



ΕΕΤΤ

ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΩΝ



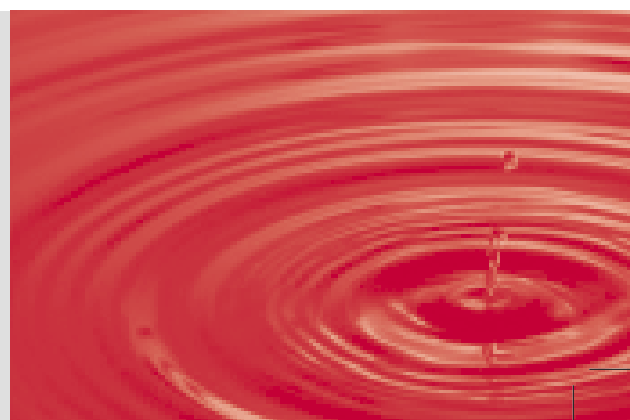
Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία Τα επιστημονικά δεδομένα



Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία

Τα Επιστημονικά Δεδομένα

Σε συνεργασία με το Ε.Μ. Πολυτεχνείο



Μήνυμα Προέδρου

Οι ασύρματες ηλεκτρονικές επικοινωνίες - ιδίως η κινητή τηλεφωνία και (σύντομα) το ασύρματο Διαδίκτυο και η ψηφιακή τηλεόραση - διεισδύουν με τρόπο καταλυτικό στην προσωπική και επαγγελματική δραστηριότητα της πλειοψηφίας των πολιτών και τείνουν να αποτελέσουν αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινότητάς τους. Το γεγονός αυτό επιφέρει τεράστια ώθηση στον τομέα της οικονομίας, διευρύνει την ελληνική αγορά εργασίας και προσδίδει διαφορετικές διαστάσεις και δυνατότητες στην ανθρώπινη επικοινωνία. Όμως, παράλληλα, αποτελεί εστία προβληματισμού, ως προς τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία των πολιτών, προκαλώντας συγχρόνως ποικίλες αντιδράσεις.

Το παρόν έντυπο αποτελεί μία εκδοτική πρωτοβουλία της EETT σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, η οποία προσεγγίζει το θέμα «κινητή τηλεφωνία και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία» από την επιστημονική του πλευρά. Πρόκειται για μια διεισδυτική μελέτη που αποσκοπεί στο να δώσει απαντήσεις, όπου αυτό είναι δυνατό, στηριζόμενη στα μέχρι σήμερα επιστημονικά δεδομένα. Συγκεκριμένα, αναλύει βασικές έννοιες, όπως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, τα ραδιοκύματα, η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων και κάνει ξεχωριστή μνεία στις έρευνες και τις εκθέσεις για τις επιπτώσεις που έχει στην υγεία η έκθεση σε πεδία ραδιοσυχνοτήτων χαμηλού επιπέδου, όπως αυτά που δημιουργούνται από τα κινητά τηλέφωνα και τις κεραιές κινητής τηλεφωνίας.

Επίσης, στην υπόψη έκδοση παρουσιάζονται οι οδηγίες και οι πολιτικές για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία με έμφαση στα όρια που έχουν θεσπιστεί για την προστασία του κοινού και την ελαχιστοποίηση της ακτινοβόλησής του. Επιπλέον, παρέχονται, μεταξύ άλλων, πληροφορίες για τους παράγοντες που επηρεάζουν την έκθεση στην ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου, τη συμμόρφωση των τερματικών συσκευών με τις εθνικές και διεθνείς οδηγίες και την ορθολογική χρήση των κινητών τηλεφώνων.

Με απώτερο στόχο την έγκυρη ενημέρωση των καταναλωτών για ζητήματα κεραιών κινητής τηλεφωνίας και λαμβάνοντας υπόψη απόψεις φορέων ή/ και πολιτών που αντιδρούν στην ύπαρξη των κεραιών σε κατοικημένες περιοχές, κρίνεται αναγκαίο να αποσαφηνιστούν μέσω της συγκεκριμένης έκδοσης βασικά επιστημονικά θέματα. Πρωτίστως, όμως, πρέπει να γίνει αποδεκτή η εξής γενική παραδοχή: Για να είναι εφικτή η επικοινωνία μέσω κινητών τηλεφώνων, για τη μετάδοση και λήψη σημάτων προς και από τους κινητούς χρήστες, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση των σταθμών βάσης και των κεραιών τους. Το κινητό τηλέφωνο και η κεραία κινητής τηλεφωνίας είναι έννοιες απόλυτα συνυφασμένες και δεν πρέπει να αναλύονται μεμονωμένα, ώστε να αποφεύγονται λανθασμένες ερμηνείες και δράσεις.

Έχω την πεποίθηση ότι το ενημερωτικό έντυπο της EETT «Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία: Τα επιστημονικά δεδομένα» θέτει το αντικείμενο «κινητή τηλεφωνία» στη σωστή του διάσταση και ευελπιστώ ότι θα αποτελέσει σημείο αναφοράς για να αναπτυχθεί ένας υπεύθυνος και γόνιμος διάλογος προς όφελος των πολιτών.

Καθηγητής Νικήτας Αλεξανδρίδης
Πρόεδρος EETT

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων

Η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) είναι Ανεξάρτητη Διοικητική Αρχή, η οποία ρυθμίζει, εποπτεύει και ελέγχει την αγορά ηλεκτρονικών επικοινωνιών και την αγορά παροχής ταχυδρομικών υπηρεσιών στην Ελλάδα. Ιδρύθηκε το 1992 με τον Νόμο 2075/1992 με την επωνυμία Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών (ΕΕΤ) και με αρμοδιότητες που επικεντρώνονταν στην εποπτεία της απελευθερούμενης τότε αγοράς των τηλεπικοινωνιών. Με τον Ν.2668/98 ο οποίος καθόριζε τον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας του τομέα των ταχυδρομικών υπηρεσιών, ανατέθηκε στην ΕΕΤ και η ευθύνη για την εποπτεία και ρύθμιση της αγοράς των ταχυδρομικών υπηρεσιών και μετονομάστηκε σε Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ). Με τον Ν.2867/2000 ενισχύθηκε ο εποπτικός, ελεγκτικός και ρυθμιστικός ρόλος της ΕΕΤΤ ενώ με τον ισχύοντα Ν. 3431/2006 περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών, καθορίζεται το πλαίσιο παροχής δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών και συναφών ευκολιών εντός της Ελληνικής Επικράτειας σύμφωνα με το ισχύον κοινοτικό δίκαιο και προσδιορίζονται οι αρμοδιότητές της. Ειδικότερα, η ΕΕΤΤ μεταξύ άλλων:

- ▶ Ρυθμίζει τα θέματα που αφορούν στον α) καθορισμό σχετικών αγορών, προϊόντων ή υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών στην Ελληνική Επικράτεια, β) στον ορισμό και τις υποχρεώσεις Παρόχων με Σημαντική Ισχύ στις ανωτέρω σχετικές αγορές σύμφωνα με την εθνική και κοινοτική νομοθεσία.
- ▶ Εποπτεύει και ελέγχει τους παρόχους δικτύων ή/και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, επιβάλλει τις σχετικές κυρώσεις, τηρεί και διαχειρίζεται το Μητρώο Παρόχων Δικτύων και Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών.
- ▶ Εκδίδει Κώδικες Δεοντολογίας για την παροχή δικτύων και υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών.
- ▶ Μεριμνά για την τήρηση της νομοθεσίας περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών, εφαρμόζει τις διατάξεις του Ν. 703/1977, όπως ισχύει, και επιβάλλει σχετικές κυρώσεις.
- ▶ Συνεργάζεται με τις Ρυθμιστικές Αρχές των λοιπών κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή τρίτων κρατών, καθώς και με κοινοτικούς ή διεθνείς φορείς σε θέματα αρμοδιότητάς της.
- ▶ Ρυθμίζει τα θέματα που αφορούν στις Γενικές Άδειες.
- ▶ Διαχειρίζεται το Εθνικό Σχέδιο Αριθμοδότησης (Ε.Σ.Α.).
- ▶ Ρυθμίζει τα θέματα φορητότητας αριθμών, της επιλογής ή/ και προεπιλογής φορέα και ελέγχει την εφαρμογή των σχετικών διατάξεων.
- ▶ Χορηγεί τα δικαιώματα χρήσης ραδιοσυχνοτήτων ή/ και αριθμών.
- ▶ Ρυθμίζει τα θέματα ονομάτων χώρου στο Διαδίκτυο με κατάληξη «.gr» και είναι αρμόδια για θέματα ονομάτων χώρου με κατάληξη «.eu».
- ▶ Ρυθμίζει τα θέματα της ηλεκτρονικής υπογραφής.
- ▶ Ρυθμίζει τα θέματα πρόσβασης και διασύνδεσης.
- ▶ Ασκει αρμοδιότητες σχετικές με την παροχή Καθολικής Υπηρεσίας.
- ▶ Ρυθμίζει θέματα προστασίας του καταναλωτή στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών και στον τομέα παροχής ταχυδρομικών υπηρεσιών.
- ▶ Ρυθμίζει και εποπτεύει την αγορά παροχής ταχυδρομικών υπηρεσιών.
- ▶ Διαχειρίζεται το εμπορικό φάσμα ραδιοσυχνοτήτων με την εξαίρεση της ραδιοφωνίας και της τηλεόρασης. Στο πλαίσιο αυτό:
 - Καθορίζει τις περιπτώσεις στις οποίες απαιτούνται δικαιώματα χρήσης ραδιοσυχνοτήτων.
 - Χορηγεί τα δικαιώματα χρήσης ραδιοσυχνοτήτων.
 - Καθορίζει τα τέλη χρήσης ραδιοσυχνοτήτων.
 - Εποπτεύει και ελέγχει την χρήση του φάσματος επιβάλλοντας σχετικές κυρώσεις.
 - Τηρεί το εθνικό μητρώο ραδιοσυχνοτήτων.
 - Χορηγεί τις άδειες κατασκευών κεραιών στην ξηρά.
- ▶ Είναι ο αρμόδιος φορέας για τα θέματα διάθεσης και χρήσης του τερματικού τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού και του ραδιοεξοπλισμού.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ	5
1.1. Τι είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;	5
1.2. Τι είναι η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων;	6
1.3. Πεδία ραδιοσυχνοτήτων	6
1.4. Πώς χρησιμοποιείται η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων;	6
1.5. Πώς ποσοτικοποιείται η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων;	7
1.6. Τι συμβαίνει όταν το ανθρώπινο σώμα εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία;	7
1.7. Βιολογικά αποτελέσματα και αποτελέσματα στην υγεία	8
2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	8
2.1. Συμπεράσματα της επιστημονικής έρευνας	8
2.2. Κινητά τηλέφωνα και επιδημιολογικές μελέτες	8
3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ	9
3.1. Ποιος αποφασίζει για τις οδηγίες;	9
3.2. Πού βασίζονται οι οδηγίες;	9
3.3. Ποια είναι τα διεθνή όρια που έχουν θεσπιστεί για την προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;	9
3.4. Γιατί χρησιμοποιείται υψηλότερος παράγοντας μείωσης για τις οδηγίες έκθεσης του γενικού πληθυσμού;	11
3.5. Τι ισχύει στην Ελλάδα	11
4. ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ	12
4.1. Τι είναι οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας	12
4.2. Κυψελωτή δομή του δικτύου κινητών επικοινωνιών	12
4.3. Τύποι σταθμών βάσης	13
4.4. Εκπομπές από τους σταθμούς βάσης	14
4.5. Κατεύθυνση και σχήμα λοβών ακτινοβολίας σταθμών βάσης	14
4.6. Ζώνες περιορισμένης πρόσβασης	14
4.7. Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα	15
4.8. Συμμόρφωση των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με τις διεθνείς/ εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα	15
5. ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ	15
5.1. Αρχή λειτουργίας κινητού τηλεφώνου	15
5.2. Τυπικά επίπεδα ισχύος λειτουργίας κινητών τηλεφώνων	16
5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την έκθεση στην ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου	16
5.3.1. Τύπος κινητού τηλεφώνου	17
5.3.2. Ένταση του λαμβανόμενου σήματος	17
5.3.3. Χρόνος ομιλίας	17
5.3.4. Απόσταση της συσκευής από το κεφάλι και το σώμα	17
5.4. Συμμόρφωση των κινητών τηλεφώνων με τις διεθνείς/ εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα	18
5.5. Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης	19
5.6. Χρήση κινητού τηλεφώνου	19
5.6.1. Παιδιά	19
5.6.2. Ομάδες αυξημένης ευαισθησίας	19
5.6.3. Η αρχή της προφύλαξης	20
5.7. Συμπεράσματα	20
Για περισσότερες πληροφορίες	21

1. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

1.1. Τι είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;

Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια (ή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) αποτελείται από κύματα ηλεκτρικής και μαγνητικής ενέργειας, τα οποία διαδίδονται ταυτόχρονα (ακτινοβολούνται) στον ελεύθερο χώρο. Η περιοχή στην οποία αναπτύσσονται αυτά τα κύματα λέγεται ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εμφανίζονται με πολλές διαφορετικές μορφές. Για παράδειγμα, τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, το ορατό φως αλλά και οι ακτίνες Χ είναι όλα μορφές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός.

