



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

---



**ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ  
ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ**

---

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ α.ε.  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**Σπουδαστές: ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ ΕΥΘΥΜΙΟΣ, ΑΜ: 24748  
ΣΠΑΚΟΥΡΗ ΜΑΡΙΑ ΜΕΤΑΞΙΑ, ΑΜ: 34655**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Αθανάσιος Γ. Παλιατσός**

**ΑΘΗΝΑ 2013**

TELETYPE UNIT  
RECEIVED

---

## Περιεχόμενα

---

Περιεχόμενα.....	2
Πρόλογος .....	5
Περίληψη.....	7
Λέξεις Κλειδιά.....	7
Abstract.....	8
Keywords.....	8
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Ηλεκτρομαγνητική ρύπανση.....</b>	<b>13</b>
2.1. Εισαγωγή.....	13
2.2. Ηλεκτρομαγνητική ρύπανση.....	14
2.3. Περί ηλεκτρομαγνητικής ασθένειας.....	15
2.4. Πηγές δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικού νέφους.....	15
2.5. Μη ιονίζουσα ακτινοβολία.....	16
2.6. Ιονίζουσα ακτινοβολία.....	17
<b>3. Αρχή λειτουργίας κινητής τηλεφωνίας.....</b>	<b>19</b>
3.1. Εισαγωγή.....	19
3.2. Σταθμοί βάσης.....	21
3.3. Συσκευές ομιλίας.....	24
3.3.1. Τερματικές συσκευές κινητής τηλεφωνίας.....	24
3.3.2. Συσκευές αποδέσμευσης χειρών .....	25
3.4. Μικροκυματικές κεραίες ασύρματων ζεύξεων.....	26
<b>4. Κίνδυνοι από τη χρήση κινητών τηλεφώνων.....</b>	<b>27</b>
4.1. Γενικά.....	27
4.2. Η βιολογική δράση της ηλεκτρομαγνητικής (H/M) ακτινοβολίας.....	28
4.3. Απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και δείκτης SAR.....	34
4.4. Επιπτώσεις της κινητής τηλεφωνίας στην υγεία .....	36
4.4.1. Θερμικά αποτελέσματα.....	36
4.4.2. Μη θερμικά αποτελέσματα.....	37
4.4.3. Οφθαλμοί.....	37
4.4.4. Νεοπλασίες.....	38
4.5. Σχόλια για τις επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων.....	39
4.6. Άλλες επιπτώσεις.....	40
<b>5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....</b>	<b>43</b>

5.1. Εισαγωγή.....	43
5.2. Φυσικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	44
5.3. Βιολογικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	45
5.4. Κοινωνικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	45
5.5. Άλλες επιπτώσεις.....	45
<b>6. Υγιεινή και ασφάλεια των επαγγελματικά εκτιθέμενων στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία .....</b>	<b>47</b>
6.1. Γενικά.....	47
6.1.2. Εργασίες συντήρησης σε σταθμούς βάσης .....	47
6.1.3. Εργασίες συντήρησης σε κεραιές.....	47
6.1.4. Εργασίες σε τηλεφωνικά κέντρα.....	47
<b>7. Μέτρα για την προφύλαξη των επαγγελματικά εκτιθέμενων στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.....</b>	<b>49</b>
7.1. Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας .....	49
<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>51</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>53</b>

## Πρόλογος

Η επιλογή του θέματος της Πτυχιακής Εργασία μας οφείλεται στο γεγονός ότι η έκθεση του ανθρώπου στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι καθημερινή, στη σημερινή οργανωμένη κοινωνία και αυξάνεται συνεχώς, ακολουθώντας τις γρήγορες μεταβολές του σύγχρονου τρόπου ζωής. Η ανασκόπηση αυτή έχει σαν σκοπό την παρουσίαση των τελευταίων επιδημιολογικών δεδομένων σχετικά με τις επιπτώσεις που προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό η έκθεσή του στις ραδιοσυχνότητες της κινητής τηλεφωνίας, των σταθμών-βάσης της κινητής τηλεφωνίας και των ασύρματων τηλεφώνων, καθώς και την παράθεση των γενικότερων συνεπειών της χρήσης αυτής της τεχνολογίας στη δημόσια υγεία.

Στο σημείο αυτό θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας Αθανάσιο Γ. Παλιατσό που μας καθοδήγησε ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία μας.





## Περίληψη

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να δώσει απαντήσεις, όπου αυτό είναι εφικτό, σχετικά με τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία και να προτείνει τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων, με τα οποία πιθανά θα έρθουν αντιμέτωποι οι χρήστες της κινητής τηλεφωνίας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατανόηση των ιδιοτήτων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, του τρόπου λειτουργίας της κινητής τηλεφωνίας και των παραγόντων που καθορίζουν την έκθεση στις ακτινοβολίες της κινητής τηλεφωνίας. Για αυτό το λόγο αρχικά αναλύονται βασικές έννοιες όπως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η ιονίζουσα και μη ιονίζουσα ακτινοβολία, με βάση το υπόβαθρο της επιστημονικής βιβλιογραφίας.

Συγκεκριμένα γίνεται μια γενική επισκόπηση και ανάλυση του τρόπου λειτουργίας της κινητής τηλεφωνίας. Μελετήθηκαν τα αποτελέσματα της ανάλυσης πραγματικών μετρήσεων σε συνδυασμό με την αποτύπωση της ισχύουσας για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία νομοθεσίας. Επίσης, μελετήθηκαν οι οδηγίες που ακολουθούνται, όσον αφορά την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, με έμφαση στα όρια που έχουν θεσπιστεί για την προστασία του κοινού και την ελαχιστοποίηση της ακτινοβολήσής του. Τέλος γίνεται αναφορά σε πιθανά προβλήματα που μπορούν να αντιμετωπίσουν οι χρήστες, με παράθεση αποτελεσμάτων ερευνών και εκθέσεων σχετικών, με τις επιπτώσεις που έχει στην ανθρώπινη υγεία η έκθεση σε πεδία ραδιοσυχνότητας κινητής τηλεφωνίας (στον εγκέφαλο, στους οφθαλμούς, στην ακοή, στους ενήλικες, στα παιδιά κ.ά.). Παράλληλα, παρουσιάζονται οι προτεινόμενες λύσεις που ενδεχομένως καταστήσουν την προστασία των χρηστών πιο αποτελεσματική.

Το τρέχον επίπεδο γνώσεων δεν είναι επαρκές για να υποστηρίξει επιστημονικά την υπόθεση ότι οι εν λόγω ραδιοσυχνότητες ενδεχομένως να προκαλέσουν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία. Η έκθεση του ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι μέρος της καθημερινής ζωής στις σύγχρονες κοινωνίες και υπάρχει ανησυχία για τις πιθανές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει τα τελευταία επιδημιολογικά δεδομένα σχετικά με την έκθεση του ανθρώπου στις ραδιοσυχνότητες των κινητών τηλεφώνων, κινητό τηλέφωνο σταθμούς βάσης και ασύρματα τηλέφωνα, καθώς και τις πιθανές επιδράσεις. Εντούτοις, οι πιο πιθανές ενδείξεις για αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης ορισμένων τύπων καρκίνου, χρειάζονται περαιτέρω εξειδικευμένα έρευνα.

**Λέξεις κλειδιά:** Ατυχήματα, σταθμοί βάσης, καρκίνος, ανθρώπινη υγεία, κινητά τηλέφωνα, ασύρματα τηλέφωνα

## **Abstract**

This paper aims to provide answers where possible, on the effects of electromagnetic radiation on health and propose ways of tackling problems, which will likely come faced by mobile phone users. This can be achieved by understanding of the properties of electromagnetic radiation, the method of the mobile phone and the factors that determine exposure radiation of mobile telephony. For this reason initially analyzed basic concepts such as electromagnetic radiation, ionizing and non-ionizing radiation relying on background of the scientific literature. Specifically, we have an overview and analysis of how operation of mobile telephony. The results of analysis actual measurements in combination with the mapping of existing legislation on exposure to electromagnetic radiation and the instructions are followed regarding exposure to electromagnetic fields, with emphasis on the limits established to protect the public and minimize irradiation. Finally, were addressed the potential problems that may be encountered by users, focusing on surveys and reports, the impact on health of exposure to radio frequency fields of mobile telephony (brain, eyes, hearing, adults, children etc.).

Moreover, the proposed solutions may make protection of users most effective. The current level of knowledge is not sufficient to support scientific case that these frequencies may cause harm to human health. Human exposures to electromagnetic fields are part of everyday life in modern societies, and there is concern about the potential impact on human health. This review presents recent epidemiological data on human exposure to radio frequencies of mobile phones, mobile phone base stations and cordless phones as well as the possible effects areas. In particular, possible indications of an increased risk of certain types of cancer require further investigation.

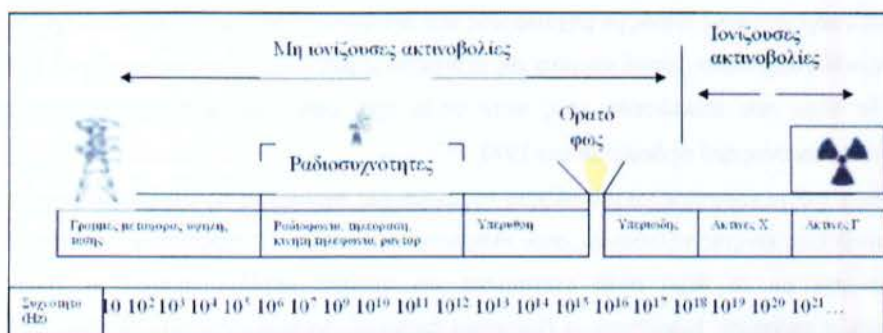
**Key words:** Accidents, base stations, cancer, human health, mobile phones, wireless phone



# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εμφανίζονται με διαφορετικές μορφές, στις οποίες περιλαμβάνονται τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, το ορατό φως, οι ακτίνες X και οι ακτίνες γ. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία εμφανίζονται σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, το οποίο χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές, τις ζώνες συχνοτήτων. Το φάσμα των συχνοτήτων περιλαμβάνει την ιονίζουσα και τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά (H/M) πεδία αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε, με κύριες φυσικές πηγές ακτινοβολίας το μαγνητικό πεδίο της Γης και την ηλιακή (ορατή, υπέρυθη και υπεριώδη) ακτινοβολία.

Στη σύγχρονη εποχή υπάρχουν επιπρόσθετες πηγές H/M πεδίων από ανθρώπινες εφαρμογές τόσο στην καθημερινή ζωή, όσο και στην ιατρική πρακτική. Στον οικιακό ή στον εργασιακό μας χώρο, H/M πεδία δημιουργούνται γύρω από τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις, τις συσκευές μικροκυμάτων, τα τηλεχειριστήρια και άλλες ηλεκτρικές συσκευές, όπως στεγνωτήρες μαλλιών, ξυριστικές μηχανές, οθόνες υπολογιστών και αντικλεπτικά συστήματα. Εξάλλου, στους εξωτερικούς χώρους είμαστε εκτεθειμένοι σε ασθενή H/M πεδία από διάφορες πηγές, όπως ραδιοφωνικές κεραίες, δίκτυα ασύρματων επικοινωνιών, γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και καλώδια ηλεκτροκίνητων μέσων μεταφοράς.

Η έκθεση σε H/M πεδία ανθρώπινης προέλευσης είναι αναπόφευκτη στις σύγχρονες κοινωνίες, κυρίως λόγω της αυξανόμενης χρήσης κινητών τηλεφώνων με σύγχρονη αύξηση του αριθμού κεραιών κινητής τηλεφωνίας. Συνακόλουθα, αυξάνεται η ανησυχία του κοινού για το κατά πόσο η έκθεση σε H/M πεδία μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, ενώ η επιστημονική κοινότητα δεν είναι ακόμα σε θέση να δώσει μια σαφή απάντηση.

Τα κινητά τηλέφωνα λειτουργούν με H/M πεδία της κατηγορίας των ραδιοκυμάτων, μήκους κύματος από 300MHz ως ~2GHz, φάσμα το οποίο χαρακτηρίζεται από μη ομοιόμορφη –τοπική

κυρίως— απορρόφηση ενέργειας από τους ιστούς. Σημειώνεται ότι στην Ελλάδα η κινητή τηλεφωνία λειτουργεί στις συχνότητες 900MHz, 1800MHz και 2100MHz.

Οι βιολογικές επιδράσεις αυτού του φάσματος της Η/Μ ακτινοβολίας στους ιστούς μπορούν να διακριθούν σε (α) θερμικές εξαιτίας τοπικής παραγωγής θερμότητας, (β) αθερμικές, που είναι αποτέλεσμα απορρόφησης θερμότητας ικανής να αυξήσει τη θερμοκρασία, αλλά αντιρροπούμενης από τοπικούς βιολογικούς θερμορρυθμιστικούς μηχανισμούς, έτσι ώστε να μην αυξάνεται τελικά η θερμοκρασία των ιστών και (γ) μη θερμικές, οι οποίες προκαλούνται από απορρόφηση χαμηλών ποσών ενέργειας, μη ικανών να αυξήσουν τη θερμοκρασία του ιστού. Είναι σημαντικό να αντιδιασταλεί η έννοια της απλής βιολογικής επίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον κίνδυνο για την υγεία: συγκεκριμένα, μια βιολογική επίδραση δεν συνιστά υποχρεωτικά και κίνδυνο για την υγεία. Τα ραδιοκύματα ενδέχεται να προκαλέσουν πλειάδα μετρήσιμων βιολογικών επιδράσεων, καθώς μπορούν να επάγουν ηλεκτρικά ρεύματα στα κύτταρα, ασθενέστερα από φυσιολογικά ενυπάρχοντα. Είναι όμως πολύ πιθανόν να επιδρούν στους ιστούς με μηχανισμούς που δεν έχουν περιγραφεί ακόμα. Τα τεχνητά ηλεκτρικά πεδία αποτελούν ζωτικό κομμάτι της καθημερινής μας ζωής για περισσότερο από 100 χρόνια. Το θέμα των επιπτώσεών τους στην υγεία έχει αποτελέσει αντικείμενο έντονης επιστημονικής έρευνας από τη δεκαετία του 1970.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση της ανησυχίας σχετικά με τις πιθανές βλάβες της Η/Μ ακτινοβολίας κινητής τηλεφωνίας στον ανθρώπινο οργανισμό. Η επιστημονική κοινότητα έχει ασχοληθεί με το θέμα αυτό επισταμένα και υπάρχει μεγάλος αριθμός σχετικών επιστημονικών εργασιών. Ειδικότερα, η Βρετανική Επιτροπή Ακτινοπροστασίας το έτος 2004 προειδοποίησε για την ανάγκη μη χρήσης των κινητών από τα παιδιά εκτός ιδιαίτερων περιπτώσεων. Αυτή η ανησυχία κορυφώθηκε μετά από την Ευρωπαϊκή μελέτη REFLEX (επτά ευρωπαϊκών χωρών και 12 εργαστηρίων) για βλάβη στο DNA (Adikofer 2006). Επίσης πληθαίνουν οι αναφορές για πιθανές βλάβες από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κεραιών κινητής τηλεφωνίας στους κατοίκους των γύρω περιοχών όπως στην Ισπανία (Navarro et al. 2003), στη Γαλλία (Santini et al. 2002), στη Γερμανία (Eger et al. 2004), κ.λπ.

Η κινητή τηλεφωνία χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Σχετικές μελέτες αποδεικνύουν ότι τιμές ακτινοβολίας εντός των χαρακτηριζόμενων ορίων ασφαλείας μπορεί να προκαλέσουν βλάβες σε ζώντες οργανισμούς, όπως: (1) Συμπτώματα του συνδρόμου των μικροκυμάτων (διαταραχή μνήμης, έλλειψη συγκέντρωσης, εξάντληση, πονοκεφάλους κ.ά. ιδιαίτερα σε απόσταση 50-400m από την κεραία), με τιμές ακτινοβολίας έκθεσης 0.44-0.025  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , δηλαδή κατά πολύ μικρότερες από τα ελληνικά όρια ασφαλείας (Santini et al. 2002, Navarro et al. 2003, Oberfeld et al. 2004), (2) Κάτοικοι που έμειναν εντός ακτίνας 400m από κεραία κινητής τηλεφωνίας για 10 χρόνια παρουσίασαν αυξημένα ποσοστά καρκίνου σε σχέση με τους κατοίκους που ζούσαν σε απόσταση μεγαλύτερη των 400m (ICNIRP 1998).

Από σχετική μελέτη έχουν αναφερθεί διαταραχές στα χρωματοσώματα, αιματολογικές βλάβες, επίδραση στην αναπαραγωγή και αύξηση του καρκίνου, σε τιμή ακτινοβολίας έκθεσης 0.1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , δηλαδή 6300 φορές μικρότερη από τα ελληνικά όρια ασφαλείας (Goldsmith 1995). Η διαταραχή στην αναπαραγωγική διαδικασία επιβεβαιώνεται και από τους Panagopoulos et al. (2004) που σε σχετική μελέτη αναφέρονται στις επιδράσεις της ακτινοβολίας της κινητής τηλεφωνίας στην αναπαραγωγική ικανότητα των πειραματόζωων (μείωση αναπαραγωγής). Το



ίδιο ακριβώς επιβεβαιώνουν οι Magras and Xenos (1997) σε σχετική μελέτη τους για τιμές ακτινοβολίας έκθεσης μεταξύ  $0.16$  και  $1.053\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , δηλαδή από 3938 μέχρι 598 φορές χαμηλότερες από τις ελληνικές οριακές τιμές. Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχουν επιστημονικά τεκμηριωμένες απόψεις για σοβαρές επιπτώσεις, τουλάχιστον με τα διαθέσιμα επιδημιολογικά στοιχεία. Η ανασκόπηση αυτή έχει ως στόχο να παρουσιάσει συνοπτικά και με εύχρηστο τρόπο επικαιροποιημένα δεδομένα αναφορικά με τις επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας από χρήση κινητής τηλεφωνίας (κινητά τηλέφωνα και σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας) στον ανθρώπινο οργανισμό. Παράλληλα, παρατίθενται επιστημονικά δεδομένα για τη χρήση ασύρματης τηλεφωνίας, που λειτουργεί σε παρόμοιες Η/Μ συχνότητες με την κινητή τηλεφωνία, αλλά έχει χαμηλότερη ισχύ.

Σε μελέτη του Balmeri (2005) αναφέρθηκε ότι φωλιές των πουλιών που βρίσκονταν σε απόσταση 200m από τις κεραιές ήταν μειωμένη η αναπαραγωγή σε σύγκριση με τα πουλιά που οι φωλιές τους ήταν σε απόσταση μεγαλύτερη των 300m από τις κεραιές.



---

## Κεφάλαιο 2

### Ηλεκτρομαγνητική Ρύπανση

---

#### 2.1 Εισαγωγή

Όσο πληθαίνουν οι ηλεκτρικές και ηλεκτρομαγνητικές συσκευές, οι οποίες βέβαια μπορούν να κάνουν τη ζωή μας πιο εύκολη, τόσο αυξάνει, ιδίως στα αστικά κέντρα, μια ιδιότυπη μορφή «ρύπανσης» της ατμόσφαιρας, η οποία κάτω από ορισμένες συνθήκες δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στον άνθρωπο. Η ρύπανση αυτή βρίσκεται παντού, είναι αόρατη και ιδιαίτερα επιζήμια, έως και επικίνδυνη. Πρόκειται για τη «ρύπανση του ηλεκτρομαγνητικού περιβάλλοντος», η οποία τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά, καθώς αυξάνεται αλματωδώς η χρήση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Υπάρχει παντού γύρω μας και φανερώνεται με τις χαρακτηριστικές σε όλους μας παρεμβολές στο ραδιοφωνικό ή τηλεοπτικό σήμα. Δεν είναι όμως πολλοί αυτοί που γνωρίζουν ότι η ηλεκτρονική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει διακοπές στη λειτουργία ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών, με μοιραίες συνέπειες. Για παράδειγμα: παρενόχληση της λειτουργίας βηματοδοτών καρδιάς, μπλοκάρισμα συστημάτων του αυτοκινήτου όπως το σύστημα πέδησης ABS, η διατάραξη της λειτουργίας ευαίσθητων ιατρικών μηχανημάτων. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει καταληφθεί από ηλεκτρονικό πυρετό, γι' αυτό και υπάρχει η ανάγκη για την έκδοση προτύπων και τη θέσπιση κοινά αποδεκτών διαδικασιών ποιότητας έτσι ώστε να απαλειφθούν τέτοιου είδους προβλήματα που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο ακόμα και ανθρώπινες ζωές.

Το «**σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου**» εμπεριέχει όλα τα συμπτώματα από τα μαγνητικά πεδία των μηχανημάτων που μας περιτριγυρίζουν. Οι εργαζόμενοι σε χώρους με ηλεκτρονικούς υπολογιστές παραπονέθηκαν για καταρροή, ερεθισμένα μάτια, ισχυρούς πόνους στην πλάτη, διαλείψεις και κατάθλιψη. Όταν οι οθόνες των ηλεκτρονικών υπολογιστών περιέχουν ειδικά φίλτρα προστασίας από την εκπεμπόμενη ακτινοβολία, τότε τα συμπτώματα αυτά μειώνονται πάρα πολύ. Στα παλιά χρόνια, στον άνθρωπο επιδρούσαν μόνο τα εξωτερικά φυσικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Στις μέρες μας όμως όλα άλλαξαν, με τον συνδυασμό της συνεχώς αυξανόμενης χρήσης των κινητών τηλεφώνων και της σωρείας ηλεκτρικών συσκευών που δημιουργούν Η/Μ πεδία και επιβαρύνουν την κατάσταση, ένα πλήθος ορατών και αόρατων ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων συνθέτει το περιβάλλον και αποτελεί μέρος της καθημερινότητάς μας.

Έτσι λοιπόν εκτός από τον Ήλιο υπάρχουν και άλλες (τεχνητές) πηγές, οι οποίες όχι μόνο δεν είναι ορατές από τον άνθρωπο, αλλά η επίδρασή τους στον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί σημείο προβληματισμού των επιστημόνων και εστία κοινωνικών εντάσεων. Αναφερόμαστε κατά κύριο λόγο στις κεραίες (κινητής τηλεφωνίας, τηλεόρασης, ραδιοφωνίας, RADAR), στις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης της ΔΕΗ στους μετασχηματιστές των υποσταθμών του δικτύου διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος και τέλος στις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές.



Σχετικά με τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές, στον Πίνακα 1 εμφανίζονται τιμές της έντασης (millitelsa, mT) του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου σε διάφορες αποστάσεις από τη συσκευή. Οι τιμές εξαρτώνται και από το μοντέλο της συσκευής.

**Πίνακας 1.** Τιμές της έντασης (mT) του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου σε διάφορες αποστάσεις (Παρασκευόπουλος 2009).

ΣΥΣΚΕΥΗ	Ένταση (mT) μαγνητικού πεδίου σε απόσταση από τη συσκευή		
	3cm	30cm	1m
Ψυγείο	0.5 - 1.7	0.01 - 0.25	< 0.01
Πλυντήριο ρούχων	8 - 50	0.15 - 3	0.01 - 0.15
Ηλεκτρικό σίδερο	8 - 30	0.12 - 0.3	0.01 - 0.03
Συσκευή τηλεόρασης	2.5 - 50	0.04 - 2	0.01 - 0.15
Ηλεκτρονικός υπολογιστής (PC)	0.5 - 3	1	< 0.01
Εστία μαγειρέματος	1 - 50	0,15 - 0.5	0.01 - 0.25
Φούρνος μικροκυμάτων	73 - 200	4 - 8	0.25 - 0.6
Ηλεκτρική τοστιέρα	7 - 18	0.06 - 0.7	< 0.01
Ηλεκτρική σκούπα	200 - 800	2 - 20	0.13 - 2
Ξηραντήρας μαλλιών	6 -2000	0.01 - 7	0.01 - 0.3
Μίξερ τροφής	60 - 700	0.06 - 10	0.02 - 0.25
Ηλεκτρική ξυριστική μηχανή	15 -1500	0.08 - 9	0.01 - 0.3
Ηλεκτρικό ρολόι	300	2.25	

Τόσο οι εμφανιζόμενες στον Πίνακα 1 συσκευές, όσο και οι άλλες οικιακές συσκευές εκπέμπουν μη ιονίζουσα Η/Μ ακτινοβολία, της οποίας η επίδραση στον άνθρωπο βρίσκεται υπό την έρευνα των ειδικών επιστημονικών κέντρων. Δεν πρέπει να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η παραπάνω ακτινοβολία δεν έχει καμιά σχέση με την καρκινογόνο ιονίζουσα Η/Μ ακτινοβολία (ραδιενεργό ακτινοβολία ή ακτινοβολία Γ, ακτίνες Χ, το πλέον δραστικό τμήμα της υπεριώδους ακτινοβολίας). Πάντως και εδώ ισχύει η Αρχή της Συνετής Αποφυγής που υλοποιείται με την όσο το δυνατόν μικρότερη διάρκεια έκθεσης και με τη θέση μας σε μεγαλύτερη απόσταση από την πηγή της ακτινοβολίας (Χουζαίος 2007).

## 2.2 Ηλεκτρομαγνητική ρύπανση

Ηλεκτρομαγνητική ρύπανση είναι ένα είδος περιβαλλοντολογικού ρύπου Η/Μ φύσης. Σαν Η/Μ "νέφος" ,μερικές φορές χρησιμοποιείται ο όρος «Electro-Smog» ή «Electronic Smog», που υπάρχει γύρω μας και είναι αποτέλεσμα της υπερβολικής Η/Μ του περιβάλλοντος που ελκύεται από τεχνολογικά προϊόντα, τα οποία είτε δεν σχεδιάστηκαν καλά, είτε δεν τηρούν τα ελάχιστα όρια ασφαλείας, είτε δεν υφίστανται ποιοτικό έλεγχο.

## 2.3 Περί ηλεκτρομαγνητικής ασθένειας

Όταν λέμε Η/Μ ασθένεια εννοούμε μια κατάσταση δυσλειτουργίας των ζωντανών οργανισμών. Την δυσλειτουργική αυτή κατάσταση μπορούμε να την εντοπίσουμε σε δυο βασικά πεδία: τα πεδία ανίχνευσης και τα πεδία εντοπισμού.

Στην παρούσα διάσταση της μακρομοριακής ύλης-ενέργειας, μπορούμε να διακρίνουμε διάφορα πεδία εντοπισμού της Η/Μ ασθένειας, πεδία που έχουν σχέση με τις κρίσιμες βιοενεργειακές διεργασίες των ζωντανών οργανισμών (ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον, αποθήκευση, αναδιανομή, μεταλλαγή). Όμως πέρα από τα βασικά πεδία εντοπισμού της ηλεκτρομαγνητικής διαταραχής, πρέπει να διακρίνουμε και τα βασικά επίπεδα οργάνωσης της ζωής στα οποία εμφανίζονται οι ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές έτσι ώστε να έχουμε μια πλήρη εικόνα της ευρύτητας και του βάθους πάνω στην συνολική λειτουργία της ζωντανής ύλης.

Τα τέσσερα βασικά επίπεδα στα οποία εκδηλώνονται οι Η/Μ διαταραχές είναι τα εξής:

- α) το επίπεδο του πυρήνα των κυττάρων, όπου εκεί οι Η/Μ διαταραχές έχουν να κάνουν με σοβαρότατες δυσλειτουργίες στην διαίρεση-πολλαπλασιασμό των κυττάρων, στην αντιγραφή και την μεταγραφή του DNA και γενικά έχουν σχέση με την αλλοίωση - μεταλλαγή του DNA την θνησιγόνο και ανασχετική-αναστροφική της βιολογικής εξέλιξης,
- β) το επίπεδο του κυττάρου, όπου εκεί οι Η/Μ διαταραχές σχετίζονται με σοβαρότατες δυσλειτουργίες στην μεταφορά - μετάφραση του γενετικού υλικού που έρχεται από τον πυρήνα, δυσλειτουργίες γενικά στο μηχανισμό σύνθεσης πρωτεϊνών, στους μηχανισμούς παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας, στους μηχανισμούς γενικά της επικοινωνίας των κυττάρων με το εξωτερικό τους περιβάλλον και τους μηχανισμούς άμυνας των κυττάρων απέναντι σε εξωγενείς βλαπτικούς παράγοντες,
- γ) το επίπεδο των κυτταρικών ιστών, όπου εκεί οι Η/Μ διαταραχές σχετίζονται με σοβαρές δυσλειτουργίες στην επικοινωνία των κυττάρων, στην συνοχή τους, και άρα στην οργάνωση και τον λειτουργικό συντονισμό τους,
- δ) το επίπεδο των οργάνων και το οργανικών συστημάτων των διαφόρων οργανισμών όπου εκεί πλέον οι δυσλειτουργίες σχετίζονται με σοβαρά προβλήματα επίσης επικοινωνίας και συντονισμού των διαφόρων ιστών και οργάνων, άρα προβλήματα στην συμπληρωματικότητα και συνεργατικότητα ιστών, οργάνων και οργανικών συστημάτων (<http://www.explain.gr/index.php/2009-12-24-19-40-34/51-2009-12-24-20-11-24>).

## 2.4 Πηγές δημιουργίας του ηλεκτρομαγνητικού νέφους

Πηγές δημιουργίας του Η/Μ νέφους είναι οι διάφορες ηλεκτρικές ή μαγνητικές ή Η/Μ συσκευές ανεξαρτήτως μεγέθους και χρήσης. Ένα απλό παράδειγμα Η/Μ ρύπανσης είναι η πιθανή εκπομπή μικροκυμάτων από ένα "κακό" φούρνο μικροκυμάτων, μιας συσκευής που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του φαγητού και φυσικά δεν πρέπει να διαφεύγουν στον εκτός του φούρνου χώρο. Σε αυτή τη περίπτωση, υπάρχει Η/Μ ρύπανση στον εκτός του φούρνου χώρο,



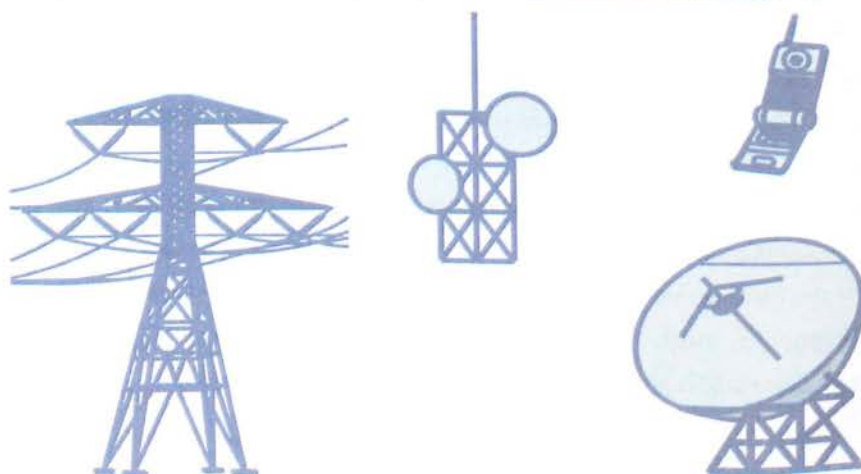
η οποία δεν είναι επιθυμητή. Η Η/Μ ακτινοβολία (EMF - ElectroMagnetic Field Radiation) διακρίνεται σε ιονίζουσα και σε μη-ιονίζουσα ανάλογα με τη συχνότητά της).

## 2.5 Μη-ιονίζουσα ακτινοβολία

Μη-ιονίζουσα ακτινοβολία είναι εκείνη που δεν μπορεί να προκαλέσει ιονισμό δηλαδή να προκαλέσει μετακίνηση ηλεκτρονίων από τον φλοιό των ατόμων και των μορίων ή ακόμη να διεγείρει πυρήνες στοιχείων. Τέτοιου είδους ακτινοβολία προέρχεται από:

- ένα μέρος του υπεριώδους φάσματος (UltraViolet - UV),
- το ορατό φως,
- το υπέρυθρο φάσμα ( InfraRed -IR),
- πηγές μικροκυμάτων (MicroWaves - MW),
- πηγές ραδιοφωνικών σημάτων (RF) που μπορεί να προέρχονται από ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς πομπούς,
- εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας πηγές ακτινοβολίας όπως γραμμές μεταφοράς (Extremely LowFrequency - ELF radiation) και
- ισχυρά σταθερά ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία (strong DC fields).

Η μη-ιονίζουσα ακτινοβολία παράγεται από διάφορα είδη πηγών που υπάρχουν στο σπίτι, στο χώρο εργασίας ή στο περιβάλλον, από lasers μέχρι γραμμές μεταφοράς, οικιακές συσκευές, συσκευές κινητών τηλεφώνων, υπολογιστές, κεραίες κινητής τηλεφωνίας, κεραίες ραντάρ, ραντάρ αυτοκινήτων, ραντάρ εσωτερικού χώρου, ασύρματα δίκτυα κ.λπ. (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2.** Διατάξεις που παράγουν μη-ιονίζουσες ακτινοβολίες.

Το πρωτεύον φαινόμενο της μη-ιονίζουσας ακτινοβολίας είναι η αύξηση της θερμοκρασίας στους σωματικούς ιστούς. Αυτό συμβαίνει διότι τα Η/Μ πεδία επιβάλλουν μια κίνηση στα φορτία, που είναι εντοπισμένα μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Η επιβράδυνσή τους μετατρέπεται σε θερμότητα. Η έκλυση θερμότητας αλλάζει την ταχύτητα των βιοχημικών αντιδράσεων, που συμβαίνουν μέσα στο σώμα και πιθανόν και την έκβασή τους. Δυστυχώς θα απαιτηθούν ακόμη

πολλά χρόνια για να κατανοηθούν οι μηχανισμοί επίδρασης της μη-ιονίζουσας ακτινοβολίας σε βιολογικές αντιδράσεις και σε βίο-ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα. Μέχρι τότε θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες προσδιορισμού των αιτιών που προκαλούν την Η/Μ ρύπανση ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή προστασία.

## 2.6 Ιονίζουσα ακτινοβολία

Ιονίζουσα ακτινοβολία είναι εκείνη η Η/Μ ακτινοβολία, που έχει αρκετή ενέργεια για να προκαλέσει μετακίνηση ηλεκτρονίων από το φλοιό των ατόμων και των μορίων, ή ακόμη να διεγείρει πυρήνες στοιχείων (http://maradclub.blogspot.com/2010/03/blog-post\_704.html). Τέτοιου είδους ακτινοβολία προέρχεται από:

- ένα μέρος του υπεριώδους φάσματος,
- ακτίνες Χ,
- ακτίνες γ και
- την κοσμική ακτινοβολία



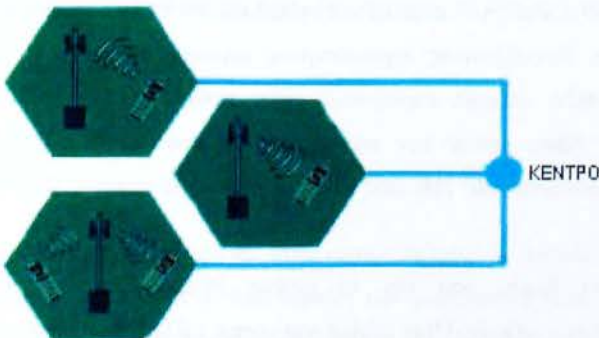


## Κεφάλαιο 3

### Αρχή λειτουργίας κινητής τηλεφωνίας

#### 3.1 Εισαγωγή

Η παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας στους χρήστες, γίνεται εφικτή με την γεωγραφική διαίρεση των περιοχών σε δομές, γνωστές ως «κυψέλες». Άλλωστε από εδώ προκύπτει και ο χαρακτηρισμός «κυψελοειδές δίκτυο». Ο σταθμός βάσης τοποθετείται σε κατάλληλη θέση εντός της κυψέλης, ώστε να εξασφαλίσει με την πλήρη κάλυψή της, την λειτουργία των κινητών τηλεφώνων εντός αυτής με την απαραίτητη ποιότητα υπηρεσίας. Αποτελείται από αρκετές κεραιές εκπομπής και λήψης, καθώς και από μια μονάδα ελέγχου. Οι σταθμοί βάσης διαχειρίζονται όλες τις κλήσεις των κινητών τηλεφώνων εντός της κυψέλης και συνδέονται με ένα κέντρο (Σχήμα 3) με συνηθισμένα τηλεφωνικά καλώδια ή υπερκατευθυντικές ζεύξεις. Από αυτό λαμβάνουν τις συνομιλίες που πρέπει να διαβιβάσουν σε κάποιο κινητό τηλέφωνο στην κυψέλη τους, και σε αυτό διαβιβάζουν τις συνομιλίες που διενεργούνται από κάποιο κινητό τηλέφωνο στην κυψέλη τους. Αν κάποιο κινητό τηλέφωνο απομακρυνθεί από την κυψέλη τότε η κλήση μεταβιβάζεται αυτόματα στην επόμενη. Η αδιάκοπη επικοινωνία ενός χρήστη κινητού τηλεφώνου επιτυγχάνεται με την διαδοχική επικοινωνία της συσκευής με τους σταθμούς βάσης που συναντά στην διαδρομή του (Σχήμα 3).

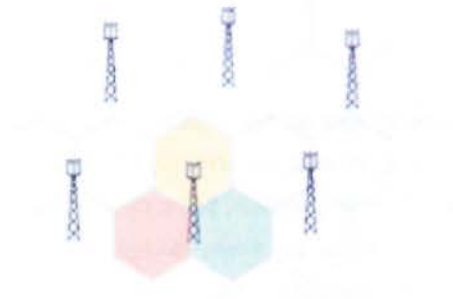


**Σχήμα 3.** Σταθμοί βάσης που συνδέονται με ένα κεντρικό σημείο

([http://www.eett.gr/opencms/opencms/admin/downloads/Informative\\_Documentation/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](http://www.eett.gr/opencms/opencms/admin/downloads/Informative_Documentation/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf)).

Το ραδιοσήμα του σταθμού βάσης πρέπει να είναι τόσο ισχυρό ώστε να φθάνει σε κάποιο κινητό τηλέφωνο ακόμα και στα όρια της κυψέλης, αλλά όχι υπερβολικά ισχυρό γιατί έτσι θα δημιουργούσε παρεμβολές στα σήματα των γειτονικών κυψελών. Αν σε κάποια κυψέλη χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερα κινητά τηλέφωνα τότε έρχεται η στιγμή που υπερφορτώνεται ο σταθμός βάσης. Τότε γίνεται υποδιαίρεση της κυψέλης, εγκαθίστανται πρόσθετοι σταθμοί βάσης που με μικρότερη ισχύ εκπομπής εξυπηρετούν τις μικρότερες κυψέλες τους. Άρα όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κινητών τηλεφώνων που χρησιμοποιούνται,

τόσο περισσότεροι σταθμοί βάσης χρειάζονται, αφού κάθε σταθμός βάσης μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι ένα μέγιστο αριθμό κλήσεων ([www.eeae.gr](http://www.eeae.gr)).



**Σχήμα 4.** Κάλυψη δικτύου (<http://kyttariki.biol.uoa.gr/MOBILE-PHONES/ERMHS-MARGARITIS-teliko7-07-07-05.htm>).

Οι κυψέλες θεωρούνται εξαγωνικού σχήματος (Σχήμα 4, δομή κερήθρας) αν και στην πράξη το σχήμα τους μπορεί να είναι ακαθόριστο λόγω του ανάγλυφου του εδάφους, της αδυναμίας των εταιριών για διάφορους λόγους να τοποθετήσουν τους σταθμούς στα κατάλληλα σημεία και της πυκνότητας των χρηστών.

Υπάρχουν όρια σχετικά με την μέγιστη περιοχή κάλυψης των σταθμών βάσης, διότι τα ραδιοκύματα εξασθενούν σημαντικά καθώς διαδίδονται στον αέρα. Μετά τα 35km, ο χρόνος που απαιτείται για να μεταδοθούν τα σήματα μεταξύ των κινητών τηλεφώνων και των σταθμών βάσης αυξάνεται. Ο αριθμός των πομπών που εγκαθίστανται σε ένα σταθμό βάσης καθορίζει την χωρητικότητά του. Προσθέτοντας περισσότερους πομπούς αυξάνεται η χωρητικότητα ενός σταθμού βάσης αλλά υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των πομπών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Λόγω αυτών των περιορισμών οι κυψέλες των σταθμών βάσης έχουν διάσταση που κυμαίνονται από 1km έως 10km σε αγροτικές περιοχές και μερικές εκατοντάδες μέτρα σε αστικές.

Τόσο οι σταθμοί βάσης όσο και τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν και λαμβάνουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Όταν μιλάμε στο κινητό τηλέφωνο, η φωνή μας μετατρέπεται σε ταλαντώσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που διαδίδονται ως κύματα που ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός. Τα κύματα αυτά μεταφέρουν ενέργεια και άρα πληροφορίες έως όπου συναντήσουν τον πλησιέστερο σταθμό βάσης κινητής τηλεφωνίας. Όταν η κεραία του σταθμού βάσης παραλάβει το σήμα υπό την μορφή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το μεταφέρει στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας και αποστέλλει το αρχικό μήνυμα στον προορισμό του.

Στα δίκτυα GSM της κινητής τηλεφωνίας, η πληροφορία μεταδίδεται ψηφιακά. Η συνομιλία εξαρχής ψηφιοποιείται και στη συνέχεια κωδικοποιείται στο εκπεμπόμενο σήμα. Στο δέκτη αποκωδικοποιείται και μετατρέπεται πάλι σε αναλογικό σήμα ούτως ώστε να γίνει αντιληπτή. Η λέξη GSM προέρχεται από τα αρχικά του “Global System for Mobile Communications” και είναι ένα πρότυπο σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Σε αυτό το σύστημα, η περιοχή των συχνοτήτων που έχει εκχωρηθεί για τη λειτουργία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας υποδιαιρείται σε



περισσότερες περιοχές, κανάλια εύρους 200kHz. Κάθε κανάλι μπορεί να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από οκτώ το πολύ συνδρομητές, οι οποίοι χρησιμοποιούν το κανάλι διαδοχικά για λίγο χρόνο, περίπου 0.57ms. Κάθε σταθμός βάσης επικοινωνεί με τα κινητά τηλέφωνα που υπάρχουν γύρω του συνήθως με 6 έως 12 κανάλια συχνοτήτων. Τα κανάλια αυτά είναι διαφορετικά μεταξύ γειτονικών κυψελών για να ξεχωρίζουν μεταξύ τους, και ξαναχρησιμοποιούνται σε απομακρυσμένες κυψέλες. Αυτό απαιτεί ανάλογη σχεδίαση του δικτύου ώστε οι κυψέλες που χρησιμοποιούν τα ίδια κανάλια να είναι όσο το δυνατόν απομακρυσμένες.

Πλέον όμως εφαρμόζεται η τεχνολογία τρίτης γενεάς κινητής τηλεφωνίας, τεχνολογία που επιτρέπει την μετάδοση εικόνας, ήχου και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και με υψηλές ταχύτητες. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του συστήματος UMTS από τα αρχικά των λέξεων “Universal Mobile Telecommunications System” και της χρήσης ενός ευρέος φάσματος καναλιού επικοινωνίας της τάξης των 5MHz μεταξύ κινητού και σταθμού βάσης. Η πρόσβαση των συνδρομητών μπορεί να γίνεται ταυτόχρονα στην ίδια ζώνη συχνοτήτων επειδή διαχωρίζονται με την χρήση κωδικών. Οι δυο γειτονικοί σταθμοί βάσης μπορεί να εκπέμπουν στην ίδια ζώνη συχνοτήτων και κάθε συνδρομητής να εξυπηρετείται ταυτόχρονα από δύο ή περισσότερους σταθμούς βάσης. Το μέγεθος της κυψέλης που καλύπτει ο σταθμός βάσης δεν είναι σταθερό αλλά μπορεί να μεταβάλλεται. Συγκεκριμένα όταν ένας σταθμός πρέπει να εκπέμψει μεγάλο όγκο πληροφοριών, είτε επειδή λειτουργούν πολλά κινητά τηλέφωνα είτε επειδή υπάρχει απαίτηση υψηλών ρυθμών μεταφοράς δεδομένων, τότε μειώνεται η ισχύς ώστε να μικρύνει η περιοχή κάλυψης του σταθμού. Αυτό ονομάζεται «αναπνοή της κυψέλης». Η διαδικασία αυτή έχει ως στόχο την αποφυγή παρεμβολών στους γειτονικούς σταθμούς.

### 3.2 Σταθμοί Βάσης

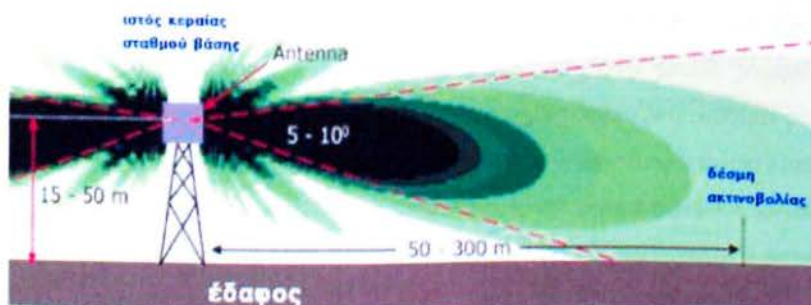
Οι σταθερές κεραιές που χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία αναφέρονται ως σταθμοί βάσης. Οι σταθμοί βάσης αποτελούνται από κεραιές και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Οι κεραιές τοποθετούνται σε μεγάλο ύψος και συνήθως στις στέγες πολυώροφων κτηρίων ή σε ειδικούς πύργους. Το τυπικό ύψος τοποθέτησης των κεραιών είναι 15m έως 60m. Οι κεραιές που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση και λήψη σημάτων προς και από τους χρήστες του δικτύου, αποτελούνται από ορθογώνια πλαίσια, με διαστάσεις συνήθως από 0.3m έως 1.2m. Επιπλέον στους σταθμούς βάσης υπάρχουν και κεραιές κατόπτρου ή πιάτου οι οποίες αποτελούν τερματικούς κόμβους μικροκυματικής σύνδεσης με άλλους σταθμούς βάσης για την διασύνδεση του δικτύου. Ανάλογα με το πλήθος των χρηστών που εξυπηρετούν αλλά και τη θέση τους, οι σταθμοί βάσης μπορεί να απέχουν μεταξύ τους από μερικές εκατοντάδες μέτρα έως μερικά χιλιόμετρα.

Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες σταθμών βάσης : σταθμοί βάσης μακρο-κυψελών, σταθμοί βάσης μικρο-κυψελών και σταθμοί βάσης πικο-κυψελών. Η κατηγοριοποίηση αυτή γίνεται περισσότερο για λόγους σκοπού τοποθέτησης και όχι για τεχνικούς λόγους ή περιορισμούς. Συνήθως οι

πρώτες αποτελούν την κύρια υποδομή του δικτύου, οπότε τοποθετούνται σε επαρκές ύψος ώστε να γίνονται ορατές σε όλη την περιβάλλουσα γεωγραφική περιοχή. Οι σταθμοί βάσης μικροκυβελών τοποθετούνται πολύ χαμηλότερα και κοντά στο επίπεδο του δρόμου όπου και η χρήση του κινητού τηλεφώνου είναι μεγαλύτερη. Οι κεραιές αυτές είναι πολύ μικρότερες και μπορούν να ενισχύσουν την χωρητικότητα σε συγκεκριμένες περιοχές. Τέλος, οι σταθμοί βάσης πικο-κυβελών χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν την κάλυψη στο εσωτερικό κτηρίων.

Οι σταθμοί βάσης σε περιοχές με χαμηλή χρήση κινητών τηλεφώνων μπορούν να έχουν ένα μόνο πομπό συνδεδεμένο με τις κεραιές τους, οπότε εκπέμπουν σε μία μόνο συχνότητα. Οι σταθμοί βάσης σε πολυσύχναστες περιοχές έχουν περισσότερους από δέκα πομπούς, επιτρέποντας την ταυτόχρονη μετάδοση σε διαφορετικές συχνότητες και την εξασφάλιση επικοινωνίας με πολλά κινητά τηλέφωνα. Η ισχύς κάθε πομπού σταθμού βάσης ρυθμίζεται έτσι ώστε να επιτρέπει την χρήση των κινητών τηλεφώνων μέσα στην περιοχή που καλύπτει ο σταθμός βάσης και όχι εκτός αυτής. Σε δύσκολο ανάγλυφο ή στην ανάγκη για κάλυψη μεγαλύτερων κυβελών χρειάζονται και μεγαλύτερες τιμές ισχύος. Όμως η ισχύς εξόδου μεταβάλλεται και ανάλογα με το χρόνο και το πλήθος των τηλεφωνικών κλήσεων που διαχειρίζονται οι σταθμοί βάσης.

Η ακτινοβολία από τις κεραιές που χρησιμοποιούνται σε σταθμούς βάσης, εκπέμπεται σε στενές κατά την κατακόρυφη διεύθυνση δέσμες, οι οποίες παρουσιάζουν ελαφρά κλίση προς τα κάτω σε σχέση με τον ορίζοντα. Η ένταση του πεδίου ακριβώς κάτω από τις κεραιές και πάνω στους στύλους του σταθμού βάσης είναι πολύ χαμηλότερη από αυτήν που μετράται απευθείας μπροστά και σε μικρή απόσταση από τις κεραιές. Οι λοβοί των κεραιών διευρύνονται με την απόσταση, και αγγίζουν τα ο επίπεδο του εδάφους σε αποστάσεις 50m έως 300m από τις κεραιές. Τα επίπεδα πυκνότητας ισχύος σε αυτές τις αποστάσεις είναι πολύ μικρότερα από εκείνα που προκύπτουν απευθείας μπροστά από τις κεραιές. Σε αποστάσεις μικρότερες από εκείνες όπου ο κύριος λοβός αγγίζει το επίπεδο του εδάφους, η έκθεση στην ακτινοβολία οφείλεται σε δευτερεύοντες λοβούς (Σχήμα 5). Σε αυτές τις αποστάσεις ενδέχεται η πυκνότητα ισχύος να υπερβεί τα επίπεδα που προτείνει η ICNIRP. Οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας θα πρέπει να υπολογίζουν τα επίπεδα ακτινοβολίας σε διάφορες διευθύνσεις γύρω από τις κεραιές τους ώστε να καθορίζουν μια απόσταση ασφαλείας, τέτοιες ώστε το κοινό να μην μπορεί να εισέλθει μέσα σε αυτές (ζώνες περιορισμένης πρόσβασης).



Σχήμα 5. Ακτινοβολία κεραιάς σταθμού βάσης (www.eeae.gr).



Στους σταθμούς βάσης υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που καθορίζουν τα επίπεδα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στις θέσεις που μπορεί να βρεθεί κάποιος άνθρωπος, όπως:

1. Η ισχύς εκπομπής: Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς εκπομπής τόσο μεγαλύτερη είναι και η ακτινοβολία που προσπίπτει στις θέσεις που μπορεί να βρίσκονται άνθρωποι. Τυπικές τιμές ισχύος στην είσοδο των κεραιών βάσης είναι από 10W έως 40W για αραιοκατοικημένες περιοχές και έως 10W σε πυκνοκατοικημένες.
2. Το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας: Οι κεραιές δεν εκπέμπουν σφαιρικά αλλά υπάρχουν κατευθύνσεις στις οποίες εκπέμπουν πολύ περισσότερο από άλλες. Διαφορές που μπορεί να προκύψουν στην ισχύ της ακτινοβολίας στις διάφορες κατευθύνσεις μπορεί να είναι της τάξης του 100. Οι κατασκευαστές παρέχουν διαγράμματα για τον τρόπο μεταβολής της ισχύος της ακτινοβολίας των κεραιών συναρτήσει της κατεύθυνσης.
3. Η απόσταση από την κεραία: Η ακτινοβολούμενη ισχύς προς μια κατεύθυνση δεν είναι σταθερή, αλλά μειώνεται πολύ γρήγορα με την απόσταση.
4. Τα παρεμβαλλόμενα φυσικά ή τεχνητά εμπόδια: Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξασθενεί πολύ στα σημεία που βρίσκονται πίσω από τοίχους ή οροφές κτηρίων.

Για να κατασκευαστεί ένας σταθμός βάσης πρέπει να χορηγηθεί άδεια από την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να κατατεθεί μελέτη η οποία θα περιέχει αρχιτεκτονικά και τοπογραφικά σχέδια του κάθε σταθμού κεραιών, καθώς και τα τεχνικά στοιχεία της λειτουργίας των διατάξεων κεραιών του σταθμού στην Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας ώστε να γνωμοδοτήσει θετικά. Στις μελέτες αυτές υπολογίζεται η ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τις κεραιές του σταθμού βάσης που προσπίπτει σε θέσεις που θα μπορούσε να βρεθεί κάποιος άνθρωπος. Επίσης, συνυπολογίζεται η επιβάρυνση από τυχόν γειτονικούς σταθμούς βάσης που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 50m από τον υπό εξέταση σταθμό. Με τους υπολογισμούς αυτούς θα πρέπει να αποδεικνύεται ότι η ένταση της H/M ακτινοβολίας, σε οποιαδήποτε θέση είναι ελεύθερη και δυνατή η πρόσβαση του κοινού, είναι κάτω από τα θεσμοθετημένα όρια που αναφέρονται στην Ελληνική Νομοθεσία. Οι μελέτες ραδιοεκπομπών συντάσσονται με ευθύνη των μελετητών. Εάν η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας διαπιστώσει οποιαδήποτε στιγμή ότι τα στοιχεία της μελέτης δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, ενημερώνει την Ελληνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, ώστε να προβεί σε άμεση διακοπή της λειτουργίας του σταθμού.

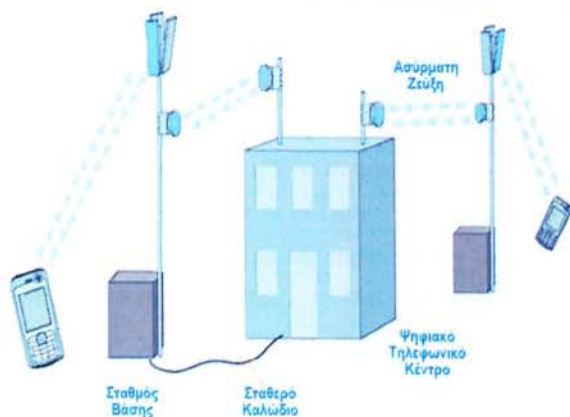
Δεν επιτρέπεται στις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας να κάνουν προσθήκες ή τροποποιήσεις στις θέσεις και στα χαρακτηριστικά των κεραιών ενός σταθμού βάσης χωρίς προηγουμένως να προβούν σε τροποποίηση της άδειας που του έχει χορηγηθεί. Σε περίπτωση τροποποίησης της άδειας υποβάλλεται καινούρια μελέτη ραδιοεκπομπών. Ακόμα και σε αλλαγές που μεταβάλλουν εκ των υστέρων τα επίπεδα έκθεσης των ανθρώπων στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπως η κατασκευή ενός ψηλού κτηρίου κοντά στον σταθμό, πρέπει να εκπονηθεί νέα μελέτη που να λαμβάνει υπόψη και την παρουσία της νέας αυτής κατάστασης.



### 3.3 Συσκευές ομιλίας

#### 3.3.1 Τερματικές συσκευές κινητής τηλεφωνίας

Τα κινητά τηλέφωνα είναι χαμηλής ισχύος πομποδέκτες ραδιοκυμάτων οι οποίοι μετατρέπουν τη φωνή σε ψηφιακά δεδομένα και στη συνέχεια σε ραδιοκύματα και το αντίστροφο. Για την αποστολή αυτών των ραδιοκυμάτων από κινητό τηλέφωνο σε κινητό τηλέφωνο, χρησιμοποιούνται οι σταθμοί βάσης. Όταν κάποιος καλεί από το κινητό του τηλέφωνο, αυτό εκπέμπει ραδιοκύματα που διαδίδονται στον αέρα μέχρι να συναντήσουν κάποιο δέκτη στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Όταν ο σταθμός βάσης λάβει τα ραδιοκύματα που προέρχονται από το κινητό τηλέφωνο, προωθεί την κλήση σε ένα άλλο σταθμό βάσης. Έτσι η κλήση αποστέλλεται στο σταθμό που βρίσκεται πλησιέστερα του καλούμενου χρήστη μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Στην συνέχεια ο σταθμός βάσης εκπέμπει ραδιοκύματα τα οποία λαμβάνει ο δέκτης του καλούμενου χρήστη, τα οποία και μετατρέπει ξανά σε ήχο (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Λειτουργία κινητού τηλεφώνου (<http://comtechamfissa.pbworks.com>).

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν σε καθορισμένα επίπεδα ισχύος. Η μέση ισχύς εκπομπής είναι 0.5W ή και μικρότερη. Η εκπεμπόμενη ισχύς προσαρμόζεται από τα ίδια τα κινητά τηλέφωνα στα κατώτερα επίπεδα διατηρώντας όμως την επικοινωνία με το σταθμό βάσης αξιόπιστη. Είναι φυσικό, όταν τα κινητά τηλέφωνα βρίσκονται κοντά σε σταθμό βάσης, να απαιτούνται χαμηλότερα επίπεδα ισχύος. Επομένως, πύκνωση του δικτύου σταθμών βάσης έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της ισχύος εκπομπής από τα κινητά τηλέφωνα. Όμως η ρύθμιση της ισχύος επηρεάζεται και από ένα άλλο παράγοντα. Το περιβάλλον. Έτσι χαμηλότερα επίπεδα ισχύος απαιτούνται όταν γίνεται ανεμπόδιστη σύνδεση μεταξύ κινητού τηλεφώνου και σταθμού βάσης σε σχέση με αυτά που απαιτούνται όταν μεσολαβούν κτήρια ή άλλα εμπόδια.

Τα κινητά τηλέφωνα δεν εκπέμπουν ραδιοκύματα συνεχώς. Όταν ένα κινητό είναι ενεργοποιημένο και δεν πραγματοποιεί κλήση, επικοινωνεί περιοδικά με την κεραία που καλύπτει την περιοχή στην οποία βρίσκεται. Επιπλέον κατά την διάρκεια της συνομιλίας αν ο χρήστης είναι σιωπηλός τότε το επίπεδο ισχύος μειώνεται (διακοπτόμενη ή ασυνεχής εκπομπή, discontinuous transmission, "DTX"). Τέλος, μόνο όταν το κινητό τηλέφωνο είναι κλειστό τότε αυτό δεν εκπέμπει. Στο σύστημα GSM, μέχρι οκτώ χρήστες μοιράζονται το ίδιο κανάλι

συχνοτήτων και κάθε κινητό μεταδίδει μόνο κατά την διάρκεια του 1/8 του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι η μέση ισχύς βρίσκεται στο 1/8 της μέγιστης ισχύος. Τα κινητά τηλέφωνα 3<sup>ης</sup> γενιάς (UMTS/WCDMA) δεν διαχωρίζουν τα σήματα στο πεδίο του χρόνου ή των συχνοτήτων οπότε σήματα στέλνονται ταυτόχρονα με άλλα χρησιμοποιώντας το ίδιο κανάλι συχνοτήτων. Τα κινητά τηλέφωνα GSM λειτουργούν με μέγιστη ισχύ τα 2W (GSM 800/900) και 1W (GSM 1800/1900). Η μέγιστη λοιπόν μέση ισχύς είναι το 1/8 αυτών δηλαδή 250mW για GSM 800/900 και 125mW για GSM 1800/1900. Για την τεχνολογία GPRS ισχύουν τα ανωτέρω επίπεδα ισχύος αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα 2/8 του χρόνου οπότε διπλασιάζονται και τα αντίστοιχα μεγέθη ισχύος. Τέλος για την τεχνολογία UMTS και WCDMA η μέγιστη μέση ισχύς μπορεί να φθάσει τα 0.125W και 0.250W, αντίστοιχα.

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοκύματα προς όλες τις κατευθύνσεις για να επικοινωνήσουν με τους σταθμούς βάσης που μπορεί να είναι σε οποιαδήποτε διεύθυνση σε σχέση με τον χρήστη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα κινητά τηλέφωνα να κατευθύνεται στο σώμα του χρήστη και κυρίως το κεφάλι. Για τη μέτρηση της παραμέτρου αυτής χρησιμοποιείται ο ειδικός ρυθμός απορρόφησης (Specific Absorption Rate - SAR). Τα επίπεδα του ειδικού ρυθμού απορρόφησης εξαρτώνται από σειρά παραγόντων όπως ο τύπος του κινητού τηλεφώνου, η πραγματική ισχύς εξόδου του κινητού τηλεφώνου, ο χρόνος ομιλίας κατά τη διάρκεια μιας κλήσης και η απόσταση του κινητού από τον χρήστη.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των κινητών τηλεφώνων είναι ότι δεν εκπέμπουν με σταθερή ισχύ. Η μέγιστη ισχύς μιας συσκευής GSM είναι 2W. Όμως η ισχύς αυτή μπορεί να μειωθεί και να φτάσει στο ένα χιλιοστό της μέγιστης ισχύος που είναι τα 2mW. Αναλογικά με την ισχύ εκπομπής της συσκευής μειώνεται και η τιμή του SAR. Η ισχύς που εκπέμπεται από μια συσκευή επιλέγεται από την ίδια την συσκευή ανεξάρτητα από το χρήστη, με βάση την ποιότητα της επικοινωνίας της συσκευής με τον σταθμό βάσης. Έτσι όσο καλύτερη είναι η ποιότητα επικοινωνίας (πράγμα που συνήθως στις συσκευές του εμπορίου αντιπροσωπεύεται από την ύπαρξη μπαρών στην οθόνη του κινητού και άρα τόσες περισσότερες μπάρες θα υπάρχουν), τόσο καλύτερο το σήμα και επομένως η ισχύς εκπομπής θα είναι χαμηλότερη. Γενικά τα όρια των SAR των συσκευών του εμπορίου κυμαίνονται από 0.5 έως 1.3W/kg, με τις περισσότερες να βρίσκονται γύρω από την τιμή 0.9W/kg (όριο E.E. η τιμή 2W/kg).

