



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΚΑΡΓΑΚΗ ΜΙΧΑΗΛ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ
ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ
ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ»**

Εισηγητές: Στρατάκης Δημήτρης, Μιαουδάκης Ανδρέας

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΚΥΨΕΛΟΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....	9
1.1. Τι ονομάζεται κυψελοειδής τηλεφωνία και ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της;.....	9
1.2. Πώς λειτουργεί ένα κινητό τηλέφωνο ως πομποδέκτης;.....	10
1.3. Πώς λειτουργεί ένα κινητό τηλέφωνο σε ένα σύστημα κινητής τηλεφωνίας;.....	11
1.4. Μεταπομπή κινητών χρηστών σε κυψελοειδή συστήματα κινητής τηλεφωνίας;.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....	13
2.1. GSM.....	13
2.1.1. Γενική περιγραφή του συστήματος GSM-900.....	13
2.1.2. Ζώνες συχνοτήτων.....	13
2.1.3. Αρχιτεκτονική του συστήματος GSM.....	14
2.2. 3G/UMTS.....	15
2.2.1. Γενικά για το σύστημα UMTS.....	15
2.2.2. Αρχή λειτουργίας του συστήματος UMTS.....	16
2.2.3. Αρχιτεκτονική του συστήματος UMTS.....	16
2.2.4. Διαχείριση κινητικότητας των χρηστών στο σύστημα UMTS.....	18
2.2.5. Εξέλιξη του συστήματος UMTS στο μέλλον.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΤΑΘΜΟΙ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....	21
3.1. Γενική περιγραφή σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας.....	21
3.2. Εξοπλισμός κεραιών σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.....	22
3.2.1. Κεραίες Tx/Rx.....	22
3.2.2 Μικροκυματικές ζεύξεις.....	23
3.3. Κατευθυντικότητα των κεραιών των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας.....	24

3.4. Παράγοντες που επιρρεάζουν την ακτινοβολούμενη ισχύ ενός σταθμού βάσης σε σημεία προσπελάσιμα από το κοινό.....	25
3.5. Παράγοντες που επιρρεάζουν την ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ενός κινητού τηλεφώνου – Μέτρα προφύλαξης.....	25
3.6. Σύγκριση σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με τα κινητά τηλέφωνα.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....	28
4.1. Περιγραφή του όρου “Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία”.....	28
4.2. Περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΑΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.....	31
5.1. Βιολογικές επιδράσεις από την ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας στην ανθρώπινη υγεία.....	31
5.1.1 Θερμικές βιολογικές επιδράσεις - Θερμικά Αποτελέσματα	32
5.1.2. Μη θερμικές βιολογικές δράσεις	33
5.1.3. Έρευνες και αποτελέσματα πάνω σε συγκεκριμένες μορφές παθήσεων.....	35
5.1.3.1. Νευρολογικές επιδράσεις	35
5.1.3.2. Δερματολογικές επιδράσεις	36
5.1.3.3. Οφθαλμοί.....	36
5.1.3.4. Εγκέφαλος.....	37
5.1.3.5. Γεννητικά Όργανα.....	37
5.1.3.6. Νεοπλασίες.....	38
5.1.4. Άλλες επιπτώσεις.....	39
5.1.4.1. Οδήγηση.....	39
5.1.4.2. Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.....	39
5.1.4.3. Κινητά τηλέφωνα και παιδί.....	39
5.1.5. Μη ειδικά προβλήματα υγείας και συμπτώματα	40
5.1.6. Επίδραση Η/Μ ακτινοβολίας χαμηλών συχνοτήτων με τη ζώσα ύλη..	40
5.1.7. Γενικά συμπεράσματα για τα βιολογικά αποτελέσματα.....	40
5.2. Περιβαλλοντολογικές επιδράσεις από την ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας.....	41

5.2.1 Γενικά	41
5.2.2 Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων	41
5.2.2.1. Φυσικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις	41
5.2.2.2. Βιολογικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	41
5.2.2.3 Κοινωνικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις	42
5.3. Άλλες επιπτώσεις	42
5.4 Δείκτης Ειδικής Απορρόφησης SAR.....	43
5.4.1. Γενικά για το δείκτη SAR.....	43
5.4.2. Μαθηματικές σχέσεις και παράγοντες εξάρτησης του δείκτη SAR.....	44
5.4.3. Θεωρητικός προσδιορισμός του SAR	46
5.4.4. Πειραματικός υπολογισμός SAR.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ – ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	49
6.1. Γενικές πληροφορίες.....	49
6.2. Βασικοί Περιορισμοί και Επίπεδα Αναφοράς.....	50
6.2.1. Διαφοροποίηση εννοιών βασικών περιορισμών και επιπέδων αναφοράς.....	50
6.2.2. Βασικοί Περιορισμοί.....	51
6.2.3. Επίπεδα Αναφοράς.....	53
6.3. Ρεύμα επαφής και ρεύμα άκρων.....	55
6.4. Διεθνή και Ελληνικά όρια έκθεσης στις χαμηλές συχνότητες.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΕΕΑΕ).....	64
7.1. Γενικές πληροφορίες για την ΕΕΑΕ και αρμοδιότητες.....	64
7.2 Βασικά αντικείμενα στα οποία δραστηριοποιείται η ΕΕΑΕ.....	64
7.3 Υπηρεσίες που παρέχει η ΕΕΑΕ.....	65
7.4 Διατάξεις εκπομπής Μη-Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών που ελέγχονται.....	66
7.5 Μετρήσεις που διεξάγει το Γραφείο Μη-Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ.....	69
8.1 Παρουσίαση εργαστηρίου.....	69
8.2 Δραστηριότητες εργαστηρίου.....	69
8.3 Εξοπλισμός εργαστηρίου.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΕΑΕ.....	72
Α.Εισαγωγή.....	72
Β. Δεδομένα σταθμού.....	73
Γ. Όρια Ασφαλούς Έκθεσης.....	76
Δ. Υπολογισμοί Μεγεθών Εκπεμπόμενων Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων.....	78
Ε. Βασικές Παραδοχές – Περιβάλλουσες Διαγράμματος Ακτινοβολίας.....	79
ΣΤ. Μεμονωμένος Ιστός – Καθορισμός Περιοχής Ασφαλείας – Έλεγχος Συμμόρφωσης με Αποστάσεις Ασφαλείας.....	85
Ζ. Μεμονωμένες Κατευθυντικές Κεραίες : Καθορισμός Περιοχής Προστασίας – Έλεγχος Συμμόρφωσης με Αποστάσεις Ασφαλείας.....	89
Η. Ανεξάρτητη Θεώρηση Δύο ή Περισσοτέρων Κεραιοδιατάξεων – Υπολογισμός Επιπέδων Η/Μ Ακτινοβολίας και Συγκριση με τα Όρια.....	94
Θ. Μικροκυματικές Ζεύξεις.....	96
Ι. Μέτρα Προφύλαξης του Κοινού.....	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ ΚΑΙ ΚΕΡΑΙΩΝ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΕΑΕ.....	98
Α. Εισαγωγή.....	98
Β. Υπολογισμοί μεγεθών εκπεμπόμενων Η/Μ πεδίων	98

Γ. Περίπτωση εξέτασης επίγειου δορυφορικού ή μικροκυματικού σταθμού παρουσία άλλων γειτονικών σταθμών κεραιών εντός 50 μέτρων – Έλεγχος συμμόρφωσης με τα όρια ασφαλείας.....101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 : ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....102

11.1. Παρουσίαση και σκοπός του λογισμικού.....102

11.2. Μελέτη ραδιοεκπομπών βάση του υποδείγματος της ΕΕΑΕ.....102

11.2.1. Εκτίμηση επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....102

11.2.2. Help Menus.....106

11.2.3. Off-line σύνδεσμοι και παραπομπές.....107

11.2.4. Σύγκριση νυν μελέτης με πραγματοποιηθήσα μελέτης του παρελθόντος.....108

11.3. Μελέτη ραδιοεκπομπών βάση του μοντέλου Saltzburg.....109

11.3.1. Εκτίμηση επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....109

11.3.2. Περιγραφή της μεθόδου Saltzburg.....110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 : ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....112

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....112

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΑΙΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....113

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΑΙΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ ΧΑΜΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....115

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ : ΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΕΡΑΙΩΝ.....117

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε : ΔΗΛΩΣΗ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΑΣΚΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΥΠΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΑΔΕΙΑΣ...120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 : ΟΡΟΛΟΓΙΑ.....136

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ.....143

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή βασίστηκε στην ανάγκη για την επίλυση των αποριών που δημιουργούνται στον άνθρωπο και αφορούν τις κεραίες των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας και, πιο συγκεκριμένα, την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τέτοιες κεραιοδιατάξεις.

Σκοπός της είναι να προβάλλει τις συνέπειες που έχει η μακροχρόνια έκθεση του κοινού στην ακτινοβολία αυτή, την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία που αφορά θέματα κεραιών και ραδιοεκπομπών καθώς, επίσης, και την διαδικασία που τηρείται από τα αρμόδια όργανα για την μελέτη των ραδιοεκπομπών αυτών.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας αναπτύχθηκε λογισμικό το οποίο αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει μία εκτίμηση των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον των σταθμών κεραιών κινητής τηλεφωνίας με τίτλο «Λογισμικό εκτίμησης των επιπέδων της Η/Μ ακτινοβολίας στο περιβάλλον των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας».

Μέσα σε αυτόν τον πρόλογο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Στρατάκη Δημήτρη για την ανάθεση της εργασίας αυτής καθώς επίσης και για τις γνώσεις που μου παρήχε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Μιαουδάκη Ανδρέα για τη βοήθεια του στη διεκπεραίωση της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική στήριξη που μου παρήχαν σε κάθε δυσκολία που αντιμετώπισα, καθώς επίσης και όλο το προσωπικό του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων για τις γνώσεις που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου στο ΤΕΙ Ηρακλείου Κρήτης.

Καργάκης Μιχάλης

Αύγουστος 2008

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση της κινητής τηλεφωνίας τα τελευταία χρόνια προκαλεί δέος. Κανείς δε θα μπορούσε να φανταστεί ότι θα μπορούσε να τηλεφωνεί από το αυτοκίνητο, το βουνό ή το χωράφι, όταν πριν από λίγα χρόνια έπρεπε να περιμένει στον ΟΤΕ με πρόσκληση, να επικοινωνήσει με τα προσφιλή του πρόσωπα. Σίγουρα το κινητό τηλέφωνο στα χέρια των περισσότερων χρηστών, προσέφερε πολλά στην επικοινωνία, στην ασφάλεια και στην εξοικονόμηση χρόνου και αποτελεί πλέον βασικό εργαλείο της καθημερινότητάς μας καθώς συμβάλλει στη βελτίωση τόσο της επαγγελματικής όσο και της κοινωνικής και προσωπικής μας ζωής.

Η κινητή τηλεφωνία έχει εξαπλωθεί και συνεχίζεται να διαδίδεται παγκοσμίως με ταχύτατο ρυθμό. Οι χρήστες όλων των ηλικιών πολλαπλασιάζονται. Όλο και περισσότερα άτομα ακόμα και από πολύ μικρή ηλικία έχουν σήμερα κινητό τηλέφωνο. Η δυνατότητα επικοινωνίας παντού και πάντα, στο σπίτι ή στο δρόμο και μάλιστα χωρίς περιορισμούς από καλώδιο είναι δυνατή σήμερα με τα κινητά τηλέφωνα.

Στην χώρα μας η κινητή τηλεφωνία αποτελεί έναν από τους πλέον δυναμικούς κλάδους της ελληνικής οικονομίας, συνεισφέροντας κατά 2,2% στο ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν) ετησίως, εξυπηρετώντας 10 εκ. πολίτες περίπου. Με την πάροδο των ετών, ο αριθμός των συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας αυξάνεται θεαματικά, με συνέπεια να αυξάνεται και ο αριθμός των σταθμών βάσης που χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση των συνδρομητών.

Από την άλλη πλευρά, η σταδιακή αύξηση του αριθμού των εγκατεστημένων σταθμών βάσης οδηγεί στην ανάγκη λήψης ορισμένων μέτρων προφύλαξης του κοινού από την Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία που εκπέμπουν. Για το λόγο αυτόν, σε κάθε χώρα έχουν θεσπιστεί από την εκάστοτε κυβέρνηση, σε συνεργασία με διεθνείς φορείς, επίπεδα αναφοράς και όρια μέσα στα οποία θα πρέπει να περιορίζεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που διανέμεται στο χώρο από τους σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, γνωρίζοντας την ανησυχία που διακατέχει το κοινό όσον αφορά το μυστήριο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, έχει ως σκοπό να παρουσιάσει και να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο, τα επίπεδα αναφοράς και τους βασικούς περιορισμούς για τα επίπεδα την ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των σταθμών βάσης, την κείμενη ελληνική νομοθεσία που αφορά την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία και τέλος να αναλύσει τα πρωτόκολλα βάση του οποίου πραγματοποιείται μία τεχνική μελέτη ραδιοεκπομπών, τόσο στις κεραίες που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία σταθμού βάσης-χρήστη όσο και στις point-to-point ζεύξεις που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία των σταθμών βάσης μεταξύ τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΚΥΨΕΛΟΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

1.1. Τι ονομάζεται κυψελοειδής τηλεφωνία και ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της;

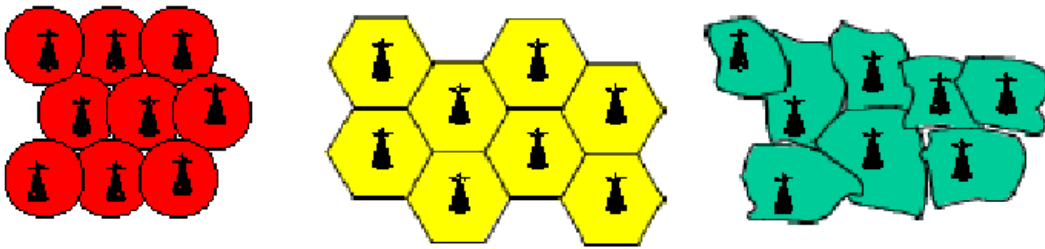
Οι γεωγραφικές περιοχές που επιθυμεί να ραδιοκαλύψει ένας σχεδιαστής δικτύου κινητής τηλεφωνίας είναι απαραίτητο να διαιρεθούν σε μικρότερες μονάδες, κάθε μια από τις οποίες θα εξυπηρετείται από έναν σταθμό βάσης. Κάθε μία τέτοια μονάδα ονομάζεται **κυψέλη** και η κινητή τηλεφωνία που έχει ως βασική μονάδα τις κυψέλες ονομάζεται **κυψελοειδής τηλεφωνία**.

Σε κάθε σύστημα κυψελοειδούς τηλεφωνίας, ένας ορισμένος αριθμός από κυψέλες αποτελεί το λεγόμενο **cluster** ή **συστάδα**. Το μέγεθος ενός cluster αποτελεί αποκλειστικά και μόνο θέμα του σχεδιαστή του δικτύου και εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των συχνοτήτων που παραχωρούνται στην αρμόδια εταιρία ούτως ώστε να εξυπηρετήσει τους συνδρομητές της. Μια πολύ βασική ιδιότητα ενός cluster είναι ότι χρησιμοποιεί όλες τις συχνότητες που παραχωρούνται για ολόκληρο το δίκτυο. Το ζήτημα που τίθεται στο σημείο αυτό είναι κατά πόσον η δομή ενός κυψελοειδούς δικτύου επηρεάζει τον τρόπο που θα εκχωρηθούν οι συχνότητες στους σταθμούς βάσης και γιατί.

Την απάντηση στο παραπάνω ερώτημα έρχεται να δώσει η έννοια της **επαναχρησιμοποίησης συχνότητας**. Ο όρος αυτός δηλώνει ότι σε ένα σύστημα κυψελοειδούς τηλεφωνίας, οι διαθέσιμες συχνότητες είναι να επαναχρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά. Η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας, όμως, είναι κάθε άλλο παρά εύκολη υπόθεση διότι εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Τέτοιου είδους παράγοντες είναι:

- ο αριθμός των συνδρομητών που καλείται το δίκτυο να εξυπηρετήσει,
- το μέγεθος της γεωγραφικής περιοχής που πρόκειται να ραδιοκαλυφθεί,
- ο μέσος χρόνος συγκράτησης μίας συχνότητας από τους συνδρομητές (μέση διάρκεια κλήσεων) την ώρα αιχμής,
- η ποιότητα υπηρεσιών που επιθυμεί το εκάστοτε δίκτυο να χρησιμοποιήσει,
- η τηλεπικοινωνιακή κίνηση Erlang που καλείται το δίκτυο να εξυπηρετήσει ανάλογα με την ποιότητα υπηρεσιών που θα διαθέσει, κτλ.

Τα ποσά της κάθε παραμέτρου που αναφέρθηκαν χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ακτίνας ενός εξαγωνου κυττάρου (κυψελοειδές μοντέλο εξαγωνικής γεωμετρίας) και, συνεπώς, της απόστασης που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των κέντρων των ομοιοκαναλικών κυψελών του δικτύου αυτού. Η απόσταση αυτή ορίζεται ως **απόσταση επαναχρησιμοποίησης συχνότητας** και αποτελεί την ελάχιστη απόσταση που πρέπει να υπάρχει μεταξύ 2 κυψελών που χρησιμοποιούν τις ίδιες συχνότητες. Σε κάθε άλλη περίπτωση, θα υπάρξουν συνέπειες στην αξιοπιστία του δικτύου γιατί το μέγεθος ενός κυττάρου έχει άμεση σχέση με την ισχύ με την οποία εκπέμπει ο αντίστοιχος σταθμός βάσης. Στην πραγματικότητα, το μέγεθος και το σχήμα του κυττάρου καθορίζεται αποκλειστικά και μόνο από τον τρόπο που εκπέμπει ο σταθμός βάσης όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1.1: Η ιδεατή κάλυψη (α), το κυψελοειδές μοντέλο (β) και ... η σκληρή πραγματικότητα (γ)

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1, η αρχική ιδέα υλοποίησης ενός κυψελοειδούς δικτύου ήταν χρησιμοποιώντας κυψέλες σε σχήμα κύκλου. Η αξιοπιστία του δικτύου, όμως, δεν θα ήταν καθόλου ικανοποιητική, λόγω του γεγονότος ότι με ένα δίκτυο τέτοιας γεωμετρίας θα διακρίναμε 2 βασικά προβλήματα:

- Αν η κάθε κυψέλη εφαιπτόταν στην άλλη, τότε θα υπήρχαν περιοχές ακάλυπτες, δηλαδή ένας συνδρομητής που θα βρισκόταν σε μία ακάλυπτη περιοχή θα ήταν αδύνατον να επικοινωνήσει με το σταθμό, αφού ο σταθμός δε θα τον “έβλεπε” .
- Αν η μία κυψέλη υπερέκλυπε την άλλη τότε οι συνδρομητές θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν με τον σταθμό βάσης, όμως στην περίπτωση αυτή θα αντιμετωπίζαμε προβλήματα παρεμβολών από ομοιοκαναλικές κυψέλες.

Η βέλτιστη λύση στο πρόβλημα των παρεμβολών αποδείχθηκε ότι είναι το κυψελοειδές μοντέλο εξαγωνικής γεωμετρίας (σχήμα 1β). Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί κυψέλες σε σχήμα εξαγώνου λύνοντας το πρόβλημα των ακάλυπτων περιοχών, εντούτοις, εξακολουθεί να υπάρχει το πρόβλημα της πιθανής ύπαρξης παρεμβολών μεταξύ ομοιοκαναλικών κυττάρων. Στην πραγματικότητα, δεν είναι δυνατόν να υπάρξει εξάγωνη κυψέλη, λόγω του τρόπου εκπομπής των κεραιών ενός σταθμού βάσης (σχήμα 1γ) διότι κανένα σταθμός βάσης δεν δύναται να εκπέμψει εξαγωνικά.

1.2. Πώς λειτουργεί ένα κινητό τηλέφωνο ως πομποδέκτης;

Ένα κινητό τηλέφωνο, όπως και ένας σταθμός βάσης, λειτουργεί σαν πομποδέκτης, υποστηρίζει δηλαδή αμφίδρομη επικοινωνία. Οι συσκευές αυτές είναι πολύ απλές στην υλοποίησή τους, αφού αποτελούν σύνολο πολύ απλών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1.2: Διάγραμμα λειτουργίας ενός πομποδέκτη

Στο σχήμα 1.2, παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μετάδοση μέσω ενός πομποδέκτη, συνεπώς και ενός κινητού τηλεφώνου. Κατά τη διάρκεια της κλήσης, το αναλογικό σήμα της φωνής του κινητού χρήστη μετατρέπεται σε ψηφιακό και κωδικοποιείται. Στη συνέχεια το κωδικοποιημένο πλέον σήμα διοχετεύεται σε ένα κανάλι, το οποίο έχει υποστεί κωδικοποίηση και διαφύλλωση. Το επόμενο βήμα είναι η κρυπτογράφηση, άρα παρατηρούμε ότι στην επικοινωνία ενός χρήστη μέσω κινητού τηλεφώνου εμπεριέχεται και ο παράγοντας ασφάλεια. Πλέον το σήμα είναι σχεδόν έτοιμο προς εκπομπή. Υφίσταται διαμόρφωση και εκπέμπεται. Το σήμα ταξιδεύει μέσα στη ζώνη των ραδιοσυχνοτήτων, μέχρις ότου φτάσει στον προορισμό του. Στην περίπτωση λήψης ενός σήματος, το ληφθέν σήμα υφίσταται την ακριβώς αντίστροφη διαδικασία, έως ότου φτάσει πλέον ως αναλογικό σήμα στην έξοδο του ακουστικού του κινητού τηλεφώνου.

1.3. Πώς λειτουργεί ένα κινητό τηλέφωνο σε ένα σύστημα κινητής τηλεφωνίας;

Όταν ένα κινητό τηλέφωνο είναι ενεργοποιημένο ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένα σήματα ελέγχου από κοντινούς σταθμούς βάσης. Πιο συγκεκριμένα, τα σήματα αυτά αποτελούν μία μικρή συνομιλία μεταξύ σταθμού βάσης και κινητών τηλεφώνων, ούτως ώστε να εξυπηρετήσουν δύο καταστάσεις:

- Εντοπισμός του κινητού χρήστη μέσα στο σύστημα και
- Απόφαση για το ποιος σταθμός βάσης θα αναλάβει να καταγράψει στα μητρώα του τον κινητό χρήστη, συνεπώς ποιος θα τον εξυπηρετήσει.

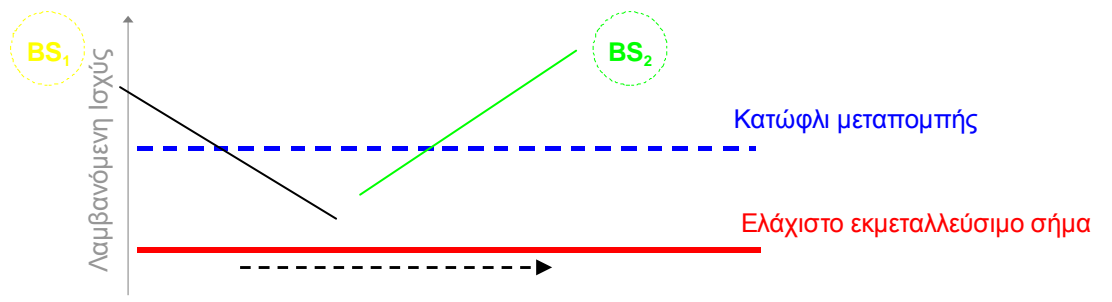
Η πρώτη κατάσταση είναι αρκετά εύκολη υπόθεση, αφού το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα σήματα προς όλες τις κατευθύνσεις, επικοινωνώντας με αυτόν τον τρόπο με όλους τους κοντινούς σε αυτό σταθμούς βάσης. Ποιος, όμως, θα αναλάβει να το εξυπηρετήσει σε περίπτωση κλήσης;

Τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα έχουν την ικανότητα να μετράνε την ένταση των σημάτων ελέγχου που τους επιστρέφονται από τους σταθμούς βάσης όταν εκείνοι λάβουν το αναγνωριστικό ΗΙΑ (Here I am). Έτσι, λοιπόν, ανταποκρίνονται στο ισχυρότερο σήμα ελέγχου, απαντώντας ότι επιθυμούν σύνδεση με εκείνον το σταθμό βάσης του οποίου το σήμα ελέγχου ήταν ισχυρότερο. Ο σταθμός βάσης, τότε, καταχωρεί τον κινητό χρήστη στο μητρώο του και ενημερώνει τους υπόλοιπους σταθμούς βάσης και το κέντρο, μέσω του δικτύου κορμού ή υπερκατευθυντικών ζεύξεων, ότι αναλαμβάνει εκείνος να εξυπηρετήσει τον χρήστη. Το κινητό τηλέφωνο θα εξακολουθεί να στέλνει σήματα ελέγχου ανά τακτά χρονικά διαστήματα, διότι εμπεριέχεται η πιθανότητα αλλαγής κυψέλης, συνεπώς σε αυτήν την περίπτωση θα εξυπηρετηθεί από διαφορετικό σταθμό βάσης ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία. Στην περίπτωση αυτήν τίθεται σε εφαρμογή η λεγόμενη **μεταπομπή** (handover).

1.4. Μεταπομπή κινητών χρηστών σε κυψελοειδή συστήματα κινητής τηλεφωνίας

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, ο τρόπος με τον οποίο εκπέμπει ένας σταθμός βάσης καθορίζει τόσο το μέγεθος της κυψέλης, όσο και το σχήμα της. Η ισχύς εκπομπή ενός σταθμού βάσης είναι ορισμένη έτσι ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα ακάλυπτων περιοχών, εντούτοις να αποφευχθεί επίσης η πιθανότητα παρεμβολών σε ομοιοκαταληκτικές κυψέλες. Με λίγα λόγια, στα όρια μίας κυψέλης, η λαμβανόμενη ισχύς από έναν σταθμό βάσης είναι αρκετά μικρή, ωστόσο όσο κινούμαστε προς διαφορετική κυψέλη, η λαμβανόμενη ισχύς από τον αρμόδιο σταθμό θα είναι μεγαλύτερη. Το κινητό τηλέφωνο αναζητεί για το σταθμό βάσης που θα το εξυπηρετήσει με την καλύτερη ποιότητα σήματος, στέλνοντας σήματα ελέγχου, άρα σε μια τέτοια περίπτωση διαγράφεται από το μητρώο του παλιού σταθμού βάσης και περνάει στο μητρώο του νέου.

Η μεταφορά ενός κινητού χρήστη από τη δικαιοδοσία ενός σταθμού βάσης στη δικαιοδοσία ενός άλλου ονομάζεται **μεταπομπή** (handover).



Σχήμα 1.3: Μεταπομπή κινητού χρήστη στη δικαιοδοσία νέου σταθμού βάσης

Στο σχήμα 1.3 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η μεταπομπή σε ένα σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Ένας κινητός χρήστης έχει πραγματοποιήσει κλήση και κινείται κατά τη φορά του βέλους, όντας εγγεγραμμένος στο μητρώο του σταθμού βάσης BS1. Η λαμβανόμενη ισχύς από τον BS1 συμβολίζεται με την μαύρη γραμμή. Καθώς απομακρύνεται από τον BS1, η στάθμη της λαμβανόμενης ισχύος από τον BS1 πέφτει σταδιακά. Το πρόβλημα θα λύσει το κατώφλι εκπομπής, το οποίο δεν είναι τίποτε άλλο παρά μια στάθμη λαμβανόμενης ισχύος η οποία ορίζεται σε κάθε σύστημα κινητής τηλεφωνίας για να εξυπηρετήσει τις αναγκαίες μεταπομπές. Όταν η λαμβανόμενη ισχύς από τον BS1 πέσει κάτω από αυτό το όριο το κινητό αναζητά έναν νέο σταθμό βάσης του οποίου η λαμβανόμενη ισχύς θα είναι περισσότερο ικανοποιητική. Στην παραπάνω περίπτωση, το ρόλο εκείνου του σταθμού βάσης παίζει ο BS2, ο οποίος αναλαμβάνει να εξυπηρετήσει τον κινητό χρήστη όταν η λαμβανόμενη ισχύς από τον BS1 πάψει να είναι ικανοποιητική. Ο κινητός χρήστης, λοιπόν, φεύγει από τη δικαιοδοσία του σταθμού βάσης BS1 και περνάει στη δικαιοδοσία του BS2.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

2.1. GSM

2.1.1. Γενική περιγραφή του συστήματος GSM-900

Πρόκειται για τα ακρωνύμια του όρου Global System for Mobile communications.

Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο το 1982, άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G) και τότε αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM). Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G) κάνοντας χρήση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων χρησιμοποιώντας την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων.

Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκε επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991, λοιπόν, άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το 1993 από την [WIND](#) (πρώην TIM ή πρώην TELESTET).

Το πρότυπο GSM δεν ήταν μόνο ένα Ευρωπαϊκό πρότυπο μόνο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλεύοντας διάφορες ζώνες συχνοτήτων.

2.1.2. Ζώνες συχνοτήτων

- **GSM 900**

Τα πρώτα δίκτυα GSM το 1990 άρχισαν να λειτουργούν στη ζώνη συχνοτήτων των 900MHz. Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) παραχώρησε ένα ζεύγος συχνοτήτων, από τα 890 έως τα 915 MHz και από τα 935 έως τα 960 MHz. Η πρώτη περιοχή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του κινητού με τον σταθμό βάσης (Uplink), ενώ η δεύτερη για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το κινητό (downlink). Οι περιοχές(ζώνες) των 25MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 124 + (1 ελεύθερο) κανάλια συχνοτήτων και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Όλο αυτό το σύστημα ονομάστηκε GSM 900 ή Standard GSM.

- **GSM 1800**

Στη συνέχεια, το 1991, αναπτύχθηκε το DCS 1800 σύστημα, όπου διατηρείται η δομή ενός GSM 900 δικτύου αλλά χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710 έως τα 1785 MHz Uplink και από τα 1805 έως τα 1880 MHz Downlink. Οι περιοχές των 75MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 374+ (1 ελεύθερο) κανάλια και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz. Αυτή η αλλαγή στην ζώνη συχνοτήτων έγινε διότι οι ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη ήταν πιασμένες από άλλους παροχής κινητής τηλεφωνίας. Όπως και στην χώρα μας σήμερα όλες οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν και τα δύο συστήματα(GSM 900/GSM 1800) στα δίκτυα τους αυξάνοντας αισθητά τη χωρητικότητά στα δίκτυα τους. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 το GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το DCS 1800 σε GSM 1800 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκοσμιότητα του GSM.

- **GSM 1900**

Στο GSM 1900 χρησιμοποιείται σε αρκετές χώρες της Αμερικής, διατηρείται και πάλι η δομή ενός GSM 900 δικτύου, αλλά χρησιμοποιούνται και εδώ διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων: Από τα 1850 έως τα 1910 MHz για Uplink και από τα 1930 έως τα 1990 MHz για Downlink. Οι περιοχές των 60MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 299+ (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 το GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το PCS 1900 που λεγότανε παλιότερα σε GSM 1900 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκοσμιότητα του GSM.

- **E-GSM**

Πρόκειται για τη σύντομη έκφραση του Extended GSM 900. Το E-GSM καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ράδιο Επικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1990 για να «αντικαταστήσει» το κλασικό GSM 900 διατηρώντας βέβαια την δομή του αυξάνοντας όμως τις περιοχές συχνοτήτων από 880 έως 915 MHz για Uplink και 925 έως 960 MHz Downlink. Έτσι επέτρεψε στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους και να καλύψουν τις ανάγκες από την αυξημένη κίνηση των πελατών τους.

2.1.3. Αρχιτεκτονική του συστήματος GSM

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη:

1) *Τον Κινητό Σταθμό (Mobile Station)*: Έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα **SIM**. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2 Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W, οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία (ICNIRP).

2) *Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (Base Station Subsystem)*: Το BSS διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μια γεωγραφική περιοχή όπου καλύπτεται από ένα σύνολο κεραιών διαφόρων μεγεθών σε σειρά σαν αυτούς που βλέπουμε σε λόφους, ταράτσες πολυκατοικιών-εταιριών-σχολείων-οργανισμών κτλ. και κάθε τέτοια κεραία εξυπηρετεί και από μια κυψέλη. Το BSS χωρίζεται στο **βασικό σταθμό πομπό-δέκτη Base Transceiver Station (BTS)** και στο **βασικό σταθμό ελέγχου Base Station Controller (BSC)**.

- **Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BTS)** φροντίζει την επικοινωνία μεταξύ του δικτύου GSM και του κινητού σταθμού. Ένα BTS μπορεί να ελέγχει μια ή περισσότερες κεραιές. Η ισχύς των κεραιών σε ένα BTS μπορεί είναι 40W έως 500W. Όταν ένας χρήστης Α θέλει να πραγματοποιήσει μια κλήση σε έναν άλλο συνδρομητή Β, ο σταθμός βάσης μεταβιβάζει το σήμα με το αίτημά του Α για αναζήτηση και εντοπισμό του άλλου συνδρομητή Β στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο της εταιρείας του Α. Το κέντρο της εταιρείας εντοπίζει την κυψέλη στην οποία βρίσκεται ο Β και στέλνει το σήμα στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Από εκεί, πάλι με τη χρήση των διαθέσιμων συχνοτήτων, στέλνεται το σήμα στο κινητό του Β κι έτσι μπορεί να επικοινωνήσει μαζί του ο Α. Το πεδίο μιας GSM κεραίας ενός σταθμού βάσης ή κινητής μονάδας, είναι παλμικό με κανάλια διάρκειας 4,616 ή 9,232 msec το καθένα, που είναι χωρισμένα σε 8 ή 16 διαστήματα-χρονοθυρίδες, διάρκειας 0.577 msec η καθεμία (8X0,577 ή 16X0,577). Κάθε χρήστης χρησιμοποιεί για μια τηλεφωνική κλήση από μια χρονοθυρίδα άρα ένα κανάλι μπορεί να

χρησιμοποιηθεί μέχρι και απο 8 ή 16 συνδρομητές. Οι 8 ή 16 χρονοθυρίδες που χωρίζονται σε ένα κανάλι αποκαλούνται πλαίσιο TDMA ενώ κάθε χρονοθυρίδα αντιστοιχεί σε 156 bits.

- Το **BSC (βασικός σταθμός ελέγχου)** ελέγχει τα σήματα παίρνοντας τα από ένα ή περισσότερα BTS ενώ εκχωρεί και απελευθερώνει κανάλια. Τα σήματα που λαμβάνει τα κατευθύνει στο MSC- Mobile Switching Centre και όταν χρειάζεται μετατρέπει τα 16kbps φωνής που είναι στην κινητή τηλεφωνία σε 64kbps που χρησιμοποιείται στην σταθερή τηλεφωνία.

3) Το Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής (NNS- Network Switching Subsystem) που αποτελείται από:

Το Κέντρο Διαμοής (Mobile Switching Center), είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση, τον έλεγχο και την δρομολόγηση εισερχόμενων/εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων. Όταν ένα MSC συνδέεται με ένα δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας θα πρέπει να δέχεται 64kbps φωνής. Όταν όμως ο MSC συνδέεται με ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τότε θα πρέπει να γνωρίζει που βρίσκεται εκείνη τη δεδομένη χρονική στιγμή ο χρήστης, αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια καταχωρητών VLR (Visitor Locator Register), Home Locator Register (HLR). Ο πάτριος καταχωρητής θέσης αναζήτησης ή τοπικά κέντρα εγγραφής-HLR έχει μια Βάση Δεδομένων που κρατά στοιχεία προφίλ ενός συνδρομητή και πληροφορίες για την τρέχουσα θέση του, κάθε τέτοιο κέντρο η εμβέλεια του είναι σε τοπικό επίπεδο. Έτσι π.χ. όταν ένας συνδρομητής από το Πέραμα το HLR του χρήστη είναι το "HLR Πέραμα", επίσης σε μια πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα τοπικά κέντρα εγγραφής πχ. το Περιστερί. Ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης επισκεπτών ή εικονικό κέντρο εγγραφής χρήστη (VLR): Όταν ο συνδρομητής βγει από τα όρια της τοπικής περιοχής που καλύπτει το HLR δηλαδή είναι πολύ μακριά από το σπίτι του τότε αναλαμβάνει τον χρήστη ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης ή εικονικό κέντρο εγγραφής - VLR ο οποίος έχει μια βάση δεδομένων, ο οποίος συγκρατεί προσωρινά δεδομένα καθώς και την τρέχουσα θέση του, αναλαμβάνοντας τις κλήσεις του καλύτερα κατά τις ώρες αιχμής στο κέντρο της πόλης. Το κέντρο πιστοποίησης (Authentication Centre – AuC) ο ρόλος του οποίου έγκειται στη διαχείριση δεδομένων για την πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη.

2.2. 3G/UMTS

2.2.1. Γενικά για το σύστημα UMTS

Ο όρος UMTS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων "Universal Mobile Telecommunications System" (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών). Πρόκειται για την εξέλιξη σε σχέση με την χωρητικότητα, την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων και την ύπαρξη νέων υπηρεσιών, των κινητών δικτύων δεύτερης γενιάς. Σήμερα, περισσότερα από εξήντα 3G/UMTS δίκτυα που χρησιμοποιούν την WCDMA τεχνολογία λειτουργούν σε 25 χώρες. Για την οργάνωση του όλου εγχειρήματος έχει θεσπιστεί ειδικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία Third Generation Partnership Project (3GPP) του οποίου μέλημα είναι η παρακολούθηση και η καθοδήγηση των εξελίξεων στην συγκεκριμένη τεχνολογική περιοχή.

Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα των UMTS δικτύων ξεχωρίζουμε τους αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων και την ταυτόχρονη υποστήριξη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και φωνής. Πιο συγκεκριμένα, το UMTS δίκτυο στην αρχική του φάση, θεωρητικά προσφέρει

ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως και 384 kbps σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα του χρήστη. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος οι ρυθμοί μετάδοσης αυξάνουν κατά πολύ φθάνοντας την τιμή των 2 Mbps.

Εκτιμάται ότι στο μέλλον θα υπάρξει περαιτέρω αύξηση των ρυθμών μετάδοσης δεδομένων. Ήδη, ο 3GPP έχει θέσει σαν standard δύο νέες τεχνολογίες. Πρόκειται για το High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) και το High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) αντίστοιχα. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες ουσιαστικά αποτελούν εξέλιξη του UMTS, αφού υπόσχονται ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων έως και 14,4 Mbps στο downlink και 5.8 Mbps στο uplink.

2.2.2. Αρχή λειτουργίας του συστήματος UMTS

Για την επικοινωνία σε σύστημα κινητής τηλεφωνίας UMTS γίνεται χρήση ενός ευρέος φάσματος επικοινωνίας (μεγέθους 5 MHz) μεταξύ κινητού και σταθμού βάσης. Στο σύστημα UMTS, η πρόσβαση των συνδρομητών στο δίκτυο μπορεί να γίνεται ταυτόχρονα στην ίδια ζώνη συχνοτήτων, επειδή διαχωρίζονται με την χρήση κωδικών (CDMA). Σε αντίθεση με το σύστημα GSM, δυο γειτονικοί σταθμοί βάσης μιας εταιρείας μπορούν να εκπέμπουν στην ίδια ζώνη συχνοτήτων και κάθε συνδρομητής μπορεί να εξυπηρετείται ταυτόχρονα από δύο ή περισσότερους σταθμούς βάσης. Το μέγεθος της κυψέλης που καλύπτει ο σταθμός βάσης δεν είναι σταθερό, αλλά μπορεί να μεταβάλλεται. Συγκεκριμένα, όταν ένας σταθμός UMTS πρέπει να εκπέμπει μεγάλο όγκο πληροφοριών, είτε επειδή λειτουργούν πολλά κινητά τηλέφωνα στις κυψέλες του είτε επειδή υπάρχει απαίτηση υψηλών ρυθμών μεταφοράς δεδομένων από λίγες συσκευές, μειώνεται η ισχύς εκπομπής από την κεραία αυτή, ώστε να μικρύνει η περιοχή κάλυψης του σταθμού. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «αναπνοή της κυψέλης» (cell breathing) και έχει στόχο την αποφυγή των παρεμβολών στους γειτονικούς σταθμούς.

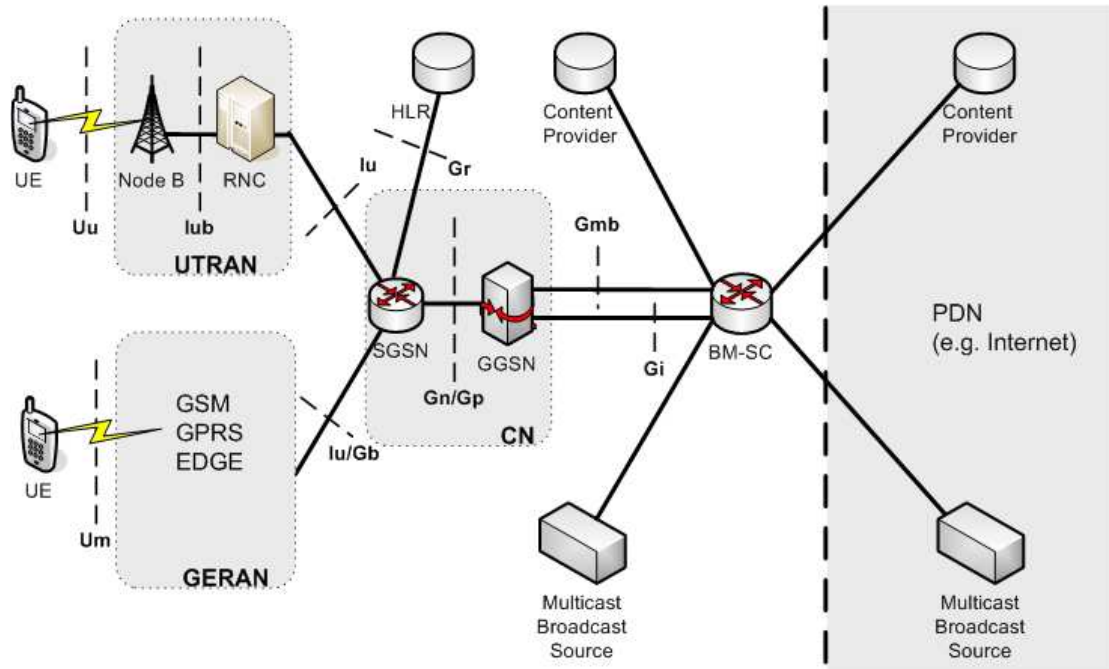
2.2.3. Αρχιτεκτονική του συστήματος UMTS

Ένα δίκτυο UMTS αποτελείται από δύο βασικές οντότητες:

- Το δίκτυο κορμού (CN - core network) και
- το δίκτυο επίγειας ασύρματης πρόσβασης (UTRAN - UMTS terrestrial radio-access network).

Το δίκτυο κορμού είναι υπεύθυνο για την δρομολόγηση των τηλεφωνημάτων καθώς και για τις συνδέσεις για μεταφορά δεδομένων με εξωτερικά δίκτυα. Αντίθετα, το UTRAN είναι υπεύθυνο για οτιδήποτε σχετίζεται με το ασύρματο μέρος του δικτύου. Το CN αποτελείται από δύο domain: α) circuit-switched (CS - μεταγωγή κυκλώματος), β) packet-switched (PS - μεταγωγή πακέτου). Το CS domain παρέχει πρόσβαση στο PSTN/ISDN, ενώ το PS domain παρέχει πρόσβαση στα IP δίκτυα. Στο εξής μας ενδιαφέρει το PS domain. Έτσι λοιπόν, το PS μέρος του UMTS δικτύου αποτελείται από δύο GPRS κόμβους υποστήριξης: τον gateway GPRS support node (GGSN) και τον serving GPRS support node (SGSN). Ο SGSN συνδέεται με τον GGSN μέσω της διεπαφής Gp και με το UTRAN μέσω της διεπαφής Iu. Το UTRAN αποτελείται από τον ελεγκτή ασύρματης πρόσβασης (RNC - radio network controller) και το Node B το οποίο αποτελεί την βάση που προσφέρει κάλυψη στο αντίστοιχο κελί. Το Node B συνδέεται με τον εξοπλισμό του χρήστη (user

equipment - UE) μέσω της διεπαφής Uu (βασισμένο στην τεχνολογία W-CDMA) και με το RNC μέσω της διεπαφής Gi . Επιπλέον, υπάρχει και ένας άλλος κόμβος σχετιζόμενος με τις υπηρεσίες broadcast/multicast (BM-SC - broadcast/multicast service center), ο οποίος λειτουργεί σαν το σημείο εισόδου για την παραλαβή των δεδομένων για εσωτερικές πηγές.



Σχήμα 2.1 : Αρχιτεκτονική του συστήματος UMTS

Προτού ένας χρήστης είναι σε θέση να ανταλλάξει δεδομένα με ένα εξωτερικό PDN (Public Data Network), πρέπει να εγκαθιδρύσει μία εικονική σύνδεση με αυτό το PDN. Από την στιγμή που ο συγκεκριμένος κινητός χρήστης γίνει γνωστός στο δίκτυο, τα πακέτα μεταφέρονται μεταξύ αυτού και του δικτύου, βασισμένα στο packet data protocol (PDP), το οποίο αποτελεί το πρωτόκολλο του επιπέδου δικτύου του UMTS. Ένα στιγμιότυπο του PDP ονομάζεται PDP context και περιέχει όλες τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν την σύνδεση με το εξωτερικό δίκτυο όπως τις διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας. Ένα PDP context εγκαθιδρύεται για όλες τις εφαρμογές που κατευθύνονται προς ή προέρχονται από μία IP διεύθυνση. Μία ενεργοποίηση ενός PDP context ουσιαστικά αποτελεί μία διαδικασία αίτησης - απάντησης μεταξύ του κινητού χρήστη (UE) και του GGSN. Μία επιτυχής PDP context ενεργοποίηση οδηγεί στην δημιουργία δύο GPRS tunneling protocol (GTP) συνόδων για τον εκάστοτε χρήστη.

Η πρώτη GTP σύννοδος δημιουργείται μεταξύ του GGSN και του SGSN πάνω από την διεπαφή Gn, ενώ η δεύτερη δημιουργείται μεταξύ του SGSN και του RNC πάνω από την διεπαφή Iu. Τα IP πακέτα τα οποία προορίζονται για μία εφαρμογή, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα GTP contexts, προσαρτώνται σε αυτά και μέσω του PDP μεταφέρονται στο αντίστοιχο SGSN. Το SGSN ανακτά τα IP πακέτα, ζητά το κατάλληλο PDP context βασισμένο στο UE και στο PDP και προωθεί τα πακέτα στο κατάλληλο RNC. Παράλληλα, το RNC διατηρεί έναν φορέα ασύρματης πρόσβασης (RAB - radio access bearer). Αντίστοιχα με τα PDP context, ένα RAB context επιτρέπει στο RNC

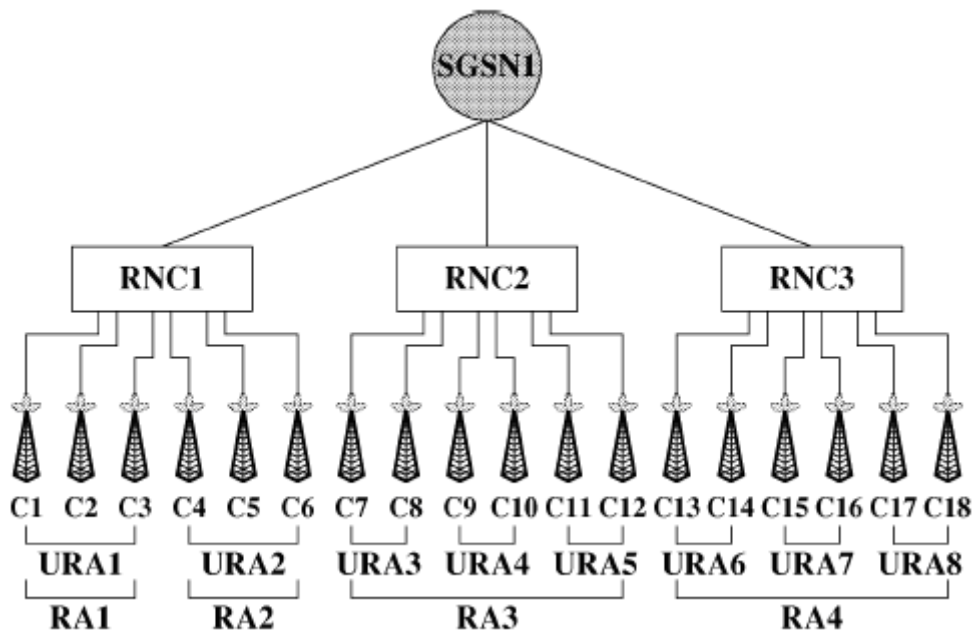
να ανακτήσει την ταυτότητα του αποστολέα που έχει συσχετιστεί με ένα GTP. Αφού πλέον, το RNC έχει ανακτήσει το πακέτο, το προωθεί στο κατάλληλο Node B. Τέλος, χρησιμοποιείται ένας tunnel endpoint identifier (TEID) στις διεπαφές Gn και Iu έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί το τέλος του tunnel στον κόμβο που δέχεται τα πακέτα.