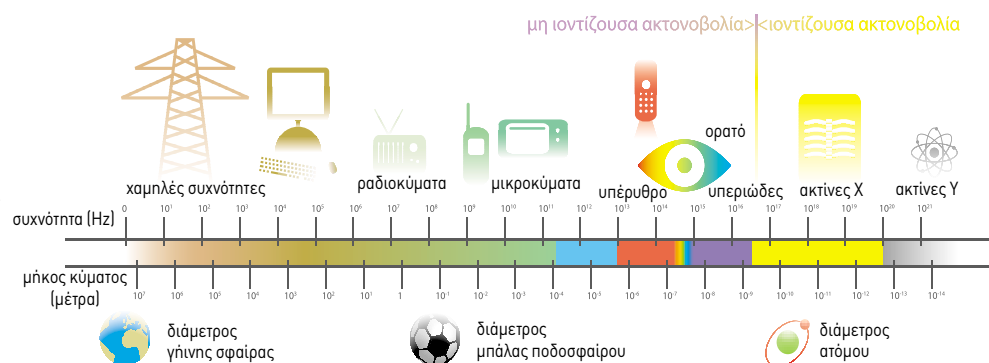
Τα σημαντικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων κυμάτων είναι η απόσταση που καλύπτεται από έναν κύκλο του κύματος, που αποτελεί το μήκος κύματος, και ο αριθμός των κυμάτων που διέρχονται από ένα συγκεκριμένο σημείο ανά δευτερόλεπτο, που ορίζει τη συχνότητα του κύματος. Οι σημαντικότερες διαφορές των διαφορετικών τύπων κυμάτων οφείλονται στις διαφορετικές τιμές συχνότητας. Για οποιοδήποτε ηλεκτρομαγνητικό κύμα, το γινόμενο του μήκους κύματος και της συχνότητας ισούται με την ταχύτητα του φωτός. Η συχνότητα ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος εκφράζεται συνήθως σε μονάδες Hertz (Hz). Ένα Hz ισούται με ένα κύμα ανά δευτερόλεπτο. Ένα kilohertz (kHz) ισούται με χίλια κύματα ανά δευτερόλεπτο, ένα megahertz (MHz) ισούται με ένα εκατομμύριο κύματα ανά δευτερόλεπτο, και ένα gigahertz (GHz) ισούται με 1 δισεκατομμύριο κύματα ανά δευτερόλεπτο.

kilohertz (kHz)	1.000 Hertz
megahertz (MHz)	1.000.000 Hertz
gigahertz (GHz)	1.000.000.000 Hertz

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν ανέκαθεν παρόντα στη γη. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, η περιβαλλοντική

έκθεση σε τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αυξήθηκε ραγδαία, εξαιτίας των απαιτήσεων για ηλεκτρισμό, της ανάπτυξης της ασύρματης τεχνολογίας και των εφαρμογών της, καθώς επίσης και των αλλαγών στις εργασιακές σχέσεις και στην κοινωνική συμπεριφορά. Σήμερα, καθένας μας εκτίθεται σε ένα πολύπλοκο μίγμα από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία πολλών διαφορετικών συχνοτήτων, τόσο στο χώρο κατοικίας όσο και στο χώρο της εργασίας.

Τα πιθανά βιολογικά αποτελέσματα που οφείλονται στις κατασκευασμένες από τον άνθρωπο πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχουν προσελκύσει το επιστημονικό ενδιαφέρον από τα τέλη του 1800 και έχουν τύχει ιδιαίτερης προσοχής κατά τα τελευταία 30 χρόνια. Γενικά, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (Σχήμα 1) μπορεί να διαιρεθεί στα στατικά και χαμηλής συχνότητας ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία (γραμμές μεταφοράς, ηλεκτρικές συσκευές οικιακής χρήσης, ηλεκτρονικοί υπολογιστές) και στα υψηλής συχνότητας πεδία ή πεδία ραδιοσυχνότητας (ραντάρ, εγκαταστάσεις ραδιοφωνικής και τηλεοπτικής μετάδοσης, κινητά τηλέφωνα και σταθμοί βάσης κινητών επικοινωνιών).



Σχήμα 1: Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

ωνιών, συστήματα επαγωγικής θέρμανσης και αντικλεπτικά συστήματα). Σε αντίθεση με την ιοντίζουσα ακτινοβολία (όπως οι ακτίνες γ που εκπέμπονται από ραδιενεργά υλικά, η κοσμική ακτινοβολία και οι ακτίνες Χ), η οποία εντοπίζεται στο υψηλότερο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων η κβαντική ενέργεια δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να διασπάσει τους δεσμούς που συγκρατούν μεταξύ τους τα μόρια μέσα στα κύτταρα και, συνεπώς, δεν μπορεί να προκαλέσει ιοντισμό. Για το λόγο αυτό, η χαμηλότερη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος χαρακτηρίζεται ως «μη ιοντίζουσα». Στο Σχήμα 1 φαίνεται η σχετική θέση της μη ιοντίζουσας περιοχής στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.



1.2. Τι είναι η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων;

Η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων (ΡΣ) είναι μια εναλλακτική ονομασία για τα ραδιοκύματα. Αποτελεί μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που περιλαμβάνει κύματα με συχνότητα από περίπου 3000 κύματα ανά δευτερόλεπτο (3 kHz) μέχρι 300 δισεκατομμύρια κύματα ανά δευτερόλεπτο (300 GHz). Τα μικροκύματα αποτελούν ένα υποσύνολο των ραδιοκυμάτων με συχνότητες που κυμαίνονται περίπου μεταξύ των 300 εκατομμυρίων κυμάτων ανά δευτερόλεπτο (300 MHz) και των τριών δισεκατομμυρίων κυμάτων ανά δευτερόλεπτο (3 GHz). Το μήκος κύματος των ραδιοκυμάτων ποικίλει μεταξύ των τιμών 1mm και 10km.

Τα ραδιοκύματα δημιουργούνται από την κίνηση ηλεκτρικών φορτίων στις κεραίες και αναφέρονται και ως ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ΡΣ, γιατί «ακτινοβολούνται» ταξιδεύοντας στο χώρο απομακρυνόμενα από την πηγή τους (κεραία).

Τα ραδιοκύματα ανήκουν στην κατηγορία των μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών, λόγω της αδυναμίας τους να διασπάσουν χημικούς δεσμούς ή να αποσπάσουν ηλεκτρόνια από άτομα, προκαλώντας ιοντισμό της ύλης, όπως η ραδιενέργεια (ακτίνες Χ, ακτίνες γ). Ο ιοντισμός είναι επικίνδυνος γιατί μπορεί να οδηγήσει σε αλλοιώσεις του γενετικού υλικού και αποτελεί αιτία καρκίνου.

Η κυριότερη βιολογική επίδραση των ραδιοκυμάτων είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών που εκτίθενται σε αυτά υπό ορισμένες συνθήκες. Οι μέχρι σήμερα έρευνες δεν έχουν τεκμηριώσει σχέση αιτίου – αιτιατού μεταξύ αυτού του τύπου της ακτινοβολίας και του καρκίνου.

Είναι σημαντικός ο διαχωρισμός μεταξύ ιοντίζουσας και μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, γιατί επιτρέπει την καλύτερη αντίληψη των πραγματικών κινδύνων των διαφόρων τύπων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

1.3. Πεδία ραδιοσυχνοτήτων

Τα ραδιοκύματα απαρτίζονται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Μπορούν να ακτινοβολούνται προς όλες τις κατευθύνσεις για ευρυεκπομπή, προς συγκεκριμένες περιοχές του χώρου όπου ενδεχομένως βρίσκεται ένας μετακινούμενος δέκτης, ή προς σταθερούς δέκτες που βρίσκονται σε γνωστές θέσεις. Η κεραία είναι συσκευή σχεδιασμένη για να εκπέμπει και να λαμβάνει ραδιοκύματα.

Η ένταση του πεδίου που δημιουργείται ποικίλει ανάλογα με:

- Την συνολικά ακτινοβολούμενη ισχύ – μεγαλύτερη ισχύς προκαλεί ισχυρότερα πεδία.
- Το διάγραμμα ακτινοβολίας – στενές δέσμες δημιουργούν ισχυρά πεδία στο εσωτερικό τους.
- Την απόσταση από την κεραία – η ένταση του πεδίου μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της απόστασης.

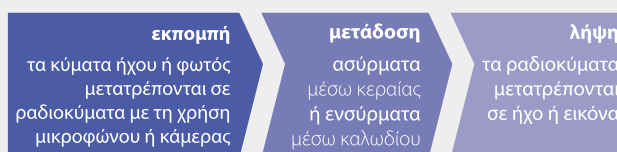
Συγκεκριμένα, τα ραδιοκύματα όπως και κάθε ακτινοβολία ακολουθούν το νόμο της μεταβολής με το αντίστροφο του τετραγώνου της απόστασης. Δηλαδή, η πυκνότητα ισχύος, που είναι το μέγεθος που καθορίζει την ποσότητα ισχύος, που προσπίπτει σε μια επιφάνεια και μετριέται σε W/m², σε απόσταση 2 μέτρων από την πηγή ακτινοβολίας, μειώνεται στο 1/4 της πυκνότητας ισχύος που δημιουργείται σε απόσταση 1 μέτρου από την πηγή.

Τα ραδιοκύματα όταν συναντούν αντικείμενα στην κατεύθυνση διάδοσής τους μπορεί να ανακλαστούν ολικά ή μερικά, να απορροφηθούν ολικά ή μερικά ή να διαπεράσουν το αντικείμενο ολικά ή μερικά (κάτι ανάλογο που ισχύει και με το φως).

1.4. Πώς χρησιμοποιείται η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων;

Η πλέον σημαντική χρήση της ενέργειας ΡΣ είναι για τις τηλεπικοινωνίες. Οι ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές εκπομπές, τα κινητά τηλέφωνα, τα ασύρματα τηλέφωνα, το σύστημα επικοινωνιών της αστυνομίας και της πυροσβεστικής, οι δορυφορικές επικοινωνίες πραγματοποιούνται μεταδίδοντας την ενέργεια ΡΣ.

Τα ραδιοκύματα μεταφέρουν την πληροφορία στις τηλεπικοινωνίες, τη ραδιοφωνία και την τηλεόραση.



Σχήμα 2: Εκπομπή, μετάδοση και λήψη των ραδιοκυμάτων

Άλλες χρήσεις της ενέργειας ΡΣ περιλαμβάνουν τους φούρνους μικροκυμάτων, τα ραντάρ, βιομηχανικά συστήματα θέρμανσης και στεγανοποίησης και τα ιατρικά μηχανήματα. Η ενέργεια ΡΣ, ειδικά αυτή των μικροκυματικών συχνοτήτων, έχει τη δυνατότητα να θερμαίνει το νερό. Δεδομένου ότι οι περισσότερες τροφές έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, τα μικροκύματα μπορούν να θερμάνουν το φαγητό αρκετά γρήγορα. Τα ραντάρ χρησιμοποιούν την ενέργεια ΡΣ για τον εντοπισμό αυτοκινήτων και αεροπλάνων καθώς και για στρατιωτικές εφαρμογές. Οι βιομηχανικοί θερμαντήρες και στεγανοποιητές χρησιμοποιούν την ενέργεια ΡΣ για τη συγκόλληση παραγώγων ξύλου, τη στεγανοποίηση δερμάτων αντικειμένων όπως παπουτσιών, και για την επεξεργασία φαγητού. Οι ιατρικές χρήσεις της ενέργειας ΡΣ περιλαμβάνουν τη μαγνητική τομογραφία, την εποπτεία και τον προγραμματισμό βηματοδοτών, την υπερθερμία για την αντιμετώπιση του καρκίνου.

1.5. Πώς ποσοτικοποιείται η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων;

Τα κύματα και τα πεδία ΡΣ διαθέτουν ηλεκτρικές και μαγνητικές συνιστώσες. Η ένταση του πεδίου ΡΣ εκφράζεται συνήθως με βάση την ένταση και των δύο συνιστωσών. Η μονάδα "Volts ανά μέτρο" (V/m) χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου και η μονάδα "Amperes ανά μέτρο" (A/m) χρησιμοποιείται για να εκφράσει την ένταση του μαγνητικού πεδίου. Ένας άλλος συνήθης τρόπος για το χαρακτηρισμό ενός πεδίου ΡΣ είναι μέσω της πυκνότητας ισχύος. Η πυκνότητα ισχύος ορίζεται ως η ισχύς του κύματος που προσπίπτει στη μονάδα επιφάνειας. Η πυκνότητα ισχύος μπορεί να εκφραστεί σε μονάδες Watts ανά τετραγωνικό μέτρο (W/m^2), milliwatts (1 χιλιοστό του Watt) ανά τετραγωνικό εκατοστό (mW/cm^2) ή microwatts (1 εκατομμυριοστό του Watt) ανά τετραγωνικό εκατοστό ($\mu W/cm^2$).

Η ποσότητα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ποσότητας της ενέργειας ΡΣ που απορροφάται από το σώμα ονομάζεται **Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης (Specific Absorption Rate-SAR)**. Συνήθως εκφράζεται σε Watts ανά χιλιόγραμμο (W/kg) ή milliwatts ανά γραμμάριο (mW/g).

1.6. Τι συμβαίνει όταν το ανθρώπινο σώμα εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων;

Ηλεκτρικά ρεύματα υπάρχουν φυσικά και μέσα στο ανθρώπινο σώμα και είναι απαραίτητα για τις φυσιολογικές σωματικές λειτουργίες. Όλες οι δομές του νευρικού συστήματος λειτουργούν μεταδίδοντας παλμικά ηλεκτρικά σήματα. Οι περισσότερες βιοχημικές αντιδράσεις, από εκείνες που σχετίζονται με την πέψη μέχρι εκείνες που σχετίζονται με την εγκεφαλική λειτουργία, περιλαμβάνουν ηλεκτρικές διεργασίες.

