



Επιπτώσεις Ασύρματων Δικτύων Επικοινωνιών (WiFi) στην δημόσια υγεία

*Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου*

*Έκδοση 2.4
Δράκος Αντρέας
Ματεβίτσι Βίκτωρας*



Γ Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης,
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Κοινωνία της Πληροφορίας"
Το έργο συγχρηματοδοτείται κατά 75%
από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΚΕΝΤΡΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ
2710 372211
<http://broadband.uop.gr>

1 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
2	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
3	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	4
3.1	Τι είναι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.....	4
3.2	Επιπτώσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στα μόρια.....	5
3.3	Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία.....	6
3.4	Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα	6
4	ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ	9
4.1	ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΤΩΝ 2,4GHz.....	9
4.2	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	9
4.2.1	<i>Ηλεκτρομαγνητικά κύματα γενικά</i>	10
4.2.2	<i>Κινητά τηλέφωνα</i>	11
4.2.3	<i>Ασύρματα δίκτυα</i>	13
4.3	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	14
4.4	ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ETSI.....	16
4.5	ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	16
4.5.1	<i>Στις ΗΠΑ</i>	16
4.5.2	<i>Στην Ελλάδα</i>	17
4.6	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ WIFI ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ.....	17
5	ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ	18
6	ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ	21

2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κείμενο θα εξετάσουμε κατά πόσο η χρήση ασυρμάτων δικτύων επικοινωνιών (συχνοτήτων 2,4 GHz) επηρεάζουν την δημόσια υγεία. Σκοπός μας είναι να καταγράψουμε έρευνες που αφορούν πιθανές επιπτώσεις και προβλήματα υγείας στον ανθρώπινο οργανισμό από την συστηματική χρήση συσκευών ασύρματων ζεύξεων. Τα αποτελέσματα έχουν προέλθει από αναφορές που βρήκαμε στη διεθνή βιβλιογραφία και δεν είναι σε καμία περίπτωση πλήρη. Επίσης δεν καταλήγουμε σε δικά μας συμπεράσματα αλλά κάνουμε μια απλή αναφορά έτσι ώστε ο κάθε ενδιαφερόμενος να μπορεί να ψάξει περαιτέρω μόνος του. Η μελέτη αυτή γίνεται στα πλαίσια του προγράμματος του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου «Προώθησης της ευρυζωνικής πρόσβασης στην Περιφέρεια Πελοποννήσου».

Στο επόμενο κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε την λειτουργία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, πως αυτά μπορούν και επιδρούν στα μόρια, καθώς και να τα διαχωρίσουμε ανάλογα με τις ιδιότητες τους. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στα ασύρματα δίκτυα και στην συχνότητα των 2.4GHz και πως αυτά επηρεάζουν τον άνθρωπο. Θα παρουσιάσουμε μελέτες και δείκτες αξιολόγησης που υπάρχουν, θα αναφερθούμε στο νομικό πλαίσιο που διέπει αυτή την συχνότητα και τέλος θα δώσουμε παραδείγματα από ασύρματα δίκτυα από όλο τον κόσμο.

3 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο κάνουμε μια εισαγωγή στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Προσπαθούμε να εξηγήσουμε την λειτουργία τους και πως δημιουργούνται ενώ δίνουμε παραδείγματα όπου τα συναντάμε καθημερινά στην ζωή μας. Ύστερα εξηγούμε πως αυτά μας μπορούν να επηρεάσουν τα μόρια και διαχωρίζουμε την ακτινοβολία σε ιονίζουσα και μη. Στο τέλος παρουσιάζουμε το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και αναλύουμε της διάφορες κατηγορίες.

3.1 Τι είναι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ακτινοβολία) είναι τα γνωστά σε όλους ραδιοκύματα που χρησιμοποιούνται στο ραδιόφωνο, στην τηλεόραση και σε άλλες τεχνολογικές εφαρμογές της καθημερινής μας ζωής [1]. Πρόκειται για ταλαντώσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που διαδίδονται ως κύματα με την ταχύτητα του φωτός. Ποικίλες εφαρμογές τους βρίσκονται στην υπηρεσία του ανθρώπου για περισσότερο από 100 χρόνια, καθώς καθημερινά χρησιμοποιούνται για την λειτουργία οικιακών συσκευών (όπως για παράδειγμα ραδιόφωνο, τηλεόραση, φούρνος μικροκυμάτων), ασύρματων εφαρμογών καθώς και σε ιατρικές εφαρμογές κ.α. Επιπλέον χρησιμοποιούνται στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα της Πυροσβεστικής, Αστυνομίας, των ασθενοφόρων αλλά και των ραντάρ. Οι πιο πρόσφατες εφαρμογές των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πραγματοποιήθηκαν στις δεκαετίες του '80 και '90, όταν έγινε η χρήση τους στην κινητή και δορυφορική επικοινωνία.

Κάθε πηγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (π.χ. κεραίες ραδιοφωνίας, τηλεόρασης, κινητής τηλεφωνίας, ραντάρ) παράγει ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που διαδίδεται στο χώρο (συνήα χρησιμοποιούμε τον όρο ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία). Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία (ΗΜΠ), υπάρχουν παντού στο περιβάλλον μας. Μπορεί να είναι φυσικής προέλευσης ή μπορεί να έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο. Το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί ΗΜΠ. Τα ΗΜΠ μπορεί να είναι ψηλής ή χαμηλής έντασης, συνεχή ή μικρής διάρκειας. Τα ηλεκτρικά πεδία δημιουργούνται λόγω διαφοράς ηλεκτρικής τάσης. Όσο πιο μεγάλη είναι η διαφορά, τόσο πιο δυνατό θα είναι το ηλεκτρικό πεδίο που προκύπτει. Η μονάδα μέτρησης των ηλεκτρικών πεδίων είναι βολτ ανά μέτρο (V/m). Τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται όταν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Όσο πιο ψηλή είναι η ένταση του ρεύματος τόσο πιο δυνατό θα είναι το μαγνητικό πεδίο. Όταν διακοπεί το ηλεκτρικό ρεύμα, το μαγνητικό πεδίο μηδενίζεται. Μια συσκευή όπως για παράδειγμα ο στεγνωτήρας μαλλιών, παράγει μαγνητικό πεδίο μόνο όταν το ηλεκτρικό ρεύμα τη θέτει σε λειτουργία. Η διακοπή του ρεύματος, εξαφανίζει άμεσα το μαγνητικό πεδίο.