Προτού ένας χρήστης είναι σε θέση να ανταλλάξει δεδομένα με ένα εξωτερικό PDN (Public Data Network), πρέπει να εγκαθιδρύσει μία εικονική σύνδεση με αυτό το PDN. Από την στιγμή που ο συγκεκριμένος κινητός χρήστης γίνει γνωστός στο δίκτυο, τα πακέτα μεταφέρονται μεταξύ αυτού και του δικτύου, βασισμένα στο packet data protocol (PDP), το οποίο αποτελεί το πρωτόκολλο του επιπέδου δικτύου του UMTS. Ένα στιγμιότυπο του PDP ονομάζεται PDP context και περιέχει όλες τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν την σύνδεση με το εξωτερικό δίκτυο όπως τις διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας. Ένα PDP context εγκαθιδρύεται για όλες τις εφαρμογές που κατευθύνονται προς ή προέρχονται από μία IP διεύθυνση. Μία ενεργοποίηση ενός PDP context ουσιαστικά αποτελεί μία διαδικασία αίτησης - απάντησης μεταξύ του κινητού χρήστη (UE) και του GGSN. Μία επιτυχής PDP context ενεργοποίηση οδηγεί στην δημιουργία δύο GPRS tunneling protocol (GTP) συνόδων για τον εκάστοτε χρήστη. Η πρώτη GTP σύνοδος δημιουργείται μεταξύ του GGSN και του SGSN πάνω από την διεπαφή Gn, ενώ η δεύτερη δημιουργείται μεταξύ του SGSN και του RNC πάνω από την διεπαφή Iu. Τα IP πακέτα τα οποία προορίζονται για μία εφαρμογή, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα GTP contexts, προσαρτώνται σε αυτά και μέσω του PDP μεταφέρονται στο αντίστοιχο SGSN. Το SGSN ανακτά τα IP πακέτα, ζητά το κατάλληλο PDP context βασισμένο στο UE και στο PDP και προωθεί τα πακέτα στο κατάλληλο RNC. Παράλληλα, το RNC διατηρεί έναν φορέα ασύρματης πρόσβασης (RAB - radio access bearer). Αντίστοιχα με τα PDP context, ένα RAB context επιτρέπει στο RNC να ανακτήσει την ταυτότητα του αποστολέα που έχει συσχετιστεί με ένα GTP. Αφού πλέον, το RNC έχει ανακτήσει το πακέτο, το προωθεί στο κατάλληλο Node B. Τέλος, χρησιμοποιείται ένας tunnel endpoint identifier (TEID) στις διεπαφές Gn και Iu έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί το τέλος του tunnel στον κόμβο που δέχεται τα πακέτα.

2.2.4. Διαχείριση κινητικότητας των χρηστών στο σύστημα UMTS

Στο PS domain του UMTS, τα κελιά ομαδοποιούνται σε περιοχές δρομολόγησης (RAs - routing areas), ενώ τα κελιά σε μία περιοχή δρομολόγησης χωρίζονται περαιτέρω σε UTRAN registration areas (URAs). Επιπλέον, η διαχείριση της κινητικότητας (MM - mobility management) των κινητών χρηστών χαρακτηρίζεται από δύο μηχανές πεπερασμένων καταστάσεων: την μηχανή διαχείρισης της κινητικότητας (MM) και την radio resource control (RRC). Η μηχανή packet MM (PMM) του PS domain του UMTS εκτελείται μεταξύ του SGSN και του UE και είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο στο επίπεδο του CN, ενώ η μηχανή RRC εκτελείται μεταξύ του UTRAN και του UE και είναι υπεύθυνη για τον σχετικό έλεγχο στο επίπεδο του UTRAN. Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, αφότου ένα UE συνδεθεί στο PS domain, η μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων PMM βρίσκεται σε μία από τις εξής δύο καταστάσεις: PMM idle ή PMM connected. Αντίστοιχα η μηχανή RRC μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις εξής τρεις καταστάσεις: RRC idle, RRC cell - connected και RRC URA connected. Σημειώνεται ότι όταν δεν υπάρχει ροή δεδομένων μεταξύ του UE και του CN, το UE βρίσκεται στις καταστάσεις PMM idle και RRC idle αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή το UTRAN δεν έχει καμία πληροφορία για το UE και το UE παρακολουθείται μόνο από το αντίστοιχο SGSN στο επίπεδο RA. Όταν ύστερα

ξεκινήσει μία σύνδεση μεταξύ του UE και του SGSN, το UE μεταβαίνει στην κατάσταση PMM connected. Από την στιγμή που η σύνδεση στο PS λάβει χώρα, αυτόματα ξεκινά και μία RRC σύνδεση μεταξύ του UE και του αντίστοιχου RNC που το εξυπηρετεί. Σε αυτή την περίπτωση η RRC μηχανή για το συγκεκριμένο UE μεταβαίνει στην κατάσταση RRC cell - connected. Όταν κάτι τέτοιο συμβεί, το SGSN παρακολουθεί το UE με ακρίβεια μέσω του αντίστοιχου RNC που εξυπηρετεί το UE. Το συγκεκριμένο RNC είναι υπεύθυνο να παρακολουθεί το κελί όπου το UE βρίσκεται κάθε στιγμή. Σημειώνεται ότι τα πακέτα μπορούν να ληφθούν από το UE μόνο όταν βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση. Στην PMM connected/RRC cell - connected κατάσταση, αν το UE δεν έχει μεταδώσει/λάβει πακέτα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, η RRC μηχανή μεταβαίνει στην κατάσταση RRC URA connected. Σε αυτή την περίπτωση, η RRC σύνδεση διατηρείται ακόμη, ενώ το UE παρακολουθείται από το RNC που το εξυπηρετεί. Η συγκεκριμένη μετάβαση δεν επηρεάζει καθόλου την κατάσταση της PMM μηχανής για το συγκεκριμένο UE. Στην PMM connected / RRC URA connected κατάσταση, αν το UE μεταδώσει/λάβει ένα πακέτο, η RRC μηχανή μεταβαίνει πάλι στην κατάσταση RRC cell - connected. Αντίθετα, αν οι πόροι για τις συνδέσεις στο PS και RRC επίπεδο αποδεσμευτούν (για παράδειγμα όταν μία σύνδεση επικοινωνίας ολοκληρωθεί) ή αν κανένα πακέτο δεν έχει μεταδοθεί για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, η RRC μηχανή αρχικά μεταβαίνει στην RRC cell - connected κατάσταση και μετά στην RRC idle κατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση, η PMM μηχανή αντίστοιχα μεταβαίνει στην PMM idle κατάσταση. Τέλος, όταν ένα UE δεν μπορεί να εντοπιστεί από το δίκτυο, η κατάστασή του χαρακτηρίζεται σαν PMM detached.

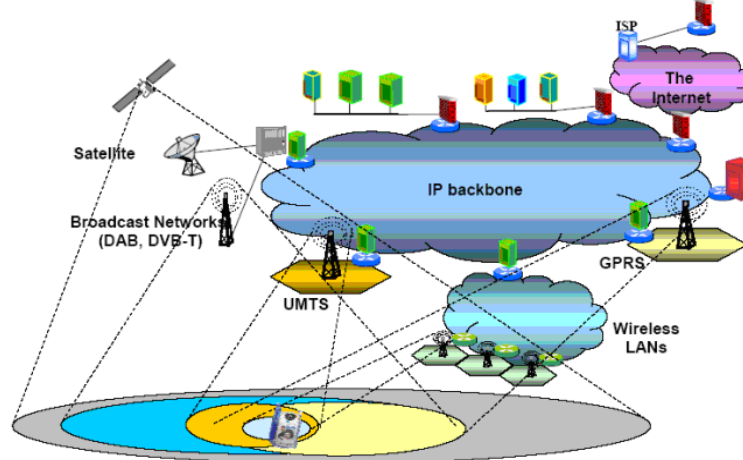


Σχήμα 2.2: Διαχείριση των κινητών χρηστών στο σύστημα UMTS

2.2.5. Εξέλιξη του συστήματος UMTS στο μέλλον

Η τεχνολογία εξελίσσεται διαρκώς και παρά το γεγονός ότι η τρίτη γενιά δεν είναι ακόμη σε πλήρη λειτουργία, η ακαδημαϊκή εξερεύνηση της 4G κινητής επικοινωνίας έχει ήδη ξεκινήσει.

Καταρχήν η τρίτη γενιά ασφαλώς ήταν το βασικότερο βήμα για την επίτευξη των προσωπικών τηλεπικοινωνιών, αλλά ωστόσο δεν κατάφερε να τις κάνει πραγματικότητα.



Σχήμα 2.3: Το σύστημα UMTS στον κόσμο των δικτύων

Η τέταρτη γενιά θα προσεγγίσει περισσότερο τις προσωπικές επικοινωνίες παρέχοντας επικοινωνία οποιαδήποτε μορφής, σε κάθε χώρο και χρόνο, με οποιονδήποτε. Θα απαιτήσει επίσης καλή απόδοση επικοινωνίας, που θα αφορά κυρίως media παρά φωνή. Στις εφαρμογές τα τερματικά της τέταρτης γενιάς δε θα παρέχουν μόνο ομιλία ή εικόνα αλλά επιπλέον θα προειδοποιεί και θα ενημερώνει το χρήστη. Τα τερματικά μπορεί ακόμα να γίνουν μέρος του ανθρώπινου σώματος, ενημερώνοντας το χρήστη για την πίεσή του, τη θερμοκρασία του κ.α. Όπως υπολογίζεται η γενιά αυτή θα κάνει την εμφάνισή της στα επόμενα 5 χρόνια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΤΑΘΜΟΙ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

3.1. Γενική περιγραφή σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας

Ένας σταθμός βάσης αποτελείται από πολλά διαφορετικά εξαρτήματα –συμπεριλαμβανομένων ενός στεγάστρου εξοπλισμού, ενός πύργου ή ιστού που παρέχει το απαραίτητο ύψος για την προσφορά καλύτερης κάλυψης και των πομποδεκτών και κεραιών, που βρίσκονται στην κορυφή του πύργου ή ιστού. Σε μερικές περιπτώσεις οι πομποδέκτες και οι κεραιές είναι προσαρτημένα στην κορυφή κτιρίων, όπου το ίδιο το κτίριο προσφέρει το απαραίτητο ύψος. Οι κεραιές είναι συνήθως περίπου 15-30 εκατοστά σε πλάτος και μέχρι μερικά μέτρα σε μήκος, ανάλογα με τη συχνότητα λειτουργίας τους.

Αυτές οι κεραιές εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων (RF), συχνά αποκαλούμενη ως ραδιοκύματα, σε δέσμες, οι οποίες είναι συνήθως πολύ στενές στην κάθετη διεύθυνση (ύψος), αλλά αρκετά πλατιές στην οριζόντια διεύθυνση (πλάτος). Εξαιτίας αυτού, η εκπεμπόμενη ενέργεια των ραδιοσυχνοτήτων στο επίπεδο του εδάφους ακριβώς κάτω από την κεραία είναι πολύ χαμηλή.

Τα επίπεδα εκπεμπόμενης ισχύος από τους σταθμούς βάσης ποικίλλουν αρκετά ανάλογα με την περιοχή ή «κυψέλη» στην οποία απαιτείται να παρέχουν κάλυψη. Τυπικά, η εκπεμπόμενη ισχύς από έναν υπαίθριο σταθμό βάσης μπορεί να κυμαίνεται από μερικά watt έως περίπου 100 watt· ενώ, η εκπεμπόμενη ισχύς από έναν σταθμό βάσης εσωτερικού χώρου είναι ακόμα πιο χαμηλή. Για λόγους σύγκρισης, τα 100 watt ισοδυναμούν με την ισχύ ενός συνηθισμένου λαμπτήρα που χρησιμοποιούμε στο σπίτι μας.

Ως γενικός κανόνας, η ένταση της ενέργειας ραδιοσυχνοτήτων μειώνεται ταχύτατα όταν κάποιος απομακρύνεται από την κεραία του σταθμού βάσης, και ακόμη και μόλις λίγα μέτρα πιο μακριά, τα επίπεδα της ισχύος είναι πολύ κατώτερα από τα διεθνή όρια.

Για να διασφαλιστεί ότι η έκθεση του κοινού παραμένει μεταξύ των καθορισμένων ορίων, οι κεραιές είναι συνήθως ανυψωμένες και όπου κρίνεται απαραίτητο, χρησιμοποιούνται φράκτες ή άλλοι τρόποι για να περιορίζουν την πρόσβαση, παράλληλα με την κατάλληλη σήμανση ώστε να εξασφαλίζεται ότι μόνο το εξουσιοδοτημένο προσωπικό μπορεί να έχει πρόσβαση στην περιοχή κοντά στο σταθμό βάσης. Ως αποτέλεσμα αυτών των μέτρων, σε περιοχές που βρίσκονται γύρω από τους σταθμούς βάσης και είναι προσβάσιμες στο κοινό, τα επίπεδα ραδιοσυχνοτήτων είναι μέσα στα διεθνή όρια ασφαλείας. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας θα συναντήσουμε σε επόμενο κεφάλαιο.

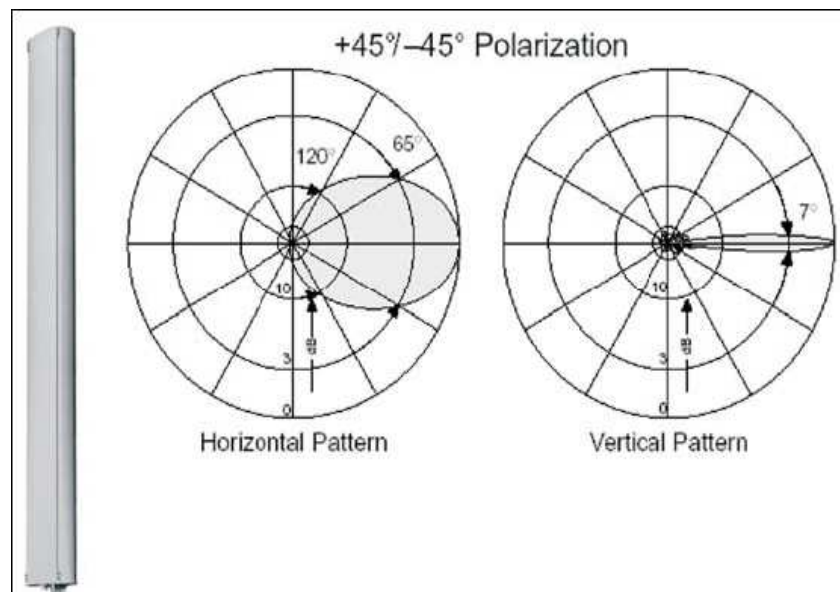
3.2. Εξοπλισμός κεραιών σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας

3.2.1. Κεραίες Tx/Rx

Πρόκειται για τις κεραίες που χρησιμοποιούν οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας για την επικοινωνία με τους κινητούς χρήστες. Οι κεραίες αυτές λειτουργούν ως πομποδέκτες, δηλαδή μπορούν και να στέλνουν αλλά και να λαμβάνουν σήματα επικοινωνίας. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι συνήθως δεν εκπέμπουν σφαιρικά γύρω τους με τον ίδιο τρόπο, αλλά ακτινοβολούν σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις για να επικοινωνούν με τα κινητά τηλέφωνα που βρίσκονται στην περιοχή που έχει σχεδιαστεί να καλύπτει ο σταθμός βάσης. Είναι, δηλαδή, κατευθυντικές και στο οριζόντιο και στο κατακόρυφο επίπεδο. Οι κεραίες αυτές ακτινοβολούν περισσότερο προς την κατεύθυνση του ορίζοντα όπου κατευθύνεται η κύρια δέσμη τους και πολύ λιγότερο στις υπόλοιπες (βλ. τα διαγράμματα ακτινοβολίας παρακάτω). Αυτό εξυπηρετεί στη λειτουργία της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων που αναλύθηκε στο πρώτο κεφάλαιο.

Εντούτοις, υπάρχουν και κεραίες που εκπέμπουν πανκατευθυντικά, δηλαδή κυκλικά γύρω τους ως προς το οριζόντιο επίπεδο, όχι όμως και ως προς το κατακόρυφο. Τέτοιου είδους κεραίες δεν χρησιμοποιούνται ευρέως γιατί, όπως προαναφέρθηκε, σε ένα σύστημα κινητών τηλεπικοινωνιών περιλαμβάνεται πάντα η έννοια της επαναχρησιμοποίησης συχνότητας.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των κεραιών Tx/Rx είναι ότι δεν ακτινοβολούν παράλληλα στο επίπεδο αλλά προς μία γωνία, συνήθως 2-3 μοιρών, η οποία ονομάζεται γωνία κλίσεως της κεραίας ή tilt. Υπάρχει ακόμα ένας άλλος όρος που αφορά σε γωνία, τη λεγόμενη γωνία προσανατολισμού ή αζιμουθια γωνία και έχει να κάνει με την κατεύθυνση στην εκπέμπει η κεραία στο επίπεδο, ως προς το σημείο του βορρά, όπου εκεί θεωρούνται οι 0 μοίρες. Αυτή η γωνία έχει νόημα μόνο σε κεραίες κατευθυντικού τύπου, αφού μία πανκατευθυντική κεραία εκπέμπει κυκλικά γύρω της ως προς το οριζόντιο επίπεδο.



Σχήμα 3.1 : Οριζόντιο και κάθετο διάγραμμα ακτινοβολίας κατευθυντικής κεραίας



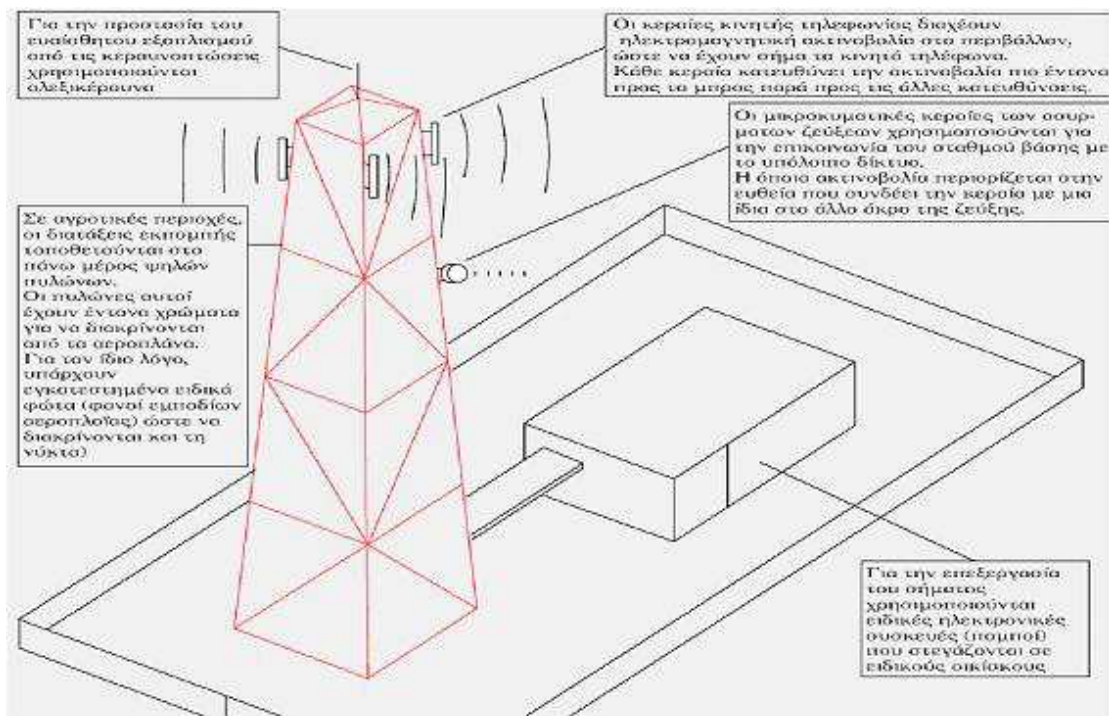
Σχήμα 3.2 : Πανκατευθυντική και κατευθυντική κεραία κινητής τηλεφωνίας συστήματος GSM – 1800

3.2.2 Μικροκυματικές ζεύξεις

Οι μικροκυματικές κεραίες χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το δίκτυο κορμού για τη λήψη και προώθηση των τηλεφωνικών κλήσεων είτε με γειτονικούς σταθμούς βάσης για διάφορες λειτουργίες, όπως είναι για παράδειγμα η μεταπομπή κλήσεων. Είναι υπερκατευθυντικές, εκπέμποντας μια πολύ στενή δέσμη και χρειάζονται δύο όμοιες κεραίες (από μία σε κάθε άκρο της σύνδεσης) για να αποκατασταθεί μια ζεύξη. Όλη η ακτινοβολία συγκεντρώνεται στη κατεύθυνση της ευθείας που συνδέει τις δύο κεραίες και η ακτινοβολία που διαφεύγει εκτός αυτής είναι σχεδόν μηδενική. Για να αποκατασταθεί η σύνδεση απαιτείται να μην παρεμβάλλεται τίποτα στη νοητή ευθεία μεταξύ των δύο κεραιών. Μερικές φορές είναι αδύνατο να δημιουργηθεί μια απευθείας σύνδεση μεταξύ ενός σταθμού βάσης και του προορισμού του και έτσι χρησιμοποιείται κάποιος άλλος σταθμός βάσης ως ενδιάμεσος. Στις περιπτώσεις αυτές ο ενδιάμεσος σταθμός βάσης θα έχει περισσότερες από μία μικροκυματικές κεραίες. Υπάρχουν, επίσης, περιπτώσεις που οι σταθμοί βάσης μεταδίδουν τις κλήσεις τους στο κέντρο ενσύρματα (π.χ. με κάποιο μισθωμένο κύκλωμα) και δεν έχουν καμία μικροκυματική ζεύξη. Οι μικροκυματικές κεραίες χρησιμοποιούνται ευρύτατα και σε άλλες εφαρμογές όπως στις ασύρματες ζεύξεις του ΟΤΕ ΑΕ μεταξύ πόλεων για τα σταθερά τηλέφωνα, σε υπηρεσίες διαδικτύου κλπ.



Σχήμα 3.3 : Μικροκυματικές κεραίες σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας



Σχήμα 3.4 : Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας σε λειτουργία

3.3. Κατευθυντικότητα των κεραιών των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας

Αυτό το χαρακτηριστικό είναι απολύτως σχετικό, καθώς υπάρχει η κοινή, λανθασμένη αντίληψη ότι οι εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι πιο ισχυρή ακριβώς κάτω από τις κεραιές, γεγονός που εν μέρει εξηγεί κάποιες από τις ανησυχίες σχετικά με τις κεραιές που είναι τοποθετημένες πάνω από σχολεία ή πολυκατοικίες.

Ανεξαρτήτως εξοπλισμού, η ισχύς των ραδιοκυμάτων μειώνεται κατακόρυφα, καθώς απομακρυνόμαστε από την κεραία. Σε ελεύθερο χώρο, η ισχύς μειώνεται στο ένα τέταρτο της αρχικής, όταν η απόσταση διπλασιάζεται. Στην πραγματικότητα, η ισχύς μειώνεται πολύ πιο γρήγορα από αυτό, λόγω της απώλειας της ισχύος του σήματος (επίσης γνωστή ως 'εξασθένιση') που προκαλείται επειδή τα ραδιοκύματα πρέπει να περάσουν μέσα από εμπόδια, όπως δέντρα και κτίρια.

Κάποιοι διερωτώνται γιατί ο εξοπλισμός ενός σταθμού βάσης δεν τοποθετείται πάντοτε σε βιομηχανικές περιοχές ή μακριά από κατοικημένες περιοχές. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι: καταρχάς, αν ο εξοπλισμός τοποθετηθεί πολύ μακριά από τους χρήστες, όχι μόνο θα έχουμε χαμηλή ποιότητα επικοινωνίας, αλλά τα τηλέφωνα σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να αυξήσουν την εκπεμπόμενη ισχύ για να διατηρήσουν τη σύνδεση, μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και το χρόνο ομιλίας. Δεύτερον, υπάρχουν πρακτικοί περιορισμοί σε ό,τι αφορά τη γεωγραφική περιοχή που μπορεί να εξυπηρετείται αποτελεσματικά από ένα σταθμό βάσης, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός χρηστών. Σε αυτή την περίπτωση, οι σταθμοί βάσης πρέπει να βρίσκονται πιο κοντά ο ένας στον άλλο για να προσφέρουν αυξημένη χωρητικότητα παρά κάλυψη και σαν αποτέλεσμα της εγγυτητάς τους, κάθε σταθμός πρέπει να

λειτουργεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα ισχύος, ούτως ώστε να αποφεύγεται η παρεμβολή με άλλους κοντινούς σταθμούς. Επομένως, ένα σωστά σχεδιασμένο δίκτυο θα βελτιστοποιήσει τόσο την κάλυψη όσο και την χωρητικότητα και άρα θα λειτουργεί μόνο στα κατώτατα όρια ισχύος, που είναι αναγκαία για την παροχή καλής επικοινωνίας.

3.4. Παράγοντες που επιρρεάζουν την ακτινοβολούμενη ισχύ ενός σταθμού βάσης σε σημεία προσπελάσιμα από το κοινό

- **Η ισχύς εκπομπής:** Η ακτινοβολία στην οποία εκτίθεται το κάθε άτομο αυξάνεται με την ισχύ εκπομπής.
- **Η απόσταση από την κεραία εκπομπής:** Σε διπλάσια απόσταση οι τιμές της ακτινοβολίας μειώνονται στο ένα τέταρτο.
- **Το διάγραμμα ακτινοβολίας (η τρισδιάστατη μορφή εκπομπής της κεραίας):** Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι κεραίες του σταθμού Βάσης δεν ακτινοβολούν με την ίδια ένταση προς όλες τις κατευθύνσεις. Μπορούν να παρομοιαστούν με ένα φακό που ακτινοβολεί μια δέσμη φωτός οριζόντια και κατακόρυφα σε τομέα 120 έως 180 μοιρών. Η ένταση έξω από αυτή τη δέσμη ακτινοβολίας δεν εξαφανίζεται μεν εντελώς, αλλά είναι εξαιρετικά μειωμένη.
- **Τοίχοι και στέγες:** εξασθενούν την ακτινοβολία που προσπίπτει σε κάποιο κτίριο απ' έξω.

3.5. Παράγοντες που επιρρεάζουν την ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ενός κινητού τηλεφώνου – Μέτρα προφύλαξης

- **Η ισχύς εκπομπής:** Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία αυξάνεται ανάλογα με την ισχύ εκπομπής. Συγκεκριμένα, όσο περισσότερο πέφτει η στάθμη της λαμβανόμενης ισχύος από το σταθμό βάσης κατά τη διάρκεια μιας κλήσης, το κινητό τηλέφωνο αυξάνει την ισχύ εκπομπής του.
- **Η απόσταση μεταξύ κεραίας και κεφαλιού:** Από αυτή την άποψη, οι συσκευές κινητών τηλεφώνων εφοδιασμένες με ακουστικά (hands-free) μπορεί να θεωρηθούν ασφαλέστερες όσον αφορά την έκθεση του χρήστη απ' αυτές που δεν χρησιμοποιούνται με ακουστικά και η κεραία είναι δίπλα στο κεφάλι. Η ακόμη ιδανικότερη περίπτωση είναι η χρήση ασυρμάτων ακουστικών (Bluetooth Headsets) για το λόγο ότι μία τέτοια συσκευή υποστηρίζει τη δυνατότητα επικοινωνίας από απόσταση 9-10m από τη συσκευή, συνεπώς σε μία τέτοια απόσταση η επιβάρυνση που υφίσταται ο χρήστης είναι η μέγιστη ισχύς εκπομπής του ακουστικού η οποία είναι 0.2W περίπου. Με τη χρήση ενός ενσύρματου ακουστικού, ο χρήστης στις περισσότερες των περιπτώσεων δέχεται περισσότερο από 0.2W διότι η συσκευή βρίσκεται σε απόσταση περίπου 1m.

- **Η κατασκευή του κινητού τηλεφώνου και της κεραίας:** Εδώ υπάρχουν αξιοσημείωτες δυνατότητες μείωσης της ακτινοβολίας που απορροφάται από το κεφάλι.

3.6. Σύγκριση σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με τα κινητά τηλέφωνα

Τόσο τα κινητά τηλέφωνα όσο και οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας λειτουργούν σαν πομποδέκτες, εκπέμπουν δηλαδή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μέσω των κεραιοδιατάξεων τους ώστε να στέλνουν και να λαμβάνουν σήματα επικοινωνίας. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικότερα παρακάτω:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΑΣΗΣ	ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ
Κύρια διαφορά:	Ισχυρότερος πομπός. Ακτινοβολεί ισχύ δεκάδων W.	Ασθενέστερος πομπός. Ακτινοβολεί ισχύς 125mW αν λειτουργεί σε συχνότητα 1800MHz ή 250 mW αν λειτουργεί σε συχνότητα 900MHz.
Απόσταση:	Σημαντική απόσταση από πρόσωπα. Οι κεραίες βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον δεκάδων μέτρων από τον γενικό πληθυσμό.	Πολύ μικρή απόσταση της κεραίας (1 με 2 εκατοστά) από το κεφάλι του χρήστη.
Ακτινοβολία:	Ομοιόμορφη ακτινοβολία ολόκληρου του σώματος	Τοπική ακτινοβολία στο κεφάλι του χρήστη
Απορρόφηση:	Μικρή απορρόφηση ισχύος	Μεγαλύτερη απορρόφηση ισχύος στο κεφάλι
Ποσοτικοποίηση της έκθεσης:	Η τοπική έκθεση μετρείται 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.
Εκπομπή:	Ακτινοβολία υπάρχει συνεχώς	Ακτινοβολία υπάρχει μόνο κατά το τηλέφωνο

Παρατηρώντας τον πίνακα με τις διαφορές σταθμού βάσης και κινητού τηλεφώνου, μπορεί κανείς εύκολα να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι **η επιβάρυνση ενός ατόμου από την ακτινοβολία που δημιουργεί το κινητό τηλέφωνο είναι μεγαλύτερη από εκείνη που υφίσταται από εκείνη των σταθμών βάσης**. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της έκθεσης ενός ατόμου στο πεδίο ακτινοβολίας ενός κινητου τηλεφώνου, η συσκευή βρίσκεται πολύ κοντά στο σώμα του και πιο συγκεκριμένα στο κεφάλι του. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, μάλιστα, η συσκευή εφάπτεται στο κεφάλι του χρήστη.

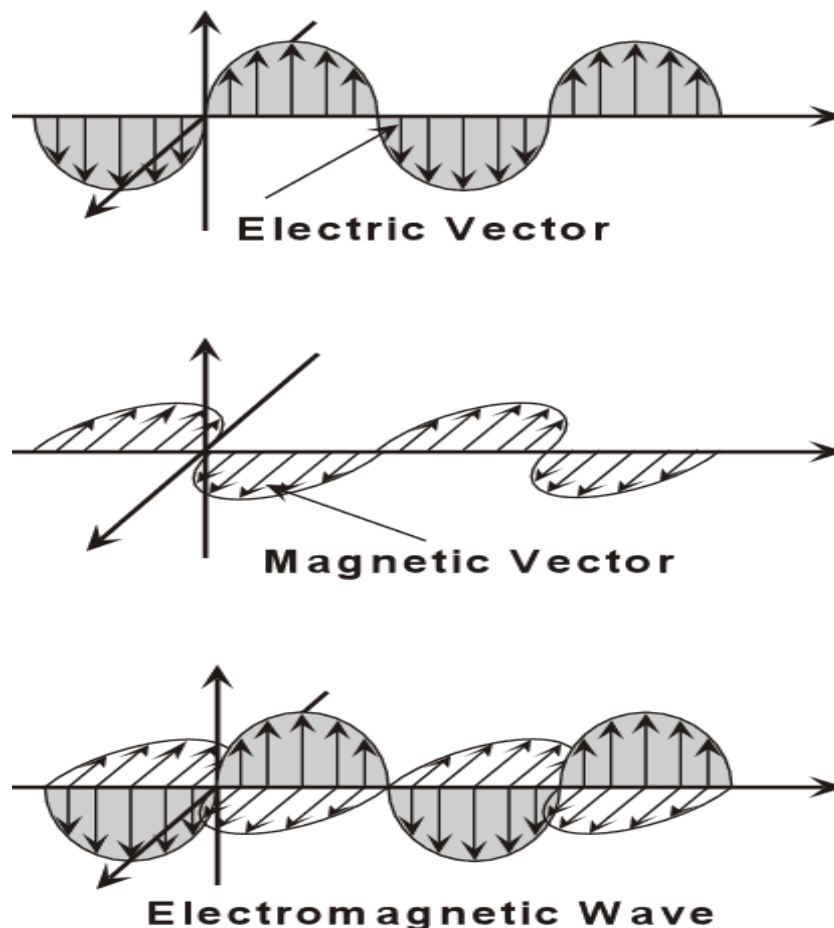
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

4.1. Περιγραφή του όρου “Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία”

Με τον όρο **ακτινοβολία** αναφερόμαστε στη μετάδοση ενέργειας στο χώρο είτε με τη μορφή κυμάτων, είτε με τη μορφή σωματιδίων (π.χ. ηλεκτρόνια, πρωτόνια, νετρόνια).

Με τον όρο **ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία** αναφερόμαστε στο είδος εκείνο της ενέργειας που μεταδίδεται με τη μορφή **κυμάτων**, δηλ. τοπικών και χρονικών μεταβολών του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Τα κύματα αυτά ονομάζονται **ηλεκτρομαγνητικά κύματα**.

Όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα επομένως αποτελούνται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που διαδίδονται μαζί στο χώρο με την ίδια ταχύτητα, την ταχύτητα του φωτός 300.000 km/s. Η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος με την οποία πάλλεται μέσα στο χώρο, είναι η ίδια με τη συχνότητα του παλλόμενου **ηλεκτρικού φορτίου που το δημιούργησε**.



Σχήμα 4.1 : Ηλεκτρικό φορτίο, Μαγνητικό φορτίο και Ηλεκτρομαγνητικό κύμα

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από ταλαντούμενα ηλεκτρικά φορτία (παλλόμενα) με μία ορισμένη συχνότητα. Είναι αρμονικά, δηλ. οι εντάσεις τους E και B μεταβάλλονται τοπικά και χρονικά ακολουθώντας το νόμο του ημιτόνου. Σε απομακρυσμένα από την πηγή σημεία τα πεδία είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στην κατεύθυνση διάδοσης του κύματος. Διαδίδονται στο χώρο κατά επίπεδα μέτωπα γι' αυτό και λέγονται επίπεδα κύματα. Επιπλέον είναι και συμφασικά, παίρνουν δηλαδή συγχρόνως τη μέγιστη ή ελάχιστη τιμή τους.

Η απόσταση μέσα στην οποία οι εντάσεις E και B συμπληρώνουν μία πλήρη εναλλαγή λέγεται **μήκος κύματος λ** , ενώ ο αριθμός των πλήρων εναλλαγών στο δευτερόλεπτο είναι η **συχνότητα του κύματος f** . Τα λ και f συνδέονται με τη γνωστή σχέση $v = \lambda f$, όπου v είναι η ταχύτητα του φωτός ίση με 300.000 km/sec. Επομένως όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα έχουν την ίδια φύση, όλα έχουν την ίδια ταχύτητα διάδοσης. Διαφέρουν μόνο στη συχνότητα και το μήκος κύματος. Βασικό χαρακτηριστικό για τη μελέτη των βιολογικών επιδράσεων και για τη δοσιμετρία της μη ιοντίζουσας ηλιακής ακτινοβολίας αποτελεί η συχνότητά της. Στις χαμηλές συχνότητες (0 – 500 Hz) σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο διαδίδονται στο χώρο ασύνδετα μεταξύ τους. Γι' αυτό στις χαμηλές συχνότητες πρέπει να γίνεται μέτρηση και του ηλεκτρικού πεδίου (E) και του μαγνητικού πεδίου (B). Αντίθετα για συχνότητες μεγαλύτερες 3MHz, η ένταση του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου συνδέονται μεταξύ τους και με ένα τρίτο μέγεθος την πυκνότητα ισχύος, την ισχύ δηλ. ανά μονάδα επιφάνειας (W/m^2). Έτσι στα όρια επικινδυνότητας που ισχύουν για την έκθεση στις χαμηλές συχνότητες δίνονται οι τιμές της έντασης E (V/m) του ηλεκτρικού πεδίου και της B (A/m) του μαγνητικού πεδίου. Η ταξινόμηση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σύμφωνα με τη συχνότητα ονομάζεται ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (Σχήμα 4.2). Το φάσμα χωρίζεται σε διάφορες περιοχές (ζώνες συχνοτήτων όπως λέγονται) χωρίς όμως τα όρια μεταξύ των περιοχών να είναι σαφή τα δε ονόματα των περιοχών έχουν σχέση με τον τρόπο παραγωγής τους ή τον τρόπο χρήσης τους.

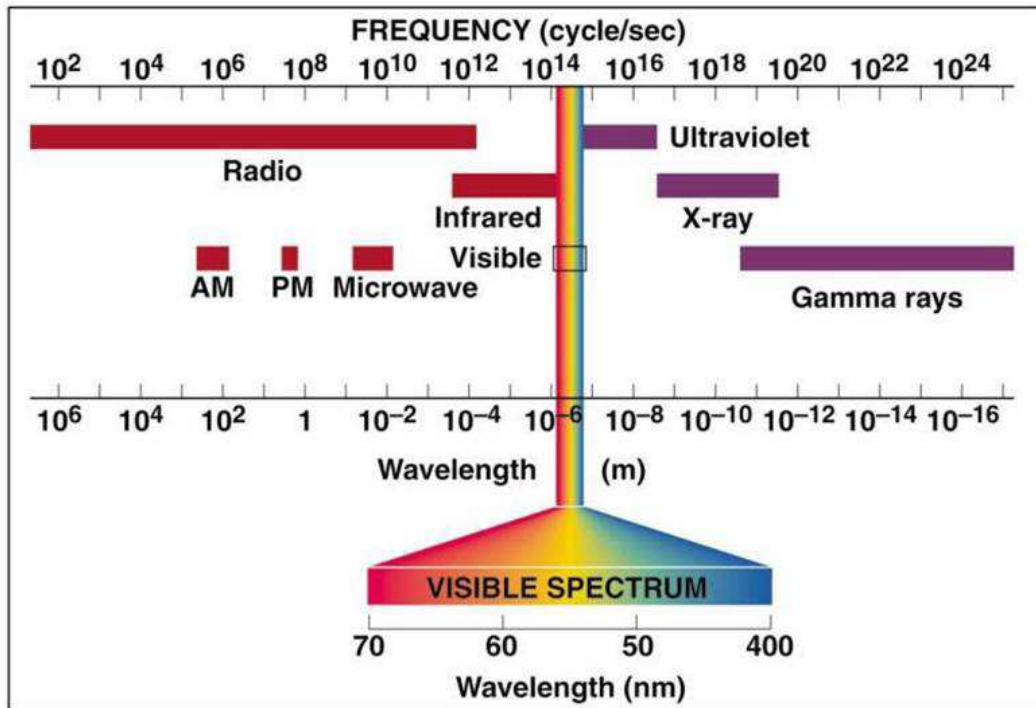
4.2. Περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

Οι περιοχές του Η/Μ φάσματος είναι οι κάτωθι:

- Η περιοχή της **ELF** (extra low frequencies) στην οποία ανήκουν ακτινοβολίες με συχνότητες από μερικά Hz μέχρι 500 Hz. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνεται και η συχνότητα για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας (50 Hz) από το δίκτυο της ΔΕΗ και με την οποία λειτουργούν όλες οι οικιακές συσκευές.
- Η περιοχή των **ραδιοκυμάτων** (Radiofrequencies, RF) είναι περιοχή στην οποία εκπέμπουν οι ραδιοφωνικοί σταθμοί και οι σταθμοί τηλεόρασης (από 100kHz μέχρι 300MHz) καθώς και οι συσκευές της τηλεόρασης και οι οθόνες των υπολογιστών στα σπίτια μας.
- Η περιοχή των **μικροκυμάτων** (microwaves) (300MHz έως 300GHz) είναι η περιοχή στην οποία εκπέμπει η κινητή τηλεφωνία (900 και 1800MHz), η δορυφορική τηλεόραση, τα πολιτικά και στρατιωτικά radars καθώς και οι φούρνοι μικροκυμάτων.

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα το ορατό φως χωρίζει το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα σε δύο περιοχές:

- Στην ιοντίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
- Στη μη ιοντίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία



Σχήμα 4.2 : Διαχωρισμός Ιοντίζουσας και μη Ιοντίζουσας ακτινοβολίας από το ορατό φως

Ο όρος μη ιοντίζουσα ακτινοβολία χρησιμοποιείται στη βιβλιογραφία για να γίνεται διάκριση μεταξύ των μικροκυμάτων χαμηλής σχετικά ενέργειας και των ακτινοβολιών υψηλής ενέργειας (ακτίνες x, γ, κλπ.) οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν το φαινόμενο του ιοντισμού δηλ. να αποδώσουν αρκετή ενέργεια σε άτομα και μόρια της ύλης, ώστε να διαταραχθεί η δομή τους με την αφαίρεση ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονίων και να μετατραπούν σε ιόντα. Αυτά τα ηλεκτρόνια μπορούν να αντιδράσουν απευθείας με το DNA ή να αντιδράσουν με ένα μόριο H_2O και να σχηματισθεί μία ελεύθερη ρίζα υδροξυλίου (OH), η οποία προκαλεί αλλοιώσεις στο DNA με πιθανή προέλευση πρόκληση καρκινογένεσης.

Σε αντίθεση στην περιοχή RF και MW του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος οι ενέργειες είναι πολύ μικρές και δεν είναι ικανές να μεταβάλλουν την ενδομοριακή δομή ούτε να διασπάσουν διαμοριακούς δεσμούς.

Η μέγιστη ενέργεια στα 300GHz που είναι η πιο μεγάλη συχνότητα της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, είναι $0,12 \times 10^{-2}$ eV, ενώ για να διασπασθεί ο πιο αδύναμος υδρογονικός δεσμός, απαιτείται ενέργεια 80×10^{-2} eV, δηλ. 600 φορές περίπου περισσότερη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΑΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

5.1. Βιολογικές επιδράσεις από την ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας στην ανθρώπινη υγεία

Οι επιδράσεις αυτές και οι μεταβολές που αυτές προκαλούν δεν συνεπάγονται απαραίτητα και προβλήματα υγείας. Μάλιστα, πολλές βιολογικές επιδράσεις από το περιβάλλον θεωρούνται φυσιολογικά φαινόμενα, αρκεί να σκεφτεί πχ κανείς ότι τα ραβδία και τα κωνία του αμφιβληστροειδούς υπόκεινται σε βιολογικές αλλαγές εξαιτίας της επίδρασης του φωτός (ενός είδους δηλαδή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας). Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι μια οποιαδήποτε βιολογική «διαταραχή» που παρατηρείται σε ένα μεμονωμένο κυτταρικό σύστημα (σε μια καλλιέργεια κυττάρων) δεν σημαίνει ότι θα προκαλέσει απαραίτητα στον οργανισμό ανεπιθύμητες διαταραχές και πολύ περισσότερο προβλήματα υγείας. Ούτε επιπλέον πρέπει να θεωρηθεί αυτονόητο ότι διαταραχές που μετρήθηκαν με ευαίσθητες μεθόδους, όπως για παράδειγμα ανεπαίσθητες μεταβολές του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (ΗΕΓ) κατά τη διάρκεια του ύπνου ή της ταχύτητας αντίδρασης, μπορούν να είναι επιβλαβείς για την υγεία. Άλλωστε ένας σύνθετος οργανισμός όπως είναι ο άνθρωπος, είναι ικανός να ανταπεξέλθει σε επιδράσεις από το περιβάλλον με πολλούς τρόπους όπως πχ με τη βοήθεια του ανοσοποιητικού συστήματος, με ομοιοστατικούς μηχανισμούς είτε προσαρμόζοντας ανάλογα την ορμονική ισορροπία και τη λειτουργία του νευρικού συστήματος.

Οι βιολογικές επιδράσεις της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τις θερμικές και τις μη θερμικές επιδράσεις. Οι πρώτες βασίζονται στην αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλεί η προσπίπτουσα ακτινοβολία στους ιστούς ενώ οι δεύτερες προκαλούνται με όλους τους υπόλοιπους εκτός από τη μεταφορά θερμότητας μηχανισμούς.

Θα πρέπει να γίνει σαφές ότι η έκθεση σε μια δεδομένη χρονική στιγμή ενός συγκεκριμένου ατόμου στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως, για παράδειγμα, το μέγεθος και ο τύπος του κινητού, η έκταση της συγκεκριμένης κυψέλης, η ποιότητα εκπομπής, η συχνότητα του πεδίου κ.τ.λ. Η ποσότητα ενέργειας που απορροφά το σώμα εξαρτάται από το μέγεθος και τις διαστάσεις του καθώς και από τους εκτιθέμενους ιστούς οι οποίοι, ως γνωστόν, έχουν διαφορετικές ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες. Έτσι η εναπόθεση της συγκεκριμένης ενέργειας σε έναν συγκεκριμένο ιστό (πχ τον εγκέφαλο) εξαρτάται από πολύπλοκες επιδράσεις των πεδίων με τους υπερκείμενους ιστούς και δεν είναι ευθέως ανάλογη με την εκπεμπόμενη ενέργεια.

Η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας οδηγεί στη θέρμανση των ιστών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τοπικές διαφορές στη θερμοκρασία οι οποίες όμως εξισορροπούνται από την κυκλοφορία του αίματος. Βάσει πειραματικών μελετών σε πειραματόζωα και εθελοντές, διαπιστώθηκε ότι εάν η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος δεν υπερβαίνει τον έναν βαθμό Κελσίου τότε δεν προκαλούνται προβλήματα υγείας ακόμη και στην περίπτωση της μακροπρόθεσμης έκθεσης.

Το βασικό ερώτημα είναι αν μπορεί η έκθεση σε τέτοια χαμηλή ένταση, όπως αυτή που χρησιμοποιούν τα κινητών τηλεφώνων, να βλάψει τους ιστούς του σώματος. Οι γνώσεις μας στον τομέα αυτό προέρχονται από δύο κυρίως πηγές: Πρώτον, από προηγούμενες μελέτες για τις βιολογικές επιδράσεις που προκαλεί η έκθεση σε πολύ χαμηλής συχνότητας (extremely low-frequency -ELF) ηλεκτρομαγνητικά πεδία και δεύτερον από μελέτες για την έκθεση σε αυτές καθαυτές τις ραδιοσυχνότητες (RF) των κινητών τηλεφώνων.

Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η μελέτη των βιολογικών επιδράσεων από την έκθεση στα δύο αυτά είδη ακτινοβολιών (ELF και RF) δεν είναι ταυτόσημη και ότι υπάρχουν περισσότερες διαφορές παρά ομοιότητες μεταξύ αυτών των ακτινοβολιών. Συγκεκριμένα, η έκθεση σε ELF είναι συνήθως σταθερή σε μακρά χρονικά διαστήματα, η τεχνολογία τους δεν έχει μεταβληθεί τα τελευταία χρόνια και ακτινοβολείται κυρίως ολόσωμα και ομοιόμορφα περίπου σταθερός αριθμός ατόμων. Αντίθετα, η έκθεση στα κύματα RF των κινητών τηλεφώνων αυξάνει ραγδαία και αφορά ολοένα και περισσότερα άτομα, εκπέμπεται κατά αιχμές (κατά τη διάρκεια των τηλεφωνημάτων) και εκτίθεται κυρίως μόνο η πλαγία όψη της κεφαλής.