Τα βιολογικά αποτελέσματα της έκθεσης του ανθρώπινου σώματος και των κυττάρων του σε εξωτερικά πεδία ΡΣ εξαρτώνται κυρίως από τη συχνότητα και την ένταση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Στις ραδιοσυχνότητες, η ακτινοβολία απορροφάται μερικώς και διεισδύει σε μικρό μόνο βάθος μέσα στο σώμα. Η ενέργεια των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων αυτών απορροφάται και προκαλεί την κίνηση των μορίων. Η τριβή και οι κρούσεις μεταξύ των ταχέως κινουμένων μορίων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Δύο περιοχές του σώματος, τα



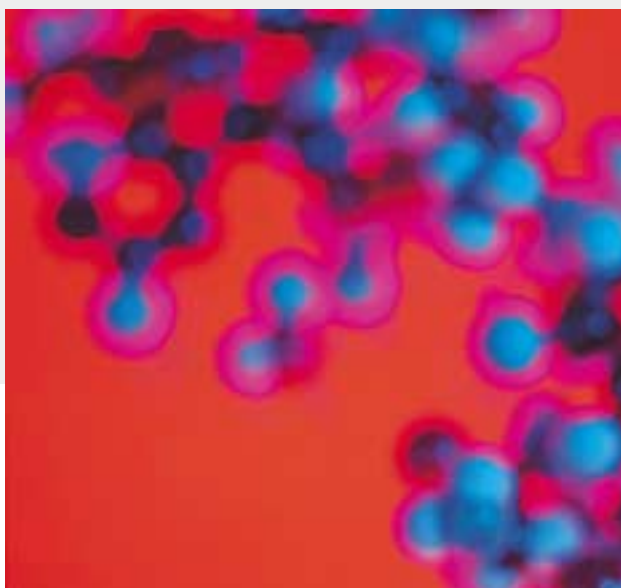
μάτια και οι όρχεις, είναι ιδιαίτερος ευπαθείς στη θέρμανση ΡΣ διότι χαρακτηρίζονται από χαμηλή αιματική κυκλοφορία και, συνεπώς, ανεπαρκή απαγωγή της αυξημένης θερμότητας. Τα επίπεδα έντασης των πεδίων ΡΣ στα οποία συνήθως εκτίθεται το κοινό στο καθημερινό περιβάλλον του είναι πολύ ασθενέστερα σε σχέση με αυτά που απαιτούνται για να προκληθεί αξιοσημείωτη τοπική θέρμανση ή αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος. Εκτός, όμως, από τα γνωστά θερμικά αποτελέσματα, υπάρχει σήμερα αυξημένο ενδιαφέρον για τη μελέτη ύπαρξης και άλλων μη θερμικών μηχανισμών αλληλεπίδρασης των ραδιοκυμάτων με τους βιολογικούς ιστούς. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι τα ραδιοκύματα, υπό συγκεκριμένες συνθήκες, μπορούν να προκαλέσουν μη θερμικές βιολογικές επιδράσεις σε καλλιέργειες κυττάρων ή πειραματόζωα, χωρίς, ωστόσο, αυτές οι επιδράσεις να σχετίζονται άμεσα με την πρόκληση κάποιας βλάβης στον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, σε μερικές από τις μελέτες αυτές, τα αποτελέσματα εμφανίζονται αντιφατικά, ενώ σε κάποιες άλλες δεν έγινε δυνατό να επαναληφθούν. Είναι φανερό ότι υπάρχει αβεβαιότητα και ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση των μηχανισμών που σχετίζονται με μη-θερμικά φαινόμενα και τη συσχέτισή τους με επιβλαβείς βιολογικές επιδράσεις και πιθανά αποτελέσματα στην υγεία. Η έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο συνεχίζεται υπό το συντονισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας.



1.7. Βιολογικά αποτελέσματα και αποτελέσματα στην υγεία

Τα βιολογικά αποτελέσματα αποτελούν μετρήσιμες αποκρίσεις του οργανισμού ή των κυττάρων σε κάποια διέγερση ή αλλαγή του περιβάλλοντος. Τέτοιου είδους αποκρίσεις, όπως η ταχυκαρδία μετά την κατανάλωση καφέ ή η υπνηλία μέσα σε ένα αποπνικτικό δωμάτιο, δεν είναι απαραίτητα επιβλαβείς για την υγεία. Η αντίδραση σε μεταβολές του περιβάλλοντος είναι απολύτως φυσιολογική. Ωστόσο, ο οργανισμός ενδέχεται να μη διαθέτει επαρκείς μηχανισμούς ελέγχου ώστε να ανταποκρίνεται σε όλο το φάσμα των περιβαλλοντικών μεταβολών. Διάρκης περιβαλλοντική έκθεση, ακόμα και ασθενής, μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για την υγεία. Στον ανθρώπινο οργανισμό, ένα αρνητικό αποτέλεσμα για την υγεία προέρχεται από ένα βιολογικό αποτέλεσμα το οποίο προκαλεί ανιχνεύσιμη βλάβη στην υγεία ή στην καλή φυσική κατάσταση των εκτιθεμένων ατόμων. Η συμμόρφωση με τα όρια έκθεσης (βασικούς περιορισμούς και επίπεδα αναφοράς) που προτείνονται από τις εθνικές και τις διεθνείς οδηγίες συντελεί στον έλεγχο του κινδύνου από την έκθεση σε ραδιοκύματα, τα οποία μπορεί να είναι επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου.

Ωστόσο, σημαντικό μέρος του πληθυσμού εξακολουθεί να έχει ερωτήματα σχετικά με τα πιθανά αποτελέσματα στην υγεία από την έκθεση σε χαμηλής έντασης ενέργεια ΡΣ. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι απαιτείται περαιτέρω επιστημονική έρευνα για τα αποτελέσματα που πραγματικά παρατηρούνται και για το αν αυτά είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Στο διάστημα αυτό, οι διεθνείς οργανισμοί και οι φορείς τυποποίησης συνεχίζουν να παρακολουθούν τα τελευταία επιστημονικά ευρήματα για να αποφανθούν αν η μακροπρόθεσμη έκθεση σε πεδία επιπέδου χαμηλότερου από τα όρια των οδηγιών μπορεί να προκαλέσει επιβλαβή αποτελέσματα στην υγεία ή να επηρεάσει την καλή φυσική κατάσταση του ανθρώπου.



2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

2.1. Συμπεράσματα της επιστημονικής έρευνας

Όσον αφορά στα πεδία ΡΣ, η πλάστιγγα των επιστημονικών συμπερασμάτων κλίνει στο ότι η έκθεση σε χαμηλού επιπέδου πεδία ΡΣ (όπως εκείνα που εκπέμπονται από τα κινητά τηλέφωνα και από τους σταθμούς βάσης) δεν προκαλούν επιβλαβή αποτελέσματα στην υγεία. Ορισμένοι επιστήμονες αναφέρουν δευτερεύοντα αποτελέσματα από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων, τα οποία συμπεριλαμβάνουν μεταβολές στην εγκεφαλική δραστηριότητα, το χρόνο αντίδρασης και τα πρότυπα του ύπνου. Από τη μέχρι σήμερα επιβεβαίωση αυτών των αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι εντάσσονται εντός των φυσιολογικών ορίων της ανθρώπινης μεταβλητότητας.

Σήμερα, οι ερευνητικές προσπάθειες επικεντρώνονται στη διερεύνηση της πιθανότητας να προκαλείται σημαντική θερμοκρασιακή αύξηση και επιβλαβή αποτελέσματα στην υγεία από τη μακροπρόθεσμη έκθεση σε πεδία ΡΣ χαμηλής έντασης. Ορισμένες πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες για τη χρήση του κινητού τηλεφώνου δεν κατέληξαν σε πειστικές αποδείξεις σχετικά με αύξηση του κινδύνου του καρκίνου του εγκεφάλου. Ωστόσο, η τεχνολογία είναι πολύ πρόσφατη για να μπορούν να αποκλειστούν πιθανά μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Τα κινητά τηλέφωνα και οι σταθμοί βάσης δημιουργούν αρκετά διαφοροποιημένα χαρακτηριστικά έκθεσης. Η έκθεση σε πεδία ΡΣ είναι πολύ υψηλότερη για τους χρήστες κινητών τηλεφώνων σε σχέση με αυτούς που κατοικούν πλησίον σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας. Εκτός από σπάνια σήματα που χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση της σύνδεσης με τους γειτονικούς σταθμούς βάσης, τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ενέργεια ΡΣ μόνο κατά τη διάρκεια μιας κλήσης. Αντίθετα, αν και οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας εκπέμπουν συνεχώς σήματα, τα επίπεδα στα οποία εκτίθεται το κοινό είναι ιδιαίτερος χαμηλά, ακόμα και για όσους κατοικούν πολύ κοντά στην εγκατάσταση.

2.2. Κινητά τηλέφωνα και επιδημιολογικές μελέτες

Το φθινόπωρο του 2000, ξεκίνησε μία διεθνής επιδημιολογική έρευνα, γνωστή ως INTERPHONE study, με τη συμμετοχή 13 χωρών και σκοπό τη διερεύνηση της ενδεχόμενης συσχέτισης μεταξύ της τακτικής και μακροχρόνιας χρήσης των κινητών τηλεφώνων και της εμφάνισης καρκίνου του εγκεφάλου. Προσφάτως δημοσιευμένα αποτελέσματα από τη Βρετανία δεν μπόρεσαν να συσχετίσουν την τακτική χρήση κινητού τηλεφώνου με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του εγκεφάλου. Τα αποτελέσματα αυτών των αρχικών μελετών συμφωνούν με τις ήδη δημοσιευμένες έρευνες της Σουηδίας και της Δανίας. Αντιθέτως, η γερμανική ανάλυση έδειξε αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης γλοιώματος μεταξύ των μακροχρόνιων χρηστών

κινητών τηλεφώνων (πάνω από μια δεκαετία). Επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων αυτής της ομάδας μπορεί να καταστεί εφικτή μόνο ύστερα από την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των αποτελεσμάτων όλων των ερευνητικών ομάδων των 13 χωρών.

Εκτεταμένες επιδημιολογικές έρευνες μελετούν την εμφάνιση του ακουστικού νευρινώματος και τη συσχέτισή του με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου. Το ακουστικό νευρίνωμα είναι ένας καλοήθης όγκος του ακουστικού νεύρου. Μπορεί να επηρεάσει την ακοή και η συχνότητα εμφάνισής του είναι χαμηλότερη από ένα περιστατικό ανά 100.000 ενήλικες κάθε χρόνο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα διαφόρων πρόσφατων επιδημιολογικών ερευνών, δεν υπάρχει ουσιαστικός κίνδυνος για ακουστικό νευρίνωμα κατά την πρώτη δεκαετία χρήσης του κινητού τηλεφώνου αλλά παρατηρείται αύξηση του κινδύνου μετά από χρήση του κινητού τηλεφώνου για περισσότερα από 10 χρόνια.

3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

3.1. Ποιος αποφασίζει για τις οδηγίες;

Σε όλο τον κόσμο, διεθνείς οργανισμοί και χώρες έχουν προχωρήσει στη θέσπιση ορίων αποδεκτής έκθεσης του γενικού πληθυσμού και των εργαζομένων σε μη ιοντίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Οι περισσότερες χώρες στην Ευρώπη και αλλού χρησιμοποιούν τις οδηγίες έκθεσης που αναπτύχθηκαν από τη Διεθνή Επιτροπή για την Προστασία από τη Μη-Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection-ICNIRP). Ο μη κυβερνητικός αυτός οργανισμός, που αναγνωρίζεται επισήμως από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization-WHO), αποτιμά τα επιστημονικά αποτελέσματα στους τομείς της επιδημιολογίας, της ιατρικής, της βιολογίας, της φυσικής και της μηχανικής σε όλο τον κόσμο. Η ICNIRP ανακοινώνει οδηγίες που προτείνουν όρια για την έκθεση, τα οποία αναθεωρούνται και ενημερώνονται περιοδικά, όταν κρίνεται απαραίτητο. Οι πλέον πρόσφατες οδηγίες της ICNIRP δημοσιεύτηκαν το 1998 και έχουν υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης CENELEC (Commission Europeen de Normalisation Electrotechnique) και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο κατά τη σύνταξη του ισχύοντος προτύπου για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Οι οδηγίες της ICNIRP

αποτελούν τη βάση και της ελληνικής νομοθεσίας για την προστασία του κοινού από την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

3.2. Πού βασίζονται οι οδηγίες;

Οι οδηγίες της ICNIRP για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία καλύπτουν το εύρος συχνοτήτων της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας από 0 μέχρι 300 GHz. Βασίζονται σε διεξοδικές επισκοπήσεις όλης της δημοσιευμένης επιστημονικής βιβλιογραφίας. Τα όρια αποδεκτής έκθεσης έχουν καθοριστεί με βάση αποτελέσματα σχετικά με τη βραχυπρόθεσμη έντονη έκθεση και όχι τη μακροπρόθεσμη έκθεση, διότι η διαθέσιμη επιστημονική πληροφορία για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της έκθεσης σε χαμηλής έντασης ηλεκτρομαγνητικά πεδία θεωρείται ανεπαρκής για τη θέσπιση ποσοτικών ορίων.

