

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΜΔΕ: ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΔΙΚΤΥΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ

ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΑΜ: 2008102

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΤΣΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΤΡΙΠΟΛΗ 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Introduction	7
--------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

1.1 Γενικά	8
1.2 Ιοντίζουσα ακτινοβολία	11
1.2.1 Γενικά	11
1.2.2 Πηγές ιονίζουσας ακτινοβολίας	12
1.2.3 Κατηγορίες	14
1.3 Μη ιονίζουσα ακτινοβολία	16
1.3.1 Πηγές μη ιονίζουσας ακτινοβολίας	16
1.3.2 Κατηγορίες	17
1.4 Ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR)	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας

2.1 Περί σταθμών βάσης και δικτύου κινητής τηλεφωνίας	22
2.2 Το δίκτυο GSM	24
2.3 Μηχανισμοί διάδοσης	24
2.4 Μοντέλο διάδοσης ελεύθερου χώρου	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Διεθνείς οργανισμοί και όρια προστασίας

3.1 Οργανισμοί	28
3.1.1 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO)	28
3.1.2 ICNIRP	29
3.1.3 Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας	30
3.2 Θεσπισμένα όρια	32
3.2.1 Διεθνή όρια (ICNIRP)	32
3.2.2 Όρια Γενικού Πληθυσμού	32
3.2.3 Όρια για τους επαγγελματικά ασχολούμενους	35
3.2.4 Ελληνικά όρια	36
3.2.5 Βασικοί περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς ανά χώρα	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

BIOINITIATIVE REPORT

4.1 Τι είναι το bioinitiative report	43
4.2 Προβλήματα με τα υπάρχοντα όρια ασφαλείας (safety limits)	45
4.3 Επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία	47
4.3.1 Όγκος στον εγκέφαλο και ακουστικό νεύρωμα	47
4.3.2 Επιδράσεις στα γονίδια (DNA)	48
4.3.3 Επιδράσεις στις πρωτεΐνες του στρες	50
4.3.4 Επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα	50
4.3.5 Neurology and Behavioral Effects	51
4.3.6 Νόσος Alzheimer και καρκίνος του στήθους	52
4.4 Πορίσματα διεθνών οργανισμών	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Μετρήσεις επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

5.1	Επιλεκτικός μετρητής ακτινοβολίας SRM 3000	57
5.1.1	Ρύθμιση παραμέτρων συσκευής SRM 3000	58
5.1.2	Βασικές λειτουργίες οργάνου μέτρησης	59
5.2	Μεθοδολογία μετρήσεων	63
5.2.1	Προετοιμασία μετρητικού εξοπλισμού	64
5.2.2	Μετρήσεις σταθερών σημείων	64
5.2.3	Μετρήσεις διαδρομής (route)	66
5.3	Διεξαγωγή μετρήσεων	67
5.3.1	Διεξαγωγή μετρήσεων σταθερών σημείων	67
5.3.2	Διεξαγωγή μετρήσεων εν κινήσει (route)	86
5.4	Συμπεράσματα μετρήσεων	90
5.5	Συμπεράσματα με βάση το bioinitiative report	92
5.6	Προγράμματα μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας	95
5.6.1	Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ"	95
5.6.2	Πρόγραμμα πεδίων 24	98
5.6.3	Πρόγραμμα φάσμα	99
	Βιβλιογραφία	102
	Άρθρα σχετικά με τις επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας	104

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τη μέτρηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε όλα τα υψηλοσυχνοτικά πεδία, εστιάζοντας στα 900MHz και 1800MHz που είναι οι συχνότητες λειτουργίας της κινητής τηλεφωνίας (GSM), και τη σύγκριση τους με τα διεθνή όρια προστασίας. Η εργασία αυτή αποτελείται από 5 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και στο διαχωρισμό του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος σε ιοντίζουσα και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία.

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 στη χώρα 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 στο γενικό, όσο και στον επαγγελματικά εκτεθειμένο πληθυσμό σε αυτά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Επίσης, παρουσιάζονται τα όρια του ειδικού ρυθμού απορρόφησης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση διάφορων συσκευών καθώς και τρόπους προστασίας από αυτές (ιδίως από τα κινητά τηλέφωνα). Πιο συγκεκριμένα, παρατίθενται αποσπάσματα του bioinitiative report, το οποίο και συντάχθηκε από ένα σύνολο επιστημόνων και ειδικών στον τομέα της υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο. Σκοπός του bioinitiative report είναι να εντοπίσει και να παραθέσει τα επιστημονικά στοιχεία εκείνα που αποδεικνύουν επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία εξαιτίας της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ακόμα και σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα από τα ισχύοντα όρια ασφαλείας.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αφού παρουσιαστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μετρητή ακτινοβολίας SRM-3000 της Narda, περιγράφεται στη συνέχεια, η μεθοδολογία των μετρήσεων τόσο των σταθερών σημείων όσο και της διαδρομής εν κινήσει. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της κάθε μέτρησης και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα βάσει των αποτελεσμάτων αυτών. Η διπλωματική αυτή εργασία κλείνει με την παρουσίαση των τριών προγραμμάτων συνεχούς μέτρησης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και με τα τελικά συμπεράσματα μας.

Introduction

The present thesis intends to measure the electromagnetic radiation in all high frequency fields, concentrating on 900 MHz and 18000MHz, 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.

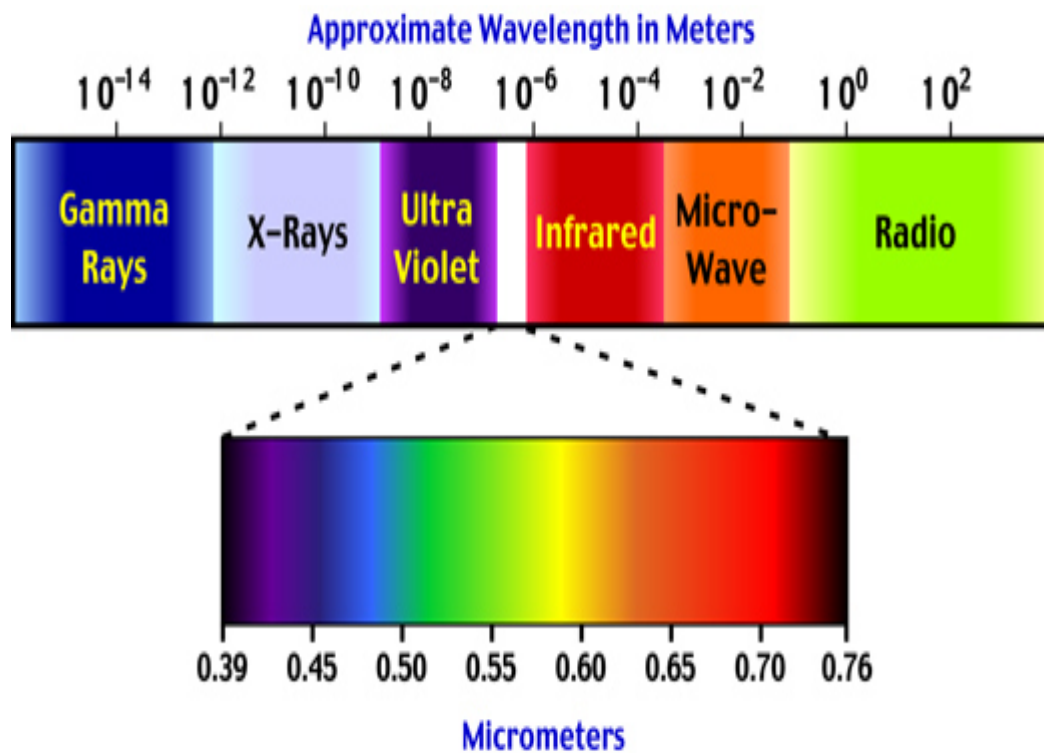
The fourth chapter refers to the consequences of electromagnetic radiation on human health from various devices which are used on a daily basis by humans, and the way of protection against them, basically against mobile phones. This chapter refers to the bioinitiative report. The report has been written by scientists, public health and public policy experts to document the scientific evidence on electromagnetic fields. The purpose of this report is to access scientific evidence on health impacts from electromagnetic radiation below current public exposure limits and evaluate what changes in these limits are warranted now to reduce possible public health risks in the future.

In the fifth 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. This thesis comes to an end, with the presentation of the three programs of continuous measurement of electromagnetic radiation and the analysis of our final conclusions.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Γενικά

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

Ηλεκτρομαγνητικά πεδία

Ηλεκτρομαγνητικά πεδία αποκαλούνται τα ακόλουθα τέσσερα διανυσματικά μεγέθη:

- E ένταση ηλεκτρικού πεδίου (Volt/m)
- D πυκνότητα ηλεκτρικής ροής (Coulomb/m²)
- H ένταση μαγνητικού πεδίου (Ampere/m²)
- B πυκνότητα μαγνητικής ροής (Wb/m² ή Tesla)

Τα ηλεκτρομαγνητικά αυτά πεδία είναι διανύσματα συναρτήσεις του χώρου και του χρόνου και είναι οπουδήποτε και πάντοτε παρόντα.

Η θεμελιώδης θεωρία των ΗΜ πεδίων, βασίζεται στις εξισώσεις του Maxwell. Οι εξισώσεις αυτές διέπουν τα ΗΜ πεδία E, D, H και B.

Οι εξισώσεις του Maxwell

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

Νόμος της επαγωγής του Faraday.

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

Νόμος του Ampere.

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

Νόμος του Gauss για το μαγνητικό πεδίο.

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

Νόμος του Gauss για το ηλεκτρικό πεδίο.

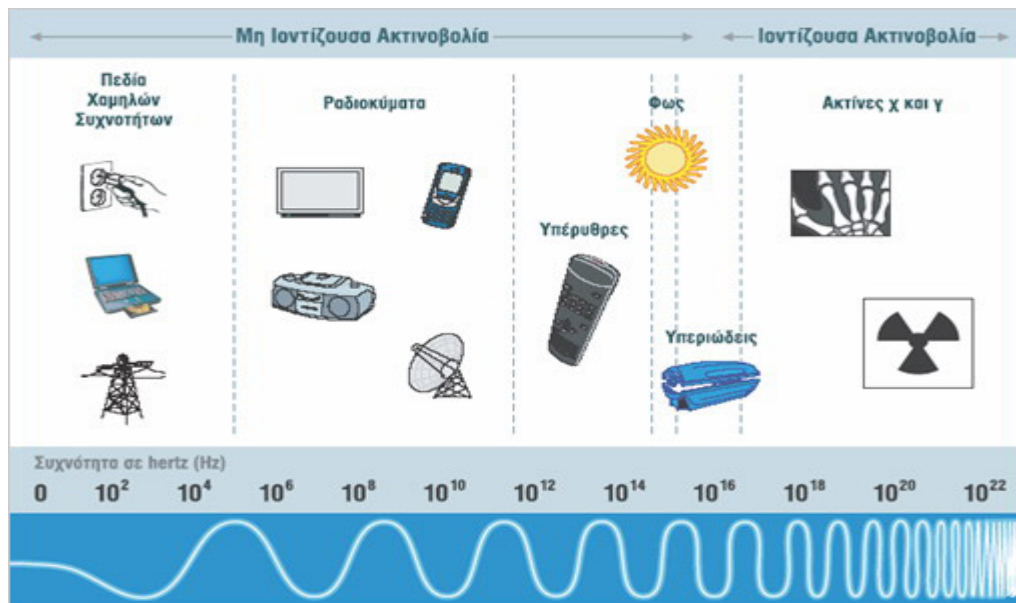
Όπου τα $J =$ πυκνότητα ηλεκτρικού ρεύματος (Ampere/m²)
 $\rho_v =$ πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου (Coulomb/m³)

αποτελούν τις πηγές που παράγουν τα ΗΜ πεδία. [17]

- Οι εξισώσεις του Maxwell αποτελούν ένα σύνολο πειραματικά αποδεδειγμένων νόμων, οι οποίοι έχουν ελεγχθεί πειραματικά και έχουν βρεθεί αληθείς, οπουδήποτε στο χώρο και στο χρόνο.
- Οι δύο πρώτες εξισώσεις δείχνουν ότι τα πεδία E και H εξαρτώνται από το χρόνο, δεν μπορούν να υπάρξουν ανεξάρτητα.
- Πρώτος ο Maxwell πρότεινε την προσθήκη του ρεύματος μετατόπισης (dD / dt) στο νόμο του Ampere που αρχικά είχε μόνο το ρεύμα αγωγιμότητας ή μεταφοράς J. Η εισαγωγή αυτού του επιπλέον όρου κατέστησε δυνατή την πρόβλεψη της ύπαρξης των ΗΜ κυμάτων. [17]

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.

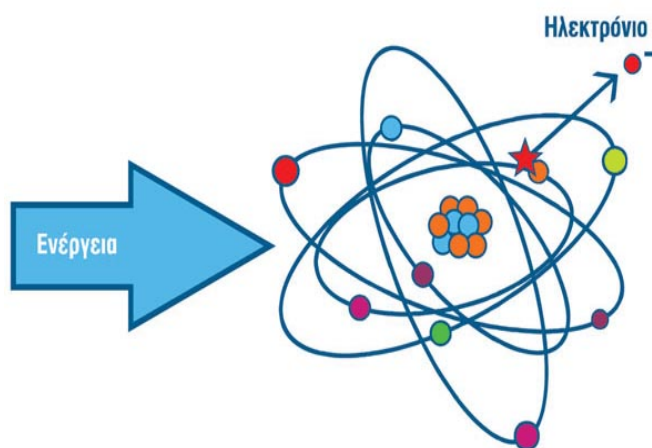
Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από οικιακές ηλεκτρικές συσκευές και καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος, είναι εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας, που φτάνουν μέχρι 300 Hz. Τα χαρακτηριστικά των ειδών ΗΜΠ τους εξαρτώνται από το είδος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που τα δημιουργούν. Τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία διαφοροποιούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι:

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

1.2 Ιοντίζουσα Ακτινοβολία

1.2.1 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 σωματίδια "α" αποκόπτονται από ένα φύλλο χαρτιού, τα σωματίδια "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 χιλιόγραμμα μάζας, καλείται δόση ακτινοβολίας. Η πιθανότητα βλάβης της υγείας σχετίζεται άμεσα με το μέτρο της δόσης ακτινοβολίας. [3]

1.2.2 Πηγές ιοντίζουσας ακτινοβολίας

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 (ραδιογραφίες, 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 οδηγεί 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]

1.2.3 Κατηγορίες Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας.

Ακτίνες γ

Η ταχύτητα των ακτίνων γ στο κενό είναι $c=299.792.458$ 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 $30 \cdot 10^{15}$ Hz - $30 \cdot 10^{18}$ 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 pm, 30 PHz - 3 EHz, 120 eV - 12 keV.
2. . «Σκληρές ακτίνες X»: 100 - 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]

1.3 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]

1.3.1 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.

1.3.2 Κατηγορίες

Υπεριώδης Ακτινοβολία

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

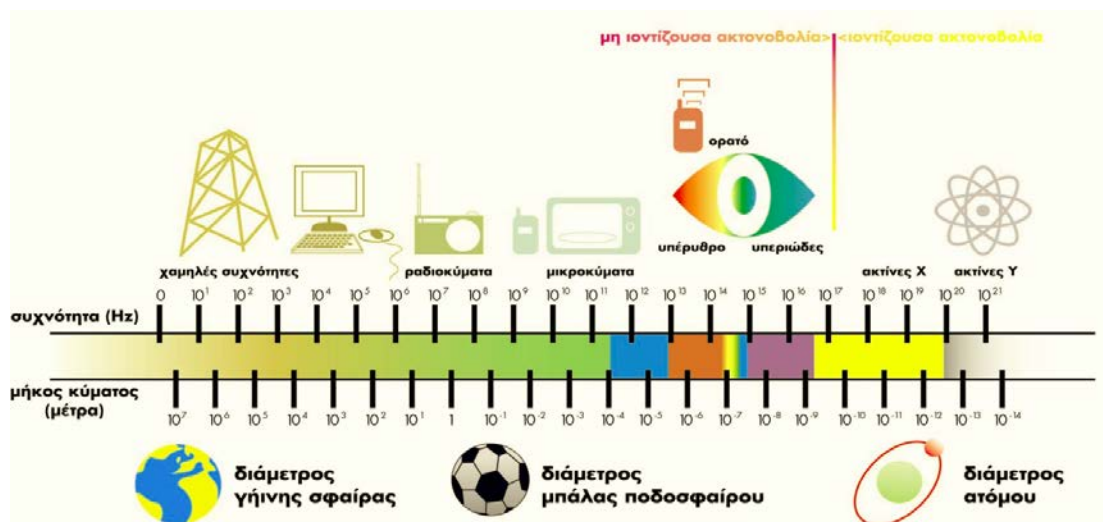
Παρακάτω παρατίθενται τα τρία είδη υπεριώδους ακτινοβολίας:

- 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

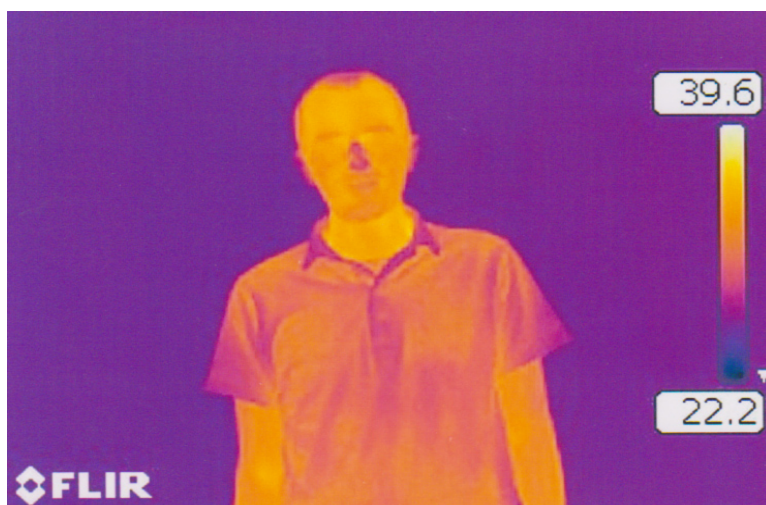
Οι ακτινοβολίες με μήκος κύματος από 4000Å μέχρι περίπου 7000 Å ($1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$) αποτελούν **το ορατό φάσμα**. Πρόκειται για το τμήμα εκείνο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που μπορεί να αντιληφθεί ο άνθρωπος με το αισθητήριο της όρασης. Συχνότητες με μήκος κύματος κάτω από 4000Å αποτελούν 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 σεV/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 μW (1 εκατομμυριοστό του Watt) ανά τετραγωνικό εκατοστό ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$).

