

## Τι είναι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία;

### Ορισμοί και πηγές

Τα **ηλεκτρικά πεδία** δημιουργούνται από διαφορές της τάσης: όσο μεγαλύτερη είναι η τάση, τόσο ισχυρότερο είναι το πεδίο που δημιουργείται. Τα **μαγνητικά πεδία** δημιουργούνται όταν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος: όσο υψηλότερη είναι η ροή του ρεύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Σε μια συσκευή υπάρχει πάντοτε ένα ηλεκτρικό πεδίο ακόμα κι αν δεν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν ρέει ρεύμα, η ένταση του μαγνητικού πεδίου ποικίλει και εξαρτάται από την κατανάλωση ισχύος, ωστόσο η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου παραμένει σταθερή.

(Απόσπασμα από την έκδοση **Ηλεκτρομαγνητικά πεδία** του Ευρωπαϊκού Περιφερειακού Γραφείου του ΠΟΥ, 1999 - Σειρά φυλλαδίων υπό τον τίτλο "Local authorities, health and environment briefing" (Τοπικές αρχές, ενημέρωση για την υγεία και το περιβάλλον, 32.)

### Φυσικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία υπάρχουν παντού στο περιβάλλον μας, αλλά δεν γίνονται αντιληπτά από το ανθρώπινο μάτι. Η συσσώρευση ηλεκτρικών φορτίων σε διάφορα σημεία της ατμόσφαιρας σε συνθήκες καταιγίδας δημιουργεί ηλεκτρικά πεδία. Το μαγνητικό πεδίο της Γης κάνει τη βελόνα της πυξίδας μας να στρέφεται πάντοτε στην κατεύθυνση Βορρά-Νότου και αποτελεί ένα πολύτιμο "βοήθημα" για τα πουλιά και τα ψάρια, που το χρησιμοποιούν για τον προσανατολισμό τους.

### Τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Εκτός από τις φυσικές πηγές, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα περιλαμβάνει και πεδία τα οποία δημιουργούνται από τον άνθρωπο: Οι ακτίνες Χ χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση τυχόν κατάγματος μετά από κάποιο ατύχημα ενός αθλητή. Η ηλεκτρική ενέργεια που φτάνει στις πρίζες του σπιτιού μας και τροφοδοτεί τις συσκευές μας συνοδεύεται από ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας. Και, τέλος, διάφορα είδη ραδιοκυμάτων υψηλότερης συχνότητας χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση πληροφοριών – μέσω της κεραίας της τηλεόρασης, των ραδιοφωνικών σταθμών ή των σταθμών βάσης της κινητής τηλεφωνίας.

### Βασικές πληροφορίες για το μήκος κύματος και τη συχνότητα

#### Τι είναι αυτό που κάνει τις διάφορες μορφές των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων τόσο διαφορετικές;

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που ορίζουν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (ΗΜΠ) είναι η συχνότητά του ή το αντίστοιχο μήκος κύματος. Πεδία με διαφορετικές συχνότητες επιδρούν με διαφορετικό τρόπο στο ανθρώπινο σώμα. Μπορούμε να φανταστούμε τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα σαν μια σειρά από κύματα με κανονική μορφή, τα οποία "ταξιδεύουν" πάρα πολύ γρήγορα, με την ταχύτητα του φωτός. Η συχνότητα εκφράζει απλώς τον αριθμό των ταλαντώσεων, ή κύκλων ανά δευτερόλεπτο, ενώ το μήκος κύματος δηλώνει την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κυμάτων. Επομένως, η συχνότητα και το μήκος κύματος είναι μεγέθη αλληλένδετα: όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα, τόσο μικρότερο θα είναι το μήκος κύματος.

Μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα αυτές τις έννοιες χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα: Δέστε ένα μακρύ σκοινί στο πόμολο μιας πόρτας και κρατήστε την άλλη άκρη του στο χέρι σας. Κουνώντας το χέρι σας αργά προς τα πάνω και έπειτα προς τα κάτω, θα δημιουργήσετε ένα μεγάλο κύμα. Αν κινήσετε πιο γρήγορα το χέρι σας, θα δημιουργήσετε μια σειρά από μικρά κύματα. Επειδή το συνολικό μήκος του σκοινιού δεν αλλάζει, όσο περισσότερα κύματα δημιουργήσετε (υψηλότερη συχνότητα), τόσο μικρότερη θα είναι η απόσταση μεταξύ τους (μικρότερο μήκος κύματος).

#### Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στα μη ιοντίζοντα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και την ιοντίζουσα ακτινοβολία;

Το μήκος κύματος και η συχνότητα προσδιορίζουν ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων: Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρονται από σωματίδια που λέγονται κβάντα. Τα κβάντα κυμάτων υψηλότερης συχνότητας (μικρότερο μήκος κύματος) μεταφέρουν περισσότερη ενέργεια από ό,τι τα πεδία με χαμηλότερη συχνότητα (μεγαλύτερο μήκος κύματος). Ορισμένα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας ανά κβάντο, αρκετή ώστε να μπορούν να διασπασούν τους δεσμούς που

υπάρχουν μεταξύ των μορίων. Στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, οι ακτίνες γάμμα οι οποίες εκπέμπονται από τα ραδιενεργά υλικά, την κοσμική ακτινοβολία και τις ακτίνες-X, διαθέτουν αυτήν την ιδιότητα και αποκαλούνται "ιοντίζουσα ακτινοβολία". Τα πεδία των οποίων τα κβάντα δεν επαρκούν ώστε να διασπάσουν τους μοριακούς δεσμούς αποκαλούνται "μη ιοντίζουσα ακτινοβολία". Οι τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που αποτελούν μεγάλο κομμάτι του σύγχρονου, βιομηχανοποιημένου τρόπου ζωής –ηλεκτρισμός, μικροκύματα και πεδία ραδιοσυχνότητων– ανήκουν στο άκρο εκείνο του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που χαρακτηρίζεται από σχετικά μεγάλα μήκη κύματος και χαμηλές συχνότητες και τα κβάντα τους δεν είναι σε θέση να διασπάσουν τους χημικούς δεσμούς.

### Ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε χαμηλές συχνότητες

Ηλεκτρικά πεδία υπάρχουν οπουδήποτε υπάρχει ένα θετικό ή αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο. Ασκούν δυνάμεις σε άλλα φορτία εντός του πεδίου. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μετράται σε Volt ανά μέτρο (V/m). Κάθε ηλεκτρικό καλώδιο που έχει φορτίο, παράγει ένα αντίστοιχο ηλεκτρικό πεδίο. Αυτό το πεδίο υφίσταται ακόμα κι αν δεν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Όσο υψηλότερη είναι η τάση, τόσο ισχυρότερο είναι το ηλεκτρικό πεδίο σε μια δεδομένη απόσταση από το καλώδιο.

Τα ηλεκτρικά πεδία έχουν υψηλότερη ένταση κοντά σε ένα φορτίο ή ένα φορτισμένο αγωγό και η έντασή τους μειώνεται γρήγορα όσο αυξάνεται η απόσταση από αυτό. Αγωγοί, όπως το μέταλλο, καταφέρνουν να τα θωρακίζουν πολύ αποτελεσματικά. Άλλου είδους υλικά, όπως τα δομικά υλικά και τα δέντρα, παρέχουν θωράκιση μέχρι κάποιο βαθμό. Επομένως, τα ηλεκτρικά πεδία από τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος που περνούν έξω από το σπίτι, μειώνονται χάρη στους τοίχους, τα κτίρια και τα δέντρα. Όταν οι γραμμές μεταφοράς ρεύματος διέρχονται υπογείως, τα ηλεκτρικά πεδία στην επιφάνεια είναι σχεδόν μη ανιχνεύσιμα.

Τα μαγνητικά πεδία προκύπτουν από την κίνηση ηλεκτρικών φορτίων. Η ισχύς του μαγνητικού πεδίου μετράται σε αμπέρ ανά μέτρο (A/m). Στον τομέα της έρευνας περί των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν συνήθως μια αντίστοιχη ποσότητα, την πυκνότητα ροής, εκφραζόμενη σε μικροτέσλα (μΤ). Σε αντίθεση με τα ηλεκτρικά πεδία, μαγνητικό πεδίο δημιουργείται μόνο όταν ανάψουμε μια συσκευή και αρχίσει η ροή ρεύματος. Όσο υψηλότερη είναι η ροή του ρεύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Όπως τα ηλεκτρικά πεδία, έτσι και τα μαγνητικά πεδία έχουν υψηλότερη ένταση κοντά στην πηγή τους, που μειώνεται γρήγορα όσο αυξάνεται η απόσταση από αυτήν. Τα μαγνητικά πεδία δεν εμποδίζονται από τα συνηθισμένα υλικά, όπως τους τοίχους των κτιρίων.

| Ηλεκτρικά πεδία   | Μαγνητικά πεδία   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Τα ηλεκτρικά πεδία προκύπτουν από την τάση.</li> <li>2. Η έντασή τους μετράται σε Volt ανά μέτρο (V/m).</li> <li>3. Σε μια συσκευή υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο, ακόμα κι αν είναι σβηστή (αλλά συνδεδεμένη στην πρίζα).</li> <li>4. Η ένταση του πεδίου μειώνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από την πηγή.</li> <li>5. Τα περισσότερα υλικά των κτιρίων θωρακίζουν σε κάποιο βαθμό τα ηλεκτρικά πεδία.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Τα μαγνητικά πεδία προκύπτουν από τη ροή του ρεύματος.</li> <li>2. Η έντασή τους μετράται σε αμπέρ ανά μέτρο (A/m). Συνήθως, οι ερευνητές στον τομέα των ΗΜΠ χρησιμοποιούν μια αντίστοιχη μονάδα, την πυκνότητα ροής, που εκφράζεται σε μικροτέσλα (μΤ) ή μιλιτέσλα (mT).</li> <li>3. Τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται μόλις ενεργοποιηθεί μια συσκευή και αρχίσει η ροή ρεύματος.</li> <li>4. Η ένταση του πεδίου μειώνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από την πηγή.</li> <li>5. Τα περισσότερα υλικά δεν είναι σε θέση να προκαλέσουν εξασθένηση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.</li> </ol> |

#### Ηλεκτρικά πεδία

Συνδέοντας το καλώδιο μιας συσκευής στην πρίζα, δημιουργούνται ηλεκτρικά πεδία στον αέρα που περιβάλλει τη συσκευή. Όσο υψηλότερη είναι η τάση, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του πεδίου που δημιουργείται. Εφόσον η τάση υπάρχει ακόμα και αν δεν υπάρχει ροή ρεύματος, η συσκευή μπορεί να δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο στο χώρο γύρω της ακόμα και χωρίς να είναι ενεργοποιημένη.

#### Μαγνητικά πεδία

Τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται μόνο όταν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Τότε, τα μαγνητικά πεδία

συνυπάρχουν με τα ηλεκτρικά στον ίδιο χώρο. Όσο υψηλότερη είναι η ροή του ρεύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Για τη μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται υψηλές τιμές τάσης. Αντίθετα, στο σπίτι μας χρησιμοποιείται σχετικά χαμηλή τάση. Οι τάσεις που χρησιμοποιούνται στον εξοπλισμό μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν μικρή διακύμανση, ενώ το ρεύμα που διέρχεται από μια γραμμή μεταφοράς αυξομειώνεται ανάλογα με την κατανάλωση ενέργειας.

Τα ηλεκτρικά πεδία γύρω από το καλώδιο μιας συσκευής παύουν να υπάρχουν μόνο όταν την βγάλουμε από την πρίζα ή κλείσουμε το διακόπτη της πρίζας. Θα εξακολουθούν να υπάρχουν γύρω από το εντοιχισμένο καλώδιο που μεταφέρει το ρεύμα στην πρίζα.

#### **Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στα στατικά πεδία και τα χρονομεταβλητά πεδία;**

Ένα στατικό πεδίο δεν μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου. Συνεχές ρεύμα (DC) είναι το ρεύμα που κινείται προς μία μόνο κατεύθυνση. Σε μια συσκευή που λειτουργεί με μπαταρίες, το ρεύμα κινείται από τη μπαταρία προς τη συσκευή και μετά επιστρέφει ξανά στη μπαταρία. Σε αυτήν την περίπτωση δημιουργείται ένα στατικό μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο της Γης είναι άλλο ένα παράδειγμα στατικού πεδίου. Το ίδιο και το μαγνητικό πεδίο γύρω από ένα μαγνήτη, το οποίο μπορούμε να το αντιληφθούμε οπτικά ρίχνοντας ρινίσματα σιδήρου γύρω από το μαγνήτη και παρατηρώντας το μοτίβο που σχηματίζουν.

Αντιθέτως, τα χρονομεταβλητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία παράγονται από το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Το εναλλασσόμενο ρεύμα αντιστρέφει σε τακτικά διαστήματα την κατεύθυνση στην οποία κινείται. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, ο ηλεκτρισμός αλλάζει κατεύθυνση με συχνότητα 50 κύκλων ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή 50 Hertz. Έτσι, το αντίστοιχο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που παράγεται αλλάζει τον προσανατολισμό του 50 φορές το δευτερόλεπτο. Η συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος στη Βόρεια Αμερική είναι 60 Hertz.

