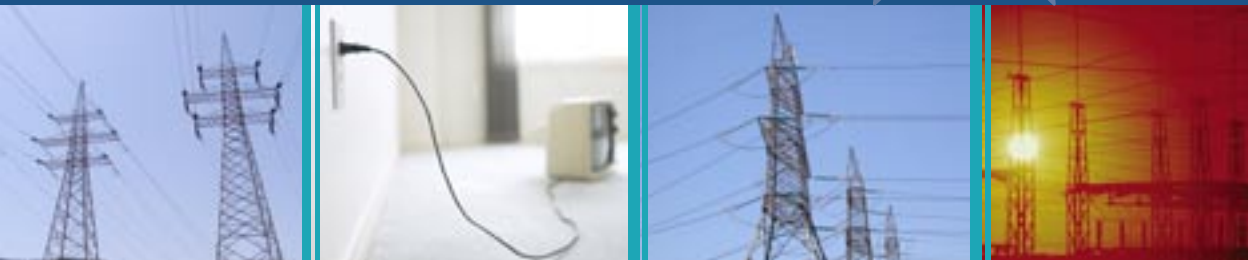




Χαμηλόσυχνα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Χαμηλόσυχνα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία	3
▶ Στατικά και μεταβαλλόμενα πεδία.....	6
▶ Πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας	7
Βιολογικές επιπτώσεις των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων	8
▶ Άμεσες επιδράσεις.....	8
▶ Έμμεσες επιδράσεις	9
▶ Μακροχρόνιες επιδράσεις	11
▶ Όρια έκθεσης.....	15
Πηγές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον μας	18
▶ Ηλεκτρικές συσκευές	18
▶ Εσωτερικές καλωδιώσεις	20
▶ Λίγα λόγια για την λειτουργία του Ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.....	21
▶ Δίκτυο διανομής μέσης και χαμηλής τάσης.....	23
▶ Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	25
▶ Υποσταθμοί υψηλής τάσης.....	31
Έλεγχοι από την ΕΕΑΕ	34



ΧΑΜΗΛΟΣΥΧΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

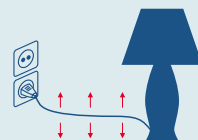
Με τον όρο χαμηλόσυχνα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία εννοούμε τα πεδία που δημιουργούνται από το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, όπως οι γραμμές και οι υποσταθμοί υψηλής τάσης, το δίκτυο μέσης και χαμηλής τάσης που χρησιμοποιείται για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις και τις συσκευές που υπάρχουν στα σπίτια και στους χώρους εργασίας μας.

Τι είναι τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία;

Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία χαρακτηρίζουν τις ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις με τις οποίες αλληλεπιδρούν τα ηλεκτρικά φορτισμένα, στοιχειώδη σωματίδια της ύλης, τα ηλεκτρόνια και τα πρωτόνια. Οι πιο άμεσες εμπειρίες μας, που σχετίζονται με την εκδήλωση των δυνάμεων αυτών, είναι η εμφάνιση των κεραυνών κατά την διάρκεια των καταιγίδων και η απόκλιση του δείκτη της μαγνητικής πυξίδας.

Ηλεκτρικά πεδία

Τα ηλεκτρικά πεδία που δημιουργούνται από τις διατάξεις ηλεκτρικής ενέργειας σχετίζονται με το μέγεθος της τάσης των ηλεκτροφόρων αγωγών, καθώς και την γεωμετρία της διάταξης. Η τάση στους αγωγούς μπορεί να θεωρηθεί ως το αίτιο που προκαλεί τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, κατ' αναλογία με την πίεση σε ένα δίκτυο ύδρευσης που προκαλεί την κίνηση του νερού. Γενικά όσο μεγαλύτερη η τάση, τόσο μεγαλύτερα τα ηλεκτρικά πεδία.



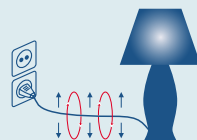
Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μετράται σε Volt ανά μέτρο (V/m). Συχνά χρησιμοποιείται και το πολλαπλάσιο kV/m ($1 \text{ kV/m} = 1000 \text{ V/m}$).

Τα ηλεκτρικά πεδία που εμφανίζονται στην φύση οφείλονται στα ηλεκτρικά φορτία που βρίσκονται συγκεντρωμένα στην ατμόσφαιρα της γης και δημιουργούν κοντά στην επιφάνειά της ηλεκτρικά πεδία της τάξης των 100V/m, σε συνθήκες καλού καιρού. Τα πεδία αυτά ανέρχονται σε μερικά kV/m κατά την διάρκεια καταιγίδων.

Τα ηλεκτρικά πεδία θωρακίζονται από τα οικοδομικά υλικά, τα δέντρα, τους ψηλούς φράκτες κλπ (σε αντίθεση με τα μαγνητικά πεδία). Για τον λόγο αυτό, τα ηλεκτρικά πεδία σε ένα σπίτι κοντά σε μια εναέρια γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μικρότερα στο εσωτερικό του από ότι στο εξωτερικό του. Πέραν τούτου, τα ηλεκτρικά πεδία που δημιουργούνται από οποιαδήποτε πηγή εξασθενούν, καθώς αυξάνεται η απόσταση από την πηγή.

Μαγνητικά πεδία

Τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από τις διατάξεις ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτώνται από το μέγεθος της μεταφερόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (ηλεκτρικό ρεύμα) στους αγωγούς, καθώς και την γεωμετρία της διάταξης. Για δεδομένη τάση, το μέγεθος του ρεύματος στους αγωγούς καθορίζει την ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρει η διάταξη. Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν αγωγό μπορεί να παρομοιαστεί με την κίνηση του νερού σε ένα σωλήνα. Γενικά όσο μεγαλύτερο το ρεύμα τόσο μεγαλύτερα και τα μαγνητικά πεδία.

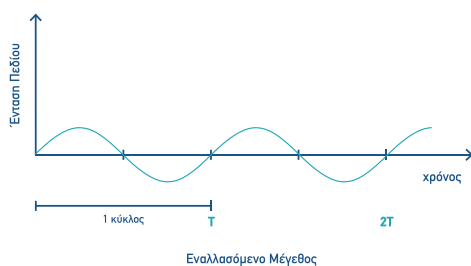


Τα μαγνητικά πεδία μετρούνται συνήθως σε μικροτέσλα (μT). Επίσης χρησιμοποιείται και η μονάδα μέτρησης μιλιγκάους (mG) ($10\text{mG} = 1\mu\text{T}$).



Το φυσικό μαγνητικό πεδίο της Γης είναι περίπου $45\mu\text{T}$ στην Ελλάδα.

Τα μαγνητικά πεδία επηρεάζονται ελάχιστα από την παρουσία δέντρων, φραχτών και των περισσότερων οικοδομικών υλικών σε αντίθεση με τα ηλεκτρικά πεδία. Έτσι, το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας στο εξωτερικό των σπιτιών μας, μπορεί να διαπερνά τους τοίχους και τις οροφές. Τα μαγνητικά πεδία, όπως και τα ηλεκτρικά, εξασθενούν με την αύξηση της απόστασης από την πηγή τους.



Στατικά και μεταβαλλόμενα πεδία

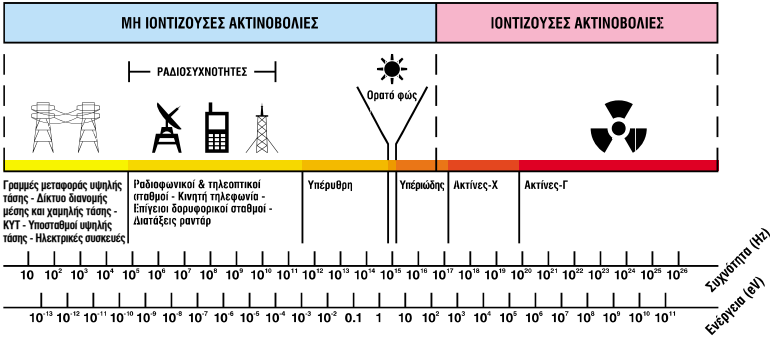
Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που αναπτύσσονται στη φύση είναι στατικά, δηλαδή δεν μεταβάλλονται ή μεταβάλλονται πολύ αργά με το χρόνο. Οι τάσεις και τα ρεύματα που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας είναι εναλλασσόμενα με συχνότητα 50Hz, δηλαδή αλλάζουν πολικότητα 50 φορές το δευτερόλεπτο. Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από τις διατάξεις αυτές είναι ως εκ τούτου, επίσης, μεταβαλλόμενα με συχνότητα 50Hz. Σε άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, χρησιμοποιούνται 60Hz για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας. Πολύ σπάνια χρησιμοποιείται και συνεχές ρεύμα για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ηλεκτρικές συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες δημιουργούν στο περιβάλλον τους στατικά πεδία. Οι συσκευές που συνδέονται στις πρίζες δημιουργούν μεταβαλλόμενα πεδία στη συχνότητα των 50Hz.

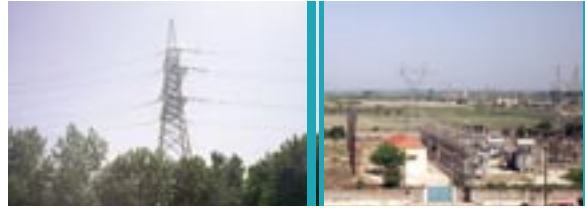
Πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας

Τα μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από τις διατάξεις ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζονται και πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας ή πεδία ELF (Extremely Low Frequency). Τα πεδία ELF είναι διαφορετικά από τα ραδιοκύματα που εκπέμπουν οι κεραίες ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών εκπομπών, καθώς και οι κεραίες κινητής τηλεφωνίας.

Τα πεδία ELF και τα ραδιοκύματα μαζί με την υπέρυθρη, την ορατή και την υπεριώδη ακτινοβολία συνθέτουν το φάσμα των μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών. Σε αντίθεση με τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες (ραδιενέργεια), στις οποίες περιλαμβάνονται οι ακτίνες Χ, γ κλπ., οι μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες δεν μπορούν να διασπάσουν χημικούς δεσμούς, να αποσπάσουν ηλεκτρόνια από άτομα ή μόρια, να προκαλέσουν δηλαδή ιοντισμό της ύλης.



Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

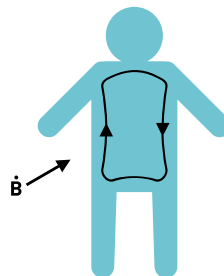


ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Οι γνωστές επιδράσεις των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο οφείλονται στα επαγόμενα πεδία και ρεύματα στο εσωτερικό του σώματος κατά την έκθεσή του στα πεδία αυτά (άμεσες επιδράσεις). Υπάρχουν επίσης και έμμεσες επιδράσεις, όπως οι ενοχλητικοί σπινθηρισμοί που μπορεί να δημιουργηθούν κατά την επαφή με αντικείμενα παρουσία ισχυρών πεδίων.

Ένταση Πυκνότητας Ρεύματος	Επίδραση στον Άνθρωπο
1000 mA/m ²	Κοιλιακός Ινδισμός
100 mA/m ²	Διέγερση Μυών και Νευρών (Αίσθηση λάμψης στο οπτικό νεύρο)
10 mA/m ²	Καμία Επίδραση (Όριο Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους επαγγελματικά εκτεθειμένους)
2 mA/m ²	Καμία Επίδραση (Όριο Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κοινό)

Άμεσες επιδράσεις

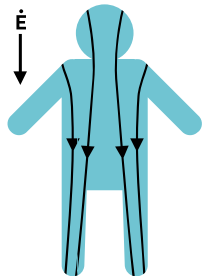


Τι πεδία και ρεύματα επάγουν τα μαγνητικά πεδία στο άνθρωπο;

Κάθε εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο, B , που εφαρμόζεται σε ένα αγωγίμο

μέσο επάγει ηλεκτρικά πεδία που με την σειρά τους παράγουν ηλεκτρικά ρεύματα εντός του μέσου. Από ηλεκτρικής πλευράς, το εσωτερικό του σώματος του ανθρώπου είναι αρκετά αγωγίμο επιτρέπει, δηλαδή, την ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Έτσι, στο εσωτερικό του ανθρώπου επάγονται ηλεκτρικά πεδία και δημιουργούνται ηλεκτρικά ρεύματα. Τα πεδία και ρεύματα αυτά έχουν την μορφή που φαίνεται στο σχήμα.

Τι πεδία και ρεύματα επάγουν τα ηλεκτρικά πεδία στο άνθρωπο;



Λόγω της αγωγιμότητας του σώματός του, όταν ένας άνθρωπος βρίσκεται εντός ενός ηλεκτρικού πεδίου, E , το διαταράσσει, ώστε η επιφάνειά

του να είναι μια ισοδυναμική επιφάνεια. Αυτό γίνεται με την παρουσία επιφανειακών ηλεκτρικών φορτίων που αντισταθμίζουν το ηλεκτρικό πεδίο

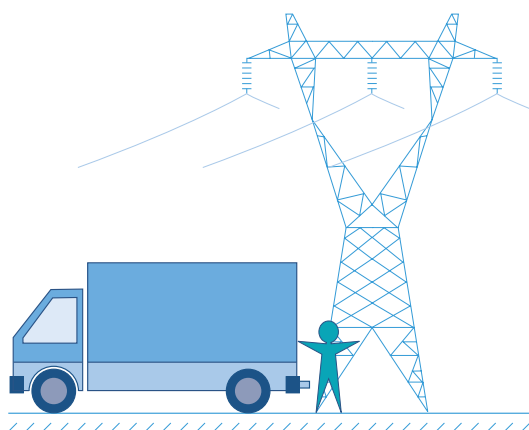
στο εσωτερικό του σώματος. Καθώς το πεδίο μεταβάλλεται, αλλάζει η κατανομή των επιφανειακών φορτίων δημιουργώντας ρεύματα στο εσωτερικό του σώματος.

Ποιες οι επιδράσεις των επαγόμενων ρευμάτων στον άνθρωπο;

Αν τα ρεύματα που επάγονται στο εσωτερικό του σώματος από τα πεδία είναι πολύ ισχυρά, επιφέρουν τα ίδια αποτελέσματα στον άνθρωπο με αυτά που δημιουργούνται όταν τα ρεύματα εισέρχονται στο σώμα από την επαφή αγωγών υπό τάση (ηλεκτροπληξία). Οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται αποκλειστικά από το μέγεθος του επαγόμενου ρεύματος στο εσωτερικό του σώματος.

Έμμεσες επιδράσεις

Όταν ένας άνθρωπος ηλεκτρικά μονωμένος ως προς την γη, βρίσκεται εντός ενός ισχυρού ηλεκτρικού πεδίου και έρχεται σε επαφή με ένα γειωμένο



αντικείμενο, τότε εμφανίζεται σπινθήρας στο σημείο επαφής. Εάν το ηλεκτρικό πεδίο (πριν την παρουσία του ανθρώπου) υπερβαίνει τα 5kV/m , είναι πολύ πιθανό το φαινόμενο αυτό να είναι ενοχλητικό. Ομοίως, όταν ένας άνθρωπος αγγίζει ένα αγείο μεγάλο αντικείμενο, παρουσία ηλεκτρικού πεδίου, είναι πιθανό να προκύψουν σπινθηρισμοί. Το μέγεθος της ενόχλησης σε αυτές τις περιπτώσεις εξαρτάται και από το μέγεθος του αντικειμένου.

Επιδράσεις σε βηματοδότες



Ιδιαίτερα σημαντική μπορεί να είναι η αλληλεπίδραση των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων με την λειτουργία εμφυτευμένων καρδιακών βηματοδοτών ή με άλλα εμφυτεύματα στο ανθρώπινο σώμα. Αν και έχουν αναφερθεί παλαιότερα παρεμβολές σε κάποιους τύπους βηματοδοτών από ηλεκτρικά πεδία μεγαλύτερα από 2kV/m και από μαγνητικά πεδία μεγαλύτερα

από 20μT στα 50Hz, δεν αναμένονται συνήθως προβλήματα σε τόσο χαμηλές τιμές. Οι τιμές των πεδίων που δημιουργούν παρεμβολές διαφέρουν ανάλογα με την κατασκευή της συσκευής, αλλά είναι συνήθως πολύ υψηλότερες από αυτές που εμφανίζονται συνήθως. Οι σύγχρονοι βηματοδότες είναι έτσι σχεδιασμένοι, ώστε να εξασφαλίζουν την λειτουργία τους ακόμα και αν βρεθούν σε ισχυρά ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία.

Επιδράσεις σε οθόνες

Τα μαγνητικά πεδία, πολλές φορές, επηρεάζουν την ποιότητα της εικόνας στις οθόνες ηλεκτρονικών υπολογιστών καθοδικών σωλήνων. Αυτό μπορεί να προκύψει με μαγνητικά πεδία της τάξης του 1μT. Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων, πλάσματος και άλλων σύγχρονων τεχνολογιών δεν εμφανίζουν τέτοια προβλήματα.

Υπάρχουν μακροχρόνιες επιδράσεις των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων εξαιρετικά χαμηλών συχνοτήτων στον άνθρωπο;

Για την διερεύνηση των επιδράσεων των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο διεξάγονται πολλών ειδών έρευνες (επιδημιολογικές, εργαστηριακές, κλινικές). Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών αξιολογούνται από ειδικές επιτροπές αρμόδιων διεθνών φορέων όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες, (ICNIRP), καθώς και από εθνικούς φορείς, όπως π.χ. το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (NRC) των ΗΠΑ, το Εθνικό Συμβούλιο Ραδιολογικής Προστασίας (NRPB) της Μεγάλης Βρετανίας κ.α. Οι απόψεις των φορέων αυτών συγκλίνουν στα ακόλουθα γενικά συμπεράσματα:

Εργαστηριακές και κλινικές έρευνες

Οι εργαστηριακές και κλινικές έρευνες δεν δείχνουν κάποια βλαβερή επίδραση στον άνθρωπο πέρα από τις γνωστές επιδράσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω. Από τα πειράματα σε ζώα ή από τις κυτταρικές και μοριακές μελέτες δεν έχει προκύψει κάποιος αποδεκτός βιολογικός μηχανισμός καρκινογενετικής επίδρασης των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων ELF.

Επιδημιολογικές μελέτες

Στις επιδημιολογικές έρευνες μελετάται η έκθεση σε μαγνητικά πεδία ανθρώπων που έχουν ασθενήσει με κάποια συγκεκριμένη ασθένεια και συγκρίνεται με την έκθεση εκείνων που δεν έχουν ασθενήσει από την ασθένεια αυτή. Οι έρευνες αυτές, στο σύνολό τους, έδειξαν ότι δεν υπάρχει σύνδεση της έκθεσης σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία ELF και την πρόκληση μακροχρόνιων βιολογικών επιδράσεων



εκτός από την παιδική λευχαιμία για την οποία εμφανίσθηκε μια ασθενής στατιστική συσχέτιση για το μαγνητικό πεδίο. Αν και σε γενικές γραμμές η έκθεση των παιδιών που ασθένησαν ήταν η ίδια με εκείνων που δεν ασθένησαν, περίπου 2% των παιδιών που ασθένησαν ήταν εκτεθειμένα σε μέση τιμή μαγνητικού πεδίου μεγαλύτερη από 0,4μΤ, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των παιδιών που δεν ασθένησαν ήταν περίπου 1%. Αυτό ερμηνεύεται ως ένας στατιστικός διπλασιασμός των κρουσμάτων παιδικής λευχαιμίας σε παιδιά που είναι εκτεθειμένα σε μέσες ημερήσιες τιμές μαγνητικού πεδίου μεγαλύτερες από 0,4μΤ. Δεν προέκυψαν αντίστοιχα στοιχεία για τους ενήλικες ή για άλλες μακροχρόνιες επιδράσεις.

Για την στατιστική συσχέτιση αυτή δεν υπάρχει προς το παρόν βάσιμη επιστημονική εξήγηση. Ενδεχομένως να οφείλεται σε άλλους λόγους, όπως σε συστηματικά σφάλματα κατά την επιλογή των παιδιών ή την ύπαρξη κάποιου άγνωστου καρκινογόνου παράγοντα που υπεισέληθε στις μελέτες και αλλοίωσε τα αποτελέσματα. Για αυτό τον λόγο αμφισβητείται η υπόθεση ότι η σχέση είναι αιτιατή.



Αν η σχέση ήταν αιτιατή τι θα σήμαινε για την Ελλάδα;

Η παιδική λευχαιμία είναι μια σπάνια ασθένεια. Ετησίως εμφανίζονται περίπου 4 νέες περιπτώσεις παιδικής λευχαιμίας ανά 100.000 παιδιά. Ακόμα και αν υποθέσουμε ότι τα μαγνητικά πεδία με μέση τιμή πάνω από 0,4μΤ προκαλούσαν με βεβαιότητα τον διπλασιασμό των κρουσμάτων, αυτό σε μια χώρα σαν την Ελλάδα σημαίνει ότι θα καταγραφόταν περίπου ένα επιπλέον νέο κρούσμα κάθε δύο χρόνια.

Η τιμή των 0,4μΤ είναι όριο προστασίας;

Η τιμή των 0,4μΤ προέκυψε στις επιδημιολογικές έρευνες ως μέση τιμή έκθεσης των παιδιών στην διάρκεια ενός 24ώρου. Λόγω της κατανομής των πεδίων στο χώρο και της χρονικής διακύμανσής τους, είναι πολύ εύκολο να βρεθούν σημεία οπουδήποτε με μαγνητικά πεδία μεγαλύτερα από 0,4μΤ. Τα 0,4μΤ δεν αποτελούν, δηλαδή, κάποιο κατώφλι ή όριο για το μαγνητικό πεδίο, αφού ακόμα και στις περιπτώσεις που η μέση τιμή της έκθεσης είναι πολύ μικρότερη από 0,4μΤ υπάρχουν αρκετές στιγμές στην διάρκεια της ημέρας που η έκθεση είναι μεγαλύτερη από 0,4μΤ.

Ταξινόμηση κατά IARC

Η Διεθνής Επιτροπή Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC), του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας έχει ορίσει ένα σύστημα ταξινόμησης των χημικών και φυσικών παραγόντων ως προς την καρκινογεννητικότητά τους. Τον Ιούνιο του 2001 εξέτασε τα στατικά και τα ELF ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία και κατέληξε ότι τα ELF μαγνητικά πεδία κατατάσσονται



στην κατηγορία 2B, ως “ενδεχομένως καρκινογενή” (possibly carcinogenic) για πρόκληση παιδικής λευχαιμίας. Τα στατικά και ELF ηλεκτρικά πεδία, καθώς και τα στατικά μαγνητικά πεδία κατατάχθηκαν στην κατηγορία 3, ως “αταξινόμητα” ως προς την καρκινογεννητικότητα. Τα ELF μαγνητικά πεδία ταξινομήθηκαν από την IARC στην κατηγορία “ενδεχομένως καρκινογενή” βάσει των “περιορισμένων” στοιχείων από τις επιδημιολογικές μελέτες που αφορούν την παιδική λευχαιμία. Τα επιδημιολογικά στοιχεία που αφορούν τους υπόλοιπους καρκίνους, καθώς και αυτά από τις εργαστηριακές μελέτες σε πειραματόζωα, ιστούς και κύτταρα θεωρήθηκαν “ανεπαρκή” και έτσι τα ELF μαγνητικά πεδία δεν κατατάχθηκαν στις κατηγορίες των πιο επικινδύνων παραγόντων ως “καρκινογενή” (carcinogenic) ή “πιθανώς καρκινογενή” (probably carcinogenic).

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι υπάρχουν πολλοί ακόμα παράγοντες που έχουν ταξινομηθεί από την IARC στην ίδια κατηγορία με τα μαγνητικά πεδία ELF. Οι γνωστότεροι εξ αυτών είναι ο καφές, τα καυσαέρια βενζινοκινητήρων και τα λαχανικά που συντηρούνται στην άλμη.

Ταξινόμηση	Παράγοντας
Καρκινογενής για τους ανθρώπους (συνήθως βάσει ισχυρών ενδείξεων καρκινογεννητικότητας στους ανθρώπους)	αμίαντος, αέριο μουστάρδας, καπνός, ακτινοβολία γάμμα
Πιθανώς καρκινογενής για τους ανθρώπους (συνήθως βάσει ισχυρών ενδείξεων καρκινογεννητικότητας στα πειραματόζωα)	καυσαέρια πετρελαιοκινητήρων, λάμπες μαυρίσματος, υπεριώδης ακτινοβολία, φορμαλδεΰδη
Ενδεχομένως καρκινογενής για τους ανθρώπους (συνήθως βάσει ενδείξεων στους ανθρώπους που θεωρούνται αξιόπιστες, αλλά δεν αποκλείονται και άλλες ερμηνείες για αυτές)	Καφές, λαχανικά στην άλμη, στυρένιο, καυσαέρια βενζινοκινητήρων, αέρια συγκόλλησης, ELF μαγνητικά πεδία

Όρια έκθεσης

Υπάρχουν όρια για την ασφαλή έκθεση σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία;

Η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από Mn Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες, (ICNIRP), εξέδωσε το 1998 κατευθυντήριες γραμμές για την έκθεση των ανθρώπων. Οι κατευθυντήριες αυτές γραμμές βασίζονται στις αποδεδειγμένες επιδράσεις των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο. Σε σχέση με τις μακροχρόνιες και αβέβαιες επιδράσεις των μαγνητικών πεδίων που προαναφέρθηκαν, εφόσον δεν υπάρχει γνωστός μηχανισμός δημιουργίας τους, είναι αδύνατο να καθοριστούν όρια βάσει αυτών.

Οι κατευθυντήριες γραμμές της ICNIRP αποτελούνται από βασικούς περιορισμούς και επίπεδα αναφοράς.



- Οι βασικοί περιορισμοί αφορούν το επαγόμενο ρεύμα στο εσωτερικό του ανθρώπου και προκύπτουν από τις τιμές κατωφλίου που προκαλούν δυσμενείς βιολογικές επιδράσεις. Μάλιστα, έχουν οριστεί λαμβάνοντας υπόψη μεγάλους συντελεστές ασφαλείας. Για τον γενικό πληθυσμό οι βασικοί περιορισμοί έχουν οριστεί 50 φορές χαμηλότερα από τις τιμές στις οποίες προκύπτουν οι δυσμενείς επιδράσεις. Για την προστασία του κοινού ο βασικός περιορισμός της πυκνότητας του επαγόμενου ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα ορίστηκε σε 2 mA/m^2 για την συχνότητα των 50Hz.
- Τα επίπεδα αναφοράς είναι τα μετρούμενα μεγέθη του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου και προκύπτουν από τους βασικούς περιορισμούς θεωρώντας τις δυσμενέστερες συνθήκες σύζευξης των πεδίων με το σώμα. Η χρήση των επιπέδων αναφοράς εισάγει, δηλαδή, στην πράξη έναν επιπλέον συντελεστή ασφαλείας.

Οι τιμές για τον γενικό πληθυσμό είναι αρκετά μικρότερες από αυτές για τους επαγγελματικά απασχολούμενους, λαμβάνοντας υπόψη ότι στο γενικό πληθυσμό εντάσσονται άτομα με ιδιαίτερες ευαισθησίες, όπως ηλικιωμένοι, μικρά παιδιά, πάσχοντες από ασθένειες κλπ.

Τι συμβαίνει στην Ευρωπαϊκή Ένωση;

Το 1999 το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξέδωσε τη Σύσταση “σχετικά με τον περιορισμό της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία 0 Hz - 300 GHz” (L199, 1999/519/EC). Η Σύσταση αυτή προτείνει τις ίδιες οριακές τιμές με αυτές στις κατευθυντήριες γραμμές της ICNIRP για την προστασία του γενικού πληθυσμού.

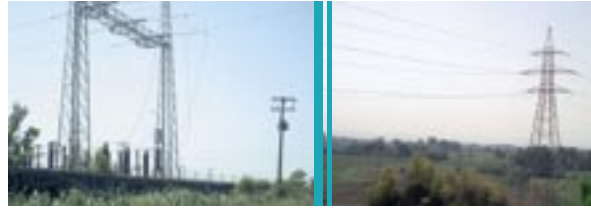
Το 2004 η Ε.Ε. εξέδωσε την Οδηγία (2004/40/EC) “περί των ελάχιστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (ηλεκτρομαγνητικά πεδία)”. Στην Οδηγία αυτή υιοθετούνται τα όρια της ICNIRP για την επαγγελματική απασχόληση.

Τι όρια ισχύουν στη χώρα μας;

Στη χώρα μας έχει εκδοθεί η Κοινή Υπουργική Απόφαση υπ’ αριθμόν 3060 (ΦΟΡ) 238 (ΦΕΚ 512/Β΄/25-04-2002) με θέμα “Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία διατάξεων εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων”. Σ’ αυτήν προσδιορίζονται τα επίπεδα αναφοράς και οι βασικοί περιορισμοί για την προστασία του κοινού από στατικά και ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας όπως ακριβώς αυτά καθορίστηκαν στη σχετική Σύσταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Μαγνητική Επαγωγή (B)	100 μ T
Ένταση Ηλεκτρικού πεδίου (E)	5 kV/m

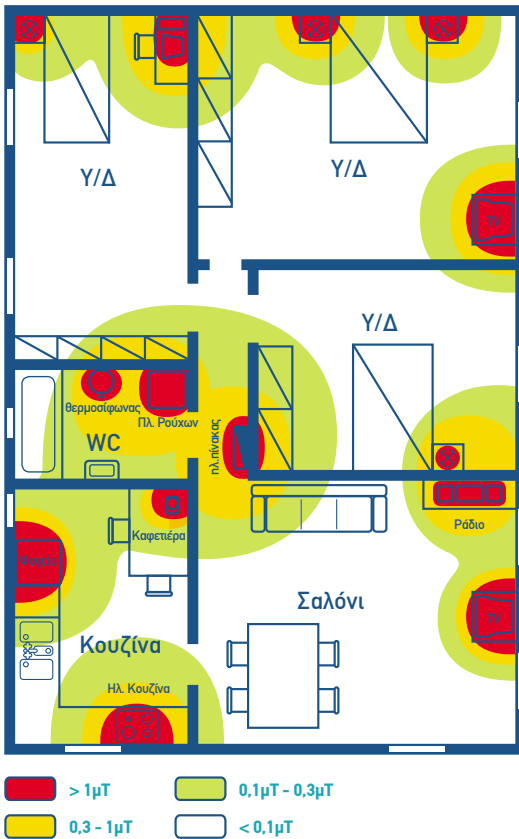
Όρια ασφαλούς έκθεσης για την συχνότητα των 50Hz στην Ελληνική νομοθεσία



ΠΗΓΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΑΣ

Ηλεκτρικές Συσκευές

Όταν οι ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν, παράγουν μαγνητικά πεδία στο περιβάλλον τους. Τα πεδία αυτά εξασθενούν τάχιστα καθώς αυξάνεται η απόσταση από την συσκευή και έτσι είναι άξια λόγου μόνο σε αποστάσεις αρκετά μικρότερες από ένα μέτρο. Το πεδίο σε επαφή με την συσκευή μπορεί να είναι πολύ μεγάλο, ανερχόμενο μέχρι εκατοντάδες μT . Κατά κανόνα όμως, η έκθεση των ανθρώπων λαμβάνει χώρα σε αποστάσεις πολύ μεγαλύτερες, πλην μερικών συσκευών που κατά τη χρήση τους βρισκόμαστε αναπόφευκτα κοντά τους, π.χ. οι ηλεκτρικές ξυριστικές μηχανές και τα σεσουάρ για τα μαλλιά. Οι άνθρωποι όμως δεν χρησιμοποιούν τέτοιες συσκευές για πολύ ώρα καθημερινά και έτσι η





Τυπικά επίπεδα μαγνητικού πεδίου από κοινές ηλεκτρικές συσκευές που συνδέονται στο ηλεκτρικό δίκτυο*

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 3 cm (μΤ)	ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 30 cm (μΤ)	ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 1m (μΤ)
Ξυριστική μηχανή	10 - 900	0,05 - 9	0,01 - 0,2
Σεσουάρ Μαλλιών	8 - 800	0,01 - 7	0,01 - 0,03
Λαμπτήρας φθορισμού	40 - 400	0,5 - 2	0,02 - 0,25
Ηλεκτρική κουζίνα	1 - 50	0,15 - 0,5	0,01 - 0,04
Φούρνος μικροκυμάτων	5 - 100	0,4 - 8	0,15 - 0,5
Ψυγείο	0,5 - 1,7	0,01 - 0,3	0,01 - 0,05
Πλυντήριο ρούχων	0,8 - 40	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Πλυντήριο πιάτων	1 - 15	0,2 - 2	0,07 - 0,3
Ηλεκτρικό σίδερο	3 - 30	0,14 - 0,3	0,01 - 0,03
Ηλεκτρική σκούπα	60 - 500	0,8 - 12	0,08 - 0,8
Φορητό ραδιόφωνο	1 - 15	0,4 - 1,5	0,01 - 0,1
Τηλεόραση	2 - 80	0,04 - 8	0,01 - 0,9
Βιντεοκάμερα	0,6 - 20	0,7 - 2,5	0,01 - 0,03
Φωτοτυπικό	0,6 - 40	0,1 - 2,7	0,01 - 0,3
Συσκευή FAX	0,4 - 1,5	0,01 - 0,2	0,01 - 0,02
Οθόνη Υπολογιστή	1 - 60	0,02 - 5	0,01 - 0,6
Ηλεκτρικό τρυπάνι	4 - 200	0,2 - 3,3	0,01 - 0,8

* οι αναφερόμενες τιμές αναγράφονται στην διεθνή βιβλιογραφία και έχουν επιβεβαιωθεί από μετρήσεις του Γραφείου Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας.

χρονική διάρκεια της έκθεσης είναι περιορισμένη. Επίσης, αφενός η έκθεση από τις συσκευές αυτές εστιάζεται τοπικά σε μια πολύ μικρή περιοχή του σώματος, αφετέρου η σύζευξη του πεδίου με το σώμα είναι εξαιρετικά ασθενής. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τις ειδικές αυτές συνθήκες έκθεσης, στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, δεν είναι δυνατόν να ξεπεραστούν οι βασικοί περιορισμοί τοπικής έκθεσης, αν και μπορεί να υπάρχει υπέρβαση των επιπέδων αναφοράς που αναφέρθηκαν.

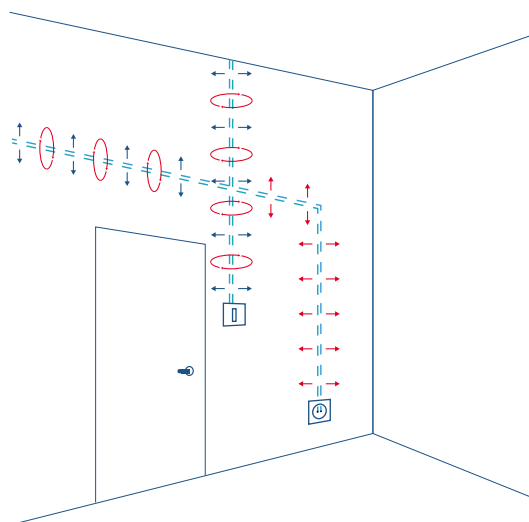
Παρατηρώντας τις τιμές του πίνακα, βλέπουμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις το μαγνητικό πεδίο ήδη σε απόσταση 30cm είναι πολύ μικρότερο από το επίπεδο αναφοράς των 100μT που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Ελληνική νομοθεσία για την συχνότητα των 50Hz (συχνότητα λειτουργίας του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας).

Οι ηλεκτρικές συσκευές παράγουν, επίσης, και κάποιες τιμές ηλεκτρικού πεδίου στο περιβάλλον τους, εφόσον βρίσκονται υπό τάση, όταν δηλαδή είναι στην πρίζα. Οι τιμές αυτές (της τάξης των 10V/m) είναι εξαιρετικά χαμηλές σε σχέση με τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελληνικής νομοθεσίας (5000V/m).

Εσωτερικές καλωδιώσεις

Οι καλωδιώσεις που χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των συσκευών δημιουργούν και αυτές στο περιβάλλον τους μαγνητικά κυρίως πεδία που οφείλονται στο ηλεκτρικό τους ρεύμα. Στις εγκαταστάσεις που λειτουργούν σύμφωνα με τους κανονισμούς ηλεκτρικών εγκαταστάσεων τα ρεύματα των αγωγών των καλωδιώσεων δημιουργούν μαγνητικά πεδία που σε μεγάλο βαθμό αλληλοαναιρούνται. Σε σπάνιες περιπτώσεις εγκαταστάσεων που δεν πληρούν τους όρους των κανονισμών είναι δυνατόν, λόγω λανθασμένης συνδεσμολογίας ή λόγω ύπαρξης διαρροών, να

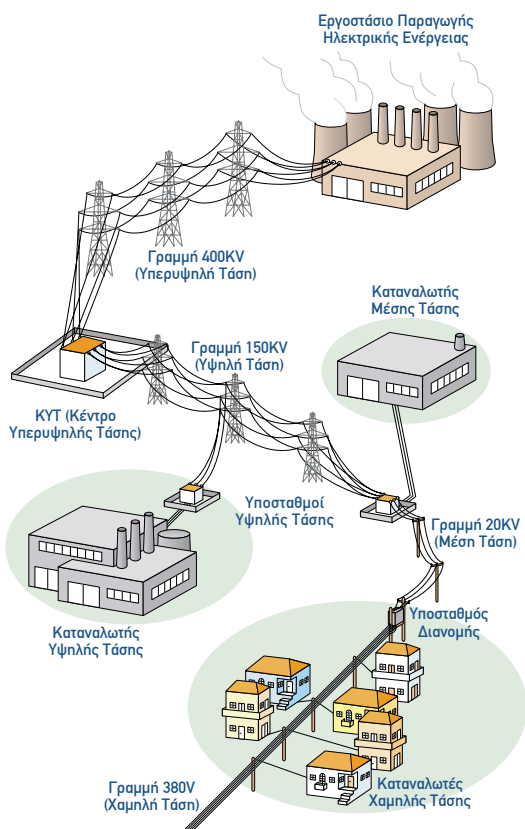
εμφανιστούν μεγάλα επίπεδα μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον των καλωδιώσεων. Η εμφάνιση μεγάλων μαγνητικών πεδίων από τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις είναι, δηλαδή, σύμπτωμα λανθασμένης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης που ενδεχομένως να υποκρύπτει και κινδύνους ηλεκτροπληξίας στους χρήστες της εγκατάστασης.



Λίγα λόγια για την λειτουργία του Ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στους σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας που βρίσκονται σε διάφορα σημεία της χώρας. Οι σταθμοί που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας είναι κυρίως θερμοηλεκτρικοί (καύση υλικών, όπως ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο) και υδροηλεκτρικοί (ενέργεια από τις υδατοπτώσεις). Ένα μικρό ποσοστό της συνολικά παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από την εκμετάλλευση ήπιων μορφών ενέργειας (π.χ. στα αιολικά πάρκα).

Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στη συνέχεια από τους σταθμούς παραγωγής στα κέντρα κατανάλωσης (μεγάλα αστικά κέντρα) μέσω των γραμμών υψηλής (150kV) και υπερυψηλής τάσης (400kV). Οι γραμμές αυτές επιτρέπουν: α) να συνεχίζει να παρέχεται ηλεκτρική ενέργεια ακόμα και αν παρουσιαστεί κάποια βλάβη,



β) την εξοικονόμηση ενέργειας με τη λειτουργία μόνο των πιο οικονομικών σταθμών και γ) τη διασύνδεση με τα γειτονικά κράτη.

Στη συνέχεια, η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στους κατά τύπους καταναλωτές. Οι περισσότεροι καταναλωτές τροφοδοτούνται με μονοφασικές παροχές χαμηλής τάσης (220V), άλλοι όμως που έχουν κάπως μεγαλύτερες ανάγκες, τροφοδοτούνται με τριφασικές παροχές (380V). Σε αρκετές περιπτώσεις, όπως βιοτεχνίες, μεγάλα ξενοδοχεία κλπ. οι καταναλωτές τροφοδοτούνται με μέση τάση (20kV) και σε σπανιότερες, όπως μεγάλα εργοστάσια, με υψηλή τάση (150kV). Για τον υποβιβασμό των επιπέδων των τάσεων από την υπερυψηλή τάση έως την χαμηλή χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές που ονομάζονται μετασχηματιστές. Η όλη εγκατάσταση που περιλαμβάνει τον μετασχηματιστή και τις πύριξ αυτού συνδέσεις, τους διακόπτες, τα στοιχεία προστασίας από βραχυκυκλώματα, υπερφόρτιση κ.λ.π. ονομάζεται υποσταθμός.

Δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης

Τα σπίτια μας τροφοδοτούνται από γραμμές χαμηλής τάσης (220V/380V), οι οποίες μπορεί να είναι εναέριες γραμμές, εναέρια συνεστραμμένα καλώδια, υπόγεια καλώδια και επιτοίχια καλώδια. Όλες αυτές οι γραμμές δημιουργούν στο περιβάλλον τους μαγνητικά κυρίως πεδία. Τα ηλεκτρικά πεδία είναι πολύ μικρά λόγω της χαμηλής τάσης. Τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από τις γραμμές αυτές ανέρχονται σε λίγα μT κοντά στους αγωγούς και εξασθενούν σε αμελητέα επίπεδα σε λίγα μέτρα από την γραμμή. Στην περίπτωση όμως που υπάρχει τέτοια ασυμμετρία στα ρεύματα των αγωγών που οδηγεί στην ανάπτυξη ρευμάτων επιστροφής, π.χ. ρεύματα σε γειωμένα αντικείμενα (μεταλλικοί σωλήνες, μεταλλικοί φράχτες, σιδηροδρομικές ράγες κλπ) δημιουργούνται μαγνητικά πεδία που εξασθενούν σχετικά αργά με την απόσταση από την γραμμή.

Δίκτυο διανομής μέσης τάσης

Τμήμα του δικτύου διανομής είναι και οι γραμμές μέσης τάσης (20kV), οι οποίες τροφοδοτούν τις γραμμές χαμηλής τάσης μέσω των υποσταθμών διανομής, που περιλαμβάνουν μετασχηματιστές μέσης προς χαμηλή τάση. Οι γραμμές μέσης τάσης μπορεί να είναι εναέριες ή υπόγεια καλώδια. Οι εναέριες γραμμές δημιουργούν τόσο ηλεκτρικά όσο και μαγνητικά πεδία, ενώ τα υπόγεια καλώδια μόνο μαγνητικά πεδία.

Λόγω της ηλεκτρικής συνδεσμολογίας τους, οι γραμμές αυτές δεν εμφανίζουν τις ασυμμετρίες στα ρεύματα που αναφέρθηκαν για τις γραμμές χαμηλής τάσης.



Υποσταθμοί διανομής

Οι υποσταθμοί διανομής είναι πολύ συνηθισμένα στοιχεία του δικτύου, αφού αντιστοιχεί ένας ανά μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες κατοικίες. Τοποθετούνται κατά την συνήθη πρακτική εναερίως πάνω σε κατασκευές που αποτελούνται από δύο κολώνες ή σε εσωτερικούς χώρους στα υπόγεια μεγάλων κτιρίων. Πρακτικά στο περιβάλλον των υποσταθμών διανομής τα ηλεκτρικά και τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται από τις γραμμές μέσης και χαμηλής τάσης που συνδέονται σε αυτούς και όχι από τον μετασχηματιστή.

Επειδή οι γραμμές χαμηλής τάσης τροφοδοτούνται από τους υποσταθμούς αυτούς είναι αναμενόμενο το ρεύμα τους να είναι μεγαλύτερο κοντά στον υποσταθμό από ότι μακριά από αυτόν, όπου θα έχουν υπάρξει αρκετές παροχετεύσεις. Στο περιβάλλον των υποσταθμών αναπτύσσονται μαγνητικά πεδία της τάξης των μερικών μT σε



σημεία που βρίσκονται κοντά στους αγωγούς (λιγότερο από ένα ή δύο μέτρα) και εξασθενούν σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα μερικά μέτρα πιο μακριά.

Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Με τον όρο γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας εννοούμε τις εναέριες γραμμές υψηλής τάσης (συνήθως 150kV, αν και υπάρχουν και γραμμές 66kV) και υπερυψηλής τάσης (400kV), καθώς και τις υπόγειες γραμμές υψηλής τάσης. Οι γραμμές αυτές χαρακτηρίζονται ως γραμμές απλού ή διπλού κυκλώματος ανάλογα με το αν φέρουν ένα ή δύο τριφασικά κυκλώματα. Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 10000km εναέριων γραμμών υψηλής και υπερυψηλής τάσης σε όλη την επικράτεια, καθώς και 200km υπόγειων γραμμών υψηλής τάσης που χρησιμοποιούνται κυρίως για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας εντός των κατοικημένων περιοχών.

Πως παράγονται τα πεδία από τις γραμμές;

Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που δημιουργεί η γραμμή οφείλονται στους ρευματοφόρους αγωγούς της και μειώνονται με την αύξηση της απόστασης από αυτούς. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι μέγιστες τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στις εναέριες γραμμές εμφανίζονται ακριβώς κάτω από τους αγωγούς.

Ποιες είναι οι στάθμες πεδίων στο περιβάλλον μιας γραμμής μεταφοράς;

Το μέγεθος του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου στο περιβάλλον μιας γραμμής εξαρτάται από την ενέργεια που μεταφέρει. Η μεταφερόμενη ενέργεια δεν είναι σταθερή, αλλά εξαρτάται από την ώρα και την ημέρα. Εμφανίζει, δηλαδή, ημερήσιους, εβδομαδιαίους, και ετήσιους κύκλους, προκαλώντας αντίστοιχη διακύμανση στο δημιουργούμενο μαγνητικό πεδίο.

Οι μέγιστες τιμές της μεταφερόμενης ενέργειας στη διάρκεια μιας μέρας και συνεπώς και οι μέγιστες τιμές του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου από την γραμμή εξαρτώνται από το είδος των καταναλωτών που εξυπηρετεί η γραμμή (κατοικίες, εμπορικά καταστήματα, βιοτεχνίες, εργοστάσια, αγροτικές αρδεύσεις κλπ). Ως γενικός κανόνας, οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται συνήθως τις μεσημβρινές ώρες κατά τους θερινούς μήνες και τις μεσημβρινές ή τις πρώτες βραδινές ώρες κατά τους χειμερινούς μήνες.

Για λόγους αξιοπιστίας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας οι συνήθεις τιμές της μεταφερόμενης ενέργειας σε μια γραμμή είναι πολύ μικρότερες της μέγιστης δυνατής τιμής που μπορεί να αντέξει η γραμμή. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις ανάγκης που κάποιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βγαίνει εκτός λειτουργίας, ίσως να χρειάζεται η γραμμή να μεταφέρει πολύ μεγαλύτερη ενέργεια από ότι συνήθως για να



Χάρτης γραμμών υπερυψηλής τάσης



Γραμμές υψηλής
τάσης 150kV



Γραμμές υπερυψηλής
τάσης 400kV

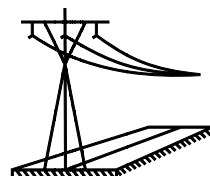
μην προκύψουν διακοπές ρεύματος. Με την πάροδο των ετών η ενέργεια που καταναλώνεται αυξάνεται και έτσι αυξάνεται και η μεταφερόμενη ενέργεια. Αν δεν κατασκευάζονται νέες γραμμές, τα μαγνητικά πεδία κάτω από τις υφιστάμενες γραμμές αυξάνονται, η αξιοπιστία του δικτύου μειώνεται και μεγαλώνει ο κίνδυνος διακοπών ηλεκτρικής ενέργειας.

Αντίθετα με το μαγνητικό πεδίο, το δημιουργούμενο ηλεκτρικό πεδίο παραμένει πρακτικά αμετάβλητο σε όσο διάστημα η γραμμή βρίσκεται υπό τάση. Οι γραμμές αυτές σπανίως βγαίνουν εκτός λειτουργίας, για λόγους συντήρησης ή επισκευής βλαβών.

Τα μεγέθη των παραγόμενων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον μιας γραμμής εξαρτώνται και από τα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευής της γραμμής, όπως είναι:

- η απόσταση των αγωγών από την γη. Όσο

μικρότερη είναι η απόσταση αυτή, τόσο μεγαλύτερα είναι τα δημιουργούμενα πεδία στο έδαφος κάτω από τους αγωγούς. Καθώς οι αγωγοί μιας γραμμής αναρτώνται στους πυλώνες στήριξης, κάμπτονται από το βάρος τους και έτσι η ελάχιστη απόσταση των αγωγών από την γη εμφανίζεται συνήθως στο ενδιάμεσο μεταξύ δύο γειτονικών πυλώνων. Αντίθετα κοντά στους πυλώνες η απόσταση των αγωγών από την γη είναι η μέγιστη δυνατή. Λόγω της τάσεως των γραμμών υπάρχει μια ελάχιστη τηρούμενη απόσταση των αγωγών τους από οροφές κτιρίων. Αυτή είναι 7m για τις γραμμές 400kV και 5m για τις γραμμές 150kV.



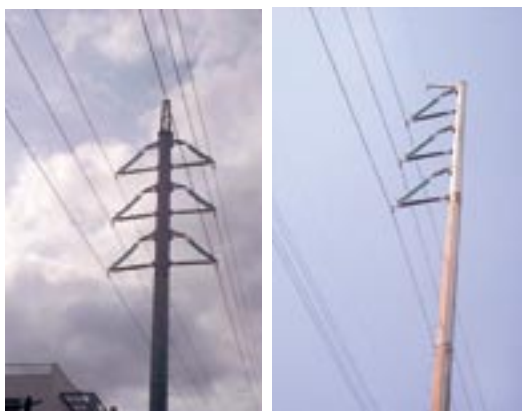
- η διάταξη των φάσεων στις γραμμές διπλού κυκλώματος. Ανάλογα με την διάταξη των φάσεων στις γραμμές αυτές υπάρχει η δυνατότητα να μειωθούν τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία στο περιβάλλον τους. Πλέον, οι γραμμές υπερευψηλής

τάσης στη χώρα μας, κατασκευάζονται με την βέλτιστη διάταξη φάσεων για την ελαχιστοποίηση των δημιουργούμενων πεδίων, ενώ δεν ισχύει το ίδιο για τις γραμμές υψηλής τάσης.

- η απόσταση μεταξύ των ρευματοφόρων αγωγών της γραμμής. Για παράδειγμα, στη χώρα μας τμήματα γραμμών υψηλής τάσης κατασκευάζονται με συμπαγείς μονωτήρες όπου οι αποστάσεις μεταξύ των ρευματοφόρων αγωγών είναι αρκετά μικρότερες από αυτές των συνήθων γραμμών. Τα τμήματα αυτά ξεχωρίζουν εύκολα από τα υπόλοιπα, λόγω της στήριξης των αγωγών σε μεταλλικούς ιστούς έναντι των γνωστών μεταλλικών πυλώνων που χρησιμοποιούνται συνήθως. Οι γραμμές μειωμένων διαστάσεων απλού κυκλώματος με ιστούς δημιουργούν πολύ μικρότερα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία από αυτές των κανονικών διαστάσεων.

Με δεδομένους όλους αυτούς τους παράγοντες, στο ακόλουθο πίνακα δίνονται οι μέγιστες τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που είναι

δυνατόν να εμφανιστούν ακριβώς κάτω από μια γραμμή, καθώς και οι τυπικές τιμές των πεδίων αυτών που προέκυψαν από μετρήσεις του Γραφείου Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της ΕΕΑΕ ακριβώς κάτω και 25m παραπλεύρως από κάθε γραμμή. Οι μέγιστες δυνατές τιμές προέκυψαν από θεωρητικές εκτιμήσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσμενέστερες συνθήκες ρευμάτων, διάταξης φάσεων και αποστάσεων.



Γραμμές υψηλής τάσης με μειωμένες αποστάσεις μεταξύ ρευματοφόρων αγωγών

**Τιμές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων σε ύψος 1,5 μέτρου από το έδαφος στο περιβάλλον
εναέριων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας**

		ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (μΤ)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (V/m)
Γραμμές 400 kV (μεταλλικοί πυλώνες)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς)	25	5000
	Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς)	1 - 4	2000 - 4000
	Τυπική τιμή (25m παραπλευρώς)	0,5 - 2	200 - 500
Γραμμές 150 kV (μεταλλικοί πυλώνες)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς)	15	2000
	Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς)	0,5 - 2	1000 - 2000
	Τυπική τιμή (25m παραπλευρώς)	0,1 - 0,2	100 - 300
Γραμμές 150 kV (μεταλλικοί ιστοί)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς)	10	1200
	Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς)	0,3 - 1,5	500 - 1000
	Τυπική τιμή (25m παραπλευρώς)	00,5 - 0,2	50 - 100
Γραμμές 20 kV (ξύλινες κολώνες)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς)	5	700
	Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς)	0,2 - 0,5	200
	Τυπική τιμή (25m παραπλευρώς)	0,01 - 0,05	10 - 20



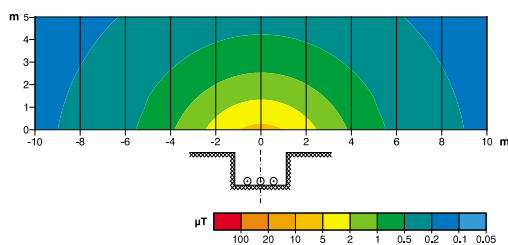
Υπόγεια καλώδια

Εντός αστικών περιοχών, καλώδια υψηλής τάσης τοποθετούνται υπογείως σε βάθος της τάξης του ενός με δύο μέτρων κάτω από δρόμους και πεζοδρόμια. Στα υπόγεια καλώδια οι ρευματοφόροι αγωγοί είναι μονωμένοι και έτσι μπορούν να τοποθετηθούν πολύ κοντά ο ένας στον άλλο, δημιουργώντας έτσι μικρότερα πεδία σε σχέση με τις αντίστοιχες διατάξεις εναέριων γραμμών. Παρόλα αυτά, στα σημεία που βρίσκονται ακριβώς πάνω τους δημιουργούνται σημαντικά μαγνητικά πεδία, τα οποία όμως φθίνουν πολύ γρηγορότερα με την απόσταση σε σχέση με αυτά που δημιουργούνται από αντίστοιχες εναέριες γραμμές.

Τα υπόγεια καλώδια δεν παράγουν ηλεκτρικά πεδία στις θέσεις που βρίσκονται οι άνθρωποι.

Υποσταθμοί υψηλής τάσης

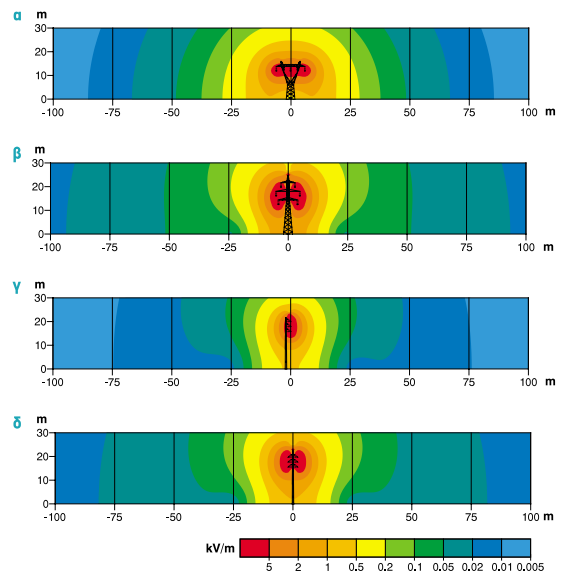
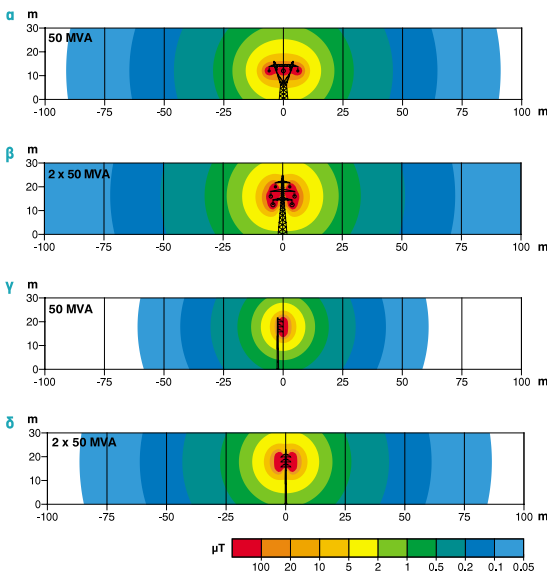
Υποσταθμοί ονομάζονται οι εγκαταστάσεις στις οποίες συρρέουν γραμμές διαφορετικών επιπέδων τάσεων προκειμένου να μεταφέρεται η ηλεκτρική ενέργεια από το ένα επίπεδο τάσεως στο άλλο. Έτσι υπάρχουν τα ΚΥΤ (Κέντρα Υπερυψηλής Τάσης) στα οποία συνδέονται γραμμές υπερυψηλής και υψηλής τάσης, καθώς και



Μαγνητική επαγωγή που δημιουργείται από υπόγειο καλώδιο 150 kV κατά τη μεταφορά ισχύος 50 MVA

υποσταθμοί υψηλής τάσης, στους οποίους συνδέονται γραμμές υψηλής και μέσης τάσης.

Στους χώρους εκτός των υποσταθμών υψηλής τάσης και των ΚΥΤ, τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία δημιουργούνται αποκλειστικά από τις γραμμές που συνδέονται σε αυτούς και όχι από τον εξοπλισμό τους. Από μετρήσεις που έχει διεξάγει το Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της ΕΕΑΕ προέκυψε ότι στις εξωτερικές πλευρές των υποσταθμών που δεν διέρχονται γραμμές, τα επίπεδα των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων είναι πρακτικά τα ίδια με αυτά που θα υπήρχαν και χωρίς την παρουσία του υποσταθμού (ακόμα και πολύ κοντά στην περίφραξή του). Στις άλλες πλευρές των υποσταθμών που διέρχονται γραμμές, υπάρχουν οι τυπικές τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον των γραμμών αυτών.



Μαγνητική επαγωγή που δημιουργείται από εναέριες γραμμές 150 kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

α) γραμμή απλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα κατά τη μεταφορά ισχύος 50 MVA

β) γραμμή διπλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα κατά τη μεταφορά ισχύος 100 MVA (2*50 MVA)

γ) γραμμή απλού κυκλώματος με ιστούς κατά τη μεταφορά ισχύος 50 MVA

δ) γραμμή διπλού κυκλώματος με ιστούς κατά τη μεταφορά ισχύος 100 MVA (2*50 MVA)

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τις εναέριες γραμμές 150 kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

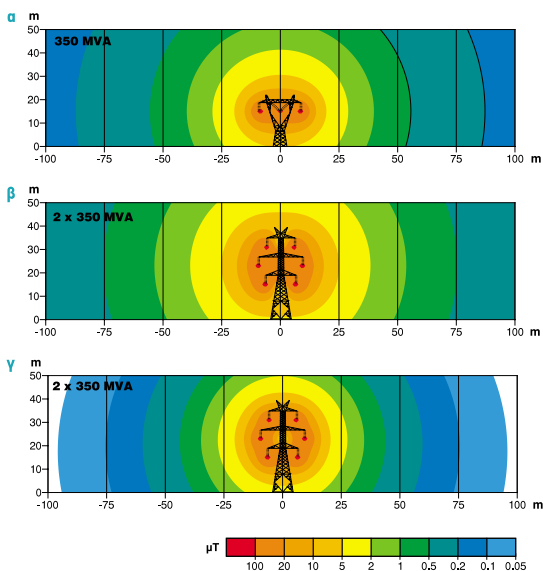
α) γραμμή απλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα (ικανότητα μεταφοράς ισχύος 138 MVA ή 202 MVA ανάλογα με τον τύπο)

β) γραμμή διπλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 404 MVA)

γ) γραμμή απλού κυκλώματος με ιστούς (ικανότητα μεταφοράς ισχύος 138 MVA ή 202 MVA ανάλογα με τον τύπο)

δ) γραμμή διπλού κυκλώματος με ιστούς (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 404 MVA)

Στα ανωτέρω σχήματα το ύψος των ιστών και των πυλώνων δεν είναι ρεαλιστικό. Απεικονίζονται οι στάθμες των πεδίων σε ένα τυπικό ύψος (12m) των χαμηλότερων αγωγών από τη γη στο ενδιάμεσο δύο πυλώνων.



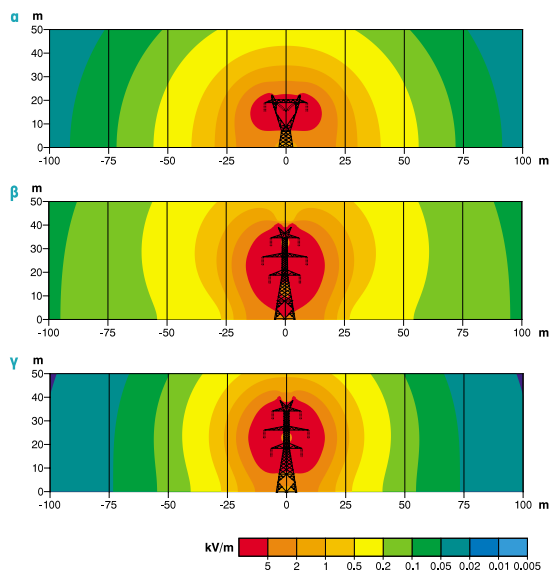
Μαγνητική επαγωγή που δημιουργείται από τις γραμμές 400 kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

α) γραμμή απλού κυκλώματος κατά τη μεταφορά ισχύος 350 MVA

β) γραμμή διπλού κυκλώματος με το παλαιό τρόπο διάταξης των φάσεων κατά τη μεταφορά ισχύος 700 MVA (2*350 MVA)

γ) γραμμή διπλού κυκλώματος με το νέο τρόπο διάταξης των φάσεων κατά τη μεταφορά ισχύος 700 MVA (2*350 MVA)

Στα ανωτέρω σχήματα το ύψος των ιστών και των πυλώνων δεν είναι ρεαλιστικό. Απεικονίζονται οι στάθμες των πεδίων σε ένα τυπικό ύψος (15m) των χαμηλότερων αγωγών από τη γη στο ενδιάμεσο δύο πυλώνων.



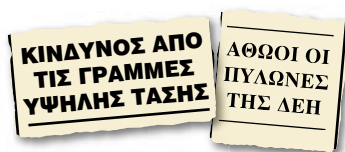
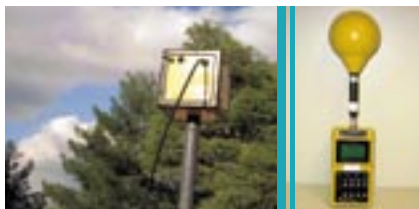
Ένταση ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τις γραμμές 400 kV Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

α) γραμμή απλού κυκλώματος (ικανότητα μεταφοράς ισχύος 1400 MVA ή 2000 MVA ανάλογα με τον τύπο)

β) γραμμή διπλού κυκλώματος με το παλαιό τρόπο διάταξης των φάσεων (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 2800 MVA)

γ) γραμμή διπλού κυκλώματος με το νέο τρόπο διάταξης των φάσεων (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 2800 MVA)

Ειδικά όργανα
μέτρησης
ηλεκτρικών και
μαγνητικών πεδίων
εξαιρετικά χαμηλών
συχνοτήτων



Πολλές φορές
διαβάζουμε στον
τύπο αντιφατικά
δημοσεύματα

Έλεγχοι από την ΕΕΑΕ

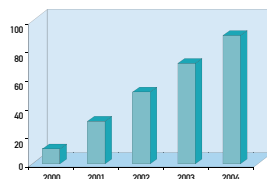
Η ΕΕΑΕ διαθέτει εξειδικευμένο προσωπικό, κατάλληλα όργανα και εμπειρία στις μετρήσεις των επιπέδων των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων. Το Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της Ε.Ε.Α.Ε. έχει διαπιστευτεί από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης (Ε.ΣΥ.Δ.) ως ικανό, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025, να διενεργεί μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλών και χαμηλών συχνοτήτων (Πιστοποιητικό Διαπίστευσης αρ.117).

Στα πλαίσια των νομοθετημένων αρμοδιοτήτων της, η ΕΕΑΕ έχει διεξάγει πληθώρα μετρήσεων στο περιβάλλον κάθε είδους διατάξεων εκπομπής ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων, κατόπιν σχετικών αιτημάτων φορέων της τοπικής αυτοδιοίκησης και ιδιωτών αλλά και στα πλαίσια αυτεπάγγελτων ελέγχων.

Πως μπορώ να ενημερωθώ για τις τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον μου;

Αφού εξακριβώσετε, με βάση τα προαναφερθέντα, το είδος των εγκαταστάσεων που σας ενδιαφέρει μπορείτε να κάνετε μια ρεαλιστική εκτίμηση για τα αναμενόμενα επίπεδα των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων. Για περαιτέρω πληροφορίες μπορείτε να επικοινωνήσετε με το αρμόδιο Γραφείο της ΕΕΑΕ. Το Γραφείο μας στελεχώνεται από εξειδικευμένους επιστήμονες οι οποίοι μπορούν να σας βοηθήσουν να αξιολογήσετε την έκθεσή σας και να σας ενημερώσουν για τα αποτελέσματα μετρήσεων που έχουν διεξάγει σε αντίστοιχες περιπτώσεις. Εφόσον το κρίνετε σκόπιμο, μπορείτε να αιτήσετε την διεξαγωγή επί τόπου μετρήσεων

ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΧΑΜΗΛΟΣΥΧΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ



για τον έλεγχο των επιπέδων των πεδίων σε χώρους ενδιαφέροντός σας.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Τηλεφωνικό κέντρο:

210 650 67 00

Επικοινωνία με το κοινό:

210 650 67 14

Γραμματεία:

210 650 67 04

Fax:

210 650 67 48

Πληροφορίες
στο διαδίκτυο:

www.eeae.gr

www.who.int/peh-emf/

www.icnirp.org

www.hpa.org.uk/radiation

www.emf-info.ch



Συγχρηματοδοτείται κατά 70% από την Ευρωπαϊκή Ένωση - Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και κατά 30% από το Ελληνικό Δημόσιο, στο πλαίσιο της Δράσης 4.4.5 «ΕΡΜΗΣ», πρόγραμμα «Ανοικτές Θύρες» του Επιχειρησιακού Προγράμματος «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ» - Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000 - 2006.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τ.Θ. 60092, 153 10, Αγ. Παρασκευή Αττικής
Τηλ.: 210 650 6700, Fax: 210 650 6748
<http://www.eeae.gr>