

## **Ηλεκτρομαγνητικά πεδία και δημόσια υγεία**

### **Έκθεση σε εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας πεδία**

Η χρήση του ηλεκτρισμού έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας μας. Όπου υπάρχει ηλεκτρισμός, υπάρχουν και ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία: κοντά στις γραμμές που τον μεταφέρουν και κοντά στις ηλεκτρικές συσκευές. Από το τέλος της δεκαετίας του 1970, έχουν εγερθεί ερωτήματα για το αν η έκθεση σε αυτά τα εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (ELF) ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία (EMF) προκαλεί δυσμενείς συνέπειες στην υγεία. Από τότε, πολλές έρευνες έχουν γίνει, επιλύοντας επιτυχώς σημαντικά ζητήματα και περιορίζοντας το πεδίο εστίασης της μελλοντικής έρευνας.

Το 1996, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) ξεκίνησε το Διεθνές Πρόγραμμα Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων (International EMF Project) για να διερευνήσει τους πιθανούς κινδύνους υγείας που σχετίζονται με τις τεχνολογίες που εκπέμπουν EMF. Πρόσφατα μια Ομάδα Εργασίας (Task Group) του WHO ολοκλήρωσε την ανασκόπηση των επιπτώσεων στην υγεία από τα ELF πεδία (WHO, 2007).

Το παρόν Ενημερωτικό Δελτίο είναι βασισμένο στα ευρήματα αυτής της Ομάδας Εργασίας και επικαιροποιεί τις εκθέσεις για τις επιπτώσεις στην υγεία των ELF EMF που δημοσιεύτηκαν το 2002 από τη Διεθνή Επιτροπή Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC), η οποία ιδρύθηκε υπό την αιγίδα του WHO, καθώς και από τη Διεθνή Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP) το 2003.

### **Πηγές ELF πεδίων και εκθέσεις στο χώρο κατοικίας**

Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία υπάρχουν όπου υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα - στις γραμμές και τα καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος, στην καλωδίωση των κατοικιών και στις ηλεκτρικές συσκευές. Τα **ηλεκτρικά** πεδία δημιουργούνται από τα ηλεκτρικά φορτία, μετριούνται σε βολτ ανά μέτρο (V/m) και θωρακίζονται από κοινά υλικά, όπως το ξύλο και το μέταλλο. Τα **μαγνητικά** πεδία δημιουργούνται από την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων (δηλ. το ηλεκτρικό ρεύμα) και εκφράζονται σε τέσλα (T), ή συχνότερα σε millitesla (mT) ή microtesla (μT). Σε μερικά κράτη, χρησιμοποιείται συνήθως μια άλλη μονάδα που λέγεται gauss (G) (10.000 G = 1 T). Αυτά τα πεδία δεν θωρακίζονται από τα περισσότερα κοινά υλικά και περνούν εύκολα μέσα από αυτά. Και τα δύο είδη πεδίων είναι ισχυρότερα κοντά στην πηγή και εξασθενούν με την απόσταση.

Τα περισσότερα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν σε συχνότητα 50 ή 60 κύκλων το δευτερόλεπτο ή hertz (Hz). Κοντά σε κάποιες συσκευές οι τιμές των μαγνητικών πεδίων μπορεί να είναι της τάξης των λίγων εκατοντάδων microtesla. Κάτω από τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας, τα μαγνητικά πεδία μπορεί να είναι περίπου 20  $\mu\text{T}$  και τα ηλεκτρικά πεδία μπορεί να είναι μερικές χιλιάδες volt ανά μέτρο. Εντούτοις, τα μέσα οικιακά μαγνητικά πεδία της συχνότητας ισχύος στα σπίτια είναι πολύ χαμηλότερα - περίπου 0,07  $\mu\text{T}$  στην Ευρώπη και 0,11  $\mu\text{T}$  στη Βόρεια Αμερική. Οι μέσες τιμές ηλεκτρικού πεδίου στα σπίτια φτάνουν μέχρι μερικές δεκάδες volt ανά μέτρο.