#### **Ποιες είναι οι κύριες πηγές πεδίων χαμηλών, μεσαίων και υψηλών συχνοτήτων;**

Τα χρονομεταβλητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από τις ηλεκτρικές συσκευές αποτελούν παραδείγματα **πεδίων εξαιρετικά χαμηλών συχνοτήτων (ELF)**. Γενικά, τα πεδία ELF έχουν συχνοτήτες που φτάνουν μέχρι τα 300 Hz. Άλλες τεχνολογικές εφαρμογές παράγουν **πεδία μεσαίων συχνοτήτων (IF)**, με συχνοτήτες μεταξύ 300 Hz και 10 MHz, καθώς και **πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF)**, με συχνοτήτες μεταξύ 10 MHz και 300 GHz. Οι επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο ανθρώπινο σώμα εξαρτώνται όχι μόνο από το επίπεδο έντασης του πεδίου, αλλά και από τη συχνότητα και την ενέργειά τους. Το σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και όλες οι συσκευές που λειτουργούν με ρεύμα αποτελούν τις κύριες πηγές πεδίων εξαιρετικά χαμηλών συχνοτήτων (ELF). Οι θόνοι των υπολογιστών, τα αντικλεπτικά συστήματα και τα συστήματα ασφαλείας αποτελούν τις κύριες πηγές πεδίων μεσαίων συχνοτήτων (IF). Τέλος, το ραδιόφωνο, η τηλεόραση, τα ραντάρ, οι κεραίες των κινητών τηλεφώνων και οι φούρνοι μικροκυμάτων αποτελούν τις κύριες πηγές πεδίων ραδιοσυχνοτήτων (RF). Αυτά τα πεδία μεταφέρουν στο ανθρώπινο σώμα ρεύμα (μέσω επαγωγής), το οποίο -εάν είναι αρκετό- μπορεί να προκαλέσει μια σειρά επιδράσεων όπως άνοδο της θερμοκρασίας και ηλεκτροπληξία, ανάλογα με το πλάτος και την περιοχή συχνοτήτων τους. (Ωστόσο, για να υπάρξουν τέτοιες επιδράσεις, τα πεδία που υπάρχουν έξω από το σώμα θα έπρεπε να είναι πολύ ισχυρά, πολύ περισσότερο απ' ό, τι σε ένα συνηθισμένο περιβάλλον.)

#### **Ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε υψηλές συχνότητες**

Τα κινητά τηλέφωνα, η τηλεόραση, οι ραδιοπομπές και τα ραντάρ δημιουργούν πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF). Αυτά τα πεδία χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση πληροφοριών σε μεγάλες αποστάσεις και αποτελούν τη βάση των τηλεπικοινωνιών, καθώς και της εκπομπής ραδιοφωνικού και τηλεοπτικού σήματος σε ολόκληρο τον πλανήτη. Τα μικροκύματα είναι πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF) με υψηλές συχνότητες, της τάξης GHz. Στους φούρνους μικροκυμάτων, τα χρησιμοποιούμε για να ζεσταίνουμε γρήγορα το φαγητό μας.

Στις ραδιοσυχνότητες, τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία είναι στενά συνυφασμένα και το επίπεδό τους μετράται συνήθως ως πυκνότητα της ισχύος τους σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο ( $W/m^2$ ).

#### **Κύρια σημεία**

1. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα περιλαμβάνει και τις φυσικές αλλά και τις τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.
2. Ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο χαρακτηρίζεται από τη συχνότητα και το μήκος κύματος. Σε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, τα παρακάτω δύο χαρακτηριστικά σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους: όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα, τόσο μικρότερο θα είναι το μήκος κύματος.
3. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία, όπως οι ακτίνες X και οι ακτίνες γάμμα, αποτελείται από φωτόνια, τα οποία μεταφέρουν αρκετή ενέργεια ώστε να είναι σε θέση να διασπάσουν τους μοριακούς δεσμούς. Τα φωτόνια των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στις συχνότητες του δικτύου ηλεκτρικής τροφοδοσίας και στις ραδιοσυχνότητες έχουν κατά πολύ μικρότερη ενέργεια και κατά συνέπεια δεν έχουν αυτήν την ιδιότητα.

4. Ηλεκτρικά πεδία υπάρχουν οπουδήποτε υπάρχει ένα ηλεκτρικό φορτίο και μετρώνται σε Volt ανά μέτρο (V/m). Τα μαγνητικά πεδία προκύπτουν από τη ροή του ρεύματος. Η πυκνότητα ροής τους μετράται σε μικροτέσλα (μΤ) ή मिलीтесла (mT).
5. Στις ραδιοσυχνότητες και στις συχνότητες των μικροκυμάτων, τα ηλεκτρικά και τα μαγνητικά πεδία θεωρούνται μαζί ως τα δύο στοιχεία ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Η πυκνότητα ισχύος, που μετράται σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο ( $W/m^2$ ), αποτελεί το μέτρο της έντασης αυτών των πεδίων.
6. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χαμηλών και υψηλών συχνοτήτων επηρεάζουν το ανθρώπινο σώμα με διαφορετικούς τρόπους.
7. Το σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και οι συσκευές μας αποτελούν τις πιο συνηθισμένες πηγές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας στο περιβάλλον όπου ζούμε. Πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ραδιοσυχνότητας (RF) στο καθημερινό μας περιβάλλον είναι οι τηλεπικοινωνίες, οι τηλεοπτικοί και ραδιοφωνικοί αναμεταδότες και οι φούρνοι μικροκυμάτων.

## Σύνοψη των επιδράσεων στην υγεία

### Τι συμβαίνει όταν εκτίθεστε σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία;

Η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία δεν αποτελεί νέο φαινόμενο. Ωστόσο, κατά τον 20ο αιώνα, παρατηρήθηκε σταθερή αύξηση της περιβαλλοντικής έκθεσης σε τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, καθώς η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια, οι εξελισσόμενες τεχνολογίες και οι αλλαγές στην κοινωνική συμπεριφορά αποτέλεσαν παράγοντες που ώθησαν στη δημιουργία όλο και περισσότερων τεχνητών πηγών. Τόσο στο σπίτι όσο και στο χώρο της εργασίας, όλοι μας είμαστε εκτεθειμένοι σε ένα σύνθετο μίγμα από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία μικρής έντασης, που προέρχονται από την παραγωγή και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, τις οικιακές συσκευές, το βιομηχανικό εξοπλισμό, τις τηλεπικοινωνίες και την μετάδοση πληροφοριών.

Πολύ μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος υπάρχουν και στο ίδιο το ανθρώπινο σώμα, λόγω των χημικών αντιδράσεων που αποτελούν μέρος των φυσιολογικών λειτουργιών του, ακόμα και χωρίς να υπάρχουν εξωτερικά ηλεκτρικά πεδία. Για παράδειγμα, η μετάδοση των ερεθισμάτων από το νευρικό σύστημα στον εγκέφαλο γίνεται με ηλεκτρικούς παλμούς. Οι περισσότερες βιοχημικές αντιδράσεις, από την πέψη μέχρι τις λειτουργίες του εγκεφάλου, εκτελούνται με τη μετάθεση φορτισμένων σωματιδίων. Ακόμα και η καρδιά είναι ηλεκτρικά ενεργή. Αυτήν ακριβώς τη δραστηριότητα παρακολουθούν οι καρδιολόγοι με το ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Τα **ηλεκτρικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων** επηρεάζουν το ανθρώπινο σώμα όπως ακριβώς και οποιοδήποτε υλικό που αποτελείται από φορτισμένα σωματίδια. Όταν εφαρμοστεί ένα ηλεκτρικό πεδίο σε ένα αγωγικό υλικό, επηρεάζει τη διανομή των ηλεκτρικών φορτίων στην επιφάνειά του. Προκαλεί κίνηση ηλεκτρικού ρεύματος διαμέσου του σώματος προς τη γη.

Τα μαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων προκαλούν (μέσω επαγωγής) κίνηση ρεύματος μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Η ένταση αυτού του ρεύματος εξαρτάται από την ένταση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Αν είναι αρκετά μεγάλη, αυτό το ρεύμα μπορεί δυναμικά να προκαλέσει διέγερση των νεύρων και των μυών ή να επηρεάσει άλλες βιολογικές διεργασίες.

Τόσο τα ηλεκτρικά όσο και τα μαγνητικά πεδία δημιουργούν (μέσω επαγωγής) τάσεις και ρεύμα μέσα στο σώμα. Ωστόσο, ακόμα και κάτω από μια γραμμή μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης, οι τιμές του ρεύματος είναι πολύ χαμηλές σε σύγκριση με τα όρια πρόκλησης ηλεκτροπληξίας και άλλων επιδράσεων λόγω του ηλεκτρισμού.

Η άνοδος της θερμοκρασίας αποτελεί την κύρια βιολογική επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ραδιοσυχνότητας. Αυτό το γεγονός αξιοποιείται στους φούρνους μικροκυμάτων και επιτρέπει να ζεσταίνουμε γρήγορα το φαγητό. Τα επίπεδα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ραδιοσυχνότητας στα οποία εκτίθεται συνήθως ο άνθρωπος είναι πολύ χαμηλότερα από εκείνα που δύνανται να προκαλέσουν σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας. Η επίδραση των ραδιοκυμάτων αναφορικά με την άνοδο της θερμοκρασίας αποτελεί τη βάση των οδηγιών που ισχύουν σήμερα. Οι επιστήμονες ερευνούν, επίσης, την πιθανότητα ύπαρξης επιδράσεων αναφορικά με την αύξηση της θερμοκρασίας ακόμα και κάτω από το όριο, ως αποτέλεσμα της μακρόχρονης έκθεσης. Έως σήμερα, δεν έχει επιβεβαιωθεί καμία δυσμενής επίδραση στην υγεία από τη μακρόχρονη έκθεση σε πεδία ραδιοσυχνότητας ή συχνοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλών επιπέδων, αλλά η επιστημονική έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα συνεχίζεται.

### Βιολογικές επιδράσεις ή επιδράσεις στην υγεία; Τι σημαίνει "κίνδυνος για την υγεία";

Βιολογικές επιδράσεις είναι οι μετρήσιμες αντιδράσεις ως προς ένα ερέθισμα ή μία αλλαγή στο περιβάλλον. Οι μεταβολές αυτές δεν είναι απαραίτητα επιβλαβείς για την υγεία μας. Όταν για παράδειγμα, ακούμε μουσική, διαβάζουμε ένα βιβλίο, τρώμε ένα μήλο ή παίζουμε τένις, προκαλείται μια σειρά βιολογικών επιδράσεων. Καμία, όμως, από τις παραπάνω δραστηριότητες δεν αναμένεται ότι θα προκαλέσει επιδράσεις στην υγεία μας. Το σώμα

διαθέτει εξελιγμένους μηχανισμούς ώστε να προσαρμόζεται στις πολλές και διαφορετικές επιρροές που δέχεται από το περιβάλλον. Η συνεχής αλλαγή αποτελεί κανονικό μέρος της ζωής μας. Βέβαια, το σώμα μας δεν διαθέτει επαρκείς μηχανισμούς για την αποκατάσταση όλων των βιολογικών επιδράσεων. Οι αλλαγές που είναι μη αντιστρέψιμες και καταπονούν το σύστημα για μεγάλες χρονικές περιόδους, ενδέχεται να αποτελέσουν κίνδυνο για την υγεία.

Μια δυσμενής επίδραση στην υγεία προκαλεί εντοπίσιμη υποβάθμιση/διαταραχή της υγείας του εκτεθειμένου προσώπου ή των απογόνων του/της. Από την άλλη πλευρά, μια βιολογική επίδραση δεν είναι απαραίτητο ότι θα προκαλέσει κάποια δυσμενή επίδραση για την υγεία.

Είναι αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που υπερβαίνουν κάποια όρια μπορούν να έχουν βιολογικές επιδράσεις. Πειράματα με υγιείς εθελοντές κατέδειξαν ότι η βραχυχρόνια έκθεση στα επίπεδα που υπάρχουν στο περιβάλλον ή στο σπίτι δεν προκαλούν προφανείς βλαβερές επιδράσεις. Η έκθεση σε υψηλότερα επίπεδα που μπορεί να είναι επιβλαβή, περιορίζεται από εθνικές και διεθνείς οδηγίες. Στις μέρες μας, ο προβληματισμός έχει επικεντρωθεί στο εάν η μακροχρόνια έκθεση σε χαμηλά επίπεδα μπορεί να προκαλέσει βιολογικές αντιδράσεις και να επηρεάσει την ποιότητα της υγείας.

### **Εκτεταμένες ανησυχίες για την υγεία**

Με μια ματιά στους τίτλους του Τύπου των πρόσφατων ετών μπορούμε να αντιληφθούμε τους διάφορους τομείς στους οποίους εστιάζονται οι ανησυχίες του κοινού. Μέσα στην περασμένη δεκαετία, πολλές ήταν οι πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που βρέθηκαν στο επίκεντρο ανησυχιών για την υγεία, όπως οι γραμμές μεταφοράς ρεύματος, οι φούρνοι μικροκυμάτων, οι θόνοις υπολογιστών και τηλεοράσεων, οι συσκευές ασφαλείας, τα ραντάρ και, πιο πρόσφατα, τα κινητά τηλέφωνα και οι σταθμοί βάσης της κινητής τηλεφωνίας.

### **Το Διεθνές Πρόγραμμα για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία (International EMF Project)**

Ανταποκρινόμενος στις αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με τη δημόσια υγεία και τις πιθανές επιδράσεις από την έκθεση στις ολοένα περισσότερες, σε αριθμό και ποικιλία, πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) ξεκίνησε το 1996 μια μεγάλη και πολυδιάστατη έρευνα. Το Διεθνές Πρόγραμμα για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία (International EMF Project) συγκεντρώνει τις έως σήμερα γνώσεις και τους διαθέσιμους πόρους από σημαντικούς διεθνείς και εθνικούς οργανισμούς και επιστημονικά ιδρύματα.