### **3.3.2 Συσκευές αποδέσμευσης χεριών**

Είναι προφανές ότι έστω και μικρή αύξηση της απόστασης του κινητού τηλεφώνου από το σώμα μας, μειώνει σημαντικά την έκθεσή μας στην Η/Μ ακτινοβολία. Έτσι χρησιμοποιώντας συσκευές αποδέσμευσης χεριών μεγαλώνει η απόσταση ανάμεσα στο χρήστη και το κινητό τηλέφωνο. Επομένως, με τον τρόπο αυτό μειώνεται η έκθεση του κεφαλιού μας αλλά και του σώματος μας στην Η/Μ ακτινοβολία. Αν όμως χρησιμοποιήσουμε τα βοηθήματα αυτά έχοντας το κινητό τηλέφωνο κολλημένο στο σώμα μας, αυτό που επιτυγχάνεται είναι να μεταφερθεί η έκθεση σε άλλο σημείο του σώματος. Τα ενσύρματα εξαρτήματα αποδέσμευσης των χεριών αποτελούνται από ακουστικό, μικρόφωνο, το clip στερέωσης και το καλώδιο μεταξύ



ακουστικού, μικροφώνου και της συσκευής μήκους περίπου 1m. Αυτά δεν αναμεταδίδουν την ακτινοβολία στο κεφάλι. Από την άλλη, τα ασύρματα εξαρτήματα τεχνολογίας BLUETOOTH αντικαθιστούν την εκπομπή της συσκευής κοντά στο κεφάλι με ένα σύστημα ασύρματου πομποδέκτη που επικοινωνεί με την συσκευή με πολύ μικρή ισχύ και για απόσταση το πολύ 10m. Αυτά εκπέμπουν πολύ μικρότερη ακτινοβολία από ένα κινητό τηλέφωνο, επειδή η απόσταση ανάμεσα στο ακουστικό και το κινητό τηλέφωνο είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με την απόσταση ανάμεσα στο κινητό τηλέφωνο και στον σταθμό βάσης της κινητής τηλεφωνίας. Έτσι, η επιβάρυνση από τη χρήση τους είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή που θα υπήρχε αν χρησιμοποιούσε απευθείας το κινητό τηλέφωνο. Η ισχύς εκπομπής των συσκευών BLUETOOTH είναι της τάξης του 1mW στη συχνότητα των 2.45GHz. Ακόμα καλύτερη επιλογή είναι ή χρήση της μετεξέλιξης των ακουστικών BLUETOOTH σε συσκευές συνδυασμού ενσύρματου ακουστικού και ασύρματου πομποδέκτη για την επικοινωνία με το κινητό τηλέφωνο. Όταν γίνεται αποτελεσματική χρήση των βοηθημάτων αποδέσμευσης χεριών, η τιμή του SAR μπορεί να μειωθεί έως και εκατό φορές. Σε κάθε περίπτωση, η απομάκρυνση του κινητού τηλεφώνου από το σώμα του χρήστη είναι πρωταρχικής σημασίας (0.5m τουλάχιστον).

### **3.4 Μικροκυματικές κεραίες ασύρματων ζεύξεων**

Αποτελούν κεραίες οι οποίες βρίσκονται επί των ιστών των κεραίων σταθμών βάσης. Είναι υπερκατευθυντικές, δηλαδή εκπέμπουν μια πολύ στενή δέσμη ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και χρειάζονται δύο όμοιες κεραίες για να πραγματοποιηθεί μία ζεύξη. Όλη η ακτινοβολία συγκεντρώνεται στην κατεύθυνση της ευθείας που συνδέει τις δύο κεραίες και η ακτινοβολία που διαφεύγει εκτός αυτής της στενής δέσμης είναι σχεδόν μηδενική. Για την πραγματοποίηση της ζεύξης δεν πρέπει να παρεμβάλλεται τίποτα μεταξύ των δύο κεραίων. Μερικές φορές είναι αδύνατο να δημιουργηθεί μια απευθείας σύνδεση ενός σταθμού βάσης με το κέντρο του και έτσι χρησιμοποιείται κάποιος άλλος σταθμός βάσης ως ενδιάμεσος. Σε αυτήν την περίπτωση ο ενδιάμεσος σταθμός βάσης θα έχει περισσότερες από μία μικροκυματικές κεραίες. Επομένως οι μικροκυματικές κεραίες των ασύρματων ζεύξεων χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το υπόλοιπο δίκτυο και η όποια ακτινοβολία εκπέμπεται, περιορίζεται στην ευθεία που συνδέει τις δύο κεραίες (Σχήμα 6).



---

## Κεφάλαιο 4

### Κίνδυνοι από τη χρήση κινητών τηλεφώνων

---

#### 4.1 Γενικά

Οι ανησυχίες όλων για προβλήματα που πιθανόν να προκαλείται από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων στην ανθρώπινη υγεία, είναι φυσιολογικές. Η κινητή τηλεφωνία είναι μια πρόσφατη τεχνολογία με πολλές εφαρμογές που εισέβαλε απότομα στη ζωή μας κατά τα τελευταία 20 χρόνια. Οι χρήστες κινητών τηλεφώνων σε όλες τις ηλικιακές ομάδες αυξάνονται με ταχύ ρυθμό. Η χρήση κινητών τηλεφώνων σε παιδιά και έφηβους δημιουργεί ακόμη περισσότερους φόβους. Σταδιακά διαπιστώνεται ότι ολοκληρώνονται και δημοσιεύονται διαπιστώσεις και συμπεράσματα σοβαρών ερευνών σχετικά με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Βέβαια, στις περισσότερες περιπτώσεις δημοσιεύσεων, δεν επιβεβαιώνονται οι φόβοι που υπάρχουν για αύξηση του κινδύνου προσβολής από καρκίνο ή άλλες ασθένειες εξαιτίας της χρήσης κινητής τηλεφωνίας. Ωστόσο, εκείνο που πλέον αποδεικνύεται ως ο μεγάλος κίνδυνος για τους χρήστες κινητών τηλεφώνων είναι η απροσεξία. Όταν κάποιος χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο, για οποιονδήποτε λόγο, με ή χωρίς ελεύθερα χέρια, αποσπάται η προσοχή του. Η απόσπαση της προσοχής του χρήστη κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγεί αυτοκίνητο ή άλλο όχημα, του πεζού που περπατά στο δρόμο και του παιδιού σε διάφορες δραστηριότητές του ή στο δρόμο, αποτελεί σοβαρότατο κίνδυνο. Η απόσπαση της προσοχής χρηστών κινητών τηλεφώνων είναι αιτία ατυχημάτων, τραυματισμών, πρόκλησης αναπηριών και περιστατικών θανάτων.

Το κινητό τηλέφωνο είναι χρήσιμο και προσφέρει πολλά στην ασφάλεια μας, εντούτοις δεν θα πρέπει να αγνοούνται μερικά βασικά σημεία:

1. Τι είναι η τύφλωση απροσεξίας; Μείωση της προσοχής και αύξηση του χρόνου αντίδρασης οδηγού που μιλά σε κινητό τηλέφωνο, έστω και με ελεύθερα χέρια, είναι αιτία πρόκλησης δυστυχήματος.
2. Η προσοχή παιδιών που μιλούν σε κινητό τηλέφωνο, ενώ περπατούν, μειώνεται και κινδυνεύουν από σοβαρά ατυχήματα, όταν διασταυρώνουν δρόμο.
3. Οδηγοί που μιλούν σε κινητό τηλέφωνο, κρατώντας το στο χέρι ή με ελεύθερα χέρια, διατρέχουν τετραπλάσιο κίνδυνο να εμπλακούν σε αυτοκινητικό δυστύχημα.
4. Θα πρέπει να αποφεύγεται η κακή συνήθεια τοποθέτησης του κινητού τηλεφώνου σφηνωμένου μεταξύ του ώμου, του λαιμού και της μεταξύ του ώμου, του λαιμού και της κεφαλής, προκαλείται κούραση των μυών, των αρθρώσεων και πόνοι στον αυχένα.
5. Θα πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση κινητού τηλεφώνου σε ανοικτούς χώρους κατά τη διάρκεια καταιγίδας και πτώσεις κεραυνών. Σε τέτοιες περιπτώσεις αυξάνεται ο κίνδυνος να «κτυπηθεί» ο χρήστης του κινητού από κεραυνό.

## 4.2 Η βιολογική δράση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Από την πρώτη χρήση της ενέργειας RF για ιατρικές εφαρμογές έχει γίνει γνωστό ότι η υπερβολική θέρμανση των ιστών μπορεί να είναι επικίνδυνο και να προκαλέσει τραυματισμό. Ωστόσο, επίσης, υπήρξε ενδιαφέρον και την ανησυχία για athermal αποτελέσματα. Επιχειρήματα υπέρ και κατά της διατριβής του athermal αποτελέσματα που αναπτύχθηκαν κατά την πρώιμη ιστορία της θεραπευτικής εφαρμογής της τα κύματα RF. Όταν οι υψηλής συχνότητας ρεύματα είχαν αφαιρεθεί, η διεγερσιμότητα του νεύρου γρήγορα επέστρεψε στην αρχική του τιμή. Με την αύξηση του ρεύματος (σε 0.5–1MHz), σε ένα σημείο που επιτεύχθηκε κατά την οποία ήταν ευερεθιστότητα κατάθλιψη.

### • Μελέτη των βιολογικών επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ασαφή

Το κινητό τηλέφωνο αποτελεί ένα από τα επιτεύγματα της σύγχρονης τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιών που έχει αναδειχθεί σε είδος πρώτης επιλογής από τους καταναλωτές. Οι λόγοι είναι πολλαπλοί, με κυριότερο εκείνον της εύκολης και άμεσης επικοινωνίας για λόγους επαγγελματικούς, κοινωνικούς αλλά και ψυχαγωγίας. Ιστορικά, η πρώτη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ το 1970 στα Εργαστήρια Bell, και σταδιακά επεκτάθηκε σε όλες τις χώρες του κόσμου και σε όλα τα κοινωνικά στρώματα. Η εξάπλωση είναι τόσο μεγάλη που υπολογίζεται ότι σε πολλές χώρες αντιστοιχεί ένα κινητό τηλέφωνο για κάθε τρεις κατοίκους.

Έχει επισημανθεί εδώ και αρκετά χρόνια, από τους επιστήμονες τους σχετικούς με τις επιπτώσεις της ακτινοβολίας που προέρχεται από ραδιοσυχνότητες, ο κίνδυνος των δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία όσων εκτίθενται σε αυτές. Όμως επειδή είναι δύσκολη η άμεση απόδειξη των επιπτώσεων αυτών (για λόγους που θα εξηγηθούν παρακάτω) το θέμα παραμένει ανοιχτό, με τις Εταιρίες (κατασκευαστικές κινητών τηλεφώνων και παροχής υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας) να υποστηρίζουν ότι τηρούνται τα όρια ασφαλείας που έχουν θεσπιστεί και τους ερευνητές να επιμένουν (στην πλειοψηφία τους), ότι υπάρχουν ποικίλες επιπτώσεις στους χρήστες κινητών τηλεφώνων.

Θα επιχειρήσουμε να παρουσιάσουμε το θέμα όσο πιο αντικειμενικά γίνεται χωρίς να αδικούμε την προσφορά της κινητής τηλεφωνίας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του σύγχρονου ανθρώπου αλλά και χωρίς να αγνοούμε τις πιθανές (και πολλές φορές ανιχνεύσιμες) βιολογικές επιπτώσεις που έχει αυτού του είδους η ακτινοβολία.

Η κινητή τηλεφωνία στη χώρα μας χρησιμοποιεί δύο περιοχές συχνοτήτων: την περιοχή των 900MHz, οι Εταιρίες PANAFON και TELESTET και την περιοχή των 1800MHz η Εταιρία COSMOTE.

Οι συχνότητες της κινητής τηλεφωνίας, σε σχέση με τις άλλες συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, εντάσσονται στην ευρύτερη περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων μαζί με τις συχνότητες της ραδιοφωνίας της τηλεόρασης και των συστημάτων ραντάρ. Τα χαρακτηριστικά των ραδιοσυχνοτήτων είναι η εκπομπή Η/Μ ακτινοβολίας με συγκεκριμένες



ιδιότητες. Όπως έχει αποδειχθεί, η Η/Μ ακτινοβολία διαδίδεται στον αέρα με την ταχύτητα του φωτός και η έντασή της μειώνεται πολύ γρήγορα ανάλογα με την απόσταση από την πηγή εκπομπής. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν αντιλαμβάνεται άμεσα όλες τις συχνότητες της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας επειδή δεν διαθέτει κατάλληλα αισθητήρια όπως π.χ. αντιλαμβάνεται το ορατό φως επειδή στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού υπάρχουν ειδικά κύτταρα (που ονομάζονται κωνία και ραβδία) τα οποία διεγείρονται με την ορατή ακτινοβολία δίνοντας κατάλληλη πληροφορία στον εγκέφαλο ώστε να δημιουργηθεί η αίσθηση της όρασης. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει με ειδικά κύτταρα στο εσωτερικό του αυτιού ώστε να δημιουργηθεί η αίσθηση της ακοής. Οι ραδιοσυχνότητες γίνονται αντιληπτές μόνο με ειδικές ηλεκτρονικές διατάξεις (δέκτες) οι οποίες μπορούν και να μετρήσουν την ένταση της ακτινοβολίας αυτής ή ακόμα, εφόσον η ραδιοσυχνότητα είναι κατάλληλα «διαμορφωμένη» και φέρει μαζί της πληροφορίες ήχου ή εικόνας θα μπορέσουν να αξιοποιηθούν (όπως πράγματι γίνεται) για τη μετάδοση φωνής, μουσικής ή εικόνας ή και άλλων πληροφοριών (π.χ. δεδομένων σε ψηφιακή μορφή). Στην κινητή τηλεφωνία λειτουργεί λίγο-πολύ η ίδια διαδικασία, δηλ. μια συσκευή (το κινητό τηλέφωνο) λειτουργεί ως πομπός ραδιοσυχνοτήτων φέροντας σε διαμόρφωση τη φωνή του χρήστη όταν φυσικά αυτός μιλάει. Παράλληλα, το κινητό τηλέφωνο λειτουργεί και ως δέκτης ραδιοσυχνοτήτων, ώστε να μπορεί να λαμβάνει την εκπομπή ραδιοσυχνοτήτων του πομπού βάσης (η κεραία ενός πομπού βάσης βρίσκεται συνήθως στην οροφή υψηλών κτιρίων, πολλές φορές και μέσα σε κατοικημένες περιοχές ώστε να ικανοποιηθεί η αναγκαιότητα της κυψελοειδούς κάλυψης).

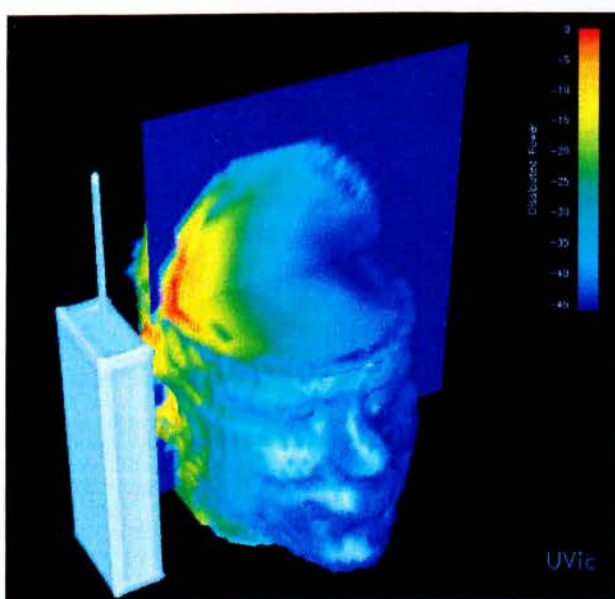
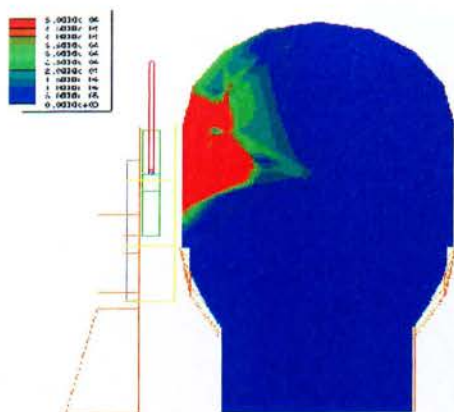
Πώς όμως ένα κινητό τηλέφωνο επικοινωνεί με ένα άλλο; Η διαδικασία με απλά λόγια, είναι η εξής: Ο καλών ενεργοποιεί με το κινητό του, όταν πραγματοποιεί μία κλήση, ένα σταθμό βάσης (συνήθως τον κοντινότερο) ο οποίος με τη σειρά του και αναγνωρίζοντας τον καλούμενο αριθμό στέλνει σε αυτόν σήμα κλήσης. Όταν απαντήσει ο καλούμενος (δηλαδή ενεργοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο ώστε να δεχθεί την κλήση) τότε αρχίζει η αμφίδρομη επικοινωνία των δύο κινητών τηλεφώνων μέσω του σταθμού βάσης, οπότε και οι τρεις (τα δύο κινητά τηλέφωνα και ο σταθμός βάσης) λειτουργούν τόσο ως δέκτες όσο και ως πομποί. Στην πράξη οι σταθμοί βάσης σχηματίζουν κυψέλη παραπέμποντας τη σύνδεση ο ένας στον άλλον όταν αλλάζει η θέση του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της συνομιλίας. Είναι προφανές πως όταν ο καλών μιλάει στο κινητό του τηλέφωνο τότε αυτό λειτουργεί ως πομπός και το κινητό τηλέφωνο του καλούμενου λειτουργεί ως δέκτης και αντιστρόφως.

Ποιά όμως είναι η σχέση των ραδιοσυχνοτήτων με τον ανθρώπινο οργανισμό; Καταρχάς ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από βιομόρια (πρωτεΐνες, κ.λπ.) τα οποία σχηματίζουν λειτουργικές δομές όπως είναι οι μεμβράνες, τα οργανίδια παραγωγής ενέργειας, που με τη σειρά τους σχηματίζουν τα κύτταρα. Αυτά σχηματίζουν τους ιστούς (π.χ. επιθήλιο, νευρικός ιστός κ.λπ.) οι οποίοι με τη σειρά τους σχηματίζουν τα όργανα, όπως είναι οι πνεύμονες, το συκώτι, ο εγκέφαλος, η καρδιά κ.λπ. Οι λειτουργίες των διαφόρων οργάνων καθορίζονται από τις επί μέρους λειτουργίες των ιστών και των κυττάρων τους σε συνδυασμό πολλές φορές με άλλα κύτταρα και ιστούς ανταλλάσσοντας μηνύματα που είναι όχι μόνο χημικές ουσίες αλλά και ηλεκτρικά δυναμικά. Πολλές σημαντικές λειτουργίες των κυττάρων και ειδικότερα του εγκεφάλου, στηρίζονται στη δημιουργία ηλεκτρικών δυναμικών (π.χ. λειτουργία συνάψεων στα



νευρικά κύτταρα). Είναι συνεπώς προφανές ότι οποιαδήποτε παρέμβαση με κάποια εξωτερική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και στο βαθμό που αυτή θα είναι παραπλήσιας ή και μεγαλύτερης έντασης με τα ενδογενή ηλεκτρικά πεδία, θα έχει ως αποτέλεσμα να επηρεαστεί το κυτταρικό σύστημα ως προς τη φυσιολογική του λειτουργία. Το θέμα αυτό έχει απασχολήσει τους ερευνητές για πολλές δεκαετίες όχι μόνο στην περίπτωση των συχνοτήτων της κινητής τηλεφωνίας αλλά και στην περίπτωση των άλλων ραδιοσυχνοτήτων που ευρίσκονται στην υπηρεσία του ανθρώπου επί μακρότερο χρονικό διάστημα. Όμως καμιά από αυτές τις ακτινοβολίες δεν έχει τόσο άμεση σχέση με τον απλό πολίτη όση η ακτινοβολία από την κινητή τηλεφωνία. Για παράδειγμα, τα κύματα ραντάρ αφορούν μικρές ομάδες εργαζομένων, το ίδιο και οι ραδιοφωνικοί αλλά και οι τηλεοπτικοί σταθμοί. Οι δέκτες τηλεόρασης δεν εκπέμπουν ραδιοσυχνότητες αλλά μόνο λαμβάνουν. Με άλλα λόγια, το πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί δεν έχει ανάλογο του στην ιστορία του ανθρώπινου γένους ως προς τη μαζικότητα της χρήσης αυτών των συσκευών εκπομπής. Ήταν συνεπώς αναμενόμενο να γίνεται μεγάλη προσπάθεια διερεύνησης των επιπτώσεων ειδικά στην περίπτωση της κινητής τηλεφωνίας, προσπάθεια που έχει ξεκινήσει εδώ και αρκετά χρόνια. Μια άλλη ιδιομορφία της κινητής τηλεφωνίας είναι το γεγονός ότι ο χρήστης και κάτοχος μιας συσκευής κινητού τηλεφώνου δεν έχει τρόπο να διαπιστώσει αν το κινητό του τηλέφωνο λειτουργεί κάτω από τα όρια ασφαλείας. Μολονότι πρόκειται για ένα καταναλωτικό αγαθό, το κινητό τηλέφωνο δεν έχει καμία σχέση π.χ. με ένα στερεοφωνικό σύστημα ( όπου ο καταναλωτής μπορεί ακουστικά να ελέγξει την ποιότητά του), ούτε με ένα όργανο γυμναστικής που επίσης μπορεί να το χρησιμοποιήσει σωστά και χωρίς κινδύνους.

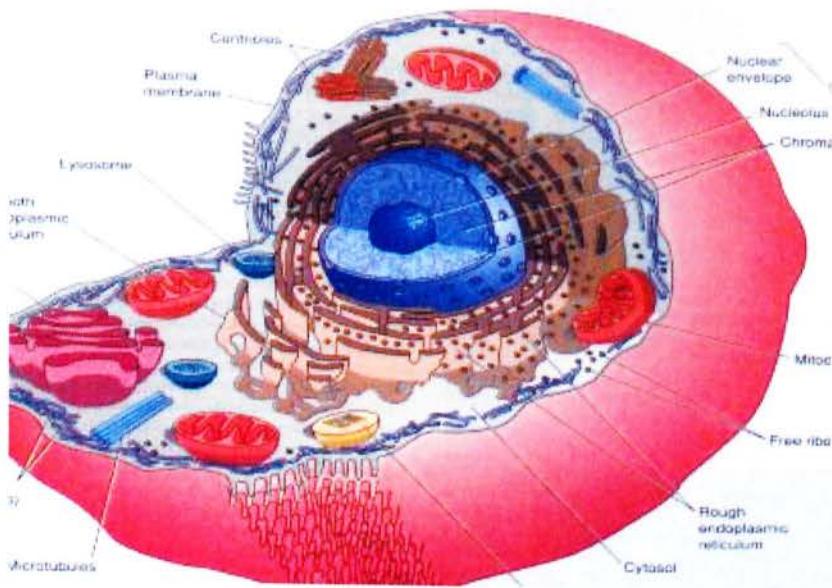
Τί έχουν δείξει οι μέχρι τώρα μελέτες; Έχει διαπιστωθεί ότι γενικά η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία προκαλεί τις λεγόμενες θερμικές επιπτώσεις (δηλαδή αύξηση της θερμοκρασίας του εκτιθέμενου ιστού (βλέπε φούρνο μικροκυμάτων ο οποίος βέβαια λειτουργεί με πολύ μεγάλη ισχύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολία). Επιπλέον όμως η H/M ακτινοβολία προκαλεί μη θερμικές επιπτώσεις οι οποίες αναφέρονται στην επίδραση της ακτινοβολίας στη λειτουργία των κυτταρικών συστατικών, που αναφέρθηκαν. Οι μη-θερμικές επιπτώσεις θεωρούνται και οι πιο σημαντικές από βιολογικής/ιατρικής σκοπιάς και δεν καλύπτονται από τα όρια ασφαλείας που έχουν θεσπισθεί, επειδή δεν είναι άμεσα μετρήσιμες με κάποιο όργανο. Με άλλα λόγια, δεν υπάρχει απευθείας συνάρτηση της έντασης της ακτινοβολίας, η οποία μπορεί να μετρηθεί με όργανο σε μονάδες π.χ.  $mW/cm^2$ . Οι σχετικές μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι λεγόμενες επιδημιολογικές μελέτες στις οποίες μελετάται ένα μεγάλο δείγμα ανθρώπων που διαθέτουν κινητά τηλέφωνα για μερικά χρόνια σε σύγκριση με ένα αντίστοιχο δείγμα που δεν διαθέτει τέτοιες συσκευές. Οι ερευνητές προσπαθούν να διαπιστώσουν με στατιστική ανάλυση αν κάποιες ασθένειες ή κάποια συμπτώματα, εμφανίζονται πιο συχνά στο δείγμα των χρηστών κινητών τηλεφώνων. Πράγματι, από τις επιδημιολογικές αυτές μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων έχουν πιο συχνά απώλεια μνήμης, πονοκεφάλους κ.λπ. (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>).



**Σχήμα 1.** Γραφική αναπαράσταση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή της δόσης που απορροφάται από τις διάφορες περιοχές της κεφαλής του χρήστη, κατά τη διάρκεια επικοινωνίας με κινητό τηλέφωνο. Το κόκκινο χρώμα δείχνει μέγιστο απορροφούμενης ενέργειας, το πράσινο αντιπροσωπεύει μικρότερη δόση και το μπλε περίπου μηδενική δόση ([http://www.goaegis.com/computer\\_generated\\_models.html](http://www.goaegis.com/computer_generated_models.html)).

Στη δεύτερη κατηγορία μελετών ανιχνεύονται οι λειτουργίες του εγκεφάλου, δηλαδή του τμήματος του ανθρώπινου οργανισμού που βρίσκεται πλησιέστερα στην κεραία του κινητού τηλεφώνου (Σχήμα 1), συνήθως με τη βοήθεια εγκεφαλογραφήματος για να διαπιστωθεί η ενδεχόμενη διαταραχή των φυσιολογικών ηλεκτρικών κυμάτων που παράγει ο εγκέφαλος. Στην περίπτωση αυτή οι έρευνες είναι αμφιλεγόμενες και τα αποτελέσματα μη επαναλήψιμα. Δηλαδή, σε άλλες μελέτες διαπιστώνεται αλλοίωση και σε άλλες όχι, των λειτουργιών του εγκεφάλου. Βέβαια από ερευνητικής σκοπιάς δεν είναι δυνατόν διαφορετικά πειράματα, από διαφορετικές ερευνητικές ομάδες, να διεξάγονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες και με τους ίδιους ανθρώπους-χρήστες οπότε ίσως είναι αναμενόμενη μια τέτοια απόκλιση (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>).



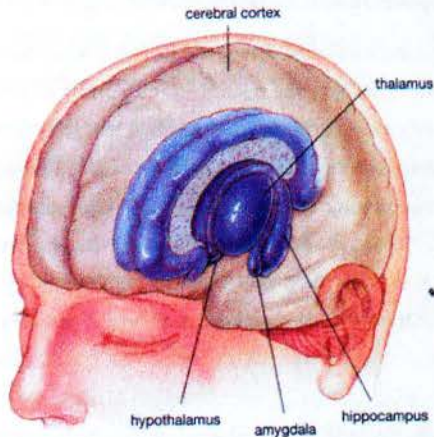


**Σχήμα 2.** Διάγραμμα ενός κυττάρου όπως είναι τα δισεκατομμύρια κύτταρα που βρίσκονται στον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτά περιέχουν πολυάριθμα συστατικά όπου κυριαρχούν οι μεμβράνες, οι οποίες και λειτουργούν με τη συμμετοχή διέλευσης μέσα από αυτές, ιόντων και μορίων. Η διέλευση αυτή μπορεί να διαταχθεί μετά από επίδραση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>).

Στην τρίτη κατηγορία ερευνών χρησιμοποιούνται πειραματόζωα (συνήθως ποντίκια ή έντομα ή και άλλοι οργανισμοί) καθώς και καλλιέργειες κυττάρων. Στην περίπτωση αυτή γίνεται ακτινοβολία με ραδιοσυχνότητες κινητής τηλεφωνίας και με εντάσεις πολύ κοντά στα όρια ασφαλείας. Πολλές μελέτες έχουν δείξει σαφείς επιπτώσεις που σχετίζονται με τη φυσιολογική λειτουργία των μεμβρανών (Σχήμα 2) και ιδιαίτερα της διέλευσης ιόντων μέσα από αυτές (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>). Όπως ήδη αναφέρθηκε, η διαδικασία αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων και ιδιαίτερα των εγκεφαλικών (Σχήμα 3). Έχει επίσης διαπιστωθεί η ανάπτυξη όγκων σε πειραματόζωα, καθώς και απώλεια προσωρινής μνήμης, ενώ σε άλλα πειράματα με ποντίκια παρατηρήθηκαν φαινόμενα συνέργειας με ψυχοφάρμακα (αμφεταμίνες), δηλαδή διαφορετικές αντιδράσεις για την ίδια δόση φαρμάκου, μετά από έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έντασης  $1\text{mW}/\text{cm}^2$  (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>).

Σε μια σειρά πειραμάτων που έχουν γίνει, διαπιστώθηκε μέχρι και 60% μείωση στην αναπαραγωγή των εντόμων που βρίσκονταν δίπλα σε κεραία κινητού τηλεφώνου για 6 λεπτά την ημέρα για λίγες μόνο ημέρες. Η επίπτωση αυτή ήταν πολύ εντονότερη με «διαμορφωμένη εκπομπή», (δηλαδή όταν μιλούσε κάποιος κοντά στο κινητό τηλέφωνο), παρά όταν το κινητό τηλέφωνο λειτουργούσε ως πομπός, αλλά η εκπομπή δεν ήταν «διαμορφωμένη» από ομιλία.





**Σχήμα 3.** Διάγραμμα εγκεφάλου όπου φαίνονται οι ιδιαίτερα ευαίσθητες περιοχές που βρίσκονται πολύ κοντά στην κεραία του κινητού τηλεφώνου (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>).

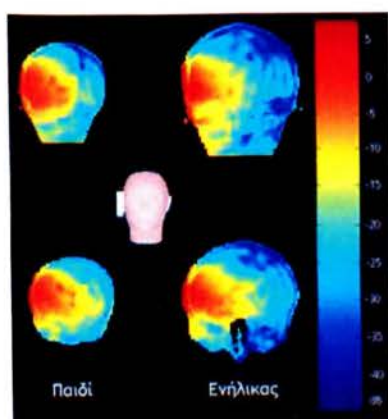
Μπορούμε όμως να πούμε με βάση τις μέχρι σήμερα πληροφορίες ότι η χρήση κινητών τηλεφώνων είναι επιβλαβής; Η απάντηση δεν μπορεί να είναι μονολεκτική επειδή συμμετέχουν πολλοί παράγοντες στη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος, όπως: (α) δεν είναι όλα τα κινητά τηλέφωνα ίδια από πλευράς εκπεμπόμενης ακτινοβολίας αλλά και θέσης της κεραίας εκπομπής ως προς τον εγκέφαλο του χρήστη, (β) η ισχύς εκπομπής του κινητού τηλεφώνου μεταβάλλεται ανάλογα με το σήμα που δέχεται το κινητό τηλέφωνο από το σταθμό βάσης (με άλλα λόγια όταν το κινητό τηλέφωνο δέχεται ισχυρό σήμα -όπως αυτό άλλωστε δείχνεται στην οθόνη του τηλεφώνου- τότε το κινητό τηλέφωνο έχει τη δυνατότητα να εκπέμψει με τη μικρότερη δυνατή ισχύ ώστε να υπάρξει επικοινωνία με τον αντίστοιχο σταθμό βάσης), (γ) δεν είναι όλα τα άτομα ίδια από πλευράς φυσιολογίας αλλά και ηλικίας χρηστών κινητών τηλεφώνων (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>) και (δ) δεν κάνουν ημερήσια χρήση της ίδια χρονικής διάρκειας όλοι οι κάτοχοι κινητών τηλεφώνων.

Σε κάθε περίπτωση τα καταγραφέντα βιολογικά φαινόμενα, είναι ένα γεγονός. Το αν αυτό το γεγονός οφείλεται σε “θερμικά” ή “μη-θερμικά” φαινόμενα, είναι δευτερεύον ζήτημα που θα χρειαστεί αρκετή έρευνα ακόμα ώσπου να ξεκαθαριστεί πλήρως.

Συνοπώς, επειδή από βιολογικής σκοπιάς η μόνη ασφαλής δόση όχι μόνο ακτινοβολίας από κινητό τηλέφωνο αλλά και από κάθε άλλο είδος «μόλυνσης» είναι η μηδενική, θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν περιορισμένη χρήση των κινητών τηλεφώνων με παράλληλη ίσως χρήση ακουστικών (συσκευών hands free) που θεωρείται ότι μειώνουν τις επιπτώσεις σε βαθμό που δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί πλήρως (<http://kyttariki.biol.uoa.gr>).

### 4.3 Απορρόφηση της Η/Μ ακτινοβολίας και δείκτης SAR

Επιστημονικά, μέσω υπολογιστικών και πειραματικών μελετών, έχει αποδειχθεί ότι η δομή και οι διαστάσεις του κεφαλιού των παιδιών οδηγούν στην αύξηση των τιμών SAR, συγκριτικά με τους ενήλικες. Στο Σχήμα 4 περιέχονται αποτελέσματα από ερευνητική εργασία της Μονάδας Βιοϊατρικών Προσομοιώσεων και Απεικονιστικής Τεχνολογίας (BIOSIM) του Εθνικού Μετσοβείου Πολυτεχνείου, όπου μελετήθηκαν συγκριτικά τα χαρακτηριστικά της απορρόφησης Η/Μ από μοντέλο κεφαλιού παιδιού ηλικίας 10 ετών και από αντίστοιχο μοντέλο ενήλικα (General Secretariat of Research and Technology - RTD Cooperation Greece-U.K., "Optimization of Mobile Phone Antenna and Device Structure to Minimize the Exposure of Human Head," (01/05/1997-31/04/1999)).



**Σχήμα 4.** Κατανομή των τιμών του SAR σε κατακόρυφη και οριζόντια τομή των μοντέλων κεφαλιών ενήλικα και παιδιού.

Η χρήση των κινητών από παιδιά μέχρι και 16 ετών προβληματίζει έντονα τους επιστήμονες, δεδομένου ότι δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του νευρικού και του ανοσοποιητικού συστήματος και των οστών. Έτσι απορροφάται πιο πολύ ακτινοβολία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα κύτταρα να γίνονται πιο επιρρεπή σε βλάβες. Η έκθεση τους σε συνεχή Η/Μ ακτινοβολία θα είναι σίγουρα μεγαλύτερη απ' αυτή των ενηλίκων στη διάρκεια της ζωής τους. Αυτό ήταν πιθανόν και η αιτία απόσυρσης κινητών ειδικά για παιδιά που είχαν ετοιμαστεί να προωθηθούν στην αγορά από εταιρεία κινητής τηλεφωνίας.

Το κινητό τηλέφωνο αποτελεί σήμερα «προέκταση του εαυτού μας» και η απουσία του μπορεί να μας προκαλέσει «σύνδρομο στέρησης», ομολογεί μια μεγάλη μερίδα των μαθητών μας. Ποιες όμως μπορεί να είναι οι συνέπειες της «κινητομανίας» στα παιδιά εκτός από τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία τους και το μελλοντικό τους ρόλο σαν «πειραματόζωων» για επιστημονικές έρευνες λόγω της υπερβολικής χρήσης των κινητών τηλεφώνων. Οι περισσότεροι γονείς αγοράζουν τα κινητά τηλέφωνα στα παιδιά τους και όταν ακόμη είναι σε μικρή ηλικία, για να έχουν άμεση επικοινωνία μαζί τους και να νοιώθουν ασφαλείς. Ένα μέρος των μαθητών αποκτούν κινητό -συνήθως το τελευταίο μοντέλο που κυκλοφορεί- ξοδεύοντας το χαρτζιλίκι



τους. Η συχνή χρήση των κινητών επιβαρύνει σημαντικά τον οικογενειακό προϋπολογισμό. Οι μαθητές στην πλειοψηφία τους χρησιμοποιούν καρτοκινητά και αγοράζουν περίπου 7 κάρτες ανανέωσης χρόνου ομιλίας το μήνα.

Στα χέρια των παιδιών αυτές οι εύχρηστες, μικρές πολυσυσκευές αποτελούν ένα χρονοβόρο μέσο διασκέδασης, δεδομένου ότι παρέχουν πολλές δυνατότητες για παιχνίδια, φωτογραφίσεις, ήχους και εικόνες, βιντεοσκοπήσεις κ.ά. καθώς και για ανταλλαγές με τους φίλους τους. Όλα αυτά απαιτούν όμως πολύ χρόνο και ενέργεια σε βάρος της μελέτης των σχολικών μαθημάτων, λογοτεχνικών και εγκυκλοπαιδικών βιβλίων, του ενεργητικού παιχνιδιού, φιλικών συναντήσεων και άλλων αθλητικών και πολιτιστικών δραστηριοτήτων. Με αυτό τον τρόπο τα παιδιά ζουν στην «απομόνωση των κινητών» και επικοινωνούν κατά το πλείστον με το «δάκτυλο» πατώντας κάποια κουμπιά της θαυματουργής, κατά τα άλλα, συσκευής και νοιώθουν εξαρτημένα από αυτή. Επιστήμονες επισημαίνουν ότι οι περισσότεροι νέοι σήμερα αδυνατούν να αξιολογήσουν γενικά το χρόνο τους καθώς και το χρόνο χρήσης του κινητού (γίνεται συνήθως κατάχρηση, όταν υπάρχει ιδίως σύνδεση με τα γνωστά πολυδιαφημισμένα πακέτα των εταιρειών της κινητής τηλεφωνίας) και ότι έχουν πάψει να αναπτύσσουν την ικανότητα προγραμματισμού με σημαντικές επιπτώσεις στην προσωπική και συλλογική τους ζωή. Εκτός των παραπάνω, τα παιχνίδια και τα μηνύματα δυστυχώς πολλές φορές συνεχίζονται και μέσα στην τάξη αποσπώντας την προσοχή των μαθητών την ώρα του μαθήματος, η δε απασχόλησή τους με το κινητό συνεχίζεται και στην ώρα του διαλείμματος. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθούμε και στο φαινόμενο της «ηλεκτρονικής βίας», που φαίνεται τελευταία να προσλαμβάνει ανεξέλεγκτες διαστάσεις στα σχολεία. Οι μαθητές φωτογραφίζουν ή βιντεοσκοπούν συμμαθητές τους με τα κινητά τηλέφωνα, εν αγνοία τους, σε τουαλέτες ή σε αποδυτήρια με σκοπό να τους εκβιάζουν ότι θα δώσουν το υλικό στο διαδίκτυο (μερικές φορές γίνεται και αυτό), αποσπώντας από αυτούς χρήματα.

Ένα παιχνίδι που ξεκινά σαν αστείο και στη συνέχεια μπορεί να καταλήξει σε παιχνίδι βίας, με αποτέλεσμα την παραβίαση δικαιωμάτων των παιδιών καθώς και τη δημιουργία άσχημων ψυχικών καταστάσεων, όπως απογοήτευση, θυμό, φόβο κ.λπ. Οι γονείς και οι εκπαιδευτικοί πρέπει να συμβάλλουν στη μείωση της χρήσης και της εξάρτησης των παιδιών από το κινητό τηλέφωνο υπολογίζοντας και τις σοβαρές συνέπειες που μπορεί να έχει μελλοντικά στην υγεία τους σύμφωνα και με τις συμβουλές – προτάσεις των επιστημόνων ερευνητών που αναφέρονται στη συνέχεια.

Ο δείκτης SAR είναι ο δείκτης που χρησιμοποιείται για να την έκφραση της επιβάρυνσης με ραδιοκύματα που δέχεται το ανθρώπινο σώμα ή τμήματά του κατά τη χρήση του κινητού τηλεφώνου. Μετράται σε μονάδες Watt/kg και η μέγιστη τιμή SAR του κάθε κινητού σας αναγράφεται στον οδηγό χρήσης του.

Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας χρηματοδότησαν με \$ 28.000.000 ομάδα ερευνητών με επικεφαλής τον Dr George Karlos για να διεξάγουν έρευνα σχετικά με την επίδραση των κινητών στον ανθρώπινο οργανισμό ([www.acarus.com](http://www.acarus.com)). Μετά 1 χρόνο έρευνας τα πρώτα αποτελέσματα ήταν αρνητικά τα οποία φυσικά δεν άρεσαν στις εταιρείες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να διακόψουν την χρηματοδότηση και προσπάθησαν να μη δημοσιευτούν τα αποτελέσματα. Οι



ερευνητές συμφώνησαν μεταξύ τους να γνωστοποιήσει ο καθένας μεμονωμένα τα αποτελέσματα από την δική του έρευνα και όχι σαν ομάδα για την αποφυγή κυρώσεων.

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιενέργεια σε απόσταση 7 εκατοστών. Όταν η κεραία είναι σηκωμένη η μεγαλύτερη ποσότητα ραδιενέργειας εκπέμπεται στην περιοχή γύρω από την κεραία. Όταν μιλάμε και δεν σηκώνουμε την κεραία γιατί πιθανόν βαριόμαστε ή θεωρούμε ότι δεν χρειάζεται, τότε η ραδιενέργεια διοχετεύεται σε όλη την περιοχή του κινητού με μεγαλύτερη επιβάρυνση στον οργανισμό.

**Απαγορεύεται η χρήση κινητών σε παιδιά ηλικίας μέχρι 18 ετών:** Όταν το κινητό χρησιμοποιείται από παιδιά ηλικίας μέχρι 12 ετών η ραδιενέργεια επηρεάζει το 100% του εγκεφάλου με βαρύτερες βλάβες όπως: καρκίνο του εγκεφάλου, ρήξη του ακουστικού νεύρου, μείωση ακοής κ.λπ. Όταν χρησιμοποιείται από παιδιά 13 ετών μέχρι 18 ετών η ραδιενέργεια επηρεάζει το 50% του εγκεφάλου (καρκίνο, ρήξη του ακουστικού νεύρου, μείωση ακοής κ.λπ.). Εάν ένα παιδί χρησιμοποιεί κινητό από την ηλικία των 16 ετών, μετά από 10 χρόνια, δηλαδή σε ηλικία 26 ετών θα εμφανιστούν συμπτώματα καρκίνου 100%. Στους ενήλικες η ραδιενέργεια επηρεάζει το 1/4% του εγκεφάλου (καρκίνο, ρήξη ακουστικού κ.λπ.).

#### **4.4 Επιπτώσεις στην υγεία (Θερμικά αποτελέσματα, μη θερμικά αποτελέσματα, οφθαλμοί, εγκέφαλος, νεοπλασίες, άλλες επιπτώσεις)**

##### **4.4.1 Θερμικά αποτελέσματα**

Σύμφωνα με την γενικά παραδεκτή άποψη για την επίδραση της υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τους βιολογικούς οργανισμούς, η παρουσία του ηλεκτρικού πεδίου E, αυξάνει την κινητική ενέργεια, κυρίως των μορίων νερού με αποτέλεσμα την μεταφορά ενέργειας στους ιστούς. Τα μόρια του νερού αποτελούν το 70% του ανθρώπινου σώματος και αποτελούν ηλεκτρικά δίπολα. Όταν δεχθούν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία τότε αυτά τείνουν να προσανατολισθούν στην φορά του εναλλασσόμενου ηλεκτρικού πεδίου, προκαλείται δηλαδή ταλάντωση σύμφωνη με την συχνότητα του ηλεκτρικού πεδίου. Η κινητική ενέργεια που αποκτούν τα δίπολα αυτά γίνεται αισθητή ως θερμότητα που τείνει να αυξήσει την θερμοκρασία του σώματος. Λόγω αυτής της αλληλεπίδρασης παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας είτε τοπικά είτε σε όλο το σώμα. Όταν η πυκνότητα ισχύος ξεπεράσει ένα όριο (παρατηρήσιμη αύξηση της θερμοκρασίας προκαλείται από πυκνότητες ισχύος άνω του  $1mW/cm^2$ ), οι θερμορρυθμιστικοί μηχανισμοί δεν επαρκούν οπότε μπορεί η θερμοκρασία να αυξηθεί. Τέλος, εκτός από τα μόρια νερού, και άλλα μόρια, άτομα, ιόντα ή ηλεκτρόνια, τείνουν στην διεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου με αποτέλεσμα την αύξηση της κινητικής τους ενέργειας και να συνεισφέρουν και αυτά με την σειρά τους στην αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος (Παναγόπουλος και Μαργαρίτης 2008).



#### 4.4.2 Μη θερμικά αποτελέσματα

Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία έχει βιολογικές επιδράσεις. Αυτές μπορεί να εμφανιστούν και σε πολύ χαμηλά επίπεδα συχνοτήτων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Έτσι, θεωρητικά ακόμα και ηλεκτρικά πεδία της τάξης των 0.01V/m, είναι ικανά να επιδράσουν στο εσωτερικό των κυττάρων. Αυτό γίνεται, κυρίως, μεταβάλλοντας τις ενδοκυττάρειες ιοντικές συγκεντρώσεις. Κάθε μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ή μαγνητικό πεδίο επάγει εξαναγκασμένες ταλαντώσεις στα ελεύθερα ιόντα που υπάρχουν εκατέρωθεν των κυτταρικών μεμβρανών. Όταν το πλάτος της εξαναγκασμένης αυτής ταλάντωσης υπερβεί κάποια κρίσιμη τιμή, η ηλεκτροστατική δύναμη που ασκείται από το φορτίο των ταλαντούμενων ιόντων στα δέσμια φορτία- αισθητήρες των ηλεκτροευαίσθητων ιοντικών μεμβρανικών καναλιών, μπορεί να προκαλέσει αντικανονικό άνοιγμα ή κλείσιμο των καναλιών αυτών, με αποτέλεσμα την μεταβολή των ενδοκυτταρικών ιοντικών συγκεντρώσεων. Όπως είναι γνωστό, η μεταβολή των ενδοκυτταρικών ιοντικών συγκεντρώσεων, ειδικά των ιόντων ασβεστίου, μπορεί να οδηγήσει σε κυτταρικό θάνατο (απόπτωση ή νέκρωση). Η αύξηση της μιτοχονδριακής συγκέντρωσης ιόντων ασβεστίου που απελευθερώνονται από το ενδοπλασματικό δίκτυο προηγείται της επαγωγής του κυτταρικού θανάτου. Η μιτοχονδριακή συγκέντρωση ιόντων ασβεστίου μπορεί να αυξηθεί από αντικανονική εισροή, είτε λόγω αντικανονικού ανοίγματος των καναλιών ασβεστίου στις μεμβράνες των μιτοχονδρίων, είτε λόγω πλεονάσματος ιόντων ασβεστίου από αντικανονική απελευθέρωσή τους από την μεμβράνη του ενδοπλασματικού δικτύου ή την κυτταροπλασματική μεμβράνη. Άρα αν ένα ηλεκτρικό ή μαγνητικό πεδίο είναι ικανό να μεταβάλλει αντικανονικά τις ενδοκυττάρειες ιοντικές συγκεντρώσεις, είναι αναμενόμενο υπό ορισμένες συνθήκες να μπορεί να οδηγήσει σε κυτταρικό θάνατο και σε ότι αυτό συνεπάγεται (Παναγόπουλος και Μαργαρίτης 2008).

#### 4.4.3 Οφθαλμοί

Όσον αφορά στις πιθανές επιδράσεις των κινητών τηλεφώνων στον οφθαλμό και στην ανθρώπινη όραση, δεν υπάρχει κίνδυνος με τα υπάρχοντα δεδομένα.

Αν εξαιρεθούν ορισμένες πειραματικές μελέτες σε ζώα, που μετά από έκθεση σε μεγάλες δόσεις ραδιοκυμάτων (που δεν συναντώνται στο καθημερινό μας περιβάλλον) έδειξαν κίνδυνο για δημιουργία καταρράκτη, τόσο επιδημιολογικές έρευνες όσο και πειραματικές μελέτες δεν επιβεβαίωσαν τον πιθανό κίνδυνο στον άνθρωπο για πρόκληση καταρράκτη ή καρκίνου του οφθαλμού (Παναγόπουλος και Μαργαρίτης 2008).

Γενικά συμπτώματα που έχουν αναφερθεί από μακροχρόνιους χρήστες κινητών τηλεφώνων όσον αφορά σε διαταραχές στην όραση, ερυθρότητα των οφθαλμών κατά τη χρήση του κινητού, δακρύρροια και άλλα, δεν φαίνεται να συνιστούν αλληλεπίδραση με τα κινητά τηλέφωνα και κάτι τέτοιο δεν έχει επιστημονική τεκμηρίωση μέχρι στιγμής. Ωστόσο, το γεγονός ότι σε πειραματικές μελέτες έχει αναφερθεί αύξηση της θερμοκρασίας του ακουστικού πόρου μετά από έκθεση σε ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων, αλλά και μελέτες προσομοίωσης που υπολογίζουν αύξηση της θερμοκρασίας του οφθαλμού, αν και δεν αποδεικνύουν κάποια επιβλαβή επίπτωση

στους παραπάνω ιστούς, καθιστούν ζωτική την περαιτέρω μελέτη της επίπτωσης των αναφερόμενων βιολογικών επιδράσεων (Παναγόπουλος και Μαργαρίτης 2008).

#### 4.4.4 Νεοπλασίες

Μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες της κοινής γνώμης συνιστά η πιθανότητα πρόκλησης καρκίνου από τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί αντικρουόμενες απόψεις όσον αφορά στη συσχέτιση των ραδιοκυμάτων της κινητής τηλεφωνίας με την αύξηση του κινδύνου ανάπτυξης διαφόρων νεοπλασιών. Ο πιθανός κίνδυνος συνήθως σχετίζεται με ανάπτυξη ενδοκράνιων όγκων, όπως ακουστικά νευρινώματα, γλοιώματα και μηνιγγιώματα, που εμφανίζονται σε ιστούς που πιθανόν να παρουσιάζουν αυξημένη απορρόφηση στο φάσμα εκπομπής των κινητών τηλεφώνων (π.χ. λαβύρινθο, μήνιγγες) σε σχέση με περισσότερο επιφανειακούς ή εν τω βάθει ιστούς. Συγκεκριμένα, ερευνητές από τη Σουηδία (Hardell et al. 1999, Lonn et al. 2005), με βάση επιδημιολογικές έρευνες ασθενών μαρτύρων από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ανέφεραν αυξημένο κίνδυνο για κακοήθεις όγκους του εγκεφάλου, καλοήθεις όγκους του εγκεφάλου, για T-cell non-Hodgkin λέμφωμα και για ακουστικό νευρίωμα, ειδικά μετά από μακροχρόνια, 10ετή, χρήση κινητού τηλεφώνου.

Όμως, άλλες επιδημιολογικές έρευνες ασθενών μαρτύρων, μεταξύ των οποίων και η μελέτη της Interphone που διεξήχθη σε αρκετές χώρες (The Interphone Study Group 2010), δεν συμφωνούν με αυτά τα αποτελέσματα και αναφέρουν ότι δεν παρουσιάζεται πραγματική στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης κινητών τηλεφώνων και της αύξησης του κινδύνου για ανάπτυξη καρκίνου ή άλλων νεοπλασιών, ερχόμενες σε αντιπαράθεση όσον αφορά στα ευρήματα με τις έρευνες των προαναφερθέντων (Μαργαρίτης και Ζηνέλης 2008).

Η δημοσίευση μελέτης του καθηγητή Hardell το 2007 με θέμα «Κρυφές διασυνδέσεις με τη βιομηχανία και συγκρουόμενα συμφέροντα στην έρευνα του καρκίνου», το οποίο αναφέρει τις σχέσεις που υφίστανται μεταξύ εταιρειών κινητής τηλεφωνίας και χρηματοδότησης της έρευνας (Hardell et al. 2007).

Μάλιστα, οι Huss et al. (2007) αναφέρουν τα εξής: Για την αξιολόγηση κάποιας έρευνας με θέμα την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πηγή χρηματοδότησης. Μελέτες που χρηματοδοτούνται από εταιρείες έχουν μικρότερη πιθανότητα να αναφέρουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Σε αντιδιαστολή, η Ευρωπαϊκή Ομάδα Γρήγορης Ανταπόκρισης σε θέματα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και υγείας του ερευνητικού προγράμματος της Interphone (The Interphone Study Group 2010) αναφέρει ότι η ομάδα του καθηγητή Hardell δεν δίνει επιστημονικές εξηγήσεις για την επιλογή του τρόπου μελέτης της διάρκειας χρήσης κινητού τηλεφώνου στα δείγματα μελετών της και ισχυρίζεται ότι μπορεί τα αποτελέσματα που διεξάγονται να υπερεκτιμούν τον κίνδυνο λόγω συστηματικού σφάλματος ανάκλησης πληροφοριών (recall bias). Επίσης, αναφέρει αποτελέσματα άλλων ερευνητικών ομάδων τα οποία δεν συμφωνούν με εκείνα της μελέτης των Hardell et al. (2006a) (EMF-NET European Fast Response Team on EMF and Health - <http://emf-net.isib.cnr.it>).



Παράλληλα, όμως, η πρόκληση συγκεκριμένων νεοπλασιών του εγκεφάλου, για τις οποίες έχουν εκφραστεί υπόνοιες ότι σχετίζονται με τη χρήση κινητών τηλεφώνων, δεν φαίνεται να έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια σε σχέση με την εποχή πριν από την εμφάνιση των κινητών τηλεφώνων. Αντίστοιχα αρνητικά ήταν τα ευρήματα επιδημιολογικών ερευνών όσον αφορά στην έκθεση σε Η/Μ ακτινοβολία και την πιθανότητα αύξησης του κινδύνου για εμφάνιση καρκίνου του μαστού, καθώς και της χρήσης κινητών τηλεφώνων και της αύξησης του κινδύνου για όγκους της παρωτίδας και των σιελογόνων αδένων (Hardell et al. 2004). Ταυτόχρονα, ενώ παλαιότερα είχε εκφραστεί η άποψη ότι η έκθεση σε ραδιοσυχνότητες μπορεί να σχετίζεται με ανάπτυξη μελανώματος του οφθαλμού (Stang et al. 2001), τόσο περιορισμοί της ίδιας της έρευνας όσο και μετέπειτα έρευνες δείχνουν ότι κάτι τέτοιο δεν στοιχειοθετείται επιστημονικά. Άλλωστε, η επίπτωση ενός τόσο σπάνιου καρκίνου δεν έχει αυξηθεί μετά την εισαγωγή της κινητής τηλεφωνίας στη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου από τη δεκαετία του 1980 (Johansen et al. 2002). Τέλος, κίνδυνος για ανάπτυξη καρκίνου του όρχεως δεν στοιχειοθετείται από τις υπάρχουσες επιδημιολογικές μελέτες (Hardell et al. 2006).

#### **4.5 Σχόλια για τις επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων**

Το αν ένας άνθρωπος μπορεί να προσβληθεί από την ακτινοβολία ή όχι εξαρτάται, για παράδειγμα, από τα επίπεδα του άγχους πριν την έκθεση: αν είναι αρκετά υψηλά, η έκθεση σ' αυτή μπορεί να είναι αρκετή, για να προκληθεί μια ανωμαλία που κάτω από άλλες συνθήκες δεν θα είχε εκδηλωθεί. Συχνά, διατυπώνονται αντιρρήσεις για την αποσιώπηση των συμπερασμάτων ανέκδοτων ερευνών που αφορούν προβλήματα υγείας. Εν τούτοις, λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη επιδημιολογικών ερευνών για τις επιπτώσεις της Rf ακτινοβολίας στην υγεία των ανθρώπων, τέτοιου είδους μελέτες είναι μια απαραίτητη πηγή πληροφόρησης.

Οι προεφηβιοί θεωρούνται πιο ευπρόσβλητοι από την ακτινοβολία Rf σε σχέση με τους ενήλικες, γιατί:

- Η απορρόφηση της ακτινοβολίας Rf είναι μεγαλύτερη εξαιτίας του «συντονισμού» των κεφαλιών τους και της μεγάλης ευκολίας με την οποία η ακτινοβολία διαπερνά το λεπτό κρανίο τους.
- Η δραστικότητα του ανοσοποιητικού τους συστήματος υποβαθμίζεται από αυτού του είδους την ακτινοβολία.

Τα παιδιά είναι λιγότερο ικανά να αντιμετωπίσουν οποιοδήποτε πρόβλημα υγείας μπορεί να προκληθεί από χρόνια έκθεση όχι μόνο στην εκπεμπόμενη ακτινοβολία μικροκυμάτων αλλά και στα χαμηλής εντάσεως μαγνητικά πεδία, που συνδέονται με τα εκπεμπόμενα κύματα από την μπαταρία του φορητού τηλεφώνου.

Οι επιδημιολογικές μελέτες σε ανθρώπινο πληθυσμό που εκτίθεται επαγγελματικά σε Rf πεδία είναι περιορισμένες σε αριθμό και σε ποιότητα και αναφέρονται, κυρίως, σε εργαζόμενους σε στρατιωτικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Μερικές μελέτες αναφέρουν ότι ο κίνδυνος καρκίνου είναι υψηλότερος στα επαγγέλματα εκείνα, στα οποία συνυπάρχουν έκθεση σε Η/Μ ακτινοβολία και χημικοί παράγοντες (Ελευθερίου 2005).

## 4.6 Άλλες επιδράσεις

- *Νευρικό σύστημα.*

Πολλά έχουν γραφεί και σχολιαστεί κατά καιρούς αναφορικά με την πιθανή επίδραση της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Είναι γεγονός ότι πρόσφατες έρευνες αναφέρουν επίδραση των ανωτέρω ραδιοκυμάτων σε διάφορες παραμέτρους του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (HEΓ) ανθρώπων, κατά τη διάρκεια ερευνών που περιελάμβαναν ελεγχόμενη έκθεση σε αυτά. Συγκεκριμένα, ερευνητές αναφέρουν ότι εντόπισαν μεταβολές στα προκλητά ακουστικά δυναμικά του HEΓ ανθρώπων εκτιθέμενων σε ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας, καθώς και στα λεγόμενα σχετιζόμενα με γεγονότα δυναμικά, τα οποία σχετίζονται με διαδικασίες μνήμης (*pre-attentive processing and working memory*), ενώ γενικά έχουν αναφερθεί ηλεκτροεγκεφαλικές μεταβολές και σε άλλες παραμέτρους του HEΓ, χωρίς ωστόσο να αναφέρεται κάποια δυσλειτουργία του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια αυτών των παρατηρήσεων. Παράλληλα, άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει πραγματική αλληλεπίδραση των κινητών τηλεφώνων με την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου, ενώ κάποιοι σχολιάζουν και την πιθανότητα αλληλεπίδρασης των ιατρικών μηχανημάτων με τα κινητά τηλέφωνα σχετικά με την εμφάνιση ψευδών ηλεκτροεγκεφαλογραφικών αλλοιώσεων ([www.mednet.gr](http://www.mednet.gr)).

Ένας άλλος τομέας που έχει απασχολήσει τον επιστημονικό κόσμο είναι οι πιθανές μεταβολές στην εγκεφαλική αιμάτωση και το μεταβολισμό του εγκεφάλου από τη χρήση κινητών τηλεφώνων, όπως μπορεί να απεικονιστεί με τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) ή με φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού (MRS) ή άλλες μεθόδους, κατά τη διάρκεια ελεγχόμενης έκθεσης σε ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας. Μέχρι στιγμής, δεν υφίσταται επαρκώς τεκμηριωμένη απόδειξη ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία της κινητής τηλεφωνίας επηρεάζουν τη λειτουργικότητα του εγκεφάλου, πέρα από κάποιες θετικές ενδείξεις όσον αφορά στη μείωση της ροής αίματος στον ακουστικό εγκεφαλικό φλοιό κατά τη διάρκεια έκθεσης σε ακτινοβολία κινητής τηλεφωνίας, που όμως δεν συνοδεύονται από παρατηρήσεις διαταραχής της εγκεφαλικής λειτουργίας (<http://www.mednet.gr>).

Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για να διερευνηθεί η πιθανότητα αλληλεπίδρασης του αυτόνομου νευρικού συστήματος με ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας, όσον αφορά στον καρδιακό ρυθμό και την αρτηριακή πίεση, δεν ανέδειξαν κάποια συσχέτιση (<http://www.mednet.gr>).

Έρευνες που μελετούν την πιθανή επίδραση της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων σε γνωσιακές λειτουργίες ενηλίκων και παιδιών, στην προσοχή, στη μνήμη και στον ύπνο, αν και αναφέρουν ορισμένες βιολογικές επιδράσεις σε πειραματικό επίπεδο, δεν φαίνεται να συσχετίζουν αυτές τις επιδράσεις με αντίστοιχες επιπτώσεις στον οργανισμό, ενώ δεν υπάρχουν και επιδημιολογικές έρευνες που να αποδεικνύουν μια τέτοια συσχέτιση (<http://www.mednet.gr>).



- **Γενικά-μη ειδικά συμπτώματα.**

Η ύπαρξη ενδεχόμενων επιδράσεων των κινητών τηλεφώνων στον οργανισμό σε βαθμό που να προκαλούν μη ειδικά συμπτώματα, όπως πονοκεφάλους, αίσθημα κακουχίας, διαταραχές στον ύπνο, δυσκολία στη συγκέντρωση, εξάψεις κ.ά., συνιστά βασικό προβληματισμό της κοινής γνώμης σε πολλές χώρες του κόσμου. Υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που αναφέρουν συσχέτιση της χρήσης κινητών με εμφάνιση τέτοιας φύσης μη ειδικών συμπτωμάτων, οι οποίες βασίζονται σε συμπτώματα που αναφέρουν οι ίδιοι οι πάσχοντες, όμως έχουν διατυπωθεί πολλές ενστάσεις για το αν πράγματι υπάρχει μια τέτοια αλληλεπίδραση. Συγκεκριμένα, με ψυχολογικές δοκιμασίες που πραγματοποιήθηκαν ανάμεσα σε άτομα που ανέφεραν τα ανωτέρω συμπτώματα και τη σύγχρονη διενέργεια πειραμάτων ελεγχόμενης έκθεσης αυτών των ατόμων σε ραδιοσυχνότητες κινητής τηλεφωνίας αναφέρεται ότι η έκλυση αυτών των συμπτωμάτων δεν σχετίζεται με την έκθεση στις ραδιοσυχνότητες κινητών τηλεφώνων και συνεπώς δεν τεκμηριώνεται η άποψη ότι είναι δυνατόν μια τέτοια έκθεση να επάγει συμπτώματα όπως τα προαναφερθέντα ([www.mednet.gr](http://www.mednet.gr)).

Παρόλα αυτά, η διερεύνηση της φύσης μιας τέτοιας συμπτωματολογίας απαιτεί περαιτέρω έρευνα. Άλλωστε, υπάρχουν και πειραματικές μελέτες που αναφέρουν αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος και των βλεννογόνων από χρήση κινητών τηλεφώνων, αλλά και την επιρρέπεια σε κρίσεις ατοπικής δερματίτιδας στην υπό προϋποθέσεις έκθεση σε ραδιοσυχνότητες κινητών τηλεφώνων (στο μηχανισμό ενέχονται νευροπεπτίδια, όπως η νευροτροφίνη-3 και άλλοι παράγοντες), γεγονός που καθιστά αναγκαία την περαιτέρω διερεύνηση τέτοιων επιδράσεων ([www.mednet.gr](http://www.mednet.gr)).

- **Βηματοδότες.**

Οι μεγάλες ανησυχίες που υπάρχουν για το αν οι βηματοδότες και οι λοιπές συσκευές (π.χ. απινιδωτές) που φέρουν κάποιοι ασθενείς μπορεί να δυσλειτουργούν από την παρουσία ραδιοκυμάτων κινητής τηλεφωνίας είναι δυνατόν πλέον να συζητηθούν σε μια τεκμηριωμένη βάση. Πειραματικές μελέτες τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* δείχνουν ότι, αν τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή της συσκευής και κάποιοι γενικοί κανόνες ασφαλούς πρακτικής (να τηρείται μια ορισμένη απόσταση του κινητού από τη συσκευή, να μην κρατείται το κινητό στην τσέπη κοντά στη συσκευή κ.λπ.), δεν ενέχεται σοβαρός κίνδυνος αλληλεπίδρασης ([www.mednet.gr](http://www.mednet.gr)). Παρόλα αυτά, δεδομένου ότι η τεχνολογία εξελίσσεται διαρκώς και δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν πάντα τυχόν αλληλεπιδράσεις μεταξύ νέων συσκευών τόσο από τη σκοπιά των κινητών τηλεφώνων όσο και από τη σκοπιά των βηματοδοτών, χρειάζεται διαρκής επαγρύπνηση για την αποφυγή δυσάρεστων καταστάσεων ([www.mednet.gr](http://www.mednet.gr)).





---

## Κεφάλαιο 5

### Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

---

#### 5.1 Βιολογικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της Η/Μ ακτινοβολίας

Η παρουσία Η/Μ ακτινοβολίας στο περιβάλλον, η οποία προκύπτει από τις διάφορες καθημερινές εφαρμογές, είναι ένα σημαντικό κομμάτι της ανθρώπινης κοινωνίας. Οι πηγές της Η/Μ ακτινοβολίας είναι τα καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οι κεραιές βάσης κινητής τηλεφωνίας, τα κινητά τηλέφωνα, οι κεραιές TV κ.ά. Αυτό προξενεί όλο και μεγαλύτερη ανησυχία των πολιτών για τις ενδεχόμενες επιπτώσεις στην υγεία. Συγκεκριμένα η ενδεχόμενη σχέση Η/Μ ακτινοβολίας με τη δημιουργία κάποιων μορφών καρκίνου σε ανθρώπους έχει προκαλέσει πολλές συζητήσεις μεταξύ των ειδικών.

Η έρευνα για τις ενδεχόμενες επιπτώσεις στην υγεία, που προκύπτουν από την έκθεση στην Η/Μ ακτινοβολία ξεκίνησαν μετά το 1950 (Ελευθερίου 2005). Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '70 η ανησυχία εστιάζόταν στα πεδία των Rf συχνοτήτων. Τα επόμενα χρόνια μετατοπίστηκε στα ιδιαίτερα χαμηλής συχνότητας πεδία, που δημιουργούνται από τα καλώδια μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος 50-60MHz. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας η ανησυχία έχει αυξηθεί και εστιάζεται στην έκθεση Rf - Η/Μ ακτινοβολίας, που προέρχεται από τα κινητά τηλέφωνα.

Το ανθρώπινο σώμα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στα υψηλής συχνότητας Η/Μ πεδία. Στις υψηλές συχνότητες το σώμα ενδέχεται να απορροφήσει σημαντική ποσότητα εκπεμπόμενης ενέργειας. Σ' αυτή την περίπτωση το σώμα θερμαίνεται και τα αποτελέσματα γίνονται πιο σημαντικά απ' ό,τι στις χαμηλές συχνότητες, όπου οι θερμικές επιπτώσεις συνήθως θεωρούνται αμελητέες. Το ζήτημα των βιολογικών και περιβαλλοντικών επιδράσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει απασχολήσει μεγάλο μέρος της διεθνούς και της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας.

Τα Η/Μ πεδία ραδιοσυχνοτήτων έχουν ιδιαίτερη βιολογική σημασία, αφού είναι δυνατό να διαδίδονται διαμέσου βιολογικών ιστών, να απορροφούνται από αυτούς και να ανακλώνται σε διαχωριστικές επιφάνειές τους σε διαφορετικό βαθμό, εξαρτώμενο από τις γεωμετρικές και Η/Μ ιδιότητές τους, καθώς και από τα χαρακτηριστικά της Η/Μ πηγής. Αυτή η αλληλεπίδραση μπορεί να προκαλέσει είτε χρήσιμα ιατρικά αποτελέσματα -θεραπευτικά και διαγνωστικά-, είτε βιολογική καταστροφή και ανεπιθύμητα αποτελέσματα, ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες.

Κατά την εξέταση καθενός από τα κριτήρια για την επίλογή ενός σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας θα πρέπει να προσδιοριστεί η περιβαλλοντική επίπτωση. Τεχνικά πρότυπα και κριτήρια κατά τη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει να γίνεται από αρμόδιους για το σχεδιασμό ενός τέτοιου σταθμού. Επικαιροποιημένα δεδομένα για τις επιδράσεις των κινητών και ασύρματων τηλεφώνων στην ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα ζωής:

Η έκθεση του ανθρώπου στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι καθημερινή στη σημερινή οργανωμένη κοινωνία και αυξάνεται συνεχώς, ακολουθώντας τις γρήγορες μεταβολές του σύγχρονου τρόπου ζωής.

Συχνά, από πολλούς επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων έχει εκφραστεί η ανησυχία για την πιθανή επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην ανθρώπινη υγεία και πολλές μελέτες είναι σε εξέλιξη παγκοσμίως. Η παρούσα ανασκόπηση έχει ως σκοπό την παρουσίαση των τελευταίων επιδημιολογικών δεδομένων σχετικά με τις επιπτώσεις που προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό η έκθεσή του στις ραδιοσυχνότητες της κινητής τηλεφωνίας, των σταθμών-βάσης της κινητής τηλεφωνίας και των ασύρματων τηλεφώνων, καθώς και την παράθεση των γενικότερων συνεπειών της χρήσης αυτής της τεχνολογίας στη δημόσια υγεία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανασκόπησης, τα υπάρχοντα δεδομένα των ερευνών παρουσιάζουν διάσταση απόψεων όσον αφορά στην αύξηση του κινδύνου για συγκεκριμένες μορφές καρκίνου και άλλων βιολογικών επιπτώσεων και δεν παρέχουν απόλυτα στοιχεία που να συνηγορούν στο ότι τα ραδιοκύματα αυτών των συχνοτήτων συνιστούν συγκεκριμένο και διαπιστωμένο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.

Υπάρχουν ενδείξεις για την πιθανή επίδραση των ραδιοκυμάτων αυτών σε συγκεκριμένα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού καθώς και για τις επιπτώσεις τους σε συγκεκριμένους τομείς της δημόσιας υγείας, που επιβεβαιώνουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα. Το γεγονός ότι η τεχνολογία στον τομέα αυτόν εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς, σε συνδυασμό με το μικρό σχετικά χρονικό διάστημα που ερευνώνται οι πιθανές βλαβερές επιδράσεις των ραδιοσυχνοτήτων αυτών στον άνθρωπο, καθιστούν αναγκαία τη διαρκή επαγρύπνηση, καθώς τα τωρινά δεδομένα δεν αποκλείουν τη μελλοντική εκδήλωση παθολογικών καταστάσεων που θα σχετίζονται με τη μακρόχρονη έκθεση του ανθρώπου στα ανωτέρω ραδιοκύματα. Η χρήση των κινητών τηλεφώνων έχει όμως κι άλλες επιδράσεις στη δημόσια υγεία, εκτός από τις αλληλεπιδράσεις των ραδιοκυμάτων με τον ανθρώπινο οργανισμό, αφού είναι διαπιστωμένη η αύξηση του κινδύνου πρόκλησης ατυχήματος και τραυματισμού όταν γίνεται χρήση κινητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης, ενώ η κοινωνιολογική συνιστώσα της χρήσης της κινητής τηλεφωνίας στην καθημερινή ζωή, ειδικά από τα παιδιά, εγείρει προβληματισμούς.

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

## **5.2 Φυσικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις**

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

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



### 5.3 Βιολογικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Χλωρίδα και πανίδα: Κρίνεται απαραίτητη η εξέταση της υπάρχουσας βλάστησης από άποψη τοπικού βιότοπου και οπτικής σημασίας συμπεριλαμβανομένης της χρήσης της υπάρχουσας βλάστησης για την κάλυψη της εγκατάστασης. Στην περίπτωση που η περιοχή για την εγκατάσταση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας επιλεγεί είναι βιότοπος προστατευόμενων ειδών σπάνιας και μοναδικής χλωρίδας ή πανίδας, θα πρέπει να προετοιμαστεί από ειδικούς να προετοιμάζεται σχέδιο διαχείρισης και προστασίας που θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις της σχετικής νομοθεσίας.

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

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

### 5.4 Κοινωνικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

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

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

### 5.5 Άλλες επιπτώσεις

Οι περισσότερες μελέτες για τις επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της κινητής τηλεφωνίας στα ζώα έχουν γίνει στα εργαστήρια, τα γνωστά ως πειραματόζωα, για να ερευνηθούν οι τυχόν επιπτώσεις της στην υγεία των ανθρώπων. Πολλές από αυτές έχουν ήδη

αναφερθεί. Ελάχιστες είναι οι αντίστοιχες μελέτες για τα φυτά. Αναφέρεται ότι έχει παρατηρηθεί 10% αλλαγή στο ρυθμό ανάπτυξης κάποιων ποικιλιών δημητριακών σε έκθεση ακτινοβολίας 41.65 – 41.825GHz.

Γενικά, οι περιορισμένες δημοσιευμένες μελέτες στα γήινα και υδάτινα οικοσυστήματα δείχνουν ελάχιστες ή και μηδαμινές επιπτώσεις, αν εξαιρέσουμε την περίπτωση της έκθεσης κοντά σε πολύ ισχυρές πηγές ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών. Άλλωστε η καθιέρωση ορίων ασφαλούς έκθεσης του ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία της κινητής τηλεφωνίας, βοηθάει και την προστασία του περιβάλλοντος (Κοντογιαννάτος 2005).

Ωστόσο, διεξάγονται ήδη μελέτες σε:

- ψάρια, ερπετά, θηλαστικά και στα αποδημητικά πουλιά,
- ζώα, όπως γουρούνια, πρόβατα και βοοειδή που βόσκουν κάτω από γραμμές ισχύος 50/60Hz, ή κοντά σε κεραιές αναμετάδοσης, και σε
- πουλιά και έντομα, τα οποία μπορεί να πετούν σε περιοχή κεραιών, ραντάρ κ.λπ.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (Νόμος 3431/2006) για άδεια χορήγησης εγκατάστασης σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας απαιτείται περιβαλλοντική μελέτη που ελέγχεται από την Ε.Ε.Α.Ε.

Δεν θα πρέπει επίσης να παραβλεφθεί και η αισθητική υποβάθμιση που προκαλείται στο περιβάλλον από τις κεραιές της κινητής τηλεφωνίας που τοποθετούνται αυθαίρετα ή νόμιμα σε οποιοδήποτε μέρος της Ελληνικής επικράτειας.



---

## Κεφάλαιο 6

### Υγιεινή και ασφάλεια των επαγγελματικά εκτιθέμενων στην Η/Μ ακτινοβολία καθώς και μέτρα για την προφύλαξή τους

---

#### 6.1. Γενικά

Οι εργασίες που γίνονται στην κινητή τηλεφωνία διακρίνονται σε εργασίες τεχνικών πεδίου, σε εργασίες συντήρησης/κατασκευής σε σταθμούς βάσης, σε εργασίες συντήρησης σε κεραίες και σε εργασίες σε τηλεφωνικά κέντρα. Οι εργαζόμενοι όλων αυτών των κατηγοριών αντιμετωπίζουν προβλήματα ανάλογα με τη φύση της εργασίας τους.

#### 6.1.2. Εργασίες συντήρησης σε σταθμούς βάσης

Ένα σημαντικό πρόβλημα με το οποίο έρχονται αντιμέτωποι οι εργαζόμενοι κατά την συντήρηση ή κατασκευή ενός σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας είναι η πολύωρη οδήγηση σε κακούς δρόμους ή βουνά υπό την επήρεια κόπωσης ή νύστας με σοβαρό κίνδυνο πρόκλησης ατυχήματος. Οι μετακινήσεις εκτός έδρας είναι πολλές, η διατροφή τους κακή και το άγχος μεγάλο για τη γρήγορη επισκευή της βλάβης. Επιπρόσθετα, ο χώρος εργασίας τους εγκυμονεί πολλούς κινδύνους καθώς στην περιοχή που βρίσκεται ο σταθμός βάσης μπορεί να υπάρχουν έντομα, ποντίκια και πιο σπάνια φίδια χωρίς βέβαια να ξεχνάμε και τις αντίξοες καιρικές συνθήκες όπως χαμηλή θερμοκρασία, βροχή και χιόνια.

#### 6.1.3. Εργασίες συντήρησης σε κεραίες

Οι εργαζόμενοι σε κεραίες κινητής τηλεφωνίας εκτίθενται στην Η/Μ ακτινοβολία, αν και μέχρι στιγμής δεν έχει αποδειχθεί ότι η έκθεση των εργαζομένων σε Η/Μ ακτινοβολία, η οποία βρίσκεται κάτω από τα επιτρεπτά όρια, είναι επιβλαβής για την υγεία. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα «Πάρκα κεραίων» όπου λόγω της γεινιάσσης πολλών κεραιών η Η/Μ ακτινοβολία υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια.

#### 6.1.4. Εργασίες σε τηλεφωνικά κέντρα

Οι εργαζόμενοι στα τηλεφωνικά κέντρα εκτελούν εργασίες όπως πληροφορίες καταλόγου, πληροφορίες σε συνδρομητές για θέματα συσκευών, επίλυση προβλημάτων λογαριασμών και διεκπεραίωση συνδέσεων και διακοπών. Ο όγκος των κλήσεων των συνδρομητών στα τηλεφωνικά κέντρα εταιριών κινητής τηλεφωνίας καθημερινά είναι πολύ μεγάλο με αποτέλεσμα

οι εργαζόμενοι μην μπορούν εύκολα να ελέγξουν και να συντονίσουν το ρυθμό της εργασίας, γεγονός που τους επιβαρύνει με περισσότερο άγχος.

Καθώς η εξυπηρέτηση των πελατών/συνδρομητών γίνεται από το τηλέφωνο, οι εργαζόμενοι πρέπει να μιλούν συνέχεια οπότε και παρουσιάζουν κάλους και πάχυνση στις φωνητικές χορδές καθώς και φαρυγγίτιδες. Ένα άλλο φαινόμενο που παρατηρείται είναι η κακή ρύθμιση των ακουστικών των εργαζομένων που σε συνδυασμό με τον φόρτο εργασίας προκαλούν ενοχλήσεις στα αυτιά.

Στο σημείο αυτό δεν θα πρέπει να παραλείψουμε και το «σύνδρομο του ασθενούς κτιρίου» το οποίο χαρακτηρίζεται κυρίως από κακές συνθήκες αερισμού, κακό φωτισμό και συγκέντρωση ρύπων στο εσωτερικό του χώρου (χημικές ουσίες που προέρχονται από το εσωτερικό του χώρου, όπως ουσίες από το υλικό της μοκέτας, υπολείμματα χημικών ουσιών από τα διάφορα καθαριστικά και απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται καθώς και αέριοι ρύποι που εκπέμπονται στο εξωτερικό περιβάλλον από τις εξαμίσεις μοτοσικλετών και αυτοκινήτων). Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με τον υψηλό θόρυβο στο χώρο του τηλεφωνικού κέντρου και τις ακραίες θερμοκρασίες προκαλούν στους εργαζόμενους ψυχολογική κατάπτωση, πονοκεφάλους, αλλεργίες σε διάφορες μορφές, ξηρό βήχα καθώς και ναυτία.

Επιπλέον καθώς η εργασία είναι καθιστική, πιθανόν το κάθισμα να μην είναι σωστά ρυθμισμένο. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την πολύωρη καθιστική στάση και την έλλειψη δυνατοτήτων εναλλαγής στάσεων του σώματος, να προκαλούν στους εργαζόμενους ενοχλήσεις και πόνους σε διάφορους μυς και στις αρθρώσεις τους, μειωμένη φλεβική επαναφορά με αποτέλεσμα την αίσθηση βάρους στις γάμπες και αλλαγή της συμμετρίας στη σπονδυλική στήλη (σκολίωση).

Ένα από τα χαρακτηριστικά αυτού του είδους της εργασίας είναι η επαναληπτικότητα στην κίνηση κατά τη χρήση του ποντικιού και του πληκτρολογίου για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς τον απαραίτητο χώρο ανάπαυσης. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η εμφάνιση επικονδυλίτιδας (φλεγμονή της παρακονδυλίας απόφυσης του βραχιόνιου οστού και των γύρω τενόντων) και του συνδρόμου του καρπιαίου σωλήνα το οποίο εκδηλώνεται με πόνο και μούδιασμα στην κατανομή του μέσου νεύρου και αδυναμία κάμψης των δακτύλων, με αποτέλεσμα τη δυσχέρεια εκτέλεσης διάφορων μικροεργασιών.

Επιπλέον, η κοπιωπία λόγω εντατικής χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή (παροδική κατάσταση που πλήττει τα μάτια όσων εργάζονται κυρίως μπροστά σε κάποιο ηλεκτρονικό υπολογιστή, με κυριότερα συμπτώματα τη θόλωση της όρασης, που ευτυχώς διαρκεί λίγο, αρκεί ο πάσχων να εστιάσει σε σημείο διαφορετικό από εκείνο της οθόνης του) και η εργασία σε βάρδιες αποτελούν δύο ακόμα προβλήματα από την εργασία σε τηλεφωνικά κέντρα.

Δεν πρέπει να παραβλέψουμε και ψυχολογικά προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται στους εργαζόμενους όταν αρκετά συχνά έρχονται σε επαφή με αγενείς πελάτες τους οποίους υποχρεούνται να εξυπηρετήσουν, όταν αποθαρρύνονται να λάβουν πρωτοβουλίες, δεν μπορούν να αμειφθούν βάσει των προσόντων τους και δεν μπορούν να εξελιχθούν στον τομέα εργασίας τους (Ντελέζος κ. ά. 2006).



---

## Κεφάλαιο 7

---

### 7.1 Γενικές οδηγίες προς εκτιθέμενους στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Παρατίθενται κάποιες γενικές οδηγίες που αφορούν την αποφυγή της έκθεσης στην Η/Μ ακτινοβολία (<http://www.ergoprolipsis.gr/uploads/news/id10/radiation.pdf>):

- Αποφυγή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου σε περιοχές με χαμηλό σήμα (υψηλή ένταση της Η/Μ ακτινοβολίας).
- Αποφυγή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου σε κλειστούς χώρους με πολλές μεταλλικές επιφάνειες, π.χ. αυτοκίνητο, ασανσέρ (ανάκλαση της Η/Μ ακτινοβολίας).
- Αποφυγή της φύλαξης του κινητού τηλεφώνου κοντά σε ηλεκτροευαίσθητα ζωτικά μέρη του ανθρώπινου σώματος (π.χ. εγκέφαλος, καρδιά, γεννητικά όργανα).
- Αποφυγή της χρήσης κινητών 3G, γιατί χαρακτηρίζονται από αυξημένη πυκνότητα ακτινοβολίας.
  - Σε κάθε περίπτωση η θέση ύπνου θα πρέπει να απέχει από ηλεκτρική πρίζα, για την προστασία της κεφαλής του ατόμου που κοιμάται.
- Όταν ο φούρνος μικροκυμάτων είναι σε λειτουργία, θα πρέπει να αποφεύγουμε να δραστηριότητες στην πολύ κοντινή του περιοχή.
- Θα πρέπει να αποφεύγεται η ύπαρξη πολλών ασύρματων συσκευών στον χώρο της κατοικία, π.χ. τηλέφωνα, συστήματα ενδοεπικοινωνίας, διαδίκτυο, συσκευές Bluetooth, ηχεία, παιχνίδια κ.ά.
- Η κατοικία δεν πρέπει να βρίσκεται κοντά σε πυλώνες μεταφοράς υψηλής τάσης, ή σταθμούς αναμετάδοσης Η/Μ σημάτων (κινητής τηλεφωνίας, ραδιοηλεκτρονικούς, δορυφορικούς κ.ά.).
- Όπου υπάρχει προειδοποιητική σήμανση Η/Μ ακτινοβολίας, θα πρέπει η κίνηση να γίνεται μόνο στις πράσινες ζώνες.
- Εφόσον κάποιο άτομο απασχολείται σε περιβάλλον υψηλής Η/Μ ακτινοβολίας (κίτρινη ή κόκκινη ζώνη), θα πρέπει να ενημερώνεται επαρκώς για τις επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας στην ανθρώπινη υγεία και να προμηθεύεται τον κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό και εξοπλισμό.
- Δεν θα πρέπει να λησμονεί κανείς ότι σε χαμηλές συχνότητες Η/Μ ακτινοβολίας (0Hz-30kHz) το σημαντικότερο μέγεθος που εκτιμάται είναι η μαγνητική επαγωγή, ενώ αντίστοιχα σε υψηλές συχνότητες (30kHz-300GHz) εκτιμάται η πυκνότητα ισχύος.





---

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Τα υπάρχοντα στοιχεία παρέχουν ανεπαρκή και αντικρουόμενα δεδομένα όσον αφορά τη σαφή συσχέτιση της εκπεμπόμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τα κινητά τηλέφωνα με την αύξηση του κινδύνου καρκινογένεσης. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η μακροχρόνια χρήση ενδέχεται να διαδραματίζει κάποιο ρόλο, όμως είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη οι περιορισμοί των σχετικών επιδημιολογικών ερευνών.

Συγκεκριμένα, η απουσία μέτρησης του επιπέδου εκπεμπόμενης αλλά και απορροφημένης ακτινοβολίας στο δείγμα των επιδημιολογικών μελετών που έχουν διεξαχθεί, η πολυπαραγοντικότητα και ο χρόνος επώασης των νόσων, όπως π.χ. του καρκίνου, σε συνδυασμό με τη σπανιότητα συγκεκριμένων μορφών νεοπλασίας που μελετώνται, όπως το ακουστικό νεύρωμα, αλλά και η καθημερινή έκθεση του σύγχρονου ανθρώπου σε μεγάλο αριθμό δυνητικά βλαπτικών ερεθισμάτων, θέτουν περιορισμούς στην ασφάλεια της εξαγωγής ασφαλών συμπερασμάτων από τις υπάρχουσες πηγές.

Όλα αυτά είναι στοιχεία που θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι μελλοντικές έρευνες, ενώ κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή συντονισμένων ερευνών προς αυτή την κατεύθυνση, έτσι ώστε να είναι εφικτό να υπάρξουν διαθέσιμα ποιοτικότερα στοιχεία στο μέλλον που θα καθορίσουν με ασφάλεια τα όρια έκθεσης του πληθυσμού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Η έκθεση στα ραδιοκύματα της κινητής τηλεφωνίας μπορεί να επάγει μεγάλο αριθμό βιολογικών επιδράσεων στον οργανισμό, χωρίς αυτό όμως να οδηγεί κατ' ανάγκη σε αποδεδειγμένες βιολογικές επιπτώσεις. Το ίδιο παρατηρείται άλλωστε και εξαιτίας της έκθεσης στις συχνότητες ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας λόγω της χρήσης τηλεόρασης, ραδιοφώνου και άλλων οικιακών συσκευών. Παρόλα αυτά, η κινητή τηλεφωνία αποτελεί μια νέα τεχνολογία και το γεγονός ότι πειράματα αναδεικνύουν μοριακές επιπτώσεις, όπως παραγωγή πρωτεϊνών θερμικού shock από έκθεση σε ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας καθιστά αναγκαία την επαγρύπνηση και τη συνεχή μελέτη στο συγκεκριμένο τομέα, ακόμα και αν δεν προκύπτουν σαφή επιδημιολογικά δεδομένα για την επίδραση των κινητών στην υγεία.

Ιδιαίτερη ευαισθητοποίηση απαιτείται όσον αφορά τα παιδιά, δεδομένης της απουσίας γνώσης για τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η μακροχρόνια έκθεση σε τέτοιου μήκους κύματος ακτινοβολία από την παιδική ηλικία, αλλά και την άγνοια για τα λεγόμενα «ασφαλή» όρια έκθεσης.

Τέλος, δεδομένων των στοιχείων που αναδεικνύουν την επικινδυνότητα της οδήγησης με σύγχρονη χρήση κινητού τηλεφώνου, κρίνεται αναγκαία η καθημερινή εφαρμογή των διατάξεων του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας που απαγορεύουν τη χρήση κινητού τηλεφώνου από τον οδηγό αυτοκινήτου που κινείται. Εξίσου σημαντικό είναι να υπάρχει και διαρκής ενημέρωση και επιμόρφωση της κοινής γνώμης, ώστε να περιοριστούν οι πάσης φύσεως απώλειες εξαιτίας της ανάρμοστης χρήσης των κινητών τηλεφώνων στη διάρκεια της οδήγησης.





## Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βροντάκης, Κ.Γ. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μια καθημερινή απειλή για την ανθρώπινη υγεία! (<http://www.ergoprolipsis.gr/uploads/news/id10/radiation.pdf>).
- Ελευθερίου, Π.Π. (2005). Στατιστική μοντελοποίηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Η περίπτωση της πόλης της Μυτιλήνης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Λιολιούσης, Κ.Θ. (2009). Βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Εκδόσεις Διάυλος, Αθήνα (ISBN 978-960-531-252-7).
- Κοντογιαννάτος, Α. (2005). Ηλεκτρομαγνητική Επιβάρυνση και Δοσομετρία από την Κινητή Τηλεφωνία και άλλες Πηγές Ακτινοβολίας. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικής, Παράρτημα Χανίων, Χανιά.
- Μαργαρίτης, Λ.Χ., Παναγόπουλος, Δ.Ι. (2000). Βιολογικές επιπτώσεις από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων. Scientific American (Ελληνική έκδοση), Β(23), 43-50.
- Μαργαρίτης, Λ.Χ., Ζηνέλης, Σ.Α. (2008). Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητής τηλεφωνίας. Archives of Hellenic Medicine, 25(4), 415-417.
- Ντελέζος, Κ., Σαραντοπούλου, Κ., Χαλκιαδάκη, Μ., Ψαρίδης, Κ. (2006). Κινητή Τηλεφωνία και Υγεία – Παρόν και Μέλλον. Πτυχιακή Εργασία στο Μ.Π.Σ. «Υγιεινή & Ασφάλεια της Εργασίας» Υγεία-Νόσος. ΔΠΘ - Τμήμα Ιατρικής, ΤΕΙ Αθήνας - Τμήματα Δημόσιας Υγιεινής & Νοσηλευτικής Α', Αθήνα.
- Παναγόπουλος, Δ.Ι. και Μαργαρίτης, Λ.Χ. (2008). Μηχανισμός δράσης ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στα κύτταρα. Ένα μονοπάτι κυτταρικού θανάτου. 1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή για τις επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας, Θεσσαλονίκη, 24-25 Μαΐου 2008.
- Πρόδρομος, Π.Ε. (2005). Στατιστική μοντελοποίηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον.
- Χουτζαίος, Γ.Μ. (2007). Οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες και οι επιδράσεις τους στον άνθρωπο - Το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνόμπιλ. Μυτιλήνη (ISBN 978-960-631-184-0).

### Διεθνής Βιβλιογραφία

- Adikofer, F. (2006). Lessons from the REFLEX (Risk evaluation of potential environmental hazards from low energy electromagnetic field exposure using sensitive *in vitro* methods) study on biological effects of radiofrequency electromagnetic fields. In: RFID Workshop, Session 4, 2<sup>nd</sup> June 2006.

- ANSI (American National Standards Institute) (1982). Safety Levels with respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 300kHz to 100GHz. Report No. ANSI C95.1-1982, (The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc., New York).
- Balmoni, A. (2005). Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork (*Ciconia-ciconia*). *Electromagnetic Biology and Medicine*, 24, 109-119 (doi: 10.1080/15368370500205472).
- Bawin, S.M. and Adey, W.R. (1976). Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 73(6), 1999-2003.
- Bawin, S.M., Adey, W.R. and Sabbot, I.M. (1978). Ionic factors in release of  $^{45}\text{Ca}^{2+}$  from chick cerebral tissue by electromagnetic fields. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 75(12), 6314-6318.
- Blackman, C.F., Benane, S.G., Elder, J.A., House, D.E., Lampe, J.A. and Faulk, J.M. (1980). Induction of calcium - ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: Effect of sample number and modulation frequency on the power - density window. *Bioelectromagnetics*, 1(1), 35-43.
- Borbély, A.A., Huber, R., Graf, T., Fuchs, B., Gallmann, E., Achermann, P. (1999). Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. *Neuroscience Letters*, 275(3), 207-210.
- Braune, S., Wrocklage, C., Raczek, J., Gailus, T., Lüchting, C.H. (1998). Resting blood pressure increase during exposure to radio-frequency electromagnetic field. *Lancet*, 351, 1857-1858.
- Byus, C.V., Lundak, R.L., Fletcher, R.M., Adey, W.R. (1984). Alterations in protein kinase activity following exposure of cultured lymphocytes to modulated microwave field. *Bioelectromagnetics*, 5(3), 341-351.
- Dutta, S.K., Subramaniam, A., Ghosh, B., Parshad, R. (1984). Microwave radiation - induced calcium ion efflux from human neuroblastoma cells in culture. *Bioelectromagnetics*, 5(1), 71-78.
- Eger, H., Hagen, K.U., Lucas, B., Vogel, P., Voit, H. (2004). The influence of being physically near to a cell phone transmission mast on the incidence of cancer. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft*, 17(4), 1-7.
- Freude, G., Ullsperger, P., Eggert, S., Ruppe, I. (1998). Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials. *Bioelectromagnetics*, 19(6), 384-387.
- Gandhi, O.P., Lazzi, G. and Furse, C.M. (1996). Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 44(10), 1884-1897.
- Goldsmith, J.R. (1995). Where the trail leads: Ethical problems arising when the trail of professional work lead to evidence of cover-up of serious risk and misrepresentation of



- scientific judgement concerning human exposures to radar. *Eubios Journal of Asian and International Bioethics*, 5, 92-95.
- Goodman, E.M., Greenebaum, B. and Marron, M.T. (1995). Effects of Electromagnetic Fields on Molecules and Cells. *International Review of Cytology*, 158, 279-338.
- Hardell, L., Näsman, A., Pålsson, A., Hallquist, A., Hansson Mild, K. (1999). Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: A case-control study. *International Journal of Oncology*, 15(1), 113-116.
- Hardell, L., Hallquist, A., Hansson Mild, K., Carlberg, M., Gertzén, H., Schildt, E.B., Dahlgvist, Å. (2004). No association between the use of cellular and cordless telephones and salivary gland tumours. *Occup. Environ. Med.*, 61, 675-679.
- Hardell, L., Hansson Mild, K., Carlberg, M., Söderqvist, F. (2006). Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones. *World Journal of Surgery Oncology*, 11, 4:74 (doi: [10.1186/1477-7819-4-74](https://doi.org/10.1186/1477-7819-4-74)).
- Hardell, L., Carlberg, M., Hansson Mild K. (2006a). Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 79(8), 630-639.
- Hardel, L., Walker, M.J., Walhjalt, B., Friedman, L.S., Richter, E.D. (2007). Secretties to industry and conflicting interests in cancer research. *Am. J. Ind. Med.*, 50, 227-233.
- Huss, A., Egger, M., Hug, K., Huwiler-Möntener, K., Rösli, M. (2007). Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systemic review of experimental studies. *Environmental Health Perspectives*, 115, 1-4.
- Hyland, G.J. (1998). Non-thermal bio effects induced by low intensity microwave irradiation of living systems. *Engineering Science and Education Journal*, 7, 261-269.
- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) (1988). Guidelines on limits of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 100kHz to 300GHz. *Health Physics*, 75(4), 115-123.
- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) (1998). Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields Up to 300GHz. *Health Physics*, 74(4), 508.
- IEEE (1992). IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio-Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300 GHz (IEEE C95.1-1991). The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York.
- Johansen, C., Boice, J.D. Jr., McLaughlin, J.K., Christensen, H.C., Olsen, J.H. (2002). Mobile phones and malignant melanoma of the eye. *British Journal of Cancer*, 86, 348-349.

- Krause, C.M., Sillanmäki, L., Koivisto, M., Häggqvist, A., Saarela, C., Revonsuo, A., Laine, M., Hämäläinen, H. (2000). Effects of electromagnetic field emitted by cellular telephones on the EEG during a memory task. *NeuroReport*, 11(4), 761-764.
- Lai, H., Singh, N.P. (1995). Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single - strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 16(3), 207-210.
- Lai, H., Singh, N.P. (1996). Single and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radio-frequency electromagnetic radiation. *International Journal of Radiation Biology*, 69(4), 513-521.
- Lin-Liu, S. and Adey, W.R. (1982). Low frequency amplitude modulated microwave fields change calcium efflux rates from synaptosomes. *Bioelectromagnetics*, 3(3), 309-322.
- Lönn, S., Ahlbom, A., Hall, P., Feychting, M.; Swedish Interphone Study Group. (2005). Long-term mobile phone use and brain tumor risk. *American Journal of Epidemiology*, 161(6), 526-535.
- Lönn, S., Ahlbom, A., Christensen, H.C., Johansen, C., Schüz, J., Edström, S., Henriksson, G., Lunfren, J., Wennerberg, J., Feychting, M. (2006). Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *American Journal of Epidemiology*, 164, 637-643.
- Luben, R.A., Cain, C.D., Chen, M.C.Y., Rosen, D.M., Adey, W.R. (1982). Effects of electromagnetic stimuli on bone and bone cells in vitro: Inhibition of responses to parathyroid hormone by low-energy, low-frequency fields. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 79(13), 4180-4184.
- Luben, R.A. (1991). Effects of low-energy electromagnetic fields, (pulsed and DC), on membrane signal transduction processes in biological systems. *Health Physics*, 61(1), 15-28.
- Magras, I.N. and Xenos, T.D. (1997). RF Radiation-Induced Changes in the Prenatal Development of Mice. *Bioelectromagnetics*, 18, 455-461.
- Malyapa, R.S., Ahern, E.W., Straube, W.L., Moros, E.G., Pickard, W.F. and Roti Roti, J.L. (1997). Measurement of DNA Damage after Exposure to Electromagnetic Radiation in the Cellular Phone Communication Frequency Band, (835.62 and 847.74 MHz). *Radiation Research*, 148(6), 618-627.
- Mann, K., Röschke, J. (1996). Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. *Neuropsychobiology*, 33(1), 41-47.
- Michaelson, M.S. (1991). Biological Effects of radio-frequency radiation: concepts and criteria. *Health Physics*, 61(1), 3-14.
- Moulder, J.E., Erdreich, L.S., Malyapa, R.S., Merritt, J., Pickard, W.F., Vijayalaxmi. (1999). Cell Phones and Cancer: What is Evidence for a Connection?”, *Radiation Research*, 151(5), 513-531.



- Navarro, E.A., Segura, J., Gómez-Perretta, C., Portolés, M., Maestu, C., Bardasano, J.L. (2003). About the effects of microwave exposure from cellular phone base stations: A first approach. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 22, 161-169.
- NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements) (1995). *Biological Effects and Exposure Criteria for Radiofrequency Electromagnetic Fields*. NCRP Report No. 86, Bethesda, Maryland, USA.
- Oberfeld, G., Navarro, E.A., Portolés, M., Maestu, C., Gómez-Perretta, C. (2004). The microwave syndrome-further aspects of a Spanish study. *Proceedings of the International Conference on Biological Effects of EMF*, Kos Island, Greece.
- Panagopoulos, D.J., Karabarbounis, A., Margaritis, L.H. (2004). Effect of GSM 900-MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 23(1), 29-43.
- Reiser, H.-P., Dimpfel, W., Schober, F. (1995). The influence of electromagnetic fields on human brain activity. *European Journal of Medical Research*, 1(1), 27-32.
- Rothman, K.J. (2000). Epidemiological evidence on health risks of cellular telephones. *Lancet*, 356, 1837-1840.
- Santini, R., Santini, P., Danze, J.M., Le Ruz, P., Seigne, M. (2002). Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: Influences of distance and sex. *Path. Biol.*, 50, 369-373.
- Stang, A., Anastassiou, G., Ahrens, W., Bromen, K., Bornfeld, N., Jöckel, K.H. (2001). The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology*, 12(1), 7-12.
- The INTERPHONE Study Group (2010). Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology*, 39, 675-694 (doi: 10.1093/ije/dyq079).
- Tisal, J. (1998). *GSM Cellular Radio Telephony*. J. Wiley & Sons, West Sussex, England.
- WHO - World Health Organization (1993). *Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz)*. Environmental Health Criteria, Vol. 137. Geneva, World Health Organization.

#### Δικτυακοί τόποι

<http://www.explain.gr/index.php/2009-12-24-19-40-34/51-2009-12-24-20-11-24/>

[http://maradclub.blogspot.com/2010/03/blog-post\\_704.html](http://maradclub.blogspot.com/2010/03/blog-post_704.html)

[http://www.eett.gr/opencms/opencms/admin/downloads/Informative\\_Documentation/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](http://www.eett.gr/opencms/opencms/admin/downloads/Informative_Documentation/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf)

[http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_KINHTA-final.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_KINHTA-final.pdf)

<http://kyttariki.biol.uoa.gr/MOBILE-PHONES/ERMHS-MARGARITIS-teliko7-07-07-05.htm>

<http://www.medlook.net/category.asp?category=206>

<http://www.ergoprolipsis.gr/uploads/news/id10/radiation.pdf>

<http://www.acapus.com>

<http://www.hjn.gr>

<http://aktinovolia.net23.net/index.php/2012-10-31-15-09-01/2012-10-31-17-03-22.html>

[EMF-NET European Fast Response Team on EMF and Health - http://emf-net.isib.cnr.it](http://emf-net.isib.cnr.it)

