



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ  
ΜΔΕ: ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΔΙΚΤΥΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΚΟΥΒΕΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

**Επιβλέπων:** Τσούλος Γεώργιος

Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Τρίπολη, Ιούλιος 2011

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τη μέτρηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε όλα τα υψηλοσυχνοτικά πεδία δίνοντας βάρος στα 900MHz και 1800MHz όπου είναι οι συχνότητες λειτουργίας της κινητής τηλεφωνίας(GSM) και η σύγκριση τους με τα διεθνή όρια προστασίας.

Η εργασία αυτή αποτελείται από 5 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και στον διαχωρισμό του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος σε ιοντίζουσα & μη ιοντίζουσα ακτινοβολία και τις πηγές τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των σταθμών βάσης, η αρχή λειτουργίας των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, ο τρόπος διάδοσης των κινητών επικοινωνιών και η αρχή λειτουργίας του επικρατέστερου συστήματος κινητής τηλεφωνίας της χώρας μας, του GSM.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τρεις βασικοί παγκόσμιοι και εγχώριοι οργανισμοί που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και τις επιδράσεις της στην ανθρώπινη υγεία. Ακόμα αναφέρονται οι βασικοί περιορισμοί των επιπέδων αναφοράς των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, όπως έχουν αυτά οριστεί από την παγκόσμια επιτροπή ICNIRP, για την Ελλάδα και για άλλες ευρωπαϊκές και μη χώρες, που εφαρμόζονται τόσο στον γενικό, όσο και στον επαγγελματικά εκτεθειμένο πληθυσμό σε αυτά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ακόμα παρουσιάζονται τα όρια του ειδικού ρυθμού απορρόφησης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αφού παρουσιαστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μετρητή ακτινοβολίας SRM-3000 της Narda, στη συνέχεια περιγράφεται η μεθοδολογία των μετρήσεων τόσο των σταθερών σημείων όσο και της διαδρομής εν κινήσει. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της κάθε μέτρησης και δίνονται τα συμπεράσματα βάση των αποτελεσμάτων αυτών. Το κεφάλαιο αυτό κλείνει με την παρουσίαση των τριών προγραμμάτων συνεχούς μέτρησης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ανθρώπινη υγεία από τις διαφορές συσκευές που χρησιμοποιεί καθημερινά ο άνθρωπος όπως και ο τρόπος προστασίας από αυτές και κυρίως από τα κινητά τηλέφωνα.

Η διπλωματική αυτή εργασία κλείνει με τα τελικά συμπεράσματά μας.

## Abstract

The present thesis intends to measure the electromagnetic radiation in all high frequency fields, concentrating on 900 MHz and 18000 MHz where the frequencies of mobile communications and their comparison with the international limits of protection are located. The thesis includes five chapters. In the first chapter, there is an introduction in electromagnetic radiation and in the separation of electromagnetic range into ionizing and non ionizing radiation and their sources.

In the second chapter, the main characteristics of base stations, the way of operating the mobile networks, the way of transmitting mobile telephony and the function of the dominating mobile system, the GSM, are presented.

In the third chapter, the three basic worldwide and national organizations which are related to the electromagnetic radiation and their effects on human health are analyzed. Therefore, there is a reference to the basic restrictions of the levels of electromagnetic fields, as they have been defined from the international committee ICNIRP for Greece and other European and non European countries, which are applied to the general as well as the professionally exposure population in these electromagnetic fields. The boundaries of the specific rate of absorption of electromagnetic radiation are also presented.

In the fourth chapter, the first part refers to the technical characteristics of the meter of radiation SRM-3000 of Narda, and followingly there is a description of the methodology of measurements of the stable points and the distance in movement. Moreover, the analytic results of each measurement and the conclusion drawn by them are given. The chapter concludes with the presentation of the three programs of continuous measurement of electromagnetic radiation.

The fifth and sixth chapter refer to the consequences of electromagnetic radiation on human health from various devices which are used on a daily basis by humans, and the way of protection against them, basically against mobile phones.

This thesis comes to an end, with an analysis of our final conclusions.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.....	7
1.1 Ιοντίζουσες ακτινοβολίες.....	10
1.1.1 Πηγές Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας.....	12
1.1.2 Κατηγορίες Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών.....	13
1.2 Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία.....	14
1.2.1 Πηγές μη Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας.....	15
1.2.2 Κατηγορίες μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών.....	15
1.3 Ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR).....	19

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Σταθμοί και Δίκτυα.....	20
2.1 Περί σταθμών βάσης και δικτύων κινητής τηλεφωνίας.....	20
2.1.1 Σταθμοί Βάσης.....	20
2.1.2 Δίκτυα κινητής επικοινωνίας.....	21
2.2 Το δίκτυο GSM.....	22
2.3 Μηχανισμοί διάδοσης .....	22
2.3.1 Μοντέλο διάδοσης ελεύθερου χώρου.....	24

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Διεθνείς Οργανισμοί & Όρια Προστασίας.....	26
3.1 Οργανισμοί.....	26
3.1.1 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO).....	26
3.1.2 Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP).....	27
3.1.3 Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ).....	28

3.2 Θεσπισμένα Όρια.....	29
3.2.1 Διεθνή όρια (ICNIRP).....	29
3.2.2 Όρια Γενικού Πληθυσμού.....	30
3.2.3 Όρια για τους επαγγελματικά ασχολούμενους σε χώρους έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.....	32
3.2.4 Ελληνικά όρια.....	33
3.2.5 Βασικοί περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς ανά χώρα.....	35

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Μετρήσεις επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	39
4.1 Επιλεκτικός μετρητής ακτινοβολίας SRM 300 της NARDA.....	39
4.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων SRM 300 μέσω λογισμικού προγράμματος.....	40
4.1.2 Βασικές λειτουργίες οργάνου.....	41
4.2 Μεθοδολογία μετρήσεων.....	43
4.2.1 Προετοιμασία μετρητικού εξοπλισμού.....	44
4.2.2 Μετρήσεις σταθερών σημείων.....	45
4.2.3 Μετρήσεις διαδρομής (roote).....	46
4.3 Διεξαγωγή μετρήσεων.....	46
4.3.1 Διεξαγωγή μετρήσεων σταθερών σημείων.....	46
4.3.2 Διεξαγωγή μετρήσεων εν κινήσει (roote).....	65
4.4 Συμπεράσματα.....	68
4.5 Προγράμματα μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	70
4.5.1 Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ".....	70
4.5.2 Πρόγραμμα πεδίων 24.....	72
4.5.3 Πρόγραμμα Φάσμα.....	74

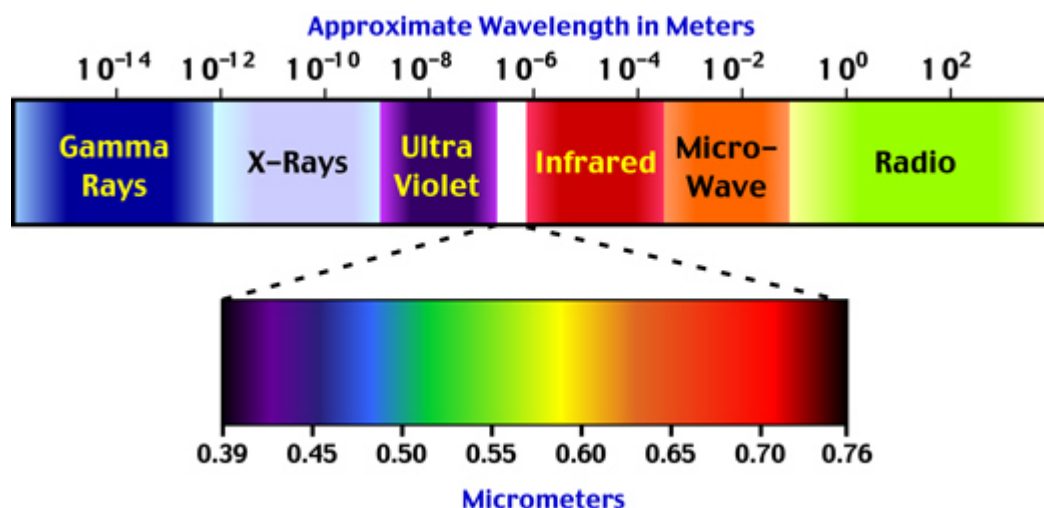
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και υγεία.....	77
5.1 Συσκευές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	77
5.1.1 Ασύρματες συσκευές.....	77
5.1.2 Ηλεκτρικές οικιακές συσκευές.....	77
5.2 Με ποιες ασθένειες σχετίζονται τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία.....	79
5.3 Τρόποι προστασίας.....	85
5.4 Μύθοι και Αλήθειες.....	87
Γενικά Συμπεράσματα.....	91
Βιβλιογραφία.....	92
Άρθρα σχετικά με τις επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας.....	94

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1. Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογα με τη συχνότητα των κυμάτων της και αντίστοιχα την ενέργεια που μεταφέρει χωρίζεται σε περιοχές, όπως: τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, τις υπέρυθρες ακτίνες, το ορατό φως, τις υπεριώδεις ακτίνες, τις ακτίνες X και τις ακτίνες γάμμα. (σχήμα 1-1)



Σχήμα: 1-1

Από το νόμο του Gauss για το ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο, τον νόμο της επαγωγής του Faraday και το νόμο του Ampere συμπληρωμένο με έναν ακόμη όρο από τον Maxwell που αφορά την μεταβολή της ροής της ηλεκτρικής μετατόπισης μέσα από την επιφάνεια που περικλείει μια κλειστή γραμμή προκύπτουν οι τέσσερις εξισώσεις του Maxwell.

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_f$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j}_f + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Όπου  $\vec{D}$  η ηλεκτρική μετατόπιση ( $C/m^2$ ),

$\vec{H}$  η ένταση του μαγνητικού πεδίου ( $A/m$ ),

$\vec{j}_f$  η πυκνότητα του ελεύθερου ρεύματος (σε  $A/m^2$ ) και

$\rho_f$  η πυκνότητα όγκου των ελεύθερων ηλεκτρικών φορτίων.

και  $\vec{E}$  η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου(V/m),

Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν φορτία ή ρεύματα στην περιοχή, οι εξισώσεις του Maxwell γράφονται ως ακολούθως:

$$\nabla \cdot \vec{E} = 0$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

όπου με  $\vec{E}$  συμβολίζεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου(V/m),

$\vec{H}$  η ένταση του μαγνητικού πεδίου,

$\vec{B}$  η μαγνητική επαγωγή (Tesla)

$\epsilon_0$  και  $\mu_0$  η ηλεκτρική και μαγνητική διαπερατότητα του κενού αντίστοιχα.

Από τις εξισώσεις αυτές, και με κατάλληλη μαθηματική επεξεργασία προκύπτουν οι σχέσεις:

$$\nabla^2 \vec{E} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

$$\nabla^2 \vec{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}$$

Οι βασικοί νόμοι του ηλεκτρομαγνητισμού προβλέπουν δηλαδή την ύπαρξη κυμάτων που κινούνται με την ταχύτητα του φωτός. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με τον ίδιο τον Maxwell, είναι δύσκολο να αποφύγουμε το συμπέρασμα ότι το φως δεν είναι τίποτε άλλο παρά εγκάρσιοι κυματισμοί του ίδιου εκείνου μέσου που προκαλεί τα ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα, να δεχθούμε δηλαδή την ερμηνεία του φωτός ως ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

Στο εσωτερικό της ύλης, αλλά σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν ελεύθερα φορτία ή ελεύθερα ρεύματα, με την υπόθεση δηλαδή πως το υλικό είναι μη αγώγιμο και ισότροπο, τα ηλεκτρόνια είναι δεσμευμένα από τα άτομα του υλικού και όλες οι



διευθύνσεις είναι ισοδύναμες. Αυτό πραγματοποιείται στα απλά ισότροπα υλικά διηλεκτρικά όπως είναι το γυαλί. Σε αυτή την περίπτωση ισχύουν οι σχέσεις:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$
$$\vec{H} = \frac{1}{\mu} \vec{B}$$

οι σχέσεις του Maxwell γίνονται:

$$\nabla \cdot \vec{E} = 0$$
$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$
$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$
$$\nabla \times \vec{B} = \mu \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

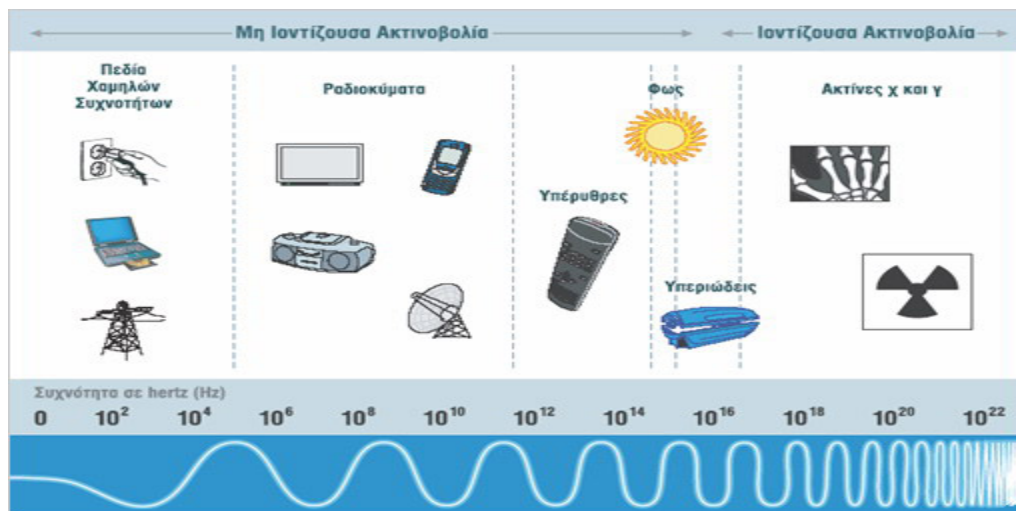
Η μόνη διαφορά των τελευταίων σχέσεων με αυτών στο κενό, είναι ότι η ποσότητα  $\mu_0 \epsilon_0$  έχει αντικατασταθεί από το  $\mu \epsilon$ . Συνεπώς, σε ένα γραμμικό ομογενές υλικό τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται με ταχύτητα.

$$u = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$$

που είναι πάντα μικρότερη από αυτή του φωτός. [1]

### Τα διάφορα είδη ΗΜΠ

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελείται από κύματα τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι αόρατα. Ένα μικρό μόνο τμήμα αυτής μπορεί να εντοπισθεί από το ανθρώπινο μάτι: το ορατό φως. Τα υπόλοιπα είδη δεν μπορούμε να τα αντιληφθούμε, εντούτοις έχουν επίδραση στην ανθρώπινη ζωή. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία εμφανίζονται σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων που χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές (ζώνες συχνοτήτων). Το φάσμα των συχνοτήτων περιλαμβάνει την ιοντίζουσα και τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία (Σχήμα 1- 2).



Σχήμα: 1-2

Οι πηγές των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, στα οποία υποβαλλόμαστε καθημερινά (ραδιοκύματα, μικροκύματα, ηλεκτρισμός), είναι μεγάλου μήκους κύματος και χαμηλής συχνότητας. Η ενέργεια που μεταφέρουν είναι μικρή και κατά συνέπεια δεν μπορούν να προκαλέσουν ιοντισμό.

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από οικιακές ηλεκτρικές συσκευές και καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος, είναι εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας, που φτάνουν μέχρι 300 Hz.

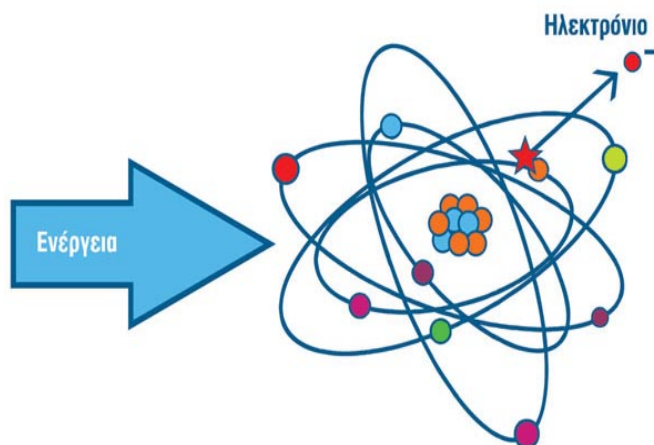
Τα χαρακτηριστικά των ειδών ΗΜΠ τους εξαρτώνται από το είδος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που τα δημιουργούν. Τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία διαφοροποιούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι:

1. Η συχνότητα
2. Το μήκος κύματος
3. Η ενέργεια που μεταφέρουν [2]

## 1.1 Ιοντίζουσα Ακτινοβολία

Γενικά

Ιοντίζουσα είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει ενέργεια ικανή να εισχωρήσει στην ύλη, να προκαλέσει ιοντισμό των ατόμων και να διασπάσει βίαια χημικούς δεσμούς προκαλώντας βιολογικές βλάβες σε ζώντες οργανισμούς. Στην πράξη παρατηρείται μια βίαιη εκδίωξη ηλεκτρονίου από το άτομο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ζεύγους αντίθετα φορτισμένων ιόντων (Σχήμα 1-3).



Σχήμα:1-3

Ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι οι παρακάτω:

- οι ακτίνες X που παράγονται στις λυχνίες των ακτινολογικών μηχανημάτων και χρησιμοποιούνται ευρέως στην ιατρική.
- Η ακτινοβολία "α" είναι σωματιδιακή ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από ραδιενεργούς πυρήνες. Το σωματίδιο α είναι σχετικά βαρύ, επειδή αποτελείται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια, (είναι δηλαδή πυρήνας του στοιχείου ηλίου, τέσσερις φορές βαρύτερο του πυρήνα του υδρογόνου), και μεταφέρει σχετικά μεγάλο ηλεκτρικό φορτίο (+2).
- Η ακτινοβολία "β" είναι σωματιδιακή ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από ραδιενεργούς πυρήνες ή μπορεί να παραχθεί σε επιταχυντές σωματιδίων. Τα σωματίδια β είναι ηλεκτρόνια, με μικρή μάζα (7000 φορές περίπου ελαφρότερη από αυτή των σωματιδίων "α"), και φέρουν μικρό σχετικά ηλεκτρικό φορτίο (+1 ή -1, τα θετικά ηλεκτρόνια καλούνται ποζιτρόνια).
- Η ακτινοβολία "γ" είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (φωτόνια) υψηλής ενέργειας, που συνοδεύει τις ραδιενεργές διασπάσεις των πυρήνων. Δεν έχει μάζα και δε μεταφέρει ηλεκτρικό φορτίο. Έτσι η διέλευσή της μέσα από τα πλέγματα των ατόμων της ύλης δεν παρακωλύεται ενώ η πιθανότητά της να αλληλεπιδράσει με τα ηλεκτρόνια ή τους πυρήνες των ατόμων είναι σχετικά μικρή.

Τα σωματία "α" αποκόπτονται από ένα φύλλο χαρτιού, τα σωματία "β" από μερικά χιλιοστά plexiglass, ενώ η υψηλής ενέργειας ακτινοβολία "γ" απαιτεί σχετικά μεγάλα πάχη επιλεγμένων υλικών για να αποκοπεί (π.χ. μολύβι, σκυρόδεμα).

Η ποσότητα ενέργειας που μεταφέρεται από την ακτινοβολία στην ύλη ανά χιλιόγραμμο μάζας, καλείται δόση ακτινοβολίας. Η πιθανότητα βλάβης της υγείας σχετίζεται άμεσα με το μέτρο της δόσης ακτινοβολίας. [3]

### 1.1.1 Πηγές ιοντιζουσών ακτινοβολιών

Ο άνθρωπος δέχεται ακτινοβολία από ένα μεγάλο σύνολο φυσικών και τεχνητών πηγών που βρίσκονται διεσπαρμένες γύρω του. Ανάλογα με την πηγή εκπομπή τους, οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες διακρίνονται σε:

- Φυσικές ακτινοβολίες (γήινο και διαστημικό περιβάλλον).
- Τεχνητές ακτινοβολίες, τις οποίες εφηύρε και χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. [3]

#### Φυσικές πηγές ακτινοβολιών

Οι φυσικές πηγές είναι αναπόσπαστο συνθετικό του γήινου περιβάλλοντος. Το έδαφος, το νερό και ο αέρας, περιλαμβάνουν και φυσικά ραδιενεργά στοιχεία, ενώ η επιφάνεια της γης προσβάλλεται διαρκώς και από την κοσμική ακτινοβολία με πηγές εκπομπής τον ήλιο και άλλες αστρικές περιοχές του διαστήματος. Η κυριότερη συνιστώσα της φυσικής ραδιενέργειας στον άνθρωπο, από άποψη ραδιολογικών επιπτώσεων, είναι το φυσικό ραδιενεργό αέριο ραδόνιο, το οποίο προέρχεται από το ουράνιο που εντοπίζεται στο έδαφος και τα πετρώματα της γης. [3]

#### Τεχνητές πηγές ακτινοβολιών και η χρήση τους από τον άνθρωπο

Οι ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται:

- στην ιατρική, (διάγνωση και θεραπεία)
- στη βιομηχανία (ραδιογραφήσεις, ακτινοβολητές για αποστείρωση υλικών)
- στην παραγωγή ενέργειας
- στη γεωργία, την έρευνα και την εκπαίδευση.

Σημαντική τεχνητή πηγή ακτινοβολίας του ανθρώπου αποτελεί και η ραδιορύπανση του περιβάλλοντος που οφείλεται σε πυρηνικές δοκιμές στην ατμόσφαιρα που έγιναν πριν το 1962 και σε πυρηνικά ατυχήματα, όπως αυτό στον αντιδραστήρα του Τσερνομπίλ της Ουκρανίας το 1986 και στην Φουκουσίμα της Ιαπωνίας το 2011. [3]

#### Βιολογικές επιδράσεις

Έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία συνεπάγεται άμεσα ή μακροπρόθεσμα βλαπτικά αποτελέσματα για την υγεία.

- Για μεγάλες δόσεις ακτινοβολίας, η έκθεση μπορεί να σημαίνει άμεση καταστροφή κυττάρων, και πιθανόν να οδηγήσει ενίοτε στο θάνατο του ανθρώπου. Δόσεις που οδηγούν σε άμεσες επιπτώσεις διαπιστώθηκαν μόνο σε μεγάλα πυρηνικά ατυχήματα.
- Για σχετικά χαμηλές δόσεις ακτινοβολίας, στατιστικά υπάρχει πιθανότητα μελλοντικής εμφάνισης καρκίνου. Η πιθανότητα αυτή είναι ανάλογη της δόσης κάθε φορά. Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι βλάβες που προκαλούνται στο γενετικό του υλικό του κυττάρου, διότι αυτές συνδέονται τόσο με τη μεταβίβαση

κληρονομικών ανωμαλιών στους απογόνους όσο και με τη διαδικασία της καρκινογένεσης. [3]

### **Πως αποτιμούμε τον κίνδυνο βλάβης της υγείας μετά από έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.**

Το δοσιμετρικό μέγεθος το οποίο συνδέεται με πιθανό κίνδυνο βλάβης της υγείας, ως αποτελέσματα της έκθεσης σε ακτινοβολία είναι η **ενεργός δόση**. Η ενεργός δόση εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας, το είδος του ακτινοβολουμένου ιστού και την ενέργεια που απορρόφησε το ανθρώπινο σώμα. Το **Sievert (Sv)** και τα υποπολλαπλάσιά του (mSv και μSv) είναι μονάδες μέτρησης της ενεργού δόσης. Η μέση ενεργός δόση ενός ατόμου που οφείλεται σε τεχνητές και φυσικές πηγές ραδιενέργειας του γήινου περιβάλλοντος είναι 0.31 mSv και 2.4 mSv για κάθε χρόνο αντίστοιχα, ενώ σε μια τυπική ακτινογραφία θώρακος η ενεργός δόση είναι περίπου 0,02 mSv. [3]

#### **1.1.2 Κατηγορίες Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας.**

##### **Ακτίνες γ**

Η ταχύτητα των ακτίνων γ στο κενό είναι  $c = 299.792.458 \text{ m/s}$ , ενώ το μήκος κύματος τους κυμαίνεται από  $10^{-10}$  έως τα  $10^{-14}$  μέτρα ώστε να είναι συγκρίσιμο με τη διάμετρο ενός πυρήνα ατόμου. Οι ακτίνες γ είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες ακτίνες διότι διασπούν τις ουσίες των κυττάρων και μεταλλάσσουν το DNA. Παράγονται από ραδιενεργούς πυρήνες και από αστέρια στο διάστημα. Από τη μια οι ραδιενεργοί πυρήνες προκύπτουν από ορυκτά και απόβλητα πυρηνικών αντιδραστήρων. Στην πραγματικότητα, κάθε ουσία περιέχει ένα ελάχιστο ραδιενεργό ποσοστό που παράγει ακτίνες γ. Από την άλλη, τα αστέρια εκπέμπουν ενέργεια με μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε όλα τα μήκη κύματος. Κυριότερες πηγές ακτίνων γ θεωρητικά είναι οι αστέρες νετρονίων και οι μαύρες τρύπες. Εφαρμογές έχουν κυρίως στην ιατρική, όπου χρησιμοποιούνται στις ακτινογραφίες για την απεικόνιση του εσωτερικού του σώματος. Το σπινθηρογράφημα είναι μία ακόμα τεχνική που χρησιμοποιεί τις ακτίνες γ, όπου η ακτινοβολία παράγεται από ένα ραδιενεργό υγρό που έχει χορηγηθεί στον εξεταζόμενο. [1]

##### **Ακτίνες X**

Το μήκος κύματος των **ακτίνων X** ή **ακτίνων Röntgen** κυμαίνεται μεταξύ 10nm και 10pm, που αντιστοιχεί σε περιοχή συχνότητας από  $30 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$  -  $30 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$  και σε περιοχή ενέργειας 120eV - 120keV. Στην ουσία πρόκειται για το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που βρίσκεται μεταξύ των τμημάτων της υπεριώδους ακτινοβολίας και των ακτίνων γ. Η δεύτερη ονομασία της ακτινοβολίας προέρχεται από το όνομα ενός από τους πρώτους ερευνητές της, του Γερμανού φυσικού, Βίλχελμ Ρέντκεν (*Wilhelm Röntgen*) που τις ανακάλυψε το 1895.

Οι ακτίνες X πρωταρχικά χρησιμοποιήθηκαν στην Ιατρική ως διαγνωστικό εργαλείο με τη μορφή της ακτινογραφίας και στη Φυσική και τη Χημεία με τη μορφή της κρυσταλλογραφίας.



**Σχήμα:1- 4**

Η εικονιζόμενη ακτινογραφία(Σχήμα 1-4) ελήφθη στις 23 Ιανουαρίου 1896 και είναι μία από τις πρώτες. Απεικονίζει το χέρι της συζύγου του Βίλχελμ Ρέντκεν.

Οι ακτίνες X χωρίζονται σε δύο υποπεριοχές μήκους κύματος, συχνότητας και ενέργειας:

1. . «Ήπιες ακτίνες X»: 10 nm - 100 nm, 30 PHz - 3 EHz, 120 eV - 12 keV.
2. . «Σκληρές ακτίνες X»: 100nm - 10 pm. 3EHz - 30 EHz, 12keV - 120 keV.

Σύνηθες τρόπος παραγωγής ακτίνων X είναι μέσω της επιτάχυνσης ηλεκτρονίων από δυναμικό τάξης μεγέθους των δεκάδων χιλιάδων volt και πρόσπτωσή τους σε στόχο ο οποίος αποτελείται από μεταλλικό υλικό μεγάλου ατομικού αριθμού. Τα ηλεκτρόνια καθώς προσπίπτουν στο στόχο χάνουν σταδιακά την ενέργεια τους, εφ' όσον υφίστανται επιβραδύνσεις από τα άτομα του υλικού του στόχου. Εντούτοις η ενέργεια που αποδίδουν στα άτομα του στόχου είναι αρκετή για να διεγείρει και ηλεκτρόνια των εσωτερικών στοιβάδων των ατόμων. Αποτέλεσμα τελικά είναι η συμπλήρωση των στοιβάδων αυτών, από ηλεκτρόνια υψηλότερων ενεργειακά στοιβάδων και έτσι παράγονται τα φωτόνια των ακτίνων X. [1]

## 1.2 Η μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία

### Γενικά

Η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία αναφέρεται σε οποιοδήποτε τύπο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ο οποίος δε φέρει αρκετή ενέργεια ανά κβάντο ώστε να ιονίσει άτομα ή

μόρια, δηλαδή για να αφαιρέσει εντελώς κάποιο ηλεκτρόνιο από άτομο ή μόριο. Έχει την ικανοποιητική ενέργεια μόνο για τη μετακίνηση ενός ηλεκτρονίου σε ένα υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο. Μονάδα μέτρησης είναι η πυκνότητα ενέργειας, η οποία είναι ίση με την ενέργεια που προσπίπτει σε μία επιφάνεια προς το εμβαδό αυτής της επιφάνειας. [4]

### 1.2.1 Πηγές της μη Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας



#### Ακτινοβολία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (ELF)

Η ακτινοβολία ELF των 60 Hz παράγεται από τα ηλεκτροφόρα καλώδια, την ηλεκτρική καλωδίωση και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό. Οι κοινές πηγές έντονης έκθεσης σε αυτή την ακτινοβολία περιλαμβάνουν τα υψηλής τάσεως ηλεκτροφόρα καλώδια και γενικότερα τον ηλεκτρικό εξοπλισμό.



#### Ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων (RF)/Ακτινοβολία μικροκυμάτων (MW)

Η ακτινοβολία μικροκυμάτων απορροφάται από τη στοιβάδα του δέρματος, ενώ η ακτινοβολία RF μπορεί να απορροφηθεί από όλο το σώμα. Σε υψηλές εντάσεις και οι δύο ακτινοβολίες βλάπτουν τους ιστούς εξ' αιτίας της θέρμανσης που προκαλούν. Οι πηγές ακτινοβολίας RF και MW περιλαμβάνουν τις κεραιές των ραδιοφωνικών κυμάτων, τα ραντάρ και τα τους σταθμούς κινητής τηλεφωνίας.



#### Υπέρυθρη ακτινοβολία(IR)

Στις πηγές ακτινοβολίας IR περιλαμβάνονται οι φούρνοι, οι λαμπτήρες θερμότητας, και τα λέιζερ IR. Κύριοι δέκτες της υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι το δέρμα και τα μάτια.



#### Ορατή ακτινοβολία

Οι διαφορετικές ορατές συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (EM).



#### Υπεριώδης ακτινοβολία (UV)

Τα φωτόνια της υπεριώδους ακτινοβολίας έχουν υψηλή ενέργεια η οποία και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη καθ' ότι συνήθως δεν υπάρχει κανένα άμεσο σύμπτωμα της υπερβολικής έκθεσης. Στις πηγές της UV ακτινοβολίας περιλαμβάνονται ο ήλιος, η οξυγονοκόλληση, και τα UV λέιζερ.

### 1.2.2 Κατηγορίες Μη Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας.

#### **Υπεριώδης Ακτινοβολία**

Η περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380 και 60 nm ονομάζεται **υπεριώδης ακτινοβολία**.

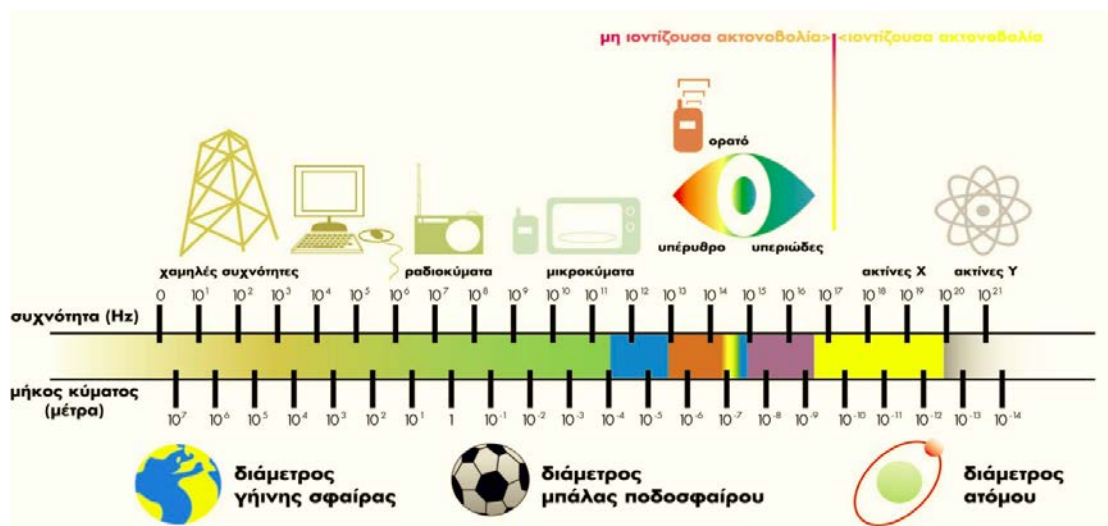
Παρακάτω παρατίθενται τα τρία είδη υπεριώδους ακτινοβολίας:

- UV-A: Η ακτινοβολία αυτή κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 315 και 400nm. Είναι πιο ακίνδυνη σε σχέση με τις υπόλοιπες.
- UV-B: Η ακτινοβολία αυτή κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 280 και 315 nm. Προκαλεί το μαύρισμα, αλλά μπορεί να γίνει επικίνδυνη.
- UV-Γ: Η ακτινοβολία αυτή κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 40 nm και 280 nm . Πρόκειται για το πιο επικίνδυνο είδος της υπεριώδους ακτινοβολίας, καθώς με αυτήν έχουν επιτευχθεί εργαστηριακά μεταλλάξεις.

Κύρια πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος. Η υπεριώδης ακτινοβολία φτάνει στη γη, μέσω της επανεκπομπής της από τη στρατόσφαιρα και πρόκειται για επικίνδυνη ακτινοβολία. Το στρώμα όζοντος είναι εκείνο που προστατεύει την επιφάνεια της γης από την υπεριώδη ακτινοβολία και αυτός είναι ο λόγος που η τρύπα του όζοντος αποτελεί σοβαρό οικολογικό πρόβλημα.

## Ορατό Φάσμα

Οι ακτινοβολίες με μήκος κύματος από 4000Å μέχρι περίπου 7000 Å ( $1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$ ) αποτελούν **το ορατό φάσμα**. Πρόκειται για το τμήμα εκείνο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που μπορεί να αντιληφθεί ο άνθρωπος με το αισθητήριο της όρασης. Συχνότητες με μήκος κύματος κάτω από 4000Å αποτελούν την υπέρυθρη ακτινοβολία (Infrared), ενώ συχνότητες με μήκος κύματος πάνω από τα 7000 Å αποτελούν την υπεριώδη ακτινοβολία (Ultra Violet ).Στο **σχήμα1-5** φαίνονται τα μήκη κύματος και οι συχνότητες του ορατού φάσματος. [1]



Σχήμα: 1-5

## Υπέρυθρη Ακτινοβολία

Στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, οι υπέρυθρες ακτίνες τοποθετούνται ως προέκταση της κόκκινης ορατής ακτινοβολίας, γι' αυτό ονομάζονται και "υπέρυθρες". Το μήκος κύματός τους κυμαίνεται από το 1 χιλιοστό έως τα 700 νανόμετρα, από όπου ξεκινά



το ορατό φάσμα. Εκπέμπονται από όλα τα σώματα που έχουν κάποια θερμοκρασία. Τα σώματα ωστόσο με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία εκπέμπουν περισσότερες υπέρυθρες και αντίστροφα στα σώματα εκείνα που απορροφούν περισσότερες υπέρυθρες αυξάνεται η θερμοκρασία τους. Αντιληπτές μπορούν να γίνουν με τεχνητά μέσα όπως θερμικές κάμερες, οι οποίες χρησιμοποιούνται και για τον εντοπισμό εμπύρετων ατόμων στα αεροδρόμια, όπως στην πανδημία γρίπης του 2009 (Σχήμα 1-6).