### **Αξιολόγηση της Ομάδας Εργασίας**

Τον Οκτώβριο του 2005, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συγκάλεσε μια Ομάδα Εργασίας ειδικών επιστημόνων για να αξιολογήσει τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν για την υγεία από την έκθεση σε ELF ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία στην περιοχή συχνοτήτων >0 έως 100.000 Hz (100 kHz). Ενώ η IARC το 2002 εξέτασε μόνο τα στοιχεία σχετικά με τον καρκίνο, αυτή η Ομάδα Εργασίας έλαβε υπόψη όλα τα στοιχεία για μια σειρά επιπτώσεων στην υγεία και επίσης επικαιροποίησε τα στοιχεία σχετικά με τον καρκίνο. Τα συμπεράσματα και οι συστάσεις της Ομάδας Εργασίας παρουσιάστηκαν σε μια Μονογραφία Κριτηρίων Περιβαλλοντικής Υγείας (Environmental Health Criteria, EHC) του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO, 2007).

Ακολουθώντας μια τυποποιημένη διαδικασία αξιολόγησης των κινδύνων για την υγεία, η Ομάδα Εργασίας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι δεν υφίσταται κανένα ουσιαστικό ζήτημα για την υγεία σε σχέση με τα τυπικά επίπεδα έκθεσης του κοινού σε ELF ηλεκτρικά πεδία. Κατά συνέπεια, το υπόλοιπο αυτού του Ενημερωτικού Δελτίου εξετάζει κυρίως τα αποτελέσματα της έκθεσης στα ELF μαγνητικά πεδία.

#### *Βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα*

Υπάρχουν θεμελιωμένες βιολογικές επιδράσεις από την άμεση έκθεση σε υψηλά επίπεδα πεδίων (πολύ πάνω από 100  $\mu\text{T}$ ) που εξηγούνται από αναγνωρισμένους βιοφυσικούς μηχανισμούς. Τα εξωτερικά ELF μαγνητικά πεδία επάγουν ηλεκτρικά πεδία και ρεύματα στο σώμα που, στις πολύ υψηλές εντάσεις πεδίων, προκαλούν νευρική και μυϊκή διέγερση, όπως και αλλαγές στη δυνατότητα διέγερσης των νευρικών κυττάρων στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

#### *Πιθανά μακροπρόθεσμα αποτελέσματα*

Ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής έρευνας που εξετάζει τους μακροπρόθεσμους κινδύνους από την έκθεση σε ELF μαγνητικά πεδία έχει εστιάσει στην παιδική λευχαιμία. Το 2002 η IARC δημοσίευσε μια μονογραφία ταξινομώντας τα ELF μαγνητικά πεδία ως «ενδεχομένως καρκινογόνα για τους ανθρώπους». Αυτή η ταξινόμηση χρησιμοποιείται για να δείξει έναν

παράγοντα για τον οποίο υπάρχουν περιορισμένες ενδείξεις καρκινογένεσης στους ανθρώπους και μη επαρκείς ενδείξεις για καρκινογένεση σε πειραματόζωα (άλλα παραδείγματα τέτοιων παραγόντων περιλαμβάνουν τον καφέ και τις αναθυμιάσεις από συγκολλήσεις). Αυτή η ταξινόμηση βασίστηκε σε συγκεντρωτικές αναλύσεις των επιδημιολογικών μελετών που καταδεικνύουν κατά συνεπή τρόπο μια αύξηση (διπλασιασμό) των κρουσμάτων παιδικής λευχαιμίας που σχετίζεται με μέση έκθεση σε τιμές οικιακών μαγνητικών πεδίων συχνότητας ισχύος πάνω από 0,3 με 0,4  $\mu\text{T}$ . Η Ομάδα Εργασίας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι πρόσθετες μελέτες από τότε δεν αλλάζουν την κατηγορία αυτής της ταξινόμησης.