Σε συχνότητες υψηλότερες του 1MHz, η θέσπιση ορίων αποδεκτής έκθεσης αποσκοπεί αποκλειστικά στην αποφυγή των θερμικών αποτελεσμάτων των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

3.3. Ποια είναι τα διεθνή όρια που έχουν θεσπιστεί για την προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;

Σύμφωνα με τις οδηγίες της ICNIRP προτείνεται ένα σύστημα δύο επιπέδων ως προς τα όρια επιτρεπτής έκθεσης: χαμηλότερα όρια για το γενικό πληθυσμό και υψηλότερα για τους επαγγελματίες ασχολούμενους σε χώρους έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, καθώς οι δεύτεροι έχουν γνώση των κινδύνων και μπορούν να λάβουν τα ενδεικνυόμενα μέτρα προστασίας. Επιπλέον, ορίζονται βασικοί περιορισμοί που αφορούν σε δοσιμετρικά μεγέθη αλλά και αντίστοιχα επίπεδα αναφοράς για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία τα οποία μπορούν εύκολα να μετρηθούν. Επισημαίνεται ότι για τη διατύπωση των βασικών περιορισμών έχει χρησιμοποιηθεί ένας παράγοντας ασφάλειας (10 ως και 50), ο οποίος αντιπροσωπεύει την αβεβαιότητα εκτίμησης του ορίου εμφάνισης επιβλαβών επιπτώσεων στην υγεία.

Το βασικό μέγεθος για την ποσοτικοποίηση των θερμικών επιδράσεων είναι ο **Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης (SAR)**. Η θέσπιση ορίων αποδεκτής έκθεσης από τη CENELEC και άλλες επιτροπές τυποποίησης για ολόσωμη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει βασιστεί στην πρόληψη διαταραχών της συμπεριφοράς που παρατηρούνται σε ζώα κατά την έκθεσή τους σε χαμηλά επίπεδα ακτινοβολίας. Ο όρος «διαταραχές συμπερι-



φοράς» αναφέρεται στην τάση των ζώων να σταματούν την εκτέλεση μιας πολύπλοκης γνωσιακής λειτουργίας όταν εκτίθενται σε ορισμένη ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Πρόκειται για θερμική επίδραση που παρατηρείται για Ρυθμό Ειδικής Απορρόφησης ίσο με 4 W/kg σωματικού βάρους, υπολογισμένο ως μέση τιμή σε ολόκληρο το σώμα. Για να συμπεριλάβει επιστημονικές αβεβαιότητες, αυτό το κατώτατο επίπεδο κατωφλίου μειώθηκε περαιτέρω για να προκύψουν οι τιμές των ορίων για την ανθρώπινη έκθεση (Βασικοί περιορισμοί). Θέτοντας ένα συντελεστή ασφαλείας ίσο με 10, καθορίστηκε η μέγιστη επιτρεπτή τιμή του Ρυθμού Ειδικής Απορρόφησης για τον άνθρωπο (επαγγελματική έκθεση) σε 0.4 W/kg και θέτοντας έναν επιπλέον συντελεστή ασφαλείας ίσο με 5 για το γενικό πληθυσμό καθορίστηκε αντίστοιχη μέγιστη τιμή του Ρυθμού Ειδικής Απορρόφησης ίση με 0.08 W/kg, υπολογισμένη ως μέση τιμή για ολόκληρο το σώμα και για χρονικό διάστημα μέτρησης 6 min (Πίνακας 1). Με παρόμοιο σκεπτικό, προέκυψαν αντίστοιχα όρια για τον περιορισμό της έκθεσης τμημάτων του ανθρώπινου σώματος σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ΡΣ (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Βασικοί περιορισμοί για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζομένους* σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων

Εφαρμογή	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για όλο το σώμα)	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για 10g ιστού της κεφαλής ή του κορμού)	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για 10g ιστού των άκρων)
Κινητή τηλεφωνία 900 MHz (GSM)	0.08 (0.4*)	2 (10*)	4 (20*)
Κινητή τηλεφωνία 1800 MHz (DCS)	0.08 (0.4*)	2 (10*)	4 (20*)
Κινητή τηλεφωνία 2100 MHz (UMTS)	0.08 (0.4*)	2 (10*)	4 (20*)
Ασύρματα δίκτυα 2.4 GHz (WiFi)	0.08 (0.4*)	2 (10*)	4 (20*)
Ασύρματα δίκτυα 3.5 GHz (WiMax)	0.08 (0.4*)	2 (10*)	4 (20*)

Οι βασικοί περιορισμοί που προτείνονται από την ICNIRP για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζομένους για τις συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων φαίνονται στον Πίνακα 1, όπου οι τιμές του SAR υπολογίζονται ως μέση τιμή σε μάζα 10 g συνεχούς ιστού και για διάστημα μέτρησης 6 min: Για τις περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η απευθείας εκτίμηση της απορροφούμενης ισχύος από τους ιστούς, ορίζονται από την ICNIRP επίπεδα αναφοράς που αντιστοιχούν σε μεγέθη, τα οποία μπορούν εύκολα να μετρηθούν, όπως είναι η ένταση του ηλεκτρικού ή του μαγνητικού πεδίου ή η πυκνότητα ισχύος. Ο υπολογισμός των πεδίων αναφοράς από τους αντίστοιχους

Βασικούς περιορισμούς έχει πραγματοποιηθεί με την υπόθεση μέγιστης σύζευξης του ανθρώπινου σώματος με το ΗΜ πεδίο (δυσμενέστερη περίπτωση). Τα επίπεδα αναφοράς που προτείνονται από την ICNIRP για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζομένους για τις συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Επίπεδα αναφοράς για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζομένους* σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων

Εφαρμογή	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου (A/m)	Πυκνότητα Ισχύος Ισοδύναμου Επίπεδου ΗΜ Κύματος (W/m²)
Κινητή τηλεφωνία 900 MHz (GSM)	41 (90*)	0.11 (0.24*)	4.5 (22.5*)
Κινητή τηλεφωνία 1800 MHz (DCS)	58 (127*)	0.16 (0.34*)	9 (45*)
Κινητή τηλεφωνία 2100 MHz (UMTS)	61 (137*)	0.16 (0.36*)	10 (50*)
Ασύρματα δίκτυα 2.4 GHz (WiFi)	61 (137*)	0.16 (0.36*)	10 (50*)
Ασύρματα δίκτυα 3.5 GHz (WiMax)	61 (137*)	0.16 (0.36*)	10 (50*)

Τα όρια (επίπεδα αναφοράς) που προτείνονται από την ICNIRP διαφοροποιούνται με τη συχνότητα της ακτινοβολίας ΡΣ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η απορρόφηση ενέργειας ΡΣ από ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα εξαρτάται από τη συχνότητα του σήματος ΡΣ. Τα πλέον αυστηρά όρια για ολόσωμη έκθεση

αντιστοιχούν στο εύρος συχνοτήτων 30-300 MHz, όπου το ανθρώπινο σώμα απορροφά περισσότερο την ενέργεια ΡΣ. Για συσκευές που συμβάλλουν μόνο στην έκθεση τμήματος του σώματος, όπως τα κινητά τηλέφωνα, καθορίζονται τα όρια έκθεσης μόνο με βάση τον SAR.

ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ

- Γενικά, τα όρια για πεδία ΡΣ αποσκοπούν στην αποφυγή δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία εξαιτίας της εντοπισμένης ή της ολόσωμης αύξησης της θερμοκρασίας.
- Τα μέγιστα επίπεδα έκθεσης στην καθημερινή ζωή είναι τυπικά κάτω από τα όρια των οδηγιών.
- Οι οδηγίες για την έκθεση δεν έχουν στόχο να προστατεύσουν από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (EMI) με ηλεκτροϊατρικές συσκευές.
- Για την αποφυγή τέτοιου τύπου παρεμβολών καθιερώνονται νέα βιομηχανικά πρότυπα.

3.4. Γιατί χρησιμοποιείται υψηλότερος παράγοντας μείωσης στις οδηγίες έκθεσης του γενικού πληθυσμού;

Ο επαγγελματικά εκτιθέμενος πληθυσμός αποτελείται από ενήλικες εργαζόμενους οι οποίοι, γενικά, είναι ενημερωμένοι για την ύπαρξη των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και για τα αποτελέσματά τους. Οι εργαζόμενοι εκπαιδεύονται ώστε να γνωρίζουν τον πιθανό κίνδυνο και να λαμβάνουν τις απαραίτητες προφυλάξεις. Αντίθετα, ο γενικός πληθυσμός αποτελείται από άτομα όλων των ηλικιών με κυμαινόμενη κατάσταση υγείας, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις δεν γνωρίζουν ότι εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Επιπλέον, οι εργαζόμενοι τυπικά εκτίθενται μόνο κατά τη διάρκεια της εργάσιμης μέρας (συνήθως 8 ώρες την ημέρα) ενώ ο γενικός πληθυσμός μπορεί να είναι εκτεθειμένος μέχρι και 24 ώρες την ημέρα. Αυτοί είναι οι θεμελιώδεις λόγοι που οδήγησαν σε περισσότερο αυστηρούς περιορισμούς έκθεσης για το γενικό πληθυσμό σε σχέση με τον επαγγελματικά εκτιθέμενο πληθυσμό.

3.5. Τι ισχύει στην Ελλάδα;

Στην Ελλάδα, οι δύο Νόμοι που αφορούν στην προστασία του κοινού από μη iontίζουσα ακτινοβολία είναι η Κοινή Υπουργική Απόφαση υπ' αριθ. 53571/3839, «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά», (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000) και ο Νόμος 3431/2006 «Περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών και άλλες διατάξεις», (ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006, Άρθρο 31).

Σύμφωνα με τον Νόμο 3431/2006, γύρω από κάθε κατασκευή κεραίας που εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν θα πρέπει να υπάρχουν χώροι προσπελάσιμοι από το γενικό πληθυσμό, στους οποίους τα επίπεδα έκθεσης υπερβαίνουν το 70% των ορίων της ICNIRP. Επιπλέον, σε περίπτωση εγκατάστασης κατασκευής κεραίας σε απόσταση μικρότερη από 300 μέτρα από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων, τα επίπεδα έκθεσης του κοινού απαγορεύεται να υπερβαίνουν το 60% των ορίων της ICNIRP. Δηλαδή εφαρμόζονται ακόμα αυστηρότερα όρια σε σχέση με αυτά που ορίζονται από την ICNIRP, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Επίπεδα αναφοράς, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, για το γενικό πληθυσμό σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων. Τα επίπεδα αναφοράς που ισχύουν στην Ελλάδα αντιστοιχούν στο 70% (60%) των ορίων της ICNIRP.

Εφαρμογή	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου (A/m)	Πυκνότητα Ισχύος Ισοδύναμου Επίπεδου ΗΜ Κύματος (W/m ²)
Κινητή τηλεφωνία 900 MHz (GSM)	28.7 (24.6)	0.08 (0.066)	3.15 (2.7)
Κινητή τηλεφωνία 1800 MHz (DCS)	40.6 (34.8)	0.11 (0.096)	6.3 (5.4)
Κινητή τηλεφωνία 2100 MHz (UMTS)	42.7 (36.6)	0.11 (0.096)	7 (6)
Ασύρματα δίκτυα 2.4 GHz (WiFi)	42.7 (36.6)	0.11 (0.096)	7 (6)
Ασύρματα δίκτυα 3.5 GHz (WiMax)	42.7 (36.6)	0.11 (0.096)	7 (6)

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) είναι ο αρμόδιος φορέας για τον έλεγχο της τήρησης των ορίων έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Οι έλεγχοι για τη μέτρηση της ακτινοβολίας πραγματοποιούνται από την ΕΕΑΕ ή από εξουσιοδοτημένους από αυτήν φορείς.

Όσον αφορά στις θερματικές συσκευές, η ICNIRP έχει θεσπίσει ως όριο για το SAR στο κεφάλι από τα κινητά τηλέφωνα την τιμή 2 W ανά χιλιόγραμμο μάζας, όταν λαμβάνεται ο μέσος όρος σε 10 γραμμάρια μάζας συνεχούς ιστού στο κεφάλι για μία περίοδο 6 λεπτών. Αυτό το όριο έχει υιοθετήσει και η Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία, οι βασικοί περιορισμοί είναι αυστηρότεροι, καθώς αντιστοιχούν στο 70% και 60% των τιμών της ICNIRP (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Βασικοί περιορισμοί, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, για το γενικό πληθυσμό σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων. Οι βασικοί περιορισμοί που ισχύουν στην Ελλάδα αντιστοιχούν στο 70% (60%) των ορίων της ICNIRP.

