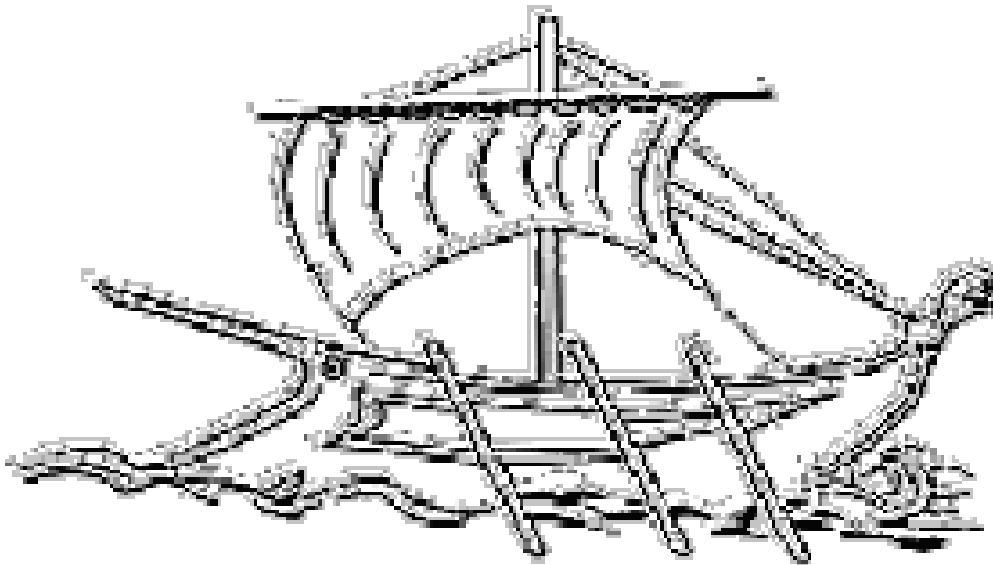




**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ
ΥΓΕΙΑ**

**Γιαννακόπουλος Ιωάννης
Λίγκος Αναστάσιος**

Εισηγητής:

Παναγιώτης Γιαννακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

**ΑΘΗΝΑ
Ιούνιος 2016**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ**

**Γιαννακόπουλος Ιωάννης
Α.Μ. 40672
Λίγκος Αναστάσιος
ΑΜ:40748**

Εισηγητής:

Παναγιώτης Γιαννακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

**Παναγιώτης Γιαννακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Νικόλαος Ζάχαρης, Καθηγητής
Σταύρος Φατούρος, Καθηγητής**

Ημερομηνία εξέτασης

01/06/2016

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η
του με αριθμό μητρώου
φοιτητής/τρια του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε.
του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου,
δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται
αυτόσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια
πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα
πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο
συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και
άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το
Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης
του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από
αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο
θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε.
πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την
ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο
άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η
του με αριθμό μητρώου
φοιτητής/τρια του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε.
του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου,
δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται
αυτόσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια
πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα
πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο
συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και
άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το
Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης
του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από
αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο
θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε.
πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την
ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο
άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τους καθηγητές μας που μας βοήθησαν και τους συμφοιτητές μας που μας συμπαραστάθηκαν. Επίσης ευχαριστούμε τις οικογένειες μας που μας στήριξαν σε αυτή την προσπάθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το περιεχόμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας αφορά την καταγραφή και τη μελέτη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε δημόσιους χώρους, δηλαδή σε χώρους που βρίσκεται καθημερινά ο απλός και μέσος άνθρωπος. Επίσης, σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η ενημέρωση για τυχόν προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας άνθρωπος στο χώρο της δουλειάς του ή ακόμα και στο σπίτι του.

ABSTRACT

The content of this thesis concerns the recording and study of electromagnetic waves in public places, places where the simple average person is daily. Also, the aim of this thesis is to inform about any problems a man may encounter in the area of his work or even at home.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	17
1.2 Τι είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα.....	20
1.3 Βιολογικές Επιδράσεις.....	24
1.4 Μέθοδοι μελέτης των επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	26
1.5 Όρια Επικινδυνότητας.....	29
1.6 Παράγοντες ηλεκτρομαγνητικής επιβάρυνσης.....	34
1.7 Τρόποι προστασίας από ηλεκτρομαγνητικά πεδία.....	40
2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	43
2.1 Μετρήσεις στο περιβάλλον.....	43
2.2 Συμπεράσματα Μετρήσεων.....	54
3. Δημιουργία εφαρμογής για λειτουργικό android με χρήση αισθητηρίου.....	57
3.1 Λίγα λόγια για τα αισθητήρια(sensors) ενός κινητού.....	57
3.2 Εφαρμογή μέτρησης μαγνητικού πεδίου.....	58
4. Γενικά συμπεράσματα.....	65
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'.....	67
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα.1.1: Σωληνοειδές d'Arsoval	18
Σχήμα.1.2: Χωρητικό κρεβάτι d'Arsoval	18
Σχήμα.1.3: Καταγραφή των δύο πεδίων	21
Σχήμα.1.4: Διεύθυνση διάδοσης κύματος.....	22
Σχήμα.1.5: Καταγραφή των δύο πεδίων στους άξονες x,y,z.....	22
Σχήμα 1.6: Θέση επίφυσης στον εγκέφαλο.....	26
Σχήμα 1.7: Όρια επικινδυνότητας IRPA.....	30
Σχήμα 1.8: Όρια επικινδυνότητας ANSI για τους εργαζομένους.....	31
Σχήμα 1.9: Όρια επικινδυνότητας ANSI για το γενικό πληθυσμό.....	31
Σχήμα 1.10: Όρια επικινδυνότητας E.E για τους εργαζομένους.....	32
Σχήμα 1.11: Όρια επικινδυνότητας E.E για τους γενικό πληθυσμό.....	32
Σχήμα 1.12: Όρια επικινδυνότητας Ανατολικών χωρών.....	33
Σχήμα 1.13: Κατανομή της απορρόφησης ισχύος ανά ιστό	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Μήκος κύματος ανά χρώμα.....	23
Πίνακας 1.2: Όρια επικινδυνότητας δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.....	33
Πίνακας 1.2: Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης ανά μέρος του κεφαλιού.....	37
Πίνακας 1.4: Πυκνότητα ισχύος ανάλογα με απόσταση από κεραία.....	40
Πίνακας 2.1: Μετρήσεις σε χώρους της καθημερινότητας μας.....	45
Πίνακας 3.1: Μετρήσεις με την εφαρμογή.....	63

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

EPA Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης

GSM Global System Mobile

IRPA International Radiation Protection Association

WHO World Health Organization

ANSI American National Standards Institute

IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers

RF Radio Frequency

ΔΕΗ Δημόσια Εταιρεία Ηλεκτρισμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ονομάζεται το είδος εκείνο της ενέργειας που μεταδίδεται με τη μορφή κυμάτων, δηλαδή τοπικών και χρονικών μεταβολών του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου.

Στις μέρες μας ο μέσος άνθρωπος εκτίθεται διαρκώς σε πολλές μορφές ακτινοβολίας τα οποία επηρεάζουν την υγεία του σε πολλά επίπεδα άλλοτε σοβαρά , άλλοτε όχι. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα πηγών τέτοιας ακτινοβολίας είναι τα κινητά τηλέφωνα , οι κεραίες ασύρματου δικτύου WI FI ή ακόμα και οι οθόνες ενός υπολογιστή. Συνεπώς οφείλουμε να γνωρίζουμε τις ακριβείς επιπτώσεις αυτής της έκθεσης ώστε να μπορούμε να προφυλαχτούμε όταν αυτό είναι δυνατό. Παραδείγματα τέτοιων επιπτώσεων είναι πονοκέφαλοι, ζαλάδες, προβλήματα στην όραση ακόμα και παρουσίαση σοβαρών μορφών καρκίνου.

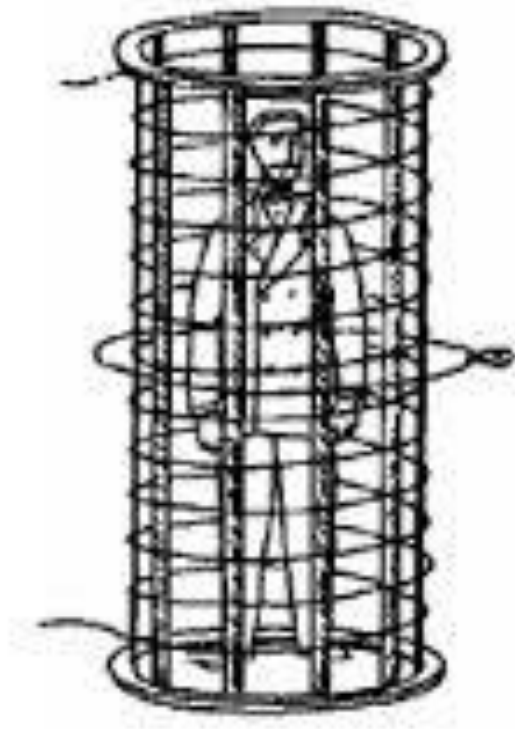
Το περιεχόμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας αφορά την καταγραφή και τη μελέτη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε δημόσιους χώρους, δηλαδή σε χώρους που βρίσκεται καθημερινά ο απλός και μέσος άνθρωπος. Επίσης, σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η ενημέρωση για τυχόν προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας άνθρωπος στο χώρο της δουλειάς του ή ακόμα και στο σπίτι του.

Σήμερα, η τεχνολογία μας δίνει τη δυνατότητα σε οποιονδήποτε χώρο και με διακριτικότητα να μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις αυτές έτσι ώστε να γνωρίζουμε πότε εν αγνοία μας και άθελα μας επιβαρύνουμε τον οργανισμό μας. Δυστυχώς, αν δεν γνωρίζουμε, μπορεί η επιβάρυνση αυτή πολλές φορές να αποβεί μοιραία ακόμα και για την ίδια την ζωή.

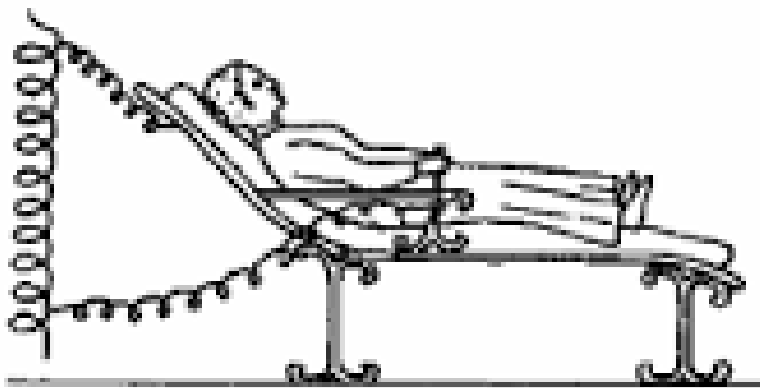
1.1 Ιστορική Αναδρομή

Ο πρώτος ο οποίος αντιλήφθηκε τις επιπτώσεις του ηλεκτρομαγνητισμού ήταν ο Ιπποκράτης. Ο Ιπποκράτης προσπάθησε να θεραπεύσει τον καρκίνο του στήθους εκθέτοντας τον ασθενή στην ηλιακή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Χιλιάδες χρόνια αργότερα και τον 18ο αιώνα ο Luigi Galvani δοκίμασε να θεραπεύσει ασθένειες όπως καρκινικοί όγκοι ,ανευρύσματα, αιμορραγίες διοχετεύοντας ηλεκτρικό ρεύμα στους ιστούς του ασθενούς. Αργότερα, το 1840 μια νέα μέθοδος κατά του καρκίνου της μήτρας εφαρμόστηκε από τους Recamier και Pravaz. Στη συγκεκριμένη μέθοδο ο καρκινικός όγκος καταστρεφόταν από διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η μέθοδος έγινε πολύ δημοφιλής εκείνη της εποχή ,όμως άλλοι επιστήμονες προειδοποίησαν για τυχόν κινδύνους από την χρήση της. Οι Helmholtz ,Kelvin και Hertz ήταν οι πρώτοι που δοκίμασαν τη χρήση εναλλασσόμενου ρεύματος για την αντιμετώπιση ασθενειών και τη δημιουργία επαναστατικών θεραπειών. Το 1889 με βάση μία σειρά πειραμάτων από τον Joubert διαπιστώθηκε ότι μπορεί να επηρεαστεί ο βαθμός συστολής των μυών ανάλογα με τη συχνότητα των ρευμάτων που διοχετεύονται σε αυτούς ενώ δύο χρόνια αργότερα, το 1891 ο d'Arsoval τοποθέτησε τους ασθενείς στα πηνία ή κρεβάτια και προχώρησε σε πειράματα αυτεπαγωγής ή χωρητικής σύζευξης ενώ

απέφυγε την ηλεκτρική επαφή με τους ιστούς του ασθενούς. Μόνο τα έτη 1894-1895 ο d'Arsoval πραγματοποίησε 2500 θεραπείες σαν και αυτές οι οποίες συνήθως διαρκούσαν περίπου 20 λεπτά και το ρεύμα είχε τάση περίπου 460Ma. Τα αποτελέσματα των θεραπειών ήταν απογοητευτικά όταν στους ασθενείς υπήρχαν τύποι υστεριών και νευραλγιών. Πάρα πολύ σημαντικά αποτελέσματα διαπιστώθηκαν σε ασθενείς οι οποίοι παρουσίαζαν προβλήματα από ρευματισμούς και αρθριτικά.

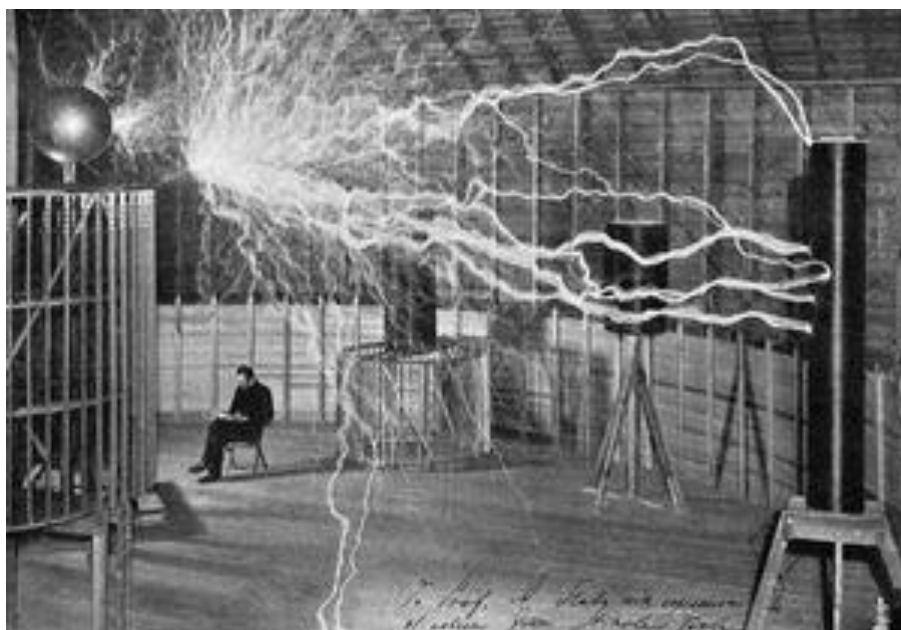


Σχήμα.1.1: Σωληνοειδές d'Arsoval. Το συγκεκριμένο μηχανήμα διοχετεύει ρεύμα υψηλών συχνοτήτων στο ανθρώπινο σώμα.