Τα ΗΜΠ δημιουργούνται μεταξύ άλλων από τα ακόλουθα:

1. Ηλεκτροφόρα καλώδια ψηλής τάσης
2. Ηλεκτροφόρα καλώδια στις γειτονιές
3. Συστήματα γείωσης που προστατεύουν από κεραυνούς ή από ελαττωματικές οικιακές συσκευές
4. Οικιακές συσκευές όπως φούρνοι μικροκυμάτων, στεγνωτήρες μαλλιών, ηλεκτρικοί φούρνοι, ηλεκτρική θέρμανση,
5. Οθόνες ηλεκτρονικών υπολογιστών, ηλεκτρικά ρολόγια, ηλεκτρικές κουβέρτες

6. Κινητά τηλέφωνα, κεραιές σταθμών βάσης, ραντάρ, ραδιοφωνικοί και τηλεοπτικοί σταθμοί
7. Φυσικές πηγές
8. Ακτίνες X
9. Φως του ήλιου
10. Ακτίνες γάμμα

3.2 Επιπτώσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στα μόρια

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρονται από τα σωματίδια που ονομάζονται κβάντα. Στην υψηλή συχνότητα (και άρα στα μικρά μήκη κύματος) η κβαντική ενέργεια είναι πολύ μεγάλη και αποτελεί μεταλλαξογόνο παράγοντα [2]. Όταν η μεταφερόμενη ενέργεια είναι μεγάλη, τότε σπάζουν οι δεσμοί μεταξύ των μορίων. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο. Προκαλούνται αλλοιώσεις του γενετικού κώδικα του DNA. Το αποτέλεσμα είναι η πρόκληση καρκίνου και άλλων σοβαρών ασθενειών. Ευτυχώς δεν είναι όλα τα είδη ΗΜΠ που μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις στο DNA. Μόνο αυτά που χαρακτηρίζονται από υψηλή συχνότητα, μικρό μήκος κύματος και υψηλή ενέργεια μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στο DNA. Η ακτινοβολία που έχει αυτή τη δυνατότητα ονομάζεται ιονίζουσα ακτινοβολία. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην οποία υποβαλλόμαστε συνήθως και καθημερινά είναι η μη ιονίζουσα ακτινοβολία και δεν έχει τέτοιες δυνατότητες και κινδύνους. Υπάρχει μόνο μια εξαίρεση στην καθημερινή ακτινοβολία που δεχόμαστε. Πρόκειται για την ιονίζουσα ακτινοβολία που προκαλείται από τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου. Η έκθεση στο ηλιακό φως και κατά συνέπεια στις υπεριώδεις ακτίνες, είναι αιτία καρκίνου του δέρματος (μελανώματος, ακανθοκυτταρικού και βασεοκυτταρικού καρκινώματος) και άλλων αλλοιώσεων και ρυτίδων. Τα διάφορα είδη ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και τα πεδία που προκύπτουν, έχουν διαφορετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

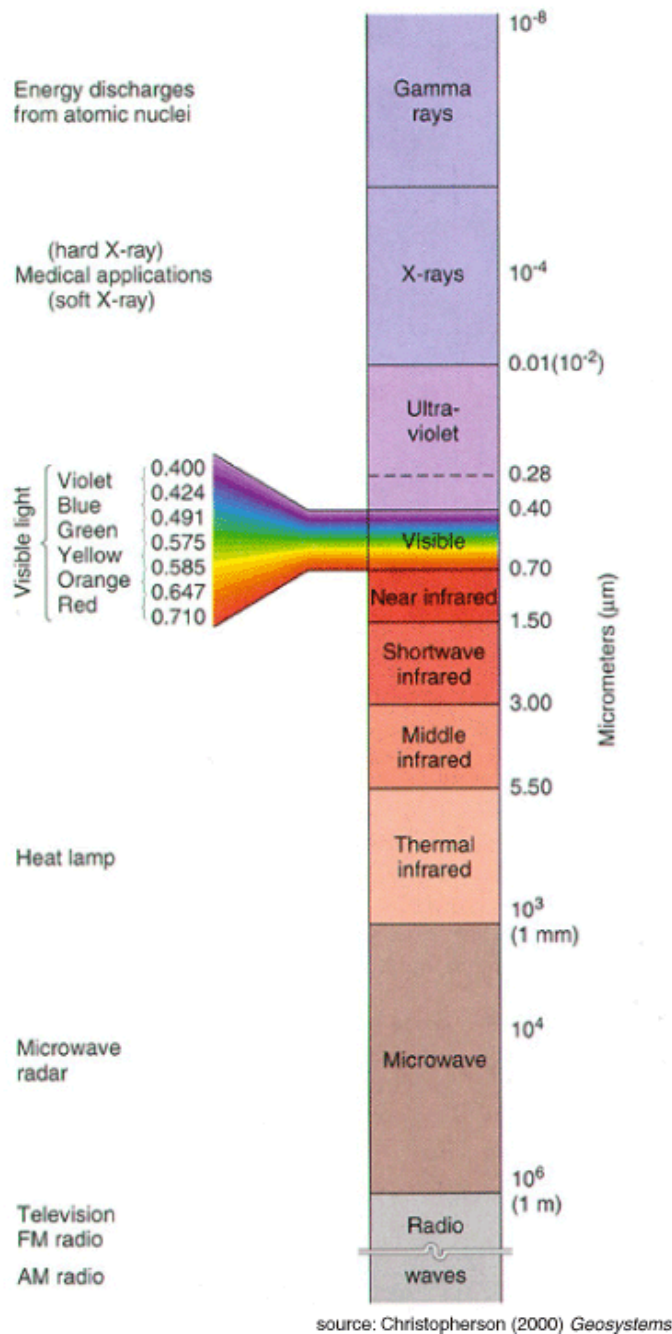
Οι επιπτώσεις που προκαλούνται από την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξαρτώνται κυρίως από δύο παράγοντες:

Τη Συχνότητα Εκπομπής: Για συχνότητες που ανήκουν στο ραδιοφάσμα (υπηρεσίες ραδιοφωνίας, τηλεόρασης, κινητής τηλεφωνίας), η εκπεμπόμενη ακτινοβολία ονομάζεται «μη ιονίζουσα», διότι δεν μπορεί να δημιουργήσει ιόντα μέσα στην ύλη, δηλαδή (με επιστημονικούς όρους) το φωτόνιό της δεν έχει αρκετή ενέργεια, ώστε να εκδιώξει ένα ηλεκτρόνιο από ένα άτομο της ύλης. Αντιθέτως, σε πολύ υψηλές συχνότητες (π.χ. ακτίνες X) η ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει ιονισμό, επομένως άμεση βλάβη στη βιολογική ύλη, και ονομάζεται «ιονίζουσα». Στις ραδιοσυχνότητες, έχει διαπιστωθεί ότι οι κύριες επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι θερμικές.

Την Ισχύ Εκπομπής: Υπάρχουν διάφορα μεγέθη που ποσοτικοποιούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, με το πιο ευρέως διαδεδομένο στις ραδιοσυχνότητες την Ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (συμβολίζεται με E και μετριέται σε Βολτ ανά μέτρο). Άλλα μεγέθη είναι η Ένταση του μαγνητικού πεδίου (συμβολίζεται με H και μετριέται σε Αμπέρ ανά μέτρο), η Μαγνητική Επαγωγή πεδίου (συμβολίζεται με B και μετριέται σε Τέσλα) και η Πυκνότητα Ροής Ισχύος (συμβολίζεται με S και μετριέται σε Βατ ανά τετραγωνικό μέτρο).

3.3 Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία

Η ενέργεια που μεταφέρουν τα κβάντα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων μεγάλου μήκους κύματος και χαμηλής συχνότητας, δεν είναι αρκετή για να προκαλέσει ιονισμό. Οι πηγές των ΗΜΠ που έχει κατασκευάσει ο άνθρωπος, στα οποία υποβαλλόμαστε καθημερινά (ραδιοκύματα, μικροκύματα, ηλεκτρισμός), είναι μεγάλου μήκους κύματος και χαμηλής συχνότητας. Δεν μπορούν να προκαλέσουν ιονισμό διότι η ενέργεια που μεταφέρουν τα κβάντα τους είναι μικρή. Δεν μπορούν να σπάσουν χημικούς δεσμούς στα μόρια των κυττάρων.