### **Συμπεράσματα από την επιστημονική έρευνα**

Στον τομέα των βιολογικών επιδράσεων και των ιατρικών εφαρμογών της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, μέσα στα τελευταία 30 χρόνια έχουν δημοσιευτεί περίπου 25.000 άρθρα. Παρά το γεγονός ότι μια μερίδα του κοινού έχει την αίσθηση ότι πρέπει να γίνει ακόμα περισσότερη έρευνα, οι επιστημονικές μας γνώσεις σήμερα στο συγκεκριμένο τομέα είναι πιο εκτενείς απ' ό,τι για τα περισσότερα χημικά. Με βάση μια πρόσφατη αναλυτική εξέταση της επιστημονικής βιβλιογραφίας, ο ΠΟΥ συμπέρανε ότι τα υφιστάμενα στοιχεία δεν επιβεβαιώνουν την ύπαρξη οποιωνδήποτε συνεπειών για την υγεία από την έκθεση σε χαμηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα ορισμένα κενά στις γνώσεις μας περί των βιολογικών επιδράσεων, για τα οποία απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

### **Επιδράσεις στη γενική κατάσταση της υγείας**

Έχουν υπάρξει περιπτώσεις ανθρώπων που απέδιδαν μια σειρά ετερογενών συμπτωμάτων στην έκθεση σε χαμηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο χώρο του σπιτιού. Τα συμπτώματα που αναφέρθηκαν ήταν πονοκέφαλοι, άγχος, κατάθλιψη και τάσεις αυτοκτονίας, ναυτία, κόπωση και απώλεια σεξουαλικής επιθυμίας. Οι έως σήμερα επιστημονικές αποδείξεις δεν υποστηρίζουν ότι υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα σε αυτά τα συμπτώματα και την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Μερικά τουλάχιστον από αυτά τα προβλήματα υγείας ενδέχεται να προκαλούνται από το θόρυβο ή άλλους παράγοντες του περιβάλλοντος ή από το άγχος που σχετίζεται με την έλευση των νέων τεχνολογιών.

### **Επιδράσεις στην έκβαση της εγκυμοσύνης**

Τόσο ο ΠΟΥ όσο και άλλοι οργανισμοί έχουν αξιολογήσει πολλές διαφορετικές πηγές και τύπους έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο περιβάλλον του σπιτιού και του χώρου εργασίας, όπως είναι οι θόνοις των υπολογιστών, τα κρεβάτια με στρώμα νερού, οι ηλεκτρικές κουβέρτες, οι συσκευές συγκόλλησης με ραδιοσυχνότητες, ο εξοπλισμός διαθερμίας και τα ραντάρ. Γενικά, οι αποδείξεις καταδεικνύουν ότι η έκθεση σε πεδία τυπικών επιπέδων περιβάλλοντος δεν αυξάνει το ρίσκο για ανεπιθύμητες επιπτώσεις, όπως αποβολή, δυσμορφία, ελλιποβαρή νεογνά και συγγενείς παθήσεις. Έχουν υπάρξει περιστασιακά αναφορές για συσχετισμούς μεταξύ προβλημάτων υγείας και υποτιθέμενης έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όπως π.χ. αναφορές για πρόωρους τοκετούς και ελλιποβαρή νεογνά από εργαζόμενους στον κλάδο των ηλεκτρονικών, χωρίς όμως η επιστημονική κοινότητα να θεωρήσει ότι οφείλονται απαραίτητα στην έκθεση σε πεδία (σε αντίθεση με παράγοντες όπως η έκθεση σε διαλυτικά).

## Καταρράκτης

Έχουν υπάρξει κάποιες αναφορές για γενικής φύσης ερεθισμούς των ματιών και για εμφάνιση καταρράκτη σε εργαζόμενους που εκτέθηκαν σε υψηλά επίπεδα ραδιοσυχνότητας και ακτινοβολίας μικροκυμάτων, αλλά οι μελέτες σε πειραματόζωα δεν υποστηρίζουν ότι είναι δυνατό να προκληθούν τέτοιες βλάβες στα μάτια σε επίπεδα που δεν είναι θερμικά επικίνδυνα. Δεν υπάρχουν αποδείξεις για την εμφάνιση αυτών των επιδράσεων στα επίπεδα στα οποία εκτίθεται το ευρύ κοινό.

## Ηλεκτρομαγνητικά πεδία και καρκίνος

Παρά το μεγάλο αριθμό μελετών, τα στοιχεία για τυχόν επιδράσεις εξακολουθούν να είναι πολύ αντιφατικά. Ωστόσο, είναι σαφές ότι εάν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία έχουν πράγματι κάποια επίδραση στον καρκίνο, οποιαδήποτε αύξηση του ρίσκου θα είναι εξαιρετικά μικρή. Τα έως σήμερα αποτελέσματα περιέχουν πολλές ασυμφωνίες, αλλά δεν έχουν εντοπιστεί μεγάλες αυξήσεις του ρίσκου για οποιαδήποτε μορφή καρκίνου σε παιδιά ή ενήλικες.

Ένας αριθμός επιδημιολογικών μελετών παρουσιάζουν μικρές αυξήσεις στο ρίσκο εμφάνισης λευχαιμίας κατά την παιδική ηλικία με την έκθεση σε μαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων στο σπίτι. Ωστόσο, οι επιστήμονες δεν έχουν καταλήξει σε γενικό συμπέρασμα ως προς το εάν αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν την ύπαρξη σχέσης αιτίας - αιτιατού ανάμεσα στην έκθεση στα πεδία και τη νόσο (σε αντίθεση με τις πηγές σφαλμάτων που περιελήφθησαν στη μελέτη ή με τις επιδράσεις που δεν σχετίζονται με την έκθεση στα πεδία). Εν μέρει, η επιστημονική κοινότητα έφτασε σε αυτό το συμπέρασμα επειδή οι μελέτες σε πειραματόζωα και οι εργαστηριακές έρευνες δεν κατάφεραν να παρουσιάσουν επαναλαμβανόμενες επιδράσεις συνεπείς με την υπόθεση ότι τα πεδία προκαλούν καρκίνο ή συμβάλλουν στην εμφάνισή του. Σε πολλές χώρες βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη μελέτες ευρείας κλίμακας οι οποίες ενδέχεται να βοηθήσουν στην επίλυση αυτών των θεμάτων.

## Υπερευαισθησία στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και κατάθλιψη

Ορισμένα άτομα αναφέρουν "υπερευαισθησία" στα ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία. Ρωτούν εάν οι πόνοι και τα άλγη, οι πονοκέφαλοι, η κατάθλιψη, ο λήθαργος, οι διαταραχές του ύπνου, ακόμα και οι σπασμοί και οι επιληπτικές κρίσεις θα μπορούσαν να συνδέονται με την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Υπάρχουν λίγες μόνο επιστημονικές αποδείξεις που υποστηρίζουν την ιδέα της υπερευαισθησίας στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Από πρόσφατες μελέτες σε χώρες της Σκανδιναβίας εντοπίστηκε ότι οι άνθρωποι δεν επιδεικνύουν σταθερές αντιδράσεις υπό κατάλληλα ελεγχόμενες συνθήκες έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ούτε, επίσης, ότι υπάρχει κάποιος αποδεκτός βιολογικός μηχανισμός που να εξηγεί την υπερευαισθησία. Η έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα είναι δύσκολη, καθώς ενδέχεται να εμπλέκονται πολλές άλλες υποκειμενικές αντιδράσεις, πέρα από τις άμεσες επιδράσεις των πεδίων. Επί του θέματος συνεχίζονται ακόμα πολλές μελέτες.

## Η έμφαση της τρέχουσας και της μελλοντικής έρευνας

Μεγάλο μέρος της προσπάθειας κατευθύνεται σήμερα προς τη μελέτη των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σε σχέση με τον καρκίνο. Οι μελέτες για πιθανές επιδράσεις των πεδίων συχνοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας στην καρκινογένεση συνεχίζονται, αν και σε μειωμένο επίπεδο σε σχέση με τα τέλη της δεκαετίας του 1990.

Ένα άλλο θέμα το οποίο συγκεντρώνει μεγάλο μέρος της έρευνας σήμερα είναι οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην υγεία από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων. Δεν έχει εντοπιστεί κάποια προφανής δυσμενής επίδραση από την έκθεση σε πεδία ραδιοσυχνότητας χαμηλού επιπέδου. Ωστόσο, με δεδομένη την ανησυχία του κοινού αναφορικά με την ασφάλεια των κινητών τηλεφώνων, γίνεται περαιτέρω έρευνα για να προσδιοριστεί το εάν είναι δυνατό να παρουσιαστούν λιγότερο προφανείς επιδράσεις σε πολύ χαμηλά επίπεδα έκθεσης.

## Κύρια σημεία

1. Υπάρχει μια μεγάλη σειρά επιρροών από το περιβάλλον, που προκαλούν βιολογικές επιδράσεις. Ο όρος "βιολογική επίδραση" δεν είναι ισοδύναμος με τον όρο "κίνδυνος για την υγεία". Για τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση των κινδύνων για την υγεία, απαιτείται εξειδικευμένη έρευνα.
2. Σε χαμηλές συχνότητες, τα εξωτερικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία προκαλούν (μέσω επαγωγής) μικρή κίνηση ρεύματος μέσα στο σώμα. Σχεδόν σε κάθε συνηθισμένο περιβάλλον, τα επίπεδα του επαγόμενου ρεύματος μέσα στο σώμα είναι πολύ μικρά και δεν επαρκούν για την πρόκληση προφανών επιδράσεων.
3. Η κύρια επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ραδιοσυχνότητας είναι η άνοδος της θερμοκρασίας του ιστού του σώματος.
4. Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε πολύ υψηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων μπορεί να είναι επιβλαβής για την υγεία. Οι ανησυχίες του κοινού σήμερα εστιάζονται στις πιθανές μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην υγεία από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε επίπεδα κάτω από αυτά που απαιτούνται για να κινητοποιηθούν οξείες βιολογικές αντιδράσεις.

5. Το Διεθνές Πρόγραμμα για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία του ΠΟΥ αποσκοπεί στο να παράσχει βάσιμες και αντικειμενικές επιστημονικές απαντήσεις στις ανησυχίες του κοινού σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλού επιπέδου.
6. Παρά την εκτενή έρευνα, έως σήμερα δεν υπάρχουν αποδείξεις για το ότι η έκθεση σε χαμηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων είναι επιβλαβής για την υγεία του ανθρώπου.
7. Σε διεθνές επίπεδο, η έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση των πιθανών σχέσεων μεταξύ του καρκίνου και των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων του δικτύου ηλεκτρικής τροφοδοσίας και των ραδιοσυχνότητων.

## Πρόοδος της έρευνας

Εάν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία αποτελούν κίνδυνο για την υγεία, θα πρέπει να υπάρχουν συνέπειες σε όλες τις εκβιομηχανισμένες χώρες. Το κοινό απαιτεί ακλόνητες απαντήσεις στην ερώτηση που κάνει όλο και πιο πειστικά, στο εάν δηλαδή τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία στα οποία είμαστε εκτεθειμένοι καθημερινά προκαλούν δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία. Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης πολλές φορές εμφανίζονται σαν να έχουν οριστικές απαντήσεις. Ωστόσο, πρέπει να κρίνουμε προσεκτικά τα όσα μεταδίδουν και να λαμβάνουμε υπόψη το γεγονός ότι το κύριο μέλημα των μέσων ενημέρωσης δεν είναι η εκπαίδευση. Ένας δημοσιογράφος ενδέχεται να επιλέξει και να μεταφέρει στο κοινό κάποιο θέμα με βάση μια σειρά από μη τεχνικούς λόγους: υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των δημοσιογράφων για τον τηλεοπτικό/ραδιοφωνικό χρόνο ή για τον αριθμό των στηλών που θα αφιερώσει ένα έντυπο μέσο στο άρθρο του, αλλά και μεταξύ των εφημερίδων/περιοδικών για τον αριθμό των φύλλων που θα πουλήσουν. Οι καινοφανείς τίτλοι που προκαλούν αίσθηση και αφορούν όσο το δυνατό περισσότερους ανθρώπους, βοηθούν στην επίτευξη αυτών των στόχων - κακές ειδήσεις δεν είναι μόνο οι μεγάλες ειδήσεις, συχνά είναι οι μόνες ειδήσεις που ακούμε. Ο μεγάλος αριθμός μελετών που δηλώνουν ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι ακίνδυνα, τυγχάνουν μικρής ή και μηδενικής κάλυψης. Η επιστήμη δεν είναι ακόμα σε θέση να εγγυηθεί την απόλυτη ασφάλεια, αλλά η εξέλιξη της έρευνας είναι καθησυχαστική σε συνολικό επίπεδο.