Σχήμα.1.2: Χωρητικό κρεβάτι d'Arsoval. Ένα άλλο μηχανήμα που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα του d'Arsoval.

Παράλληλα με τον d'Arsoval έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα πραγματοποιούσε και ο Tesla. Ο Tesla ήταν Σέρβος φυσικός και θεωρείται από τους πιο σημαντικούς επιστήμονες στη σύγχρονη ιστορία. Ο Tesla πραγματοποίησε στις ΗΠΑ πειράματα με ρεύματα και έκανε εξαιρετικές ανακαλύψεις στον τομέα των ραδιοσυχνοτήτων. Υπάρχουν δε αρκετές φωτογραφίες που απαθανατίζουν το σπουδαίο επιστήμονα στο εργαστήριό του την ώρα πραγματοποίησης των πραγματικά εντυπωσιακών πειραμάτων του.



Εικόνα1.1:Ο Tesla στο εργαστήριο του στην Κροατία.



Εικόνα1.2:Το πραγματικά εντυπωσιακό εργαστήριο του Tesla στις ΗΠΑ.

Από το 1926 οι χειρουργοί άρχισαν να χρησιμοποιούν τις ραδιοσυχνότητες όταν οι επεμβάσεις αφορούσαν ευαίσθητα όργανα όπως το συκώτι, ο προστάτης και φυσικά ο εγκέφαλος. Είναι όμως προφανές ότι μαζί με τις ελπίδες για αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών αναπτύχθηκαν και ανησυχίες για τυχόν ανεπιθύμητες παρενέργειες από την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, οι οποίες έγιναν ακόμα πιο έντονες μετά το πέρασμα του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου, όταν και ξεκίνησε η μαζική χρήση των ραντάρ τα οποία λειτουργούν στη μικροκυματική περιοχή συχνοτήτων. Πειράματα έδειξαν ότι πειραματόζωα που εκτέθηκαν σε τέτοιου είδους ακτινοβολίες παρουσίασαν γλαύκωμα μόλις σε διάστημα 10 λεπτών. Αυτό συνέβη διότι η δέσμη είχε ισχύ ίση των 3000mW/cm^2 . Από το 1951 άρχισαν να παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα υγείας όπως φλεγμονή του αμφιβληστροειδούς σε τεχνικούς ραντάρ.

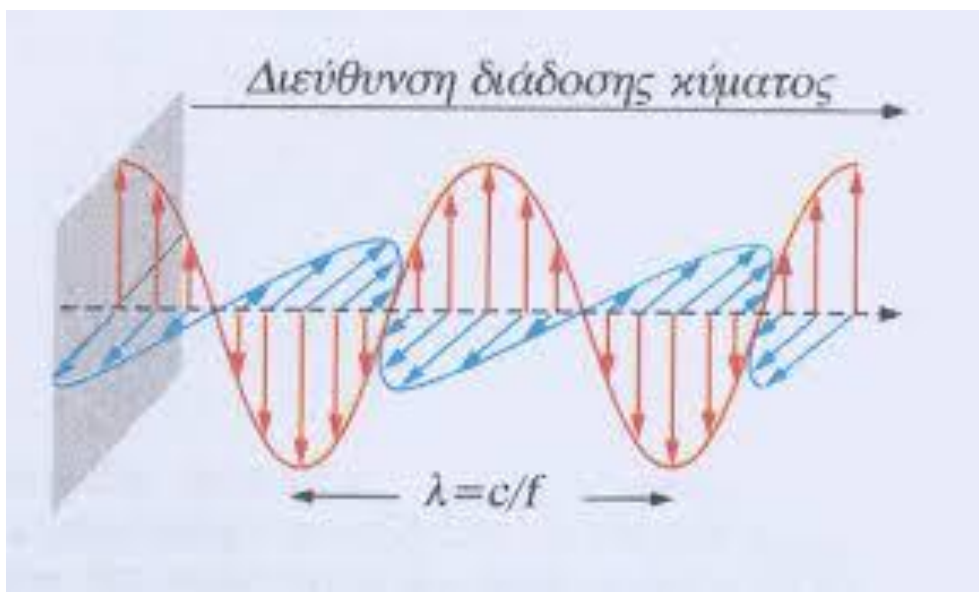


Εικόνα1.3:Ο Luigi Galvani.

1.2 Τι είναι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι τοπικές και χρονικές μεταβολές του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Στο ηλεκτρικό πεδίο ασκούνται δυνάμεις σε ηλεκτρικά φορτία ενώ στο μαγνητικό πεδίο ασκούνται δυνάμεις σε ηλεκτρικά ρεύματα. Αν οι δυνάμεις αυτές παραμένουν χρονικά σταθερές τότε τα πεδία αυτά είναι στατικά ενώ αν οι εντάσεις παρουσιάζουν διαφορά στο μέτρο και την φορά τους ονομάζονται εναλλασσόμενα. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, ακολουθώντας τον νόμο του ημιτόνου, διαδίδονται κατά επίπεδα μέτωπα και είναι αρμονικά. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ονομάζονται συμφασικά όταν το μαγνητικό και το ηλεκτρικό πεδίο παίρνουν συγχρόνως την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή τους. Η

απόσταση μέσα στην οποία συμπληρώνουν μία πλήρη εναλλαγή ονομάζεται μήκος κύματος λ ενώ ο αριθμός των πλήρων εναλλαγών που πραγματοποιούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ανά δευτερόλεπτο ονομάζεται συχνότητα ν . Η σχέση που συνδέει το μήκος κύματος και την συχνότητα είναι $u = \lambda \cdot \nu$, όπου u είναι η ταχύτητα του φωτός, δηλαδή 300.000 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο. Στις χαμηλές συχνότητες 0 – 500 Hz το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο είναι ασύνδετα, συνεπώς χρειάζεται η μέτρηση και των δύο, ενώ στις υψηλές συχνότητες (πάνω από 3 MHz) λόγω σύνδεσης του μαγνητικού και του ηλεκτρικού πεδίου με απλές σχέσεις αρκεί η μέτρηση μόνο ενός εκ των δύο.



Σχήμα.1.3: Διεύθυνση διάδοσης κύματος

Όπως βλέπουμε και στο παραπάνω σχήμα έχουμε την ταυτόχρονη διάδοση ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Τα δύο πεδία συμβολίζονται με E το ηλεκτρικό και με B το μαγνητικό πεδίο. Σαν αιτία δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων δίνεται η επιταχυνόμενη κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων. Όπως αναφέραμε και παραπάνω αν αυτή η κίνηση δεν υπάρχει, τότε δεν δημιουργούνται ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Ο λόγος των μέτρων των εντάσεων είναι:

$c = E/B$ και $c = E_{\max}/B_{\max}$ όπου c ονομάζουμε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος. Κάποια άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι:

α) στο κενό και στον αέρα διαδίδονται με ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^8$

β) τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα υπακούουν στην αρχή της επαλληλίας .

γ) τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια. Εγκάρσια κύματα ονομάζουμε αυτά στα οποία τα σωματίδια ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Στην περίπτωση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

δ) κοντά στην πηγή το μαγνητικό και το ηλεκτρικό πεδίο έχουν διαφορά φάσης $\pi/2$ ενώ μακριά από την πηγή δεν παρουσιάζουν διαφορά.

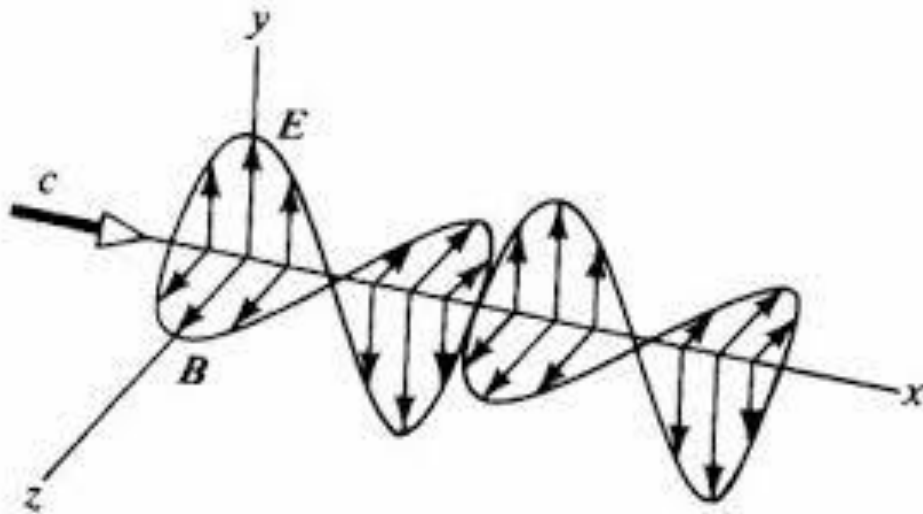
ε)οι εξισώσεις που περιγράφουν τα δύο πεδία του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι:

$$E=E_{\max}\eta\mu 2\pi(t/T-x/\lambda)$$

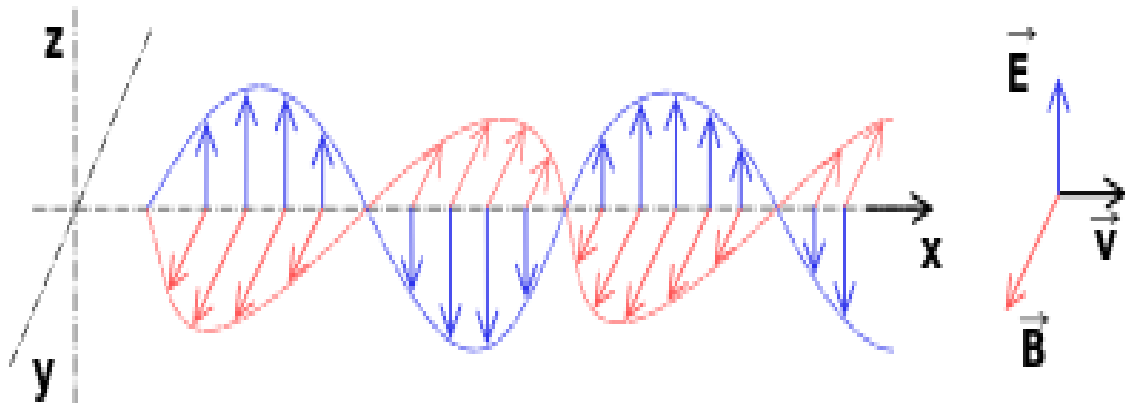
$$B=B_{\max}\eta\mu 2\pi(t/T-x/\lambda)$$

όπου T είναι η περίοδος και λ είναι το μήκος κύματος. Τα t και x είναι ο χρόνος και η θέση μία συγκεκριμένη στιγμή. Αξίζει να σημειωθεί ότι $T=1/f$.

ε)Το μαγνητικό και το ηλεκτρικό πεδίο είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους αφού το χρονικά μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο και το αντίστροφο.



Σχήμα.1.4: Καταγραφή των δύο πεδίων



Σχήμα.1.5: Καταγραφή των δύο πεδίων στους άξονες x,y,z

Στα παραπάνω σχήματα διακρίνουμε όσα αναφέραμε προηγουμένως. Τα δύο πεδία είναι κάθετα μεταξύ τους ενώ μεταβάλλονται χρονικά.

Σημαντικό είναι να αναφερθούμε αναλυτικά στο φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας:

- Ραδιοκύματα: μήκος κύματος λίγα εκατοστά έως 10^5m . Παράγονται από κυκλώματα L,C.
- Μικροκύματα: μήκος κύματος από 1mm έως 30cm. Παράγονται από ηλεκτρικά κυκλώματα.
- Υπέρυθρα κύματα: μήκος κύματος από 700nm έως 1mm. Παράγονται από θερμά σώματα.
- Ορατή ακτινοβολία: μήκος κύματος από 400nm μέχρι 700nm.

Πίνακας1.1:Μήκος κύματος ανά χρώμα

Χρώμα	Μήκος κύματος σε nm
Ιώδες	400 - 440
Κυανό	440 - 480
Πράσινο	480 – 560
Κίτρινο	560 – 590
Πορτοκαλί	590 - 630
Ερυθρό	630 - 700

- Υπεριώδεις ακτινοβολία: μήκος κύματος από περίπου 60nm έως 60nm 400nm. Παράγονται κατά κύριο λόγο από τον ήλιο.
- Ακτίνες x: μήκος κύματος από 10^{-13} έως 10^{-8}m . Παράγονται από την επιβράδυνση των ηλεκτρονίων(e) όταν αυτά προσκρούουν σε μεταλλικές επιφάνειες.
- Ακτίνες γ: μήκος κύματος από 10^{-14} μέχρι 10^{-10}m . Παράγονται από ραδιενεργούς πυρήνες και πυρηνικές αντιδράσεις.

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α)Τα φυσικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Το φυσικό στατικό πεδίο κυμαίνεται σε συνθήκες καλοκαιρίας από 0,1 KV/m έως 0,5 KV/m ενώ κατά τις καταιγίδες κυμαίνεται από 3 KV/m έως 20 KV/m. Επίσης, το γήινο μαγνητικό πεδίο ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος κυμαίνεται από 0,31 έως 0,62 Gauss. Επίσης, η γη δέχεται ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπει ο ήλιος. Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι η φυσική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία επηρεάζει την ψυχική διάθεση και πιθανώς μπορεί να προκαλέσει την εξέλιξη ορισμένων ασθενειών. Μερικά παραδείγματα είναι η αύξηση κρουσμάτων μηνιγγίτιδας κατά τη διάρκεια της μέγιστης ηλιακής δραστηριότητας όπως και την αύξηση των νευροκαρδιολογικών περιστατικών στην διάρκεια μιας μαγνητικής καταιγίδας

β)Τα τεχνικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Στο σύγχρονο περιβάλλον υπάρχουν τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεγάλου φάσματος συχνοτήτων, για παράδειγμα σε ένα σπίτι συναντάμε τα 50Hz του δικτύου της ΔΕΗ, αλλά και υψηλότερες συχνότητες από την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και φούρνων μικροκυμάτων. Σε ένα γραφείο, λόγω της χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών, κυριαρχούν οι υψηλές συχνότητες αλλά ακόμα και στον ελεύθερο χώρο κυριαρχούν συχνότητες που εκπέμπονται από ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς

(300KHz έως 500MHz), σταθμούς κινητής τηλεφωνίας (900 MHz), σταθμούς ραντάρ και δορυφορικών επικοινωνιών (GHz).