Εικόνα 1

Τα ΗΜΠ που παράγονται από τα καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος και τις ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι, είναι εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας που φτάνουν μέχρι 300 Hz. Οι κεραίες ραδιοφωνίας, τηλεόρασης και κινητής τηλεφωνίας εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων και το αντίστοιχο τμήμα του φάσματος ονομάζεται ραδιοφάσμα (RF spectrum).

3.4 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Οι ηλεκτρομαγνητικές πηγές διαφέρουν ως προς τη συχνότητα εκπομπής τους και έτσι προκύπτει μία βασική κατηγοριοποίηση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Ο όρος ηλεκτρομαγνητικά πεδία περιλαμβάνει τα στατικά πεδία, τα πεδία ιδιαίτερα χαμηλής συχνότητας (ELF) και τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF), συμπεριλαμβανομένων των μικροκυμάτων και καλύπτει τη ζώνη συχνοτήτων από 0 Hz έως 300 GHz. Το σύνολο των συχνοτήτων εκπομπής ονομάζεται φάσμα.

Το φάσμα των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών μπορούμε να το δούμε στην Εικόνα 1.

Ας δούμε τώρα τις κατηγορίες πώς κατηγοριοποιείται το φάσμα καθώς και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η κάθε συχνότητα στον άνθρωπο.

Μήκος κύματος (μm – μικρόμετρο)	Ακτινοβολία
10^{-8} - 10^{-6}	Ακτίνες γ
10^{-6} - 10^{-2}	Ακτίνες X
0.28 - 10^{-2}	Υπεριώδης
0.70 – 0.40	Ορατή
0.70 - 10^3	Υπέρυθρη
10^3 - 10^6	Μικροκύματα
10^6 - ∞	Ραδιοκύματα

Ακτίνες γ: Έχουν τη μεγαλύτερη συχνότητα και τα μικρότερα μήκη κύματος εκπέμπονται από ραδιενεργά υλικά και βρίσκονται και στο διάστημα. Οι ακτίνες αυτές έχουν μια εκπληκτική διατρητική ικανότητα. Μπορούν να διατρήσουν μια επιφάνεια τσιμέντου με πάχος 3 μέτρα! Τα μήκη κύματος αυτής της ακτινοβολίας εκτείνονται από 0.1 έως 0.000001 νανόμετρα.

Ακτίνες X: Η συχνότητά τους βρίσκεται σε τιμές μεταξύ των ακτίνων γ και των υπεριώδων ακτίνων. Έχουν τέτοια διατρητική ικανότητα ώστε να διαπερνούν εύκολα αρκετά υλικά και να καταστρέφουν ιστούς δέρματος πολλών ζώων. Αυτό έχει οδηγήσει τους επιστήμονες στο να χρησιμοποιούν τις ακτίνες X (με αρκετή φειδώ όμως) ώστε να παρατηρούν το ανθρώπινο σώμα (ακτινογραφίες). Τα μήκη κύματος των ακτίνων X έχουν μεγάλη έκταση. Εκτείνονται από ένα μέχρι 0.00001 νανόμετρα.

Υπεριώδης ακτινοβολία: Έχουν συχνότητες λίγο παραπάνω από αυτές του ορατού φωτός. Ωστόσο η έντασή τους είναι τέτοια που μπορεί να καταστρέψει ιστούς και κύτταρα. Ο ήλιος είναι μια πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μικρές δόσεις αυτής της ακτινοβολίας βοηθούν στην παραγωγή της βιταμίνης D και προκαλούν το μαύρισμα του ανθρώπινου δέρματος. Φυσικά, μεγαλύτερες δόσεις προκαλούν σοβαρά εγκαύματα. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χρησιμοποιείται ευρέως στον επιστημονικό χώρο σε διάφορα πειράματα, καθώς και από τους αστρονόμους για την παρατήρηση του ηλιακού συστήματος, του γαλαξία μας και άλλων περιοχών του σύμπαντος. Το μήκος κύματος της υπεριώδους ακτινοβολίας εκτείνεται από 50 μέχρι 350 και 400 νανόμετρα.

Ορατό φως: Τα χρώματα ενός ουράνιου τόξου, δηλαδή η ακτινοβολία που μπορεί να εντοπιστεί από το ανθρώπινο μάτι (από 400 έως 700 νανόμετρα) δεν είναι παρά ένα πολύ μικρό μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Εμείς, αν και δεν το αντιλαμβανόμαστε, βρισκόμαστε υπό το συνεχές βομβαρδισμό ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία εκτείνεται σε πολύ διαφορετικά μήκη κύματος.

Υπέρυθρη ακτινοβολία: Εκτείνεται από εκεί που σταματάει η ορατή ακτινοβολία, δηλαδή περίπου τα 700 νανόμετρα μέχρι περίπου το ένα χιλιοστό. Αυτού του τύπου η ακτινοβολία έχει να κάνει με θερμότητα. Για παράδειγμα, το ανθρώπινο σώμα εκπέμπει θερμότητα όχι στο ορατό φως, αλλά σε περιοχές της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όλα τα σώματα λίγο έως πολύ εκπέμπουν θερμότητα σε αυτά τα μήκη κύματος ανάλογα με τη θερμοκρασία τους. Οι πιο κοινές χρήσεις της υπέρυθρης ακτινοβολίας έχουν να κάνουν με τη νυχτερινή όραση, ανιχνευτές σε δορυφόρους και αεροπλάνα, καθώς και την αστρονομία.

Μικροκύματα: Έχουν ένα μήκος κύματος που εκτείνεται από ένα χιλιοστό μέχρι 30 εκατοστά. Ο άνθρωπος εκμεταλλεύτηκε αυτήν την ακτινοβολία στην κατασκευή φούρνων μικροκυμάτων, οι οποίοι μπορούν να θερμάνουν φαγητά, καθώς η ακτινοβολία αυτή απορροφάται από τις τροφές και τις θερμαίνει. Τα μικροκύματα είναι ένα μέρος μιας μεγαλύτερης κατηγορίας ακτινοβολίας, τα ραδιοκύματα (radiowaves).

Ραδιοκύματα : Εκπέμπονται από τη Γη, τα κτήρια, τα αυτοκίνητα κι άλλα μεγάλα σε μέγεθος αντικείμενα. Πάνω στα ραδιοκύματα έχει βασιστεί η λειτουργία των ραντάρ τα οποία ανιχνεύουν την παρουσία και την κίνηση σωμάτων που εκπέμπουν αυτού του τύπου την ακτινοβολία. Τα ραδιοκύματα επίσης είναι ευρέως γνωστά για την ικανότητά τους να μεταφέρουν ραδιοφωνικά σήματα και σήματα τηλεόρασης. Τα ραδιοκύματα έχουν μήκος κύματος, που εκτείνεται σε μια αρκετά μεγάλη περιοχή, από ένα εκατοστό έως δεκάδες και εκατοντάδες μέτρα.

4 ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

Έχοντας αναλύσει γενικά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα προχωράμε στην εξέταση των μικροκυμάτων και πιο συγκεκριμένα των 2,4 GHz που χρησιμοποιούνται από τα ασύρματα δίκτυα. Θα αναφερθούμε σε μελέτες που έχουν γίνει και θα εξηγήσουμε μονάδες μετρήσεων που θεσπίζονται από διεθνής οργανισμούς. Έπειτα θα αναλύσουμε το νομικό πλαίσιο σε Αμερική και Ελλάδα και θα καταλήξουμε στην παρουσίαση εφαρμογών του Wi-Fi ανά τον κόσμο

4.1 ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΤΩΝ 2,4GHz

Το εύρος των 2,4 GHz είναι η συχνότητα που χρησιμοποιείται στις ασύρματες επικοινωνίες και αποτελούν μικροκύματα. Ανήκουν στην κατηγορία των μη ionίζουσων ακτινοβολιών, δηλαδή αντίθετα με τις ακτίνες X (χρησιμοποιούνται κυρίως για ακτινογραφίες) και το πλουτόνιο, δεν προκαλούν αλλαγές στο DNA άρα προκαλούνται παθήσεις που σχετίζονται με την μετάλλαξή του (π.χ. καρκίνος). Από την άλλη τα μικροκύματα ασκούν ηλεκτρομαγνητική δύναμη στα μόρια του νερού, με αποτέλεσμα αυτά να ταλαντώνονται τόσο γρήγορα που στο τέλος δεν μπορούν να ακολουθήσουν τον ρυθμό και καθυστερούν. Το αποτέλεσμα είναι να τα μόρια να απορροφούν μέρος της ισχύς του σήματος και να την απελευθερώνουν σε μορφή θερμότητας (Dr. Eleanor R. Adair, ειδική σε έρευνες για τα μικροκύματα, σε συνέντευξή της στην εφημερίδα New York Times) [3] . Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που τα μικροκύματα χρησιμοποιούνται από τους φούρνους μικροκυμάτων (πιο συγκεκριμένα αν και όλες οι συχνότητες άνω των 2GHz μπορούν να θερμάνουν το νερό, τα 2,4 επιλέχθηκαν για λόγους σταθερότητας).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να κάνουμε μια σημαντική παρατήρηση. Οι φούρνοι μικροκυμάτων, που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα με τα ασύρματα δίκτυα, συγκεντρώνουν σήματα ισχύος 1kW σε μια μικρή περιοχή, ενώ στα ασύρματα δίκτυα μιλάμε για σήματα ισχύος το πολύ (σύμφωνα με τον ελληνικό νόμο όπως αναλύεται παρακάτω) 100mW.

4.2 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Παρακάτω βρίσκονται μελέτες που έχουν γίνει ανά τον κόσμο για τις επιδράσεις που μπορεί να έχει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στον ανθρώπινο οργανισμό. Παρόλα αυτά, όσο αφορά το εύρος των 2,4GHz οι μελέτες που υπάρχουν είναι πολύ λίγες, καθώς η ισχύς που χρησιμοποιούν τα ασύρματα τερματικά είναι πολύ μικρή. Αντίστοιχα, μπορούμε εύκολα να βρούμε έναν μεγάλο αριθμό από μελέτες και έρευνες που έχουν γίνει για την επίδραση των κινητών τηλεφώνων, αφού αυτά χρησιμοποιούν τουλάχιστον την δεκαπλάσια ισχύ σε σχέση με τα ασύρματα τερματικά και είναι πολύ περισσότερο διαδεδομένα.

4.2.1 Ηλεκτρομαγνητικά κύματα γενικά

4.2.1.1 National Radiological Protection Board (NRPB)

Ο NRPB είναι πλέον μέλος του “Health Protection Agency (HPA)” [23], ο οποίος είναι ένας οργανισμός ο οποίος έχει ως στόχο την προστασία της υγείας των κατοίκων της Αγγλίας και Ουαλίας.

Σύμφωνα με σχετική έρευνα που δημοσιοποίησε τον Ιανουάριο του 2005, δεν υπάρχει κανένα στοιχείο που να αποδεικνύει πως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δημιουργούν ή επιταχύνουν την εμφάνιση ασθενειών στον ανθρώπινο οργανισμό. Στην έρευνά τους [25] αναφέρουν πολλά παραδείγματα κατοίκων που είχαν εκτεθεί σε υψηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και δεν παρουσίασαν το παραμικρό σύμπτωμα, το οποίο να είχε σχέση με την έκθεση αυτή.

4.2.1.2 International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

Η ICNIRP είναι η Διεθνής Υπηρεσία Προστασίας της Μη-Ιονίζουσας Ακτινοβολίας. Είναι ένα σώμα από ανεξάρτητους επιστημονικούς εμπειρογνώμονες που απαρτίζουν την κύρια Υπηρεσία με 14 μέλη, την Επιστημονική Νομοπαρασκευαστική Επιτροπή η οποία καλύπτει τους τομείς της Επιδημιολογίας, της Βιολογία, της Δοσιμετρίας, της Οπτικής Ακτινοβολίας και από έναν αριθμό από συμβουλευτικά μέλη. Αυτή η σύνθεση έχει ως σκοπό να τονίσει σημαντικά θέματα πιθανών δυσμενών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία που θα επιφέρει η έκθεση σε μη-ιονίζουσα ακτινοβολία.

Η επίσημη θέση της υπηρεσίας είναι πως αν και έχουν γίνει εκατοντάδες έρευνες την τελευταία δεκαετία σχετικά με τις επιπτώσεις που επιφέρουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην ανθρώπινη υγεία δεν υπάρχει καμία επιστημονική απόδειξη που να το αποδεικνύει πως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο [8].

4.2.1.3 Reflex - Δεκέμβριος του 2004.

Η έρευνα της Reflex διήρκεσε 4 χρόνια και διεξήχθη σε συνεργασία με την γερμανική ερευνητική ομάδα Verum και χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Μελέτησε τις επιδράσεις της ακτινοβολίας πάνω σε ζωικά και ανθρώπινα κύτταρα σε συνθήκες εργαστηρίου και, τελικά, διαπιστώθηκε ότι μετά από παρατεταμένη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία τα κύτταρα παρουσίασαν αυξανόμενες βλάβες του DNA που δεν ήταν δυνατόν να διορθωθούν σε όλες τις περιπτώσεις. Επιπλέον, οι βλάβες αυτές παρουσιάστηκαν και στις επόμενες γενιές κυττάρων, ενώ παρουσιάστηκε και πληθώρα άλλων βλαβερών επιδράσεων σε αυτά. Τα συγκεκριμένα μεταλλαγμένα κύτταρα θεωρούνται πιθανή αιτία πρόκλησης καρκίνου. Η ακτινοβολία που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα ανέρχονταν από 0,3 έως και 2 watt ανά χιλιόγραμμα ιστού, σύμφωνα με την κλίμακα SAR. Τα αποτελέσματα όμως αυτά θεωρούνται προκαταρκτικά και δεν έχουν ακόμα δημοσιευθεί σε κάποια επιστημονική επιθεώρηση, ούτε έχουν διασταυρωθεί από άλλες ομάδες επιστημόνων.

4.2.1.4 Wiley-Liss Inc

Η Wiley-Liss Inc διενέργησε μια έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις που έχει ηλεκτρομαγνητικό πεδίο εντάσεως 0.2mT, το οποίο δημιουργείται από ημιτονοειδές ρεύμα των 50Hz, επάνω στα κύτταρα των ερυθρών αιμοσφαιρίων και στις καρδιακές λειτουργίες 24 αρσενικών λευκοπαθικών (αλβίνων) ποντικών. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν πως τα ποντίκια που υποβλήθηκαν σε αυτή την έκθεση σημείωσαν μείωση στην ελαστικότητα και περατότητα της μεμβράνης των κυττάρων των ερυθρών αιμοσφαιρίων καθώς και αλλαγές στην μοριακή δομή του hemoglobin. Επίσης, το EGC των εκτιθέμενων ποντικών είχε αλλοιωθεί σε μεγάλο βαθμό. [27]

4.2.2 Κινητά τηλέφωνα

4.2.2.1 Σουηδικό Εθνικό Ινστιτούτο Εργασίας

Η συγκεκριμένη έρευνα, που κράτησε έναν ολόκληρο χρόνο, πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα του Σουηδικού Εθνικού Ινστιτούτου Εργασίας, της νορβηγικής SINTEF Unimed και της νορβηγικής υπηρεσίας για την προστασία από την ακτινοβολία (Norwegian Radiation Protection Authority) με σκοπό να ανακαλύψουν αν και κατά πόσο υπάρχουν επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων από την χρήση κινητών τηλεφώνων. Συνολικά βρέθηκε πως το 25% των ερωτηθέντων εμφανίζει απώλεια μνήμης, το 50% πονοκεφάλους και σχεδόν το 70% νιώθει μια αφύσικη υπνηλία. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι ένας στους τρεις συμμετέχοντες, δήλωσε ότι αντιμετωπίζει πρόβλημα συγκέντρωσης κατά τη διάρκεια, ή αμέσως μετά από ένα τηλεφώνημα. Τα συμπτώματα βρέθηκαν να είναι πιο συχνά στους χρήστες κάτω των 30 ετών και σε αυτούς που χρησιμοποιούν πολύ συχνά το κινητό τους τηλέφωνο. Σχετικά με αυτά τα ευρήματα, ο ερευνητής Dr. Gunnhild Oftedal δήλωσε πως *"μπορεί να υπάρχουν πολλοί παράγοντες που να οδηγούν σε αυτά τα συμπτώματα, δεν μπορούμε όμως να αγνοήσουμε και τον παράγοντα της ακτινοβολίας."* Μια ανεξάρτητη έρευνα, για παράδειγμα, έφτασε στο συμπέρασμα πως οι πόνοι στο λαιμό, οφείλονται στην κύρτωση του κεφαλιού που κάνουν οι άνθρωποι, όταν μιλάνε στο τηλέφωνο και το έχουν στερεώσει στον ώμο τους για πολύ ώρα. Ειδικοί, από το πανεπιστήμιο του Surrey βρήκαν πως μιλώντας πολύ ώρα στο τηλέφωνο με αυτόν τον τρόπο, αυξάνεται ο κίνδυνος για σκλήρυνση των μυών, ερεθισμούς στους τένοντες, και δυσκοπάθειες. Οπότε, επιβάλλεται η χρήση ακουστικών handsfree, ώστε το κεφάλι να παραμένει σε όρθια στάση και η εκπομπή ακτινοβολίας μακριά από τον εγκέφαλο.

4.2.2.2 Βρετανοί και Κινέζοι μελετούν τις επιπτώσεις στα παιδιά

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε από Βρετανούς επιστήμονες δείχνει ότι σε σχέση με τους ενήλικες, τα παιδιά λόγω του ότι έχουν μικρότερα αυτιά και λεπτότερο κρανιακό φλοιό, ενδέχεται να απορροφήσουν 50% περισσότερη ακτινοβολία χρησιμοποιώντας κινητό τηλέφωνο. Σε ένα παιδί πέντε χρονών η ακτινοβολία θα απορροφηθεί στο 50% του εγκεφάλου του, ενώ σε ένα παιδί δέκα χρονών η ακτινοβολία θα επηρεάσει το 30% της φαιάς ουσίας του εγκεφάλου του. Επίσης, Κινέζοι γιατροί υποστηρίζουν ότι η χρήση

κινητών τηλεφώνων σε νεαρές ηλικίες μπορεί να επηρεάσει το κρανιακό νεύρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ημικρανίες, απώλεια μνήμης, καθώς και διαταραχές ύπνου, αναφέρει ο Liang Xuanmei, γιατρός στο Lanzhou Chinese & Western Medicine Hospital και προσθέτει πως "όσοι παίζουν παιχνίδια στα κινητά τηλέφωνα συχνά νιώθουν ενοχλήσεις. Σε ορισμένους παρουσιάζεται το σύνδρομο του καρπιαίου σωλήνα, ή ακόμα και διαταραχές των ακροδακτύλων από την πίεση που ασκούν στα πλήκτρα, ενώ σε άλλες περιπτώσεις υπάρχουν ακόμα και οφθαλμικές επιπλοκές."

4.2.2.3 Australian Communications Authority & Radiation Protection and Nuclear Safety Agency

Ασφαλή για την υγεία τα 3G δίκτυα έδειξε έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις της εκπομπής των εγκαταστάσεων 3ης γενιάς κινητής τηλεφωνίας που παρουσίασε στο ευρύ κοινό η αυστραλιανή αρχή επικοινωνιών (Australian Communications Authority - ACA) μαζί με την αυστραλιανή αρχή που είναι υπεύθυνη για την προστασία από τις ακτινοβολίες και για την πυρηνική ασφάλεια (Radiation Protection and Nuclear Safety Agency - ARPANSA). Ο αντιπρόεδρος της ACA, δρ Robert Horton εξήγησε τι είναι τελικά γνωστό σχετικά με τις επιπτώσεις της παραγόμενης από 3G πομπούς, ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, καθώς και τι προσπάθειες γίνονται ώστε να περιοριστεί αυτή για την προστασία της υγείας των αυστραλών. "Καθώς πλέον τα 3G δίκτυα έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην Αυστραλία οι απορίες είναι πολλές. Στόχος αυτής της έρευνας ήταν να κατευνάσουμε τις ανησυχίες του κόσμου σχετικά με το θέμα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας", είπε. "Η ακτινοβολία των 3G πομπών θεωρείται χαμηλή, με μέσο όρο εκπομπής 3 watt ενός σταθμού βάσης, το οποίο αποτελεί λίγο περισσότερο από το ένα δέκατο εκπομπής ενός ασυρμάτου ταξί, περιπολικού ή ασθενοφόρου", δήλωσε. Εξηγώντας περισσότερο το θέμα, είπε πως οι κεραίες των δικτύων 3G χρειάζονται λιγότερη ενέργεια στις κεραίες τους από τους άλλους πομπούς λόγω του ότι χρησιμοποιούν μικρότερες κυψέλες αλλά και προηγμένες τεχνολογίες για την κωδικοποίηση του σήματος. Ακόμα μέσω ειδικής τεχνολογίας η ενέργεια των 3G κινητών μειώνεται στο κατώτερο αναγκαίο επίπεδο (συνήθως χαμηλότερο κι από τα GSM και CDMA συστήματα), όσο χρειάζεται δηλαδή για να είναι απρόσκοπτη η επικοινωνία. Έτσι παράλληλα μειώνεται κι άλλο εκπομπή η ακτινοβολίας! Κάνοντας ένα βήμα παραπέρα, η ACA πρόσφατα ανακοίνωσε νέα όρια σχετικά με την μέγιστη επιτρεπόμενη ανθρώπινη έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, βασισμένα σε επίπεδα που τέθηκαν από την ARPANSA. Τα όρια αυτά είναι αρκετά χαμηλότερα από αυτά που έχουν αποδειχθεί να έχουν επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ όλες οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας υποχρεώνονται να θέσουν τους πομπούς τους και τις κεραίες τους εντός αυτών των ορίων, μέσα σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα.

4.2.2.4 National Institute of Environmental Health Sciences

Στο Πανεπιστήμιο Lund της Σουηδίας τελείωσε τον Ιανουάριο του 2003 μια έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία των 900MHz (αυτά που χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία). Σε αυτή

την έρευνα, υποβλήθηκαν 3 ομάδες των 8 ποντικών σε δίωρη έκθεση ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, διαφορετικών εντάσεων, παρόμοιων με αυτών που χρησιμοποιούν τα GSM τηλέφωνα. Τα αποτελέσματα της έρευνα έδειξαν, για πρώτη φορά, στοιχεία που αποδεικνύουν ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία κινητών τηλεφώνων μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στους νευρώνες του φλοιού, του ιππόκαμπου και της γάγγλιας του εγκεφάλου των ποντικών που εκτέθηκαν σε αυτού του είδους τις ακτινοβολίες. [26]

4.2.2.5 Έρευνα του νοσοκομείου του Birmingham

Σε ένα νοσοκομείο του Bristol, πομποί εμφυτεύτηκαν στα κεφάλια εθελοντών για αρκετό χρονικό διάστημα. Αυτοί οι πομποί εξέπεμπαν ηλεκτρομαγνητικά κύματα παρόμοια με αυτά των κινητών τηλεφώνων. Έπειτα από αυτή την έκθεση, ερευνητές στο νοσοκομείο του Birmingham, υπέβαλαν τους εθελοντές αυτούς σε απλά τεστ για να μετρήσουν την λειτουργία του εγκεφάλου τους. Το ένα τρίτο των ανθρώπων που υποβλήθηκαν στην έκθεση των μικροκυμάτων αυτών είχαν σημαντικά χειρότερες επιδόσεις στα τεστ [28].

4.2.3 Ασύρματα δίκτυα

4.2.3.1 Federal Communications Commission (FCC)

Σύμφωνα με τον FCC [24], εάν η χρήση των μικροκυμάτων στις τηλεπικοινωνίες μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας στον άνθρωπο είναι ακόμα υπό αμφισβήτηση. Δεν υπάρχουν ακόμα σοβαρές ενδείξεις που να αποδεικνύουν ότι η χρήση των μικροκυμάτων (και συγκεκριμένα των 2,4GHz) στις τηλεπικοινωνίες μπορούν να βλάψουν τον άνθρωπο. Παρά ταύτα, ο οργανισμός παραδέχεται το γεγονός ότι υψηλή έκθεση σε μικροκυματική ακτινοβολία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του δερμάτινου ιστού και κατ' επέκταση την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος. Άλλωστε με αυτόν τον τρόπο λειτουργεί και ο φούρνος μικροκυμάτων. [22]

4.2.3.2 World Health Organization

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας είναι τμήμα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών εξειδικευμένο πάνω σε θέματα υγείας. Ιδρύθηκε στις 7 Απριλίου του 1948. Αντικείμενό του, σύμφωνα με το καταστατικό του, όλοι οι άνθρωποι να μπορούν να απολαμβάνουν το υψηλότερο δυνατό επίπεδο υγείας. Η υγεία ενός ανθρώπου είναι ορισμένη στο καταστατικό του, ως η κατάσταση πλήρους φυσικής, πνευματικής, και κοινωνικής ευεξίας.

Σύμφωνα με την δημοσίευση υπ' αριθμών 193, που δημοσιεύθηκε τον Ιούνιο του 1993 από τον Οργανισμό [21], οι περισσότερες έρευνες που έχουν γίνει, είναι αποτελέσματα βραχυπρόθεσμης έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιπέδου πολύ μεγαλύτερου από αυτά που δεχόμαστε καθημερινά από τις ασύρματες τεχνολογίες. Οι τρέχουσες επιστημονικές μελέτες προς το παρόν δεν έχουν βρει κανένα στοιχείο που να αποδεικνύει πως τα ηλεκτρομαγνητικά

κύματα δημιουργούν ή επιταχύνουν την εμφάνιση του καρκίνου ή άλλων παρεμφερών ασθενειών.

Παρά ταύτα, η επίσημη θέση του οργανισμού είναι πως αναγνωρίζει ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορεί να είναι αιτία πρόκλησης καρκίνου [6].

4.2.3.3 National Cancer Institute

Γιατροί από το National Cancer Institute των Ηνωμένων Πολιτειών [4], εξέτασαν τα δεδομένα υγείας για 40 χρόνια από 40.581 βετεράνους στρατιώτες και ναύτες που πολέμησαν στον πόλεμο της Κορέας από το 1950 έως το 1954. Η ιδιαιτερότητα που χαρακτηρίζει τους βετεράνους αυτούς είναι ότι υποβλήθηκαν κατά τον πόλεμο της Κορέας σε πολύ ψηλές δόσεις ακτινοβολίας μικροκυμάτων από τα ραντάρ(τα ραντάρ χρησιμοποιούν μεγαλύτερες συχνότητες των 2,4GHz). Οι συχνότητες μικροκυμάτων των ραντάρ χρησιμοποιήθηκαν για σκοπούς ανίχνευσης, για τα οπλικά συστήματα και ακόμη για άμεσες βολές. Οι βετεράνοι αυτοί και ιδιαίτερα οι ναυτικοί, υποβλήθηκαν σε πολύ ψηλότερες δόσεις ακτινοβολίας μικροκυμάτων απ' ότι υποβαλλόμαστε εμείς συνήθως σήμερα.

Τα αποτελέσματά της έρευνας έδειξαν ότι η έκθεση σε ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων που προερχόταν από τα ραντάρ, δεν προκάλεσε στους βετεράνους αυτούς περισσότερους καρκίνους από ότι στον υπόλοιπο πληθυσμό. Μάλιστα βρέθηκε οι άνδρες αυτοί, είχαν 35% λιγότερες πιθανότητες να πεθάνουν κατά τη διάρκεια των 40 ετών της έρευνας σε σύγκριση με τους υπόλοιπους άνδρες. Το γεγονός αυτό πιστεύουν οι ερευνητές, οφείλεται στο ότι ένα από τα βασικά κριτήρια της επιλογής των ναυτών, είναι η πολύ καλή τους υγεία και υποχρεώνονται να διατηρούνται σε μια πολύ καλή φυσική κατάσταση κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας τους. Φαίνεται λοιπόν ότι η έκθεση σε ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων από ραντάρ δεν είχε επιπτώσεις με περισσότερους καρκίνους ή αυξημένους θανάτους στη μεγάλη αυτή ομάδα βετεράνων.

4.3 ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Από αυτά τα πειράματα μαζί με άλλα που έχουν γίνει πάνω σε ανθρώπινα ομοιώματα, μετρώντας την άνοδο της θερμοκρασίας που η ακτινοβολία προκαλούσε και συνυπολογίζοντας το Specific Absorption Rate (SAR)(μέτρο που έχει καθορίσει η FCC (Federal Communications Commission [24]) για το ποσοστό απορρόφησης της ακτινοβολίας από το σώμα) βρέθηκαν (όπως αναλύεται και στις διαφάνειες του κ. Νικήτα Γιαννάκου[10]) τα ακόλουθα μεγέθη για την ένταση του πεδίου σε σχέση με τα όρια του ανθρώπινου οργανισμού:

1 μέχρι 10 mW/cm²	Είναι επιτρεπτή η έκθεση λίγες ώρες κάθε 24ωρο
Πάνω από 10 mW/cm²	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ. Το προσωπικό δεν πρέπει να εκτίθεται σε ακτινοβολία αυτού του μεγέθους

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αν υπερβούμε το $1\text{mW}/\text{cm}^2$ η άνοδος της θερμοκρασίας θα μας προκαλέσει μη αντιστρεπτή μεταβολή στα κύτταρα μας.

Επίσης άλλες έρευνες, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από την FCC, έχουν καταλήξει ότι μπορούμε να υπολογίσουμε μια απόσταση ασφαλείας για κάθε πηγή σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο :

$$R_{\min} = \frac{\sqrt{N} 10^{(G-L)/10} P}{\sqrt{4 \pi S}}$$

όπου

- G το κέρδος (gain) της κεραίας
- P η ισχύς εισόδου στην κεραία
- L απώλειες (dB) μεταξύ πομπού - κεραίας
- N αριθμός πομπών συνδεδεμένοι με την κεραία
- S μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα ισχύος (W/m^2)

Υπολογίζοντας μάλιστα για κάποιες ενδεικτικές τιμές έχουμε

Ισχύς (W)	Επικίνδυνη Απόσταση (m)	Απόσταση Ασφαλείας (m)
1	0.2	0.3
4	0.2	0.6
10	0.3	0.95
40	0.6	2.0
400	1.9	6.0
1000	3.0	9.5

έτσι σε πραγματικές συνθήκες, ανάλογα με την περίπτωση, υπολογίζουμε ότι

- Ένα **WiFi θερματικό**, όπου η EIRP περιορίζεται εκ του νόμου στα **100mW**, δηλαδή **0,1Watt** έχει **απόσταση ασφαλείας τα 10cm**
- Ένα **κινητό GSM** εκπέμπει **1 με 2 Watt** (όταν είναι μακριά από το σταθμό βάσης του), άρα η απόσταση ασφαλείας είναι **30cm**
- Μία **κεραία κινητής τηλεφωνίας** στη χειρότερη περίπτωση έχει **40Watt** ισχύ, με κέρδος κεραίας **10db**, άρα **EIRP=400Watt**, άρα η ελάχιστη απόσταση είναι **6 μέτρα**
- Ένας **πομπός ραδιοφώνου ή τηλεόρασης** με ισχύ **30000Watt** έχει ελάχιστη απόσταση **30μέτρα**

Εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε πως η ισχύς εκπομπής καθώς και η απόσταση ασφαλείας των ασυρμάτων δικτύων είναι κατά πολύ μικρότερα αυτών των κινητών τηλεφώνων. Από τα παραδείγματα βλέπουμε πως μια κεραία ασυρμάτων δικτύων εκπέμπει στα 0,1Watt, ενώ μια κεραία κινητής τηλεφωνίας στα 40Watt, με αποστάσεις ασφαλείας 10cm στα ασύρματα και 6 μέτρα στα κινητά !

Επιπρόσθετα, να σημειώσουμε ότι για μία απόσταση **1 μέτρου** η ένταση πεδίου θα είναι **10000 φορές μικρότερη** από το όριο ασφαλείας και για μία απόσταση **10** μέτρων θα είναι **1000000 φορές μικρότερη**. Άρα καταλαβαίνουμε ότι σε μία απόσταση ενός μέτρου από την κεραία ασυρμάτων δικτύων η ένταση πεδίου είναι ελάχιστη !

4.4 ΠΡΟΤΥΠΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ETSI

Ο οργανισμός ETSI - European Telecommunications Standards Institute [11] είναι ένας ανεξάρτητος, μη-κερδοσκοπικός οργανισμός του οποίου ο σκοπός είναι να παράγει τηλεπικοινωνιακά πρότυπα (standards).

Ο ETSI έχει δημιουργήσει το πρότυπο ETSI EN 300 328 [12] για τις ασύρματες επικοινωνίες. Πιο συγκεκριμένα το πρότυπο αυτό απευθύνεται στις συσκευές που κάνουν χρήση της ασύρματης τεχνολογίας IEEE 802.11, HomeRF και Bluetooth. Το πρότυπο αυτό αναφέρει όλες τις προδιαγραφές τις οποίες πρέπει να τηρεί ένα κεραιοσύστημα για να είναι αποδεκτό από τον οργανισμό ETSI έτσι ώστε να είναι ασφαλές ως προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, καθώς και να μην δημιουργεί προβλήματα προς άλλα ασύρματα συστήματα. Μάλιστα στις περισσότερες χώρες ο νόμος επιβάλλει στους χρήστες να επιλέγουν συσκευές σύμφωνες με το πρότυπο αυτό.

4.5 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

4.5.1 Στις ΗΠΑ

Ένα καλό παράδειγμα για να καταλάβουμε τα επίπεδα των ορίων που έχουν θεσπιστεί είναι αυτό των ΗΠΑ, μια χώρα με αρκετά αναπτυγμένα ευρυζωνικά δίκτυα. Η FCC (Federal Communications Commission [24]), ο αντίστοιχος φορέας της ΕΕΤΤ στις ΗΠΑ, έχει θέσει το όριο των +36 dBm (4 watt) για πολύ-σημειακές (Multi-Point) διασυνδέσεις, και το όριο των +30 dBm (1 watt) στην ενέργεια που αποδίδει η Ασύρματη Κάρτα του πομπού. Επίσης όσον αφορά τις Point-to-Point συνδέσεις των +36 dBm (30 dB η κάρτα και 6 dB η κεραία), ορίζει την δυνατότητα για κάθε 3 dB αύξηση πέρα των 6 dB της κεραίας μείωση 1 dB στην ισχύ της κάρτας. Παραδείγματα :

Κέρδος Κεραίας	Μέγιστη Ενέργεια Εισόδου της Κεραίας	Εξασθένιση	EIRP(max)
+6 dBi	+30 dBm	0 dB	36 dBm
+12 dBi	+28 dBm	2 dB	40 dBm
+18 dBi	+26 dBm	4 dB	44 dBm
+24 dBi	+24 dBm	6 dB	48 dBm
+30 dBi	+22 dBm	8 dB	52 dBm

4.5.2 Στην Ελλάδα

Αντίστοιχα στην Ελλάδα από το 1992 (Ν.2075) αρμόδια για την τηλεπικοινωνιακή αγορά και την αγορά είναι η ΕΕΤΤ (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων [13]). Η ανεξάρτητη αυτή αρχή είναι υπεύθυνη για την ρύθμιση και επίβλεψη των νόμων που αφορούν τις τηλεπικοινωνίες στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με την απόφαση της 20ής Ιούνη του 2002 από την βουλή, αποφασίστηκε η χρήση της συχνότητας που χρησιμοποιείται στα ασύρματα δίκτυα των 2,4GHz να είναι ελεύθερη και νόμιμη προς μη εμπορική εκμετάλλευση.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τον παραπάνω νόμο η ΕΕΤΤ έχει επιβάλει τις παρακάτω προδιαγραφές (σχετικές με την ασφάλεια της δημόσιας υγείας)

1. Η εκπεμπόμενη ισχύ ενός κεραιοσυστήματος να μην υπερβαίνει τα 20 dBm (100mW).
2. Όλες οι συσκευές που χρησιμοποιούνται πρέπει να συμφωνούν με το πρότυπο ETSI EN 300 328
3. Όλες οι συσκευές πρέπει να φέρουν την σχετική έγκριση ασφαλείας CE της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημόσια υγεία.

Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να ανατρέξετε στον αριθμό φύλλου 895, τεύχος δεύτερο της Εφημερίδας Κυβερνήσεως που εκδόθηκε στις 16 Ιουλίου του 2002 [14]

4.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ WIFI ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Τα ασύρματα δίκτυα στους 2,4GHz δεν είναι επιβλαβή προς τον ανθρώπινο οργανισμό, όπως αναφέραμε και παραπάνω. Απόδειξη αυτού είναι ότι χρησιμοποιούνται κατά κόρον παντού:

- Σε νοσοκομεία: Στην Καλιφόρνια, στο Βανκούβερ, Λος Άντζελες αλλά και σε άλλες πολιτείες [15]
- Σε μαιευτήριο στο Chicago τα βραχιόλια που χρησιμοποιούνται στα νεογνά ως ταυτότητές τους, περιέχουν chip το οποίο επικοινωνεί ασύρματα με κάποιο κέντρο του νοσοκομείου [16]
- Σε παιδιατρικά νοσοκομεία [17]
- Σε σχολεία [18]
- Σε δημόσια πάρκα [19]

Στην Ελλάδα το WiFi έχει χρησιμοποιηθεί για τη διασύνδεση 15 Σχολικών Μονάδων της περιοχής Ζωγράφου μεταξύ τους, καθώς και με το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο EDUnet και αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα έργα ασύρματης δικτύωσης που έχουν υλοποιηθεί στην Ελλάδα. [20]

5 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- [1] Geosystems Christopherson
- http://wps.prenhall.com/esm_christopherson_geosystems_5/0,6339,389792-main,00.html
- [2] World Health Organization (WHO)
- <http://www.who.int/peh-emf/about/en/>
- [3] New York Times
- <http://www.nytimes.com>
- [4] National Cancer Institute
- <http://aje.oupjournals.org/cgi/content/abstract/155/9/810>
- [5] Royal Society of Canada
- <http://www.rsc.ca/>
- Τα αποτελέσματα της έρευνας της RSC:
- http://www.rsc.ca/files/publications/expert_panels/RF//expert_panel_radiofrequency_update2.pdf
 - http://www.rsc.ca/files/publications/expert_panels/RF//RFreport-en.pdf
- [6] Θέση του World Health Organization
- <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/statementemf/en/>
- [7] International Agency for Research Cancer
- <http://www.iarc.fr/ENG/Units/RCAd.html>
- [8] ICNIRP
- <http://www.icnirp.net/activities.htm>
- [9] National Cancer Institute
- <http://aje.oupjournals.org/cgi/content/abstract/155/9/810>
- [10] ΘΕΩΡΙΑ ΡΑΔΙΟΖΕΥΞΕΩΝ του Νικήτα Γιαννάκου
- [Radio Propagation Theory for WiFi.ppt](#)
- [11] ETSI
- <http://www.etsi.org>
- [12] Πρότυπο ETSI EN 300 328
- http://webapp.etsi.org/action%5COP/OP20041105/en_300328v010601o.pdf
- [13] ΕΕΤΤ
- <http://www.eett.gr/>
- [14] ΦΕΚ 11/7 2002 αριθμός φύλλου 895, δεύτερο τεύχος

-
- ο http://www.eett.gr/gr_pages/telec/kanonistika_keimena/APOF2002/APOF254-72FEK.pdf
- [15] παραδείγματα νοσοκομείων
- ο <http://www.engadget.com/entry/7684782035846660/>
 - ο <http://wifinetnews.com/archives/003876.html>
 - ο http://www.pdacortex.com/WiFi_Patients.htm
 - ο <http://www.ihealthbeat.org/index.cfm?Action=dspItem&itemID=100216>
 - ο <http://www.proxim.com/about/pressroom/pressrelease/pr2003-07-29.html>
 - ο http://www.cio.com/archive/080103/mobile_sidebar_1.html
 - ο <http://www.cioinsight.com/article2/0,1397,1170383,00.asp>
 - ο <http://www.canadait.com/cfm/index.cfm?It=106&Id=18593&Se=2&Lo=2>
- [16] μαιευτήριο στο Σικάγο
- ο <http://washingtontimes.com/upi-breaking/20040429-101218-5859r.htm>
- [17] παιδιατρικά νοσοκομεία
- ο <http://www.ihealthbeat.org/index.cfm?Action=dspItem&itemID=100216>
- [18] παραδείγματα σχολείων
- ο <http://www.enterblog.com/200304270630.php>
 - ο http://searchnetworking.techtarget.com/originalContent/0,289142,sid7_gci785343,00.html
 - ο <http://www.psusd.us/>
 - ο <http://www.rm.com/HE/Products/Story.asp?cref=PS95306>
- [19] δημόσια πάρκα
- ο <http://www.wi-fiplanet.com/news/article.php/3087291>
- [20] EDUnet
- ο <http://www.crm2day.gr/news/106795783272998.shtml>
- [21] Wireless Devices, Standards, and Microwave Radiation in the Education Environment - Gary Brown, October, 2000
- ο <http://www.emfacts.com/wlans.html>
- [22] Suit Alleges Health Risks of Wi-Fi
- ο http://www.cio.com/archive/021504/tl_lawsuits.html
- [23] Health Protection Agency
- ο <http://www.hpa.org.uk/>
- [24] Federal Communications Commission
- ο <http://www.fcc.gov>
- [25] Έρευνα του National Radiological Protection Board
- ο http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/documents_of_nrpb/pdfs/doc_15_5.pdf
- [26] Έρευνα του Πανεπιστημίου Lund της Σουηδίας
-

- <http://www.applelinks.com/p5/index.php?URL=http://www.elektrosmognews.de/salfordjan2003.pdf>

[27] Έρευνα του Wiley-Liss Inc

- <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/106561095/ABSTRACT?CRETRY=1>

[28] Έρευνα του νοσοκομείου του Birmingham

- http://www.theregister.co.uk/1999/03/01/mobile_phone_cause_memory_loss/

6 ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

- [Ασύρματο Δίκτυο Τρίπολης](#)
- [Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο Αθηνών](#)
- [Ασύρματο Δίκτυο Θεσσαλονίκης](#)
- [Is Wi-Fi Bad for Your Health? – Paul Swider](#)
- [The Royal Society of Canada](#)
- [Wireless Network Access Point \(WNAP\) Set Up Guide - Appendix B : Health & Safety - Toronto Wireless Community Network](#)
- [Connected Home, Rethinking Microsoft, and Wireless Health Issues – Paul Thurrott](#)
- [ETSI - European Telecommunications Standards Institute](#)
- [Εγκυκλοπένδια του φωτός – Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία](#)
- [Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία](#)
- [Medlook – Ηλεκτρομαγνητικά πεδία και υγεία](#)
- [Evaluation of the effects of electric and magnetic fields in humans of](#)
- [National Radiological Protection Board \(NRPB\)
<http://www.nrpb.org/>](#)
- [Assessing human exposure to power-frequency electric and magnetic fields](#)
- [National Institute of Environmental Health Sciences](#)
- [Radio Frequency Safety](#)
- [National Institute for Occupational Safety and Health fact sheet on EMF](#)
- [International Agency for Research on Cancer \(IARC\)](#)
- [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection \(ICNIRP\)](#)
- [Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενεργείας](#)
- [National Institute for Environmental Health Science \(NIEHS\) RAPID Program](#)

- [World Health Organization, Electromagnetic fields \(WHO EMF Project\)](#)
- [Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency \(ELF\) Electric and Magnetic Fields, Summary of Data Reported and Evaluation, Monographs, International Agency for Research on Cancer](#)
- [Electric Power Research Institute \(EPRI\)](#)
- [How Safe Is Wireless Computer Networking?](#)
- [Institute of Informatics and Telecommunication – Τι ακτινοβολούν οι σταθμοί και τα κινητά μας](#)