



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ  
ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ  
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ  
ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΟΥΣ

Καθ. Βασίλειος Μακρόπουλος  
Δρ. Κωνσταντίνος Ν. Χαλκιώτης



ΑΘΗΝΑ 2002

**Καθ. Βασίλειος Μακρόπουλος**

Καθηγητής Επαγγελματικής και Βιομηχανικής Υγιεινής  
Εθνικής Σχολής Δημόσιας Υγείας  
Πρόεδρος ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

**Δρ. Κωνσταντίνος Ν. Χαλκιώτης**

Διδάκτωρ Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ Ε.Μ.Π.  
Μέλος Εθνικής Επιτροπής Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης ΕΛΟΤ (ΤΕ 75/ΟΕ1)  
Τέως Μέλος International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)  
Μέλος International Commission of Electromagnetic Safety (ICES) - IEEE

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ  
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΟΥΣ**

Α΄ Έκδοση: Δεκέμβριος 2002

Copyright ( Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας)

Λιοσίων 143 και Θειρσίου 6, 104 45 ΑΘΗΝΑ

Τηλ.: 210 82 00 100

Φαξ: 210 82 00 222 - 210 88 13 270

Email: info@elinyae.gr

Internet: <http://www.elinyae.gr>

ISBN 960-7678-38-9

ΔΙΑΝΕΜΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. • ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΠΩΛΗΣΗ ΑΠΟ ΤΡΙΤΟΥΣ

## **ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.**

- Πρόεδρος:** • Βασίλειος Μακρόπουλος
- Αντιπρόεδροι:** • Γεώργιος Κοντάκης (Γ.Σ.Ε.Ε.)
- Βασίλειος Κορκίδης (Σ.Ε.Β., Γ.Σ.Ε.Β.Ε.Ε., Ε.Σ.Ε.Ε.)

- Μέλη:** • Ιωάννης Αδαμάκης (Γ.Σ.Ε.Ε.)
- Θεόδωρος Δέδες (Σ.Ε.Β.)
- Νικόλαος Θωμόπουλος (Γ.Σ.Ε.Ε.)
- Γεράσιμος Παπαδόπουλος (Γ.Σ.Ε.Ε.)
- Δημήτριος Τζαβάρας (Σ.Ε.Β.)
- Γεώργιος Χαμψηλομάτης (Γ.Σ.Ε.Β.Ε.Ε.)

Η υλοποίηση και η επιμέλεια της έκδοσης έγινε από το Τμήμα Εκδόσεων  
του Κέντρου Πληροφόρησης και Τεκμηρίωσης του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

Η τελική επιμέλεια του κειμένου έγινε από την Εβίτα Καταγή,  
από το Τμήμα Εκδόσεων του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	11
<b>2. Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων</b> .....	14
2.1 Πρότυπα και Όρια Έκθεσης .....	15
2.2 Ανάλυση Συμμόρφωσης με τα Όρια .....	20
2.2.1. Χωρικές Μέγιστες Τιμές .....	20
2.2.2. Χωρικές Μέσες Τιμές Πεδίου.....	21
2.2.3. Χρονικές Μέσες Τιμές Πεδίου .....	21
2.3. Αξιολόγηση της Έκθεσης .....	21
2.3.1. Θεωρητικός Υπολογισμός (RF Modeling) .....	22
2.4 Κατηγοριοποίηση των Περιοχών ΗΜ-Ακτινοβολίας .....	25
2.4.1 Πράσινη Ζώνη.....	26
2.4.2 Κίτρινη Ζώνη.....	27
2.4.3 Κόκκινη Ζώνη.....	28
2.5. Χαρακτηρισμός Ζωνών.....	29
2.5.1 Κτίρια .....	29
2.5.2 Πύργοι .....	30
<b>3. Σχεδιαστικές Θεωρήσεις</b> .....	32
3.1 Ύψος Τοποθέτησης Κεραιών .....	32
3.2 Τοποθέτηση των κεραιών σε προεκτάσεις των ιστών στήριξης .....	33
3.3 Συνεγκατάσταση με κεραίες ραδιοηλεκτρικών σταθμών.....	33
3.4 Εγκατάσταση Κατευθυντικών Κεραιών .....	34
3.5 Επιλογή Κεραιών .....	35

3.6 Πυκνότητα Τοποθέτησης Κεραιών .....	36
3.7 Τεκμηρίωση Σταθμού Βάσης.....	36
3.7.1. Αντικειμενική Τεκμηρίωση.....	37
3.7.2. Κατηγοριοποίηση της Τεκμηρίωσης.....	37
<b>4. Πρακτικές Εργασίας .....</b>	<b>39</b>
4.1 Επιβεβαίωση Εκπαίδευσης & Ικανοτήτων Προσωπικού .....	39
4.2 Έλεγχος Φυσικής Πρόσβασης στην Περιοχή της Κεραίας .....	40
4.3 Τακτική Ελέγχου.....	40
4.4 Αλληλουχία Αρμοδιοτήτων και Απαιτήσεις Αναφορών .....	41
4.5 Κατανόηση Αρμοδιοτήτων σε Περιοχές όπου Συνυπάρχουν και άλλοι ιστοί .....	41
4.6 Γενικές Διαδικασίες .....	42
4.6.1 Όλοι οι Εργαζόμενοι θα Πρέπει να Έχουν Λάβει Εκπαίδευση Προστασίας από ΗΜ-πεδία .....	42
4.6.2 Οι Εργαζόμενοι θα Πρέπει να Έχουν Κατάλληλη Εξουσιοδότηση Προσπέλασης στο Σταθμό .....	43
4.6.3 Οι Εργαζόμενοι θα Πρέπει να Υπακούουν στην Ενδεικτική Σήμανση.....	43
4.6.4 Πάντοτε τίθεται η υπόθεση ότι οι κεραίες είναι ενεργές....	44
4.6.5 Πριν την έναρξη εργασιών στο χώρο όπου βρίσκονται κεραίες, αν είναι δυνατό να ειδοποιούνται οι ιδιοκτήτες των κεραιών ώστε να απενεργοποιούν τους πομπούς .....	44
4.6.6 Τήρηση απόστασης ασφαλείας τουλάχιστον 2.5 μέτρων από κάθε κεραία στην περιοχή.....	45
4.6.7 Μην στέκεστε εμπρός από τα ακτινοβολούντα μέρη των κεραιών .....	45
4.6.8 Κατά την εργασία πλησίον κεραιών ενδείκνυται η χρήση δοσιμέτρων ΗΜ-ακτινοβολίας .....	46
4.6.9 Να αποφεύγετε τη λειτουργία πομπών χωρίς τη χρήση κατάλληλης θωράκισης κατά την κανονική λειτουργία ....	46
4.6.10 Μην θέτετε σε λειτουργία κεραίες εντός των εσωτερικών χώρων εγκατάστασης των μηχανημάτων .....	47

4.7 Ειδικές Διαδικασίες ανά Σταθμό Βάσης .....	47
4.8 Διαδικασίες Λειτουργίας.....	47
<b>5. Σήμανση.....</b>	<b>49</b>
5.1 Οδηγίες Προσπέλασης σε Εξοπλισμό.....	50
5.2 Ένδειξη.....	51
5.3 Προειδοποίηση.....	52
5.4 Προσοχή.....	54
<b>6. Προσωπικός Εξοπλισμός Προστασίας (ΠΕΠ) .....</b>	<b>55</b>
6.1 Προστατευτικός Ρουχισμός.....	55
6.2 Προσωπικά Δοσίμετρα ΗΜ-Ακτινοβολίας .....	56
<b>7. Βιβλιογραφία .....</b>	<b>59</b>





## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1998 η Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη-Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP) εξέδωσε όρια για την έκθεση, τόσο του γενικού πληθυσμού όσο και των εργαζομένων, σε ΗΜ-πεδία συχνοτήτων 0 Hz - 300 GHz. Στις συχνοτικές αυτές περιοχές περιλαμβάνονται οι κεραίες των τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών σταθμών, οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας, οι διατάξεις ραντάρ και το σύνολο των τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) βασισμένη στα όρια αυτά εξέδωσε το 1999 τη Σύσταση του Συμβουλίου της «Σχετικά με τον Περιορισμό της Έκθεσης του Κοινού σε ΗΜ-πεδία 0 Hz – 300 GHz» (L199 - 1999/519/EC), θεσπίζοντας με τον τρόπο αυτό όρια για την έκθεση σε ΗΜ-ακτινοβολία του γενικού πληθυσμού. Τα όρια αυτά υιοθετήθηκαν και από τη χώρα μας με Κοινή Υπουργική Απόφαση με θέμα «Μέτρα Προφύλαξης του Κοινού από Κεραίες Εγκατεστημένες στην Ξηρά» (ΚΥΑ 53571/3839, ΦΕΚ 1105B/6-9-2000).

Εντούτοις, τόσο από την Ε.Ε. όσο και από την ελληνική πολιτεία, δεν έχουν υιοθετηθεί επισήμως όρια για την έκθεση των επαγγελματικά απασχολούμενων σε ΗΜ-πεδία. Έτσι κάθε ενδιαφερόμενος που θέλει να αναφερθεί σε όρια επαγγελματικά απασχολούμενων όσο αφορά την ΗΜ-ακτινοβολία, θα πρέπει να ανατρέξει στη δημοσίευση της ICNIRP.

Η διαρκής ανάπτυξη του τομέα των τηλεπικοινωνιών και η συνεχής αύξηση του αριθμού των πομπών ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών σημαίνει τη δημιουργία αρκετών νέων θέσεων εργασίας στον τομέα των εγκαταστάσεων και συντήρησης κεραιών. Οι νέοι αυτοί εργαζόμε-

νοι λόγω της φύσεως της εργασίας τους, θα εκτίθενται σε ΗΜ-ακτινοβολία από κεραίες. Επομένως θα πρέπει να λάβουν και την κατάλληλη ενημέρωση σχετικά με τα μέτρα προστασίας και τις ζώνες επικινδυνότητας από ΗΜ-ακτινοβολία, ώστε να διασφαλίζεται η σωστή αντιμετώπιση των σεναρίων ΗΜ-επικινδυνότητας ανά περίπτωση.

Παρά το γεγονός ότι είναι βέβαιο ότι η έκθεση σε ΗΜ-πεδία από πομπούς ραδιοτηλεοπτικών σταθμών και σταθμούς βάσης ασύρματων τηλεπικοινωνιών, όταν δεν υπερβαίνονται τα όρια που έχουν υποδειχθεί από την ICNIRP, δεν μπορεί να αποδειχθεί επικίνδυνη για την υγεία των εργαζομένων, θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα και φροντίδα ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλειά τους κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης και εγκαταστάσεων, σε κεραίες και σταθμούς βάσης.

Έτσι λοιπόν θα πρέπει να εφαρμόζονται κανόνες ασφαλείας που έχουν θεσπιστεί από φορείς διεθνούς κύρους (FCC, ANSI, ICES - IEEE), ώστε να παρέχονται τα σχετικά περιθώρια προστασίας από ΗΜ-ακτινοβολία στους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

Σκοπός του παρόντος συγγράμματος είναι να αναπτυχθούν και να κατανοηθούν θέματα που αφορούν την Ηλεκτρομαγνητική Ενέργεια (ΕΜΕ) που υπάρχει σε σημεία όπου είναι εγκατεστημένες διάφορες τηλεπικοινωνιακές ή άλλες κεραίες.

Η ανάπτυξη των ασύρματων τηλεπικοινωνιών τις τελευταίες δεκαετίες είναι ραγδαία. Αναπτύχθηκαν κεραίες μέσα και γύρω από αστικές περιοχές οι οποίες μεταδίδουν σήματα ραδιοφωνίας, τηλεόρασης, paging, κινητές τηλεπικοινωνίες, ασύρματες τηλεπικοινωνίες κλπ. Κάθε ένα από τα σήματα αυτά μέχρι πρόσφατα απαιτούσε την ύπαρξη ξεχωριστού ιστού-κεραίας και αντίστοιχης θέσης. Η δραματική ανάπτυξη και αύξηση αυτών των σταθμών-υπηρεσιών, οδήγησε στην εξέταση των δυνατοτήτων συνεγκατάστασης των κεραιών και πομπών σε κοινούς χώρους και ιστούς.

Η συνεγκατάσταση είναι μια συλλογή ή ομαδοποίηση πομπών για διαφορετικές τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, σε ένα κοινό ιστό-σημείο.

Η πίεση για τη συνεγκατάσταση προήλθε από την ανάγκη δημιουργίας περισσότερων σημείων εγκατάστασης κεραιών για τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, καθώς επίσης και από τις αντιδράσεις του κόσμου στην εγκατάσταση ανεξάρτητων νέων σταθμών βάσης.

Ακόμα και σήμερα (που δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα δίκτυα τρίτης γενιάς) μπορεί να δει κανείς δικτύωματα τηλεπικοινωνιών γεμάτα με τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό, που δεν θα μπορούσε να φανταστεί καν ο αρχικός τους σχεδιαστής. Για να γίνει δυνατό να τακτοποιηθεί πλήρως αυτή η παρεπόμενη αύξηση των κεραιών είναι αναγκαία η ενίσχυση των τηλεπικοινωνιακών θέσεων με τη δημιουργία νέων.

Όπως αναπτύχθηκε και παραπάνω η συνεγκατάσταση είναι η λογική αντίδραση με χρηματοοικονομικά κριτήρια για τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών. Ωστόσο η αύξηση του αριθμού των πομπών και των κεραιών σε ένα ιστό δημιουργεί νέα δεδομένα για τους σχεδιαστές του σταθμού και τους εργαζόμενους που θα απασχολούνται σ' αυτόν, καθώς η αύξηση αυτή αυξάνει την πυκνότητα ΗΜ-ακτινοβολίας και ενέργειας στην οποία θα εκτεθεί ο εργαζόμενος στη θέση αυτή. Αυτή την εικόνα πλέον παρουσιάζουν τα περισσότερα υψηλά κτίρια στις σύγχρονες πόλεις. Οι «καλύτερες» ταρατσες έχουν πλέον μεγάλη συγκέντρωση κεραιών.

Στο εγχειρίδιο αυτό θα μελετηθούν ζητήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην αντιμετώπιση-διαχείριση τέτοιων περίπλοκων τηλεπικοινωνιακών σημείων.

