

# Κινητή Τηλεφωνία: Μετρήσεις Ακτινοβολίας Σταθμών Βάσης

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων  
Εργαστήριο Συστημάτων Υπολογιστών και Επικοινωνιών

Του Δημοσθένη Βουγιούκα \*

## Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία

Ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια της ζωής του δέχεται συνεχώς ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας, τόσο από το φυσικό του περιβάλλον όσο και από τεχνητές πηγές. Η ακτινοβολία αυτή επιδρά πάνω του κατά τρόπο πολύπλοκο, άλλοτε ευεργετικό και άλλοτε επιβλαβή, εξαρτώμενο από το είδος της, την έντασή της και την ενέργεια που μεταφέρει. Οι ακτινοβολίες μπορούν σε πρώτη προσέγγιση να διακριθούν -με βάση την ενέργειά τους- σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις ιονίζουσες και τις μη ιονίζουσες.

● Ιονίζουσα είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει μεγάλη ενέργεια, ικανή να εισχωρήσει στην ύλη, να διασπάσει βίαια χημικούς δεσμούς και να προκαλέσει βιολογικές βλάβες σε ζώντες οργανισμούς. Ιονίζουσες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες είναι οι ακτινοβολίες X και γ.

● Μη ιονίζουσα είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει σχετικά μικρή ενέργεια, μη ικανή να προκαλέσει κατά την αλληλεπίδραση άμεσα ιονισμό, αλλά ικανή να προκαλέσει ηλεκτρικές, θερμικές ή χημικές επιδράσεις στα κύτταρα, άλλοτε ευεργετικές και άλλοτε επιβλαβείς για τη λειτουργία τους.

Οι δύο αυτές μεγάλες κατηγορίες ακτινοβολιών εμφανίζουν διαφορετικές ιδιότητες και κατ'επέκταση επιδρούν διαφορετικά στον άνθρωπο. Για το λόγο αυτό, οι τρόποι προστασίας από αυτές απαιτούν τελείως διαφορετική μεθοδολογία και μελετώνται από διαφορετικές ομάδες επιστημόνων. Η ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων (RF) των δικτύων ευρυεκπομπής (ραδιοφωνο/τηλεόραση), δικτύων κινητής τηλεφωνίας (GSM/UMTS), δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης (WiFi, WiMAX), μικροκυματικών δικτύων και ραντάρ, κατατάσσεται στη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.

## Όρια Ακτινοβολίας

Όταν ένας άνθρωπος εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η απορρόφηση της ενέργειας εξαρτάται από την ένταση και τη συχνότητα της ακτινοβολίας και από πολλούς άλλους παράγοντες, που έχουν να

κάνουν με τα χαρακτηριστικά του σώματός του (μέγεθος, βάρος, στάση κ.λπ.), αλλά και τις συνθήκες έκθεσης (συχνότητα, πόλωση, κατεύθυνση απ'όπου έρχεται η ακτινοβολία, αν είναι τοπική ή ολόσωμη έκθεση κ.ά.). Προκειμένου να υπάρξουν όρια που να εξασφαλίζουν την προστασία των ανθρώπων, ανεξαρτήτως των χαρακτηριστικών του σώματός τους, καθιερώθηκαν επίπεδα αναφοράς που προϋποθέτουν συνθήκες μέγιστης σύζευξης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με το εκτιθέμενο σε αυτήν άτομο, παρέχοντας έτσι έναν επιπλέον συντελεστή ασφαλείας. Τα επίπεδα αναφοράς είναι μεγέθη που περιγράφουν την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (ένταση ηλεκτρικού πεδίου, ένταση μαγνητικού πεδίου και πυκνότητα ισχύος) και μπορούν να συγκριθούν με μετρημένες τιμές. Η τήρηση των επιπέδων αναφοράς εξασφαλίζει σε κάθε περίπτωση και την τήρηση των βασικών περιορισμών για την απορροφούμενη ενέργεια. Επειδή οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στα διάφορα ασύρματα συστήματα είναι διαφορετικές, οι τιμές των επιπέδων αναφοράς δεν είναι ακριβώς οι ίδιες, αλλά διαφέρουν ανάλογα με το σύστημα, με επιβλαβέστερες για τον ανθρώπινο οργανισμό τις χαμηλές συχνότητες (ραδιοφώνου και τηλεόρασης).

Ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από το ανθρώπινο σώμα είναι το SAR (Specific Absorption Rate). Ο δείκτης αυτός αναφέρεται στο εγχειρίδιο χρήσης όλων των κινητών τηλεφώνων και πρέπει να είναι (για το κεφάλι) μικρότερος του 2 W/kg μάζας, όριο που έχει θεσπίσει η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας Μη Ιονίζουσας Ακτινοβολίας (ICNIRP). Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία (Νόμος 3431, ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006, «Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις»), στη χώρα μας έχουν τεθεί όρια για την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Τα όρια αυτά βασίστηκαν σε σχετική Σύσταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης [«Περί του περιορισμού της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0Hz – 300GHz)», L 199 (1999/519/EC), 30-7-1999] και μάλιστα είναι αυστηρότερα από τα οριζόμενα στην εν λόγω σύσταση κατά 70% και σε ειδικές περιπτώσεις 60.



Μετρήσεις ακτινοβολίας σε «πάρκο αντενών»



Σταθμοί μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

## Έρευνες, Μελέτες και Μετρήσεις από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ο έλεγχος τήρησης των ορίων ασφαλείας πραγματοποιείται με μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε σημεία κοντά σε κεραιοσυστήματα, όπου βρίσκονται στην ευθεία οπτικής επαφής με αυτά (π.χ. μπαλκόνια γειτονικών πολυκατοικιών) και σε χώρους όπου συναθροίζονται ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού (νηπιαγωγεία, νοσοκομεία κ.λπ.). Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται με πιστοποιημένο εξοπλισμό και από εξειδικευμένο προσωπικό. Στα πλαίσια των μετρήσεων, το Εργαστήριο Συστημάτων Υπολογιστών και Επικοινωνιών του Τμήματος Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων (ΜΠΕΣ) συμμετείχε με απόλυτη επιτυχία στις Διεργαστηριακές Συγκριτικές Μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών (H/M) πεδίων υψηλών συχνοτήτων που διοργάνωσε για

πρώτη φορά η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) το διήμερο 11 και 12 Φεβρουαρίου 2010. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με πιστοποιημένο εξοπλισμό μέτρησης (πεδιάμετρο), ακολουθώντας πρότυπες διαδικασίες μέτρησης και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων. Η επιτυχής ολοκλήρωση των Διεργαστηριακών Μετρήσεων αποτελεί για το Εργαστήριο αναγνώριση της επιστημονικής και αξιόπιστης μελέτης, για την οποία και αξιολογήθηκε θετικά από τον αρμόδιο εθνικό φορέα. Στα πλαίσια των μελετών αυτών, το Εργαστήριο έχει προβεί σε πληθώρα μετρήσεων H/M ακτινοβολίας, ενώ από το 2007 συμμετέχει σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα, σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, με σκοπό την αδιάλειπτη παρατήρηση και απεικόνιση στο διαδίκτυο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε διάφορες περιοχές του Αιγαίου. Για την πραγματοποίηση των