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:

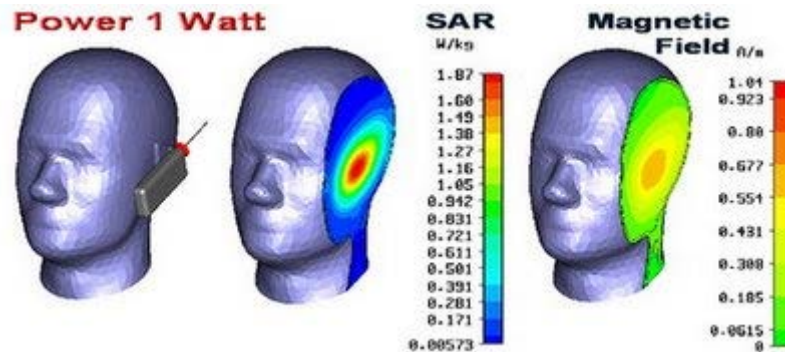
- Στα δεκατομετρικά μικροκύματα (Ultra high frequency, **UHF**) (0.3-3 GHz),
- Στα εκατοστομετρικά μικροκύματα (Super high frequency, **SHF**) (3-30 GHz),
- Στα χιλιοστομετρικά μικροκύματα (Extremely high frequency, **EHF**) (30-300 GHz). [1]

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

1.4 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 σ = η ειδική αγωγιμότητα του ιστού (σε S/m), E = η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (σε V/m) και ρ = η πυκνότητα του ιστού (σε Kg/m³). [5]

Ο ειδικός ρυθμός απορρόφησης για τις συσκευές κινητής τηλεφωνίας που κυκλοφορούν στο εμπόριο μετρείται 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

2.1 Περί σταθμών βάσης και δικτύου κινητής τηλεφωνίας

• 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]

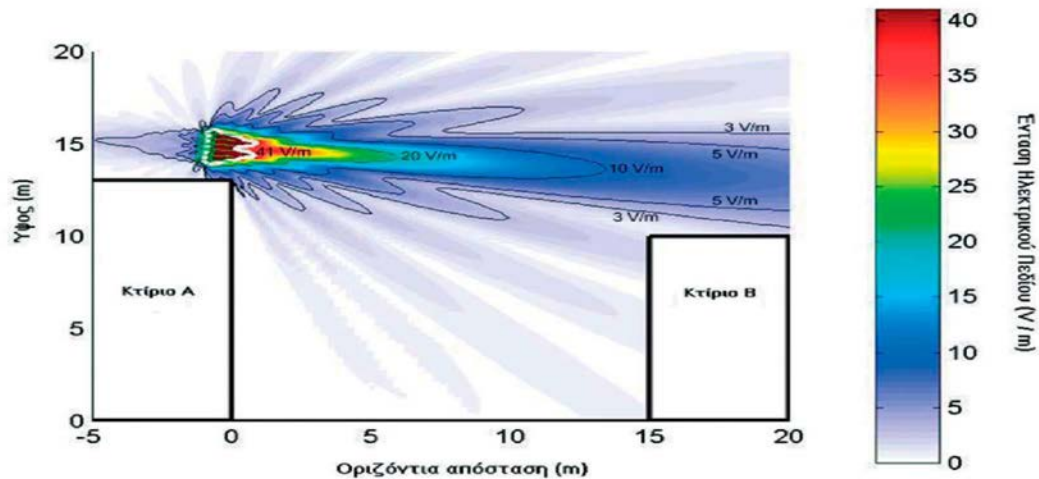
Στους σταθμούς βάσης όμως, υπάρχουν και κεραιές σε σχήμα πιάτου (dish antenna), οι οποίες αποτελούν τερματικούς κόμβους μικροκυματικής σύνδεσης σημείο σε σημείο και επικοινωνίας με άλλους σταθμούς βάσης για τη διασύνδεση του δικτύου. Σε ορισμένες βέβαια περιπτώσεις, αντί για μικροκυματικές συνδέσεις,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

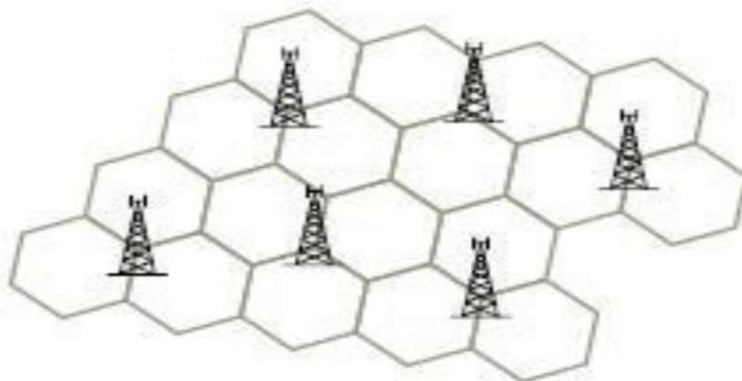
μηδενική. Προϋπόθεση για να αποκατασταθεί η σύνδεση, είναι να μην παρεμβάλλεται τίποτα στη νοητή ευθεία μεταξύ των δύο κεραιών. Σε μερικές περιπτώσεις δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθεί μια απευθείας σύνδεση μεταξύ ενός σταθμού βάσης και του κέντρου του και ως λύση θεωρείται η χρησιμοποίηση κάποιου άλλου 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

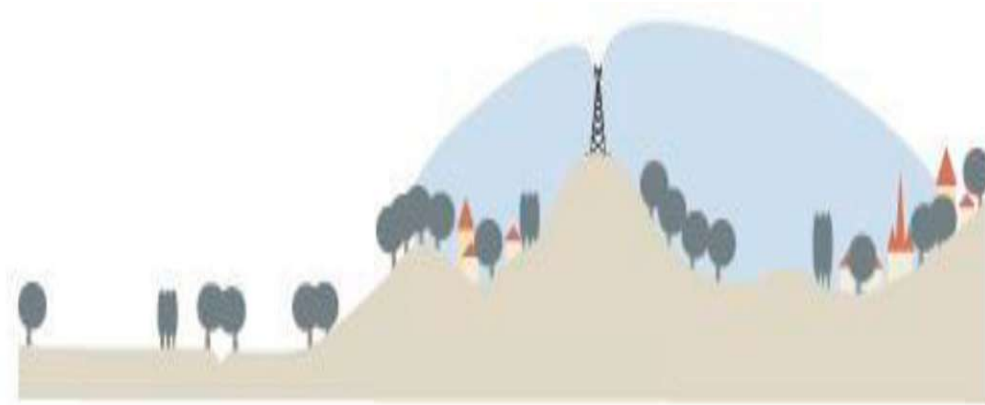
• Δίκτυα κινητής επικοινωνίας

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

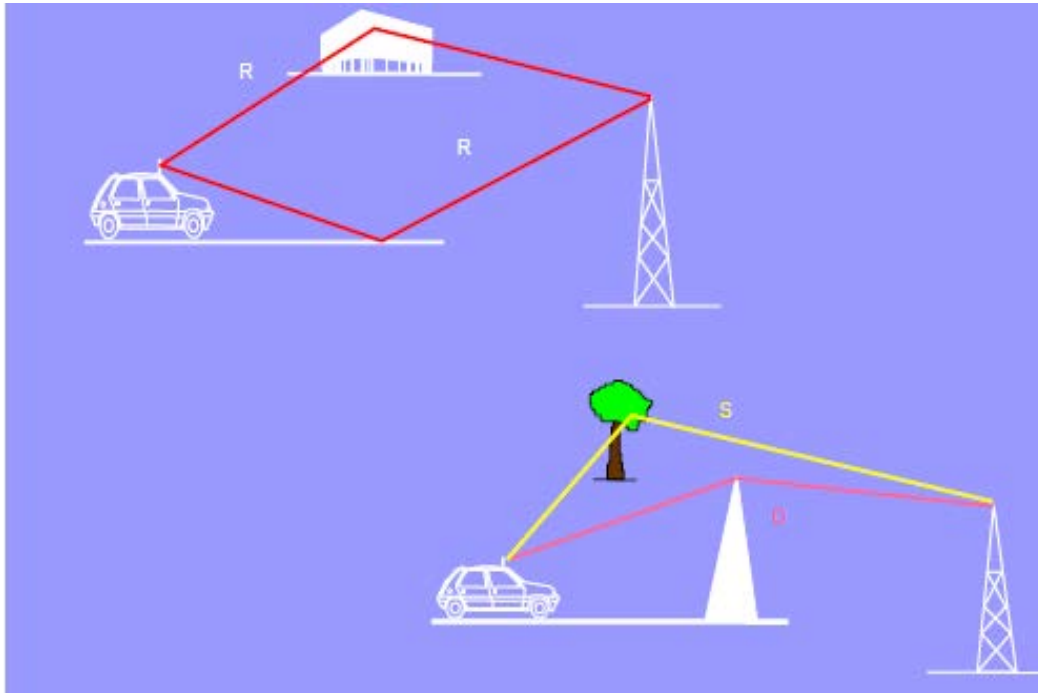
2.2 Το δίκτυο GSM

Στην Ελλάδα λειτουργούν τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν το ψηφιακό Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών GSM (Global System for Mobile communications). Το GSM είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό 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. Το GSM στηρίζεται στην τεχνική TDMA, με 200 kHz απόσταση φερόντων. Κάθε φέρον έχει οκτώ διαύλους με διάρκεια χρονοσχιμής τα 0.577 msec. 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:

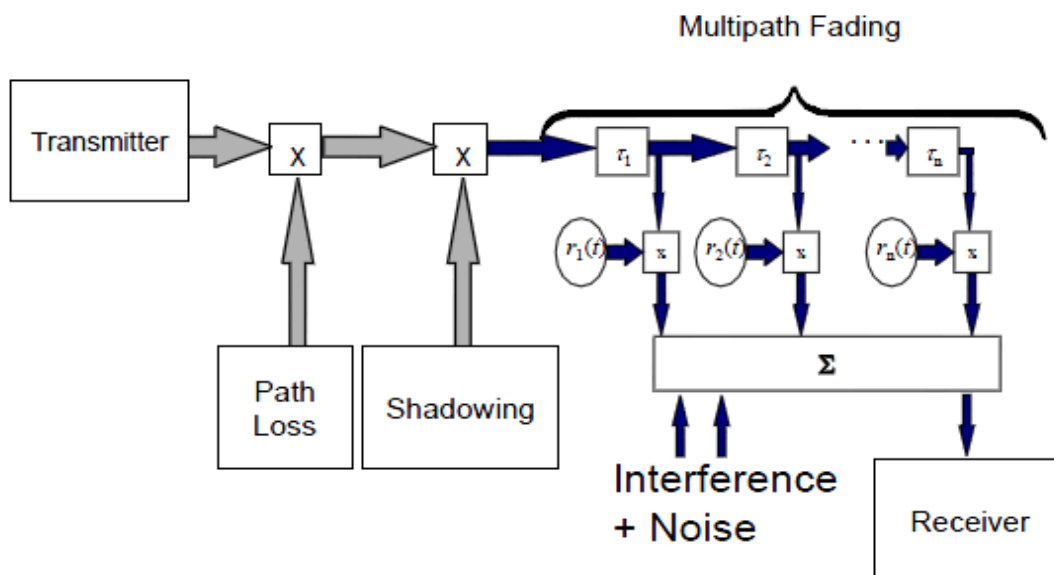
- Διάδοση σε ελεύθερο χώρο (free space transmission)
- Ανάκλαση (reflection)
- Διάθλαση (transmission)
- Περίθλαση (diffraction)
- Σκέδαση (scattering)



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). [17]
 - 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

2.4 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 (ή π.χ. ιστροπικές κεραιές)

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

Η εξίσωση του Friis για τον ελεύθερο χώρο, ισχύει για την περιοχή στο μακρινό πεδίο (far field της κεραιάς). Το μακρινό πεδίο ξεκινάει μετά από απόσταση d_f από την κεραιά, όπου $d_f = 2D^2 / \lambda$, όπου D η μεγαλύτερη γραμμική διάσταση της κεραιάς.

Η σχέση του Friis ισχύει στο μακρινό πεδίο και δεν ισχύει για $d = 0$. [17]

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 $P_r(d_o)$:

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

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 την διασφάλιση της υγείας.

Περιφέρειες WHO. Για την καλύτερη παρακολούθηση της υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο ο οργανισμός έχει διαχωρίσει τον κόσμο σε έξι βασικές περιφέρειες όπου και σε κάθε μία εδρεύει επιμέρους επίσημη αντιπροσωπεία του Οργανισμού. 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).
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 ραδιοσυχνοτήτων από κεραιές κινητής τηλεφωνίας, προκαλούν βλαβερά αποτελέσματα στην υγεία».** (Fact Sheet No.304).

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας : «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).

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 ραδιοσυχνοτήτων, κατέληξε ότι οι μόνες επιδράσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την θέσπιση ορίων έκθεσης των ανθρώπων είναι αυτές που οφείλονται στην αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών από την απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από το σώμα.

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 ιοντιζουσών 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 μίας, 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 ιοντιζουσες και τις τεχνητά παραγόμενες μη ιοντιζουσες 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:

- ο ελέγχους ακτινοπροστασίας και ασφαλούς λειτουργίας σε περίπου 2500 εργαστήρια ιατρικών, βιομηχανικών, ερευνητικών και εκπαιδευτικών εφαρμογών των ιοντίζουσών ακτινοβολιών.
- ο ατομική δοσιμέτρηση των επαγγελματικά εκτιθέμενων σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες στη χώρα (περίπου 11.500 άτομα) και τήρηση του εθνικού αρχείου δόσεων.
- ο λειτουργία εργαστηρίου μετρολογίας ιοντίζουσών ακτινοβολιών που έχει αναπτύξει τα εθνικά πρότυπα δοσιμετρίας και παρέχει υπηρεσίες διακρίβωσης και βαθμονόμησης οργάνων ιοντίζουσών ακτινοβολιών.
- ο 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 περιορισμού της έκθεσης 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 ²)
0-1 Hz	-	3.2·10 ⁴	4·10 ⁴	-
1-8 Hz	10000	3.2·10 ⁴ /f ^{1/2}	4·10 ⁴ /f ²	-
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 Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απορροφούμενη ενέργεια στο σώμα ενός ανθρώπου που κατατάσσεται στο γενικό κοινό από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων (περιλαμβάνονται και οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας).

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 ²)
Κινητή τηλεφωνία 900 MHz (GSM)	90	0,24	22,5
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 Ιοντιζουσών 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.

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 ²)
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).

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 ²)
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	$67.3 \cdot f^{1/2}$	0.565/f	0.71/f	-
10-400MHz	21.7	0.0565	0.071	1,2
400-2000MHz	$1.065 \cdot f^{1/2}$	$0.00287 \cdot f^{1/2}$	$0.00356 \cdot f^{1/2}$	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 BIOINITIATIVE REPORT

4.1 Τι είναι το bioinitiative report

Η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας – συχνότητα λειτουργίας 50Hz, ραδιοκύματα, μικροκύματα) αυξάνει με εκθετικούς ρυθμούς παγκοσμίως. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται ιδίως στις μεγαλουπόλεις αλλά διαπιστώνεται ακόμα και σε αγροτικές περιοχές. Πολλοί πλέον, χρησιμοποιούν ασύρματα τηλέφωνα και πολλοί περισσότεροι, κινητά τηλέφωνα, κατά συνέπεια, γίνεται πλέον λόγος για μεγαλύτερη ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση. Η μακροχρόνια και συσσωρευτική έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σήμερα, είναι ένα ζητούμενο που απασχολεί σοβαρά την επιστημονική κοινότητα. Όλοι πλέον εκτίθενται σε λιγότερη ή περισσότερη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ευαίσθητες ομάδες όπως έγκυες γυναίκες, μικρά παιδιά, ηλικιωμένοι, φτωχοί, εκτίθενται στα ίδια ποσά ακτινοβολίας με τον γενικό πληθυσμό. Κατά συνέπεια είναι επιτακτική η ανάγκη να αποτιμηθεί το ρίσκο, και να μειωθούν τα όρια ασφαλούς έκθεσης. Επίσης προληπτικά μέτρα, όπου χρειάζεται, θα πρέπει να ληφθούν από την πλευρά της πολιτείας για την προστασία του γενικού πληθυσμού.

Τα ανθρώπινα όντα θα λέγαμε ότι είναι βιο-ηλεκτρικά συστήματα. Η καρδιά και το μυαλό ρυθμίζονται από βιο-ηλεκτρικά σήματα. Έκθεση ενός ανθρώπινου οργανισμού λοιπόν σε τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι δυνατόν να επηρεάσει θεμελιώδεις βιολογικές διαδικασίες και σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα, μπορεί να προκληθεί δυσφορία ή ασθένεια. Έρευνες πολλών δεκαετιών, που πραγματοποίησαν επιστήμονες σε διεθνές επίπεδο, επιβεβαιώνουν ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιδρούν πάνω στους ζωντανούς οργανισμούς και κατά συνέπεια και στον άνθρωπο, και μάλιστα πολλές φορές μπορεί να έχουν και πολύ δυσμενείς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.

Σήμερα κάθε άνθρωπος εκτίθεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ηλεκτρομαγνητικών πεδίων:

α) Σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ιδιαίτερα χαμηλών συχνοτήτων τα οποία προέρχονται από ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές ή γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, και

β) Σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ραδιοκυμάτων, που προέρχεται από ασύρματες συσκευές όπως κινητά και ασύρματα τηλέφωνα, ή σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας ή ραδιοφωνίας και τηλεόρασης.

Σε αυτό το report θα χρησιμοποιηθεί ο όρος EMF αναφερόμενοι στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία γενικά, και οι όροι ELF και RF όταν γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένο τύπο έκθεσης. Να σημειωθεί ότι και οι δύο, είναι τύποι μη-ιοντίζουσας ακτινοβολίας, πράγμα που σημαίνει ότι δεν έχουν επαρκή ενέργεια να αποσπάσουν τα ηλεκτρόνια, από την τροχιά τους γύρω από τα άτομα, γεγονός που θα οδηγούσε σε ιονισμό των ατόμων, κάτι που βέβαια κατορθώνουν να πετύχουν οι ακτίνες X, και άλλες μορφές ιοντίζουσας ακτινοβολίας.

Το bioinitiative report, έχει γραφτεί από επιστήμονες και ειδικούς στον τομέα της υγείας για να καταγραφούν τα επιστημονικά στοιχεία που αφορούν τις επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Σκοπός του bioinitiative report είναι να αξιολογήσει τα επιστημονικά στοιχεία που αναφέρονται σε επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία λόγω της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (το επίπεδο της οποίας είναι σαφώς κάτω από τα επιτρεπτά όρια έκθεσης), και να αξιολογήσει ποιες αλλαγές σε αυτά τα όρια επιβάλλεται να γίνουν, ώστε να μειωθούν οι πιθανοί κίνδυνοι υγείας των ανθρώπινου πληθυσμού στο μέλλον.

Νέα στοιχεία για αυτό το θέμα έρχονται συνεχώς στην επιφάνεια. Αυτό που φαίνεται ξεκάθαρα ωστόσο, είναι ότι τα ισχύοντα όρια ασφαλείας σχεδόν σε κάθε χώρα του κόσμου φαίνεται να είναι χιλιάδες φορές πιο επιεική. Αλλαγές πλέον επιβάλλονται. Νέα προσέγγιση χρειάζεται ώστε να ενημερωθεί το κοινό για τις πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αλλά και να βρεθούν εναλλακτικοί τρόποι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος επιβάρυνσης της υγείας του γενικού πληθυσμού.

Το bioinitiative report, που συστάθηκε από ένα σύνολο επιστημόνων, ερευνητών και ειδικούς στο χώρο της δημόσιας υγείας, έχει ως σκοπό να τεκμηριώσει και να συνθέσει τις πληροφορίες εκείνες που θα μπορέσουν να απαντήσουν στο εξής κρίσιμο ερώτημα:

- Είναι επαρκή ή ανεπαρκή τα σημερινά όρια ασφαλείας στα οποία εκτίθεται ο σύγχρονος άνθρωπος;

Το bioinitiative report αναφέρει λοιπόν ότι, εξετάζοντας με προσοχή, αξιολογώντας τις έρευνες πάνω στο θέμα, και λαμβάνοντας υπόψη τα υπάρχοντα όρια ασφαλείας, συμπεραίνεται ότι τα τωρινά όρια ασφαλείας απέχουν κατά πολύ, και κατά συνέπεια είναι ανεπαρκή για τη δημόσια υγεία.

Υπάρχουν ωστόσο, πολλοί λόγοι, για τους οποίους διαφωνούν οι επιστήμονες μεταξύ τους. Παρακάτω παρατίθενται μερικοί από αυτούς:

α) Οι επιστήμονες και οι ειδικοί στον τομέα της υγείας χρησιμοποιούν πολύ διαφορετικούς ορισμούς για το ποια είναι τα στανταρ που μπορεί να αποτελέσουν αποδεικτικά στοιχεία επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία. Κατά συνέπεια οδηγούνται σε διαφορετικά αποτελέσματα για το τι θα πρέπει να γίνει.

β) Οι επιστήμονες έχουν ένα ρόλο, αλλά δεν έχουν τον αποκλειστικό λόγο, και έτσι, άλλες απόψεις παίζουν σημαίνοντα ρόλο.

γ) Μερικοί επιστήμονες διατείνονται ότι είναι αρκετό να παρατηρήσουμε τις βραχυχρόνιες οξείες επιπτώσεις από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

δ) Μια άλλη μερίδα επιστημόνων ισχυρίζεται ότι είναι προστακτική ανάγκη να πραγματοποιηθούν μελέτες για μεγάλο χρονικό διάστημα (πράγμα που θα αποτυπώσει τις επιπτώσεις σε μακροχρόνια έκθεση).

ε) Μερικοί επιστήμονες ισχυρίζονται ότι όλοι, και ακόμα περισσότερο τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι, οι έγκυες γυναίκες, και οι άρρωστοι άνθρωποι, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην οποία καθημερινά εκτίθενται, ενώ άλλη μερίδα επιστημόνων διατυπώνει ότι δεν υπάρχει κανένας λόγος ανησυχίας.

στ) Συνήθως παρατηρείται έλλειψη συναίνεσης για ένα βιολογικό μηχανισμό δράσης.

ζ) Δεν υπάρχει μη-εκτιθέμενος πληθυσμός, πράγμα που κάνει δύσκολο τον εντοπισμό για αυξημένα ή μη όρια έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

- Το ξεκάθαρο στην όλη κατάσταση ωστόσο, είναι ότι στα μέλη του bioinitiative group υπάρχει η συναίνεση ότι τα υπάρχοντα όρια για την προστασία του ανθρώπινου πληθυσμού από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ELF και RF) είναι σαφώς, και με τα βεβαιότητας, ανεπαρκή. [18]

4.2 Προβλήματα με τα υπάρχοντα όρια ασφαλείας (safety limits)

Τα υπάρχοντα όρια έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που οφείλεται στις τηλεπικοινωνίες, βασίζονται στο τεκμήριο ότι η θέρμανση των ιστών (για RF) είναι το στοιχείο εκείνο που μπορεί να προκαλέσει ανησυχία για ανθρώπινους οργανισμούς που εκτίθενται σε RF. Η έκθεση ενός ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, είναι δυνατόν να προκαλέσει θέρμανση των ιστών,(π.χ των ιστών του κρανίου στην περίπτωση που ένας χρήστης μιλάει στο κινητό του τηλέφωνο), γεγονός που είναι επιζήμιο ακόμα και για βραχυχρόνιες δόσεις. Έτσι λοιπόν τα θερμικά όρια εξυπηρετούν ένα συγκεκριμένο σκοπό. Για παράδειγμα σε ανθρώπους που η φύση του επαγγέλματος, τους επιβάλλει να δουλεύουν (εγκατάσταση, ή service σε κεραίες κινητής τηλεφωνίας) σε περιβάλλον επιβαρυσμένης ηλεκτρομαγνητικής ρύπανσης, τα θερμικά όρια είναι απαραίτητα για την προστασία από τη θέρμανση των ανθρώπινων ιστών.

Στο παρελθόν, επιστήμονες και μηχανικοί οριοθέτησαν τα στανταρ έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε τέτοια επίπεδα τα οποία σήμερα θεωρούνται μάλλον λανθασμένες παραδοχές, καθώς βάσει αυτών, για να διαπιστωθούν τα ανώτατα όρια έκθεσης χωρίς να προκληθεί βλάβη, αρκεί να μετρηθεί το ποσό της θερμότητας του ανθρώπινου ιστού.