Αυτές οι θεωρήσεις είναι αναγκαίες έτσι ώστε να διασφαλισθεί ότι η εργαζόμενοι στα σημεία αυτά κινούνται σε περιοχές που δεν υπερβαίνουν τα όρια έκθεσης για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

## 2. Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Οι πιθανές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων από την έκθεση σε ΗΜ-ακτινοβολία (ΕΜΕ) έχουν μελετηθεί για παραπάνω από μισό αιώνα. Οι επιστημονικές ομάδες καθόρισαν αρχικά τα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας πάνω από τα οποία η ενέργεια της ακτινοβολίας πιθανώς να προκαλεί ανεπιθύμητες βλάβες στην υγεία. Το μόνο αποδεδειγμένο ανεπιθύμητο βιολογικό φαινόμενο που προκαλεί η ΗΜ-ακτινοβολία είναι η θέρμανση των ιστών. Οι διεθνείς επιτροπές που καθορίζουν τις προδιαγραφές συνέστησαν όρια έκθεσης που θα ήταν σημαντικά χαμηλότερα από τα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας στα οποία παρατηρούνται αυτά τα βιολογικά αποτελέσματα, συνυπολογίζοντας στις τιμές των ορίων ένα παράγοντα ασφαλείας (risk assessment factor). Στις προδιαγραφές που εξέδωσε η ICNIRP και οι οποίες αποτέλεσαν τη βάση της Σύστασης της Ε.Ε., ο παράγοντας αυτός ασφαλείας καθορίστηκε για το γενικό πληθυσμό σε 50 (δηλαδή τα όρια που θεσπίστηκαν είχαν τιμές έκθεσης σε ΗΜ-ακτινοβολία κατά 50 φορές χαμηλότερες από αυτές στις οποίες παρατηρήθηκαν οι ελάχιστες βιολογικές επιπτώσεις).

Θεσπίζοντας τόσο μεγάλο περιθώριο ασφαλείας, αυτά τα όρια αποτελούν αξιόπιστες επιστημονικά προδιαγραφές για την έκθεση των ανθρώπων σε ΗΜ-ακτινοβολία.

Αντιστοίχως στις ΗΠΑ ισχύουν οι προδιαγραφές C 95.1 τις οποίες θέσπισε το ΙΕΕΕ και οι οποίες είναι σαφώς πιο χαλαρές από αυτές που υιοθέτησε η ICNIRP.

## 2.1 Πρότυπα και Όρια Έκθεσης

Στην Ευρώπη τα όρια έκθεσης καθορίζονται από την ICNIRP και τη Σύσταση της Ε.Ε. που εκδόθηκε το 1999. Τα όρια έκθεσης διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στα όρια που αφορούν το γενικό πληθυσμό και στα όρια που αφορούν τους επαγγελματικά απασχολούμενους / ελεγχόμενους με τα ΗΜ-πεδία.

Τα όρια έκθεσης διαχωρίζονται σε βασικούς περιορισμούς και επίπεδα αναφοράς. Οι βασικοί περιορισμοί είναι οι περιορισμοί έκθεσης σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία και οι οποίοι βασίζονται άμεσα σε αποδεδειγμένες επιπτώσεις στην υγεία και σε βιολογικές μελέτες. Ανάλογα με τη συχνότητα του πεδίου, τα φυσικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν αυτούς τους περιορισμούς είναι η μαγνητική επαγωγή (B), η πυκνότητα ρεύματος (J), ο ρυθμός ειδικής απορρόφησης ενέργειας (SAR) και η πυκνότητα ισχύος (S). Τα επίπεδα αναφοράς είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για την πρακτική εκτίμηση της έκθεσης, προκειμένου να διαπιστωθεί το ενδεχόμενο υπέρβασης των βασικών περιορισμών. Ορισμένα επίπεδα αναφοράς προέρχονται από σχετικούς βασικούς περιορισμούς, με τη χρήση μετρήσεων ή/και διαδικασιών υπολογισμού, ενώ άλλα περιλαμβάνουν την αντίληψη και τις δυσμενείς έμμεσες επιπτώσεις της έκθεσης σε ΗΜ-πεδία. Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη είναι η ένταση ηλεκτρικού πεδίου (E), η ένταση μαγνητικού πεδίου (H), η μαγνητική επαγωγή (B), η πυκνότητα ισχύος (S) και το ρεύμα άκρων ( $I_L$ ). Τα μεγέθη που ορίζουν την αντίληψη και άλλες έμμεσες επιδράσεις είναι το ρεύμα επαφής ( $I_C$ ) και για παλμικά πεδία η ειδική απορρόφηση ενέργειας (SA).

Σε κάθε κατάσταση έκθεσης οι μετρούμενες ή υπολογιζόμενες τιμές πολλών από αυτά τα μεγέθη μπορούν να συγκριθούν με το αντίστοιχο επίπεδο αναφοράς. Η συμμόρφωση με το επίπεδο αναφοράς εξασφαλίζει και τη συμμόρφωση με τον αντίστοιχο βασικό περιορισμό. Εάν η μετρούμενη τιμή υπερβαίνει το επίπεδο αναφοράς, δεν έπεται κατ' ανάγκη ότι στο σημείο που μετρήθηκε η τιμή θα σημειώνεται και υπέρ-

βαση του βασικού περιορισμού. Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να ελέγχεται και ο αντίστοιχος βασικός περιορισμός.

Τα όρια αυτά αφορούν μόνο την ΗΜ-ακτινοβολία και όχι την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, οπότε η συμμόρφωση ως προς τη συμβατότητα θα πρέπει να εξετάζεται με άλλα πρότυπα (EMC compliance).

Οι βασικοί περιορισμοί για το γενικό πληθυσμό, όπως καθορίστηκαν από την ICNIRP και τη Σύσταση της Ε.Ε. που εκδόθηκε το 1999, καταχωρούνται στον Πίνακα 1.

Τα αντίστοιχα επίπεδα αναφοράς για το γενικό πληθυσμό, όπως καθορίστηκαν από την ICNIRP και τη Σύσταση της Ε.Ε. που εκδόθηκε το 1999, καταχωρούνται στον Πίνακα 2.

Στον Πίνακα 3 καταχωρούνται τα επίπεδα αναφοράς για το γενικό πληθυσμό, όσο αφορά τις κυριότερες εφαρμογές ΗΜ-ακτινοβολίας.

Οι βασικοί περιορισμοί για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους, όπως καθορίστηκαν από την ICNIRP, καταχωρούνται στον Πίνακα 4.

Τα αντίστοιχα επίπεδα αναφοράς για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους, όπως καθορίστηκαν από την ICNIRP, καταχωρούνται στον Πίνακα 5.

Στον Πίνακα 6 καταχωρούνται τα επίπεδα αναφοράς για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους, όσο αφορά τις κυριότερες εφαρμογές ΗΜ-ακτινοβολίας.

Όπως φαίνεται από τους Πίνακες 1,2,3,4,5 και 6, σε κάθε ξεχωριστή περίπτωση γίνεται και εφαρμογή διαφορετικών ορίων. Η διάκριση σε επαγγελματικά απασχολούμενους και μη, βασίζεται στο αν ένα άτομο που προσεγγίζει μια κεραία είναι εκπαιδευμένο ως προς το πώς θα αντιμετωπίσει την ΗΜ-ακτινοβολία ή όχι. Τα όρια για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους βρίσκουν εφαρμογή στα άτομα εκείνα που έχουν λάβει τη σχετική εκπαίδευση, ενώ τα αντίστοιχα όρια για το γενικό πληθυσμό αναφέρονται σε άτομα τα οποία δεν έχουν καμία σχετική εκπαίδευση. Έτσι λαμβάνοντας τις αντίστοιχες προφυλάξεις θεωρείται ότι ο πληθυσμός (επαγγελματικά απασχολούμενοι και μη), δεν υπερεκτίθενται σε ΗΜ-ακτινοβολία. Πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί και πάλι ότι υπέρβαση του επιπέδου αναφοράς δεν σημαίνει και υπέρβαση του βασικού περιορισμού.

### Πίνακας 1

**ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ  
«Σχετικά με τον Περιορισμό της Έκθεσης του Κοινού σε ΗΜ- πεδία 0Hz-  
300 GHz», L199(1999/519/EC) ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΤΗΣ Ε.Ε**

Ζώνη Συχνοτήτων	B (mT)	J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	Ολόσωμο SAR (W/kg)	Τοπικό SAR (κεφάλι-κορμός) (W/kg)	SAR άκρων (W/kg)	S (W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1 kHz-100kHz	-	F/500	-	-	-	-
100 kHz-10MHz	-	F/500	0.08	2	4	-
10 MHz-10GHz	-	-	0.08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

Όπου F, η συχνότητα όπως αναφέρεται στις αντίστοιχες γραμμές συχνοτήτων.

### Πίνακας 2

**ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ  
«Σχετικά με τον Περιορισμό της Έκθεσης του Κοινού σε ΗΜ- πεδία 0Hz-  
300 GHz», L199(1999/519/EC) ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΤΗΣ Ε.Ε**

Ζώνη Συχνοτήτων	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)	S (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	-	3.2*10 <sup>4</sup>	4*10 <sup>4</sup>	-
1-8 Hz	10000	3.2*10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4*10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	-
8-25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0.025-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8 kHz -3kHz	250/f	5	6.25	-
3 kHz-150kHz	87	5	6.25	-
0.15 MHz-1MHz	87	0.73/f	0.92/f	-
1-10MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0.73/f	0.92/f	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000MHz	1.375 f <sup>1/2</sup>	0.0037 f <sup>1/2</sup>	0.0046 f <sup>1/2</sup>	F/200
2-300GHz	61	0.16	0.20	10

Όπου f, η συχνότητα όπως αναγράφεται στην αντίστοιχη ζώνη συχνοτήτων.

**Πίνακας 3**

**ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΟΣΟ ΑΦΟΡΑ  
ΤΙΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Συχνότητα	E (V/m)	H (A/m)	B ( $\mu$ T)	S (W/m <sup>2</sup> )
50 Hz	5000	80	100	–
900 MHz (GSM)	41.25	0.111	0.138	4.5
1800 MHz (DCS)	58.33	0.157	0.195	9
4.5 GHz (MW-link)	61	0.16	0.20	10

**Πίνακας 4**

**ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΟΥΣ  
ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ICNIRP**

Ζώνη Συχνοτήτων	J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	Ολόσωμο SAR (W/kg)	Τοπικό SAR (κεφάλι- κορμός) (W/kg)	SAR άκρων (W/kg)	S(W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	–	–	–	–
>0-1 Hz	40	–	–	–	–
1-4 Hz	40/f	–	–	–	–
4-1000 Hz	10	–	–	–	–
1 kHz - 100kHz	F/100	–	–	–	–
100 kHz - 10MHz	F/100	0.4	5	20	–
10 MHz - 10GHz	–	0.4	5	20	–
10 - 300 GHz	–	–	–	–	50

Όπου F, η συχνότητα όπως αναγράφεται στην αντίστοιχη ζώνη συχνοτήτων.



**Πίνακας 5**  
**ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΟΥΣ**  
**ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ICNIRP**

Ζώνη Συχνότητων	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)	S (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	–	1.63*10 <sup>5</sup>	2*10 <sup>5</sup>	–
1-8 Hz	20000	1.63*10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2*10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	–
8-25 Hz	20000	20000/f	2.5 * 10 <sup>4</sup> /f	–
0.025-0.8 kHz	500/f	20/f	25/f	–
0.8 kHz - 1 MHz	610	24.4	30.7	–
1-10MHz	610/f	1.6/f	2.0/f	–
10-400 MHz	61	0.16	0.2	10
400-2000MHz	3 f <sup>1/2</sup>	0.008 f <sup>1/2</sup>	0.01 f <sup>1/2</sup>	F/40
2-300GHz	137	0.36	0.45	50

Όπου f, η συχνότητα όπως αναγράφεται στην αντίστοιχη ζώνη συχνοτήτων.

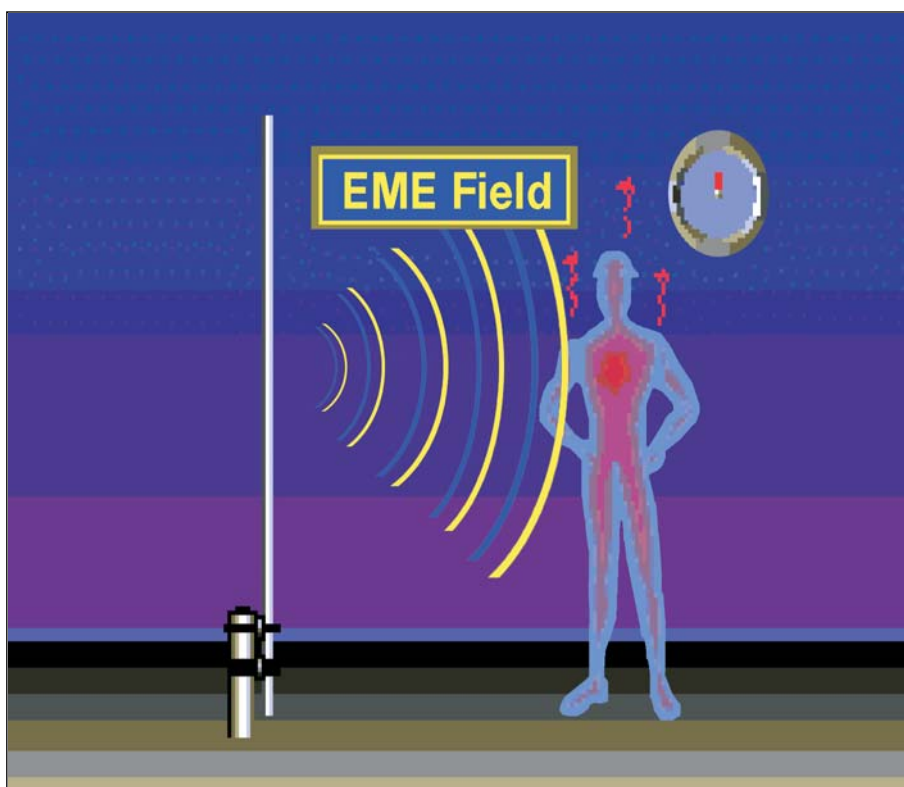
**Πίνακας 6**  
**ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟΥΣ**  
**ΟΣΟ ΑΦΟΡΑ ΤΙΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Συχνότητα	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)	S (W/m <sup>2</sup> )
50 Hz	10000	400	500	–
900 MHz (GSM)	90	0.24	0.3	22.5
1800 MHz (DCS)	127.28	0.34	0.42	45
25 GHz	137	0.36	0.45	50

## 2.2 Ανάλυση Συμμόρφωσης με τα Όρια

### 2.2.1. Χωρικές Μέγιστες Τιμές

Το μέγιστο ποσό ΗΜ-ενέργειας γύρω από την περιοχή του ανθρώπινου σώματος (ύψους 2 μέτρων) στο οποίο μπορεί να εκτεθεί ο κάθε ενήλικας, ορίζεται ως τιμή κορυφής ολόσωμης έκθεσης (**WBP**) (Σχήμα 1). Αυτό θα πρέπει να είναι και το μέγιστο ποσό ΗΜ-ακτινοβολίας ή τιμών ΗΜ-πεδίου το οποίο θα πρέπει να μετράται στην περιοχή ενδιαφέροντος.



**Σχήμα 1.** Σχηματική απεικόνιση της περιοχής ολόσωμης απορρόφησης ΗΜ-ενέργειας για έναν ενήλικα, που βρίσκεται πλησίον κεραίας εκπομπής.

### **2.2.2. Χωρικές Μέσες Τιμές Πεδίου**

Εφόσον κατά τη διάρκεια ανίχνευσης μιας περιοχής όπου υπάρχει ΗΜ-πεδίο εντοπιστούν περιοχές με τιμές που υπερβαίνουν το WBP, τότε θα παρουσιάζονται περιοχές που θα υπερβαίνουν τις τιμές των ορίων στην περιοχή αυτή, επομένως θα είναι αναγκαία η αξιολόγηση των χωρικών μέσων τιμών του πεδίου.

Η χωρική κατανομή αυτή θα πρέπει να ολοκληρωθεί σε όλη την επιφάνεια του μέσου ανθρώπινου σώματος, ώστε να δώσει τις αντίστοιχες χωρικές μέσες τιμές πεδίου.

### **2.2.3. Χρονικές Μέσες Τιμές Πεδίου**

Τα όρια στα επίπεδα αναφοράς και τους βασικούς περιορισμούς εκφράζονται λαμβάνοντας υπόψη και τους χρόνους έκθεσης που τυπικά είναι είτε 6 λεπτά για την επαγγελματική έκθεση είτε 30 λεπτά για την έκθεση του γενικού πληθυσμού. Οι μέσοι όροι των χρόνων έκθεσης χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση του ρυθμού απορρόφησης ενέργειας ΗΜ-πεδίου κάθε ατόμου, έτσι ώστε η συνολική απορροφούμενη ενέργεια στο χρόνο έκθεσης που αναφέρθηκε παραπάνω, να μην υπερβαίνει τα όρια που περιγράφονται στους πίνακες 1, 2, 4 και 5. Αυτό έχει ως συνέπεια να μπορεί κάποιος που εκτίθεται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα σε πεδιακές τιμές που υπερβαίνουν τα όρια, να έχει μέσο όρο χρονικής έκθεσης που να βρίσκεται εντός των ορίων.

## **2.3. Αξιολόγηση της Έκθεσης**

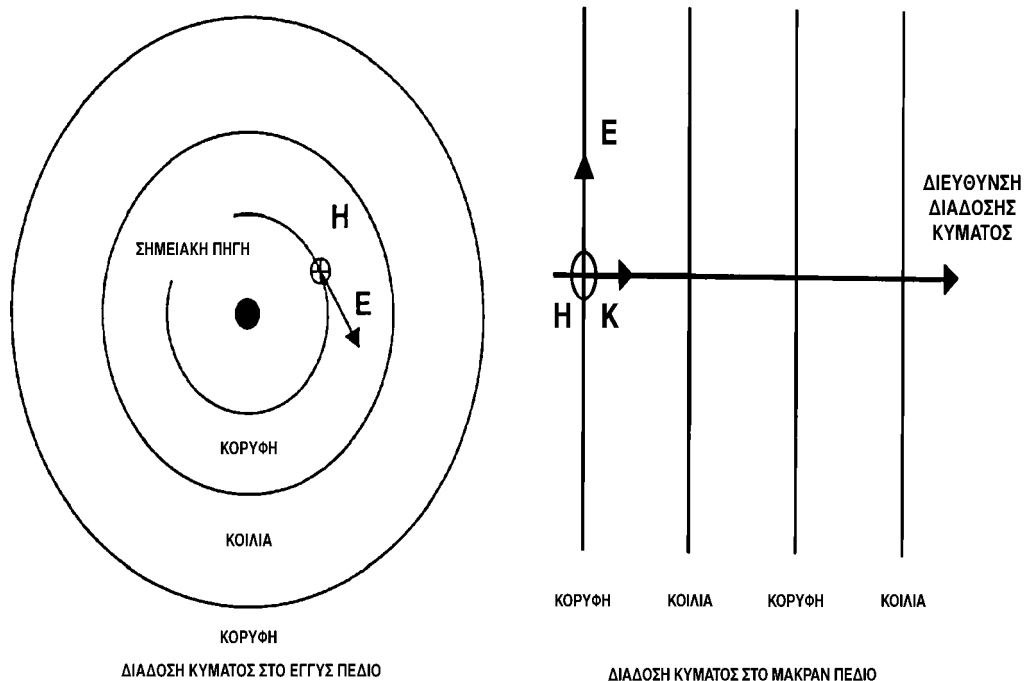
Η αξιολόγηση των επιπέδων ΗΜ-ακτινοβολίας μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση τόσο θεωρητικών μοντέλων όσο και με επί τόπου μετρήσεις. Η θεωρητική αξιολόγηση (μοντελοποίηση) ενός σημείου ό-

που βρίσκονται εγκατεστημένες κεραιές (ή μεμονωμένη κεραία) βοηθά τους ανθρώπους που θα ζήσουν και θα εργαστούν πέριξ των σημείων αυτών να αποφύγουν και να προφυλαχθούν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.

### 2.3.1. Θεωρητικός Υπολογισμός (RF Modeling)

Ο θεωρητικός υπολογισμός των πεδίων που εκπέμπονται από μια συγκεκριμένη κεραία εξαρτάται από πολλά στοιχεία. Κατ' ελάχιστον θα πρέπει να είναι διαθέσιμα στοιχεία όπως το κέρδος των κεραιοσυστημάτων, η ισχύς στην είσοδο αυτών, η κατεύθυνσή τους, η κλίση τους, το ύψος τοποθέτησής τους και τα χαρακτηριστικά εκπομπής τους, ώστε να μπορεί να υπολογιστεί θεωρητικά ο μη ελεύθερα προσπελάσιμος χώρος προς την κεραία για το γενικό πληθυσμό, αλλά και να καθοριστούν επιπρόσθετα μέτρα προφύλαξης για τους επαγγελματικά εργαζόμενους στη συγκεκριμένη κεραία.

Οποιαδήποτε κεραία εκπέμπει σφαιρικά κύματα στην κοντινή περιοχή γύρω από αυτή (εγγύς πεδίο), τα οποία γίνονται επίπεδα κύματα όταν περάσει κανείς στην περιοχή του μακράν πεδίου. Η περιοχή κοντά στην κεραία ονομάζεται «εγγύς πεδίο», ενώ η περιοχή όπου τα κύματα πλέον έχουν χαρακτηριστικά επιπέδου κύματος ονομάζεται «μακράν πεδίο». Στην περιοχή του εγγύς πεδίου τα χωρικά χαρακτηριστικά του κύματος είναι εξαιρετικά περίπλοκα, η δε ένταση του πεδίου αποσβένει με τυχαίο τρόπο καθώς απομακρυνόμαστε από την πηγή ( $r^{-1}$ ,  $r^{-2}$ ,  $r^{-3}$ ,...). Το μόνο συμπέρασμα που συνάγεται για το εγγύς πεδίο είναι ότι η ένταση του πεδίου ελαττώνεται καθώς αυξάνεται η απόσταση από την πηγή-κεραία.



**Σχήμα 2.** Διάδοση κύματος σε εγγύς και μακράν πεδίο πηγής

Αντιθέτως στην περιοχή του μακράν πεδίου η δέσμη εκπομπής από την κεραία διαδίδεται με ομαλό τρόπο και καθώς η απόσταση από την πηγή αυξάνεται, η ένταση της ακτινοβολίας ελαττώνεται με το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης ( $r^{-2}$ ). Η προσέγγιση μακρινού πεδίου είναι εκείνη στην οποία βασίζονται οι υπολογισμοί για την κάλυψη και την ένταση του σήματος από συγκεκριμένη κεραία. Αυτό γίνεται διότι οι υπολογισμοί στο εγγύς πεδίο και πολύπλοκοι είναι, αλλά επιπλέον δίνουν υπερεκτίμηση των πεδιακών τιμών. Το συνοριακό σημείο μεταξύ των δύο περιοχών (εγγύς πεδίου και μακράν πεδίου), χαρακτηρίζεται «Κομβικό σημείο» (Crossover point) και η σχέση που μας δίνει την απόσταση του συνοριακού αυτού σημείου είναι η ακόλουθη:

$$\frac{2 \pi r}{\lambda} > 1 \quad (1)$$

όπου:  $r$  η απόσταση από την πηγή - κεραία και

$\lambda$  το μήκος κύματος εκπομπής ΗΜ-ακτινοβολίας από την εν λόγω κεραία.

Ο τύπος αυτός δεν είναι τόσο εύχρηστος στον υπολογισμό του κομβικού σημείου, οπότε χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$\frac{2 D^2}{\lambda} \quad (2)$$

όπου:  $D$  το μέγεθος της κεραίας και

$\lambda$  το μήκος κύματος εκπομπής ΗΜ-ακτινοβολίας από την εν λόγω κεραία.

Για κατακόρυφα τοποθετημένες κεραίες με ομοιοκατευθυντική κατανομή ακτινοβολίας, στο εγγύς πεδίο, η απόσταση  $r$  του μη ελεύθερα προσπελάσιμου χώρου δίνεται από τον τύπο (3).

$$S = \frac{P}{2 \pi D r} \quad (3)$$

όπου:

$S$  η οριακή τιμή για την πυκνότητα ισχύος ( $W/m^2$ ) όπως ορίζεται στα επίπεδα Αναφοράς,

$D$  το μήκος της κεραίας (m),

$P$  η ισχύς εισόδου στην κεραία (W),

$r$  η απόσταση από την κεραία (m).

Στην περιοχή του μακράν πεδίου το πρότυπο ακτινοβολήσης είναι εξαιρετικά πιο σταθερό και δε μεταβάλλεται καθώς αυξάνεται η απόσταση από την κεραία. Η μέγιστη ακτινοβολούμενη ισχύς στην περίπτωση αυτή συσχετίζεται και εξαρτάται από το κέρδος της κεραίας.

Στο μακράν πεδίο η πυκνότητα ισχύος ελαττώνεται με το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης από την πηγή.

Θεωρώντας ομοιοκατευθυντική κατανομή ακτινοβολίας από την κεραία, η απόσταση  $r$  του μη ελεύθερα προσπελάσιμου χώρου δίνεται από τον τύπο (4)

$$S = \frac{PG}{4\pi r^2} = \frac{P 10^{0.1G}}{4\pi r^2} \quad (4)$$

όπου:

$S$  η οριακή τιμή για την πυκνότητα ισχύος ( $W/m^2$ ) όπως ορίζεται στα επίπεδα Αναφοράς,

$P$  η ισχύς εισόδου στην κεραία ( $W$ ),

$G$  το κέρδος της κεραίας ( $dBi$ ),

$r$  η απόσταση από την κεραία ( $m$ ).

Με βάση τους τύπους (3) και (4) μπορούν να γίνουν οι θεωρητικοί υπολογισμοί του μη ελεύθερα προσπελάσιμου χώρου γύρω από μια κεραία.

Οι υπολογισμοί αυτοί μπορεί να πραγματοποιηθούν και με χρήση διαφόρων υπολογιστικών λογισμικών (π.χ. EMF View) για την τρισδιάστατη κατανομή της ακτινοβολίας γύρω από ένα ΣΒ.

## 2.4 Κατηγοριοποίηση των Περιοχών ΗΜ-Ακτινοβολίας

Κατόπιν του θεωρητικού καθορισμού των επιπέδων ΗΜ-ακτινοβολίας, το επόμενο βήμα είναι η αξιολόγηση των περιοχών όσο αφορά την επικινδυνότητα. Η κατηγοριοποίηση των περιοχών χρησιμεύει στους μηχανικούς ασφαλείας ώστε να έχουν την πλήρη εποπτεία του χώρου περιμετρικά της κάθε κεραίας και επίσης να εξελίξουν διαδικασίες που να διασφαλίζουν ότι η έκθεση των εργαζομένων και του πληθυσμού παραμένει κάτω από τα όρια στις περιοχές όπου αυτοί κινούνται.

Η κατηγοριοποίηση των περιοχών περιμετρικά της κεραίας θα πρέπει να διακριθεί σε δύο κατηγορίες: στις περιοχές όπου περιγράφεται ο μη ελεύθερα προσπελάσιμος χώρος για το γενικό πληθυσμό και στις περιοχές όπου περιγράφονται οι χώροι που θα κινούνται αποκλειστικά και μόνο οι επαγγελματικά εκτιθέμενοι σε ΗΜ-ακτινοβολία.

Σε κάθε μια από τις δύο κατηγορίες περαιτέρω διάκριση των περιοχών επιτυγχάνεται με τη χρήση χρωματικού κώδικα, με τη βοήθεια του οποίου μπορούν να φανούν ξεκάθαρα οι περιοχές που δεν επιτρέπεται η προσπέλαση λόγω έντονων ΗΜ-πεδίων.

Στην κοντινή περιοχή και στο ύψος που είναι τοποθετημένες οι κεραίες ενός ΣΒ, συνήθως είναι αναγκαία η απαγόρευση της προσπέλασης του γενικού πληθυσμού προς αυτές. Η περιοχή αυτή συνήθως προφυλάσσεται από τοίχους, καμουφλάζ, περίφραξη ή από άλλα τεχνητά εμπόδια που απαγορεύουν την αναρρίχηση στον ιστό που βρίσκονται τοποθετημένες οι κεραίες. Μέσα από την περιοχή αυτή ορίζονται τρεις χρωματικές ζώνες, η κόκκινη, η κίτρινη και η πράσινη, που χαρακτηρίζουν και τα αντίστοιχα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας που υπάρχουν στην εκάστοτε περιοχή. Στο παρόν εγχειρίδιο θα αναλυθούν οι χρωματικές περιοχές που αφορούν τους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

#### **2.4.1 Πράσινη Ζώνη**

Ως πράσινη ζώνη για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους, χαρακτηρίζονται οι περιοχές εκείνες στις οποίες ο χρονικός και χωρικός μέσος όρος έκθεσης βρίσκεται κάτω από το 20% των επιπέδων αναφοράς για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους (Πίνακας 5). Οι περιοχές που χαρακτηρίζονται με αυτό το χρώμα εμπεριέχουν το μέγιστο βαθμό προστασίας για τον καθένα εργαζόμενο.

Στις περιοχές αυτές δεν υπάρχει ούτε χρονικός ούτε και χωρικός περιορισμός για την παραμονή των επαγγελματικά απασχολούμενων, ούτε φυσικά και ενδεικνυόμενα μέτρα προφύλαξης.



Τα άτομα που εργάζονται εντός της εν λόγω ζώνης δεν χρειάζονται κάποια ιδιαίτερη εκπαίδευση όσο αφορά την ΗΜ-ακτινοβολία. Ενδείκνυται η τοποθέτηση προειδοποιητικών επιγραφών στην περιοχή ή η προβολή ενημερωτικών ταινιών με τις απαραίτητες πληροφορίες ώστε να γίνει κατανοητή η επίδραση των ΗΜ-πεδίων στους ανθρώπους.

Τα σημεία κάτω από τους ιστούς που είναι τοποθετημένες οι κεραίες χαρακτηρίζονται ως πράσινες περιοχές. Αν κάποια σημεία διαπιστωθεί ότι έχουν τιμές επιπέδων ΗΜ-ακτινοβολίας εκτός των τιμών που προβλέπονται για την πράσινη ζώνη, θα πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες τροποποιήσεις και διορθώσεις στις περιοχές αυτές ώστε να εντάσσονται πλήρως στην πράσινη ζώνη.

Ορισμένες μέθοδοι για να επιτευχθεί αυτό, είναι οι ακόλουθες:

- Κατάλληλη ρύθμιση των πομποδεκτών που ευρίσκονται στην περιοχή. Αυτό περιλαμβάνει και την εγκατάσταση και ρύθμιση των κατάλληλων θωρακίσεων στην περιοχή.
- Αποφυγή τοποθέτησης ακτινοβολούντων μερών (κεραίες κλπ) εντός των χώρων τοποθέτησης του εξοπλισμού ή πολύ κοντά στο έδαφος (ύψος 1-2 μέτρα).
- Διασφάλιση ότι όλες οι μικροκυματικές ζεύξεις διευθύνονται σε άλλες κατευθύνσεις από αυτές που βρίσκονται οι εγκαταστάσεις.
- Κατάλληλη εγκατάσταση και χρήση συζευκτών και γραμμών μεταφοράς. Όταν χρησιμοποιούνται κυματοδηγοί που μεταφέρουν υψηλή ισχύ, θα πρέπει να εξετάζονται όσο αφορά τυχόν διαρροές ΗΜ-ακτινοβολίας.

#### 2.4.2 Κίτρινη Ζώνη

Ως κίτρινη ζώνη χαρακτηρίζεται κάθε περιοχή στην οποία ο χωρικός μέσος όρος ΗΜ-ακτινοβολίας κυμαίνεται μεταξύ 20% - 100% των οριακών τιμών για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους. Παρότι οι εντάσεις πεδίων εντός των περιοχών αυτών βρίσκονται εντός των αποδεκτών ορίων,

εντούτοις θα πρέπει να εφιστάται η προσοχή των ανθρώπων που πλησιάζουν σ' αυτές, επειδή σε πολύ κοντινές περιοχές αυτών πιθανώς να παρουσιάζονται υπερβάσεις ορίων.

Για τους λόγους αυτούς τα άτομα που κινούνται και εργάζονται εντός των περιοχών αυτών θα πρέπει να έχουν αυξημένη επαγρύπνηση και αντίληψη των επιπέδων έκθεσης. Φυσιολογικά δεν θα χαρακτηριστεί μια περιοχή ως κίτρινη χωρίς να υπάρχει μια περιοχή υψηλότερης ασφάλειας (πράσινη) στη γειτονική περιοχή. Το προσωπικό που δεν έχει υποστεί εκπαίδευση επικινδυνότητας στην ΗΜ-ακτινοβολία δεν θα πρέπει να προσεγγίζει τακτικά την περιοχή αυτή και μόνο το κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό μπορεί να εργάζεται σ' αυτή.

Για την ενημέρωση του προσωπικού που εργάζεται σε τέτοιες περιοχές, συνιστάται η ανάρτηση προειδοποιητικών σημάτων.

### 2.4.3 Κόκκινη Ζώνη

Ως κόκκινη ζώνη χαρακτηρίζεται κάθε περιοχή όπου τα επίπεδα της ΗΜ-ακτινοβολίας υπερβαίνουν το 100% των οριακών τιμών για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους. Η ύπαρξη κόκκινης ζώνης απαιτεί εξειδικευμένο χειρισμό τόσο σχεδιαστικά στη γύρω περιοχή όσο και με τη λήψη ειδικών μέτρων προφύλαξης (όπως π.χ. απαγόρευση της πρόσβασης στα σημεία αυτά). Ορισμένα μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν σε μια περιοχή κόκκινης ζώνης είναι τα ακόλουθα:

- Απαγόρευση της προσπέλασης
- Διακοπή λειτουργίας των πομποδεκτών κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης
- Έλεγχος του τύπου των κεραιών κατά το σχεδιασμό του σταθμού
- Ειδικός ανασχεδιασμός του σταθμού ώστε να ελαττωθούν οι ΗΜ-εκπομπές στην ευρύτερη περιοχή του
- Διεξαγωγή περιοδικών μετρήσεων και ανανέωση των συστημάτων ελέγχου

## 2.5. Χαρακτηρισμός Ζωνών

Το επίπεδο ΗΜ-ακτινοβολίας στο οποίο εκτίθεται ο κάθε εργαζόμενος καλείται έκθεση.

Το μέγεθος της έκθεσης κάθε εργαζομένου εξαρτάται από το εξωτερικό ΗΜ-πεδίο και από τη διάρκεια της έκθεσης. Τα δε χαρακτηριστικά εκπομπής ενός σταθμού - κεραιάς, χαρακτηρίζουν και το δυναμικό ΗΜ-εκπομπών του σταθμού. Η πλήρης γνώση των χαρακτηριστικών ενός σταθμού δίνει κατευθυντήριες γραμμές στην πρόβλεψη και πρόληψη επιπέδων ΗΜ-ακτινοβολίας που θα υπερβαίνουν τις οριακές τιμές. Έτσι βοηθούν τους σχεδιαστές ώστε μαζί με το σχεδιασμό του εκάστοτε σταθμού, να θεσπίσουν και κατάλληλες οδηγίες εργασίας για τους εργαζόμενους που εργάζονται συχνά σ' αυτόν.

### 2.5.1 Κτίρια

Κεραίες επάνω σε κτίρια συναντώνται σε πυκνές μεγαλουπόλεις όπου υπάρχουν αυξημένες ανάγκες για επικοινωνία. Κατά κανόνα χρησιμοποιούνται τα υψηλότερα από τα κτίρια της περιοχής και παρέχεται έτσι η δυνατότητα τοποθέτησης κεραιών σε υψηλά σημεία χωρίς να απαιτείται η χρήση μακρών γραμμών μεταφοράς ενέργειας (όπως στην περίπτωση ενός πύργου τηλεπικοινωνιών). Το οίκημα που θα στεγάζει τους πομποδέκτες θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στην κεραία, κάτι που ελαττώνει τις απώλειες μεταξύ κεραιάς και πομποδέκτη, επιτυγχάνοντας έτσι να φτάνει το μέγιστο δυνατό ποσό ισχύος στην κεραία. Η αυξημένη ισχύς θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων ΗΜ-ακτινοβολίας περιμετρικά της κεραιάς. Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την εκπεμπόμενη ΗΜ-ενέργεια είναι η συχνότητα εκπομπής, η ισχύς εισόδου στην κεραία και το ύψος τοποθέτησης της κεραιάς. Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς εισόδου στην κεραία, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το πεδίο που θα εκπέμπεται περιμετρικά αυτής.

Συνήθως οι κεραιές στηρίζονται σε σωληνοκατασκευές στην οροφή των κτιρίων και σε ύψος από 3 μέτρα και πάνω από το επίπεδο της οροφής. Ο οριζόντιος διαχωρισμός των κεραιών μπορεί κατ' ελάχιστον να είναι 2,5 μέτρα, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα τοποθέτησης μεγαλύτερου αριθμού κεραιών στις οροφές των κτιρίων, αφήνοντας όμως λίγο διαθέσιμο χώρο στους εργαζόμενους στη συντήρηση των κεραιοσυστημάτων. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό κάθε κεραιάς, ώστε οι εργαζόμενοι που θα πάνε να αλλάξουν μια κεραιά, ένα καλώδιο ή να εκτελέσουν εργασίες συντήρησης, να μην υπερεκτίθενται σε ΗΜ-ακτινοβολία από τις κεραιές που γειτνιάζουν με την εν λόγω.

### 2.5.2 Πύργοι

Οι πύργοι είναι βάσεις στήριξης κεραιών μεγάλου ύψους που μπορούν να εγκατασταθούν είτε σε αστικές περιοχές είτε στην ύπαιθρο (κυρίως). Η φυσική χρήση των πύργων είναι η ανύψωση του επιπέδου τοποθέτησης των κεραιών ώστε να βελτιώνεται η περιοχή κάλυψης. Οι πύργοι έχουν ύψος από 25 μέτρα έως και 150 μέτρα (πύργοι ραδιοσταθμών). Οι πύργοι μπορεί να έχουν τοποθετημένες πάνω τους διάφορες κεραιές (π.χ. τηλεπικοινωνιακές κεραιές, κεραιές ραδιοτηλεοπτικών σταθμών, μικροκυματικές ζεύξεις).

Όσον αφορά την εκπεμπόμενη ΗΜ-ακτινοβολία, οι πύργοι που στηρίζουν κεραιές κινητής τηλεφωνίας τύπου panel εκθέτουν το προσωπικό που εργάζεται σ' αυτούς σε μικρότερες ποσότητες ΗΜ-ακτινοβολίας σε σχέση με τους πύργους ραδιοτηλεοπτικών σταθμών, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο λοβός ακτινοβολίας της κεραιάς διευθύνεται σε άλλη κατεύθυνση από το εσωτερικό του πύργου όπου βρίσκεται ο εργαζόμενος. Υπάρχει σημαντική διαφορά στην εκπεμπόμενη ισχύ μεταξύ του εμπρόσθιου και του οπίσθιου μέρους της κεραιάς, διαφορά που μπορεί να φτάσει και στα 30 dB. Εξάλλου στη βάση του πύργου τα επίπεδα

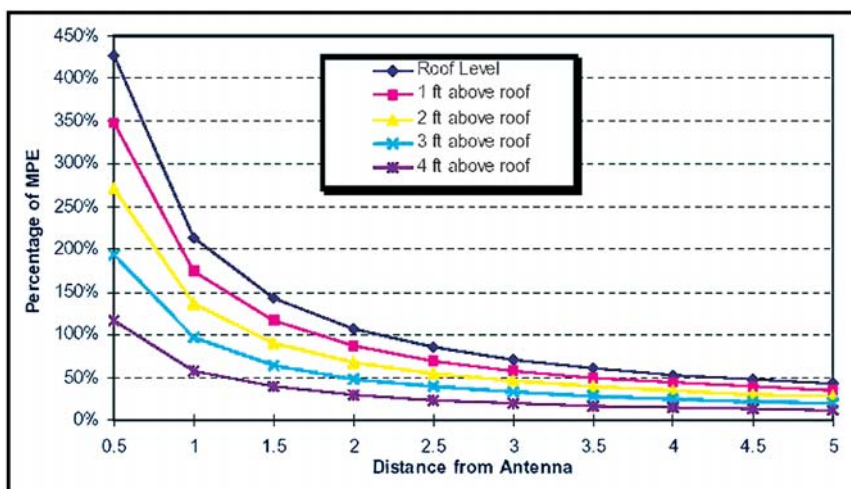
ΗΜ-ακτινοβολίας είναι χαμηλά, διότι η απόσταση που έχει να διανύσει το κύμα από την κεραία έως να συναντήσει το έδαφος, είναι αρκετά μεγάλη.

Αν στον πύργο είναι τοποθετημένες ομοιοκατευθυντικές κεραίες ή κεραίες ραδιοσταθμών ή τηλεοπτικών σταθμών, τότε οι εργαζόμενοι πρέπει να λάβουν πρόσθετα μέτρα προφύλαξης διότι είναι πολύ πιθανό να εισέρχονται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται ως κόκκινες ζώνες.

### 3. Σχεδιαστικές Θεωρήσεις

#### 3.1 Ύψος Τοποθέτησης Κεραιών

Μια συνήθης τεχνική για την ελάττωση των αναμενόμενων επιπέδων ΗΜ-ακτινοβολίας σε μεγάλου μήκους οροφές είναι η τοποθέτηση των κεραιών σε ανυψωμένους ιστούς πάνω από αυτές. Η αύξηση του ύψους τοποθέτησης των κεραιών σε σχέση με το επίπεδο της οροφής, έχει σαν αποτέλεσμα να ελαττωθεί η πυκνότητα ισχύος στην οποία εκτίθεται ο εργαζόμενος στην οροφή του κτιρίου, αφού με τον τρόπο αυτό ανυψώνονται οι λοβοί ακτινοβολίας. Αυτό απεικονίζεται σχηματικά στο σχήμα 3.



Σχήμα 3. Επίπεδο έκθεσης (% των οριακών τιμών για επαγγελματικά εκτιθέμενους), σε σχέση με το ύψος τοποθέτησης της κεραιάς από την οροφή κτιρίου.

### 3.2 Τοποθέτηση των κεραιών σε προεκτάσεις των ιστών στήριξης

Οι εργολάβοι που κατασκευάζουν τις κεραιές και οι συντηρητές που αναρριχώνται σ' αυτές, είναι υποχρεωμένοι να διέλθουν από ΗΜ-πεδία που δημιουργούν άλλες ενεργές κεραιές που βρίσκονται εγκατεστημένες είτε πάνω στον ίδιο ιστό είτε σε ιστούς που βρίσκονται στη γειτονική περιοχή. Οι κεραιές που είναι τοποθετημένες σε μικρού μήκους υποδέκτες ή είναι στερεωμένες απευθείας πάνω στους ιστούς εκθέτουν σε μεγαλύτερες τιμές ΗΜ-ακτινοβολίας τους εναερίτες που αναρριχώνται σ' αυτούς. Σχεδιαστικά ενδείκνυται ως πρακτική η τοποθέτηση των ομοιοκατευθυντικών κεραιών στην κορυφή του ιστού και σε ύψος τουλάχιστον 1,5 μέτρο από το ανώτατο σημείο που δύναται να προσεγγίσει ο τεχνικός. Για δε τις κεραιές τύπου panel ενδείκνυται η τοποθέτησή τους σε υποδέκτες που τις απομακρύνουν από το κύριο σώμα του ιστού.

### 3.3 Συνεγκατάσταση με κεραιές ραδιοτηλεοπτικών σταθμών

Στις περιοχές όπου υπάρχει συνεγκατάσταση ή συνύπαρξη με γειτονικούς ραδιοφωνικούς ή τηλεοπτικούς σταθμούς, είναι πολύ πιθανή η ύπαρξη ΗΜ-πεδίων είτε από τους κύριους είτε από τους πλευρικούς λοβούς των κεραιών αυτών. Στις περιοχές όπου υπάρχουν μόνο κεραιές ραδιοτηλεοπτικών σταθμών, μόνο αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των νέων σταθμών. Στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν και άλλες εγκαταστάσεις, όπως κεραιές κινητής τηλεφωνίας, οι συνεισφορές από τις κεραιές αυτές θα πρέπει να συνυπολογισθούν. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να υπολογισθεί η συνεισφορά από κάθε μια κεραία χωριστά και στη συνέχεια να αθροιστούν όλες οι συνεισφορές ώστε να ληφθεί το συνολικό ποσό ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στην περιοχή. Τα πεδία που δημιουργούν οι κεραιές των ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών λειτουργούν ως «κουβέρτα» που καλύπτει ολόκληρη την περιοχή. Για να μπορέσει να γίνει σωστός ηλε-

κτρομαγνητικός σχεδιασμός όσο αφορά τους εργαζομένους στην περιοχή, θα πρέπει να εκτιμηθεί η συνεισφορά των ραδιοτηλεοπτικών σταθμών ως ποσοστό των ορίων έκθεσης για τους επαγγελματικά απασχολούμενους, ώστε το υπόλοιπο ποσοστό να είναι αυτό ως προς το οποίο θα πρέπει να σχεδιαστούν οι νέοι σταθμοί για να μην εμφανίζονται υπερβάσεις ορίων. Έτσι π.χ. αν μια κεραία ραδιοφωνικού σταθμού έχει εκπομπές όσο το 15% των ορίων, οι νέοι σταθμοί που θα σχεδιαστούν στην περιοχή θα πρέπει να έχουν ΗΜ-εκπομπές που δεν υπερβαίνουν το υπόλοιπο 85% του ορίου. Έτσι στις περιοχές που εμφανίζεται συνύπαρξη σταθμών, θα πρέπει οι σχεδιαστές των σταθμών να συνεργάζονται ώστε να επιτυγχάνεται ο ως άνω αναφερόμενος στόχος. Αν πάλι πρόκειται για περιοχές όπου υπάρχουν ήδη κεραίες ραδιοτηλεοπτικών σταθμών, τότε θα πρέπει να διεξαχθούν συστηματικές μετρήσεις ώστε να υπολογιστούν πλήρως οι συνεισφορές από τις κεραίες αυτές πριν να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός και ο έλεγχος συμμόρφωσης νέων σταθμών που πρόκειται να εγκατασταθούν στην περιοχή.

Για τους εργαζόμενους που εργάζονται σε μια περιοχή όπως περιγράφεται παραπάνω θα πρέπει να ληφθούν ιδιαίτερες προφυλάξεις. Αν ο εργαζόμενος είναι αναγκαίο να αναρριχηθεί στον ιστό, μέσα στο πεδίο που δημιουργούν οι ραδιοτηλεοπτικές κεραίες, θα πρέπει να έχουν γίνει συντονισμένες ενέργειες εκ των προτέρων ώστε να ελαττωθεί η ισχύς εκπομπής από την κεραία του σταθμού κατά τη διάρκεια των εργασιών. Στην περίπτωση τώρα που ο εργαζόμενος απαιτηθεί να κινηθεί εντός κόκκινης ζώνης (δηλαδή περιοχής όπου οι ΗΜ-εκπομπές υπερβαίνουν το 100% των ορίων), τότε θα πρέπει να ληφθούν ειδικές προφυλάξεις, όπως χρήση προστατευτικού ρουχισμού, κλπ.

### **3.4 Εγκατάσταση Κατευθυντικών Κεραίων**

Κεραίες που παρουσιάζουν κατευθυντικότητα σε οριζόντιο επίπεδο, εμφανίζουν ένα εστιασμένο προφίλ για μέγιστη κάλυψη σε μια συγκεκρι-



μένη περιοχή. Ακόμα και στο εγγύς πεδίο στο μπροστινό επίπεδο εκπομπής της δέσμης της κεραίας, τα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας μπορούν να είναι σημαντικά υψηλότερα από τα αντίστοιχα επίπεδα στο πίσω μέρος της κεραίας ή πλευρικά αυτής. Προσοχή πρέπει να δοθεί στην περιοχή και τη διεύθυνση εκπομπής της κεραίας. Οι κατευθυντικές κεραίες υψηλής ισχύος πρέπει να τοποθετούνται κατά τρόπο ώστε η ενέργεια που εξέρχεται από αυτές να διεθύνεται σε σημεία τέτοια ώστε ο χώρος που εργάζονται οι επαγγελματικά εκτιθέμενοι στην κεραία να τηρεί τα όρια εκπομπών ΗΜ-ακτινοβολίας επαγγελματικά απασχολούμενων.

Επιπλέον οι κατευθυντικές κεραίες υψηλής ισχύος θα πρέπει να τοποθετούνται σε σημεία που να μη δημιουργούν εκπομπές ακτινοβολίας πάνω από τα όρια για το γενικό πληθυσμό, στις περιοχές που αυτός κινείται.

### 3.5 Επιλογή Κεραιών

Η επιλογή της κεραίας είναι σημαντική διότι συσχετίζεται απευθείας με τα εκπεμπόμενα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας από αυτή. Η απαίτηση για τοποθέτηση περισσότερων κεραιών σε ένα δεδομένο χώρο, οδήγησε στο σχεδιασμό νέων τύπων κεραιών. Σήμερα με την τεχνολογία που υπάρχει διαθέσιμη είναι δυνατό κάτω από το ίδιο κάλυμμα να συνυπάρχουν περισσότερες από μια κεραίες. Το μήκος του ανοίγματος της κεραίας επηρεάζει την πυκνότητα ισχύος που δημιουργείται. Υπενθυμίζεται ότι κοντά στην κεραία η πυκνότητα ισχύος σχετίζεται με την επιφάνεια ενός κυλίνδρου που περικλείει την κεραία. Έτσι αν η επιφάνεια του κυλίνδρου υποτριπλασιαστεί, η πυκνότητα ισχύος θα τριπλασιαστεί. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η έκθεση των εργαζομένων στην περιοχή σε ΗΜ-ακτινοβολία. Το πρόβλημα αυτό λύνεται εν μέρει αν χρησιμοποιηθεί κοινός ιστός στήριξης για τις κεραίες, οπότε μικραίνει η περιοχή που χρήζει προστασίας.

Σε μια καθορισμένη περιοχή υπάρχει περιορισμένος αριθμός κεραιών που μπορούν να τοποθετηθούν. Για να αυξηθεί ο αριθμός αυτός θα πρέπει οι σχεδιαστές να βρουν μεθόδους ώστε να συνδυάσουν ή να αυξήσουν τις κεραιές που μπορούν να τοποθετηθούν εκεί. Στις περιπτώσεις αυτές οι σχεδιαστές θα πρέπει να μεριμνήσουν ώστε οι κεραιές που συνδέονται σε πομποδέκτες με τη χαμηλότερη ισχύ να τοποθετούνται στα κατώτερα σημεία των ιστών ή των συνδυασμένων κεραιών.

### **3.6 Πυκνότητα Τοποθέτησης Κεραιών**

Σε μια περιοχή όπου βρίσκονται τοποθετημένες πολλές κεραιές, παρότι μπορεί η κάθε κεραία να έχει εκπομπές κάτω από τα όρια για την επαγγελματική έκθεση, είναι πιθανό ο συνδυασμός όλων των κεραιών να παράγει επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας που να υπερβαίνουν τα εν λόγω όρια. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να το συναντήσει κανείς συχνά στα πάρκα κεραιών.

Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να ληφθούν ορισμένα μέτρα προφύλαξης των επαγγελματικά απασχολουμένων και να υιοθετηθούν τεχνικές προστασίας. Αυτές οι τεχνικές μπορεί να εμπεριέχουν προστατευτικό ρουχισμό για ΗΜ-πεδία, ανασχεδιασμό των ακτινοβολούντων διατάξεων (κεραίες κλπ), ή ακόμα και παύση λειτουργίας του συγκεκριμένου σταθμού όταν εκτελούνται εργασίες επισκευής ή συντήρησης.

### **3.7 Τεκμηρίωση Σταθμού Βάσης**

Κάθε αξιολόγηση ενός σταθμού βάσης (κεραίας) είναι τόσο αξιόπιστη όσο αξιόπιστα είναι τα στοιχεία που ελήφθησαν υπόψη κατά την αξιολόγηση αυτή. Η έγγραφη τεκμηρίωση των στοιχείων μιας κεραίας είναι πάρα πολύ σημαντική και θα πρέπει να γίνεται με βάση μια τυποποιημένη μέθοδο. Για την ανάλυση των ΗΜ-πεδίων ενός σταθμού βάσης υπάρχουν δύο μέθοδοι τεκμηρίωσης. Οι τρόποι αυτοί περιγράφονται στη συνέχεια.

### 3.7.1. Αντικειμενική Τεκμηρίωση

Η αντικειμενική τεκμηρίωση είναι αυτή που δίνει μια ακριβή εικόνα της κατάστασης του σταθμού. Η αντικειμενική τεκμηρίωση μπορεί να χρησιμοποιείται από τους μηχανικούς-επιστήμονες για σκοπούς άλλους εκτός από την εκτίμηση ηλεκτρομαγνητικής επικινδυνότητας.

Η κατάλληλη τεκμηρίωση απαιτεί αναλυτική περιγραφή των πομποδεκτών, καλωδίων, κεραιών και της τοποθεσίας του ιστού. Αυτό προϋποθέτει τα ακόλουθα:

- Συχνότητα εκπομπής ανά τοποθετημένη κεραία
- Ισχύς εξόδου πομπού
- Απώλειες μεταξύ πομπού και κεραίας
- Χαρακτηριστικά & προδιαγραφές κεραίας
- Τοποθέτηση & διαχωρισμός κεραίας
- Χαρακτηριστικά χρόνου λειτουργίας
- Περιοχές όπου εργάζεται προσωπικό
- Διάταξη του πεδίου γύρω από την κεραία (διάκριση σε πύργο ή οροφή κτιρίου)

### 3.7.2. Κατηγοριοποίηση της Τεκμηρίωσης

Ο προσδιορισμός της συνδεσμολογίας κάθε πομποδέκτη με κάθε κεραία σε κάθε σταθμό βάσης, είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που πολλές φορές δεν είναι αναγκαία. Η κατηγοριοποίηση της τεκμηρίωσης αναπτύσσεται με τον προσδιορισμό του συνδυασμού καλωδίου με τις μικρότερες απώλειες, με τον πομπό με την υψηλότερη ισχύ εκπομπής σε κάθε συγκεκριμένη συχνοτική περιοχή. Τότε υποτίθεται ότι όλες οι κεραίες στην συχνοτική αυτή περιοχή διαθέτουν αυτό τον συνδυασμό για υπολογισμό της εκπεμπόμενης ισχύος.

Μια προσέγγιση της χειρότερης δυνατής επιβάρυνσης από πλευράς ΗΜ-ενέργειας, είναι δυνατόν να καθοριστεί αν είναι γνωστή η συχνότη-

τα εκπομπής, ο χωρικός διαχωρισμός των κεραιών, το ύψος και τα χαρακτηριστικά εκπομπής της κάθε κεραίας που είναι τοποθετημένη στον ιστό. Αν αυτός ο προκαταρκτικός υπολογισμός αποδειχτεί ότι συμμορφώνεται με τα όρια για τις ΗΜ-εκπομπές, τότε η πραγματική περίπτωση θα παρουσιάζει συμμόρφωση με τις εν λόγω προδιαγραφές. Συνεπώς, αυτή η εκτίμηση της χειρότερης δυνατής ΗΜ-επιβάρυνσης θα καταδείξει αν απαιτείται πιο λεπτομερής αξιολόγηση και εκτίμηση της περίπτωσης. Οι υπολογισμοί όμως αυτοί θα πρέπει να γίνονται από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό ώστε να βεβαιώνεται η ορθότητά τους.

Η διαδικασία θεωρητικού υπολογισμού δεν θα δώσει τις ακριβείς τιμές πεδίων που θα αντιμετωπισθούν στο πραγματικό περιβάλλον, όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των σημείων που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης με τη διενέργεια επί τόπου μετρήσεων και τη συλλογή πραγματικών στοιχείων.

## **4. Πρακτικές Εργασίας**

Ο τρόπος με τον οποίο διαχειρίζεται, ελέγχεται και λειτουργεί κάθε σημείο τοποθέτησης κεραίας, σχετίζεται απευθείας με την ποιότητα του σημείου.

Ο παραπάνω τρόπος θα πρέπει πρώτιστα να λαμβάνει υπόψη ότι οι πελάτες των τηλεπικοινωνιακών εταιρειών αναζητούν πρώτιστα την αδιάλειπτη και ποιοτική επικοινωνία. Έτσι μαζί με αυτή την παράμετρο θα πραγματοποιείται ο σχεδιασμός ενός σημείου τοποθέτησης κεραίας.

### **4.1 Επιβεβαίωση Εκπαίδευσης & Ικανοτήτων Προσωπικού**

Εξαιρετικά σημαντικό χαρακτηριστικό για την εμπλοκή ενός εργαζομένου με την κατασκευή ή επισκευή ενός σταθμού βάσης, είναι η επιβεβαίωση ότι διαθέτει την κατάλληλη εκπαίδευση και τις αντίστοιχες δεξιότητες για τη διαχείριση ενός σημείου που βρίσκεται εγκατεστημένος ένας σταθμός βάσης.

Όλοι οι εργαζόμενοι και υπεργολάβοι θα πρέπει να έχουν αντίληψη επικινδυνότητας των ΗΜ-ακτινοβολιών και να επιδεικνύουν συμμόρφωση με τα πρότυπα κατασκευής του κάθε σταθμού. Όλοι οι υπεργολάβοι πρέπει να είναι εξαιρετικά καταρτισμένοι στον τομέα τους και θα πρέπει να γνωρίζουν καλά την κείμενη νομοθεσία. Χωρίς την περιοδική εκπαίδευση των εργαζομένων αυτών, ο κάθε εργαζόμενος ή υπεργολάβος δεν δύναται να βρίσκεται στην αιχμή των αλλαγών στην τεχνολογία υλικού και στις νομοθετικές αλλαγές.

## 4.2 Έλεγχος Φυσικής Πρόσβασης στην Περιοχή της Κεραίας

Στις περιοχές όπου βρίσκονται τοποθετημένες κεραίες θα πρέπει να εφαρμόζεται έλεγχος πρόσβασης. Ελάχιστη απαίτηση είναι ο περιορισμός της πρόσβασης στο σύνολο των εγκαταστάσεων (ιστούς, μηχανήματα) και το κλείδωμα αυτών. Στις περισσότερες περιπτώσεις η πρόσβαση στους ιστούς που είναι στερεωμένες οι κεραίες δεν πρέπει να επιτρέπεται παρά μόνο σε πολύ εξειδικευμένο προσωπικό. Ακόμα και αν επιτρέπεται η προσπέλαση στη γενική περιοχή του σταθμού βάσης, θα πρέπει να περιορίζεται αυστηρά η προσπέλαση στον ιστό (και πολύ περισσότερο η αναρρίχηση σ' αυτόν). Η αναρρίχηση στον ιστό απαγορεύεται στο γενικό πληθυσμό και σε μη εξειδικευμένο προσωπικό. Θα πρέπει να περιορίζεται με τη χρήση ειδικών κιγκλιδωμάτων καθώς και ειδικών καλύπτρων (καμουφλάζ).

Οι τεχνικοί που προβλέπεται να αναρριχώνται στους ιστούς θα πρέπει να έχουν λάβει εκπαίδευση για ασφαλή αναρρίχηση και επίσης να είναι εκπαιδευμένοι σε θέματα ΗΜ-ασφάλειας.

Το ιδανικό σενάριο θα είναι, το κάθε σημείο τοποθέτησης ιστού να είναι εφοδιασμένο με σύστημα ελέγχου πρόσβασης με μαγνητική κάρτα ώστε να ελέγχεται πλήρως ποιος και πότε επισκέφτηκε το σταθμό, το χρονικό διάστημα που παρέμεινε εκεί και τι εργασίες εκτέλεσε κατά την εκεί παραμονή του.

## 4.3 Τακτική Ελέγχου

Η πολιτική ελέγχου των σημείων που είναι τοποθετημένοι ιστοί και σταθμοί βάσης ενθαρρύνεται έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι στο χώρο τηρούνται οι προδιαγραφές ασφαλείας που σχετίζονται με τις ΗΜ-εμπομπές. Θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε όλοι οι εμπλεκόμενοι σε ένα σταθμό βάσης να κατανοούν, να συμμορφώνονται και να υποστηρίζουν την τακτική ελέγχου σ' αυτόν. Θα πρέ-

πει να απαγορεύεται η προσπέλαση στο σταθμό σε οποιονδήποτε δε συμμορφώνεται με την τακτική αυτή.

#### **4.4 Αλληλουχία Αρμοδιοτήτων και Απαιτήσεις Αναφορών**

Σε κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να υπάρχουν βιβλία καταγραφής δραστηριοτήτων και εγχειρίδια λειτουργιών. Αυτά τα εγχειρίδια θα πρέπει να περιγράφουν επιγραμματικά την πολιτική και τις διαδικασίες για κάθε σταθμό βάσης, συμπεριλαμβανομένου και ενός καταλόγου με επαφές (τηλεφωνικές επαφές και πρόσωπα) και σημειώσεις για περιπτώσεις ανάγκης. Κάθε πρόσθετη πληροφορία για εξειδικευμένες κατασκευές στο σταθμό βάσης (π.χ. ύπαρξη γραμμών υψηλής τάσης) θα πρέπει επίσης να καταγράφεται στα εγχειρίδια του σταθμού.

#### **4.5 Κατανόηση Αρμοδιοτήτων σε Περιοχές όπου Συνυπάρχουν και άλλοι ιστοί**

Σε ορισμένες περιπτώσεις η εργασία στην περιοχή ενός σταθμού καθώς και η διαχείριση αυτού εμπλέκει και άλλους φορείς - οργανισμούς. Αυτές οι περιπτώσεις είναι περιπτώσεις συνεγκατάστασης σταθμών είτε πάνω σε κτίρια είτε σε περιοχές όπου συνυπάρχουν πολλές κεραιές με διαφορετικές εφαρμογές (πάρκα κεραιών). Σε κάθε περίπτωση που κάποιος από τους γειτονικούς σταθμούς αποφασίσει να μεταβάλλει κάποιο χαρακτηριστικό του, αυτό θα έχει ως συνέπεια τη μεταβολή στα χαρακτηριστικά των προδιαγραφών ασφαλείας και λειτουργίας που ισχύουν και για το συγκεκριμένο σταθμό. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να καταβληθεί από κοινού προσπάθεια ώστε να εκδοθούν ενοποιημένες οδηγίες ασφαλείας και λειτουργίας που να αφορούν όλους τους σταθμούς βάσης που βρίσκονται στην περιοχή ενδιαφέροντος.

Αυτό διασφαλίζει ότι οποιαδήποτε μεταβολή συμβαίνει στην περιο-

χή επηρεάζει από κοινού όλους τους σταθμούς που βρίσκονται εκεί, οι οποίοι θα μεταβάλλουν συνακόλουθα τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους. Τα μέτρα προστασίας θα πρέπει να συντονίζονται ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής διεξαγωγή εργασιών συντήρησης στους ιστούς και στους πύργους. Όταν στην περιοχή βρίσκονται και άλλοι πομποί, τότε κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης είτε ελαττώνεται η ισχύς τους, είτε διακόπεται η λειτουργία τους, είτε περιορίζεται ο χρόνος πραγματοποίησης εργασιών στην περιοχή ώστε να διασφαλιστεί ότι τηρούνται οι προδιαγραφές ασφαλείας όσο αφορά τις ΗΜ-εκπομπές.

#### **4.6 Γενικές Διαδικασίες**

Οι γενικές διαδικασίες - οδηγίες συσχετίζονται με τις φυσιολογικές πρακτικές που είναι κοινές για όλους τους σταθμούς.

Αντίγραφα των διαδικασιών - οδηγιών αυτών πρέπει να βρίσκονται σε κάθε σταθμό βάσης σε θήκη, με την ονομασία «Οδηγίες για την ασφαλή εργασία σε περιβάλλον ραδιοσυχνοτήτων». Αυτές οι οδηγίες συνίστανται στα ακόλουθα:

##### **4.6.1 Όλοι οι Εργαζόμενοι θα Πρέπει να Έχουν Λάβει Εκπαίδευση Προστασίας από ΗΜ-πεδία**

Όλοι οι εργαζόμενοι οι οποίοι εισέρχονται σε περιοχές που αποτελούν ελεγχόμενους χώρους ΗΜ-πεδίων θα πρέπει να κατανοούν την επικινδυνότητα καθώς και τα βήματα που θα πρέπει να ακολουθήσουν ώστε να ελαττώσουν την έκθεσή τους σε ΗΜ-πεδία. Η ενημέρωση σε τέτοιου είδους θέματα τίθεται ως προαπαίτηση για όλους τους επαγγελματικά εκτιθέμενους - εργαζόμενους.

Οι εργαζόμενοι που συγκαταλέγονται σ' αυτή την κατηγορία είναι οι σχεδιαστές των σταθμών (planners), οι τεχνικοί συντήρησης, οι άνθρω-



ποι που σχετίζονται με την ΗΜ-ασφάλεια, το προσωπικό που ασχολείται με την πρόσκτηση θέσεων και επισκέπτεται συχνά σημεία όπου λειτουργούν ήδη σταθμοί βάσης και οι κατασκευαστές των σταθμών βάσης.

Ενημερωτικές εκπαιδεύσεις εφιστούν την προσοχή των εργαζομένων στις πιθανές εκθέσεις σε ΗΜ-ακτινοβολία και υποβοηθούν στη συμμόρφωση με τα κείμενα όρια εκπομπών. Η ενημέρωση μπορεί να έχει διάφορες μορφές όπως προβολές κινηματογραφικών αρχείων, σεμινάρια σε ομάδες εργαζομένων και ανεπίσημες συζητήσεις ειδικών και εργαζομένων.

#### **4.6.2 Οι Εργαζόμενοι θα Πρέπει να Έχουν Κατάλληλη Εξουσιοδότηση Προσπέλασης στο Σταθμό**

Στην περιοχή του κάθε σταθμού μπορούν να προσεγγίζουν χωρίς συνοδεία μόνο οι εργαζόμενοι που έχουν λάβει κατάλληλη εκπαίδευση και κατανοούν απολύτως την εκάστοτε ΗΜ-περίπτωση και τις λοιπές προδιαγραφές ασφαλείας που σχετίζονται με την εκεί διεξαγωγή εργασιών.

Όταν γενικός πληθυσμός ή ανεκπαιδευτοί εργαζόμενοι επιθυμούν να προσεγγίσουν την περιοχή ενός σταθμού τότε απαιτείται η παρουσία εκπαιδευμένων συνοδών.

#### **4.6.3 Οι Εργαζόμενοι θα Πρέπει να Υπακούουν στην Ενδεικτική Σήμανση**

Η τοποθέτηση προειδοποιητικών πινακίδων σήμανσης διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη βαθμονόμηση και κατηγοριοποίηση επικινδυνότητας μιας περιοχής. Όλες οι προειδοποιητικές πινακίδες παίζουν καθοριστικό ρόλο σε οποιοδήποτε πρόγραμμα ασφαλείας. Οι πινακίδες αυτές παίζουν σημαντικό ρόλο στη μεταφορά μηνυμάτων που σχετίζονται άμεσα με την ασφαλή ή μη εργασία σε μια περιοχή.

Έτσι για παράδειγμα, σε μια περιοχή μπορεί να τοποθετηθεί πινακίδα «Απαγορεύεται η Είσοδος», όταν οι κεραιές βρίσκονται σε λει-

τουργία. Στην περιοχή αυτή σημαίνει ότι εμφανίζονται υπερβάσεις των ορίων.

Ανάλογα με το είδος σήμανσης που βρίσκεται τοποθετημένη ανά περίπτωση μπορεί να απαιτείται οι εργαζόμενοι να χρησιμοποιούν ειδικό προστατευτικό ρουχισμό για ΗΜ-πεδία.

#### **4.6.4 Πάντοτε τίθεται η υπόθεση ότι οι κεραιές είναι ενεργές**

Επειδή οι περισσότερες εκπομπές ραδιοεπικοινωνιών είναι διακοπόμενες, το καθεστώς λειτουργίας πολλών πομπών εκπομπής σε μια συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να είναι άγνωστο. Για το λόγο αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό να υποθέτει κανείς ότι όλες οι κεραιές είναι ενεργές και με βάση αυτό να καθορίζει μια ασφαλή απόσταση εργασίας για κάθε μια από αυτές. Μόνο με τη χρήση εξειδικευμένης οργάνολογίας (πεδιόμετρα) μπορεί να ανιχνεύσει κανείς την παρουσία ή μη ΗΜ-ακτινοβολίας και συνεπώς να καθορίσει αν μια κεραία είναι ενεργή σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή όχι. Εξαιρετική προσοχή θα πρέπει να δοθεί στη χρονική στιγμή διεξαγωγής των μετρήσεων, αναφορικά με το χρόνο εργασίας. Χρονική διαφορά μεταξύ των δύο αυτών εργασιών μπορεί να σημαίνει αλλαγή στο καθεστώς λειτουργίας των κεραιών στην περιοχή.

#### **4.6.5 Πριν την έναρξη εργασιών στο χώρο όπου βρίσκονται κεραιές, αν είναι δυνατό να ειδοποιούνται οι ιδιοκτήτες των κεραιών ώστε να απενεργοποιούν τους πομπούς**

Πριν την έναρξη εργασιών σε μια περιοχή με κεραιές, θα ήταν ιδανικό να απενεργοποιηθεί το σύνολο των κεραιών. Αυτό γίνεται δυνατό μόνο εφόσον είναι γνωστοί οι ιδιοκτήτες των κεραιών και εμφανίσουν προθυμία να συνεργασθούν. Η συνεργασία αυτή μπορεί να σημάνει εκτροπή στις ώρες που θα πρέπει να εκτελεστούν οι εργασίες στις κεραιές, ώ-

στε αυτές να απενεργοποιηθούν (π.χ. νυχτερινή εργασία). Ωστόσο πολλοί σταθμοί είτε είναι αδύνατο να απενεργοποιηθούν είτε οι ιδιοκτήτες τους είναι άγνωστοι ή μη συνεργάσιμοι. Στις περιπτώσεις αυτές η ιδανική λύση είναι η χρήση προστατευτικών μέτρων (χρήση κατάλληλου ρουχισμού και δοσίμετρου ΗΜ-ακτινοβολίας).

#### **4.6.6 Τήρηση απόστασης ασφαλείας τουλάχιστον 2,5 μέτρων από κάθε κεραία στην περιοχή**

Θεωρητικοί υπολογισμοί και μελέτες έδειξαν ότι σε μέση απόσταση 2,5 μέτρων από το κέντρο της κεραίας είναι πιθανό να εμφανίζονται υπερβάσεις των ορίων για την έκθεση των εργαζομένων σε ΗΜ-ακτινοβολία. Έτσι ως γενική οδηγία συνιστάται η τήρηση απόστασης ασφαλείας τουλάχιστον 2,5 μέτρων από το κέντρο κάθε κεραίας, ώστε να θεωρούμε ότι γενικά δεν έχουμε υπερβάσεις των ορίων για τους επαγγελματικά απασχολούμενους. Η εργασία πιο κοντά από τα 2,5 μέτρα σε συγκεκριμένη κεραία προϋποθέτει ότι η κεραία έχει τεθεί από πριν εκτός λειτουργίας. Η αύξηση της απόστασης εργασίας από μια ενεργή κεραία υπενθυμίζεται ότι έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της έκθεσης σε ΗΜ-ακτινοβολία.

#### **4.6.7 Μη στέκεστε εμπρός από τα ακτινοβολούντα μέρη των κεραιών**

Όταν οι εργαζόμενοι κινούνται σε μια περιοχή γύρω από μια ή περισσότερες κεραιές, θα πρέπει να φροντίζουν ώστε να αποφεύγουν να στέκονται στην περιοχή εμπρός από τις κεραιές (δηλαδή στην περιοχή κύριας εκπομπής ΗΜ-ενέργειας από την κεραία). Όταν δε αναρριχώνται στην κεραία θα είναι καλύτερο να μετακινούνται από κάτω ή πίσω από τα ακτινοβολούντα στοιχεία των κεραιών (όπου το πεδίο είναι γενικά 30 dB ασθενέστερο από ότι στο εμπρός μέρος της κεραίας).

Ακόμα όμως και αν χρειαστεί να κινηθούν σε μια περιοχή με πολύ υψηλά ΗΜ-πεδία, θα πρέπει πάντοτε να έχουν κατά νου ότι η έκθεση που υπολογίζεται είναι η χρονική μέση τιμή και όχι στιγμιαία.

#### **4.6.8 Κατά την εργασία πλησίων κεραιών ενδείκνυται η χρήση δοσιμέτρων ΗΜ-ακτινοβολίας**

Όταν κανείς εργάζεται κοντά σε κεραιές θα πρέπει να επιδεικνύει ιδιαίτερη προσοχή. Η ύπαρξη ή μη ενεργών πομπών στη γειτονική περιοχή μπορεί να προσδιοριστεί ενδεικτικά με τη χρήση προσωπικών δοσιμέτρων ΗΜ-ακτινοβολίας. Όταν οι εργαζόμενοι φέρουν ένα τέτοιο προσωπικό δοσίμετρο μπορούν να δουν αν όλοι οι πομποί που βρίσκονται στην περιοχή βρίσκονται εκτός λειτουργίας ή όχι.

Αν τώρα, καθώς προσεγγίζουν την κεραία, ηχήσει το σήμα συναγερμού που έχει ενσωματωμένο το δοσίμετρο, τότε θα πρέπει να απομακρυνθούν απ' αυτή και να φροντίσουν για την προσωρινή απενεργοποίησή της ή αλλιώς να χρησιμοποιήσουν κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό.

#### **4.6.9 Να αποφεύγετε τη λειτουργία πομπών χωρίς τη χρήση κατάλληλης θωράκισης κατά την κανονική λειτουργία**

Κάποιες εργασίες που εκτελούνται σε μέρη όπου βρίσκονται τοποθετημένες κεραιές συμπεριλαμβάνουν την επίλυση προβλημάτων και τη διεξαγωγή επισκευών των πομποδεκτών (TRX). Η κατασκευή των ενισχυτών των πομποδεκτών συμπεριλαμβάνει θωράκιση ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία ισχυρών ΗΜ-πεδίων έξω από τις καμπίνες εγκατάστασης των TRX. Η τυχόν απομάκρυνση αυτής της θωράκισης θα έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την έκθεση των τεχνικών σε ΗΜ-πεδία, αλλά και την επαγωγή ΗΜ-παρεμβολών. Για τους λόγους αυτούς όταν αφαι-

ρείται η θωράκιση για τη διεξαγωγή επισκευών πριν την επαναφορά του σταθμού σε κανονική κατάσταση λειτουργίας, θα πρέπει να επανεγκαθίστανται προσεκτικά οι θωρακίσεις.

#### **4.6.10 Μην θέτετε σε λειτουργία κεραιές εντός των εσωτερικών χώρων εγκατάστασης των μηχανημάτων**

Η τυχόν λειτουργία των κεραιών σε κλειστούς χώρους θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ισχυρών ΗΜ-πεδίων στους χώρους αυτούς.

#### **4.7 Ειδικές Διαδικασίες ανά Σταθμό Βάσης**

Σε συγκεκριμένους σταθμούς βάσης είναι πολύ πιθανό πέρα από τις γενικές διαδικασίες, να απαιτείται και η λήψη ειδικών μέτρων ανά περίπτωση. Τα μέτρα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Ειδικές διαδικασίες πρόσβασης
- Ειδικές περιπτώσεις έκθεσης σε πολύ υψηλές τιμές ΗΜ-ακτινοβολίας
- Ειδικές διαδικασίες υποστήριξης κατά την επισκευή κεραιών
- Διαδικασίες υποστήριξης, ενιαίες για όλους τους σταθμούς
- Ειδικές διαδικασίες ασφάλειας προσπέλασης
- Ειδικές αναφορές και επαφές με ιδιοκτήτες άλλων κεραιών που είναι εγκατεστημένες στην περιοχή.

#### **4.8 Διαδικασίες Λειτουργίας**

Όλοι οι ιδιοκτήτες ή οι υπεργολάβοι κατασκευής κεραιών θα πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένες διαδικασίες οι οποίες συντονίζονται από το σχεδιαστή της περιοχής ή του κάθε σταθμού ώστε κατά τη λειτουργία

των κεραιών να συμμορφώνονται με τις κείμενες, κατά περίπτωση, προδιαγραφές για την ΗΜ-ακτινοβολία. Αυτές οι διαδικασίες σχετίζονται με την ασφαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη συντήρηση των εγκαταστάσεων. Οι διαδικασίες καθορίζονται από εξειδικευμένο προσωπικό του ιδιοκτήτη του σταθμού.

## 5. Σήμανση

Σε μέρη όπου βρίσκονται τοποθετημένες κεραιές είναι πολύ πιθανό να απαιτείται η χρήση πολλαπλής σήμανσης. Η ελάχιστη απαίτηση είναι η ανάρτηση κατάλληλων ενδεικτικών ή / και προειδοποιητικών σημάτων για ΗΜ-ακτινοβολία, σε κάθε περίπτωση όπου τα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας πιθανώς να υπερβούν τις τιμές που ορίζουν την πράσινη ζώνη. Το αντίστοιχο σήμα θα πρέπει να αναρτάται σε σημείο που θα μπορεί να το δει ο καθένας που προσεγγίζει την περιοχή που εφιστάται η προσοχή.

Μερικές από τις περιοχές που πιθανώς να επηρεαστούν από τη χρήση τέτοιων σημάτων είναι ταράτσες κτιρίων, περιοχές γύρω από τηλεπικοινωνιακούς πύργους και αναμεταδότες ραδιοτηλεοπτικών σημάτων κá.

Τα σήματα που αναρτώνται θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα με βάση τα διεθνή πρότυπα (π.χ. πρότυπα του ANSI, της FCC, κλπ.).

Η ανάρτηση προειδοποιητικών πινακίδων παρέχει μια εύκολη μέθοδο μεταφοράς σημαντικής πληροφορίας στον καθένα. Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι παρότι η σωστή χρήση των ενδεικτικών πινακίδων μπορεί να είναι αποτελεσματική, ταυτόχρονα η εσφαλμένη ερμηνεία των σημάτων ενδεχομένως να προκαλέσει αδικαιολόγητο θόρυβο και να μεταφέρει λανθασμένο μήνυμα, τόσο στους εργαζόμενους όσο και στο γενικό πληθυσμό. Για το λόγο αυτό για κάθε διαφορετική εφαρμογή συνιστάται και η ανάρτηση διαφορετικής ενδεικτικής σήμανσης. Αυτά τα σήματα αποτελούν την καλύτερη διαθέσιμη μεθοδολογία που είναι διαθέσιμη για τη μεταφορά χρήσιμης πληροφορίας, σύντομα και αποτελεσματικά.

Τα πρότυπα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη δημιουργία αυτών των σημάτων είναι τα ακόλουθα:

**Συνθηματική Φράση (Signal Word)** – η φράση αυτή προσδιορίζει το βαθμό επικινδυνότητας, π.χ. Σημείωση, Προειδοποίηση και Προσοχή.

**Σύμβολο** – Το ενδεικτικό σύμβολο για την ταυτοποίηση του ποσοστού της ΗΜ-ακτινοβολίας που υπάρχει στην περιοχή. (Τα σύμβολα αυτά καθορίζονται στο NEMA/ANSI Z535.3-1991).

**Φραστικό Μήνυμα** – Αυτό το φραστικό μήνυμα θα πρέπει να μεταφέρει τα ακόλουθα:

- Ποιο είναι το ζήτημα ασφαλείας
- Ποιες ενέργειες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη
- Σε ποιες προδιαγραφές βασίζεται το ζήτημα ασφαλείας

Τα παραπάνω χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό των πιθανών θεμάτων επικινδυνότητας που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μια περιοχή όπου είναι τοποθετημένες κεραίες. Αυτά τα σήματα έχουν συγκεκριμένες οδηγίες υλοποίησης όπως σκιαγραφούνται παρακάτω. Τυχόν λανθασμένη υλοποίηση των σημάτων θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά ανακριβών πληροφοριών ή / και τη δημιουργία άσκοπης ανησυχίας.

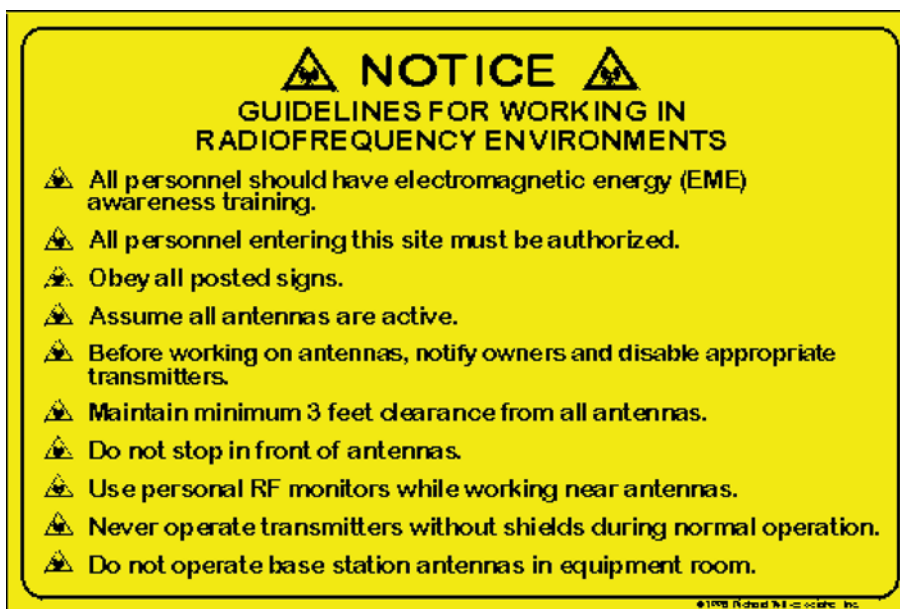
**Παραδείγματα Ενδεικτικών Σημάνσεων που έχουν Υλοποιηθεί στο Εξωτερικό**

### 5.1 Οδηγίες Προσπέλασης σε Εξοπλισμό

Οι οδηγίες προσπέλασης σε εξοπλισμό είναι συνήθως πινακίδια τα οποία βρίσκονται αναρτημένα μέσα στο δωμάτιο ή το container όπου βρίσκεται ο εξοπλισμός και έχουν ως στόχο να κρατούν ενήμερους τους εργαζόμενους για τις βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται κατά τη λειτουργία του σταθμού. Ο βασικός στόχος είναι να διασφαλίζεται και να διατηρείται η συμμόρφωση στον εν λόγω σταθμό. Έχοντας αναρτήσει σε εμφανές σημείο αυτό το πινακίδιο, οι εργαζόμενοι και οι



λοιποί που έχουν δικαίωμα πρόσβασης στο σημείο, ενημερώνονται και ταυτόχρονα τους γίνεται υπενθύμιση των κανόνων που ισχύουν στον εν λόγω σταθμό. Στο σχήμα 4 απεικονίζεται ένα ενδεικτικό τέτοιο σήμα.



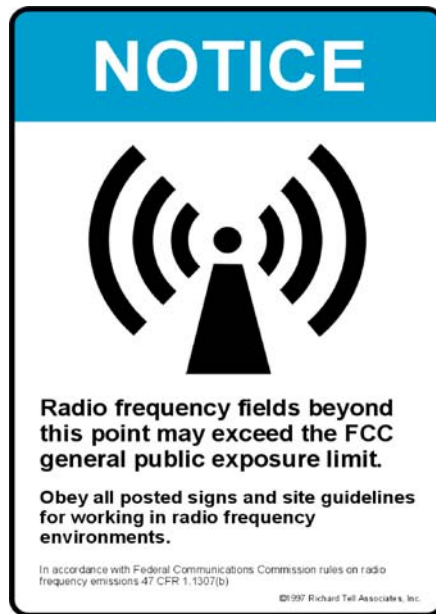
Σχήμα 4. Ενδεικτικό Πινακίδιο Οδηγιών Προσπέλασης σε Εξοπλισμό

## 5.2 Ένδειξη

Το ενδεικτικό σήμα (Ένδειξη) χρησιμοποιείται για να ορίσει τη συνοριακή περιοχή μεταξύ της περιοχής που τελειώνει η ελεύθερη κίνηση του γενικού πληθυσμού και εκείνης στην οποία κινούνται οι εργαζόμενοι. Αυτό το σύνορο, ανάλογα με την περιοχή, είναι είτε η περίφραξη του εξοπλισμού (για υπαίθριους σταθμούς), είτε η πόρτα εισόδου είτε η πόρτα προσπέλασης στην οροφή όπου βρίσκεται τοποθετημένος ο ιστός και τα μηχανήματα του εξοπλισμού. Οι οριακές τιμές που συσχετίζονται με αυτή τη σήμανση υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές θα πρέπει να έχουν ΗΜ-εκπομπές που δεν υπερβαίνουν τα όρια για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

Όλοι οι σταθμοί που έχουν αυτό το χαρακτηρισμό έχουν αναρτημένες τυποποιημένες διαδικασίες που πρέπει να κατανοούν και να συμμορφώνονται όλοι οι εργαζόμενοι στο χώρο. Οι διαδικασίες αυτές διασφαλίζουν ότι οι εκπομπές στην περιοχή κυμαίνονται κάτω από τα όρια για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

Στους εργαζόμενους στις περιοχές αυτές συνιστάται να έχουν λάβει ενημέρωση περί ΗΜ-ακτινοβολίας πριν την ενασχόλησή τους σε περιοχές όπως αυτή. Στο σχήμα 5 απεικονίζεται ένα προειδοποιητικό σήμα ένδειξης.



Σχήμα 5. Προειδοποιητικό σήμα ένδειξης για ΗΜ-ακτινοβολία.

### 5.3 Προειδοποίηση

Το ενδεικτικό σήμα προειδοποίησης (caution) ταυτοποιεί τις περιοχές οι οποίες ελέγχονται ως προς τις ΗΜ-εκπομπές και όπου υπάρχει το ενδεχόμενο να παρουσιάζονται τοπικά υπερβάσεις ορίων για τους επαγ-

γελματικά εκτιθέμενους. Οι γενικές οδηγίες ασφαλείας που βρίσκουν εφαρμογή σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να βρίσκονται αναρτημένες σε όλους τους σταθμούς αυτού του τύπου. ωστόσο, εξειδικευμένες οδηγίες προφύλαξης πιθανώς να επιβάλλεται να δοθούν για συγκεκριμένα σημεία, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι εργαζόμενοι θα βρίσκονται πάντοτε σε περιοχές όπου δε θα παρουσιάζονται υπερβάσεις ορίων.

Τέτοιου είδους οδηγίες είναι πιθανό να συνιστούν την ελάττωση της εκπεμπόμενης ισχύος από το σταθμό - κεραία ή τη χρήση προστατευτικού ρουχισμού, πριν την έναρξη των εργασιών.

Σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει να εισέρχονται σε τέτοιες περιοχές εργαζόμενοι που δεν κατανοούν ή δε συμμορφώνονται στις οδηγίες προφύλαξης του εκάστοτε σταθμού.

Όλοι οι εργαζόμενοι που είναι εξουσιοδοτημένοι να εργάζονται στις περιοχές που ελέγχονται ως προς την ΗΜ-ακτινοβολία, θα πρέπει να έχουν λάβει ενημερωτική εκπαίδευση στο θέμα αυτό. Στο σχήμα 6 απεικονίζεται ένα σήμα προειδοποίησης.



Σχήμα 6. Σήμα προειδοποίησης για ΗΜ-ακτινοβολία.

## 5.4 Προσοχή

Το σήμα που εφιστά την προσοχή υποδηλώνει τη συνοριακή περιοχή με σημεία και περιοχές όπου τα επίπεδα ΗΜ-ακτινοβολίας υπερβαίνουν σημαντικά τις οριακές τιμές για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους, τουλάχιστον κατά 10 φορές. Στις περιοχές αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται πολύ ειδικά μέτρα προφύλαξης και προστασίας. Τέτοιες περιπτώσεις συνήθως συναντώνται σε περιοχές που γειτνιάζουν με κεραίες ραδιοφωνικών (κυρίως) και τηλεοπτικών σταθμών, που λειτουργούν με εξαιρετικά υψηλή ισχύ εκπομπής.

Αν απαιτείται η εκτέλεση εργασιών σε τέτοιου είδους περιοχές, τότε κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών, είτε θα πρέπει να κλείνονται προσωρινά οι πομποδέκτες των ραδιοτηλεοπτικών σταθμών είτε θα πρέπει να χρησιμοποιείται ειδική ενδυμασία (που περιλαμβάνει και προστατευτικό κεφαλής). Στο σχήμα 7 απεικονίζεται ένα προειδοποιητικό σήμα προσοχής.



Σχήμα 7. Προειδοποιητικό σήμα προσοχής για ΗΜ-ακτινοβολία

## 6. Προσωπικός Εξοπλισμός Προστασίας (ΠΕΠ)

### 6.1 Προστατευτικός Ρουχισμός

Κατά την ανάλυση των πεδιακών τιμών γύρω από μια κεραία προκύπτει ότι σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν περιοχές όπου εμφανίζονται υπερβάσεις των ορίων που ισχύουν για τους επαγγελματικά απασχολούμενους. Αφού εξεταστούν όλα τα πιθανά ενδεχόμενα και αφού αποδειχθεί ότι ούτε σχεδιαστικά αλλά ούτε και με πρακτικές εργασίες, δεν είναι δυνατό να περιοριστεί η έκθεση των εργαζομένων εντός των ορίων για τις ΗΜ-εκπομπές, τότε ως μόνο μέτρο προφύλαξης απομένει η χρήση Προσωπικού Προστατευτικού Εξοπλισμού (ΠΕΠ). Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να αντιμετωπίσει κανείς συχνά, ιδιαίτερα σε πάρκα κεραιών (πάρκο κεραιών Υμηττού, Πάρνηθας, Αίγινας, Χορτιάτη κλπ.), όπου εμφανίζεται μεγάλη συγκέντρωση ιστών και κεραιών.

Ως προστατευτικός εξοπλισμός στην περίπτωση αυτή θεωρείται η χρήση προστατευτικού ρουχισμού για ΗΜ-πεδία.

Τέτοιος προστατευτικός ρουχισμός είναι φόρμες εργασίας κατασκευασμένες από ειδικό υλικό (Nartex). Η φόρμα εργασίας (στολή) αποτελείται από ολόσωμη φόρμα, γάντια και ειδική καλύπτρα κεφαλής, κατασκευασμένα από Nartex.

Η στολή είναι κατασκευασμένη από πολυεστερικά νήματα που έχουν περιελιχθεί γύρω από άλλα, ατσάλινα. Αυτό παρέχει ομοιόμορφη συνοχή του υλικού ταυτόχρονα με την εξασθένηση που προσφέρει το μέταλλο.

Μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί έδειξαν ότι η χρήση μιας τέτοιας στολής προσφέρει εξασθένηση ΗΜ-ακτινοβολίας, της τάξης των 10-12 dB, σε όλο το εύρος του φάσματος συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.

Τα παραπάνω δείχνουν ότι η χρήση στολής από Nartex εξουδετερώνει τις υπερεκθέσεις σε ΗΜ- πεδία, μέχρι και σε επίπεδο 1000% πάνω από τα όρια για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

Τα αποδεκτά επίπεδα στα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί η στολή (χωρίς το προστατευτικό κεφαλής), παρέχοντας απόλυτη ασφάλεια αυξάνονται καθώς η συχνότητα ελαττώνεται.

Οι εργαζόμενοι και οι υπεργολάβοι θα πρέπει να ενημερώνονται από τον ιδιοκτήτη των κεραιών αν και σε πιο βαθμό απαιτείται η χρήση προστατευτικού ρουχισμού στην περιοχή εργασίας. Στο σχήμα 8 απεικονίζεται η χρήση μιας πλήρους στολής τέτοιου τύπου από ένα συντηρητή εγκαταστάσεων.



Σχήμα 8. Στολή προστασίας από ΗΜ-ακτινοβολία.

## 6.2 Προσωπικά Δοσίμετρα ΗΜ-Ακτινοβολίας

Σε χώρους όπου βρίσκονται εγκατεστημένες και λειτουργούν διατάξεις κεραιών θα πρέπει να εκτελούνται εργασίες μόνο όταν συγκεκριμένες και προαπαιτούμενες κεραιές έχουν παύσει τη λειτουργία τους. Θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται ότι κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ερ-

γασιών δε θα ενεργοποιηθούν κατά λάθος οι συγκεκριμένοι πομποί που είναι συνδεδεμένοι με τις εν λόγω κεραίες. Ωστόσο με τους σχεδιασμούς που λαμβάνουν χώρα σήμερα είναι δύσκολο να διασφαλιστεί ότι όλες οι κεραίες που βρίσκονται πάνω σε έναν ιστό θα απενεργοποιηθούν και θα παραμείνουν ανενεργές κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών.

Η πιο πρακτική μέθοδος για να είναι βέβαιος ο κάθε εργαζόμενος ότι οι πομποδέκτες είναι απενεργοποιημένοι, είναι η χρήση ενός προσωπικού δοσίμετρου ΗΜ-ακτινοβολίας.

Ένα προσωπικό δοσίμετρο ΗΜ-ακτινοβολίας είναι ένας ανιχνευτής κατώφλιου ΗΜ-ακτινοβολίας, όπου το κατώφλι αυτό συνήθως τίθεται στο 50% των ορίων για τους επαγγελματικά απασχολούμενους. Όταν κάποιος βρεθεί σε μια περιοχή όπου οι τιμές ΗΜ-ακτινοβολίας ξεπερνούν το κατώφλι του προσωπικού δοσίμετρου που φέρει, τότε παράγεται απ' αυτό ένας ήχος συναγερμού, προειδοποιώντας το χρήστη του ότι βρίσκεται σε περιοχή με έντονη ΗΜ-ακτινοβολία.

Τα δοσίμετρα αυτά είναι σχεδιασμένα ώστε να αποκρίνονται σε μια ευρεία περιοχή συχνοτήτων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν σε κάθε περιβάλλον όπου υπάρχει παρουσία ΗΜ-ακτινοβολίας υψηλών συχνοτήτων.




Όταν τώρα ο εργαζόμενος προσεγγίζει μια κεραία στην οποία θα εκτελέσει εργασίες και που δεν γνωρίζει αν λειτουργεί ή όχι, τότε συνιστάται να τοποθετήσει το δοσίμετρο κοντά στην κεραία για ένα μικρό χρονικό διάστημα (συνήθως 30 sec είναι ικανό χρονικό διάστημα). Αν η κεραία είναι ενεργή, τότε θα ηχήσει ο συναγερμός του δοσίμετρου. Η μη ενεργοποίηση του συναγερμού σημαίνει ότι η εν λόγω κεραία είναι απενεργοποιημένη. Η διαδικασία αυτή παρέχει μια θετική επιβεβαίωση και διασφαλίζει τους εργαζόμενους ότι εκτελούν τις εργασίες τους πλησίον απενεργοποιημένων κεραιών.

Το δοσίμετρο θα πρέπει να φέρεται πάντοτε στις περιοχές του σώματος του εργαζομένου, που θεωρούνται ότι εισέρχονται σε υψηλές τιμές πεδίων.

Εξάλλου πιο σύνθετα δοσόμετρα έχουν τη δυνατότητα να δίνουν και ένδειξη της επί τοις εκατό έκθεσης που δέχεται ο εργαζόμενος σε σχέση με τις τιμές των ορίων ΗΜ-ακτινοβολίας που ισχύουν για τους επαγγελματικά εκτιθέμενους.

Στο σχήμα 9 συγκεντρώνονται συνοπτικά όλες οι διαδικασίες προφύλαξης που συνιστώνται για τους εργαζόμενους.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΝΑ ΚΑΤΩΦΛΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΗΜ-ΕΚΘΕΣΗΣ

<p>Ποσοστό Έκθεσης (% του ορίου)</p>  <p>1000%</p>	<p>Ανάρτηση Πινακίδων Επικινδυνότητας</p>	<p>Μόνο οι εργαζόμενοι έχουν πρόσβαση στις συγκεκριμένες κεραίες</p>
<p>300 %</p>  <p>100 %</p>	<p>Χρήση Πλήρους Προστατευτικού Ρουχισμού Πολύ υψηλό Επίπεδο ενημέρωσης σε μέτρα προστασίας από την ΗΜ-ακτινοβολία Ανάρτηση Προειδοποιητικών Πινακίδων Εξειδικευμένη ενημέρωση σε θέματα ΗΜ-ακτινοβολίας Χρήση Προσωπικού Εξοπλισμού Προστασίας</p>	<p>Επιτρέπεται η είσοδος σε εργαζόμενους με κατάλληλη εκπαίδευση</p>
<p>20 %</p> 	<p>Ανάρτηση Ενδεικτικών Πινακίδων Ανάρτηση πινακιδίου Οδηγιών &amp; Μέτρων Προστασίας Γενική Ενημέρωση για ΗΜ-ακτινοβολία</p>	<p>Σημείο Πρόσβασης όλων των εργαζομένων</p>
	<p>Δεν απαιτείται λήψη ιδιαίτερων μέτρων προφύλαξης</p>	<p>Σημείο Πρόσβασης Γενικού Πληθυσμού</p>

Σχήμα 9. Συγκεντρωτικός πίνακας μέτρων προφύλαξης από ΗΜ-ακτινοβολία, ανά κατώφλι στάθμης ΗΜ-ακτινοβολίας



## 7. Βιβλιογραφία

1. IEEE Standards Coordinating Committee 28 on Non-Ionizing Radiation Hazards: Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz (ANSI/IEEE C95.1-1991), The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 1992.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields. Health Physics 74:494-522, 1998.
3. National Council on Radiation Protection and Measurements: Biological effects and exposure criteria for radiofrequency electromagnetic fields. NCRP Report No. 86, 1986.
4. Guidelines for Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Radiation (FCC 96-326), Federal Communications Commission, Washington, D.C., 1996.
5. National Radiation Protection Board: Restrictions on human exposure to static and time varying electromagnetic fields and radiation. Doc NRPB 4:1-69, 1993.
6. Σύσταση του Συμβουλίου της Ε.Ε., «Σχετικά με τον περιορισμό της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία 0 Hz - 300 GHz», L 199 (1999/519/EC).
7. ΚΥΑ 53571/3839, 6-9-2000, (ΦΕΚ 1105 Β), «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία κεραιών στην Ξηρά»
8. Tell, R.A., «Engineering Services for Measurement and Analysis of Radiofrequency (RF) Fields.», Technical Report for the Federal Communication Commission (FCC), Office of Engineering and Technology, Washington D.C., 1995.
9. Tell, R.A., «SAR evaluation of the Naptex suit in VHF and UHF bands», International RF Safety Workshop, Schwangau, Germany, 1996.

ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ  
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ  
ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΟΥΣ»

ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΚΑΙ ΤΥΠΩΘΗΚΕ  
ΑΠΟ ΤΟΝ  
ΕΚΔΟΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΛΙΒΑΝΗ ΑΒΕ

Σόλωνος 98 - 106 80 Αθήνα. Τηλ. : 210 36 61 200, Φαξ: 210 36 17 791  
<http://www.livanis.gr>

ΓΙΑ ΤΟ  
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΙΝΑΙ Η Α΄ ΕΚΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΥΠΩΘΗΚΕ ΣΕ 4.000 ΑΝΤΙΤΥΠΑ