## Η ανάγκη για διαφορετικούς τύπους μελετών

Για την αξιολόγηση κάποιας δυνητικά δυσμενούς επίδρασης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην υγεία μας χρειάζεται ένα μίγμα μελετών σε διαφορετικούς τομείς έρευνας. Κάθε διαφορετικός τύπος μελέτης διερευνά μια συγκεκριμένη πλευρά του προβλήματος. Οι εργαστηριακές μελέτες στα κύτταρα αποσκοπούν στο να ρίξουν φως στους βασικούς μηχανισμούς που συνδέουν την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία με βιολογικές επιδράσεις. Επιχειρούν να εντοπίσουν μηχανισμούς με βάση τις μοριακές ή κυτταρικές μεταβολές που προκαλούνται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο - μια τέτοια μεταβολή θα μπορούσε να δώσει κάποιες ενδείξεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μια φυσική δύναμη μετατρέπεται σε βιολογική ενέργεια μέσα στο σώμα. Στα πλαίσια αυτών των μελετών, αφαιρούνται κύτταρα ή τμήματα του ιστού από το φυσιολογικό τους περιβάλλον, γεγονός που μπορεί να απενεργοποιήσει κάποιους πιθανούς μηχανισμούς αποκατάστασης.

Ένας άλλος τύπος μελετών, στις οποίες χρησιμοποιούνται ζώα, είναι περισσότερο σχετική με τις πραγματικές καταστάσεις. Οι μελέτες αυτές παρέχουν αποδείξεις οι οποίες σχετίζονται πιο άμεσα με τον προσδιορισμό των επιπέδων ασφαλείας για την έκθεση των ανθρώπων και συχνά χρησιμοποιούν πολλά διαφορετικά επίπεδα έντασης των πεδίων ώστε να διερευνήσουν τις σχέσεις δόσης-αντίδρασης.

Οι επιδημιολογικές μελέτες ή οι μελέτες της υγείας του ανθρώπου αποτελούν ακόμα μία άμεση πηγή πληροφοριών για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις από την έκθεση. Οι μελέτες αυτές διερευνούν την αιτία και την κατανομή των παθήσεων σε πραγματικές καταστάσεις, σε κοινότητες και επαγγελματικές ομάδες. Οι ερευνητές προσπαθούν να προσδιορίσουν εάν υπάρχει κάποια στατιστική συσχέτιση ανάμεσα στην έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία και τη συχνότητα εμφάνισης μιας συγκεκριμένης πάθησης ή μιας δυσμενούς επίδρασης στην υγεία. Ωστόσο, οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν μεγάλο κόστος. Ακόμα πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι περιλαμβάνουν μετρήσεις σε εξαιρετικά σύνθετα δείγματα (πληθυσμούς) ανθρώπων και υπάρχει δυσκολία στον έλεγχο ώστε να εντοπιστούν οι μικρές έκτασης επιδράσεις. Για τους παραπάνω λόγους, όταν οι επιστήμονες καλούνται να αποφασίσουν σχετικά με τους δυνητικούς κινδύνους για την υγεία, αξιολογούν όλα τα σχετικά στοιχεία, από την επιδημιολογία, τις μελέτες σε ζώα και τις κυτταρικές μελέτες.

## Ερμηνεία των επιδημιολογικών μελετών

Μόνο από τις επιδημιολογικές μελέτες συνήθως δεν είναι εφικτό να προσδιοριστεί μια σαφής σχέση αιτίας - αποτελέσματος, κυρίως επειδή είναι σε θέση μόνο να εντοπίσουν στατιστικούς συσχετισμούς μεταξύ της έκθεσης και της πάθησης, οι οποίοι συσχετισμοί ενδέχεται ή όχι να προκαλούνται από την έκθεση. Φανταστείτε μια υποθετική μελέτη που εμφανίζει μια σχέση ανάμεσα στην έκθεση των εργαζόμενων μιας εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία και στο αυξημένο ρίσκο εμφάνισης καρκίνου. Ακόμα και αν παρατηρείται κάποιος στατιστικός συσχετισμός, θα μπορούσε να οφείλεται επίσης σε ατελή δεδομένα σχετικά με άλλους παράγοντες του χώρου εργασίας. Για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι ενδέχεται να έχουν εκτεθεί σε χημικά διαλυτικά που μπορούν δυνητικά να προκαλέσουν την εμφάνιση καρκίνου. Επιπλέον, κάποιος παρατηρούμενος στατικός

συσχετισμός μπορεί να οφείλεται μόνο σε στατιστικούς λόγους ή ακόμα και να υπάρχει κάποιο πρόβλημα στη σχεδίαση της ίδιας της μελέτης.

Επομένως, ο εντοπισμός ενός συσχετισμού ανάμεσα σε κάποιο παράγοντα και μια συγκεκριμένη πάθηση δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η πάθηση προκλήθηκε από το συγκεκριμένο παράγοντα. Για να προσδιοριστεί μια σχέση αιτίας-αιτιατού, ο ερευνητής πρέπει να λάβει υπόψη πολλά στοιχεία. Η σχέση αιτίας-αιτιατού ενισχύεται εάν υπάρχει σταθερή και ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης και της επίδρασης, σαφής σχέση δόσης-αντίδρασης, αξιόπιστη βιολογική εξήγηση, υποστήριξη από σχετικές μελέτες σε ζώα και, πάνω από όλα, συνέπεια μεταξύ των μελετών. Γενικά, οι παραπάνω παράγοντες απουσιάζουν από τις μελέτες που αφορούν τη σχέση ανάμεσα στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και τον καρκίνο. Αυτή είναι μια από τις σημαντικότερες αιτίες της αδυναμίας των επιστημόνων να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μικρής έντασης έχουν επιδράσεις για την υγεία.

### **Δυσκολίες στον αποκλεισμό της πιθανότητας πολύ μικρών ρίσκων**

"Η απουσία στοιχείων για τις βλαβερές επιδράσεις δεν φαίνεται να επαρκεί στη σύγχρονη κοινωνία. Αντιθέτως, όλο και περισσότερο απαιτούνται στοιχεία για την απουσία τους." (Barnabas Kunsch, Αυστριακό Κέντρο Ερευνών, Seibersdorf)

Στα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν επιτροπές ειδικών που εξέτασαν το θέμα κυριαρχούν διατυπώσεις όπως "δεν υπάρχουν πειστικά στοιχεία για τη δυσμενή επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην υγεία" ή "δεν έχει επιβεβαιωθεί κάποια σχέση αιτίας-αιτιατού μεταξύ των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και του καρκίνου". Μοιάζει σαν η επιστήμη να ήθελε να αποφύγει να δώσει μια απάντηση. Όμως, για ποιο λόγο πρέπει να συνεχιστεί η έρευνα εφόσον οι επιστήμονες έχουν ήδη καταδείξει ότι δεν υπάρχουν επιδράσεις;

Η απάντηση είναι απλή: Οι μελέτες της ανθρώπινης υγείας εμφανίζουν πολύ καλές επιδόσεις στον εντοπισμό επιδράσεων μεγάλης κλίμακας, όπως π.χ. τη σύνδεση του καπνίσματος και του καρκίνου. Δυστυχώς, δεν είναι σε θέση να διακρίνουν το ίδιο εύκολα το εάν υπάρχει κάποια μικρή επίδραση ή αν δεν υπάρχει καμία επίδραση. Αν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε τυπικά επίπεδα περιβάλλοντος ήταν ισχυροί καρκινογενείς παράγοντες, το γεγονός αυτό θα ήταν εύκολο να έχει καταδειχθεί έως τώρα. Αντίθετα, αν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μικρής έντασης αποτελούν ανίσχυρους καρκινογενείς παράγοντες, ή ακόμα και ισχυρό παράγοντα καρκινογένεσης σε μια μικρή ομάδα ανθρώπων σε σχέση με το συνολικό πληθυσμό, αυτό θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να καταδειχθεί. Στην πραγματικότητα, ακόμα και αν μια μεγάλης κλίμακας μελέτη δεν δείξει κάποια συσχέτιση, δεν μπορούμε ποτέ να είμαστε απόλυτα σίγουροι ότι δεν υπάρχει σχέση. Η απουσία κάποιας επίδρασης θα μπορούσε να σημαίνει ότι πράγματι δεν υπάρχει καμία επίδραση. Όμως, με τον ίδιο τρόπο θα μπορούσε να σημαίνει ότι η επίδραση είναι απλώς μη ανιχνεύσιμη με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο μέτρησης. Επομένως, τα αρνητικά αποτελέσματα είναι, γενικά, λιγότερο πειστικά από τα αδιάσειστα θετικά αποτελέσματα.

Η πιο δύσκολη από όλες τις περιπτώσεις, που δυστυχώς αναπτύχθηκε με τις επιδημιολογικές μελέτες αναφορικά με τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, είναι μια σειρά μελετών με αμφισβητήσιμα θετικά αποτελέσματα, που ωστόσο δεν συμφωνούν μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή, ακόμα και οι ίδιοι οι επιστήμονες είναι πιθανό να μην συμφωνούν σχετικά με τη σημασία των δεδομένων. Ωστόσο, για τους λόγους που εξηγήθηκαν παραπάνω, οι περισσότεροι επιστήμονες και κλινικοί ιατροί συμφωνούν ότι τυχόν επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην υγεία, εάν υπάρχουν κάποιες, είναι πιο πιθανό να είναι πολύ μικρές σε σχέση με άλλα ρίσκα για την υγεία τα οποία αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή.

### **Τι επιφυλάσσει το μέλλον;**

Κύριος στόχος του Διεθνούς Προγράμματος για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία του ΠΟΥ είναι η έναρξη και ο συντονισμός της έρευνας σε παγκόσμιο επίπεδο ώστε να καταστεί δυνατή μία σωστά τεκμηριωμένη απάντηση στις ανησυχίες του κοινού. Σε αυτήν την αξιολόγηση θα ενσωματωθούν τα αποτελέσματα από κυτταρικές μελέτες, μελέτες σε ζώα και μελέτες της ανθρώπινης υγείας, ώστε η εκτίμηση των ρίσκων για την υγεία να είναι όσο το δυνατόν πληρέστερη. Μια ολιστική εκτίμηση για μια ποικιλία σχετικών και αξιόπιστων μελετών θα δώσει την πλέον αξιόπιστη απάντηση σχετικά με τις δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία, εάν υπάρχουν, από τη μακροχρόνια έκθεση σε χαμηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

Για να γίνει καλύτερα αντιληπτή η ανάγκη ύπαρξης στοιχείων από διαφορετικούς τύπους πειραμάτων, ας σκεφτούμε ένα σταυρόλεξο. Για να βρούμε τη λύση σε ένα σταυρόλεξο με απόλυτη **ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ**, πρέπει να απαντήσουμε -για παράδειγμα- σε εννέα ερωτήσεις. Αν γνωρίζουμε την απάντηση για τρεις μόνο ερωτήσεις, ίσως να μπορούμε να μαντέψουμε τη λύση. Ωστόσο, τα τρία μόνο γράμματα μπορεί να σχηματίζουν και άλλη μια λέξη, εντελώς διαφορετική. Κάθε επιπλέον απάντηση θα αυξήσει το βαθμό εμπιστοσύνης. Στην πραγματικότητα, η επιστήμη ενδέχεται να μην μπορέσει ποτέ να απαντήσει σε όλες τις ερωτήσεις. Όμως, όσο πιο ακλόνητα είναι τα στοιχεία που θα συλλέξουμε, τόσο πιο αξιόπιστη θα είναι η λύση που θα μαντέψουμε.



## Κύρια σημεία

1. Οι εργαστηριακές μελέτες στα κύτταρα αποσκοπούν στο να προσδιορίσουν εάν υπάρχει κάποιος μηχανισμός με τον οποίο η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία θα μπορούσε να προκαλέσει επιβλαβείς βιολογικές επιδράσεις. Οι μελέτες σε ζώα είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό των επιδράσεων σε ανώτερους οργανισμούς με φυσιολογία ανάλογη, σε κάποιο βαθμό, με αυτήν του ανθρώπου. Οι επιδημιολογικές μελέτες αναζητούν στατιστικές συσχετίσεις ανάμεσα στην έκθεση σε πεδία και τη συχνότητα εμφάνισης συγκεκριμένων αποτελεσμάτων στην υγεία του ανθρώπου.
2. Ο εντοπισμός μιας στατιστικής συσχέτισης ανάμεσα σε κάποιο παράγοντα και μια συγκεκριμένη πάθηση δεν σημαίνει απαραίτητα ότι ο συγκεκριμένος παράγοντας προκάλεσε την πάθηση.
3. Η απουσία επιδράσεων στην υγεία θα μπορούσε να σημαίνει ότι πράγματι δεν υπάρχει καμία επίδραση, αλλά θα μπορούσε επίσης να σημαίνει ότι κάποια επίδραση που υπάρχει δεν είναι δυνατό να ανιχνευτεί με τις σημερινές μεθόδους.
4. Πρέπει να συνυπολογιστούν τα αποτελέσματα από μελέτες διαφορετικού τύπου (κυτταρικές, σε ζώα και επιδημιολογικές) πριν καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με το πιθανό ρίσκο (risk) που προκύπτει για την υγεία, λόγω ενός "ύποπτου" κινδύνου (hazard) του περιβάλλοντος. Τα ακλόνητα στοιχεία από τέτοιες μελέτες διαφορετικού τύπου αυξάνουν το βαθμό βεβαιότητας σχετικά με μια πραγματική επίδραση.