Εφαρμογή	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για όλο το σώμα)	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για 10g ιστού της κεφαλής ή του κορμού)	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για 10g ιστού των άκρων)
Κινητή τηλεφωνία 900 MHz (GSM)	0.056 (0.048)	1.4 (1.2)	2.8 (2.4)
Κινητή τηλεφωνία 1800 MHz (DCS)	0.056 (0.048)	1.4 (1.2)	2.8 (2.4)
Κινητή τηλεφωνία 2100 MHz (UMTS)	0.056 (0.048)	1.4 (1.2)	2.8 (2.4)
Ασύρματα δίκτυα 2.4 GHz (WiFi)	0.056 (0.048)	1.4 (1.2)	2.8 (2.4)
Ασύρματα δίκτυα 3.5 GHz (WiMax)	0.056 (0.048)	1.4 (1.2)	2.8 (2.4)



Συγκεκριμένα, η κοινοτική οδηγία 99/5/ΕΚ για Ραδιοεξοπλισμό και Τηλεπικοινωνιακό Τερματικό Εξοπλισμό (ΡΤΤΕ), που έχει μεταφερθεί στην Ελληνική νομοθεσία με το ΠΔ 44/2002, θέτει έμφαση στην υγεία και ασφάλεια του χρήστη, απαιτώντας συμμόρφωση με τις θεμελιώδεις απαιτήσεις του άρθρου 3.1α. Κάθε συσκευή που κυκλοφορεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση συμμορφώνεται με την ανωτέρω οδηγία, φέρει τη σήμανση CE και, επιπλέον στα συνοδευτικά έγγραφα υπάρχει η δήλωση συμμόρφωσης του κατασκευαστή. Περισσότερες οδηγίες σχετικά με το τι ισχύει για το ΡΤΤΕ περιέχονται στην ιστοσελίδα της ΕΕΤΤ www.eett.gr/ Πληροφορίες για Καταναλωτές/ Πληροφορίες για Ραδιοεπικοινωνίες/ Γενικές Πληροφορίες για εμπορία και χρήση ΡΤΤΕ ή διαφορετικά στο σύνδεσμο: http://www.eett.gr/opencms/sites/EETT/CustomerInformation/Radio_Communication_Information.html

4. ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ

4.1. Τι είναι οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας;

Οι σταθερές κεραιές που χρησιμοποιούνται για τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες αναφέρονται ως σταθμοί βάσης κυψελωτών επικοινωνιών ή πύργοι μετάδοσης κινητής τηλεφωνίας. Οι σταθμοί βάσης αποτελούνται από κεραιές και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Λόγω της ανάγκης να βρίσκονται σε μεγάλο ύψος, οι κεραιές τοποθετούνται συνήθως πάνω σε στέγες πολυώροφων κτιρίων ή σε στύλους. Το τυπικό ύψος εγκαταστάσεων σταθμών βάσης κυμαίνεται μεταξύ 15 και 60 μέτρων. Τα ραδιοσήματα τροφοδοτούνται μέσω καλωδίων προς τις κεραιές και στη συνέχεια, εκπέμπονται ως ραδιοκύματα στην περιοχή ή την κυψέλη που περιβάλλει το σταθμό βάσης. Οι κεραιές που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση και λήψη σημάτων προς και από τους κινητούς χρήστες αποτελούνται από ορθογώνια πλαίσια, με διαστάσεις περίπου 0.3-1.2 μέτρων (sector antenna).

Εκτός από τις παραπάνω κεραιές που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με τα κινητά τηλέφωνα, στους σταθμούς βάσης υπάρχουν και κεραιές σε σχήμα πιάτου (dish antenna), οι οποίες αποτελούν τερματικούς κόμβους μικροκυματικής σύνδεσης από σημείο σε σημείο και επικοινωνίας με άλλους σταθμούς βάσης για τη διασύνδεση του δικτύου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι σταθμοί βάσης συνδέονται μεταξύ τους με υπόγεια καλώδια αντί για μικροκυματικές συνδέσεις.

Ανάλογα με τη θέση του σταθμού βάσης και το πλήθος των εξυπηρετούμενων χρηστών κινητών τηλεφώνων, οι σταθμοί βάσης μπορεί να απέχουν μεταξύ τους, από μερικές εκατοντάδες μέτρα, σε μεγάλες πόλεις, μέχρι μερικά χιλιόμετρα, σε αγροτικές περιοχές.



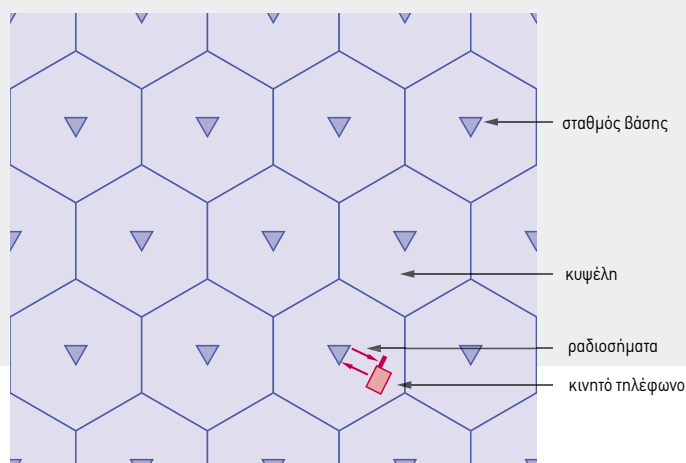
Σχήμα 3: Κεραιές από τις οποίες αποτελείται ένας χαρακτηριστικός σταθμός βάσης

4.2. Κυψελωτή δομή του δικτύου κινητών επικοινωνιών

Για την παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας σε εκατομμύρια χρήστες, μία χώρα έχει διαιρεθεί σε χιλιάδες ξεχωριστές γεωγραφικές περιοχές, γνωστές ως "κυψέλες". Ο σταθμός βάσης τοποθετείται σε κατάλληλη θέση εντός της κυψέλης, ώστε να εξασφαλίζει την πλήρη κάλυψή της και τη λειτουργία των κινητών τηλεφώνων.

Κάθε σταθμός βάσης διαχειρίζεται όλες τις κλήσεις των κινητών τηλεφώνων εντός της κυψέλης. Μερικές φορές, οι κυψέλες θεωρούνται ως κανονικά εξάγωνα σχηματίζοντας δομή κηρήθρας, αν και στην πράξη το σχήμα τους ενδέχεται να είναι ακαθόριστο διότι:

- ▶ Χαρακτηριστικά του ανάγλυφου του εδάφους, όπως δένδρα, λόφοι και κτίρια, μπορούν να εμποδίσουν ή να εξασθενίσουν τα ραδιοκύματα.
- ▶ Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας δεν έχουν πάντα τη δυνατότητα να τοποθετούν τους σταθμούς βάσης όπου επιθυμούν, διότι δεν είναι πάντα διαθέσιμες οι κατάλληλες θέσεις.
- ▶ Μικρότερες κυψέλες είναι απαραίτητες όπου υπάρχει υψηλή πυκνότητα χρηστών, όπως στα κέντρα των πόλεων.



Σχήμα 4: Δομή του κυψελωτού δικτύου

Υπάρχουν όρια σχετικά με τη μέγιστη περιοχή κάλυψης των σταθμών βάσης διότι τα ραδιοκύματα εξασθενούν σημαντικά, καθώς διαδίδονται στον αέρα. Κεραίες με τιμές ισχύος εκπομπής, επιτρέπουν τη διάδοση των ραδιοκυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις, όμως πέραν των 35 χιλιομέτρων, ο χρόνος που απαιτείται για να μεταδοθούν τα σήματα μεταξύ των κινητών τηλεφώνων και των σταθμών βάσης GSM αυξάνεται αισθητά. Επίσης, οι σταθμοί βάσης έχουν επίσης περιορισμένη χωρητικότητα σε σχέση με το μέγιστο αριθμό κλήσεων από κινητά τηλέφωνα που μπορούν να εξυπηρετήσουν ταυτόχρονα. Ο αριθμός των πομπών που εγκαθίστανται σε ένα σταθμό βάσης καθορίζει τη χωρητικότητα και ο αριθμός των χρηστών κινητών τηλεφώνων καθορίζει το επίπεδο της ζήτησης. Προσθέτοντας περισσότερους πομπούς αυξάνεται η χωρητικότητα ενός σταθμού βάσης. Όμως, υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των πομπών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Έχοντας ως δεδομένο τους παραπάνω περιορισμούς, οι κυψέλες για σταθμούς βάσης GSM έχουν μέγιστη διάσταση γενικά 1-10 χιλιόμετρα σε αγροτικές περιοχές και μερικές εκατοντάδες μέτρα σε αστικό περιβάλλον. Η αδιάκοπη ραδιοεπικοινωνία ενός χρήστη κινητού τηλεφώνου που διασχίζει τη χώρα επιτυγχάνεται με τη διαδοχική επικοινωνία του με τους σταθμούς βάσης που συναντά κατά τη διαδρομή του. Τα ραδιοκύματα δεν χρειάζεται ποτέ να μεταδοθούν σε αποστάσεις μεγαλύτερες από μερικά χιλιόμετρα.

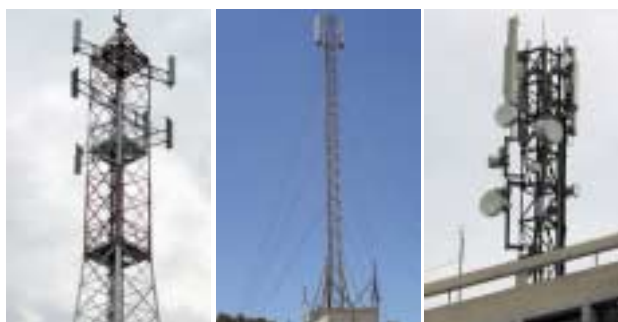
Στην περίπτωση όπου οι σταθμοί βάσης είναι αραιά τοποθετημένοι, η κάλυψη του δικτύου δεν είναι ικανοποιητική και υπάρχει περίπτωση διακοπής της κλήσης, όταν ο χρήστης βρίσκεται σε κίνηση. Κάθε σταθμός βάσης μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι ένα μέγιστο αριθμό κλήσεων. Συνεπώς, αύξηση των χρηστών έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη αύξησης των σταθμών βάσης. Η αύξηση του πλήθους των σταθμών βάσης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόστασης από το χρήστη. Επιπλέον, το κινητό τηλέφωνο είναι σχεδιασμένο για να λειτουργεί σε διάφορα επίπεδα ισχύος ώστε να χρησιμοποιείται μόνο η απαραίτητη εκπεμπόμενη ισχύς για την επικοινωνία με το δίκτυο εξασφαλίζοντας την απαιτούμενη ποιότητα ραδιοεπικοινωνίας με το σταθμό βάσης. Γενικά, όσο εγγύτερα βρίσκεται ο χρήστης του κινητού τηλεφώνου στο σταθμό βάσης, τόσο χαμηλότερη είναι η ισχύς εκπομπής του κινητού. Ανάλογα προς τη μείωση της ισχύος εκπομπής του κινητού μειώνεται και η τιμή του SAR που δημιουργεί η συσκευή στο κεφάλι του χρήστη. Συνεπώς, η πυκνωση του δικτύου σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της

εκπεμπόμενης ισχύος από τα κινητά τηλέφωνα, αφού στην περίπτωση αυτή, γίνεται εκπομπή της ελάχιστης δυνατής ισχύος για τη λειτουργία της συσκευής.

4.3. Τύποι σταθμών βάσης

Υπάρχουν διάφοροι τύποι σταθμών βάσης οι οποίοι χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας και δεν κατηγοριοποιούνται αυστηρά σε σταθμούς βάσης μακροκυψελών (macrocell), μικροκυψελών (microcell) και πικοκυψελών (picocell). Η κατηγοριοποίηση βασίζεται μάλλον στο σκοπό της τοποθέτησης περισσότερο παρά σε τεχνικούς περιορισμούς, όπως η ισχύς εκπομπής ή το ύψος των κεραιών.

Οι σταθμοί βάσης μακροκυψελών παρέχουν την κύρια υποδομή για το δίκτυο των κινητών επικοινωνιών και οι κεραίες τους τοποθετούνται συνήθως σε επαρκές ύψος ώστε να γίνονται ορατές σε όλη την περιβάλλουσα γεωγραφική περιοχή. Μερικά παραδείγματα σταθμών βάσης μακροκυψελών φαίνονται στη συνέχεια.



Σχήμα 5: Τυπικοί σταθμοί βάσης

Μερικές περιοχές της χώρας διαθέτουν δύο επίπεδα κάλυψης του δικτύου με σταθμούς βάσης μακροκυψελών (με κεραίες εγκατεστημένες ψηλά σε πυλώνες ή σε στέγες κτιρίων) και σταθμούς βάσης μικροκυψελών, των οποίων οι κεραίες είναι εγκατεστημένες πολύ χαμηλότερα και κοντά στο επίπεδο του δρόμου, όπου η χρήση του κινητού τηλεφώνου έχει υψηλότερη ζήτηση. Οι κεραίες μικροκυψελών είναι πολύ μικρότερες από τις κεραίες μακροκυψελών και μπορούν πολύ εύκολα να αναγνωριστούν ως χαρακτηριστικά του κτιρίου.

Επίσης, σταθμοί βάσης μικροκυψελών επίσης χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν τη χωρητικότητα σε περιοχές όπως τα αεροδρόμια, οι σιδηροδρομικοί σταθμοί και τα εμπορικά κέντρα. Μερικές φορές σταθμοί βάσης πικοκυψελών χρησιμοποιούνται για την παροχή κάλυψης στο εσωτερικό κτιρίων.



4.4. Εκπομπές από τους σταθμούς βάσης

Οι σταθμοί βάσης σε περιοχές με χαμηλή χρήση κινητών τηλεφώνων μπορούν να έχουν μόνο έναν πομπό συνδεδεμένο με τις κεραίες τους, οπότε μεταδίδουν μόνο σε μία συχνότητα. Οι σταθμοί βάσης σε πολυσύχναστες περιοχές μπορούν να έχουν περισσότερους από 10 πομπούς, οι οποίοι συνδέονται με τις κεραίες τους επιτρέποντας την ταυτόχρονη μετάδοση σε διαφορετικές συχνότητες και την εξασφάλιση επικοινωνίας με πολλά κινητά τηλέφωνα.

Η ισχύς εκπομπής κάθε πομπού σταθμού βάσης τίθεται σε ένα επίπεδο που επιτρέπει τη χρήση των κινητών τηλεφώνων μέσα στην περιοχή την οποία καλύπτει ο σταθμός βάσης, και όχι εκτός αυτής της περιοχής. Για την κάλυψη μεγαλύτερων κυψελών καθώς και για την κάλυψη κυψελών με δύσκολο ανάγλυφο εδάφους χρειάζονται υψηλότερες τιμές ισχύος.

Στους σταθμούς βάσης με μεγαλύτερη χωρητικότητα οι οποίοι έχουν πολλαπλούς πομπούς, η ισχύς εξόδου μπορεί να μεταβάλλεται με το χρόνο και με το πλήθος των τηλεφωνικών κλήσεων που διαχειρίζονται.