μετρήσεων γίνεται τοποθέτηση ενός δικτύου από σταθμούς μέτρησης σε σημεία που υπάρχει ιδιαίτερη ευαισθησία (π.χ. πανεπιστήμια, σχολεία, παιδικό σταθμό, νοσοκομεία). Το ολοκληρωμένο σύστημα μέτρησης και καταγραφής της ακτινοβολίας συλλέγει τις μετρήσεις από τους σταθμούς μέτρησης μέσω του δικτύου GSM, τις αποθηκεύει σε βάση δεδομένων και τις απεικονίζει σχεδόν σε πραγματικό χρόνο σε ιστοσελίδα του διαδικτύου ([www.pedion24.gr](http://www.pedion24.gr)), προσπελάσιμη από όλους τους πολίτες, εξασφαλίζοντας έτσι 24ωρη, αδιάλειπτη και έγκυρη ενημέρωση του κοινού, με σκοπό την απόδειξη της συμμόρφωσης ή μη προς τα μέτρα ασφαλείας που έχουν ψηφιστεί από το ελληνικό κοινοβούλιο. Από την πληθώρα των μετρήσεων που έχουν καταγραφεί, έχει αποδειχθεί ότι οι καταγεγραμμένες τιμές είναι αρκετές εκατοντάδες έως χιλιάδες φορές κάτω από τα όρια ασφαλείας.



## Μύθοι και πραγματικότητες

- **Η ακτινοβολία από τα κινητά τηλέφωνα και τους σταθμούς βάσης είναι ραδιενεργός;**  
Όχι, η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τα κινητά τηλέφωνα και τους σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας εντάσσεται στις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες, δηλαδή τις ακτινοβολίες που είναι αδύνατο να προκαλέσουν ιονισμό των μορίων και να διασπάσουν τους χημικούς δεσμούς.
- **Μπορεί ένα κινητό τηλέφωνο για βράσει αυγό ή να φτιάξει ποπ-κορν;**  
Η απάντηση και στα δύο είναι φυσικά «όχι». Το κινητό τηλέφωνο μπορεί να προκαλέσει αύξηση θερμοκρασίας, αλλά πολύ περιορισμένη και σε καμία περίπτωση τόσοση απαιτείται για να βράσει ένα αυγό ή να σκάσουν οι σπόροι καλαμποκιού. Το πρώτο αποδείχθηκε μια φάρσα στο διαδίκτυο και το δεύτερο μια διαφημιστική καμπάνια εταιρείας για bluetooth.
- **Υπάρχουν προϊόντα για την προστασία της ακτινοβολίας;**  
Μελέτες και μετρήσεις έδειξαν ότι ούτε οι θήκες ούτε τα ειδικά αυτοκόλλητα συνιστώνται ως μέθοδοι μείωσης της ακτινοβολίας. Και τα δύο αναγκάζουν το κινητό να εκπέμψει μεγαλύτερη ακτινοβολία για να επικοινωνήσει με το σταθμό βάσης, γεγονός που σημαίνει ότι οι επιπτώσεις από τη χρήση του είναι πιο βαριές για τον κάτοχο.
- **Το hands-free μειώνει την ακτινοβολία;**  
Ναι, σημαντικά, αφού ο οργανισμός μας βρίσκεται σε μικρή απόσταση από την κινητή συσκευή και απορροφά πολύ μικρότερη ακτινοβολία (έως και 1.000 φορές).
- **Η χρήση του κινητού σε κλειστό χώρο είναι πιο επικίνδυνη;**  
Σε οποιονδήποτε χώρο βρισκόμαστε όπου δεν υπάρχει καλό σήμα στο κινητό, πρέπει να αποφεύγεται η συνομιλία, αφού τότε το κινητό εκπέμψει μεγαλύτερη ακτινοβολία για να μπορέσει να φτάσει το σήμα στο σταθμό βάσης. Οι χώροι αυτοί είναι συνήθως τα γκαράζ, το ασανσέρ και οι υπόγειοι χώροι.
- **Γιατί οι κεραίες κινητής τηλεφωνίας τοποθετούνται μέσα στις πόλεις και όχι στα βουνά;**  
Για να λειτουργήσει αξιόπιστα το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας λόγω της αμφίδρομης χρήσης του, δηλαδή για να υπάρξει επικοινωνία από το σταθμό βάσης προς το κινητό και αντίστροφα, πρέπει να είναι μικρή η απόσταση σταθμού βάσης - κινητού. Γι' αυτό χρειάζεται πυκνό δίκτυο κεραιών με χαμηλές τιμές εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, που αναγκάζει τα κινητά τηλέφωνα να λειτουργούν σε χαμηλή ισχύ.

## Χρήσιμες Συμβουλές

- Προσπαθήστε να περιορίσετε τη χρήση ενός κινητού και να είστε όσο πιο σύντομοι γίνεται στην ομιλία. Δεν είναι απαραίτητο να μιλάμε από το κινητό μας τηλέφωνο όταν π.χ. βρισκόμαστε στο σπίτι ή τη δουλειά, αλλά μπορούμε να χρησιμοποιούμε το σταθερό τηλέφωνο, ή ακόμα και το ασύρματο σταθερό, που έχει πολύ χαμηλότερη ακτινοβολία.
  - Να προμηθευτείτε μια συσκευή κινητού τηλεφώνου με χαμηλό δείκτη SAR. Οι καταναλωτές μπορούν να ενημερωθούν για το SAR από τα έντυπα που συνοδεύουν τα κινητά τηλέφωνα και τα εγχειρίδια χρήσης τους.
  - Να χρησιμοποιείτε τα εξαρτήματα αποδέσμευσης χεριών (hands-free), απομακρύνοντας ταυτόχρονα το κινητό τηλέφωνο από το σώμα σας. Έστω και μικρή αύξηση της απόστασης της συσκευής από το σώμα ελαττώνει κατά πολύ την ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.
  - Να αποφεύγετε τις εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις όταν βρίσκεστε σε εσωτερικούς χώρους, όπου το κινητό τηλέφωνο έχει χαμηλό σήμα, και να προτιμάτε τους εξωτερικούς χώρους ή έστω τις θέσεις κοντά στις εξωτερικές πόρτες και τα παράθυρα των κτηρίων που γενικά υπάρχει καλύτερο σήμα, ώστε το κινητό να χρησιμοποιεί την ελάχιστη απαιτούμενη ισχύ για να αποκαταστήσει την επικοινωνία με το σταθμό βάσης.
  - Να αποφεύγετε τη χρήση κινητού στο αυτοκίνητο για δύο λόγους: 1) γιατί μέσα στο μεταλλικό αμάξωμα η λήψη του σήματος είναι ασθενής και 2) είναι αποδεδειγμένο ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση αυτοκινήτου αυξάνει τους κινδύνους οδικού ατυχήματος, λόγω απόσπασης της προσοχής μας.
  - Να αποφεύγετε τη χρήση τους σε παιδιά κάτω των 12 ετών και να περιορίζεται η χρήση του μέχρι την ηλικία των 16, λόγω του ότι μέχρι αυτή την ηλικία τα όργανα βρίσκονται σε ανάπτυξη και είναι ευαίσθητα.
  - Συνιστάται, όπου υποδεικνύεται η απενεργοποίηση του κινητού μας τηλεφώνου, να υπακούμε ακόμα και αν δε γνωρίζουμε ή δεν καταλαβαίνουμε το λόγο (βενζινάδικα, εντατική νοσοκομείων, αεροπλάνα).
- dnouyiou@aegean.gr

\*Ο Δημοσθένης Βουγιούκας είναι επίκουρος καθηγητής στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων, με γνωστικό αντικείμενο «Συστήματα Κινητών και Δορυφορικών Επικοινωνιών». Διδάσκει Τηλεπικοινωνίες και Συστήματα Ασύρματων, Κινητών και Δορυφορικών Επικοινωνιών και ασχολείται ερευνητικά με διάδοση Η/Μ κυμάτων, τεχνολογίες διαχείρισης ραδιοπύλων και παρεμβολών σε ευρυζωνικά συστήματα, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και δίκτυα νέας γενιάς.

## « Πράσινη» ανάπτυξη



Πλωτή ανεμογεννήτρια στο ναυπηγείο

Το Εργαστήριο Πληροφορικής και Νέων Τεχνολογιών στη Ναυτιλία, τις Μεταφορές και τη Νησιωτική Ανάπτυξη (ΕΠΛΗΝΕΤ) του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών διευρύνει τις δραστηριότητές του στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών του για την προώθηση της «πράσινης» ανάπτυξης.

## Ενεργειακή Ακαδημία στον Άι-Στράτη

Στις 7 Οκτωβρίου, στο νησί του Άι-Στράτη, πραγματοποιήθηκε το εναρκτήριο μάθημα της Ενεργειακής Ακαδημίας του Άι-Στράτη, σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου και την ενεργειακή Ακαδημία του «πράσινου» νησιού Samsø, της Δανίας, το οποίο είναι απόλυτα αυτόνομο ενεργειακά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μόνο.

Η Ενεργειακή Ακαδημία αποτελεί μέρος του έργου «Άι-Στράτης - "πράσινο" νησί», πρόκειται να φιλοξενηθεί στο εντυπωσιακό κτήριο της Μαρσαλείου Σχολής του νησιού, ενώ για τους εμπνευστές του έργου (νομαρχιακή αυτοδιοίκηση Λέσβου, Κοινότητα Αγίου Ευστρατίου και Πανεπιστήμιο Αιγαίου) και κυρίως βέβαια για την τοπική κοινωνία, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του έργου, κυρίως γιατί απευθύνεται στη νέα γενιά.

Το εναρκτήριο μάθημα έγινε σε ζωντανή σύνδεση με το νησί Samsø, παρουσία γαλλικού τηλεοπτικού καναλιού που βρέθηκε στο νησί με αφορμή το έργο «Πράσινο» Νησί», και εκπροσώπων από τους «Συνηγότερους του Κλίματος». Ανάμεσα στα θέματα του πρώτου μαθήματος ήταν η παρουσίαση από τον καθηγητή **Jan Jensen** εμπειριών από τα έργα στο Samsø και κυρίως την αναγκαιότητα ενεργούς συμμετοχής της τοπικής κοινωνίας σε έργα που τους αφορούν, γεγονός που αποτελεί έναν από τους

κυριότερους λόγους επιτυχίας της ανάλογης προσπάθειας στο δανικό νησί.

## Αντιμετώπισης της ανεργίας στη ναυπηγοεπισκευαστική βιομηχανία

Ημερίδα με θέμα «Εναλλακτικές προτάσεις αντιμετώπισης της ανεργίας στη ναυπηγοεπισκευή με καινοτόμες κατασκευές, στο πλαίσιο της "πράσινης" ανάπτυξης» διοργανώθηκε στις 17 Οκτωβρίου από το Εμπορικό & Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιώς, το Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Πειραιώς και το Επαγγελματικό Επιμελητήριο Πειραιώς, σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Η συνεχώς επιδεινούμενη κατάσταση που επικρατεί στη ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη ήταν το κύριο θέμα της ημερίδας. Η αύξηση της ανεργίας, η συρρίκνωση του κλάδου και η απώλεια της τεχνογνωσίας ήταν αυτά που απασχόλησαν περισσότερο τους συμμετέχοντες.

Παράλληλα, εξετάστηκαν και τρόποι άρσης των χρονιζόντων προβλημάτων μέσω της εισαγωγής νέων τεχνολογιών και καινοτόμων λύσεων, που θα βοηθήσουν στην αναδιάρθρωση και αναβάθμιση του κλάδου.

Οι αρμόδιοι φορείς ζητούν αξιοποίηση κονδυλίων του ΕΣΠΑ που αφορούν, μεταξύ των άλλων στρατηγικών, και στην κατασκευή καινοτόμων οικολογικών λύσεων και πλωτών οικολογικών συστημάτων αφαλάτωσης από ναυπηγοεπισκευαστικές και άλλες βιομηχανικές μονάδες, καθώς επίσης και στην προοπτική κατασκευής πλωτών θαλάσσιων ενεργειακών συστημάτων.

Την παρουσίαση του προγράμματος πραγματοποιήσε ο **Α. Βατίστας**, ηλεκτρολόγος μηχανικός και ο δρ. **Θ. Λίλας**, καθηγητής του Πανεπιστημίου Αιγαίου.