## Τυπικά επίπεδα έκθεσης στο σπίτι και το περιβάλλον

### Ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο σπίτι

#### Ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε επίπεδο υποβάθρου από εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις μέσα από καλώδια υψηλής τάσης. Με μετασηματιστές επιτυγχάνεται η μείωση της τάσης για τοπική διανομή στα σπίτια και τις επιχειρήσεις. Από τις εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και από τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις και τις συσκευές στα σπίτια μας, προέρχονται τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδο υποβάθρου που υπάρχουν στα σπίτια μας. Σε σπίτια που δεν βρίσκονται κοντά σε γραμμές μεταφοράς ρεύματος, αυτό το επίπεδο υποβάθρου μπορεί να είναι περίπου 0,2  $\mu\text{T}$ . Κάτω από μια γραμμή μεταφοράς, τα πεδία είναι πολύ ισχυρότερα. Η πυκνότητα μαγνητικής ροής στο επίπεδο του εδάφους μπορεί να ανέρχεται σε αρκετά  $\mu\text{T}$ . Τα επίπεδα των ηλεκτρικών πεδίων ακριβώς κάτω από τις γραμμές μεταφοράς μπορεί να είναι μέχρι και 10  $\text{kV/m}$ . Ωστόσο, τα πεδία (ηλεκτρικά και μαγνητικά) μειώνονται όσο αυξάνεται η απόσταση από τις γραμμές μεταφοράς. Σε απόσταση 50 έως 100 μέτρα, τα πεδία βρίσκονται σε κανονικό επίπεδο, όπως σε περιοχές μακριά από γραμμές υψηλής τάσης. Επιπλέον, οι τοίχοι των σπιτιών μειώνουν σημαντικά τα επίπεδα των ηλεκτρικών πεδίων σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο του σπιτιού.

#### Ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι

Τα ισχυρότερα πεδία συχνότητων ηλεκτρικής ενέργειας που απαντώνται στο περιβάλλον σε κανονικές συνθήκες βρίσκονται κάτω από γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης. Αντιθέτως, τα ισχυρότερα μαγνητικά πεδία σε επίπεδα συχνότητων ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκονται συνήθως πολύ κοντά σε κινητήρες και άλλες ηλεκτρικές συσκευές, καθώς και σε εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως σαρωτές μαγνητικού συντονισμού που χρησιμοποιούνται σε συστήματα ιατρικής απεικόνισης.

**Τυπικές τιμές ισχύος ηλεκτρικών πεδίων μετρώμενες κοντά σε οικιακές συσκευές  
(σε απόσταση 30 εκ.)  
(Πηγή: Ομοσπονδιακή υπηρεσία για την ασφάλεια από την ακτινοβολία, Γερμανία 1999)**

| Ηλεκτρική συσκευή                        | Ένταση ηλεκτρικού πεδίου (V/m) |
|--|--------------------------------|
| Στερεοφωνικός δέκτης                     | 180                            |
| Σίδερο                                   | 120                            |
| Ψυγείο                                   | 120                            |
| Μίξερ                                    | 100                            |
| Τοστιέρα                                 | 80                             |
| Πιστολάκι μαλλιών                        | 80                             |
| Έγχρωμη τηλεόραση                        | 60                             |
| Καφετιέρα                                | 60                             |
| Ηλεκτρική σκούπα                         | 50                             |
| Ηλεκτρικός φούρνος                       | 8                              |
| Λάμπα φωτισμού                           | 5                              |
|  |                                |
| <b>Τιμή ορίου σύμφωνα με τις οδηγίες</b> | <b>5000</b>                    |

Πολλοί εκπλήσσονται όταν ενημερώνονται για την ποικιλία των επιπέδων μαγνητικών πεδίων που υπάρχουν κοντά στις διάφορες συσκευές. Η ένταση του πεδίου δεν εξαρτάται από το πόσο μεγάλη, πολύπλοκη, ισχυρή ή θορυβώδης είναι η συσκευή. Επίσης, ακόμα και μεταξύ συσκευών που μοιάζουν παρόμοιες, η ένταση των μαγνητικών τους πεδίων ενδέχεται να διαφέρει κατά πολύ. Για παράδειγμα, ενώ μερικά πιστολάκια για τα μαλλιά περιβάλλονται από ισχυρά πεδία, άλλα παράγουν σχεδόν μηδενικό μαγνητικό πεδίο. Αυτές οι διαφορές στα μαγνητικά πεδία σχετίζονται με τη σχεδίαση των προϊόντων. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τυπικές τιμές για μερικές ηλεκτρικές συσκευές που συνήθως υπάρχουν στο σπίτι ή στο χώρο της εργασίας μας. Οι μετρήσεις έγιναν στη Γερμανία και όλες οι συσκευές λειτουργούν σε συχνότητα 50 Hz. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πραγματικά επίπεδα έκθεσης ποικίλουν σε σημαντικό βαθμό, ανάλογα με το μοντέλο της συσκευής και την απόσταση από αυτή.

**Τυπικές τιμές ισχύος των μαγνητικών πεδίων οικιακών συσκευών σε διάφορες αποστάσεις**

| Ηλεκτρική συσκευή  | Σε απόσταση 3 εκ. (μΤ) | Σε απόσταση 30 εκ. (μΤ) | Σε απόσταση 1 μ. (μΤ) |
|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Πιστολάκι μαλλιών  | <b>6 – 2000</b>        | 0,01 – 7                | 0,01 – 0,03           |
| Ηλεκτρική ξυριστική μηχανή   | <b>15 – 1500</b>       | 0,08 – 9                | 0,01 – 0,03           |
| Ηλεκτρική σκούπα   | 200 – 800              | <b>2 – 20</b>           | 0,13 – 2              |
| Λαμπτήρας φθορισμού  | 40 – 400               | <b>0,5 – 2</b>          | 0,02 – 0,25           |
| Φούρνος μικροκυμάτων   | 73 – 200               | <b>4 – 8</b>            | 0,25 – 0,6            |
| Φορητό ραδιόφωνο   | 16 – 56                | <b>1</b>                | < 0,01                |
| Ηλεκτρικός φούρνος   | 1 – 50                 | <b>0,15 – 0,5</b>       | 0,01 – 0,04           |
| Πλυντήριο  | 0,8 – 50               | <b>0,15 – 3</b>         | 0,01 – 0,15           |
| Σίδερο   | 8 – 30                 | <b>0,12 – 0,3</b>       | 0,01 – 0,03           |
| Πλυντήριο πιάτων   | 3,5 – 20               | <b>0,6 – 3</b>          | 0,07 – 0,3            |
| Υπολογιστής  | 0,5 – 30               | <b>&lt; 0,01</b>        |                       |
| Ψυγείο   | 0,5 – 1,7              | <b>0,01 – 0,25</b>      | <0,01                 |
| Έγχρωμη τηλεόραση  | 2,5 - 50               | 0,04 – 2                | <b>0,01 – 0,15</b>    |
| Στις περισσότερες οικιακές συσκευές, η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση 30 εκατοστών είναι αρκετά κάτω από το όριο των 100 μΤ που υπαγορεύει η σχετική οδηγία για το ευρύ κοινό. |                        |                         |                       |

(Πηγή: Ομοσπονδιακή υπηρεσία για την ασφάλεια από την ακτινοβολία, Γερμανία 1999) - Η φυσιολογική απόσταση λειτουργίας δίνεται με έντονους χαρακτήρες

Ο πίνακας διασαφηνίζει δύο κύρια θέματα: Πρώτον, η ένταση του μαγνητικού πεδίου γύρω από όλες τις συσκευές μειώνεται δραστικά όσο πιο πολύ απομακρύνεστε από αυτές. Δεύτερον, οι περισσότερες οικιακές συσκευές δεν λειτουργούν σε τόσο μικρή απόσταση από το σώμα. Σε απόσταση 30 εκατοστών, τα μαγνητικά πεδία που περιβάλλουν τις περισσότερες οικιακές συσκευές είναι πάνω από 100 φορές χαμηλότερα από το όριο των 100 μΤ που υπαγορεύει η σχετική οδηγία για ρεύμα συχνότητας 50 Hz (83 μΤ στα 60 Hz) για το ευρύ κοινό.

**Τηλεοράσεις και οθόνες υπολογιστών**

Η λειτουργία της οθόνης του υπολογιστή και της τηλεόρασης βασίζεται σε παρόμοιες αρχές. Και στις δύο περιπτώσεις παράγονται στατικά ηλεκτρικά πεδία και μεταβλητά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία σε διάφορες συχνότητες. Ωστόσο, οι οθόνες υγρών κρυστάλλων που χρησιμοποιούνται σε μερικούς φορητούς και επιτραπέζιους υπολογιστές δεν προκαλούν σημαντικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Οι σύγχρονοι υπολογιστές διαθέτουν αγωγίμες οθόνες που μειώνουν το στατικό πεδίο της οθόνης σε επίπεδο ανάλογο με αυτό του φυσιολογικού υποβάθρου στο σπίτι ή στο χώρο εργασίας. Στη θέση του χρήστη (30 με 50 εκατοστά από την

οθόνη), η πυκνότητα ροής των μεταβλητών μαγνητικών πεδίων συνήθως είναι κάτω από 0,7  $\mu\text{T}$  (σε επίπεδα συχνοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας). Οι τιμές έντασης των εναλλασσόμενων ηλεκτρικών πεδίων στις διάφορες θέσεις του χρήστη ποικίλουν από λιγότερο του 1 V/m έως 10 V/m.

### **Φούρνοι μικροκυμάτων**

Οι φούρνοι μικροκυμάτων οικιακής χρήσης λειτουργούν σε πολύ υψηλά επίπεδα ενέργειας. Ωστόσο, η θωράκισή τους είναι αποτελεσματική και μειώνει τη διαρροή έξω από το φούρνο σε σχεδόν μη ανιχνεύσιμα επίπεδα. Επιπλέον, η διαρροή ενός φούρνου μικροκυμάτων μειώνεται πολύ δραστικά όσο αυξάνεται η απόσταση από αυτόν. Σε πολλές χώρες ισχύουν κάποια κατασκευαστικά πρότυπα που ορίζουν τα επίπεδα μέγιστης διαρροής από τους νέους φούρνους. Ένας φούρνος που πληροί αυτά τα κατασκευαστικά πρότυπα δεν αποτελεί κίνδυνο για τον καταναλωτή.

### **Φορητά τηλέφωνα**

Τα φορητά τηλέφωνα λειτουργούν με πολύ χαμηλότερη ένταση σε σχέση με τα κινητά τηλέφωνα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι χρησιμοποιούνται μέσα στο σπίτι και πολύ κοντά στη βάση τους, επομένως δεν χρειάζονται ισχυρά πεδία για να μεταδώσουν το σήμα σε μεγάλη απόσταση. Κατά συνέπεια, τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων γύρω από αυτές τις συσκευές είναι αμελητέα.

## **Ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο περιβάλλον**

### **Ραντάρ**

Τα ραντάρ χρησιμοποιούνται για πλοήγηση, μετεωρολογικές προβλέψεις και για στρατιωτικές εφαρμογές, καθώς και σε πολλές άλλες λειτουργίες. Εκπέμπουν παλμικά σήματα μικροκυμάτων. Η μέγιστη ισχύς του παλμού μπορεί να είναι πολύ υψηλή, αν και η μέση ισχύς μπορεί να είναι χαμηλή. Πολλά ραντάρ περιστρέφονται ή μετακινούνται προς τα πάνω/κάτω. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η μέση πυκνότητα της ισχύος στην οποία εκτίθενται οι άνθρωποι που βρίσκονται κοντά στα ραντάρ. Ακόμα και τα μη περιστρεφόμενα στρατιωτικά ραντάρ υψηλής ισχύος περιορίζουν την έκθεση σε επίπεδα κατώτερα από τα όρια των οδηγιών όταν βρίσκονται σε τοποθεσίες προσβάσιμες από το κοινό.

### **Συστήματα ασφαλείας**

Τα αντικλεπτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα καταστήματα βασίζονται σε ετικέτες που τοποθετούνται στα εμπορεύματα και οι οποίες ανιχνεύονται στις εξόδους από ηλεκτρικά πηνία. Όταν ο πελάτης αγοράζει ένα προϊόν, η ετικέτα αφαιρείται ή απενεργοποιείται μόνιμα. Γενικά, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία από τα πηνία δεν υπερβαίνουν τα επίπεδα έκθεσης που ορίζονται από τις σχετικές οδηγίες. Τα συστήματα ελέγχου πρόσβασης λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, με μια ετικέτα ενσωματωμένη σε ένα μπρελόκ ή σε μια ταυτότητα. Τα συστήματα ασφαλείας στις βιβλιοθήκες έχουν τη δυνατότητα να απενεργοποιούνται όταν κάποιος δανειστεί ένα βιβλίο και να ενεργοποιούνται εκ νέου όταν το επιστρέψει. Οι ανιχνευτές μετάλλου και τα συστήματα ασφαλείας στα αεροδρόμια δημιουργούν ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο, που μπορεί να φτάνει μέχρι και στα 100  $\mu\text{T}$ , και διασπάται από την παρουσία μεταλλικών αντικειμένων. Κοντά στο πλαίσιο του ανιχνευτή, οι τιμές έντασης του μαγνητικού πεδίου μπορεί να προσεγγίζουν ή και κάποιες φορές να υπερβαίνουν τα όρια που επιβάλλουν οι σχετικές οδηγίες. Ωστόσο, αυτό δεν αποτελεί κίνδυνο για την υγεία, όπως θα αναλυθεί στην ενότητα σχετικά με τις οδηγίες. (Ανατρέξτε παρακάτω, στην ενότητα "Είναι επικίνδυνη η έκθεση σε πεδία που υπερβαίνουν τις οδηγίες;")

### **Ηλεκτρικά τρένα και τραμ**

Τα τρένα μεγάλων αποστάσεων διαθέτουν ένα ή περισσότερα βαγόνια-κινητήρες, που είναι ξεχωριστά από τα βαγόνια των επιβατών. Έτσι, η έκθεση των επιβατών οφείλεται κατά κύριο λόγο στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στο τρένο. Τα μαγνητικά πεδία στα βαγόνια επιβατών των τρένων μεγάλων αποστάσεων μπορούν να φτάνουν και σε μερικές εκατοντάδες  $\mu\text{T}$  κοντά στο δάπεδο, ενώ έχουν χαμηλότερες τιμές (δεκάδες  $\mu\text{T}$ ) σε άλλα σημεία του χώρου επιβατών. Οι τιμές έντασης των ηλεκτρικών πεδίων μπορούν να φτάνουν στα 300 V/m. Οι άνθρωποι που ζουν κοντά σε σιδηροδρομικές γραμμές ενδέχεται να εκτίθενται σε μαγνητικά πεδία προερχόμενα από το υπερυψωμένο σύστημα παροχής ρεύματος, τα οποία (ανάλογα με τη χώρα) μπορεί να είναι ανάλογα με τα πεδία που δημιουργούνται από τις γραμμές υψηλής τάσης.