Σ' ότι αφορά τις βιολογικές επιδράσεις που προκαλεί η έκθεση σε ELF, η απάντηση δεν είναι σαφής: Υπάρχουν αλληλοσυγκρουόμενα αποτελέσματα μεταξύ διαφόρων μελετών και η σύγχυση επιτείνεται από τη διαμάχη για την καταλληλότερη μεθοδολογία προκειμένου να μετρηθεί η έκθεση ενός ατόμου.

Ωστόσο, παραμένουν αδιευκρίνιστα αρκετά θέματα όπως π.χ. οι αμφιλεγόμενες επιδράσεις στην υγεία λόγω των μη θερμικών επιδράσεων της ακτινοβολίας των χαμηλής εντάσεως παλμικών μικροκυμάτων (low intensity, pulsed microwave radiation, MWR) που χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για ζώντες οργανισμούς υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές τα τελευταία 30 χρόνια ότι η MWR μπορεί να προκαλεί μη θερμικές επιδράσεις σε συχνότητες πολύ χαμηλότερες από τις απαιτούμενες να προκαλέσουν οποιαδήποτε ανιχνεύσιμη μεταβολή της θερμότητας¹⁰. Έτσι, παραμένει ζητούμενο αν οι ισχύουσες οδηγίες και συστάσεις, είναι αρκετά σαφείς ώστε να παρέχουν πλήρη προστασία της υγείας από την κινητή τηλεφωνία.

5.1.1 Θερμικές βιολογικές επιδράσεις - Θερμικά Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τη γενικά παραδεκτή άποψη για την επίδραση της υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τους βιολογικούς οργανισμούς, η παρουσία του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου Ε αυξάνει την κινητική ενέργεια κυρίως των μορίων H₂O με αποτέλεσμα τη μεταφορά ενέργειας από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στους ιστούς των βιολογικών οργανισμών. Εξαιτίας της αλληλεπίδρασης αυτής παρουσιάζεται αύξηση της θερμοκρασίας είτε τοπικά ή ακόμη σε όλο το ανθρώπινο σώμα.

Ο μηχανισμός αυτός λειτουργεί ως εξής: Τα μόρια του νερού που αποτελούν περίπου το 70% του ανθρώπινου σώματος είναι ηλεκτρικά δίπολα με τον θετικό πόλο ανάμεσα στα δύο άτομα του H₂ και του αρνητικού πόλου κοντά στο άτομο του O₂.

Όταν το ανθρώπινο σώμα δεχτεί ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα υψηλής συχνότητας τα δίπολα του νερού τείνουν να προσανατολισθούν με τη φορά του εναλλασσόμενου ηλεκτρικού πεδίου και

αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας ταλάντωσης, σύμφωνα με τη συχνότητα του ηλεκτρικού πεδίου. Η κινητική ενέργεια που αποκτούν τα δίπολα αυτά λόγω της ταλάντωσης γίνεται αισθητή ως θερμότητα, που τείνει να αυξήσει τη θερμοκρασία του σώματος. Όταν η ισχύς (πυκνότητα ισχύος) του κύματος ξεπεράσει ένα όριο χάνουν την αποτελεσματικότητα οι θερμορρυθμιστικοί μηχανισμοί του σώματος οπότε μπορεί να εμφανισθεί γενικευμένος πυρετός που μπορεί να οδηγήσει ακόμη και στο θάνατο αν η θερμοκρασία του σώματος ξεπεράσει το όριο των 42° C.

Εκτός από τα μόρια του νερού και άλλα μόρια ή άτομα, ιόντα και ηλεκτρόνια C του ανθρωπίνου σώματος τείνουν να προσανατολιστούν και αυτά στη διεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου με αποτέλεσμα την αύξηση της κινητικής τους ενέργειας και συνεισφέρουν στην αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος. Τα πιο ευαίσθητα από άποψη θερμοκρασίας όργανα του ανθρωπίνου σώματος είναι οι οφθαλμοί και οι όρχεις προφανώς λόγω του τρόπου της αιμάτωσής τους (οι μηχανισμοί απαγωγής της θερμότητας από τα μάτια και τους όρχεις είναι ατελείς).

Τα βιολογικά αποτελέσματα από την έκθεση σε μη ιοντίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξαρτώνται από τα Η/Μ πεδία που εφαρμόζονται στο εσωτερικό των ζώντων οργανισμών. Συνεπώς μεγαλύτερη σημασία για τη μελέτη έχει ο ποσοτικός προσδιορισμός της ενέργειας των βιολογικών επιδράσεων που απορροφάται από τους ζωντανούς οργανισμούς.

5.1.2. Μη θερμικές βιολογικές δράσεις

Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας εξαιρετικά ευαίσθητος ηλεκτροχημικός μηχανισμός του οποίου ο έλεγχος και η λειτουργία ρυθμίζονται από συγκεκριμένες και διακριτές συχνότητες ηλεκτρικού ρεύματος. Κάποιες από τις συχνότητες αυτές βρίσκονται πολύ κοντά στις συχνότητες που παράγουν τα κινητά τηλέφωνα. Επομένως, είναι πιθανό ότι οι συχνότητες των κινητών τηλεφώνων μπορούν να παρεμβληθούν με τα ηλεκτρικά σήματα του ανθρωπίνου σώματος με τον ίδιο τρόπο που παρεμβάλλονται πχ στη λήψη του ραδιοφώνου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των παραπάνω αποτελεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Όπως προαναφέρθηκε, τα αναλογικά κινητά τηλέφωνα λειτουργούν σε συχνότητες περίπου 900 MHz, μήκος κύματος δηλαδή 33-35 cm ενώ τα ψηφιακά σε συχνότητα 1800 MHz δηλαδή μήκος κύματος 16-17 cm. Το ανθρώπινο κεφάλι έχει σχήμα ωοειδές με το μικρό άξονα να κυμαίνεται γύρω στα 16 cm. Γι' αυτόν το λόγο προτάθηκε η υπόθεση εργασίας ότι ο εγκέφαλος μπορεί να λειτουργεί σαν μια κεραία για αυτές τις συχνότητες απορροφώντας μεγάλο μέρος της ενέργειας των κυμάτων αυτών. Ακόμα, οι συχνότητες DTX στα 2 Hz και TDMA στα 8.34 Hz αντιστοιχούν σε συχνότητες ηλεκτρικών ταλαντώσεων των δέλτα και άλφα εγκεφαλικών κυμάτων αντίστοιχα. Είναι επομένως πιθανό ότι οι ζώντες οργανισμοί παρουσιάζουν ευαισθησία στα κύματα GSM με δύο τρόπους: Τόσο στον κύριο φορέα μικροκυμάτων όσο και στις χαμηλότερες συχνότητες των σημάτων TDMA και DTX.

Έτσι, η πιθανότητα των μη θερμικών επιδράσεων ξεκινά από την «ομοιότητα ταλάντωσης» μεταξύ του οργανισμού και της ακτινοβολίας, γεγονός που αναγκάζει τον οργανισμό να απαντά σε συχνότητες που αναγνωρίζει. Η απαραίτητη ένταση μιας τέτοιας ακτινοβολίας είναι υποπολλαπλάσια αυτής που απαιτείται για τις θερμικές επιδράσεις και μπορεί να θεωρηθεί ως μη στοχαστική με την έννοια ότι οι μη θερμικές επιδράσεις είναι μη γραμμικές. Μ' άλλα λόγια, ένα

μικρής έντασης πεδίο μπορεί μερικές φορές να προκαλέσει μια δυσανάλογα μεγάλη απάντηση και επομένως η επίδραση ίσης δόσης ακτινοβολίας δεν έχει πάντα ίδιο αποτέλεσμα σ' όλους τους εκτιθέμενους.

Ένα καλό παράδειγμα της ευαισθησίας σε μη θερμική ηλεκτρομαγνητική επίδραση είναι η δυνατότητα προκλήσεως επιληπτικών κρίσεων σε άτομα με φωτοευαίσθητική επιληψία με τη χρήση διακοπτόμενου φωτός (light flashing) συχνότητας 15 Hz. Οι κρίσεις δεν προκαλούνται από την ενέργεια της φωτεινής δέσμης, αλλά από τη συχνότητα την οποία ο εγκέφαλος αναγνωρίζει γιατί αυτή συμπίπτει ή είναι παραπλήσια με αντίστοιχη συχνότητα που χρησιμοποιεί ο ίδιος.

Οι βιολογικές ηλεκτρικές δραστηριότητες που είναι ύποπτες για παρεμβολή από την ακτινοβολία GSM περιλαμβάνουν καλά οργανωμένες ηλεκτρικές δραστηριότητες σε κυτταρικό επίπεδο των οποίων η συχνότητα βρίσκεται στην περιοχή των μικροκυμάτων και οι οποίες είναι επακόλουθο του μεταβολισμού. Αν και δεν είναι γενικά παραδεκτό, υπάρχουν πειραματικές ενδείξεις συμβατές μ' αυτές τις ενδογενείς δράσεις, για παράδειγμα την κυτταρική διαίρεση.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μη θερμικές επιδράσεις δεν αποδεικνύονται πάντα και δεν είναι απαραίτητα επαναλήψιμες. Κάτι τέτοιο είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται από την κατάσταση του οργανισμού όταν ακτινοβολείται. Επιπλέον και στα *in vitro* πειράματα μελέτης των μη θερμικών επιδράσεων δεν παρατηρείται επαναληψιμότητα. Μερικά τέτοια παραδείγματα είναι οι ανεπιτυχείς προσπάθειες επανάληψης πειραμάτων αυξημένης διάσπασης των αλύσεων του DNA. Η έλλειψη επανάληψης των αποτελεσμάτων προκαλεί αντικρουόμενες απόψεις. Μια έρευνα που μελετά το συσχετισμό χρήσης κινητών τηλεφώνων και αλλαγές στο HEG αποδίδει αυτήν την έλλειψη αυτή σε διαφορές της μεθοδολογίας των πειραμάτων, όπως για παράδειγμα τη διαφορετική διάρκεια έκθεσης. Το συμπέρασμα της έρευνας αυτής είναι ότι η χρονική διάρκεια έκθεσης αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για έκβαση των πειραμάτων.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι επιδράσεις των ακτινοβολιών αυτών σε επίπεδο χρωμοσωμάτων και γονιδίων εφόσον μια πιθανή χρωμοσωμική ή γονιδιακή ανωμαλία είναι σημαντικός παράγοντας εμφάνισης νεοπλασιών. Σε μια μελέτη εξετάστηκαν οι επιδράσεις ακτινοβολίας συνεχούς πεδίου 830 MHz σε λευκά αιμοσφαίρια του αίματος. Παρατηρήθηκε μια αύξηση, σχεδόν γραμμική, της ανευπλοειδίας του χρωμοσώματος 17 με την αύξηση του EPA που αποδόθηκε σε μη θερμικούς μηχανισμούς.

Πάντως αξίζει να σημειωθεί ότι μια άλλη έρευνα που μελέτησε τις επιδράσεις των μικροκυμάτων σε γονιδιακό επίπεδο δεν κατέληξε στα ίδια συμπεράσματα. Χρησιμοποιήθηκαν λευκά αιμοσφαίρια υγιών εθελοντών τα οποία εκτέθηκαν σε ακτινοβολία συχνότητας 900 MHz και συνεχούς εκπομπής αλλά και ασυνεχούς (τύπου GSM). Οι τιμές του EPA ήταν διάφορες. Δεν παρατηρήθηκαν πάντως επιδράσεις ούτε στη συχνότητα των μικροπυρήνων (micronuclei) ούτε στην κινητική του κυτταρικού κύκλου.

Μια πρόσφατη μελέτη ερεύννησε τις επιδράσεις των ραδιοκυμάτων που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα στη σύνθεση λιπιδίων, στη συγκέντρωση μαλονδιαλδεΐδης, στην ανοσοποιητική αντιδραστικότητα του p53, στο σπέρμα, στη μορφολογική και ιστολογική δομή των όρχεων και τέλος στη θερμοκρασία του ορθού ποντικών που είχαν εκτεθεί σε μικροκύματα των κινητών τηλεφώνων. Τελικά δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση των ακτινοβολιών

αυτών σε κανένα από τα προαναφερθέντα σημεία έρευνας. Δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στη ή τη λειτουργία των όρχεων.

Μια άλλη έρευνα είχε ως σκοπό την μελέτη πιθανόν μακροπρόθεσμων επιδράσεων των ραδιοσυχνοτήτων GSM στην αγγειακή διαπερατότητα σε εγκεφάλους ποντικών. Τα αποτελέσματά της δείχνουν ότι η παρατεταμένη έκθεση σε τέτοιου είδους ακτινοβολία παράγει αμελητέα διακοπή της συνοχής του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, σε επίπεδο οπτικού μικροσκοπίου, χρησιμοποιώντας την ενδογενή λευκωματίνη ως «αγγειακό ανιχνευτή».

5.1.3. Έρευνες και αποτελέσματα πάνω σε συγκεκριμένες μορφές παθήσεων

5.1.3.1. Νευρολογικές επιδράσεις

Τα κινητά τηλέφωνα που εκπέμπουν παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία υψηλής συχνότητας μπορεί να επηρεάσουν τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αλλά δεν μπορούν να βγουν σίγουρα συμπεράσματα όσον αφορά στις επιδράσεις τους στο ΗΕΓ. Τα αποτελέσματα μιας μελέτης υπονοούν ότι τα κινητά τηλέφωνα ενδέχεται να επηρεάζουν με αντιστρέψιμο τρόπο τον εγκέφαλο, προάγοντας την εμφάνιση ανωμάτων αργών κυμάτων στο ΗΕΓ σε άτομα σε εγρήγορση. Επίσης παρατηρήθηκε μια καθυστερημένη αύξηση ιδίως στα κύματα α η οποία ενισχύθηκε στο ΗΕΓ εγρήγορσης ενηλίκων που εκτίθεντο σε ακτινοβολία GSM. Οι επιδράσεις στο ΗΕΓ ύπνου περιλαμβάνουν βράχυνση του REM ύπνου κατά τη διάρκεια του οποίου η πυκνότητα των κυμάτων-α αυξάνεται 56 και δράσεις στον μη REM ύπνο.

Η χρήση των κινητών τηλεφώνων αυξάνεται ραγδαία, αλλά υπάρχουν περιορισμένα στοιχεία για τις επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη φυσιολογία του εγκεφάλου. Σε μια μελέτη, εξετάζεται η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην παροχή αίματος στον εγκέφαλο και στο ΗΕΓ. Η μελέτη αυτή δείχνει ότι για πρώτη φορά ότι: α) Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία παλμικής διακύμανσης μεταβάλλουν την παροχή αίματος στον εγκέφαλο και β) η παλμική διακύμανση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι αναγκαία για να προκληθούν αλλαγές στο ΗΕΓ. Η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία παλμικής διακύμανσης μπορεί να αποτελέσει μια καινούργια μέθοδο για την τροποποίηση της εγκεφαλικής λειτουργίας για πειραματικούς, διαγνωστικούς ή και θεραπευτικούς σκοπούς.

Το 1999 οι Preece et al, από μια μελέτη σε εθελοντές, έβγαλαν το συμπέρασμα ότι η συνεχής εκπομπή ακτινοβολιών με συχνότητα 915 megacycles προκαλεί μια αύξηση του χρόνου αντίδρασης, ενώ δεν παρατηρήθηκε το ίδιο για τη μη συνεχή εκπομπή (αυτή δηλαδή των κινητών τηλεφώνων). Δεν μπορεί βεβαίως να αποκλειστεί το ενδεχόμενο ότι η μη συνεχής εκπομπή επηρεάζει κάποιο άλλο νευρωνικό κύκλωμα.

Άλλες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η χρήση κινητών τηλεφώνων μπορεί να επιδρά θετικά σε ορισμένες γνωστικές λειτουργίες. Επίσης, η έκθεση στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων ελαττώνει τα προπαρασκευαστικά χαμηλά δυναμικά σε μερικές περιοχές του εγκεφάλου και επηρεάζει λειτουργίες της μνήμης. Σε παρόμοιο συμπέρασμα καταλήγει και μια άλλη μελέτη όπου παρατηρήθηκε ότι στους άνδρες εθελοντές της έρευνας παρουσιάζεται μια βελτίωση της βραχυπρόθεσμης αλλά και μακροπρόθεσμης μνήμης εάν τα ερεθίσματα παρουσιάζονται κατά την ενεργή λειτουργία ενός κινητού τηλεφώνου.

Οι Cao et al αναφέρουν ότι σε μια έρευνα σε 81 χρήστες κινητών τηλεφώνων και 63 μη χρήστες παρουσιάστηκαν διαφορές στην συμπεριφορά οι οποίες καθορίστηκαν με κατάλληλα ερωτηματολόγια.

Όσον αφορά στις επιδράσεις των ακτινοβολιών των κινητών τηλεφώνων στο ακουστικό σύστημα βρέθηκε ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου για 30 λεπτά δεν επηρεάζει βραχυπρόθεσμα τη λειτουργία του εν λόγω συστήματος.

5.1.3.2. Δερματολογικές επιδράσεις

Η βιβλιογραφία που ασχολείται με αυτή την πτυχή του προβλήματος περιστρέφεται γύρω από τις πιθανές επιδράσεις των ακτινοβολιών των κινητών τηλεφώνων και του δέρματος. Έχουν αναφερθεί πάντως και αλλεργικές επιπτώσεις τοπικού χαρακτήρα που μπορούν να ερμηνευτούν ως δερματίτιδες επαφής εξαιτίας ορισμένων υλικών κατασκευής των συσκευών, όπως για παράδειγμα του χρωμίου.

Ορισμένοι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι ακτινοβολίες που εκπέμπονται από τα κινητά τηλέφωνα αυξάνουν τη ροή του αίματος στη μικροκυκλοφορία του δέρματος. Φαίνεται ότι ιδιαίτερα ευπαθή είναι τα άτομα που πάσχουν από ατοπική δερματίτιδα/έκζεμα. Στα άτομα αυτά παρατηρείται μια αύξηση των συγκεντρώσεων της ουσίας P και του VIP στο πλάσμα. Μια άλλη μελέτη, επισημαίνει ότι εκτός από την αύξηση της ουσίας P και του VIP αυξάνεται και ο αυξητικός παράγοντας στο πλάσμα. Η ίδια μελέτη συμπεραίνει ότι εξαιτίας αυτών των επιπτώσεων οι ακτινοβολίες των κινητών τηλεφώνων μπορεί να είναι υπεύθυνες για την επιδείνωση των εκδηλώσεων της ατοπικής δερματίτιδας/έκζεματος.

Οι βιολογικές επιδράσεις που έχουν αναφερθεί δεν περιορίζονται μόνο στην μικροκυκλοφορία αλλά αφορούν και τους ινωδοπλάστες του δέρματος όπως επίσης και το μεταβολισμό της μελατονίνης.

Οι Heikkinen et al ερεύνησαν εάν οι ραδιοσυχνότητες χαμηλού επιπέδου (low-level radiofrequency radiation (RFR) μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη ενός ήδη υπάρχοντος καρκίνου του δέρματος που προκλήθηκε από υπερϊώδη ακτινοβολία. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση αν και παρατηρήθηκε μια ελαφρά αύξηση της ταχύτητας της ανάπτυξης του καρκίνου, εύρημα που χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

5.1.3.3. Οφθαλμοί

Για κάποια όργανα του ανθρωπίνου σώματος η αύξηση της θερμοκρασίας έχει μεγάλη σημασία. Το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στους φακούς των οφθαλμών, στο νευρικό ιστό, καθώς και στα έμβρυα.

Η ακτινοβολούμενη ενέργεια κατά τη χρήση των κινητών τηλεφώνων (cellular systems) είναι μικρή. Υπάρχει όμως, το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι η κεραία της συσκευής βρίσκεται πολύ κοντά στο κεφάλι του χρήστη με αποτέλεσμα οι οφθαλμοί, το εσωτερικό των αυτιών και ο

εγκέφαλος να αποτελούν περιοχές που ακτινοβολούνται και παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι φακοί των οφθαλμών και οι εμπρόσθιοι θάλαμοι αυτών βρίσκονται εξωτερικά, έχουν μικρή μάζα - 0.2 gr και δεν έχουν κυκλοφορία αίματος (που σημαίνει ότι τυχόν παραγόμενα ποσά θερμότητας δεν απάγονται εύκολα). Άνοδος της θερμοκρασίας αυτών κατά 1° C λόγω έκθεσης σε Η/Μ πεδία πρέπει να θεωρηθεί ως κατώφλι για πιθανό δυσμενές αποτέλεσμα.

Εάν η θερμοκρασία των φακών των ματιών από 37⁰ C ανέλθει στους 42⁰ C μπορεί να προκύψει μη αναστρέψιμη μετουσίωση της πρωτεΐνης των φακών με συνέπεια τη δημιουργία καταρράκτη. Αυτό βέβαια για να συμβεί πρέπει η προσπίπτουσα πυκνότητα ισχύος δηλαδή η "ένταση" του Η/Μ πεδίου να είναι αρκετά υψηλή. Έρευνες που έχουν γίνει σε πειραματόζωα έχουν καταλήξει στο σαφές συμπέρασμα ότι για να προκληθεί καταρράκτης από Η/Μ πεδία πρέπει να έχουμε ένα πεδίο με πυκνότητα ισχύος τουλάχιστο 120 mW/m² και έκθεση μεγαλύτερη των 20 λεπτών. Προς το παρόν όμως δεν υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που να υποστηρίζουν την άποψη ότι χρόνιες εκθέσεις σε χαμηλής εντάσεως Η/Μ πεδία, μπορούν να προκαλέσουν καταρράκτη στον άνθρωπο.

5.1.3.4. Εγκέφαλος

Κατά την έκθεση του εγκεφάλου στην εκπεμπόμενη από το κινητό τηλέφωνο ακτινοβολία η απορροφούμενη απ' αυτόν ενέργεια για διάφορους λόγους δεν είναι δεδομένη. Υπολογισμοί και κατάλληλη δοσομέτρηση σε ομοιώματα έδειξαν ότι είναι δυνατό μέχρι και το 50% της εκπεμπόμενης ενέργειας ανάλογα και με τις συνθήκες έκθεσης, να απορροφηθεί από το κεφάλι. Προκειμένου για τον εγκέφαλο που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, η απορρόφηση της ενέργειας δεν γίνεται απαραίτητα ομοιόμορφα. Είναι δε γνωστό, ότι στον εγκέφαλο περιοχές με πολύ μικρή έκταση έχουν πολύ σημαντικές λειτουργίες. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της απορροφούμενης ενέργειας από τον εγκέφαλο και την κατανομή της στο εσωτερικό του κρανίου, απαιτούνται μετρήσεις των τιμών SAR στα σημεία ενδιαφέροντος και όχι απλώς μετρήσεις του προσ-πίπτοντος Η/Μ πεδίου, οι οποίες όμως είναι πολύ δύσκολες. Προς το παρόν, δεν υπάρχουν επιστημονικά στοιχεία για πιθανές βιολογικές επιπλοκές που συνδέονται με μικρές και ταχείες μεταβολές της θερμοκρασίας του εγκεφάλου.

5.1.3.5. Γεννητικά όργανα

Ένα άλλο όργανο του ανθρώπινου σώματος που είναι ευαίσθητο στις αυξήσεις της θερμοκρασίας είναι οι όρχις. Είναι γνωστό ότι η παραμονή σε αρκετά ζεστό νερό προκαλεί ιστολογικές αλλαγές και προσωρινή στειρότητα, εάν έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας κατά μερικούς βαθμούς. Σε πειράματα που έχουν γίνει σε σκύλους έχει παρατηρηθεί ότι εκθέσεις σε 20 mW/cm² για αρκετές ώρες ημερησίως και για χρόνο μεγαλύτερο του ενός έτους δεν έχουν κανένα αποτέλεσμα στην αναπαραγωγική ικανότητά τους, ενώ κατά τις εκθέσεις σε πεδία ισχυρότερα των 50 mW/cm² παρατηρήθηκαν διάφορες βλάβες στους όρχις.

Και στις δύο περιπτώσεις που αναφέρθηκαν (φακοί οφθαλμών, όρχις) η απαγωγή της παραγόμενης θερμότητας μέσω των θερμορρυθμιστικών μηχανισμών είναι πολύ μικρή.

5.1.3.6. Νεοπλασίες

Οι πρώτες επιδημιολογικές μελέτες που συνδέουν την αύξηση της επίπτωσης, καρκίνου με την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι αυτές των Wertheimer και Leeper το 1979, και αργότερα του Milham (1982). Οι πρώτες αναφορές αφορούν στην αύξηση της επίπτωσης νεοπλασιών σε παιδιά που ζουν σε πυλώνες υψηλής τάσης. Ακολουθούν πολλές άλλες μελέτες μερικές από τις οποίες αποτελούν πληρέστερες ή συμπληρωματικές αναλύσεις του υλικού των παλαιότερων επιδημιολογικών μελετών. Οι μελέτες αυτές δείχνουν ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία σχετίζεται με μικρή αύξηση της επίπτωσης μυελογενούς λευχαιμίας. Τα δεδομένα αυτά ωστόσο απέχουν πολύ από του να τεκμηριώσουν αιτιολογική έκθεση.

Γενικώς, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των επιδημιολογικών μελετών είναι δύσκολο έργο και η αναζήτηση «αιτίου-αιτιατού» στη σχέση αυτή απαιτεί ευρύ σύνολο επιστημονικών αποδείξεων, δεδομένου ότι η παρουσία πολυάριθμων παραγόντων που δρουν από κοινού και προκαλούν διαταραχές, καθιστούν πιο αβέβαια τα αποτελέσματα.

Μετά από μελέτες και παρατηρήσεις που έχουν γίνει σε πειραματόζωα με έκθεση αυτών σε υψηλής ή μέτριας εντάσεως Η/Μ πεδία, οπότε και οι τιμές SAR ήταν αντιστοίχως υψηλές ή μέτριες και υπό διαφορετικές συνθήκες έκθεσης (ολόσωμης, μερικής εφάπαξ ή μακροχρόνιας ακτινοβόλησης) έχουν διαπιστωθεί τα ακόλουθα:

- Έκθεση σε Η/Μ πεδία ποντικών που κυοφορούν μπορεί να έχει ως συνέπεια τη μείωση του βάρους του εμβρύου.
- Μερική ή ολόσωμη έκθεση μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στο ανοσοποιητικό και αιμοποιητικό σύστημα. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να έχουν διεγερτικό ή περιοριστικό χαρακτήρα.
- Οξεία ή χρόνια έκθεση πειραματόζωων είναι δυνατό να προκαλέσουν μορφολογικές αλλαγές στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- Ολόσωμη και συνεχής έκθεση πειραματόζωων μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην κινητική συμπεριφορά. Οι αλλαγές αυτές είναι αναστρέψιμες, μετά τον τερματισμό της έκθεσης.

Έκθεση σε Η/Μ πεδία μέτριας έντασης δεν προκαλούν μεταλλάξεις. Μεταλλάξεις μπορεί να προκληθούν μόνο όταν η πυκνότητα ισχύος του πεδίου είναι πολύ υψηλή, οπότε μπορεί να έχουμε σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας ευαίσθητων περιοχών.

Όσον αφορά τη μακροβιότητα και την εμφάνιση καρκίνου, δεν υπάρχουν πειστικές μαρτυρίες που να τα συσχετίζουν με τη μακροχρόνια έκθεση σε Η/Μ πεδία.

5.1.4 Άλλες επιπτώσεις

5.1.4.1. Οδήγηση

Ο κίνδυνος πρόκλησης τροχαίου ατυχήματος όταν χρησιμοποιούνται τα κινητά τηλέφωνα, είναι σαφώς αυξημένος και σχεδόν ίδιος ή μεγαλύτερος από την βιολογική επίδραση των κινητών τηλεφώνων.

Είναι ευνόητο ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση αποσπά την προσοχή του οδηγού και έτσι μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα. Αυτό αποδεικνύεται και από μελέτες που έχουν γίνει στην Αυστραλία όπου μελετήθηκε η συσχέτιση χρήσης κινητών τηλεφώνων με την πρόκληση σοβαρού ατυχήματος και την εισαγωγή του τραυματία στο νοσοκομείο. Μάλιστα από την έρευνα αυτή φαίνεται ότι οι περισσότεροι χρήστες κινητών τηλεφώνων κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι άντρες παρά γυναίκες.

5.1.4.2. Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές

Όταν τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούνται κοντά σε κάποιες ιατρικές συσκευές όπως για παράδειγμα βηματοδότες, εμφυτεύσιμοι απινιδωτές, και ορισμένοι ενισχυτές ακρόασης και ακουστικά βαρηκοΐας, επηρεάζουν τα κυκλώματα ελέγχου αυτών των συσκευών από την παλμική ακτινοβολία που εκπέμπουν.

Οι διάφοροι τύποι βηματοδοτών διαφέρουν ως προς την ευαισθησία τους σε παρεμβολές. Η παρεμβολή είναι επίφοβη μόνο όταν κάποιος που έχει βηματοδότη χρησιμοποιεί ο ίδιος κινητό τηλέφωνο και ο κίνδυνος αυξάνεται με την μείωση της απόστασης του κινητού από το βηματοδότη. Θα πρέπει ο πιθανός χρήστης κινητού που έχει βηματοδότη να ενημερωθεί για την συμβατότητα του βηματοδότη του με την ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας.

Στα ακουστικά βαρηκοΐας ακόμα και σε απόσταση ενός μέτρου μπορεί, να προκληθούν παρεμβολές. Οι παρεμβολές αυτές γίνονται αισθητές ως βουητό στο αυτί. Τα μικρά ακουστικά μέσα στο αυτί είναι λιγότερο ευαίσθητα από τα ακουστικά που φοριούνται πίσω από το αυτί. Οι κατασκευαστές προσφέρουν βοηθήματα για να μην είναι υποχρεωμένο το άτομο να κρατά το κινητό τηλέφωνο σε επαφή με το αυτί.

Στα τμήματα εντατικής παρακολούθησης νοσοκομείων η χρήση των κινητών τηλεφώνων αποτελεί κίνδυνο για τους ασθενείς και για το λόγο αυτό απαγορεύεται η χρήση τους. Επίσης και στα αεροσκάφη απαγορεύεται η χρήση των κινητών τηλεφώνων δεδομένου ότι μπορούν να παρεμποδίσουν τα συστήματα ναυσιπλοΐας τους.

5.1.4.3. Κινητά τηλέφωνα και παιδιά

Η χρήση κινητών τηλεφώνων θα πρέπει να απαγορεύεται στα παιδιά κάθε ηλικίας καθώς ο εγκέφαλός τους αλλά και τα υπόλοιπα μέρη του σώματός τους ευρίσκονται σε συνεχή ανάπτυξη. Επομένως κάθε διαταραχή, έστω και μικρή, που μπορεί να προκληθεί από την ακτινοβολία μπορεί να είναι μακροπρόθεσμα πολύ σοβαρή.

5.1.5. Μη ειδικά προβλήματα υγείας και συμπτώματα

Ορισμένα συμπτώματα όπως για παράδειγμα ο πονοκέφαλος, η ζαλάδα, η ναυτία έχουν συσχετισθεί με τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Ορισμένες φορές εμφανίζονται στην αρχή της κλήσης ενώ άλλες φορές αργότερα. Συνήθως δεν διαρκούν πάνω από μία ώρα.

Έχει αναφερθεί ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ορισμένων ραδιοσυχνοτήτων προκαλεί διαταραχές του ύπνου, κεφαλαλγίες και αλλαγές στο ΗΕΓ. Σαν ενοχοποιητικοί μηχανισμοί έχουν θεωρηθεί η επίδραση της ακτινοβολίας στο δοπαμινεργικό σύστημα του εγκεφάλου και στη διαβατότητα του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, αιτίες που συνδέονται με τις κεφαλαλγίες.

Οι Cox et al θεωρούν ότι συμπτώματα όπως αυτά που προαναφέρθηκαν, μπορούν να οφείλονται σε ερεθισμό του αιθουσαίου νεύρου από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου. Αν και αυτή η θεωρία χρήζει περαιτέρω μελέτης, πρέπει να σημειωθεί ότι συμπτώματα όπως ο πονοκέφαλος και η ζαλάδα είναι πολύ συνηθισμένα, καθόλου παθολογικά και αρκετά υποκειμενικά. Διάφορες μελέτες ανά τον κόσμο συνδέουν την εμφάνιση αυτών των συμπτωμάτων με τη χρήση κινητών τηλεφώνων αλλά μόνο μία μελέτη είναι σχεδιασμένη με πειραματικό τρόπο η οποία όμως δεν καταλήγει σε μια τέτοια συσχέτιση.

Τέλος, μια μελέτη συνδέει τη διάρκεια και την ένταση των συμπτωμάτων, το χρόνο ομιλίας και τον αριθμό των κλήσεων ανά ημέρα με την μέτρηση του ειδικού ρυθμού απορρόφησης (EPA). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τιμές του EPA πάνω από 0.5 W/kg μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη διάρκεια των συμπτωμάτων αυτών, ειδικά όσον αφορά στο μεγάλο αριθμό κλήσεων την ημέρα.

5.1.6. Επίδραση Η/Μ ακτινοβολίας χαμηλών συχνοτήτων με τη ζώσα ύλη

Σε συχνότητες < 300Hz (ELF περιοχή) η ακτινοβολία επιδρά με άλλους μηχανισμούς όχι ακόμα γνωστούς (μη θερμικούς). Τα **ELF πεδία** ίσως λόγω της εγγύτητάς τους με τις συχνότητες των εγκεφαλικών εκπομπών προκαλούν κάποιες βιολογικές δράσεις στη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού (μη θερμικές). Τα μαγνητικά πεδία προκαλούν επιδράσεις σε όλα τα επίπεδα της βιολογικής οργάνωσης. Η σημαντικότερη επίδραση είναι η αυξημένη εκροή ιόντων ασβεστίου από τα εγκεφαλικά κύτταρα.

Σαν τελικό συμπέρασμα το ανθρώπινο σώμα απορροφά την μη ιοντίζουσα ακτινοβολία κατά τρόπο επιλεκτικό, διαφορετικό δηλαδή για κάθε συχνότητα και είδος ιστού, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ορισμένες βιολογικές επιδράσεις.

5.1.7. Γενικά συμπεράσματα για τα βιολογικά αποτελέσματα

Η θερμότητα που απορροφάται από ένα βιολογικό υλικό είναι απότοκος της απορρόφησης της ενέργειας των μικροκυμάτων από το νερό που περιέχει το υλικό αυτό. Πάνω από μια συγκεκριμένη ενέργεια, η ομοιόσταση στη θερμοκρασία δεν διατηρείται και οι επιπτώσεις στην υγεία επέρχονται όταν η θερμοκρασία του σώματος αυξηθεί πάνω από 1°C, που όπως

προαναφέρθηκε αντιστοιχεί σε μια ολική έκθεση του σώματος με $EPA 4 \text{ Watt/Kg}$. Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν χαμηλής εντάσεως RF και γι' αυτό η αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλούν στους ιστούς είναι ελάχιστη, λιγότερο από 0.1°C ακόμα και για τα πιο ισχυρά μοντέλα.

Τα πιο ευαίσθητα από άποψη θερμοκρασίας όργανα του ανθρωπίνου σώματος είναι οι οφθαλμοί και οι όρχεις και είναι γνωστό ότι σε οξείες μεταβολές της θερμοκρασίας έχουν αναφερθεί καταρράκτης και ελάττωση των σπερματοζωαρίων. Προκειμένου να αποτραπεί μια τέτοια αύξηση της θερμοκρασίας, τηρούνται από τους κατασκευαστές τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ασφαλείας. Έχουν δημοσιευθεί αρκετές μελέτες που με τη χρήση ομοιωμάτων κεφαλής υπολογίζουν το ρυθμό εναπόθεσης της ενέργειας με τη μορφή θερμότητας κατά τη χρήση των κινητών τηλεφώνων. Οι μελέτες αυτές δείχνουν ότι οι συσκευές κινητών τηλεφώνων, στο σύνολό τους σχεδόν, δεν παραβιάζουν τα όρια ασφαλείας.

5.2. Περιβαλλοντολογικές επιδράσεις από την ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας

5.2.1 Γενικά

Κατά την εξέταση καθενός από τα κριτήρια για την επιλογή ενός σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας θα πρέπει να προσδιοριστεί η περιβαλλοντική επίπτωση. Τεχνικά πρότυπα και κριτήρια κατά τη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει να γίνεται από αρμόδιους για το σχεδιασμό ενός τέτοιου σταθμού.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε φυσικές, βιολογικές και κοινωνικές .

5.2.2 Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

5.2.2.1. Φυσικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Διάβρωση εδάφους: πολλοί σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας κτίζονται σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε υψηλές κορυφές βουνών. Η κατασκευή ενός τέτοιου σταθμού και του δρόμου πρόσβασης προς το σταθμό ίσως προκαλέσει προβλήματα εδαφολογικής διάβρωσης για' αυτό και κατάλληλα μέτρα θα πρέπει να εφαρμοστούν κατά τη διάρκεια της κατασκευής για να σταματήσει η όποια απώλεια

Μόλυνσης υδάτινων οδών και περιοχών συλλογής νερού: ένας σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας μπορεί να βρίσκεται σε μια περιοχή συλλογής νερού ή κοντά σε μια υδάτινη οδό και για το λόγο αυτό οποιοδήποτε απόβλητο υλικό του σταθμού εκπομπής θα πρέπει να διατίθεται σύμφωνα με την ασφαλή περιβαλλοντική πρακτική και να συμμορφώνεται βάση των κανονισμών.

5.2.2.2. Βιολογικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Χλωρίδα και πανίδα: Κρίνεται απαραίτητη η εξέταση της υπάρχουσας βλάστησης από άποψη τοπικού βιότοπου και οπτικής σημασίας συμπεριλαμβανομένης της χρήσης της υπάρχουσας βλάστησης για την κάλυψη της εγκατάστασης. Στην περίπτωση που η περιοχή για την εγκατάσταση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας επιλεγεί είναι βιότοπος προστατευόμενων ειδών

σπάνιας και μοναδικής χλωρίδας ή πανίδας, θα πρέπει να προετοιμαστεί από ειδικούς να προετοιμάζεται σχέδιο διαχείρισης και προστασίας που θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις της σχετικής νομοθεσίας.

Διατηρητέες περιοχές, εθνικά πάρκα και δάση: Γενικά δεν ενδείκνυται ένας τέτοιος χώρος για την εγκατάσταση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας. Εάν όμως δεν υπάρχει άλλος χώρος τότε τα πρότυπα για την προστασία του περιβάλλοντος πρέπει να είναι αυστηρότερα από άλλες τοποθεσίες γι' αυτό και διαβουλεύσεις με αρμόδιο ελεγκτικό όργανο κατά τις πρώρες φάσεις κρίνονται ουσιαστικές.

Σχολεία, νοσοκομεία, παιδικοί σταθμοί: Καλό είναι να αποφεύγεται η εγκατάσταση σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας κοντά σε σχολεία, νοσοκομεία και παιδικούς σταθμούς έως ότου οριστικοποιηθούν τα δεδομένα λαμβάνοντας υπ' όψη το γεγονός ότι παιδιά απορροφούν περισσότερη ενέργεια ανά κιλό βάρους από τους ενήλικες, στις συχνότητες των κινητών τηλεφώνων και ότι οι επιδράσεις, ανάλογα με τη συχνότητα περιλαμβάνουν τη διέγερση των ηλεκτρικώς ευερέθιστων κυττάρων του νευρικού και μυϊκού ιστού, μεταβολή της διαβατότητας των κυτταρικών μεμβρανών ως και τη θέρμανση τους καθώς και επηρεασμό των βιταμινών.

5.2.2.3 Κοινωνικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Πολλά είναι τα κοινωνικά θέματα που πρέπει να εξετασθούν στα πλαίσια της τοπικής κοινότητας. Μερικά από αυτά είναι:

- **Ασφάλεια:** ακτινοβολία που εκπέμπεται στις γύρω περιοχές, πυρασφάλεια
- **Αισθητική – οπτική επίπτωση:** Οι κεραιές του σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας θα πρέπει να τοποθετούνται σε τέτοια θέση ώστε να περιορίζεται η ορατότητά του όπου είναι πρακτικά δυνατό και να μην προκύπτει αισθητική υποβάθμιση του τοπίου σε συνδυασμό πάντα με τον αρχικό στόχο της παροχής επικοινωνιών. Κατά την επιλογή του τύπου του ιστού ή του πυλώνα και των κεραιών, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην ποιότητα του αισθητικού αποτελέσματος, όπως ποικίλο υλικό, μορφές και χρώμα για την κατασκευή κτιρίων του εξοπλισμού που μπορεί να έχει καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα, προσθήκη δέντρων και θάμνων που θα συμβάλλει στην καλύτερη αισθητική ή χρήση φόντου για το συνδυασμό της εγκατάστασης με το περιβάλλον.

5.3. Άλλες επιπτώσεις

Άλλες σοβαρές λειτουργικές επιπτώσεις προκαλεί το υλικό των σταθμών βάσης της κυψελωτής τηλεφωνίας όταν αλλάζει τις συνθήκες κεραυνόπτωσης επιδρώνοντας στο γήινο ηλεκτρικό πεδίο και αλληλεπιδράσεις των ραδιοηλεκτρικών ακτινοβολιών με άλλες γειτονικές ηλεκτρονικές διατάξεις που αναφέρονται τα ποικίλα φαινόμενα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας.

Κοντά σε ευαίσθητα ηλεκτρονικά συστήματα μπορεί να μην είναι επιτρεπτή η εγκατάσταση σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας ή η χρήση των κινητών τηλεφώνων, εάν παραβιάζονται οι κανονισμοί ασφαλούς λειτουργίας.

5.4 Δείκτης Ειδικής Απορρόφησης SAR

5.4.1. Γενικά για το δείκτη SAR

Η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP), αφού εξέτασε το σύνολο των δημοσιευμένων ερευνών σχετικά με τις βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ραδιοσυχνοτήτων, κατέληξε ότι οι μόνες επιδράσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την θέσπιση ορίων έκθεσης των ανθρώπων είναι αυτές που οφείλονται στην αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών από την απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από το σώμα. Συγκεκριμένα, θεωρήθηκε ότι οι δυσμενείς βιολογικές επιδράσεις προκύπτουν με την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος κατά 1° C. Η αύξηση αυτή γίνεται με την απορρόφηση ενέργειας από το ανθρώπινο σώμα με ρυθμό μεγαλύτερο από 4W/kg, δηλαδή για έναν άνθρωπο 80kg με ρυθμό 320W. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ενδεχομένως κάποιες ομάδες πληθυσμού να είναι πιο ευπαθείς και ότι η δεν αποκλείεται η έκθεση να λαμβάνει χώρα σε ήδη επιβαρημένους χώρους με αυξημένη θερμοκρασία ή υγρασία ή κατά την διάρκεια έντονης άσκησης, επέλεξαν έναν συντελεστή ασφαλείας 50 στη θέσπιση των ορίων έκθεσης του κοινού. Έτσι, προέκυψε ο βασικός περιορισμός για την έκθεση του κοινού σε 0,08W/kg, δηλαδή για έναν άνθρωπο 80kg το όριο του ρυθμού απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι 6,4W. Ταυτόχρονα, για να μην υπάρχουν περιοχές του σώματος στις οποίες να εμφανίζεται τοπικά υψηλή απορρόφηση ενέργειας προβλέπονται οι περιορισμοί και για τον μέγιστο τοπικό ρυθμό απορρόφησης σε 2W/kg για το κεφάλι και τον κορμό του σώματος και 4W/kg στα άκρα. Οι τιμές αυτές αποτελούν τον δείκτη SAR (Specific Absorption Rate) ο οποίος εκφράζει την απορροφούμενη ενέργεια ανά μονάδα χρόνου και μάζας στα διάφορα μέλη του σώματος. Υπάρχει ο μέσος ολόσωμος SAR που εκφράζει την μέση τιμή της απορροφούμενης ενέργειας σε όλο το σώμα και ο τοπικός SAR που αναφέρεται στην τοπική απορρόφηση σε μια περιοχή του σώματος (η περιοχή αυτή συνήθως ορίζεται σε 10g ιστού). Στη περίπτωση των κινητών τηλεφώνων τα αντίστοιχα μεγέθη είναι ο τοπικός SAR στην περιοχή του κεφαλιού και στην περίπτωση των σταθμών βάσης ο μέσος ολόσωμος SAR (εικόνα 5.1).

Πίνακας. Βασικοί περιορισμοί της Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απορροφούμενη ενέργεια στο σώμα ενός ανθρώπου που κατατάσσεται στο γενικό κοινό από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων (περιλαμβάνονται και οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας).

Φυσικό Μέγεθος	Όρια ΕΕ (W/kg)	Ελληνικά όρια ¹	
		70% ορίων ΕΕ (W/kg)	60% ορίων ΕΕ (W/kg)
Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) ολόκληρου του σώματος	0,08	0,056	0,048
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στο κεφάλι και στον κορμό	2	1,4	1,2
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στα άκρα	4	2,8	2,4

1. Στο περιβάλλον σταθμών κεραιών

Εικόνα 5.1 : Όρια δείκτη SAR στις περιπτώσεις ολόκληρου του σώματος, κεφαλιού και κορμού και άκρων

5.4.2. Μαθηματικές σχέσεις και παράγοντες εξάρτησης του δείκτη SAR

Ο δείκτης SAR προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} E_2 \text{ mWatts/Kg}$$

όπου:

σ : η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα του βιολογικού ιστού (Si/m) σε συγκεκριμένη συχνότητα,

ρ : η πυκνότητα του βιολογικού ιστού (Kg/m^3) και

E : είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μέσα στον ιστό (V/m).

Επομένως ο SAR ορίζεται σαν το ποσό της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που απορροφά η μονάδα μάζας ενός ιστού στη μονάδα του χρόνου: δηλ. είναι το ποσό της H/M ισχύος που απορροφά η μονάδα μάζας ενός ιστού γι' αυτό εκφράζεται σε Watts/Kg.

Η τιμή του SAR (η απορροφούμενη ισχύς και η κατανομή της μέσα στο ανθρώπινο σώμα εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

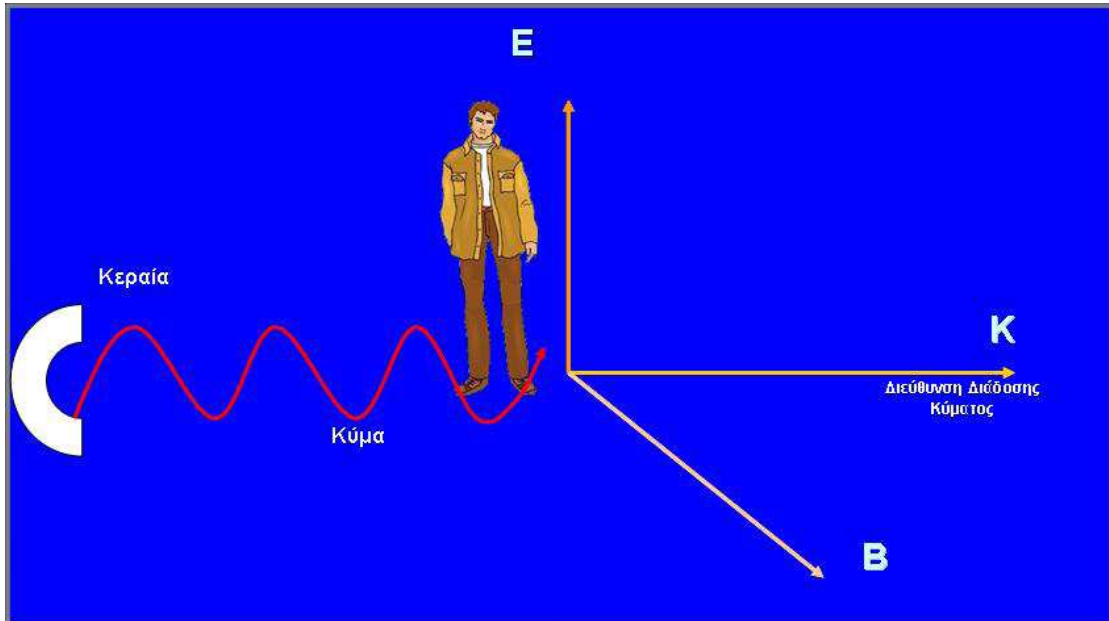
1. Τα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας:

Τα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας είναι τα κάτωθι:

- Συχνότητα
- Ένταση
- Πόλωση (διαφορετικός προσανατολισμός του σώματος σε σχέση με τη διεύθυνση του ηλεκτρικού E και του μαγνητικού B πεδίου του κύματος) (Εικόνα 5.2).