- *Φαίνεται ότι είναι η πληροφορία που μεταφέρεται παρά η θέρμανση των ιστών, η οποία τελικά προκαλεί βιολογικές αλλαγές. Μερικές από αυτές τις βιολογικές αλλαγές είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε ασθένεια ή ακόμα και στο θάνατο. [18]*

Πρόσφατες απόψεις ειδικών, αναφέρουν ελλείψεις, με άλλα λόγια ανεπάρκεια, στα τωρινά ανώτατα όρια έκθεσης. Υπάρχει ευρεία συζήτηση, ότι τα υπάρχοντα όρια έκθεσης είναι ξεπερασμένα και ότι πρέπει να οριστούν νέα χαμηλότερα όρια με γνώμονα τις γενικότερες βιολογικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

Η διαπίστωση ότι οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας όπως και άλλες πηγές ELF συνδέονται με αυξημένες πιθανότητες πρόκλησης παιδικής λευχαιμίας, οδήγησε τον οργανισμό International Agency for Cancer Research (κλάδος του World Health Organization), να κατηγοριοποιήσει τα ELF ως ένα πιθανό καρκινογόνο παράγοντα (στο γκρουπ 2B της καρκινογόνου λίστας). Να σημειωθεί ότι η λευχαιμία είναι ο πιο συνηθισμένη μορφή καρκίνου σε παιδιά. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η έκθεση σε ELF αυξάνει τις πιθανότητες εμφάνισης παιδικής λευχαιμίας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι άλλες μορφές καρκίνου σε παιδιά, μπορεί να σχετίζονται με έκθεση σε ELF, ωστόσο δεν έχουν γίνει προς το παρόν αρκετές μελέτες πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Πολλές πρόσφατες μελέτες παρέχουν ακόμα περισσότερα στοιχεία ότι η έκθεση σε ELF είναι ένας επιβαρυντικός παράγοντας για παιδική λευχαιμία ή κάποια μορφή καρκίνου γενικότερα κατά τη διάρκεια της ζωής του εκτιθέμενου ανθρώπου.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε ότι παιδιά που συνέρχονταν σε περιβάλλοντα επιβαρυνμένα από ηλεκτρομαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας, εμφάνισαν λιγότερες πιθανότητες επιβίωσης (450% αυξημένη πιθανότητα θνησιμότητας για ELF πεδία τα οποία ήταν 3mG ή και περισσότερο). Σε μια δεύτερη μελέτη, παιδιά που συνέρχονταν σε ένα περιβάλλον των 2mG είχαν 300% περισσότερες πιθανότητες να πεθάνουν, σε σχέση με παιδιά που εκτέθηκαν σε ELF πεδία του 1mG και κάτω. Η τρίτη μελέτη εστίασε στο ρίσκο για καρκίνο που δύναται να εμφανιστεί μετά από χρόνια, για παιδιά που μεγάλωσαν σε ένα περιβάλλον το οποίο βρίσκεται σε μια απόσταση μικρότερη των 300m από μια γραμμή μεταφοράς υψηλής τάσης. Για παιδιά που μεγάλωσαν τα πρώτα κρίσιμα πέντε χρόνια της ζωής τους σε τέτοιο περιβάλλον, ο κίνδυνος εμφάνισης κάποιας μορφής καρκίνου αργότερα στη ζωή τους αυξάνεται κατά 500% περίπου.

- *Παιδιά που παρουσιάζουν λευχαιμία και βρίσκονται σε φάση ανάρρωσης έχουν μικρότερες πιθανότητες επιβίωσης, αν το περιβάλλον που βρίσκονται εκτίθεται σε ELF πεδία μεταξύ 1mG και 2 mG κατά μια μελέτη, και 3 mG σύμφωνα με άλλη μελέτη. [18]*

4.3 Επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία.

4.3.1 Όγκος στον εγκέφαλο και ακουστικό νεύρωμα.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που οφείλεται σε ραδιοκύματα προερχόμενα από κινητά και ασύρματα τηλέφωνα, συνδέεται σε πάρα πολλές μελέτες με έναν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης όγκων στον εγκέφαλο ή εμφάνισης ακουστικού νευρώματος. Άνθρωποι που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο για 10 χρόνια ή περισσότερο, παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης είτε κακοήθι όγκου στον εγκέφαλο είτε ακουστικού νευρώματος.

A) Όγκος στον εγκέφαλο

Πιο συγκεκριμένα, άνθρωποι που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο για 10 χρόνια ή περισσότερο, εμφανίζουν μια αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης όγκου στον εγκέφαλο της τάξης του 20%, στην περίπτωση που το κινητό χρησιμοποιείται αντιστοίχως και από τις δύο πλευρές του κεφαλιού.

Τα πράγματα όμως είναι σαφώς χειρότερα για κάποιον χρήστη που συνηθίζει να χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο από την ίδια πλευρά του κεφαλιού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις παρατηρείται μια αυξημένη επικινδυνότητα της τάξης του 200%. Τα αποτελέσματα στηρίζονται σε συνδυαστικά αποτελέσματα πολλών σχετικών μελετών.

Στην αντίστοιχη περίπτωση που γίνεται χρήση ασύρματου τηλεφώνου, η πιθανότητα εμφάνισης όγκου στον εγκέφαλο, αυξάνεται κατά 220% αν το ασύρματο τηλέφωνο τοποθετείται και στις δύο πλευρές του κεφαλιού, ενώ κατά 470% αν γίνεται χρήση του ασύρματου από την ίδια συνήθως πλευρά. [18]

B) Ακουστικό νεύρωμα

Σύμφωνα με το bioinitiative report [18], άνθρωποι που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο για 10 χρόνια ή περισσότερο, εμφανίζουν μια αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης ακουστικού νευρώματος της τάξης του 20%, στην περίπτωση που το κινητό χρησιμοποιείται αντιστοίχως και από τις δύο πλευρές του κεφαλιού. Τα πράγματα όμως είναι σαφώς χειρότερα για κάποιον χρήστη που συνηθίζει να χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο από την ίδια πλευρά του κεφαλιού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις παρατηρείται μια αυξημένη επικινδυνότητα της τάξης του 240%. Χρήση ασύρματου τηλεφώνου, αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης για ακουστικού νεύρωμα κατά 310% αν γίνεται χρήση του ασυρμάτου από την ίδια συνήθως πλευρά.

Κατά συνέπεια μελέτες για συσχέτιση όγκου στον εγκέφαλο και χρήση κινητού τηλεφώνου για περισσότερα από 10 χρόνια, κατέληξαν στο συμπέρασμα μιας

αυξημένης πιθανότητας για ακουστικό νεύρωμα και γλείωμα. Η πιθανότητα αυξάνεται όταν το κινητό χρησιμοποιείται από την ίδια πλευρά του κεφαλιού. Προς το παρόν ωστόσο λίγες μελέτες για μακροχρόνια έκθεση σε RF-πεδία χαμηλής έντασης υπάρχουν, οι οποίες μάλιστα μειονεκτούν λόγω μη-εκτεταμένης έκθεσης. Τα επόμενα χρόνια, δεδομένου ότι ο σύγχρονος άνθρωπος θα έχει εκτεθεί πλέον ποσοτικά αλλά και χρονικά σε μεγαλύτερα ποσά ακτινοβολίας, οι έρευνες θα μπορούν να θέσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον κίνδυνο και τις βλάβες που είναι δυνατόν να προκληθούν στον ανθρώπινο οργανισμό. Μόνο λίγες μελέτες για μακροχρόνια έκθεση σε χαμηλού επιπέδου RF πεδία και όγκου στον εγκέφαλο υπάρχουν.

Μελέτες σε επαγγελματικό περιβάλλον έδειξαν ότι η μακροχρόνια έκθεση στους χώρους εργασίας μπορεί να σχετίζεται με ένα υψηλότερο ρίσκο για όγκο στον εγκέφαλο. Παρόλο που ο κίνδυνος βλάβης θεωρείται ότι είναι πολύ μικρός, εντούτοις πάνω από 1000 περιπτώσεις ανά έτος στις Ηνωμένες Πολιτείες αποδίδονται σε έκθεση σε RF-πεδία. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης αρκετών μελετών για συσχέτιση περιβαλλοντικής έκθεσης σε RF πεδία και ανάπτυξης όγκων στον εγκέφαλο, η δυναμική των RF πεδίων να αυξήσουν την πιθανότητα βλάβης στον ανθρώπινο οργανισμό δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια.

Καταλήγοντας, οι ενδείξεις μέχρι τώρα δείχνουν ότι η μακροχρόνια έκθεση σε επίπεδα τα οποία είναι γενικώς χαμηλότερα από τα ισχύοντα όρια ασφαλούς έκθεσης, είναι παρ' όλα αυτά δυνατόν να αυξάνει τον κίνδυνο ανάπτυξης όγκου στον εγκέφαλο. Το υπάρχον επίπεδο έκθεσης σε μικροκύματα κατά τη χρήση κινητού ή ασύρματου τηλεφώνου δεν θεωρείται ασφαλές λαμβάνοντας υπόψη τις μελέτες οι οποίες καταλήγουν σε αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του εγκεφάλου.

4.3.2 Επιδράσεις στα γονίδια (DNA)

Ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου σχετίζεται με βλάβη στο DNA, δηλαδή στην ουσία μεταβάλλεται ο γενετικός κώδικας που σχετίζεται με την ανάπτυξη και εξέλιξη του ανθρώπινου οργανισμού. Αν παρουσιαστεί βλάβη στο DNA, κάτι που σημαίνει, ότι τα γονίδια έχουν υποστεί βλάβη, τότε αυξάνεται η πιθανότητα αυτά τα "ελαττωματικά" κύτταρα να μην πεθάνουν. Αντιθέτως θα συνεχίσουν να αναπαράγονται με ελαττωματικό DNA και αυτό αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης κάποιας μορφής καρκίνου. Όταν ο ρυθμός με τον οποίο θα υποστεί βλάβες το DNA, υπερβεί το ρυθμό με τον οποίο το ίδιο το DNA επιδιορθώνει τις βλάβες αυτές, τότε υπάρχει σημαντική πιθανότητα μετάλλαξης και εμφάνισης κάποιας μορφής καρκίνου.

Μελέτες για το πώς τα ELF και RF μπορεί να επηρεάσουν τα γονίδια, είναι πολύ σημαντικές, γιατί δείχνουν μια συσχέτιση με κάποια μορφή καρκίνου στον

ανθρώπινο οργανισμό. Αρκετά χρόνια πριν, πολλοί ήταν εκείνοι που πίστευαν ότι τα πολύ "αδύνατα" ELF και RF πεδία δεν μπορούσαν να επιδράσουν καθόλου πάνω στο DNA και στον τρόπο λειτουργίας των κυττάρων. Το σημείο που στηριζόταν αυτός ο ισχυρισμός ήταν ότι αυτά τα ανίσχυρα πεδία δεν διέθεταν την απαιτούμενη ενέργεια ώστε να προκαλέσουν οποιαδήποτε ζημιά στον ανθρώπινο οργανισμό. Όμως, όπως πλέον είναι γνωστό, η ενέργεια δεν αποτελεί κλειδί για την πρόκληση βλάβης, καθώς υπάρχουν πολλοί τρόποι να προκληθεί κάποιας μορφής βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό. [18]

Για παράδειγμα η έκθεση σε τοξικά χημικά, μπορεί να προκαλέσει βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό. Αλλαγή στην ισορροπία της εύθραυστης βιολογικής[ο9 διαδικασίας, μπορεί να προκαλέσει καταστροφή κυττάρων ,και να προκαλέσει κάποιου είδους ασθένεια εν γένει. Στην πραγματικότητα , πολλές χρόνιες παθήσεις συνδέονται άμεσα με αυτού του είδους τη ζημιά, η οποία δεν προϋποθέτει σε καμία περίπτωση αύξηση της θερμοκρασίας. Παρεμβολή, στον τρόπο με τον οποίο τα κύτταρα επικοινωνούν μεταξύ τους, είναι δυνατόν να προκαλέσει κάποια μορφή καρκίνου ή να προάγει ήδη υπάρχουσες καρκινογενέσεις, να αναπτυχθούν με γρηγορότερο ρυθμό.

Η χρήση μοντέρνων τεχνικών για γονιδιακό τεστ (gene-testing), μπορεί στο μέλλον να μας δώσει πολύτιμες πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο τα EMF επιδρούν πάνω στα μόρια του ανθρώπινου οργανισμού. Σε επίπεδο γονιδίων, υπάρχουν στοιχεία ότι τα EMF (both ELF & RF) είναι δυνατόν να προκαλέσουν αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο το DNA λειτουργεί.

Εργαστηριακές έρευνες διεξήχθησαν, με σκοπό να διερευνηθεί αν και κατά πόσο τα αδύνατα EMF πεδία μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο λειτουργίας των γονιδίων και των πρωτεϊνών.

- Έκθεση τόσο σε ELF όσο και σε RF πεδία, μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο DNA κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες έκθεσης, Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται και επίπεδα έκθεσης τα οποία κυμαίνονται σταθερά κάτω από τα υπάρχοντα όρια ασφαλείας. [18]

4.3.3 Επιδράσεις στις πρωτεΐνες του στρες

Σχεδόν σε κάθε ζωντανό οργανισμό υπάρχει μια ειδική προστασία που παρέχεται από τα κύτταρα όταν αυτά βρίσκονται σε καθεστώς επίθεσης από δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτή η αντίδραση του ζωντανού οργανισμού καλείται stress response και σε αυτή την περίπτωση παράγονται πρωτεΐνες στρες. Τα φυτά, τα ζώα, και άλλοι ζώντες οργανισμοί, παράγουν πρωτεΐνες στρες για να μπορέσουν να επιβιώσουν από περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες όπως για παράδειγμα, η υψηλή θερμοκρασία, η έλλειψη οξυγόνου, το οξειδωτικό στρες (το οποίο προκαλεί πρόωρη γήρανση). Μπορεί λοιπόν η έκθεση σε ELF & RF πεδία να συμπεριληφθεί στη λίστα με τους περιβαλλοντικά στρεσογόνους παράγοντες που προκαλούν φυσιολογικό stress response.

Η έκθεση σε χαμηλής έντασης ELF & RF πεδία, είναι δυνατόν να προκαλέσει τα κύτταρα, ώστε αυτά να παράγουν πρωτεΐνες στρες, πράγμα που σημαίνει ότι τα κύτταρα αναγνωρίζουν την έκθεση σε ELF και RF ως ζημιογόνα. Αυτός είναι ένας επιπλέον τρόπος, ώστε οι επιστήμονες να μπορούν να τεκμηριώσουν ότι η έκθεση σε χαμηλής έντασης ELF & RF πεδία μπορεί να είναι επιζήμια ακόμα και όταν τα επίπεδα έκθεσης είναι πολύ χαμηλότερα από τα ήδη υπάρχοντα όρια ασφαλείας. Μια επιπλέον ανησυχία, είναι ότι αν η κατάσταση στρες συνεχίζεται, τότε ο αμυντικός μηχανισμός του οργανισμού μειώνεται. Αυτό δηλαδή σημαίνει ότι το κύτταρο είναι περισσότερο εκτεθειμένο σε οποιαδήποτε πιθανή βλάβη, και αυτό εξηγεί γιατί η παρατεταμένη έκθεση είναι δυνατόν να είναι επιβλαβής ακόμα και σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα έντασης.

Έκθεση σε ELF πεδία των 5 έως 10 mG έχει αποδειχτεί ότι ενεργοποιεί το stress response των γονιδίων. Ο ρυθμός ειδικής απορρόφησης ή SAR δεν είναι ο καταλληλότερος τρόπος μέτρησης του κατωφλίου για τον ανθρώπινο οργανισμό, και επομένως δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως η βάση για τον καθορισμό ενός ασφαλούς ορίου, καθότι ο SAR σχετίζεται με περιπτώσεις βλάβης στον ανθρώπινο οργανισμό η οποία συνοδεύεται από άνοδο της θερμοκρασίας των ιστών. [18]

4.3.4 Επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα

Μελέτες σε ανθρώπους και άλλους ζώντες οργανισμούς αναφέρουν, σημαντικές αλλαγές στο ανοσοποιητικό σύστημα λόγω έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (electromagnetic fields). Μετρήσιμες βιολογικές αλλαγές (όπως για παράδειγμα αύξηση του ιστού των κυττάρων), που αποτελούν θεμελιώδη δείκτη για την πρόκληση αλλεργικής αντίδρασης, ενεργοποιούνται από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Μακρόχρονη έκθεση σε καταστάσεις που προκαλούν αλλεργική αντίδραση και άλλες φλεγμονώδεις καταστάσεις μπορεί να είναι επιζήμιες για την υγεία των ζώντων οργανισμών. Είναι πιθανόν λοιπόν, η μακροχρόνια και συνεχής έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, να οδηγήσει σε δυσλειτουργίες, χρόνιες αλλεργικές αντιδράσεις ή φλεγμονώδεις καταστάσεις. [18]

Συγκεκριμένα πορίσματα μελετών για έκθεση σε διαφόρων τύπων ηλεκτρομαγνητικά πεδία αναφέρεται ότι προκαλούν υπερευαισθησία στο ανοσοποιητικό σύστημα. Φλεγμονές και άλλες αλλεργικές αντιδράσεις είναι δυνατόν να τροφοδοτούνται από έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής έντασης, τα οποία μάλιστα δεν προκαλούν οποιαδήποτε θερμικά αποτελέσματα.

- ο αρνητικές επιδράσεις κατά τη διάρκεια της κύησης (κυκλοφορικές ενοχλήσεις και δυσλειτουργία του πλακούντα) με πιθανό πλέον κίνδυνο για την εγκυμοσύνη.
- ο κατεσταλμένο ανοσοποιητικό σύστημα και φλεγμονώδεις αντιδράσεις, που μπορεί να οδηγήσουν σε κυτταρική, ιστολογική και οργανική ζημιά.

Το φαινόμενο γνωστό ως ηλεκτρική υπερευαισθησία, εντοπίζεται όλο και πιο συχνά σε άτομα που κατοικούν, σε χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, Σουηδία, Ελβετία, Γερμανία, Δανία και πολλές άλλες χώρες του κόσμου. Υπολογίζεται ότι από ηλεκτρική υπερευαισθησία πάσχει ένα ποσοστό από 3 έως 10% του γενικού πληθυσμού, και φαίνεται ότι το φαινόμενο αυτό παρουσιάζει αυξητικές τάσεις, που μπορεί να οδηγήσουν ένα άτομο σε μείωση της παραγωγικότητας του.

Τα υπάρχοντα διεθνή όρια ασφαλείας του γενικού πληθυσμού που αφορούν την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία δεν φαίνεται να είναι αποτελεσματικά να προστατέψουν τη δημόσια υγεία. Νέα, χαμηλότερα όρια ασφαλείας απαιτούνται να οριστούν, τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη τους τις επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα, λόγω της έκθεσης σε χαμηλής έντασης ηλεκτρομαγνητικά πεδία. [18]

4.3.5 Neurology and Behavioral Effects

Μελέτες στο EEG, σε ανθρώπους που εκτέθηκαν σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία οφειλόμενη στη χρήση κινητών τηλεφώνων, έδειξε ότι παρουσιάστηκαν θετικές επιδράσεις (λέγοντας θετική επίδραση εννοείται ότι η έκθεση έχει την ικανότητα να προκαλέσει αλλαγές στη δραστηριότητα των κυμάτων του εγκεφάλου ακόμα και αν τα επίπεδα της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία θεωρείται ότι δεν θα παρουσίαζαν καμία επίδραση λόγω του ότι βρίσκονταν εντός των ορίων ασφαλείας). Δεν υπάρχει σχεδόν καμία αμφιβολία ότι, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που προκαλούνται από τα κινητά τηλέφωνα, επηρεάζουν την εγκεφαλική λειτουργία. Οι συνέπειες στη συμπεριφορά αυτών των νευρο-ηλεκτρο-φυσιολογικών αλλαγών δεν είναι πάντοτε προβλέψιμες και η έρευνα επίσης δείχνει, ότι οι επιδράσεις εξαρτώνται από το πνευματικό φορτίο των θεμάτων κατά τη διάρκεια της έκθεσης π.χ την πολυπλοκότητα του προβλήματος για ένα θέμα το οποίο εκτελείται.

Οι περισσότερες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν μέχρι τώρα είναι πειράματα έκθεσης μικρής διάρκειας, ενώ η χρήση κινητού τηλεφώνου προκαλεί μεγάλης διάρκειας έκθεση στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Στα περισσότερα πειράματα οι επιδράσεις στη συμπεριφορά, παρατηρήθηκαν μετά τη λήξη της έκθεσης σε RF (ραδιοσυχνότητες). Σε μερικά από τα πειράματα, τα τεστ έγιναν μερικές μέρες μετά την έκθεση. Αυτό συνεπάγεται μια παραμένουσα αλλαγή στο νευρικό σύστημα μετά την έκθεση σε ραδιοσυχνότητες.

Σε πολλές περιπτώσεις, νευρολογικές επιδράσεις και επιρροές στη συμπεριφορά παρατηρήθηκαν σε ένα επίπεδο SAR μικρότερο από 4W/kg. Αυτό αντικρούει σαφώς τη βασική υπόθεση για το κριτήριο καθοδήγησης της IEEE. *Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται, καθ' ότι επιδράσεις στο περιφερειακό νευρικό σύστημα (νευρολογικές επιδράσεις και επιδράσεις στη συμπεριφορά) είναι δυνατόν να επηρεάσουν το κεντρικό νευρικό σύστημα, λόγω αλληλεπίδρασης των δύο συστημάτων.* [18]

4.3.6 Νόσος Alzheimer και καρκίνος του στήθους

Η νόσος Alzheimer είναι δυνατόν να προκληθεί όταν τα επίπεδα μελατονίνης στον ανθρώπινο οργανισμό είναι χαμηλά. Υπάρχουν έρευνες που δείχνουν ότι το EMF μειώνει τα επίπεδα μελατονίνης, κατά συνέπεια αυξάνεται έτσι ο κίνδυνος πρόκλησης της ασθένειας Alzheimer.

Αναφορικά με τον καρκίνο του στήθους, μακροπρόθεσμη συστηματική έκθεση στο χώρο εργασίας σε επίπεδα μεγαλύτερα των 10mG (1.0μT) αυξάνει την πιθανότητα πρόκλησης καρκίνου του στήθους. Το πιο επικίνδυνο επάγγελμα φαίνεται να είναι οι ράφτρες, γιατί εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία με επίπεδα έκθεσης μεγαλύτερα των 10mG καθημερινά. Κάτι τέτοιο συνεπάγεται μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης της νόσου Alzheimer, καθώς και του καρκίνου του στήθους. [18]

4.4 Πορίσματα διεθνών οργανισμών

A) WHO (World Health Organization)

Οι έντονες βιολογικές επιδράσεις που ισχύουν όσον αφορά την έκθεση σε ELF ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, σε κλίμακα συχνότητας ως 100 kHz, μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία. Απαιτούνται λοιπόν ανώτατα όρια έκθεσης. Η σύμπνοια με τα διεθνή στανταρ που υπάρχουν, φαίνεται να εξασφαλίζει αρκετή προστασία στον ανθρώπινο οργανισμό. Υπάρχει επίμονη επιδημιολογική ένδειξη η οποία διατείνεται, ότι η χρόνια έκθεση σε χαμηλής έντασης ELF μαγνητικά πεδία, συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο για παιδική λευχαιμία. Παρ' όλα αυτά η ένδειξη για μια αιτιακή σχέση μεταξύ τους είναι περιορισμένη και επομένως, όρια έκθεσης τα οποία βασίζονται σε επιδημιολογικές ενδείξεις δεν συνιστώνται, αλλά προτείνονται μόνο κάποια προληπτικά μέτρα.

Ο WHO δε βρίσκει κανένα λόγο να αλλάξει ο καθορισμός των EMF στην κατηγορία 2B, που σημαίνει ότι τα EMF πεδία είναι πιθανόν να προκαλέσουν καρκινογένεση στον ανθρώπινο οργανισμό. Από τη στιγμή που τα ELF-EMF κατηγοριοποιήθηκαν ως πιθανώς καρκινογόνα είναι μη-συνεπές να καταλήξουμε ότι δεν χρειάζεται αλλαγή στα όρια έκθεσης. Αν το μονόγραφο επιβεβαιώσει, όπως και άλλοι οργανισμοί, ότι η παιδική λευχαιμία παρουσιάζεται σε τουλάχιστον χαμηλές κλίμακες που κυμαίνονται από 3 mG έως 4 mG, τότε τα όρια του ICNIRP που βρίσκονται στα 1000mG για 50Hz και 60 Hz για έκθεση σε ELF πεδία, είναι σίγουρα πολύ υψηλά, και θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των παιδιών. [18]

Οι περισσότερες από τις έρευνες που εξετάζουν τους μακροπρόθεσμους κινδύνους από έκθεση σε ELF μαγνητικά πεδία, έχουν επικεντρωθεί στην παιδική λευχαιμία. Το 2002 το IARC δημοσίευσε ένα μονόγραφο που κατηγοριοποιεί τα ELF μαγνητικά επίπεδα ως πιθανώς καρκινογόνα για τους ανθρώπους. Αυτή η κατηγοριοποίηση βασίζεται σε συγκεντρωτικές αναλύσεις επιδημιολογικών ερευνών που δείχνουν ένα συνεχιζόμενο μοτίβο αύξησης στην παιδική λευχαιμία, το οποίο συνδέεται με μία μέση έκθεση σε μαγνητικά πεδία πάνω από 0,3 μ T - 0,4 μ T. Το γκρουπ των επιστημόνων που πραγματοποίησε την έρευνα, κατέληξε ότι οι μετέπειτα έρευνες δεν αλλάζουν τα δεδομένα αυτής της κατηγοριοποίησης.

Διεθνείς οδηγίες έκθεσης

Οι επιδράσεις στην υγεία, οι οποίες σχετίζονται με βραχυπρόθεσμες υψηλού επιπέδου εκθέσεις, έχουν εδραιωθεί, και δημιουργούν τη βάση δύο οδηγιών διεθνώς (ICNIRP 1998, και IEEE 2002). Αυτά τα σώματα θεωρούν ότι η επιστημονική έρευνα που σχετίζεται με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία από μακροπρόθεσμη χαμηλού επιπέδου έκθεση σε ELF πεδία, είναι μη επαρκής ώστε να αιτιολογήσουν τη μείωση των υπαρχόντων επιπέδων έκθεσης. Όσον αφορά τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις, δεδομένης της αδυναμίας της έρευνας να συνδέσει την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία με την παιδική λευχαιμία, τα οφέλη που προκύπτουν από τη μείωση της έκθεσης είναι προς το παρόν αβέβαια. Έχουν λοιπόν διατυπωθεί οι παρακάτω προτάσεις:

Οι κυβερνήσεις και οι βιομηχανίες πρέπει να προωθήσουν και να χρηματοδοτήσουν νέα ερευνητικά προγράμματα, ώστε να μειωθεί περαιτέρω η αβεβαιότητα της υπάρχουσας επιστημονικής έρευνας αναφορικά με τις επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, ύστερα από έκθεση σε ELF πεδία. Μέσω της διαδικασίας αξιολόγησης του κινδύνου από ELF υπάρχουν κενά στη γνώση, και αυτά τα κενά αποτελούν τη βάση για μια καινούρια έρευνα.

Στην περίπτωση που σχεδιάζεται νέος τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός, συμπεριλαμβανομένου και των συσκευών, θα πρέπει να προβλεφθούν και διάφοροι έξυπνοι τρόποι (χαμηλού κόστους) που θα οδηγούν σε μια κατεύθυνση μείωσης των επιπέδων έκθεσης. Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα κατάλληλα μέτρα με σκοπό τη μείωση των επιπέδων έκθεσης διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

Αναφορικά με τις επιδράσεις της RF ακτινοβολίας στην υγεία των παιδιών ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας το 2002 ανέφερε τα εξής:

Οι πιθανές δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία των παιδιών από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων δεν έχουν πλήρως ερευνηθεί. Επειδή υπάρχουν ενδείξεις ότι η έκθεση σε RF πεδία μπορεί να είναι πιο επικίνδυνη για τα άτομα νεαρής ηλικίας, γι' αυτό λοιπόν προτείνεται συνετή αποφυγή, όσο αυτό βέβαια είναι δυνατόν. [18]

B) SCENIHR

Πρόκειται για μια ανεξάρτητη επιστημονική επιτροπή η οποία το 2007 ανέφερε τα εξής:

ELF: Τα ELF μαγνητικά πεδία, είναι πιθανόν καρκινογόνα, παρόλο που δεν υπάρχει μηχανισμός για το πώς τα μαγνητικά πεδία των ELF και η έκθεση σε αυτά προκαλεί παιδική λευχαιμία. Αναφορικά με την πιθανότητα καρκίνου του στήθους ή και καρδιαγγειακής ασθένειας, πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι δεν φαίνεται να υπάρχει πιθανή σύνδεση.

Αβέβαια είναι τα αποτελέσματα για νευρολογικές ασθένειες και πιθανούς όγκους στην περιοχή του εγκεφάλου, αφού δεν έχει αποδειχτεί συσχετισμός μεταξύ ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και εμφάνισης συμπτωμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό.

RF : Έχει υπάρξει εκτεταμένη έρευνα αναφορικά με την έκθεση σε χαμηλής έντασης RF πεδία. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα ακόλουθα:

Χρήση κινητού για λιγότερα από 10 χρόνια δεν φαίνεται να αυξάνει την πιθανότητα για πρόκληση όγκου στον εγκέφαλο ή ακουστικού γλειώματος. Παρ' όλα αυτά συστηματική χρήση του κινητού τηλεφώνου για διάστημα μεγαλύτερο των 10 χρόνων φαίνεται να αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα πρόκλησης όγκου στον εγκέφαλο καθώς και ακουστικού γλειώματος.

Τα παιδιά μάλιστα λόγω του αναπτυσσόμενου νευρικού τους συστήματος φαίνεται να επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τα RF πεδία. Επιπλέον ο ιστός του εγκεφάλου τους είναι σαφώς πιο ευάλωτος σε σχέση με τον εγκέφαλο ενός ενήλικα καθ' ότι έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό και μεγαλύτερη συγκέντρωση ιόντων, η διείσδυση των RF πεδίων είναι μεγαλύτερη, δεδομένου του μικρού μεγέθους που έχει το κεφάλι ενός παιδιού, και η απορρόφηση ενέργειας RF από τους ιστούς του εγκεφάλου (συχνότητες κινητής τηλεφωνίας) είναι σαφώς μεγαλύτερη σε παιδιά, σε σχέση με τους ενήλικες. Αυτές οι ομάδες μάλιστα είναι και αυτές που θα εκτεθούν και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. [18]

Γ) NRPB (England)

Από τα αποτελέσματα των επιδημιολογικών ερευνών διατυπώνονται ανησυχίες για τον πιθανό κίνδυνο παιδικής λευχαιμίας, η οποία συνδέεται με έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία πάνω από 4mG και αυτή η αναφορά δείχνει ότι τα υπάρχοντα όρια δεν είναι ασφαλή, δεδομένου ότι στην Αγγλία τα όρια ασφαλείας είναι στα 5000mG (στο χώρο εργασίας) και 1000mG για δημόσια έκθεση. [18]

Δ) National Technology Program

Το NTP συμπεραίνει ότι υπάρχουν επιστημονικές ενδείξεις οι οποίες όμως δεν καταλήγουν, αν η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι ασφαλείς ή όχι καθ' ότι οι οδηγίες βασίζονται σε προστασία από θερμικές επιδράσεις και δεν προστατεύουν ενάντια σε μη θερμικές επιδράσεις από χρόνιες εκθέσεις. [18]

Ε) IEEE (Ηνωμένες Πολιτείες)

Το βιολογικό όριο βασίζεται σε πειράματα που έχουν να κάνουν με την εκμάθηση συμπεριφοράς με κίνητρο το φαγητό στα ζώα. Ο SAR για διαταραχή συμπεριφοράς βρέθηκε να κυμαίνεται μεταξύ 3 και 9 W/kg για αρκετά ζώα και μεγάλο φάσμα συχνοτήτων. Όσον αφορά ολόκληρο το σώμα 4 W/kg θεωρείται το όριο κάτω από το οποίο δεν αναμένονται δυσμενείς επιδράσεις. Για να είμαστε σίγουροι και να υπάρχει ασφάλεια στην εργασία τα όρια θα πρέπει να μειωθούν στο επίπεδο των 0.4 W/kg επειδή εκεί υπάρχει ελεγχόμενη έκθεση ενώ σε μη ελεγχόμενα δημόσια περιβάλλοντα το ανώτατο όριο βρίσκεται στα 0.08 W/kg. Η οριοθέτηση των ανώτατων ορίων για RF πεδία βασίζεται σε διακριτές, παρ' όλα αυτά όμως όχι χρόνιες εκθέσεις. Αποτυγχάνει να πάρει υπόψη της οποιαδήποτε μικρού μεγέθους εκθέσεις και βιο-επιδράσεις που είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιας έκθεσης σε χαμηλής έντασης πεδία, οι οποίες όμως είναι δυνατόν να προκαλέσουν δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου που εκτίθεται κάποια στιγμή στο μέλλον. [18]

Τα πρακτικά της συνεδρίασης της έρευνας του NATO για τις βιολογικές επιδράσεις υπό την επίδραση εξαιρετικά υψηλών ηλεκτρικών παλμών καθώς και τα πρακτικά των UNESCO/ WHO/ IUPAB σχετικά με βιολογικές επιδράσεις ύστερα από έκθεση σε EMF πεδία, αναφέρουν τα ακόλουθα :

Οι συγγραφείς συμφώνησαν ότι, στο μέλλον ο παγκόσμιος εναρμονισμός των ορίων ασφαλείας θα πρέπει να βασίζεται σε βιολογικές επιδράσεις και όχι σε μετρήσιμα μεγέθη. Συμμετείχαν 47 τον αριθμό συγγραφείς από 21 χώρες ανά τον κόσμο. Οι συγγραφείς ήταν επιστήμονες, μηχανικοί, φυσικοί ή σχεδιαστές πολιτικής από Ευρώπη, Αμερική και Ασία. Οι οδηγίες που προέκυψαν από το ICNIRP σχετικά με την έκθεση σε RF πεδία, βασίζονται μόνο σε θερμικές επιδράσεις και αγνοούν εντελώς τις μη-θερμικές. Αυτές οι οδηγίες τονίζουν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των

ηλεκτρομαγνητικών πεδίων τα οποία αξιολογούνται ώστε να υπάρξουν οι βασικοί περιορισμοί. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

- Η παρούσα πυκνότητα
- Ο ρυθμός ειδικής απορρόφησης
- Η πυκνότητα ρεύματος

Εντούτοις, δεδομένα που προκύπτουν από έρευνες αναφέρουν ότι ο SAR (Specific Absorption Rate) δεν περιγράφει επαρκώς τις βιολογικές επιδράσεις σε κύτταρα και οργανισμούς για δύο λόγους:

Μια πρώτη και βασική αιτία είναι, ο μη-γραμμικός χαρακτήρας των βιο-επιδράσεων, που προκαλούνται λόγω έκθεσης σε EMF πεδία, εξαιτίας της ύπαρξης μεγάλου εύρους συχνοτήτων καθώς και χρόνου έκθεσης. Μια δεύτερη αιτία, είναι ότι οι βιολογικές επιδράσεις που προκαλούνται ύστερα από έκθεση σε EMF πεδία, βασίζονται κυρίως στη φυσική και χημική σύνθεση του περιβάλλοντος μέσου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Μετρήσεις επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

5.1 Επιλεκτικός μετρητής ακτινοβολίας SRM-3000

Η βασική μονάδα μετρήσεων είναι η SRM – 3000 (Selective Radiation Meter), 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 (Σχήμα 5-1).



Σχήμα 5-1

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.

5.1.1 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

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.

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 της συσκευής.

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:

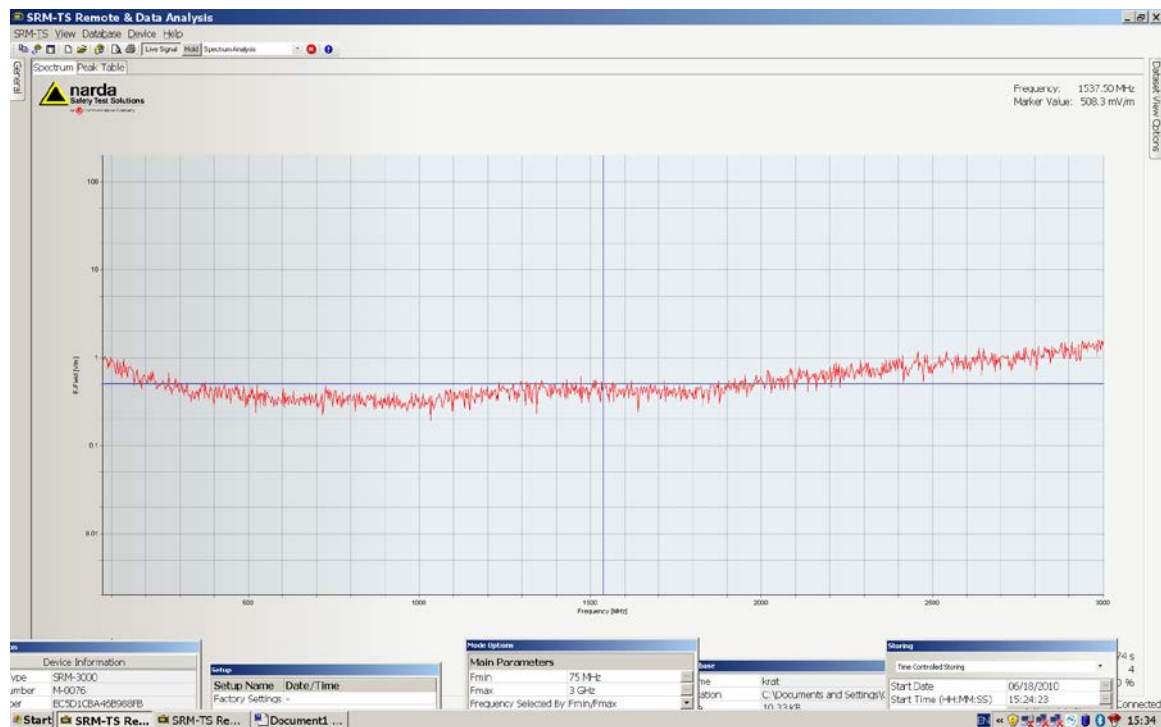
- Μεταφορά όλων ή και επιλεγμένων αποθηκευμένων αποτελεσμάτων-δεδομένων σε μορφή “text” ή ”CSV” στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία μέσω άλλων προγραμμάτων (πχ Microsoft EXCEL®).
- Εκτύπωση αποτελεσμάτων σε μορφή περίληψης.
- Απομακρυσμένη Διαχείριση της Συσκευής.

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

5.1.2 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 5-2). 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: 5-2

B) Εκτίμηση ασφάλειας (Safety Evaluation Mode)

Σε αυτή τη λειτουργία, το SRM απεικονίζει τα αποτελέσματα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε μορφή πινάκων, έχοντας καταναίμει το συνολικό αποτέλεσμα στις ανεξάρτητες πηγές ακτινοβολίας (Σχήμα 5-3). 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/m² ή mW/cm². 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]

The screenshot displays the SRM-TS Remote & Data Analysis software interface. The main window shows a table of service frequency ranges. Below the table, there are several floating windows: 'Device Information', 'Setup', 'Main Parameters', 'Timing', and 'Database'.

Service	Value	Lower Frequency	Upper Frequency
FM - RADIO	1.596 V/m	75.000 MHz	87.500 MHz
TV-VHF	1.808 V/m	87.500 MHz	108.000 MHz
TV-VHF	3.093 V/m	108.000 MHz	230.000 MHz
TV-VHF	2.547 V/m	230.000 MHz	400.000 MHz
TETRA	1.425 V/m	400.000 MHz	470.000 MHz
TV - UHF	3.116 V/m	470.000 MHz	865.000 MHz
GSM 900	1.498 V/m	865.000 MHz	960.000 MHz
GSM 1800	4.946 V/m	960.000 MHz	1710.000 MHz
UMTS	2.545 V/m	1710.000 MHz	1885.000 MHz
UMTS	4.502 V/m	1885.000 MHz	2200.000 MHz
UMTS	4.340 V/m	2200.000 MHz	2400.000 MHz
WIFI-RLAN	3.193 V/m	2400.000 MHz	2483.500 MHz
WIFI-RLAN	11.06 V/m	2483.500 MHz	3000.000 MHz
Others	0.000 V/m		
Total	15.41 V/m	75.000 MHz	3000.000 MHz

Device Information:
 type: SRM-3000
 number: M-0076
 serial: ECSD1CDA469898FB
 software Version: SRM FW V1.5.5
 on Date: 04/02/2008
 External Power: 96%

Main Parameters:
 Fmin: 75 MHz
 Fmax: 3 GHz
 RBW: 3 MHz
 Sel. First Service: 75.000 MHz to 87.500 MHz
 Sel. Last Service: 2483.500 MHz to 3000.000 MHz
 Sel. All Services
 Meas. Range: 200 V/m
 MR Search
 Result Type: ACT
 Unit: V/m

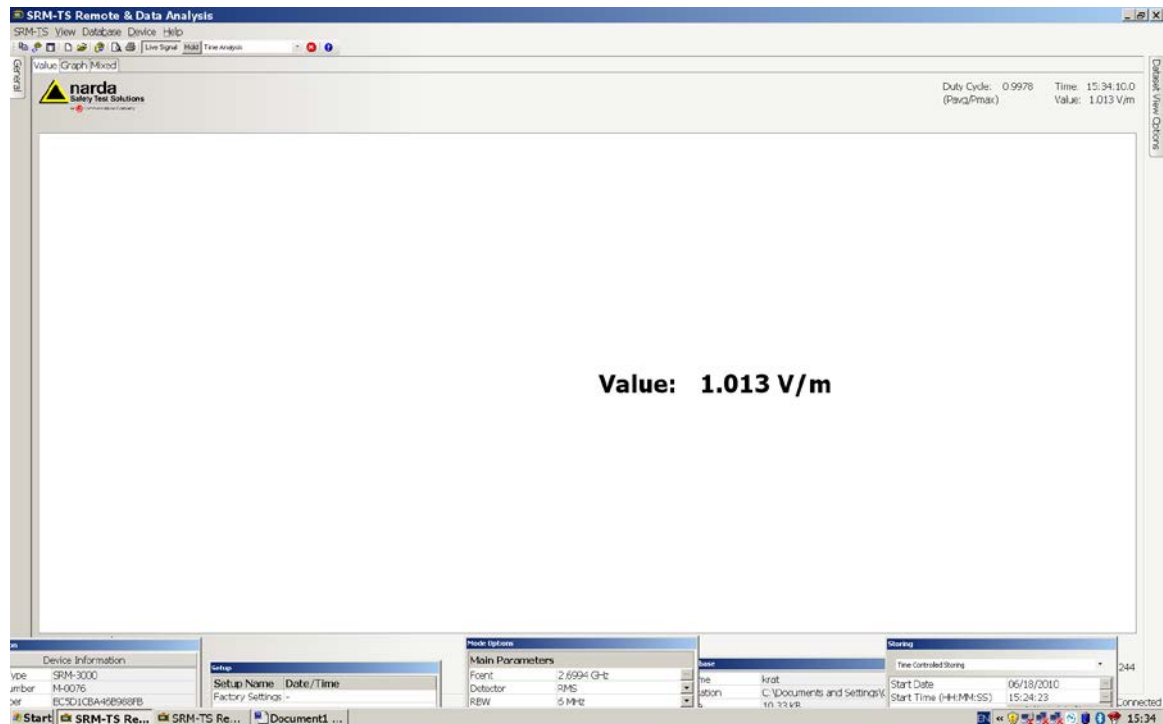
Timing:
 Start Date: 05/18/2010
 Start Time (HH:MM:SS): 15:24:23
 Duration (HH:MM:SS): 00:06:00
 As Often As Possible: Yes
 Time Interval (HH:MM:SS): 00:00:03
 Countdown: 00:00:00
 Time: 2.500 s
 Runs: 189

Database:
 Name: krat
 Location: C:\Documents and Settings\George\Desktop\krat.srd
 C-no: 10 22 kb

Σχήμα: 5-3

Γ) Χρονική Ανάλυση (Time Analysis)

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στο χρήστη να πραγματοποιεί επιλεγμένες μετρήσεις σε μια καθορισμένη συχνότητα (Σχήμα 5-4). 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: 5-4

5.2 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)”. [13]

Αρχικά καθορίζεται η θέση μέτρησης. Με την χρήση αναλυτή φάσματος καθορίζεται η θέση όπου η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου από εκπομπή της υπό μέτρηση κεραιάς GSM είναι μέγιστη. Στην θέση αυτή και σε ύψος 1,5 m από τη βάση στήριξης της κεραιάς 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]

5.2.1 Προετοιμασία μετρητικού εξοπλισμού

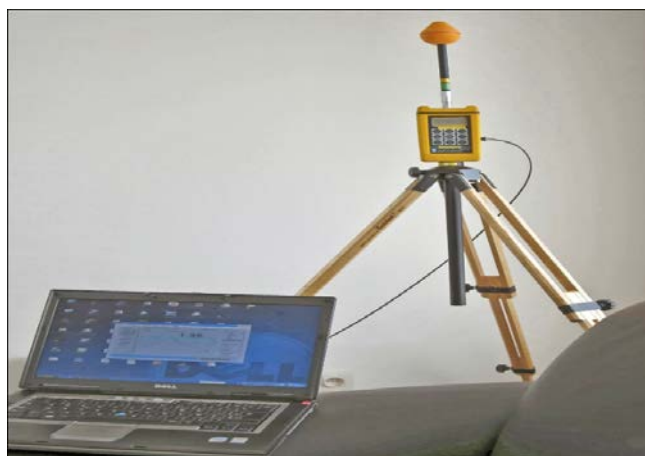
Πριν την υλοποίηση μετρήσεων με τη χρήση του SRM-3000 πρέπει να ελέγχονται τα κάτωθι:

- Έλεγχος των Πινάκων Συχνότητων 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.

5.2.2 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 5.5

Τα σημεία στα οποία έλαβαν χώρα οι μετρήσεις είναι:

- 1^ο ΛΥΚΕΙΟ ΤΡΙΠΟΛΗΣ
- 2^ο ΛΥΚΕΙΟ ΤΡΙΠΟΛΗΣ
- Ι.Κ.Α.
- ΕΠΑ.Λ
- ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ
- ΠΛΑΤΕΙΑ ΑΓΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
- 8^ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ
- ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ
- 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]

5.2.3 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). Με αυτή τη συνδεσμολογία πραγματοποιούνται μετρήσεις σε όλο το φάσμα συχνοτήτων της ζώνης των κινητών τηλεπικοινωνιών. Πραγματοποιήθηκαν δύο δρομολόγια γύρω από τα βασικά σημεία της Τρίπολης, διάρκειας κάθε διαδρομής ίσης με 45 λεπτά.



Σχήμα 5-6

5.3 Διεξαγωγή μετρήσεων

5.3.1 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 κατ' αρχήν, τη μέγιστη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (V/m), στα τέσσερα εξάλεπτα μέτρησης. Η λογική που ακολουθήθηκε ήταν να υπολογιστεί αρχικά η μέγιστη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου για κάθε εξάλεπτη μέτρηση και κατόπιν λήφθηκε ως τελική τιμή το χειρότερο σενάριο αυτών (worst case). Απεικονίζει επιπλέον, το όριο ασφαλείας που έχει ορίσει η Ελληνική νομοθεσία ως ανώτατο όριο (60% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης), αλλά και το ανώτατο όριο έντασης ηλεκτρικού πεδίου, όπως προκύπτει από το bioinitiative report.

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

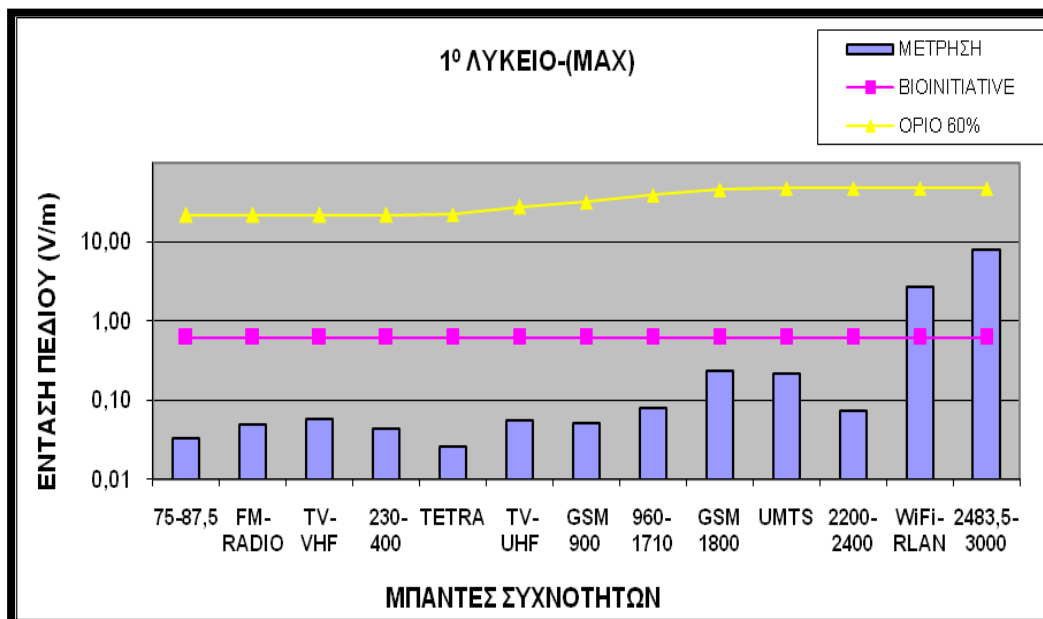
Διάγραμμα 3: Απεικονίζει την τυπική απόκλιση (STD) της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, κάθε εξάλεπτης μέτρησης, για τις μάντες συχνοτήτων GSM 900 και GSM 1800. Και σε αυτή την περίπτωση ακολουθήθηκε η λογική του χειρότερου σεναρίου (worst case).

Σημείο Μέτρησης 1: 1^ο Λύκειο

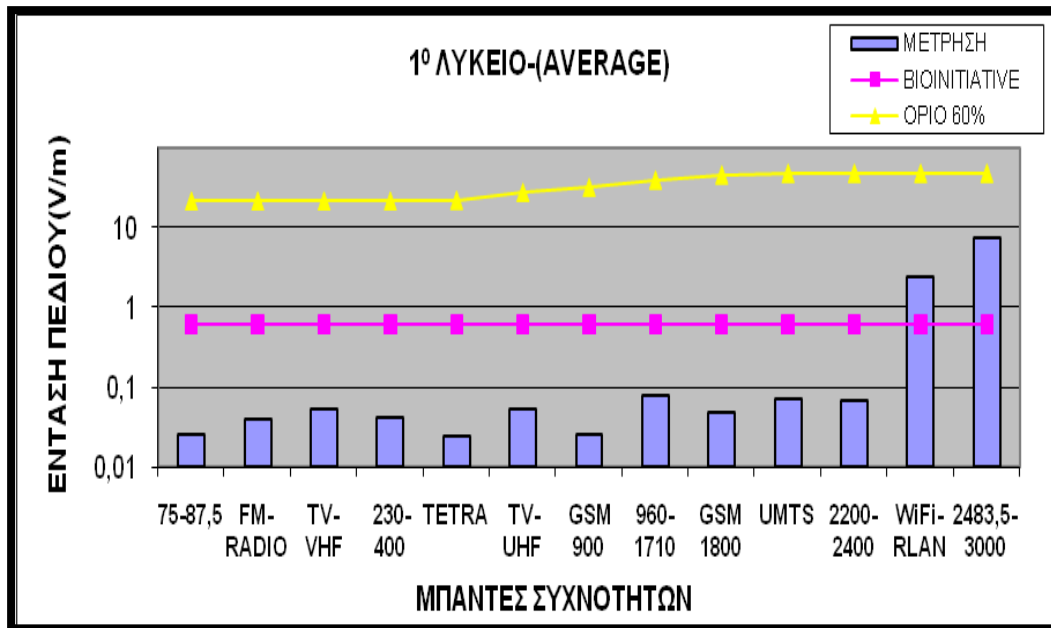
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



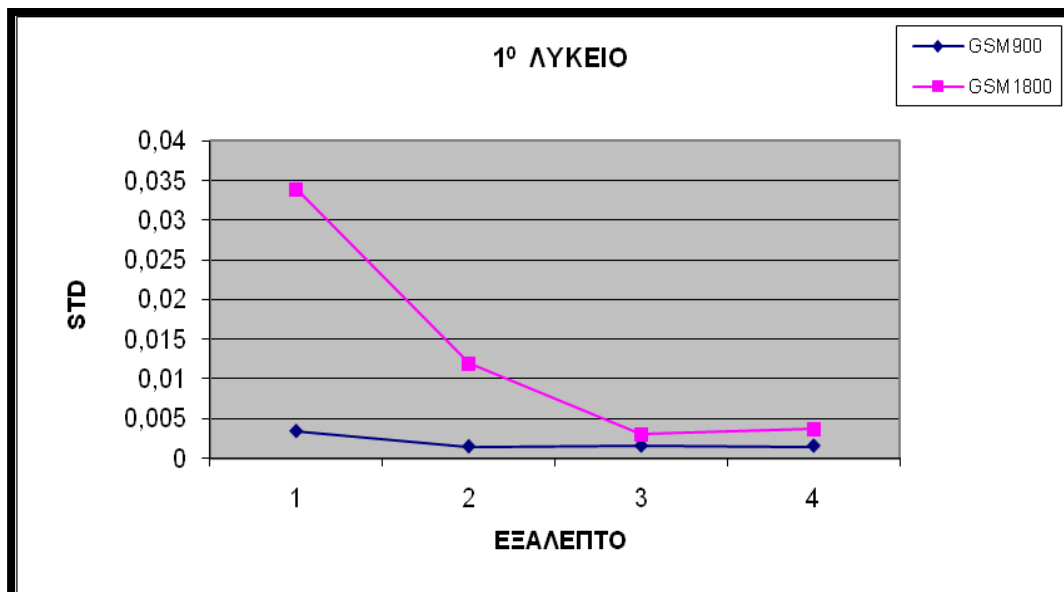
Ραβδόγραμμα 1



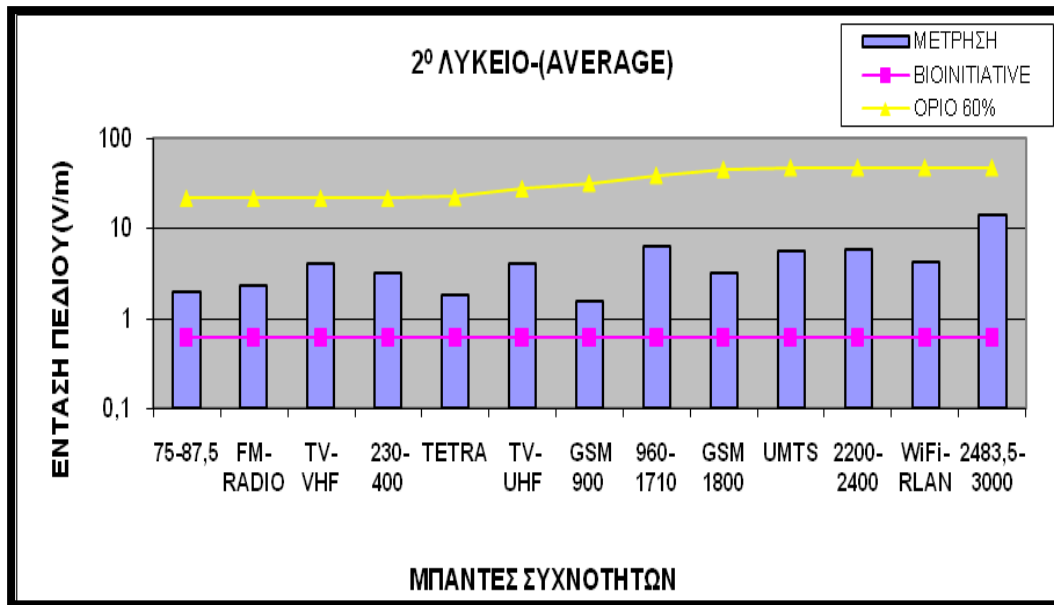
Ραβδόγραμμα 2



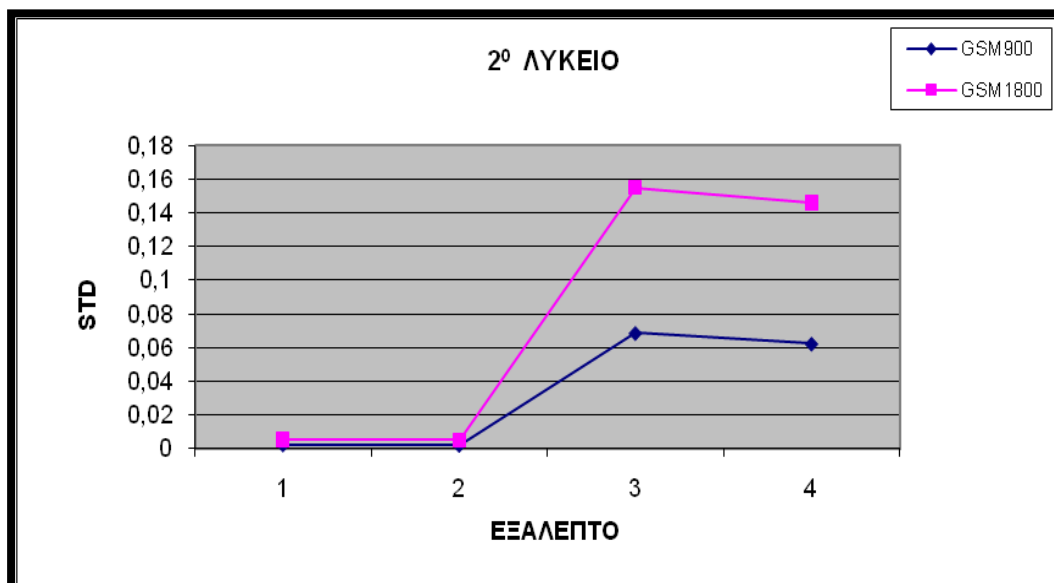
Ραβδόγραμμα 3



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

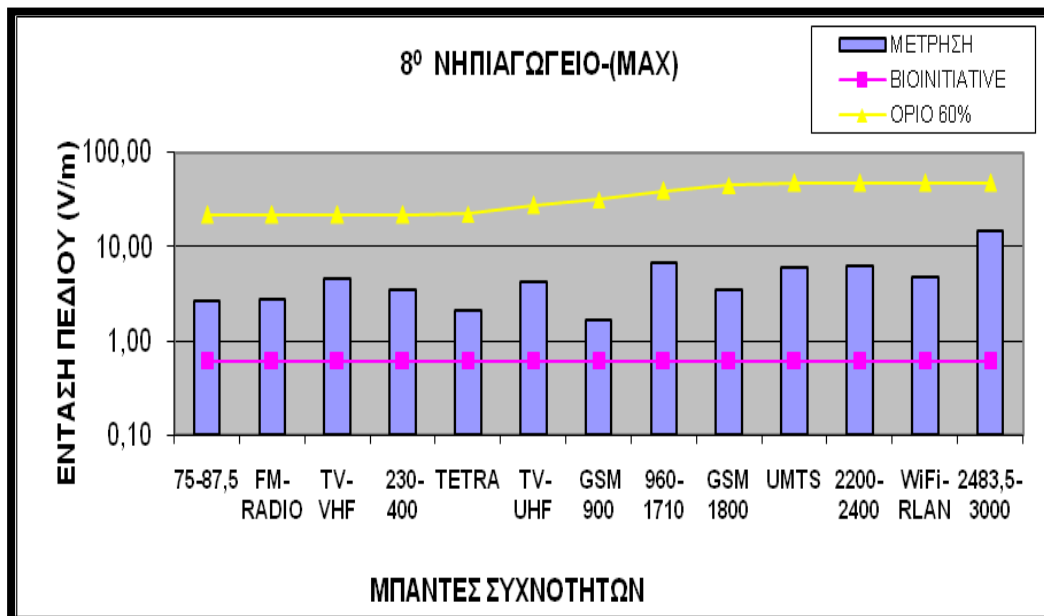


Σημείο Μέτρησης 3: 8^ο Νηπιαγωγείο

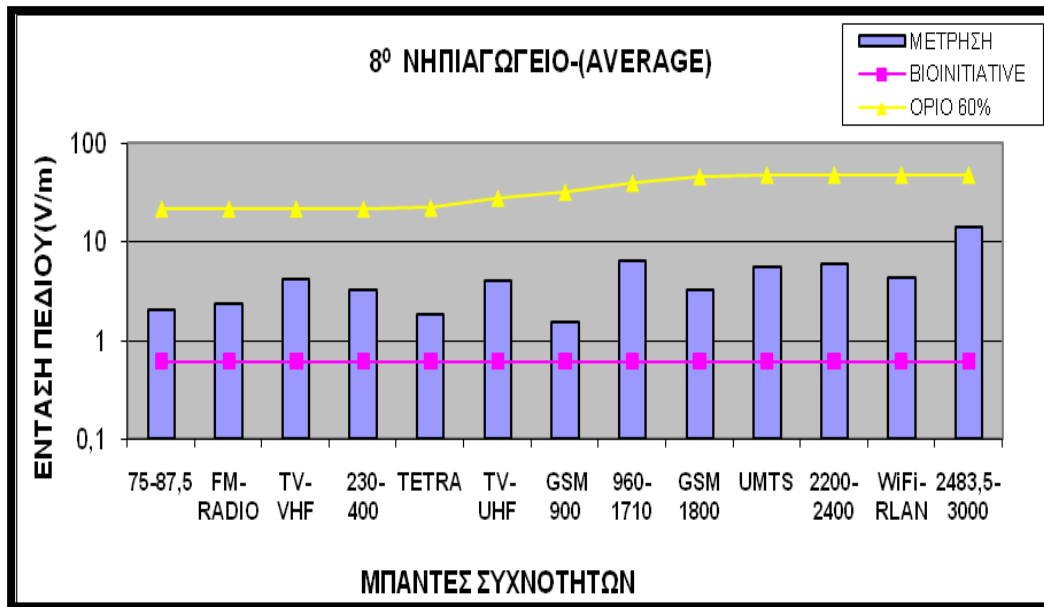
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



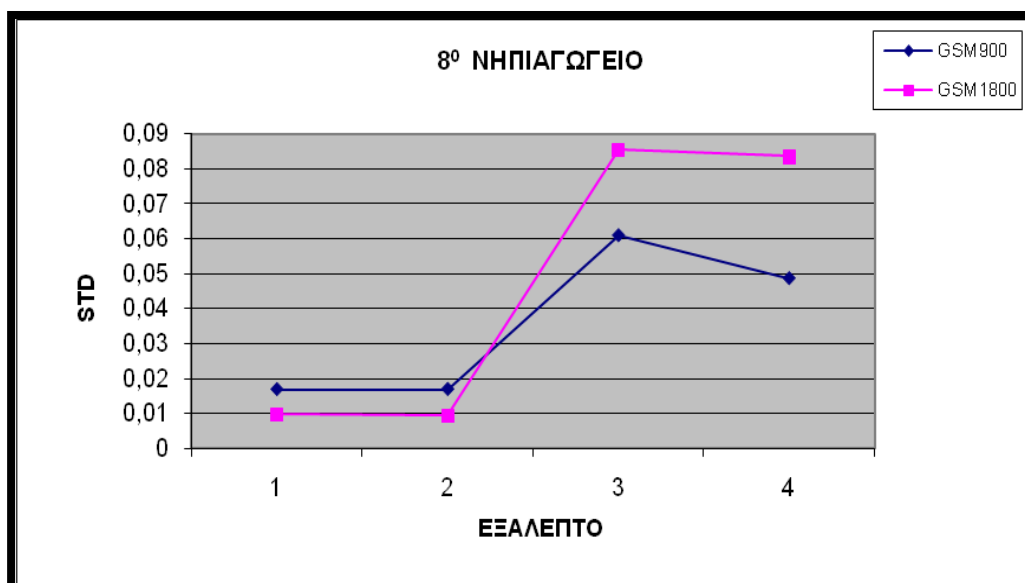
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

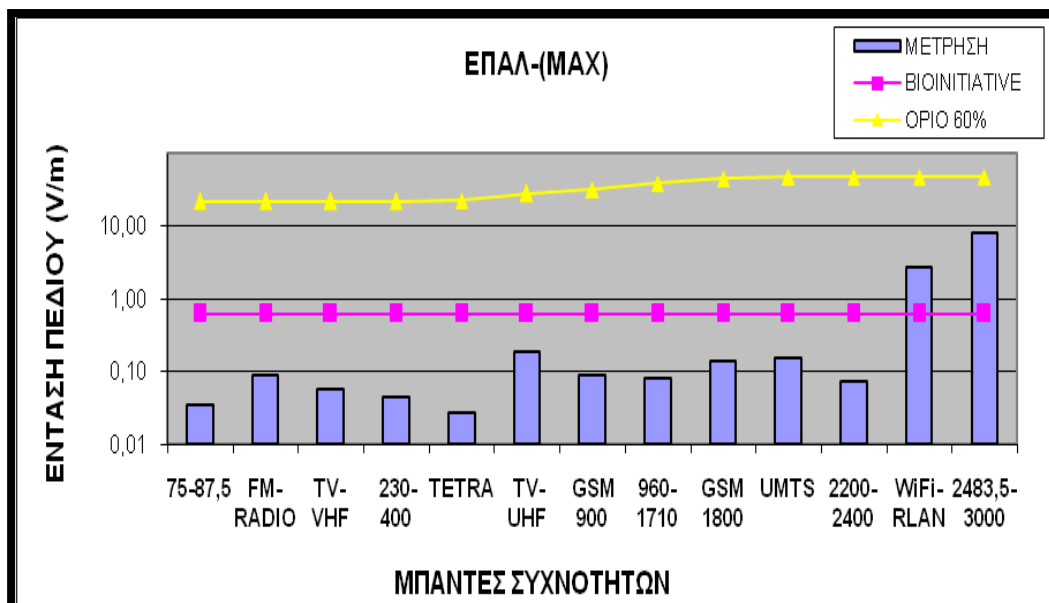


Σημείο Μέτρησης 4: ΕΠΑΛ

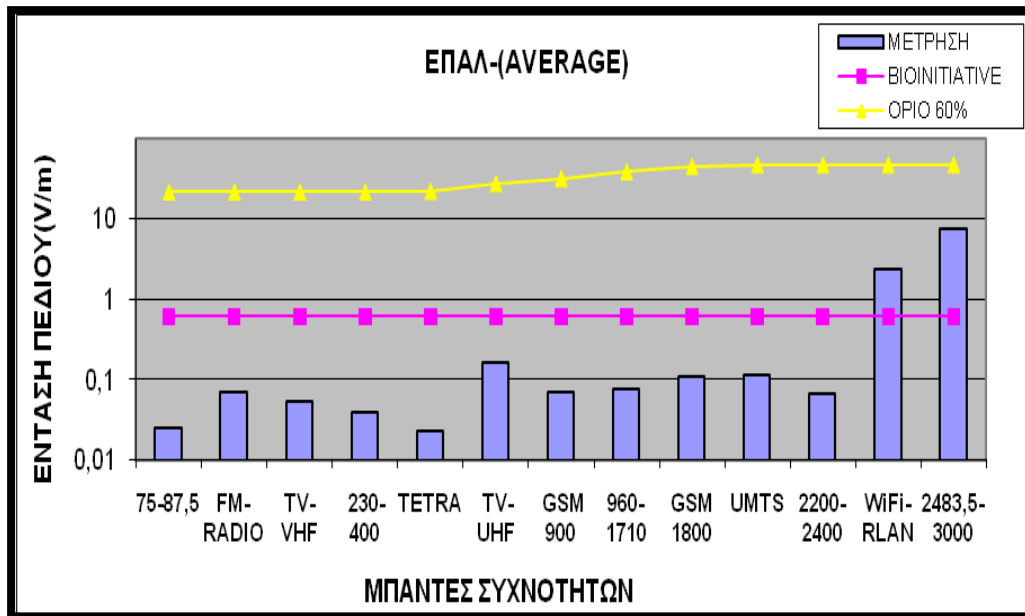
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



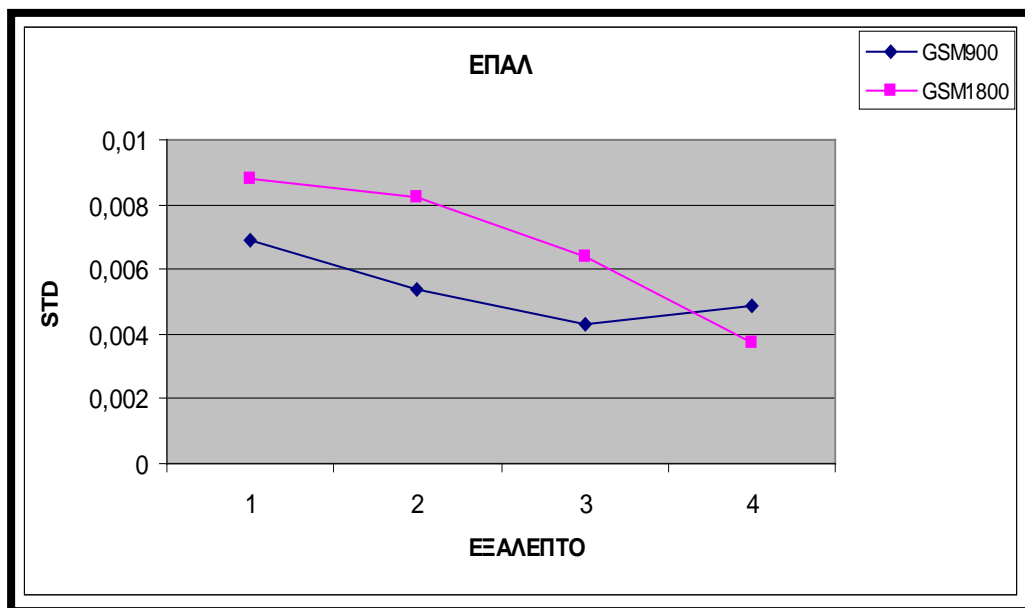
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

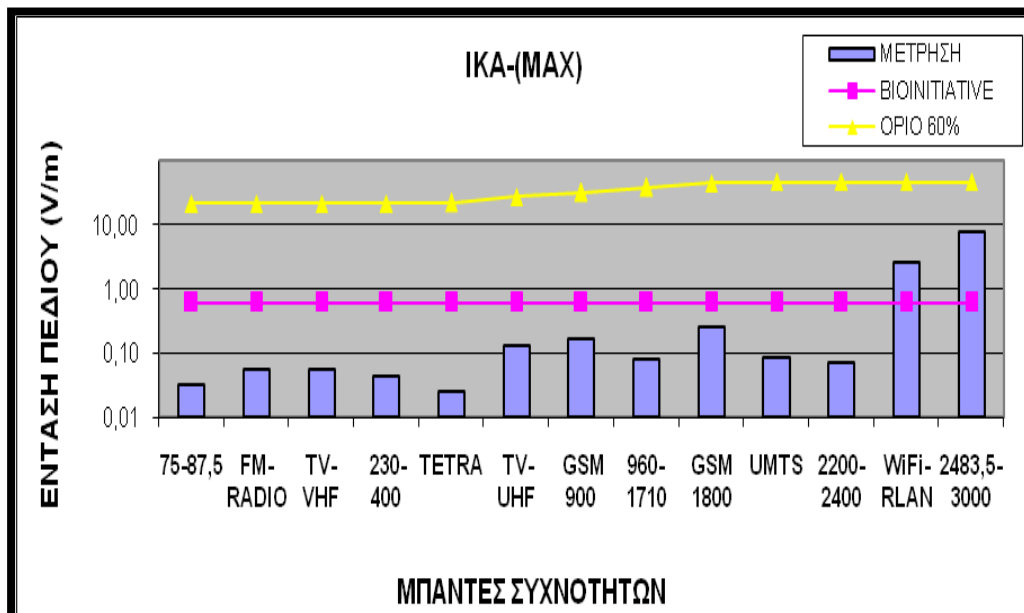


Σημείο Μέτρησης 5: ΙΚΑ

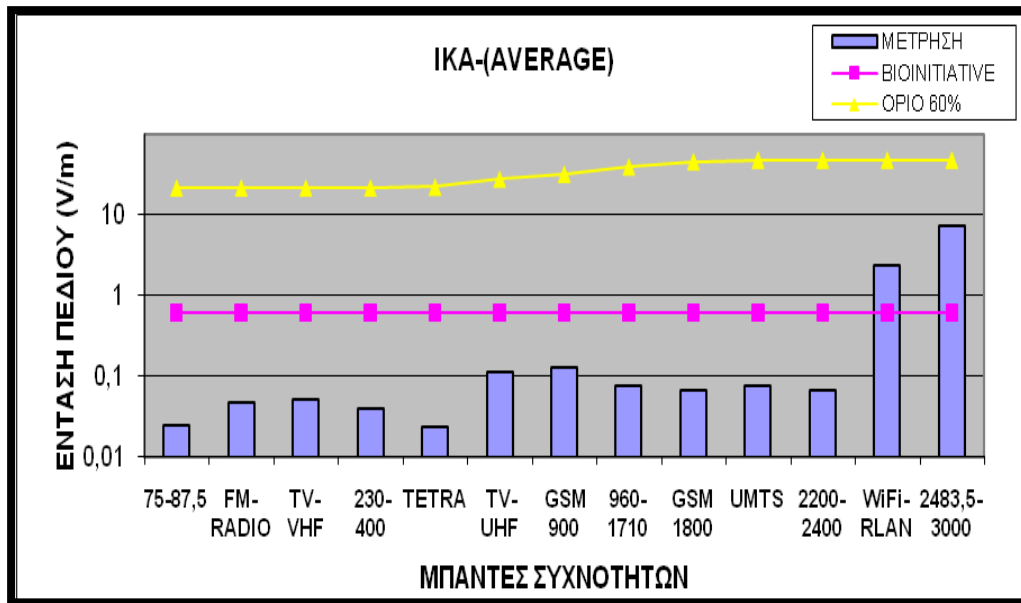
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



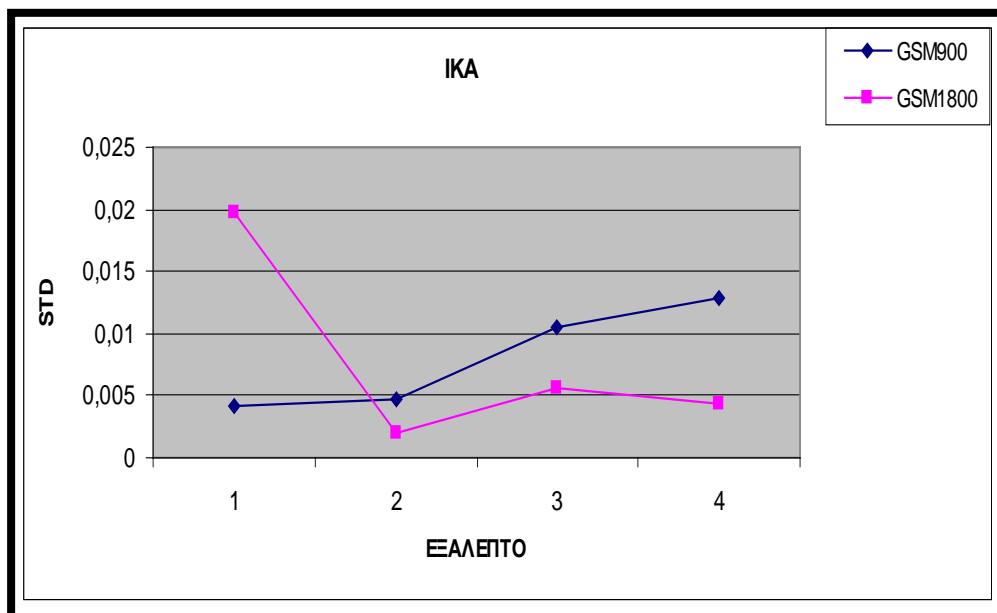
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

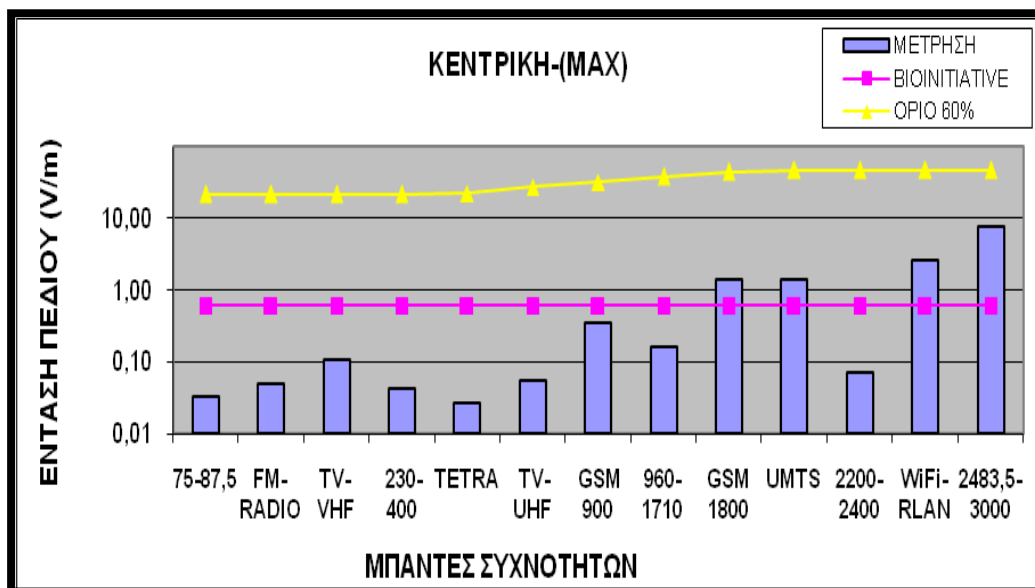


Σημείο Μέτρησης 6: ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ

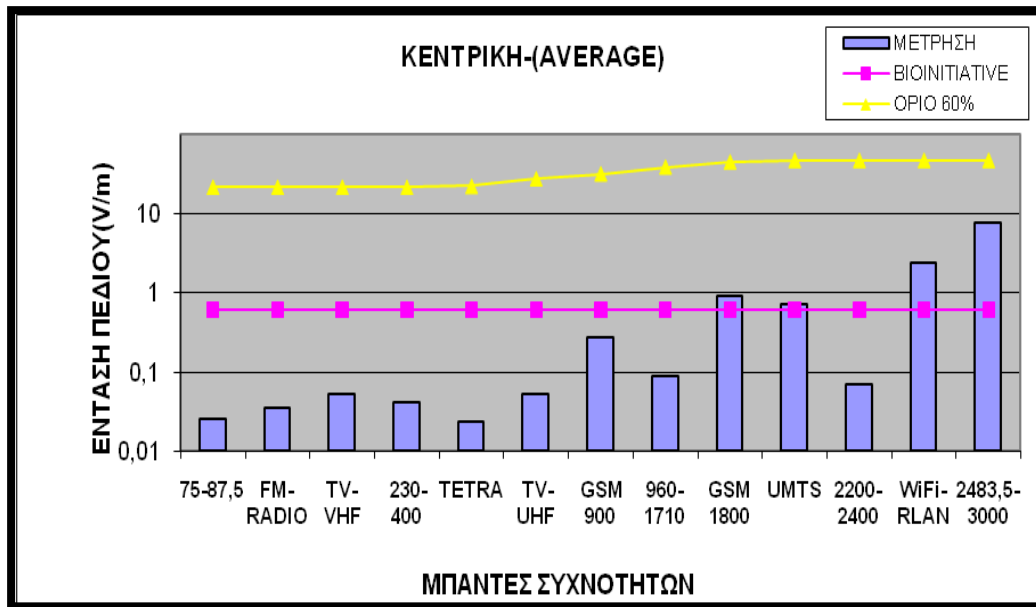
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



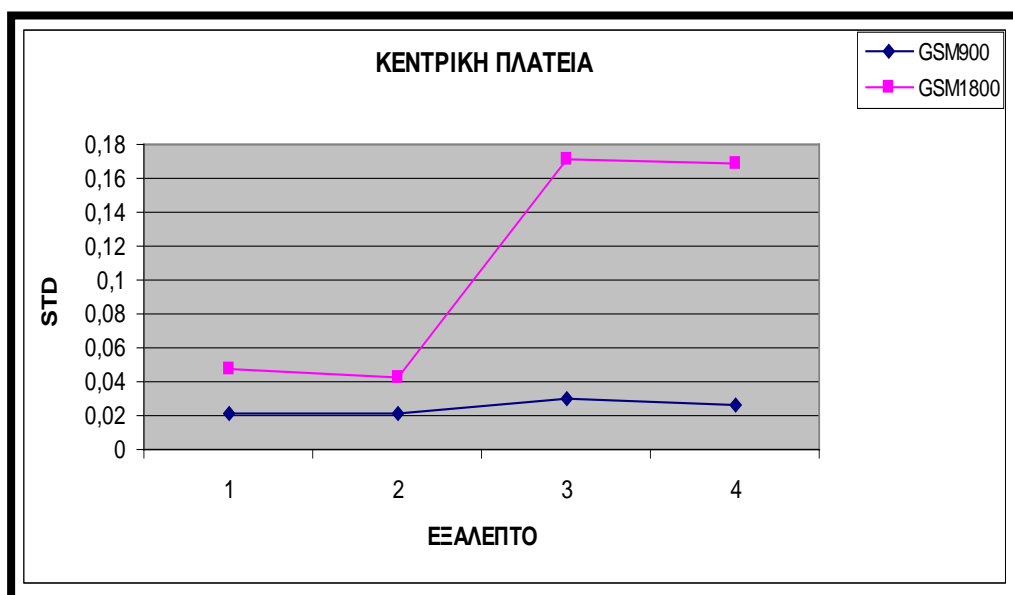
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

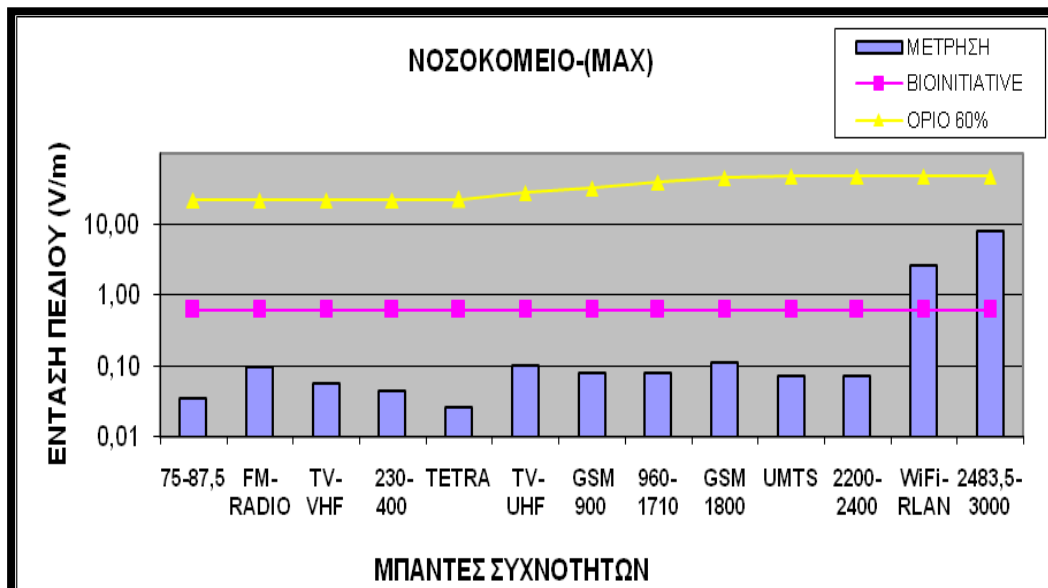


Σημείο Μέτρησης 7: ΠΑΝΑΡΚΑΔΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

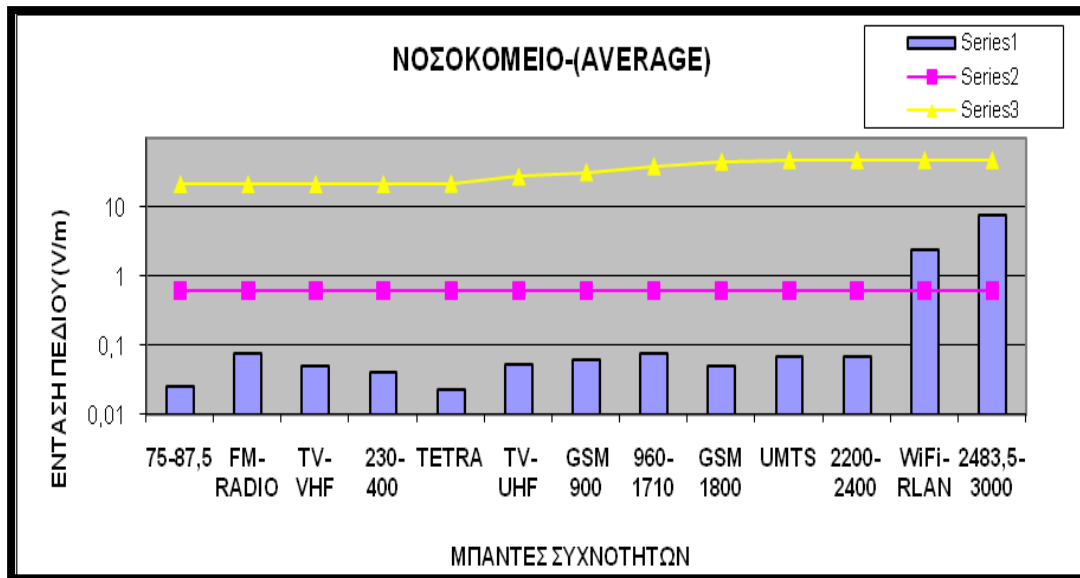
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



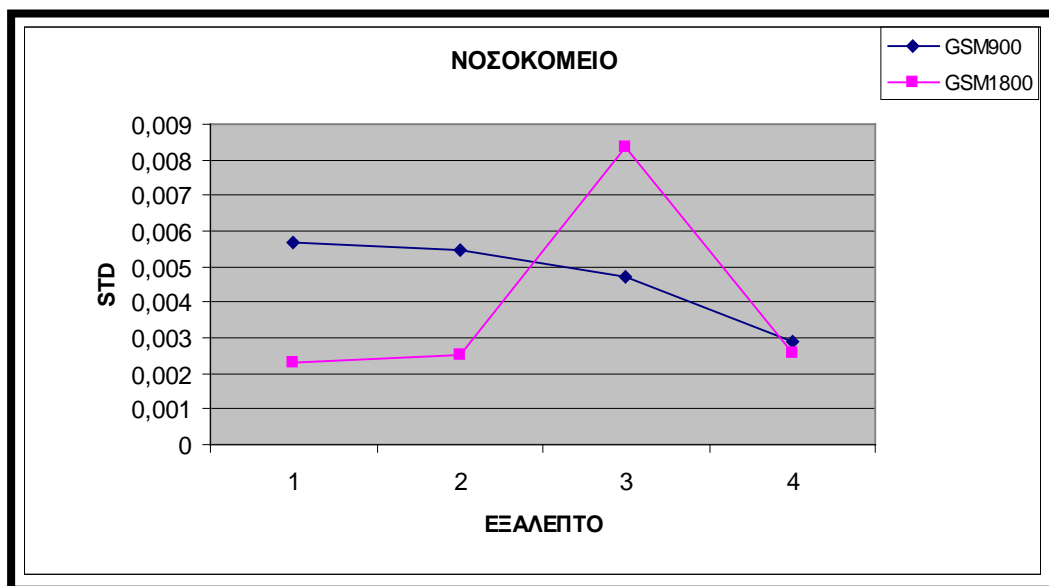
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