Σχήμα:1-6

### Ραδιοκύματα-Μικροκύματα

Η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων είναι μια εναλλακτική ονομασία για τα **ραδιοκύματα**. Αποτελεί μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που περιλαμβάνει κύματα με συχνότητα από περίπου 3000 κύματα ανά δευτερόλεπτο (3 kHz) μέχρι 300 δισεκατομμύρια κύματα ανά δευτερόλεπτο (300 GHz).

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

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

Τα κύματα και τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων διαθέτουν ηλεκτρικές και μαγνητικές συνιστώσες. Υπάρχουν διάφορα μεγέθη που ποσοτικοποιούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με το πιο ευρέως διαδεδομένο στις ραδιοσυχνότητες την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (συμβολίζεται με  $E$  και μετριέται σε  $V/m$ ). Άλλα μεγέθη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου (συμβολίζεται με  $H$  και μετριέται σε  $A/m$ ), η μαγνητική επαγωγή πεδίου (συμβολίζεται με  $B$  και μετριέται σε  $T$ ) και η πυκνότητα ροής ισχύος (συμβολίζεται με  $S$  και μετριέται σε  $Watt/m^2$ ). Η πυκνότητα ροής ισχύος ορίζεται ως η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας. Η πυκνότητα ροής ισχύος μπορεί επίσης να εκφραστεί σε  $mW$  (1 χιλιοστό του  $Watt$ ) ανά τετραγωνικό εκατοστό ( $mW/cm^2$ ) ή  $\mu W$  (1 εκατομμυριοστό του  $Watt$ ) ανά τετραγωνικό εκατοστό ( $\mu W/cm^2$ ).

**Τα μικροκύματα** αποτελούν ένα υποσύνολο των ραδιοκυμάτων με μήκος κύματος μεταξύ 0,1 και 100 εκατοστών, που αντιστοιχεί σε συχνότητες μεταξύ 0,3-300 GHz. Δεν υπάρχουν ακριβή όρια που διαχωρίζουν τα μικροκύματα από τις γειτονικές περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, των υπερβραχέων και της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα μικροκύματα χωρίζονται στις παρακάτω τρεις επιμέρους ζώνες:

- Στα δεκατομετρικά μικροκύματα (Ultra high frequency, **UHF**) (0.3-3 GHz),
- Στα εκατοστομετρικά μικροκύματα (Super high frequency, **SHF**) (3-30 GHz),
- Στα χιλιοστομετρικά μικροκύματα (Extremely high frequency, **EHF**) (30-300 GHz). [1]

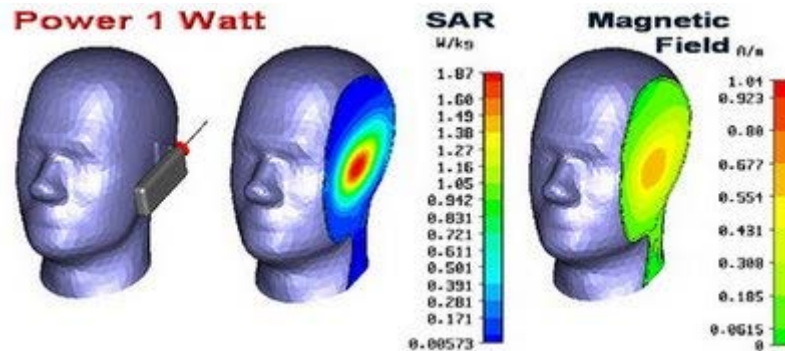
Τα μικροκύματα χρησιμοποιούνται για την εκπομπή επίγειου τηλεοπτικού σήματος (UHF), την εκπομπή δορυφορικού τηλεοπτικού σήματος αλλά και στις δορυφορικές επικοινωνίες γενικότερα (Σχήμα1-7). Εφαρμογές βρίσκουν επίσης στην κινητή τηλεφωνία, στην εφαρμογή Wi-Fi, στο πρότυπο ανταλλαγής αρχείων Bluetooth, στα Ραντάρ όπως και στους φούρνους μικροκυμάτων. [1]



**Σχήμα:1-7**

Τα κινητά τηλέφωνα είναι εφοδιασμένα με κεραίες που εκπέμπουν και αποδέχονται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Όταν μιλάμε στο κινητό τηλέφωνο, η φωνή μας μετατρέπεται σε ραδιοκύματα. Τα ραδιοκύματα που μεταφέρουν ενέργεια και πληροφορίες, ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός μέχρι που να συναντήσουν τον πλησιέστερο σταθμό βάσης κινητής τηλεφωνίας. Όταν η κεραία του σταθμού βάσης παραλάβει το ηλεκτρομαγνητικό σήμα, το μεταφέρει στο δίκτυο τηλεφωνίας και αποστέλλει το αρχικό μήνυμα με παρόμοιο τρόπο στον προορισμό του.

### 1.3 Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης (SAR).



Σχήμα:1-8

**Δείκτης SAR** (Specific Absorption Rate) είναι ο δείκτης που χρησιμοποιείται από τις διεθνείς επιστημονικές υπηρεσίες για τη **μέτρηση της ποσότητας ραδιοκυμάτων (RF)** που απορροφά ο ανθρώπινος οργανισμός. Εκφράζεται σε watt ανά κιλό ή watt ανά γραμμάριο (watt/kg ή watt/g) (Σχήμα 1-8).

Ο SAR δίδεται από τη σχέση:

$$SAR = \sigma \frac{E^2}{2\rho}$$

όπου  $\sigma$  = η ειδική αγωγιμότητα του ιστού (σε S/m),  $E$  = η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (σε V/m) και  $\rho$  = η πυκνότητα του ιστού (σε Kgr/m<sup>3</sup>). [5]

Ο ειδικός ρυθμός απορρόφησης για τις συσκευές κινητής τηλεφωνίας που κυκλοφορούν στο εμπόριο μετريέται σύμφωνα με μέθοδο, η οποία προκύπτει από οδηγίες διεθνών οργανισμών. Οι οδηγίες αυτές περιλαμβάνονται στη νομοθεσία των κρατών αυτών. Η μέτρηση του ειδικού ρυθμού απορρόφησης γίνεται με εκπομπή ακτινοβολίας σε ανθρώπινα ομοιώματα (phantoms) και μέτρησης της ακτινοβολίας που απορροφάται. Τα ομοιώματα μιμούνται τις ιδιότητες του ανθρώπινου ιστού ως προς την απορρόφηση της ακτινοβολίας. Οι μετρήσεις λαμβάνονται για πολλές θέσεις και αποστάσεις του κινητού από το ομοίωμα λαμβάνοντας υπόψη ως συντελεστές βαρύτητας, τα ποσοστά χρήσης στις αντίστοιχες θέσεις. Πολλές φορές τα ομοιώματα απλουστεύουν τη σύσταση των ιστών σε νερό με πρωτεΐνες, που στην πράξη αντιστοιχεί σε διάλυμα υδρογονανθράκων (π.χ. ζάχαρης) σε νερό.

Διεθνείς οργανισμοί σε συνεργασία με ανεξάρτητους φορείς, έχουν εκδώσει οδηγίες (οι οδηγίες αυτές βασίζονται στα επιστημονικά δεδομένα των πρόσφατων ερευνών) πάνω στον τομέα της προστασίας από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Στις ΗΠΑ για παράδειγμα τα όρια έχουν θεσπιστεί από την Επιτροπή Ομοσπονδιακών Τηλεπικοινωνιών (*Federal Communications Committee - FCC*), ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1991 ισχύει η οδηγία που προέκυψε από τη Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από τη Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP*) σε συνεργασία με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. [1]

**Σε όλες τις περιπτώσεις ο δείκτης SAR πρέπει να είναι η πρώτη πληροφορία που ελέγχουμε όταν αγοράζουμε κινητό και όχι τα megapixels της κάμερας.**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. Σταθμοί και Δίκτυα

#### 2.1 Περί σταθμών βάσης και δικτύων κινητής τηλεφωνίας

##### 2.1.1 Σταθμοί Βάσης

Σταθμοί βάσης κυψελωτών επικοινωνιών ονομάζονται οι σταθερές κεραιές που χρησιμοποιούνται για τις ασύρματες επικοινωνίες. Ο σταθμός βάσης αποτελείται από πολλά διαφορετικά εξαρτήματα. Μεταξύ αυτών, περιλαμβάνονται το στέγαστρο εξοπλισμού, ενός πύργου το οποίο παρέχει το απαραίτητο ύψος για την προσφορά καλύτερης κάλυψης, όπως και πομποδέκτες αλλά και κεραιές, που βρίσκονται στην κορυφή του πύργου. Σε μερικές περιπτώσεις οι πομποδέκτες και οι κεραιές είναι προσαρτημένοι στην κορυφή κτιρίων, όπου το ίδιο το κτίριο προσφέρει το απαραίτητο ύψος. Το ύψος των εγκαταστάσεων σταθμών βάσης συνήθως κυμαίνεται από 15 έως 60 μέτρα. Τα ραδιοσήματα τροφοδοτούνται μέσω καλωδίων προς τις κεραιές και στη συνέχεια εκπέμπονται ως ραδιοκύματα στην περιοχή ή την κυψέλη που περιβάλλει το σταθμό βάσης. Οι κεραιές που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση και λήψη σημάτων προς και από τους κινητούς χρήστες είναι συνήθως 15-30 εκατοστά σε πλάτος και μέχρι μερικά μέτρα σε μήκος, ανάλογα πάντα με την συχνότητα λειτουργίας τους [14].

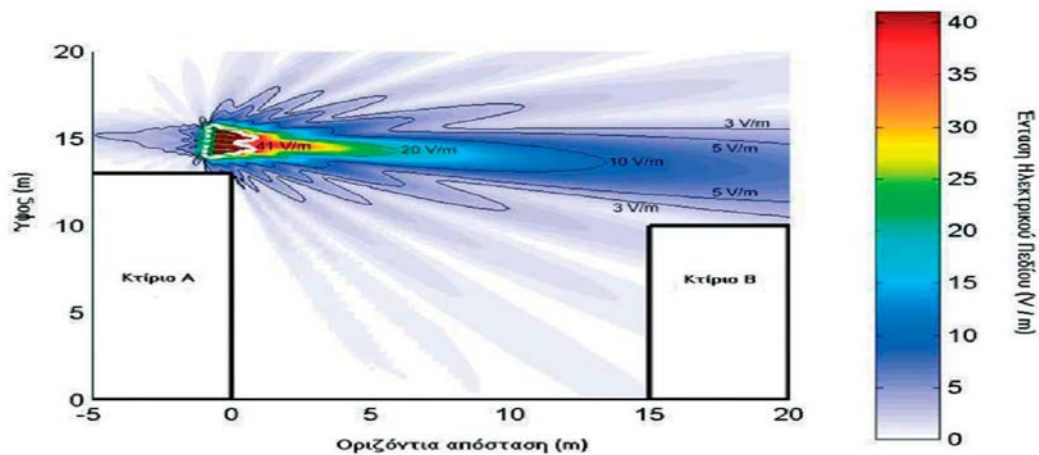
Στους σταθμούς βάσης όμως, υπάρχουν και κεραιές σε σχήμα πιάτου (dish antenna), οι οποίες αποτελούν τερματικούς κόμβους μικροκυματικής σύνδεσης σημείο σε σημείο και επικοινωνίας με άλλους σταθμούς βάσης για τη διασύνδεση του δικτύου. Σε ορισμένες βέβαια περιπτώσεις, αντί για μικροκυματικές συνδέσεις, οι σταθμοί βάσης συνδέονται μεταξύ τους με υπόγεια καλώδια.



Σχήμα 2.1: Όψη και διαγράμματα ακτινοβολίας κεραιάς κινητής τηλεφωνίας της εταιρίας Kathrein τύπου 739630 για εκπομπή στην συχνότητα των 900MHz, όπως δίνονται από τον κατασκευαστή.

Οι κεραιές κινητής τηλεφωνίας, για να επικοινωνούν με τα κινητά τηλέφωνα που βρίσκονται στην περιοχή, ακτινοβολούν σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Ακτινοβολούν μάλιστα περισσότερο προς την κατεύθυνση του ορίζοντα όπου κατευθύνεται η κύρια δέσμη τους και πολύ λιγότερο προς τις υπόλοιπες κατευθύνσεις. Η ακτινοβολία συγκεντρώνεται στην κατεύθυνση της ευθείας που συνδέει τις δύο κεραιές και η ακτινοβολία που διαφεύγει εκτός αυτής είναι σχεδόν

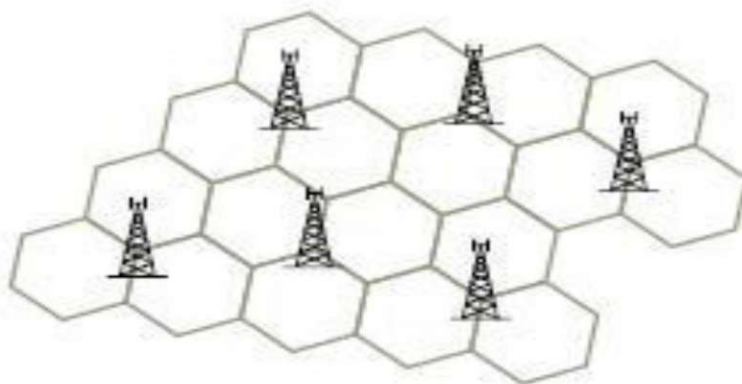
μηδενική. Προϋπόθεση για να αποκατασταθεί η σύνδεση, είναι να μην παρεμβάλλεται τίποτα στη νοητή ευθεία μεταξύ των δύο κεραιών. Σε μερικές περιπτώσεις δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθεί μια απευθείας σύνδεση μεταξύ ενός σταθμού βάσης και του κέντρου του και ως λύση θεωρείται η χρησιμοποίηση κάποιου άλλου σταθμού βάσης ως ενδιάμεσου. Κάτι τέτοιο βέβαια συνεπάγεται ότι ο ενδιάμεσος σταθμός βάσης θα έχει περισσότερες από μία μικροκυματικές κεραιές. Όμως υπάρχουν και περιπτώσεις που οι σταθμοί βάσης μεταδίδουν τις κλήσεις τους στο κέντρο ενσύρματα π.χ. με κάποιο μισθωμένο κύκλωμα και δεν έχουν καμία μικροκυματική ζεύξη [14].



Σχήμα 2.2: Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στη κατεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας της κεραιάς κινητής τηλεφωνίας στο κατακόρυφο επίπεδο

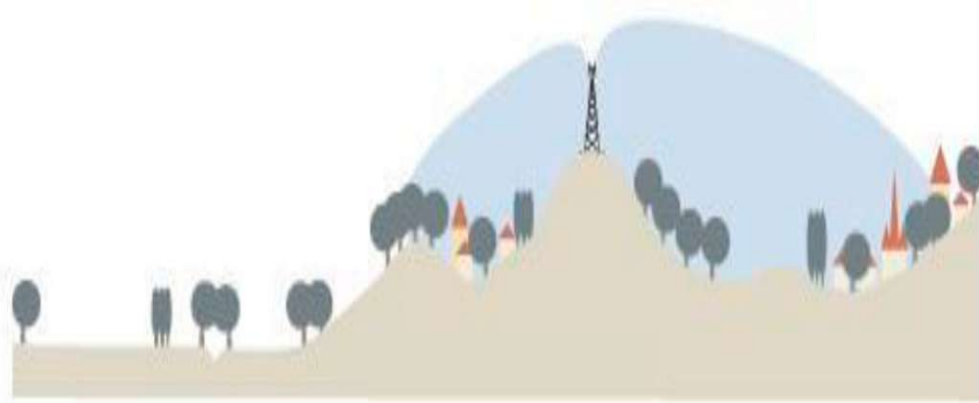
### 2.1.2 Δίκτυα κινητής επικοινωνίας

Τα δίκτυα κινητής επικοινωνίας χωρίζονται σε γεωγραφικές περιοχές που ονομάζονται κυψέλες, και καθεμία από τις κυψέλες εξυπηρετείται από ένα σταθμό βάσης. Τα κινητά τηλέφωνα αποτελούν το σύνδεσμο του χρήστη με το δίκτυο. Ο σχεδιασμός του συστήματος είναι τέτοιος ώστε να εξασφαλίζει τη διατήρηση της σύνδεσης των κινητών τηλεφώνων με το δίκτυο, καθώς οι χρήστες μετακινούνται μεταξύ των κυψελών [15].



Σχήμα 2.3: Θεωρητική μοντελοποίηση ενός δικτύου

Σταθμοί βάσης και κινητά τηλέφωνα επικοινωνούν μέσω της ανταλλαγής ραδιοσημάτων. Το επίπεδο ισχύος αυτών το σημάτων βελτιστοποιείται, ώστε το δίκτυο να λειτουργεί ικανοποιητικά. Η ρύθμιση μάλιστα είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται παρεμβολές με άλλα ραδιοσήματα που χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, από τις υπηρεσίες άμεσης δράσης, ραδιοφωνικούς ή και τηλεοπτικούς αναμεταδότες. [15]



Σχήμα 2.4: Παράδειγμα της περιοχής κάλυψης ενός σταθμού βάσης

## 2.2 Το δίκτυο GSM

Στην Ελλάδα λειτουργούν τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν το ψηφιακό Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM). Αυτά είναι γνωστά ως συστήματα δεύτερης γενιάς (2G), και είναι η εξέλιξη των συστημάτων πρώτης γενιάς (αναλογικά συστήματα), τα οποία πλέον δεν λειτουργούν. Αναφορικά με τα συστήματα τρίτης γενιάς (3G), είναι διαθέσιμα ήδη και στην Ελλάδα.

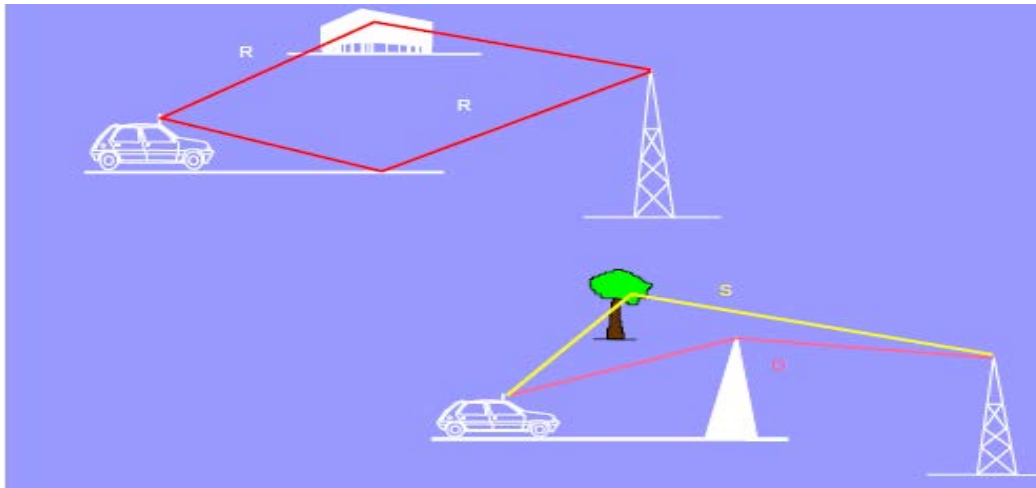
Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας, το οποίο για τη μετάδοση πληροφορίας χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα με την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες [16].

Το GSM στηρίζεται στην τεχνική TDMA, με 200 kHz απόσταση φερόντων. Κάθε φέρον έχει οκτώ διαύλους με διάρκεια χρονοσχιμής τα 0.577 msec, ενώ χρησιμοποιεί την τεχνική ψηφιακής διαμόρφωσης GMSK με τελικό ρυθμό μετάδοσης τα 270,8Kbps. Οι συχνότητες λειτουργίας είναι οι 890-915MHz/935-960MHz. Υποστηρίζει υπηρεσίες φωνής (13Kbps) και δεδομένων μέχρι 9.6 Kbps. [16]

## 2.3 Μηχανισμοί διάδοσης

Οι μηχανισμοί διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι ποικίλοι, αλλά γενικά μπορούν να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

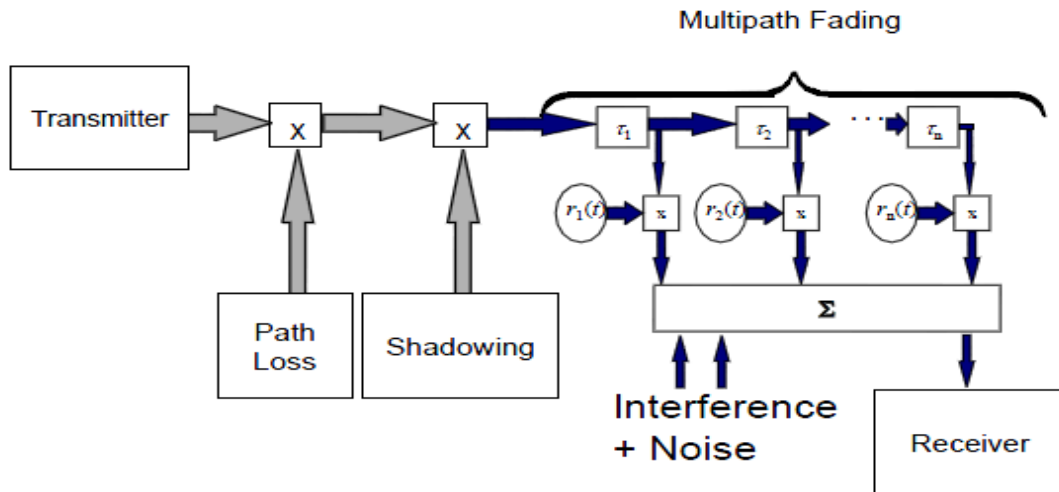
- Διάδοση σε ελεύθερο χώρο ( free space transmission)
- Ανάκλαση ( reflection)
- Διάθλαση ( transmission)
- Περίθλαση ( diffraction)
- Σκέδαση ( scattering)



Σχήμα 2.5: Μηχανισμοί διάδοσης ( ανάκλαση, περίθλαση, σκέδαση)

- Συνήθως τα ΗΜ κύματα “ταξιδεύουν” μεταξύ της κεραίας του πομπού και της κεραίας του δέκτη αφού ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές – multipath – (κάθε διαδρομή περιέχει διαφορετικούς συνδυασμούς των παραπάνω μηχανισμών διάδοσης ή / και με διαφορετικά αντικείμενα).
- Καθώς το τερματικό κινείται σε μια περιοχή, οι μηχανισμοί διάδοσης επιδρούν κάθε στιγμή στο λαμβανόμενο σήμα κατά διαφορετικούς τρόπους. Η συνύπαρξη όλων αυτών των κυμάτων στην κεραία του δέκτη έχει ως αποτέλεσμα, ακόμα και αν το τερματικό διανύει μικρές αποστάσεις, η λαμβανόμενη στιγμιαία ισχύς να μεταβάλλεται απότομα και να εμφανίζονται βραχύχρονες διαλείψεις (fast fading).
  - Παραδοσιακά τα μοντέλα διάδοσης προσπαθούσαν να προβλέψουν τη μέση ισχύ του λαμβανόμενου σήματος σε δεδομένη απόσταση από τον πομπό, καθώς επίσης και τη μεταβλητότητα (variability) της λαμβανόμενης ισχύος σε μια μικρή περιοχή γύρω από μια συγκεκριμένη τοποθεσία.
  - Τα μοντέλα διάδοσης που προβλέπουν τη μέση ισχύ σήματος για μια τυχαία απόσταση πομπού – δέκτη, καλούνται μοντέλα διάδοσης μεγάλης κλίμακας (large scale propagation models) επειδή χαρακτηρίζουν το σήμα για μεγάλες αποστάσεις πομπού – δέκτη (αρκετές εκατοντάδες ή χιλιάδες μέτρα). Αυτά τα μοντέλα είναι π.χ. χρήσιμα για τον υπολογισμό της περιοχής ραδιοκάλυψης ενός πομπού.
  - Από την άλλη, τα μοντέλα διάδοσης που χαρακτηρίζουν τις γρήγορες διακυμάνσεις της λαμβανόμενης ισχύος του σήματος σε μια μικρή περιοχή (μερικά μήκη κύματος ) ή για μικρό χρονικό διάστημα (της τάξης των μερικών δευτερολέπτων) ονομάζονται μικρής κλίμακας μοντέλα ή μοντέλα διαλείψεων ( small scale or fading models).[17]

- Η λαμβανόμενη ισχύς του σήματος μπορεί να μεταβάλλεται κατά 3 ή 4 τάξεις μεγέθους ( 30db ή 40db) σε αποστάσεις κλάσματος του μήκους κύματος. Η τοπική μέση ισχύς του σήματος υπολογίζεται ως η μέση τιμή των λαμβανόμενων μετρήσεων για μια απόσταση 5λ έως 40λ (δηλαδή για συχνότητες 1GHz με 2GHz αυτό αντιστοιχεί σε αποστάσεις από 1m έως 10m). [17]



Σχήμα 2.6

### 2.3.1 Μοντέλο διάδοσης ελεύθερου χώρου

- Το πιο απλό και βασικό μοντέλο διάδοσης μεγάλης κλίμακας, είναι το μοντέλο ελεύθερου χώρου (free space propagation model). Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει καθαρή- χωρίς εμπόδια – οπτική επαφή (Line of sight, LOS) μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Οι δορυφορικές επικοινωνίες και οι μικροκυματικές ζεύξεις με οπτική επαφή, συνήθως υπολογίζονται με αυτό το μοντέλο.
- Οι απώλειες διαδρομής αντιπροσωπεύουν την εξασθένηση του σήματος και ορίζονται ως η διαφορά (db) μεταξύ της εκπεμπόμενης και λαμβανόμενης ισχύος. Μπορεί να περιλαμβάνουν τα κέρδη κεραιών, αλλά όχι απαραίτητα.
- Όταν τα κέρδη κεραιών περιλαμβάνονται:

$$PL (db) = 10\log_{10} (P_t / P_r) = -10\log_{10} [ G_t G_r (\lambda/4\pi R)^2 ]$$

- Όταν δεν περιλαμβάνονται ( οι π.χ. ιστροπικές κεραιές)

$$PL (db) = 10\log_{10} (P_t / P_r) = -10\log_{10} (\lambda/4\pi R)^2$$



Η σχέση του Friis ισχύει στο μακρινό πεδίο και δεν ισχύει για  $d = 0$ .

Μια εναλλακτική προσέγγιση είναι να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο αναφοράς ( $d_o > d_f$ ) σε κοντινή απόσταση από τον πομπό με γνωστή ισχύ λήψης  $P_r(d_o)$ , και η ισχύς λήψης για όλα τα άλλα σημεία  $d > d_o$  να σχετίζεται με την  $P_r(d_o)$ :

$$P_r(d) = P_r(d_o) (d_o / d)^2 \quad d \geq d_o \geq d_f$$

$$P_r(d) \text{ dBm} = P_r(d_o) \text{ dBm} + 20 \log_{10}(d_o / d)$$

[17]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. Διεθνείς Οργανισμοί & Όρια Προστασίας

#### 3.1 Οργανισμοί

##### 3.1.1 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO)

Η **Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας**, ή **Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας**, (**World Health Organization**), γνωστή και με το διεθνές αρκτικόλεξο **WHO** (αντίστοιχα ελληνικά αρχικά Π.Ο.Υ.) είναι ένας αυτόνομος διεθνής διακρατικός οργανισμός που συνδέεται με τον ΟΗΕ, του οποίου και αποτελεί εξειδικευμένη οργάνωση. Ιδρύθηκε επίσημα το 1948 και εδρεύει στη Γενεύη.

**Σκοπός της WHO.** Σκοπός της είναι η προστασία της υγείας όλων των λαών της γης. Υπέρ αυτού του σκοπού προσφέρει υπηρεσίες σε παγκόσμια κλίμακα σε κάθε κράτος, ενθαρρύνει ιατρικές έρευνες, χορηγώντας υποτροφίες, οργανώνει εργαστήρια και πλήθος εκθέσεων και σεμιναρίων για τη διασφάλιση της υγείας.

**Περιφέρειες WHO.** Για την καλύτερη παρακολούθηση της υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο ο οργανισμός έχει διαχωρίσει τον κόσμο σε έξι βασικές περιφέρειες. Οι περιφέρειες αυτές είναι:



Περιφέρειες της WHO

1. Περιφέρεια Ευρώπης με έδρα τη Κοπεγχάγη (Δανία)
2. Περιφέρεια Ανατολικής Μεσογείου με έδρα το Κάιρο (Αίγυπτος).
3. Περιφέρεια Αφρικής με έδρα τη Μπραζαβίλ (Δημοκρατία του Κονγκό).
4. Περιφέρεια Αμερικής ηπείρου με έδρα την Ουάσιγκτον (ΗΠΑ).
5. Περιφέρεια Νοτιοανατολικής Ασίας με έδρα το Νέο Δελχί (Ινδία), και
6. Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού με έδρα τη Μανίλα (Φιλιππίνες). [1]

Όσον αφορά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει υιοθετήσει και συστήνει τα όρια ασφάλειας της ICNIRP ως επαρκή για την προστασία της υγείας όλων των κοινωνικών ομάδων. Ενώ αναφορικά με τις ανησυχίες που έχουν διατυπωθεί τονίζει ότι: **«δεν υπάρχουν πειστικά επιστημονικά στοιχεία ότι τα ασθενή σήματα ραδιοσυχνότητας από κεραίες κινητής τηλεφωνίας, προκαλούν βλαβερά αποτελέσματα στην υγεία».** (Fact Sheet No.304).[30]

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ακόμα : «στον τομέα των βιολογικών επιδράσεων και των ιατρικών εφαρμογών της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, μέσα στα τελευταία 30 χρόνια έχουν δημοσιευτεί πάνω από 25.000 άρθρα. Παρά το γεγονός ότι μια μερίδα του κοινού έχει την αίσθηση ότι πρέπει να γίνει ακόμα περισσότερη έρευνα, οι επιστημονικές μας γνώσεις σήμερα στο συγκεκριμένο τομέα είναι πιο εκτενείς απ' ότι για οποιοδήποτε χημικό παράγοντα» ([Fact Sheet No 304](#)).[30]

### 3.1.2 Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP)



Η ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection – Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες) είναι μια ανεξάρτητη επιστημονική οργάνωση, μεγάλου κύρους που ασχολείται με την προφύλαξη των ανθρώπων από τις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Είναι επίσημα αναγνωρισμένη μη κυβερνητική οργάνωση από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, το Διεθνές Γραφείο Εργασίας και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η ICNIRP, αφού εξέτασε το σύνολο των δημοσιευμένων ερευνών σχετικά με τις βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ραδιοσυχνότητας, 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.

Σε παρόμοια συμπεράσματα και όρια για την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχουν καταλήξει και άλλοι διεθνείς επιστημονικοί φορείς, όπως το IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers – Ίδρυμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών), το NRPB (National Radiological Protection Board – Εθνικό Συμβούλιο Ραδιολογικής Προστασίας) της Μεγάλης Βρετανίας, κ.ά. Η ICNIRP είναι μια μόνιμη επιτροπή που παρακολουθεί συνέχεια τις εξελίξεις σχετικά με τις επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο. Άλλωστε, τα μέλη της ICNIRP είναι κορυφαίοι ειδικοί επιστήμονες του χώρου των μη ιοντίζουσών ακτινοβολιών που παράγουν και οι ίδιοι σημαντικό κομμάτι των νέων επιστημονικών εξελίξεων. Συνεπώς, αν από τις νεώτερες επιστημονικές έρευνες προκύψει ανάγκη αλλαγής των υφιστάμενων ορίων έκθεσης, η ICNIRP θα αναθεωρήσει άμεσα τις οδηγίες της σύμφωνα με τα νέα δεδομένα. Πάντως, αν και κανένας δεν μπορεί να προβλέψει τι θα γίνει στο μέλλον, ο όγκος των επιστημονικών δεδομένων που έχει συσσωρευτεί έως τώρα είναι τόσο μεγάλος που είναι μάλλον απίθανο να προκύψει κάτι νέο που να αλλάξει σημαντικά τα συμπεράσματα που εξάγουν οι διεθνείς φορείς αξιολογώντας το σύνολο της επιστημονικής έρευνας.

Ανάμεσα στις χιλιάδες δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες που αφορούν τις βιολογικές επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο, υπάρχει και ένας αριθμός μελετών που ισχυρίζονται ότι υπάρχουν και κάποιες (μη θερμικές) επιδράσεις που μπορούν να εμφανιστούν σε τιμές κάτω των θεσπισθέντων ορίων. Οι διεθνείς φορείς, όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας και η ICNIRP, καθώς και οι εθνικοί οργανισμοί ακτινοπροστασίας, σταθμίζουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα αποτελέσματα όλων των μελετών, λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα και την βαρύτητά κάθε μιας, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και καταλήγουν σε συμπεράσματα βάσει του συνόλου της επιστημονικής έρευνας και όχι βάσει μεμονωμένων μελετών.

Σε πολλές χώρες της Ευρώπης ακολουθείται κατά γράμμα η Σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ισχύουν τα όρια της ICNIRP. Οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Μεγάλη Βρετανία, η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία και άλλες χώρες έχουν εφαρμόσει όρια που βασίζονται στις θερμικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και είναι πρακτικά ίδια με αυτά της ICNIRP. Η Ελβετία και η Ιταλία έχουν εκδώσει νόμους με τους οποίους ορίζουν ότι σε ευαίσθητους χώρους, όπως κατοικίες, σχολεία κλπ, εφαρμόζονται όρια για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που είναι υποπολλαπλάσια αυτών της ICNIRP. [1]

### **3.1.3 Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ)**

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) είναι ο αρμόδιος εθνικός φορέας για θέματα ακτινοπροστασίας και πυρηνικής ασφάλειας στη χώρα. Κύριο μέλημά της είναι η προστασία του πληθυσμού, των εργαζομένων και του περιβάλλοντος από τις ιοντίζουσες και τις τεχνητά παραγόμενες μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες.

Η ΕΕΑΕ ιδρύθηκε το 1954 και με νομοθετική ρύθμιση ανασυστάθηκε το 1987, ως αποκεντρωμένη Δημόσια Υπηρεσία, εποπτευόμενη από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας και υπαγόμενη στο Υπουργείο Παιδείας, δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων.

#### **Δραστηριότητες**

Οι δραστηριότητες της ΕΕΑΕ περιλαμβάνουν:

- ελέγχους ακτινοπροστασίας και ασφαλούς λειτουργίας σε περίπου 2500 εργαστήρια ιατρικών, βιομηχανικών, ερευνητικών και εκπαιδευτικών εφαρμογών των ιοντίζουσών ακτινοβολιών
- ατομική δοσιμέτρηση των επαγγελματικά εκτιθέμενων σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες στη χώρα (περίπου 11.500 άτομα) και τήρηση του εθνικού αρχείου δόσεων,
- λειτουργία εργαστηρίου μετρολογίας ιοντίζουσών ακτινοβολιών που έχει αναπτύξει τα εθνικά πρότυπα δοσιμετρίας και παρέχει υπηρεσίες διακρίβωσης και βαθμονόμησης οργάνων ιοντίζουσών ακτινοβολιών,
- συντονισμό του προγράμματος ελέγχου ραδιενέργειας περιβάλλοντος στη χώρα, λειτουργία του τηλεμετρικού συστήματος μέτρησης γ-

- ακτινοβολίας, διενέργεια φασματοσκοπικών αναλύσεων σε τρόφιμα και καταναλωτικά προϊόντα και μετρήσεων ραδονίου,
- ο προετοιμασία και απόκριση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης με εμπλοκή ραδιενεργού πυρηνικού παράγοντα. Συμμετοχή στο Σχέδιο Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, με αρμοδιότητα την πρόληψη και αντιμετώπιση ραδιολογικών και πυρηνικών ατυχημάτων, καθώς και στο Σχέδιο Αντιμετώπισης Χημικών, Βιολογικών, Ραδιενεργών και Πυρηνικών (ΧΒΡΠ) Απειλών.
  - ο συμβολή στον έλεγχο της παράνομης διακίνησης ραδιενεργών υλικών, πυρηνική ραδιολογική ασφάλεια,
  - ο επί τόπου μετρήσεις των επιπέδων των εκπεμπόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον διατάξεων ηλεκτρικής ενέργειας και κάθε είδους σταθμού κεραιών και έλεγχος των τεχνικών μελετών για κάθε εγκατάσταση κεραιών (περίπου 10.000),
  - ο εκπαίδευση στο αντικείμενο της ακτινοπροστασίας και πυρηνικής προστασίας σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.
  - ο τήρηση εθνικής βάσης δεδομένων επί θεμάτων ακτινοπροστασίας
  - ο ρυθμιστικό και νομοθετικό έργο,
  - ο εκπροσωπήσεις και συμμετοχή σε επιτροπές εθνικών, ευρωπαϊκών και διεθνών οργανισμών,
  - ο συμμετοχή σε ευρωπαϊκά και εθνικά ερευνητικά και αναπτυξιακά προγράμματα,
  - ο ενημέρωση της κοινής γνώμης.

Η ΕΕΑΕ συμμετέχει σε ερευνητικά προγράμματα, αξιοποιώντας ευρωπαϊκές πηγές χρηματοδότησης (π.χ. 7ο Ευρωπαϊκό Πλαίσιο) και ευκαιρίες συνεργασίας εντός ευρωπαϊκών επιστημονικών δικτύων. Οι τρέχουσες ερευνητικές της δράσεις εστιάζονται στο αντικείμενο της ακτινοπροστασίας ιατρικού προσωπικού και της ανάπτυξης προηγμένου εξοπλισμού ανίχνευσης ραδιενέργειας.[1]

## 3.2 Θεσπισμένα Όρια

### 3.2.1 Διεθνή όρια (ICNIRP)

Αξιολογώντας το σύνολο της επιστημονικής έρευνας σε παγκόσμιο επίπεδο, η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από τη Μη-Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP) , έχει εκδώσει **οδηγίες προστασίας του κοινού από την έκθεση**. Έχει καθορίσει τα όρια ακτινοβολίας, κάτω από τα οποία, η έκθεση δεν προκαλεί κανενός είδους βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Η ICNIRP ανακοινώνει οδηγίες που προτείνουν όρια για την έκθεση, τα οποία αναθεωρούνται και ενημερώνονται περιοδικά, όταν κρίνεται απαραίτητο. Οι πλέον πρόσφατες οδηγίες της ICNIRP δημοσιεύτηκαν το 1998 και έχουν υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης CENELEC (Commission Europeen de Normalisation

Electrotechnique) και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο κατά τη σύνταξη του ισχύοντος προτύπου για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Έχει ως μέλη διεθνώς αναγνωρισμένους επιστήμονες που καλύπτουν τις επιστημονικές περιοχές της ιατρικής, της βιολογίας, της επιδημιολογίας, της φυσικής και της μηχανικής.[6]

Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

- Σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης «Περί του περιορισμού της έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0Hz-300GHz)», L 199 (1999/519/EC), 30-7-1999.[7]

Οι οδηγίες της ICNIRP έχουν εφαρμόσει ένα παράγοντα ασφαλείας 50, χαμηλότερα από την οριακή τιμή κάτω από την οποία δεν έχουν αναφερθεί αρνητικά φαινόμενα στον ανθρώπινο οργανισμό, λαμβάνοντας υπόψη την αρχή της προφύλαξης και τις πλέον ευαίσθητες ομάδες κοινού όπως τα μικρά παιδιά, τους ασθενείς και τους υπερήλικες. Η ICNIRP εξετάζει αναλυτικά τη διεθνή έρευνα και βιβλιογραφία και επαναξιολογεί τις οδηγίες που έχει εκδώσει.

### 3.2.2 Όρια Γενικού Πληθυσμού.

Γενικά τα επίπεδα αναφοράς για τα ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία ανά ζώνη συχνοτήτων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Τα επίπεδα αυτά αναφέρονται στο γενικό πληθυσμό και είναι αυτά που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση.(σύμφωνα με ICNIRP) [8]

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου, B (μT)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, Seq (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	-	3.2·10 <sup>4</sup>	4·10 <sup>4</sup>	-
1-8 Hz	10000	3.2·10 <sup>4</sup> /f <sup>1/2</sup>	4·10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	-
8-25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0.025-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8-3 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	$87/f^{1/2}$	0.73/f	0.92/f	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0073 f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

**Πίνακας 3.1 -Επίπεδα αναφοράς για τα ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία ανά ζώνη συχνοτήτων. Όπου f η τιμή της εκάστοτε συχνότητας. L1999/519/EC Κ.Υ.Α. αριθ.53571/3839/6-9-2000, Ν 3431/06 ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006)**

Ως αναφορά τον ειδικό ρυθμό απορρόφησης SAR τόσο στο σώμα όσο και στο κεφάλι, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα τα όρια , όπως έχουν θεσπιστεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1991 με βάση την ισχύουσα οδηγία που προέκυψε από την Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από τη Μη-Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP*) σε συνεργασία με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

Φυσικό μέγεθος	Όρια Ευρωπαϊκής Ένωσης (W/kg)
Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) ολόκληρου του σώματος	0,08
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στο κεφάλι και στον κορμό	2
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στα άκρα	4

**Πίνακας 3.2-Βασικοί περιορισμοί της Σύνταξης 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)**

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει υιοθετήσει και συστήνει τα όρια ασφάλειας της ICNIRP ως επαρκή για την προστασία της υγείας όλων των κοινωνικών ομάδων.

### 3.2.3 Όρια για τους επαγγελματικά ασχολούμενους σε χώρους έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Το 2004, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την Οδηγία 2004/40/EC η οποία αναφέρει τα ελάχιστα μέτρα ασφαλείας του επαγγελματικά εκτεθειμένου πληθυσμού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Η οδηγία αυτή περιέχει και συγκεκριμένες πρακτικές εφαρμογές έτσι ώστε να επιτευχθεί συμμόρφωση με τα όρια που προτείνει η ICNIRP για τον επαγγελματικά εκτεθειμένο πληθυσμό. Η οδηγία ορίζει ως ημερομηνία συμμόρφωσης των βιομηχανιών με τα προτεινόμενα όρια το 2008 με αποτέλεσμα οι βιομηχανίες να έρχονται αντιμέτωπες με πρακτικά θέματα έτσι ώστε να καταφέρουν να περιορίσουν τα επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο χώρο της εργασίας.[9]

Φυσικό μέγεθος	Όρια Ευρωπαϊκής Ένωσης (W/kg)
Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) ολόκληρου του σώματος	0,4
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στο κεφάλι και στον κορμό	10
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στα άκρα	20

**Πίνακας 3.3- Βασικοί περιορισμοί της Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απορροφούμενη ενέργεια στο σώμα ενός ανθρώπου που κατατάσσεται στον εργαζόμενο πληθυσμό που εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων (περιλαμβάνονται και οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας)**

Επίπεδα αναφοράς σε εργαζόμενους σε συνήθεις εφαρμογές ασύρματων δικτύων.

Εφαρμογή	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, Seq (W/m <sup>2</sup> )
Κινητή τηλεφωνία	90	0,24	22,5



900 MHz (GSM)			
Κινητή τηλεφωνία 1800 MHz (DCS)	127	0,34	45
Κινητή τηλεφωνία 2100 MHz (UMTS)	137	0,36	50
Ασύρματα δίκτυα 2.4 GHz (WiFi)	137	0,36	50
Ασύρματα δίκτυα 3.5 GHz (WiMax)	137	0,36	50

**Πίνακας 3.4-Επίπεδα αναφοράς για τους εργαζομένους σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων.**

### 3.2.4 Ελληνικά όρια

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία στη χώρα μας υπάρχουν όρια για την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Τα όρια αυτά βασίστηκαν σε σχετική Σύσταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μάλιστα τα ελληνικά όρια είναι αυστηρότερα σε σχέση με τα οριζόμενα στην προαναφερθείσα Σύσταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.[10]

#### Ελληνική Νομοθεσία

- Κοινή Απόφαση υπ'αριθ. 53571/3839 των Υπουργών Ανάπτυξης, ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. Υγείας και Πρόνοιας, Μεταφορών και Επικοινωνιών (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000) με θέμα «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία εγκατεστημένων κεραιών στην ξηρά» με την οποία εισάγονται στην ελληνική νομοθεσία τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ορίζονται μηχανισμοί ελέγχου για τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπονται από τους σταθμούς κεραιών όλων των ειδών.
- Νόμος 3431 (ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006) «Περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών και άλλες διατάξεις», άρθρο 31 «Ρυθμίσεις σχετικά με την εγκατάσταση κεραιών». Σύμφωνα με το άρθρο τα Ελληνικά όρια για την έκθεση του κοινού τίθενται στο 70% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους σταθμούς κεραιών που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 300 μέτρων από την περίμετρο των κτιριακών εγκαταστάσεων σχολείων βρεφονηπιακών σταθμών, νοσοκομείων και γηροκομείων και στο 60% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους σταθμούς κεραιών που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 300 μέτρων από τις εγκαταστάσεις αυτές. [10]

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) είναι αρμόδια για την προστασία του πληθυσμού και του περιβάλλοντος τόσο από τις ιοντίζουσες όσο και από τις

τεχνητά παραγόμενες μη ιοντίζουσες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Είναι δηλαδή ο εθνικός φορέας για την ασφαλή χρήση όλων των ειδών ακτινοβολιών. Το Γραφείο Μη Ιοντίζουσών Ακτινοβολιών της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας είναι στελεχωμένο με εξειδικευμένους επιστήμονες σε θέματα μετρήσεων και προστασίας του κοινού από τις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες και είναι άρτια εξοπλισμένο με σύγχρονα συστήματα για την μέτρηση αυτών. Όσον αφορά τις τερματικές συσκευές, η ICNIRP έχει θεσπίσει ως όριο για το SAR στο κεφάλι από τα κινητά τηλέφωνα την τιμή 2W ανά χιλιόγραμμο μάζας, όταν λαμβάνεται ο μέσος όρος σε 10 γραμμάρια μάζας συνεχούς ιστού στο κεφάλι για μια περίοδο 6 λεπτών. Αυτό το όριο έχει υιοθετήσει και η Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία, οι βασικοί περιορισμοί είναι αυστηρότεροι, καθώς αντιστοιχούν στο 70% και στο 60% των τιμών της ICNIRP.

Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων 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 βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου, B (μT)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, Seq (W/m <sup>2</sup> )
1-3kHz	$175 / f$	3,5	4,375	-
3-174kHz	60,9	3,5	4,375	-
0.174-1.43MHz	60,9	$0,61 / f$	$0,77 / f$	-
1.43-10MHz	$72,8 / \cdot f^{1/2}$	$0,61 / f$	$0,77 / f$	-
10-400MHz	23,4	0,061	0,077	1,4
400-2000MHz	$1,15 \cdot f^{1/2}$	$0,0031 \cdot f^{1/2}$	$0,0038 \cdot f^{1/2}$	$f / 286$
2-300GHz	51	0,134	0,167	7

Πίνακας 3.5 -Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων 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 βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ (f είναι η συχνότητα στις μονάδες Hz, kHz ή MHz που αναγράφονται στη στήλη στη ζώνη συχνοτήτων, στην εκάστοτε γραμμή του πίνακα).

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 (f είναι η συχνότητα στις μονάδες Hz, kHz ή MHz που αναγράφονται στη στήλη στη ζώνη 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, Seq (W/m <sup>2</sup> )
1-3kHz	150/f	3	3.75	-
3-188kHz	52.2	3	3.75	-
0.188-1.66MHz	52.2	0.565/f	0.71/f	-
1.66-10MHz	67.3/f <sup>1/2</sup>	0.565/f	0.71/f	-
10-400MHz	21.7	0.0565	0.071	1,2
400-2000MHz	1.065·f <sup>1/2</sup>	0.00287·f <sup>1/2</sup>	0.00356·f <sup>1/2</sup>	f/333
2-300GHz	47.2	0.124	0.155	6

Πίνακας 3.6 -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 (f είναι η συχνότητα στις μονάδες Hz, kHz ή MHz που αναγράφονται στη στήλη στη ζώνη συχνοτήτων, στην εκάστοτε γραμμή του πίνακα).

### 3.2.5 Βασικοί περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς ανά χώρα

Οι βασικοί περιορισμοί και τα επίπεδα αναφοράς των διαφόρων χωρών παρατίθενται στους ακόλουθους πίνακες σύμφωνα με την “Limitations to EMF exposure worldwide and the situation in Turkey”, IEEE, 2003. [11]

#### Επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας διαφόρων χωρών στα 900MHz

Καναδάς	47,56 V/m
ΗΠΑ	47,56 V/m

Ιαπωνία	47,55V/m
Αγγλία	41,25V/m
Αυστρία	41,25V/m
Γερμανία	41,25V/m
Ολλανδία	41,25V/m
Ισραήλ	41,25V/m
Γαλλία	41,25V/m
Ισπανία	41,25V/m
Σλοβακία	41,25V/m
Νέα Ζηλανδία	41,25V/m
Σιγκαπούρη	41,25V/m
Κροατία	41,25V/m
Ταϊβάν	41,25V/m
Νότια Κορέα	41,25V/m
Μάλτα	41,25V/m
Νορβηγία	41,25V/m
Πορτογαλία	41,25V/m
Σλοβενία	41,25V/m
Νότιος Αφρική	41,25V/m
Τσεχία	41,25V/m
Αυστραλία	41,25V/m
Σουηδία	41,25V/m
Ελλάδα	32,00V/m
Βέλγιο	20,58V/m
Ρωσία	10,00V/m
Πολωνία	6,67V/m

Βουλγαρία	6,14V/m
Ιταλία	6,00V/m
Ελβετία	3,88V/m
Κίνα	3,00V/m

**Πίνακας 3.7**

**Επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας διαφόρων χωρών στα 1800MHz**

Καναδάς	61,40 V/m
ΗΠΑ	61,40 V/m
Ιαπωνία	61,40 V/m
Αγγλία	58,33V/m
Αυστρία	58,33V/m
Γερμανία	58,33V/m
Ολλανδία	58,33V/m
Ισραήλ	58,33V/m
Γαλλία	58,33V/m
Ισπανία	58,33V/m
Σλοβακία	58,33V/m
Νέα Ζηλανδία	58,33V/m
Σιγκαπούρη	58,33V/m
Κροατία	58,33V/m
Ταϊβάν	58,33V/m
Νότια Κορέα	58,33V/m
Μάλτα	58,33V/m
Νορβηγία	58,33V/m
Πορτογαλία	58,33V/m

Σλοβενία	58,33V/m
Νότιος Αφρική	58,33V/m
Τσεχία	58,33V/m
Αυστραλία	58,33V/m
Σουηδία	58,33V/m
Ελλάδα	46,18V/m
Βέλγιο	29,18V/m
Ρωσία	10,00V/m
Πολωνία	6,67V/m
Βουλγαρία	6,14V/m
Ιταλία	6,00V/m
Ελβετία	3,88V/m
Κίνα	3,00V/m

**Πίνακας 3.8**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.Μετρήσεις Επιπέδων Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας

#### 4.1 Επιλεκτικός μετρητής ακτινοβολίας SRM-3000

Η βασική μονάδα μετρήσεων είναι η SRM – 3000 (Selective RadiationMeter), της Narda Safety Test Solutions. Ο επιλεκτικός μετρητής ακτινοβολίας SRM – 3000 είναι μια φορητή μετρητική συσκευή που χρησιμοποιείται για ανάλυση ασφαλείας των ραδιοκυμάτων και των μικροκυματικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Η συσκευή SRM αποτελείται από ένα αναλυτή φάσματος (100 kHz – 3 GHz) και μια ισοτροπική κεραία μέτρησης (probe) η οποία χρησιμοποιεί 3 κάθετα μεταξύ τους δίπολα. Το ισοτροπικό probe (κεραία μέτρησης) του SRM μετράει σε 3 κάθετους άξονες ταυτόχρονα.(Σχήμα4-1).



**Σχήμα 4-1**

Η συσκευή SRM μπορεί να υπολογίσει αποτελέσματα που αφορούν:

- Επίπεδο της έντασης του πεδίου ή ποσοστό του επιτρεπτού επιπέδου έκθεσης είτε από μία πηγή ή κανάλι, είτε από λίστα πολλών πηγών ή καναλιών.
- Τη συνεισφορά κάθε δεδομένης τηλεπικοινωνιακής υπηρεσίας.
- Τη συνεισφορά από όλες τις υπηρεσίες και το ποσοστό τους στην συνολική έκθεση. [12]

Τα αποτελέσματα μέτρησης παρουσιάζονται σε μονάδες έντασης πεδίου, πυκνότητας ισχύος ή ποσοστού του επιτρεπτού ορίου.

#### 4.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων συσκευής SRM μέσω λογισμικού Προγράμματος

Το λογισμικό πρόγραμμα “SRM-Tools” είναι ένα ανεξάρτητο λογισμικό που παρέχεται από την εταιρεία κατασκευής της συσκευής SRM, εγκαθίσταται σε υπολογιστή με λειτουργικό WINDOWS95® ή και νεότερης έκδοσης και επιτρέπει τη ρύθμιση των παραμέτρων της συσκευής μέσω υπολογιστή. [12]

Οι λειτουργίες που υλοποιούνται μέσω του λογισμικού είναι:

- Παραμετροποίηση της συσκευής SRM-3000.
- Λήψη αποθηκευμένων δεδομένων από την συσκευή.
- Ενεργοποίηση καταστάσεων λειτουργίας /χαρακτηριστικών.
- Αναβάθμιση λογισμικού.

##### Παραμετροποίηση Συσκευής SRM 3000

α) Οι λειτουργίες που καλύπτονται από τη συγκεκριμένη δυνατότητα είναι:

- Δημιουργία ενός προφίλ συγκεκριμένων ρυθμίσεων – λειτουργιών.
- Μεταφορά του προφίλ από τον υπολογιστή στη συσκευή.
- Μεταφορά ενός προφίλ λειτουργιών από τη συσκευή στον υπολογιστή.

β) Το λογισμικό “SRM – Tools” παρέχει ακόμη τις εξής δυνατότητες:

- Εισαγωγή και διαχείριση μέχρι και 20 λιστών “Antenna Factor” για κεραίες που δεν είναι της εταιρείας κατασκευής της συσκευής (Narda). Οι παράμετροι “Antenna Factor” για τις κεραίες της κατασκευάστριας εταιρείας δεν χρειάζεται να εισαχθούν διότι το SRM-3000 τις αναγνωρίζει αυτόματα κατά της σύνδεση.
- Εισαγωγή και διαχείριση μέχρι και 20 πινάκων “cable loss” για καλώδια που δεν είναι της εταιρείας κατασκευής της συσκευής (Narda). Οι παράμετροι “cable loss” για καλώδια της κατασκευάστριας εταιρείας δεν χρειάζεται να εισαχθούν διότι το SRM-3000 τις αναγνωρίζει αυτόματα κατά της σύνδεση.
- Εισαγωγή και διαχείριση μέχρι και 20 πινάκων υπηρεσιών.
- Διαχείριση προτύπων ασφαλείας (πχ. IEEE, FCC, ICNIRP, BGV B11, Ö NORM, Safety Code 6).
- Διαχείριση και αποθήκευση όλων των ρυθμίσεων των βιβλιοθηκών τα συσκευής.

γ) Λήψη αποθηκευμένων δεδομένων από την συσκευή

Όλα τα αποτελέσματα και τα δεδομένα που αποθηκεύονται στη συσκευή SRM – 3000 μπορούν να μεταφερθούν στον υπολογιστή μέσω του λογισμικού “SRM - Tools”.

Μέσω του λογισμικού παρέχονται οι εξής δυνατότητες:



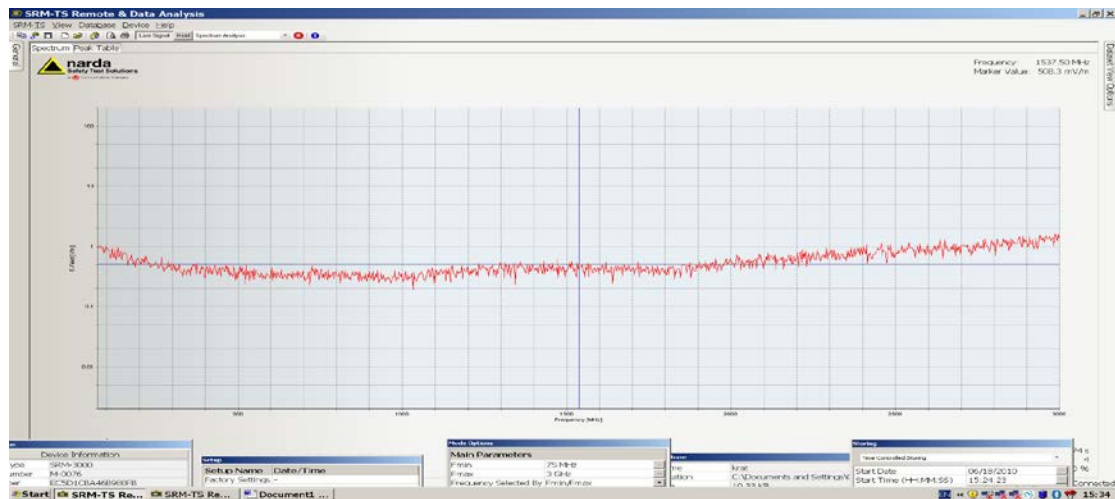
- Μεταφορά όλων ή και επιλεγμένων αποθηκευμένων αποτελεσμάτων-δεδομένων σε μορφή “text” ή ”CSV” στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία μέσω άλλων προγραμμάτων (πχ Microsoft EXCEL®).
- Εκτύπωση αποτελεσμάτων σε μορφή περίληψης.
- Απομακρυσμένη Διαχείριση της Συσκευής.

Όλες οι λειτουργίες της συσκευής είναι δυνατόν να ελεγχθούν απομακρυσμένα μέσω του λογισμικού και τη χρήση ενός υπολογιστή με σειριακή διεπαφή. [12]

#### 4.1.2 Βασικές Λειτουργίες Οργάνου Μέτρησης

##### A) Φασματική Ανάλυση (Spectrum Analysis Mode)

Σε περιβάλλοντα πολλών συχνοτήτων, η λειτουργία της «Φασματικής Ανάλυσης» (Spectrum Analysis Mode) παρέχει μία γενική εικόνα όλων των φασματικών συνιστωσών και των αντίστοιχων τιμών της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (Σχήμα 4-2). Ο χρήστης πρέπει απλά να διαλέξει το εύρος της φασματικής ζώνης που επιθυμεί να μετρήσει. Το SRM μπορεί να δεχθεί φασματικές ζώνες που βρίσκονται εντός της φασματικής ζώνης που καλύπτει ο συνδεδεμένος αισθητήρας. Επίσης υπάρχουν πίνακες που παρουσιάζουν όλες τις τιμές της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που ξεπερνούν ένα καθορισμένο όριο και τις αντίστοιχες συχνότητες. Ένα ειδικό χαρακτηριστικό είναι και η ικανότητα ολοκλήρωσης σε μία επιθυμητή ζώνη συχνοτήτων. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να απεικονίζει την ισχύ ενός καναλιού εκπομπής με εύρος ζώνης μεγαλύτερο από το Resolution Bandwidth (RBW) της μέτρησης. [12]



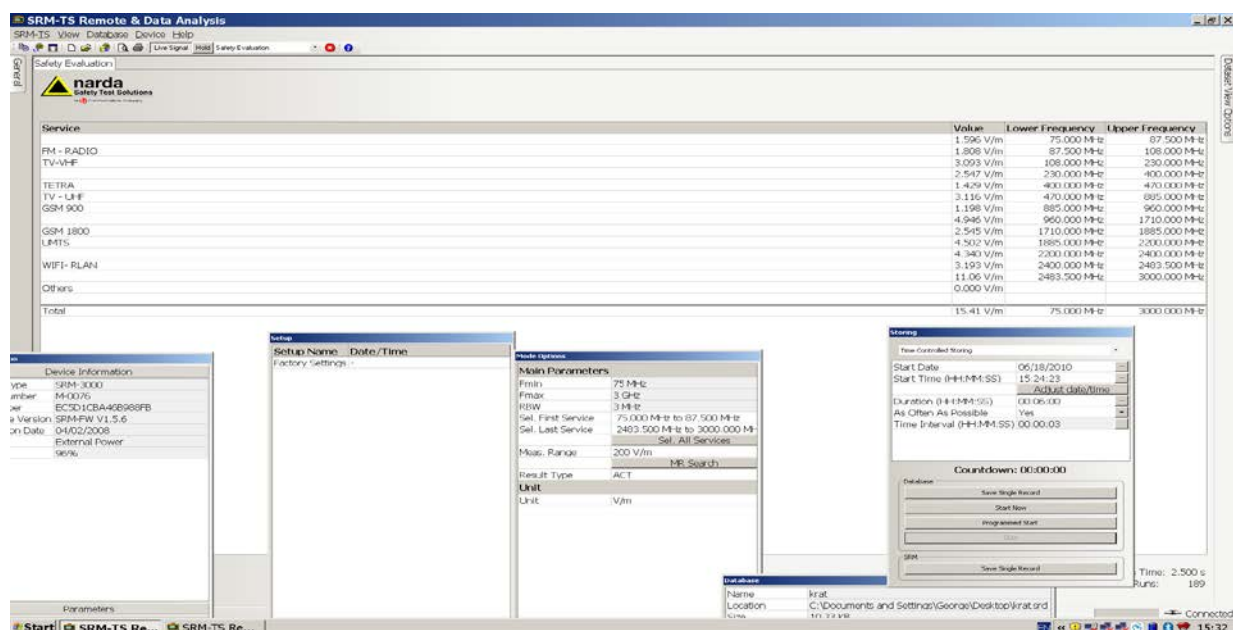
Σχήμα: 4-2

##### B) Εκτίμηση ασφάλειας (Safety Evaluation Mode)

Σε αυτή τη λειτουργία, το SRM απεικονίζει τα αποτελέσματα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε μορφή πινάκων, έχοντας κατανειμίει το συνολικό αποτέλεσμα

στις ανεξάρτητες πηγές ακτινοβολίας (Σχήμα 4-3). Επίσης απεικονίζεται και η συνολική έκθεση. Οι ζώνες συχνοτήτων για κάθε υπηρεσία είναι ρυθμιζόμενες από το χρήστη. Τα αποτελέσματα μπορούν να απεικονίζονται ως ποσοστά ενός ορίου έκθεσης ή ως απόλυτες τιμές σε V/m ή A/m ή W/m<sup>2</sup> ή mW/cm<sup>2</sup>. Η λειτουργία αυτή παρέχει στο χρήστη μία εύκολη και άμεση εκτίμηση της συνεισφοράς των ανεξάρτητων πηγών (υπηρεσιών) στη συνολική ένταση του ηλεκτρικού πεδίου. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο στην περίπτωση εκείνη που πολλοί πάροχοι μοιράζονται τον ίδιο χώρο για τις κεραίες εκπομπής.

Το SRM απεικονίζει επίσης τα αποτελέσματα ως ποσοστά επί των εκάστοτε ορίων έκθεσης. Η λειτουργία αυτή βασίζεται στη «Φασματική λειτουργία» (spectrum analysis mode) και ακολουθείται από ολοκλήρωση σε συγκεκριμένες φασματικές ζώνες. Η διαδικασία μετρήσεων είναι πλήρως αυτοματοποιημένη. Το SRM μετράει όλο το εύρος συχνοτήτων για κάθε επιλεγμένη υπηρεσία και ρυθμίζει αυτόματα το Resolution Bandwidth (RBW) ώστε να ταιριάζει με το μικρότερο φασματικό εύρος που πρόκειται να μετρηθεί. Αποθηκεύει τις απόλυτες τιμές της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου από τις επιλεκτικές μετρήσεις καθώς και τα αντίστοιχα όρια έκθεσης. Η ολοκλήρωση σε όλες τις φασματικές ζώνες για τις ανεξάρτητες υπηρεσίες, παρέχει την συνεισφορά. Το SRM ομαδοποιεί τις φασματικές ζώνες μεταξύ των επιλεγμένων υπηρεσιών ως 'Others' και τις συμπεριλαμβάνει στο τελικό συγκεντρωτικό αποτέλεσμα. [12]

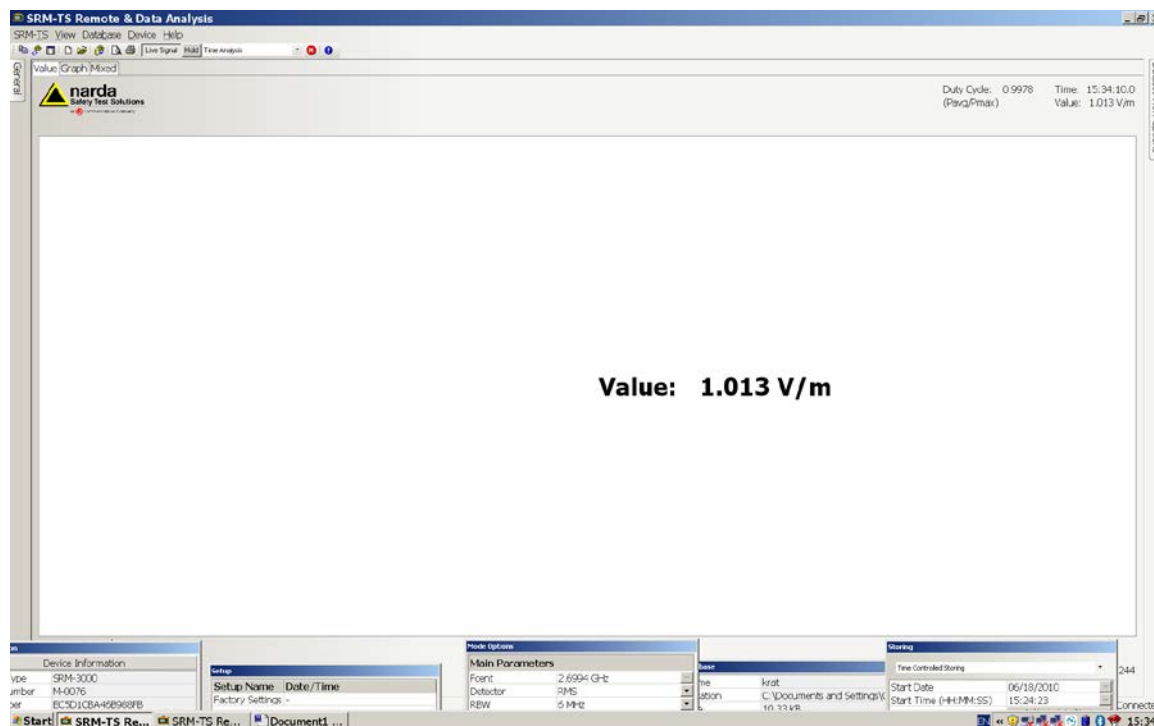


Σχήμα: 4-3

### Γ) Χρονική Ανάλυση (Time Analysis)

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στο χρήστη να πραγματοποιεί επιλεγμένες μετρήσεις σε μια καθορισμένη συχνότητα (Σχήμα 4-4). Το πλεονέκτημα του time analysis

είναι, ότι οι εσωτερικές διαδικασίες στο SRM τακτοποιούνται ώστε σε πραγματικό χρόνο η καταγραφή των αποτελεσμάτων μέτρησης να μη διακόπτεται όταν αυτά υπολογίζονται.[12]



Σχήμα: 4-4

## 4.2 Μεθοδολογία μετρήσεων

Ο τρόπος διεξαγωγής των μετρήσεων ορίζεται στην υπ' αριθ. 2300 ΕΦΑ (493) Κ.Υ.Α. (ΦΕΚ 346/Β/3-3-2008).

Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σύμφωνα με τα παρακάτω πρότυπα:

- ΕΛΟΤ EN 61566:1999 «Μετρήσεις της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνότητας – Ένταση πεδίου στην περιοχή συχνοτήτων 100 kHz έως 1 GHz»
- ΕΛΟΤ EN 50383, 2003 “Βασικό πρότυπο για τον υπολογισμό και την μέτρηση έντασης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και του SAR σχετικά με την έκθεση του ανθρώπου σε ραδιοσταθμούς βάσης και σταθερούς τερματικούς σταθμούς για ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα (110 MHz - 40 GHz)”
- ΕΛΟΤ EN 50400, 2006 “Βασικό πρότυπο για την επίδειξη συμμόρφωσης σταθερού εξοπλισμού για ραδιομετάδοση (110MHz-40GHz) που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί σε ασύρματα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα με τους βασικούς περιορισμούς ή τις στάθμες αναφοράς σχετικά με την έκθεση γενικού πληθυσμού στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων, όταν πρόκειται να τεθούν σε υπηρεσία”
- CEPT Revised ECC/REC/(02)04, “Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz)”

- ETSI EG 202 373 V.1.1.1, 2005 “Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Guide to the methods of measurement of Radio Frequency (RF) fields”
- IEEE Std C95.3-2002, «IEEE Recommended Practice For Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields with Respect to Human Exposure to Such Fields, 100kHz-300GHz»
- Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ 1422-3, 2007 «Συνεγκατάσταση κεραιών ραδιοεπικοινωνιών - Μέρος 3: Τεχνικές Δοκιμών και Μετρήσεων - Όρια», Έκδοση 1η
- ΕΛΟΤ EN 50420, 2006 “Βασικό πρότυπο για την αποτίμηση της έκθεσης του ανθρώπου στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία από αυτόνομο πομπό ευρυεκπομπής (30 MHz - 40 GHz) ”.