1.3 Βιολογικές επιδράσεις

Ο άνθρωπος γρήγορα αντιλήφθηκε ότι η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είχε επιπτώσεις στην υγεία του. Έτσι από το 1943 έγινε η πρώτη έρευνα από το Αμερικάνικο πολεμικό ναυτικό για επίδραση της ακτινοβολίας στον άνθρωπο. Λίγο αργότερα ,το 1953 για πρώτη φορά έγινε πείραμα σε ζώα. Το πείραμα αφορούσε την έκθεση κουνελιών σε ισχύ 100 mW/cm^2 στα 300 MHz. Το αποτέλεσμα ήταν να διαπιστωθούν βλάβες στα νεφρά ,την καρδιά , στο ήπαρ ενώ όταν η θερμοκρασία εντέρου πέρασε τους $44,5^\circ \text{C}$ τα πειραματόζωα πέθαναν. Αντίστοιχα πειράματα γίνονταν και στη Σοβιετική Ένωση σε πολύ προχωρημένο επίπεδο.

Οι επιδράσεις στον οργανισμό χωρίζονται σε θερμικές και αθερμικές επιδράσεις. Θερμικές επιδράσεις ονομάζονται εκείνες που οφείλονται σε αύξηση της θερμοκρασίας σε ιστούς που ακτινοβολούνται. Στο δυτικό κόσμο θεωρούσαν ότι οι βλάβες προκαλούνται από τις θερμικές επιδράσεις ενώ σε χώρες όπως η Σοβιετική Ένωση ανίχνευαν και την αθερμικές επιδράσεις , δηλαδή αυτών που προκαλούνται από μικρές ποσότητες ισχύος, αυτό οδήγησε στη μεγάλη διαφορά ορίων επικινδυνότητας ανάμεσα σε ανατολή και δύση .

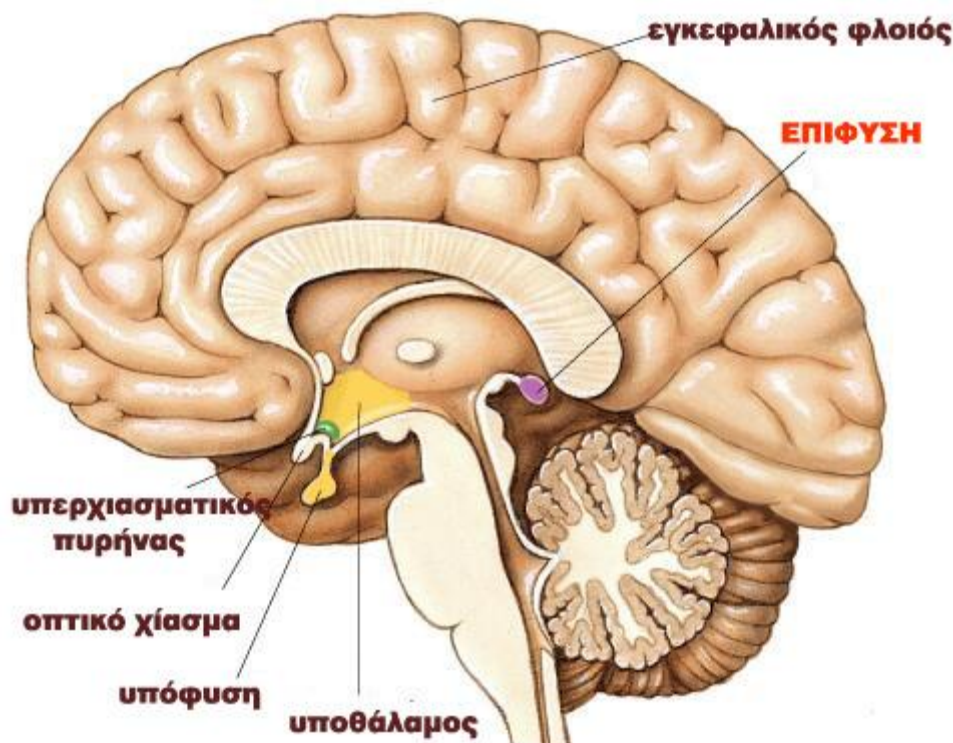
Μία από τις πρώτες αρνητικές επιπτώσεις που παρατηρήθηκαν στον άνθρωπο ήταν η καταρρακτογένεση που παρατηρήθηκε κυρίως σε χώρους λειτουργίας μικροκυματικών πομπών. Σε αυτή την περίπτωση η πρωτεΐνη του φακού αλλοιώνεται και το φως δεν εστιάζει στην ωχρά κηλίδα. Η επίπτωση αυτή λαμβάνει χώρα για συχνότητες ανάμεσα σε 2GHz με 10GHz. Πειράματα σε ζώα έδειξαν ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δρα προσθετικά(συσσώρευση στο πέρασμα των ετών). Επίσης τα πειράματα έδειξαν ότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που μπορεί να συμβάλουν στη παρουσίαση στη καταρρακτογένεση.

Μία άλλη επίπτωση είναι η πρόκληση αίσθησης ακουστών σημάτων όταν η κεφαλή του δεχθεί μικροκυματική δέσμη διαμορφωμένη κατά παλμούς. Η αίσθηση αυτή προέρχεται είτε από το πίσω μέρος της κεφαλής είτε από το εσωτερικό της και συνήθως περιγράφεται σαν κρότος ή κελάηδημα. Η πιθανότερη αιτία του φαινομένου αυτού είναι η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας του εγκεφάλου, η απότομη διαστολή του που δημιουργεί ένα κύμα πίεσης το οποίο διεγείρει τον κοχλία του ωτός. Σε περίπτωση που η διαστολή του εγκεφάλου είναι πολύ μεγάλη και απότομη μπορεί να έχουμε την σύγκρουση του με τα τοιχώματα του κρανίου.

Μία επιβεβαιωμένη επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αυτή στους καρδιακούς βηματοδότες. Οι καρδιακοί βηματοδότες τροφοδοτούν την καρδιά με παλμούς όταν αυτή αποτυγχάνει να τους δώσει μόνη της. Γρήγορα διαπιστώθηκε ότι οι εξωτερικοί ηλεκτρικοί παλμοί μπορούν να επηρεάσουν έως και να αναστείλουν την λειτουργία του βηματοδότη. Κατώφλι ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής (ΚΗΠ) ονομάζεται η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου πάνω

από το οποίο επηρεάζεται η λειτουργία του βηματοδότη. Συνεπώς, σε ένα ηλεκτρομαγνητικά βεβαρημένο περιβάλλον είναι πιθανό να συναντήσουμε προβλήματα στην λειτουργία ενός βηματοδότη. Πειράματα έδειξαν ότι οι βηματοδότες είναι περισσότερο ευαίσθητοι στις χαμηλές συχνότητες και σε παλμούς με μεγάλο πλάτος. Αξίζει να σημειωθεί ότι για κύματα με συχνότητα πάνω από 5GHz επηρεάζουν ελάχιστα τους βηματοδότες. Είναι προφανές πως οι παραπάνω μελέτες οδήγησαν στην απόσυρση πολλών ευαίσθητων βηματοδοτών και ανάγκασαν τις εταιρείες παραγωγής να αυξήσουν το ΚΗΠ.

Αρκετά πρόσφατα έγινε μία πάρα πολύ σημαντική ανακάλυψη η οποία έφερε ανησυχία στους επιστήμονες. Αυτή η ανακάλυψη αφορά τη μελατονίνη, η οποία είναι μία ορμόνη που εκκρίνεται από έναν αδένα στο πίσω μέρος του κεφαλιού, την επίφυση. Η σημαντικότερη λειτουργία ατής της ορμόνης είναι η ενίσχυση του ανοσοποιητικού μας συστήματος αποτρέποντας την ανάπτυξη πολλών μορφών καρκίνου. Η επίφυση εκκρίνει μελατονίνη κατά τη διάρκεια της νύχτας αφού το ηλιακό φως καταστέλλει τη λειτουργία της. Η επίφυση είναι τόσο ευαίσθητος αδένας που επηρεάζεται ακόμα και από την έλλειψη ηλιοφάνειας τους χειμερινούς μήνες(έκκριση περισσότερης μελατονίνης). Αυτή η δυσλειτουργία μπορεί να προκαλέσει ακόμα και καταθλιπτικά φαινόμενα σε συγκεκριμένα άτομα. Δύο πολύ σημαντικά ερωτήματα που τέθηκαν είναι κατά πόσον η επίφυση αντιδρά με παρόμοιο τρόπο στην ύπαρξη πολλών φωτιστικών και δεύτερον αν επηρεάζεται από τα τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Στις ΗΠΑ ο κόσμος έδειξε μεγάλη ανησυχία για τα δύο αυτά ερωτήματα, ενώ η ανησυχία αυτή γρήγορα μεταφέρθηκε και στον υπόλοιπο κόσμο, κάτι το οποίο είναι απολύτως φυσιολογικό αφού όλο και περισσότερος κόσμος εργάζεται ή διασκεδάζει τη νύχτα υπό έντονο φωτισμό. Επίσης ο κόσμος πλέον γνωρίζει πολύ καλά για της ύπαρξη τεχνητών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και την επιβάρυνση του προσωπικού του χώρου από αυτά. Κάποιοι έσπευσαν να εκμεταλλευτούν αυτή την ανησυχία κυκλοφορώντας στην αγορά ακόμα και χάπια μελατονίνης όμως γρήγορα οι επιστήμονες προειδοποίησαν το κοινό ότι μπορεί να υπάρξουν ανεπιθύμητες παρενέργειες από τη χρήση τους και πρέπει ο κόσμος να είναι εξαιρετικά προσεκτικός με την κατανάλωσή τους. Δυστυχώς λίγο αργότερα πειράματα έδειξαν ότι οι φόβοι αυτοί είχαν βάση και τα τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία επηρέαζαν την επίφυση ,η οποία με τη σειρά της μείωνε τα επίπεδα μελατονίνης στον οργανισμό. Η ευεργετικές ιδιότητες της μελατονίνης έχουν είδη αποδειχθεί στο εργαστήριο, με ποιο σημαντική μάλιστα ανακάλυψη την καταστροφή των καρκινικών κυττάρων, ιδιαίτερα στο στήθος. Επίσης πιστεύεται ότι η μελατονίνη μας προστατεύει από παθήσεις όπως το Πάρκινσον, το Αλτσχάιμερ και η στεφανιαία νόσος .



Σχήμα.1.6: Θέση επίφυσης στον εγκέφαλο

1.4:Μέθοδοι μελέτης των επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Γρήγορα αναπτύχθηκαν μέθοδοι μελέτης της ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ειδικά μετά από μία σειρά ατυχημάτων με πολύ σοβαρές επιπτώσεις. Αξίζει να αναφερθεί ατύχημα όταν στρατιώτης πλησίασε κεραία ραντάρ και οι επιπτώσεις ήταν ανάλογες εκείνων της ηλεκτροπληξίας. Θα αναφερθούμε τώρα σε κάποιες βασικές μεθόδους έρευνας.

-ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ:Η έρευνα αυτή αφορά ανθρώπους που κατοικούν σε χώρους βεβαρυμμένους ηλεκτρομαγνητικά(όπως κοντά σε πυλώνες της Δ.Ε.Η) και τα αποτελέσματα από το δείγμα συγκρίθηκε με αποτελέσματα από πληθυσμό σε καθαρό ηλεκτρομαγνητικά χώρο. Επιδημιολογικές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί εκατοντάδες και σας παραθέτουμε τα σημαντικότερα συμπεράσματα:

1. Αύξηση καρκίνου σε παιδιά κοντά σε καλώδια υψηλής τάσης της Δ.Ε.Η.
2. Σε απόσταση 0-150 μέτρα από σε καλώδια υψηλής τάσης τα παιδιά έχουν διπλάσιες πιθανότητες να παρουσιάσουν καρκίνο. Μάλιστα σε περιοχές που το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο υπερβαίνει το $0,3\mu T$ ο κίνδυνος είναι 2,7 φορές μεγαλύτερος.
3. Ο κίνδυνος παρουσίασης οξείας μυελώδους λευχαιμίας είναι 2,6 φορές μεγαλύτερος για όσους εργάζονται στις τηλεπικοινωνίες.
4. 7 φορές μεγαλύτερος κίνδυνος παρουσίασης καρκίνου του αίματος και της λέμφου για τους ηλεκτρολόγους.

5. 5 φορές μεγαλύτερος κίνδυνος παρουσίασης πολλών μορφών καρκίνου για παιδιά κοντά σε καλώδια υψηλής τάσης.

6. Διπλάσιος κίνδυνος αποβολής για τις εγκύους που δουλεύουν στις οθόνες υπολογιστών

7. 13 φορές μεγαλύτερος κίνδυνος παρουσίασης όγκου στον εγκέφαλο για ανθρώπους που δουλεύουν σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Επίσης, σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν την δεκαετία του '80, παρουσιάστηκε αύξηση των αυτοκτονιών για μαγνητικά επίπεδα της τάξης των 0,1μΤ, η αύξηση των καρδιοπαθειών, υπέρτασης και κατάθλιψης για μαγνητικά πεδία 0,3μΤ. Επιπλέον, παρουσιάστηκε δραματική αύξηση αποβολών εγκύων γυναικών λόγω χρήσης ηλεκτρικών κουβερτών και θερμαινόμενων στρωμάτων.

Μια από τις πιο πρόσφατες έρευνες για το περιοδικό Spectrum το 1994 αναφέρει:

1. Εμφανής σύνδεση μεταξύ οικιακών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και παιδικής λευχαιμίας.

2. Για μαγνητικά πεδία μεγαλύτερα των 0,2 μΤ παρατηρείται αύξηση των όγκων του νευρικού συστήματος σε παιδιά.

3. Τριπλάσιος κίνδυνος παρουσίασης λευχαιμίας για παιδιά που ζουν σε σπίτια με μαγνητικό πεδίο τουλάχιστον 0,2 μΤ ενώ ο κίνδυνος είναι τετραπλάσιος για πάνω από 0,4 μΤ.

4. Διπλάσιος κίνδυνος αποβολών εγκύων για μαγνητικά πεδία ανάμεσα σε 0,2 μΤ έως 0,3 μΤ. Συνήθως αυτή η ακτινοβολία προέρχεται από οθόνες ηλεκτρονικών υπολογιστών.

5. Σε μελέτη που έγινε σε εργάτες επιχειρήσεων ηλεκτρισμού στην Γαλλία παρουσιάστηκε τριπλάσιος αριθμός κρουσμάτων οξείας μυελώδους λευχαιμίας.

6. Εξαπλάσιος κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου στο στήθος για γυναίκες που εργάζονται σε εταιρίες ηλεκτρικής ενέργειας και τηλεφωνικών γραμμών. Επίσης, τετραπλασιάζεται ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του στήθους για εργαζόμενες σε ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς.

7. Πενταπλάσιος κίνδυνος ανάπτυξης λευχαιμίας και λεμφώματος για εργαζόμενους σε εργοστάσια παραγωγής αλουμινίου.

8. Επταπλάσιος κίνδυνος παρουσίασης λευχαιμίας στους τεχνικούς τηλεφωνικών καλωδίων.

Οι επιδημιολογικές έρευνες έχουν συμβάλει πάρα πολύ στην μελέτη και διαπίστωση των επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο, όμως υπάρχουν δύο πολύ σημαντικά μειονεκτήματα:

α) Δεν συνυπολογίζονται πολλοί άλλοι παράγοντες, όπως το κάπνισμα, η κατανάλωση οινόπνευματων, η κληρονομικότητα, η ψυχοσύνθεση, το στρες κ.