Οι κινητήρες και ο εξοπλισμός έλξης των τρένων και των τραμ συνήθως βρίσκονται κάτω από το δάπεδο, στα βαγόνια των επιβατών. Στο επίπεδο του δαπέδου, οι τιμές έντασης του μαγνητικού πεδίου μπορεί να φτάνουν σε μερικές δεκάδες  $\mu\text{T}$ , σε σημεία του δαπέδου που βρίσκονται ακριβώς πάνω από τον κινητήρα. Τα πεδία αυτά μειώνονται δραστικά όσο μεγαλώνει η απόσταση από το δάπεδο, με αποτέλεσμα η έκθεση του άνω μέρους του σώματος των επιβατών να είναι κατά πολύ χαμηλότερη.

### **Τηλεόραση και ραδιόφωνο**

Καθημερινά, οι περισσότεροι από εμάς επιλέγουμε και ακούμε κάποιο σταθμό στο ραδιόφωνο. Πόσοι όμως έχουμε αναρωτηθεί τι σημαίνουν τα αρχικά AM και FM; Τα ραδιοσήματα χαρακτηρίζονται είτε από διαμόρφωση κατά πλάτος (AM) είτε από διαμόρφωση κατά συχνότητα (FM), ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρουν

την πληροφορία. Τα ραδιοσήματα AM μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μετάδοση σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, ενώ τα κύματα FM μπορούν να καλύψουν μικρότερες περιοχές με καλύτερη, όμως, ποιότητα ήχου.

Η μετάδοση των ραδιοσημάτων AM γίνεται μέσω μεγάλων συστοιχιών από κεραίες, που μπορεί να βρίσκονται σε ύψος δεκάδων μέτρων, σε περιοχές μη προσβάσιμες από το κοινό. Σε μικρή απόσταση από τις κεραίες και τα καλώδια τροφοδοσίας, η έκθεση μπορεί να είναι υψηλή, ωστόσο αυτή θα μπορούσε να επηρεάσει μόνο τους εργαζομένους στη συντήρηση και όχι το ευρύ κοινό.

Οι κεραίες της τηλεόρασης και των ραδιοσταθμών FM είναι κατά πολύ μικρότερες από τις κεραίες ραδιοσταθμών AM και τοποθετούνται σε συστοιχίες στην κορυφή ψηλών πύργων. Αυτοί οι πύργοι χρησιμεύουν μόνο για την τοποθέτηση των κεραιών. Επειδή, κοντά στη βάση των πύργων η έκθεση είναι κάτω από τα όρια που επιβάλλουν οι σχετικές οδηγίες, ενδέχεται να επιτρέπεται η πρόσβαση του κοινού στις συγκεκριμένες περιοχές. Κάποιες φορές, οι μικρές κεραίες τοπικών τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών σταθμών τοποθετούνται στην οροφή κτιρίων. Σε μια τέτοια περίπτωση, ίσως είναι απαραίτητο να μην επιτρέπεται η ελεύθερη πρόσβαση στην οροφή.

### **Κινητά τηλέφωνα και σταθμοί βάσης της κινητής τηλεφωνίας**

Τα κινητά τηλέφωνα επιτρέπουν στους ανθρώπους να είναι πάντα σε επαφή. Αυτές οι συσκευές λειτουργούν με ραδιοκύματα χαμηλής ισχύος και μεταδίδουν και λαμβάνουν σήματα σε/από ένα δίκτυο σταθερών σταθμών βάσης χαμηλής ισχύος. Κάθε σταθμός βάσης καλύπτει μια συγκεκριμένη περιοχή. Ανάλογα με τον αριθμό των κλήσεων που διεκπεραιώνονται, οι σταθμοί βάσης μπορεί να βρίσκονται σε απόσταση μόνο μερικών εκατοντάδων μέτρων μεταξύ τους στις μεγάλες πόλεις ή αρκετών χιλιομέτρων στις αγροτικές περιοχές.

Οι σταθμοί βάσης της κινητής τηλεφωνίας συνήθως τοποθετούνται στον οροφή κτιρίων ή σε πύργους, σε ύψος μεταξύ 15 και 50 μέτρων. Τα επίπεδα των μεταδόσεων από κάθε μεμονωμένο σταθμό βάσης είναι μεταβαλλόμενα και εξαρτώνται από τον αριθμό των κλήσεων και την απόσταση του καλούντος από το σταθμό βάσης. Οι κεραίες εκπέμπουν μια πολύ στενή δέσμη ραδιοκυμάτων, που εξαπλώνεται σχεδόν παράλληλα προς το έδαφος. Επομένως, τα πεδία ραδιοσυχνότητας στο επίπεδο του εδάφους και σε περιοχές προσβάσιμες στο κοινό είναι κατά πολλές φορές χαμηλότερα από τα επίπεδα κινδύνου. Υπέρβαση των ορίων θα μπορούσε να συμβεί μόνο εάν κάποιος μπορούσε να φτάσει σε απόσταση ενός ή δύο μέτρων από τις κεραίες και ακριβώς μπροστά σε αυτές. Πριν αρχίσουν να χρησιμοποιούνται ευρέως τα κινητά τηλέφωνα, η έκθεση του κοινού σε ραδιοσυχνότητες οφειλόταν κυρίως στους ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς σταθμούς. Ακόμα και σήμερα, οι πύργοι της τηλεφωνίας αυξάνουν λίγο μόνο τη συνολική μας έκθεση, καθώς οι τιμές έντασης του σήματος σε σημεία προσβάσιμα από το κοινό συνήθως είναι παρόμοιες με ή χαμηλότερες από αυτές που οφείλονται σε απομακρυσμένους ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς σταθμούς.

Ωστόσο, ο χρήστης ενός κινητού τηλεφώνου εκτίθεται σε επίπεδα ραδιοσυχνότητας πολύ υψηλότερα από αυτά που υπάρχουν στο ευρύτερο περιβάλλον. Τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούνται πολύ κοντά στο κεφάλι. Επομένως, αντί της διερεύνησης των επιδράσεων από την άνοδο της θερμοκρασίας σε ολόκληρο το σώμα, πρέπει να προσδιοριστεί η διανομή της απορροφώμενης ενέργειας στο κεφάλι του χρήστη του κινητού τηλεφώνου. Επιστρατεύοντας εξειδικευμένες μεθόδους μοντελοποίησης με υπολογιστές και κάνοντας μετρήσεις με τη χρήση μοντέλων του ανθρώπινου κεφαλιού, φαίνεται ότι η ενέργεια που απορροφάται από τη χρήση ενός κινητού τηλεφώνου δεν υπερβαίνει τα όρια που επιβάλλουν οι ισχύουσες οδηγίες.

Έχουν επίσης εμφανιστεί ανησυχίες σχετικά με άλλου είδους επιδράσεις από την έκθεση σε συχνότητες κινητών τηλεφώνων, μη σχετιζόμενες με την άνοδο της θερμοκρασίας. Σε αυτές περιλαμβάνονται και νύξεις σχετικά με την ύπαρξη επιδράσεων στα κύτταρα, δύσκολων στον εντοπισμό, οι οποίες θα μπορούσαν να έχουν κάποια επίδραση στην ανάπτυξη καρκίνου. Έχουν, επίσης, γίνει υποθέσεις για επιδράσεις σε ηλεκτρικά διεγερόμενους ιστούς που μπορεί να επηρεάσουν τη λειτουργία του εγκεφάλου και του νευρικού ιστού. Ωστόσο, τα έως σήμερα διαθέσιμα στοιχεία δεν δείχνουν ότι η χρήση κινητών τηλεφώνων έχει κάποια βλαβερή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία.

### **Μαγνητικά πεδία στην καθημερινή μας ζωή: είναι στην πραγματικότητα τόσο υψηλά;**

Τα τελευταία χρόνια, οι εθνικές αρχές διαφορετικών χωρών έκαναν πολλές μετρήσεις με σκοπό τη διερεύνηση των επιπέδων των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον όπου ζουν και εργάζονται οι πολίτες τους. Καμία από αυτές τις έρευνες δεν κατέληξε στο ότι τα επίπεδα των πεδίων θα μπορούσαν να προκαλέσουν δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία.

Πρόσφατα στη Γερμανία, η Ομοσπονδιακή υπηρεσία για την ασφάλεια από την ακτινοβολία (Federal Office for Radiation Safety) μετρήσε την ημερήσια έκθεση σε μαγνητικά πεδία για 2000 άτομα από διαφορετικά επαγγέλματα και επίπεδα έκθεσης. Κάθε συμμετέχοντας στη μέτρηση εφοδιάστηκε με ατομικό δοσίμετρο, για 24 ώρες. Το επίπεδο έκθεσης που μετρήθηκε εμφάνιζε πολλές διακυμάνσεις, αλλά ο μέσος ημερήσιος όρος ήταν 0,10  $\mu\text{T}$ . Η τιμή αυτή είναι χίλιες φορές μικρότερη από το βασικό όριο των 100  $\mu\text{T}$  που ισχύει για το κοινό και 200 φορές χαμηλότερη από το όριο έκθεσης των 500  $\mu\text{T}$  που ισχύει για τους εργαζόμενους. Επιπλέον, η έκθεση των

ανθρώπων που ζουν στο κέντρο των πόλεων έδειξε ότι δεν υπάρχουν δραστικές διαφορές στην έκθεση είτε κάποιος ζει σε μια αγροτική περιοχή είτε στην πόλη. Ακόμα και στην περίπτωση ανθρώπων που ζουν κοντά σε γραμμές υψηλής τάσης, η έκθεση διαφέρει πολύ λίγο από τη μέση έκθεση του γενικού πληθυσμού.

### **Κύρια σημεία**

1. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε επίπεδο υποβάθρου στο σπίτι προκαλούνται κυρίως από τις εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας ή από τις ηλεκτρικές συσκευές.
2. Οι ηλεκτρικές συσκευές διαφέρουν κατά πολύ όσον αφορά στην ένταση των πεδίων που δημιουργούν. Τα επίπεδα τόσο για τα ηλεκτρικά όσο και για τα μαγνητικά πεδία μειώνονται γρήγορα όσο αυξάνεται η απόσταση από τις συσκευές. Σε κάθε περίπτωση, τα πεδία που περιβάλλουν τις οικιακές συσκευές είναι συνήθως πολύ χαμηλότερα από τα όρια που υπαγορεύουν οι σχετικές οδηγίες.
3. Στις διάφορες θέσεις του χρήστη, τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία των τηλεοράσεων και των οθονών των υπολογιστών είναι εκατοντάδες φορές χαμηλότερα από τα επίπεδα που ορίζουν οι σχετικές οδηγίες.
4. Οι φούρνοι μικροκυμάτων που καλύπτουν τα κριτήρια των αντίστοιχων προτύπων δεν είναι επικίνδυνοι για την υγεία.
5. Με την προϋπόθεση ότι περιορίζεται η πρόσβαση του κοινού στις εγκαταστάσεις των ραντάρ, στις κεραίες εκπομπής και στους σταθμούς βάσης της κινητής τηλεφωνίας, δεν θα υπάρχει υπέρβαση των επιπέδων έκθεσης που ορίζονται από τις σχετικές οδηγίες για τα πεδία ραδιοσυχνότητας.
6. Ο χρήστης ενός κινητού τηλεφώνου εκτίθεται σε πεδία υψηλότερου επιπέδου από αυτά που υπάρχουν στο ευρύτερο περιβάλλον. Ωστόσο, ακόμα και αυτά τα αυξημένα επίπεδα δεν φαίνεται να προκαλούν επιβλαβείς επιδράσεις.
7. Πολλές έρευνες κατέδειξαν ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο περιβάλλον όπου ζούμε είναι εξαιρετικά χαμηλή.

### **Ισχύοντα πρότυπα**

Σκοπός των προτύπων είναι η προστασία της υγείας μας. Η εφαρμογή τους είναι γνωστή π.χ. στον κλάδο των τροφίμων για τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται, για τις συγκεντρώσεις χημικών ουσιών στο νερό ή για τους αέριους ρύπους. Κατ' αναλογία, υπάρχουν πρότυπα για τα πεδία, με σκοπό τον περιορισμό της υπέρβασης του ορίου έκθεσης στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που υπάρχουν στο περιβάλλον μας.