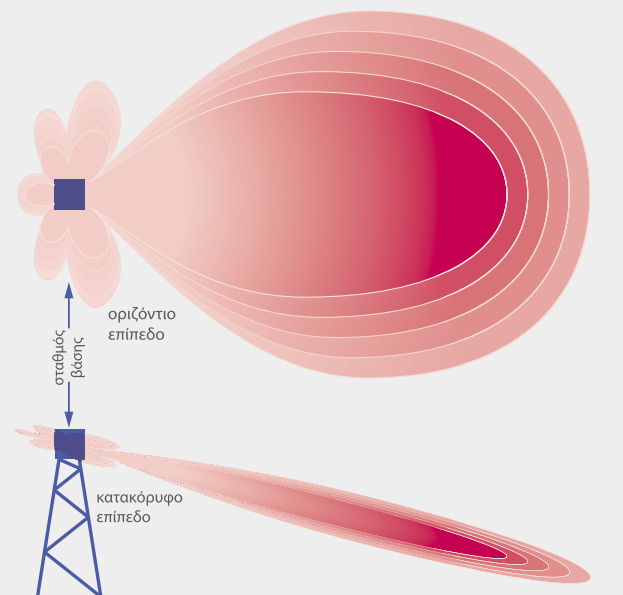
Σε σύγκριση με άλλους πομπούς ραδιοκυμάτων, όπως για παράδειγμα τους ραδιοηλεκτρικούς πομπούς, τα επίπεδα ακτινοβολούμενης ισχύος είναι σημαντικά χαμηλότερα. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται χαρακτηριστικά επίπεδα ισχύος για τη λειτουργία των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας συγκριτικά με τα αντίστοιχα των ραδιοηλεκτρικών πομπών.

Πίνακας 5: Τυπικά επίπεδα ισχύος σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας και ραδιοηλεκτρικών πομπών

Τυπικά επίπεδα ισχύος σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας (ανά κεραία)	Watt
Σταθμοί βάσης σε αγροτικό περιβάλλον	40
Σταθμοί βάσης σε αστικό περιβάλλον	10
Κεραίες ασύρματων δικτύων εσωτερικού χώρου	0.1
Τυπικά επίπεδα ισχύος ραδιοηλεκτρικών μεταδοτών	
Μεγάλοι τηλεοπτικοί μεταδότες (UHF)	40 000
Μεγάλοι ραδιοηλεκτρικοί μεταδότες (VHF)	2 000

4.5. Κατεύθυνση και σχήμα λοβών ακτινοβολίας σταθμών βάσης

Η ισχύς από τις κεραίες που χρησιμοποιούνται σε σταθμούς βάσης μακροκυψελών ακτινοβολείται σε στενές κατά την κατακόρυφη διεύθυνση δέσμες, οι οποίες παρουσιάζουν ελαφρά κλίση προς τα κάτω σε σχέση με τον ορίζοντα. Η ένταση του πεδίου ακριβώς κάτω από τις κεραίες και πάνω στους στύλους του σταθμού βάσης είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή απευθείας μπροστά από τις κεραίες σε λίγη απόσταση.



Σχήμα 6: Κατεύθυνση και σχήμα λοβών ακτινοβολίας σταθμών βάσης

Οι λοβοί των κεραιών διευρύνονται με την απόσταση και αγγίζουν το επίπεδο του εδάφους σε αποστάσεις 50-300 μέτρων από τις κεραίες. Τα επίπεδα των ραδιοκυμάτων σε αυτές τις αποστάσεις είναι πολύ μικρότερα από εκείνα που προκύπτουν απευθείας μπροστά από τις κεραίες και μπορούν εύκολα να υπολογιστούν.

Σε αποστάσεις μικρότερες από εκείνες όπου ο κύριος λοβός αγγίζει το επίπεδο του εδάφους, η έκθεση οφείλεται σε ασθενέστερους λοβούς, που είναι γνωστοί ως δευτερεύοντες λοβοί και των οποίων η πυκνότητα ισχύος δεν υπολογίζεται εύκολα εκτός αν είναι διαθέσιμη λεπτομερής τεχνική πληροφόρηση σχετικά με το διάγραμμα ακτινοβολίας των κεραιών.

4.6. Ζώνες περιορισμένης πρόσβασης

Κοντά σε κεραίες μερικών σταθμών βάσης, η πυκνότητα ισχύος ενδέχεται να υπερβεί τα επίπεδα ισχύος των οδηγίων. Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας πρέπει να υπολογίζουν τα επίπεδα ακτινοβολίας σε διάφορες κατευθύνσεις γύρω από τις κεραίες τους, με σκοπό τον ασφαλή καθορισμό μιας απόστασης πέρα της οποίας ποτέ δεν προκύπτει υπέρβαση των επιπέδων ισχύος των οδηγίων.

Ο καθορισμός των περιοχών αυτών πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε το κοινό να μην μπορεί να εισέλθει στις περιοχές που χαρακτηρίζονται ως ζώνες περιορισμένης πρόσβασης. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι κανένας δεν μπορεί, έστω και τυχαία, να εισέλθει στις ζώνες περιορισμένης πρόσβασης, λαμβάνονται προληπτικά μέτρα, όπως για παράδειγμα είναι η τοποθέτηση φυσικών φραγμών.

4.7. Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα λειτουργούν τέσσερα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιώντας το ψηφιακό Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM). Αυτά είναι γνωστά ως συστήματα δεύτερης γενιάς (2G), καθώς ακολούθησαν τα πρώτης γενιάς αναλογικά συστήματα, τα οποία πλέον δεν λειτουργούν. Επίσης, τα συστήματα τρίτης γενιάς (3G) είναι διαθέσιμα και στην Ελλάδα. Οι τρεις από τις τέσσερις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς αναπτύσσουν δίκτυα τρίτης γενιάς σε ολόκληρη τη χώρα. Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας που λειτουργούν στην Ελλάδα είναι οι εξής:

- COSMOTE (GSM900, DCS1800, UMTS)
- Q-TELECOM (DCS1800)
- TIM (GSM900, DCS1800, UMTS)
- VODAFONE (GSM900, DCS1800, UMTS)

Η χρήση διαφορετικών συχνοτήτων για διαφορετικά ραδιοσήματα εξασφαλίζει ότι τα σήματα αυτά δεν παρεμβάλλονται μεταξύ τους. Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα χρησιμοποιούν τις ζώνες συχνοτήτων 900 MHz, 1800 MHz και 2100 MHz.

4.8. Συμμόρφωση των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με τις διεθνείς/ εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα

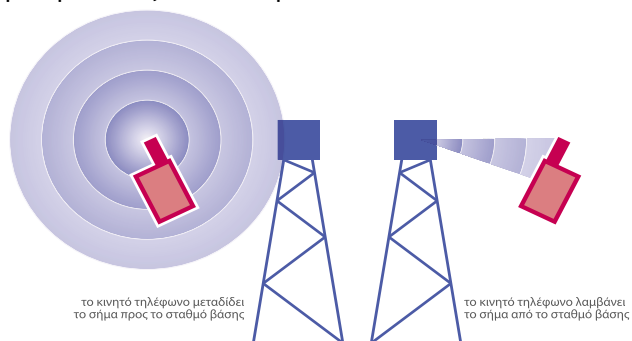
Για την περίπτωση των σταθμών βάσης κινητών επικοινωνιών, η στάθμη 4.5 W/m^2 ή 9 W/m^2 εξασφαλίζει την προστασία του γενικού πληθυσμού που εκτίθεται στην ακτινοβολία του μακρινού πεδίου της κεραίας στις συχνότητες των 900 MHz και των 1800 MHz, αντίστοιχα (ICNIRP). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον ισχύοντα Νόμο, τα όρια είναι ακόμη αυστηρότερα. Οι αντίστοιχες στάθμες για την προστασία του κοινού είναι 3.15 W/m^2 και 6.3 W/m^2 για τους σταθμούς βάσης που λειτουργούν στις συχνότητες 900 MHz και 1800 MHz, αντίστοιχα. Σε περίπτωση εγκατάστασης κεραιοκατασκευής σε απόσταση μικρότερη από 300 m από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων, οι αντίστοιχες στάθμες είναι 2.7 W/m^2 και 5.4 W/m^2 για σταθμούς βάσης που λειτουργούν στις συχνότητες 900 MHz και 1800 MHz, αντίστοιχα. Τα ηλεκτρομαγνητικά σήματα ΡΣ που εκπέμπονται από τις κεραίες των σταθμών βάσης διαδίδονται σε σχετικά στενές δέσμες περί τον ορίζοντα. Όπως συμβαίνει με όλες τις μορφές ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, η ισχύς μειώνεται δραστικά με

την απομάκρυνση από την κεραία. Συνεπώς, τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ΡΣ στο έδαφος είναι πολύ χαμηλότερα από αυτά κοντά στην κεραία ή στο εσωτερικό της στενής δέσμης εκπομπής της κεραίας. Στην πραγματικότητα, οι μετρήσεις που διεξάγονται στην κοντινή περιοχή των σταθμών βάσης κινητών επικοινωνιών, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, έχουν επιβεβαιώσει ότι η ακτινοβολία στο επίπεδο του εδάφους είναι χιλιάδες φορές χαμηλότερη από τα επίπεδα αποδεκτής έκθεσης που προτείνονται στις οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ΡΣ.

5. ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ

5.1. Αρχή λειτουργίας κινητού τηλεφώνου

Τα κινητά τηλέφωνα είναι χαμηλής ισχύος πομποδέκτες ραδιοκυμάτων, οι οποίοι με τη βοήθεια κατάλληλης ενσωματωμένης κεραίας και ηλεκτρονικού εξοπλισμού μετατρέπουν τη φωνή και τα ψηφιακά δεδομένα σε ραδιοκύματα και το αντίστροφο. Για την αποστολή αυτών των ραδιοκυμάτων από και προς το κινητό τηλέφωνο, χρησιμοποιούνται οι σταθμοί βάσης κινητών επικοινωνιών που αποτελούνται από κεραίες και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Όταν κάποιος καλεί από το κινητό του τηλέφωνο, αυτό εκπέμπει ραδιοκύματα που διαδίδονται στον αέρα μέχρι να συναντήσουν κάποιο δέκτη στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Όταν ο σταθμός βάσης λάβει τα ραδιοκύματα που προέρχονται από το κινητό τηλέφωνο, λειτουργεί ως διακόπτης μεταγωγής και προωθεί την κλήση σε έναν άλλο σταθμό βάσης. Έτσι, η κλήση αποστέλλεται μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας στο σταθμό βάσης που βρίσκεται πλησιέστερα στον καλούμενο χρήστη. Στη συνέχεια, ο σταθμός βάσης αποστέλλει ραδιοκύματα που λαμβάνονται από το δέκτη (κινητό τηλέφωνο) του καλούμενου χρήστη, όπου τα ραδιοκύματα μετατρέπονται ξανά σε ήχο (φωνή).



Σχήμα 7: Τηλεφωνική σύνδεση



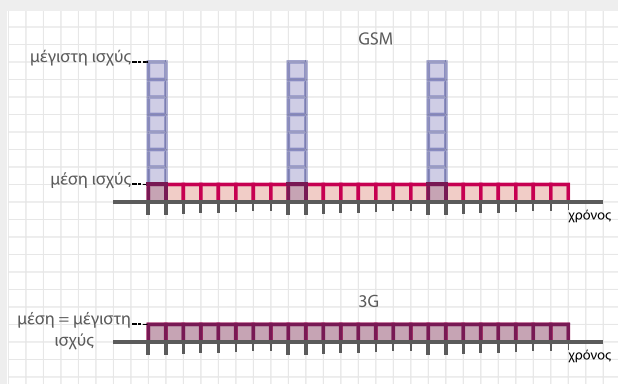
5.2. Τυπικά επίπεδα ισχύος εκπομπής κατά τη λειτουργία των κινητών τηλεφώνων

Τα κινητά τηλέφωνα στέλνουν ραδιοκύματα σε καθορισμένα προτυποποιημένα επίπεδα ισχύος. Η μέση ισχύς εκπομπής είναι πολύ χαμηλή, 0.5W ή και μικρότερη. Επιπλέον, τα κινητά τηλέφωνα προσαρμόζουν την εκπεμπόμενη ισχύ τους στο κατώτερο επίπεδο, το οποίο είναι απαραίτητο για την αξιόπιστη επικοινωνία με το σταθμό βάσης. Συνεπώς, η μέση ισχύς εξόδου είναι σε πολλές περιπτώσεις εξαιρετικά χαμηλότερη από τη μέγιστη ισχύ εκπομπής.

Χαμηλότερα επίπεδα ισχύος εκπομπής απαιτούνται για τη λειτουργία των κινητών τηλεφώνων, όταν αυτά βρίσκονται κοντά στο σταθμό βάσης. Συνεπώς, η πυκνωση του δικτύου των σταθμών βάσης μίας εταιρείας κινητής τηλεφωνίας έχει αποτέλεσμα την ελάττωση της ισχύος εξόδου από τα κινητά τηλέφωνα, διότι τότε εκπέμπεται η ελάχιστη δυνατή ισχύς εξόδου για τη λειτουργία της συσκευής. Ωστόσο, η ρύθμιση της ισχύος δεν επηρεάζεται μόνο από την απόσταση αλλά και από το περιβάλλον. Χαμηλότερα επίπεδα ισχύος απαιτούνται όταν υπάρχει ανεμπόδιση σύνδεση μεταξύ κινητού τηλεφώνου και σταθμού βάσης, σε σχέση με την περίπτωση που υπάρχουν κτίρια ή άλλα εμπόδια στη διαδρομή.

Τα κινητά τηλέφωνα δεν εκπέμπουν ραδιοκύματα συνεχώς. Όταν, κατά τη διάρκεια μιας τηλεφωνικής συνομιλίας, ο χρήστης είναι σιωπηλός, το επίπεδο της ισχύος μειώνεται. Σε κατάσταση αναμονής (stand-by), το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει μόνο περιοδικά προκειμένου να διατηρήσει την επικοινωνία με το δίκτυο. Ενώ, όταν το κινητό τηλέφωνο είναι κλειστό, δεν εκπέμπει.

Στο σύστημα GSM, μέχρι οκτώ (8) χρήστες μοιράζονται το ίδιο κανάλι συχνοτήτων και κάθε κινητό τηλέφωνο μεταδίδει μόνο κατά τη διάρκεια του 1/8 του χρόνου (μιας χρονοσχισμής). Αυτό σημαίνει ότι η μέση ισχύς βρίσκεται στο 1/8 της μέγιστης ισχύος.



Σχήμα 8: Επίπεδα μέσης ισχύος στα τυπικά συστήματα κινητών επικοινωνιών

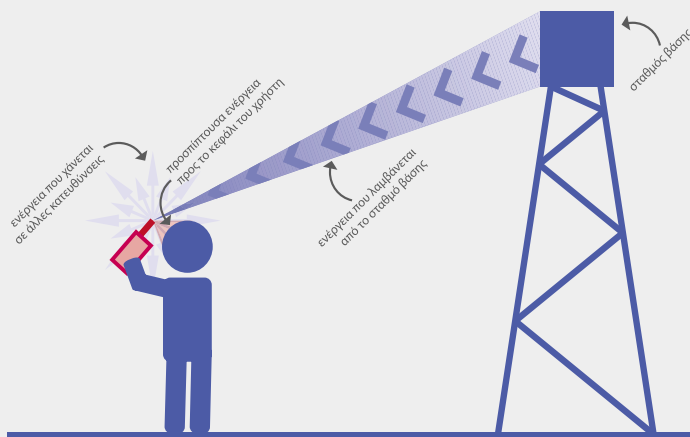
Τα κινητά τηλέφωνα τρίτης γενιάς (UMTS/WCDMA) δε διαχωρίζουν τα σήματα στο πεδίο του χρόνου ή στο πεδίο των συχνοτήτων. Το σήμα από κάθε κινητό τηλέφωνο κωδικοποιείται και στέλνεται ταυτοχρόνως, χρησιμοποιώντας το ίδιο κανάλι συχνοτήτων.

Τα κινητά τηλέφωνα τεχνολογίας GSM λειτουργούν με μέγιστη ισχύ 2 W (GSM 800/900) και 1 W (GSM 1800/1900). Η μέγιστη μέση ισχύς είναι το 1/8 της συνολικής μέγιστης ισχύος, δηλαδή 250 mW ή 0.25 W (GSM 800/900) και 125 mW ή 0.125 W (GSM 1800/1900).

Για την τεχνολογία GPRS, τα μέγιστα επίπεδα ισχύος είναι τα ίδια με την τεχνολογία GSM αλλά η μέση ισχύς όταν χρησιμοποιούνται τα 2/8 του χρόνου (ή 2 χρονοσχισμές) μπορεί να φθάσει την τιμή των 500 mW ή 0.5 W για τη συχνότητα των 900 MHz και των 250 mW ή 0.25 W για τη συχνότητα των 1800 MHz. Για την τεχνολογία Τρίτης Γενιάς (UMTS/WCDMA), η μέγιστη ισχύς είναι 0.125 W και 0.25 W, ανάλογα με τον τύπο της τερματικής συσκευής.

5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την έκθεση στην ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοκύματα προς όλες τις κατευθύνσεις για να επικοινωνούν με τους σταθμούς βάσης της κινητής τηλεφωνίας που μπορεί να είναι σε οποιαδήποτε διεύθυνση σε σχέση με το χρήστη. Αυτό έχει συνέπεια μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το κινητό να κατευθύνεται προς το κεφάλι (κυρίως) και το σώμα του χρήστη (Σχήμα 9).



Σχήμα 9: Ισχύς εκπεμπόμενη από το κινητό τηλέφωνο

Το επίπεδο SAR που δημιουργεί το τηλέφωνο στο κεφάλι εξαρτάται από σειρά παραγόντων όπως ο τύπος του κινητού τηλεφώνου, η πραγματική ισχύς εξόδου του κινητού τηλεφώνου, ο χρόνος ομιλίας κατά τη διάρκεια μιας κλήσης και η απόσταση του κινητού από το κεφάλι του χρήστη.

5.3.1. Τύπος κινητού τηλεφώνου

Η τιμή του SAR εκτιμάται με τη χρήση εγκεκριμένων διαδικασιών ελέγχου συμμόρφωσης υπό συνθήκες σταθερής μέγιστης ισχύος εκπομπής και αποτελεί τη μοναδική επιλογή για σύγκριση μεταξύ κινητών τηλεφώνων στο πλαίσιο της αγοράς. Στην πράξη, οι τιμές του SAR που αναφέρει ο κατασκευαστής δεν θα ταυτίζονται με αυτές που παρατηρούνται στο κεφάλι του χρήστη αφού η ισχύς εξόδου της κινητής τηλεφωνικής συσκευής ενδέχεται να είναι πολύ χαμηλότερη στις πραγματικές συνθήκες χρήσης.

5.3.2. Ένταση του λαμβανόμενου σήματος

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των κινητών τηλεφώνων είναι ότι δεν εκπέμπουν με σταθερή ισχύ. Η μέγιστη ισχύς για μία συσκευή GSM είναι 2 W. Όμως η ισχύς αυτή μπορεί να μειωθεί σε 15 διακριτά βήματα (μείωση κατά 1.6 φορές σε κάθε βήμα) και να φθάσει στο ένα χιλιοστό της μέγιστης ισχύος που είναι τα 2 mW περίπου. Αναλογικά προς την ισχύ εκπομπής της συσκευής μειώνεται και η τιμή του SAR που δημιουργεί η συσκευή στο κεφάλι του χρήστη. Για παράδειγμα, αν ο κατασκευαστής της συσκευής αναφέρει τιμή SAR 1 W/kg, όταν η συσκευή εκπέμπει ισχύ 2 mW, η αντίστοιχη τιμή SAR θα είναι χίλιες φορές μικρότερη, δηλαδή 0.001 W/kg.

Η ισχύς που εκπέμπει μία συσκευή επιλέγεται από τη συσκευή ανεξάρτητα από το χρήστη ανάλογα με τη ποιότητα της ραδιοεπικοινωνίας της συσκευής με το σταθμό βάσης. Όσο καλύτερη είναι η ραδιοεπικοινωνία τόσο μικρότερη είναι η ισχύς εκπομπής της συσκευής. Η ποιότητα της ραδιοεπικοινωνίας εμφανίζεται στη συσκευή συνήθως ως ένταση του λαμβανόμενου σήματος και απεικονίζεται τις περισσότερες φορές με μπάρες. Όσο περισσότερες μπάρες εμφανίζονται στην οθόνη του κινητού τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του σήματος. Δηλαδή, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα της ραδιοεπικοινωνίας και επομένως το κινητό λειτουργεί στην περιοχή χαμηλής ισχύος εκπομπής.

Η ένταση του λαμβανόμενου σήματος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

- Η απόσταση του σταθμού βάσης από τη συσκευή. Όσο εγγύτερα βρίσκεται η συσκευή στο σταθμό βάσης τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του λαμβανόμενου σήματος. Στην πράξη, τα εμπόδια μεταξύ του σταθμού βάσης και της συσκευής και οι πολλαπλές ανακλάσεις λόγω εμποδίων

κατά την κατεύθυνση διάδοσης μπορεί να αυξήσουν ή να μειώσουν σημαντικά την ένταση του σήματος.

- Αν η συσκευή χρησιμοποιείται σε υπαίθριο ή κλειστό χώρο. Μετρήσεις έχουν δείξει ότι η ένταση σήματος στο εσωτερικό ενός κτιρίου μπορεί να μειωθεί από 60-95% σε σχέση με την ένταση του σήματος στον παρακείμενο δρόμο.

5.3.3. Χρόνος ομιλίας

Οι συσκευές της κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν ένα είδος εκπομπής που καλείται διακεκομμένη εκπομπή (discontinuous transmission) ή συντομογραφικά "DTX". Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, η συσκευή δεν εκπέμπει όταν ο χρήστης δεν ομιλεί και ακούει μόνο. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης μιλήσει κατά μισό χρόνο στη διάρκεια μιας κλήσης, η μέση τιμή SAR θα είναι ίση με το μισό της αντίστοιχης τιμής αν ο χρήστης μιλούσε συνεχώς.

5.3.4. Απόσταση της συσκευής από το κεφάλι και το σώμα

Η τιμή SAR που αναφέρει ο κατασκευαστής της συσκευής αφορά στη χειρότερη περίπτωση έκθεσης του χρήστη σε ραδιοκύματα, κατά την οποία ο χρήστης ακουμπά τη συσκευή στο αυτί του. Όταν ο χρήστης απομακρύνει τη συσκευή από το κεφάλι και το σώμα του, θεωρητικοί υπολογισμοί αλλά και μετρήσεις δείχνουν ότι η ένταση της ακτινοβολίας που απορροφά και, κατά συνέπεια, η τιμή του SAR, μειώνεται δραστικά.

Όμως για να μπορέσει τότε ο χρήστης να χρησιμοποιήσει τη συσκευή του πρέπει να προσθέσει ένα εξάρτημα αποδέσμευσης των χεριών του, το λεγόμενο "hands free kit".

Υπάρχουν δύο τύποι "hands free", τα ενσύρματα και τα ασύρματα.

- Τα ενσύρματα αποτελούνται από το ακουστικό, το μικρόφωνο, το κλιπ στερέωσης και το καλώδιο μεταξύ του ακουστικού/ μικροφώνου και της συσκευής. Συνήθως, το μήκος του καλωδίου είναι 1-1.2 μέτρα από το άκρο που συνδέεται στο κινητό τηλέφωνο έως τα ακουστικά.
- Τα ασύρματα ουσιαστικά αντικαθιστούν την εκπομπή της συσκευής κοντά στο κεφάλι με ένα μικρό ασύρματο πομποδέκτη που επικοινωνεί με το κινητό τηλέφωνο. Συνήθως, χρησιμοποιούν την τεχνολογία Bluetooth στη συχνότητα 2.45 GHz με πολύ μικρή ισχύ εκπομπής (περίπου 1 mW) και με ακτίνα λειτουργίας τουλάχιστον 10 μέτρα.



Όταν γίνεται αποτελεσματική χρήση του hands free, η τιμή του SAR μπορεί να μειωθεί τυπικά κατά 100 φορές (απόσταση συσκευής από το κεφάλι και το σώμα μισό μέτρο τουλάχιστον).

5.4. Συμμόρφωση των κινητών τηλεφώνων με τις διεθνείς/ εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα

Επειδή τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοκύματα προς όλες τις κατευθύνσεις για να επικοινωνούν με τους σταθμούς βάσης που μπορεί να βρίσκονται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση σε σχέση με το χρήστη, μέρος της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων κατευθύνεται προς το χρήστη (Σχήμα 9). Αντίθετα με όσα ισχύουν για την ακτινοβολία από τις κεραίες των σταθμών βάσης, κατά τη λειτουργία των τερματικών συσκευών, οι ιστοί

του κεφαλιού του χρήστη εκτίθενται στο κοντινό πεδίο της κεραίας. Αν και η εκπεμπόμενη ισχύς είναι σχετικά χαμηλή, η τοποθέτηση της συσκευής σε επαφή με το κεφάλι του χρήστη μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε υπέρβαση των ορίων επιτρεπτής έκθεσης. Επομένως, απαιτείται προσεκτικός έλεγχος για τον προσδιορισμό της συμμόρφωσης των φορητών τηλεφωνικών συσκευών με τα διεθνή όρια αποδεκτής έκθεσης σε ραδιοκύματα. Ο έλεγχος αυτός βασίζεται σε πολύπλοκες μετρήσεις σε ομοιώματα του ανθρώπινου κεφαλιού και/ή σε υπολογιστικές προσομοιώσεις.

Η ICNIRP έχει θεσπίσει ως όριο για το SAR στο κεφάλι από τα κινητά τηλέφωνα την τιμή 2 W ανά χιλιογράμμο μάζας, όταν λαμβάνεται ο μέσος όρος σε 10 γραμμάρια μάζας συνεχούς ιστού στο κεφάλι για μία περίοδο 6 λεπτών. Αυτά τα όρια έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την Ελληνική

Πίνακας 6: Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης

	Κινητά Τηλέφωνα	Σταθμοί Βάσης
Ισχύς	Ακτινοβολεί ισχύ 125 mW αν λειτουργεί σε συχνότητα 1800 MHz ή 250 mW αν λειτουργεί σε συχνότητα 900 MHz.	Ακτινοβολεί ισχύ δεκάδων W.
Απόσταση	Η κεραία του κινητού απέχει περίπου 1-2 εκατοστά από το κεφάλι του χρήστη.	Τυπικά, οι κεραίες βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον δεκάδων μέτρων από το γενικό πληθυσμό.
Συνθήκες έκθεσης	Κυρίως εκτίθενται οι ιστοί του κεφαλιού στην περιοχή κοντά στην κεραία του κινητού.	Η έκθεση αναφέρεται σε ολόκληρο το σώμα αλλά σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο σε σχέση με την έκθεση από το κινητό.
Ποσοτικοποίηση της έκθεσης	Η τοπική έκθεση μετριέται μέσω του Ρυθμού Ειδικής Απορρόφησης (SAR) της ενέργειας στο κεφάλι.	Η πυκνότητα ισχύος των ραδιοκυμάτων που προσπίπτει στο σώμα αποτελεί καλό μέτρο για την εκτίμηση της ολόσωμης έκθεσης του κοινού.
Οδηγίες αποδεκτής έκθεσης	Οι οδηγίες της ICNIRP συμβουλεύουν ότι οι τοπικές μέσες τιμές του SAR για 10g μάζας ιστού δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα 2 W/kg, για οποιαδήποτε χρονική περίοδο 6 λεπτών. Στην Ελλάδα, οι κύριοι περιορισμοί είναι αυστηρότεροι, αντιστοιχώντας σε 1.4 και 1.2 W/kg.	Οι οδηγίες της ICNIRP συμβουλεύουν επίπεδα αναφοράς 4.5 ή 9 W/m ² για τους σταθμούς βάσης που λειτουργούν σε συχνότητα 900 MHz και 1800 MHz. Στην Ελλάδα, οι αντίστοιχες στάθμες για την προστασία του κοινού είναι 3.15 W/m ² και 6.3 W/m ² . Σε περίπτωση εγκατάστασης κατασκευής κεραίας σε απόσταση μικρότερη από 300 m από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων, οι αντίστοιχες στάθμες είναι 2.7 W/m ² και 5.4 W/m ² .
Συμμόρφωση με τις οδηγίες	Όλα τα κινητά τηλέφωνα που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν ελεγχθεί για να διασφαλίσουν τιμές SAR εντός των επιτρεπτών ορίων, φέρουν τη σήμανση CE και στα συνοδευτικά έγγραφα υπάρχει η δήλωση συμμόρφωσης του κατασκευαστή.	Η τήρηση των ορίων επιτρεπτής έκθεσης ελέγχεται περιοδικά ή οποτεδήποτε αυτό κριθεί απαραίτητο από αρμόδιες Υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ, του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών, Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων ή της ΕΕΑΕ με μετρήσεις που διενεργούνται από συνεργεία των υπηρεσιών αυτών ή από άλλα εξουσιοδοτημένα από την ΕΕΑΕ συνεργεία (π.χ. Εργαστήρια Πολυτεχνείων ή άλλων φορέων).
Επίπεδα πραγματικής έκθεσης	Οι τιμές του SAR για ειδικά μοντέλα κινητού τηλεφώνου μπορούν να βρεθούν στο δικτυακό τόπο της EETT (www.eett.gr) και φθάνουν μέχρι 1.4 W/kg.	Η τυπική έκθεση σε τοποθεσίες προσβάσιμες από το κοινό είναι χιλιάδες φορές χαμηλότερη από τα όρια των οδηγιών.

Νομοθεσία, οι βασικοί περιορισμοί είναι αυστηρότεροι, αντιστοιχώντας στο 70% και 60% των τιμών της ICNIRP. Κάθε συσκευή που κυκλοφορεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση συμμορφώνεται με τα θεσπισμένα όρια, φέρει τη σήμανση CE. Επίσης, στα συνοδευτικά έγγραφα υπάρχει η δήλωση συμμόρφωσης του κατασκευαστή.

Τα όρια SAR μιας συσκευής αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής και είναι η μέγιστη τιμή για τη συγκεκριμένη συσκευή. Γενικά, οι τιμές αυτές κυμαίνονται στην περιοχή 0.2–1.4 W/Kg, με τις περισσότερες (περίπου το 50%) να βρίσκονται γύρω από την τιμή 0.7 W/Kg.

5.5. Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία θερματικών συσκευών και σταθμών βάσης

Αν και η ισχύς εκπομπής από τα κινητά τηλέφωνα είναι μικρή σε σχέση με την ισχύ εκπομπής ενός σταθμού βάσης, η απόσταση του χρήστη από το κινητό τηλέφωνο είναι μόλις μερικά εκατοστά, ενώ, αντιθέτως είναι σπάνιο να βρεθεί κάποιος σε απόσταση μικρότερη από 5 έως 10 μέτρα μπροστά



από την κεραία ενός σταθμού βάσης. Έτσι, η ακτινοβολία που δέχεται ο χρήστης κινητού τηλεφώνου προέρχεται κυρίως από το κινητό τηλέφωνο παρά από τους σταθμούς βάσης. Για παράδειγμα, η τιμή SAR από το κινητό τηλέφωνο μπορεί να είναι 1.000 φορές μεγαλύτερη από την τιμή SAR που προκύπτει από την έκθεση στην ακτινοβολία σταθμού βάσης σε απόσταση 150 μέτρων από το χρήστη.

5.6. Χρήση κινητού τηλεφώνου

5.6.1. Παιδιά

Πολλές ερευνητικές ομάδες συμβουλεύουν ότι τα παιδιά πρέπει να αποθαρρύνονται από τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Για παράδειγμα, η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου διένειμε φυλλάδια τα οποία περιείχαν αυτή την εισήγηση το Δεκέμβριο του 2000. Σύμφωνα με αυτή την οδηγία, η Ανεξάρτητη Ομάδα Εμπειρογνομόνων για τα Κινητά Τηλέφωνα (Independent Group of Experts on Mobile Phones – IEGMP) της Βρετανίας αναφέρει ότι παιδιά ηλικίας μικρότερης των 16 ετών πρέπει να αποθαρρύνονται από τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Το 2004, αυτό το όριο ηλικίας μειώθηκε στα 10 έτη, δίνοντας έμφαση στη χρήση των κινητών τηλεφώνων από παιδιά μόνο για τις απαραίτητες κλήσεις. Ωστόσο, σημείωσαν ότι δεν υπάρχει απόδειξη ότι η χρήση των κινητών τηλεφώνων μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του εγκεφάλου ή άλλα επιβλαβή αποτελέσματα. Η εισήγηση για τον περιορισμό της χρήσης των κινητών τηλεφώνων από τα παιδιά ήταν καθαρά προληπτική και δεν βασίστηκε σε επιστημονικά δεδομένα, παρά μόνο στο γεγονός ότι τα παιδιά διαθέτουν μικρότερο σε διαστάσεις κεφάλι και λεπτότερο κρανίο. Αυτοί οι παράγοντες, σε συνδυασμό με το αναπτυσσόμενο νευρικό σύστημα των παιδιών αλλά και την αναπόφευκτα πλέον μακροχρόνια έκθεση του παιδιού-χρήστη σε σχέση με αυτήν ενός ενήλικου, θέτουν τα παιδιά σε μία ομάδα ιδιαίτερης ευαισθησίας.

5.6.2. Ομάδες αυξημένης ευαισθησίας

Αυξημένη ευαισθησία κατά την έκθεση σε μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε σχέση με το μέσο πληθυσμό μπορεί να οφείλεται σε ανεπαρκή θερμορρυθμιστική λειτουργία και σε παρουσία εμφυτευμένων ιατρικών συσκευών. Εμφυτευμένες μεταλλικές συσκευές έχουν αποτέλεσμα την τοπική αύξηση της απορροφούμενης ισχύος, με συνέπεια τη θέρμανση των



γύρω βιολογικών ιστών. Τέτοιες συσκευές είναι ορθοπεδικές μεταλλικές συσκευές, μεταλλικές καρδιακές βαλβίδες καθώς και εμφυτευμένα συστήματα χορήγησης φαρμάκων, όπως ινσουλίνης, που περιέχουν μεταλλικά μέρη. Για άλλες εμφυτευμένες συσκευές, όπως οι καρδιακοί βηματοδότες και τα κοχλιακά εμφυτεύματα, το κυριότερο πρόβλημα προκύπτει από φαινόμενα ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής. Σύμφωνα με μελέτη του ανεξάρτητου οργανισμού για την Έρευνα στις Ασύρματες Τεχνολογίες (Wireless Technology Research, WTR), μερικοί τύποι βηματοδοτών είναι ευαίσθητοι σε εξωτερικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Για το λόγο αυτό, άτομα που φέρουν εμφυτευμένο βηματοδότη, πρέπει να κρατούν το φορητό τηλέφωνο, ακόμη και όταν βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής, σε απόσταση τουλάχιστον 15 cm από το βηματοδότη.

5.6.3. Η αρχή της προφύλαξης

Οι αποδεδειγμένες επιπτώσεις στη υγεία του ανθρώπου από την έκθεση σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, όπως αυτή των κινητών τηλεφώνων, είναι θερμικές. Από τις θερμικές επιπτώσεις έχουν προκύψει και τα όρια του SAR ως όρια αποδεκτής έκθεσης. Επιπτώσεις άλλου είδους δεν έχουν ακόμη τεκμηριωθεί. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα θα χρειαστεί κάποιο χρονικό διάστημα για να ολοκληρώσει την έρευνα και να καταλήξει αν υπάρχουν άλλες επιβλαβείς επιπτώσεις και ποιες είναι αυτές. Στο διάστημα αυτό, αν κάποιος αισθάνεται ανήσυχος μπορεί να λάβει ορισμένα μέτρα προφύλαξης όπως:

- ▶ Να χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο εκεί όπου η ποιότητα του λαμβανόμενου σήματος είναι ικανοποιητική και να αποφεύγει τη χρήση του σε κλειστούς χώρους (π.χ. ασανσέρ, υπόγεια, μετρό, αυτοκίνητο κ.λπ.).
- ▶ Να χρησιμοποιεί εξαρτήματα αποδέσμευσης των χεριών ("hands free kits") και όταν ομιλεί, να κρατά το κινητό σε απόσταση από το σώμα του και το κεφάλι του.
- ▶ Οι συνομιλίες του από το κινητό τηλέφωνο να είναι όσο το δυνατό πιο σύντομες.
- ▶ Να προτιμά τη χρήση σταθερών τηλεφώνων όταν βρίσκεται κοντά τους ή την αποστολή SMS αντί της συνομιλίας στο κινητό τηλέφωνο.
- ▶ Να αποθαρρύνει τη χρήση κινητών τηλεφώνων από παιδιά.

5.7. Συμπεράσματα

Τι είδους έρευνα απαιτείται για τη διαμόρφωση οριστικών συμπερασμάτων για το εάν η έκθεση στην ενέργεια ΡΣ που εκπέμπεται από τα κινητά τηλέφωνα αποτελεί κίνδυνο για την υγεία;

Ένας συνδυασμός εργαστηριακών και επιδημιολογικών ερευνών σε χρήστες κινητών τηλεφώνων θα παρείχε μερικά από τα απαιτούμενα δεδομένα. Οι μελέτες έκθεσης πειραματόζωνων για όλη τη διάρκεια της ζωής τους θα μπορούσαν να ολοκληρωθούν σε μερικά χρόνια. Ωστόσο, θα απαιτηθεί πολύ μεγάλος αριθμός πειραματόζωνων, για να αποδειχθεί με αξιοπιστία πιθανή δράση της ενέργειας ΡΣ ως παράγοντα προαγωγής της ανάπτυξης του καρκίνου, αν υφίσταται τέτοια δράση. Οι επιδημιολογικές μελέτες μπορούν να παρέχουν δεδομένα τα οποία αφορούν απευθείας ανθρώπινους πληθυσμούς, αλλά χρειάζονται 10 ή και περισσότερα έτη παρακολούθησης για την παροχή απαντήσεων σχετικά με ορισμένα αποτελέσματα στην υγεία, όπως για τον καρκίνο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μεσοδιάστημα μεταξύ της έκθεσης σε έναν πιθανώς καρκινογενή παράγοντα και της ανάπτυξης του καρκίνου -αν υπάρξει- μπορεί να διαρκέσει πολλά χρόνια. Ακόμη, η ερμηνεία των επιδημιολογικών μελετών εμποδίζεται από δυσκολίες στη μέτρηση της πραγματικής έκθεσης σε ραδιοκύματα κατά την καθημερινή χρήση των κινητών τηλεφώνων, δεδομένου ότι πολλοί παράγοντες, όπως η γωνία με την οποία ο χρήστης κρατάει το κινητό τηλέφωνο ή ακόμη και το μοντέλο του κινητού τηλεφώνου, μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις.



Για περισσότερες πληροφορίες ...

Independent Expert Group on Mobile Phones

(<http://www.iegmp.org.uk>)

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

(<http://www.icnirp.org>)

WHO International EMF Project

(<http://www.who.int/peh-emf/en/>)

Department of Health Mobile Telecommunications and Health

(http://www.dh.gov.uk/PolicyAndGuidance/HealthAndSocialCareTopics/MobilePhones/fs/en?CONTENT_ID=4069598&chk=aPE6Vr)

Mobile Telecommunications and Health Research Programme

(<http://www.mthr.org.uk>)

Radiocommunications Agency Sitefinder Database

(<http://www.sitefinder.radio.gov.uk>)

Mobile Manufacturers Forum

(<http://www.mmfa.org>)

Mobile Operators Association

(<http://www.mobilemastinfo.com>)

Health Protection Agency

(http://www.nrp.org/hpa/radio_surveys/)

NRPB-R321 Exposure to Radio Waves

Near Mobile Phone Base Stations

(http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/archive/reports/2000/nrp_r321.htm)

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων

(<http://www.eett.gr/EETT>)

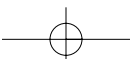
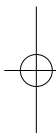
Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας

(<http://www.eeae.gr>)



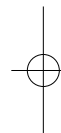


ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ



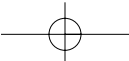


ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ





ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ





ΕΕΤΤ

ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΩΝ

Ελληνική Δημοκρατία - Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων
Λεωφ. Κηφισίας 60, 151 25 Μαρούσι Τηλ.: 210 615 1000, Fax: 210 610 5049
URL: <http://www.eett.gr>, e-mail: info@eett.gr