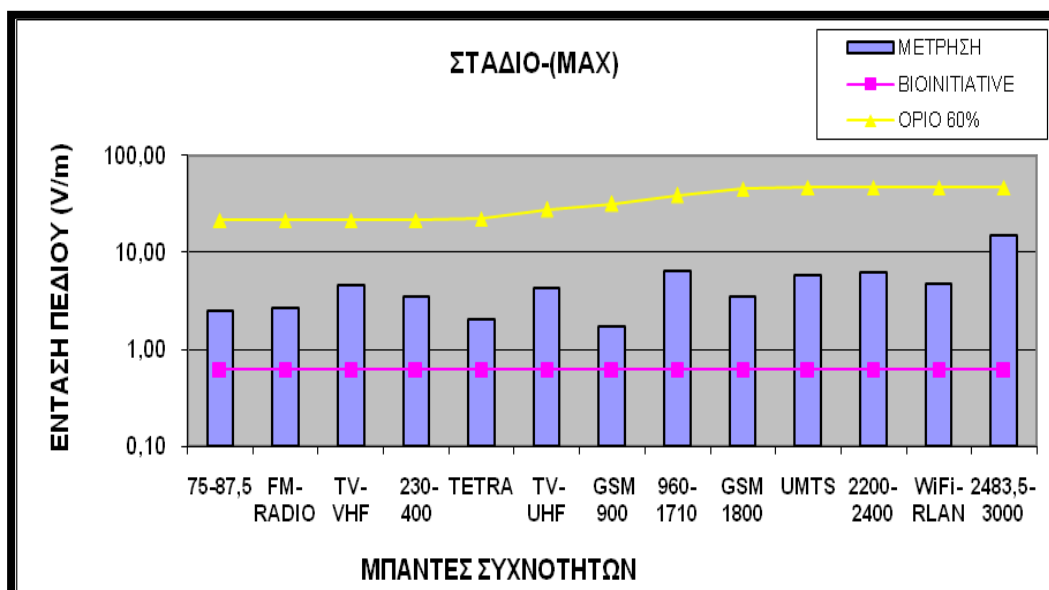


Σημείο Μέτρησης 8: ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

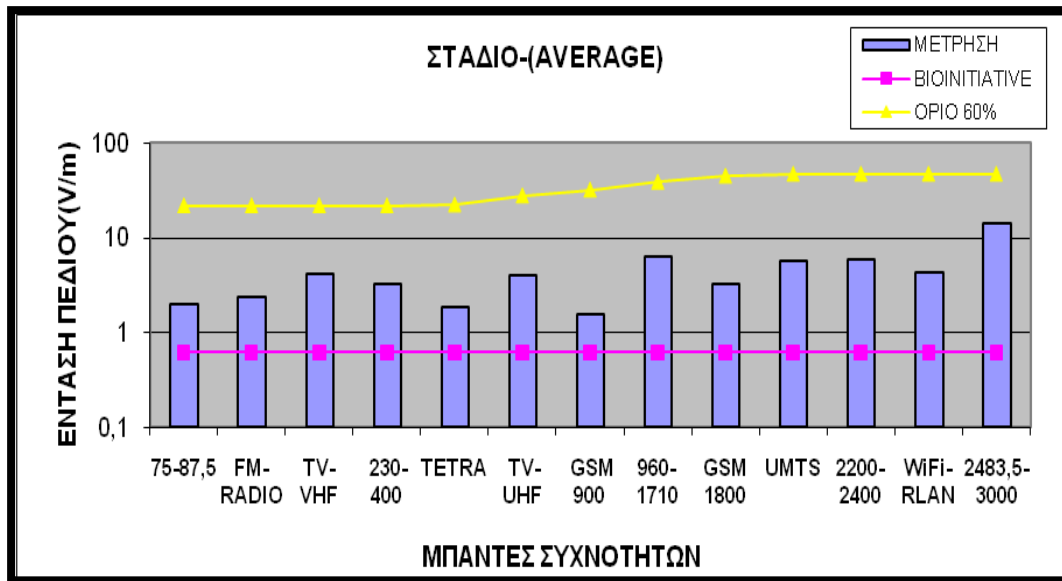
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



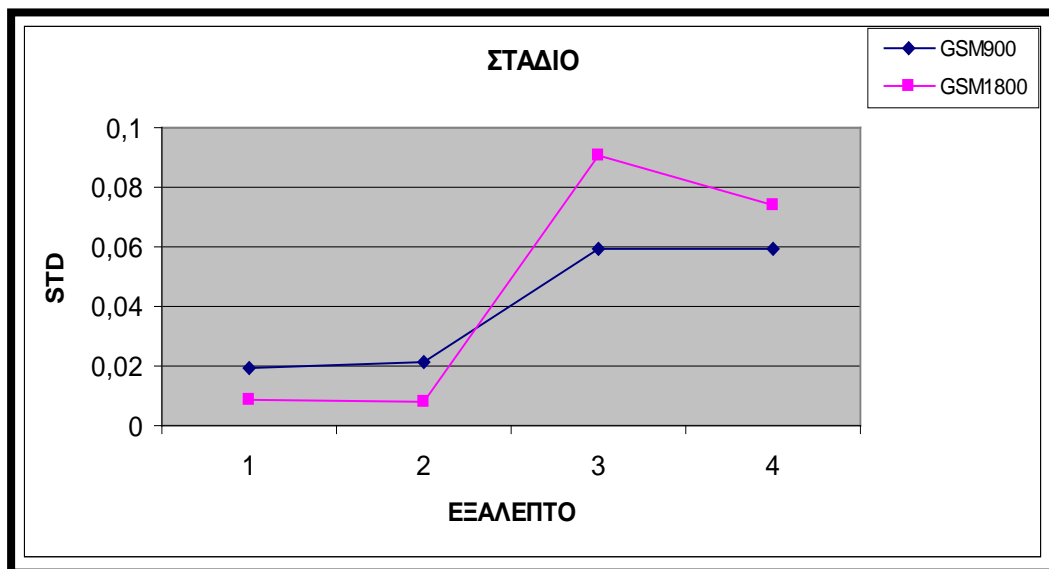
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



Ραβδόγραμμα 3

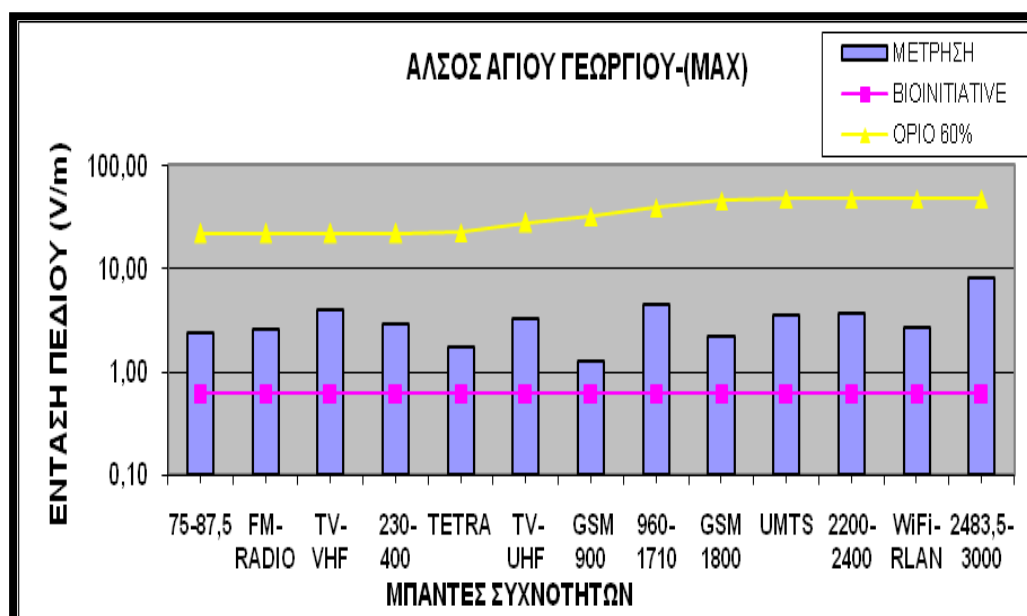


Σημείο Μέτρησης 9: ΑΛΣΟΣ ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

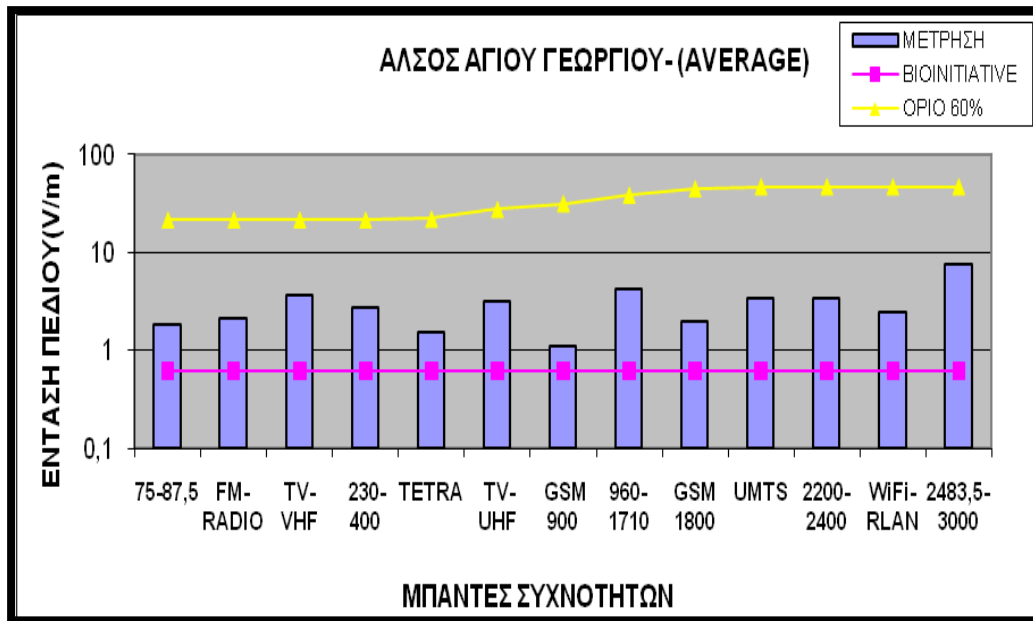
Ημερομηνία μέτρησης: 10&17/07/2010



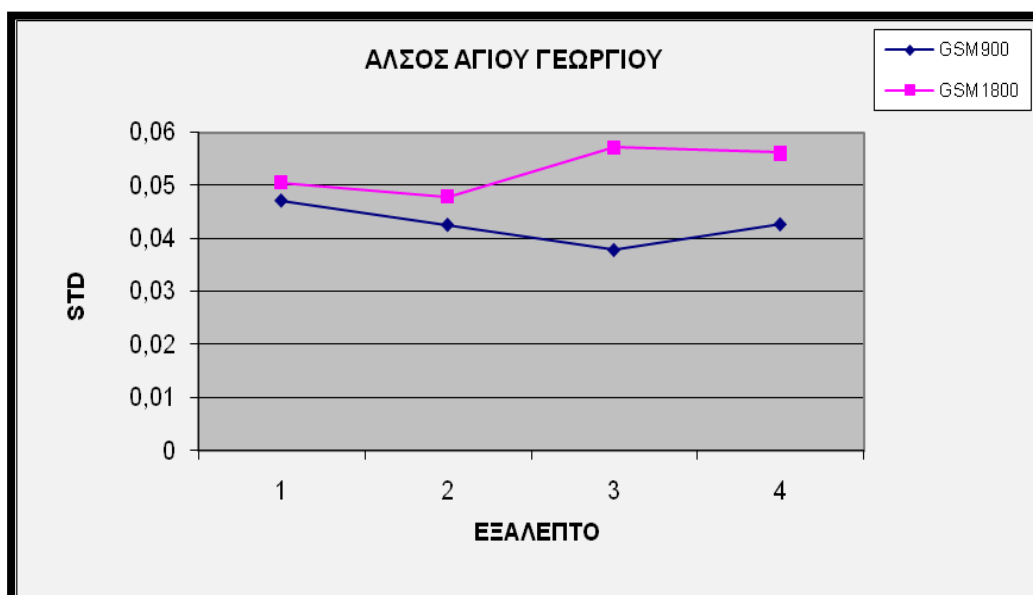
Ραβδόγραμμα 1



Ραβδόγραμμα 2



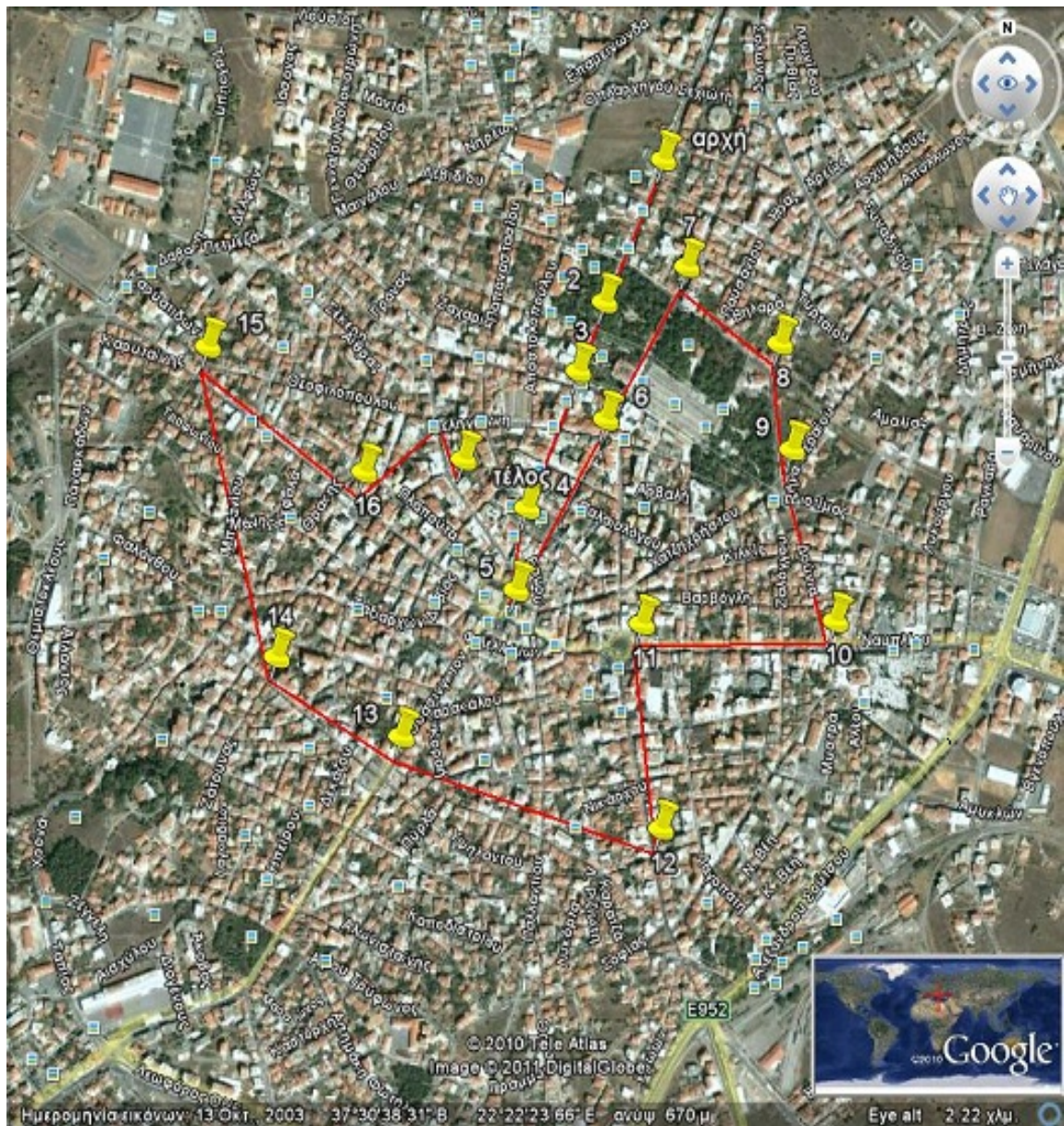
Ραβδόγραμμα 3



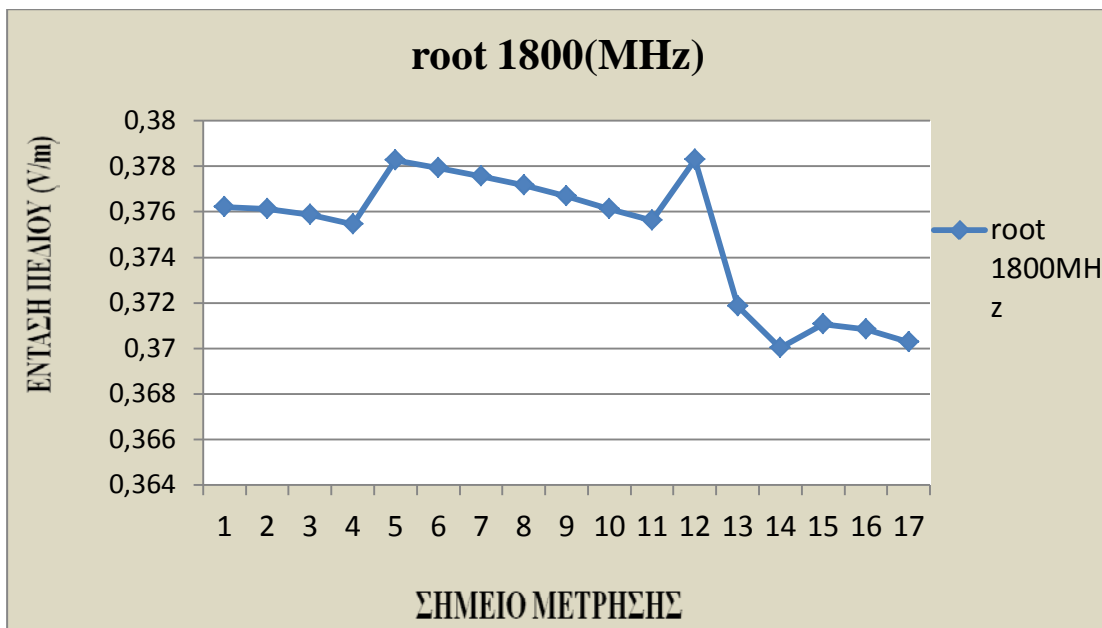
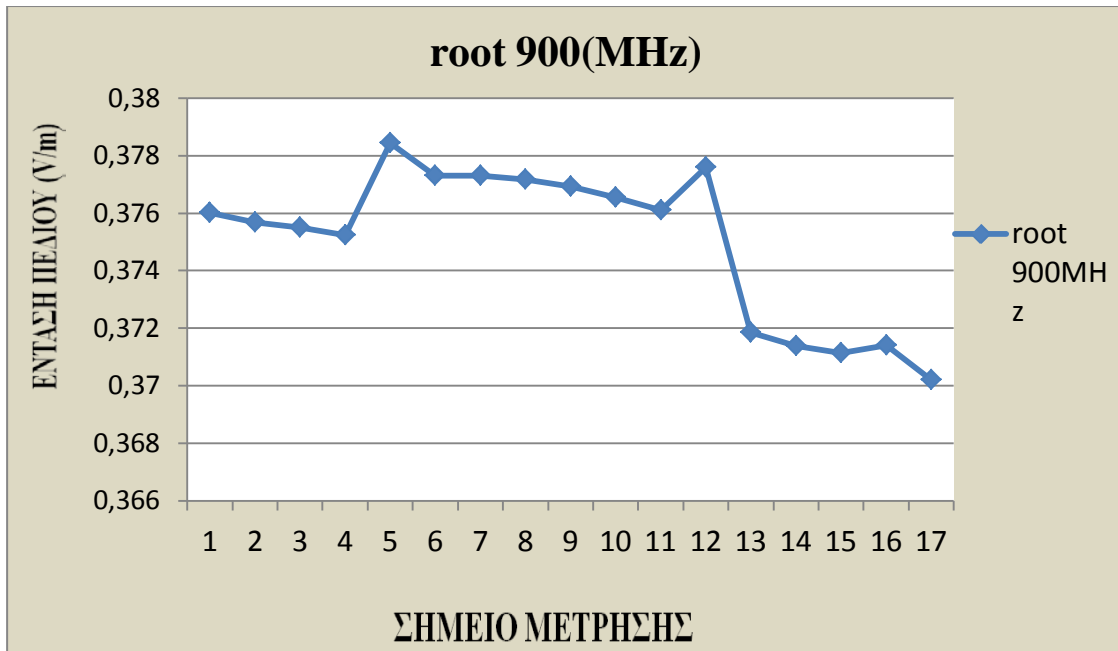
5.3.2 Διεξαγωγή μετρήσεων εν κινήσει (route)



Στην παραπάνω εικόνα 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 900 MHz.



Στην παραπάνω εικόνα 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 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	

5.4 Συμπεράσματα μετρήσεων

Πρώτο και κύριο συμπέρασμα που προκύπτει από τις μετρήσεις, είναι ότι σε κανένα εκ των σημείων μέτρησης και σε καμία μπάντα συχνοτήτων, 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 GSM 900, GSM 1800 και UMTS ήταν στο 8^ο Νηπιαγωγείο και στο Δημοτικό Στάδιο Τριπόλεως.