### **Ποιος αποφασίζει για τις σχετικές οδηγίες;**

Οι ίδιες οι χώρες θέτουν τα δικά τους εθνικά όρια για την έκθεση στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ωστόσο, η πλειοψηφία αυτών των εθνικών προτύπων βασίζεται στις οδηγίες που ορίζονται από τη Διεθνή επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP). Πρόκειται για έναν μη κυβερνητικό οργανισμό, επίσημα αναγνωρισμένο από τον ΠΟΥ, ο οποίος αξιολογεί τα επιστημονικά αποτελέσματα από ολόκληρο τον κόσμο. Μετά από αναλυτική εξέταση της βιβλιογραφίας, η Διεθνής επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία εκδίδει οδηγίες με τις οποίες συνιστά κάποια όρια για την έκθεση. Αυτές οι οδηγίες αναθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα και, εάν κριθεί απαραίτητο, ενημερώνονται.

Τα επίπεδα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ποικίλουν ανάλογα με τη συχνότητα και η σχέση τους με αυτήν είναι αρκετά περίπλοκη. Αν επιχειρούσαμε να παραθέσουμε όλες τις τιμές που περιλαμβάνονται σε κάθε πρότυπο και για κάθε συχνότητα, το αποτέλεσμα θα ήταν εξαιρετικά δυσνόητο. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται μια σύνοψη των οδηγιών σχετικά με την έκθεση για τους τρεις τομείς στους οποίους εστιάζονται οι ανησυχίες του κοινού: ηλεκτρισμός στο σπίτι, σταθμοί βάσης της κινητής τηλεφωνίας και φούρνοι μικροκυμάτων. Η τελευταία ενημέρωση αυτών των οδηγιών έγινε τον Απρίλιο του 1998.

## Σύνοψη των οδηγιών της Διεθνούς επιτροπής προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, σχετικά με την έκθεση

|                             | Συχνότητα ηλεκτρικού ρεύματος στην Ευρώπη |                      | Συχνότητα σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας |                                      | Συχνότητα φούρνων μικροκυμάτων       |
|-----------------------------|---|----------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Συχνότητα                   | 50 Hz                                     | 50 Hz                | 900 MHz                                    | 1,8 GHz                              | 2,45 GHz                             |
|                             | Ηλεκτρικό πεδίο (V/m)                     | Μαγνητικό πεδίο (μT) | Πυκνότητα ισχύος (W/m <sup>2</sup> )       | Πυκνότητα ισχύος (W/m <sup>2</sup> ) | Πυκνότητα ισχύος (W/m <sup>2</sup> ) |
| Όρια έκθεσης του κοινού     | 5.000                                     | 100                  | 4,5  | 9                                    | 10                                   |
| Όρια επαγγελματικής έκθεσης | 10.000                                    | 500                  | 22,5                                       | 45                                   |                                      |

Διεθνής επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, οδηγίες σχετικά με τα ΗΜΠ, έκδοση Health Physics 74, 494-522 (1998)

Οι οδηγίες σχετικά με την έκθεση μπορεί να διαφέρουν, κατά ένα συντελεστή μεγαλύτερο του 100, ανάμεσα σε ορισμένες χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και τις δυτικές χώρες. Με την παγκοσμιοποίηση του εμπορίου και τη γρήγορη επέκταση των επικοινωνιών παγκοσμίως, υπάρχει πλέον ανάγκη για παγκόσμια πρότυπα. Καθώς πολλές χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης εξετάζουν πλέον την υιοθέτηση νέων προτύπων, ο ΠΟΥ έθεσε πρόσφατα σε εφαρμογή μια πρωτοβουλία για την εναρμόνιση των οδηγιών περί της έκθεσης σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα μελλοντικά πρότυπα θα βασίζονται στα αποτελέσματα του [Διεθνούς Προγράμματος του ΠΟΥ για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία](#).

### Πού βασίζονται οι οδηγίες;

Μια σημαντική διευκρίνιση που πρέπει να γίνει είναι ότι κάποιο όριο που επιβάλλεται με μια οδηγία δεν αποτελεί επακριβή διάκριση μεταξύ ασφάλειας και κινδύνου. Δεν υπάρχει κάποιο επίπεδο για το οποίο να μπορούμε να πούμε ότι οι τιμές έκθεσης πάνω από αυτό γίνονται επικίνδυνες για την υγεία. Αντιθέτως, το δυνητικό ρίσκο για την ανθρώπινη υγεία αυξάνει σταδιακά όσο αυξάνεται το επίπεδο έκθεσης. Οι οδηγίες δηλώνουν ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία κάτω από ένα επίπεδο είναι ασφαλής, σύμφωνα με τις επιστημονικές μας γνώσεις. Ωστόσο, δεν μπορούμε να πούμε αυτόματα ότι η έκθεση πάνω από το συγκεκριμένο επίπεδο είναι επιβλαβής.

Παρ' όλα αυτά, για να είναι εφικτό να προσδιοριστούν όρια για την έκθεση, οι επιστημονικές μελέτες πρέπει να εντοπίσουν το οριακό εκείνο επίπεδο στο οποίο εμφανίζονται οι πρώτες επιδράσεις στην υγεία. Επειδή δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν άνθρωποι για τα πειράματα, οι οδηγίες βασίζονται σε μελέτες που γίνονται σε ζώα. Μικρές μεταβολές της συμπεριφοράς των ζώων σε χαμηλά επίπεδα συνήθως ακολουθούνται από πιο δραστικές αλλαγές στην υγεία τους σε υψηλότερα επίπεδα. Η μη φυσιολογική συμπεριφορά αποτελεί μια πολύ ευαίσθητη ένδειξη μιας βιολογικής αντίδρασης και έχει επιλεγεί ως η χαμηλότερη δυνατή ανιχνεύσιμη δυσμενής επίδραση στην υγεία. Οι οδηγίες συνιστούν την πρόληψη της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε επίπεδα στα οποία αρχίζουν να ανιχνεύονται αλλαγές στη συμπεριφορά.

Αυτό το οριακό επίπεδο για τη συμπεριφορά δεν είναι ίσο με το όριο της οδηγίας. Η Διεθνής επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία χρησιμοποιεί το συντελεστή ασφάλειας 10 για να καταλήξει στα όρια επαγγελματικής έκθεσης, και το συντελεστή 50 για να ορίσει την τιμή της οδηγίας για το ευρύ κοινό. Επομένως, στις περιοχές των ραδιοσυχνοτήτων και των συχνοτήτων των μικροκυμάτων, για παράδειγμα, τα μέγιστα επίπεδα στα οποία μπορείτε να εκτεθείτε στο περιβάλλον ή στο σπίτι σας είναι τουλάχιστον 50 φορές χαμηλότερα από το οριακό επίπεδο στο οποίο αρχίζουν να ανιχνεύονται οι πρώτες αλλαγές στη συμπεριφορά των ζώων.

### Γιατί ο συντελεστής ασφάλειας για τις οδηγίες περί επαγγελματικής έκθεσης είναι χαμηλότερος από τον αντίστοιχο για το ευρύ κοινό;

Ο επαγγελματικά εκτιθέμενος πληθυσμός αποτελείται από ενήλικες που λόγω της επαγγελματικής τους απασχόλησης εκτίθενται σε γνωστές συνθήκες ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Αυτοί οι εργαζόμενοι έχουν

εκπαιδευτεί ώστε να γνωρίζουν το δυνητικό ρίσκο και να λαμβάνουν τις κατάλληλες προφυλάξεις. Αντίθετα, το ευρύ κοινό αποτελείται από ανθρώπους όλων των ηλικιών, με διαφορετική κατάσταση υγείας. Σε πολλές περιπτώσεις, οι άνθρωποι αυτοί δεν γνωρίζουν ότι εκτίθενται σε ΗΜΠ. Επιπλέον, δεν μπορούμε να περιμένουμε ότι κάθε πολίτης θα λάβει τις απαραίτητες προφυλάξεις ώστε να ελαχιστοποιήσει ή να αποφύγει την έκθεση. Αυτό είναι οι παράγοντες που οδήγησαν στην υιοθέτηση αυστηρότερων περιορισμών έκθεσης για το ευρύ κοινό απ' ό,τι για τον επαγγελματικά εκτιθέμενο πληθυσμό.

Όπως είδαμε παραπάνω, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων μεταφέρουν στο ανθρώπινο σώμα ρεύμα μέσω επαγωγής (ανατρέξτε στην ενότητα "Τι συμβαίνει όταν εκτίθεστε σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία;"). Όμως, υπάρχουν και διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις μέσα στο ίδιο το σώμα, οι οποίες επίσης δημιουργούν ρεύμα. Τα κύτταρα ή ο ιστός δεν είναι σε θέση να εντοπίσουν το επαγόμενο ρεύμα που δεν υπερβαίνει αυτό το επίπεδο υποβάθρου. Επομένως, σε χαμηλές συχνότητες, οι οδηγίες περί έκθεσης διασφαλίζουν ότι το επίπεδο του επαγόμενου ρεύματος από ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι χαμηλότερο από το φυσιολογικό ρεύμα του σώματος.

Η κύρια επίδραση της ενέργειας των ραδιοσυχνοτήτων είναι η άνοδος της θερμοκρασίας του ιστού. Συνεπώς, οι οδηγίες περί της έκθεσης σε πεδία ραδιοσυχνοτήτων και μικροκυμάτων διαμορφώνονται έτσι ώστε να αποτρέπονται επιδράσεις στην υγεία από την άνοδο της θερμοκρασίας σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος ή σε ολόκληρο το σώμα (ανατρέξτε στην ενότητα "Τι συμβαίνει όταν εκτίθεστε σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία;"). Η συμμόρφωση με τις οδηγίες θα διασφαλίσει ότι οι επιδράσεις της ανόδου της θερμοκρασίας είναι επαρκώς χαμηλές ώστε να μην είναι επιβλαβείς.

### **Τι δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη στις οδηγίες...**

Προς το παρόν, η συζήτηση περί των πιθανών μακροπρόθεσμων επιδράσεων στην υγεία δεν μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την έκδοση οδηγιών ή προτύπων. Συναθροίζοντας τα αποτελέσματα όλων των επιστημονικών μελετών, η συνολική βαρύτητα των στοιχείων δεν δηλώνει ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία προκαλούν μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην υγεία, όπως καρκίνο. Εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί ορίζουν και ενημερώνουν τα πρότυπα βασισμένοι στις τελευταίες επιστημονικές γνώσεις, με σκοπό την προστασία από τις γνωστές επιδράσεις στην υγεία.

Οι οδηγίες ορίζονται για το μέσο πληθυσμό και δεν είναι δυνατό να καλύπτουν άμεσα τις απαιτήσεις μιας μειοψηφίας αποτελούμενης από δυνητικά πιο ευαίσθητους ανθρώπους. Για παράδειγμα, οι οδηγίες περί της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν βασίζονται στις εξειδικευμένες ανάγκες όσων πάσχουν από άσθμα. Με ανάλογο τρόπο, οι οδηγίες περί των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων δεν έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να προστατεύουν τους ανθρώπους από την παρεμβολή με εμφυτευμένες ιατρικές ηλεκτρονικές συσκευές, όπως π.χ. βηματοδότες. Αντίθετα, ο ενδιαφερόμενος πρέπει να ζητήσει συμβουλές σχετικά με τις περιπτώσεις έκθεσης που πρέπει να αποφύγει, από τον κατασκευαστή της αντίστοιχης συσκευής και από τον ιατρό που πραγματοποίησε την εμφύτευση.

### **Ποια είναι τα τυπικά μέγιστα επίπεδα έκθεσης στο σπίτι και το περιβάλλον;**

Με μερικές πρακτικές πληροφορίες θα μπορέσετε να συσχετίσετε τις τιμές των διεθνών οδηγιών που δόθηκαν παραπάνω. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι πιο συνηθισμένες πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Όλες οι τιμές αφορούν τα μέγιστα επίπεδα έκθεσης για το ευρύ κοινό – στη δική σας περίπτωση το πιθανότερο είναι η έκθεση να είναι κατά πολύ μικρότερη. Για περισσότερες λεπτομέρειες για τα επίπεδα των πεδίων γύρω από συγκεκριμένες συσκευές, μπορείτε να ανατρέξετε στην ενότητα "Τυπικά επίπεδα έκθεσης στο σπίτι και το περιβάλλον".



| Πηγή   | Τυπική μέγιστη έκθεση για το ευρύ κοινό                     |                                |
|--|---|--------------------------------|
|  | Ηλεκτρικό πεδίο (V/m)                                       | Πυκνότητα μαγνητικής ροής (μT) |
| Φυσικά πεδία   | 200   | 70 (μαγνητικό πεδίο της Γης)   |
| Ηλεκτρική ενέργεια<br>(σε σπίτια όχι κοντά σε γραμμές τροφοδοσίας) | 100   | 0,2                            |
| Ηλεκτρική ενέργεια<br>(κάτω από μεγάλες γραμμές τροφοδοσίας)       | 10.000  | 20                             |
| Ηλεκτρικά τραίνα και τραμ  | 300   | 50                             |
| Τηλεοράσεις και οθόνες υπολογιστών<br>(στη θέση του χρήστη)        | 10  | 0,7                            |
|  | Τυπική μέγιστη έκθεση για το ευρύ κοινό (W/m <sup>2</sup> ) |                                |
| Τηλεοράσεις και ραδιοπομποί  | 0,1   |                                |
| Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας                                   | 0,1   |                                |
| Ραντάρ   | 0,2   |                                |
| Φούρνοι μικροκυμάτων   | 0,5   |                                |

Πηγή: Ευρωπαϊκό Περιφερειακό Γραφείο του ΠΟΥ

### Πώς εφαρμόζονται οι οδηγίες και ποιος τις ελέγχει;

Η διερεύνηση των πεδίων γύρω από τις γραμμές τροφοδοσίας, τους σταθμούς βάσης της κινητής τηλεφωνίας ή από οποιαδήποτε άλλη πηγή προσβάσιμη στο ευρύ κοινό, αποτελεί ευθύνη των κρατικών υπηρεσιών και των τοπικών αρχών. Αυτοί είναι οι φορείς που πρέπει να διασφαλίσουν την τήρηση των οδηγιών.