Αρχικά καθορίζεται η θέση μέτρησης. Με την χρήση αναλυτή φάσματος καθορίζεται η θέση όπου η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου από εκπομπή της υπό μέτρηση κεραίας GSM είναι μέγιστη. Στην θέση αυτή και σε ύψος 1,5 m από τη βάση στήριξης της κεραίας καταγράφονται οι τιμές έντασης πεδίου (σε V/m) στους άξονες X, Y και Z για χρονικό διάστημα 6 λεπτών καθώς και η RMS τιμή του πεδίου. Από τις τιμές έντασης πεδίου σε V/m υπολογίζεται η μέση τιμή Eaverage καθώς και η μέγιστη τιμή Emax. [13]

#### 4.2.1 Προετοιμασία μετρητικού εξοπλισμού.

Πριν την υλοποίηση μετρήσεων με τη χρήση του SRM-3000 πρέπει να ελέγχονται τα κάτωθι:

- Έλεγχος των Πινάκων Συχνοτήτων της συσκευής.
- Έλεγχος των καλωδίων που συνδέουν τα probes με την κυρίως συσκευή.
- Έλεγχος ότι η συσκευή είναι κλειστή όταν θα συνδέεται το καλώδιο της συσκευής στο probe.
- Έλεγχος ότι το probe είναι στερεωμένο στο τρίποδο σωστά.
- Έλεγχος ότι η συσκευή είναι σωστά συνδεδεμένη με τον υπολογιστή.
- Έλεγχος ότι οι μπαταρίες είναι ικανοποιητικά φορτισμένες για το χρονικό διάστημα που απαιτεί η συγκεκριμένη μέτρηση.

Όταν γίνεται εκκίνηση της συσκευής (συσκευή ON), αρχικά γίνεται εσωτερικός έλεγχος από την ίδια τη συσκευή της λειτουργικότητας των επιμέρους συστημάτων – λειτουργιών. Όταν η λειτουργία εσωτερικού ελέγχου ολοκληρωθεί με επιτυχία, η συσκευή είναι έτοιμη προς χρήση. Στην περίπτωση που εμφανιστεί κάποιο σφάλμα κατά τη διάρκεια εσωτερικού ελέγχου, η διαδικασία εκκίνησης της συσκευής διακόπτεται και ο αντίστοιχος ενδεικτικός κωδικός του σφάλματος εμφανίζεται στην οθόνη.

#### 4.2.2 Μετρήσεις σταθερών σημείων.

Για τις μετρήσεις των σταθερών σημείων ο αισθητήρας ήταν τοποθετημένος πάνω στο τρίποδο και συνδεδεμένος με την βασική μονάδα μέσω καλωδίου. Η βασική μονάδα ήταν συνδεδεμένη με ηλεκτρονικό υπολογιστή (Σχήμα 4-5). Η συνδεσμολογία αυτή παράγει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα εφόσον το μετρούμενο πεδίο δεν επηρεάζεται από την παρουσία της βασικής μονάδας ή του ανθρώπου.



Σχήμα 4-5

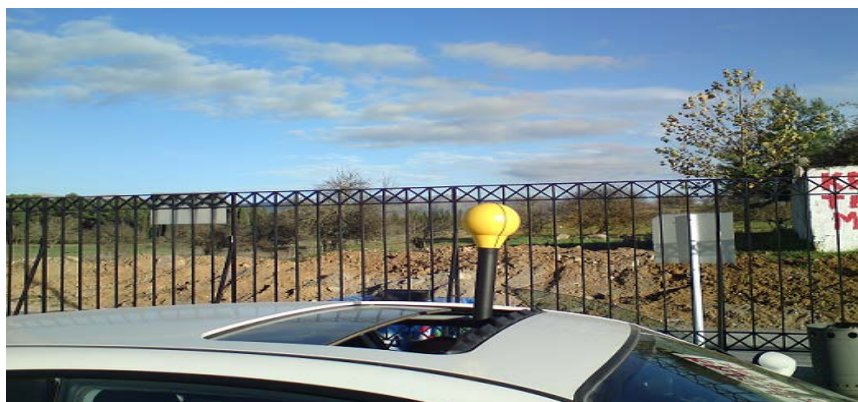
Τα σημεία στα οποία έλαβαν χώρα οι μετρήσεις είναι:

- 1) 1<sup>ο</sup> ΛΥΚΕΙΟ ΤΡΙΠΟΛΗΣ
- 2) 2<sup>ο</sup> ΛΥΚΕΙΟ ΤΡΙΠΟΛΗΣ
- 3) Ι.Κ.Α.
- 4) ΕΠΑ.Λ
- 5) ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ
- 6) ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΓΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
- 7) 8<sup>ο</sup> ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ
- 8) ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ
- 9) ΑΛΣΟΣ ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Οι παραπάνω μετρήσεις έγιναν δύο φορές για κάθε σημείο και για τις ώρες αιχμής: 10:00-16:00. Σε κάθε σημείο ο συνολικός χρόνος μετρήσεων ήταν διάρκειας 12 λεπτών. Για την ακρίβεια πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις, κάθε μέτρηση από τις οποίες διήρκεσε έξι λεπτά. (Έξι λεπτά είναι το ελάχιστο διάστημα παρατήρησης που έχει υιοθετηθεί στην Ευρώπη). [13]

### 4.2.3 Μετρήσεις διαδρομής(route).

Για τις κινούμενες μετρήσεις με αυτοκίνητο, ο αισθητήρας ήταν συνδεδεμένος απ' ευθείας με την βασική μονάδα και στην συνέχεια με ηλεκτρονικό υπολογιστή (Σχήμα 4-6). Πραγματοποιήθηκαν δύο δρομολόγια γύρω από τα βασικά σημεία της Τρίπολης, διάρκειας κάθε διαδρομής ίσης με 45 λεπτά.



Σχήμα 4-6

## 4.3 Διεξαγωγή μετρήσεων

### 4.3.1 Διεξαγωγή μετρήσεων σταθερών σημείων

Βάσει των μετρήσεων που λήφθηκαν με τη βοήθεια της μετρητικής διάταξης και με κατάλληλη κατόπιν επεξεργασία προέκυψαν τα ακόλουθα διαγράμματα.

Διάγραμμα 1: Απεικονίζει πόσες φορές είναι η μέγιστη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου(V/m), κάτω από το όριο ασφαλείας που έχει ορίσει η Ελληνική νομοθεσία ως ανώτατο όριο (60% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης) για τα τέσσερα εξάλεπτα μέτρησης και για κάθε μια συχνοτική περιοχή ξεχωριστά. Στην πραγματικότητα η λογική που ακολουθήθηκε ήταν να υπολογιστεί αρχικά η μέγιστη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου για κάθε εξάλεπτη μέτρηση και κατόπιν να ληφθεί ως τελική τιμή το χειρότερο σενάριο αυτών (worst case).

Διάγραμμα 2: Απεικονίζει πόσες φορές είναι η μέση τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου(V/m), στα τέσσερα εξάλεπτα μέτρησης, κάτω από το όριο ασφαλείας που έχει ορίσει η Ελληνική νομοθεσία ως ανώτατο όριο (60% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Η λογική που ακολουθήθηκε ήταν να υπολογιστεί αρχικά η μέση τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου για κάθε εξάλεπτη μέτρηση και κατόπιν να ληφθεί ως τελική τιμή το χειρότερο σενάριο αυτών (worst case).

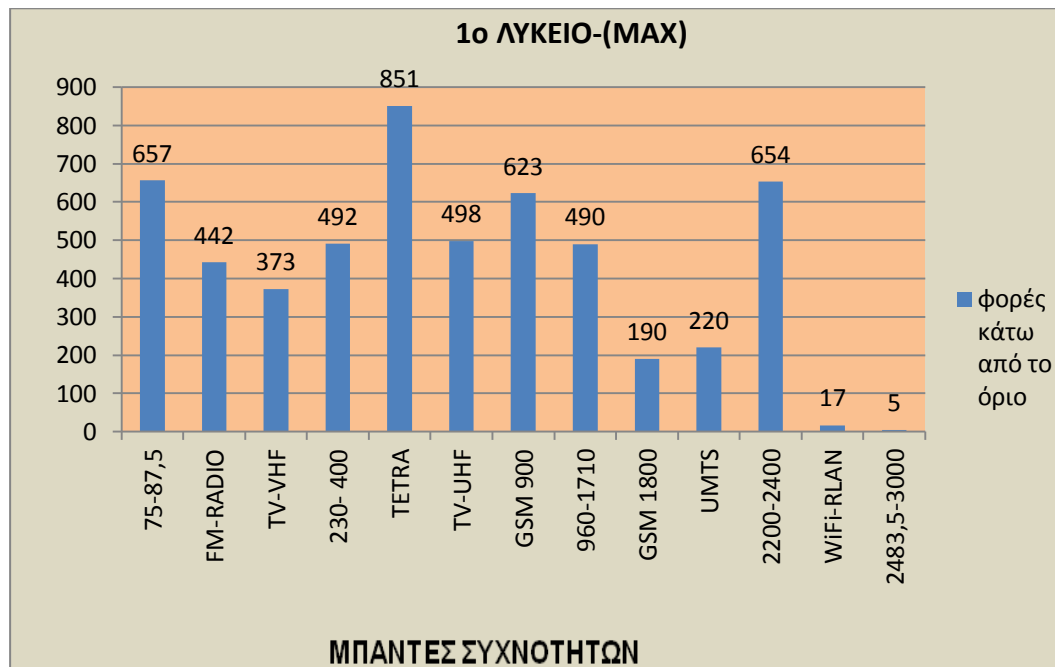
Διάγραμμα 3: Απεικονίζει την τυπική απόκλιση (STD) της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, κάθε εξάλεπτης μέτρησης, για τις μπάντες συχνοτήτων GSM 900 και GSM 1800. Και σε αυτή την περίπτωση ακολουθήθηκε η λογική του χειρότερου σεναρίου (worst case)

## Σημείο Μέτρησης 1: 1<sup>ο</sup> ΛΥΚΕΙΟ

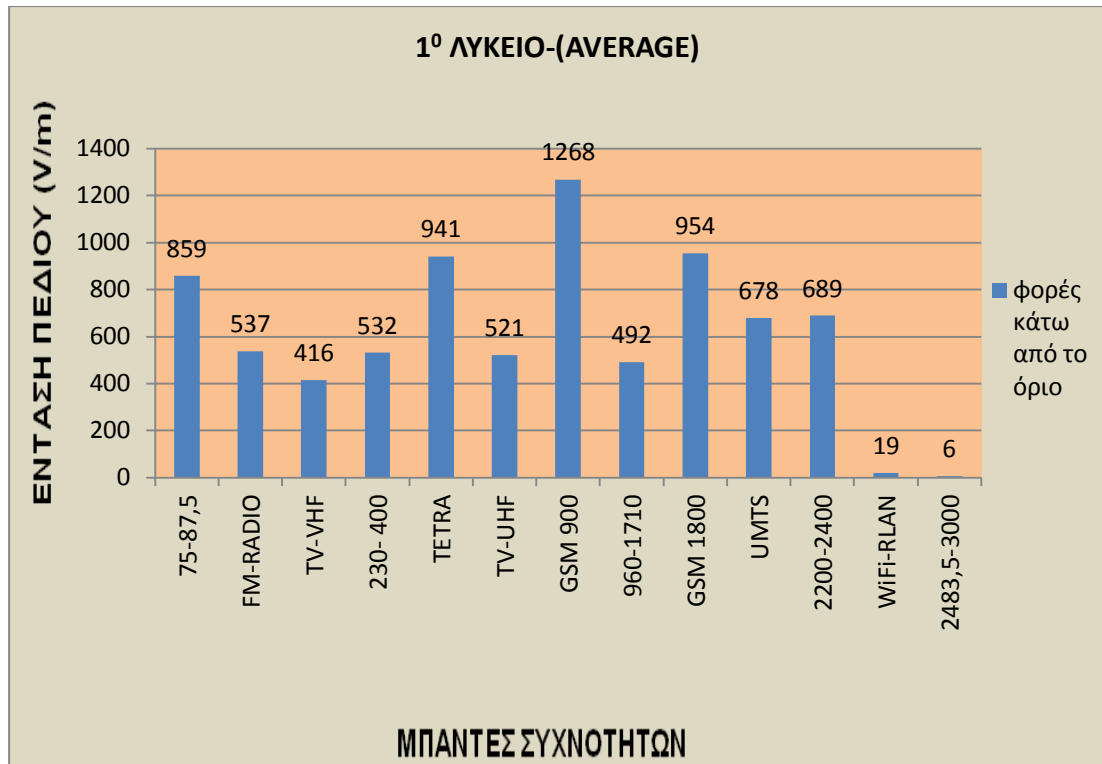
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



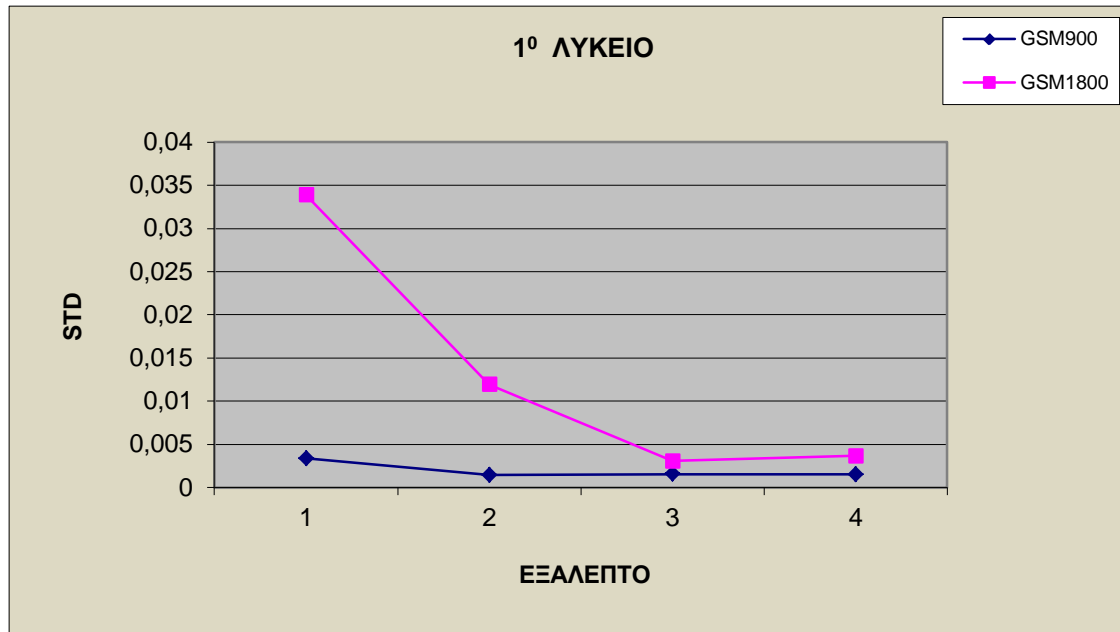
Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**



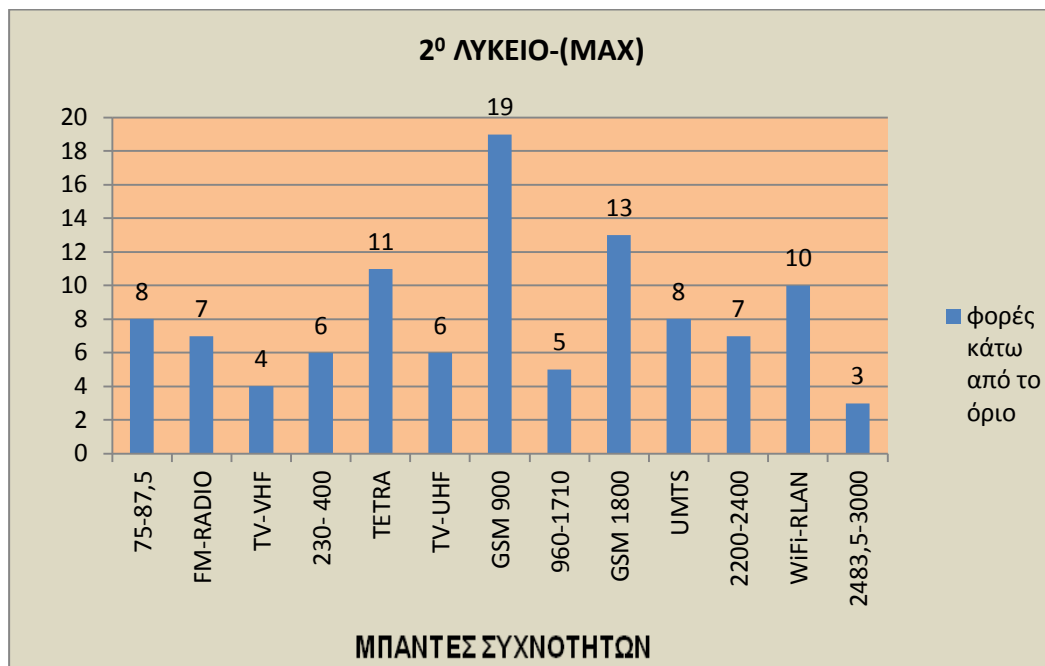


## Σημείο Μέτρησης 2: 2<sup>ο</sup> ΛΥΚΕΙΟ

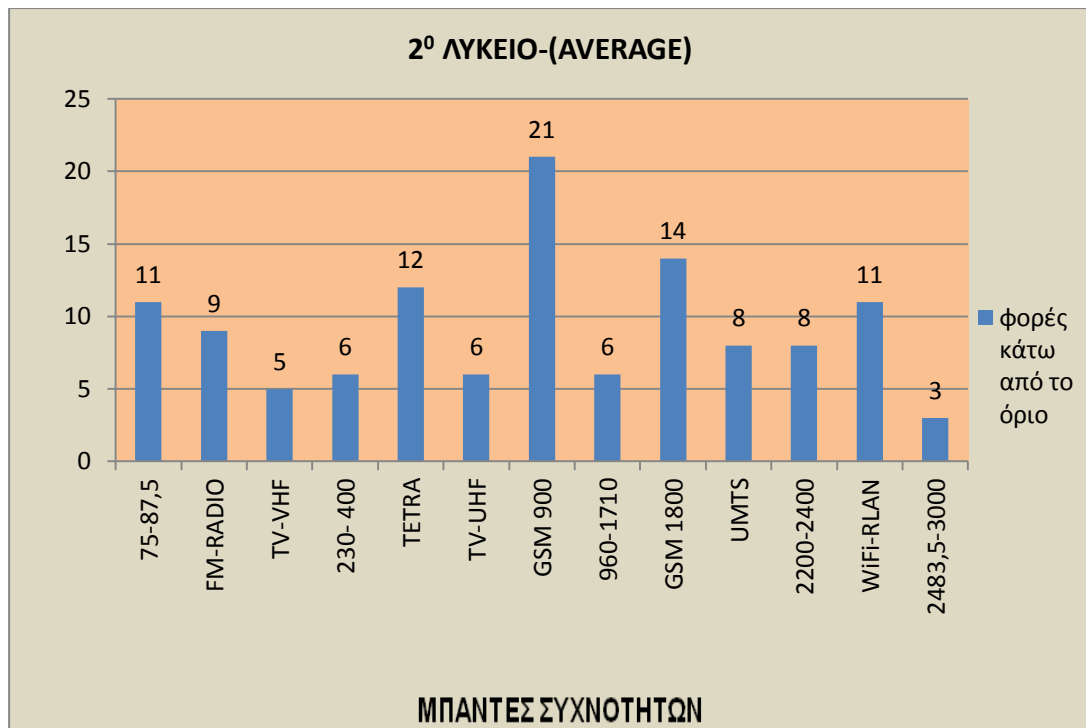
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



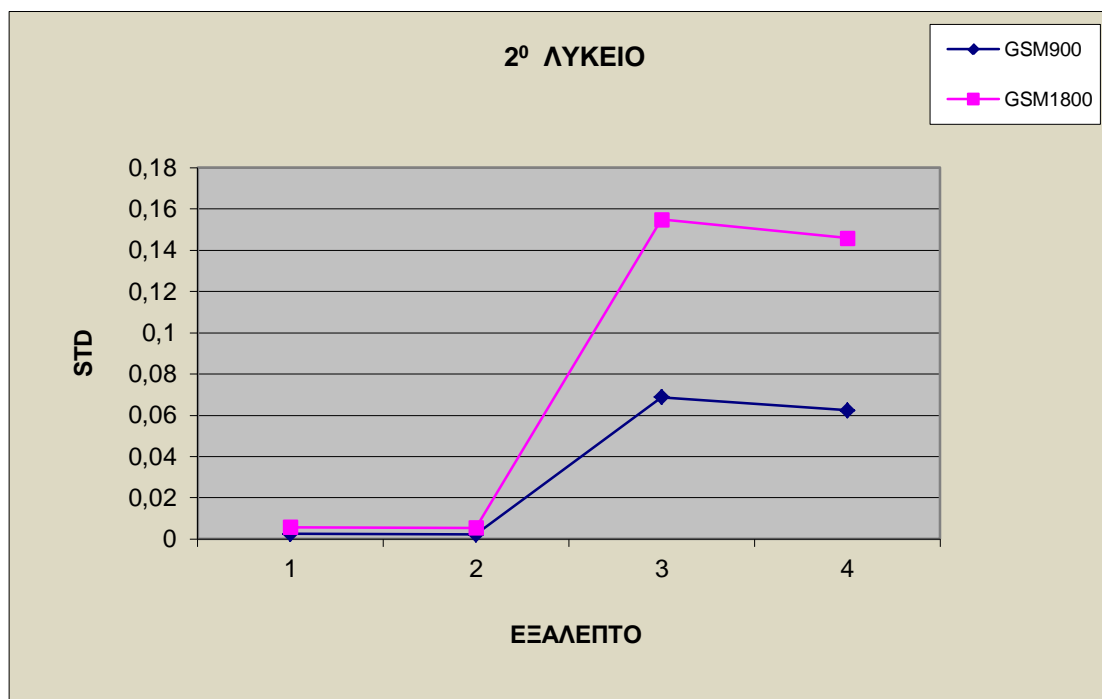
### Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**

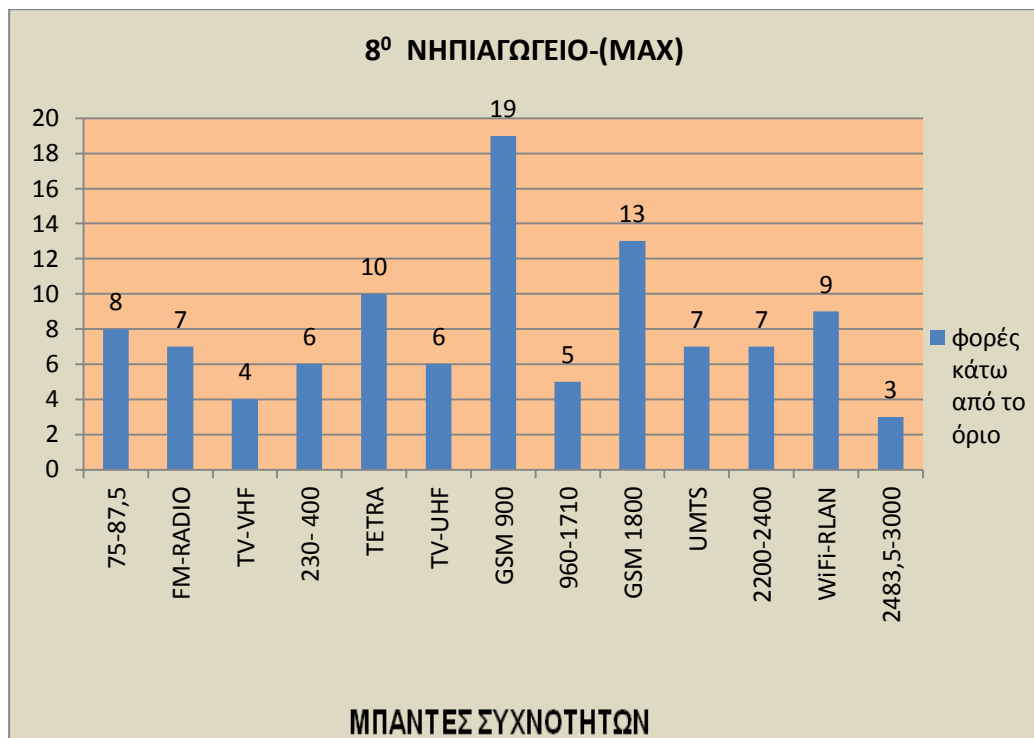


### Σημείο Μέτρησης 3: 8<sup>ο</sup> ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ

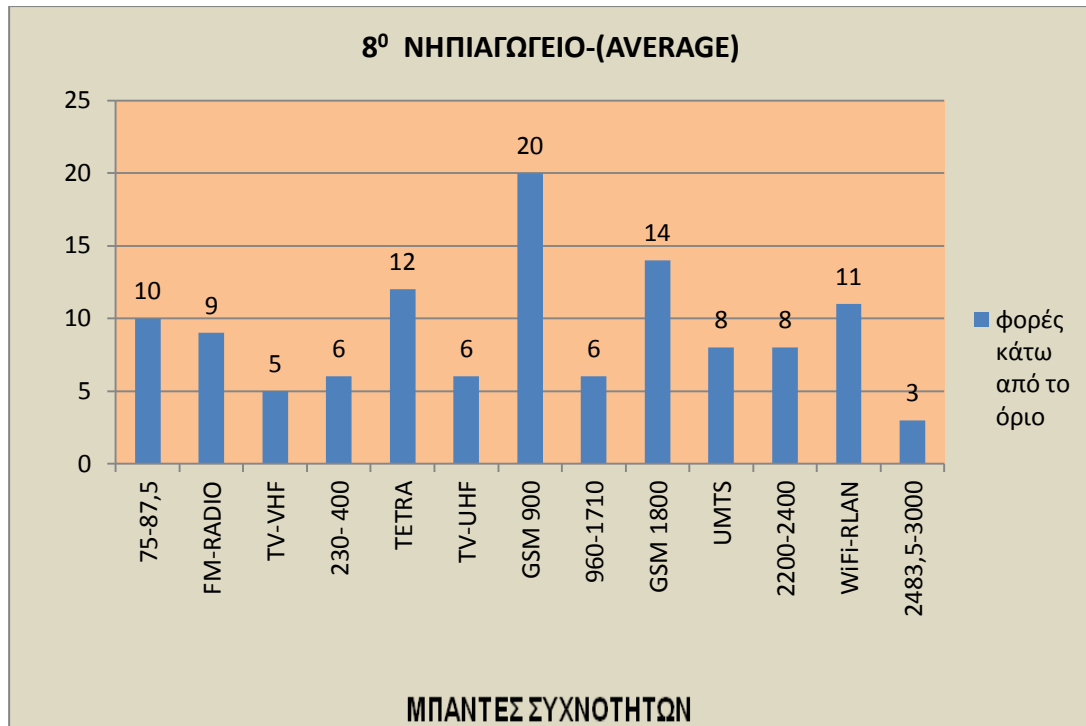
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



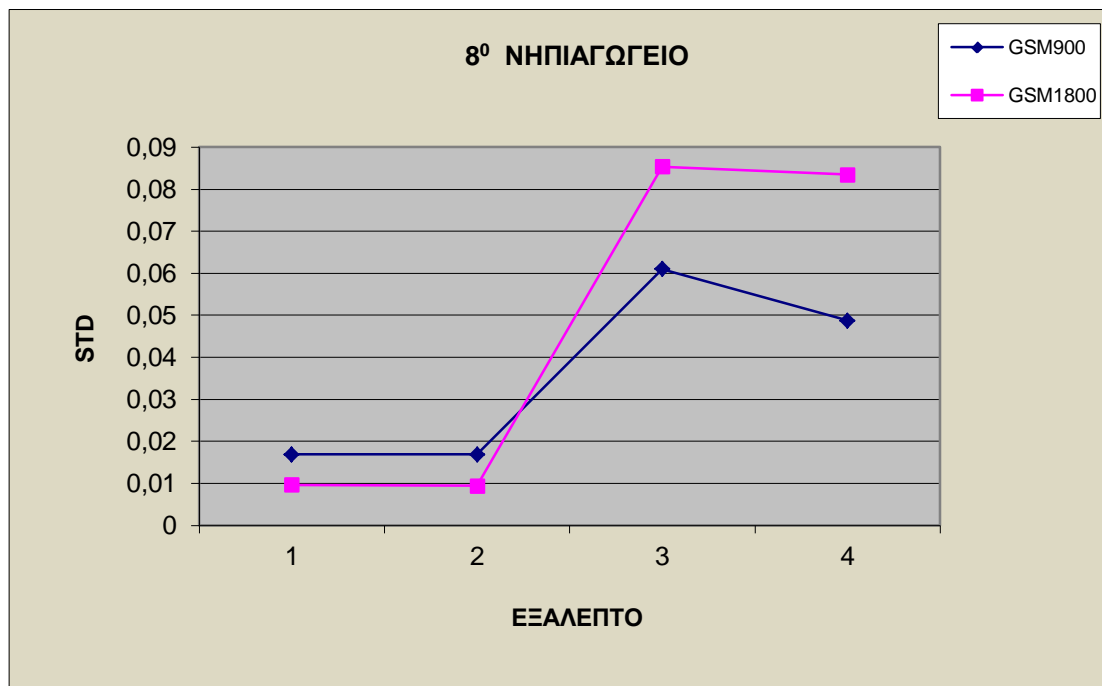
Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**

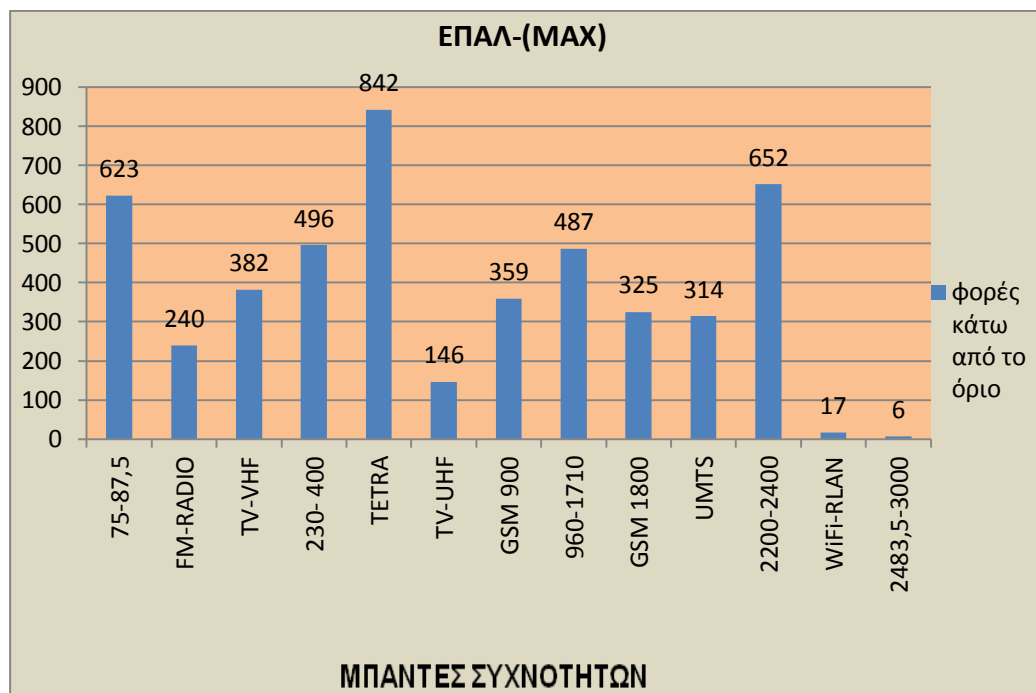


## Σημείο Μέτρησης 4: ΕΠΑΛ

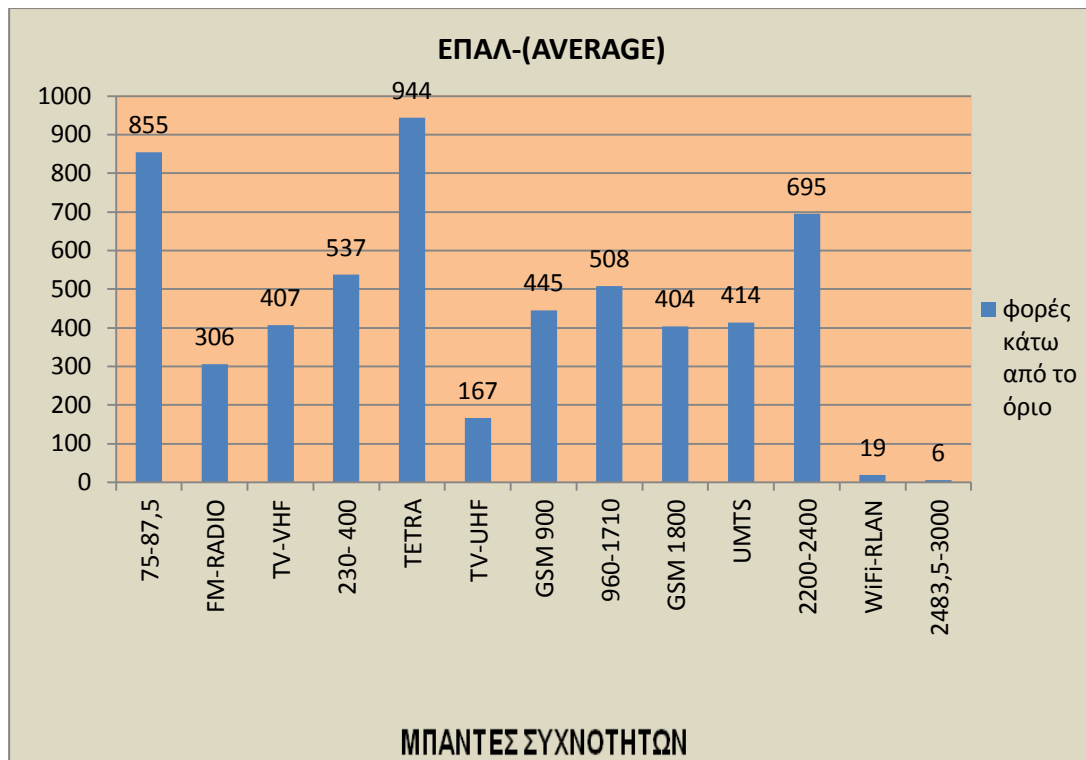
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



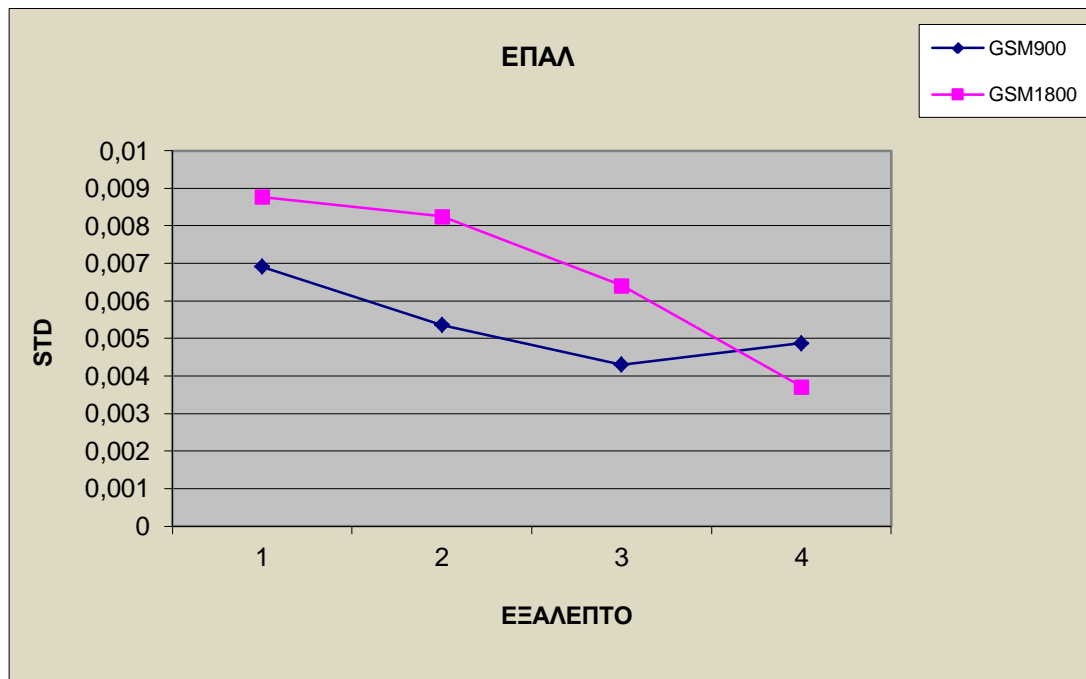
### Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**

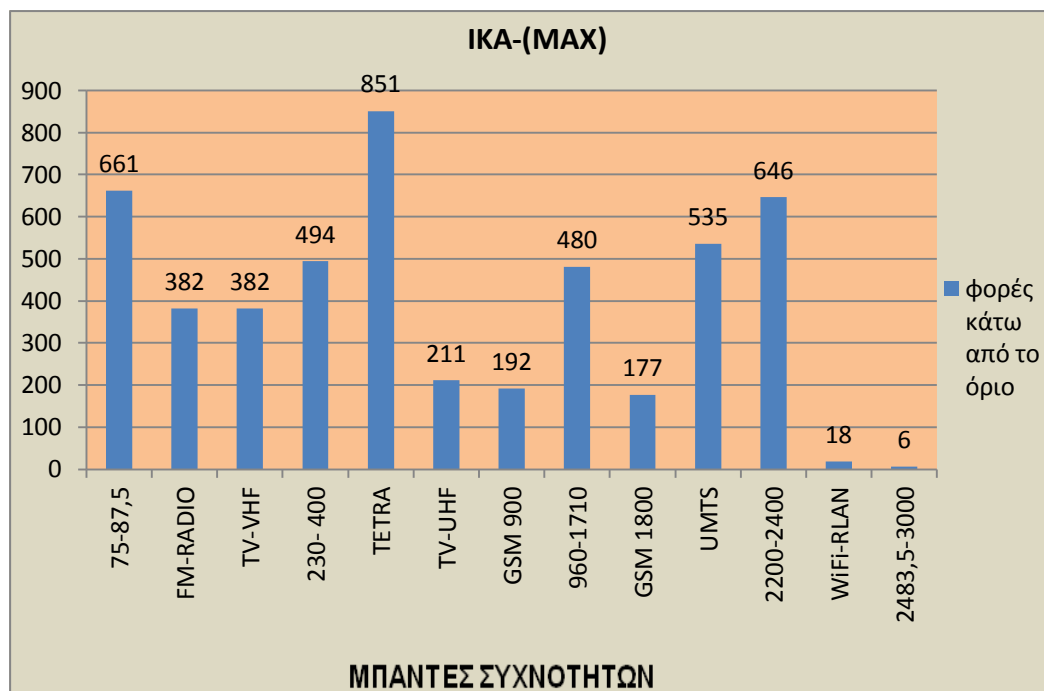


## Σημείο Μέτρησης 5: ΙΚΑ

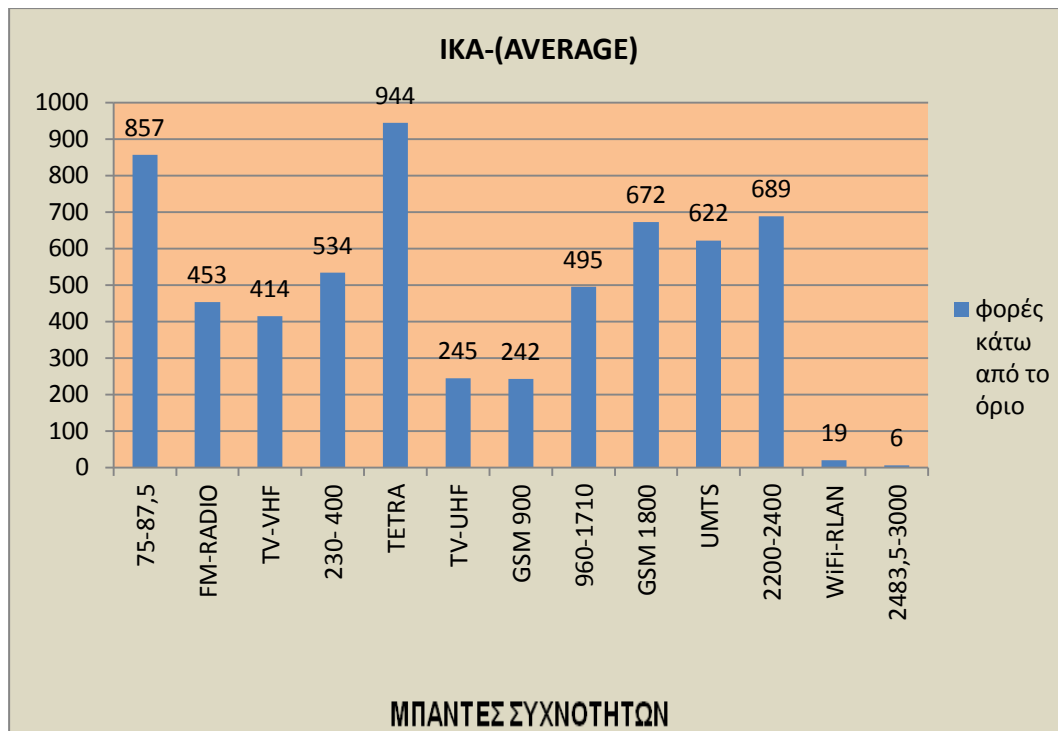
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



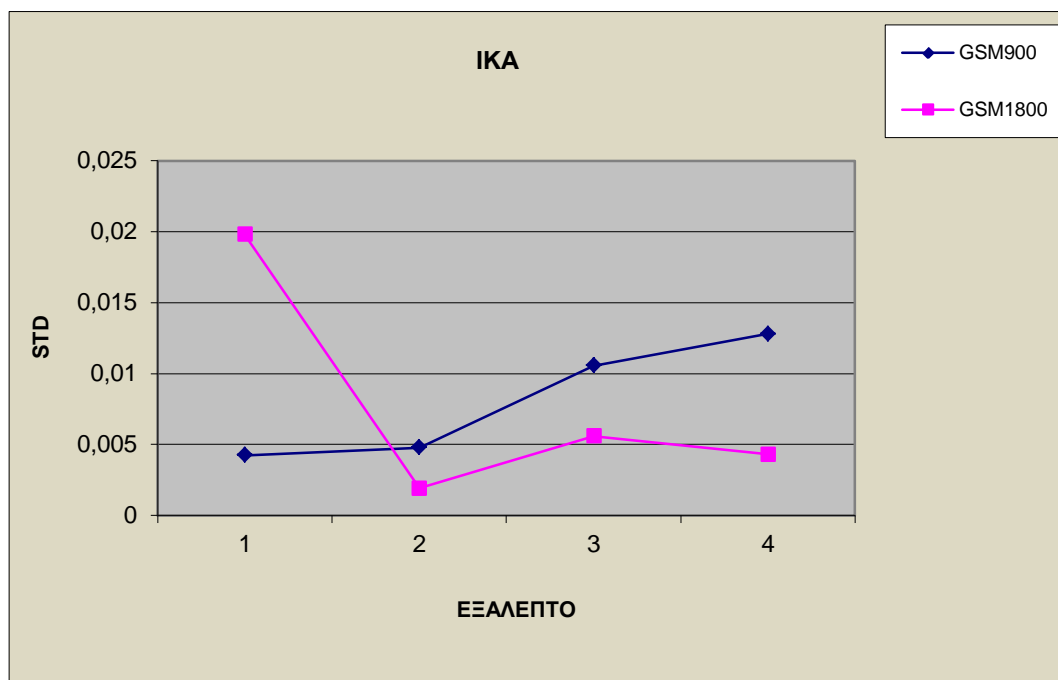
### Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**



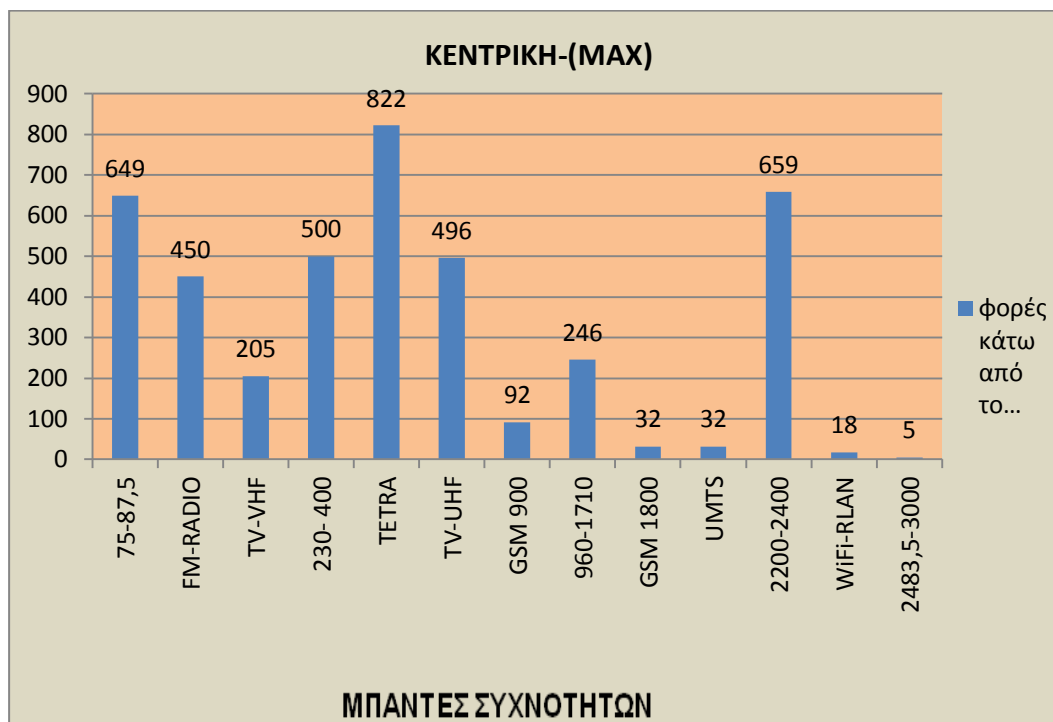


## Σημείο Μέτρησης 6: ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ

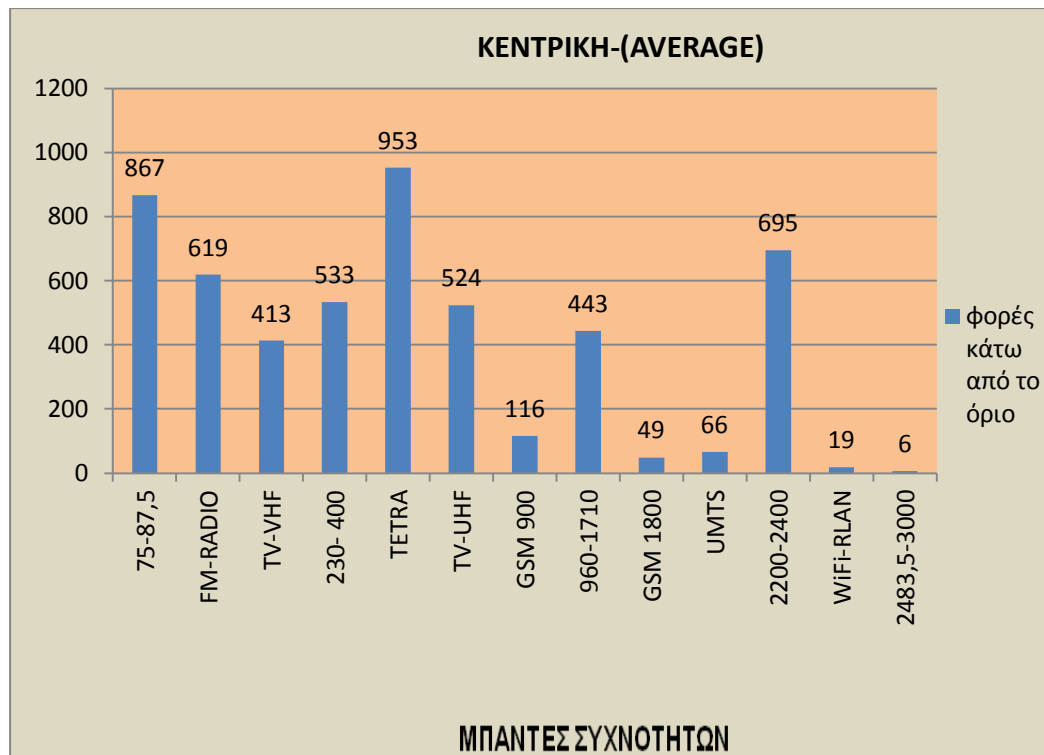
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



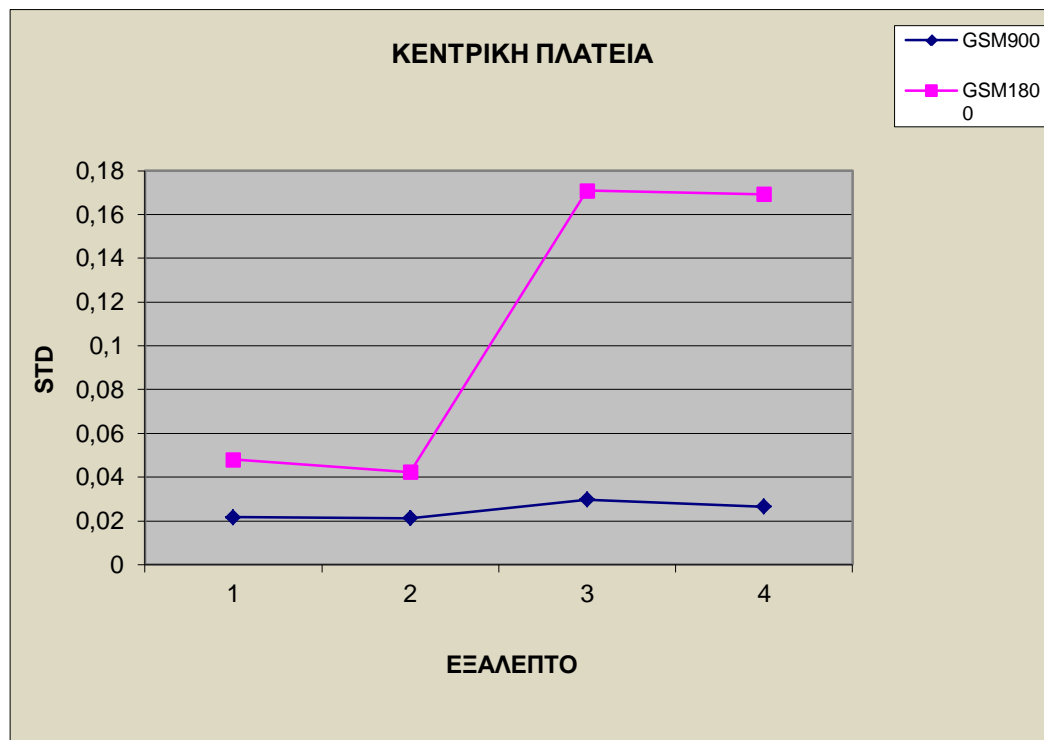
Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**

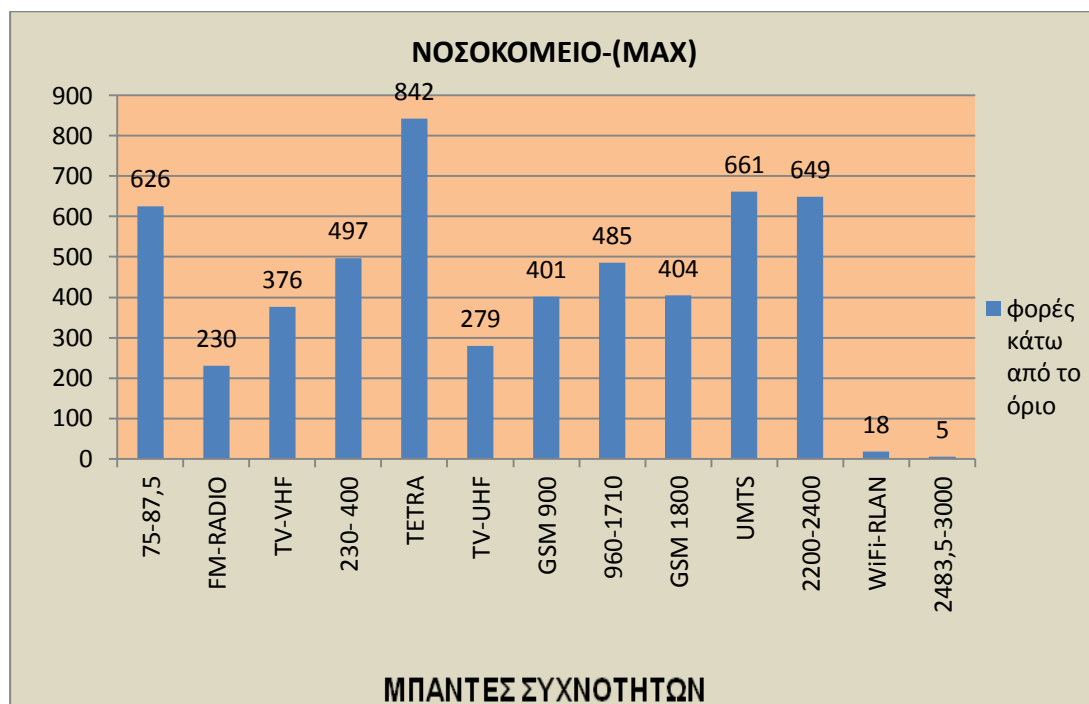


## Σημείο Μέτρησης 7: ΠΑΝΑΡΚΑΔΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

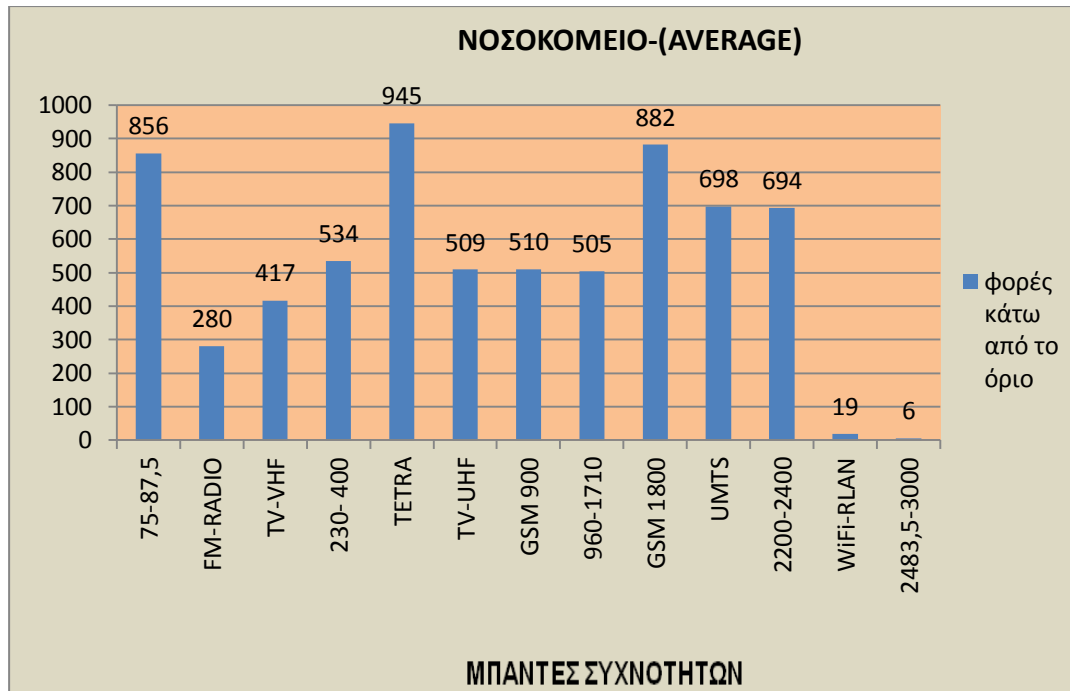
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



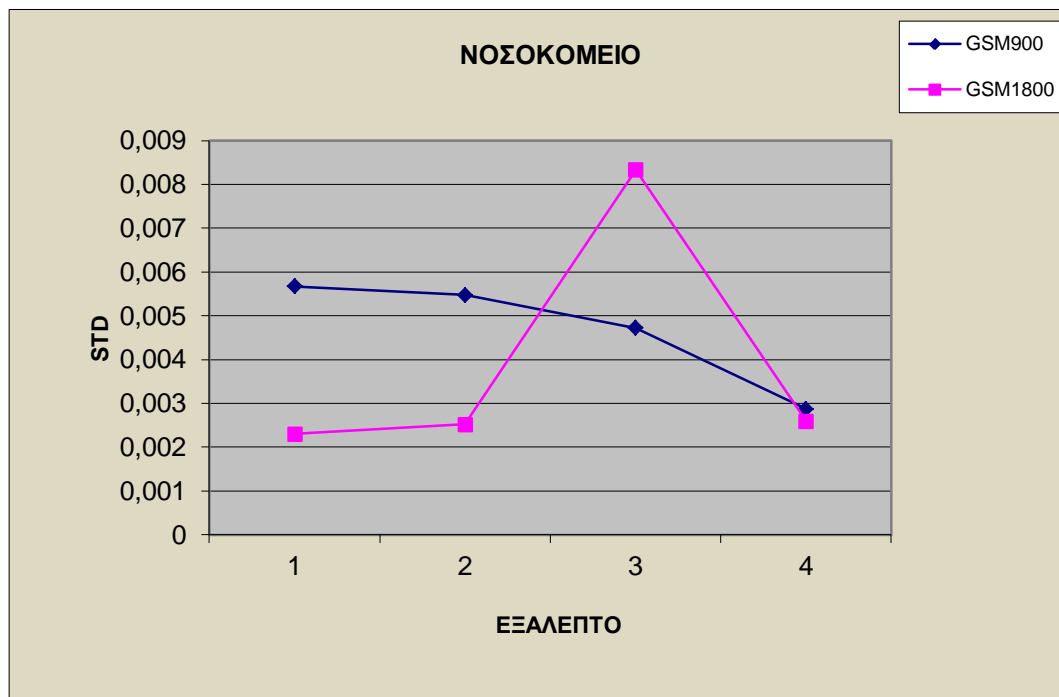
### Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**



## Σημείο Μέτρησης 8: ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

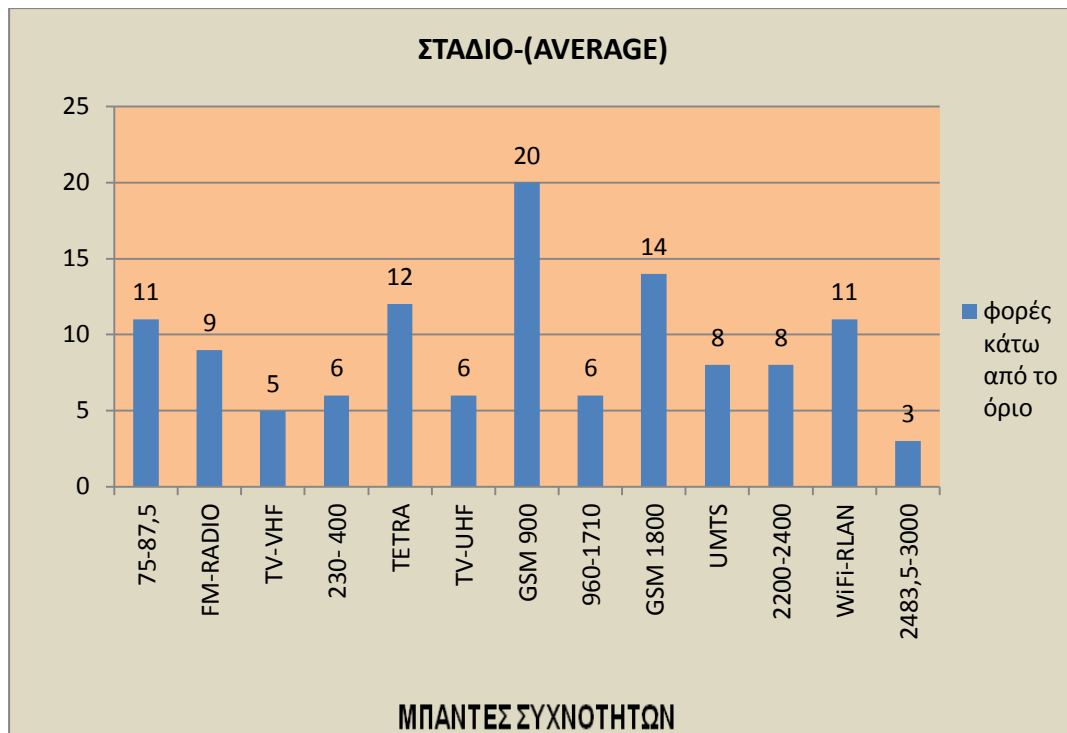
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



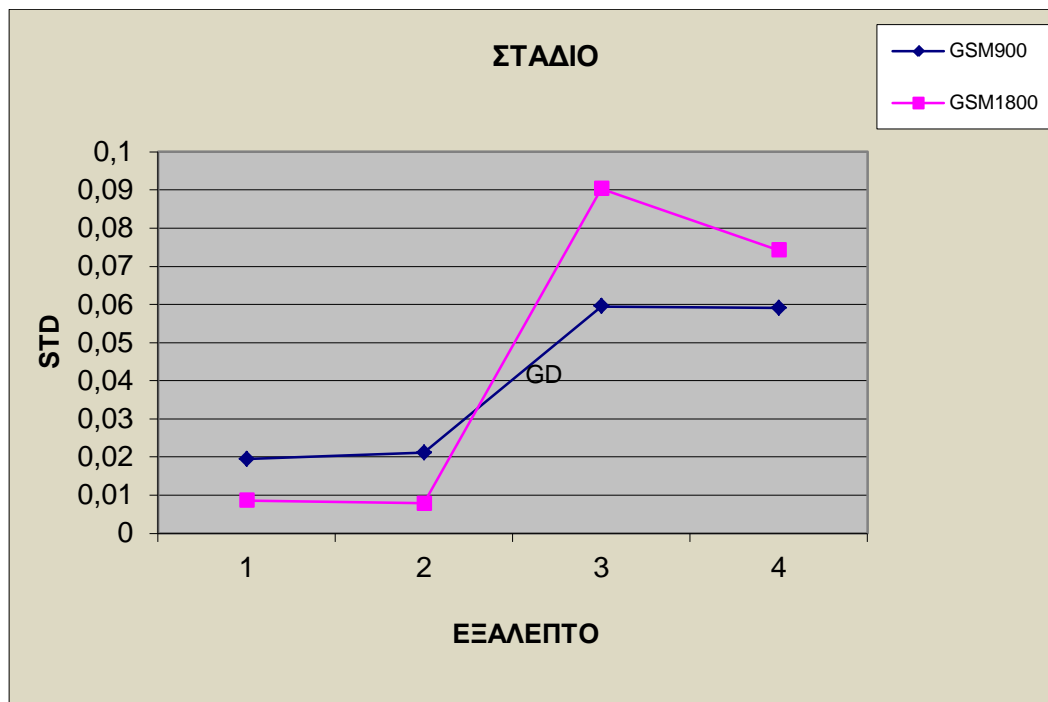
Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**



**Ραβδόγραμμα 3**

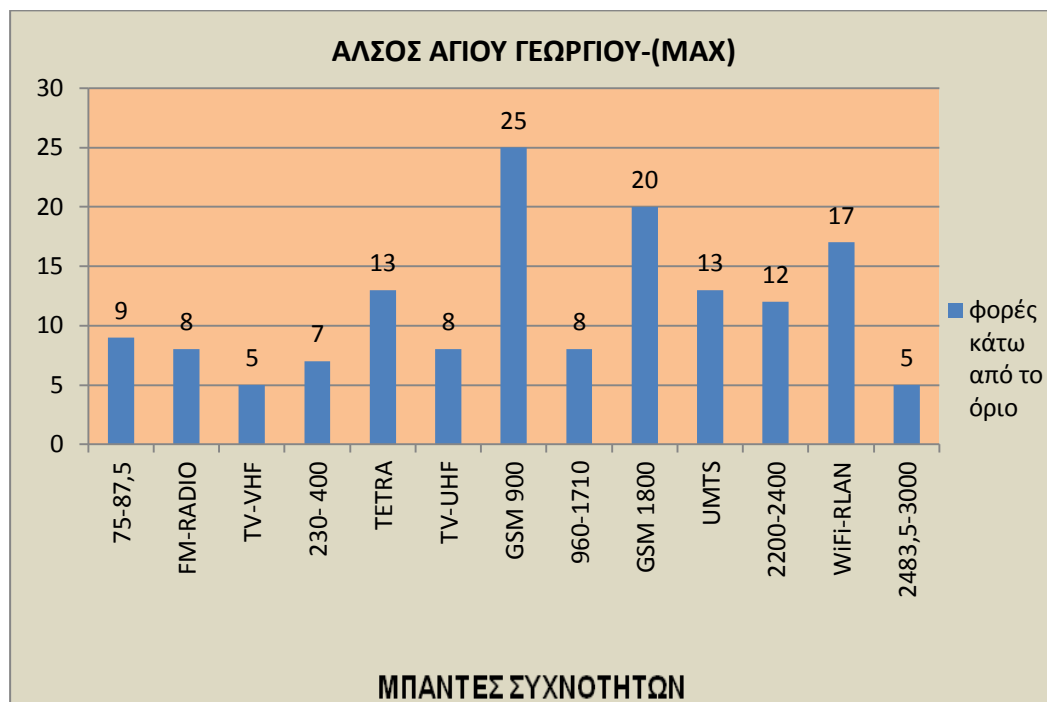


## Σημείο Μέτρησης 9: ΑΛΣΟΣ ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

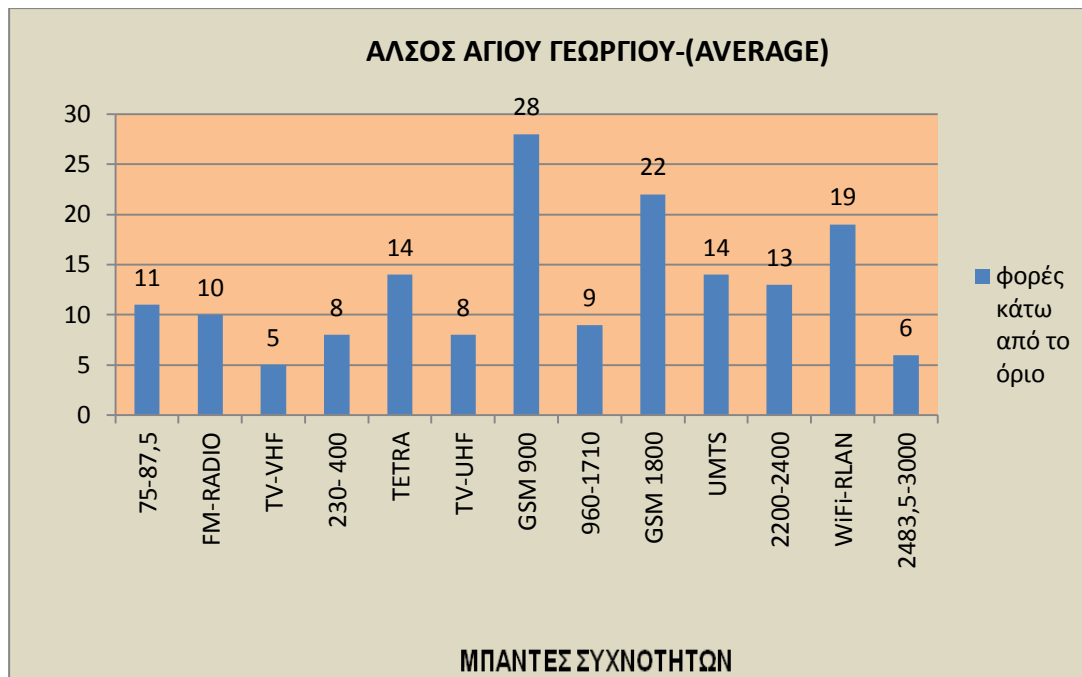
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



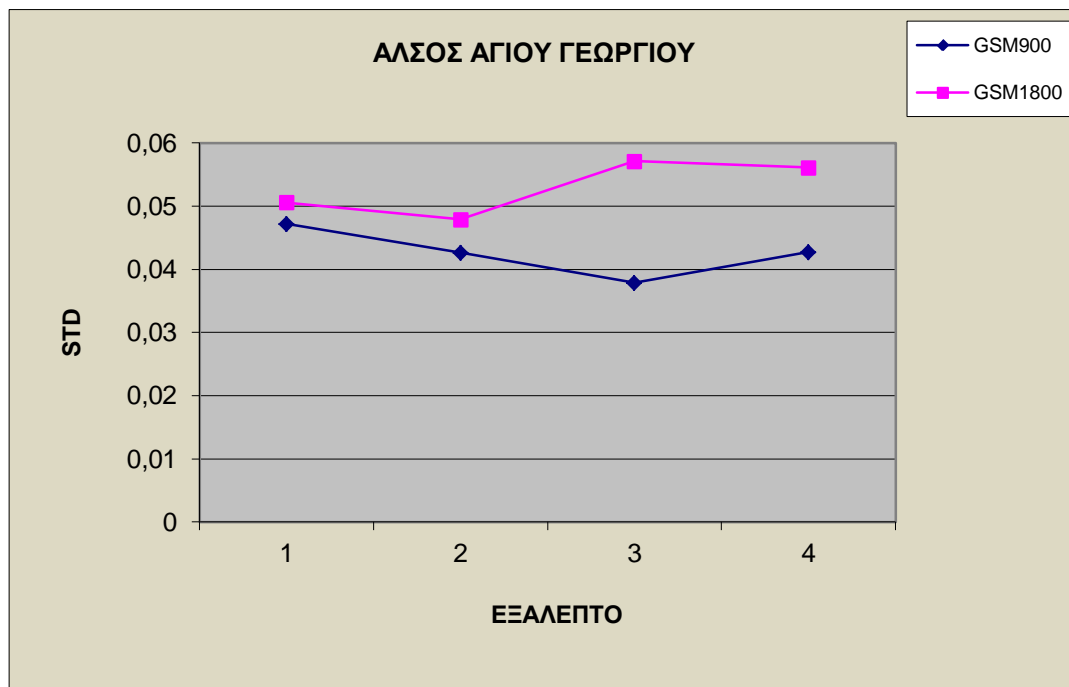
### Ραβδόγραμμα 1



**Ραβδόγραμμα 2**

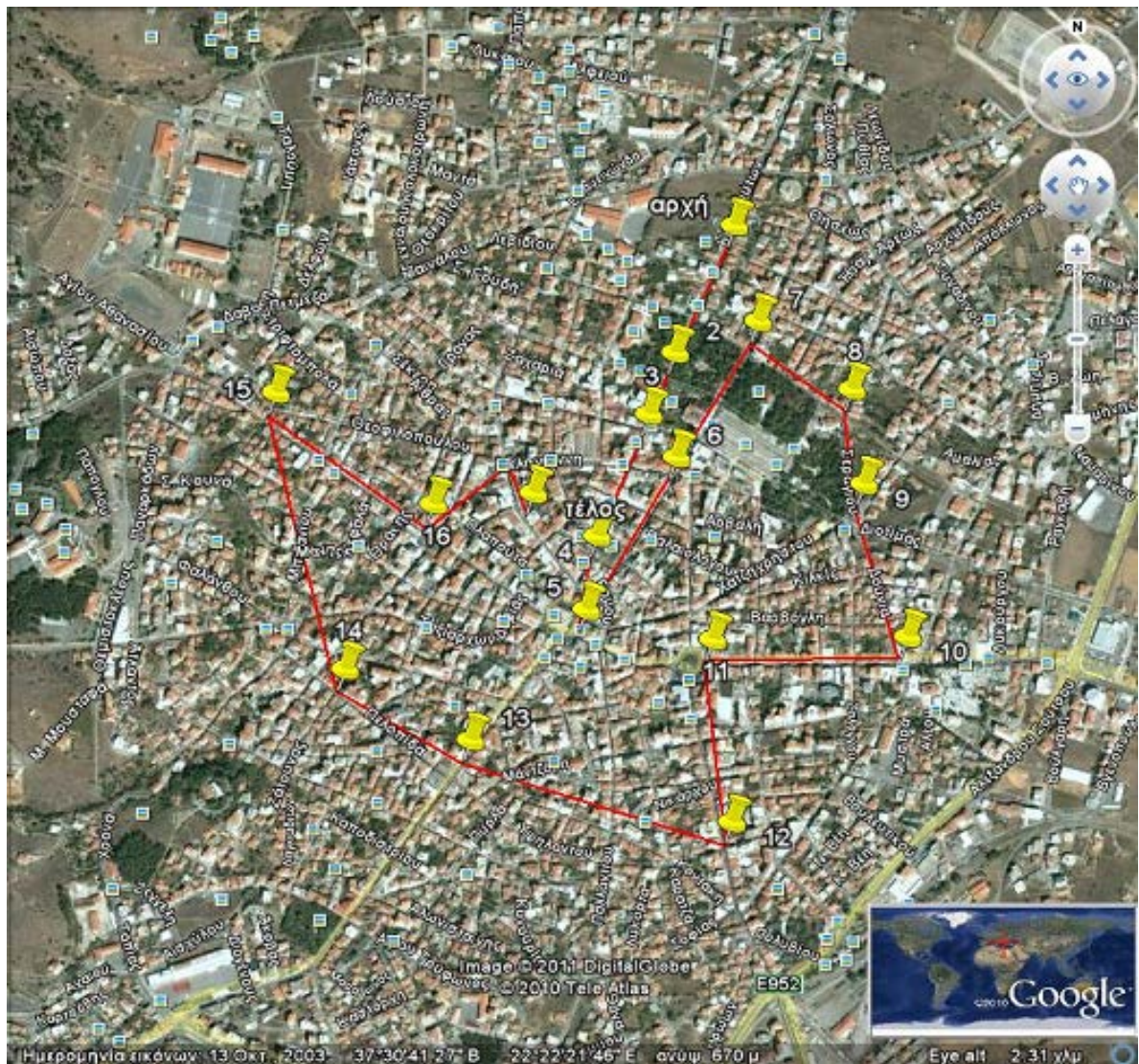


**Ραβδόγραμμα 3**



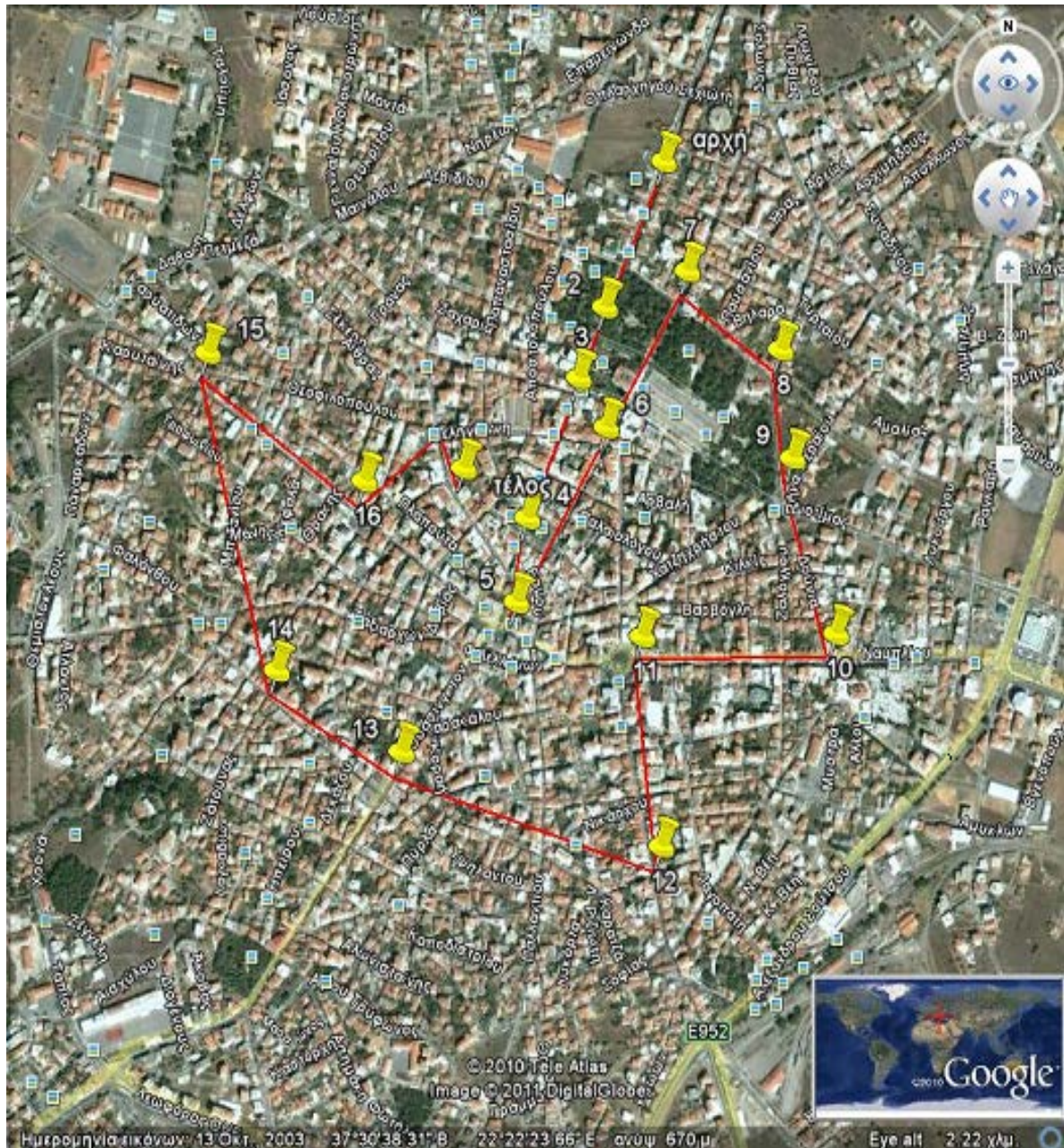


### 4.3.2 Διεξαγωγή μετρήσεων εν κινήσει (route)



Σχήμα 4-7

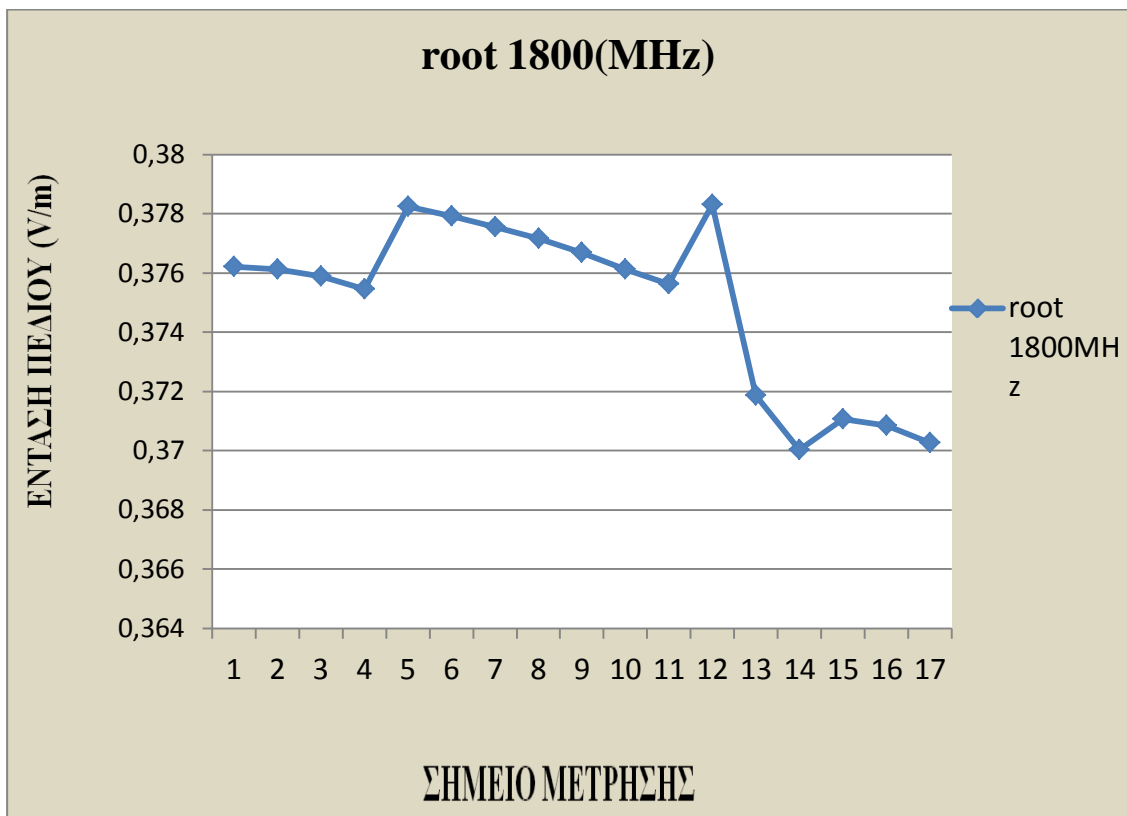
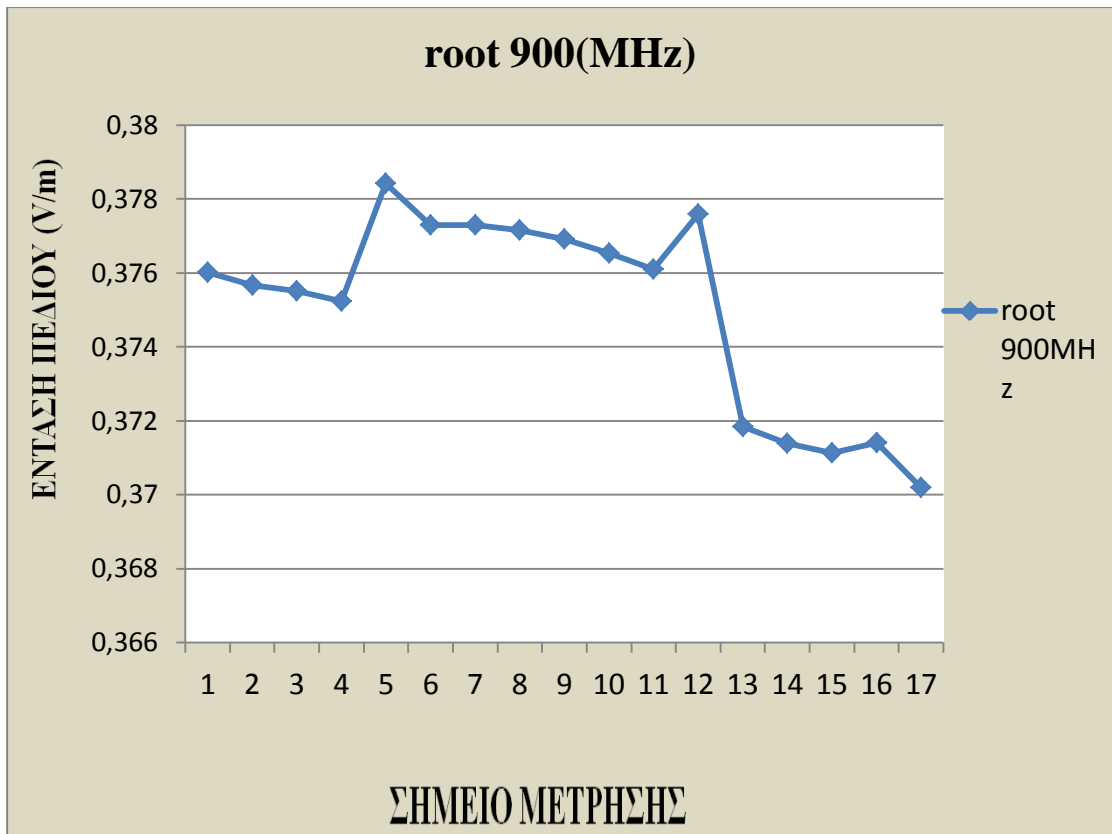
Στην παραπάνω εικόνα (σχήμα 4-7) αποτυπώνεται η διαδρομή που ακολουθήθηκε στο δρομολόγιο που έγινε γύρω από το κέντρο της Τρίπολης. Σκοπός ήταν η μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου κάθε στιγμή με το όργανο μέτρησης ρυθμισμένο στη συχνοτική ζώνη των 900MHz.



**Σχήμα 4-8**

Στην παραπάνω εικόνα(σχήμα 4-8) αποτυπώνεται η διαδρομή που ακολουθήθηκε στο δρομολόγιο που έγινε γύρω από το κέντρο της Τρίπολης. Σκοπός ήταν η μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου κάθε στιγμή με το όργανο μέτρησης ρυθμισμένο στη συχνοτική ζώνη των 1800MHz.

Στα δύο παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου για κάθε σημείο ενδιαφέροντος μας τόσο για τα 900MHz όσο και για τα 1800 MHz.



## ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

1. ΜΗΤΡΟΠΕΤΡΟΒΑ-ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ	10. ΠΛΑΤΕΙΑ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ
2. ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ	11. ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ
3.ΕΘΝ.ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ-ΜΑΛΙΑΡΟΠΟΥΛΟΥ	12. ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ-ΨΑΡΡΩΝ
4. ΠΑΥΛΟΥ ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ-ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ	13. ΠΛΑΤΕΙΑ ΒΑΛΤΕΤΣΙΟΥ
5. ΠΛΑΤΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ Β΄	14. ΠΕΛΟΠΙΔΑ-ΚΡΗΤΗΣ
6. ΚΕΝΝΕΝΤΥ-ΠΑΥΛΟΥ ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ	15. ΜΑΙΝΑΛΟΥ-ΕΡΥΘΡΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ
7. ΠΑΠΑΡΗΓΟΠΟΥΛΟΥ-ΑΓ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ	16. ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ
8. ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ	17. ΟΤΕ
9. ΧΑΤΖΗΧΡΗΣΤΟΥ-ΠΑΠΑΦΛΕΣΣΑ	

#### 4.4 Συμπεράσματα μετρήσεων

Πρώτο και κύριο συμπέρασμα που προκύπτει από τις μετρήσεις, είναι ότι σε κανένα εκ των σημείων μέτρησης και σε καμία μάλιστα συχνότητων, η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου δεν ήταν υψηλότερη από τα όρια που προσδιορίζονται από την κοινή υπουργική απόφαση (αριθ.53571/3839,Φ.Ε.Κ 1105/Β/6-9-2000) με το νόμο 5431(Φ.Ε.Κ 13/Α/3-2-2006).

Όσον αφορά τις μετρήσεις σταθερών σημείων, αξίζει να σημειωθεί ότι οι υψηλότερες τιμές που παρατηρήθηκαν στις συχνοτικές περιοχές των GSM900 και GSM1800 ήταν στο 8 Νηπιαγωγείο και στο Δημοτικό Στάδιο Τριπόλεως.

Ύστερα από το πέρας των δύο μετρήσεων, παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα έντασης ηλεκτρικού πεδίου στις συχνοτικές περιοχές των ασύρματων δικτύων (WiFi). Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε και 3 μέτρηση η οποία επικεντρώθηκε

αποκλειστικά στη συχνοτική αυτή μπάντα (2.4GHz- 3 GHz), σε όλα τα σημεία ενδιαφέροντος. Το αποτέλεσμα της τελευταίας μέτρησης έδειξε όντως ότι υπάρχει μια αυξημένη επιβάρυνση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία οφείλεται στον αυξημένο αριθμό πηγών ασύρματων δικτύων που βρίσκονται γύρω από το περιβάλλον μέτρησης.

Παρατηρήσαμε ακόμα ότι οι τιμές STD είναι μικρές, γεγονός το οποίο οφείλεται στην μικρή διάρκεια των μετρήσεων μας(εξάλεπτες).

Όσον αφορά τις μετρήσεις εν κινήσει (route), που πραγματοποιήθηκαν με αυτοκίνητο γύρω από τα κεντρικά σημεία της πόλης για τα GSM900 και GSM1800, παρατηρήθηκε ότι η ένταση ακτινοβολίας παρέμεινε σε λογικά επίπεδα, χωρίς ιδιαίτερη αύξηση σε κάποιο από τα σημεία διαδρομής.

Στον επόμενο πίνακα (πίνακας 4-1) παρουσιάζονται οι χειρότερες και οι καλύτερες μετρήσεις σε κάθε συχνοτική περιοχή.

Συχνοτικές Περιοχές	Καλύτερη μέτρηση (V/m)	Χειρότερη μέτρηση (V/m)
75MHz-87.5MHz	Πλατεία Αγ.Βασιλείου 0,020231999 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 2,6128 V/m
FM – RADIO	1 <sup>ο</sup> Λύκειο 0,032901999 V/m	2 <sup>ο</sup> Λύκειο 2,7496 V/m
TV-VHF	I.K.A 0,051288001 V/m	Δημοτικό Στάδιο 4,5699 V/m
230MHz- 400MHz	Παναρκαδικό Νοσοκομείο 0,038495999 V/m	Δημοτικό Στάδιο 3,4502 V/m
TETRA	Παναρκαδικό Νοσοκομείο 0,022026001 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 2,1251 V/m
TV - UHF	Πλατεία Αγ.Βασιλείου 0,052258998 V/m	Δημοτικό Στάδιο 4,2657 V/m
GSM 900	1 <sup>ο</sup> Λύκειο 0,024087001 V/m	Δημοτικό Στάδιο 1,7023 V/m
960MHz-1710MHz	ΕΠΑ.Λ 0,074734002 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 6,6397 V/m

GSM 1800	1 <sup>ο</sup> Λύκειο 0,041340999 V/m	Δημοτικό Στάδιο 3,452 V/m
UMTS	Παναρκαδικό Νοσοκομείο 0,065086 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 5,9245 V/m
2200MHz-2400MHz	Πλατεία Αγ.Βασιλείου 0,065117002 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 6,3158 V/m
WIFI- RLAN	I.K.A 0,049966 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 4,7214 V/m
2483.5MHz-3000MHz	1 <sup>ο</sup> Λύκειο 0,156529993 V/m	8 <sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο 14,904 V/m

Πίνακας 4-1

## 4.5 Προγράμματα μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

### 4.5.1 Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ"

Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ" είναι ένα σύστημα συνεχούς μέτρησης και ελέγχου της εκπεμπόμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ραδιοσυχνοτήτων στο περιβάλλον. Το σύστημα καταγράφει σε [24ωρη βάση](#) το σύνολο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από διάφορες πηγές, όπως κεραιές ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών, κεραιές κινητής τηλεφωνίας, ραντάρ κ.λ.π. Στα πλαίσια όμως του προγράμματος "ΕΡΜΗΣ", πραγματοποιούνται και πιο λεπτομερείς μετρήσεις, που ονομάζονται [μετρήσεις στενής ζώνης](#). Οι μετρήσεις στενής ζώνης δεν είναι σε 24ωρη βάση, αλλά πραγματοποιούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα και σε επιλεγμένα σημεία. Μ' αυτό τον τρόπο γνωρίζουμε ποια είναι η συνεισφορά κάθε πηγής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο σύνολο που καταγράφεται. [20]

Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ" εξυπηρετεί δύο στόχους:

- Να καταγράφει τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται στο περιβάλλον από διάφορες πηγές, όπως κεραιές ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών, κεραιές κινητής τηλεφωνίας.
- Να ενημερώνει άμεσα και έγκυρα τους πολίτες για τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ" υλοποιείται από το Εργαστήριο Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και το Εργαστήριο Ραδιοεπικοινωνιών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Τα δύο

Πανεπιστημιακά Ιδρύματα αφενός διασφαλίζουν την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και αφετέρου ελέγχουν και πιστοποιούν την ορθότητα λειτουργίας του εξοπλισμού. Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης έχουν τη συνολική επιστημονική ευθύνη του προγράμματος για τις περιοχές της νότιας και βόρειας Ελλάδας αντίστοιχα. Ο εξοπλισμός του συστήματος είναι χορηγία της εταιρίας κινητής τηλεφωνίας Vodafone. [20]

Το σύστημα μετρήσεων σε 24ωρη βάση αποτελείται από:



Σχήμα 4.9 - Σταθμός μέτρησης

(α) Τους σταθμούς μέτρησης (σχήμα 4,9), που είναι εγκατεστημένοι σε διάφορα σημεία της χώρας (κυρίως σε σχολεία), καταγράφοντας τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον.

(β) Τους δύο κεντρικούς σταθμούς ελέγχου (ηλεκτρονικοί υπολογιστές), που βρίσκονται εγκατεστημένοι στα δύο πανεπιστημιακά εργαστήρια, τα οποία έχουν τη συνολική επιστημονική εποπτεία του προγράμματος. Οι σταθμοί αυτοί είναι επιφορτισμένοι με τον έλεγχο των σταθμών μέτρησης και τη δημοσίευση των μετρήσεών τους στο διαδίκτυο. [20]

Η αμφίδρομη επικοινωνία των σταθμών μέτρησης με τους κεντρικούς σταθμούς ελέγχου γίνεται μέσω του δικτύου της κινητής τηλεφωνίας. Οι σταθμοί μέτρησης είναι πιστοποιημένα όργανα μέτρησης ηλεκτρικού πεδίου. Έχουν τη δυνατότητα καταγραφής πεδίων που εκπέμπονται στο σημαντικότερο μέρος του ραδιοφάσματος, στο οποίο εμφανίζεται και η ανθρώπινη δραστηριότητα, δηλαδή πεδίων που παράγονται από κεραιές ραδιοφωνίας, τηλεόρασης, κινητής τηλεφωνίας κ.ά. Οι σταθμοί μέτρησης "ποσοτικοποιούν" την Η/Μ ακτινοβολία, μετρώντας το μέγεθος της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (μονάδες βολτ ανά μέτρο, V/m) και καταγράφοντας την ενεργό τιμή του κάθε 6 λεπτά. Δηλαδή, καταγράφουν 10 μετρήσεις ανά ώρα ή 240 μετρήσεις ανά ημέρα. Στο τέλος της ημέρας αποστέλλουν τις μετρήσεις στον αντίστοιχο κεντρικό σταθμό ελέγχου. Στη συνέχεια οι μετρήσεις δημοσιοποιούνται στον παρόντα ιστοχώρο υπό τη μορφή διαγραμμάτων της πυκνότητας ροής ισχύος (μονάδες Watt ανά τετραγωνικό μέτρο, W/m<sup>2</sup>) σε συνάρτηση με το χρόνο. Για τη δημοσίευση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται το μέγεθος της πυκνότητας ροής ισχύος αντί της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, επειδή σε συνθήκες επιπέδου κύματος, όταν δηλαδή η απόσταση από την κεραία είναι αρκετά μεγαλύτερη

από τις διαστάσεις της κεραίας, τα δύο αυτά μεγέθη είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω απλών μαθηματικών σχέσεων και η γνώση του ενός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του άλλου. [20]

Η επικοινωνία μεταξύ των σταθμών μέτρησης και του υπολογιστή του κεντρικού σταθμού ελέγχου επιτυγχάνεται μέσω ενός ειδικού modem, που καλείται GSM modem. Όπως είναι γνωστό, τα τυπικά modem επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των ηλεκτρονικών υπολογιστών μέσω του δικτύου της σταθερής τηλεφωνίας, προκειμένου να επιτευχθεί η σύνδεση στο διαδίκτυο. Το GSM modem επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών υπολογιστών μέσω του δικτύου της κινητής τηλεφωνίας. Δεδομένου ότι οι σταθμοί μέτρησης είναι εξοπλισμένοι με αντίστοιχο modem, ο διαχειριστής μπορεί ανά πάσα στιγμή να συνδεθεί με τους σταθμούς μέτρησης (με μία διαδικασία ανάλογη με την κλήση που γίνεται στο κινητό τηλέφωνο), προκειμένου να μεταφέρει τις αποθηκευμένες μετρήσεις στον υπολογιστή του κεντρικού σταθμού ελέγχου.

Από τη στιγμή που λαμβάνονται οι μετρήσεις από τους σταθμούς μέτρησης, αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων. Η βάση αυτή περιέχει τα πλήρη στοιχεία κάθε μέτρησης, δηλ. το σταθμό από τον οποίο προήλθε, την ημέρα και ώρα καταγραφής της, την βλεπτη μέση ενεργό τιμή, τη μέγιστη καταγεγραμμένη ενεργό τιμή στο συγκεκριμένο βλεπτο, τη θερμοκρασία στο σταθμό μέτρησης κ.ά. Το χρονικό διάστημα των έξι (6) λεπτών, έχει υιοθετηθεί στην Ελλάδα όπως και σε άλλες χώρες ως το χρονικό διάστημα μέτρησης και σύγκρισης με τα επίπεδα αναφοράς (όρια ασφαλείας). Για οποιαδήποτε πληροφορία ζητηθεί από τον επισκέπτη της ιστοσελίδας, πραγματοποιείται η σχετική αναζήτηση στη βάση και στη συνέχεια, τα δεδομένα που εξάγονται, αποδίδονται με τη μορφή διαγραμμάτων, ώστε να γίνονται εύκολα κατανοητά από το ευρύ κοινό [20].

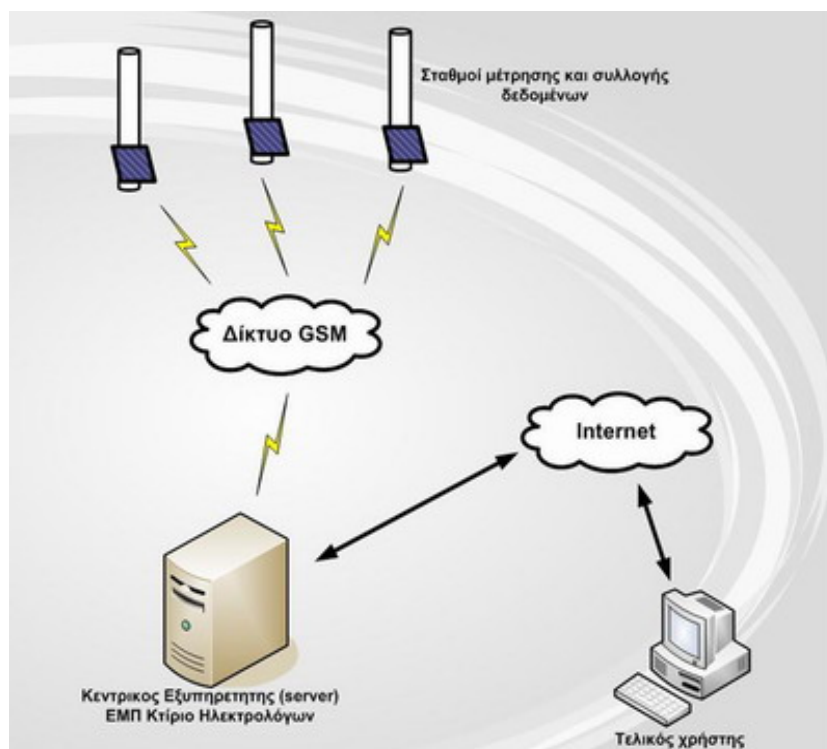
Στο [σύστημα μετρήσεων στενής ζώνης](#) χρησιμοποιούνται αναλυτές φάσματος για την πραγματοποίηση των μετρήσεων. Οι αναλυτές φάσματος παρέχουν στην οθόνη τους πληροφορίες σχετικές με το φασματικό περιεχόμενο (δηλαδή την συχνοτική κατανομή) και παρουσιάζουν διαγράμματα της πυκνότητας ροής ισχύος συναρτήσει της συχνότητας.

#### **4.5.2 Πρόγραμμα πεδίων 24**

Το πρόγραμμα pedion24 έχει ως σκοπό τη συνεχή και απρόσκοπτη ενημέρωση του κοινού για τα επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε διάφορες περιοχές της χώρας. Οι σταθμοί του pedion24 καταγράφουν σε 24ωρη βάση το συνολικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που προκαλείται από διάφορες πηγές, όπως η ραδιοφωνία, η τηλεόραση και η κινητή τηλεφωνία. Έτσι δίνεται στο κοινό η δυνατότητα να ενημερώνεται άμεσα και αξιόπιστα για τα επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας οποιαδήποτε στιγμή. Τα στοιχεία είναι άμεσα διαθέσιμα και αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων ώστε οποιοσδήποτε να μπορεί να αναζητήσει στοιχεία από το παρελθόν, οποιαδήποτε στιγμή. [21]



Οι περιοχές στις οποίες εγκαθίστανται σταθμοί μέτρησης επιλέγονται με βάση πολλαπλά κριτήρια, τα πιο σημαντικά από τα οποία είναι η υψηλή πληθυσμιακή συγκέντρωση και η παρουσία ευαίσθητων χώρων, όπως παιδικοί σταθμοί, νοσοκομεία, γηροκομεία κλπ. Η διαφάνεια και η εγκυρότητα των στοιχείων διασφαλίζεται από το έμπειρο επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου καθώς και από την άμεση και αυτοματοποιημένη δημοσίευση των μετρηθέντων τιμών ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. [21]



Σχήμα 4-10

Το σύστημα redion24 αποτελείται από:

-τους σταθμούς μέτρησης των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε διάφορες περιοχές.

-το κέντρο διαχείρισης που βρίσκεται στο Εργαστήριο Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Οι σταθμοί μέτρησης είναι εφοδιασμένοι με ειδικά, πιστοποιημένα όργανα μέτρησης ηλεκτρικού πεδίου τα οποία κάθε 6 λεπτά καταγράφουν και αποθηκεύουν στη μνήμη τους μία τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου (μονάδα μέτρησης V / m – βολτ ανά μέτρο). Κάθε 24 ώρες οι σταθμοί μέτρησης επικοινωνούν με το κέντρο διαχείρισης και αποστέλλουν τα δεδομένα (24 ώρες x 10 μετρήσεις ανά ώρα = 240 τιμές ηλεκτρικού πεδίου την ημέρα) στον κεντρικό εξυπηρετητή. Η επικοινωνία αυτή γίνεται μέσω του δικτύου GSM , γι' αυτό και τόσο οι σταθμοί μέτρησης όσο το κέντρο διαχείρισης είναι εφοδιασμένα με GSM modems. Μέσω του δικτύου GSM

επιτυγχάνεται και ο έλεγχος του σταθμού μέτρησης (έλεγχος σφαλμάτων, βλαβών, απομακρυσμένη πρόσβαση κλπ.). [21]

Αφού οι συγκεντρωθούν οι μετρήσεις ενός εικοσιτετραώρου από όλους τους εγκατεστημένους σταθμούς μέτρησης, αυτές καταχωρούνται σε μία βάση δεδομένων στον εξυπηρετητή του κέντρου διαχείρισης. Ο απλός χρήστης μπορεί μέσω internet να επικοινωνήσει με τη βάση δεδομένων και να αναζητήσει και να προβάλει στον υπολογιστή του τις μετρούμενες τιμές ηλεκτρικού πεδίου για οποιαδήποτε χρονικό διάστημα από οποιαδήποτε θέση στην οποία υπάρχει εγκατεστημένος σταθμός μέτρησης, με τη μορφή απλών και κατανοητών διαγραμμάτων. Στα διαγράμματα αυτά ο χρήστης μπορεί να βλέπει την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (μονάδα μέτρησης V/m) για την περιοχή συχνοτήτων από 100 kHz έως 3 GHz. Παράλληλα, στο διάγραμμα εμφανίζονται και τα όρια έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία που έχει θεσπίσει το ελληνικό κράτος με βάση το νόμο 3431/2006 (21.69 V/m στην περιοχή συχνοτήτων των FM - αυστηρότερο όριο στη ζώνη συχνοτήτων 100 kHz έως 3 GHz, 33 V/m στην περιοχή συχνοτήτων GSM 900MHz, 46.18 V/m στην περιοχή συχνοτήτων GSM 1800MHz,UMTS). Οι σταθμοί μέτρησης είναι εξοπλισμένοι με κατάλληλους ανιχνευτές μέτρησης ηλεκτρικού πεδίου (E-field probes), τα οποία καταγράφουν κάθε 3 δευτερόλεπτα την ενεργό τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου και υπολογίζουν τη μέση ενεργό τιμή της για 6 λεπτά (όπως ορίζουν οι οδηγίες EU 1999/519/EC & ICNIRP). Τα όργανα μέτρησης είναι πιστοποιημένα και συμμορφώνονται πλήρως με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. [21]

### 4.5.3 Πρόγραμμα Φάσμα

**Γιατί δημιουργήθηκε ο ευρυζωνικός μετρητής SMS-K.**



**Σχήμα 4-11**

Το Εργαστήριο Ραδιοεπικοινωνιών (ΕΡα) του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) εργάζεται για την εγκατάσταση εκτεταμένων συστημάτων παρακολούθησης και καταγραφής των επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Σκοπός των συστημάτων αυτών είναι η διαρκής καταγραφή των

επιπέδων της ΗΜ ακτινοβολίας στο περιβάλλον από διάφορες πηγές, π.χ. ραδιοφωνία, τηλεόραση, κινητή τηλεφωνία, ιδιωτικά και κρατικά δίκτυα τηλεπικοινωνιών, καθώς επίσης και η άμεση και έγκυρη ενημέρωση των πολιτών για τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

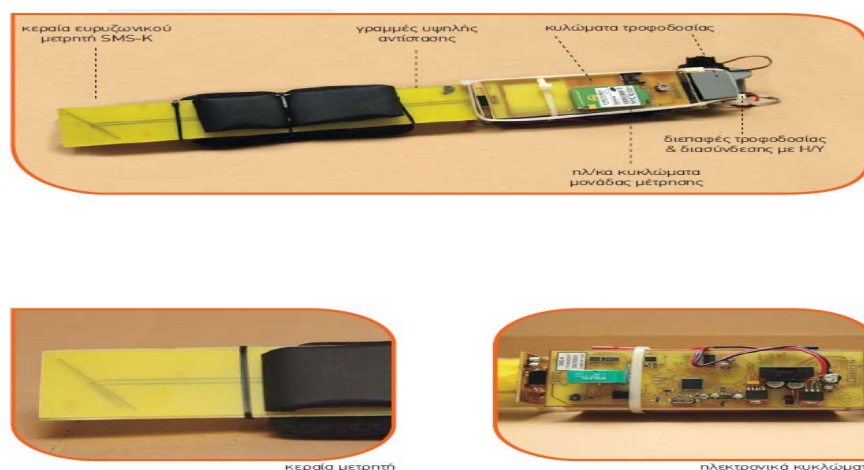
### Πως λειτουργεί ο μετρητής

Ο Ευρυζωνικός Μετρητής SMS-K είναι μια συσκευή που καταγράφει την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, σε συχνότητες από μερικές εκατοντάδες kHz έως μερικά GHz, δηλαδή σε μια περιοχή συχνοτήτων όπου υπάρχουν οι περισσότερες τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές (ραδιοφωνία, τηλεόραση, κινητή τηλεφωνία, ιδιωτικά και δημόσια δίκτυα ηλεκτρονικών ασύρματων επικοινωνιών). Η ανίχνευση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων από τον μετρητή γίνεται με τη βοήθεια ειδικά σχεδιασμένων αισθητήρων.

Οι αισθητήρες μετρούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από οποιαδήποτε γωνία και αν προσπίπτει αυτή επάνω τους. Οι τιμές που καταγράφονται στη συνέχεια ψηφιοποιούνται, έπειτα αποθηκεύονται και, τελικά, είναι διαθέσιμες για περαιτέρω επεξεργασία. Για τη μεταφορά των δεδομένων που έχουν καταγραφεί, η συσκευή επικοινωνεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή είτε ενσύρματα είτε ασύρματα με τη χρήση modem κινητής τηλεφωνίας. Ο Ευρυζωνικός Μετρητής SMS-K μας επιτρέπει να καταγράφουμε και να ελέγχουμε σε 24ωρη βάση τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον. [22]

### Τα δομικά στοιχεία του ευρυζωνικού μετρητή

Τα τμήματα του μετρητή περιλαμβάνονται σε ειδικό μη-μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα, δίνοντας μία ολοκληρωμένη κατασκευή, ικανή για άμεση και μόνιμη εγκατάσταση σε οποιαδήποτε θέση ενδιαφέροντος. Η παρούσα έκδοση του μετρητή είναι εφοδιασμένη με ειδικό καλώδιο τροφοδοσίας, για τη φόρτιση των μπαταριών του μέσω του δικτύου παροχής ρεύματος. Παράλληλα διαθέτει και καλώδιο USB για τη σύνδεσή του με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω ειδικού λογισμικού.



Σχήμα 4-12

## Λογισμικό ευρυζωνικού μετρητή SMS-K

Ο ευρυζωνικός μετρητής SMS – K συνοδεύεται από εξειδικευμένο λογισμικό το οποίο επιτρέπει την απεικόνιση των μετρήσεων αναλυτικά στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το λογισμικό SMS – K καταγράφει και απεικονίζει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου τόσο με αναλογικό όσο και με ψηφιακό τρόπο αλλά και με τη μορφή κυματομορφής συναρτήσει του χρόνου. Έχει επίσης τη δυνατότητα να προβάλλει την τελευταία μέγιστη καταγεγραμμένη τιμή της έντασης αλλά και τη μέση τιμή της έντασης ανά δλεπτο. Άλλες ενδείξεις που μας δίνει είναι, η μπαταρία τροφοδοσίας του μετρητή, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία στη θέση εγκατάστασης. Επίσης, το σύστημα έχει δυνατότητα εισόδου SIM κάρτας με την οποία στέλνει μέσω SMS τα αποτελέσματα των εξάλεπτων μετρήσεων που έχει καταγράψει το τελευταίο 24ώρο.

Η διαδικασία αξιολόγησης περιέλαβε μία σειρά από δοκιμές, μεταξύ άλλων:

- έλεγχος της μετρούμενης τιμής έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.
- έλεγχος καλής συνεχούς λειτουργίας σε απολύτως ελεγχόμενο περιβάλλον.
- έλεγχος καλής συνεχούς λειτουργίας σε εξωτερικό χώρο.
- Έλεγχος καλής συνεχούς λειτουργίας σε ισχυρό ηλεκτρομαγνητικό περιβάλλον.

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών ήταν απόλυτα ικανοποιητικά και κατέδειξαν ότι μετρητής SMS – K (υλικό και λογισμικό) μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως σταθμός συνεχούς καταγραφής και παρακολούθησης συγκεκριμένων πηγών ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε αστικά και μη πολεοδομικά συγκροτήματα, όσο και ως μονάδα μέτρησης της συνολικής ηλεκτρομαγνητικής επιβάρυνσης σε τυχαίες θέσεις εντός πολεοδομικών συγκροτημάτων. [22]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και υγεία.

#### 5.1. Συσκευές και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Στην καθημερινή ζωή γινόμαστε συνεχώς δέκτες ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από ποικίλες πηγές. Οι πηγές αυτές πολλαπλασιάζονται συνέχεια. Συνεχώς εμφανίζονται νέες εφαρμογές και δικαιολογημένα δημιουργούνται πολλά ερωτηματικά αναφορικά με τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιδράσεις της ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό.

##### 5.1.1 Ασύρματες συσκευές

**Κινητά τηλέφωνα:** Το κινητό αποτελεί πλέον μέρος της καθημερινότητας στη ζωή του κάθε ανθρώπου, ανεξαρτήτως ηλικίας και οικονομικής δυνατότητας. Έχει απλοποιήσει τη ζωή μας σε τέτοιο βαθμό ώστε η έλλειψη του μας προκαλεί ανασφάλεια. Τα κινητά τηλέφωνα έχουν εξαπλωθεί και συνεχίζονται να διαδίδονται παγκοσμίως με ταχύτατο ρυθμό. Οι χρήστες όλων των ηλικιών πολλαπλασιάζονται. Όλο και περισσότερα παιδιά ακόμη και πολύ μικρών ηλικιών έχουν σήμερα κινητά τηλέφωνα. Η ολοένα αυξανόμενη χρήση του κινητού τηλεφώνου στο εσωτερικό σπιτιών και γραφείων έχει το μειονέκτημα ότι σε αντίθεση με το εξωτερικό περιβάλλον, οι εσωτερικοί χώροι αναγκάζουν το κινητό τηλέφωνο να εκπέμπει μεγάλη ισχύ, ώστε η εκπεμπόμενη ακτινοβολία να φτάσει στον πλησιέστερο σταθμό βάσης.

**Ασύρματα τηλέφωνα:** Τα σύγχρονα ψηφιακά ασύρματα τηλέφωνα DECT (Digital Enhanced Cordless Telephones) εκπέμπουν συνεχώς ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή συχνοτήτων της κινητής τηλεφωνίας. Η ακτινοβολία αυτή είναι πολύ διεισδυτική και μπορεί να περάσει ακόμα και τους τοίχους των διαμερισμάτων.

**Ασύρματα δίκτυα:** Τα ασύρματα δίκτυα γίνονται όλο και πιο δημοφιλή, είτε σε οικιακούς είτε σε επαγγελματικούς χώρους. Τα δίκτυα αυτά αποτελούνται από τις συσκευές πρόσβασης και τον υπολογιστή. Οι συσκευές πρόσβασης (access point) με ή χωρίς εμφανή κεραία εκπέμπουν ακτινοβολία στη ζώνη συνήθως των 2,5 GHz, και πρέπει να βρίσκονται μακριά από τα ζωτικά όργανα του σώματος. Η ακτινοβολία που εκπέμπεται από την ασύρματη κάρτα δικτύου, που είναι ενσωματωμένη στον φορητό υπολογιστή, σε μικρή απόσταση (π.χ. 40-50 εκ.), θεωρείται επικίνδυνη. [23]

##### 5.1.2 Ηλεκτρικές οικιακές συσκευές

Η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος από κάποιον αγωγό προκαλεί τη δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, του οποίου η μαγνητική συνιστώσα ενέχει κινδύνους για την υγεία. Ως όριο αποδεκτής έκθεσης έχουν προταθεί τα 1.000 mG (μιλιγκάους) από τη Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από τις μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP, International Committee for Non Ionizing Radiation Protection) και έχουν υιοθετηθεί από το ελληνικό κράτος με (ΦΕΚ 512/Β/25-04-2002). Ωστόσο, μελέτες έχουν

καταδειξεί ότι το «όριο ασφαλείας» δε μπορεί να είναι μεγαλύτερο από 4 mG. [24].

### **1. Τηλεόραση**

- Οι παλαιού τύπου τηλεοράσεις(με καθοδικό σωλήνα) έχουν ηλεκτρικά κυκλώματα και σύστημα παραγωγής υψηλής τάσης που δημιουργούν μαγνητικό πεδίο, οι τιμές του οποίου αρχίζουν περίπου από τα 100 mG (μιλιγκάους).
- Όσο πιο μεγάλη σε μέγεθος είναι η τηλεόραση τόσο πιο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο που παράγει.
- Απόσταση ασφαλείας, ιδιαίτερα για μικρά παιδιά, είναι τα 2 μέτρα.
- Φαίνεται πως ο κίνδυνος από τις νέου τύπου τηλεοράσεις LCD είναι αμελητέος, επειδή έχουν πολύ χαμηλή ακτινοβολία. [24]

### **2. Φούρνος μικροκυμάτων**

- Η συσκευή αυτή, εκτός από την παραγωγή μαγνητικού πεδίου, δημιουργεί και ραδιοκύματα παρόμοια με των κινητών τηλεφώνων. Όταν π.χ. η συσκευή χρησιμοποιείται σε ισχύ 270 Watt, είναι το ίδιο με περίπου 270 κινητά τηλέφωνα σε πλήρη ισχύ.
- Προτείνεται να μην είναι κανείς κοντά στη συσκευή κατά τη διάρκεια της χρήσης της και ειδικότερα μικρά παιδιά. Η ακτινοβολία που εκπέμπεται από το μαγνητικό πεδίο, αλλά και τα ραδιοκύματα, μειώνονται πολύ σημαντικά σε απόσταση 50 εκ.[24]

### **3. Ηλεκτρική κουζίνα**

Η λειτουργία των εστιών θέρμανσης, καθώς και του ηλεκτρικού φούρνου, δημιουργούν αρκετά ισχυρό πεδίο, περίπου 100 mG. Αυτό μειώνεται δραστικά σε απόσταση 30 εκ. [24]

### **4. Απορροφητήρας**

Η λειτουργία του δημιουργεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο, αλλά είναι σε τέτοιο ύψος που συνήθως δεν επηρεάζει τον ανθρώπινο οργανισμό[24].

### **5. Στεγνωτήρας μαλλιών**

Και το σεσουάρ δημιουργεί ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Θα πρέπει, λοιπόν, όταν το χρησιμοποιείτε, να το κρατάτε σε αρκετή απόσταση από το κεφάλι, ιδιαίτερα των μικρών παιδιών.[24]

## 5.2 Με ποιες ασθένειες σχετίζονται τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία

Οι επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων (ΗΜΠ) στην υγεία, έχουν πολύ έντονα απασχολήσει το πλατύ κοινό, την επιστημονική και ιατρική κοινότητα κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Για το ζήτημα των βιολογικών επιδράσεων και των ιατρικών προεκτάσεων της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, έχουν δημοσιευτεί κατά τα τελευταία 30 χρόνια περίπου 25.000 επιστημονικά άρθρα. Μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν σήμερα διαθέσιμα περισσότερα στοιχεία για τα ΗΜΠ παρά για τις πιο πολλές χημικές ουσίες ή άλλους παράγοντες που μπορούν να επηρεάζουν τον άνθρωπο.

### Ακτινοβολία μικροκυμάτων και οι επιδράσεις της στην υγεία.

Οι ανησυχίες του κοινού, των επιστημόνων και των γιατρών που προκύπτουν από την έκθεση στην ακτινοβολία, είναι δικαιολογημένα μεγάλες. Πράγματι ο σύγχρονος τρόπος ζωής συνοδεύεται και από την υποβολή μας καθημερινά, σε διάφορες μορφές ακτινοβολίας που προέρχονται από ολοένα και περισσότερες πηγές.

Οι πομποί ραδιοφώνων και τηλεοράσεων, τα κινητά τηλέφωνα, τα ραντάρ, οι φούρνοι μικροκυμάτων εκπέμπουν ακτινοβολία χαμηλής ενέργειας. Καθώς αυξάνονται τα κινητά τηλέφωνα, πολλαπλασιάζονται και οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας. Οι κεραιές των σταθμών βάσης είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του συστήματος GSM στο οποίο στηρίζεται σήμερα το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κινητών τηλεφώνων τόσο περισσότεροι σταθμοί βάσης χρειάζονται. Δικαιολογημένα η νέα αυτή κατάσταση, δημιουργεί ανησυχίες παντού στον κόσμο. Πράγματι όλοι γνωρίζουν ότι η κινητή τηλεφωνία στηρίζεται στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Τα πεδία που προκύπτουν, προκαλούν φόβους ότι πιθανόν να έχουν αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Είναι κατανοητό ότι κάθε φορά που γίνεται λόγος για ακτινοβολία, δημιουργούνται αισθήματα ανησυχίας. Αυτό δεν είναι τυχαίο διότι η ακτινοβολία έχει συνδυασθεί με τη ραδιενέργεια ή τις ακτίνες X που σίγουρα προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Όμως η ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων και των κεραιών σταθμών βάσης, είναι πολύ χαμηλότερης συχνότητας και ενέργειας σε σύγκριση με την ιοντίζουσα ακτινοβολία υψηλής συχνότητας που χαρακτηρίζει τις ακτίνες X, τις ακτίνες γάμμα και τη ραδιενεργό ακτινοβολία. Η ακτινοβολία που δεχόμαστε από τις κεραιές, είναι πολύ μικρότερη από εκείνη που δεχόμαστε μιλώντας με το κινητό τηλέφωνο κολλημένο στο αυτί μας.

Εντούτοις και στις δύο περιπτώσεις, η ακτινοβολία είναι πολύ χαμηλή για να έχει αρνητικές επιδράσεις στην υγεία και παραμένει κατά πολύ χαμηλότερη από τα διεθνή στάνταρτ που συστήνονται από αρμόδιους αναγνωρισμένους οργανισμούς (ICNIRP). Τα εν λόγω στάνταρτ είναι πολύ αυστηρά δίνοντας ένα μεγάλο περιθώριο ασφάλειας.

Ας δούμε διαδοχικά, τους τομείς της ανθρώπινης υγείας στους οποίους έχουν εμπλακεί τα ΗΜΠ χαμηλού επιπέδου. Η περιγραφή μας αφορά τα ΗΜΠ μεγάλου

μήκους κύματος, χαμηλής συχνότητας και χαμηλής ενέργειας. Αυτά δηλαδή στα οποία καθημερινά υποβαλλόμαστε, στο σπίτι, στο χώρο εργασίας και που περιλαμβάνουν τα ραδιοκύματα και την ακτινοβολία χαμηλότερης συχνότητας.

## 1. Καρκίνος και λευχαιμία



Έγιναν πολλές έρευνες που εξέτασαν κατά πόσο τα ΗΜΠ προκαλούν ή όχι κάποιας μορφής καρκίνο. Ο κίνδυνος πρόκλησης λευχαιμίας στα παιδιά απασχόλησε έντονα την επιστημονική κοινότητα και αποτέλεσε το αντικείμενο των πρώτων επιδημιολογικών ερευνών αναφορικά με τις επιδράσεις των ΗΜΠ στην ανθρώπινη υγεία. Σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχουν κατοικίες οι οποίες βρίσκονται κοντά σε υποσταθμούς ή ηλεκτροφόρες γραμμές υψηλής τάσης με αποτέλεσμα, και δικαιολογημένα, οι κάτοικοι να ανησυχούν για τον κίνδυνο πρόκλησης καρκίνου στους ίδιους και στα παιδιά τους. Μάλιστα οι ανησυχίες μεγαθύνονται εάν λάβει κανείς υπ' όψη ότι κατά τα τελευταία 20 χρόνια τα επιστημονικά δεδομένα, τουλάχιστο αυτά που προέκυπταν από τις αρχικές μελέτες, έδιναν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Επιπρόσθετα ο τρόπος προσέγγισης του θέματος από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας και από ορισμένα πολιτικά κινήματα, επιδείνωναν τη σύγχυση που υπήρχε γύρω από το σοβαρό και επίμαχο αυτό θέμα. Κατά τα τελευταία χρόνια μια σειρά από αξιόλογες και στατιστικώς σημαντικές έρευνες, από επίσημες και αυθεντικές επιστημονικές αρχές, έχουν δημιουργήσει μια σειρά δεδομένων τα οποία συγκλίνουν σε ορισμένα βασικά συμπεράσματα. Από το 1995 και μετά, δύο μεγάλες έρευνες στις Ηνωμένες Πολιτείες βρήκαν περιορισμένα στοιχεία που έδειχναν συσχετισμό της έκθεσης σε ΗΜΠ και λευχαιμίας (Έκθεση από US National Academy of Sciences 1996 και έκθεση από National Institute of Environmental Health Sciences, RAPID Program 1999). Η επανεκτίμηση όμως όλων των επιστημονικών δεδομένων έδειξε ότι ο συσχετισμός ΗΜΠ και καρκίνου είναι αδύναμος. Το 1997 η Παγκόσμιος Οργάνωση Υγείας κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα.

Μια ακόμη αξιόλογη έρευνα που έγινε στο Ηνωμένο Βασίλειο από το United Kingdom Children Cancer Study Group, που αποτελεί τη σημαντικότερη επιστημονική αρχή μελέτης και αντιμετώπισης του παιδικού καρκίνου στο Ηνωμένο Βασίλειο, μας δίνει πληροφορίες για το ρόλο των ηλεκτρικών πεδίων χαμηλής τάσης τα οποία δημιουργούνται μέσα στα σπίτια.

Οι ερευνητές μέτρησαν τα ηλεκτρικά πεδία μέσα στα σπίτια 473 παιδιών που διαγνώστηκαν με καρκίνο ή λευχαιμία από το 1992 έως το 1996. Τα παιδιά αυτά ήταν ηλικίας από 0 έως 14 ετών όταν έγινε η διάγνωση του καρκίνου από τον οποίο προσεβλήθησαν. Παράλληλα έκαναν μετρήσεις και στα σπίτια 453 παιδιών που δεν είχαν καρκίνο. Οι μετρήσεις έγιναν στις κρεβατοκάμαρες των παιδιών, στα καθιστικά και στα άλλα κύρια δωμάτια των σπιτιών των παιδιών. Έλαβαν ακόμη υπ' όψη τις περιπτώσεις εκείνες που τα παιδιά χρησιμοποιούσαν ηλεκτρικές κουβέρτες για να κοιμούνται. Οι μετρήσεις έγιναν και για συνεχόμενα διαστήματα 48 ωρών, για να αποκλεισθούν τυχόν απρόβλεπτες διακυμάνσεις και με τρόπο τέτοιο που οι μετρήσεις



να αντιπροσωπεύουν τα πραγματικά ηλεκτρικά πεδία που επικρατούσαν στα σπίτια των παιδιών.

*Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε καμία συσχέτιση μεταξύ των ηλεκτρικών πεδίων στα σπίτια των παιδιών και του κινδύνου πρόκλησης σε αυτά οποιασδήποτε μορφής καρκίνου ή λευχαιμίας. Τα δεδομένα αυτά έρχονται να ενισχύσουν και προηγούμενες μελέτες οι οποίες έδειξαν ότι δεν υπήρχε σημαντική συσχέτιση μεταξύ ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλής τάσης που δημιουργούνται από τις ηλεκτροφόρες γραμμές και καρκίνου.*

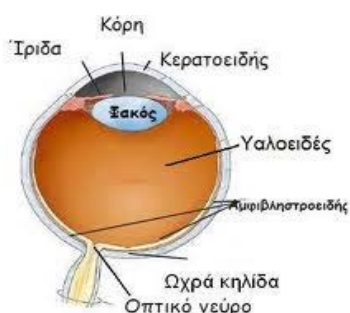
Βλέπουμε λοιπόν ότι διαχρονικά, σοβαρές έρευνες και αναλύσεις, δεν μας επιτρέπουν να δεχθούμε ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι αιτία πρόκλησης καρκίνων ή λευχαιμίας. Πρέπει να σημειώσουμε ότι άλλες έρευνες σχετικά με τα ΗΜΠ χαμηλής έντασης, βρήκαν συσχετισμό της έκθεσης στα ΗΜΠ λόγω ηλεκτρικού ρεύματος στο σπίτι και κινδύνου για λευχαιμία στα παιδιά. Όμως ο συσχετισμός αυτός ήταν αδύνατος και η αύξηση του κινδύνου για παιδική λευχαιμία ήταν μικρή. Δηλαδή έστω και εάν υποθετικά θεωρήσουμε ότι τα ΗΜΠ είναι αιτία καρκίνου (γεγονός που δεν έχει ακόμη αποδειχθεί), τότε ο κίνδυνος που διατρέχουν τα παιδιά είναι πολύ μικρός. Κατά την άποψη μας οι έρευνες για την αναζήτηση της αιτιολογίας του καρκίνου τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά, θα πρέπει να κατευθυνθούν προς άλλους περιβαλλοντικούς και γενετικούς παράγοντες. Είναι γεγονός ότι υπήρξαν έρευνες με αντιφατικά αποτελέσματα. Όμως δεν παρατηρήθηκαν ποτέ μεγάλες αυξήσεις στον κίνδυνο για πρόκληση οποιασδήποτε μορφής κακοήθους νόσου σε παιδιά ή σε ενήλικες. [25]

## **2. Πονοκέφαλος, κούραση, άγχος, κατάθλιψη, απώλεια σεξουαλικής διάθεσης, αυτοκτονία.**



Διάφορες διαταραχές της σωματικής και ψυχικής υγείας, θεωρήθηκαν ότι ήταν αποτέλεσμα της έκθεσης σε ΗΜΠ. Σειρά από έρευνες εξέτασαν κατά πόσο η έκθεση στα ΗΜΠ χαμηλής έντασης στο σπίτι μπορούσαν να προκαλέσουν μια σειρά από σωματικές διαταραχές όπως πονοκέφαλο, κούραση, ναυτία ή ψυχολογικές διαταραχές όπως κατάθλιψη, άγχος, απώλεια σεξουαλικής επιθυμίας και αυτοκτονίας. Τα δεδομένα που υπάρχουν μέχρι σήμερα, δεν επιτρέπουν την αποδοχή αυτών των συσχετισμών. Αντίθετα φαίνεται ότι οι εν λόγω διαταραχές μπορεί να είναι το αποτέλεσμα άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων και του σύγχρονου τρόπου ζωής.

### 3. Καταρράκτης



Σε εργαζόμενους που εκτίθενται σε ψηλά επίπεδα ραδιοσυχνότητας και σε ακτινοβολία μικροκυμάτων, έχουν περιγραφεί περιπτώσεις ερεθισμού των ματιών και καταρράκτη. Στα επίπεδα στα οποία εκτίθεται το πλατύ κοινό δεν προκαλούνται θερμικές αλλοιώσεις λόγω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Δεν υπάρχουν στοιχεία που να τεκμηριώνουν ότι παθήσεις του τύπου αυτού μπορούν να συμβαίνουν στα επίπεδα ΗΜΠ στα οποία συνήθως υποβάλλεται το πλατύ κοινό. [26]

### 4. Αυτισμός



Ο αυτισμός αποτελεί μια νευρολογική ασθένεια που εμφανίζεται συνήθως στα δύο πρώτα χρόνια ζωής, επηρεάζοντας την ομαλή λειτουργία του εγκεφάλου και οδηγώντας το άτομο σε προβλήματα επικοινωνίας και κοινωνικοποίησης. Ενώ τη δεκαετία του 80' καταγραφόταν 1 έως 2 περιστατικά αυτισμού ανά 10.000 παιδιά, στατιστικά του 2007 υπολόγιζαν ότι 1 στα 91 παιδιά πλέον γεννιέται ή γίνεται αυτιστικό, με τα αγόρια να έχουν τετραπλάσιες πιθανότητες να νοσήσουν από τα κορίτσια. Υπάρχει μια 6000% αύξηση στον αυτισμό που αντιστοιχεί στο χρόνο ανάπτυξης της κινητής τηλεφωνίας και των ασύρματων δικτύων. Μπορούμε να το εξηγήσουμε σε σχέση με την ηλεκτρομαγνητικά επαγόμενη μεμβράνη διαρροής που οδηγεί σε εγκεφαλική δραστηριότητα και προκαλεί τη μάθηση. [28]

Μελέτη του Ινστιτούτου Νευροβιολογίας στην Ουάσιγκτον κατέγραψε 8 φορές περισσότερη ακτινοβολία από ηλεκτρικές πηγές και 20 φορές περισσότερη ακτινοβολία από ασύρματες πηγές στα κρεβάτια που χρησιμοποιούσαν κατά την εγκυμοσύνη τους μητέρες που γέννησαν αυτιστικά παιδιά σε σχέση με αυτά των μητέρων που γέννησαν υγιή παιδιά. Ακόμα 8 φορές περισσότερη ακτινοβολία από ηλεκτρικές πηγές και 13 φορές περισσότερη ακτινοβολία από ασύρματες πηγές

κατέγραψε η μελέτη και στα κρεβάτια των παιδιών με αυτισμό σε σχέση με αυτά των υγιών παιδιών. [26]

Ο καθηγητής Thornton του Πανεπιστημίου Swansea της Ουαλίας, σε δημοσίευση του υποστηρίζει ότι οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες επηρεάζουν το ιδιαίτερα ευάλωτο αναπτυσσόμενο νευρικό σύστημα των νεογέννητων, παρεμποδίζοντας την αρχική βαθμονόμηση των εγκεφαλικών δικτύων και του συστήματος των νευρώνων-κατόπτρων οδηγώντας σε αυτιστικά μοτίβα συμπεριφοράς. Η πρόσφατη μελέτη (2007) των Tamara Mariea και George Carlo έδειξε ότι οι ασύρματες ακτινοβολίες αποτελούν παράγοντα πρόκλησης αυτισμού, ενώ η παραμονή σε χώρους χωρίς ακτινοβολίες ενισχύει τα αποτελέσματα θεραπευτικών προσεγγίσεων. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι αυτό οφείλεται στην στρεσογόνο αντίδραση που έχουν τα κύτταρα στις ασύρματες ακτινοβολίες, η οποία οδηγεί σε κλείσιμο των ενεργών καναλιών μεταφοράς ουσιών και την παγίδευση των βαρέων μετάλλων ενδοκυτταρικά. [27]

### **5.Σύνδρομο ηλεκτρομαγνητικής ευαισθησίας**



Η ηλεκτρομαγνητική υπερευαισθησία είναι αλλεργική αντίδραση που παρουσιάζει ομάδα του πληθυσμού στις τεχνητές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες και αναγνωρίζεται επισήμως ως αναπηρία από τον Καναδά και τη Σουηδία.

*Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας «η ηλεκτρομαγνητική υπερευαισθησία είναι πραγματικό και μερικές φορές εξουθενωτικό πρόβλημα για τους πάσχοντες. Η έκθεση της ακτινοβολίας που προκαλεί το φαινόμενο είναι πολλές φορές κατώτερη από τα διεθνώς αναγνωρισμένα όρια».*

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο με ψήφισμα του το 2009 «καλεί τα κράτη μέλη να ακολουθήσουν το παράδειγμα της Σουηδίας και να αναγνωρίζουν τα άτομα που υποφέρουν από ηλεκτροϋπερευαισθησία ως άτομα με αναπηρία, ούτως ώστε να τυγχάνουν επαρκούς προστασίας και ίσων ευκαιριών».

Σε ένα επιβαρημένο ηλεκτρομαγνητικά περιβάλλον τα ευαίσθητα στις ακτινοβολίες άτομα παρουσιάζουν:

1. μούδιασμα στο πρόσωπο και σε άλλα σημεία του σώματος
2. κοκκινίλες και εξανθήματα
3. ενοχλήσεις σε δόντια και σιαγόνες
4. εξάντληση
5. πονοκέφαλο, ναυτία και αδυναμία συγκέντρωσης
6. ξηροφθαλμία
7. προβλήματα όρασης
8. βουητό των αυτιών
9. ξηρότητα στο λαιμό και την στοματική κοιλότητα

10. διόγκωση ιγμόρειων και συμπτώματα ρινίτιδας

11. πόνο στα κοκάλια και τους μύες

Οι ερευνητές Hallberg και Oberfeld που μελέτησαν τους ρυθμούς αύξησης των κρουσμάτων τα τελευταία 15 χρόνια έκαναν την πρόβλεψη ότι το 2017 το 50% του πληθυσμού θα έχει γίνει ηλεκτρο-υπερευαίσθητο! Αντίστοιχο είναι και το συμπέρασμα του Δρ William Rae, πρώην προέδρου της Αμερικανικής Ακαδημίας Περιβαλλοντικής Ιατρικής: «Η ηλεκτρομαγνητική υπερευαισθησία είναι το ανερχόμενο πρόβλημα υγείας του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Είναι αναγκαίο οι ιατρικοί θεραπευτές, οι κυβερνήσεις, τα σχολεία και οι γονείς να μάθουν περισσότερα για αυτό. Το ρίσκο για την ανθρώπινη υγεία είναι σημαντικό».

Ο ειδικός στο θέμα Dr. Pawluk, σημειώνει ότι οι γυναίκες πλήττονται περισσότερο από την ασθένεια. Ο εγκέφαλός τους λόγω ορμονικών ιδιαιτεροτήτων είναι πιο ευάλωτος στις ακτινοβολίες από ότι ο αντρικός.

Τα άτομα που παρουσιάζουν τη συγκεκριμένη πάθηση έχουν υποστεί χρόνια έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες και διατροφικούς παράγοντες με αποτέλεσμα την εξάντληση του ανοσοποιητικού τους συστήματος. [27]

## **6. Εγκυμοσύνη**



Ένας άλλος τομέας ιδιαίτερα ευαίσθητος είναι οι επιπλοκές κατά την εγκυμοσύνη. Η έκθεση των εγκύων γυναικών σε πηγές ΗΜΠ, δεν έδειξαν ότι δημιουργείται αυξημένος κίνδυνος για ανωμαλίες στο παιδί, αποβολή, χαμηλό βάρος γέννησης ή εκ γενετής παθήσεις. Έχουν περιστασιακά περιγραφεί περιπτώσεις πρόωρων γεννήσεων και παιδιών χαμηλού βάρους γέννησης. Επρόκειτο για γυναίκες που εργάζονταν σε βιομηχανίες ηλεκτρονικών και είναι πιθανό ότι στις περιπτώσεις αυτές να υπήρξε έκθεση σε πεδία ασυνήθιστα ψηλά που δεν υπάρχουν στο σύνηθες καθημερινό περιβάλλον. Γενικότερα όμως υπάρχουν περιπτώσεις που μια μέλλουσα μητέρα χρειάζεται να υποβληθεί σε κάποια ιατρική διαγνωστική εξέταση ή θεραπεία με ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Επίσης, δεν είναι σπάνιο φαινόμενο γυναίκες να ακτινοβολούνται για ιατρικούς λόγους, χωρίς να γνωρίζουν ότι είναι έγκυες, ή γιατί η εγκυμοσύνη τους βρίσκεται σε αρχικό στάδιο ή γιατί δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς η πιθανότητα εγκυμοσύνης. Είναι γεγονός ότι κατά καιρούς, διάφορες επιδημιολογικές έρευνες έδειξαν ότι υπήρχε συσχετισμός μεταξύ της χρήσης κινητών τηλεφώνων αναλογικής τεχνολογίας (που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα και εξέπεμπαν ισχυρότερα ΗΜΠ) και καλοηθών όγκων όπως το ακουστικό νευρίνωμα. [27]

*Και ένα πείραμα:*

*Γιατροί από το National Cancer Institute των Ηνωμένων Πολιτειών, εξέτασαν τα δεδομένα υγείας για 40 χρόνια από 40.581 βετεράνους στρατιώτες και ναύτες που πολέμησαν στον πόλεμο της Κορέας από το 1950 έως το 1954. Η ιδιαιτερότητα που χαρακτηρίζει τους βετεράνους αυτούς είναι ότι υποβλήθηκαν κατά τον πόλεμο της Κορέας σε πολύ ψηλές δόσεις ακτινοβολίας μικροκυμάτων από τα ραντάρ. Οι συχνότερες μικροκυμάτων χρησιμοποιήθηκαν για τα ραντάρ για σκοπούς ανίχνευσης, για τα οπλικά συστήματα και ακόμη για άμεσες βολές. Οι βετεράνοι αυτοί και ιδιαίτερα οι ναυτικοί, υποβλήθηκαν σε πολύ ψηλότερες δόσεις ακτινοβολίας μικροκυμάτων απ' ό,τι υποβαλλόμαστε εμείς συνήθως σήμερα.*

*Τα αποτελέσματά της έρευνας έδειξαν ότι η έκθεση σε ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων που προερχόταν από τα ραντάρ, δεν προκάλεσε στους βετεράνους αυτούς περισσότερους καρκίνους παρά στον υπόλοιπο πληθυσμό.*

*Μάλιστα βρέθηκε οι άνδρες αυτοί, είχαν 35% λιγότερες πιθανότητες να πεθάνουν κατά τη διάρκεια των 40 ετών της έρευνας σε σύγκριση με τους υπόλοιπους άνδρες. Το γεγονός αυτό πιστεύουν οι ερευνητές, οφείλεται στο ότι ένα από τα βασικά κριτήρια της επιλογής των ναυτών, είναι η πολύ καλή τους υγεία και υποχρεώνονται να διατηρούνται σε μια πολύ καλή φυσική κατάσταση κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας τους. Η μόνη εξαίρεση που βρήκαν μεταξύ των βετεράνων αυτών, ήταν οι τεχνικοί ηλεκτρονικών της αεροπορίας. Οι άνδρες αυτοί υποβάλλονταν σε εξαιρετικά ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων. Η ομάδα αυτή παρουσίαζε δύο φορές συχνότερα μια συγκεκριμένη μορφή λευχαιμίας, την οξεία μη λεμφοκυτταρική λευχαιμία. Λόγω της ιδιομορφίας της ομάδας αυτής, οι ερευνητές συμπέραναν ότι τα αυξημένα κρούσματα λευχαιμίας που εκδηλώθηκε, δεν έχει σχέση με τη χαμηλής ενέργειας ακτινοβολία μικροκυμάτων. Φαίνεται λοιπόν ότι η έκθεση σε ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων από ραντάρ δεν είχε επιπτώσεις με περισσότερους καρκίνους ή αυξημένους θανάτους στη μεγάλη αυτή ομάδα βετεράνων. [25]*

### **5.3 Τρόποι προστασίας**

#### **Για τα κινητά τηλέφωνα**

- Αρχικά πρέπει να εφαρμόζονται οι οδηγίες από τους διεθνώς αναγνωρισμένους οργανισμούς για τα ασφαλή επίπεδα των ΗΜΠ που πρέπει να υπάρχουν στην κινητή τηλεφωνία (Διεθνή πρότυπα).
- Ο χρόνος χρήσης των κινητών τηλεφώνων πρέπει να είναι όσο το δυνατό συντομότερος τόσο από ενήλικες όσο και από παιδιά.
- Επίσης στο αυτοκίνητο είναι προτιμότερο να μη μιλούμε στο κινητό. Η χρήση ενός κινητού τηλεφώνου στο εσωτερικό ενός αυτοκινήτου, μπορεί να οδηγήσει εξαιτίας του φαινομένου της συνεχούς ανάκλασης με τα μεταλλικά μέρη, σε μια πολύ μεγάλη αύξηση της ισχύος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (είναι ο γνωστός κλωβός Φαραντέι). Στην περίπτωση αυτή όπως και στην περίπτωση κίνησης του αυτοκινήτου θα πρέπει να ελαχιστοποιείτε όσο το δυνατόν περισσότερο τις τηλεφωνικές

επικοινωνίες.

- Αποφεύγετε τη συνομιλία με το κινητό κολλημένο στο αυτί.
- Όσοι φορούν γυαλιά μεταλλικά πρέπει να λάβουν υπόψη τους ότι η ακτινοβολία που δέχονται στα μάτια γίνεται πολύ μεγαλύτερη.
- Μην τοποθετείτε το κινητό απέναντι από το πρόσωπο σας προκειμένου να μειώσετε την ακτινοβολία που δέχεστε.
- Χρησιμοποιείτε ενσύρματο hands free ή ασύρματο bluetooth. Εκτιμάται ότι οι επιπτώσεις από την ακτινοβολία τους είναι μειωμένες.
- Όταν βλέπετε ότι το κινητό σας «πιάνει και δεν πιάνει», όταν δηλαδή καταφέρνετε να μιλάτε οριακά και συνήθως με διακοπές, καλύτερα κλείστε το και μιλήστε αργότερα, όταν βρεθείτε σε περιοχή με ισχυρότερο σήμα.
- Κατά τη διάρκεια της νύχτας απομακρύνετε το κινητό από το κρεβάτι.
- Επιλέξτε συσκευές με μικρό δείκτη SAR (Δείκτης Ειδικού Ρυθμού Απορρόφησης Ακτινοβολίας).
- Προσέχετε πού και πώς τοποθετείτε το κινητό σας. Αποφεύγετε να το βάζετε στην τσέπη σας. Αν αυτό είναι απαραίτητο, τοποθετήστε το με τέτοιο προσανατολισμό ώστε η πίσω πλευρά να μην εφάπτεται στο σώμα, καθώς αυτή είναι η πλευρά από την οποία τα περισσότερα κινητά εκπέμπουν τη μέγιστη ένταση ακτινοβολίας.
- Μην εμπιστεύεστε τα αυτοκόλλητα, που τοποθετούνται στο πίσω μέρος του κινητού και υποτίθεται ότι απορροφούν την ακτινοβολία που εκπέμπεται. Αυτή τους η ιδιότητα δεν έχει επιβεβαιωθεί από τις μετρήσεις.
- Τα παιδιά πρέπει να χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα μόνο όταν είναι απαραίτητο.

### **Για τα ασύρματα τηλέφωνα**

- Τοποθετήστε τη βάση του ασύρματου τηλεφώνου στη μακρύτερη δυνατή απόσταση από χώρους που συνήθως περνάτε αρκετές ώρες. Η ακτινοβολία της είναι πολύ διεισδυτική.
- Μην τοποθετείτε τη βάση του ασύρματου τηλεφώνου κοντά στο κρεβάτι σας. Εάν αυτό είναι αναγκαίο, τοποθετήστε γύρω από αυτήν ένα μεταλλικό πλαστικοποιημένο πλέγμα.
- Εφόσον υπάρχει η δυνατότητα, π.χ. έχετε και σταθερό τηλέφωνο, είναι προτιμότερο να θέτετε εκτός λειτουργίας τη βάση του ασύρματου τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της νύχτας, καθώς η παρατεταμένη ακτινοβολία μπορεί να επηρεάσει τον ύπνο.
- Αποφεύγετε να μιλάτε με το ασύρματο τηλέφωνο και προτιμήστε το σταθερό. Εάν πάλι είναι αναγκαίο, ελαχιστοποιήστε τη συνομιλία ή μιλάτε με ανοιχτή ακρόαση.

### **Για τους ασύρματους υπολογιστές**

- Τοποθετήστε το φορητό υπολογιστή ή τα εξαρτήματα ασύρματης σύνδεσης μακριά από ζωτικά όργανα του σώματος, όπως τα γεννητικά όργανα.
- Χρησιμοποιήστε πλαστικοποιημένο πλέγμα παρεμπόδισης της ακτινοβολίας.

## Για τις διάφορες οικιακές ηλεκτρικές συσκευές

•Να βρίσκεστε σε κάποια απόσταση από αυτές, τουλάχιστον 50 εκατοστών κατά την διάρκεια λειτουργίας τους. [25] [29]

Τα πιο πάνω αποτελούν προφυλάξεις. Δεν σημαίνει ότι γίνονται επειδή διαφορετικά θα υπάρχουν αρνητικές συνέπειες στην υγεία. Λόγω του ότι πιστεύεται ότι πιθανόν να υπάρχουν άγνωστα σχετικά με τα ΗΜΠ στοιχεία, είναι προτιμότερο κάθε φορά που μπορούμε να μειώνουμε την έκθεση μας σε αυτά, να το κάνουμε. Το ίδιο ισχύει για τη χρήση των κινητών τηλεφώνων σε χώρους όπου υπάρχουν μηχανήματα ευαίσθητα στην ηλεκτρομαγνητικά ακτινοβολία. Δεν έχουν μέχρι σήμερα περιγραφεί σοβαρά συμβάντα λόγω παρεμβολών. Παρ' όλα αυτά είναι προτιμότερο να μη χρησιμοποιούνται κινητά σε μονάδες εντατικής παρακολούθησης σε νοσοκομεία κοντά σε ευαίσθητα μηχανήματα. Επίσης τα κινητά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε αεροσκάφη λόγω πιθανών παρεμβολών με ευαίσθητα μηχανήματα.

### Ποιοί είναι πιο ευάλωτοι.

Στα παιδιά τόσο ο εγκέφαλός τους όσο και ολόκληρος ο οργανισμός τους αναπτύσσονται συνεχώς. Επιπλέον το πάχος του κρανιακού οστού των παιδιών είναι πολύ μικρότερο εκείνου των ενηλίκων και η ακτινοβολία διεισδύει στον εγκέφαλο πολύ πιο εύκολα. Οι ειδικοί τονίζουν ότι δεν είναι δυνατόν να προβλεφθεί τι θα συμβεί σε βάθος χρόνου αν γίνεται αλόγιστη χρήση κινητού τηλεφώνου από ένα παιδί, είτε τηλεφωνεί, είτε το τοποθετεί στα ρούχα του. Γι' αυτό, συνιστούν να αποφεύγεται τελείως η χρήση του κινητού στο αυτί παρά μόνο για επείγουσες περιπτώσεις και για μικρή διάρκεια (μισό έως ένα λεπτό την ημέρα). Η περιορισμένη και ασφαλής χρήση των κινητών και γενικά της ασύρματης τεχνολογίας από τα παιδιά αποτελεί ένα μεγάλο «στοίχημα» των γονέων. Η δυσκολία ίσως έγκειται στο γεγονός ότι η βιομηχανία ασύρματης τεχνολογίας στηρίζει μεγάλο μέρος των κερδών της στα παιδιά, που δελεάζονται από τις τεχνολογικές εξελίξεις. [23]

## 5.4 Μύθοι και Αλήθειες.

### 1. Η ακτινοβολία που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα είναι ραδιενεργός, αλλά με χαμηλή ενέργεια;

Υπάρχει σαφής διαχωρισμός του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ανάμεσα σε ιοντίζουσες και μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τα κινητά τηλέφωνα και τους σταθμούς βάσης (περίπου 1-2 GHz) είναι μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων (100KHz - 300GHz). Αντίθετα, οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες έχουν

αρκετά υψηλότερη ενέργεια, ικανή να ιονίσει τα μόρια και να διασπάσει χημικούς δεσμούς στα κύτταρα του οργανισμού.

## **2. Το εξάρτημα "hands free" λειτουργεί σαν κεραία αυξάνοντας την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;**

Παρά κάποιες σχετικές μελέτες που είδαν το φως της δημοσιότητας, το εξάρτημα αποδέσμευσης των χεριών, γνωστό ως "hands free", είναι ένας ιδιαίτερα αποτελεσματικός τρόπος για να μειωθεί στο ελάχιστο η έκθεση στην ακτινοβολία, κατά τη διάρκεια μιας κλήσης. Αρκεί να γίνεται σωστή χρήση του, και να χρησιμοποιούμε το καλώδιο για να απομακρύνουμε το κινητό τηλέφωνο από το σώμα μας.

## **3. Το ασύρματο εξάρτημα αποδέσμευσης των χεριών "bluetooth" επικοινωνεί με το κινητό τηλέφωνο μέσω ΗΜ κυμάτων. Άρα ο εγκέφαλος απορροφά και στις δύο περιπτώσεις παρόμοια ποσά ακτινοβολίας;**

Λόγω της πολύ μικρής απόστασης του κινητού τηλεφώνου με το εξάρτημα "bluetooth", η μεταξύ τους επικοινωνία πραγματοποιείται με εξαιρετικά χαμηλή ισχύ σήματος. Η ακτινοβολία που οφείλεται στη λειτουργία του "bluetooth" είναι κατά πολλές φορές υποπολλαπλάσια της ακτινοβολίας που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα. Η χρήση λοιπόν των "bluetooth" ενδείκνυται όχι μόνο για την άνεση του ομιλητή, αλλά και ως ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ελαχιστοποίηση της ακτινοβολίας. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση bluetooth ακουστικών είναι η ασφαλέστερη των επιλογών, καθώς εκπέμπει μηδενική ακτινοβολία (εικόνα 5.1), την στιγμή που το hands free εκπέμπει σχεδόν μηδενική, αλλά το "σχεδόν μηδενική" είναι μεγαλύτερο του "μηδενική"!

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τις μετρήσεις που έγιναν κατευθείαν στο κινητό, σε κινητό με hands free και σε κινητό με bluetooth ακουστικό. Πολύ ενδιαφέρουσες οι ενδείξεις.



Εικόνα 5.1

## **4. Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα πεδία που παράγονται από τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας (γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης και υποσταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας) και τα πεδία που σχετίζονται με την κινητή τηλεφωνία (κινητά τηλέφωνα και σταθμοί βάσης);**

Γύρω από τις γραμμές μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης, δημιουργούνται ηλεκτρομαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλών συχνοτήτων, που ανήκουν στην



περιοχή των μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών. Χαρακτηριστικό των πεδίων αυτών, είναι ότι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας ισούται με μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα, ώστε πρακτικά να μπορούν να θεωρηθούν το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο ως ασύνδετα μεταξύ τους και εξετάζονται ξεχωριστά οι επιδράσεις στον άνθρωπο από το κάθε πεδίο. Οι γνωστές επιδράσεις των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο οφείλονται στην επαγωγή πεδίων και ρευμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό. Παράλληλα, μπορεί να υπάρχουν και έμμεσες επιδράσεις, όπως η εμφάνιση σπινθηρισμών κατά την επαφή με αντικείμενα παρουσία ισχυρών πεδίων.

**5. Έχουν δει το φως της δημοσιότητας αρκετές μελέτες που αναφέρουν θέρμανση της περιοχής του εγκεφάλου κατά τη χρήση του κινητού. Αυτό δεν είναι απόδειξη ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου είναι επιβλαβής για την υγεία;**

Είναι αλήθεια, ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου, μπορεί να επιφέρει τοπική αύξηση της θερμοκρασίας του εγκεφάλου, ωστόσο είναι σε αρκετά χαμηλά επίπεδα και δεν επιφέρει περαιτέρω βιολογικές επιπτώσεις στον οργανισμό. Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς, που μέσω της ροής του αίματος μπορούν σχετικά γρήγορα να αντισταθμίζουν την τοπική αύξηση της θερμοκρασίας όπως γίνεται και με άλλες επιδράσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος στον ανθρώπινο οργανισμό.

**6. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας, η Η/Μ ακτινοβολία αυξάνεται;**

Κάθε σταθμός βάσης (κεραία), καλύπτει μια συγκεκριμένη περιοχή (κυψέλες ραδιοκάλυψης). Όσο μεγαλύτερη είναι η περιοχή αυτή, τόσο πιο ισχυρό σήμα εκπέμπει ο σταθμός βάσης, ώστε να είναι δυνατή η επικοινωνία και σε απομακρυσμένα σημεία. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των κεραιών, μικραίνει η περιοχή που αντιστοιχεί σε κάθε κεραία, με αποτέλεσμα αυτή να εκπέμπει σε χαμηλότερη ισχύ. Γενικά, όσο πιο κοντά βρισκόμαστε σε ένα σταθμό βάσης κατά τη λειτουργία του κινητού μας τηλεφώνου, τόσο χαμηλότερη είναι η ισχύς του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

**7. Είναι ασφαλές να επικοινωνούμε μέσω κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγούμε, χρησιμοποιώντας κάποιο εξάρτημα hands free;**

Αν και η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κατά την κίνηση μας στο αυτοκίνητο αυξάνει μιας που αλλάζουμε συνεχώς κυψέλες κάλυψης το πρόβλημα δεν βρίσκεται εκεί. Όταν η οδήγηση συνδυάζεται με δραστηριότητες όπως το να μιλά κανείς στο κινητό του τηλέφωνο, μειώνεται η ικανότητα του ατόμου να ελέγχει οπτικά το περιβάλλον του, ενώ ταυτόχρονα οι ικανότητες του οδηγού επηρεάζονται καθώς οι αντιδράσεις του γίνονται βραδύτερες και η ακρίβειά τους μειώνεται. Είναι χαρακτηριστικό ότι μελέτες έχουν αποδείξει ότι οι αντιδράσεις ενός οδηγού που μιλά στο κινητό του προσομοιάζονται συγκρίσιμα με αυτές του μεθυσμένου οδηγού.

**8. Τα κινητά τηλέφωνα επηρεάζουν την ακοή;**

Οι έρευνες που μελετούν τις επιδράσεις της κινητής τηλεφωνίας στην ακοή συνηγορούν στο ότι δε φαίνεται να υπάρχει σημαντικός κίνδυνος για τον άνθρωπο σε βραχυχρόνια ή μακροχρόνια χρήση. Σε μακροχρόνια χρήση, έχει αναφερθεί σε μελέτες, μείωση της ακουστικής οξύτητας σε συστηματικούς χρήστες κινητών (ομιλία στο τηλέφωνο μεγαλύτερη από δύο ώρες ημερησίως), στο αυτί που κυρίως

χρησιμοποιούν το κινητό σε σχέση με το άλλο, χωρίς ωστόσο να τεκμηριώνεται ότι κάτι τέτοιο μπορεί να είναι αποτέλεσμα έκθεσης σε ραδιοκύματα του τηλεφώνου. Το πιο πιθανό είναι η βλάβη να οφείλεται περισσότερο σε επίδραση από τον ήχο του ακουστικού του τηλεφώνου. Οι μελέτες αυτές όμως, αφορούν και αναφέρονται σε μικρό δείγμα και έτσι δεν μας επιτρέπουν ασφαλή διεξαγωγή συμπερασμάτων.

#### **9. Τα κινητά επηρεάζουν τη λειτουργία των βηματοδοτών;**

Πειραματικές μελέτες τόσο in vitro όσο και in vivo δείχνουν ότι αν τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή του βηματοδότη και κάποιοι γενικοί κανόνες ασφαλούς πρακτικής (π.χ. να τηρείται μια ορισμένη απόσταση του κινητού από το βηματοδότη, να μην κρατείται το κινητό στην τσέπη κοντά στη συσκευή κλπ) δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος αλληλεπίδρασης. Στην περίπτωση που υπάρξει αλληλεπίδραση, αυτή δεν είναι μόνιμη και παύει όταν απομακρυνθεί το κινητό, οπότε ο βηματοδότης λειτουργεί κανονικά.

#### **10. Πόσο επικίνδυνες είναι οι κεραιές κινητής τηλεφωνίας; Πρέπει να απομακρυνθούν από την πόλη;**

Όλοι γνωρίζουμε τις διάφορες κινήσεις εκ μέρους των πολιτών για να απομακρυνθούν κεραιές που βρίσκονται μέσα στον αστικό ιστό, ιδίως αυτές που βρίσκονται κοντά σε σχολείο. Το ωραίο είναι ότι όλοι είμαστε σίγουροι ότι πράττουμε το σωστό. Το ακόμη ωραιότερο είναι ότι ο εξοβελισμός των κεραιών εκτός των κατοικημένων περιοχών όχι μόνο δεν οδηγεί σε μείωση της ακτινοβολίας που τελικά απορροφάται από τους ιστούς μας, αλλά πολύ απλά, σε αύξηση.

Το κινητό τηλέφωνο είναι ταυτόχρονα δέκτης που δέχεται το σήμα από την κεραία που βρίσκεται πλησιέστερα, αλλά και πομπός που στέλνει σήμα στην κεραία αυτή. Το πολύ σημαντικό που πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι το κινητό λειτουργεί με μεταβλητή ισχύ. Αν η κεραία δεν είναι κοντά, άρα η ένταση του σήματος είναι χαμηλή, το κινητό ανεβάζει την ισχύ στην οποία λειτουργεί. Αν η κεραία είναι κοντά, το κινητό αντιλαμβάνεται το ισχυρό σήμα και χαμηλώνει την ισχύ λειτουργίας του σε επίπεδο πολύ χαμηλότερο. Τι σημαίνει αυτό; Σημαίνει ότι καλύτερα να είμαστε κοντά σε κεραία παρά μακριά. Προτιμούμε λοιπόν να έχουμε πυκνό δίκτυο κεραιών που διαμορφώνουν ομαλή κατανομή σήματος, επαρκούς ισχύος. Αν το σήμα δεν είναι επαρκές, καλό είναι να αποφεύγουμε να χρησιμοποιούμε το κινητό, π.χ., σε υπόγεια ή μέσα σε ανελκυστήρες όπου η ένταση του σήματος της κεραίας πέφτει πολύ χαμηλά. Εν κατακλείδι, το χαμηλό σήμα που μπορεί να έχουμε επειδή καταφέραμε με αγώνες να διώξουμε την «κακή» κεραία σημαίνει απλώς ότι αυτό που καταφέραμε είναι να καταδικάσουμε τους χρήστες κινητών να έχουν το κινητό στη μέγιστη ισχύ λειτουργίας και άρα να δέχονται πολύ περισσότερη ακτινοβολία. Ακόμη, με την απομάκρυνση κάποιων κεραιών από τον αστικό ιστό, θα έχουμε αυξημένη ισχύ για τις εναπομένουσες. Άρα φορτώνουμε τους διαμένοντες στην περιοχή τους με αυξημένη δόση ακτινοβολίας.

## Γενικά Συμπεράσματα

Από τις μετρήσεις παρατηρήσαμε ότι όλες οι τιμές όλων των συχνοτικών πεδίων ήταν κάτω από τα επιτρεπτά Ελληνικά όρια. Το ερώτημα που τίθεται όμως είναι, κατά πόσο τα όρια που έχουν θεσπιστεί από τους διάφορους διεθνείς οργανισμούς είναι επαρκή ή όχι για την ανθρώπινη υγεία. Δεδομένου των υπαρχόντων ορίων ασφαλείας, μελέτες που έχουν διεξαχθεί, σε ανθρώπους οι οποίοι έχουν εκτεθεί σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, οδηγούν προς το παρόν σε ενδείξεις και όχι σε αποδείξεις για δυσμενείς βιολογικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Απαιτείται μακρόχρονη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ώστε να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα.

Τα αποτελέσματα αυτά εντούτοις αμφισβητούνται, σκοπίμως βέβαια, από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας, οι οποίες θεωρούν ότι οι υποκειμενικές παράμετροι που υπεισέρχονται στα πειράματα ( αφενός δεν υπάρχει άνθρωπος που δεν έχει εκτεθεί σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, και αφετέρου το διαφορετικό ποσό ακτινοβολίας που καθένας έχει εκτεθεί, αλλά και η ροπή-προδιάθεση ενός ανθρώπου να εκδηλώσει μια ασθένεια είναι σαφώς διαφορετική) δεν επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών πορισμάτων.

Σίγουρα τα αποτελέσματα των διαφόρων ερευνών δεν μπορούν να εξαλείψουν τις ανησυχίες μας για τους κίνδυνους των ακτινοβολιών στις οποίες υποβαλλόμαστε καθημερινά. Εντούτοις μας δίνουν σημαντικές και αξιόλογες πληροφορίες για μια μεγάλη ομάδα ανθρώπων που υποβλήθηκαν σε διάφορα επίπεδα ακτινοβολίας. Οι πηγές διαφόρων ειδών ακτινοβολίας στις οποίες υποβάλλεται ο οργανισμός μας πολλαπλασιάζονται και η έκθεση μας σε αυτές είναι μακροχρόνια. Γι' αυτό θα πρέπει συνεχώς το ζήτημα να ελέγχεται για να ανιχνεύονται οποιεσδήποτε αρνητικές συνέπειες τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά.

Συμπερασματικά θέλουμε να τονίσουμε ότι πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα συνεχούς πληροφόρησης και εκπαίδευσης του κοινού για τα θέματα των ΗΜΠ. Είναι απαραίτητο να αυξηθούν οι γνώσεις και η ενημερότητα όλων για τα εν λόγω ζητήματα. Είναι ο μόνος τρόπος για να δημιουργηθεί η απαραίτητη εμπιστοσύνη μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων, κυβερνήσεων, πολιτών, οργανισμών και εταιρειών. Η πληροφόρηση αυτή πρέπει να είναι ορθή, λεπτομερής, ακριβής και συνεχής. Πρέπει παράλληλα να παρουσιάζεται με τρόπο κατανοητό για όλα τα στρώματα της κοινωνίας. Εάν αναμένουμε μόνο όταν υπάρχει μια διαμαρτυρία ή μια κρίση σχετικά με το ζήτημα των ΗΜΠ για να ενημερώνουμε το κοινό, τότε η αξιοπιστία και οι πιθανότητες επιτυχίας μειώνονται.

## Βιβλιογραφία

- [1] Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία <http://el.wikipedia.org>
- [2] Ειδικό εργαστήριο μελετών και μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας- Fasmetrics. <http://www.fasmetrics.gr>
- [3] Μπαρλαμπάς Αγγελής Ιατρός Ακτινοδιαγνώστης  
[http://www.sitemaker.gr/agelisb/page\\_GREEK\\_2.htm](http://www.sitemaker.gr/agelisb/page_GREEK_2.htm)
- [4] Εργαστήριο μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών  
<http://emlab.epp.teiher.gr/DesktopDefault.aspx?TabId=67>
- [5] Τει Σερρών [http://www.teiser.gr/icd\\_old/SAR/sar.html](http://www.teiser.gr/icd_old/SAR/sar.html)
- [6] ΕΕΤΤ, «Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και κινητή τηλεφωνία-Τα επιστημονικά δεδομένα», 1-12-06 [http://lyk-exapl.pel.sch.gr/files/hlktromagnitikh\\_Entypo.pdf](http://lyk-exapl.pel.sch.gr/files/hlktromagnitikh_Entypo.pdf)
- [7] Οδηγία 1999/519/EC της Ευρωπαϊκής Ένωσης, “Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields(0 Hz to 300 GHz)“
- [8] Όρια Ευρωπαϊκής Ένωσης ανά ζώνη συχνοτήτων  
[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/electrical/files/lv/rec519\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/electrical/files/lv/rec519_en.pdf)
- [9] Οδηγία 2004/40/EC Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους επαγγελματικά ασχολούμενους σε χώρους έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία  
<http://www.senseaboutscience.org.uk/pdf/PhysicalAgentsDirective.pdf>
- [10] Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας.  
[http://www.eeae.gr/gr/docs/ni\\_egkiklios\\_oria.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/ni_egkiklios_oria.pdf)
- [11] Nesrin Seyhan, “Limitations to EMF exposure worldwide and the situation in Turkey”, IEEE, 2003
- [12] Narda SRM 3000 (100KHz- 3GHz)  
[http://www.nardasts.de/fileadmin/user\\_upload/literature/high\\_frequency/OM\\_SRM3000\\_EN.pdf](http://www.nardasts.de/fileadmin/user_upload/literature/high_frequency/OM_SRM3000_EN.pdf)
- [13] υπ’ αριθ. 2300 ΕΦΑ (493) Κ.Υ.Α. (ΦΕΚ 346/Β/3-3-2008).
- [14] ΕΕΑΕ, "Κινητή τηλεφωνία και υγεία", 06-03-2007  
<http://www.eeae.gr/gr/docs/president/KINHHTA-final.pdf>
- [15] MMF, Φόρουμ Κατασκευαστών Κινητών Τηλεφώνων "Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας, Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία/Στοιχεία για την υγεία"  
[http://www.mmfai.org/public/docs/lang/MMF\\_Basestation\\_EMF\\_FactPack\\_Greek.pdf](http://www.mmfai.org/public/docs/lang/MMF_Basestation_EMF_FactPack_Greek.pdf)

[16] ΕΕΤΤ, «Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και κινητή τηλεφωνία-Τα επιστημονικά δεδομένα», 1-12-06 <http://www.eett.gr>

[17] Γεώργιος Τσούλος , Προχωρημένα θέματα κεραιών και διάδοσης , Εργαστήριο Ασυρμάτων και κινητών επικοινωνιών, Τμήμα Ε&Τ Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

[20] Πρόγραμμα «ΕΡΜΗΣ» <http://www.hermes-program.gr/gr/main.html>

[21] Πρόγραμμα «ΠΕΔΙΟΝ 24» <http://www.pedion24.ntua.gr/index.jsp>

[22] Πρόγραμμα «ΦΑΣΜΑ» <http://www.fasmaprogram.gr/>

[23] Έκθεση της ερευνητικής ομάδας του καθηγητή Ραδιοβιολογίας και Κυτταρικής Βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Λουκά Μαργαρίτη**  
<http://archive.in.gr/news/reviews/placeholder.asp?lngReviewID=877934&lngChapterID=-1&lngItemID=877941>

[24] Χαμηλοσυχνοτικά ηλεκτρικά πεδία  
[http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf)

[25] [www.medlook.gr](http://www.medlook.gr)

[26] Home Biology ,  
<http://www.home-biology.gr/index.php/ilektromagnitikes-aktinovolies-egimosini-paidia-aftismos>

[27] Κέντρο Φυσικοπαθητικής Ιατρικής  
<http://www.isoropia.gr/index.php/electromagneticradiationaeffects?start=2>

[28] 1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο συνέδριο για τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.  
[http://www.prosanatolismoi.gr/main/images/aug08/thess\\_rad.pdf](http://www.prosanatolismoi.gr/main/images/aug08/thess_rad.pdf)

[29] Εφημερίδα "Το Βήμα" [www.tovima.dolnet.gr](http://www.tovima.dolnet.gr)

[30] Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/en/>

## Άρθρα σχετικά με τις επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας



### Τύπος

- Τα Νέα με τίτλο: [Καμπανάκι για τα κινητά-ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας συνδέει τα κινητά τηλέφωνα με ορισμένες μορφές καρκίνου](#) 01/06/2011
- "Medlife" με τίτλο [Η ακτινοβολία στη ζωή μας. Επιδράσεις στα παιδιά](#) 2/2010
- "Τα Νέα" με τίτλο [Καλώδια υπερευψηλής τάσης πάνω από παιδικές χαρές, σχολεία και κέντρα βρεφών](#) 29/10/08
- "Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία" με τίτλο [Απειλές από την ακτινοβολία του ασύρματου Ίντερνετ](#) 05/10/08
- "Καθημερινή" με τίτλο [Μακριά τα παιδιά από τα κινητά](#) 24/08/08
- "Τα Νέα" με τίτλο [Έρευνες – σοκ για ακτινοβολία από πυλώνες –κινητά](#) 29/07/08
- "Μακεδονία" με τίτλο ["Ακτινοβολία, κινητά και δίκτυα wi-fi σκοτώνουν τα ποντίκια"](#) 25/06/08
- "Το Έθνος" με τίτλο ["Το κινητό ακτινοβολεί και σκοτώνει"](#) 24/09/06
- "Το Βήμα" με τίτλο ["Μας πνίγει το ηλεκτρομαγνητικό νέφος"](#) 23/06/02

### Συνδέσεις

- Παγκόσμιος οργανισμός υγείας/ Ηλεκτρομαγνητικά πεδία [http://www.who.int/topics/electromagnetic\\_fields/en/](http://www.who.int/topics/electromagnetic_fields/en/)
- Medlook Ηλεκτρομαγνητικά πεδία και υγεία <http://www.medlook.net/emf/general.asp>
- Γερμανικός σύνδεσμος επιστημόνων κτιριακής βιολογίας <http://www.baubiologie.net/>
- Κέντρο έρευνας για τη βιοηλεκτρομαγνητική επίδραση της πανεπιστημιακής κλινικής Aachen Γερμανίας <http://www.femu.rwth-aachen.de/index.php?l=e>
- Microwave news <http://www.microwavenews.com/>

## Ελληνική βιβλιογραφία

- «Κινητά και κεραίες. Κίνδυνος για την υγεία;» Ρ. Σαντίνι, Ζ. Κάρλο, Πωλ Λανουέ, Ρ. Γκωτιέ, Π. Λε Ριζ, Δ. Ομπερχάουζεν, Γ. Άιλαντ. Εκδόσεις Κοροντζής, ISBN 960-8031-40-0.
- «Βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας» Κ. Θ. Λιολιούση. Εκδόσεις Δίαυλος, ISBN 960-531-035-X.

## Ξενόγλωσσα βιβλιογραφία

- Adey, W.R., 1980: "Frequency and Power windowing in tissue interactions with weak electromagnetic fields". Proc. IEEE, 68:119-125.
- Adey, W.R., 1988: "Cell membranes: The electromagnetic environment and cancer promotion". Neurochemical Research, 13 (7): 671-677.
- Adey, W.R., 1990: "Nonlinear electrodynamics in cell membrane transductive coupling". In: Membrane Transport and Information Storage. Publ. Alan R Liss Inc. pp1-27.
- Ahuja, Y.R., Bhargava, A., Sircar, S., Rizwani, W., Lima, S., Devadas, A.H. and Bhargava, S.C., 1997: "Comet assay to evaluate DNA damage caused by magnetic fields". In: Proceedings of the International Conference on Electromagnetic Interference and Compatibility, India Hyderabad, December 1997: 272-276.
- Ahissar, E., Haidarliu, S. and Zacksenhouse, M., 1997: "Decoding temporally encoded sensory input by cortical oscillations and thalamic phase comparators". Proc Nat Acad Sci USA 94:11633-11638.
- Ahlbom, A., Day, N., Feychting, M., Roman, E., Skinner, J., Dockerty, J., Linet, M., McBride, M., Michaelis, J., Olsen, J.H., Tynes, T. and Verkasalo, P.K., 2000: "A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia". Br J Cancer 83(5): 692-698
- Arnetz, B.B. and Berg, M., 1996: "Melatonin and Adrenocorticotrophic Hormone levels in video display unit workers during work and leisure. J Occup Med 38(11): 1108-1110.
- Bawin, S.M. and Adey, W.R., 1976: "Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak electric fields oscillating at low frequency". Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 73: 1999-2003.
- Baris, D. and Armstrong, B., 1990: "Suicide among electric utility workers in England and Wales". Br J Indust Med 47:788-789.
- Beale, I.L., Pearce, N.E., Conroy, D.M., Henning, M.A., and Murrell, K., A., 1997: "Psychological effects of chronic exposure to 50 Hz magnetic fields in humans living near extra-high-voltage transmission lines". Bioelectromagnetics, 18(8): 584-94.
- Beall, C., Delzell, E., Cole, P. and Brill, I., 1996: "Brain Tumors among electronics Industry Workers". Epidemiology 7(2): 125-130.
- Bianchi, N., Crosignani, P., Rovelli, A., Tittarelli, A., Carnelli, C.A., Rossitto, F., Vanelli, U., Porro, E. and Berrino, F., 2000: "Overhead electricity power lines and childhood leukemia: a registry-based, case-control study". Tumori 86(3): 195-198.
- Blackman, C.F., Benane, S.G., Elliott, D.J., and Pollock, M.M., 1988: "Influence of Electromagnetic Fields on the Efflux of Calcium Ions from Brain Tissue in Vitro: A Three- Model Analysis Consistent with the Frequency Response up to 510 Hz". Bioelectromagnetics, 9:215-227.
- Blackman, C.F., Kinney, L.S., House, D.E., and Joines, W.T., 1989: "Multiple power-density windows and their possible origin". Bioelectromagnetics, 10: 115-128.

- Blackman, C.F., 1990: "ELF effects on calcium homeostasis". In "Extremely low frequency electromagnetic fields: The question of cancer", BW Wilson, RG Stevens, LE Anderson Eds, Publ. Battelle Press Columbus: 1990; 187-208.
- Bonhomme-Faivre, L., Marion, S., Bezie, Y., Auclair, H., Fredj, G. and Homme au ,C., 1998: "Study of human neurovegetative and hematologic effects of environmental low-frequency (50-Hz) electromagnetic fields produced by transformers". *Arch Environ Health* 53(2): 87-92.
- Burch, J.B., Reif, J.S., Pittrat, C.A., Keefe, T.J. and Yost, M.G., 1997: "Cellular telephone use and excretion of a urinary melatonin metabolite". In: *Annual review of Research in Biological Effects of electric and magnetic fields from the generation, delivery and use of electricity*, San Diego, CA, Nov. 9-13, P-52.
- Burch, J.B., Reif, J.S., Yost, M.G., Keefe, T.J. and Pittrat, C.A., 1998: "Nocturnal excretion of urinary melatonin metabolite among utility workers". *Scand J Work Environ Health* 24(3): 183-189.
- Burch, J.B., Reif, J.S. and Yost, M.G., 1999: "Geomagnetic disturbances are associated with reduced nocturnal excretion of melatonin metabolite in humans". *Neurosci Lett* 266(3):209-212.
- Burch, J.B., Reif, J.S., Yost, M.G., Keefe, T.J. and Pittrat, C.A., 1999a: "Reduced excretion of a melatonin metabolite among workers exposed to 60 Hz magnetic fields" *Am J Epidemiology* 150(1): 27-36.
- Burch, J.B., Reif, J.S., Noonan, C.W. and Yost, M.G., 2000: "Melatonin metabolite levels in workers exposed to 60-Hz magnetic fields: work in substations and with 3-phase conductors". *J Occup and Environ Med* 42(2): 136-142.
- Burnet, M., 1958: "Leukemia as a problem in preventive medicine". *New Engl J Med*; 259: 423-431.
- Cantor, K.P., Stewart, P.A., Britton, L.A. and Dosemeci, M., 1995: "Occupational exposures and female breast cancer mortality in the United States". *J Occup and Environ Med* 37(3):336-348.
- Cherry, N.J., 2001: "Schumann Resonances, a plausible biophysical mechanism for the human health effects of Solar/Geomagnetic Activity". *Journal of Natural Hazard* (In Press).
- Cohen, M.M., Kunska, A., Astemborski, J.A., McCulloch, D., and Packewitz, D.A., 1986: "The effect of low-level 60-Hz electromagnetic fields on human lymphoid cells: I. Mitotic rate and chromosome breakage in human peripheral lymphocytes". *Bioelectromagnetics* 7(4): 415-523.
- Cohen, M.M., Kunska, A., Astemborski, J.A., and McCulloch, D., 1986: "The effect of low-level 60-Hz electromagnetic fields on human lymphoid cells: II. Sister-chromatid exchanges in peripheral lymphocytes and lymphoblastoid cell lines". *Mutat Res* 172(2): 177-184.
- Coleman, M.P., Bell, C.M., Taylor, H.L. and Primic-Zakelj, M., 1989: "Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study". *Br J Cancer* 60(5): 793-798.
- Coogan, P.F., Clapp, R.W., Newcomb, P.A., Wenzl, T.B., Bogdan, G., Mittendorf, R., Baron, J.A. and Longnecker, M.P., 1996: "Occupational exposure to 60-hertz magnetic field and the risk of breast cancer in women". *Epidemiology*, 7(5):459-464.
- Cooke, P. and Morris, P.G., 1981: "The effects of NMR exposure on living organisms. II. A genetic study of human lymphocytes". *Br J Radiol* 54(643): 622-625.
- Court-Brown, W. M., Doll R., 1961: "Leukaemia in childhood and young adult life: Trends in mortality in relation to aetiology". *BMJ* 26:981-988.



