



## Οι μη ιονίζουσες ακτινοβολίες των κινητών και οι αρνητικές τους επιδράσεις

**Αθανασίου Έκτορας<sup>1</sup>, Γούλα Μαρία<sup>1</sup>, Κλαδάς Αθανάσιος<sup>1</sup>,  
Κοτσαβασίλογλου Λήδα<sup>1</sup>, Μαρκούδης Ευάγγελος<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Γενικό Λύκειο Αριστοτελείου Κολλεγίου Θεσσαλονίκης  
[lykeio@aristotelio.edu.gr](mailto:lykeio@aristotelio.edu.gr)

**Ιακωβίδης Γιώργος<sup>1</sup>, Παπαχρήστου Μαρία<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Φυσικός, Αριστοτέλειο Κολλέγιο  
[giako@physics.auth.gr](mailto:giako@physics.auth.gr)

<sup>2</sup>Φιλολόγος, Αριστοτέλειο Κολλέγιο  
[mary.papa.christou@hotmail.com](mailto:mary.papa.christou@hotmail.com)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα κινητά τηλέφωνα επικρίνονται έντονα στις μέρες μας, καθώς χρησιμοποιούνται ευρέως από όλες τις ηλικίες, λόγω της εκπομπής ακτινοβολίας. Οι ακριβείς συνέπειές τους στην ανθρώπινη υγεία δεν έχουν ακόμα αποσαφηνιστεί από την επιστημονική κοινότητα. Αντιθέτως, πολλά είναι γνωστά για τη φύση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, η οποία αποτέλεσε και το κίνητρο αυτής της εργασίας. Αρχικά διερενηήσαμε τις διαφορές στα φυσικά χαρακτηριστικά μεταξύ των μη ιονιζουσών και ιονιζουσών ακτινοβολιών και επικεντρωθήκαμε στις πρώτες. Εστίασαμε στον τρόπο εκπομπής των κεραιών κινητής τηλεφωνίας και με τη βοήθεια του εργαστηρίου Ραδιοεπικοινωνιών του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. πραγματοποιήσαμε δυο πειράματα σχετικά με την ταυτοποίηση δικτύου και την μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου με την απόσταση. Επιπλέον, εξαιτίας της ευρείας χρήσης των κινητών από ανθρώπους όλων των ηλικιών, η ομάδα μας διεξήγαγε μια έρευνα με ερωτηματολόγια, έχοντας ως στόχο την αποτύπωση της γνώσης των πολιτών σχετικά με τους κινδύνους που κρύβουν τα κινητά. Επιπρόσθετα, σχεδιάσαμε έναν χάρτη που απεικονίζει όλες τις κεραιές κινητής τηλεφωνίας στη Θεσσαλονίκη. Όπως λοιπόν είδαμε, αμφότερα τα είδη ακτινοβολιών έχουν αρνητικές συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό. Η χρήση blue-tooth και hands-free είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθότι η ένταση του πεδίου μειώνεται με την απόσταση. Η έρευνα μέσω των ερωτηματολογίων έδειξε ότι λίγοι χρησιμοποιούν αυτές τις εναλλακτικές και ακόμα λιγότεροι προσέχουν το δείκτη SAR του κινητού τους πριν προβούν σε αγορά ή γνωρίζουν την αύξηση της ισχύος της ακτινοβολίας σε μικρούς χώρους.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** μη ιονίζουσες ακτινοβολίες, κεραιές κινητής τηλεφωνίας, δείκτης SAR.