β) Η δόση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που δέχεται ένας άνθρωπος είναι αδύνατο να προσδιοριστεί με ακρίβεια. Ιδιαίτερα μάλιστα ήταν πάρα πολύ δύσκολο να εξακριβωθεί η «ηλεκτρομαγνητική καθαρότητα» του δείγματος που συγκρίθηκε με τα αντικείμενα μελέτης.

Πολλοί επιστήμονες απορρίπτουν τα ευρήματα των επιδημιολογικών ερευνών λόγω των προβλημάτων που αναφέραμε με αποτέλεσμα οι έρευνες αυτές να αποτελούν ενδείξεις αλλά όχι αποδείξεις για τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο.

-ΜΕΛΕΤΕΣ ΜΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΖΩΑ: Οι μελέτες αυτές αφορούν τα αποτελέσματα κλινικών εξετάσεων, νεκροτομής και ιστολογικής εξέτασης ζώων που εκτέθηκαν σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε σύγκριση με μη εκτεθειμένα ζώα. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές τέτοιες έρευνες και τα σημαντικότερα ευρήματα είναι τα εξής:

1. Παρουσίαση διαταραχών στην συμπεριφορά για ισχύ άνω των 40 mW/cm^2 .
2. Παρουσίαση υπερθερμίας, υποθερμίας, βραδυκαρδίας και καρδιακής αρρυθμίας στις μικροκυματικές συχνότητες για ρυθμούς απορροφούμενης ισχύος 11 mW/g (ισχύς που απορροφάται ανά γραμμάριο βάρους του σώματος του ζώου).
3. Βλάβες οφθαλμών και όρχεων σε περίπτωση μεγαλύτερης δόσης, τύφλωση, στειρότητα και τελικά θάνατος των πειραματόζωνων. Για τον άνθρωπο ισχύει ότι όταν ο οφθαλμός ξεπεράσει τους 45°C υπό συνθήκες μικροκυματικής ακτινοβολίας παρουσιάζεται καταρρακτογένεση.
4. Έκκριση θυροξίνης από τον θυροειδή αδένα και μείωση της αυξητικής ορμόνης για συχνότητες 2.450 MHz .
5. Λευκοπενία, λεμφοπενία, ουδετεροφιλία, αυξομειώσεις ερυθροκυττάρων, αιματοκρίτη και αιμογλοβίνης, αιμοδιάλυση ή πήξη του αίματος, μείωση των ιοσινόφιλων, καταρράκτης, ανικανότητα οπτικού διαχωρισμού αντικειμένων, γενετικές ανωμαλίες νεογνών, εγκεφαλικές βλάβες, ταχυπαλμία και αύξηση της πίεσης.
6. 40% μείωση του αριθμού των λευκοκυττάρων σε ποντίκια χωρίς αυτό να επιδρά στον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων.
7. Στα 26 MHz με πυκνότητα ισχύος 800 mW/cm^2 παρουσιάστηκε οξεία λεμφοπενία που αύξησε την θερμοκρασία στο ποντίκι κατά 2°C . Όταν τελείωσε η ακτινοβολία, σημειώθηκε απότομη αύξηση των λεμφοκυττάρων T και B.
8. Κάτω από γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης παρουσιάστηκαν αλλοιώσεις εγκεφαλικών κυττάρων και θάνατος των πειραματόζωνων.

Είναι δύσκολο να συνδέσουμε άμεσα τα συμπεράσματα των ερευνών αυτών με τον ανθρώπινο οργανισμό διότι ο άνθρωπος κατέχει πιο ολοκληρωμένους μηχανισμούς αντίστασης στα εξωτερικά ερεθίσματα.

- ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΑΙΦΝΙΔΙΩΝ ΘΑΝΑΤΩΝ ΒΡΕΦΩΝ:

Ο Gadson παρατήρησε αλλοιώσεις σε εγκεφάλους νεκρών βρεφών όμοιες με εκείνες που παρουσιάστηκαν στα πειραματόζωα που εκτίθενται στα πεδία γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης ενώ ταυτόχρονα άλλες μελέτες έδειξαν πως παρόμοιοι θάνατοι βρεφών έλαβαν χώρα σε σπίτια κοντά σε ηλεκτρικούς σιδηροδρόμους. Σε όλες τις περιπτώσεις το ηλεκτρικό πεδίο ξεπερνούσε τουλάχιστον 4 φορές την τιμή του ηλεκτρικού πεδίου στις κατοικίες (10 V/m).

Επίσης, ο Roger Coghill ανακάλυψε ότι στα σπίτια των νεκρών βρεφών η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ξεπερνούσε τα 70V/m.

- ΜΕΛΕΤΕΣ ΜΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΥΤΤΑΡΩΝ: Οι έρευνες αυτές αφορούν την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε επιλεγμένους ιστούς ή καλλιέργειες κυττάρων. Οι έρευνες αυτές μας οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι κατά την έκθεση σε μικροκύματα τα εγκεφαλικά κύτταρα παρουσιάζουν εκροή ασβεστίου. Η εκροή αυτή ήταν ανάλογη με τη συχνότητα διαμόρφωσης και από τη την ισχύ των μικροκυμάτων. Πειράματα μας οδήγησαν σε συμπεράσματα όπως στη μεταβολή που υφίσταται η κυτταρική μεμβράνη ή η πρόκληση βραδυκαρδίας. Επίσης παρατηρήθηκε διαφορά δυναμικού λίγων mV κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης, επίδραση των πρωτεϊνών του DNA, επίδραση στο γενετικό μηχανισμό των κυττάρων, αστάθεια ερυθροκυττάρων. Άλλες συνέπειες της έκθεσης κυττάρων σε μικροκύματα είναι η επίδραση στην κυτταρική διαίρεση λεμφοκυττάρων, αλλοίωση του εγκεφαλογραφήματος, επίδραση στον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων, αναπαραγωγή του ιού του καρκίνου F-Stampar, μείωση της ικανότητας των λεμφοκυττάρων T του ανοσοποιητικού συστήματος να εξολοθρεύουν τα καρκινικά κύτταρα.

Οι μελέτες με καλλιέργειες κυττάρων μας οδήγησαν σε πολλά χρήσιμα συμπεράσματα, όμως και σε αυτή την περίπτωση αποτελούν απλά ενδείξεις, αφού δεν γνωρίζουμε τις επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό διότι ο άνθρωπος κατέχει πιο ολοκληρωμένους μηχανισμούς αντίστασης στα εξωτερικά ερεθίσματα.

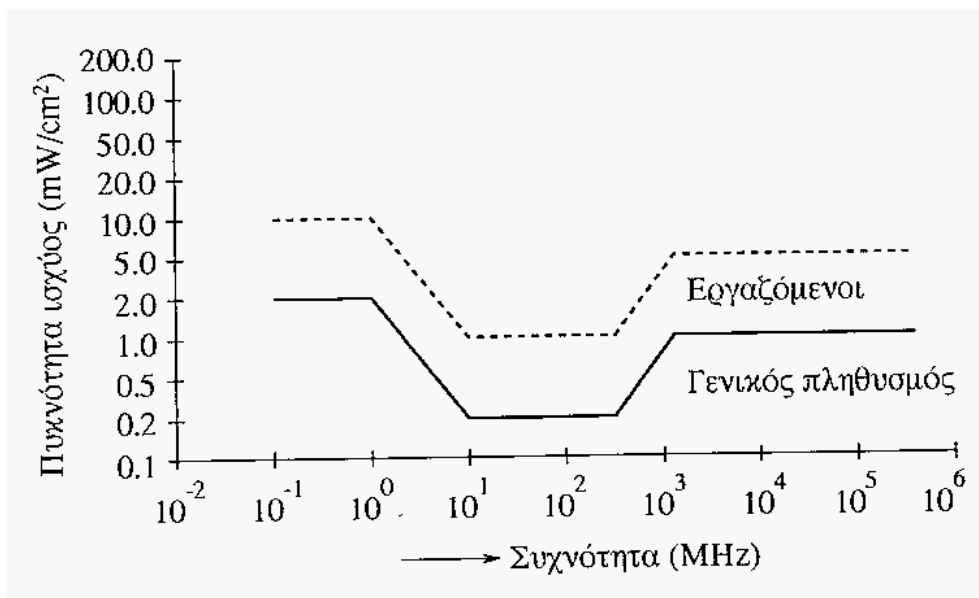
1.5 Όρια επικινδυνότητας

Η καθιέρωση ορίων επικινδυνότητας ήταν μία ενέργεια η οποία μαρτυρούσε από νωρίς ότι η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να έχει δυσάρεστες συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό. Οφείλουμε να αναφέρουμε ότι πρόκειται για όρια επικινδυνότητας και όχι ασφάλειας. Αφού καμία δόση ακτινοβολίας δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής.

Οι επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε έναν οργανισμό εξαρτώνται από το βαθμό τον οποίο θα απορροφήσουν οι ιστοί αυτήν την ακτινοβολία. Συνεπώς δημιουργήθηκε ένας όρος που ονομάζεται Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης (EPA) ο οποίος εκφράζεται σε Watts ανά Kg (W/Kg). Κάθε ιστός έχει διαφορετικό ρυθμό απορρόφησης με το λαιμό, τα πόδια και την κοιλιακή χώρα να έχουν τη μέγιστη τιμή. Σε συχνότητες ανάμεσα στα 30MHz – 300MHz ο EPA παίρνει τις μέγιστες τιμές του. Δυστυχώς αυτές είναι οι συχνότητες που χρησιμοποιούμε σήμερα στην ραδιοφωνία και την τηλεόραση. Το ανθρώπινο σώμα αντέχει μέχρι τα 4W/Kg, το οποίο προφανώς είναι και το ανώτατο όριο του EPA. Υπάρχουν αρκετές διατυπώσεις ορίων επικινδυνότητας. Μερικά από τα πιο σημαντικά είναι:

α) Όρια επικινδυνότητας IRPA. Τα όρια αυτά ακολουθούνται και εφαρμόζονται σχεδόν από όλες τις χώρες και τους οργανισμούς της Δύσης σε συνεργασία με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) και με τον ΟΗΕ. Στον κάθετο άξονα του

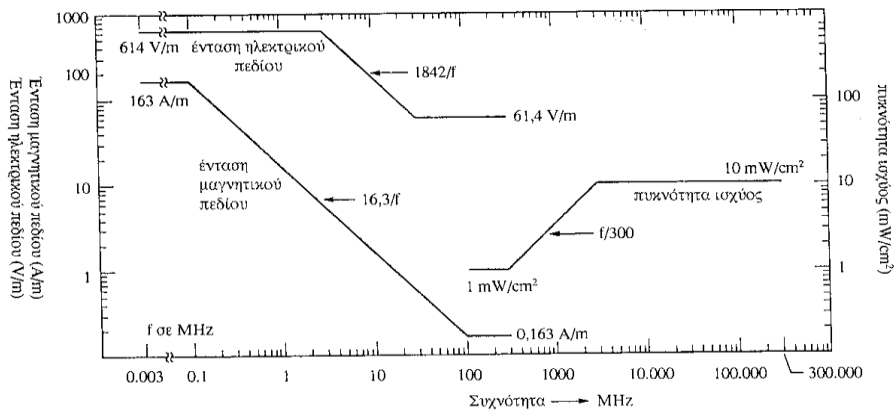
παρακάτω σχήματος βλέπουμε την επιτρεπόμενη πυκνότητα ισχύος για εργαζόμενους και γενικό πληθυσμό για κάθε ραδιοσυχνότητα από τα 100KHz μέχρι 100GHz. Παρατηρούμε ότι στην περιοχή από 10 μέχρι 300MHz μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα ισχύος είναι μόλις 1mW/cm^2 για τους εργαζόμενους και μόλις $0,2\text{mW/cm}^2$ για τον γενικό πληθυσμό.



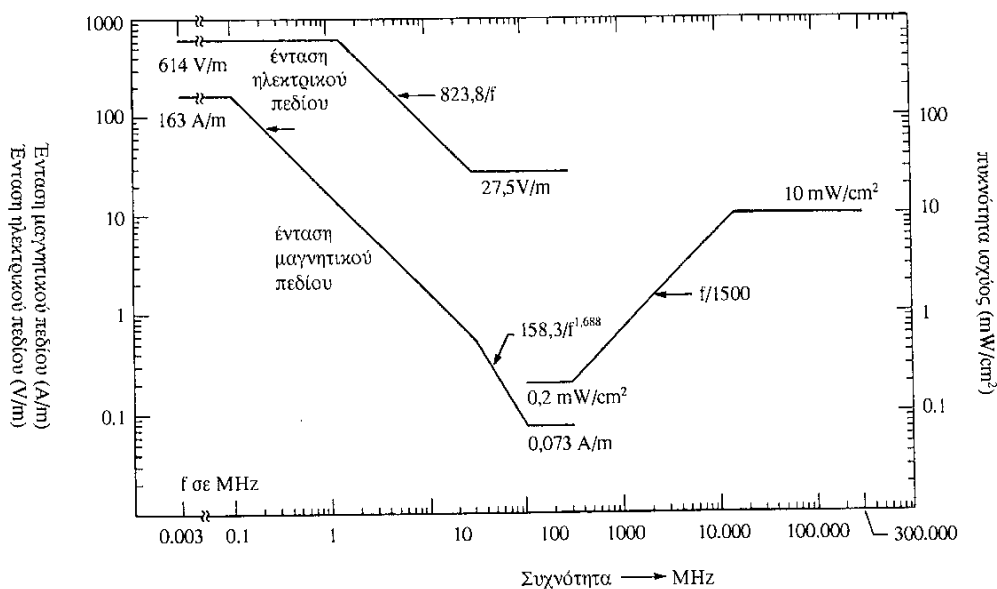
Σχήμα.1.7: όρια επικινδυνότητας IRPA

β)Τα όρια επικινδυνότητας του ANSI.Τα όρια αυτά θεσπίστηκαν από τα Αμερικάνικο Ινστιτούτο Εθνικών Ορίων (επίσημο όργανο της κυβέρνησης των ΗΠΑ). Τα όρια αυτά προέκυψαν το 1992 και καθιερώθηκαν παγκοσμίως από την επιστημονική ένωση IEEE. Τα όρια αυτά αφορούν και σε αυτήν την περίπτωση τους εργαζόμενους και τον γενικό πληθυσμό. Όπως φαίνεται από το παρακάτω σχήμα, μέχρι τα 100MHz τα όρια δύνονται σε τιμές ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου ενώ από 300MHz μέχρι 300GHz τα όρια δύνονται σε τιμές πυκνότητας ισχύος. Για τις τιμές ανάμεσα στα 100 και τα 300MHz τα όρια δύνονται και με τους δύο τρόπους.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

