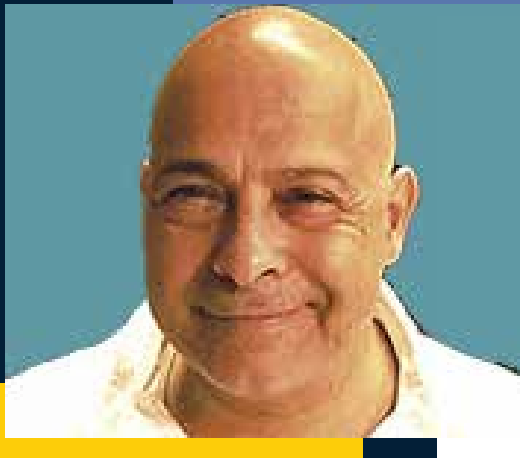




Μιχάλης Βλαχάκης
Υπεύθυνος εργαστηρίου μη ιοντιζουσών
ακτινοβολιών του www.aktinovolta.gr
Προέρχεται από το τμήμα Επιστήμης
Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης

Μιχάλης Βλαχάκης

Ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος στο περιβάλλον της ανθρώπινης διαβίωσης

1. Εισαγωγή – Το αόρατο νέφος του πολιτισμού

Ζούμε μέσα σε έναν κόσμο που πάλλεται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Από το κινητό μας μέχρι τον ανεμιστήρα οροφής, από το ρούτερ μέχρι το τραμ που περνά απ' έξω, κάθε τεχνολογική λειτουργία συνοδεύεται από ένα αόρατο αποτύπωμα: ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Η ύπαρξη αυτού του «ηλεκτρονικού νέφους» είναι τόσο δεδομένη, που σπάνια τη συνειδητοποιούμε. Κι όμως, ο θόρυβος αυτός δεν αφορά μόνο τη λειτουργία των συσκευών αλλά και την ποιότητα του περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε. Στόχος της εισήγησης: να κατανοήσουμε τι είναι ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος, ποιες είναι οι πηγές του, πώς μπορεί να επηρεάσει τη ζωή μας και με ποιους τρόπους μπορούμε να μειώσουμε την έκθεσή μας.

2. Τι είναι ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος

Ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος (Electromagnetic Noise ή EM Pollution) είναι η άτακτη, μη επιθυμητή εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προστίθεται στα φυσικά πεδία της Γης και του Σύμπαντος.

2.1. Δύο βασικές κατηγορίες

Φυσικός θόρυβος: κεραυνοί, ηλιακές εκλάμψεις, κοσμική ακτινοβολία.

Τεχνητός θόρυβος: κάθε εκπομπή που προέρχεται από ανθρώπινες δραστηριότητες (δίκτυα, συσκευές, ραδιοφωνία, Wi-Fi, 5G, μικροκύματα, ηλεκτρικά καλώδια).

2.2. Από το ρεύμα μέχρι το κύμα

Κάθε συσκευή που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα δημιουργεί ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο. Όταν αυτά συνδυάζονται και διαδίδονται στο χώρο, σχηματίζουν ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Ο θόρυβος δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένα σύνολο

ανεπιθύμητων κυμάτων διαφόρων συχνοτήτων και εντάσεων.

3. Πηγές ηλεκτρομαγνητικού θορύβου στο περιβάλλον διαβίωσης

- **Τηλεπικοινωνίες και τεχνολογίες κινητών τηλεφώνων**
Τα κινητά τηλέφωνα και οι βάσεις κεραιών εκπέμπουν συνεχώς ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Η πυκνότητα των πηγών αυτών αυξάνεται με την ανάπτυξη των δικτύων 5G, που απαιτούν περισσότερα μικρά κεραιά τοποθετημένα σε αστικές περιοχές.
- **Wi-Fi και ασύρματες συσκευές**
Οι δρομολογητές Wi-Fi και άλλες συσκευές ασύρματες επικοινωνίας (Bluetooth, συσκευές IoT) εκπέμπουν συνεχώς ηλεκτρομαγνητικά πεδία, συνήθως σε πολύ χαμηλά επίπεδα, αλλά με συχνή χρήση.
- **Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές στο σπίτι και το γραφείο**
Ψυγεία, κουζίνες, τηλεοράσεις, υπολογιστές και μικρές συσκευές εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο, ειδικά τα ηλεκτρικά καλώδια και οι μετασχηματιστές.
- **Βιομηχανικές πηγές και ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες**
Οι βιομηχανικές δραστηριότητες, ηλεκτρικά εργοστάσια και πυρηνικοί αντιδραστήρες δημιουργούν υψηλής ισχύος ηλεκτρομαγνητικά πεδία, αυξάνοντας την έκθεση σε ορισμένες περιοχές.

3.1. Εσωτερικές πηγές (εντός κατοικίας)

Wi-Fi routers, κινητά τηλέφωνα, tablets. Φούρνοι μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα, τηλεοράσεις. Ηλεκτρικές κουζίνες επαγωγής, ψυγεία, καλώδια με ανεπαρκή θωράκιση. Dimmer φωτισμού, ρευματοδότες με σπινθήρες, φορτιστές χαμηλής ποιότητας.

3.2. Εξωτερικές πηγές

Κεραίες κινητής τηλεφωνίας, δίκτυα 5G. Γραμμές υψηλής τάσης, υποσταθμοί, τραμ, ηλεκτρικά λεωφορεία. Ραντάρ, πομποί, συστήματα ασύρματης μετάδοσης δεδομένων.

3.3. Παράγοντες έκθεσης

Η ένταση, η συχνότητα και η απόσταση καθορίζουν τη δόση έκθεσης. Το πεδίο μειώνεται με το τετράγωνο της απόστασης (νόμος αντιστρόφων τετραγώνων).

4. Πιθανές επιδράσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον

- **Υγεία του ανθρώπου**
Οι μελέτες δείχνουν ότι η χρόνια έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορεί να προκαλέσει ή

να επιδεινώσει προβλήματα όπως:

- ο Αϋπνία και διαταραχές ύπνου
- ο Άγχος και κατάθλιψη
- ο Κεφαλαλγίες και ζάλη
- ο Διαταραχές στη συγκέντρωση και την μνήμη
- ο Κίνδυνοι γενετικών μεταλλάξεων και κυτταρικών αλλαγών σε μεγαλύτερα επίπεδα ή σε ευαίσθητα άτομα
- ο Υπόγειες επιπτώσεις που ακόμα ερευνάται, όπως η μακροπρόθεσμη επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό
- **Περιβάλλον και ζωντανά οργανικά συστήματα**
Πολύ υψηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων μπορεί να διαταράξουν:
 - ο Βιολογικές διαδικασίες σε συγκεκριμένα φυτά και ζώα
 - ο Μεταβολές στη συμπεριφορά, στον κύκλο ζωής και στην αναπαραγωγή των ζωντανών οργανισμών
 - ο Υπερβολική συσσώρευση ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σε ορισμένα οικοσυστήματα, ειδικά κοντά σε βιομηχανικές περιοχές και ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες

4.1. Φυσιολογικές επιδράσεις

Θερμική επίδραση: αύξηση της θερμοκρασίας ιστών από απορρόφηση ενέργειας (SAR). Διαταραχή σε ρυθμούς ύπνου και έκκριση μελατονίνης. Πιθανή μεταβολή στην κυτταρική επικοινωνία (ion channels, βιοηλεκτρικά πεδία).

4.2. Ψυχολογικές και νευρολογικές παρατηρήσεις

Κόπωση, αϋπνία, άγχος, δυσκολία συγκέντρωσης (όπως αναφέρεται σε πληθυσμούς κοντά σε πηγές). Αν και δεν υπάρχει οριστική απόδειξη αιτιότητας, οι μελέτες συνιστούν προληπτική στάση (WHO, ICNIRP, ELINAYE).

4.3. Περιβαλλοντικές επιδράσεις

Ενδείξεις ότι ορισμένα έντομα (μέλισσες, πουλιά) επηρεάζονται από τεχνητά πεδία στην πλοήγησή τους. Αυξανόμενη συζήτηση για την ανάγκη “ηλεκτρομαγνητικής οικολογίας”.

5. Τρόποι αποκοπής και προστασίας

- **Χρήση προστατευτικών υλικών και απομονωτικών συστημάτων:** Τα υλικά εξασφαλίζουν περιορισμό της εκπομπής και απορρόφηση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Παράδειγμα αποτελεσματικής λύσης είναι οι μεταλλικά επενδυμένοι τοίχοι, θωρακίσεις και ειδικά φίλτρα.
- 1. **Κανονισμοί και νομοθεσία:** Οι αυστηροί κανονισμοί σχετικά με τα όρια εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, όπως τα πορίσματα διεθνών οργανώσεων (π.χ. ICNIRP), συμβάλλουν στη ρύθμιση και έλεγχο της έκθεσης.
- 2. **Τεχνολογικές καινοτομίες:** Οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών συσκευών κατά την ανάπτυξη

- τους μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τις εκπομπές ηλεκτρομαγνητικού θορύβου μέσω βελτιωμένων κυκλωμάτων και απομονωτικών τεχνικών.
3. **Εκπαίδευση και ενημέρωση:** Η ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τους κινδύνους και τα μέτρα ασφαλείας συμβάλλει στον ορθό χειρισμό και τη μείωση της έκθεσης.
4. Χρησιμοποίηση μέσων αποσβέσεως: Υπάρχουν ειδικές συσκευές, όπως φίλτρα και συστήματα αποκατάστασης, που μπορούν να μειώσουν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε συγκεκριμένους χώρους, ιδιαίτερα σε ευαίσθητα περιβάλλοντα.

Η διατήρηση της ισορροπίας ανάμεσα στην τεχνολογική ανάπτυξη και την προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος απαιτεί συνεχή έλεγχο, επιστημονική έρευνα και τάσεις υιοθέτησης βιώσιμων πρακτικών. Η ενημέρωση και η ενεργός συμμετοχή όλων των κοινωνικών στρωμάτων είναι το κλειδί για την αντιμετώπιση του ηλεκτρομαγνητικού θορύβου στη σύγχρονη εποχή.

5.1. Τεχνικές λύσεις

Χρήση θωρακισμένων καλωδίων και φίλτρων ρεύματος. Γειώσεις για εξισορρόπηση πεδίων. Τοποθέτηση router μακριά από υπονοματρία. Faraday υλικά (χρώματα, κουρτίνες ή υφάσματα με αγωγιμες ίνες).

5.2. Αρχιτεκτονικές και χωρικές παρεμβάσεις

Επένδυση τοίχων ή παραθύρων με ειδικά υλικά. Σχεδιασμός κατοικιών με «ήσυχες ζώνες» χαμηλής έκθεσης. Αποφυγή εγκατάστασης ηλεκτρικών πινάκων πίσω από κρεβάτια ή γραφεία.

5.3. Συμπεριφορικές πρακτικές

Αποσύνδεση συσκευών τη νύχτα. Ελαχιστοποίηση χρόνου κοντά σε πομπούς. Χρήση ακουστικών αντί για κινητό στο αυτί. Προτίμηση ενσύρματης σύνδεσης όπου είναι εφικτό.

6. Θεσμικό πλαίσιο και όρια έκθεσης

Η επίδραση των μη ιονιζουσών ακτινοβολιών στον άνθρωπο αποτελεί αντικείμενο επιστημονικής έρευνας. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) και την Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP), δεν υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις ότι η έκθεση σε επίπεδα κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια προκαλεί βλάβες στην υγεία. Ωστόσο, συνιστάται προληπτική στάση: περιορισμός άσκοπης έκθεσης, χρήση hands-free στο κινητό και αποφυγή παρατεταμένης επαφής με πηγές εκπομπής.

6.1. Διεθνή όρια

Οργανισμοί: WHO, ICNIRP, IEEE. Τυπικά όρια έκθεσης: 4,5–9 W/m² για 900 MHz (κινητή).

10 W/m² για 2,4 GHz (Wi-Fi).
Στόχος: αποφυγή θερμικών επιδράσεων.
6.2. Ευρωπαϊκό και Ελληνικό πλαίσιο
Η Ελλάδα υιοθετεί αυστηρότερα όρια: 70% των ορίων ICNIRP. Παρακολούθηση από ΕΕΑΕ (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας). Διαρκής ανάγκη αναθεώρησης λόγω νέων τεχνολογιών (π.χ. 5G, IoT).

7. Συμπέρασμα – Προς μια ηλεκτρομαγνητική ισορροπία

Ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος είναι το τίμημα της συνδεδεμένης κοινωνίας μας. Δεν μπορούμε να τον εξαλείψουμε, μπορούμε όμως να τον διαχειριστούμε με λογική, επιστημονική γνώση και σχεδιασμό. Η τεχνολογία και η υγεία δεν είναι αντίπαλοι — χρειάζονται συντονισμό, όπως δύο κύματα που αν μπουν σε φάση, αντί να αλληλοαναιρούν. Αν και σε γενικές γραμμές δεν θεωρείται επικίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία στα επιτρεπόμενα επίπεδα, είναι σημαντικό να τηρούνται οι διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες και να προωθείται η ορθολογική χρήση της τεχνολογίας. Η κατανόηση και η διαχείριση του ηλεκτρομαγνητικού περιβάλλοντος είναι καθοριστική για μια ισορροπημένη και ασφαλή τεχνολογική ανάπτυξη

Ενδεικτική βιβλιογραφία

- 1. World Health Organization (WHO), *Electromagnetic fields and public health*, Geneva, 2023.
- 1. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), *Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz–300 GHz)*, 2020.
- 1. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, various issues.
- 1. Ευρωπαϊκή Ένωση – Οδηγία 2013/35/ΕΕ σχετικά με τα όρια έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Στο χώρο ανάμεσα στην ανεξέλεγκτη χρήση-κατάχρηση της τεχνολογίας και στην απόλυτη αποχή από αυτήν βρίσκεται η εταιρεία μας **Akti-novolia.gr** που με τη σωστή ενημέρωση για την ορθή χρήση των τεχνολογικών επιτευγμάτων αλλά και τις προτάσεις για την θωράκιση σε περίπτωση που χρειάζεται μπορεί να βοηθήσει ιδιώτες και επαγγελματίες να ζουν αρμονικά απολαμβάνοντας την τεχνολογία.

Ονειρευόμαστε ένα κόσμο καλύτερο και ασφαλέστερο τόσο για μας όσο και τα παιδιά μας που αποτελούν το μέλλον μας και εργαζόμαστε ακατάπαυστα και αλόγιστα γι' αυτό.