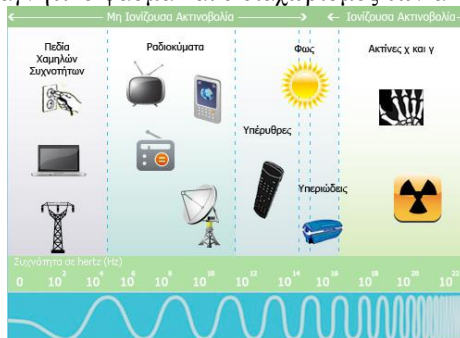
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας σε όλα τα πιθανά επίπεδα, η κινητή τηλεφωνία συνεχίζει να εκπλήσσει με την ανάπτυξη της. Αν και οι επιπτώσεις της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας δεν έχουν εξακριβωθεί, ξέρουμε ότι πολλές θεωρίες διατυπώθηκαν, με απώτερο σκοπό την βελτίωση του κινητού τηλεφώνου, έτσι ώστε να αποφευχθεί η βλαβερή του επίδραση στον άνθρωπο. Στόχος της εργασίας μας είναι να διερευνήσουμε κατά πόσο η επικινδυνότητα του κινητού μπορεί να μειωθεί και αν η συμπεριφορά των ανθρώπων προς αυτήν είναι η κατάλληλη. Χρησιμοποιήσαμε ποικίλα ερευνητικά μέσα, όπως ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις με ειδικούς, κάναμε πειράματα και βιβλιογραφική αναζήτηση.

### Ορισμός και είδη ακτινοβολίας

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι η εκπομπή και η διάδοση ενέργειας σε κυματική μορφή στο χώρο ή μέσω κινούμενων υποατομικών σωματιδίων (δυαδική υπόσταση). Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται τόσο μέσα στο κενό (με την ταχύτητα του φωτός) όσο και μέσα στην ύλη. Προκειμένου να χαρακτηριστεί ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα θα πρέπει να είναι γνωστή η συχνότητά του ( $f$ ), μέσω της οποίας βρίσκεται η ενέργεια από τη σχέση  $E=h \cdot f$ , όπου  $h$  η σταθερά Planck. Ανάλογα με τις επιπτώσεις της στην ύλη, η ακτινοβολία χωρίζεται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: τις ιονίζουσες και μη ιονίζουσες ακτινοβολίες.

**Σχήμα 1:** Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και ο διαχωρισμός των ακτινοβολιών (ΦΑΣΜΑ)



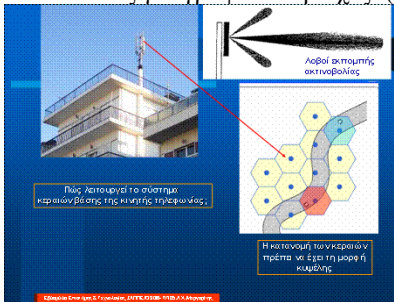
Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι αυτές οι οποίες με την ενέργεια τους μεταδίδονται στην ύλη και διασπών βιοχημικούς δεσμούς, με αποτέλεσμα την παραγωγή ιόντων (ιονισμός της ύλης) όπως οι ακτίνες X, ακτινοβολία  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Στην εργασία μας όμως δεν θα ασχοληθούμε με τις ιονίζουσες αν και είναι αυτές με την υψηλότερη επικινδυνότητα στον ανθρώπινο οργανισμό.

Αντίθετα, οι μη ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι ηλεκτρομαγνητικές και παρόλο που μεταφέρουν ελάχιστη ενέργεια έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι εξής τύποι ακτινοβολιών: υπεριώδης, ορατή, υπέρυθρη, καθώς και ραδιοκύματα από σταθμούς βάσης. Στην παρούσα έρευνα θα ασχοληθούμε με τις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες των κινητών τηλεφώνων.

## Οργάνωση λειτουργίας κινητής τηλεφωνίας

Χάρη στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, οι κεραιές έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν τη φωνή, τα μηνύματα και ό,τι επιθυμεί να στείλει ο χρήστης του κινητού σε ένα μεγάλο εύρος περιοχών. Αν και οι κεραιές αυτές δεν εκπέμπουν σε κυκλική τροχιά, στοχεύουν σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις, με αποτέλεσμα την κάλυψη της ακτινοβολίας των σταθμών-βάσεων. Ο σταθμός-βάση είναι η περιοχή της εγκατάστασης μιας κεραιάς, με σκοπό την υποστήριξη του ασύρματου δικτύου της. Αυτό σημαίνει ότι η ηλεκτρομαγνητική της δύναμη κατευθύνεται σε όλα τα πιθανά επίπεδα ακτινοβολίας.

**Σχήμα 2:** Η κατανομή κεραιών πρέπει να έχει το σχήμα κυψέλης ώστε να καλύπτουν το σήμα κινητών ακόμα και σε δύσκολες γεωγραφικά περιοχές. (Μαργαρίτης Λ Χ, 2005)



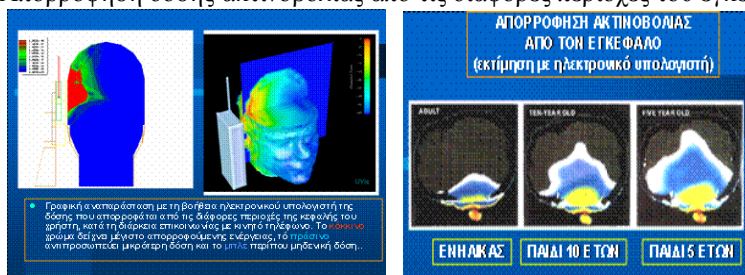
Σχετικά με την ασφάλεια της έκθεσης στις ραδιοσυχνότητες (ακτινοβολία RF), έχει αποδειχτεί ότι η προστασία μας από τις κεραιές είναι ανάλογη της ισχύος της λήψης/εκπομπής ακτινοβολίας, της κατεύθυνσης της και της απόστασης που διατηρείται από τον άνθρωπο και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Όσον αφορά το νομικό πλαίσιο, οι αρμόδιοι να κρίνουν πού και πώς πρέπει να τοποθετηθεί μια κεραία, όπως άνθρωποι της Ε.Ε.Τ.Τ. (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων), ισχυρίζονται ότι ακόμα και αν μια ομάδα τοποθέτησης έχει άδεια, αυτή μπορεί να ανακληθεί. Αυτό γίνεται στην περίπτωση που το όριο εκπομπής ακτινοβολίας έχει ξεπεραστεί. (ΕΕΤΤ) Επίσης, για να τοποθετηθεί μια κεραία, απαιτείται η Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων από την Γενική Γραμματεία της Περιφέρειας, καθώς και η συγκατάθεση της ενίοτε Πολεοδομικής Υπηρεσίας.

## Επιπτώσεις στην υγεία

Το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει παλμική ασύρματη ακτινοβολία συχνότητας 900-3300 MHz τη στιγμή της ομιλίας. Η υπερβολική χρήση του κινητού τηλεφώνου σε συνταίριασμα με την ήδη υπάρχουσα έκθεση σε άλλα είδη ακτινοβολίας μπορεί μακροπρόθεσμα να οδηγήσουν σε προβλήματα υγείας τον χρήστη. Ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του εγκεφάλου είναι 20% μεγαλύτερος σε αυτούς που χρησιμοποιούν κινητό πάνω από δέκα χρόνια και 200% μεγαλύτερος όταν μιλάμε στο τηλέφωνο κρατώντας το από την ίδια πλευρά του κεφαλιού. (Σαμαράς, χ. η.)

**Σχήμα 3:** Απορρόφηση δόσης ακτινοβολίας από τις διάφορες περιοχές του εγκεφάλου



και σύγκριση της απορρόφησης ενηλίκων με παιδιά. (Μαργαρίτης Λ Χ, 2005)

Από έρευνες που έγιναν σχετικά με την ακτινοβολία κάτω από τα νόμιμα όρια ασφαλείας, υπήρξαν συμπτώματα όπως συστηματικές κεφαλαλγίες, αμνησία, κόπωση, νευρολογικές διαταραχές, δερματικές παθήσεις και υπογονιμότητα. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν προβλήματα όπως έλλειψη συγκέντρωσης, αϋπνίες και περιπτώσεις καλοήθους όγκου στο ακουστικό νεύρο. Τα αποτελέσματα των ερευνών δεν καταλήγουν απαραίτητα στο ότι όλοι όσοι χρησιμοποιούν κινητό, θα εμφανίσουν κάποιο από τα παραπάνω συμπτώματα.

Τα όρια ασφαλείας που έχουν οριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι 2 Watt/Kg (EEAE) στην περίπτωση του εγκεφάλου, ενώ για το σώμα είναι μόλις 0,08. Επομένως, είναι καλό το μελλοντικό κινητό του χρήστη να μην πλησιάζει το όριο των 2 Watt/Kg. Η ακτινοβολία του τηλεφώνου αυξάνεται, όταν χρησιμοποιείται σε κλειστό χώρο. Αυτό συμβαίνει γιατί το σήμα είναι περιορισμένο και η σύνδεση με το δίκτυο είναι δυσκολότερη. Οι θήκες, σύμφωνα με τις εταιρίες δικτύων κινητής τηλεφωνίας, δεν προστατεύουν αποτελεσματικά. Η άποψη αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι, όταν το κινητό είναι μέσα σε θήκη, αναγκάζεται να εκπέμψει μεγαλύτερη ακτινοβολία για να βρει σήμα.

### **Μεγέθη που χρησιμοποιήσαμε**

Κάποια μεγέθη τα οποία συναντήσαμε στην έρευνά μας είναι: η ένταση (**E**) του ηλεκτρικού πεδίου που μετριέται σε V/m (Βόλτ ανά μέτρο) και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ακτινοβολίας των ρευματοφόρων καλωδίων. Τέλος ο δείκτης **SAR** (Specific Absorption Rate) προβλέπει τον ρυθμό απορρόφησης της ακτινοβολίας, είναι δηλαδή η τιμή που προκύπτει μετά από υπολογισμούς για την ποσότητα της ενέργειας που απορροφάται από τον ανθρώπινο ιστό. (Μαργαρίτης Λ Χ *et al*, 2005)

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Στην αρχή της ερευνητικής διαδικασίας και παράλληλα με τη βιβλιογραφική έρευνα που διεξήγαμε, επιδιώξαμε να έρθουμε σε επαφή με ανθρώπους που ασχολούνται με τις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες. Συγκεκριμένα, πήραμε συνέντευξη από τον αναπληρωτή καθηγητή Σαμαρά Θεόδωρο του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και από ακτινοφυσικούς των ιονίζουσών και μη ιονίζουσών ακτινοβολιών, όπως οι κυρίες Ξενίδου Έφη και Παρασκευοπούλου Νάγια και ο κύριος Ξάνθης Στάθης, ακτινοφυσικός της Wind. Επίσης, συντάξαμε ερωτηματολόγιο το οποίο μοιράσαμε σε ενήλικα άτομα σχετικά με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου. Επισκεφθήκαμε το εργαστήριο Ραδιοεπικοινωνιών του τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. και με τη βοήθεια μεταπτυχιακών φοιτητών του τμήματος πραγματοποιήσαμε δυο πειράματα, τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω. Τέλος, σε μια προσπάθεια να ενημερώσουμε τους συμμαθητές μας για τη σωστή χρήση του κινητού και να λυθούν αρκετές απορίες σχετικά με τις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες (κινητά, ασύρματα δίκτυα) καλέσαμε στο σχολείο μας τον κο Σαμαρά Θεόδωρο και μίλησε στους μαθητές της Γ' Γυμνασίου και της Α' λυκείου.

### **Υλικά και μεθοδολογία πειράματος: ταυτοποίηση δικτύου**

Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκε μια κεραία και ένας μετρητής συχνότητας, καθώς και κινητά με διαφορετικές συνδέσεις. Καλούσαμε με το κάθε κινητό και ένας

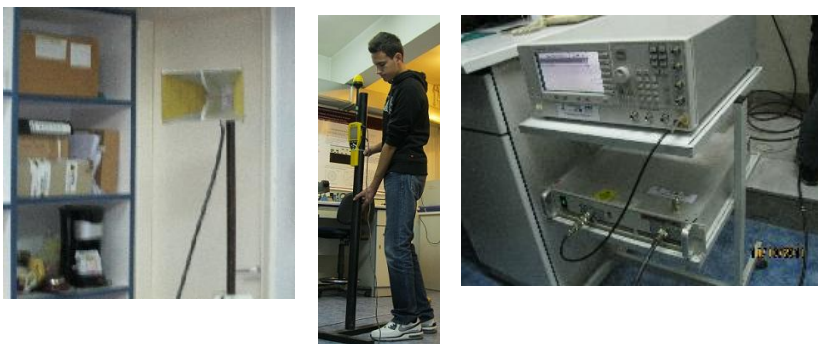
φασματογράφος ROHDE & SCHWARZ FSH3 κατέγραφε τη συχνότητα εκπομπής της κλήσης του κινητού μέσω μιας κεραίας. Από τον πίνακα των γνωστών συχνοτήτων, εντοπίζαμε την εταιρία της κινητής τηλεφωνίας με την οποία είχε σύνδεση το συγκεκριμένο κινητό. Αυτό πραγματοποιήθηκε για 4 κινητά. Το φάσμα που καταγραφόταν από τον μετρητή ήταν σχεδόν γραμμικό.

**Σχήμα 4:** Φασματογράφος ROHDE & SCHWARZ FSH3



**Υλικά και μεθοδολογία πειράματος: εξάρτηση E – απόστασης d από την πηγή**

**Σχήμα 5:** Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο δεύτερο πείραμα



Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν είναι ένας ακτινοβολητής, ένας μετρητής Narda Broadband Field μαζί με probe, ένα ενισχυτής σήματος, ένα στατό στήριξης, ένας υπολογιστής και ένα μέτρο. Το συγκεκριμένο probe ανιχνεύει ηλεκτρικά πεδία συχνοτήτων από 100 KHZ μέχρι 3 GHZ και έχει υψηλή ακρίβεια της τάξης των 0,2 V/m και πολύ καλή γραμμικότητας. Είναι ισοτροπικό και καλύπτεται από ένα υλικό προκειμένου να προστατευτούν οι αισθητήρες. Προκειμένου να μετρήσουμε σωστά την απόσταση, κολλήσαμε στο πάτωμα ένα μέτρο στο οποίο μετακινούσαμε το στατό με τα όργανα. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν από 1,5m μέχρι 3,5m με βήμα 0,5m, για κάθε απόσταση λαμβάναμε περίπου 100 μετρήσεις μια ανά δευτερόλεπτο.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### **Ερωτηματολόγια**

Με τα ερωτηματολόγια, ερευνήσαμε την γνώση των ανθρώπων σχετικά με τον κίνδυνο των κινητών. Αποδείχτηκε πως: οι περισσότεροι άντρες δεν ήξεραν τη διαφορά

ανάμεσα στις ιονίζουσες και μη ιονίζουσες ακτινοβολίες. Επιπλέον, 2 στους 3 δεν είχαν λάβει υπόψη τους τον δείκτη ακτινοβολίας SAR του κινητού τους, όταν έκαναν την αγορά. Οι περισσότεροι (το 76,2 %) δε χρησιμοποιούν blue-tooth ή hands-free, ενώ 62 % δε γνωρίζει ότι η ακτινοβολία σε κλειστούς χώρους πολλαπλασιάζεται. Παρόλα αυτά το 67% δεν θα άφηναν τα παιδιά τους να χρησιμοποιούν το κινητό. Τέλος, ο μέσος όρος τον οποίο μιλούν στο κινητό τους οι άντρες είναι 2,5 ώρες την ημέρα.

Οι 9 στις 10 γυναίκες δεν διαχωρίζουν τις ιονίζουσες από τις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες. Το 63,6% δεν έμαθε το δείκτη SAR του κινητού πριν το αγοράσει και το 54,5% δεν χρησιμοποιεί εναλλακτικές λύσεις για ασφαλή χρήση του κινητού. Σχετικά με την μεγέθυνση της ενέργειας της ακτινοβολίας σε μικρούς χώρους, το 59,1% έχει άγνοια επί του θέματος και το 54,5% δεν θα επέτρεπε τη χρήση κινητού από παιδιά. Στην τελευταία ερώτηση αποδείχτηκε πως ο μέσος όρος χρήσης κινητού από τις ίδιες είναι 1,5 ώρα την ημέρα. Παρακάτω απεικονίζεται ο χάρτης που ετοιμάσαμε με τις κεραιές κινητής τηλεφωνίας.

**Σχήμα 6:** Χάρτης απεικόνισης κεραιών



- 1- Σταθμός μέτρησης: 2ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο
- 2- Σταθμός μέτρησης: Βόλου 3
- 3- Σταθμός μέτρησης: Νέο Κτίριο Σ.Θ.Ε. Α.Π.Θ.
- 4- Σταθμός μέτρησης: Αλ. Μιχαηλίδη 24
- 5- Σταθμός μέτρησης: Γήπεδο Απόλλωνα Καλαμαριάς
- 6- Σταθμός μέτρησης: Κοιμητήρια Καλαμαριάς
- 7- Σταθμός μέτρησης: Αγίας Παρασκευής 48
- 8- Σταθμός μέτρησης: Αεροδρόμιο Μακεδονία
- 9- Σταθμός μέτρησης: Παιδικός Σταθμός Συκεών - Επταπυργίου

### Συνεντεύξεις

Ο κύριος Σαμαράς που ασχολείται με το αντικείμενο εδώ και 20 χρόνια διατείνεται ότι η δουλειά του δεν είναι καθόλου επικίνδυνη, διότι γνωρίζει τους κανόνες προστασίας. Προσωπικά δεν έρχεται σε συχνή επαφή με μετρήσεις σε κεραιές αλλά μια φορά τον μήνα περίπου. Μας είπε ότι η Ε.Ε.Α.Ε. (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας), κάνει δειγματοληπτικούς ελέγχους, ενώ για συλλογικούς τομείς, οι έλεγχοι γίνονται μετά από αίτηση. Αυτεπάγγελτα γίνονται μόνο για ερευνητικούς λόγους. Οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας έχουν ειδικούς που συμβουλευόταν πριν την τοποθέτηση οποιασδήποτε κεραιάς.

Η κυρία Νάγια Παρασκευοπούλου (ακτινοφυσικός) υποστηρίζει ότι αν και οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι οπωσδήποτε πιο επικίνδυνες, δεν πρέπει να αγνοούνται τα όρια και οι επιδράσεις των μη ιονίζουσών. Επίσης, πιστεύει ότι τυπικά οι νόμοι που έχουν ψηφιστεί από το κράτος για την έκθεση των πολιτών στην ακτινοβολία είναι οι σωστοί (με βάση τα Ευρωπαϊκά πρότυπα), αλλά πρέπει να εφαρμοστούν για να έχουν θετικά αποτελέσματα. Τέλος, θεωρεί ότι η άγνοια των πολιτών για τα κινητά είναι ανάλογη με το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιούν εναλλακτικές λύσεις, όπως το blue-tooth.

Η κυρία Έφη Ξενίδου, ακτινοφυσικός της Βιοκλινικής, εξηγεί ότι στην περίπτωση των ιονίζουσών ακτινοβολιών ξέρουμε τις επιπτώσεις, ενώ στις μη ιονίζουσες οι συνέπειες διερευνώνται ακόμα. «Οι μη-ιονίζουσες ακτινοβολίες έχουν αποτελέσματα

τοπικά και μόνο για τον χρόνο στον οποίο ενεργούν». Όσον αφορά τη χρήση ή όχι bluetooth από τους πολίτες, πιστεύει ότι η αμάθεια είναι απόλυτα σχετική και πρέπει οπωσδήποτε να διορθωθεί.

Ο κύριος Στάθης Ξάνθης, ακτινοφυσικός της εταιρίας κινητής τηλεφωνίας Wind στην ερώτηση για το αν πιστεύει ότι η χρήση κινητού από παιδιά είναι καταδικαστέα απάντησε πως, εφόσον ο εγκέφαλος ενός παιδιού είναι ακόμα υπό ανάπτυξη, θα έπρεπε να γίνεται εύλογη χρήση της συσκευής όχι μόνο από το ίδιο, αλλά και από τους γονείς του. Επιπλέον, ελπίζει ότι η χρήση των τεχνολογικών μέσων προστασίας θα ξεκινήσει σύντομα, καθώς οι άνθρωποι ενημερώνονται πλέον όλο και περισσότερο.

### Πειραματικό μέρος: ταυτοποίηση δικτύου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων απεικονίζονται στον πίνακα 1 που ακολουθεί. Όπως φαίνεται από τις μετρήσεις υπάρχει 100 % συνέπεια των συχνοτήτων που είναι δηλωμένα ότι χρησιμοποιούν οι πάροχοι κινητής τηλεφωνίας με αυτές που τελικά χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα πειράματος ταυτοποίησης δικτύου

Παροχέας κινητής τηλεφωνίας	Πειραματική μέτρηση συχνότητας	Εύρος συχνοτήτων που ανήκει	Επιβεβαίωση
VODAFONE	1747 MHz	1745-1760	Ναι
COSMOTE	1775 MHz	1760-1785	Ναι
WIND	1742 MHz	1735-1745	Ναι
COSMOTE	885 MHz	885-890	Ναι

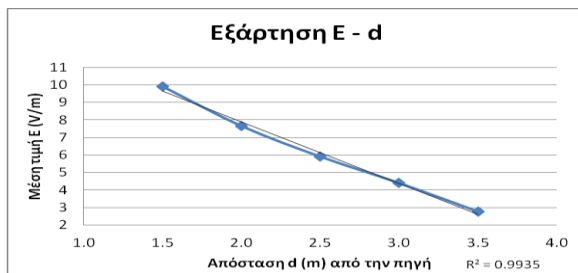
### Πειραματικό μέρος: εξάρτηση E – απόστασης d από την πηγή

Επειδή κρίθηκε ανούσιο να αποτυπωθούν όλες οι μετρήσεις (100 ανά σημείο) της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου ανά απόσταση, για αυτό υπολογίστηκε ο μέσος όρος αλλά και η τυπική απόκλιση ανά σημείο μέτρησης από την πηγή. Οι μετρήσεις φαίνονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα εξάρτησης E - d

Απόσταση d (m)	Μέσος όρος E (V/m)	Τυπική απόκλιση
1,5	9,92	0,02
2	7,66	0,07
2,5	5,91	0,03
3	4,4	0,03
3,5	2,77	0,1

Σχήμα 7: Γράφημα εξάρτησης έντασης ηλεκτρικού πεδίου - απόστασης



Σύμφωνα με τη θεωρία (Αλεξίου Γ, 2010) η ένταση  $E$  του ηλεκτρικού πεδίου εξαρτάται από την ακτινοβολούμενη ισχύ ( $P_t$ ) και από την απόσταση  $d$  σύμφωνα με τη σχέση:

$$E = \frac{\sqrt{30P_t}}{d}$$

Επομένως αποτυπώνεται και πειραματικά ότι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι αντίστροφα ανάλογη της απόστασης από την πηγή. Από τις μικρές τιμές της τυπικής απόκλισης πιστοποιείται η καλή επαναληψιμότητα του πειράματος και από την τιμή του  $R^2$  η καλή γραμμικότητα στη σχέση  $E$  και  $d$ .

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι με τους οποίους οι χρήστες κινητών τηλεφώνων μπορούν να προφυλαχτούν από τις συνέπειες των κινητών. Μια πρόταση είναι η χρήση του ενσύρματου hands-free ή ασύρματου blue-tooth, που μειώνουν τις συνέπειες. Επίσης, σημαντική είναι η σωστή τοποθέτηση του κινητού όπως το να αποφεύγουν να το βάζουν στην τσέπη τους (ΕΕΑΕ). Αν ωστόσο αυτό φαίνεται απαραίτητο, είναι σκόπιμο η πίσω επιφάνεια του κινητού να μην εφάπτεται στο σώμα, αφού αυτή είναι η πλευρά από όπου τα κινητά εκπέμπουν τη μέγιστη ένταση ακτινοβολίας. Η ηλεκτρομαγνητική θωράκιση του κινητού τηλεφώνου από την πλευρά που βρίσκεται πιο κοντά στον εγκέφαλο επίσης βοηθά. Βέβαια, σε κάθε περίπτωση χρειάζεται ορθολογική χρήση του από όλους και ιδιαίτερα τα μικρά παιδιά. Για το λόγο αυτό σημαντική κρίνεται και η ενημέρωση για τους κινδύνους από την ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου : τα Μ.Μ.Ε. , το σχολείο, η οικογένεια, αλλά και ευρύτερες κοινωνικές ομάδες μπορούν να κινητοποιηθούν συντονισμένα για γίνουν γνωστές λανθασμένες αντιλήψεις των ανθρώπων για την ακτινοβολία και το κινητό. Είναι λοιπόν απαραίτητο να υπάρχει από μέρους όλων των ανθρώπων Παιδεία και ορθολογισμός και όχι παιδονομικές πρακτικές, που να αφορισούν τη χρήση του κινητού και να απευθύνονται ακόμη και σε (τυπικώς) ώριμους ανθρώπους.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κο Σαμρά Θεόδωρο, τους μεταπτυχιακούς φοιτητές του εργαστηρίου Ραδιοεπικοινωνιών του Α.Π.Θ. για την πολύτιμη βοήθειά τους. Επίσης ευχαριστούμε για τις συνεντεύξεις τους ακτινοφυσικούς Έφη Ξενίδου, Νάγια Παρασκευοπούλου και Στάθη Ξάνθη.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεξίου Γ, Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος ‘*Ασύρματα ηλεκτρονικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα*’, 2010, Πανεπιστήμιο Πατρών, Κεφ 8: *εκπομπή και διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων*.

Μαργαρίτης Λ Χ με συνεργάτες, *Επίδραση ακτινοβολίας κινητής τηλεφωνίας: μετρήσεις – έρευνα, προτάσεις για μείωση της επικινδυνότητας*, 2005 <http://kyttariki.biolog.uoa.gr/>

Σαμαράς Θ, Το κινητό τηλέφωνο: ένας γνωστός μας άγνωστος, Παιδιατρική Βορείου Ελλάδος, Τεύχος 4, χ.η.

ΦΑΣΜΑ, Ερευνητικό έργο μέτρησης και ελέγχου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον, [www.fasmaprogram.gr](http://www.fasmaprogram.gr)

ΕΕΑΕ, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, Έντυπο κινητής τηλεφωνίας, [www.eeae.gr](http://www.eeae.gr)

ΕΕΤΤ, Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, [www.eett.gr](http://www.eett.gr)