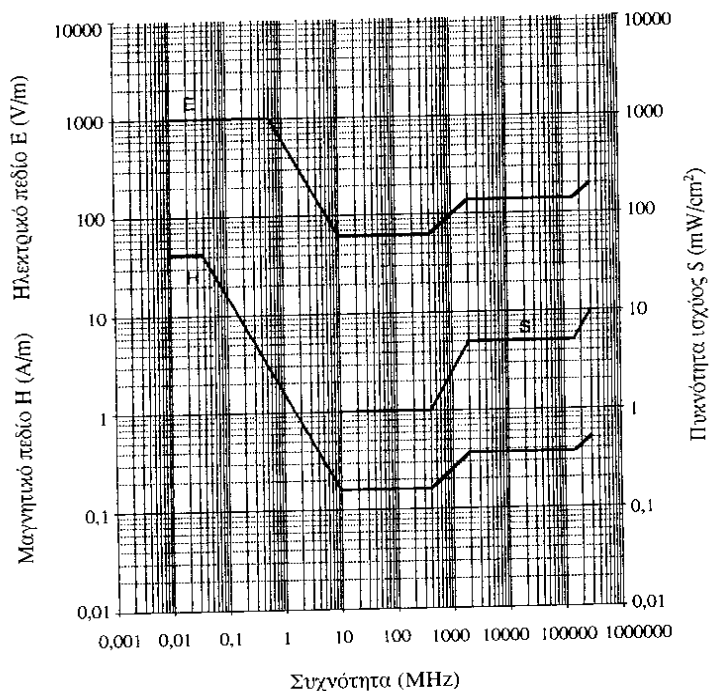


Σχήμα.1.8: όρια επικινδυνότητας ANSI για τους εργαζομένους

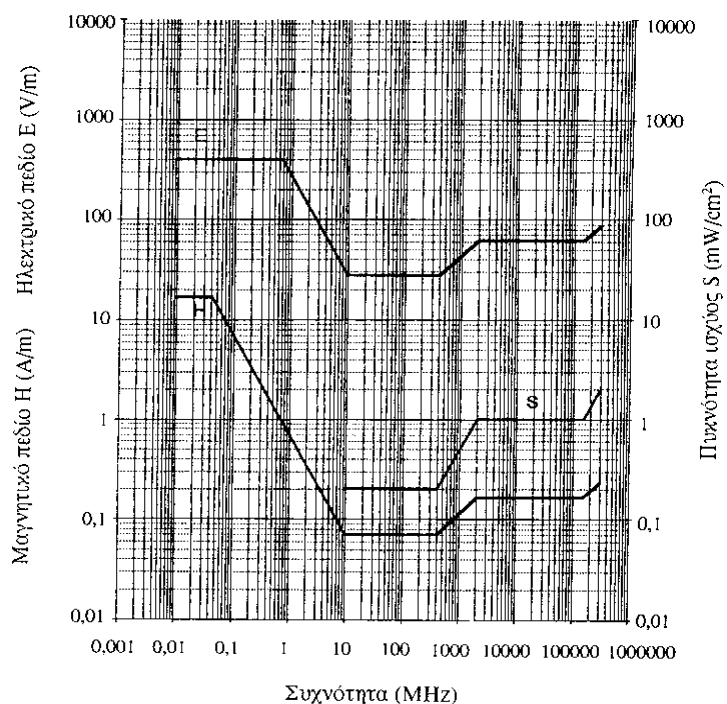


Σχήμα.1.9: όρια επικινδυνότητας ANSI για το γενικό πληθυσμό

γ) Τα όρια επικινδυνότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ευρωπαϊκή επιτροπή ηλεκτροτεχνικής τυποποίησης ενέκρινε το 1994 το πειραματικό ευρωπαϊκό πρότυπο ENV 50166-2 για την έκθεση ανθρώπων σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία συχνοτήτων 10 KHz – 300 GHz. Τρία χρόνια μετά την ημερομηνία αυτή η CENELEC θα κρίνει αν αυτό θα καθιερωθεί ως οριστικό πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



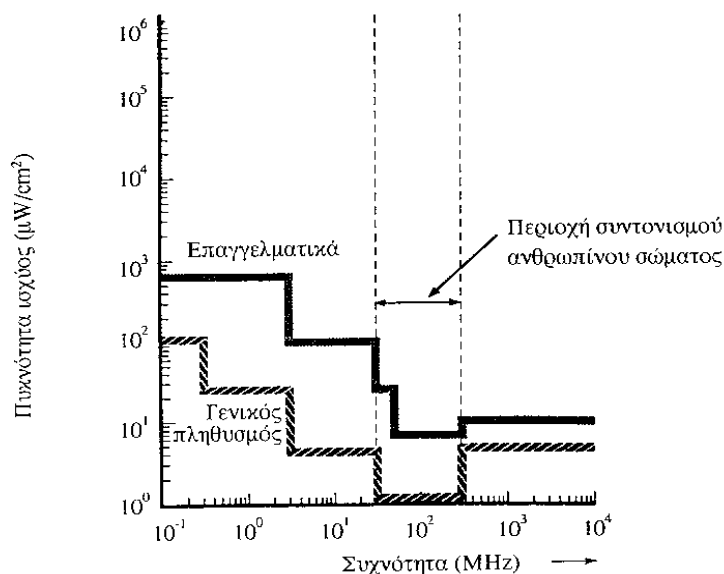
Σχήμα.1.10: όρια επικινδυνότητας E.E για τους εργαζομένους



Σχήμα.1.11: όρια επικινδυνότητας E.E για τους γενικό πληθυσμό

δ) Όρια επικινδυνότητας στις ανατολικές χώρες. Στην πρώην Σοβιετική Ένωση και στα κράτη του πρώην Συμφώνου της Βαρσοβίας, όπου διατηρήθηκε η πίστη στους αθερμικούς μηχανισμούς επίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

είναι φανερή η αυστηρότητα των ορίων αυτών, που μπορεί να είναι ακόμα και 200 φορές μικρότερα από εκείνα των δυτικών χωρών.



Σχήμα.1.12: όρια επικινδυνότητας Ανατολικών χωρών για τους εργαζομένους και το γενικό πληθυσμό.

ε)Τα όρια επικινδυνότητας για τη συχνότητα του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας(50Hz).

Πίνακας1.2:Τα όρια επικινδυνότητας για τη συχνότητα του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Χαρακτηριστικά έκθεσης	Όρια επικινδυνότητας ηλεκτρικού πεδίου σε KV/m		Όρια επικινδυνότητας μαγνητικού πεδίου	
	IRPA	Ευρωπαϊκή Ένωση	IRPA	Ευρωπαϊκή Ένωση
Επαγγελματικά				
8ωρη έκθεση	10	30	500μT(5000mG)	1600μT (16.000mG)
βραχεία έκθεση	30	-	5000μT (50000mG)	-
για τα άκρα μόνο	-	-	25000μT (250000mG)	25000μT (250000mG)
γενικός πληθυσμός				
24ωρη έκθεση	5	10	100μT (1000mG)	640μT (6400mG)
λίγες ώρες	10	-	1000μT (10000mG)	-
για τα άκρα μόνο	-	-	-	25000μT (250000mG)

1.6. Παράγοντες ηλεκτρομαγνητικής επιβάρυνσης

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που προκαλούν ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση στο περιβάλλον μας. Εμείς θα αναφερθούμε σε μερικούς από αυτούς.

α) Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση πυλώνων της ΔΕΗ. Το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο πυλώνων συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 4KV/m μέχρι 30KV/m. Η διάταξη αυτή παρατηρείται λόγω της διαφοράς στο ύψος των γραμμών από το έδαφος, την στιγμιαία τιμή της τάσης και την διάταξη των φάσεων. Οι τιμές αυτές ξεπερνούν κατά πολύ το όριο επικινδυνότητας της Δύσης και χιλιάδες φορές μεγαλύτερες από το όριο ασφάλειας. Το μαγνητικό πεδίο στο έδαφος μεταξύ δύο πυλώνων κυμαίνεται ανάμεσα σε 10 και 150 mG. Η διάταξη αυτή παρατηρείται λόγω της διαφοράς στο ύψος των γραμμών από το έδαφος και την διάταξη των φάσεων. Η τιμή του ηλεκτρικού πεδίου είναι μικρότερη από το όριο ασφάλειας σε απόσταση μεγαλύτερη των 200m. Το μαγνητικό πεδίο αντίστοιχα έχει την μέγιστη τιμή του ακριβώς κάτω από τις γραμμές και η τιμή του βρίσκεται κάτω από το όριο επικινδυνότητας σε απόσταση μεγαλύτερη των 200m. Σαν συμπέρασμα μπορούμε να αναφέρουμε ότι σε απόσταση μικρότερη των 30m η έκθεση υπερβαίνει κατά πολύ τα όρια επικινδυνότητας της Δύσης ενώ ασφαλής μπορεί να θεωρηθεί μια απόσταση μεγαλύτερη των 200m.



Εικόνα 1.1: Κλασικό παράδειγμα τοποθέτησης πυλώνα πολύ κοντά σε κατοικία.

β) Παράγοντες που προκαλούν ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση σε χώρους εργασίας ή κατοικίας. Στους χώρους εργασίας και τις κατοικίες συναντάμε ηλεκτρομαγνητικά πεδία τα οποία κυμαίνονται σε συχνότητες από 50Hz έως την ζώνη των GHz. Σύμφωνα με μετρήσεις, στις κατοικίες και σε σημεία σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός μέτρου από ηλεκτρικές συσκευές το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο είναι πολύ κάτω από το όριο ασφάλειας. Στους τοίχους λόγω των καλωδίων και των πριζών παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές που όμως σε απόσταση λίγων εκατοστών έγιναν αμελητέες. Σε κρεβάτια που έχουν πρίζα

δίπλα τους οι τιμές κυμαίνονται ανάμεσα σε 3 – 6 V/m και 0,5 – 1 mG αντίστοιχα. Συνεπώς, ο ύπνος μας είναι ασφαλής εάν δεν βρίσκεται κοντά κάποια άλλη ηλεκτρική συσκευή.

Μια συνηθισμένη τηλεόραση ή οθόνη υπολογιστή εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά πεδία από τον μετασχηματιστή υψηλής τάσης σε συχνότητα 15 – 20 KHz (πεδίο συχνοτήτων VLF). Επίσης, ο μετασχηματιστής υψηλής τάσης παράγει παλμούς βραχύτατης διάρκειας κι έτσι προκύπτουν αρμονικές συχνότητες της κεντρικής συχνότητας που καλύπτουν ένα μέρος της περιοχής των ραδιοσυχνοτήτων (πεδία συχνοτήτων RF). Επιπλέον, έχουμε ραδιενέργεια από την οθόνη. Σε αυτήν την περίπτωση ο μέσος άνθρωπος είχε ενημερωθεί άμεσα για τις επιπτώσεις και είχε συμβουλευτεί να διατηρεί απόσταση άνω των 6m. Αξίζει να σημειωθεί ότι πλέον η εκπομπή ραδιενέργειας από τις οθόνες είναι αμελητέα.

Γύρω από μια τυπική τηλεόραση το μαγνητικό πεδίο VLF είναι 3 – 30 KHz. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σαν όριο επικινδυνότητας 530mG για τους εργαζομένους και 210mG για τους απλούς πολίτες. Οι τιμές του μαγνητικού πεδίου γύρω από μια τυπική τηλεόραση είναι πολύ μικρότερες από το όριο επικινδυνότητας και μια απόσταση μεγαλύτερη του μισού μέτρου θεωρείται αρκετή. Η πυκνότητα ισχύος RF ξεπερνάει όλα τα όρια επικινδυνότητας για τον απλό πληθυσμό για 24ωρη έκθεση. Η περίπτωση αυτή βέβαια είναι πάρα πολύ σπάνια. Μία απόσταση άνω των 2m θεωρείται ασφαλής και για την συχνότητα VLF και για την συχνότητα RF.

Η οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή έχει ηλεκτρονικές διατάξεις ενεργοποίησης όμοιες με της τηλεόρασης. Οι κατασκευαστές οθονών ηλεκτρονικών υπολογιστών όμως προσπαθούν σε πάρα πολλές περιπτώσεις να παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στους χρήστες διότι ο χρήστης είναι αναγκασμένος να κάθεται σε μία απόσταση 30 – 50cm και όχι στην απόσταση των 2m που αναφέραμε παραπάνω. Για αυτόν τον λόγο παρατηρούμε μεγάλες διαφορές στις τιμές ακτινοβολίας ανάλογα με το μοντέλο του υπολογιστή. Κάποιες οδηγίες που έχουν δοθεί αναφέρουν ότι ο άνθρωπος πρέπει να εργάζεται σε απόσταση μεγαλύτερη 0,5m από την οθόνη. Επίσης, οποιαδήποτε μετακίνηση της οθόνης ή ο καθαρισμός της πρέπει να γίνεται με κλειστή την συσκευή ενώ δεν πρέπει να βρίσκεται κανένας υπολογιστής στο πίσω μέρος της οθόνης.

Σε πολλές περιπτώσεις το μαγνητικό και το ηλεκτρικό πεδίο συναντούν πολύ μεγάλες τιμές που σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνούν τα όρια επικινδυνότητας κατά την χρήση απλών οικιακών συσκευών καθημερινής χρήσης. Αυτό όμως δεν πρέπει να προκαλεί ανησυχία διότι στην συνήθη απόσταση του χρήστη από αυτές τις συσκευές οι τιμές των πεδίων είναι πολύ μικρότερες από τα όρια επικινδυνότητας. Μερικές τέτοιες συσκευές είναι οι εξής:

- Πιστολάκια μαλλιών
- Ηλεκτρική ξυριστική μηχανή
- Μίξερ
- Ηλεκτρική κουζίνα
- Φούρνος μικροκυμάτων
- Σκουπιδοφάγος

- Ηλεκτρική σκούπα
- Ηλεκτρικά τρυπάνια, πριόνια και δρόπανα
- Επιτραπέζιοι λαμπτήρες φθορισμού

Αξίζει όμως να αναφερθεί ότι η έκθεση στα πεδία των συσκευών αυτών είναι χρονικά περιορισμένη. Για τον φούρνο μικροκυμάτων συγκεκριμένα, η πυκνότητα ισχύος των μικροκυμάτων κυμαίνεται από $180 - 700 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ σε επαφή με το τζάμι ενώ σε απόσταση μόλις $0,5\text{m}$ η τιμή είναι μόλις $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Πρέπει ο φούρνος μικροκυμάτων να τοποθετείται σε ένα υψηλό ράφι ή τραπέζι για την προστασία μικρών παιδιών που κολλάνε το πρόσωπο τους στο τζάμι για να δουν το φαί να ψήνεται.