Όμως, τα επιδημιολογικά στοιχεία αποδυναμώνονται από μεθοδολογικά προβλήματα, όπως τα πιθανά συστηματικά σφάλματα επιλογής. Επιπλέον, δεν υπάρχουν αποδεκτοί βιοφυσικοί μηχανισμοί που να υποδεικνύουν ότι οι χαμηλού επιπέδου εκθέσεις σχετίζονται με την ανάπτυξη του καρκίνου. Κατά συνέπεια, αν υπάρχουν οποιεσδήποτε επιδράσεις από την έκθεση σε τόσο χαμηλών επιπέδων πεδία, θα πρέπει να είναι μέσω ενός βιολογικού μηχανισμού που είναι άγνωστος μέχρι τώρα. Επίσης, οι μελέτες σε ζώα είναι σε μεγάλο βαθμό αρνητικές. Έτσι, τα στοιχεία σχετικά με την παιδική λευχαιμία δεν είναι αρκετά ισχυρά, ώστε να θεωρηθούν αιτιώδη.

Η παιδική λευχαιμία είναι μια σχετικά σπάνια ασθένεια με έναν συνολικό ετήσιο αριθμό νέων κρουσμάτων που εκτιμάται σε 49.000 παγκοσμίως για το 2000. Η μέση έκθεση σε μαγνητικό πεδίο πάνω από 0,3  $\mu\text{T}$  σε σπίτια είναι σπάνια: εκτιμάται ότι το ποσοστό των παιδιών που ζουν σε αυτή την κατάσταση είναι μεταξύ 1% με 4%. Εάν η συσχέτιση μεταξύ μαγνητικών πεδίων και παιδικής λευχαιμίας είναι αιτιατή, με βάση τα στοιχεία του έτους 2000, ο αριθμός των περιπτώσεων παγκοσμίως που μπορεί να οφείλονται σε έκθεση σε μαγνητικό πεδίο εκτιμάται μεταξύ 100 και 2.400 περιπτώσεων ετησίως, αντιπροσωπεύοντας το 0,2% με 4,95% του συνόλου των περιστατικών της χρονιάς εκείνης. Έτσι, εάν πράγματι τα ELF μαγνητικά πεδία αυξάνουν τον κίνδυνο γι' αυτή την ασθένεια, όταν ο κίνδυνος αυτός αναχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, ο αντίκτυπος της έκθεσης σε ELF EMF πεδία στη δημόσια υγεία είναι περιορισμένος.

Έχουν μελετηθεί πολλές άλλες δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία για πιθανή συσχέτιση με την έκθεση σε ELF μαγνητικά πεδία. Σε αυτές περιλαμβάνονται άλλοι παιδικοί καρκίνοι, καρκίνοι ενηλίκων, κατάθλιψη, αυτοκτονίες, καρδιαγγειακές διαταραχές, αναπαραγωγικές δυσλειτουργίες, αναπτυξιακές διαταραχές, ανοσολογικές μεταβολές, νευρο-συμπεριφορικές επιδράσεις και νευρο-εκφυλιστικές νόσοι. Η Ομάδα Εργασίας του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας συμπέρανε ότι τα επιστημονικά στοιχεία που στηρίζουν μια συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε ELF μαγνητικά πεδία και όλες αυτές τις επιδράσεις στην υγεία είναι πολύ ασθενέστερα απ' αυτά για την παιδική λευχαιμία. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα (δηλ. για τα καρδιαγγειακά νοσήματα ή τον καρκίνο στο στήθος) τα στοιχεία δείχνουν ότι δεν προκαλούνται από τα πεδία αυτά.

## **Διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές έκθεσης**

Οι επιδράσεις στην υγεία που σχετίζονται με βραχυχρόνια έκθεση σε ισχυρά πεδία έχουν θεμελιωθεί και διαμορφώνουν τη βάση δύο διεθνών κατευθυντήριων γραμμών ορίων έκθεσης (ICNIRP, 1998 και IEEE, 2002). Στην παρούσα φάση, αυτοί οι οργανισμοί θεωρούν ότι τα επιστημονικά στοιχεία που σχετίζονται με πιθανές επιδράσεις στην υγεία από μακροχρόνια έκθεση σε ασθενή ELF πεδία, είναι ανεπαρκή για να δικαιολογήσουν οποιαδήποτε μείωση αυτών των ποσοτικών ορίων έκθεσης.

## **Καθοδήγηση-συμβουλές από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας**

Για τις ισχυρές, βραχυχρόνιες εκθέσεις σε EMF οι δυσμενείς επιδράσεις έχουν θεμελιωθεί επιστημονικά (ICNIRP, 2003). Οι διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές για την έκθεση του κοινού και των εργαζομένων από τις επιδράσεις αυτές πρέπει να υιοθετηθούν από όσους διαμορφώνουν τη σχετική πολιτική. Τα προγράμματα προστασίας από τα EMF πρέπει να περιλαμβάνουν μετρήσεις σε πηγές στο περιβάλλον των οποίων οι εκθέσεις εκτιμάται ότι μπορεί να υπερβαίνουν τις οριακές τιμές.

Αναφορικά με τις μακροχρόνιες επιδράσεις, δεδομένης της αδυναμίας να συνδεθεί η έκθεση των ELF μαγνητικών πεδίων με την παιδική λευχαιμία είναι ασαφή τα οφέλη για την υγεία από τη μείωση της έκθεσης. Λόγω της κατάστασης αυτής, παρέχονται οι ακόλουθες συστάσεις:

- οι κυβερνήσεις και η βιομηχανία πρέπει να παρακολουθούν τις επιστημονικές εξελίξεις και να προωθούν ερευνητικά προγράμματα που στοχεύουν στην περαιτέρω μείωση της αβεβαιότητας των επιστημονικών στοιχείων για τις επιδράσεις της έκθεσης σε ELF πεδία στην υγεία. Μέσω της διαδικασίας εκτίμησης του κινδύνου των ELF, έχουν διαπιστωθεί κενά στην γνώση τα οποία διαμορφώνουν τη βάση για νέα πεδία έρευνας.
- τα κράτη μέλη ενθαρρύνονται να δημιουργήσουν αποτελεσματικά και ανοικτά προγράμματα επικοινωνίας με όλους τους ενδιαφερόμενους, ώστε η διαδικασία λήψης αποφάσεων να βασίζεται στην πληροφόρηση. Αυτά τα προγράμματα μπορεί να περιλαμβάνουν τη βελτίωση στο συντονισμό και τις διαβουλεύσεις μεταξύ της βιομηχανίας, των τοπικών αρχών και των πολιτών στη διαδικασία σχεδίασης εγκαταστάσεων που εκπέμπουν ELF EMF πεδία.
- όταν κατασκευάζονται νέες εγκαταστάσεις και σχεδιάζεται νέος εξοπλισμός, συμπεριλαμβανομένων των συσκευών, μπορεί να διερευνώνται χαμηλού κόστους τρόποι για τη μείωση των εκθέσεων. Τα κατάλληλα μέτρα μείωσης της έκθεσης είναι πιθανό να ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Όμως, οι πολιτικές που βασίζονται στην υιοθέτηση αυθαίρετων χαμηλών ορίων έκθεσης δεν είναι δικαιολογημένες.

### **Άλλα κείμενα για περαιτέρω ανάγνωση**

WHO - World Health Organization. Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, World Health Organization, 2007.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon, IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 80).

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz). Bernhardt JH et al., eds. Oberschleissheim, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2003 (ICNIRP 13/2003).

ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522.

IEEE Standards Coordinating Committee 28. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0-3 kHz. New York, NY, IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002 (IEEE Std C95.6-2002).

### **Περισσότερες πληροφορίες:**

WHO Media centre

Τηλέφωνο: + 41 22 791 2222

E-mail: [mediainquiries@who.int](mailto:mediainquiries@who.int)

Translated by Dr Efthymios Karabetsos/Greek Atomic Energy Commission with permission of WHO