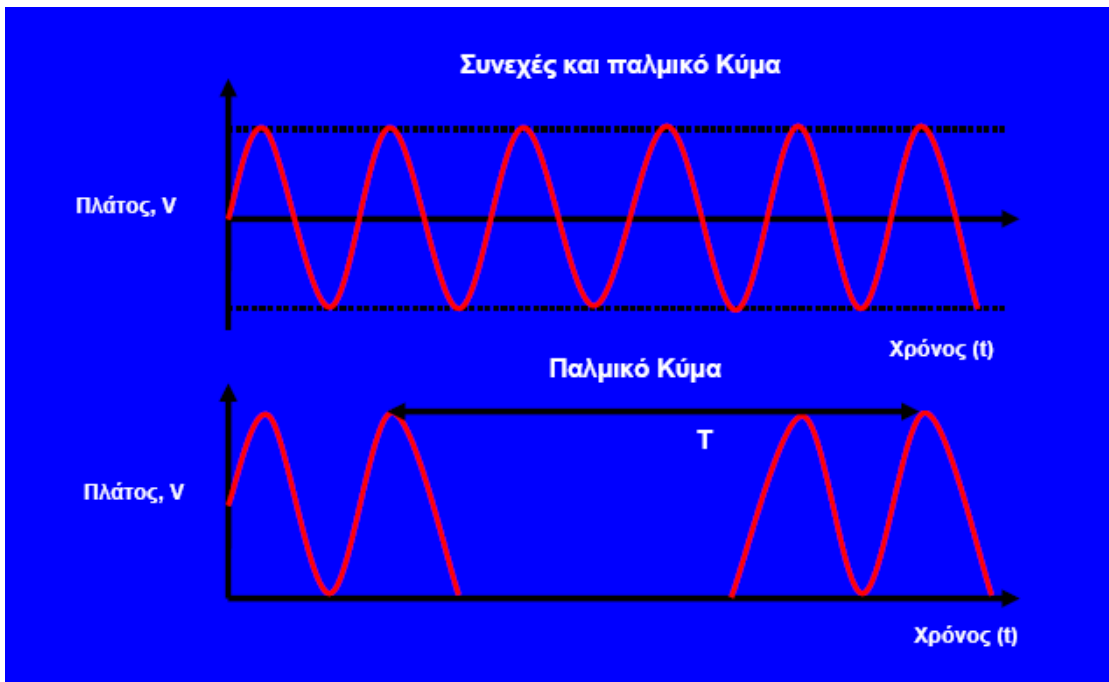
Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις:

- Στην E-πόλωση (προσανατολισμός) με την ένταση E του ηλεκτρικού πεδίου E παράλληλη προς τον μεγάλο άξονα του σώματος. Θεωρητικές και πειραματικές μελέτες σε ομοιώματα ανθρώπινου σώματος έδειξαν ότι ο SAR παίρνει τη μέγιστη τιμή του στην E-πόλωση.
- Στην B-πόλωση με την B διεύθυνση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου του ηλεκτρομαγνητικού κύματος παράλληλα προς τον μεγάλο άξονα (ύψος) του ανθρώπινου σώματος. Στην Εικόνα 5 φαίνεται η εξάρτηση του SAR από το είδος της πόλωσης και τη συχνότητα της H/M ακτινοβολίας.
- Στην K πόλωση, όταν η διεύθυνση διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι παράλληλη με το μεγάλο άξονα του ανθρώπινου σώματος.



Εικόνα 5.2 : Προσανατολισμός του σώματος με τη διεύθυνση του ηλεκτρικού (E) και του μαγνητικού (B) πεδίου του κύματος

- Αν το κύμα είναι συνεχές ή παλμικό (Εικόνα 5.3)



Εικόνα 5.3 : Συνεχές και παλμικό κύμα

2. Τα χαρακτηριστικά του βιολογικού ιστού:

- Μέγεθος (διάσταση). Αυτό δυσχεραίνει την αναγωγή στον άνθρωπο των μετρήσεων που γίνονται σε μικρά πειραματόζωα
- Καμπυλότητα της επιφάνειάς του
- Εσωτερική του δομή (πυκνότητα, ειδική αγωγιμότητα, διηλεκτρική σταθερά)

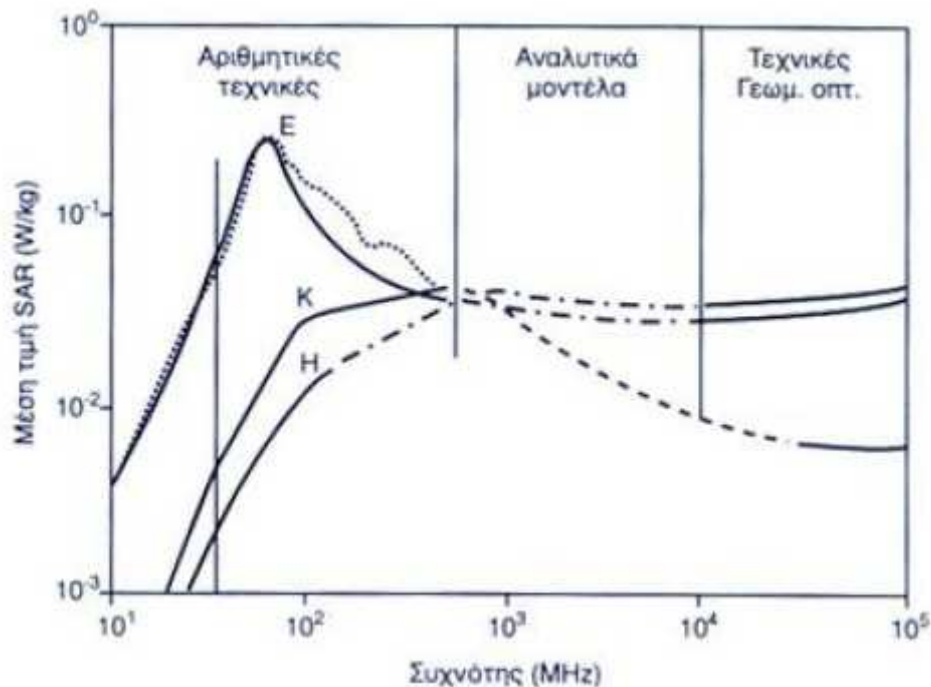
3. Τη σχέση (λόγος) του ύψους του σώματος και του μήκους κύματος της ακτινοβολίας

4. Την απόσταση πηγής εκπομπής της ακτινοβολίας και βιολογικού αντικειμένου

(r = απόσταση πηγής-βιολογικών αντικειμένων, λ = μήκος της ακτινοβολίας προκύπτει για $r < \lambda$ το εγγύς πεδίο, που είναι πολύ σύνθετο και στη περίπτωση που βρεθεί βιολογικός οργανισμός μέσα σ' αυτό υφίσταται ισχυρή επίδραση, ενώ για $r > \lambda$ προκύπτει το μακρινό πεδίο, που η κατανομή του είναι πιο απλή και ο βιολογικός οργανισμός μέσα σ' αυτό υφίσταται μικρότερη επίδραση).

5.4.3. Θεωρητικός προσδιορισμός του SAR

Έχουν αναπτυχθεί πολλά θεωρητικά (μαθηματικά) πρότυπα κεφαλής ή όλου του ανθρώπινου σώματος καθώς και των τερματικών συσκευών (κινητών), χρησιμοποιούνται δε αριθμητικές τεχνικές μέχρι 600MHz και αναλυτικές εξισώσεις για μεγαλύτερες συχνότητες καθώς και τεχνικές γεωμετρικής οπτικής για ακόμη μεγαλύτερες συχνότητες (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.3 : Θεωρητικός υπολογισμός δείκτη SAR για διάφορες συχνότητες σε διάφορα είδη πόλωσης

5.4.4. Πειραματικός υπολογισμός SAR

Σε περιπτώσεις ακτινοβολίας με ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά πεδία όπου είναι εμφανή τα θερμικά αποτελέσματα της απορρόφησης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ο υπολογισμός του SAR είναι δυνατόν να γίνει πειραματικά με τη μέτρηση του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας του σώματος με εμφυτευμένους μεταλλάκτες θερμοκρασίας. Ο SAR δίδεται με καλή προσέγγιση από τη σχέση:

$$\text{SAR} = 4168c \frac{\Delta T}{t}$$

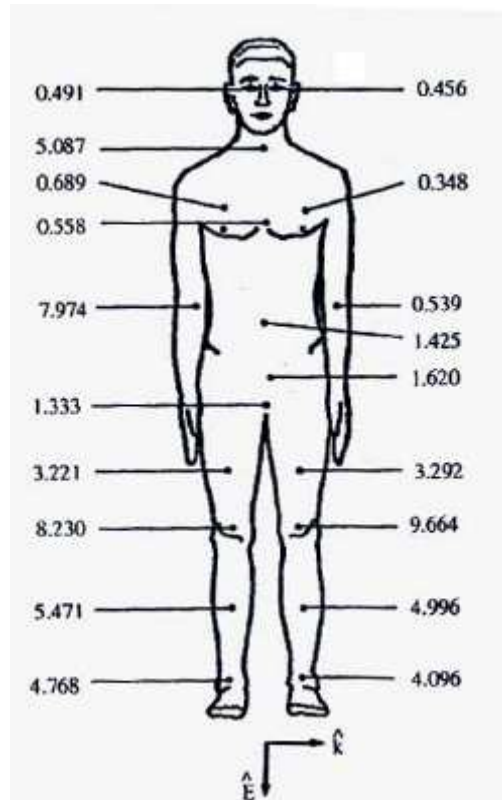
όπου:

c: η ειδική θερμότητα σε kcal/kg

ΔT : η αύξηση της θερμοκρασίας σε βαθμούς κελσίου σε χρόνο t

t: ο χρόνος ακτινοβολίας

Στην Εικόνα 5.4 φαίνεται παραστατικά η διαφοροποίηση του SAR σε σχέση με το μέσο SAR για ολόσωμη έκθεση. Οι μετρήσεις έγιναν για πυκνότητα ισχύος $10\text{mW}/\text{cm}^2$, με το ηλεκτρικό πεδίο E παράλληλο στο μεγάλο άξονα του σώματος, με μέσο SAR=1 και με $L/\lambda=0,417$, όπου L είναι το ύψος του σώματος και λ το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.



Εικόνα 5.4 : Η διαφοροποίηση του SAR σε σχέση με το μέσο SAR για ολόσωμη έκθεση

Ο αριθμός 8.230 στο δεξί γόνατο σημαίνει ότι ο τοπικός SAR είναι 8 φορές μεγαλύτερος από τον μέσο όρο ολόκληρου του σώματος. Μέγιστη απορρόφηση παρατηρείται σε σημεία του σώματος όπως τα πόδια, οι αγκώνες, ο λαιμός, η κοιλιακή χώρα. Συνεπώς τα σημεία αυτά πρέπει να εκτίθενται λιγότερο στην μη Η/Μ ακτινοβολία.

Οι θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί του ανθρώπινου σώματος αντέχουν μέχρι ένα ρυθμό απορρόφησης 4W/kg αποτρέποντας μέχρι το όριο αυτό οποιαδήποτε αισθητή αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος ¹⁹ .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ - ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

6.1. Γενικές πληροφορίες

Πολλοί διεθνείς φορείς και οργανισμοί έχουν προσανατολίσει την έρευνα τους πάνω στην επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας με την ολοένα και αυξανόμενη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία προερχόμενα από τεχνητές πηγές, έκθεση η οποία τις περισσότερες φορές είναι ακούσια και σε κάποιες περιπτώσεις αναπόφευκτη έτσι και εκδίδουν συστάσεις που οριοθετούν την μέγιστη επιτρεπόμενη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία μη ιονιζουσών ακτινοβολιών, οι οποίες όμως αναφέρονται αποκλειστικά σε θερμικές επιδράσεις των ακτινοβολιών αυτών, εφόσον, οι μη θερμικές επιδράσεις αν και παρουσιάζουν έντονο μελετητικό ενδιαφέρον δεν έχουν αποδώσει μέχρι τώρα σαφή συμπεράσματα και συχνά είναι αντικρουόμενες.

Ένας από τους πιο γνωστούς φορείς, η Διεθνής Επιτροπή για την προστασία από Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP) έχει εκδώσει οδηγία (ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields, 1998) στην οποία προσδιορίζονται βασικοί περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς για εργαζομένους και για ευρύ κοινό με βάση συντελεστές ασφαλείας από διαπιστωμένες επιπτώσεις έμμεσων και άμεσων επιδράσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων μη ιονιζουσών ακτινοβολιών για τον άνθρωπο. Οι βασικοί περιορισμοί είναι εξαρτώμενοι από την συχνότητα και ορίζονται για την πυκνότητα ρεύματος, τον ειδικό δείκτη απορρόφησης (SAR – Specific Absorption Rate) και την πυκνότητα ισχύος. Ο συντελεστής ασφαλείας είναι 10 για τους εργαζομένους και 50 για το ευρύ κοινό. Οι τιμές των παραπάνω μεγεθών είναι δύσκολο να μετρηθούν άμεσα και για αυτό ορίζονται επίπεδα αναφοράς (εξαρτώμενα από την συχνότητα) για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, την ένταση του μαγνητικού πεδίου, την μαγνητική επαγωγή και την πυκνότητα ισχύος ισοδύναμου επίπεδου κύματος που αντιστοιχούν σε ποσότητες που μπορούν πολύ ευκολότερα να μετρηθούν. Συμμόρφωση με τα επίπεδα αναφοράς σημαίνει αυτόματα συμμόρφωση με τους βασικούς περιορισμούς, ενώ υπέρβαση των επιπέδων αναφοράς δεν σημαίνει κατ' ανάγκη και υπέρβαση των βασικών περιορισμών. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται απ' ευθείας λεπτομερής έλεγχος της συμμόρφωσης με τους βασικούς περιορισμούς.

Η οδηγία της ICNIRP έχει τύχει αποδοχής από πολλά κράτη. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με βάση την παραπάνω οδηγία εξέδωσε σύσταση προς τα κράτη μέλη (Σύσταση του συμβουλίου περί του περιορισμού της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία από 0 Hz ως 300 GHz, 1999). Η σύσταση αυτή υιοθετήθηκε από την Ελλάδα με την έκδοση της Κοινής Υπουργικής Απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης, Π.Ε.ΧΩ.ΔΕ., Υγείας – Πρόνοιας και Μεταφορών Κ.Υ.Α. 53571/3839 το 2000 σχετικά με τα μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά.

Με βάση το άρθρο 6 παρ. 5 της απόφασης αυτής υιοθετούνται ως βασικού περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς το 80% των βασικών περιορισμών και των επιπέδων αναφοράς που συστήνονται από την ευρωπαϊκή επιτροπή για το ευρύ κοινό.

Στις 3-2-2006, η Βουλή των Ελλήνων ψηφίζει το νόμο 3431 (ΦΕΚ13/Α/3-2-2006) με θέμα «Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις». Πιο συγκεκριμένα, στο άρθρο 31

του νόμου αυτού «**Ρυθμίσεις σχετικά με την εγκατάσταση κεραιών**», οι τιμές των ισχύοντων ορίων έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από σταθμούς βάσεις κινητής τηλεφωνίας, τίθενται στο 70% των προτεινόμενων από την ICNIRP τιμών. Εξαιρέση αποτελούν οι σταθμοί βάσης οι οποίοι βρίσκονται σε ακτίνα μικρότερη από 300m από σχολεία, βρεφοκομεία, βρεφονηπιακούς σταθμούς, γηροκομεία και νοσοκομεία. Στην περίπτωση αυτή, τα όρια έκθεσης του κοινού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας τίθενται στο 60% των τιμών που συστήνει η ICNIRP. Αναλυτικότερη περιγραφή των επιπέδων αναφοράς και των βασικών περιορισμών που ισχύουν για ηλεκτρομαγνητικά πεδία ακολουθεί στις επόμενες παραγράφους.

6.2. Βασικοί Περιορισμοί και Επίπεδα Αναφοράς

6.2.1. Διαφοροποίηση εννοιών βασικών περιορισμών και επιπέδων αναφοράς

Για την εφαρμογή περιορισμών που βασίζονται στην εκτίμηση πιθανών επιπτώσεων στην υγεία από ηλεκτρομαγνητικά πεδία, πρέπει να γίνεται διαφοροποίηση μεταξύ βασικών περιορισμών και επιπέδων αναφοράς.

Βασικοί περιορισμοί: οι περιορισμοί έκθεσης σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία που βασίζονται άμεσα σε αποδεδειγμένες επιπτώσεις στην υγεία και σε βιολογικές μελέτες χαρακτηρίζονται ως «βασικοί περιορισμοί». Ανάλογα με τη συχνότητα του πεδίου, τα φυσικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν αυτούς τους περιορισμούς είναι η πυκνότητα μαγνητικής ροής (B), η πυκνότητα ρεύματος (J), η ταχύτητα ειδικής απορρόφησης ενέργειας (SAR) και η πυκνότητα ισχύος (S). Η πυκνότητα μαγνητικής ροής και η πυκνότητα ισχύος μπορούν να μετρηθούν σε ένα εκτιθέμενο άτομο.

Επίπεδα αναφοράς: τα επίπεδα αυτά 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 ΗΜΠ. Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη είναι η ένταση ηλεκτρικού πεδίου (H), η ένταση μαγνητικού πεδίου (E), η πυκνότητα μαγνητικής ροής (B), η πυκνότητα ισχύος (S) και το ρεύμα των άκρων (IL). Τα μεγέθη που ορίζουν την αντίληψη και άλλες έμμεσες επιδράσεις είναι το ρεύμα επαφής (IC), 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 τη συμμόρφωση με τον αντίστοιχο βασικό περιορισμό. Εάν η μετρούμενη τιμή υπερβαίνει το επίπεδο αναφοράς, δεν έπεται κατ' ανάγκη και υπέρβαση του βασικού περιορισμού. Πάντως, κάτω από αυτές τις συνθήκες, θα πρέπει να εξακριβωθεί η συμμόρφωση ή μη με το βασικό περιορισμό. Στην παρούσα σύσταση δεν προβλέπονται ποσοτικοί περιορισμοί για στατικά ηλεκτρικά πεδία. Παρ' όλα αυτά, συνιστάται η αποφυγή ενοχλητικών ηλεκτρικών φορτίων επιφάνειας και εκνευριστικών ή ενοχλητικών εκκενώσεων σπινθήρων.

Ορισμένα μεγέθη, όπως η πυκνότητα μαγνητικής ροής (B) και η πυκνότητα ισχύος (S) χρησιμοποιούνται τόσο για τους βασικούς περιορισμούς όσο και για τα επίπεδα αναφοράς, σε ορισμένες συχνότητες

6.2.2. Βασικοί Περιορισμοί

Ανάλογα με τη συχνότητα, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα φυσικά μεγέθη (δοσιμετρικά/εκθεσιμετρικά μεγέθη), για τον προσδιορισμό των βασικών περιορισμών όσον αφορά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία:

— για συχνότητες από 0 έως 1 Hz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα της μαγνητικής ροής στατικών μαγνητικών πεδίων (0 Hz) και για την πυκνότητα ρεύματος χρονικώς μεταβαλλόμενων πεδίων έως 1 Hz, για την πρόληψη επιπτώσεων στο καρδιαγγειακό και στο κεντρικό νευρικό σύστημα,

— για συχνότητες από 1 Hz έως 10 MHz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα ρεύματος, για την πρόληψη επιπτώσεων σε λειτουργίες του νευρικού συστήματος,

— για συχνότητες από 100 kHz έως 10 GHz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για τον SAR, για την πρόληψη θερμοπληξίας ολόκληρου του σώματος και υπερβολικής τοπικής θέρμανσης των ιστών. Για συχνότητες από 100 kHz έως 10 MHz, προβλέπονται περιορισμοί και για την πυκνότητα ρεύματος και για τον SAR,

— για συχνότητες από 10 GHz έως 300 GHz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα ισχύος, για την πρόληψη της θέρμανσης των ιστών στην επιφάνεια του σώματος ή κοντά της. Οι βασικοί περιορισμοί που περιέχονται στον πίνακα 1 έχουν οριστεί έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι αβεβαιότητες που υπάρχουν όσον αφορά την ατομική ευαισθησία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και τις διαφορές όσον αφορά την ηλικία και την κατάσταση της υγείας του κοινού. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Ζώνη συχνότητων	Μαγνητική επαγωγή (mT)	Πυκνότητα ρεύματος (mA/m ²) (rms)	Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης για όλο το σώμα (W/Kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (κεφάλι και κορμός) (W/Kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (άκρα) (W/kg)	Πυκνότητα ισχύος S (W/m ²)
0Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1 KHz-100 KHz	-	f/500	-	-	-	-
100KHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-

10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10 - 300 GHz	-	-	-	-	-	10

Πίνακας 6.1. Βασικοί περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz - 300 GHz, σταθερές τιμές rms για χρονικό διάστημα 6 min)

Σημειώσεις:

1. f είναι η συχνότητα σε Hz.
2. Ο βασικός περιορισμός της πυκνότητας ρεύματος αποσκοπεί στην προστασία από τις επιπτώσεις της άμεσης έκθεσης στους ιστούς του κεντρικού νευρικού συστήματος της κεφαλής και του κορμού του σώματος και εμπεριέχει έναν παράγοντα ασφάλειας. Οι βασικοί περιορισμοί για τα πεδία ELF βασίζονται στις διαπιστωμένες δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι οξείες αυτές επιπτώσεις είναι σχεδόν ακαριαίες, και δεν υπάρχουν επιστημονικές ενδείξεις που να συνηγορούν υπέρ αλλαγής των βασικών περιορισμών για τη βραχυχρόνια έκθεση. Επειδή όμως αυτοί αναφέρονται σε δυσμενείς επιπτώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ο συγκεκριμένος βασικός περιορισμός μπορεί να επιτρέπει και μεγαλύτερες πυκνότητες ρεύματος σε άλλους ιστούς του σώματος υπό τις ίδιες συνθήκες έκθεσης.
3. Λόγω της ηλεκτρικής ανομοιογένειας του σώματος, οι πυκνότητες ρεύματος πρέπει να εκφράζονται ως μέσος όρος επί διατομής εμβαδού 1cm² κάθετης προς τη διεύθυνση του ρεύματος.
4. Για συχνότητες έως 100 kHz, οι τιμές αιχμής της πυκνότητας του ρεύματος κορυφής μπορούν να υπολογιστούν με πολλαπλασιασμό της τιμής rms επί $\sqrt{2}$ (1,414). Για παλμούς διάρκειας tp, η αντίστοιχη συχνότητα η εφαρμοστέα στους βασικούς περιορισμούς υπολογίζεται με τον τύπο $f = 1/(2tp)$.
5. Για συχνότητες έως 100 kHz και για παλμικά μαγνητικά πεδία, η μέγιστη πυκνότητα ρεύματος που προκύπτει από τους παλμούς μπορεί να υπολογιστεί από το χρόνο ανόδου/καθόδου και τη μέγιστη ταχύτητα αλλαγής της πυκνότητας της μαγνητικής ροής. Η πυκνότητα του επαγωγικού ρεύματος μπορεί στη συνέχεια να συγκριθεί με τον αντίστοιχο βασικό περιορισμό.
6. Θα πρέπει να εξάγεται ο μέσος όρος όλων των τιμών SAR ανά εξάλεπτες χρονικές περιόδους.
7. Ο τοπικός SAR υπολογίζεται ως μέσος όρος επί μάζας 10gr παρακειμένων ιστών. Ο μεγαλύτερος SAR που προκύπτει κατ' αυτόν τον τρόπο πρέπει να αποτελεί την τιμή που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της έκθεσης. Τα εν λόγω 10gr ιστού υπονοούν συνεχόμενη μάζα ιστού με σχεδόν ομοιογενείς ηλεκτρικές ιδιότητες. Αναγνωρίζεται ότι η έννοια της συνεχόμενης μάζας ιστού είναι χρήσιμη για τους δοσιμετρικούς υπολογισμούς αλλά παρουσιάζει δυσκολίες όσον αφορά τις άμεσες φυσικές μετρήσεις. Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται απλά γεωμετρικά σχήματα, π.χ. κυβικά μέρη ιστών, αρκεί οι υπολογιζόμενες δοσιμετρικές ποσότητες να έχουν συντηρητικές τιμές σε σχέση με τις κατευθυντήριες γραμμές για τα επίπεδα έκθεσης.

8. Για παλμούς διάρκειας t_p η αντίστοιχη συχνότητα που πρέπει να εφαρμοστεί στους βασικούς περιορισμούς πρέπει να υπολογίζεται ως $f = 1/(2t_p)$. Εκτός αυτού, για παλμικές εκθέσεις, στη ζώνη συχνοτήτων 0,3 έως 10 GHz και για τοπικές εκθέσεις της κεφαλής, προκειμένου να περιοριστούν και να αποφευχθούν επιδράσεις στην ακοή που προκαλούνται από τη θερμοελαστική διαστολή, συνίσταται η εφαρμογή ενός συμπληρωματικού βασικού περιορισμού: η ειδική απορρόφηση (SA) δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2mJ/kg (μέσος όρος 10 gr ιστού).

6.2.3. Επίπεδα Αναφοράς

Για λόγους σύγκρισης με τις τιμές των μετρούμενων μεγεθών, προβλέπονται επίπεδα αναφοράς όσον αφορά την έκθεση. Η τήρηση όλων των προτεινόμενων επιπέδων αναφοράς θα εξασφαλίσει την τήρηση των βασικών περιορισμών. Εάν οι μετρούμενες τιμές είναι μεγαλύτερες από τα επίπεδα αναφοράς, αυτό δεν σημαίνει αυτομάτως και υπέρβαση των βασικών περιορισμών. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να εκτιμηθεί κατά πόσον τα επίπεδα έκθεσης είναι χαμηλότερα από τους βασικούς περιορισμούς.

Τα επίπεδα αναφοράς για τον περιορισμό της έκθεσης προέρχονται από τους βασικούς περιορισμούς, υπό συνθήκες μέγιστης σύζευξης του πεδίου με το εκτιθέμενο σε αυτό άτομο, παρέχοντας έτσι το μέγιστο βαθμό προστασίας. Στους πίνακες 2 και 3 παρέχεται μια σύνοψη των επιπέδων αναφοράς. Τα επίπεδα αναφοράς αποτελούν γενικά μέσες τιμές για όλο το σώμα του εκτιθέμενου ατόμου, με τη σημαντική όμως προϋπόθεση ότι δεν θα γίνεται υπέρβαση των βασικών περιορισμών τοπικής έκθεσης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν η έκθεση επικεντρώνεται σε ένα σημείο, όπως π.χ. με τα κινητά τηλέφωνα και το ανθρώπινο κεφάλι, η χρήση των επιπέδων αναφοράς δεν ενδείκνυται. Στις περιπτώσεις αυτές, η συμμόρφωση με τους βασικούς περιορισμούς τοπικής έκθεσης πρέπει να αξιολογείται άμεσα.

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου B (μΤ)	Ισοδύναμη Πυκνότητα ισχύος επιπέδου κύματος (W/m ²)
0-1 Hz	-	$3.2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	-
1-8 Hz	10000	$3.2 \cdot 10^4/f^2$	$4 \cdot 10^4/f^2$	-
8-25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0.025-0.8KHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8-3 KHz	250/f	5	6.25	-
3-150 KHz	87	5	6.25	-
0.15-1 MHz	87	0.73/f	0.92/f	-

1-10 MHz	$87/f^{0.5}$	$0.73/f$	$0.92/f$	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000MHz	$1.375 \cdot f^{0.5}$	$0.0037 \cdot f^{0.5}$	$0.0046 \cdot f^{0.5}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

Πίνακας 6.2. Επίπεδα αναφοράς για Ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz – 300GHz, σταθερές τιμές rms για χρονικό

διάστημα 6 min)

Σημειώσεις:

1. f όπως ορίζεται στη στήλη της ζώνης συχνοτήτων.
2. Για συχνότητες από 100KHz έως 10GHz, τα Seq, E2, H2 και B2 πρέπει να εκφράζονται ως μέσος όρος για κάθε χρονική περίοδο διάρκειας έξι λεπτών.
3. Για συχνότητες που υπερβαίνουν τα 10GHz, τα Seq, E2, H2 και B2 πρέπει να εκφράζονται ως μέσος όρος για κάθε χρονική περίοδο διάρκειας $68/f^{1.05}$ λεπτών (f σε GHz).
4. Δεν ορίζεται τιμή πεδίου E για συχνότητες <1 Hz, που είναι στην πραγματικότητα στατικά ηλεκτρικά πεδία. Για τους περισσότερους ανθρώπους, η ενοχλητική αίσθηση επιφανειακών ηλεκτρικών φορτίσεων δεν γίνεται αντιληπτή σε πεδία με ένταση μικρότερη από 25kV/m. Πρέπει να αποφεύγονται οι εκνευριστικές ή ενοχλητικές εκκενώσεις σπινθήρων.
5. Δεν ορίζονται μεγαλύτερα επίπεδα αναφοράς για τη βραχυχρόνια έκθεση σε πεδία ELF (βλέπε πίνακα 1, σημείωση 2). Σε πολλές περιπτώσεις, και αν ακόμη οι μετρούμενες τιμές υπερβαίνουν τα επίπεδα αναφοράς, δεν έπεται κατ' ανάγκη και υπέρβαση του βασικού περιορισμού. Εφόσον αποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των έμμεσων επιδράσεων της έκθεσης (π.χ. μικροσόκ), είναι παραδεκτή η υπέρβαση των γενικών επιπέδων αναφοράς για το κοινό, αρκεί να μην παραβιάζεται και ο βασικός περιορισμός της πυκνότητας ρεύματος. Σε πολλές περιπτώσεις που απαντούν στην πράξη, η έκθεση σε εξωτερικά πεδία ELF στα επίπεδα αναφοράς επάγει πυκνότητες ρεύματος στο κεντρικό νευρικό σύστημα χαμηλότερες από τους βασικούς περιορισμούς. Αναγνωρίζεται επίσης ότι πλείστες όσες κοινότερες συσκευές εκπέμπουν εντοπισμένα πεδία καθ' υπέρβαση των επιπέδων αναφοράς. Συνήθως όμως αυτό συμβαίνει υπό συνθήκες έκθεσης τέτοιες ώστε, λόγω ασθενούς σύζευξης μεταξύ πεδίου και σώματος, να μη σημειώνεται υπέρβαση των βασικών περιορισμών. Για τις τιμές αιχμής ισχύουν τα ακόλουθα επίπεδα αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου E (V/m), την ένταση του μαγνητικού πεδίου H (A/m) και την πυκνότητα μαγνητικής ροής B (μT):

- για συχνότητες έως 100KHz, οι τιμές αιχμής αναφοράς προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων τιμών rms επί $\sqrt{2}$ (1,414). Για παλμούς διάρκειας t_p η αντίστοιχη εφαρμοστέα συχνότητα υπολογίζεται ως $f = 1/(2t_p)$,
- για συχνότητες από 100KHz έως 10MHz, οι τιμές αιχμής αναφοράς προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων τιμών rms επί 10α, όπου $a = [0,665 \cdot \text{Log}(f/1.05) + 0,176]$, με τη συχνότητα f εκφρασμένη σε Hz,

- για συχνότητες από 10MHz έως 300GHz, οι τιμές αιχμής αναφοράς προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων τιμών rms επί 32.

6. Γενικά, προκειμένου για παλμικά ή / και παροδικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων, υπάρχουν βασικοί περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς εξαρτώμενα από τη συχνότητα, βάσει των οποίων μπορούν να αποτιμηθούν οι κίνδυνοι και να καταρτιστούν κατευθυντήριες γραμμές για την έκθεση σε παλμικές ή / και παροδικές πηγές. Η συντηρητική προσέγγιση παριστά το παλμικό ή παροδικό σήμα ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ως φάσμα Fourier των συνιστωσών του σε κάθε ζώνη συχνοτήτων, οι οποίες ακολούθως συγκρίνονται με τα επίπεδα αναφοράς για τις οικείες συχνότητες. Οι αθροιστικοί τύποι για την ταυτόχρονη έκθεση σε πεδία πολλαπλών συχνοτήτων μπορούν να εφαρμοστούν και για την εξακρίβωση της συμμόρφωσης με τους βασικούς περιορισμούς.

7. Μολονότι υπάρχουν λίγες μόνον πληροφορίες όσον αφορά τη σχέση ανάμεσα στις βιολογικές επιπτώσεις και τις τιμές αιχμής παλμικών πεδίων, για τις συχνότητες που υπερβαίνουν τα 10MHz, προτείνεται ο μέσος όρος της Seq εφ' όλου του εύρους του παλμού, να μην υπερβαίνει το 1000πλάσιο των επιπέδων αναφοράς, ή οι εντάσεις των πεδίων να μην υπερβαίνουν το 32πλάσιο των επιπέδων αναφοράς για την ένταση του πεδίου. Για συχνότητες από 0,3 GHz έως πολλά GHz, καθώς και για τοπική έκθεση της κεφαλής, με στόχο τον περιορισμό ή την αποφυγή επιπτώσεων στην ακοή λόγω της θερμοελαστικής διαστολής, πρέπει να περιοριστεί η ειδική απορρόφηση ενέργειας λόγω των παλμών. Σε αυτή τη ζώνη συχνοτήτων, η οριακή τιμή SA 4-16 mJ/kg για την πρόκληση αυτής της επίπτωσης αντιστοιχεί, για παλμούς 30μs, σε τιμές αιχμής SAR 130-520 W/kg στον εγκέφαλο. Από 100KHz έως 10MHz, οι πολλαπλασιαστικοί συντελεστές που δίνουν τις τιμές κορυφής για την ένταση πεδίων υπολογίζονται με παρεμβολή μεταξύ 1,5 για 100 kHz και 32 σε 10MHz.

6.3. Ρεύμα επαφής και ρεύμα άκρων

Για συχνότητες έως 110MHz και προκειμένου να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που οφείλονται σε ρεύματα επαφής, συνιστώνται πρόσθετα επίπεδα αναφοράς. Τα επίπεδα αναφοράς για το ρεύμα επαφής περιέχονται στον πίνακα 3. Τα επίπεδα αναφοράς για το ρεύμα επαφής καθορίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη ότι οι οριακές τιμές για το ρεύμα επαφής, οι οποίες δημιουργούν βιολογικές αντιδράσεις σε γυναίκες και παιδιά, ανέρχονται αντίστοιχα περίπου στα δύο τρίτα και στο ήμισυ των τιμών για τους άνδρες.

Πίνακας 3

Επίπεδα αναφοράς για ρεύματα επαφής από αγώγιμα σώματα
(f σε kHz)

Ζώνη συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
0 Hz — 2,5 kHz	0,5
2,5 kHz — 100 kHz	0,2 f
100 kHz — 110 MHz	20

Για τη ζώνη συχνοτήτων 10 MHz έως 110 MHz, συνιστάται επίπεδο αναφοράς 45mA ρεύματος διαμέσου οποιουδήποτε μέλους του σώματος, και τούτο για να περιορίζεται η εντοπισμένη SAR ανά οποιαδήποτε εξάλεπτη χρονική περίοδο.

Στην περίπτωση ταυτόχρονης έκθεσης σε πεδία διαφορετικών συχνοτήτων (που είναι και η συχνότερα συναντώμενη στην πράξη) θα πρέπει σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. να εξετάζεται η πιθανότητα σώρευσης των επιπτώσεων των πεδίων αυτών και να γίνονται χωριστές αξιολογήσεις για τις θερμικές και ηλεκτρικές επιδράσεις στο ανθρώπινο σώμα. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει ως αναφορά τους βασικούς περιορισμούς να εξετάζεται η ισχύς των ακόλουθων σχέσεων:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1 \quad)$$

για την ηλεκτρική διέγερση για συχνότητες από 1Hz ως 10MHz,

$$\sum_{i=100\text{KHz}}^{10\text{GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_L} + \sum_{i>10\text{GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1 \quad)$$

για τις θερμικές επιδράσεις για συχνότητες πάνω από 100KHz.

Για την εφαρμογή των βασικών περιορισμών θα πρέπει να ελέγχεται για τα επίπεδα αναφοράς η ισχύς των σχέσεων:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad)$$

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{150\text{KHz}} \frac{H_i}{H_{L,i}} + \sum_{i>150\text{KHz}} \frac{H_i}{b} \leq 1 \quad)$$

για πυκνότητες ρεύματος εξ επαγωγής και ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις μέχρι 10MHz, και

$$\sum_{i=100\text{KHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad)$$

$$\sum_{i=100\text{KHz}}^{150\text{KHz}} \left(\frac{H_i}{d} \right)^2 + \sum_{i>150\text{KHz}} \left(\frac{H_i}{H_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad)$$

για θερμικές επιδράσεις σε συχνότητες πάνω από 100KHz.

Στις παραπάνω σχέσεις ο δείκτης i συμβολίζει την αντίστοιχη ποσότητα για την συχνότητα i και ο δείκτης L συμβολίζει την τιμή για τον βασικό περιορισμό ή το επίπεδο αναφοράς για την

αντίστοιχη ποσότητα στην συχνότητα i που αναγράφεται στους πίνακες 1 και 2, J είναι η πυκνότητα ρεύματος, SAR είναι ο ειδικός ρυθμός απορρόφησης, S είναι η πυκνότητα ισχύος, E είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και H είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου, $a=87V/m$, $b=5A/m$, $c=87/f^{0.5}V/m$ και $d=0.73/f A/m$.

6.4. Διεθνή και Ελληνικά όρια έκθεσης στις χαμηλές συχνότητες

Η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία γραμμών μεταφοράς δίνεται τόσο από Εθνικά όσο και από Διεθνή πρότυπα όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πρότυπο	Ηλεκτρικό πεδίο (kV/m)		Πυκνότητα Μαγνητικής Ροής (mT)	
	Κοινό	Επαγγελματίες	Κοινό	Επαγγελματίες
ICNIRP (1998) (60hZ)	4.16	8.33	0.0833	0.4166
USA, ACGIH (1998) (60hZ)	-	25	-	1.0
CENELEC (1995) (60hZ)	8.333	25*	0.533	1.333
UK NRPB (1993) (60hZ)	10	10	1.333	1.333
Australia, NH&MRC (1989) (50hZ)	5.0	10.0	0.1	0.5
Germany (1989) (50hZ)	20.6	20.6	5.0	5.0
USSR (1975) (50hZ)	-	5.0	-	-
USSR (1975) (50hZ)	-	-	-	1.76
Poland (1980) (50hZ)	-	15.0	-	-

Πίνακας 6.3 : Όρια έκθεσης σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία σε διάφορες χώρες

() με γρονικούς περιορισμούς. ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists, CENELEC - Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (European Committee for Electrotechnical Standardization), ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, NH&MRC - National Health & Medical Research Council, NRPB - National Radiological Protection Board.13 – Πηγή: [2]*

Στην Ελλάδα από το 2002 και εξής (για το γενικό πληθυσμό) ισχύουν τα παρακάτω επίπεδα αναφοράς:

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου $E (V/m)$	Ένταση μαγνητικού πεδίου $H (A/m)$	Μαγνητική Επαγωγή $B (\mu T)$
0–1Hz	-	$3,2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$
1–8Hz	10000	$3,2 \cdot 10^4 / f^2 (Hz)$	$4 \cdot 10^4 / f^2 (Hz)$
8–25 Hz	10000	$4000 / f (Hz)$	$5000 / f (Hz)$
25 Hz–0.8 kHz	$250 / f (kHz)$	$4 / f (kHz)$	$5 / f (kHz)$
0.8–3 kHz	$250 / f (kHz)$	5	6.25
3–150 kHz	87	5	6.25

Πίνακας 6.4 : Ορια έκθεσης (επίπεδα αναφοράς) σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων στην Ελλάδα

Σε κάθε περίπτωση για τη συνολική έκθεση ώστε να είναι επιτρεπτή πρέπει να ισχύουν ταυτόχρονα οι σχέσεις:

$$\sum_{i=1Hz}^{150kHz} \frac{E_i}{E_{L,i}} \leq 1 \quad (1)$$

και

$$\sum_{i=1Hz}^{150kHz} \frac{H_i}{H_{L,i}} \leq 1 \quad (2).$$

Ομοίως πρέπει να τηρείται και η παρακάτω σχέση:

$$\sum_{i=60Hz}^{700kHz} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i=60Hz}^{700kHz} \frac{B_i}{B_{L,i}} \leq 1 \quad (3)$$

όπου E_i, H_i, B_i είναι οι ένταση του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου και η μαγνητική επαγωγή αντίστοιχα και $E_{L,i}, H_{L,i}, B_{L,i}$ τα επίπεδα έκθεσης με:

$$E_i = \sqrt{E_{x,i}^2 + E_{y,i}^2 + E_{z,i}^2} \quad (5)$$

και αντίστοιχα,

$$H_i = \sqrt{H_{x,i}^2 + H_{y,i}^2 + H_{z,i}^2} \quad (6)$$

Όπου ,

Ji είναι η πυκνότητα ρεύματος σε συχνότητα i ,

JL,i είναι ο βασικός περιορισμός για την πυκνότητα ρεύματος σε συχνότητα i , όπως αναφέρεται στον πίνακα 1,

SARi είναι η SAR που προκύπτει από την έκθεση σε συχνότητα i ,

SARL είναι ο βασικός περιορισμός για τη SAR που αναφέρεται στον πίνακα 1,

Si είναι η πυκνότητα ισχύος σε συχνότητα i ,

SL είναι ο βασικός περιορισμός για την πυκνότητα ισχύος που δίνεται στον πίνακα 1.

Ei είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε συχνότητα i ,

EL,i είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που αναφέρεται στον πίνακα 2,

Hj είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε συχνότητα j ,

HL,j είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του μαγνητικού πεδίου που αναφέρεται στον πίνακα 2,

a είναι 87 V/m και **b** είναι 5 A/m (6.25 μ T).

Επιπλέον, με την εφαρμογή των συντελεστών 60% και 70% που εισήγαγε ο Ν.3431/2006 και με βάση την Κ.Υ.Α 53571/2000 και την εγκύκλιο της ΕΕΑΕ (12.1.2007), οι τιμές των φυσικών μεγεθών που χαρακτηρίζουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο περιβάλλον των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Ζώνη Συχνοτήτων	Πυκνότητα ρεύματος (RMS) (mA/m ²)	Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης για όλο το σώμα (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (κεφάλι και κορμός) (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (άκρα) (W/kg)	Πυκνότητα Ισχύος (W/m ²)
1 kHz – 100 kHz	$f / 714$	-	-	-	-
100 kHz – 10 MHz	$f / 714$	0,056	1,4	2,8	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,056	1,4	2,8	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	7

Πίνακας 6.5 : Βασικοί περιορισμοί στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ’ αριθμόν 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ

Σημείωση: f είναι η συχνότητα σε Hz

Ζώνη Συχνοτήτων	Πυκνότητα ρεύματος (RMS) (mA/m ²)	Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης για όλο το σώμα (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (κεφάλι και κορμός) (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (άκρα) (W/kg)	Πυκνότητα Ισχύος (W/m ²)
1 kHz – 100 kHz	$f / 833$	-	-	-	-
100 kHz – 10 MHz	$f / 833$	0,048	1,2	2,4	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,048	1,2	2,4	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	6

Πίνακας 6.6 : Βασικοί περιορισμοί στην περιογή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ.53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Σημείωση: f είναι η συχνότητα σε Hz

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου, B (μT)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, S_{eq} (W/m ²)
1 - 3 kHz	$175 / f$	3, 5	4,375	-
3 - 174 kHz	60, 9	3, 5	4,375	-
0,174 – 1, 43 MHz	60, 9	$0, 61 / f$	$0, 77 / f$	-
1, 43 – 10 MHz	$72,8 / \sqrt{f}$	$0, 61 / f$	$0, 77 / f$	-
10 – 400 MHz	23, 4	0,061	0,077	1, 4
400 – 2000 MHz	$1, 15 \cdot \sqrt{f}$	$0, 0031 \cdot \sqrt{f}$	$0, 0038 \cdot \sqrt{f}$	$f / 286$
2 – 300 GHz	51	0,134	0,167	7

Πίνακας 6.7 : Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιογή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Σημείωση: f είναι η συχνότητα στις μονάδες (Hz, kHz ή MHz) που αναγράφονται στην στήλη της ζώνης συχνοτήτων, στην εκάστοτε γραμμή του πίνακα

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου, B (μT)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, S_{eq} (W/m ²)
1 – 3 kHz	150 / f	3	3,75	-
3 – 188 kHz	52,2	3	3,75	-
0,188 – 1,66 MHz	52,2	0,565 / f	0,71 / f	-
1,66 – 10 MHz	67,3 / \sqrt{f}	0,565 / f	0,71 / f	-
10 – 400 MHz	21,7	0,0565	0,071	1,2
400 – 2000 MHz	1,065 · \sqrt{f}	0,00287 · \sqrt{f}	0,00356 · \sqrt{f}	f / 333
2 – 300 GHz	47,2	0,124	0,155	6

Πίνακας 6.8 : Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Σημείωση: f είναι η συχνότητα στις μονάδες (Hz, kHz ή MHz) που αναγράφονται στην στήλη της ζώνης συχνοτήτων, στην εκάστοτε γραμμή του πίνακα

Ζώνη Συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
1 – 2,5 kHz	0,35
2,5 – 100 kHz	0,14 f
0,1 – 110 MHz	14

Πίνακας 6.9 : Επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγωγή σώματα στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz - 110MHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Σημείωση: f είναι η συχνότητα σε kHz

Ζώνη Συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
1 – 2,5 kHz	0,3
2,5 – 100 kHz	0,12 f
0,1 – 110 MHz	12

Πίνακας 6.10 : Επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγωγή σώματα στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz - 110MHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Σημείωση: f είναι η συχνότητα σε kHz

Παράμετρος	Τιμή
a	60,9 V/m
b	3,5 A/m (4,375 μ T)
c	72,8 / \sqrt{f} V/m
d	0,61 / f A/m
$I_{L,k}$	37,6 mA

Πίνακας 6.11 : Τιμές των παραμέτρων του άρθρου 4 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006)

Σημείωση: f είναι η συχνότητα σε MHz

Παράμετρος	Τιμή
a	52,2 V/m
b	3 A/m (3,75 μ T)
c	67,4 / \sqrt{f} V/m
d	0,565 / f A/m
$I_{L,k}$	34,9 mA

Πίνακας 6.12 : Τιμές των παραμέτρων του άρθρου 4 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006)

Σημείωση: f είναι η συχνότητα σε MHz

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΕΕΑΕ)

7.1. Γενικές πληροφορίες για την ΕΕΑΕ και αρμοδιότητες

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) ιδρύθηκε το Φεβρουάριο του 1954 με ειδικό νόμο. Ανασυστάθηκε το 1987 και έκτοτε λειτουργεί ως ανεξάρτητη αποκεντρωμένη Δημόσια Υπηρεσία. Η ΕΕΑΕ συστεγάζεται με το ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος" στην Αγία Παρασκευή Αττικής. Διοικείται από επταμελές Διοικητικό Συμβούλιο. Το προσωπικό της ΕΕΑΕ αριθμεί 67 υπαλλήλους και εξωτερικούς συνεργάτες. Η ΕΕΑΕ συγκροτείται από τέσσερις διευθύνσεις, τέσσερα γραφεία και ένα εργαστήριο τα οποία υπάγονται αμέσως στο Δ.Σ. Η ΕΕΑΕ υπάγεται στο Υπουργείο Ανάπτυξης και εποπτεύεται από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας.

Είναι αρμόδια για θέματα:

- ❖ πυρηνικής ενέργειας και πυρηνικής τεχνολογίας
- ❖ προστασίας του πληθυσμού από τις ιοντίζουσες (ΙΑ) και τις τεχνητά παραγόμενες μη ιοντίζουσες (ΜΙΑ) ακτινοβολίες.

7.2 Βασικά αντικείμενα στα οποία δραστηριοποιείται η ΕΕΑΕ

- Προστασία του πληθυσμού από τις ιοντίζουσες και μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες, η οποία πραγματοποιείται με:
 - ✚ την παρακολούθηση της ραδιενέργειας του περιβάλλοντος με μετρήσεις σε παντός είδους δείγματα,
 - ✚ τη δοσιμέτρηση των εργαζομένων σε όλες τις εφαρμογές ΙΑ,
 - ✚ την έκδοση αδειών εισαγωγής, εξαγωγής, κατοχής και χρήσης και διακίνησης για ραδιενεργά και σχάσιμα υλικά,
 - ✚ την έκδοση αδειών για μηχανήματα ΙΑ, γνωμάτευση ακτινοπροστασίας για ιατρικά μηχανήματα παραγωγής ακτινοβολιών,
 - ✚ την εκτέλεση περιοδικών ελέγχων ακτινοπροστασίας σε όλα τα μηχανήματα παραγωγής ακτινοβολιών (ιατρική, έρευνα, βιομηχανία, εκπαίδευση κλπ) και την έκδοση σχετικών πιστοποιητικών καταλληλότητας,
 - ✚ τη χορήγηση σχετικών αδειών λειτουργίας σε εργαστήρια ΙΑ (εκτός ιατρικών).
- Αντιμετώπιση αυξημένης ραδιορρύπανσης, εισηγήσεις μέτρων σε περίπτωση πυρηνικού ή ραδιολογικού ατυχήματος ή συμβάντος.
- Συμμετοχή στα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης ENATOM του ΔΟΑΕ και ECURIE της Ε.Ε.
- Έλεγχος της διακίνησης ραδιοφαρμάκων και ραδιενεργών πηγών.
- Εισήγηση για την αποδοχή ή μη νέων εφαρμογών ΙΑ ή/και ΜΙΑ.
- Προώθηση γενικά των ειρηνικών εφαρμογών των Ιοντίζουσων ακτινοβολιών.

- Εκπαίδευση, επιμόρφωση και ενημέρωση σε θέματα ακτινοπροστασίας.
- Συμμετοχή στο Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης.
- Διεθνής εκπροσώπηση της Χώρας για θέματα της αρμοδιότητας της.
- Ρυθμιστικές - ελεγκτικές αρμοδιότητες σε θέματα ακτινοπροστασίας ΙΑ και ΜΙΑ.
- Συνεργασία με τις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες για θέματα αρμοδιότητάς της.

Πέραν του λειτουργικού και εκπαιδευτικού έργου, οι επιστήμονες της ΕΕΑΕ απασχολούνται και με ερευνητικό έργο στο αντικείμενό τους.

7.3 Υπηρεσίες που παρέχει η ΕΕΑΕ

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας είναι υπεύθυνη τόσο για θέματα πυρηνικής ενέργειας και πυρηνικής τεχνολογίας όσο και για την προστασία του πληθυσμού από τις Ιοντίζουσες (ΙΑ) Ακτινοβολίες και τεχνητά παραγόμενες Μη-Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (ΜΙΑ). Επιπλέον, παρέχει σχετικές πληροφορίες σε κάθε ενδιαφερόμενο τόσο στο αντικείμενο των ΙΑ όσο και στο αντικείμενο των ΜΙΑ.

Στον τομέα των Μη-Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών δραστηριοποιείται το Γραφείο Μη Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών της ΕΕΑΕ. Στην δικαιοδοσία του είναι να:

- δημοσιεύει υποδείγματα τεχνικών μελετών ραδιοεκπομπών και δηλώσεων συμμόρφωσης για διάφορες κατηγορίες κεραιών,
 - ελέγχει τις μελέτες ραδιοεκπομπών για κάθε εγκατάσταση κεραιών και αποστέλλει στην αρμόδια υπηρεσία για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης κεραιών γνωματεύσεις συμμόρφωσης με τα όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού,
 - ελέγχει τις περιβαλλοντικές μελέτες για κάθε εγκατάσταση κεραιών που διαβιβάζονται στην ΕΕΑΕ από την οικεία Γενική Γραμματεία Περιφέρειας και παρέχει τη σύμφωνη ή όχι γνώμη της,
 - πραγματοποιεί επί τόπου ελέγχους και μετρήσεις σε διατάξεις εκπομπής (σταθμοί κεραιών και διατάξεις ηλεκτρικής ενέργειας) προκειμένου να εξακριβωθεί η συμμόρφωση ή όχι με τα όρια ασφαλούς έκθεσης του γενικού πληθυσμού.
- ειδικά για τις εγκαταστάσεις κεραιών η ΕΕΑΕ υποχρεούται να ελέγχει σε ετήσια βάση, αυτεπαγγέλτως και κατά τρόπο δειγματοληπτικό, το 20% τουλάχιστον των αδειοδοτημένων από την ΕΕΤΤ κεραιών εντός σχεδίου πόλεως. Τα αιτήματα φορέων ή ιδιωτών για μετρήσεις διεκπεραιώνονται εντός είκοσι εργάσιμων ημερών από την υποβολή τους.
- δημοσιεύει τα αποτελέσματα των ελέγχων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ιστοσελίδα της ΕΕΑΕ και συγκεντρωτικά ανά έτος.

- καθορίζει τις λεπτομέρειες που αφορούν την εξουσιοδότηση των συνεργείων άλλων φορέων που διενεργούν μετρήσεις και συντονίζει τη διαδικασία διεξαγωγής μετρήσεων.

7.4 Διατάξεις εκπομπής Μη-Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών που ελέγχονται

- Γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, υποσταθμοί συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, μηχανήματα, συσκευές και άλλες διατάξεις εκπομπής ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων.



- Κεραίες τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών σταθμών.



- Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας και σταθερής ασύρματης πρόσβασης και άλλα είδη σταθμών που παρέχουν πάσης φύσεως τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.



- Διατάξεις ραντάρ και επίγειοι δορυφορικοί σταθμοί.



7.5 Μετρήσεις που διεξάγει το Γραφείο Μη-Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών

Μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλών συχνοτήτων: Η ΕΕΑΕ είτε δια των οργάνων της ή με συνεργεία που έχουν ειδικά προς τούτο εξουσιοδοτηθεί από αυτήν, ελέγχει την τήρηση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από κάθε κεραία, κατόπιν αίτησης εκ μέρους της Ε.Ε.Τ.Τ. ή οποιουδήποτε φυσικού ή νομικού προσώπου, που έχει έννομο συμφέρον, εντός 20 εργάσιμων ημερών από την υποβολή του σχετικού αιτήματος.

Η αίτηση υποβάλλεται απευθείας στην ΕΕΑΕ και συνοδεύεται από την καταβολή σχετικού παραβόλου, το ύψος του οποίου ρυθμίζεται με την ΚΥΑ υπ'αρ. 8701/118 (ΦΕΚ 302/Β/7-3-2007) και ανέρχεται σε 160 ευρώ για το πρώτο αιτούμενο σημείο μέτρησης και 80 ευρώ για κάθε επιπλέον αιτούμενο σημείο μέτρησης.

Μετρήσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων: Για τη διεξαγωγή μέτρησης κατόπιν ιδιωτικού αιτήματος στα πλαίσια της παροχής υπηρεσιών του Γραφείου, ο πελάτης συμπληρώνει μία Αίτηση, στην οποία θα πρέπει να αναγράφεται σαφώς το είδος, ο αριθμός και η θέση εγκατάστασης της (των) προς μέτρηση διατάξης(εων). Αιτήσεις μετρήσεων γίνονται δεκτές είτε ταχυδρομικώς, είτε μέσω τηλεμοιότητας, είτε και ιδιοχειρώς από τον ίδιο τον αιτούντα.

Η Αίτηση μέτρησης πρωτοκολλείται από την Γραμματεία της ΕΕΑΕ και διαβιβάζεται στον Τεχνικό Υπεύθυνο του Γραφείου. Σε περίπτωση που η αιτούμενη μέτρηση δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από το εργαστήριο ενημερώνεται αμέσως ο πελάτης. Σε περίπτωση που κάποια αίτηση είναι ελλιπής ή μη σωστά συμπληρωμένη, γίνεται τηλεφωνική επικοινωνία του Τεχνικού Υπευθύνου με τον αιτούντα για αποσαφήνιση των απαιτήσεών του και παροχή συμβουλών και πρόσθετων πληροφοριών για την διόρθωση (ή και την επανασυμπλήρωση - αν αυτό κριθεί αναγκαίο) της αίτησης μέτρησης.

Χρέωση ΕΕΑΕ. Το ποσόν που απαιτείται για την διεξαγωγή της μέτρησης καταβάλλεται με ταχυπληρωμή που συνοδεύει κάθε τιμολόγιο της ΕΕΑΕ ή με έμβασμα σε τραπεζικό κατάστημα.

α/α	ΕΙΔΟΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ
1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒ. ΗΜ-ΠΕΔΙΩΝ (κεραίες κινητής τηλεφ., ραδ/μών,radar, κ.λ.π.)	160
	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ (εφόσον γειτνιάζουν)	80
2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΕΠΑΓΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΗΜ-ΠΕΔΙΑ ΧΑΜΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (πυλώνες, κλπ.)	600
3	ΜΕΛΕΤΗ ΑΚΤΙΝΟΠΡ/ΣΙΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΜΗ ΙΟΝΤ. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ	450
4	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΠ. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛ. ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΗΜ-ΠΕΔΙΑ	150
5	ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ - ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΠ. ΗΜ - ΑΚΤΙΝΟΒ. ΚΕΡΑΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ	150

*ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΜΙΧΑΗΛ ΚΑΡΓΑΚΗ*

ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ		
6	ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ - ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΠ. ΗΜ - ΑΚΤΙΝΟΒ. ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΔΟΡΥΦ. ΚΕΡΑΙΩΝ	300
7	ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ - ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΗΜ - ΑΚΤΙΝΟΒ. ΚΕΡΑΙΩΝ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	150
8	ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ - ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΗΜ - ΑΚΤΙΝΟΒ. ΚΕΡΑΙΩΝ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	150
9	ΕΛΕΓΧΟΙ - ΜΕΛΕΤΕΣ - ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΝΑΓΡΑΦΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΝΤΥΠΟ ΕΞΕΤΑΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΟΥΝΤΑΙ ΑΝΑΛΟΓΑ	-

Οι χρεώσεις επιβαρύνονται με ΦΠΑ 19%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

8.1 Παρουσίαση εργαστηρίου

Το Εργαστήριο Μη Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών ή Εργαστήριο Μετρήσεων Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας άρχισε τη λειτουργία του στις αρχές του 2004. Υπάγεται στο Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων και συνεργάζεται με το Κέντρο Τεχνολογικής Έρευνας του ΤΕΙ Κρήτης. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιεί αποκτήθηκε μετά από διαγωνισμό του ΤΕΙ Κρήτης (Διακήρυξη 375/Φ50/18-2-2003) με χρηματοδότηση από το ΕΤΠΑ νέων Τμημάτων του Περιφερειακού Επιχειρησιακού Προγράμματος Κρήτης.

Το εργαστήριο, σαν φορέας λήψης μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, είναι έτοιμο για πιστοποίηση από την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας και πληρεί τις προδιαγραφές για πιστοποίηση

- από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης
- κατά ISO 17025

8.2 Δραστηριότητες εργαστηρίου

Εκπαιδευτικές: Ανάπτυξη και βελτίωση του προγράμματος σπουδών του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων με την εισαγωγή μαθημάτων τόσο σε προπτυχιακό όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο.

Ερευνητικές: Ανάπτυξη πρωτοκόλλων μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων τόσο στις RF όσο και στις χαμηλές συχνότητες. Επίσης, ασχολείται με την ανάπτυξη κατάλληλου τύπου λογισμικού για την αυτοματοποίηση διαδικασιών μετρήσεων και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων των μετρήσεων καθώς και την ανάπτυξη βάσης δεδομένων μετρήσεων.

Παροχή υπηρεσιών: Διεξαγωγή μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σε πεδία χαμηλών συχνοτήτων 5Hz – 100KHz (δίκτυα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας) και σε πεδία RF 100KHz – 26.5GHz (ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές μεταδόσεις, κινητή τηλεφωνία, κ.ά). Επίσης, το εργαστήριο ασχολείται με την ενημέρωση του κοινού σε θέματα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μέτρων προφύλαξης του από αυτήν.

8.3 Εξοπλισμός εργαστηρίου

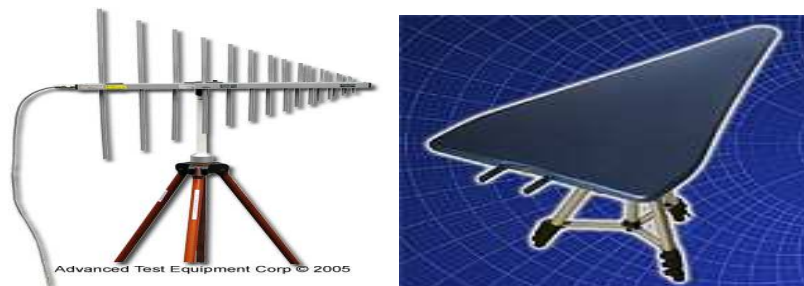
Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιεί το Εργαστήριο Μη Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών απαρτίζεται από τις παρακάτω συσκευές:

- Φασματικός Αναλυτής Agilent ESA-E4407B (για μετρήσεις στενής ζώνης – narrowband measurements)
- Σετ κεραιών

- Δικωνική Κεραία BC01(30MHz - 200MHz)
 - Λογαριθμική Περιοδική Κεραία LP02 (200MHz – 2700MHz)
 - Χοάνης ETS Lindgen για μετρήσεις από 1GHz – 40GHz
- Πεδιόμετρο PMM 8053A (για μετρήσεις ευρείας ζώνης – wideband measurements) με τους ακόλουθους αισθητήρες:
- Αισθητήρας ηλεκτρικού πεδίου EP300 (100KHz – 3GHz)
 - Αισθητήρας ηλεκτρικού πεδίου EP33B (1805MHz – 1880MHz)
 - Αισθητήρας ηλεκτρικού πεδίου EP33A (925MHz – 960MHz)
 - Αισθητήρας ηλεκτρικού πεδίου EP33M (100KHz – 800MHz)
 - Αναλυτής Ηλεκτρικού και Μαγνητικού πεδίου (5Hz – 100KHz)
- GPS
- Ηλεκτρικός εξοπλισμός αδιάλειπτης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας
- Στροφείς κεραιών
- Λογισμικό προγραμματισμού και ελέγχου των οργάνων μετρήσεων και λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων μετρήσεων



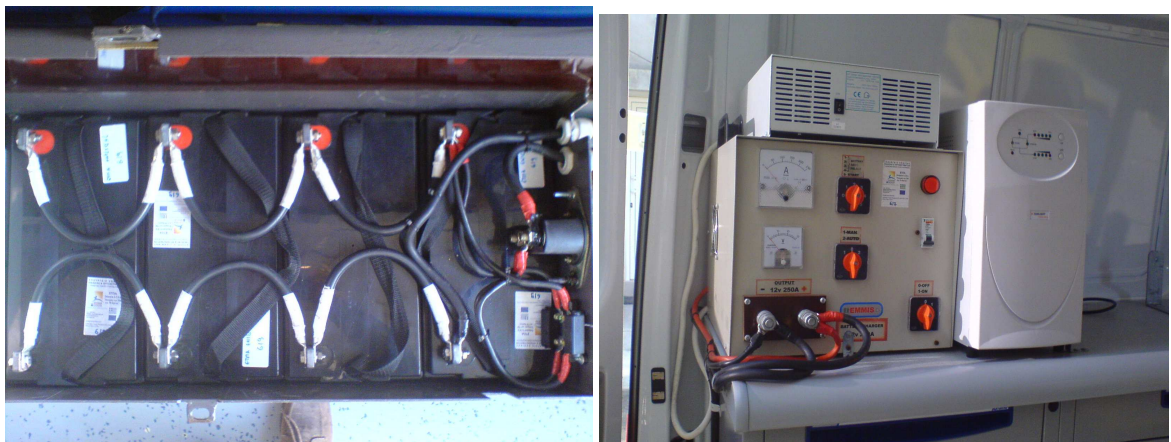
Εικόνα 8.1 : Πεδιόμετρο PMM 8053A



Εικόνα 8.2 : Σετ κεραιών



Εικόνα 8.3 : Φασματικός Αναλυτής Agilent E4407B



Εικόνα 8.4 : Σύστημα αδιάλειπτης παροχής ισχύος



Εικόνα 8.5 : Κινητή μονάδα Εργαστηρίου Μη Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο : ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΕΑΕ

A.Εισαγωγή

1) Το παρόν υπόδειγμα τεχνικής μελέτης περιλαμβάνει μεθόδους υπολογισμού των εκπεμπόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, παραδοχές και θεωρήσεις για τα διαγράμματα ακτινοβολίας των κεραιών καθώς και τους απαιτούμενους ελέγχους για τον καθορισμό των μη ελεύθερα επισκέψιμων από το κοινό χώρων γύρω από τους σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας. Περιλαμβάνονται επίσης πίνακες παρουσίασης των τεχνικών και άλλων δεδομένων του κάθε σταθμού βάσης καθώς και των αποτελεσμάτων των θεωρητικών υπολογισμών και των αναγκαίων μέτρων προφύλαξης του κοινού, στις υποβαλλόμενες στην ΕΕΑΕ μελέτες ραδιοεκπομπών.

2) Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, η μελέτη εκπονείται και υπογράφεται από Ηλεκτρολόγο ή Ηλεκτρονικό Μηχανικό Διπλωματούχο Ανωτάτου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος ή Ραδιοηλεκτρολόγο κατηγορίας Α΄ ή Φυσικό Ραδιοηλεκτρολόγο ή Ακτινοφυσικό – Φυσικό Ιατρικής Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών, ο οποίος και θα φέρει την ευθύνη σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις, για λογαριασμό του κατόχου της κεραιάς.

3) Η πρώτη σελίδα της μελέτης θα είναι τυποποιημένη σύμφωνα με την φόρμα που περιλαμβάνεται στο παράρτημα του παρόντος υποδείγματος (βλ. σελ. 31).

4) Στην εισαγωγή της μελέτης θα πραγματοποιείται μια γενική περιγραφή της εγκατάστασης που πρόκειται να εξεταστεί, οι υπηρεσίες που θα παρέχει, ο κάτοχος της εγκατάστασης - πάροχος, η εξυπηρέτηση – συνεγκατάσταση άλλων παρόχων, η παρουσία όλων των γειτονικών σταθμών κεραιών εντός 50 μέτρων, κλπ.

5) Στα ακόλουθα κεφάλαια περιγράφεται ο τρόπος εργασίας. Τα κεφάλαια Α έως Ε αφορούν τις γενικές θεωρήσεις που πρέπει να γίνονται σε κάθε μελέτη. Στα κεφάλαια ΣΤ, Ζ, Η και Θ περιγράφονται περισσότεροι από ένας, εναλλακτικοί τρόποι προσέγγισης και εκπόνησης της μελέτης. Ο τρόπος προσέγγισης που θα επιλέγεται τελικά από το μελετητή εξαρτάται πάντα από τις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε υπό μελέτη σταθμού βάσης. Το κεφάλαιο Ι αναφέρεται στα μέτρα προφύλαξης του κοινού και θα πρέπει να ακολουθείται σε κάθε μελέτη.

6) Από την δημοσίευση του παρόντος υποδείγματος οι μελέτες ραδιοεκπομπών σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας που υποβάλλονται στην ΕΕΑΕ θα πρέπει να ακολουθούν απαρέγκλιτα της προβλέψεις του. Θα γίνονται επίσης δεκτές μελέτες ραδιοεκπομπών με αυστηρότερες παραδοχές από τις περιγραφόμενες στο παρόν υπόδειγμα. Μελέτες με διαφορετικές παραδοχές μπορούν να γίνουν δεκτές σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μόνο μετά από συνεννόηση με το αρμόδιο γραφείο της ΕΕΑΕ και εφόσον ληφθούν υπόψη οι υποδείξεις που η ΕΕΑΕ προτείνει.

B. Δεδομένα σταθμού

1) Η μελέτη θα συνοδεύεται από αρχιτεκτονικά και τοπογραφικά σχέδια στα οποία πρέπει να απεικονίζονται όλοι οι ιστοί στήριξης των υπό εγκατάσταση καθώς και των υφιστάμενων κεραιοδιατάξεων σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων από τον υπό εξέταση σταθμό στην ακριβή θέση τοποθέτησής τους. Επίσης θα απεικονίζονται τα παρακείμενα κτίρια με ένδειξη για το μέγιστο ύψος τους, λαμβάνοντας υπόψη και τις απολήξεις των κτιρίων στα όμορα και άμεσα γειτονικά σε σταθμούς κτίρια. Σε περίπτωση που από τα συνημμένα τοπογραφικά διαγράμματα:

- δεν συνάγεται το ύψος της απόληξης ενός κτιρίου, αυτή θα θεωρείται πως έχει ύψος 2,5 m πάνω από το επίπεδο της ταράτσας του κτιρίου αυτού,
- δεν συνάγεται η θέση της απόληξης ενός κτιρίου, αυτή θα θεωρείται πως βρίσκεται οπουδήποτε στο χώρο του δώματος του κτιρίου αυτού.

2) Στην ενότητα των Δεδομένων Σταθμού θα πρέπει να συμπληρώνεται ο πίνακας B1 στον οποίο δηλώνονται όλοι οι ιστοί στήριξης κεραιοδιατάξεων που θεωρούνται στη μελέτη (του υπό μελέτη σταθμού καθώς και όλων των υφιστάμενων σταθμών κεραιών). Κάθε ιστός ονοματίζεται μονοσήμαντα και τα ονόματα των ιστών αποτυπώνονται και στα συνοδευτικά σχέδια. Στη σειρά με τον τίτλο «κάτοχος» δηλώνεται ο ιδιοκτήτης του ιστού. Στη συνέχεια δηλώνονται οι αριθμοί των κεραιοδιατάξεων που φέρει ο ιστός ανάλογα με το είδος τους. Τέλος δηλώνεται το ύψος του ιστού (μαζί με το αλεξικέραυνο), το ύψος του κτιρίου στο σημείο που εδράζει ο ιστός ή το υψόμετρο του εδάφους στη βάση του κτιρίου - αν εδράζει πάνω σε κτίριο ή στη βάση του ιστού αν δεν υπάρχει κτίριο.

3) Στη συνέχεια θα παρατίθεται συμπληρωμένος ο πίνακας B2, ο οποίος αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των κεραιοδιατάξεων. Ο αύξων αριθμός περιγράφει μονοσήμαντα κάθε κεραιοδιάταξη. Στην περίπτωση που μία κεραιοδιάταξη χρησιμοποιείται για εκπομπή σε περισσότερες από μία συχνότητες (dual band, triple band), τότε ο αριθμός παραμένει σταθερός και τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών συχνοτήτων δηλώνονται με την προσθήκη ενός γράμματος μετά τον αριθμό (π.χ. 3A, 3B). Στην συνέχεια δηλώνονται ο πάροχος, οι υπηρεσίες που παρέχονται από την κεραιοδιάταξη, η συχνότητα εκπομπής, η αζιμουθιακή γωνία, η γωνία κλίσης (ηλεκτρική συν μηχανική), η απόσταση (ύψος) της κεραιοδιάταξης από τη βάση του ιστού. Στην συνέχεια από τα θεωρητικά διαγράμματα ακτινοβολίας και τα στοιχεία που παρέχει ο κατασκευαστής της κάθε κεραιοδιάταξης για το συγκεκριμένο τύπο-μοντέλο και τη συγκεκριμένη συχνότητα εκπομπής λαμβάνονται το μέγιστο κέρδος του κύριου λοβού της κεραιοδιάταξης, οι γωνίες ημίσειας ισχύος θ_{-3dB} και φ_{-3dB} στο κατακόρυφο και στο οριζόντιο διάγραμμα, αντίστοιχα, το μέγιστο κέρδος του μεγαλύτερου δευτερεύοντα λοβού στο κατακόρυφο διάγραμμα G_s , η γωνία θ_s μεταξύ των δύο διευθύνσεων στο κατακόρυφο διάγραμμα στον κύριο λοβό στις οποίες το κέρδος έχει την τιμή G_s , οι γωνίες φ_{-10dB} και φ_{-20dB} μεταξύ των δύο διευθύνσεων στο οριζόντιο διάγραμμα εκατέρωθεν του κύριου λοβού στις οποίες το κέρδος είναι το 1/10 και το 1/100, αντίστοιχα, του μέγιστου κέρδους και το μέγιστο κέρδος του μεγαλύτερου πλάγιου λοβού στο οριζόντιο διάγραμμα G_r . Τα στοιχεία που παρέχονται από τον κατασκευαστή κάθε κεραιοδιάταξης, συνυποβάλλονται σε παράρτημα στο τέλος της μελέτης. Τέλος, στον πίνακα δηλώνεται ο μέγιστος αριθμός των φασματικών καναλιών (φερουσών) στην συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων και η ισχύς στην είσοδο κάθε κεραιοδιάταξης ανά φασματικό κανάλι.

4) Επισημαίνεται ότι τα στοιχεία του πίνακα B2 πρέπει να συμπληρωθούν οπωσδήποτε για όλες τις κεραιοδιατάξεις που συμπεριλαμβάνονται στον υπό εξέταση σταθμό και στους

γειτονικούς σταθμούς κεραιών, η παρουσία των οποίων λαμβάνεται υπόψη. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εύρεση των στοιχείων των γειτονικών σταθμών από το μελετητή μπορούν να χρησιμοποιηθούν δυσμενή στοιχεία κατόπιν σχετικής συνεννόησης με την ΕΕΑΕ. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να συνεκτιμηθούν αποτελέσματα μετρήσεων που έχουν πραγματοποιήσει οι ίδιοι οι μελετητές ή συνεργεία της ΕΕΑΕ ή εξουσιοδοτημένα από αυτήν συνεργεία, εφόσον έχει προηγηθεί συνεννόηση με την ΕΕΑΕ. Στην περίπτωση αυτή η μελέτη πρέπει να συνοδεύεται και από την σχετική έκθεση μετρήσεων.

5) Επίσης, στον πίνακα Β2 αναφέρεται η παρουσία κάθε κεραιάς εκπομπής που περιλαμβάνεται στις κεραιοδιατάξεις του σταθμού βάσης ακόμα και αν η ενεργός ακτινοβολούμενη ισχύς εκπομπής της είναι μικρότερη από 164W EIRP.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΙΣΤΟΥ	A	B	Γ	Δ
ΚΑΤΟΧΟΣ				
ΑΡΙΘΜΟΣ. ΚΕΡΑΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ				
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ				
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΛΛΩΝ ΚΕΡΑΙΟΔΙΑΤΑΞΕΩΝ				
ΥΨΟΣ ΙΣΤΟΥ				
ΥΨΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΛΑΦΟΥΣ				

Πίνακας Β1 : Χαρακτηριστικά ιστών στήριξης κεραιοδιατάξεων

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΜΙΧΑΗΛ ΚΑΡΓΑΚΗ

Α/Α ΚΕΡΑΙΟΔΙΑΤΑΞΗΣ	1	2	3Α	3Β
ΙΣΤΟΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	A	A	A	A
ΠΑΡΟΧΟΣ				
ΥΠΗΡΕΣΙΑ				
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ				
ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ				
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΛΙΣΗ Ψ				
ΥΨΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟ ΒΑΣΗ ΙΣΤΟΥ				
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ				
ΜΟΝΤΕΛΟ / ΤΥΠΟΣ				
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΚΥΡΙΟΥ ΛΟΒΟΥ G_m (dBi)				
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΟΣ ΛΟΒΟΥ G_s (dBi)				
ΓΩΝΙΑ ΗΜΙΣΕΩΣ ΙΣΧΥΟΣ θ_{-3dB} (ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)				
ΓΩΝΙΑ θ_s (ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)				
ΓΩΝΙΑ ΗΜΙΣΕΩΣ ΙΣΧΥΟΣ ϕ_{-3dB} (ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)				
ΓΩΝΙΑ 1/10 ΙΣΧΥΟΣ ϕ_{-10dB} (ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)				
ΓΩΝΙΑ 1/100 ΙΣΧΥΟΣ ϕ_{-20dB} (ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)				
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥ ΠΛΑΓΙΟΥ ΛΟΒΟΥ G_r (dBi)				
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΝΑΛΙΩΝ (ΦΕΡΟΥΣΩΝ)				
ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΚΕΡΑΙΟΔΙΑΤΑΞΗΣ ΑΝΑ ΦΕΡΟΥΣΑ				

Πίνακας Β2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά των κεραιοδιατάξεων

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.

Γ. Όρια Ασφαλούς Έκθεσης

1) Με την μελέτη ραδιοεκπομπών κεραίας θα αποδεικνύεται πως δεν υπάρχουν χώροι γύρω από την κεραία, ελεύθερα προσπελάσιμοι από τον γενικό πληθυσμό στους οποίους τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας υπερβαίνουν τα όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού όπως αυτά ορίζονται στις παραγράφους 9 και 10 (κατά περίπτωση) του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006) με θέμα “Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις” και στα άρθρα 2-4 της υπ’ αριθ. 53571/3839 (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000) Κοινής Απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Υγείας και Πρόνοιας, Μεταφορών και Επικοινωνιών, με θέμα «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά». Η προαναφερθείσα Κ.Υ.Α. βασίστηκε στη Σύσταση του Συμβουλίου της Ε.Ε., L 199 (1999/519/ΕΚ), 30-7-1999, «Σχετικά με τον περιορισμό της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία 0 Hz - 300 GHz».

2) Πρέπει να τονιστεί πως ως όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού στην Ελλάδα (παραγρ. 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431) θεωρούνται το 70% των τιμών της Ε.Ε., εισάγοντας έτσι ένα πρόσθετο συντελεστή ασφαλείας. Επίσης, ειδικά σε περίπτωση εγκατάστασης κατασκευής κεραίας σε απόσταση μέχρι 300 μέτρων από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων, προβλέπεται περαιτέρω μείωση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού (παραγρ. 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431), καθώς αυτά απαγορεύεται να υπερβαίνουν το 60% των τιμών της Ε.Ε.

3) Τα επίπεδα αναφοράς αφορούν τα μετρήσιμα φυσικά μεγέθη της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (E), της έντασης του μαγνητικού πεδίου (H) και της ισοδύναμης πυκνότητας ισχύος επίπεδου κύματος (S). Στις συχνότητες που λειτουργεί η κινητή τηλεφωνία, για την απόδειξη της συμμόρφωσης με τα όρια της νομοθεσίας, αρκεί η ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος, όπως υπολογίζεται με τις μεθόδους που δίνονται παρακάτω να είναι μικρότερη από το 70% ή το 60%, κατά περίπτωση, των τιμών του πίνακα 2, του άρθρου 3 της υπ’ αριθ. 53571/3839 (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000) ΚΥΑ. Στον πίνακα Γ1 δίνονται τα επίπεδα αναφοράς για την ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή των συντελεστών μείωσης 70% και 60% για διάφορες συχνότητες εκπομπής.

4) Επισημαίνεται πως όταν δεν είναι ακριβώς γνωστή η συχνότητα εκπομπής μιας γειτονικής κεραιοδιάταξης θα θεωρείται ότι εκπέμπει με την συχνότητα στην οποία προκύπτουν οι δυσμενέστερες (αριθμητικά μικρότερες) τιμές για το επίπεδο αναφοράς της ισοδύναμης πυκνότητας ισχύος (π.χ. για τηλεοπτική εκπομπή στην περιοχή συχνοτήτων UHF: 460MHz – 880MHz, θεωρείται ως δυσμενέστερη περίπτωση, εκπομπή στη συχνότητα 460MHz, δηλαδή επίπεδο αναφοράς για την ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος $1,61\text{W/m}^2$ και $1,38\text{W/m}^2$ για συντελεστή μείωσης 70% και 60%, αντίστοιχα).

Περιοχή Συχνοτήτων	Ισοδύναμη Πυκνότητα Ισχύος S_{max} για συντελεστή μείωσης 70% (W/m^2)	Ισοδύναμη Πυκνότητα Ισχύος S_{max} για συντελεστή μείωσης 60% (W/m^2)	Εφαρμογές
10-400MHz	1,4	1,2	ραδιοφωνία FM, επικοινωνίες TETRA, εκπομπές VHF, κ.α.
600 MHz	2,1	1,8	ενδεικτικές συχνότητες για εκπομπές TV UHF
800 MHz	2,8	2,4	
900 MHz	3,15	2,7	κινητή τηλεφωνία GSM-900
1800 MHz	6,3	5,4	κινητή τηλεφωνία GSM-1800
2-300GHz	7	6	κινητή τηλεφωνία UMTS, μικροκυματικές ζεύξεις, δορυφορικές επικοινωνίες

Πίνακας Γ1. Επίπεδα αναφοράς για την ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος S της Ελληνικής Νομοθεσίας σε διάφορες περιοχές συχνοτήτων όπως προκύπτουν για συντελεστή μείωσης 70% και 60%.

5) Για τις περιπτώσεις όπου εξετάζονται κεραιοδιατάξεις που εκπέμπουν σε διαφορετικές περιοχές συχνοτήτων (π.χ. GSM-900 και DCS-1800) ή όταν υπάρχουν γειτονικοί σταθμοί κεραιών που εκπέμπουν σε διαφορετικές περιοχές συχνοτήτων, τότε θα εφαρμόζονται όσα αναφέρονται στο άρθρο 4 της υπ' αριθ. 53571/3839 (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000) ΚΥΑ. Στις συνήθεις περιπτώσεις που όλες οι κεραιοδιατάξεις εκπέμπουν σε συχνότητες μεγαλύτερες από 10MHz, το άρθρο 4 ικανοποιείται εάν ισχύει η εξής ανισότητα για τον δείκτη έκθεσης πηγών πολλαπλών συχνοτήτων, ΔΕΠΠΣ:

$$\Delta\text{ΕΠΠΣ} = \sum_f \frac{S_f}{S_{f,\max}} \leq 1 \quad (\Gamma-1)$$

Όπου S_f η ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος στη συχνότητα f που προσπίπτει στην υπό εξέταση θέση και $S_{f,\max}$ το επίπεδο αναφοράς για την ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος στη συχνότητα f , μετά την εφαρμογή του κατάλληλου συντελεστή μείωσης (βλέπε πίνακα Γ1).

6) Στη μελέτη θα περιλαμβάνεται παράγραφος με θέμα τα όρια έκθεσης στην οποία θα αναφέρονται τα όρια έκθεσης για κάθε συχνότητα εκπομπής με τα οποία γίνεται σύγκριση, ο συντελεστής μείωσης που εφαρμόστηκε (70% ή 60%) καθώς και αν χρησιμοποιείται ο ΔΕΠΠΣ.

7) Εάν δεν είναι δυνατή η εξέταση της ύπαρξης κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων για τις οποίες η απόσταση της περιμέτρου τους από τον σταθμό να είναι μικρότερη από 300 μέτρα, θα χρησιμοποιείται συντελεστής μείωσης 60%. Συνίσταται, χωρίς να είναι υποχρεωτικό, για σταθμούς που βρίσκονται εντός αστικών περιοχών να χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση ο συντελεστής μείωσης 60%.

Δ. Υπολογισμοί Μεγεθών Εκπεμπόμενων Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων

1) Ο υπολογισμός του μεγέθους της πυκνότητας ισχύος ισοδύναμου επίπεδου κύματος S που εκπέμπεται από κεραία αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας γίνεται γενικά με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$S = \frac{P \cdot 10^{0.1G}}{4\pi R^2} u^2 \quad (\Delta-1)$$

όπου

S : ή πυκνότητα ισχύος ισοδύναμου επίπεδου κύματος, σε W/m^2 ,

P : η ισχύς στην είσοδο της κεραίας σε Watt, (= αριθμός φερουσών x ισχύ ανά φέρουσα)

G : το ιστροπικό κέρδος της κεραίας σε dbi,

R : η απόσταση από την κεραία της θέσης υπολογισμού της έντασης ακτινοβολίας, σε m, και

u : ο παράγοντας διάταξης που λαμβάνει υπόψιν την ανάκλαση από το έδαφος

Ο παράγοντας u κυμαίνεται από 1 (διάδοση ελευθέρου χώρου) έως 2 (τέλεια αγωγίμο έδαφος – τέλεια ανάκλαση).

2) Στα πλαίσια της τεχνικής μελέτης λαμβάνεται υπ'όψιν στους υπολογισμούς η δυσμενέστερη περίπτωση ($u = 2$), δηλαδή θεωρείται πως τα απευθείας κύματα συμβάλλουν σε φάση με τα ανακλώμενα. Άρα ο παραπάνω τύπος δίνει :

$$S = \frac{P \cdot 10^{0.1G}}{\pi R^2} \quad (\Delta-2)$$

3) Με βάση τον τύπο (2), υπολογίζεται γενικά η απόσταση R_{\min} , που απαιτείται ώστε η πυκνότητα ισχύος S να μην υπερβαίνει το επίπεδο αναφοράς S_{\max} .

$$R_{\min} = \sqrt{\frac{P \cdot 10^{0.1G}}{\pi S_{\max}}} \quad (\Delta-3)$$

4) Οι σχέσεις (Δ-1) έως (Δ-3) μπορούν να χρησιμοποιούνται γενικά και για τον υπολογισμό της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και στο περιβάλλον άλλων κεραιοδιατάξεων όπως κεραίες εκπομπής ραδιοφωνίας και τηλεόρασης αν χρειάζεται να συνυπολογιστεί στην μελέτη η παρουσία τέτοιων διατάξεων.

E. Βασικές Παραδοχές – Περιβάλλουσες Διαγράμματος Ακτινοβολίας

1) Οι κεραίες δεν ακτινοβολούν ομοιόμορφα στον περιβάλλοντα χώρο, αλλά εκπέμπουν ΗΜ ακτινοβολία που συγκεντρώνεται σε ορισμένες κατευθύνσεις. Για αυτό το λόγο το ισοτροπικό κέρδος $G(\theta, \varphi)$ (σε dBi) είναι συνάρτηση των γωνιακών πολικών συντεταγμένων, δηλαδή της γωνίας ανύψωσης θ ($0^\circ < \theta < 180^\circ$) και της γωνίας αζιμουθίου φ ($-180^\circ < \varphi < 180^\circ$).

Οι κεραίες διακρίνονται σε ομοιοκατευθυντικές (omni) όταν εκπέμπουν ομοιόμορφα στο οριζόντιο επίπεδο, και κατευθυντικές όταν έχουν περιορισμένο άνοιγμα στο οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας. Τυπικές τιμές για το άνοιγμα μεταξύ των γωνιών ημίσειας ισχύος στο οριζόντιο επίπεδο είναι περί τις 60° για τις κατευθυντικές κεραίες κινητής τηλεφωνίας.

2) Τα διαγράμματα ακτινοβολίας που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς προκύπτουν από τα θεωρητικά διαγράμματα των κατασκευαστών μέσω αυστηρών παραδοχών. Με την μέθοδο που αναλύεται παρακάτω, ως διαγράμματα ακτινοβολίας θεωρούνται περιβάλλουσες των θεωρητικών διαγραμμάτων. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει τους υπολογισμούς έναντι ανακρίβειών που οφείλονται στις μη ιδανικές συνθήκες λειτουργίας των κεραιών (παρουσία αγωγίμου εδάφους, αλληλεπίδραση με ιστό στήριξης, κλπ.). Σε κάθε περίπτωση, η περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας είναι κατά πολύ αυστηρότερη από το θεωρητικό διάγραμμα ακτινοβολίας.

3) Για λόγους απλούστευσης της μεθόδου υπολογισμού, μπορεί να θεωρηθεί ότι πολλές κατευθυντικές κεραίες, τοποθετημένες πάνω στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς και σε ίδιο περίπου ύψος, παράγουν διάγραμμα ακτινοβολίας που προσεγγίζει αυτό μιας ομοιοκατευθυντικής κεραίας, εάν η σχετική αζιμουθιακή γωνία μεταξύ δυο γειτονικών κεραιών είναι μεγαλύτερη του ημισφαιρίου των γωνιών ημίσειας ισχύος των κεραιών αυτών στο οριζόντιο επίπεδο. Επομένως, στις περιπτώσεις αυτές, μπορεί να θεωρείται αντί των πραγματικών κεραιών, μια ισοδύναμη ομοιοκατευθυντική κεραία με θέση το γεωμετρικό κέντρο των κατευθυντικών κεραιών. Τα χαρακτηριστικά εκπομπής της ισοδύναμης ομοιοκατευθυντικής κεραίας προκύπτουν με σύνθεση των πλέον επιβαρυντικών χαρακτηριστικών των πραγματικών κεραιών. Το θεωρούμενο διάγραμμα ακτινοβολίας θα είναι, δηλαδή, ανεξάρτητο από την γωνία αζιμουθίου φ , και θα κατασκευάζεται περιβάλλουσα μόνο στο κατακόρυφο επίπεδο (δηλ. ως προς θ), όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4. Αν η σχετική αζιμουθιακή γωνία μεταξύ δύο γειτονικών

κεραιοδιατάξεων είναι μικρότερη από το ημίθροισμα των γωνιών ημίσειας ισχύος τους τότε αντί των δύο κεραιοδιατάξεων θεωρείται μία ισοδύναμη κεραιοδιάταξη με ισχύ εκπομπής το άθροισμα των ισχύων των δύο κεραιοδιατάξεων και με υπόλοιπα χαρακτηριστικά εκπομπής τα δυσμενέστερα των δύο κεραιοδιατάξεων σύμφωνα με τον πίνακα Ε1.

Α/Α ΙΣΟΔΥΝΑΜΗΣ ΚΕΡΑΙΟΔΙΑΤΑΞΗΣ	I-1
ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΕΡΑΙΟΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑ	1,2,3
ΙΣΤΟΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	A
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	Βλέπε παράγραφο Ε6
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΛΙΣΗ ψ	Η μέγιστη των κεραιοδιατάξεων
ΥΨΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟ ΒΑΣΗ ΙΣΤΟΥ	Το ελάχιστο των κεραιοδιατάξεων
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΑΟΣ ΚΥΡΙΟΥ ΛΟΒΟΥ G_m (dBi)	Το μέγιστο των κεραιοδιατάξεων
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΑΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΟΣ ΛΟΒΟΥ G_s (dBi)	Το μέγιστο των κεραιοδιατάξεων
ΓΩΝΙΑ ΗΜΙΣΕΩΣ ΙΣΧΥΟΣ θ_{-3dB} (ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)	Η μέγιστη των κεραιοδιατάξεων
ΓΩΝΙΑ θ_s (ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)	Η μέγιστη των κεραιοδιατάξεων
ΙΣΧΥΣ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΚΕΡΑΙΟΔΙΑΤΑΞΗΣ	Η μέγιστη των κεραιοδιατάξεων ή βλέπε τις παραγράφους Ε6,Ε7

Πίνακας Ε1 : Σύνθεση των τεχνικών χαρακτηριστικών ισοδύναμης ομοιοκατευθυντικής κεραιοδιάταξης από τα χαρακτηριστικά των πραγματικών κεραιοδιατάξεων που αντικαθιστά

4) Περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο

Στην περίπτωση αυτή θεωρείται διάγραμμα ακτινοβολίας μέγιστου κέρδους, ανεξάρτητο από την γωνία αζιμουθίου φ . Η περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο κατασκευάζεται βάσει των θεωρητικών διαγραμμάτων ακτινοβολίας των κεραιοδιατάξεων για κάθε κεραιοδιάταξη ως εξής :

4α) Προσδιορίζεται το μέγιστο κέρδος G_m (dBi) στον κύριο λοβό.

4β) Προσδιορίζεται το μέγιστο κέρδος G_s (dBi) στον μεγαλύτερο δευτερεύοντα πλευρικό λοβό.

4γ) Προσδιορίζεται η γωνία ημίσειας ισχύος θ_{-3dB} . Για λόγους ασφαλείας η τιμή της γωνίας προσαυξάνεται κατά 10°

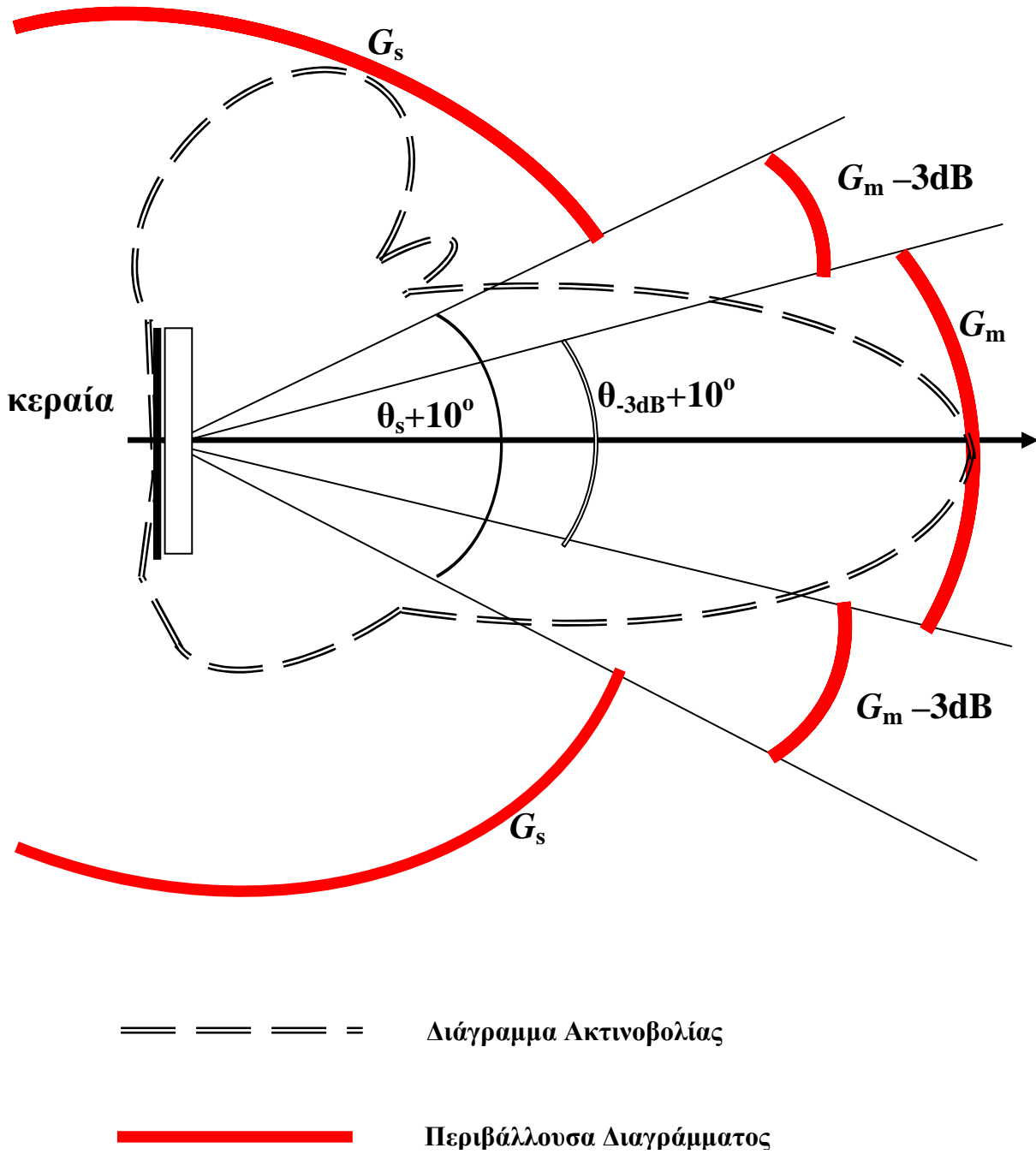
4δ) Προσδιορίζεται η γωνία θ_s μεταξύ των δύο διευθύνσεων, στον κύριο λοβό, στις οποίες το κέρδος έχει την τιμή G_s . Για λόγους ασφαλείας η τιμή της γωνίας προσαυξάνεται κατά 10°

4ε) Λαμβάνονται οι δυσμενέστερες τιμές για τα G_m , G_s , θ_s , θ_{-3dB} , και ψ βάσει του πίνακα Ε1.

4στ) Η περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας δίνεται από τη συνάρτηση του κέρδους $G(\theta)$:

$$G(\theta) = \begin{cases} G_s & 0 \leq \theta < 85^\circ - \frac{1}{2}\theta_s \\ \max(G_s, G_m - 3dB) & 85^\circ - \frac{1}{2}\theta_s \leq \theta < 85^\circ - \frac{1}{2}\theta_{-3dB} \\ G_m & 85^\circ - \frac{1}{2}\theta_{-3dB} \leq \theta \leq 95^\circ + \frac{1}{2}\theta_{-3dB} \\ \max(G_s, G_m - 3dB) & 95^\circ + \frac{1}{2}\theta_{-3dB} < \theta \leq 95^\circ + \frac{1}{2}\theta_s \\ G_s & 95^\circ + \frac{1}{2}\theta_s \leq \theta < 180^\circ \end{cases} \quad (\text{E-1})$$

Ο όρος $\max(G_s, G_m - 3dB)$ εισάγεται για να καλύψει και την περίπτωση που $G_m - G_s < 3dB$. Στην περίπτωση αυτή θεωρείται κέρδος G_s αντί του $G_m - 3dB$ στην σχέση (E-1).



Σχήμα Ε1 : Περιβάλλουσα διαγράμματος ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο

5) Περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο

Σε περιπτώσεις 1 ή 2 κατευθυντικών κεραιών πάνω στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς που οι θεωρήσεις της παραγράφου 4 κρίνονται ως υπερβολικά αυστηρές, θα κατασκευάζεται επιπλέον περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο ($-180^\circ < \varphi < 180^\circ$), ως εξής :

5α) Προσδιορίζεται η γωνία ημίσεως ισχύος φ_{-3dB} στο οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας. Για λόγους ασφαλείας η τιμή της γωνίας αυτής προσαυξάνεται κατά 10° .

5β) Προσδιορίζεται η γωνία φ_{-10dB} μεταξύ των δύο διευθύνσεων, στον κύριο λοβό, στις οποίες το κέρδος έχει την τιμή $G_m - 10dB$. Για λόγους ασφαλείας η τιμή της γωνίας αυτής προσαυξάνεται κατά 10° .

5β) Προσδιορίζεται η γωνία φ_{-20dB} μεταξύ των δύο διευθύνσεων, στον κύριο λοβό, στις οποίες το κέρδος έχει την τιμή $G_m - 20dB$. Για λόγους ασφαλείας η τιμή της γωνίας αυτής προσαυξάνεται κατά 10° .

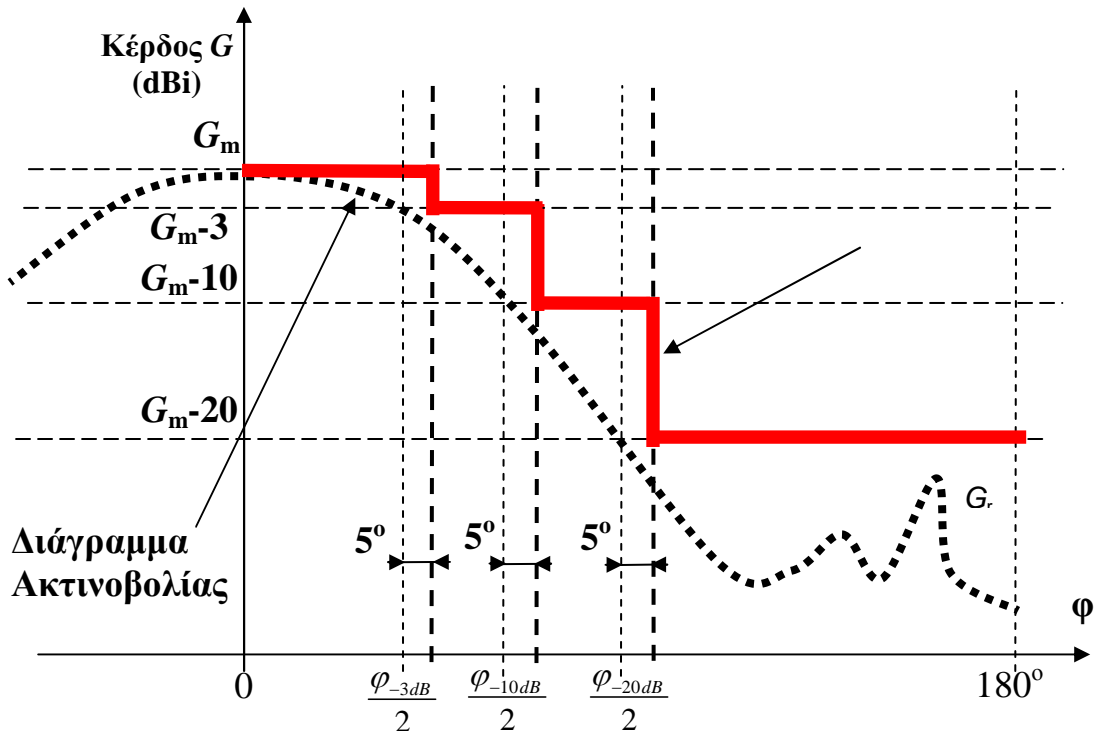
5γ) Προσδιορίζεται η μέγιστη τιμή κορυφής (τοπικό μέγιστο που αντιστοιχεί στον ισχυρότερο πλάγιο ή οπίσθιο λοβό) του κέρδους G στα διαστήματα $[-180^\circ, -\frac{1}{2}\varphi_{-3dB}]$, $[\frac{1}{2}\varphi_{-3dB}, 180^\circ]$. Έστω G_r η τιμή αυτή.

5δ) Με την προϋπόθεση ότι το κέρδος έχει σταθερή κλίση σε καθένα από τα διαστήματα $[-\frac{1}{2}\varphi_{-20dB}, 0^\circ]$, $[0^\circ, \frac{1}{2}\varphi_{-20dB}]$, η περιβάλλουσα του οριζόντιου διαγράμματος ακτινοβολίας δίνεται από την συνάρτηση του κέρδους $G(\varphi)$:

$$G(\varphi) = \begin{cases} G_m & |\varphi| \leq \frac{1}{2}\varphi_{-3dB} + 5^\circ \\ \max(G_r, G_m - 3dB) & \frac{1}{2}\varphi_{-3dB} + 5^\circ < |\varphi| \leq \frac{1}{2}\varphi_{-10dB} + 5^\circ \\ \max(G_r, G_m - 10dB) & \frac{1}{2}\varphi_{-10dB} + 5^\circ < |\varphi| \leq \frac{1}{2}\varphi_{-20dB} + 5^\circ \\ \max(G_r, G_m - 20dB) & \frac{1}{2}\varphi_{-20dB} + 5^\circ < |\varphi| \leq 180^\circ \end{cases} \quad (E-2)$$

Ο όρος $\max(G_s, G_r - kdB)$ (για $k = 3, 10$ ή 20) εισάγεται για να καλύψει και την περίπτωση που $G_m - G_r < k$ dB. Στην περίπτωση αυτή θεωρείται κέρδος G_r αντί του $G_m - k$ dB στην σχέση (E-2).

Ο λοβός μέγιστης ακτινοβολίας κέρδους G_m απεικονίζεται επομένως σε γωνιακό άνοιγμα $\varphi_1 = \varphi_{-3dB} + 10^\circ$ εκατέρωθεν του προσανατολισμού της κεραιάς. Λόγω του τρόπου κατασκευής της, η περιβάλλουσα είναι συμμετρική ως προς τη διεύθυνση $\varphi = 0^\circ$.



Σχήμα Ε2 : Περιβάλλουσα διαγράμματος ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο

6) Σε περιπτώσεις που πάνω στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς και στην ίδια υψομετρική στάθμη βρίσκονται τοποθετημένες κεραιές που εκπέμπουν σε διαφορετικές περιοχές συχνοτήτων είναι δυνατόν προκειμένου να θεωρηθούν ως μία, να γίνει αναγωγή της εκπεμπόμενης ισχύος κάποιας ή κάποιων από αυτών σε άλλη συχνότητα βάσει της σχέσης:

$$P_2 = P_1 \frac{S_{2max}}{S_{1max}} \quad (E-3)$$

όπου P_1 η πραγματική ισχύς εκπομπής στη συχνότητα f_1 , P_2 η θεωρούμενη ισχύς εκπομπής στη συχνότητα f_2 , S_{1max} και S_{2max} τα επιτρεπτά επίπεδα αναφοράς – όρια για την ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος στις συχνότητες f_1 και f_2 , αντίστοιχα. Προφανώς, τα θεωρούμενα διαγράμματα εκπομπής, λαμβάνονται πάντα για την πραγματική συχνότητα εκπομπής.

7) Ακόμα, για περιπτώσεις όπου μία έντονα κατευθυντική κεραιά (μέγιστο κέρδος G_1) που τροφοδοτείται με μικρή ισχύ P_1 τοποθετείται στον ίδιο ή σε πολύ κοντινό ιστό και σε ίδιο περίπου ύψος με μία λιγότερο κατευθυντική κεραιά (μέγιστο κέρδος G_2) μεγαλύτερης ισχύος P_2 , μπορεί να ληφθεί, προκειμένου να θεωρηθούν ως μία ισοδύναμη κεραιοδιάταξη, ότι η πρώτη κεραιά εκπέμπει με ισχύ P_2 με ταυτόχρονη μείωση του κέρδους της. Η μείωση του κέρδους της πρώτης κεραιάς ΔG δίνεται από την σχέση:

$$\Delta G = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \quad (E-4)$$

8) Ως γενικός κανόνας, επιτρέπεται για λόγους απλοποίησης των υπολογισμών, η θεώρηση περιβάλλουσας με μεγαλύτερο κέρδος από αυτό που περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους. Για παράδειγμα μπορεί να απαλειφθούν οι περιοχές κέρδους G_m-3dB επεκτείνοντας την περιοχή κέρδους G_m . Δεν επιτρέπεται, όμως, η θεώρηση περιβάλλουσας με μικρότερο κέρδος.

ΣΤ. Μεμονωμένος Ιστός – Καθορισμός Περιοχής Ασφαλείας – Έλεγχος Συμμόρφωσης με Αποστάσεις Ασφαλείας

1) Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η υπόθεση ότι ισχύουν οι προϋποθέσεις της παραγράφου Ε3, οπότε εφαρμόζεται η μέθοδος της Ε4.

2) Αρχικά αναζητείται η τιμή της συνολικής ισχύος P που εκπέμπεται από την ισοδύναμη ομοιοκατευθυντική κεραία. Η τιμή αυτή λαμβάνεται ίση με την μέγιστη ισχύ που εκπέμπεται από τις κεραίες που βρίσκονται τοποθετημένες πάνω στον ιστό ή στους κοντινούς ιστούς. Αν χρειάζεται, εφαρμόζονται πρώτα οι παράγραφοι Ε6 και Ε7. Η ισχύς κάθε κεραίας προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους τιμών ισχύος που εκπέμπονται από την κεραία στα διάφορα φασματικά κανάλια (φέρουσες) στην ίδια περιοχή συχνοτήτων.

3) Αν ψ είναι η συνολική κλίση προς τα κάτω της διεύθυνσης μέγιστου κέρδους της κεραίας ως προς τον οριζόντιο άξονα ($\psi = \text{συνολικό tilt} = \text{ηλεκτρικό} + \text{μηχανικό}$), διαγράφονται δύο νοητές κωνικές επιφάνειες (η μία μέσα στην άλλη) με κοινό κατακόρυφο άξονα, κορυφή το κέντρο της διάταξης των κεραιών και γωνία μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας και του κατακόρυφου άξονα $\omega_{εξ} = 85^\circ - \psi - \frac{1}{2}\theta_{-3db}$ και μεταξύ της εσωτερικής επιφάνειας και του κατακόρυφου άξονα $\omega_{εσ} = 85^\circ - \psi - \frac{1}{2}\theta_s$. Σε περιπτώσεις τοποθέτησης πολλών κατευθυντικών κεραιών (>1) πάνω στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς, θα λαμβάνεται ως γωνία ψ η μεγαλύτερη μεταξύ των κλίσεων των κεραιών.

5) Η περιοχή στην οποία δεν πρέπει να υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης περιορίζεται εντός του εσωτερικού κώνου σε αποστάσεις από το κέντρο της διάταξης των κεραιών μικρότερες από R_s , μεταξύ των δύο κωνικών επιφανειών σε αποστάσεις από το κέντρο της διάταξης των κεραιών μικρότερες από R_{-3dB} και έξω από τον εξωτερικό κώνο σε αποστάσεις από το κέντρο της διάταξης των κεραιών μικρότερες από R_m .

6) Με βάση το τοπογραφικό διάγραμμα και τα στοιχεία τα οποία περιλαμβάνονται στο σχετικό φάκελο του σταθμού, εντοπίζονται οι τρεις πλησιέστερες προς την κεραία θέσεις (εντός του εσωτερικού κώνου, μεταξύ των δύο κώνων και εκτός αυτών) που θεωρείται ότι χρήζουν προστασίας (κατοικία, έδαφος, ταράτσα και γενικά οποιοδήποτε μέρος όπου υπάρχει ανθρώπινη πρόσβαση). Αφού υπερυψωθούν οι παραπάνω θέσεις κατά 2 μέτρα – θεώρηση παρουσίας ενός ιδιαίτερα ψηλού ανθρώπου, υπολογίζεται η απόστασή τους από το κέντρο της κεραίας. Έστω $R_{εσ}$, $R_{μετ}$ και $R_{εξ}$ οι αντίστοιχες αποστάσεις.

7) Εκτελούνται οι ακόλουθοι ελέγχοι:

7α) ελέγχεται αν η απόσταση $R_{εσ}$ είναι μεγαλύτερη από την απόσταση R_s , ή αλλιώς να μην υπάρχει θέση όπου να είναι δυνατή η πρόσβαση του κοινού και αν υπερυψωθεί κατά δύο μέτρα (ύψος ενός ιδιαίτερα ψηλού ανθρώπου), να βρίσκεται εντός του εσωτερικού νοητού κώνου και σε απόσταση μικρότερη από R_s από το κέντρο της κεραίας.

7β) ελέγχεται αν η απόσταση $R_{μετ}$ είναι μεγαλύτερη από την απόσταση R_{-3dB} , ή αλλιώς να μην υπάρχει θέση όπου να είναι δυνατή η πρόσβαση του κοινού και αν υπερυψωθεί κατά δύο μέτρα (ύψος ενός ιδιαίτερα ψηλού ανθρώπου), να βρίσκεται μεταξύ των δύο κώνων και σε απόσταση μικρότερη από R_{-3dB} από το κέντρο της κεραίας

7γ) ελέγχεται αν η απόσταση $R_{εξ}$ είναι μεγαλύτερη από την απόσταση R_m , ή αλλιώς να μην υπάρχει θέση όπου να είναι δυνατή η πρόσβαση του κοινού και αν υπερυψωθεί κατά δύο μέτρα (ύψος ενός ιδιαίτερα ψηλού ανθρώπου), να βρίσκεται εκτός του εξωτερικού κώνου και σε απόσταση μικρότερη από R_m από το κέντρο της κεραίας.

Επισημαίνεται, ότι εάν υπάρχει λόγος, είναι δυνατόν να θεωρηθούν και οι συμμετρικοί ανάστροφοι κώνοι με βάση προς την πλευρά του ουρανού και κορυφή προς το έδαφος. Στην περίπτωση αυτή θα χρησιμοποιηθεί η γωνία $-\psi$ αντί για ψ στους υπολογισμούς της γωνίας μεταξύ του κατακόρυφου άξονα και της πλευράς των κώνων.

8) Εφόσον το αποτέλεσμα και στους τρεις παραπάνω ελέγχους είναι θετικό, κρίνεται ότι σε χώρους που είναι προσιτοί από το γενικό πληθυσμό η ένταση ακτινοβολίας είναι χαμηλότερη από το επίπεδο αναφοράς - όριο. Σημειώνεται, ότι η ένταση ακτινοβολίας σε απόσταση R από το κέντρο της κεραιοδιάταξης υπολογίζεται ως:

$$S(R) = \begin{cases} \frac{P \cdot 10^{0.1G_s}}{\pi \left(R - \sqrt{\rho^2 + \frac{d^2}{4}} \right)^2} & \text{εντός του εσωτερικού κώνου} \\ \frac{P \cdot 10^{0.1G_m}}{2\pi \left(R - \frac{\rho}{\sin \omega_{\varepsilon\sigma}} \right)^2} & \text{μεταξύ των δύο κώνων} \\ \frac{P \cdot 10^{0.1G_m}}{\pi \left(R - \frac{\rho}{\sin \omega_{\varepsilon\xi}} \right)^2} & \text{εκτός του εξωτερικού κώνου} \end{cases} \quad (\Sigma\Gamma-2)$$

9) Το αν ένα σημείο βρίσκεται εντός του εσωτερικού κώνου, μεταξύ των δύο κώνων ή εκτός του εξωτερικού κώνου καθορίζεται από την υψομετρική του στάθμη σε σχέση με το ύψος τοποθέτησης της κεραίας και την οριζόντια απόσταση από αυτή. Πιο συγκεκριμένα, αν το κέντρο της κεραίας βρίσκεται σε ύψος H μέτρων πάνω από το οριζόντιο επίπεδο – στάθμη αναφοράς όπου γίνεται ο υπολογισμός, τα σημεία του επιπέδου που βρίσκονται σε οριζόντια απόσταση x από το κέντρο της κεραίας θεωρούνται ότι βρίσκονται:

- εντός του εσωτερικού κώνου αν $x < \rho_{\varepsilon\sigma}$
- μεταξύ των δύο κώνων αν $\rho_{\varepsilon\sigma} \leq x < \rho_{\varepsilon\xi}$
- εκτός του εξωτερικού κώνου αν $\rho_{\varepsilon\xi} \leq x$

όπου $\rho_{\varepsilon\sigma}$ και $\rho_{\varepsilon\xi}$ οι ακτίνες των κύκλων που σχηματίζουν οι τομές του εσωτερικού και εξωτερικού κώνου, αντίστοιχα, με το οριζόντιο επίπεδο – στάθμη αναφοράς.

$$\rho_{\varepsilon\sigma} = \rho + (H - 2) \tan \omega_{\varepsilon\sigma}, \quad \rho_{\varepsilon\xi} = \rho + (H - 2) \tan \omega_{\varepsilon\xi} \quad (\Sigma\Gamma-3)$$

Υπενθυμίζεται ότι με ρ συμβολίζεται η ακτίνα κατακόρυφου κυλίνδρου που περιβάλλει όλες τις θεωρούμενες κεραιοδιατάξεις.

10) Σε περιπτώσεις όπου στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς τοποθετούνται κεραίες που εκπέμπουν σε πολλαπλές συχνότητες, f_k ($k = 1, 2, \dots$), ως εσωτερικός κώνος θεωρείται αυτός με την μικρότερη γωνία $\omega_{\varepsilon\sigma}$, όπως προκύπτει για τις διάφορες συχνότητες εκπομπής και ομοίως ως εξωτερικός κώνος θεωρείται αυτός με την μικρότερη γωνία $\omega_{\varepsilon\xi}$. Οι οριακές αποστάσεις R_m , R_{-3dB} και R_s προκύπτουν από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$R_m = \frac{\rho}{\sin \omega_{\varepsilon\xi}} + \sqrt{\sum_k \left(\frac{P_k \cdot 10^{0.1G_{km}}}{\pi S_{k\max}} \right)^2}$$

$$R_{-3dB} = \frac{\rho}{\sin \omega_{\varepsilon\sigma}} + \sqrt{\sum_k \left(\frac{P_k \cdot 10^{0.1G_{ks}}}{2\pi S_{k\max}} \right)^2} \quad (\Sigma\Gamma-4)$$

$$R_s = \sqrt{\rho^2 + \frac{d^2}{4}} + \sqrt{\sum_k \left(\frac{P_k \cdot 10^{0.1G_{ks}}}{\pi S_{k\max}} \right)^2}$$

όπου G_{km} το μέγιστο κέρδος, G_{ks} το κέρδος του μεγαλύτερου πλευρικού λοβού, P_k η ισχύς στην είσοδο της κεραίας και $S_{k\max}$ το επίπεδο αναφοράς - όριο στη συχνότητα εκπομπής f_k .

11) Σε περιπτώσεις όπου στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς τοποθετούνται κεραίες σε διαφορετικές υψομετρικές στάθμες, αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως δύο ισοδύναμες ομοιοκατευθυντικές κεραίες στις στάθμες αυτές. Θεωρούνται οι ίδιοι εσωτερικοί και εξωτερικοί κώνοι για τις δύο κεραίες και συγκεκριμένα από τους κώνους που προκύπτουν για τις δύο κεραίες, επιλέγονται ως εσωτερικός και εξωτερικός κώνος, αντίστοιχα, αυτοί με την μικρότερη γωνία $\omega_{\varepsilon\sigma}$ και $\omega_{\varepsilon\xi}$. Ως θεωρούμενο ύψος τοποθέτησης των κεραιών λαμβάνεται η χαμηλότερη υψομετρική στάθμη όπου υπάρχουν κεραίες.

12) Εναλλακτικά σε σχέση με την προηγούμενη παράγραφο μπορούν να θεωρηθούν διαφορετικοί κώνοι και ύψη τοποθέτησης και να ακολουθηθεί μια μέθοδος αντίστοιχη με τα αναφερόμενα στην παράγραφο Η (διαχωρισμός του χώρου ελεύθερης πρόσβασης στο περιβάλλον του ιστού σε περιοχές που το θεωρούμενο κέρδος είναι σταθερό, υπολογισμός ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ελάχιστη απόσταση κάθε περιοχής από τις κεραιοδιατάξεις και έλεγχος αν ο δείκτης έκθεσης πολλαπλών συχνοτήτων σε κάθε περιοχή είναι μικρότερος της μονάδας).

Z. Μεμονωμένες Κατευθυντικές Κεραίες : Καθορισμός Περιοχής Προστασίας – Έλεγχος Συμμόρφωσης με Αποστάσεις Ασφαλείας

1) Αρχικά το κεφάλαιο αυτό περιγράφει τη μεθοδολογία ελέγχου στην περίπτωση μίας κατευθυντικής κεραίας. Στη συνέχεια εξετάζονται περιπτώσεις όπου 1 ή 2 κατευθυντικές κεραίες βρίσκονται εγκατεστημένες πάνω στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινούς ιστούς και στο ίδιο περίπου ύψος και δεν κρίνεται σκόπιμη η θεώρηση μιας ισοδύναμης ομοιοκατευθυντικής κεραίας. Η μεθοδολογία μπορεί επίσης να εφαρμοστεί στην περίπτωση μιας πραγματικής ή ισοδύναμης ομοιοκατευθυντικής κεραίας και μίας κατευθυντικής. Στις σπάνιες περιπτώσεις που αυτό μπορεί να χρειαστεί η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί επαναληπτικά σε περιπτώσεις περισσότερων των δύο κεραιών.

2) Στην περίπτωση μίας κατευθυντικής κεραίας προσδιορίζεται η αζιμουθιακή γωνία μέγιστου κέρδους γ , που δείχνει τον προσανατολισμό της και υπολογίζεται η περιβάλλουσα του διαγράμματος ακτινοβολίας ως προς φ και οι σχετικές παράμετροι (E5).

3) Υπολογίζονται οι αποστάσεις ασφαλείας R_m , R_{-3dB} (σχέση ΣΤ-1), R_{-10dB} και R_{-20dB} (σχέση Ζ-1), που αντιστοιχούν στις περιοχές σταθερού κέρδους G_m , $G_m - 3dB$, $G_m - 10dB$ και $G_m - 20dB$, αντίστοιχα:

$$R_{-10dB} = \frac{\rho}{\sin \omega_{\varepsilon\sigma}} + \sqrt{\frac{P \cdot 10^{0.1G_m}}{10\pi S_{\max}}}, \quad R_{-20dB} = \frac{\rho}{\sin \omega_{\varepsilon\sigma}} + \sqrt{\frac{P \cdot 10^{0.1G_m}}{100\pi S_{\max}}} \quad (\text{Z-1})$$

4) Με βάση το τοπογραφικό διάγραμμα και τα στοιχεία τα οποία περιλαμβάνονται στο σχετικό φάκελο του σταθμού, εντοπίζονται οι πέντε πλησιέστερες προς την κεραία θέσεις (περιοχή κύριου λοβού, περιοχή ημίσειας ισχύος, περιοχή πλάγιου λοβού, περιοχή οπίσθιου λοβού και περιοχή εντός εσωτερικού κώνου) που θεωρείται ότι χρήζουν προστασίας (κατοικία, έδαφος, ταράτσα και γενικά μέρος όπου σημειώνεται ανθρώπινη δραστηριότητα). Αφού υπερυψωθούν οι παραπάνω θέσεις κατά 2 μέτρα – θεώρηση παρουσίας ενός ιδιαίτερα ψηλού ανθρώπου, υπολογίζεται η απόστασή τους από το κέντρο της κεραίας. Έστω $R_{κλ}$, $R_{\eta\iota}$ και $R_{\pi\lambda}$, $R_{\sigma\lambda}$, $R_{\varepsilon\sigma}$ οι αποστάσεις στις περιοχές κύριου λοβού, ημίσειας ισχύος, πλάγιου λοβού, οπίσθιου λοβού και εντός εσωτερικού κώνου, αντίστοιχα, ελέγχεται αν οι αποστάσεις αυτές ικανοποιούν τις ακόλουθες σχέσεις:

4α) Στην περιοχή κύριου λοβού, πρέπει: $R_{κλ} > R_m$

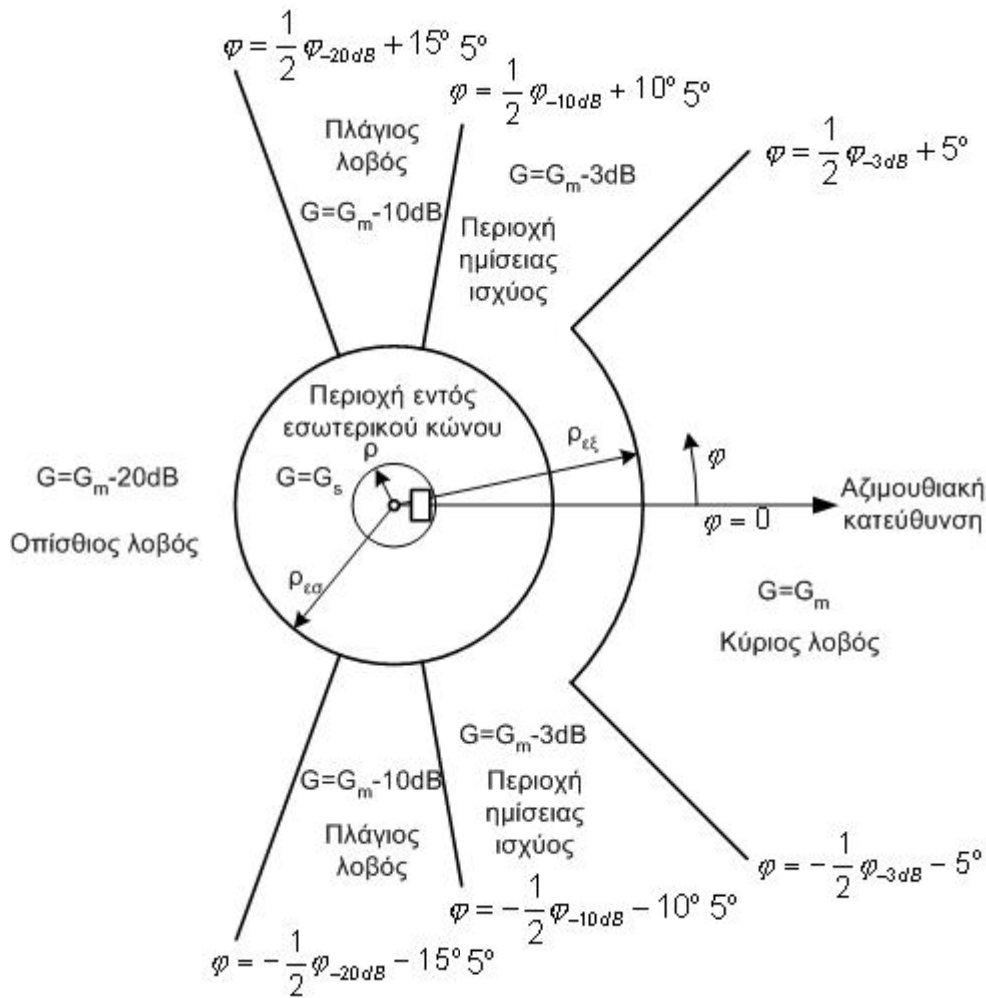
4β) Στην περιοχή ημίσειας ισχύος, πρέπει: $R_{\eta\iota} > R_{-3dB}$

4γ) Στην περιοχή πλάγιου λοβού, πρέπει: $R_{\pi\lambda} > R_{-10dB}$

4δ) Στην περιοχή οπίσθιου λοβού, πρέπει: $R_{\sigma\lambda} > R_{-20dB}$

4ε) Στην περιοχή εντός εσωτερικού κώνου, πρέπει: $R_{\varepsilon\sigma} > R_s$

Οι έλεγχοι αυτοί είναι απαραίτητοι μόνο εάν εντός των αποστάσεων αυτών υπάρχουν σημεία που χρήζουν προστασίας. Επιπλέον είναι δυνατόν να θεωρηθούν δύο η περισσότερες γειτονικές περιοχές ως μία στην οποία το κέρδος της κεραίας λαμβάνεται ίσο με το μέγιστο των περιοχών αυτών και η απόσταση των περιοχών από την κεραία ίση με την ελάχιστη των δύο.



Σχήμα Ζ1. Γεωμετρία ελέγχου κατευθυντικής κεραίας

5) Αν στον ίδιο ιστό ή σε πολύ κοντινό ιστό υπάρχει μια δεύτερη κατευθυντική κεραία, προσδιορίζονται οι προσανατολισμοί των δύο κεραίων και χαράσσεται η κοινή περιβάλλουσα διαγραμμάτων ακτινοβολίας, ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία: (Η ίδια διαδικασία χρησιμοποιείται και αν η δεύτερη κεραία είναι πραγματική ή ισοδύναμη ομοιοκατευθυντική).

5α) Κατασκευάζονται οι περιβάλλουσες των κατακόρυφων και οριζόντιων διαγραμμάτων των δύο κεραίων σύμφωνα με τα όσα έχουν ήδη αναφερθεί (στην περίπτωση της ομοιοκατευθυντικής κεραίας, το οριζόντιο διάγραμμα θα είναι μια ευθεία γραμμή).

5β) Έστω ότι P_1 και P_2 αντίστοιχα, η ισχύς τροφοδοσίας της πρώτης και της δεύτερης κεραίας. Υπολογίζεται ο λόγος $\Delta G_P = P_2 / P_1$ σε dB και προστίθεται στα διαγράμματα ακτινοβολίας της δεύτερης κεραίας. Αυτό γίνεται για να αναφέρονται τα διαγράμματα ακτινοβολίας των δύο κεραίων στην ίδια ισχύ εκπομπής.

5γ) Έστω f_1 και f_2 οι συχνότητες εκπομπής αντίστοιχα, της πρώτης και της δεύτερης κεραίας. Στις συχνότητες αυτές, αντιστοιχούν, στη γενική περίπτωση, δύο διαφορετικά επίπεδα αναφοράς

για την ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος S_{1max} και S_{2max} , αντίστοιχα. Υπολογίζεται ο λόγος $\Delta G_f = S_{1max} / S_{2max}$ σε dB και προστίθεται στα διαγράμματα ακτινοβολίας της δεύτερης κεραίας. Αυτό γίνεται για να αναφέρονται τα διαγράμματα ακτινοβολίας στην ίδια συχνότητα εκπομπής. Συνολικά, δηλαδή, στο διαγράμματα ακτινοβολίας της δεύτερης κεραίας προστίθεται $\Delta G = \Delta G_p + \Delta G_f$.

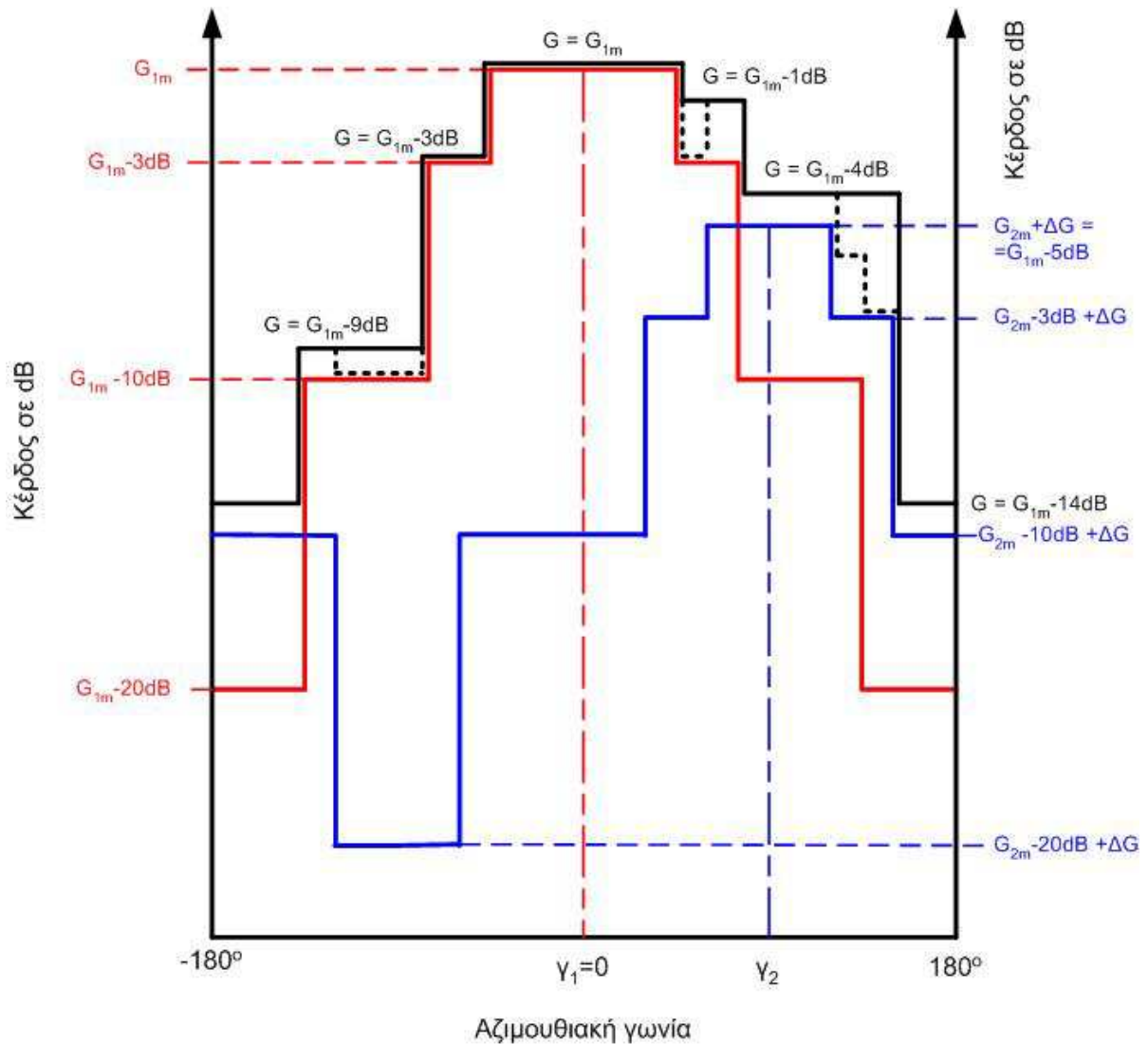
5δ) Η εγκατάσταση των δύο κεραιών μπορεί να θεωρηθεί ως μία ισοδύναμη κεραία που τροφοδοτείται με ισχύ P_1 και εκπέμπει στη συχνότητα f_1 . Το συνολικό οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας $G(\varphi)$ της ισοδύναμης κεραίας λαμβάνεται ίσο με το μέγιστο των δύο συν μια προσαύξηση που εξαρτάται από την απόλυτη διαφορά των δύο κερδών (λαμβάνοντας υπόψη και την διαφορά στην αζιμουθιακή γωνία κατεύθυνσης των δύο κεραιών)

$$G(\varphi) = \max [G_1(\varphi), G_2(\varphi) + \Delta G] + \text{προσαύξηση} \quad (\text{Z-2})$$

Στον πίνακα Z1 δίνονται οι τιμές της προσαύξησης που θεωρούνται συναρτήσει της απόλυτης διαφοράς των δύο κερδών. Τα $G_1(\varphi)$ και $G_2(\varphi)$ είναι οι περιβάλλουσες που προκύπτουν για τα οριζόντια διαγράμματα ακτινοβολίας των δύο κεραιών, λαμβάνοντας υπόψη την διαφορετική αζιμουθιακή κατεύθυνση του κύριου λοβών τους.

Πίνακας Z1. Προσαύξηση σε dB στη σχέση (Z-2)

$D = G_1 - G_2 - \Delta G $ σε dB	Προσαύξηση σε dB
$0 \leq D \leq 1$	3
$1 < D \leq 4$	2
$4 < D \leq 9$	1
$D > 9$	0



Σχήμα Z2. Κατασκευή κοινής περιβάλλουσας του οριζόντιου διαγράμματος στο περιβάλλον δύο κατευθυντικών κεραιών. Στο διάγραμμα της περιβάλλουσας οριζόντιας ακτινοβολίας της πρώτης κεραιάς (συμβολίζεται γενικά με κόκκινο χρώμα και τον δείκτη 1) μεταφέρεται η περιβάλλουσα της δεύτερης κεραιάς (συμβολίζεται γενικά με μπλε χρώμα και τον δείκτη 2) λαμβάνοντας υπόψη την μεταβολή ΔG στο κέρδος της δεύτερης κεραιάς λόγω διαφορετικής ισχύος και διαφορετικής συχνότητας εκπομπής. Λαμβάνεται επίσης υπόψη ότι οι αζιμουθιακές κατευθύνσεις γ_1 και γ_2 των δύο κεραιών είναι διαφορετικές. Η κοινή περιβάλλουσα που εξάγεται βάσει της σχέσης (Z-2) απεικονίζεται με μαύρη γραμμή. Σε μερικά σημεία έχουν γίνει ελαφρώς αυστηρότερες θεωρήσεις για την κοινή περιβάλλουσα με στόχο την απλοποίηση του διαγράμματος. Στα σημεία αυτά η περιβάλλουσα που ακολουθεί επακριβώς την σχέση (Z-2) απεικονίζεται με διακεκομμένη μαύρη γραμμή.

6) Αν χρειάζεται, επαναλαμβάνεται η διαδικασία της παραγράφου Z5 προσθέτοντας στο διάγραμμα ακτινοβολίας που προέκυψε το οριζόντιο διάγραμμα μια τρίτης κεραιάς κοκ.

7) Ως εσωτερικός κώνος της τελικής ισοδύναμης κεραιάς θεωρείται αυτός με την μικρότερη γωνία $\omega_{\text{εσ}}$, που προκύπτει για τις θεωρούμενες κεραιές και ως κέρδος του εσωτερικού κώνου

θεωρείται αυτό που προκύπτει από την σχέση (Z-2) με κέρδη G_1 και G_2 τα G_{s1} και G_{s2} , αντίστοιχα. Ομοίως, ως εξωτερικός κώνος θεωρείται αυτός με την μικρότερη γωνία ω_{ξ} που προκύπτει για τις δύο κεραιές. Στο ενδιάμεσο των δύο κώνων το κέρδος θεωρείται ίσο με αυτό που προκύπτει από την σχέση (Z-2) μείον 3dB. Στο εξωτερικό των δύο κώνων ως κέρδος της κεραιοδιάταξης θεωρείται αυτό που προκύπτει από την σχέση (Z-2). Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υπολογίζεται θεωρώντας μια ισοδύναμη κεραιά με τα κέρδη αυτά, που τροφοδοτείται με ισχύ P_1 και εκπέμπει στη συχνότητα f_1 .

8) Στη συνέχεια υπολογίζονται οι αποστάσεις ασφαλείας όπως προκύπτουν για κάθε περιοχή σταθερού κέρδους και συγκρίνονται με τις πραγματικές αποστάσεις των σημείων όπου υπάρχει ανθρώπινη πρόσβαση στο περιβάλλον των κεραιοδιατάξεων, σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους.

9) Στο κεφάλαιο αυτό θεωρήθηκε ότι όλες οι κεραιοδιατάξεις βρίσκονται τοποθετημένες στο ίδιο περίπου ύψος. Αν στην πράξη οι κεραιοδιατάξεις βρίσκονται τοποθετημένες σε διαφορετικά ύψη μπορεί να θεωρηθεί, ως δυσμενής θεώρηση, ότι όλες οι κεραιοδιατάξεις βρίσκονται στο χαμηλότερο ύψος.

10) Εναλλακτικά σε σχέση με τα αναγραφόμενα στο κεφάλαιο αυτό, δύο ή περισσότερες κεραιοδιατάξεις μπορούν να θεωρηθούν ανεξάρτητα σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο Η.

Η. Ανεξάρτητη Θεώρηση Δύο ή Περισσότερων Κεραιοδιατάξεων – Υπολογισμός Επιπέδων Η/Μ Ακτινοβολίας και Συγκριση με τα Όρια

1) Σε περιπτώσεις όπου στον ίδιο χώρο υπάρχουν 2 ή περισσότερες κεραιοδιατάξεις, ο χώρος ελεύθερης πρόσβασης στο περιβάλλον τους χωρίζεται σε περιοχές ώστε το θεωρούμενο κέρδος από την περιβάλλουσα του διαγράμματος κάθε κεραιοδιάταξης, πραγματικής ή ισοδύναμης να είναι σταθερό (βλέπε σχήμα Η1). Οι περιοχές αυτές ονομάζονται περιοχές σταθερού κέρδους και αριθμούνται χαρακτηριστικά.

2) Για κάθε περιοχή σταθερού κέρδους i επιλέγεται το σημείο που απέχει την ελάχιστη απόσταση από κάθε κεραιοδιάταξη (υπερυψωμένο κατά δύο μέτρα) και υπολογίζεται η μέγιστη ακτινοβολούμενη ισχύς από την κεραιοδιάταξη j στην περιοχή i και στη συχνότητα f (για τις περιπτώσεις εκπομπής σε περισσότερες από μία συχνότητες από την ίδια κεραιοδιάταξη), S_{jif} , σχέση Δ-1. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέγιστος λόγος έκθεσης από την κεραιοδιάταξη j στην περιοχή i , AE_{ji} .

$$AE_{ji} = \sum_f \frac{S_{jif}}{S_{f,max}} \quad (H-1)$$

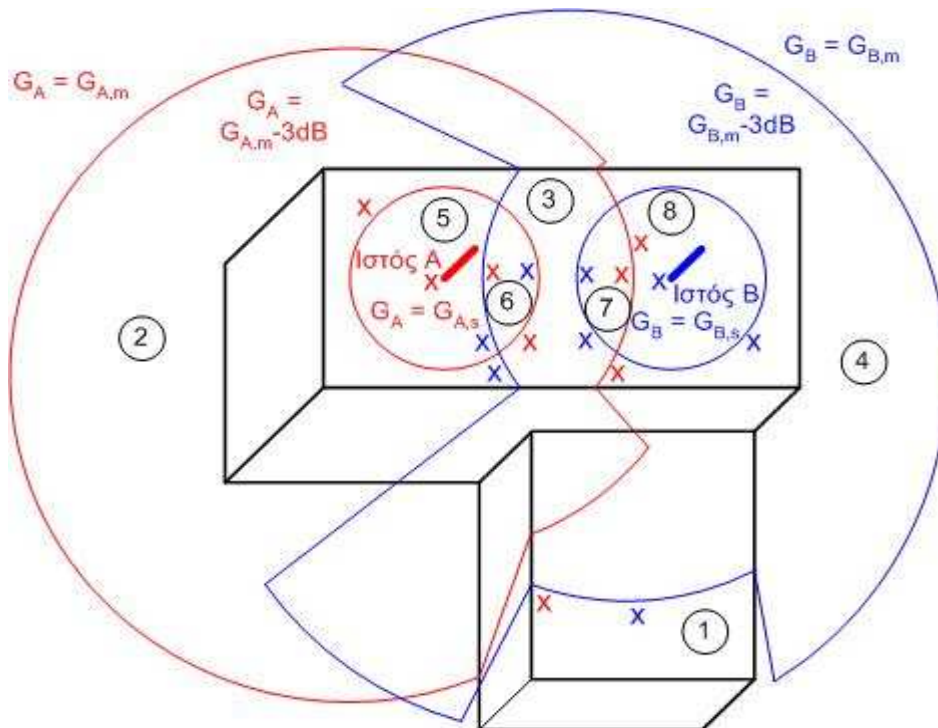
όπου $S_{f,max}$ το επίπεδο αναφοράς – όριο για την συχνότητα f .

3) Στη συνέχεια υπολογίζεται αν το άθροισμα των μέγιστων λόγων έκθεσης, ALE_i στην περιοχή i είναι μικρότερο της μονάδας.

$$ALE_i = \sum_j LE_{ji} < 1 \quad (H-2)$$

4) Αν ισχύει η H-2, τότε, επειδή ο δείκτης έκθεσης πολλαπλών συχνοτήτων είναι μικρότερος του ALE_i οπουδήποτε στην περιοχή i , δεν χρειάζεται η λήψη μέτρων προφύλαξης του κοινού στην περιοχή i .

5) Αν δεν ισχύει η H-2, τότε ενδεχομένως στην περιοχή i ή σε τμήμα αυτής να χρειάζεται η λήψη μέτρων προφύλαξης του κοινού. Εάν το σχήμα μιας περιοχής σταθερού κέρδους είναι τέτοιο ώστε να προκύπτουν εξαιρετικά μικρές αποστάσεις από δύο ή περισσότερες κεραιοδιατάξεις, είναι δυνατόν η περιοχή αυτή να διαιρεθεί σε μικρότερα τμήματα για πιο ρεαλιστικούς υπολογισμούς. Μετά την διαίρεση της περιοχής σε τμήματα επαναλαμβάνεται ο υπολογισμός των παραγράφων 2 έως 4 ώστε να αποδειχθεί ότι σε οποιαδήποτε περιοχή είναι δυνατή η ανθρώπινη πρόσβαση, ισχύει η ανισότητα H-2.



Σχήμα Η1. Τρισδιάστατη απεικόνιση δύο ομοιοκατευθυντικών κεραιοδιατάξεων που βρίσκονται τοποθετημένες επί δύο ανεξάρτητων ιστών Α και Β στην οροφή ενός κτιρίου παρουσία ενός χαμηλότερου γειτονικού κτιρίου. Απεικονίζονται ακόμη τα περιγράμματα των κώνων που ορίζουν τις περιοχές σταθερού κέρδους των δύο κεραιοδιατάξεων όπως διαμορφώνονται από την παρουσία των κτιρίων. Οι περιοχές σταθερού κέρδους αριθμούνται από 1 έως 8. Στον ακόλουθο πίνακα φαίνονται τα θεωρούμενα κέρδη G_A και G_B των κεραιοδιατάξεων στον ιστό Α και Β, αντίστοιχα, στις περιοχές αυτές. Με κόκκινο και μπλε x σημειώνονται τα σημεία ελάχιστης απόστασης από τις κεραιοδιατάξεις στον ιστό Α και Β, αντίστοιχα, σε κάθε περιοχή για τον υπολογισμό της μέγιστης ακτινοβολούμενης ισχύος.

Περιοχή	G_A	G_B
1	$G_{A,m}$	$G_{B,m}$
2	$G_{A,m} - 3dB$	$G_{B,m}$
3	$G_{A,m} - 3dB$	$G_{B,m} - 3dB$
4	$G_{A,m}$	$G_{B,m} - 3dB$
5	$G_{A,s}$	$G_{B,m}$
6	$G_{A,s}$	$G_{B,m} - 3dB$
7	$G_{A,m} - 3dB$	$G_{B,s}$
8	$G_{A,m}$	$G_{B,s}$

Θ. Μικροκυματικές Ζεύξεις

1) Όσον αφορά την εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από την μικροκυματική ζεύξη που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση του σταθμού βάσης, αυτή πρακτικά μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα διότι:

- η ισχύς στην είσοδό της είναι εξαιρετικά μικρή (της τάξης των mW)
- η μικροκυματική αυτή κεραία είναι υπερκατευθυντική και
- η διεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας της δεν συναντά σημεία προσιτά στο γενικό πληθυσμό. Σε περίπτωση που κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προφύλαξης του κοινού και να αναφέρονται στην τεχνική μελέτη ραδιοεκπομπών του σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

2) Στην συνήθη περίπτωση που ο σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας περιλαμβάνει μόνο μία μικροκυματική ζεύξη τοποθετημένη σε τέτοιο ύψος, ώστε να μην υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης από τον γενικό πληθυσμό στην διεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας της, δεν απαιτείται ο συνυπολογισμός της κεραίας αυτής.

3) Σε περιπτώσεις που ο σταθμός κινητής τηλεφωνίας περιλαμβάνει περισσότερες από μία μικροκυματικές ζεύξεις, η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τις ζεύξεις αυτές πρέπει να συνυπολογίζεται και να προστίθεται στη ακτινοβολία των κεραιοδιατάξεων κινητής τηλεφωνίας σύμφωνα με το ισχύον τεχνικό υπόδειγμα της ΕΕΑΕ για τους σταθμούς μικροκυματικών κεραιών (<http://143.233.238.6/el/services/templates/index-2.html>).

I. Μέτρα Προφύλαξης του Κοινού

1) Μετά τους υπολογισμούς των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και τους ελέγχους τήρησης των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού θα προσδιορίζονται με σαφήνεια τα σημεία εκείνα που χρήζουν προστασίας και στα οποία πρέπει να αποκλειστεί η δυνατότητα πρόσβασης του κοινού.

2) Στην συνέχεια θα αναφέρεται με σαφήνεια ο τρόπος υλοποίησης των μέτρων προφύλαξης του κοινού. Πιθανοί τρόποι προφύλαξης είναι:

- Ο περιορισμός της πρόσβασης με την χρήση φυσικών μέσων όπως περίφραξη, κικλιδώματα, κλειδωμένες πόρτες κλπ.
- Η επισήμανση της περιοχής απαγορευμένης πρόσβασης με την χρήση έγχρωμων διαγραμμίσεων.
- Η ενημέρωση για την περιοχή απαγορευμένης πρόσβασης με την ανάρτηση ειδικών πινακίδων.
- Η χρήση φωτεινών και ηχητικών συναγερμών σε περίπτωση παραβίασης της περιοχής απαγορευμένης πρόσβασης.

Τα μέτρα προφύλαξης του κοινού πρέπει να είναι επαρκή, απλά και κατανοητά.

3) Μετά τον ορισμό των μέτρων προφύλαξης του κοινού, θα πραγματοποιούνται υπολογισμοί των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε άλλα τρία τουλάχιστον σημεία στο περιβάλλον του υπό μελέτη σταθμού βάσης, π.χ. στα υψηλότερα όμορα ή άμεσα γειτονικά κτίρια καθώς και στα κτίρια βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων εφόσον βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων από το σταθμό βάσης.

4) Συνιστάται επίσης να προβλέπεται η τακτική επιθεώρηση γενικά του σταθμού κεραιών και ειδικά των μέτρων προφύλαξης του κοινού με στόχο την επιβεβαίωση του αναλλοίωτου της καταστάσεως του σταθμού και την συντήρηση - αποκατάσταση των μέτρων προφύλαξης από φθορές που ενδεχομένως να επέλθουν με την πάροδο του χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο : ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ ΚΑΙ ΚΕΡΑΙΩΝ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΕΑΕ

(Άρθρο 5, παρ. 1, της Κ.Υ.Α. με αριθ. 53571/3839, Φ.Ε.Κ. 1105/Β/6-9-2000)

A. Εισαγωγή

Το παρόν υπόδειγμα τεχνικής μελέτης περιλαμβάνει μεθόδους υπολογισμού των εκπεμπόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων από :

- κεραιές που χρησιμοποιούνται σε επίγειους δορυφορικούς σταθμούς και συνήθως είναι κάτοπτρα παραβολικής επιφάνειας και ονομάζονται κεραιές ανακλαστήρα (ή aperture antennas)
- μικροκυματικές κεραιές – ζεύξεις που κυρίως είναι κάτοπτρα κυκλικής διατομής και χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας για συνδέσεις σημείων (point to point microwave radio antennas).

-

Η μέθοδος που θα παρουσιαστεί αμέσως παρακάτω βασίστηκε σε μεθόδους που έχουν περιγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία καθώς και σε δημοσιευμένες μετρήσεις και σε μετρήσεις που έχει εκπονήσει η υπηρεσία μας στα είδη κεραιών που προαναφέρθηκαν. Πρέπει να τονιστεί πως στα υπό εξέταση είδη κεραιών η δέσμη ακτινοβολίας είναι υπερκατευθυντική και η διεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας είναι εξαιρετικά απίθανο να συναντά σημεία προσιτά στο γενικό πληθυσμό, δεδομένου του ότι πιθανή παρεμβολή φυσικού ή τεχνητού εμποδίου καθιστά τη ζεύξη προβληματική.

B. Υπολογισμοί μεγεθών εκπεμπόμενων Η/Μ πεδίων

Στη μέθοδο που θα παρουσιαστεί για τον υπολογισμό των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και των μεγεθών έκθεσης που αναφέρονται στην κείμενη νομοθεσία γίνεται διάκριση της περιοχής έκθεσης στο εγγύς πεδίο, στη μεταβατική περιοχή και στην περιοχή του μακρινού πεδίου. Πιο συγκεκριμένα, με τη μέθοδο που θα παρουσιαστεί γίνεται εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος κατά μήκος του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας και κατόπιν σε σημεία εκτός του άξονα αυτού.

- **Εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος κατά μήκος του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας**

1) Περιοχή εγγύς πεδίου (near field region)

Το εγγύς πεδίο θεωρείται ότι εκτείνεται από το κέντρο της κεραίας μέχρι την απόσταση :

$$R_{nf} = \frac{D^2}{4\lambda}$$

Στην περιοχή αυτή και εντός του κυλίνδρου που ορίζεται με βάση τον κύκλο με διάμετρο την διάμετρο της κεραίας και άξονα τον άξονα μέγιστης ακτινοβολίας, η πυκνότητα ισχύος θεωρείται ότι παραμένει σταθερή και ότι λαμβάνει τη μέγιστη δυνατή τιμή που είναι η εξής:

$$S_{nf} = \frac{16 \cdot P_{in}}{\pi \cdot D^2}$$

όπου D η διάμετρος της κεραίας, λ το μήκος κύματος και P_{in} η μέγιστη ισχύς στην είσοδο της κεραίας.

Στην παραπάνω σχέση έχει γίνει η πολύ αυστηρή παραδοχή ότι ο συντελεστής απόδοσης της κεραίας είναι 1, δηλαδή πως η ενεργή επιφάνεια της κεραίας είναι ίση με την πραγματική (φυσική) της επιφάνεια. και άρα γίνεται η θεώρηση πως το κέρδος της κεραίας είναι ίσο με :

$$G = \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

2) Μεταβατική περιοχή (transition region)

Η μεταβατική περιοχή είναι αυτή που εκτείνεται από το τέλος της περιοχής του εγγύς πεδίου μέχρι την αρχή της περιοχής του μακρινού πεδίου. Στην περιοχή αυτή, η πυκνότητα ισχύος μεταβάλλεται με το αντίστροφο της απόστασης σε αντίθεση με την περιοχή του μακρινού πεδίου, όπου η πυκνότητα ισχύος μεταβάλλεται με το αντίστροφο του τετραγώνου της απόστασης.

Η μεταβατική περιοχή εκτείνεται από την απόσταση R_{nf} μέχρι την απόσταση R_{ff}, όπου :

$$R_{ff} = \frac{2 \cdot D^2}{\lambda}$$

Εντός της περιοχής αυτής η πυκνότητα ισχύος δίνεται από τον τύπο :

$$S_t = \frac{S_{nf} R_{nf}}{R}, R_{nf} \leq R \leq R_{ff}$$

Όπου:

- S_t : η πυκνότητα ισχύος στην μεταβατική περιοχή σε σημείο που απέχει απόσταση R από το κέντρο της κεραίας
- S_{nf} : η μέγιστη πυκνότητα ισχύος στην περιοχή του κοντινού πεδίου
- R_{nf} : η απόσταση στην οποία εκτείνεται το κοντινό πεδίο
- R : η απόσταση του σημείου υπολογισμού

3) Περιοχή μακρινού πεδίου (far field region)

Ο υπολογισμός του μεγέθους της πυκνότητας ισχύος S που εκπέμπεται γίνεται με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$S_{ff} = \frac{P_{in} \cdot G}{4\pi R^2}$$

Όπου:

- S_{ff} : η πυκνότητα ισχύος, σε W/m^2 ,
- P_{in} : η μέγιστη ισχύς στην είσοδο της κεραίας σε Watt,
- G : το κέρδος της κεραίας στην κατεύθυνση ενδιαφέροντος (εκφρασμένο σε dbi), όπου :

$$G = 10^{\frac{dBi}{10}}$$

- R : η απόσταση από το κέντρο της κεραίας της θέσης υπολογισμού της ισχύος ακτινοβολίας, σε m (για αποστάσεις μεγαλύτερες από R_{ff})

- **Εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος σε περιοχές εκτός του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας**

1) Για την περιοχή του κοντινού πεδίου και την μεταβατική περιοχή, η πυκνότητα ισχύος σε σημεία εκτός του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας που απέχουν από αυτόν απόσταση τουλάχιστον μια διάμετρο της υπό εξέταση κεραίας, υπολογίζεται αντίστοιχα από τους προαναφερθέντες τύπους για σημεία επί του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας στην ίδια απόσταση από το κέντρο της κεραίας, μειώνοντας την υπολογιζόμενη τιμή κατά ένα παράγοντα 100 (-20 dB).

Για την περιοχή του μακρινού πεδίου, η πυκνότητα ισχύος σε ένα συγκεκριμένο σημείο υπολογίζεται από τον τύπο

$$S = \frac{P \cdot G(\theta)}{4\pi R^2},$$

όπως προκύπτει από το διάγραμμα μεταβολής της απολαβής $G(\theta)$ ως προς ισοτροπικό ακτινοβολητή, για την γωνία θ που σχηματίζει η ημιευθεία από το κέντρο της κεραίας έως το σημείο για το οποίο γίνεται ο υπολογισμός, με τον άξονα μέγιστης ακτινοβολίας. Το μέγεθος $G(\theta)$ δίνεται από τα διαγράμματα του κατασκευαστή της κεραίας ή από εκφράσεις της περιβάλλουσας του διαγράμματος απολαβής από συστάσεις διεθνών οργανισμών (όπως οι ITU-R S.580-5 και ITU-R S.465-5).

Η πιο συνήθης και η πιο κοινά αποδεκτή έκφραση είναι η κάτωθι:

$$G(\theta) = 32 - 25 \log \theta \text{ dB}, 1^\circ \leq \theta \leq 48^\circ$$

$$G(\theta) = -10 \text{ dB}, 48^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$$

Γ. Περίπτωση εξέτασης επίγειου δορυφορικού ή μικροκυματικού σταθμού παρουσία άλλων γειτονικών σταθμών κεραιών εντός 50 μέτρων – Έλεγχος συμμόρφωσης με τα όρια ασφαλείας.

Στην περίπτωση εγκατάστασης και άλλων σταθμών κεραιών εντός 50 μέτρων, πρέπει να εφαρμόζεται ο έλεγχος του Άρθρου 4 της Κ.Υ.Α 53571 (Φ.Ε.Κ., Αρ. 1105, Τεύχος Δεύτερο, 6 Σεπτεμβρίου 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11^ο : ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

11.1. Παρουσίαση και σκοπός του λογισμικού

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η ανάπτυξη ενός λογισμικού το οποίο, αφενός θα εκτελεί τις κατάλληλες ενέργειες για την εκτίμηση των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον των σταθμών κεραιών κινητής τηλεφωνίας, αφετέρου θα προετοιμάζει ένα σημαντικό μέρος μίας αναφοράς μέσα στην οποία θα περιγράφεται η διαδικασία και τα αποτελέσματα της διεξαχθείσας μελέτης.

Το λογισμικό εκτίμησης των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Microsoft Visual Basic 6.0. , εξασφαλίζοντας στον χρήστη ένα φιλικό περιβάλλον με βοηθητικά μενού και αναφορές σε off-line συνδέσμους.

Το παρόν λογισμικό περιλαμβάνει 2 πρότυπα τεχνικής μελέτης ραδιοεκπομπών: το υπόδειγμα τεχνικής μελέτης ραδιοεκπομπών σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας που έχει συστήσει η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας και το Μοντέλο Saltzburg. Το δεύτερο μοντέλο χρησιμοποιείται για την περαιτέρω ανάπτυξη του λογισμικού τεχνικής μελέτης ραδιοεκπομπών αυτής της εργασίας και δεν αποτελεί το μοντέλο που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα για τη διεξαγωγή μιας τεχνικής μελέτης ραδιοεκπομπών.

11.2. Μελέτη ραδιοεκπομπών βάση του υποδείγματος της ΕΕΑΕ

11.2.1. Εκτίμηση επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Αποτελεί την κύρια λειτουργία του λογισμικού. Περιλαμβάνει όλες τις μαθηματικές εξισώσεις και παραδοχές που απαιτούνται για τον υπολογισμό των εκπεμπόμενων μεγεθών στις αποστάσεις που κρίνεται ότι χρήζουν προστασίας. Η διαδικασία υπολογισμού των μεγεθών στηρίζεται αποκλειστικά στις οδηγίες που έχει εκδώσει η ΕΕΑΕ σε συνεργασία με την Ελληνική πολιτεία μέσα από το άρθρο της με τίτλο «final_protipo_mobile.doc».

- Αρχικά, αναφέρονται και περιγράφονται όλοι οι ιστοί που πρόκειται να εξεταστούν:

*ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΜΙΧΑΗΛ ΚΑΡΓΑΚΗ*

Χαρακτηριστικά ιστών στήριξης κεραιοδιατάξεων

Όνομασία Ιστού	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Κάτοχος	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Αριθμός κεραιών κινητής τηλεφωνίας	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Αριθμός μικροκυματικών ζεύξεων	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Αριθμός δίπλων κεραιοδιατάξεων	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ύψος ιστού (m)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ύψος κτιρίου (m)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ύψόμετρο εδάφους (m)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Proceed

- Προσδιορίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κεραιοδιατάξεων που βρίσκονται στους υπό εξέταση ιστούς:

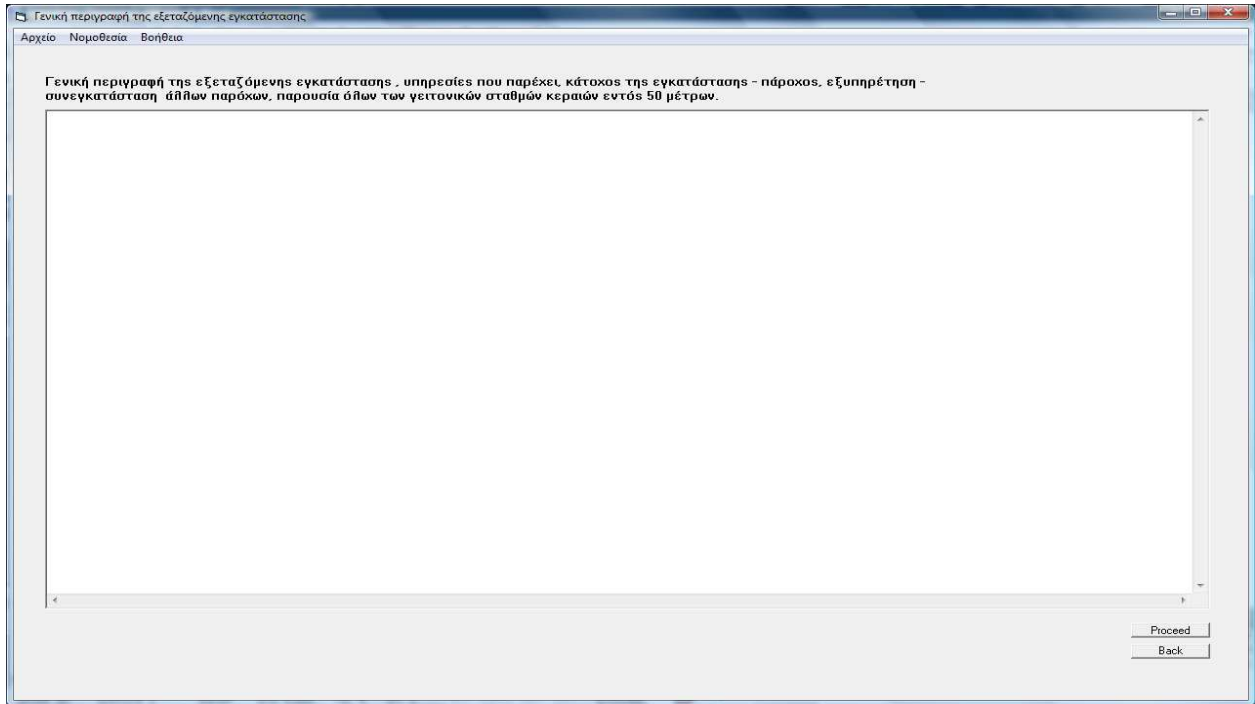
Τεχνικά χαρακτηριστικά κεραιοδιατάξεων

Α/Α κεραιοδιάταξης	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ιστός στήριξης	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Πάροχος	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Υπηρεσία	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Συχνότητα εκπομπής (MHz)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Αζιμούθιο(μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ηλεκτρική και μηχανική κλίση (μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ύψος κέντρου κεραίας από τη βάση του ιστού(m)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Κατασκευαστής	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Μοντέλο / Τύπος	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Μέγιστο κέρδος στον κύριο λοβό G ₁ (dBi)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Μέγιστο κέρδος στο μεγαλύτερο πλάγιο λοβό G ₂ (dBi)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Γωνία ημίσειας ισχύος στο κατακόρυφο διάγραμμα 0-3dB (μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Γωνία 0s στο κατακόρυφο διάγραμμα (μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Γωνία ημίσειας ισχύος στο οριζόντιο διάγραμμα φ-3dB (μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Γωνία 1/10 ισχύος στο οριζόντιο διάγραμμα φ-10dB (μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Γωνία 1/100 ισχύος στο οριζόντιο διάγραμμα φ-20dB (μοίρες)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Μέγιστο κέρδος μεγαλύτερου πλάγιου λοβού G ₃ (dBi)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Αριθμός φασματικών καναλιών (φερασιών)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ισχύς στην είσοδο της κεραιοδιάταξης ανά φέρουσα (W)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

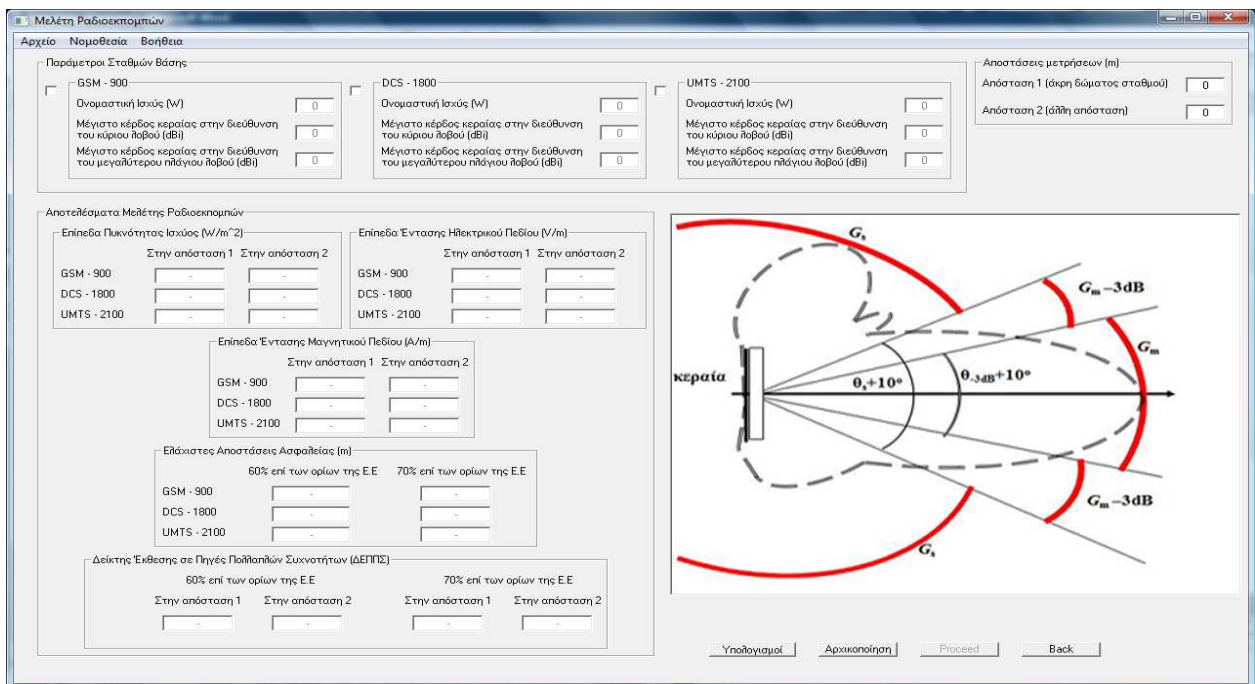
Proceed
Back

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.

- Γίνεται μια γενική περιγραφή της εξεταζόμενης εγκατάστασης που αφορά τις υπηρεσίες που παρέχει, τον κάτοχο της εγκατάστασης (πάροχος), συνεγκατάσταση άλλων παρόχων καθώς και την παρουσία γειτονικών σταθμών βάσης σε απόσταση μικρότερη από 50m από την υπο εξέταση εγκατάσταση.



- Ρύθμιση τελευταίων παραμέτρων που αφορούν το κέρδος και την ισχύ του σταθμού βάσης καθώς και τις αποστάσεις μελέτης.



- Καταγραφή τρόπου τομεοποίησης ανά συχνότητα λειτουργίας για την περίληψη στην τελική αναφορά

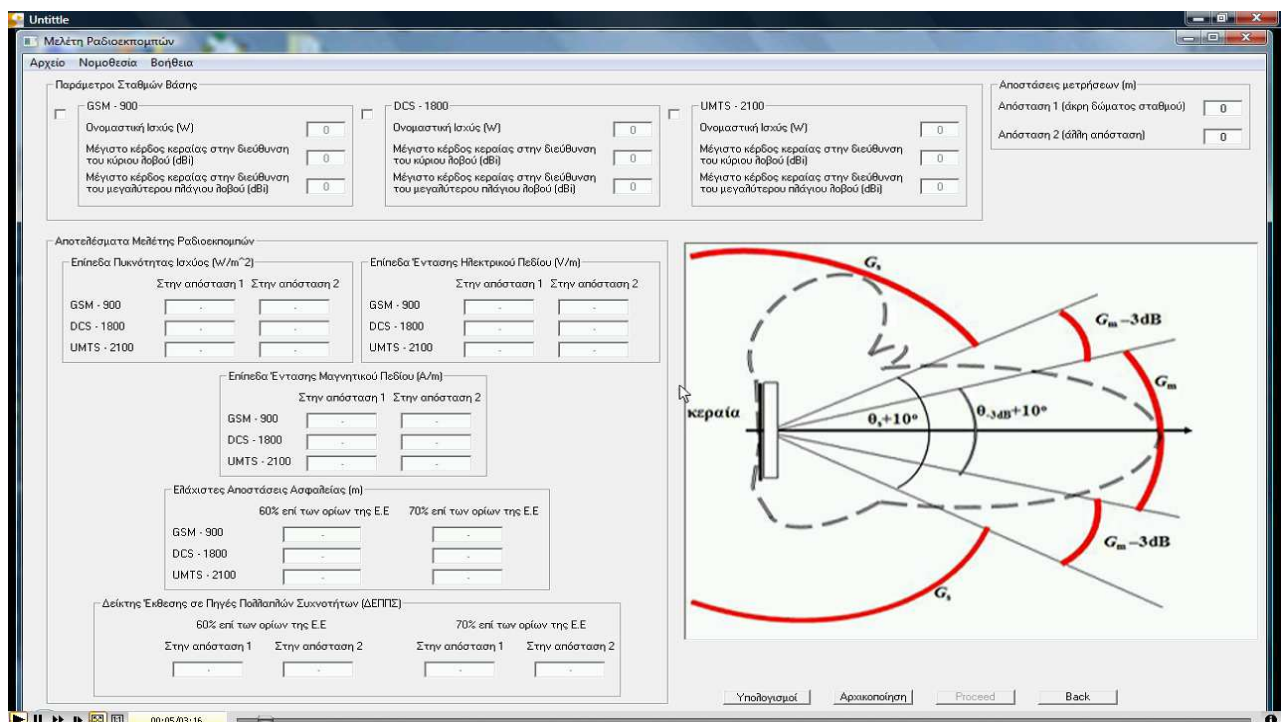
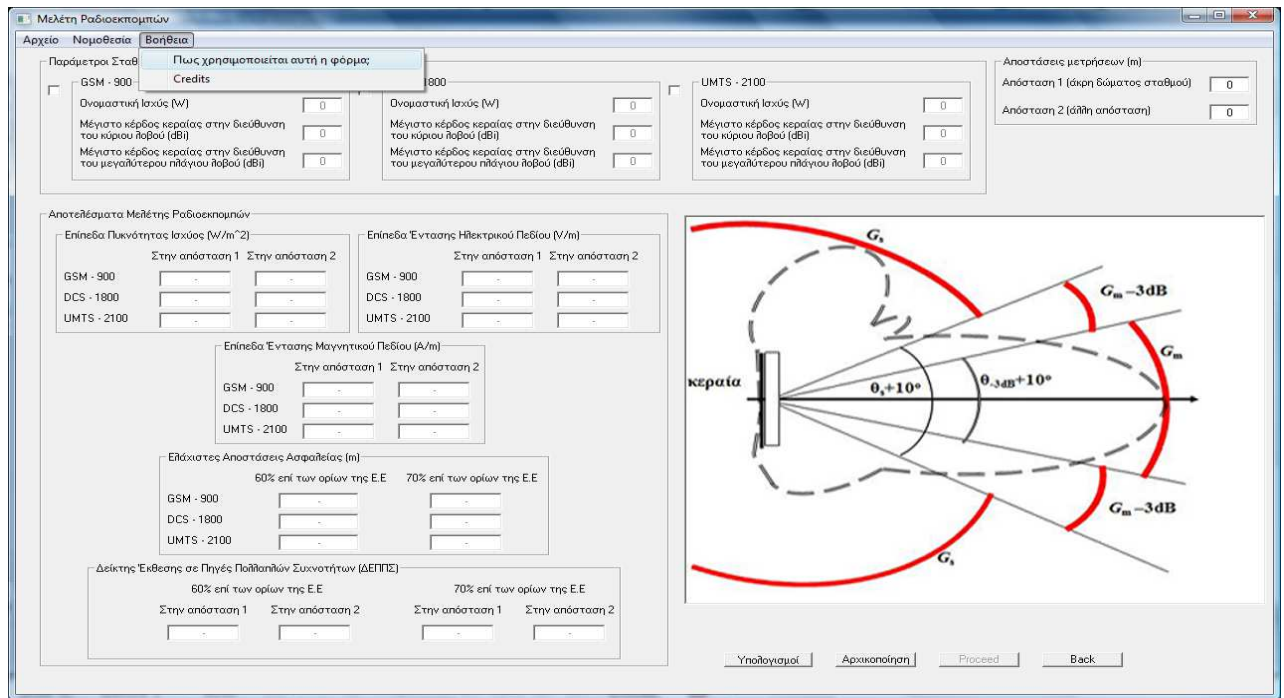
The screenshot shows the 'Sectorisation' software window. The title bar reads 'Τομεοποίηση'. Below the title bar are menu options: 'Αρχείο', 'Νομοθεσία', and 'Βοήθεια'. The main area is titled 'Sectorisation ανά συχνότητα λειτουργίας'. It features a table with 11 rows of parameters and 9 columns for sectors (Sector 1 to Sector 9). Each cell in the table contains a small rectangular input field. The parameters listed are: Τομέας, Συχνότητα λειτουργίας(MHz), Ισχύς ανά κανάλι (W), Ισχύς ανά κανάλι (dBm), Κατεύθυνση (μπίρες), Τύπος κεραιών, Κέρδος κεραιών (dBi), Προς τα κάτω κλίση της κεραιάς (μπίρες), Οριζόντια απόκλιση (μπίρες), Κάθετη απόκλιση (μπίρες), Κάθετη απόκλιση σε σχέση με την προς τα κάτω κλίση της κεραιάς (μπίρες), Οριζόντια απώλεια (dB), Κατακόρυφη απώλεια (dB), Απώλεια καλωδίων (dB), Γενικό κέρδος (dB), and *Ύψος κεραιών από τη χαμηλότερη άκρη (m). At the bottom right, there are three buttons: 'Back', 'Export to excel (Stand alone)', and 'Proceed to word'.

- Παραμετροποίηση αναφοράς και εκτύπωσης σε Microsoft Word ή Microsoft Excel

This screenshot is similar to the previous one, showing the 'Sectorisation' software window. However, a 'Browse...' dialog box is overlaid on the parameter grid. The dialog box shows the file explorer view for 'D:\', with a list of files including 'browse_prev_report.frm', 'eissaswgh_meleths.frm', 'eissaswgh_meleths.fx', 'Form1.frm', 'Form1.fx', 'Form1.log', 'Form2.frm', 'Form2.fx', and 'Form2.log'. The 'Save report as:' field contains the text 'Text1'. There are 'Create report' and 'Cancel' buttons at the bottom of the dialog. The background software interface remains visible, showing the same parameter grid and buttons as in the previous screenshot.

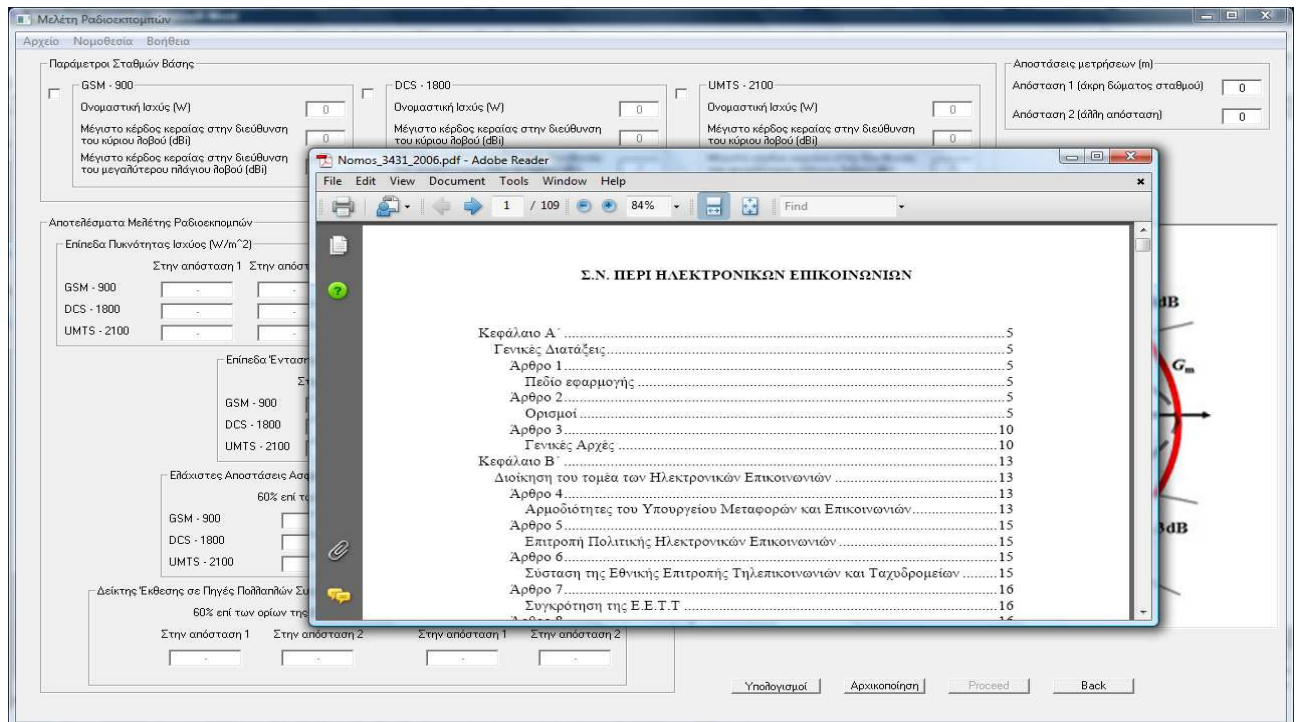
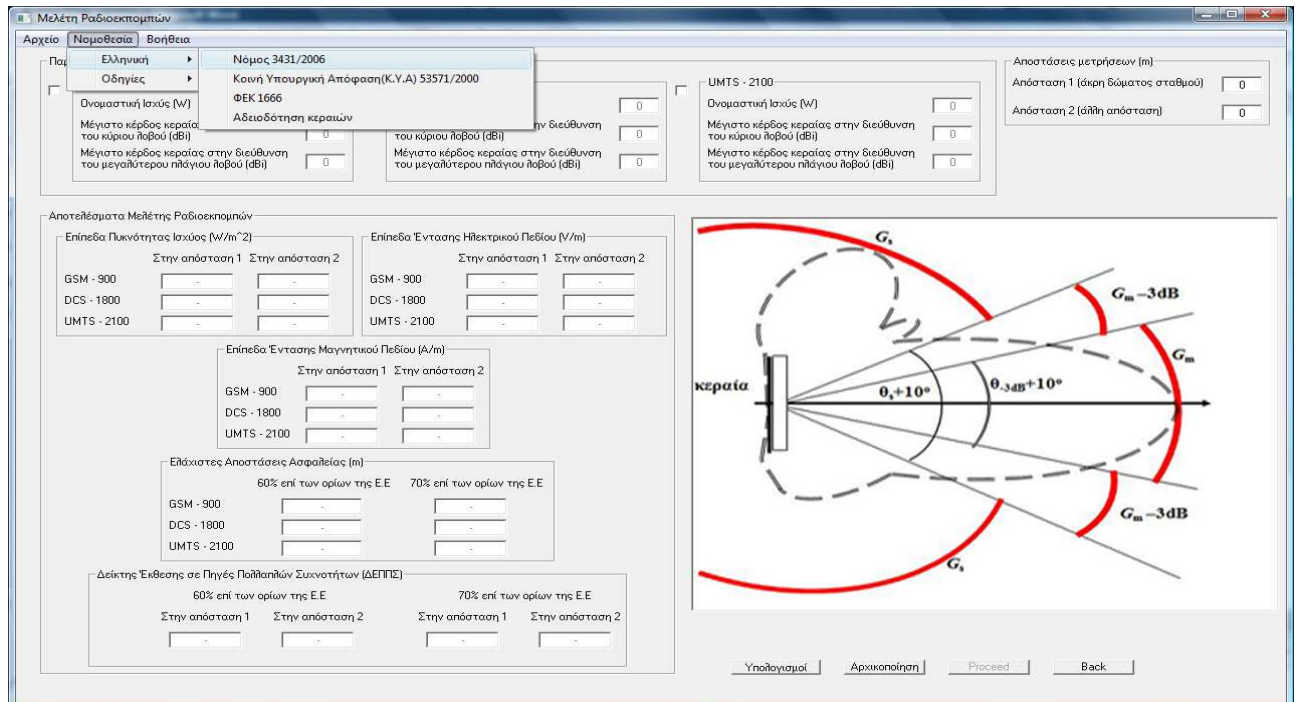
11.2.2. Help Menus

Για την εξασφάλιση ενός μοντέρνου και φιλικού περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος screen recording για την υλοποίηση των βοηθητικών μενού του λογισμικού. Ο χρήστης μπορεί με ένα κλικ στο μενού «Βοήθεια» να παρακολουθήσει την παρουσίαση τη φόρμας πάνω στην οποία εργάζεται τη δεδομένη στιγμή, ώστε να λύσει ό,τι απορίες του έχουν προκύψει σχετικά με την ορθή συμπλήρωσή της.



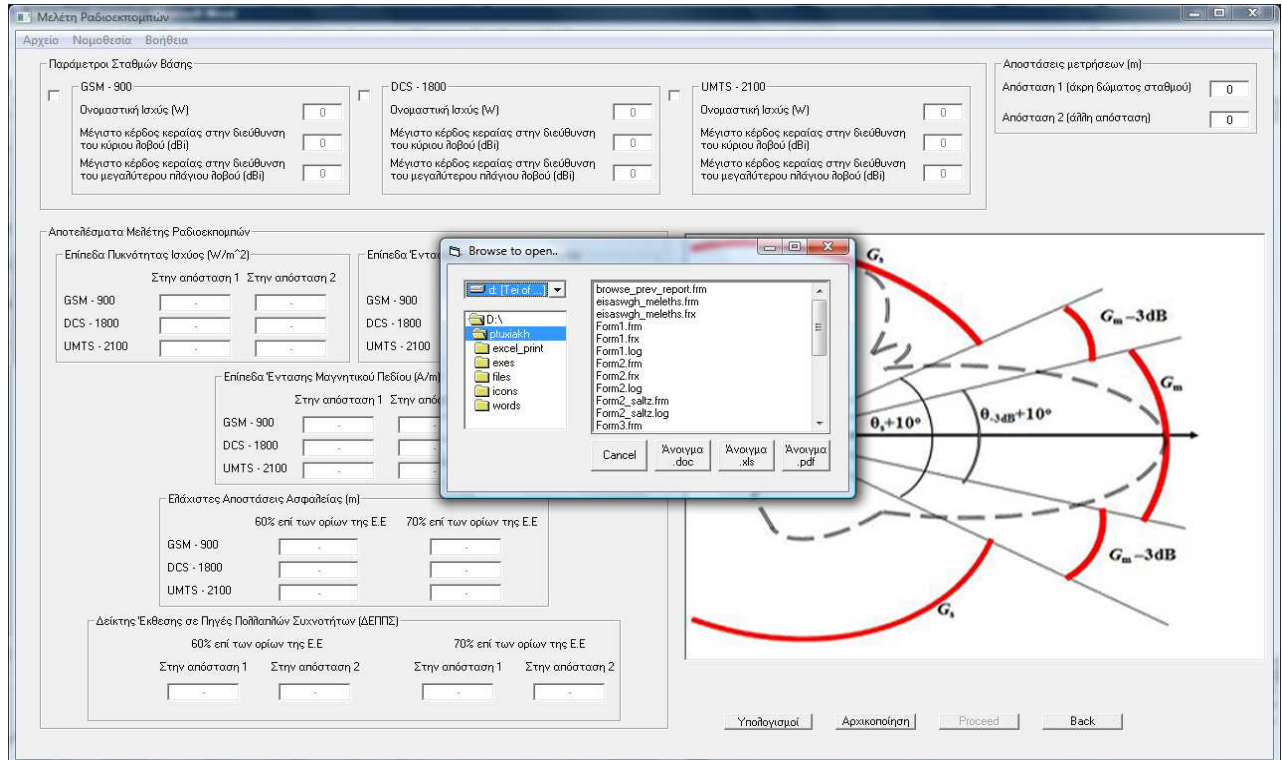
11.2.3. Off-line σύνδεσμοι και παραπομπές

Η λειτουργία αυτή δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να ανοίξει έγγραφα που αφορούν στις τεχνικές μελέτες ραδιοεκπομπών, στην ελληνική νομοθεσία, στα όρια και τα επίπεδα αναφοράς των μεγεθών που περιγράφουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, κ.ά χρησιμοποιώντας το μενού «Νομοθεσία» και τα ενσωματωμένα σε αυτό υπομενού.



11.2.4. Σύγκριση νυν μελέτης με πραγματοποιηθήσα μελέτης του παρελθόντος

Με τη λειτουργία αυτή, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ανοίξει και να μελετήσει παλαιότερη αναφορά η οποία έχει αποθηκευτεί στο παρελθόν στον υπολογιστή του, να κάνει αλλαγές και σύγκριση με νεότερη, κ.τ.λ. Υποστηρίζει τύπο αρχείων .doc , .xls και .pdf.



11.3. Μελέτη ραδιοεκπομπών βάση του μοντέλου Saltzburg

11.3.1. Εκτίμηση επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Όπως και στο άλλο μέρος του λογισμικού, η εκτίμηση των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αποτελεί το κυριότερο μέρος του λογισμικού. Περιλαμβάνει:

- Καταγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών των κεραιοδιατάξεων του υπό εξέταση σταθμού βάσης

The screenshot shows a software window titled "Τεχνικά χαρακτηριστικά κεραιοδιατάξεων" (Antenna Characteristics). The window has a menu bar with "Αρχείο", "Μοντέλο Saltzburg", and "Βοήθεια". Below the menu bar, there is a section titled "Τεχνικά χαρακτηριστικά των κεραιοδιατάξεων" (Antenna Characteristics). This section contains a list of technical parameters, each followed by a grid of input fields. The parameters listed are:

- A/A κεραιοδιάταξης
- Κατάσταση
- Πάρος
- Υψόμετρο
- Συντόνισμα εκπομπής (MHz)
- Αξιομετρήσιμες (μιοίρες)
- Ηλεκτρική και μηχανική κλίση (μιοίρες)
- Ύψος κέντρου κεραιάς από τη βάση του ιστού(m)
- Κατασκευαστής
- Μοντέλο / Τύπος
- Μέγιστο κέρδος στον κύριο λοβό G₀ (dBi)
- Μέγιστο κέρδος στο μεγαλύτερο πλάγιο λοβό G₁ (dBi)
- Γωνία ημίσειας ισχύος στο κατακόρυφο διάγραμμα θ=3dB (μιοίρες)
- Γωνία θ₀ στο κατακόρυφο διάγραμμα (μιοίρες)
- Γωνία ημίσειας ισχύος στο οριζόντιο διάγραμμα φ=3dB (μιοίρες)
- Γωνία 1/10 ισχύος στο οριζόντιο διάγραμμα φ=10dB (μιοίρες)
- Γωνία 1/100 ισχύος στο οριζόντιο διάγραμμα φ=20dB (μιοίρες)
- Μέγιστο κέρδος μεγαλύτερου πλάγιου λοβού G₁ (dBi)
- Αριθμός φασματικών καναλιών (φερουσών)
- Ισχύς στην είσοδο της κεραιοδιάταξης ανά φέρουσα (W)

At the bottom right of the window, there is a "Proceed" button.

- Τομεοποίηση και ρύθμιση παραμέτρων εκπομπής κεραιών

- Προβολή των αποτελεσμάτων και γραφική απεικόνιση περιοχών

11.3.2. Περιγραφή της μεθόδου Salzburg

Για τη λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται ένας off-line σύνδεσμος που παραπέμπει σε ένα αρχείο τύπου .pdf που περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας τεχνικής μελέτης ραδιοεκπομπών σύμφωνα με τη μέθοδο Salzburg.

Τομέσποίηση

Αρχείο Μοντέλο Salzburg Βοήθεια

Τομέσ

Αριθμός που αντιστοιχεί στο χάρτη

Αριθμός πομποδεκτών

Συχνότητα λειτουργίας(MHz)

Ισχύς στην είσοδο της κεραίας ανά φέροντα (W)

Ισχύς στην είσοδο της κεραίας ανά φέροντα (dBm)

Κατεύθυνση (μιοίρες)

Τύπος κεραίων

Οριζόντια απόκλιση (μιοίρες)

Προς τα κάτω κλίση της κεραίας (μιοίρες) *

Ύψος κεραίων από τη χαμηλότερη όψη (m) *

Ύψος του σημείου έκθεσης της κεραίας (m) *

Διαφορά ύψους μεταξύ εδάφους του σημείου έκθεσης της κεραίας και της περιοχής που βρίσκεται η κεραία (m)

Οριζόντια απόσταση (m) *

Κάθετη απόκλιση (μιοίρες)

Κάθετη απόκλιση σε σχέση με την προς τα κάτω κλίση της κεραίας (μιοίρες)

Όριο πλεονότητας ισχύος ανά περιοχή και χειριστή (mW/m2)

Κέρδος κεραίων (dB) *

Οριζόντια απόκλιση (dB) *

Κατακόρυφη απόκλιση (dB) *

Απόκλιση καλωδίων (dB) *

Γενικό κέρδος (dB)

Proceedings_ (27)_Oberfeld_2.pdf - Adobe Reader

File Edit View Document Tools Window Help

1 / 6 84% Find

www.land-sbg.gv.at/celltower

The Salzburg Model: A Precautionary Strategy for Siting of Base Stations*

Dr. Gerd Oberfeld, Dr. Christoph König

Federal State of Salzburg, Public Health Department, Environmental Health
P.O. Box 527, A-5010 Salzburg, Austria, gerd.oberfeld@land-sbg.gv.at

The Salzburg Model is a dynamic development with the aim to implement a precautionary strategy for the prevention of public health from electromagnetic fields. It started in 1997 when the Department of Public Health of the Federal State of Salzburg was requested by the Salzburg Provincial Parliament, the Director of the Department of Health and several mayors, among others, to provide a medical evaluation of the GSM fields emitted from mobile telecommunications base stations.

After a review of the literature, it became clear that the observation of the thermal effects alone, as

Calculate... Back

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12^ο : ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

Αρ. Πρ. Γνωμάτευσης¹: _____

Αρ. Πρ. Εισερχ. ΕΕΑΕ¹: _____

Αρ. Πρ. Κατάθεσης Κατόχου: _____

ΜΕΛΕΤΗ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

ΚΑΤΟΧΟΣ: _____

ΚΩΔΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΘΕΣΗΣ: _____

ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΣΗΣ: _____

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: _____

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (ΕΓΣΑ 87): _____

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ²: _____

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: _____

ΤΙΤΛΟΣ: _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: _____

ΥΠΟΓΡΑΦΗ: _____

¹ Συμπληρώνεται από την υπηρεσία

² Σημειώνονται άλλοι πάροχοι που τυχόν εξυπηρετούνται από την εγκατάσταση, η παρουσία γειτονικών σταθμών κλπ.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΑΙΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ ΥΨΗΛΩΝ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ**

**ΑΙΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ
ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΙΤΟΥΝΤΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΑΙΤΗΣΗΣ:
ΟΝΟΜΑ ΠΕΛΑΤΗ:
Α.Φ.Μ.:
Δ.Ο.Υ.:
ΟΔΟΣ:
ΑΡΙΘΜΟΣ:
Τ.Κ.:
ΠΟΛΗ:
ΤΗΛΕΦΩΝΟ:
FAX:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (κεραία κινητής τηλεφ., ραδιοφώνου, τηλεόρασης, ραντάρ κλπ) :.....
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ:
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗ * : 160€x και 80€x..... (+Φ.Π.Α.)

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

ΠΕΛΑΤΗ:
.....

Λογαριασμοί κατάθεσης χρημάτων

ΤΡΑΠΕΖΑ	ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ
ΕΜΠΟΡΙΚΗ	029 / 85829823
ΑΓΡΟΤΙΚΗ	035 / 0300210438
ΕΘΝΙΚΗ	180 / 54401304
EUROBANK	045 / 970200491310

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΠΕΛΑΤΗ

* Βάσει της Κοινής Υπουργικής Απόφασης με αριθμό 8701/118 (Φ.Ε.Κ. Αρ. 302, Τεύχος Δεύτερο, 7 Μαρτίου 2007) από τα Υπουργεία Ανάπτυξης, Οικονομίας και Οικονομικών, Μεταφορών και Επικοινωνιών, με θέμα «Προσδιορισμός ύψους του παραβόλου το οποίο καταβάλλεται στην Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (Ε.Ε.Α.Ε.) για τον έλεγχο τήρησης των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία» αναφέρεται ότι το συνολικό ποσό που καταβάλλεται ως παράβολο ορίζεται σε εκατόν εξήντα ευρώ (160€) για το πρώτο αιτούμενο σημείο μέτρησης και ογδόντα ευρώ (80€) για κάθε επιπλέον αιτούμενο σημείο μέτρησης και ότι το αποδεικτικό κατάθεσης επισυνάπτεται στην αίτηση που υποβάλλεται στην ΕΕΑΕ. Η μέτρηση θα πραγματοποιηθεί εντός είκοσι εργάσιμων ημερών από την ημερομηνία υποβολής του σχετικού αιτήματος, βάσει του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006).

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΑΙΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ ΧΑΜΗΛΩΝ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ**

**ΑΙΤΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ
ΠΕΔΙΩΝ ΧΑΜΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΙΤΟΥΝΤΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΑΙΤΗΣΗΣ:.....

ΟΝΟΜΑ

ΠΕΛΑΤΗ:.....

Α.Φ.Μ.:.....

Δ.Ο.Υ.:.....

ΟΔΟΣ:.....

.....

ΑΡΙΘΜΟΣ:.....

Τ.Κ.:.....

ΠΟΛΗ:.....

.....

ΤΗΛΕΦΩΝΟ:.....

FAX:.....

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (γραμμές μεταφοράς ηλεκτρ. ενέργειας, υποσταθμός, Κ.Υ.Τ.,

κλπ):

.....

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ

ΜΕΤΡΗΣΗΣ:.....

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

ΠΕΛΑΤΗ:

.....

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΜΙΧΑΗΛ ΚΑΡΓΑΚΗ

Λογαριασμοί κατάθεσης χρημάτων

ΤΡΑΠΕΖΑ	ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ
ΕΜΠΟΡΙΚΗ	029 / 85829823
ΑΓΡΟΤΙΚΗ	035 / 0300210438
ΕΘΝΙΚΗ	180 / 54401304
EUROBANK	045 / 970200491310

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΠΕΛΑΤΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ : ΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΕΡΑΙΩΝ

ΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΕΡΑΙΩΝ

1. Στοιχεία Εργαστηρίου / Φορέα

Όνομασία Εργαστηρίου / Φορέα :

Διεύθυνση :

Πόλη:

Τ.Κ.:

Τηλ.:

Fax. :

E-mail:

Διευθυντής του Εργαστηρίου / Φορέα :

Υπεύθυνος λειτουργίας του εργαστηρίου :

Αναφέρατε αν το εργαστήριο είναι διαπιστευμένο κατά EN ISO/IEC 17025 ή κατέχει πιστοποιητικό EN ISO/IEC 9001.

Αριθμός διαπίστευσης:

Ημερομηνία:

Αρχή

διαπίστευσης:

2. Προσωπικό

- Κατάλογος προσωπικού του εργαστηρίου (ονοματεπώνυμο, εκπαίδευση, αρμοδιότητες).
- Στην περίπτωση που ο φορέας είναι αρμόδια εξουσιοδοτημένος για την παροχή εκπαίδευσης στο γνωστικό αντικείμενο του εργαστηρίου πρέπει να παρέχονται τα παρακάτω στοιχεία:
 - 1) Εκπαιδευόμενο προσωπικό (εφόσον υπάρχει) : ονοματεπώνυμο, μόρφωση.
 - 2) Εξειδίκευση του διδακτικού προσωπικού.
 - 3) Πρόγραμμα εκπαίδευσης.
 - 4) Πως συμμετέχει το εκπαιδευόμενο προσωπικό στην διενέργεια των μετρήσεων:

3. Τεχνικός εξοπλισμός

- **Αναλυτική κατάσταση του εξοπλισμού.** Για κάθε όργανο και συσκευή **αναφέρετε: ονομασία, κατασκευαστής/μοντέλο, αριθμός σειράς, ημερομηνία παραλαβής, ημερομηνία έναρξης λειτουργίας.**
- Χρήση του οργάνου ή συσκευής (μετρούμενα μεγέθη, εύρος μετρούμενων μεγεθών - κλίμακα)
- Συντήρηση του εξοπλισμού (περιγραφή ανά όργανο) και τήρηση σχετικών αρχείων.
- Διαδικασία ελέγχου καλής λειτουργίας των οργάνων.
- Τήρηση ημερολογίου βλαβών/αποκλίσεων για τον εξοπλισμό (καταγραφή βλαβών/αποκλίσεων, διορθωτικών ενεργειών που έγιναν, καθώς και το προσωπικό που διαπίστωσε τη βλάβη και έκανε τις διορθωτικές ενέργειες).
- Διαδικασίες διακρίβωσης του εξοπλισμού. Για κάθε όργανο μέτρησης συμπληρώστε:
Υπεύθυνος φορέας διενέργειας διακρίβωσης:
Μέθοδος διακρίβωσης:
Κλίμακα μέτρησης-διακρίβωσης:
Συχνότητα διακρίβωσης:
Αποδεκτή απόκλιση διακρίβωσης (όρια αποδοχής):
Μέθοδος εκτίμησης αβεβαιότητας της διαδικασίας διακρίβωσης:

4. Μετρήσεις που διενεργεί το Εργαστήριο / Φορέας

- Περιγραφή των διατάξεων – σταθμών κεραιών που ελέγχονται και ποια τα μετρούμενα μεγέθη ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.
- Αναφορά των εφαρμοζόμενων προτύπων μετρήσεων και της μεθοδολογίας διεξαγωγής τους.
- Υποβολή γραπτών οδηγιών εργασίας του τρόπου διεξαγωγής των μετρήσεων.
- Εμπειρία στη διενέργεια τέτοιων μετρήσεων.
 - αναφέρατε το είδος και το πλήθος των μετρήσεων αυτών
 - αναφέρατε αναλυτικά τα δημοσιευμένα σε επιστημονικά περιοδικά ή πρακτικά συνεδρίων αποτελέσματα των μετρήσεων που έχετε πραγματοποιήσει (εφόσον υπάρχουν).
- Ποια η αβεβαιότητα των ακολουθούμενων μεθόδων μέτρησης και πως αυτή υπολογίζεται.

- Διαδικασία τήρησης αρχείου των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και των εκθέσεων μετρήσεων.
- Υποβολή υποδείγματος της έκθεσης μετρήσεων που συντάσσεται για κάθε είδος κεραιών

Αριθμός μετρήσεων που εκτιμάται ότι μπορούν να διενεργηθούν ανά έτος :

Γεωγραφική περιοχή (νομοί) της χώρας :

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΔΗΛΩΣΗ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΑΣΚΗΣΗ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΥΠΟ
ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΑΔΕΙΑΣ**

<input type="checkbox"/> Έναρξη Δραστηριότητας
<input type="checkbox"/> Προσθήκη Υπηρεσιών
<input type="checkbox"/> Διαγραφή Υπηρεσιών
<input type="checkbox"/> Τροποποίηση Στοιχείων
<input type="checkbox"/> Παύση

<input type="checkbox"/> Παροχή Δημόσιων Δικτύων ή/και Υπηρεσιών
<input type="checkbox"/> Κερδοσκοπικός Χαρακτήρας
<input type="checkbox"/> Εμπορικός Χαρακτήρας
Αριθμός Μητρώου ³ :

I Νομική Μορφή

Νομικά Πρόσωπα:	<input type="checkbox"/> Ομόρρυθμη Εταιρεία	<input type="checkbox"/> Ετερόρρυθμη Εταιρεία	<input type="checkbox"/> Ανώνυμη Εταιρεία	<input type="checkbox"/> Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης
<input type="checkbox"/> Άλλη μορφή Νομικού Προσώπου (περιγράψτε)				
<input type="checkbox"/> Φυσικό Πρόσωπο				

II Στοιχεία Φορέα / Επιχείρησης

II Νομικό Πρόσωπο

α

³ Το πεδίο Αριθμός Μητρώου σε περίπτωση έναρξης δραστηριότητας συμπληρώνεται από την Υπηρεσία

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ ΜΙΧΑΗΛ ΚΑΡΓΑΚΗ

Όνομα / Επωνυμία	Διακριτικός Τίτλος
-------------------------	---------------------------

Έδρα (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ., Χώρα)	ΑΦΜ _____ ΑΡΜΑΕ (αν υπάρχει) _____ ΑΔΥ
---	---

Τηλέφωνο	_____	Έναρξη δραστηριότητας:	_____ . _____ . _____
FAX	_____	Τροποποίηση από την:	_____ . _____ . _____
E-mail	_____		
Ιστοπεδίο	_____	Παύση δραστηριότητας	_____ . _____ . _____

Πβ Φυσικό Πρόσωπο

Όνοματεπώνυμο/ Όνομα Πατρός	Αριθμός Αστυνομικής Ταυτότητας ή Διαβατηρίου/ Χρόνος έκδοσης / Εκδίδουσα αρχή
------------------------------------	--

Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ., Χώρα)	ΑΦΜ _____ ΑΔΥ
--	--------------------------------

Τηλέφωνο	_____	Έναρξη δραστηριότητας:	_____ . _____ . _____
FAX	_____		

E-mail	_____	Τροποποίηση από την:	_____ . _____ . _____
Ιστοπεδίο	_____	Λήξη δραστηριότητας	_____ . _____ . _____

III Εκπρόσωπος Επικοινωνίας με την ΕΕΤΤ (Σε περίπτωση μη εγκατάστασης στην Ελλάδα έχει την θέση ορισμού Αντικλήτου στην Ελλάδα)

Επώνυμο	
Όνομα	
Αριθμός Ταυτότητας	
Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ.)	
Τηλέφωνο	
FAX	
E-mail	

IV Στοιχεία Επικοινωνίας με το κοινό (τα οποία δημοσιεύονται στην Ιστοσελίδα της ΕΕΤΤ):

Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ.)	
Τηλέφωνο	
FAX	
E-mail	

V Νόμιμος Εκπρόσωπος (Συμπληρώνεται μόνο από Νομικά Πρόσωπα)

Επώνυμο	
Όνομα	
Αριθμός Ταυτότητας	
Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ.)	
Τηλέφωνο	
FAX	
E-mail	

VI Πρόεδρος ΔΣ (Συμπληρώνεται μόνο από Νομικά Πρόσωπα - Δηλώνονται στοιχεία για επικοινωνία με την ΕΕΤΤ):

Επώνυμο	
Όνομα	
Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ.)	
Τηλέφωνο	
FAX	
E-mail	

VII Διευθύνων Σύμβουλος (Συμπληρώνεται μόνο από Νομικά Πρόσωπα - Δηλώνονται στοιχεία για επικοινωνία με την ΕΕΤΤ):

Επώνυμο	
Όνομα	
Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ.)	

Τηλέφωνο	
FAX	
E-mail	

VIII Πληρεξούσιος Φυσικού ή Νομικού Προσώπου (εφόσον η Δήλωση υποβάλλεται από πληρεξούσιο, ο οποίος δεν είναι και Νόμιμος Εκπρόσωπος ή Αντίκλητος):

Επώνυμο	
Όνομα	
Αριθμός Ταυτότητας	
Διεύθυνση (Οδός, Αριθμός, Πόλη, Τ.Κ.)	
Τηλέφωνο	
FAX	
E-mail	

Σημειώστε τις δραστηριότητες για τις οποίες ζητείται
 Άδεια

X

ΟΜΑΔΑ Α. Παροχή Δικτύων Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών

Α01. Παροχή Σταθερών Δικτύων	A010 Σταθερό Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο 1	
	A010 Σταθερά Δίκτυα τηλεμετρίας, τηλεματικής, ραδιοεντοπισμού 2	
	A010 Δίκτυο Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης	

3	
A010 Μικροκυματικό Δίκτυο Κορμού	
4	
A010 Δίκτυο Οπτικών Ινών	
5	
A010 Εκμίσθωση Οπτικών Ινών (Dark Fiber)	
6	
A010 Καλωδιακό Δίκτυο	
7	
A010 Άλλο – Προσδιορίστε	
8	

A02. Παροχή Κινητών Δικτύων

A020 Δίκτυο Κινητής Τηλεφωνίας 2G	
1	
A020 Δίκτυο Κινητής Τηλεφωνίας 3G	
2	
A020 Δίκτυο TETRA	
3	
A020 Ειδικό ραδιοδίκτυο [εξαιρουμένων επιβατηγών αυτοκινήτων	
4 δημόσιας χρήσης με μετρητή (ΤΑΞΙ)]	
A020 Ειδικό ραδιοδίκτυο για επιβατηγά αυτοκίνητα δημόσιας	
5 χρήσης με μετρητή (ΤΑΞΙ)	
A020 Κινητά Δίκτυα τηλεμετρίας, τηλεματικής, ραδιοεντοπισμού	
6	
A020 Δίκτυο Επικοινωνιών Κινητής Υπηρεσίας άλλης τεχνολογίας	
7 - Προσδιορίστε	

A03. Παροχή Δορυφορικών Δικτύων

A030 Δίκτυα σταθερής δορυφορικής υπηρεσίας και δεδομένων	
1	
A030 Δίκτυα κινητής δορυφορικής τηλεφωνίας και δεδομένων	
2	

A030 Άλλο – Προσδιορίστε	
3	

A04. Νομαδικών Δικτύων	Παροχή	A040 Ασύρματα συστήματα πρόσβασης ευρέως καναλιού	
		1 συμπεριλαμβανομένων των WLAN (Wideband Data Transmission Systems including Radio Local Area Networks (RLANs))	
		A040 Δίκτυο μεταφερόμενων επίγειων δορυφορικών σταθμών	
		2 (SNG)	
		A040 Δίκτυο μεταφερόμενων επίγειων σταθμών (ENG)	
		3	
		A040 Άλλο – Προσδιορίστε	
		4	

Σημειώστε τις δραστηριότητες οι οποίες παρέχονται μέσω Σταθερού (Σ), Κινητού (Κ), Νομαδικού (N) ή Δορυφορικού (Δ) Δικτύου Πρόσβασης και για τις οποίες ζητείται Άδεια:

Σ	Κ	N	Δ
X	X	X	X

ΟΜΑΔΑ Β. Παροχή Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών

		Σ	Κ	N	Δ
B01. Υπηρεσίες	Γενικές	B010 Παροχή Μισθωμένων Γραμμών			
		1			
		B010 Εκμίσθωση χωρητικότητας			
		2			
		B010 Παροχή ιδεατού ιδιωτικού δικτύου (VPN)			
		3			
		B010 Παροχή Ευρυζωνικής Πρόσβασης			
		4			

B02. Υπηρεσίες Μετάδοσης Δεδομένων	B020 Μετάδοση δεδομένων 1				
	B020 SMS (Short Messaging Service) / MMS (Multimedia 2 Messaging Service)				
	B020 Δεδομένων Προστιθέμενης Αξίας 3				
	B020 Παροχή υπηρεσιών τηλεματικής – τηλεμετρίας - 4 ραδιοεντοπισμού				
	B020 Υπηρεσία εντοπισμού κινδυνεύοντος πλοίου 5				

B03. Υπηρεσίες Ραδιοκλήσεων	B030 Μονοκατευθυντική μετάδοση ειδήσεων (ήχος, σχέδιο και/ 1 ή κείμενο)				
--------------------------------	--	--	--	--	--

B04. Υπηρεσίες Πολυμεσικής Πληροφόρησης	B040 Τηλεηχοπληροφόρηση (Audiotex) 1				
	B040 Οπτική Τηλεπληροφόρηση (Viodext) 2				
	B040 SMS (Short Messaging Service) / MMS (Multimedia 3 Messaging Service) Προστιθέμενης Αξίας				

B05. Τηλεφωνικές Υπηρεσίες	B050 Μετάδοση φωνής, δεδομένων και τηλεομοιοτυπίας 1				
-------------------------------	---	--	--	--	--

B06. Υπηρεσίες Διαχείρισης Δικτύου	B060 Λειτουργία Δικτύου για Κλειστές Ομάδες Χρηστών 1				
	B060 Παροχή πυλών (gateways) μεταξύ δικτύων διαφόρων 2 Φορέων				

B07. Υπηρεσίες Διαδικτύου (Internet)	B070 Παροχή υπηρεσιών πρόσβασης στο διαδίκτυο 1				
--	--	--	--	--	--

B08. Τεχνική παροχή Ευρυεκπομπής (broadcasting)	B080 Μετάδοση ηχητικών ή/και τηλεοπτικών σημάτων μεταξύ 1 εγκαταστάσεων επιχειρήσεων ευρυεκπομπής (Broadcasting Companies)				
	B080 Αναμετάδοση σημάτων ευρυεκπομπής (Broadcasting) 2				
	B080 Διανομή σημάτων ευρυεκπομπής 3				
	B080 Δορυφορική συλλογή ειδήσεων (Satellite News 4 Gathering)				
	B080 Επίγεια συλλογή ειδήσεων (ENG) 5				

B09. Υπηρεσίες Φωνής	B090 Παροχή Τηλεφωνικών Υπηρεσιών 1				
	B090 Εικονικός Πάροχος Τηλεφωνικών Υπηρεσιών 2				
	B090 Υπηρεσίες Φωνής μέσω Δορυφόρου				

3				
B090 Υπηρεσίες Φωνής μέσω πρωτοκόλλου IP				
4				
B090 Υπηρεσίες φωνής που παρέχονται μέσω διαδικτύου				
5				
B090 Υπηρεσίες Τηλεφωνικών Υπηρεσιών σε σταθερές θέσεις				
6 μέσω Προπληρωμένων Καρτών				
B090 Υπηρεσίες αυτόματης επανάκλησης (Call-back)				
7				
B090 Υπηρεσίες Τηλεφωνικού Κέντρου (Call-shop)				
8				
B090 Παροχή κοινόχρηστων τηλεφώνων στο κοινό				
9				
B091 Παροχή υπηρεσιών τηλεφωνικού καταλόγου				
0				

B10. Άλλες
 Υπηρεσίες
 (παρακαλώ
 περιγράψτε
 επισυνάψτε
 φυλλάδιο)
 και

Παρατηρήσεις (Σημειώστε ή επισυνάψτε κείμενο με τις παρατηρήσεις σας, αν υπάρχουν)

- Δια της παρούσης δηλώνω ότι επιθυμώ να ασκήσω τις παραπάνω δραστηριότητες ηλεκτρονικών επικοινωνιών και ζητώ την καταχώρησή μου στο Μητρώο Παρόχων Δικτύων και Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών της ΕΕΤΤ.
- Δια της παρούσης δηλώνω **ότι παύω την άσκηση** των δραστηριοτήτων ηλεκτρονικών επικοινωνιών που έχουν σημειωθεί ανωτέρω.
- Δια της παρούσης δηλώνω ότι **παύω την άσκηση** κάθε δραστηριότητας ηλεκτρονικών επικοινωνιών σε καθεστώς Γενικής Άδειας.
- Δια της παρούσης δηλώνω ότι **έχει επέλθει αλλαγή** στα στοιχεία μου, σύμφωνα με όσα σημειώνω στην παρούσα.
- Δια της παρούσης δηλώνω ότι **έχει επέλθει αλλαγή** στη Νομική Μορφή της Επιχείρησής μου σύμφωνα με όσα σημειώνω στην παρούσα και η παλαιότερη επωνυμία μου είναι η εξής :

Δια της παρούσης υποβάλλω στην ΕΕΤΤ όλα απαιτούμενα **νομιμοποιητικά έγγραφα** (βλέπε κατωτέρω) ή/και όλα τα **έγγραφα** από τα οποία προκύπτει ότι ο υπογράφων την παρούσα Δήλωση Καταχώρησης **δεσμεύει** τον εκπροσωπούμενο.

Δηλώνω α) ότι οι πληροφορίες που περιέχονται στην υποβαλλόμενη Δήλωση και κάθε άλλη πληροφορία που τη συνοδεύει, είναι αληθείς και ακριβείς και β) ότι έχω πλήρη γνώση του γεγονότος ότι, για την άσκηση οποιασδήποτε δραστηριότητας ηλεκτρονικών επικοινωνιών για την οποία απαιτείται, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, η χορήγηση ειδικών δικαιωμάτων χρήσης συχνοτήτων ή αριθμών, η χορήγηση αυτών των ειδικών δικαιωμάτων δεν συντελείται με την παρούσα διαδικασία και ότι οφείλω πριν από την παροχή της σχετικής υπηρεσίας να ζητήσω τη χορήγηση των εν λόγω ειδικών δικαιωμάτων.

Τόπος, Ημερομηνία

Όνομα/ Υπογραφή /Σφραγίδα

Οι αιτήσεις υποβάλλονται εγγράφως, απευθυνόμενες στην Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, στην διεύθυνση *Λεωφ. Κηφισίας 60, 151 25 Μαρούσι*

Οι Υπηρεσίες της ΕΕΤΤ βρίσκονται στη διάθεσή σας για την τηλεφωνική παροχή διευκρινήσεων στον ακόλουθο αριθμό :

Πληροφορίες ΕΕΤΤ

Τηλ: 210 - 61 51 000

Υπενθυμίζεται ότι η παράλειψη υποβολής Δήλωσης Καταχώρησης καθώς και η καθυστερημένη ή ανακριβής Δήλωση, δύνανται να επισύρουν την επιβολή των διοικητικών κυρώσεων του άρθρου 63 του Ν.3431/2006.

Επεξηγήσεις

- A0101 Δίκτυο ηλεκτρονικών επικοινωνιών που χρησιμοποιείται για την παροχή διαθέσιμων στο κοινό τηλεφωνικών υπηρεσιών σε σταθερή θέση. Υποστηρίζει τη μεταφορά φωνητικής επικοινωνίας μεταξύ σημείων τερματισμού, καθώς και άλλες μορφές επικοινωνίας, όπως φαξ και δεδομένα.
- A0103 Σταθερό δίκτυο ηλεκτρονικών επικοινωνιών μέσω του οποίου παρέχεται Ασύρματη Πρόσβαση στο τελικό χρήστη, όπου η τοποθεσία του Τερματισμού Χρήστη και του σημείου πρόσβασης του δικτύου, στο οποίο συνδέεται ο Χρήστης, είναι σταθερά.
- A0104 Σταθερό δίκτυο ηλεκτρονικών επικοινωνιών στο οποίο οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων του αποτελούνται από ασύρματες μικροκυματικές ζεύξεις
- A0105 Τα συστήματα μετάδοσης και, κατά περίπτωση, ο εξοπλισμός μεταγωγής ή δρομολόγησης και οι λοιποί πόροι που επιτρέπουν τη μεταφορά σημάτων, με τη χρήση οπτικών ινών
- A0106 Εκμίσθωση μη χρησιμοποιούμενων (σκοτεινών) οπτικών ινών προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την θέση σε λειτουργία συστημάτων μετάδοσης και, κατά περίπτωση, εξοπλισμού μεταγωγής ή δρομολόγησης και λοιπών πόρων που επιτρέπουν τη μεταφορά σημάτων
- A0107 Τα συστήματα μετάδοσης και, κατά περίπτωση, ο εξοπλισμός μεταγωγής ή δρομολόγησης και οι λοιποί πόροι που επιτρέπουν τη μεταφορά σημάτων, με τη χρήση μεταλλικού καλωδίου ή/και ομοαξονικού καλωδίου
- A0201 Δημόσιο Δίκτυο Ηλεκτρονικών Κινητών Επικοινωνιών 2ης Γενιάς (GSM/DCS), το οποίο έχει όλες τις δυνατότητες που περιγράφονται στις Συστάσεις των Δικτύων Κινητών Επικοινωνιών 2ης Γενιάς (GSM/DCS) που εκδίδονται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προδιαγραφών (ETSI) ή τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU).

- A0202 Δημόσιο Δίκτυο Ηλεκτρονικών Κινητών Επικοινωνιών 3ης Γενιάς (IMT-2000), το οποίο είναι ιδίως σε θέση να υποστηρίζει καινοτόμες πολυμεσικές υπηρεσίες, πέραν των δυνατοτήτων των δικτύων 2ης Γενιάς όπως το GSM, και το οποίο είναι σε θέση να συνδυάζει τη χρήση επίγειων και δορυφορικών συνιστωσών.
- A0203 Δημόσιο Δίκτυο Κινητών Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών, το οποίο ακολουθεί τις Συστάσεις των Κινητών Ψηφιακών Επίγειων Συγκαναλικών Συστημάτων Ραδιοεπικοινωνιών TETRA (Mobile Digital Terrestrial Trunked Radio Systems) που εκδίδονται από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προδιαγραφών (ETSI) ή τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU).
- A0204 – Κάθε δίκτυο της κινητής υπηρεσίας, μέσω του οποίου παρέχονται υπηρεσίες
- A0205 ηλεκτρονικών επικοινωνιών, από νομικό ή φυσικό πρόσωπο, προς αποκλειστική εξυπηρέτηση των ιδίων επαγγελματικών αναγκών του ή των επιδιωκόμενων από αυτό σκοπών. Τα δίκτυα αυτά εγκαθίστανται, λειτουργούν, τελούν υπό την διαχείριση των κατόχων τους και χρησιμοποιούνται από κλειστό αριθμό χρηστών.
- A0301 Δίκτυο αποτελούμενο από επίγειους σταθμούς που βρίσκονται σε καθορισμένα σταθερά σημεία, όταν γίνεται χρήση ενός ή περισσότερων δορυφόρων. Τα καθορισμένα σημεία μπορεί να είναι συγκεκριμένα σταθερά σημεία ή κάθε σταθερό σημείο εντός συγκεκριμένης περιοχής.
- A0302 Δίκτυα που περιλαμβάνουν την επικοινωνία μεταξύ ενός ή περισσότερων δορυφόρων και κινητών επίγειων σταθμών
- A0401 Τοπικά ασύρματα δίκτυα ευρείας ζώνης καναλιού.
- A0402 Δίκτυο αποτελούμενο από επίγειους σταθμούς (SNG) της Σταθερής Δορυφορικής Υπηρεσίας οι οποίοι προορίζονται να χρησιμοποιούνται σε σταθερά σημεία εντός συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής
- A0403 Δίκτυο αποτελούμενο από επίγειους μεταφερόμενους σταθμούς συλλογής ειδήσεων. (Earth News Gathering –ENG)
- B0101 Τα τηλεπικοινωνιακά μέσα– διευκολύνσεις τα οποία παρέχουν χωρητικότητα διαφανούς μετάδοσης μεταξύ τερματικών σημείων του δικτύου και δεν παρέχουν δυνατότητα μεταγωγής κατ' επιλογή (λειτουργίες μεταγωγής που μπορεί να ελέγχει ο χρήστης ως μέρος της παροχής μισθωμένης γραμμής).

- B0102 Εκμίσθωση τμήματος χωρητικότητας τηλεπικοινωνιακών γραμμών στο κοινό, μέσω εν όλω ή εν μέρει δικτυακής υποδομής, της οποίας ο δηλών έχει την κυριότητα ή/και διαχείριση.
- B0103 Παροχή ιδεατού ιδιωτικού δικτύου εν όλω ή εν μέρει δικτυακής υποδομής, της οποίας ο δηλών έχει την κυριότητα ή/και διαχείριση. Ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο είναι το τμήμα του εταιρικού δικτύου που παρέχει υπηρεσίες δικτύου χρησιμοποιώντας κοινή υποδομή δικτύου μεταγωγής.
- B0202 Μετάδοση σύντομων μηνυμάτων (μέχρι 160 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες) (Short Messaging Service) και μηνυμάτων πολυμέσων (Multimedia Messaging Service)
- B0301 Αναλογική και ψηφιακή μετάδοση σήματος, η οποία εισάγει ακολουθίες ήχων ή αλφαριθμητικούς χαρακτήρες σε κινητούς δέκτες.
- B0401B Παροχή τεχνικής υποδομής για την ανάκτηση πληροφορίας και ψυχαγωγικών 0403 προγραμμάτων μέσω ενός συγκεκριμένου αριθμού κλήσης (συμπεριλαμβανομένων κλήσεων προς σύντομους κωδικούς ή αριθμούς των σειρών 901, 909) ή αποστολής/λήψης μηνυμάτων
- B0501 Επικοινωνία φωνής, δεδομένων και τηλεομοιοτυπίας για επιβάτες αεροχημάτων με σταθερά και κινητά δίκτυα μέσω επίγειων ραδιο-σταθμών.
- B0601 Λειτουργία και διαχείριση τηλεπικοινωνιακών δικτύων για Κλειστές Ομάδες Χρηστών συμπεριλαμβανομένης της μεταγωγής φωνής.
- B0602 Παροχή πυλών (gateways) προκειμένου να επιτευχθεί διασύνδεση μεταξύ δικτύων διαφορετικών Φορέων.
- B0801 Μετάδοση ηχητικών και τηλεοπτικών σημάτων μεταξύ επιχειρήσεων ευρυεκπομπής μέσω εξωτερικών γραμμών μεταφοράς και διανομής καθώς και γραμμών ανταλλαγής προγράμματος.
- B0802 Μετάδοση ηχητικών και τηλεοπτικών σημάτων από το ραδιοφωνικό ή τηλεοπτικό σταθμό στα δίκτυα διανομής ευρυεκπομπής.
- B0803 Διανομή σημάτων ευρυεκπομπής στους συνδρομητές.
- B0901 Υπηρεσία διαθέσιμη στο κοινό για τη δημιουργία και τη λήψη εθνικών και διεθνών κλήσεων και για την πρόσβαση στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, μέσω αριθμού ή αριθμών που υπάρχουν σε εθνικό ή διεθνές σχέδιο τηλεφωνικής αριθμοδότησης.

- B0902 Το πρόσωπο που εάν και δεν διαθέτει δική του υποδομή ηλεκτρονικών επικοινωνιών και συνεπώς και καμία διασύνδεση υλοποιημένη με άλλα δίκτυα, παρέχει τηλεφωνικές υπηρεσίες υπό δικό του εμπορικό σήμα και επιχειρηματική οργάνωση, βασιζόμενο στην υποδομή άλλων προσώπων που παρέχουν δίκτυα ή και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών με τα οποία έχει συνάψει σχετική σύμβαση.
- B0904 Υπηρεσίες φωνής που παρέχονται μέσω πρωτοκόλλων IP.
- B0907 Παροχή συνδέσεων με τη μέθοδο της αυτόματης επανάκλησης (callback).
- B0908 Παροχή δημόσιων τηλεφωνικών κλήσεων μέσω δημόσιων τηλεφωνικών κέντρων
- B0909 Παροχή κοινόχρηστων τηλεφώνων τα οποία είναι μόνιμα εγκατεστημένα σε δημόσιους χώρους και η πρόσβαση του κοινού σε αυτά είναι δυνατή όλο το εικοσιτετράωρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13^ο : ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Ιονισμός: Η διαδικασία κατά την οποία ένα άτομο ή μόριο χάνει ή κερδίζει ηλεκτρόνια, αποκτώντας έτσι ηλεκτρικό φορτίο ή μεταλλάσσοντας το υπάρχον φορτίο του.

Ισχύς σήματος: Το εύρος των ηλεκτρικών ή μαγνητικών πεδίων. Σχετίζεται με την πυκνότητα της ισχύος μέσα από τη εμπέδηση του ελεύθερου χώρου.

Κεραία: Μία συσκευή από την οποία εκπέμπονται και λαμβάνονται ραδιοκύματα. Υπάρχουν διαφορετικοί σχεδιασμοί σε λειτουργία. Μια μεταλλική ράβδος ή σύρμα για την εκπομπή και λήψη ραδιοκυμάτων ή μικροκυμάτων.

Κοντινό Πεδίο: Το κοντινό πεδίο είναι η περιοχή μέσα σε ένα μήκος κύματος από την κεραία, εντός της οποίας τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία δεν σχετίζονται μεταξύ τους μόνο με την χαρακτηριστική εμπέδηση του ελεύθερου χώρου.

Κυψέλη: Μία γεωγραφική περιοχή που καλύπτει ένας Ραδιοσταθμός Βάσης.

Μακρινό Πεδίο: Η περιοχή που εκτείνεται από μια κεραία, όπου τα ηλεκτρικά πεδία και τα μαγνητικά πεδία βρίσκονται σε φάση μεταξύ τους και σχετίζονται με τη χαρακτηριστική εμπέδηση του ελεύθερου χώρου. Αυτό συμβαίνει σε περίπου ένα μήκος κύματος από την κεραία.

Μήκος κύματος: Το μήκος κύματος είναι η απόσταση σε μέτρα μεταξύ δύο 'παρόμοιων' σημείων ενός ραδιοκύματος. Αυτό το τμήμα του κύματος αποτελεί ένα ολοκληρωμένο κύκλο. Όσο χαμηλότερη είναι η συχνότητα ενός κύματος, τόσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος.

Μικροκυψέλη: Οι μικροκυψέλες παρέχουν πρόσθετη κάλυψη και χωρητικότητα σε περιοχές όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός χρηστών μέσα σε αστικές και προαστιακές μακροκυψέλες. Οι κεραίες για μικροκυψέλες τοποθετούνται στο επίπεδο του δρόμου,

συνήθως στους εξωτερικούς τοίχους υπαρχόντων κατασκευών, όπως κτίρια, στύλοι φωτισμού και άλλος δημόσιο εξοπλισμό δρόμου. Οι κεραιές για μικροκυψέλες είναι μικρότερες από τις κεραιές για μακροκυψέλες και, όταν τοποθετούνται σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, είναι δυνατό να μεταμφιεστούν σε χαρακτηριστικά του κτιρίου. Οι μικροκυψέλες παρέχουν ραδιοκάλυψη σε αποστάσεις συνήθως μεταξύ 300 και 1000 μέτρων και έχουν χαμηλότερη ισχύ εξόδου, σε σύγκριση με τις μακροκυψέλες. Αυτή η ισχύς εξόδου κυμαίνεται συνήθως σε λίγα watt.

Πικοκυψέλη: Μια πικοκυψέλη παρέχει πιο εντοπισμένη κάλυψη απ' ό τι μια μικροκυψέλη. Συνήθως, οι πικοκυψέλες τοποθετούνται στο εσωτερικό κτιρίων, όπου η κάλυψη δεν είναι καλή ή σε περιοχές με ιδιαίτερα υψηλό αριθμό χρηστών, όπως σε αεροδρόμια, σιδηροδρομικούς σταθμούς ή εμπορικά κέντρα.

Πομπός: Ηλεκτρονικός εξοπλισμός που παράγει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων και συνδέεται με μια κεραία μέσω ενός καλωδίου τροφοδότησης.

Ραδιοσταθμός: Ένας ραδιοσταθμός βάσης είναι μια τοποθεσία μακροκυψέλης, Βάσης μικροκυψέλης ή πικοκυψέλης και αποτελείται από πομπούς και δέκτες μέσα σε ένα κουβούκλιο (καμπίνα) ή σε ένα περίβλημα, που συνδέονται με τις κεραιές με ένα τροφοδοτικό καλώδιο.

Συχνότητα: Η συχνότητα είναι ο αριθμός ταλαντώσεων ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος ανά δευτερόλεπτο. Καθορίζει τις ιδιότητες και τη χρήση του κύματος. Οι συχνότητες μετρούνται σε hertz (Hz). 1 Hz είναι μία ταλάντωση ανά δευτερόλεπτο, 1 kHz είναι χίλιες, 1 MHz είναι ένα εκατομμύριο και 1 GHz είναι χίλια εκατομμύρια. Οι συχνότητες μεταξύ 30 kHz και 300 GHz χρησιμοποιούνται ευρέως στις τηλεπικοινωνίες, συμπεριλαμβανομένων των τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών μεταδόσεων και αποτελούν το φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων. Τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας σήμερα λειτουργούν στα 900 MHz και 1800 MHz.

Τομεακή Κεραία: Κεραία που εκπέμπει ή λαμβάνει υψηλότερα επίπεδα σήματος στην οριζόντια διεύθυνση. Η κεραία χωρίζεται σε αρκετούς τομείς (συνήθως 3 ή 6) για να προσφέρει κάλυψη 360 μοιρών.

EMF: Ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

ETSI: European Telecommunications Standard Institute. Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων

GSM: Global System for Mobile Communications. Το GSM (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών) είναι μία παγκοσμίως τυποποιημένη τεχνολογία ψηφιακής κινητής επικοινωνίας.

ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από Μη-Ιονίζουσες Ακτινοβολίες είναι ένα ανεξάρτητο επιστημονικό σώμα, που έχει αναπτύξει ένα διεθνές πακέτο οδηγιών για την έκθεση του κοινού στα κύματα ραδιοσυχνότητας. Αυτές οι οδηγίες είχαν συσταθεί από την Έκθεση Stewart και υιοθετήθηκαν από τη βρετανική Κυβέρνηση, αντικαθιστώντας τις οδηγίες του Εθνικού Συμβουλίου Ραδιολογικής Προστασίας (NRPB).

NCRP: National Council on Radiation Protection and Measurements Εθνικό Συμβούλιο Προστασίας από τις Ακτινοβολίες και Μετρήσεων.

NRPB: National Radiological Protection Board. Το Εθνικό Συμβούλιο Ραδιολογικής Προστασίας (NRPB) έχει δύο κύριες λειτουργίες: να προωθεί τη γνώση σχετικά με την προστασία της ανθρωπότητας από τους κινδύνους της ακτινοβολίας και να προσφέρει πληροφόρηση και συμβουλές σε ανθρώπους στο Ηνωμένο Βασίλειο που έχουν αρμοδιότητες σχετικές με την προστασία από τους κινδύνους της ακτινοβολίας. Το NRPB έχει αναπτύξει ένα πακέτο εθνικών οδηγιών για την έκθεση του κοινού σε κύματα Ραδιοσυχνότητας. Αυτές οι οδηγίες βασίζονται στα ίδια επιστημονικά ευρήματα που βασίζονται και οι οδηγίες από την ICNIRP.

RF: Radio Frequency. Ραδιοσυχνότητα.

SAR: Specific Absorption Rate. Ο Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης (SAR ή EPA) είναι μια μονάδα μέτρησης της ποσότητας της ενέργειας ραδιοσυχνοτήτων που απορροφάται από οποιοδήποτε μέρος του ανθρώπινου σώματος εξαιτίας της χρήσης εξοπλισμού, όπως κινητά τηλέφωνα, ή από την έκθεση του ανθρώπου σε άλλες πηγές εκπομπής.

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα , πεδία , Ηλεκτρικό Πεδίο: Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εκπέμπονται από πολλές φυσικές αλλά και κατασκευασμένες από τον άνθρωπο πηγές και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ζωή μας. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χρησιμοποιούνται για να εκπέμπουν και να λαμβάνουν σήματα από κινητά τηλέφωνα και τους σταθμούς βάσης τους. Ο τύπος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που χρησιμοποιούν τα κινητά τηλέφωνα ονομάζονται κύματα/πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF). Ένα πεδίο δύναμης που περιβάλλει ένα φορτισμένο σώμα ή που σχετίζεται με ένα κυμαινόμενο μαγνητικό πεδίο, με το οποίο αλληλεπιδρούν τα φορτισμένα μόρια.

Ρεύμα επαφής (I_c): μεταξύ ενός ατόμου και ενός αντικειμένου· εκφράζεται σε αμπέρ (A). Ένα αγωγίμο σώμα που βρίσκεται σε ένα ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να φορτιστεί από το πεδίο αυτό.

Πυκνότητα ρεύματος (J): ορίζεται ως το ρεύμα που διέρχεται από μοναδιαία διατομή τρισδιάστατου αγωγού, όπως το ανθρώπινο σώμα, κάθετα από τη διεύθυνσή του και εκφράζεται σε αμπέρ ανά τετραγωνικό μέτρο (A/m^2).

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου: είναι το διανυσματικό μέγεθος (E) που αντιστοιχεί στη δύναμη που ασκείται σε ένα φορτισμένο σωματίδιο, ανεξάρτητα από την κίνησή του στο χώρο. Εκφράζεται σε βολτ ανά μέτρο (V/m).

Ένταση μαγνητικού πεδίου: είναι ένα διανυσματικό μέγεθος (H), το οποίο, σε συνδυασμό με την πυκνότητα μαγνητικής ροής, ορίζει ένα μαγνητικό πεδίο σε κάθε σημείο του χώρου. Εκφράζεται σε αμπέρ ανά μέτρο (A/m).

Πυκνότητα μαγνητικής ροής: είναι ένα διανυσματικό μέγεθος (B), από το οποίο εξαρτάται η δύναμη που ασκείται σε κινούμενα φορτία· εκφράζεται σε τέσλα (T). Στον κενό χώρο και στα βιολογικά υλικά, μπορεί να γίνει μετατροπή της πυκνότητας μαγνητικής ροής σε ένταση του μαγνητικού πεδίου και αντίστροφα, βάσει του τύπου $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Πυκνότητα ισχύος (S): είναι το μέγεθος που χρησιμοποιείται για πολύ υψηλές συχνότητες, όταν το βάθος της διείσδυσης στο σώμα είναι μικρό. Πρόκειται για την ισχύ ακτινοβολίας που προσπίπτει κάθετα προς μια επιφάνεια, διαιρούμενη διά το εμβαδόν της επιφάνειας, εκφράζεται δε σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο (W/m²).

Ειδική απορρόφηση ενέργειας (SA): ορίζεται ως η ενέργεια που απορροφάται ανά μονάδα βάρους βιολογικού ιστού και εκφράζεται σε τζαουλ ανά χιλιόγραμμα (J/kg). Χρησιμοποιείται για τον περιορισμό μη θερμικών επιπτώσεων από την ακτινοβολία παλμικών μικροκυμάτων.

Ταχύτητα ειδικής απορρόφησης ενέργειας (SAR): υπολογιζόμενη ως μέσος όρος για όλο το σώμα ή για μέρη αυτού, ορίζεται η ταχύτητα με την οποία η ενέργεια που απορροφάται ανά μονάδα βάρους από ιστούς του σώματος, εκφράζεται δε σε βατ ανά χιλιόγραμμα (W/kg). Η SAR για όλο το σώμα είναι ένα ευρέως αποδεκτό μέτρο των δυσμενών επιδράσεων από την έκθεση σε πεδία RF. Εκτός από τη μέση SAR για όλο το σώμα, για την αξιολόγηση και τον περιορισμό της υπερβολικής απόθεσης ενέργειας σε μικρά μέρη του σώματος που οφείλεται σε ειδικές συνθήκες έκθεσης απαιτούνται και τοπικές τιμές SAR. Παραδείγματα παρόμοιων συνθηκών είναι: ένα γειωμένο άτομο που εκτίθεται σε ραδιοσυχνότητες του χαμηλού φάσματος MHz και άτομα που εκτίθενται σε πεδία πλησίον κεραιών.

Κατασκευή κεραίας: Το σύστημα των κεραιών εκπομπής και λήψης ραδιοσημάτων μετά των κατασκευών στήριξης των εξαρτημάτων και παρελκομένων. Τα παθητικά κάτοπτρα ανάκλασης ραδιοσημάτων θεωρούνται επίσης ως κατασκευές κεραιάς. Στο ύψος της κατασκευής κεραιάς περιλαμβάνεται και ο φωτισμός ασφαλείας ή το αλεξικέραυνο.

Συνεγκατάσταση: Η παροχή, σε υφιστάμενη ή νέα εγκατάσταση ή εγκατάσταση που προκύπτει από τη συνένωση υφιστάμενων εγκαταστάσεων (όπως γήπεδο, κτίριο, κατασκευή κεραιάς ή διάταξη ακτινοβολίας) του φυσικού χώρου ή και των τεχνικών προϋποθέσεων που είναι απαραίτητες για την με εύλογο τρόπο τοποθέτηση και σύνδεση του εξοπλισμού εκπομπής ή και λήψης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας.

Εύρος ζώνης: Η αριθμητική διαφορά μεταξύ των οριακών συχνοτήτων μιας ζώνης συχνοτήτων.

Κέρδος Κεραίας: Το κέρδος G κεραιών (θ, ϕ) είναι η αναλογία της ισχύς που ακτινοβολείται ανά στερεά γωνία μονάδων και πολλαπλασιάζεται με 4π στη συνολική ισχύ εισόδου. Το κέρδος εκφράζεται συχνά σε decibels όσον αφορά μια ισοτροπική κεραία (dBi). Η εξίσωση που καθορίζει το κέρδος είναι:

$$G(\theta, \phi) = \frac{4\pi}{d\Omega} \frac{dP_r}{P_{in}}$$

όπου:

θ, ϕ είναι οι γωνίες σε ένα πολικό ισότιμο σύστημα

P_r είναι η ακτινοβολούσα ισχύ κατά μήκος (θ, ϕ) κατεύθυνση

P_{in} είναι η συνολική δύναμη εισαγωγής

Ω στοιχειώδης στερεά γωνία κατά μήκος της κατεύθυνσης της παρατήρησης

Μέση (Χρονική) Ισχύς (P_{avg}).

Το χρονικά – υπολογιζόμενο κατά μέσο όρο ποσοστό ενεργειακής μεταφοράς καθορίζεται από τον τύπο :

$$P_{avg} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt$$

όπου το t_1 και t_2 είναι ο χρόνος έναρξης και λήξης της έκθεσης. Η περίοδος t_1-t_2 είναι ο χρόνος διάρκειας έκθεσης.

Υπολογισμός χρονικού μέσου όρου (T_{avg}) .

Ο υπολογιζόμενος κατά μέσο όρο χρόνος είναι το κατάλληλο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου η έκθεση υπολογίζεται κατά μέσο όρο με σκοπό τη συμμόρφωσης με τα όρια.

Ρεύμα επαφής (I_c): μεταξύ ενός ατόμου και ενός αντικειμένου· εκφράζεται σε αμπέρ (A). Ένα αγωγίμο σώμα που βρίσκεται σε ένα ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να φορτιστεί από το πεδίο αυτό.

Ελεγχόμενη/επαγγελματική έκθεση: Η ελεγχόμενη/επαγγελματική έκθεση ισχύει για τις καταστάσεις όπου τα πρόσωπα εκτίθενται συνεπεία της απασχόλησής τους και στην οποία εκείνα τα πρόσωπα που εκτίθενται έχουν ενημερωθεί πλήρως για τη δυνατότητα για την έκθεση και μπορούν να ασκήσουν τον έλεγχο της έκθεσής τους. Η επαγγελματική/ελεγχόμενη έκθεση εφαρμόζει επίσης όπου η έκθεση είναι παροδικής φύσης ως αποτέλεσμα της τυχαίας μετάβασης μέσω μιας θέσης όπου τα όρια έκθεσης μπορούν να είναι επάνω από το γενικό πληθυσμό/τα ανεξέλεγκτα όρια, εφ' όσον έχει γίνει το εκτεθειμένο πρόσωπο πλήρως ενήμερο από τη δυνατότητα για την έκθεση και μπορεί να ασκήσει τον έλεγχο της έκθεσής του/της με την αναχώρηση της περιοχής ή με μερικά άλλα κατάλληλα μέσα.

Ευρύ κοινό: Όλοι οι μη-εργαζόμενοι στον τομέα μετρήσεων Η/Μ ακτινοβολίας.

Γενικός πληθυσμός/ανεξέλεγκτη έκθεση: Ο γενικός πληθυσμός/η ανεξέλεγκτη έκθεση απευθύνεται στις καταστάσεις στις οποίες το ευρύ κοινό μπορεί να εκτεθεί ή στις οποίες τα πρόσωπα που εκτίθενται συνεπεία της απασχόλησής τους δεν μπορούν να γίνουν πλήρως ενήμερα για τη δυνατότητα για την έκθεση ή δεν μπορούν να ασκήσουν τον έλεγχο της έκθεσής τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (<http://www.eett.gr>)
- Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (<http://www.eeae.gr/gr/>)
- Διαδυκτιακός τόπος της Βουλής των Ελλήνων (<http://www.parliament.gr>)
- Ελληνική Νομοθεσία
 - ΚΥΑ 53571/2000
 - Νόμος 3431/2006
- ICNIRP (<http://www.icnirp.de/>)
- International Telecommunication Union ITU
(<http://www.itu.int/net/home/index.aspx>)
- Installation of Mobile Communication Network Sites
(<http://www.kathrein.de/>)
- Εργαστήριο Μη Ιοντίζουσων Ακτινοβολιών ΤΕΙ Κρήτης
(<http://emlab.epp.teiher.gr>)
- Πρακτικά Ημερίδας Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών με θέμα: «Επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας στην υγεία» (<http://mpl.med.uoa.gr/ekdilseis/praktika-imeridas-kt/louizi.pdf>)
- Μοντέλο Salzburg
([http://www.salzburg.gv.at/Proceedings_\(27\)_Oberfeld_2.pdf](http://www.salzburg.gv.at/Proceedings_(27)_Oberfeld_2.pdf))
- Πρόγραμμα ΕΡΜΗΣ (<http://www.hermes-program.gr/gr/main.html>)

- Ηλεκτρομαγνητικά πεδία: Νομοθετικό πλαίσιο, Όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού, Αποτελέσματα ελέγχων (Δρ. Ευθύμιος Καραμπέτσος , <http://mpl.med.uoa.gr/ekdilseis/praktika-imeridas-kt/karabetsos.pdf>)
- Σημειώσεις μαθήματος «Κινητές και Προσωπικές Τηλεπικοινωνίες» (Δημήτριος Στρατάκης , Ιωάννης Ασκοξυλάκης)