Ύστερα από το πέρας των δύο μετρήσεων, παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα έντασης ηλεκτρικού πεδίου (Volt/m) 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.

Παρατηρείται επίσης, ότι οι τιμές STD είναι μικρές, γεγονός το οποίο οφείλεται στην μικρή διάρκεια των μετρήσεων μας (εξάλεπτη).

Όσον αφορά τις μετρήσεις εν κινήσει (route) ,που πραγματοποιήθηκαν με αυτοκίνητο γύρω από τα κεντρικά σημεία της πόλης για τα GSM 900 και GSM 1800 , παρατηρήθηκε ότι η ένταση ακτινοβολίας παρέμεινε σε λογικά επίπεδα, χωρίς ιδιαίτερη αύξηση σε κάποιο από τα σημεία της διαδρομής.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι χειρότερες και οι καλύτερες μετρήσεις σε κάθε συχνοτική μπάντα.

Συχνοτικές Περιοχές	Καλύτερη μέτρηση (V/m)	Χειρότερη μέτρηση (V/m)
75MHz-87.5MHz	Πλατεία Αγ.Βασιλείου 0,020231999 V/m	8 ^ο Νηπιαγωγείο 2,6128 V/m
FM – RADIO	1 ^ο Λύκειο 0,032901999 V/m	2 ^ο Λύκειο 2,7496 V/m
TV-VHF	Ι.Κ.Α 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 ^ο Νηπιαγωγείο 2,1251 V/m
TV - UHF	Πλατεία Αγ.Βασιλείου 0,052258998 V/m	Δημοτικό Στάδιο 4,2657 V/m
GSM 900	1 ^ο Λύκειο 0,024087001 V/m	Δημοτικό Στάδιο 1,7023 V/m
960MHz-1710MHz	ΕΠΑ.Λ 0,074734002 V/m	8 ^ο Νηπιαγωγείο 6,6397 V/m
GSM 1800	1 ^ο Λύκειο 0,041340999 V/m	Δημοτικό Στάδιο 3,452 V/m
UMTS	Παναρκαδικό Νοσοκομείο 0,065086 V/m	8 ^ο Νηπιαγωγείο 5,9245 V/m
2200MHz-2400MHz	Πλατεία Αγ.Βασιλείου 0,065117002 V/m	8 ^ο Νηπιαγωγείο 6,3158 V/m
WIFI- RLAN	I.K.A 0,049966 V/m	8 ^ο Νηπιαγωγείο 4,7214 V/m
2483.5MHz-3000MHz	1 ^ο Λύκειο 0,156529993 V/m	8 ^ο Νηπιαγωγείο 14,904 V/m

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 και διάφορους άλλους ζωντανούς οργανισμούς 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 η 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.

5.5 Συμπεράσματα με βάση το bioinitiative report

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται, για κάθε σημείο μέτρησης, οι μπάντες συχνοτήτων για τις οποίες η μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (V/m) είναι υψηλότερη από το ανώτατο όριο το οποίο προτείνεται στο bioinitiative report.

ΣΗΜΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΠΑΝΤΕΣ (max)	ΜΠΑΝΤΕΣ (average)
1 ^ο ΛΥΚΕΙΟ	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz
2 ^ο ΛΥΚΕΙΟ	ΠΑΝΤΟΥ	ΠΑΝΤΟΥ
8 ^ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	ΠΑΝΤΟΥ	ΠΑΝΤΟΥ
ΕΠΑΛ	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz
ΙΚΑ	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz
ΚΕΝΤΡΙΚΗ	GSM1800 & UMTS	GSM1800 & UMTS
	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz	WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	ΠΑΝΤΟΥ	ΠΑΝΤΟΥ
ΑΛΣΟΣ ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΠΑΝΤΟΥ	ΠΑΝΤΟΥ

Ένα πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα, είναι ότι στα σημεία, 2^ο ΛΥΚΕΙΟ, 8^ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ, ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ, ΑΛΣΟΣ ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ, οι μετρήσεις που ελήφθησαν μέσω του οργάνου μέτρησης, ξεπερνούσαν το ανώτατο όριο του bioinitiative report, σε όλες μάλιστα τις συχνοτικές μπάντες.

Επιπλέον παρατηρώντας τον πίνακα και τα διαγράμματα που απεικονίζουν τη μετρούμενη ένταση ηλεκτρικού πεδίου, όπως αυτή κατανέμεται στις διάφορες συχνοτικές μπάντες ανεξαρτήτου σημείου μέτρησης, διαπιστώνεται ότι πιο επιβαρυνμένες μετρήσεις λαμβάνονται κυρίως στις συχνοτικές μπάντες: WiFi-RLAN & 2483.5-3000 MHz. Σ' αυτές τις μπάντες συχνοτήτων η μετρούμενη ένταση ηλεκτρικού πεδίου (σε V/m) υπερβαίνει κατά πολύ το ανώτατο όριο, όπως αυτό προτείνεται στο bioinitiative report.

- Όμως τι προτείνει τελικά το bioinitiative report;
- Πόσο θα πρέπει να είναι το όριο σύμφωνα με το bioinitiative report;
- Τι λένε με αυτό το report οι επιστήμονες;
- Γιατί έχει δημιουργηθεί αυτή η αναστάτωση σχετικά με τα όρια ασφαλείας;
- Γιατί βασιζόμαστε ως τώρα στα θερμικά αποτελέσματα ενώ παρατηρούνται προβλήματα και σε μη-θερμικές επιδράσεις;

Παρακάτω απαντώνται συνοπτικά οι ανωτέρω προβληματισμοί.

Έστω για παράδειγμα ένας σταθμός βάσης σε απόσταση 1km και έστω η ισχύς εκπομπής του είναι X-watt. Το bioinitiative προτείνει:

Να μειωθεί η ισχύς εκπομπής του σταθμού βάσης σε ένα "ασφαλές" όριο. Όμως μείωση της ισχύος εκπομπής σημαίνει αυτόματα, ότι μειώνεται η ακτίνα της κυψέλης που καλύπτει ο υπάρχων σταθμός βάσης. Άρα προκύπτουν πιθανά κενά σημεία στην εξυπηρέτηση της περιοχής. Πρέπει δηλαδή να προστεθούν και άλλοι σταθμοί βάσης μικρότερης ονομαστικής ισχύος. Αλλά πρέπει να συνεκτιμηθούν και οι δύο μεθοδοί ώστε η ύπαρξη πολλών σταθμών βάσης, παρόλο που είναι μικρότερης ονομαστικής ισχύος ο καθένας, να μην επιβαρύνουν τελικά συνολικά περισσότερο από ότι ο ένας σταθμός που ήδη είναι εγκατεστημένος, και ο οποίος έχει υψηλότερη ισχύ εκπομπής.

Οι επιστήμονες στο bioinitiative report, υποστηρίζουν ότι τα όρια ασφαλείας είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα και πρέπει να μειωθούν. Αν όμως η Ε.Ε ψηφίσει με νόμο π.χ. μείωση των ορίων στο 1/50 των ήδη υπάρχοντων ορίων, τότε θα πρέπει να ξανασχεδιαστεί το δίκτυο. Αντί π.χ. για 5.000-6.000 σταθμούς βάσης, μπορεί με τα νέα δεδομένα να χρειαστούμε π.χ. 30.000 σταθμούς βάσης. Κάτι τέτοιο όμως συνεπάγεται και πολύ αυξημένο κόστος, κάτι που προφανώς οι εταιρείες τηλεφωνίας δεν είναι πρόθυμες να διαθέσουν.

Το bioinitiative report, έχει γραφτεί από επιστήμονες και ειδικούς στον τομέα της υγείας για να καταγραφούν τα επιστημονικά στοιχεία που αφορούν τις επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Σκοπός του bioinitiative report είναι να αξιολογήσει τα επιστημονικά στοιχεία που αναφέρονται σε επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία λόγω της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (το επίπεδο της οποίας είναι σαφώς κάτω από τα επιτρεπτά όρια έκθεσης), και να αξιολογήσει ποιες αλλαγές σε αυτά τα όρια επιβάλλεται να γίνουν, ώστε να μειωθούν οι πιθανοί κίνδυνοι υγείας των

ανθρώπινου πληθυσμού στο μέλλον. Νέα στοιχεία για αυτό το θέμα έρχονται συνεχώς στην επιφάνεια. Αυτό που φαίνεται ξεκάθαρα ωστόσο, είναι ότι τα ισχύοντα όρια ασφαλείας σχεδόν σε κάθε χώρα του κόσμου φαίνεται να είναι χιλιάδες φορές πιο επιεική. Αλλαγές πλέον επιβάλλονται. Νέα προσέγγιση χρειάζεται ώστε να ενημερωθεί το κοινό για τις πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αλλά και να βρεθούν εναλλακτικοί τρόποι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος επιβάρυνσης της υγείας του γενικού πληθυσμού.

Σκοπός του bioinitiative group είναι να τεκμηριώσει και να συνθέσει τις πληροφορίες εκείνες που θα μπορέσουν να απαντήσουν στο εξής κρίσιμο ερώτημα:

- *Είναι επαρκή ή ανεπαρκή τα σημερινά όρια ασφαλείας στα οποία εκτίθεται ο σύγχρονος άνθρωπος;*

Το bioinitiative report αναφέρει λοιπόν ότι, εξετάζοντας με προσοχή, αξιολογώντας τις έρευνες πάνω στο θέμα, και λαμβάνοντας υπόψη τα υπάρχοντα όρια ασφαλείας, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, τα υπάρχοντα όρια για την προστασία του ανθρώπινου πληθυσμού από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ELF και RF) είναι σαφώς ανεπαρκή για τη δημόσια υγεία.

Τα υπάρχοντα όρια έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που οφείλεται στις τηλεπικοινωνίες, βασίζονται στο τεκμήριο ότι η θέρμανση των ιστών (για RF) είναι το στοιχείο εκείνο που μπορεί να προκαλέσει ανησυχία για ανθρώπινους οργανισμούς που εκτίθενται σε RF. Η έκθεση ενός ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, είναι δυνατόν να προκαλέσει θέρμανση των ιστών, (π.χ των ιστών του κρανίου στην περίπτωση που ένας χρήστης μιλάει στο κινητό του τηλέφωνο), γεγονός που είναι επιζήμιο ακόμα και για βραχυχρόνιες δόσεις.

Στο παρελθόν, επιστήμονες και μηχανικοί οριοθέτησαν τα στάνταρ έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε τέτοια επίπεδα τα οποία σήμερα θεωρούνται μάλλον λανθασμένες παραδοχές, καθώς βάσει αυτών, για να διαπιστωθούν τα ανώτατα όρια έκθεσης χωρίς να προκληθεί βλάβη, αρκεί να μετρηθεί το ποσό της θερμότητας του ανθρώπινου ιστού. Φαίνεται ωστόσο, ότι είναι η πληροφορία που μεταφέρεται παρά η θέρμανση των ιστών, η οποία τελικά προκαλεί βιολογικές αλλαγές. Μερικές από αυτές τις βιολογικές αλλαγές είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε ασθένεια ή ακόμα και στο θάνατο.

Το **BIOINITIATIVE REPORT** συνιστά ως ανώτατο όριο τα **0,614 V/m** ($0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) για εξωτερική συσσωρευμένη RF-έκθεση. Κατά συνέπεια τα ανώτατα επίπεδα έκθεσης που ισχύουν έως σήμερα θεωρούνται με βάση το bioinitiative report , σαφώς ανεπαρκή. Μείωση των ανώτατων ορίων έκθεσης του ανθρώπινου πληθυσμού θα επρεπε να εφαρμοστεί για εκθέσεις σε RF, εκεί όπου οι άνθρωποι ζουν, δουλεύουν και πάνε σχολείο. Αυτό το επίπεδο RF βιώνεται σαν έκθεση σε όλο το σώμα, και μπορεί να είναι χρόνια έκθεση εκεί όπου υπάρχει ασύρματη κάλυψη, υπαρκτή για μετάδοση φωνής και δεδομένων για κινητά τηλέφωνα καθώς και άλλες πηγές ακτινοβολίας ραδιοσυχνότητας. Έρευνες αναφέρουν, ότι παρατηρήθηκαν επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία ακόμη και για έκθεση σε χαμηλότερα επίπεδα από τα προαναφερθέντα.

Παρόλο που το ανώτατο αυτό όριο για RF- έκθεση δεν αποκλείει περαιτέρω εξέλιξη των τεχνολογιών WI_FI, εντούτοις, προτείνεται σε χώρους που δραστηριοποιούνται ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού, όπως τα σχολεία, να προτιμώνται ενσύρματες "λύσεις" έναντι των ασύρματων επιλογών, έως ότου να διερευνηθούν σε βάθος οι επιδράσεις της RF- έκθεσης στην ανθρώπινη υγεία. Αυτή η σύσταση θα πρέπει να θεωρηθεί σαν προσωρινό-ενδιάμεσο όριο που έχει σκοπό να καθοδηγήσει προληπτικές δράσεις, και σίγουρα πιο συντηρητικά όρια μπορεί να χρειαστούν στο μέλλον.

5.6 Προγράμματα μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

5.6.1 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 κεραίες ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών, κεραίες 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. [19]

Το πρόγραμμα "ΕΡΜΗΣ" εξυπηρετεί δύο στόχους:

- Να καταγράφει τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται στο περιβάλλον από διάφορες πηγές, όπως κεραίες ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών, κεραίες 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. [19]

Το σύστημα μετρήσεων σε 24ωρη βάση αποτελείται από:



Σχήμα 5.7 - Σταθμός μέτρησης

(α) Τους σταθμούς μέτρησης (σχήμα 1), 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. [19]

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/m²) 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. [19]

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.

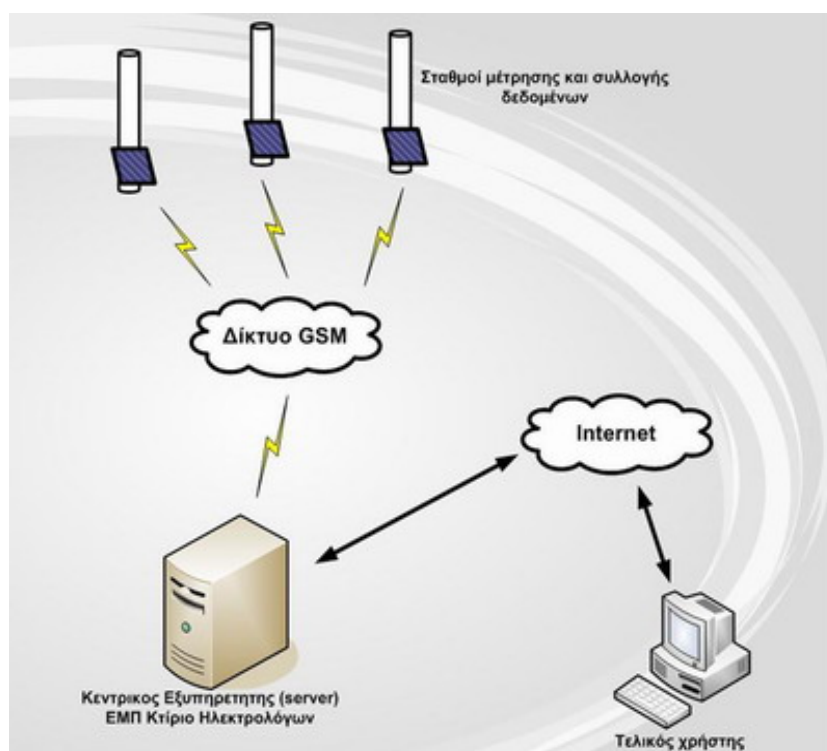
Από τη στιγμή που λαμβάνονται οι μετρήσεις από τους σταθμούς μέτρησης, αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων. Η βάση αυτή περιέχει τα πλήρη στοιχεία κάθε μέτρησης, δηλ. το σταθμό από τον οποίο προήλθε, την ημέρα και ώρα καταγραφής της, την βλεπτή μέση ενεργό τιμή, τη μέγιστη καταγεγραμμένη ενεργό τιμή 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. [19]

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.

5.6.2 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. [20]

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. [20]



Σχήμα 5.8

Το σύστημα pedion24 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.). [20]

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. [20]

5.6.3 Πρόγραμμα Φάσμα

Γιατι δημιουργήθηκε ο ευρυζωνικός μετρητής SMS-K



Σχήμα 5.9

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.

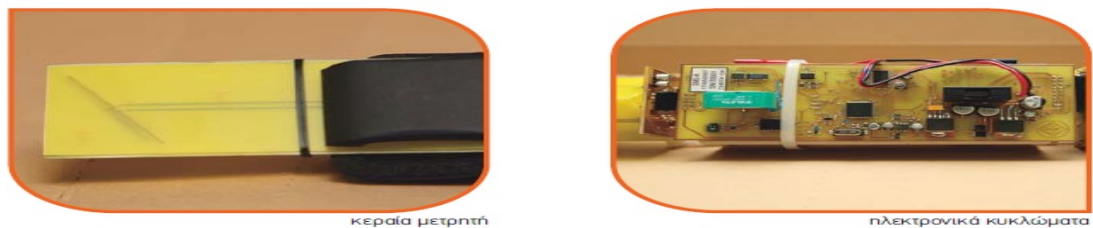
Οι αισθητήρες μετρούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από οποιαδήποτε γωνία και αν προσπίπτει αυτή επάνω τους. Οι τιμές που καταγράφονται στη συνέχεια ψηφιοποιούνται, έπειτα αποθηκεύονται και, τελικά, είναι διαθέσιμες για περαιτέρω επεξεργασία. Για τη μεταφορά των δεδομένων που έχουν καταγραφεί, η συσκευή επικοινωνεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή είτε ενσύρματα είτε ασύρματα με τη χρήση modem κινητής τηλεφωνίας. Ο Ευρυζωνικός Μετρητής SMS-K μας επιτρέπει να καταγράψουμε και να ελέγχουμε σε 24ωρη βάση τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον. [21]

Τα δομικά στοιχεία του ευρυζωνικού μετρητή

Τα τμήματα του μετρητή περικλείονται 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 5.10



Σχήμα 5.11

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 συναρτήσεως του χρόνου. Έχει επίσης τη δυνατότητα να προβάλλει την τελευταία μέγιστη καταγεγραμμένη τιμή της έντασης αλλά και τη μέση τιμή της έντασης ανά δευτερόλεπτο. 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 ο 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. [21]

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [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
- [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
- [6] ΕΕΤΤ, «Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και κινητή τηλεφωνία-Τα επιστημονικά δεδομένα», 1-12-06
http://lyk-exapl.pel.sch.gr/files/hlktromagnitikh_Entypo.pdf
- [7] Οδηγία 1999/519/EC της Ευρωπαϊκής Ένωσης, “Council Recommendation of 12July 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
- [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
- [11] Nesrin Seyhan, “Limitations to EMF exposure worldwide and the situation inTurkey”, IEEE, 2003
- [12] Narda SRM 3000 (100KHz-
3GHz) 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/_KINHTA-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
- [16] ΕΕΤΤ, «Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και κινητή τηλεφωνία-Τα επιστημονικά δεδομένα», 1-12-06
<http://www.eett.gr>
- [17] Τσούλος Γεώργιος , Προχωρημένα θέματα κεραιών και διάδοσης , Εργαστήριο Ασυρμάτων και κινητών επικοινωνιών, Τμήμα Ε&Τ Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
<http://eclass.uop.gr/>
- [18] BIOINITIATIVE REPORT <http://www.bioinitiative.org/>
- [19] Πρόγραμμα «ΕΡΜΗΣ» <http://www.hermes-program.gr/gr/main.html>
- [20] Πρόγραμμα «ΠΕΔΙΟΝ 24» <http://www.pedion24.ntua.gr/index.jsp>
- [21] Πρόγραμμα «ΦΑΣΜΑ» <http://www.fasmaprogram.gr/>

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΡΘΡΑ

Ακτινοβολία από συσκευές

Μαγνητικό πεδίο
Παύση σε μαγνητικές πεδία σε απόσταση μερικών εκατοστών
ΟΡΙΑ ΣΕ ΓΙΓΙ 1.000 mG
ΝΕΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ 4 mG από την έκθεση «Bioinitiative report», στο Ευρωπαϊκό βούλιο
Βάση συσκευαίου τηλεφώνου

- Έως 50 mG
 - Πολυκλιμακωτή τηλεόραση
 - Φούρνος μικροκυμάτων
- Έως 100 mG
 - Ηλεκτρική κουζίνα
 - Απορροφητήρας
 - Τούστιέρα
- Έως 500 mG (ανάλογα με την ισχύ της συσκευής)
 - Στεγνωτήρας μαλλιών

Ηλεκτρικό πεδίο
Παύση σε πεδία πεδίου (ήτοι σε απόσταση 20 εκατοστών)
ΟΡΙΑ ΣΕ ΓΙΓΙ 28 - 61 V/m (βολτ/ μέτρο) ανάλογα με την κάθε συσκευή
ΝΕΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ 0,61 V/m από την έκθεση «Bioinitiative report»
Βάση συσκευαίου τηλεφώνου

- Έως 10 V/m
- Έως 3,5 V/m

Ενδοεπιχειρησιακά εργαλεία
Συνεχιστική αντίθεση

Συσκευή Wi-Fi Έως 2 V/m

ΑΕΥΡΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
Σε απόσταση 7 εκατοστών

- Ασύρματο ηλεκτρολόγιο
- Ασύρματο ποντίκι

Έως 1,5 V/m

Ελεγκτικό εργαλείο
Έως 3,1 V/m

Πλυντήριο 26 V/m
Ποντίκι 200 V/m

► Η ένταση του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου μετράται στο σημείο που απεικονίζεται
ΠΗΓΗ: Έκθεση: Ραδιοηλεκτρικά πεδία (RFR) και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (EMF) από συσκευές (ΕΤΕ)

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 υπερυψηλής 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/
- 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.

Ξενόγλωσση 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-highvoltage 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., Briton, 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.