γ) Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από κινητά τηλέφωνα. Πλέον όλοι οι άνθρωποι σχεδόν κατά τη διάρκεια ολόκληρης της ημέρας κουβαλούν πάνω τους μία φορητή συσκευή κινητού τηλεφώνου. Μόνο στην Ελλάδα ο ετήσιος αριθμός αύξησης των χρηστών κινητής τηλεφωνίας ανέρχεται στο πολύ υψηλό 17%. Το σύστημα που ισχύει στην Ευρωπαϊκή Ένωση και έχει εγκατασταθεί και στην Ελλάδα είναι το GSM (Global System Mobile). Το GSM μπορεί να περιγραφεί σαν ένα κυψελωτό σύστημα, διότι χωρίζεται σε πολλούς διαφορετικούς τομείς (κυψέλες) που σχηματίζονται από τις κεραίες των σταθερών σταθμών βάσης οι οποίοι συνήθως βρίσκονται σε ταράτσες ψηλών κτιρίων. Το μέγεθος μίας τέτοιας κυψέλης εξαρτάται από τη γεωγραφία μίας περιοχής, τον πληθυσμό της, τον αριθμό των κλήσεων και τις απαιτήσεις των χρηστών στην περιοχή. Η ακτίνα μίας κυψέλης κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, μερικά χιλιόμετρα, μερικές εκατοντάδες μέτρα ή ακόμα και μερικά μέτρα. Πολλές φορές επιδιώκεται και η οπτική επαφή μεταξύ των κεραιών για την διατήρηση μικροκυματικού καναλιού. Για να διευκολυνθεί αυτό:

- 1) Εξαίρεση σταθμών βάσεων κινητής τηλεφωνίας από την ένταξή τους στα πάρκα κεραιών.
- 2) Τοποθέτησή τους κατόπιν ειδικής άδειας σε δασικές περιοχές ή σε αρχαιολογικούς χώρους.
- 3) Άδεια κατασκευής στεγάστρων μηχανημάτων και μεταλλικών βάσεων πάνω από το επιτρεπτό ύψος ή ακόμα και μέσα σε κτίρια.
- 4) Εξαίρεση από το συντελεστή δόμησης τα στέγαστρα και οι βάσεις των κεραιών.

Στις 21/1/1993 σε τηλεοπτική εκπομπή στις Η.Π.Α υπήρξε ο ισχυρισμός ότι ο θάνατος μίας γυναίκας προήλθε από την χρήση κινητού τηλεφώνου. Ακολούθησε δικαστική διαμάχη με την κατασκευάστρια εταιρία, ενώ ακολούθησαν και άλλες τέτοιες καταγγελίες με αποτέλεσμα οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας να απολέσουν σημαντικό μέρος των εσόδων τους. Κάπως έτσι ο μέσος άνθρωπος για πρώτη φορά ενημερώθηκε για τις αρνητικές επιπτώσεις της αλόγιστης χρήσης κινητών τηλεφώνων. Παρά τις διαβεβαιώσεις ότι η εμφάνιση καρκίνου του εγκεφάλου δεν συνδέεται άμεσα με τη χρήση κινητών τηλεφώνων, δόθηκαν κάποιες συμβουλές ως προς τη χρήση τους:

- Για 24ωρη έκθεση ορίζουμε σαν όριο επικινδυνότητας στα $0,6 \text{ mW}/\text{cm}^2$ και μέγιστο ειδικό ρυθμό απορρόφησης (EPA) τα $0,8 \text{ W}/\text{Kg}$.

-Υπερβάσεις αυτού του ορίου επιτρέπονται μόνο αν ο ΕΡΑ είναι μικρότερος του 1,6W/Kg για κάθε γραμμάριο των ιστών της κεφαλής.

-Ένα κινητό πρέπει να θεωρείται ασφαλές αν έχει ισχύ μικρότερη από 0,7Watts και διατηρείται σε απόσταση άνω των δύο εκατοστών.

Δύο χρήσιμες παρατηρήσεις είναι ότι στην Ελλάδα τα κινητά έχουν ισχύ εκπομπής 2W και ότι οι περισσότεροι χρήστες έρχονται σε επαφή με το κινητό την ώρα της χρήσης του. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε και να επισημάνουμε ότι με ισχύ 2W και απόσταση από το κεφάλι 5 με 20 εκατοστά έχουμε τιμές 10.000 με $6501\mu\text{W}/\text{cm}^2$, τιμή δηλαδή πολύ επάνω από τα όρια επικινδυνότητας. Η σύγκριση δεν είναι ακριβής διότι τα όρια αυτά αφορούν ολόσωμη έκθεση.

Πίνακας1.3:Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης ανά μέρος του κεφαλιού

	Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης(W/Kg)	
Είδος Ιστού	Φορητό τηλέφωνο τοποθετημένο κατακόρυφα	Φορητό τηλέφωνο κεκλιμένο κατά 45 μοίρες ως προς την κατακόρυφο
Μάτι	1,82 W/Kg	2,48 W/Kg
Εγκέφαλος	0,178 W/Kg	0,21 W/Kg
Αυτί	10,11 W/Kg	4,97 W/Kg

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε οι τιμές ξεπερνούν το ανώτατο όριο των 1,6 W/Kg για μεμονωμένους ιστούς. Παρατηρούμε ότι το αυτί απορροφά ισχύ 6 φορές μεγαλύτερη από το ανώτατο όριο. Το συμπέρασμα στο ποίο καταλήγουμε είναι ότι στην Ελλάδα πρέπει η ισχύς να μειωθεί από τα 2 στα 0,5W με προοπτική για 0,25W.

Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας λαμβάνουν συγκεκριμένα μέτρα αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών. Γνωστή εταιρεία κινητής τηλεφωνίας προειδοποιεί τον αγοραστή ώστε η κεραία του τηλεφώνου να μην αγγίζει το κεφάλι και συγκεκριμένα το αυτί. Πάντως η σημαντικότερη ενέργεια που πρέπει να πραγματοποιηθεί και σχεδιάζεται είναι η μείωση κάθε κυψέλης(GSM). Με αυτήν την ενέργεια θα επιτύχουμε τη δυνατότητας μείωση της ισχύς εκπομπής του φορητού κινητού τηλεφώνου ,αφού κάθε χρήστης θα βρίσκεται κοντά στους σταθμούς βάσης. Πολλοί αντιτίθενται στη λύση αυτή ,καθώς αυτή θα φέρει πάλι τη συζήτηση για την ασφάλεια γύρω από τις κεραίες βάσης της κινητής τηλεφωνίας.

δ)Ακτινοβολία κεραιών βάσης:

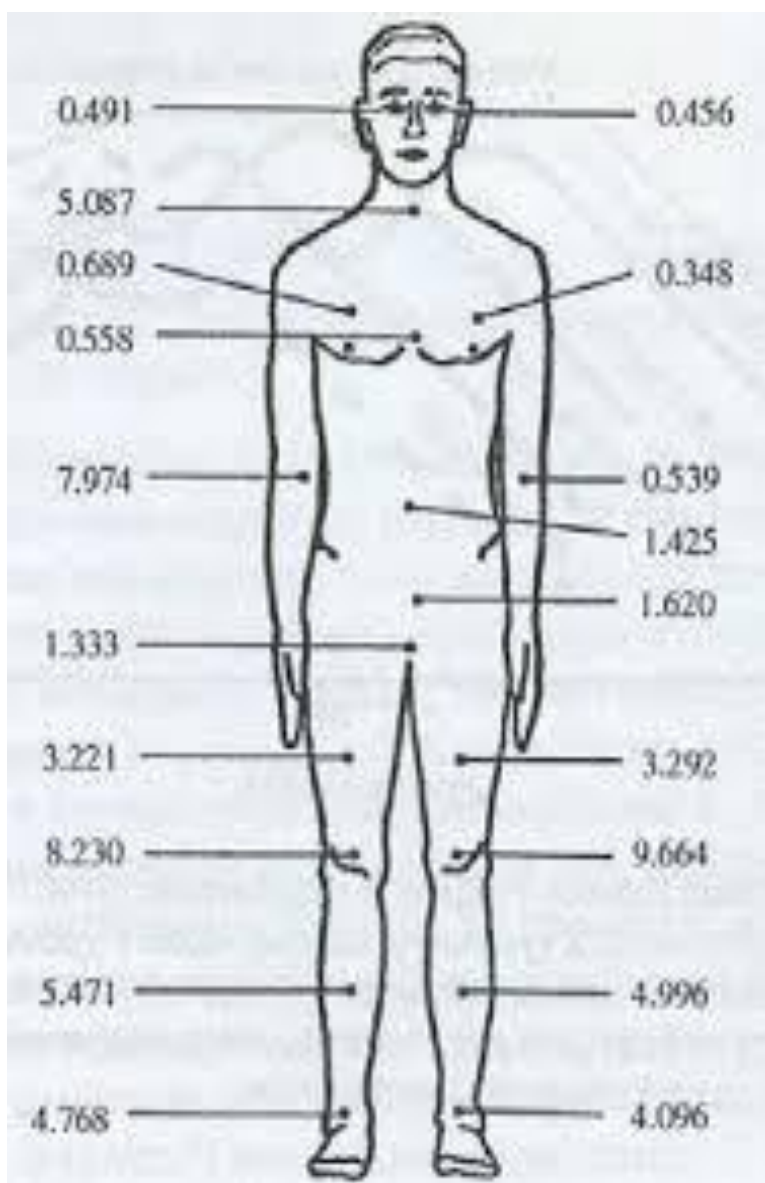
Κάποια βασικά χαρακτηριστικά των κεραιών κινητής τηλεφωνίας είναι:

1)Ισχύς εκπομπής 50Watts μέχρι 500Watts.

2)Απολαβή 16,5dB.

3)Πεδίο συχνοτήτων 870-960MHz.

4)Πόλωση κατακόρυφη.



Σχήμα.1.13: Κατανομή της απορρόφησης ισχύος ανά ιστό

Στο παραπάνω σχήμα(1.6) ,βλέπουμε την απορρόφηση της κυματικής ισχύος ανά ιστό του ανθρώπινου σώματος. Σαν μονάδα έχουμε δεχθεί το μέσο όρο του EPA στο σώμα μας. Αυτό σημαίνει ότι στο λαιμό για παράδειγμα ο EPA είναι πέντε φορές μεγαλύτερος από το μέσο όρο του σώματός μας. Οι μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί για ισχύ ίση με 10mW/cm

Οι κεραιές σταθμού βάσης εκπέμπουν το μεγαλύτερο ποσοστό της ισχύος τους οριζοντίως ενώ μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό κατευθύνεται προς τα κάτω ,δηλαδή προς τη ταράτσα. Οι τιμές της πυκνότητας ισχύος βρίσκονται κάτω από τα όρια επικινδυνότητας σε απόσταση πάνω από 50 μέτρα. Πρέπει όμως να πούμε ότι λόγω της θέσης και του ύψους των κεραιών είναι αδύνατο να βρεθεί

κάποιος στη θέση εκπομπής μέγιστης ισχύος. Για παράδειγμα ,αν μία κεραία βρίσκεται στο έδαφος και έχει ύψος περίπου 25 μέτρα , η ισχύς της βρίσκεται πολύ κάτω από τα όρια επικινδυνότητας. Τα παραπάνω συμπεράσματα έχουν αποδειχθεί και πειραματικά.



Εικόνα1.2:Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας κινητής τηλεφωνίας σε κατοικημένη περιοχή.

ε)Άλλοι παράγοντες επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Πέρα από τους παράγοντες που αναφέραμε υπάρχουν και άλλοι παράγοντες ηλεκτρομαγνητικής επιβάρυνσης του περιβάλλοντος ,τους οποίους οφείλουμε να γνωρίζουμε ώστε να προστατευθούμε από αυτούς.

Ένας από αυτούς είναι οι μετασχηματιστές τις Δ.Ε.Η, οι οποίοι όμως είναι παντελώς ακίνδυνοι σε απόσταση μεγαλύτερη από 3 μέτρα. Κάτω από αυτή την απόσταση όμως τα επίπεδα του μαγνητικού πεδίου είναι πολύ υψηλότερα από τα όρια επικινδυνότητας.

Ένας άλλος παράγοντας επιβάρυνσης είναι τα ραντάρ(πολιτικών και στρατιωτικών αεροδρομίων) τα οποία όμως δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία μας εφόσον ατή βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον 33 μέτρων από το έδαφος. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι εκτός του κύριου ραντάρ λειτουργούν και άλλοι μικρότεροι πομποί ικανοί να επηρεάσουν το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο , οι οποίοι χρίζουν διερεύνησης

Τα ΓΟΥΟΚΙ-ΤΟΚΙΣ(WALKIE - TALKIES) δουλεύουν στην πλέον επικίνδυνη ζώνη συχνοτήτων(27,1MHz , 1501MHz ,165,451MHz).Λίγα εκατοστά μακριά από τους πομπούς παρατηρήθηκε ισχύς της τάξεως των 2W και πυκνότητες της τάξεως των 11 mW/cm².

Οι κεραίες δορυφορικών επικοινωνιών έχουν πυκνότητα ισχύος περίπου 10 mW/cm² ,όμως είναι αδύνατο να εκτεθούμε σε αυτή λόγω του ουράνιου προσανατολισμού της κεραίας. Πλευρικοί λοβοί μας δίνουν πυκνότητα ισχύος

που κυμαίνεται από 10 μέχρι 100 mW/cm² . Είναι προφανές λοιπόν ότι είναι απαραίτητο οι κεραιές δορυφορικών επικοινωνιών απαιτείται να βρίσκεται σε απόσταση κατοικημένες περιοχές και το προσωπικό να λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα προστασίας.

Οι κεραιές ραδιοφωνίας και τηλεόρασεως τοποθετούνται κυρίως σε κορυφές βουνών ή λόφων ,ως εκ τούτου δεν αποτελούν καμία απειλή. Απαγορεύεται όμως αυστηρά να τοποθετηθούν οι κεραιές αυτές κοντά σε πόλη ,αφού αυτό θα δημιουργούσε μία ζώνη επικινδυνότητας ακτίνας πολλών εκατοντάδων μέτρων. Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τη πυκνότητα ισχύος ανάλογα με την απόσταση.

Πίνακας1.4:Πυκνότητα ισχύος ανάλογα με απόσταση από κεραία.

Απόσταση από κεραία(m)	Πυκνότητα ισχύος (μW/cm ²)
10	200
20	112
30	79
40	60
50	48
75	31
100	20
150	10
200	6
250	3,77
500	3

1.7.Τρόποι προστασίας από ηλεκτρομαγνητικά πεδία

Τρόποι προστασίας στο γραφείο και στο σπίτι είναι οι παρακάτω:

- 1)σε περίπτωση αγοράς καινούργιου σπιτιού απόσταση άνω των 200 μέτρων από γραμμές υψηλής τάσης της ΔΕΗ.
- 2)Ίδια απόσταση(200 μέτρα) για σχολεία ή παιδικούς σταθμούς.
- 3)Ο πίνακας ηλεκτρικής εγκατάστασης σε απρόσιτο και απομακρυσμένο μέρος του σπιτιού.
- 4)Αποφυγή εγκατάστασης θέρμανσης με ηλεκτρικές αντιστάσεις στο πάτωμα, στους τοίχους ή το ταβάνι.
- 5)Να προτιμάται το κλασικό καλοριφέρ για θέρμανση(είναι ο καθαρότερος τρόπος θέρμανσης)
- 6)Περιορισμός της χρήσης κινητών τηλεφώνων.
- 7)Περιορισμός χρήσης συσκευών όπως ηλεκτρικές κουβέρτες ,ηλεκτρική οδοντόβουρτσα , ηλεκτρική ξυριστική μηχανή ,θερμαινόμενα στρώματα ύδατος.
- 8)χρήση ρολογιού μπαταρίας και όχι ηλεκτρικό ρολόι 220V.
- 9)Τα υπνοδωμάτια να περιέχουν μόνο τις απαραίτητες ηλεκτρικές συσκευές.
- 10)Να διατηρούμε απόσταση μεγαλύτερη του μισού μέτρου από την οθόνη του

υπολογιστή και κανέναν να μην βρίσκεται στο πίσω μέρος σε απόσταση μικρότερη του ενός μέτρου.