Όσον αφορά στις ηλεκτρονικές συσκευές, ο κατασκευαστής έχει την ευθύνη για τη συμμόρφωση με τα όρια που επιβάλλονται από τα πρότυπα. Ωστόσο, όπως είδαμε παραπάνω, η φύση των περισσότερων συσκευών διασφαλίζει ότι τα πεδία που εκπέμπουν βρίσκονται αρκετά κάτω από τις οριακές τιμές. Επιπλέον, πολλές ενώσεις καταναλωτών κάνουν τακτικά δοκιμές. Στην περίπτωση που προκύψει κάποια συγκεκριμένη ανησυχία, επικοινωνήστε απευθείας με τον κατασκευαστή ή αναφέρετε το γεγονός στις υγειονομικές αρχές της περιοχής σας.

## Είναι επικίνδυνη η έκθεση σε πεδία που υπερβαίνουν τις οδηγίες;

Είναι απολύτως ασφαλές να φάτε ένα ολόκληρο βάζο μαρμελάδα φράουλα πριν από την ημερομηνία λήξης – όμως, μετά από αυτήν την ημερομηνία ο κατασκευαστής δεν μπορεί να εγγυηθεί την καλή ποιότητα του τροφίμου. Παρ' όλα αυτά, ακόμα και μερικές εβδομάδες ή και μήνες μετά από την ημερομηνία λήξης, συνήθως είναι ασφαλές να φάτε τη μαρμελάδα. Αντίστοιχα, οι οδηγίες περί των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων διασφαλίζουν ότι, στα πλαίσια του συγκεκριμένου ορίου έκθεσης, δεν θα παρουσιαστούν γνωστές δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία. Το επίπεδο που είναι γνωστό ότι προκαλεί συνέπειες στην υγεία, διαφέρει με ένα μεγάλο συντελεστή ασφαλείας. Επομένως, ακόμα και αν εκτεθείτε σε πεδία με ένταση αρκετές φορές μεγαλύτερη από τη δεδομένη οριακή τιμή, η έκθεση εξακολουθεί να βρίσκεται εντός του περιθωρίου ασφαλείας.

Στην καθημερινή ζωή, οι περισσότεροι άνθρωποι δεν εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία που υπερβαίνουν τα όρια που υπαγορεύουν οι σχετικές οδηγίες. Οι τυπικές τιμές έκθεσης είναι πολύ κάτω από αυτές τις τιμές. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η έκθεση ενός ανθρώπου ενδέχεται να προσεγγίσει, για μια σύντομη χρονική περίοδο, ή και να υπερβεί τις οδηγίες. Σύμφωνα με τη Διεθνή επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, πρέπει να υπολογίζεται ο μέσος όρος των περιστατικών έκθεσης σε πεδία ραδιοσυχνοτήτων και συχνοτήτων μικροκυμάτων ως προς το χρόνο, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι αθροιστικές επιδράσεις. Οι οδηγίες ορίζουν μια περίοδο υπολογισμού του μέσου όρου της τάξης των έξι λεπτών και τυχόν βραχυπρόθεσμες εκθέσεις πάνω από τα όρια είναι αποδεκτές.

Αντιθέτως, για την έκθεση σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας, οι οδηγίες δεν απαιτούν υπολογισμό μέσου όρου ως προς το χρόνο. Τα πράγματα γίνονται ακόμα πιο πολύπλοκα με έναν ακόμα παράγοντα που πρέπει να ληφθεί υπόψη, τη σύζευξη (coupling). Ο όρος σύζευξη αναφέρεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία και το εκτιθέμενο σώμα. Αυτή εξαρτάται από το μέγεθος και το σχήμα του σώματος, τον τύπο του ιστού και τον προσανατολισμό του σώματος ως προς το πεδίο. Οι οδηγίες πρέπει να είναι συντηρητικές: η Διεθνή επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία υποθέτει πάντοτε ότι υπάρχει μέγιστη σύμπλεξη του πεδίου στο εκτιθέμενο άτομο. Έτσι, το όριο της οδηγίας παρέχει τη μέγιστη ασφάλεια. Για παράδειγμα, αν και οι τιμές των μαγνητικών πεδίων για τα πιστολάκια των μαλλιών και τις ηλεκτρικές ξυριστικές μηχανές εμφανίζονται να υπερβαίνουν τις συνιστώμενες τιμές, η εξαιρετικά αδύναμη σύζευξη ανάμεσα στο πεδίο και το κεφάλι εμποδίζει την επαγωγή ρεύματος που θα μπορούσε να υπερβεί τα όρια που επιβάλλουν οι οδηγίες.

## Κόρια σημεία

1. Η Διεθνή επιτροπή προστασίας από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία εκδίδει οδηγίες με βάση τις τρέχουσες επιστημονικές γνώσεις. Οι περισσότερες χώρες βασίζονται τα εθνικά τους πρότυπα σε αυτές τις διεθνείς οδηγίες.
2. Τα πρότυπα για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων διασφαλίζουν ότι οι τιμές του επαγόμενου ρεύματος είναι κάτω από το κανονικό επίπεδο του ρεύματος υποβάθρου που υπάρχει στο σώμα μας. Τα πρότυπα για τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων και μικροκυμάτων αποτρέπουν επιδράσεις στην υγεία από την άνοδο της θερμοκρασίας σε συγκεκριμένα σημεία ή σε ολόκληρο το σώμα.
3. Οι οδηγίες δεν παρέχουν προστασία από δυναμικές παρεμβολές με ηλεκτρονικές ιατρικές συσκευές.
4. Τα μέγιστα επίπεδα έκθεσης στην καθημερινή μας ζωή είναι συνήθως πολύ κάτω από τα όρια που επιβάλλουν οι οδηγίες.
5. Λόγω του υψηλού συντελεστή ασφαλείας που χρησιμοποιείται, η έκθεση πάνω από τα όρια που αναφέρουν οι οδηγίες δεν είναι απαραίτητα επιβλαβής για την υγεία. Επιπλέον, με τον υπολογισμό του μέσου όρου ως προς το χρόνο για τα πεδία υψηλών συχνοτήτων και με την υπόθεση μέγιστης σύζευξης για τα πεδία χαμηλών συχνοτήτων, έχουμε ακόμα ένα περιθώριο ασφαλείας.

## Συμβουλευτικές προσεγγίσεις

Με όλο και περισσότερα διαθέσιμα δεδομένα από την έρευνα, φαίνεται πια όλο και πιο απίθανο η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία να αποτελεί σοβαρό κίνδυνο για την υγεία, χωρίς όμως να παύει να υπάρχει κάποια αβεβαιότητα. Η αρχική επιστημονική συζήτηση σχετικά με την ερμηνεία των αντιφατικών αποτελεσμάτων έχει μεταβληθεί σε κοινωνικό καθώς και σε πολιτικό ζήτημα.

Ο δημόσιος προβληματισμός σχετικά με τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία εστιάζεται στις πιθανές βλάβες που προκαλούν, αλλά συχνά παραγνωρίζονται τα πλεονεκτήματα που έφερε μαζί της η τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Χωρίς τον ηλεκτρισμό, η κοινωνία μας θα ήταν σε τέλμα. Αντίστοιχα, η εκπομπή ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σημάτων και οι τηλεπικοινωνίες έχουν γίνει πια κάτι δεδομένο για τη σύγχρονη ζωή. Χρειάζεται οπωσδήποτε μια ανάλυση σχετικά με το κόστος και τους δυναμικούς κινδύνους.

## Προστασία της δημόσιας υγείας

Οι διεθνείς οδηγίες και τα εθνικά πρότυπα ασφαλείας για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία αναπτύσσονται με βάση τις τρέχουσες επιστημονικές γνώσεις, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα πεδία στα οποία εκτίθενται οι άνθρωποι δεν είναι επιβλαβή για την υγεία τους. Για αντιστάθμιση κάποιων αβεβαιοτήτων που υπάρχουν ακόμα στις γνώσεις μας (για παράδειγμα, λόγω σφαλμάτων στα πειράματα, λόγω της συμπερασματικής αναγωγής στον άνθρωπο των αποτελεσμάτων των μετρήσεων στα ζώα ή λόγω στατιστικής αβεβαιότητας), στα όρια της έκθεσης συνυπολογίζονται μεγάλοι συντελεστές ασφαλείας. Οι οδηγίες αναθεωρούνται τακτικά και, εάν κριθεί απαραίτητο, ενημερώνονται. Έχει ακουστεί η άποψη ότι η πολιτική λήψης πρόσθετων προφυλάξεων για την αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων που παραμένουν ενδέχεται να είναι χρήσιμη ενόσω η επιστήμη βελτιώνει τις γνώσεις μας σχετικά με τις συνέπειες στην υγεία. Ωστόσο, ένας κρίσιμος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται ο τύπος και η έκταση της συμβουλευτικής πολιτικής που θα επιλεγεί είναι η βαρύτητα των στοιχείων που υποστηρίζουν την ύπαρξη ενός ρίσκου για την υγεία και η κλίμακα και η φύση των πιθανών συνεπειών. Η απόκριση στα πλαίσια της συμβουλευτικής πολιτικής πρέπει να είναι ανάλογη με το δυνητικό ρίσκο. Για περισσότερες πληροφορίες, ανατρέξτε στο WHO Backgrounder on Cautionary Policies (ενημερωτική έκδοση του ΠΟΥ σχετικά με τις συμβουλευτικές πολιτικές).

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες συμβουλευτικές πολιτικές, με σκοπό να απαντήσουν στις ανησυχίες σχετικά με θέματα υγείας και ασφάλειας του κοινού, επαγγελματικών ομάδων και του περιβάλλοντος, σε σχέση με χημικούς και φυσικούς παράγοντες.

### Τι πρέπει να γίνει όσο συνεχίζεται η έρευνα;

Ένας από τους στόχους του Διεθνούς Προγράμματος για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία είναι να βοηθήσει τις εθνικές αρχές κάθε χώρας να σταθμίσουν τα οφέλη από τη χρήση των τεχνολογιών των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων με την πιθανότητα να ανακαλυφθεί κάποιο ρίσκο για την υγεία. Επιπλέον, ο ΠΟΥ θα εκδώσει συστάσεις σχετικά με τρόπους προστασίας, αν κριθούν απαραίτητες. Η έρευνα που απαιτείται θα χρειαστεί μερικά ακόμα χρόνια για να ολοκληρωθεί, να αξιολογηθούν και να δημοσιευτούν τα αποτελέσματα. Εν τω μεταξύ, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει εκδώσει μια σειρά από συστάσεις:

- Αυστηρή τήρηση των υφιστάμενων εθνικών ή διεθνών προτύπων ασφαλείας: τα πρότυπα αυτά βασίζονται στις έως σήμερα γνώσεις και έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να προστατεύουν όλα τα μέλη του πληθυσμού με ένα υψηλό συντελεστή ασφαλείας.
- Απλά προστατευτικά μέσα: τα εμπόδια γύρω από πηγές ισχυρών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων βοηθούν στην πρόληψη της πρόσβασης μη εξουσιοδοτημένων ατόμων σε σημεία όπου ενδέχεται να υπάρξει υπέρβαση των ορίων έκθεσης.
- Συνεργασία με τις τοπικές αρχές και το κοινό σχετικά με τους χώρους κατασκευής νέων γραμμών τροφοδοσίας ή σταθμών βάσης για την κινητή τηλεφωνία: στις αποφάσεις για το χώρο κατασκευής συχνά πρέπει να ληφθούν υπόψη αισθητικοί παράγοντες ή ευαισθησίες του κοινού. Η ανοικτή επικοινωνία κατά το στάδιο του σχεδιασμού μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση εκ μέρους του κοινού και στην καλύτερη αποδοχή μιας νέας εγκατάστασης.
- Επικοινωνία: ένα αποτελεσματικό σύστημα επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών για την υγεία μεταξύ των επιστημόνων, των κρατικών οργανισμών, της βιομηχανίας και του κοινού μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη ενημέρωση σχετικά με τα προγράμματα που αφορούν στην έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία και να μειώσουν τη δυσπιστία και τους φόβους.

Για περισσότερες πληροφορίες, μπορείτε να ανατρέξετε στα [Ενημερωτικά δελτία του ΠΟΥ σχετικά με τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και τη δημόσια υγεία](#).

## Τι είναι τα ΗΜΠ - Γερμανικά, Ιταλικά & Σουηδικά

### Γερμανικά

[Was sind elektromagnetische Felder? \[pdf 63kb\]](#)

### Ιταλικά

[Cosa sono i campi elettromagnetici? \[pdf 711kb\]](#)

### Σουηδικά

[Vad är elektromagnetiska falt? \[pdf 548kb\]](#)

[Απασχόληση](#) | [Άλλες τοποθεσίες του ΟΗΕ](#) | [Αναζήτηση](#) | [Προτάσεις](#) | [RSS](#) | [Πολιτική περί απορρήτου](#)  
© Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας 2006. Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος