνεται σε μονάδες χρόνου και μετά το χρονικό διάστημα αυτό η ενεργότητα έχει πέσει στο μισό της αρχικής. Ένα δεύτερο κριτήριο αλλά εξίσου σημαντικό είναι η ευαισθησία του καταμετρικού – ανιχνευτικού συστήματος. Σε



περίπτωση που η πηγή είναι αρκετά εξασθενημένη, η περαιτέρω χρήση της μπορεί να μη δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα.

Αν και ο χρόνος ημιζωής αποτελεί και για τα νοσοκομεία αντικειμενικό παράγοντα για την αντικατάσταση ενός εξασθενημένου υλικού, αλλά κριτήρια όπως ο χρόνος και η ποιότητα της θεραπείας (εξασθένηση ραδιενεργού υλικού συνεπάγεται αύξηση χρόνου θεραπείας και μείωση ποιότητας αυτής) καθώς και το εναλλακτικό κόστος απόσυρσης και αγοράς νέου ραδιενεργού υλικού μελετώνται από το ακτινοθεραπευτικό τμήμα του εκάστοτε νοσοκομείου.

Για τα ραδιενεργά αυτά υλικά, που εκ των προτέρων γνωρίζουμε ότι θα επιστραφούν στον παραγωγό (συνήθως Co-57), από τη σύμβαση προμήθειάς τους ήδη, καθορίζεται ποιος εκ των τελικού παραλήπτη ή προμηθευτή αναλαμβάνει το κόστος μεταφοράς προς το εξωτερικό. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι καμία πηγή (που εκ των πραγμάτων θα επιστραφεί στο εξωτερικό) δεν παραλαμβάνεται στο εσωτερικό της χώρας, αν δεν υπάρξει προηγουμένως έγγραφη αποδοχή από την παραγωγό εταιρεία ότι θα την παραλάβει μετά την ωφέλιμη διάρκεια ζωής της. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη μεταφορά, εξάλλου, αποτελεί η έκδοση αδειάς της χρησιμοποιημένης πηγής προς το αεροδρόμιο (βλ. παράρτημα 4). Η άδεια αυτή εκδίδεται από την Ε.Ε.Α.Ε και επιβάλλει τη συνοδεία αστυνομίας για την αποφυγή κλοπής ή εμπλοκής σε ατύχημα.

Όσον αφορά τη διαδικασία, η συσκευασία που εγκλείει την πηγή που εισάγεται στη χώρα είναι αυτή που θα συσκευάσει και την χρησιμοποιημένη πηγή. Είναι προφανές ότι η ενεργότητα της πηγής που θα εξαχθεί είναι κατά πολύ μικρότερη απ’ αυτή που θα την αντικαταστήσει, οπότε και κρίνεται επαρκής για την ασφάλεια της μεταφοράς και την προστασία των εμπλεκομένων σ’ αυτή.

Οι πηγές αυτές που επιστρέφονται είναι θωρακισμένες, επομένως το βάρος τους είναι μεγάλο και τα οχήματα που μπορούν να τις μεταφέρουν είναι μόνο γερανοφόρα,

που αφού φορτώσουν το δέμα, κατευθύνονται στο Κ.Δ.Ρ.Ι για έλεγχο, σήμανση από την Ε.Ε.Α.Ε και κατόπιν στο αεροδρόμιο, για εξαγωγή του δέματος. Η μεταφορά γίνεται από επαγγελματίες οδηγούς, κατόχους ADR διπλωμάτων και η συνοδεία της αστυνομίας κρίνεται απαραίτητη.

## Επίλογος

Στόχος της διατριβής αποτέλεσε η ανάλυση του πλαισίου προώθησης των ραδιενεργών υλικών από τη στιγμή που εισάγονται στη χώρα μέχρι την παράδοση στους τελικούς παραλήπτες στην Αττική. Είναι φανερό ότι η φύση των υλικών και οι σκοποί που καλούνται να εξυπηρετήσουν, επιβάλλουν στους πελάτες αφενός, την λεπτομερή και ακριβή καταγραφή των απαιτήσεων τους, στους προμηθευτές αφετέρου την έγκαιρη και χωρίς ελλείψεις εκτέλεση των παραγγελιών. Στην Ε.Ε.Α.Ε και το Κ.Δ.Ρ.Ι τέλος, την άμεση απόκριση σε αυτό που επιτάσσει η ζήτηση, στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα και με τον αποδοτικότερο δυνατό τρόπο. Επιβεβλημένη είναι επίσης και η ακρίβεια στις παραδόσεις των υλικών, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, όσον αφορά το σωστό προορισμό.

Δε θα ήταν παρακινδυνευμένος ένας παραλληλισμός του συστήματος εφοδιασμού των ραδιενεργών υλικών με εφαρμοσμένα συστήματα J.I.T (Just In Time) μια και η σταθερά άμεση ικανοποίηση της ζήτησης, αν κρίνει κανείς πως οι προμηθεύτριες εταιρείες εδρεύουν στο εξωτερικό αποκλειστικά και ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που θα υποβληθεί η αίτηση προμήθειας υλικών μέχρι και την τελική παράδοση, δεν ξεπερνά τις 1-2 μέρες, αποδεικνύει του λόγου το αληθές.

Βέβαια το σύστημα που βασίζεται η μεταφορά των ραδιενεργών υλικών στη χώρα μας, επιδέχεται όπως όλα άλλωστε βελτιώσεις. Είναι χαρακτηριστική και ιδίως στα συγκεκριμένα υλικά, που επιβάλλουν τη μικρότερη δυνατή έκθεση και επαφή με τον ανθρώπινο παράγοντα, η απουσία barcode και χρήση τεχνολογίας ασυρματικών ζεύξεων (RF – Radio Frequency τεχνολογίας). Η συνεισφορά τους θα ήταν τεράστια και τα οφέλη πολλαπλά στον τομέα της ακτινοπροστασίας των υπαλλήλων που εμπλέκονται με αυτά, στην αυτόματη καταγραφή και επεξεργασία στοιχείων καθώς και

στον όγκο διακίνησης των υλικών και ορίων ενεργότητας ανά εργαστήριο. Για την επιτυχία ωστόσο του συγκεκριμένου εγχειρήματος θα κρινόταν επιβεβλημένη η συνεργασία των παραγωγών εταιρειών του εξωτερικού και διεθνών οργανισμών ατομικής ενέργειας για τη χρησιμοποίηση ενιαίου συστήματος καταγραφής και ανίχνευσης barcode που θα περιέγραφε τη συσκευασία και ραδιενεργό υλικό αντίστοιχα.

Όσον αφορά το προστιθέμενο κόστος από τη μεταφορά και αποθήκευση, που ενσωματώνεται στα υλικά, από τη μια μεριά περιορίζεται όσο πιο σύντομη είναι η διαδικασία και από την άλλη αυξάνεται όσο πιο εντατικά είναι τα μέτρα ασφαλείας που επιβάλλονται από τους διεθνείς κανονισμούς. Οι κανονισμοί αυτοί κρίνονται επιβεβλημένοι και για τη χώρα μας, εξ’ ου η χρήση ειδικών θωρακισμένων οχημάτων και η λήψη μέτρων ασφαλείας, με μετρήσεις εκπομπής ραδιενέργειας στο περιβάλλον και πρόσληψης από τους υπαλλήλους που εμπλέκονται σε κάθε ένα από τους κρίκους της αλυσίδας εφοδιασμού των ραδιενεργών υλικών.

Κλείνοντας με την επέκταση της έρευνας στο μέλλον προς την κατεύθυνση και του περιορισμού του κόστους ανά δραστηριότητα με σκοπό τη γενικότερη μείωση του κόστους θα έχουμε και την ολοκλήρωση ενός από τα πιο αποτελεσματικά συστήματα logistics στη χώρα, τόσο από την πλευρά της άμεσης εκτέλεσης και ικανοποίησης της ζήτησης, όσο και από αυτή της οικονομικότητας και περιορισμού του κόστους των διαδικασιών.


## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- International Atomic Energy Agency (2002), “Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna.
- International Atomic Energy Agency (1996), “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna.
- International Atomic Energy Agency (2002), “Safe Transport of Radioactive Material”, IAEA Publications, Vienna.
- Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (2001), “Έγκριση Κανονισμών Ακτινοπροστασίας”, Αρ. ΦΕΚ 216/06.03.01.

## **ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ**

<http://www.eeae.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1



**DIAGNOSTIC SYSTEMS LABORATORIES, Inc.** www.DSLabs.com  
 445 Medical Center Blvd | Webster, Texas 77598 USA | +1.281.332.9178 tel | 1.800.231.7970 toll free | +1.281.336.1895 fax | mktg@DSLabs.com

Customer Invoice

**Billing Address**

Biodiagnostics  
 Accounts Payable  
 35 John Kennerty Str.  
 Kessariani  
 16121 Athens  
 Greece

**Information**

Invoice Number: 90091981  
 Invoice Date: 06/23/2004  
 Customer Number: 2736  
 Purchase Order No.: 150604  
 Purchase Order Date: 06/18/2004  
 Packing List Number: 80069087  
 Sales Order Number: 58853  
 Payment Terms: Net 90  
 Billing Date: 06/23/2004  
 Currency: USD  
 Radio Activity  $\mu$ CI: 510.000

**Ship To:**  
 Biodiagnostics  
 Felicia Koumas  
 35 John Kennerty Str.  
 Kessariani  
 16121 ATHENS

**Pro Forma Invoice Details**

Item	Material Description	Quantity	Unit Price	Amount
	Ship Via <i>KINTETSU</i> - COLLECT			
0010	DSL-1400 Estriol, US DAb RIA DSL-1400 100 TUBES < 5 $\mu$ CI (185 kBq) (I-125) 12 wks UN2910/RISK CLASS 7	11 EA	60.00 /1EA	660.00
0020	DSL-8700 Estrone DAb RIA DSL-8700 100 TUBES < 5 $\mu$ CI (185kBq) (I-125) 12 wks UN2910/RISK CLASS 7	7 EA	90.00 /1EA	630.00
0030	DSL-8300 hCG, Intact CT IRMA DSL-8300 100 TUBES < 10 $\mu$ CI (370kBq) (I-125) 8 wks UN2910/RISK CLASS 7	1 EA	65.00 /1EA	65.00
0080	DSL-6000 3 $\alpha$ -Diol G DAb RIA DSL-6000 100 TUBES < 5 $\mu$ CI (185kBq) (I-125) 12 wks UN2910/RISK CLASS 7	6 EA	125.00 /1EA	750.00
0090	DSL-4200 Androstenedione DAb RIA DSL-4200 100 TUBES < 5 $\mu$ CI (185kBq) (I-125) 12 wks UN2910/RISK CLASS 7	35 EA	80.00 /1EA	2,800.00

1 of 2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

FROM : BIODMEDICA FAX NO. : +302106899809 21 Feb. 2002 05:58PM P1  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑ: ΜΑΛΛΙΝΛΑΚΚΟΥ: ΗΡΩΣ: ΔΑΥΤΕΡΛ 6 ΣΑΤΤΕΥΒΟΛΑ ΔΙΑΔΟΥΤ: ΤΟΤ: 7 ΣΑΤΤΕΥΒΟΛΑ

Παράγγελια	Ποσότητα	Είδος	Πελάτης
✓ 40563 ●	1 X 10 MCI	DRN 8103 TL-201-S1 10MCI	ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟ ΕΠΕ 189938
✓ 40565 ●	1 X KIT	DRN 4920 OSTREOSCAN	ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΟ "ΑΓΙΟΣ ΣΑΒΒΑΣ" 189960
✓ 40581 ●	2 X5,8MCI	DRN 8103 TL-201-S1 5,8MCI	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΕΠΕ
✓ 40582 ●	2 X2,3MCI	DRN 8103 TL-201-S1 2,3MCI	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΕΠΕ } 189940
✓ 40564 ●	1 X 10 MCI	DRN 8103 TL-201-S1 10MCI κατ ΦΡΟΝΙΣΤΑΣ	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΚΗΦΙΣΙΑΣ 189942
✓ 386 ●	1 X5,8MCI	DRN 8103 TL-201-S1 5,8MCI κα. ΠΑΠΑΔΟΥΛΗ	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΠΕΙΡΑΙΑ
✓ 421 ●	1 X2,3MCI	DRN 8103 TL-201-S1 2,3MCI κα. ΠΑΠΑΔΟΥΛΗ	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΠΕΙΡΑΙΑ } 189941
✓ 513 ●	1 X 10 MCI	DRN 8103 TL-201-S1 10MCI κα. ΠΑΠΑΔΟΥΛΗ	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΠΕΙΡΑΙΑ
✓ 458 ●	1 X 10 MCI	DRN 8103 TL-201-S1 10MCI κατ ΚΟΝΤΟΣ	ΓΑΛΗΝΟΣ ΙΑΤΡ ΔΙΑΓ ΤΡΙΚΑΛΩΝ 189945
✓ 472 ●	1 X 10 MCI	DRN 8103 TL-201-S1 10MCI	Δ.Θ.Κ.Α. "ΥΓΕΙΑ" ΑΕ
✓ 473 ●	1 X2,3MCI	DRN 8103 TL-201-S1 2,3MCI	Δ.Θ.Κ.Α. "ΥΓΕΙΑ" ΑΕ } 189947
✓ 40570 ●	1 X5,8MCI	DRN 8103 TL-201-S1 5,8MCI ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ	Δ. ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ-ΚΟΡΙΝΘΟΣ 189950
✓ 40572 ●	3 X3,3MCI	DRN 3103 GA-87 INJ 3,3 MCI	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ 189943
✓ 40565 ●	1 X KIT	DRN 4920 OSTREOSCAN κα. ΚΩΣΤΑΚΗ	ΘΕΑΓΕΝΕΙΟ ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟ 189937
✓ 40573 ●	1 X5,8MCI	DRN 8103 TL-201-S1 5,8MCI κατ ΠΟΥΛΑΤΖΑΣ	ΙΑΤΡ ΔΙΑΓ ΑΙΣΚΛΗΠΙΟΣ 189955
✓ 40576 ●	1 X5,8MCI	DRN 8103 TL-201-S1 5,8MCI ΝΙΚΑΙΑ	ΙΑΤΡ ΔΙΑΓ ΚΕΝΤΡΟ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ ΑΕ } 189956
✓ 40577 ●	2 X2,3MCI	DRN 8103 TL-201-S1 2,3MCI ΝΙΚΑΙΑ	ΙΑΤΡ ΔΙΑΓ ΚΕΝΤΡΟ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ ΑΕ } 189956
✓ 40578 ●	2 X KIT	DRN 4366 HDP ΝΙΚΑΙΑ	ΙΑΤΡ ΔΙΑΓ ΚΕΝΤΡΟ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ ΑΕ } 189956
✓ 467 ●	1 X5,8MCI	DRN 8103 TL-201-S1 5,8MCI κα ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΥ	ΙΑΤΡΙΚΟ ΔΙΑΒΑΛΚΑΝΙΚΟ ΘΕΣΣΟΝΗΣ } 189953
✓ 498 ●	1 X 10 MCI	DRN 8103 TL-201-S1 10MCI κα ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΥ	ΙΑΤΡΙΚΟ ΔΙΑΒΑΛΚΑΝΙΚΟ ΘΕΣΣΟΝΗΣ } 189953

Ημερομηνία : 6/9/2004 9:53:25 pm Σελίδα : 1/2

FROM : ALTERNATIVE DIAGNOSTICS      PHONE NO. : +3 01 7702902      SEP. 06 2004 11:57AM P1

# Alternative Diagnos<sup>tic</sup>s

ΙΑΓΓΕΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΣ & ΣΠΕ Ε.Ε.  
Τηλ: 210-779090      FAX: 210-7702902

LETINA S.A.  
ISO 9001  
Certificate No. 2914061

Προς  
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ  
ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΒΕΣΗΣ ΡΑΔΙΟΙΣΟΤΟΠΩΝ  
Υπόψη : κα Σαββίδου  
FAX : 210-6525357      Τηλ : 210-8525828

ΣΕΛΙΔΑ 1 / 1

### IMMUNOTECH (Beckman Coulter) – ΔΙΑΝΟΜΗ 07 - 09 - 2004

✓ ΒΙΟCHECK ΔΕ ( Βενιζέρη 1, ΑΘΗΝΑ )	1 ● ( 2000 )	Tracer I125 CEA	189928
✓ ΥΓΕΙΑ Α.Ε. (Οδός Ερυθρού Σταυρού, ΜΑΡΟΥΣΙ)	1 ● ( 1380 )	Tracer I125 Free T-4	189930
✓ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ ΔΕ ( Γρ. Ασηπράκη 77, ΝΙΚΑΙΑ )	1 ● ( 1685 )	Tracer I125 Estradiol	189934
✓ ΙΑΣΩ GENERAL ΔΕ ( Μεσογείων 284, ΧΟΛΑΡΓΟΣ )	1 ● ( 1685 )	Tracer I125 Estradiol	189933
Γενικό Νοσοκομείο Ν.Θ. Αθηνών ✓ "Η ΣΩΤΗΡΙΑ" (Μεσογείων 152, ΑΘΗΝΑ)	1 ● ( 2397 )	CA 15-3 / 100	189929
✓ 6ο ΘΕΡΑΠΕΥΤΗΡΙΟ ΙΚΑ (Ασπιού 4, ΑΘΗΝΑ)	3 ● ( 6729 )	ΘΝΕΑ-S / 100	ΑΠΟ ΨΥΓΕΙΟ 189936
✓ Εργ. Κρικελή (Αναστασιάδη 10, ΑΓΡΙΝΙΟ)	1 ● ( 2479 )	Tracer I125 CA 15-3	189931
✓ Μαγνητική Τομογραφία Α.Ε. ( Εθν. Αντιστάσεως 56, ΧΑΛΑΝΔΡΙ )	1 ● ( 2204 )	CEA / 100	189935
		OK	
ΨΥΓΕΙΟ	1 ● ( 0328 )	Tracer I125 Prolactin	
	1 ● ( 1380 )	Tracer I125 Free T-4	





**ΕΚΕΦΕ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»**  
 ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΛΛΗΚΟΥ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ  
 ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΡΑΔΙΟΚΕΥΣΜΑΤΩΝ  
 153 10 ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, ΑΘΗΝΑ FAX: 210 6505357  
 ΤΗΛ: 210 6505355, 6505356, 6505358  
 Α.Φ.Μ.: 090555911 - Δ.Ο.Υ. ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

**Σ Χ Ε Δ Ι Ο**  
 30 ΑΥΓ. 2004

**ΔΙΕΚΠΕΡΑΙΩΘΗΚΕ** .....

ΑΡΧΑΙΟΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΙΑ ΕΜΦΑΝΣΗΣ ΑΠΟΤΟΛΗΣ

ΑΡΧΑΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ 188821

ΕΠΙΣ 2 ΥΠΗΘ

Σε αποδοτικές περιόδους υφιστάμενη  
 Στο ΕΚΕΦΕ Διαμόρφως - Τροφ. Εθνικ. Λογιστηρίου η  
 Σε αποδοτικές περιόδους της Εμπορικής Τράπεζας  
 στον αρ.Λογ. 03219541

ΤΡΟΠΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ: ΕΣΤΗ ΠΙΣΤΩΣΗ

ΕΠΙΣΤΑΣΙΑ ΠΑΡΑΤΑΞΙΟΥ

ΚΩΔΙΚΟΣ 30

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΤΗΤΗ Α.Ε

ΤΜΗΜΑ ΤΣΟΝ ΚΕΜΕΝΤΥ 35 & Α. ΥΜΗΤΤΟΥ-ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ

ΔΕΥΤΕΡΩΝ 1 191 21 ΑΘΗΝΑ

ΠΟΣΑ 1

ΕΠΙΣΤΑΣΙΑ: ΙΑΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ Δ.Ο.Υ.: 645Σ ΑΘΗΝΑΣ

Α.Φ.Μ.: 054483004

ΑΡΧΑΙΟΣ 3168

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 09-08-2004

ΣΤΟΙΒΑ ΔΙΑΚΙΝΗΜΕΝΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΤΑΞΙΑΚΑ

90091951623 DE 047 9 1207, 1953

90091950223 DE 047 5501, 1953

ΕΙΣΟΔΙΑ

ΕΠΙΣΤΑΣΙΑ

ΕΣΤΗ ΠΙΣΤΩΣΗ

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΡΟΔ-ΤΗΤΑ	ΡΑΙΣΗΡΕΥΤΑ (ΠΟΣ)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	Α ΣΙΑ	% Σ.Π.Α.	ΑΣΙΑ ΦΟΛ
000001	ΟΙΚΟΥ: DSL - DIAGNOSTIC SYSTEMS LAB INC	USD	1	761,06	761,06	18	18	136,99
000002	ΟΙΚΟΥ: DSL - DIAGNOSTIC SYSTEMS LAB INC	USD	1	4,99	4,99	18	18	0,93

ΠΡΟΣΕΣΤΡΕΦΕΝ ΟΙΚΟΝΟΜΟΛΟΓΗΤΗ

7.411,33

ΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

8.314,83

ΚΑΘΑΡΗ ΑΣΙΑ

766,67

ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΔΟΤΗΜΟΥ Σ.Π.Α. ΑΣΙΑ Φ.Π.Α.

18

137,20

ΕΣΤΗ ΠΙΣΤΩΣΗ

903,49

ΚΑΘΑΡΗ ΑΣΙΑ

766,67

ΣΥΝΟΛΟ Σ.Π.Α.

137,20

ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ :

903,49

ΤΣΑ-1

ΑΔΕΣΜΩΤΑ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ Α.Υ.Ο. ΠΟΣΑ 1105/1999

ΕΚΔΟΥΣ

ΠΑΡΑΛΑΒΗ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4**



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Δ/ση Αδειών & Ελέγχων  
Αρμόδιος  
Τηλέφωνο  
FAX

Αγ. Παρασκευή, 29.09.2004  
Α.Π.: Α.α/416/2602

Προς: Νοσοκομείο .....  
Υπόψη:

**ΑΔΕΙΑ υπ' αρ. 138/ 04 ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΠΗΓΗΣ**

Έχοντας υπόψη :

- α. Το Ν.Δ. 181/74 (ΦΕΚ 347/Α/20.11.74)
- β. Τον Ν. 1733/87 (ΦΕΚ 171/Α/22.9.87)
- γ. Την υπ αριθ. 17454/27.09.2004 αίτησή σας
- δ. Το από 28.09.2004 έγγραφο της εταιρείας .....
- ε. Το υπ αριθ. 17569/28.09.2004 έγγραφό σας

Χορηγούμε στο Τμήμα Ακτινοθεραπείας του *Γενικού Νοσοκομείου* ....., κατηγορίας *T*, με υπεύθυνη Ακτινοφυσικό την *κα* ....., Άδεια Εξαγωγής ραδιενεργού πηγής με τα κάτωθι στοιχεία :

<i>Ραδιοϊσότοπο</i>	<i>Ραδιενέργεια</i>	<i>Χρήση</i>
Co – 60	111.1 TBq (3000 Ci) (01.10.2004)	Ακτινοθεραπεία Σύστημα Κοβαλτίου <i>THERATRON</i>

**Παρατηρήσεις:**

1. Η ισχύς της παρούσης αρχίζει / λήγει στις **31.12.2004**.
2. Η απομάκρυνση της πηγής του συστήματος *THERATRON-1000* θα γίνει από εξουσιοδοτημένους τεχνικούς της εταιρίας ..... υπό την εποπτεία των ακτινοφυσικών *κας* ..... και *κου* .....
3. Η πηγή εξάγεται στον Προμηθευτή Οίκο (MDS Nordion, Canada), ο οποίος έχει αποδεχτεί την παραλαβή της (δ σχετ.).
4. Οι υπεύθυνοι Ακτινοπροστασίας και μεταφοράς της πηγής Ακτινοφυσικοί *κα* ..... και ..... υποχρεούνται να ειδοποιήσουν άμεσα την *EEAE* για οποιοδήποτε συμβάν κατά την απομάκρυνση ή μεταφορά της πηγής και να αποστείλουν ενημερωτικό σημείωμα μετά το πέρας όλης της διαδικασίας.

Η διευθύντρια Αδειών & Ελέγχων

Δρ. ....

ΣΟ/ΚΚ

Εσωτ. Διανομή : Δ/ντρια Δ.Α.Ε. & Γραφείο Προέδρου



Δ/νση Αδειών & Ελέγχων  
Αρμόδιος  
Τηλέφωνο  
FAX

Αγ. Παρασκευή, 29.9.2004  
Α.Π.: Α.α/416/2603

Προς: Νοσοκομείο .....  
Υπόψη: κ.

**ΑΔΕΙΑ υπ' αρ. 139/04 ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΠΗΓΗΣ**

Έχοντας υπόψη :

- α. Το Ν.Δ. 181/74 (ΦΕΚ 347/Α/20.11.74)
- β. Τον Ν. 1733/87 (ΦΕΚ 171/Α/22.9.87)
- γ. Την υπ αριθ. 17454/27.09.2004 αίτησή σας
- δ. Το από 28.09.2004 έγγραφο της εταιρείας .....
- ε. Το υπ αριθ. 17569/28.09.2004 έγγραφό σας

Χορηγούμε στο Τμήμα Ακτινοθεραπείας του *Γενικού Νοσοκομείου* ....., κατηγορίας *T*, με υπεύθυνη Ακτινοφυσικό την *κα* ....., Άδεια Εισαγωγής ραδιενεργού πηγής με τα κάτωθι στοιχεία :

<i>Ραδιοϊσότοπο</i>	<i>Ραδιενέργεια</i>	<i>Χρήση</i>
Co – 60	282.4 TBq (7,632 Ci) (24.09.2004)	Ακτινοθεραπεία Σύστημα Κοβαλτίου <i>THERATRON-1000</i>

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:**

1. Η ισχύς της παρούσης άδειας αρχίζει στις λήγει στις **31.12.2004**.
2. Η εγκατάσταση της πηγής στο σύστημα *THERATRON-1000* θα γίνει από εξουσιοδοτημένους τεχνικούς της εταιρείας ..... υπό την εποπτεία των ακτινοφυσικών .....
3. Οι υπεύθυνοι ακτινοπροστασίας και μεταφοράς της πηγής Ακτινοφυσικοί *κα* ..... και *κ*..... υποχρεούνται να ειδοποιήσουν άμεσα την *ΕΕΑΕ* για οποιαδήποτε συμβάν κατά τη μεταφορά ή εγκατάσταση της πηγής και να αποστείλουν ενημερωτικό σημείωμα με το πέρας της όλης διαδικασίας.
4. Με το πέρας της ωφέλιμης χρήσης της πηγής, το Νοσοκομείο υποχρεούται στην επιστροφή της στον Προμηθευτή Οίκο *MDS Nordion* ο οποίος έχει δηλώσει την αποδοχή της (δ σχετ.).

**Η Διευθύντρια Αδειών & Ελέγχων**

Δρ. ....

ΣΟ/ΖΠ (ΦΑΚ.ΕΕΑΕ: 40010)



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Δ/ση Αδειών & Ελέγχων  
 Αρμόδιος  
 Τηλέφωνο  
 FAX  
 Υπόψη:

Αγ. Παρασκευή, 29.09.2004  
 Α.Π.: Α.α/416/2604  
 Προς: Νοσοκομείο .....

**ΑΔΕΙΑ υπ' αρ. 140/04 ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΠΗΓΗΣ**

Έχοντας υπόψη :

- α. Το Ν.Δ. 181/74 (ΦΕΚ 347/Α/20.11.74)
- β. Τον Ν. 1733/87 (ΦΕΚ 171/Α/22.9.87)
- γ. Την υπ αριθ.175454/28.09.04 αίτησή σας
- δ. Το από 28.09.2004 έγγραφο της εταιρίας .....

Χορηγούμε στο Τμήμα Ακτινοθεραπείας του *Γενικού Περιφερειακού Νοσοκομείου* ....., κατηγορίας *T*, άδεια μεταφοράς ραδιενεργού πηγής από το *Νοσοκομείο* στο Αεροδρόμιο Αθηνών «*Ελευθέριος Βενιζέλος*» με προορισμό τις εγκαταστάσεις της *MDS Nordion* στον Καναδά.

Η κεφαλή θα μεταφερθεί εντός του ειδικού δοχείου μεταφοράς τύπου B(U) F-147 με πιστοποιητικό Νο CDN/2062/B(U)-96 Rev5., με το υπ'αριθ. .... γερανοφόρο όχημα, οδηγό τον κ. .... και συνοδηγό τον Ακτινοφυσικό ιατρικής κ.....

<i>Ραδιοϊσότοπο</i>	<i>Ραδιενέργεια</i>	<i>Χρήση</i>
Co – 60	111.1 TBq (3000 Ci) (01.10.2004)	Ακτινοθεραπεία Σύστημα Κοβαλτίου <i>THERATRON-1000</i>

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:**

1. Η ισχύς της παρούσης λήγει στις **31.10.2004**.
2. Την ευθύνη της μεταφοράς της πηγής την αναλαμβάνει η εταιρία .....
3. Η μεταφορά θα γίνει απαραίτητα με τη συνοδεία αστυνομικής αρχής, ακολουθώντας τη συντομότερη διαδρομή και όχι σε ώρες κυκλοφοριακής αιχμής.
4. Η εταιρία ..... υποχρεούται να ενημερώσει έγκαιρα την *ΕΕΑΕ* για την ακριβή ημερομηνία μεταφοράς. Επίσης, κατά τη μεταφορά υποχρεούται να ειδοποιήσει άμεσα την *ΕΕΑΕ* για οποιοδήποτε συμβάν.

**Η Διευθύντρια Αδειών & Ελέγχων**

Δρ. ....

ΣΟ/ΚΚ  
 Εσωτ. Διανομή : Γρ. Προέδρου



Δ/ση Αδειών & Ελέγχων  
 Αρμόδιος  
 Τηλέφωνο  
 FAX

Αγ. Παρασκευή, 29.09.2004  
 Α.Π.: Α.α/416/2605

Προς: Νοσοκομείο .....  
 Υπόψη:

**ΑΔΕΙΑ υπ' αρ. 141/04 ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΥ ΠΗΓΗΣ**

Έχοντας υπόψη :

- α. Το Ν.Δ. 181/74 (ΦΕΚ 347/Α/20.11.74)
- β. Τον Ν. 1733/87 (ΦΕΚ 171/Α/22.9.87)
- γ. Την υπ αριθ.175454/28.09.04 αίτησή σας
- δ. Το από 28.09.2004 έγγραφο της εταιρίας .....

Χορηγούμε στο Τμήμα Ακτινοθεραπείας του *Γενικού Νοσοκομείου* ....., κατηγορίας **T** άδεια μεταφοράς ραδιενεργού πηγής από το Αεροδρόμιο Αθηνών «*Ελευθέριος Βενιζέλος*» στο *Νοσοκομείο* με σκοπό την εγκατάστασή της στη μονάδα τηλεθεραπείας **THERATRON-1000**.

Η κεφαλή θα μεταφερθεί εντός του ειδικού δοχείου μεταφοράς τύπου B(U) F-147 με πιστοποιητικό Νο CDN/2062/B(U)-96 Rev5., με το υπ'αριθ. .... γερανοφόρο όχημα, οδηγό τον ..... και συνοδηγό τον Ακτινοφυσικό ιατρικής .....

<i>Ραδιοϊσότοπο</i>	<i>Ραδιενέργεια</i>	<i>Χρήση</i>
Co – 60	282.4 TBq (7,632 Ci) (24.09.2004)	Ακτινοθεραπεία Σύστημα Κοβαλτίου <b>THERATRON-1000</b>

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:**

1. Η ισχύς της παρούσης λήγει στις **31.10.2004**.
2. Την ευθύνη της μεταφοράς της πηγής την αναλαμβάνει η εταιρία .....
3. Η μεταφορά θα γίνει απαραίτητα με τη συνοδεία αστυνομικής αρχής, ακολουθώντας τη συντομότερη διαδρομή και όχι σε ώρες κυκλοφοριακής αιχμής.
4. Η εταιρία ..... υποχρεούται να ενημερώσει έγκαιρα την ΕΕΑΕ για την ακριβή ημερομηνία μεταφοράς. Επίσης, κατά τη μεταφορά υποχρεούται να ειδοποιήσει άμεσα την **ΕΕΑΕ** για οποιοδήποτε συμβάν.

**Η Διευθύντρια Αδειών & Ελέγχων**

Δρ. ....

ΣΟ/ΚΚ  
 Εσωτ. Διανομή : Γρ. Προέδρου