11) Σε περίπτωση αλλαγής του υπολογιστή επιλογή μοντέλου χαμηλής ακτινοβολίας.

12) Να διατηρούμε απόσταση μεγαλύτερη των δύο μέτρων την ώρα που παρακολουθούμε τηλεόραση.

13) Καναπέδες και πολυθρόνες μακριά από ηλεκτρικές συσκευές.

14) Ο φούρνος μικροκυμάτων να τοποθετείται σε ψηλό ράφι ,μακριά από μέρη πρόσβασης των παιδιών.

15) Χρήση κλασικής σκούπας και όχι ηλεκτρικής.

16) Χρησιμοποιούμε όσο το δυνατόν λιγότερο τα πιστολάκια μαλλιών.

Ορισμένες ενέργειες πρέπει να πραγματοποιηθούν από την πολιτεία και συγκεκριμένα τη ΔΕΗ. Τέτοιες ενέργειες είναι η απομάκρυνση των γραμμών υψηλής τάσης της ΔΕΗ από κατοικημένες περιοχές ,τη μεταφορά ρεύματος υψηλής τάσης με υπόγειους αγωγούς , απαγόρευση αδειών οικοδόμησης σε απόσταση μικρότερη των 200 μέτρων από γραμμές υψηλής τάσης της ΔΕΗ και στις επεκτάσεις των σχεδίων πόλεων να προβλεφθεί το πέρασμα των μελλοντικών γραμμών υψηλής τάσης. Η ΔΕΗ πρέπει να αυτοματοποιήσει ορισμένες μονάδες ώστε να μην κρίνεται απαραίτητη η παρουσία προσωπικού που τίθεται σε κίνδυνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Μετρήσεις στο περιβάλλον

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήσαμε μετρήσεις σε διάφορους χώρους που πιθανώς θα παρουσίαζαν υψηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τέτοιοι χώροι μπορεί να είναι μία δημόσια υπηρεσία, ένα , κοντά σε ένα πυλώνα της ΔΕΗ ή ακόμα και το ίδιο μας το σπίτι ή το γραφείο. Επίσης καταγράφεται η απόσταση από την πηγή την ώρα που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.

Το όργανο με το οποίο μετρήθηκαν οι τιμές είναι το electrosmog meter.



Εικόνα2.1: Μπροστινή όψη electrosmog meter



Εικόνα2.2:Οπίσθια όψη electrosmog meter

Το electrosmog meter είναι μία πολύ απλή συσκευή μέτρησης ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Λειτουργεί με μπαταρία των 9V. Έχει αισθητήριο μικρής εμβέλειας, συνεπώς οι μετρήσεις έπρεπε να πραγματοποιηθούν σε απόσταση κοντά στην πηγή. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εμφανίζονται στην οθόνη σε dBm και σε mW/m^2 . Είναι προφανές ότι τα συμπεράσματα γύρω από τα αποτελέσματα που θα παρουσιάσουμε προκύπτουν από τη σύγκριση με τα αποτελέσματα των ερευνών που παρουσιάσαμε παραπάνω. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες περιοχές της Αττικής καθώς και σε προφανείς πηγές ακτινοβολίας στο προσωπικό μας χώρο.

Πίνακας2.1:Μετρήσεις σε χώρους της καθημερινότητας μας.

Πηγή	Απόσταση(m)	μέτρηση(dBm)	μέτρηση(mW/m ²)
modem	0,00	-12,2	34,8300
	0,05	-15,6	15,9200
	0,10	-18,1	8,9500
	0,15	-18,1	8,9500
	0,20	-18,1	8,9500
	0,25	-18,1	8,9500
	0,30	-18,1	8,9500
	0,35	-19,3	6,7900
	0,40	-19,7	6,1900
	0,45	-20,5	5,1051
	0,50	-21,3	1,2851
σε κινητό ενώ δεν καλούμε	0,00	-29,9	0,5910
	0,05	-29,9	0,5910
	0,10	-29,9	0,5910
	0,15	-30,5	0,5151
	0,20	-30,5	0,5151
	0,25	-31,0	0,4591

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,30	-31,0	0,4591
	0,35	-33,1	0,2831
	0,40	-35,6	0,1592
	0,45	-36,5	0,1294
	0,50	-37,1	0,1127
σε κινητό ενώ δεν καλούμε και έχουμε ανοιχτό wifi	0,00	-29,0	0,7270
	0,05	-29,0	0,7270
	0,10	-29,3	0,6791
	0,15	-29,9	0,5916
	0,20	-29,9	0,5916
	0,25	-32,1	0,3564
	0,30	-32,1	0,3564
	0,35	-32,6	0,3176
	0,40	-36,2	0,1386
	0,45	-36,5	0,1294
	0,50	-36,5	0,1294
σε κινητό ενώ καλούμε και έχουμε ανοιχτό/κλειστό wifi	0,00	+05,0	1827,0000
	0,05	+04,0	1451,0000
	0,10	+04,0	1451,0000

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,15	+00,0	578,0000
	0,20	+00,0	578,0000
	0,25	+00,0	578,0000
	0,30	-4,5	505,0000
	0,35	-29,9	0,5916
	0,40	-30,5	0,5151
	0,45	-33,1	0,2831
	0,50	-34,5	0,2050
σε ασύρματο τηλέφωνο ενώ δεν καλούμε	0,00	+05,0	1827,0000
	0,05	-7,00	153,5000
	0,10	-17,1	11,2700
	0,15	-18,1	8,9500
	0,20	-18,1	8,9500
	0,25	-19,3	6,7900
	0,30	-19,7	6,0190
	0,35	-24,2	2,1970
	0,40	-24,2	2,1970
	0,45	-24,2	2,1970
	0,50	-25,0	1,8270

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

σε ασύρματο τηλέφωνο ενώ καλούμε	0,00	+05,0	1827,0000
	0,05	-7,0	15,3500
	0,10	-09,6	63,3000
	0,15	-12,2	34,8300
	0,20	-14,0	23,0100
	0,25	-14,0	23,0100
	0,30	-14,0	23,0100
	0,35	-14,0	23,0100
	0,40	-14,0	23,0100
	0,45	-15,6	15,9200
	0,50	-17,1	11,2700
σε φούρνο μικροκυμάτων	0,00	-04.5	205,0000
	0,05	-04.5	205,0000
	0,10	-04.5	205,0000
	0,15	-7,00	115,3500
	0,20	-7,00	115,3500
	0,25	-7,00	115,3500
	0,30	-14.0	23,1000
	0,35	-14.0	23,1000

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,40	-14,0	23,1000
	0,45	-14,0	23,1000
	0,50	-14,0	23,1000
ασύρματο χειριστήριο υπολογιστή	0,00	-22,7	3,1000
	0,05	-25,4	1,6770
	0,10	-29,3	0,6791
	0,15	-29,3	0,6791
	0,20	-29,9	0,5916
	0,25	-29,9	0,5916
	0,30	-32,1	0,3564
	0,35	-32,1	0,3564
	0,40	-36,5	0,1294
	0,45	-37,1	0,1127
	0,50	-37,1	0,1127
τηλεόραση TFT	0,00	-41,1	44,8600
	0,05	-41,1	44,8600
	0,10	-41,1	44,8600
	0,15	-41,1	44,8600
	0,20	-41,1	44,8600

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,25	-42.8	30,3300
	0,30	-42.8	30,3300
	0,35	-42.8	30,3300
	0,40	-42.8	30,3300
	0,45	-42.8	30,3300
	0,50	-47,6	10,0400
τηλεόραση CRT	0,00	-37,8	49,5600
	0,05	-37,8	49,5600
	0,10	-37,8	49,5600
	0,15	-38,2	47,3300
	0,20	-39,7	46,4800
	0,25	-39,7	46,4800
	0,30	-39.7	46,4800
	0,35	-40.8	44,2200
	0,40	-42.7	30,2300
	0,45	-42.7	30,2300
	0,50	-44,4	12,0200
οθόνη υπολογιστή	0,00	-25,0	1,8270
	0,05	-25,0	1,8270

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,10	-25,0	1,8270
	0,15	-25,0	1,8270
	0,20	-25,0	1,8270
	0,25	-25,0	1,8270
	0,30	-27,6	1,0760
	0,35	-28,3	0,8540
	0,40	-29,3	0,6791
	0,45	-30,5	0,5151
	0,50	-33,6	0,2523
Μηχάνημα POS	0,00	-27,0	0,9570
	0,05	-27,0	0,9570
	0,10	-28,5	0,7690
	0,15	-29,4	0,6710
	0,20	-29,4	0,6710
	0,25	-31,2	0,4465
	0,30	-31,2	0,4465
	0,35	-34,3	0,3042
	0,40	-34,3	0,3042
	0,45	-36,6	0,1304

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,50	-38,5	0,1087
Μηχάνημα PDA	0,00	-7,00	15,2300
	0,05	-17,2	12,2700
	0,10	-22,4	3,1000
	0,15	-30,3	0,5215
	0,20	-33,9	0,2523
	0,25	-36,9	0,1582
	0,30	-36,9	0,1582
	0,35	-38,1	0,1364
	0,40	-40,5	0,1269
	0,45	-40,1	0,1078
	0,50	-40,1	0,1078
δωμάτιο ξενοδοχείου(ύπαρξη ασύρματου δικτύου και τηλεόρασης TFT)	0,00	-10,4	37,8300
	0,05	-10,4	37,8300
	0,10	-14,2	17,3400
	0,15	-16,2	15,1300
	0,20	-16,2	15,1300
	0,25	-19,1	6,7500
	0,30	-30,1	0,9500

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

	0,35	-30,1	0,9500
	0,40	-36,3	0,2300
	0,45	-36,3	0,2300
	0,50	-36,3	0,2300
χώρος υποδοχής ξενοδοχείου(ύπαρξη ασύρματου δικτύου)	0,00	-14,2	32,6400
	0,05	-17,6	13,5200
	0,10	-20,1	6,6300
	0,15	-20,1	6,6300
	0,20	-22,0	4,9500
	0,25	-22,0	4,9500
	0,30	-27,3	2,9700
	0,35	-30,3	1,2500
	0,40	-30,3	1,2500
	0,45	-30,3	1,2500
	0,50	-30,3	1,2500
αίθουσα εκδηλώσεων(ύπαρξη ασύρματου δικτύου)	0,00	-10,6	40,5300
	0,05	-12,0	20,5200
	0,10	-12,0	20,5200
	0,15	-16,1	9,4200

	0,20	-16,1	9,4200
	0,25	-16,1	9,4200
	0,30	-18,6	7,9515
	0,35	-18,6	7,9515
	0,40	-18,6	7,9515
	0,45	-20,0	1,7427
	0,50	-20,0	1,7427

2.2 Συμπεράσματα με βάση της μετρήσεις

Τα συμπεράσματα που μπορούμε να αναφέρουμε με βάση της μετρήσεις μας είναι αρκετά. Είναι προφανές ότι όσα αναφέραμε πριν επαληθεύονται όσον αφορά την απόσταση που πρέπει να κρατάμε από συγκεκριμένες συσκευές όπως για παράδειγμα ο φούρνος μικροκυμάτων. Παρατηρούμε ότι η απόσταση από την πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ισχύ της ακτινοβολίας, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις σε απόσταση άνω του μισού μέτρου η ισχύς είναι πάρα πολύ μικρή, τουλάχιστον όσο αφορά της συσκευές οικιακής χρήσης. Όσον αφορά τα κινητά τηλέφωνα, βλέπουμε ότι και σε αυτή την περίπτωση είμαστε υποχρεωμένοι να κρατάμε μία απόσταση αρκετών εκατοστών την ώρα κατά την ποία καλούμε. Αξίζει να σημειωθεί ότι την ώρα των κλήσεων, η τηλεφωνική συσκευή αυξάνει ραγδαία την ακτινοβολία σε σχέση με την ώρα που παραμένει ανενεργό, οπότε η διατήρηση της απόστασης από την συσκευή καθίσταται απαραίτητη. Από τον φούρνο μικροκυμάτων μία απόσταση ενός μέτρου είναι αρκετή, όπως φαίνεται και στις παραπάνω μετρήσεις. Οι ασύρματες συσκευές γύρω από τις οποίες πήραμε τις παραπάνω μετρήσεις παρουσιάζουν περίπου την ίδια συμπεριφορά, με αρκετά μικρή εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Όσον αφορά χώρους συναθροίσεων, παρατηρούμε ότι κάποια αύξηση στην ισχύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας υπάρχει σε χώρους στους οποίους συναντάμε ασύρματο δίκτυο internet, ιδιαίτερα μάλιστα σε χώρους όπου για καλύτερο σήμα έχουν τοποθετηθεί πολλοί δρομολογητές (access point). Σε γενικές γραμμές πάντως συναντήσαμε ισχύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αρκετά κάτω από τα όρια επικινδυνότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Δημιουργία εφαρμογής για λειτουργικό android με χρήση αισθητηρίου

3.1 Λίγα λόγια για τα αισθητήρια(sensors) ενός κινητού

Κάθε κινητό παρέχει στους κατόχους του τη δυνατότητα να καταγράφει και να αντιλαμβάνεται μεταβολές στην κίνηση ,τη θερμοκρασία ,την υγρασία ,το μαγνητικό πεδίο κ.ά. Αυτό γίνεται μέσω των αισθητηρίων τα οποία κατέχει ένα κινητό. Αξίζει να αναφερθεί ότι το κινητό συνήθως κατέχει 3 αισθητήρες για να παρέχει μετρήσεις και στους τρεις άξονες(x,y,z). Για αυτό το λόγο η εφαρμογή επιστρέφει όχι μία αλλά τρεις τιμές , οι οποίες μπορεί να διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους. Επίσης τα αισθητήρια των κινητών είναι μικρής εμβέλειας , συνεπώς πρέπει να πλησιάσουμε το αντικείμενο(σε περίπτωση που υπάρχει) αρκετά κοντά στο αισθητήριο.

Οι πιο σημαντικοί αισθητήρες είναι:

- α)TYPE_ACCELEROMETER: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε την επιτάχυνση του κινητού στους τρεις άξονες συνυπολογίζοντας τη βαρύτητα, σε m/s^2 .
- β) TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε την θερμοκρασία ενός κλειστού χώρου(πχ δωμάτιο) σε βαθμούς Κελσίου($^{\circ}C$).
- γ) TYPE_GRAVITY: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε τη βαρύτητα που ασκείται στο κινητό σε m/s^2 .
- δ) TYPE_GYROSCOPE: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε το ρυθμό μεταβολής της θέσης του κινητού ως προς την περιστροφή του γύρω από τους τρεις άξονες σε rad/s.
- ε)TYPE_LIGHT: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε τη φωτεινότητα του περιβάλλοντος σε lx.
- στ) TYPE_LINEAR_ACCELERATION: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε την επιτάχυνση του κινητού στους τρεις άξονες αγνοώντας τη βαρύτητα, σε m/s^2 .
- ζ) TYPE_MAGNETIC_FIELD: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε το γεωμαγνητικό πεδίο στους τρεις άξονες σε μT .
- η) TYPE_ORIENTATION: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε τη περιστροφή του κινητού γύρω από τους τρεις άξονες σε μοίρες.
- θ) TYPE_PRESSURE: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε την πίεση από τον αέρα σε hPa.
- ι) TYPE_PROXIMITY: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε την απόσταση από κάποιο αντικείμενο(οτιδήποτε) σε εκατοστά(cm).
- κ) TYPE_RELATIVE_HUMIDITY: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε την υγρασία της ατμόσφαιρας σε ποσοστό επί της εκατό(%).
- λ) TYPE_TEMPERATURE: Σε αυτήν την περίπτωση μετράμε τη θερμοκρασία της συσκευής σε βαθμούς Κελσίου($^{\circ}C$).

Όπως βλέπεται μία συσκευή κινητής τηλεφωνίας μας δίνει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε πολλές μετρήσεις και σε εσωτερικούς και σε εξωτερικούς

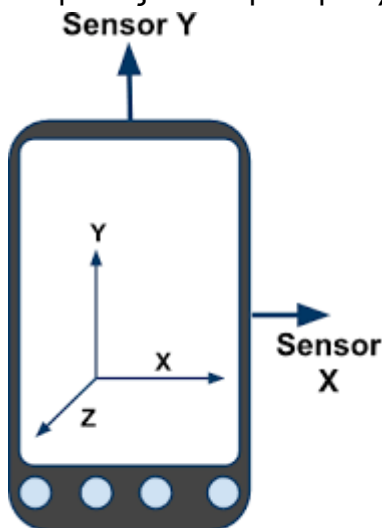
χώρους ενώ οι μετρήσεις αυτές μπορούν να αφορούν τη συσκευή ή το περιβάλλον. Επίσης μπορούμε να συνδυάσουμε σε ένα πρόγραμμα τη χρήση δύο αισθητηρίων.

Πρέπει να αναφερθεί ότι οι δυνατότητες των αισθητηρίων, η ακρίβειά τους , ακόμα και το είδος των μετρήσεων μπορεί να διαφέρουν από συσκευή σε συσκευή ανάλογα με το μοντέλο αλλά και το έτος κυκλοφορίας(βελτιωμένη έκδοση λειτουργικού συστήματος android).

3.2 Εφαρμογή μέτρησης μαγνητικού πεδίου

Για τη δημιουργία της εφαρμογής ,έγινε χρήση του προγράμματος Android Studio 2015, ένα πρόγραμμα το οποίο μας δίνει πολλές δυνατότητες στο να προγραμματίζουμε σε γλώσσα java όπως επίσης και να δημιουργούμε εκτελέσιμα αρχεία(.apk).Το συγκεκριμένο πρόγραμμα διατίθεται δωρεάν στο internet και παρέχει πλήρης δυνατότητες για προγραμματισμό android.

Είναι προφανές ότι για τη συγκεκριμένη εφαρμογή θα κάνουμε χρήση του αισθητηρίου που αφορά το μαγνητικό πεδίο(TYPE_MAGNETIC_FIELD), επομένως θα παίρνουμε όχι μία αλλά τρεις τιμές(άξονες x,y,z).



Εικόνα3.1:Θέσεις αισθητηρίων στη τηλεφωνική συσκευή.

Για να πραγματοποιηθεί η εφαρμογή θα χρειαστούμε κάποιες βασικές γνώσεις χρήσης αισθητήρων σε σύστημα android. Για να χρησιμοποιήσουμε ένα αισθητήριο πρέπει να το δηλώσουμε στο πρόγραμμά μας. Το πρόγραμμά μας ουσιαστικά αποτελείται από μία βασική κλάση ,την MainActivity.java στην οποία θα δηλώνουμε ποιο αισθητήριο θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε και να εμφανίζουμε τα αποτελέσματα στην οθόνη. Για να πραγματοποιηθεί αυτό θα χρειαστούμε τρία TextViews για τους τρεις άξονες και εμφάνιση της μονάδας μέτρησης(μΤ).

Ο κώδικάς μας ξεκινάει με τη δήλωση των TextViews που αναφέραμε παραπάνω(τα έχουμε ήδη δημιουργήσει αλλιώς βγαίνει μήνυμα λάθους) και του

SensorManager που μας δίνει τη δυνατότητα διαχείρισης του αισθητηρίου. Επίσης διαμορφώνουμε τον κώδικά μας έτσι ώστε να αντιστοιχίσουμε τα TextViews με μοναδικό id.

```
-private TextView sensorX;//αντίστοιχα και η y ,z
```

```
-private SensorManager sensorManager = null;//δήλωση διαχειριστή του  
αισθητηρίου
```

```
- sensorX = (TextView) findViewById(R.id.text_X);//αντιστοίχιση με id
```

Στην συνέχεια είναι προφανές ότι πρέπει να δηλώσουμε το αισθητήριο το οποίο θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Αυτό επιτυγχάνεται με τον παρακάτω κώδικα:

```
-sensorManager.registerListener(this,sensorManager.getDefaultSensor  
(Sensor.TYPE_MAGNETIC_FIELD),SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMA  
L);//όπως βλέπεται εμείς επιλέξαμε το MAGNETIC_FIELD όπως είχαμε αναφέρει  
προηγουμένως
```

Τώρα πρέπει να καθορίσουμε λίγο την λειτουργία της εφαρμογής ,δηλαδή όταν σταματάμε την εφαρμογή ή την χρησιμοποιούμε. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των συναρτήσεων onResume(),onPause(),onStop().

```
-protected void onPause() {
```

```
    sensorManager.unregisterListener(this);
```

```
    super.onPause();//παράδειγμα της onPause(). Εδώ βλέπουμε ότι απλά  
απενεργοποιούμε το αισθητήριο μας.
```

Τέλος μας μένει η εμφάνιση των αποτελεσμάτων στην οθόνη μας. Όπως αναφέραμε και νωρίτερα θα χρησιμοποιήσουμε τρία TextViews(τα δημιουργήσαμε νωρίτερα). Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι πρέπει να γίνει η χρήση του πίνακα sensorEvent.values[]. Ο πίνακας αυτός δημιουργείτε μόνος του και περιέχει τις τιμές των αξόνων x,y,z στις θέσεις ένα, δύο και τρία αντίστοιχα. Έτσι ο κώδικάς μας διαμορφώνεται ως εξής:

```
-sensorX.setText("X:" + sensorEvent.values[0]);//αντίστοιχα y,z
```

Τα τρία TextViews τα φτιάχνουμε στο content_main με τον παρακάτω κώδικα:

```
- <TextView
```

```
    android:id="@+id/text_X"
```

```
    android:layout_width="143dp"
```

```
    android:layout_height="wrap_content"
```

```
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
```

```
    android:layout_weight="0.50"
```

```
    android:layout_alignParentTop="true"
```

```
/>//αντίστοιχα τα y,z
```

Αν όλα γίνουν σωστά τότε πρέπει η εικόνα που θα πάρουμε να είναι η εξής:



Εικόνα3.2: Εφαρμογή μέτρησης μαγνητικού πεδίου

Όπως βλέπουμε από την παραπάνω εικόνα έχουμε επαλήθευση των όσων αναφέραμε παραπάνω. Παίρνουμε τρεις ανεξάρτητες τιμές σε μT όπως ακριβώς πρέπει. Ας παρατηρήσουμε τι γίνεται όταν συναντάμε αυξημένο μαγνητικό πεδίο:



Εικόνα3.3: Εφαρμογή μέτρησης μαγνητικού πεδίου με αυξημένο μαγνητικό πεδίο στους άξονες y,z



Εικόνα3.4: Εφαρμογή μέτρησης μαγνητικού πεδίου με αυξημένο μαγνητικό πεδίο στους άξονες x,z

Το αυξημένο μαγνητικό πεδίο οφείλεται στη προσέγγιση της κινητής συσκευής σε μαγνήτη. Παρατηρούμε ότι οι τιμές των τριών αξόνων μας διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους λόγω της διαφορετικής απόστασης από την πηγή. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την πηγή πολύ κοντά στην κινητή συσκευή λόγω της μικρής ισχύος του αισθητηρίου.

Πίνακας 3.1: Μετρήσεις με την εφαρμογή

Άξονας	Απόσταση από μαγνήτη(cm)	Μαγνητικό Πεδίο(μΤ)
x	0	1271,781
	0,5	1177,071
	1	861,059
	1,5	387,406
	2	77,882
	2,5	18,305
	3	-44,078
y	0	1287,533
	0,5	1111,265
	1	843,345
	1,5	451,691
	2	82,101
	2,5	24,447
	3	-13,759
z	0	1285,450
	0,5	1213,067
	1	837,013

	1,5	243,647
	2	133,062
	2,5	35,175
	3	17,402

Μερικές παρατηρήσεις αρκετά χρήσιμες πάνω στις μετρήσεις που πήραμε παραπάνω είναι:

α)οι μετρήσεις αυτές αφορούν ένα συγκεκριμένο μαγνήτη ,οπότε είναι προφανές ότι οι μετρήσεις θα διαφέρουν ανάλογα με το μαγνήτη που πλησιάζει τη συσκευή μας

β)οι μετρήσεις διαφέρουν ανάλογα με τη συσκευή μας. Είναι λογικό ανάλογα με το έτος κυκλοφορίας αλλά και τον κατασκευαστή να διαφέρει το είδος και η ποιότητα του αισθητήρα μας.

γ) οι μετρήσεις μας αφορούν απόσταση μικρότερη των τριών εκατοστών. Αυτό συμβαίνει διότι όταν ο μαγνήτης μας απομακρυνθεί περισσότερο ο αισθητήρας σταματάει να μας δείχνει κάποια ενδιαφέρουσα ένδειξη.

4.Γενικά συμπεράσματα

Το συμπέρασμα όσον αναφέραμε παραπάνω είναι ότι στην εποχή που ζούμε, όλοι καθημερινά ερχόμαστε σε επαφή με πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σχεδόν εικοσιτέσσερις ώρες, ακόμα και στον ύπνο μας. Πρέπει να είμαστε πάρα πολύ προσεκτικοί όσον αφορά τα μέτρα προστασίας που λαμβάνουμε κατά τη διάρκεια της ημέρας ,στο σπίτι μας, στο γραφείο ,ακόμα και στο δρόμο. Επίσης πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί που τοποθετούμε συσκευές όπως το κινητό κατά τη διάρκεια του ύπνου μας που τοποθετούμε το φούρνο μικροκυμάτων και τη απόσταση διατηρούμε κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Κίνδυνοι υπάρχουν πολλοί, όχι όμως αν ξέρουμε πως να προφυλαχτούμε ενώ παράλληλα καλό θα ήταν να αποφύγουμε τον πανικό και τις υπερβολές. Οι πιο σημαντικές πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μέσα στο σπίτι ή στο χώρο εργασίας μας είναι το κινητό τηλέφωνο, ο δρομολογητής(router) ,ο φούρνος μικροκυμάτων, οι οθόνες(οθόνη υπολογιστή, τηλεοράσεις), οι ασύρματες συσκευές ,ενώ παράλληλα δεν υπάρχει επιβάρυνση από το ηλεκτρικό δίκτυο. Καλό θα είναι αν υπάρχει έκθεση σε πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και αισθανόμαστε συμπτώματα όπως ζαλάδα, πονοκεφάλους ,πόνος στα μάτια να επισκεφτούμε αμέσως ένα γιατρό για να μας πει τη θα πράξουμε.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται ο κώδικας ανάπτυξης της παρούσας εφαρμογής.

MainActivity.java

```
package adminpc.myapplication2;

import android.app.Activity;
import android.hardware.Sensor;
import android.hardware.SensorEvent;
import android.hardware.SensorEventListener;
import android.hardware.SensorManager;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.widget.TextView;

public class MainActivity2 extends AppCompatActivity implements
    SensorEventListener{

    private TextView sensorX;

    private TextView sensorY;

    private TextView sensorZ;

    private SensorManager sensorManager = null;

    @Override

    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {

        super.onCreate(savedInstanceState);

        setContentView(R.layout.activity_main2);
```

```
sensorManager = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);

    sensorX= (TextView) findViewById(R.id.text_X);

    sensorY = (TextView) findViewById(R.id.text_Y);

    sensorZ = (TextView) findViewById(R.id.text_Z);

sensorManager.registerListener(this,sensorManager.getDefaultSensor(\Sensor.T
YPE_MAGNETIC_FIELD),SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);
}

@Override

protected void onPause() {

    // Unregister the listener

    sensorManager.unregisterListener(this);

    super.onPause();

}

@Override

protected void onStop() {

    // Unregister the listener

    sensorManager.unregisterListener(this);

    super.onStop();

}

@Override

protected void onResume() {

    super.onResume();

    // Register magnetic sensor

    sensorManager.registerListener(this,

        sensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_MAGNETIC_FIELD),

        SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);

}
```

```
public void onSensorChanged(SensorEvent sensorEvent) {  
    synchronized (this) {  
        if (sensorEvent.sensor.getType() == Sensor.TYPE_MAGNETIC_FIELD) {  
            sensorX.setText("X:" + sensorEvent.values[0]);  
            sensorY.setText("Y:" + sensorEvent.values[1]);  
            sensorZ.setText("Z:" + sensorEvent.values[2]);  
        }  
    }  
}  
}
```

content_main.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
  
<RelativeLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"  
    android:id="@+id/LinearLayout1"  
    android:layout_width="fill_parent"  
    android:layout_height="fill_parent"  
    android:weightSum="1"  
    android:background="@color/red"  
    android:gravity="center"  
    >  
  
    <TextView  
        android:id="@+id/text_X "  
        android:layout_width="143dp"  
        android:layout_height="wrap_content"  
        android:text="X:"
```

```
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
```

```
android:layout_weight="0.50"
```

```
android:layout_alignParentTop="true" />
```

```
<TextView
```

```
android:id="@+id/text_Y"
```

```
android:layout_width="143dp"
```

```
android:layout_height="wrap_content"
```

```
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
```

```
android:layout_below="@+id/text_X"
```

```
/>
```

```
<TextView
```

```
android:id="@+id/text_Z"
```

```
android:layout_width="143dp"
```

```
android:layout_height="wrap_content"
```

```
android:text="Z:"
```

```
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
```

```
android:layout_below="@+id/text_Y"
```

```
/>
```

```
<TextView
```

```
android:layout_width="wrap_content"
```

```
android:layout_height="wrap_content"
```

```
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
```

```
android:text="uT"
```

```
android:id="@+id/textView1"
```

```
android:layout_alignParentTop="true"
```

```
android:layout_toRightOf="@+id/text_X" />
```

<TextView

```
    android:layout_width="wrap_content"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"  
    android:text="uT"  
    android:id="@+id/textView2"  
    android:layout_alignParentTop="true"  
    android:layout_toRightOf="@+id/text_Y" />
```

<TextView

```
    android:layout_width="wrap_content"  
    android:layout_height="wrap_content"  
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"  
    android:text="uT"  
    android:id="@+id/textView3"  
    android:layout_alignParentTop="true"  
    android:layout_toRightOf="@+id/text_Z" />
```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κ.Θ ΛΙΟΛΙΟΥΣΗ, "ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ", ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ 1997

ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] www.Wikipedia.com
[2] www.developer.android.com
[3] www.tutorialspoint.com
[4] <http://users.sch.gr>