



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία



ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Συγγραφέας : Ούρδα Αλεξάνδρα

ΑΜ: mery20024

Επιβλέπων : Ντουνιάς Γεώργιος

Αθήνα, Μάρτιος 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA SCHOOL OF PUBLIC

**DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH POLICIES
TITLE OF POSTGRADUATE PROGRAM (MSc/MBA)
VOCATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH**

Diploma Thesis



ELECTROMAGNETIC FIELDS AND PUBLIC HEALTH

Author: Ourda Alexandra

Registration Number: mepy20024

Supervisor: Dounias George

Athens, March 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Τίτλος εργασίας ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ
ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗΥΠΟΓΡΑΦΗ
	ΝΤΟΥΝΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
	ΕΒΡΕΝΟΓΛΟΥ ΛΕΥΚΟΘΕΑ	ΑΝ.ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
	ΖΕΡΒΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΕΔΙΠ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ούρδα Αλεξάνδρα του Βασιλείου, με αριθμό μητρώου mery20024 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

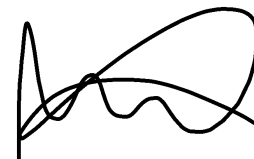
Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Η Δηλούσα

*** Ονοματεπώνυμο/Ιδιότητα**

Ούρδα Αλεξάνδρα/Φοιτήτρια



Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

*** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):**

<https://www.uniwa.gr/wp->

[content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf](https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	v
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	vi
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ	9
4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	9
4.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	9
4.3 ΟΡΓΑΝΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	11
4.4 . ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ.....	14
5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ – ΕΙΔΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ.....	14
5.2 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ.....	15
5.3 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	17
5.4 ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ.....	20
5.5 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ.....	21
5.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ.....	23
5.7 ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΔΟΣΙΜΕΤΡΙΑ.....	33
5.8 ΥΠΕΡΒΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΥ ΚΟΙΝΟ.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	
6.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	42
6.2 ΚΥΤΤΑΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ.....	43
6.3. ΜΕΛΕΤΕΣ ΖΩΩΝ.....	44
6.4. ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	45
6.5.ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ.....	45
6.6.ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ.....	46
6.7.ΥΠΕΡΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....	48
6.8.ΑΛΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΑ ΙΑΤΡΙΚΑ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ	50

6.9.ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΤΗ ΝΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 5G	50
6.10. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΣΤΩΝ.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΛΕΤΕΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ GIS ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ.1.Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.....	3
Image.1 ELECTROMAGNETIC SPECTRUM.....	5
Εικ.2.Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα και οι επιμέρους συνιστώσες του	15
Εικ. 3. Σχήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με τις τάξεις μεγεθών του οι συχνότητες και οι ενέργειες που αναπτύσσονται στο εύρος των συχνοτήτων.....	20
Εικ. 4. Αναπαράσταση του σχετικού ύψους μεταξύ του γεωμετρικού κέντρου των αγωγών και του σημείου μέτρησης σύμφωνα με το αλυσοειδές.....	56
Εικ. 5. Χώροι μέτρησης κατανεμημένοι σε πλευρικές διακλαδώσεις στη γραμμή ισχύος της αστικής ελεύθερης ζώνης (επάνω δεξιά εικόνα) και σημεία μέτρησης που διανέμονται στην ενοποιημένη αστική οικιστική ζώνη (κάτω σχήμα)	58
Εικ.6. Επιφάνειες μαγνητικού πεδίου που δημιουργούνται από μια εναέρια γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας για πλέγμα 25 m (πάνω) και πλέγμα 10 m (κάτω).....	59
Εικ. 7. Τρισδιάστατη απεικόνιση της επιφάνειας 5 × 5 m του μαγνητικού πεδίου που υπολογίζεται σε 1 m πάνω από τα ορθομετρικά ύψη του DTM05.....	60

Εικ.8. Διαγράμματα διασποράς των τιμών του μοντελοποιημένα μαγνητικού πεδίου σε σχέση με εκείνα που μετρώνται στις θέσεις ελέγχου στην αστική ελεύθερη ζώνη (αριστερά) και στην αστική κατοικημένη ζώνη (δεξιά).....61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (EMR), χαρακτηριστικά και κύριες εφαρμογές.....	19
2. Όρια έκθεσης σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο για 30 λεπτά	25
Όρια έκθεσης όπως προτείνονται από οργανισμούς.....	25
3. Άλλα όρια έκθεσης.....	25
Πίνακας 4. Έκθεση επαγγελματικού ελέγχου.....	26
Πίνακας 5 Όρια εκπομπών για μαγνητικά πεδία για μεταφορικές εγκαταστάσεις. Οι τιμές είναι μέσοι όροι (με μέγιστες τιμές σε παρένθεση).....	29
Πίνακας 6 Οργανισμοί που ορίζουν πρότυπα εκπομπών	31
Πίνακας 7 Πρότυπα επαφής με το σώμα.....	32
Πίνακας 8 Θεμελιώδεις οριακές τιμές που προτείνονται από την ICNIRP για την έκθεση του κοινού και εργάτες (μη μετρήσιμες): μέσες τιμές που πρέπει να επιτευχθούν σε χρόνο 6 λεπτών σε 10 g	35
Πίνακας 9 Παραδείγματα μετρήσιμων οριακών τιμών που προτείνει η ICNIRP για την έκθεση του δημοσίου και εργαζομένων.....	35
Πίνακας 10. Βασικοί περιορισμοί για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο από 100 kHz έως 300 GHz, για κατά μέσο όρο διαστήματα ≥ 6 λεπτά.α.....	36
Πίνακας 11 Τάξεις μεγέθους και φαινόμενα αναφοράς ως συνάρτηση της συχνότητας.....	38
Πίνακας 12 Οι υπερβάσεις και πιθανές υπερβάσεις για το έτος 2020	40

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΣΔ-ΔΥ :Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τη Δημόσια Υγεία

CDC : Centers for Disease Control and Prevention -Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων

PAHO: Pan America Health Organization -Παναμερικανικός Οργανισμός Υγείας

MMN :Μη Μεταδιδόμενα Χρόνια Νοσήματα

ΜΑ :Μικροβιακή Αντοχή

ΛΣΥΠ:Λοιμώξεις που Συνδέονται με την Υγειονομική Περίθαλψη

ΔΚΥ: Διεθνής Κανονισμοί Υγείας
GPW13 :Δέκατο Τρίτο Γενικό Πρόγραμμα Εργασίας
SDGs-ΣΒΑ :Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης
ITU : Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών
CIE: Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού
RF : ραδιοσυχνότητες
MF: μαγνητικών πεδίων
SAR: Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης
IEEE : Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικοί Μηχανικοί
ICNIRP : Διεθνής Επιτροπή για Μη Ιοντίζοντες Ακτινοπροστασία
ΠΟΥ-WHO: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
NCRP : Εθνικό Συμβούλιο Προστασίας από την ακτινοβολία των ΗΠΑ
NRPB : Εθνικό Συμβούλιο Ραδιοβιολογικής Προστασίας της Μεγάλης Βρετανίας
IARC: International Agency for Research on Cancer
INIRC : Διεθνή Επιτροπή Μη Ιονίζουσας Ακτινοβολίας
ΕΕΑΕ :Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας
WL: κωδικός καλωδίου ή Wertheimer-Leeper
GIS:Geographic Information System –Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφόρησης

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όπως φαίνεται και από τον τίτλο της, είναι η ανάδειξη των επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο.

Τα πανταχού παρόντα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και οι αλληλεπιδράσεις τους με την ύλη στην ανθρώπινη καθημερινότητα, καθώς επίσης και οι κοινωνικές, πολιτικές και επιστημονικές διαστάσεις του θέματος, είναι ένα ζήτημα που έχει δημιουργήσει έντονο ενδιαφέρον και ανησυχία, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η κινητή τηλεφωνία και τα ασύρματα δίκτυα είναι διαδεδομένα σε όλο τον κόσμο και αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων από τον άνθρωπο.

Ο βαθμός έκθεσης ενός ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξαρτάται από την ένταση και τη συχνότητα της ακτινοβολίας, τις συνθήκες έκθεσης, καθώς και τα σωματικά χαρακτηριστικά του εκτιθέμενου.

Το κίνητρό μου για να ασχοληθώ με το θέμα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, ήταν η δημιουργία ενός ερωτήματος, «Θα πρέπει τελικά να μας ανησυχεί η ακαταλόγιστη χρήση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην καθημερινότητα μας;». Στόχος μου, με το πέρας της εργασίας αυτής, είναι να απαντηθεί το συγκεκριμένο ερώτημα στον αναγνώστη.

Ελπίζω η εργασία μου να αποτελέσει σημαντικό βοήθημα για όποιον θέλει να ασχοληθεί με παρόμοιο αντικείμενο στο μέλλον. Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εποπτεύοντα καθηγητή μου κ^ο Ντουνιά Γεώργιο για τη συμβολή του στην ολοκλήρωση της. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύνολο των καθηγητών και των συμφοιτητών μου, με τους οποίους αποκτήσαμε μια ουσιώδη και ωφέλιμη σχέση συνεργασίας κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού προγράμματος.

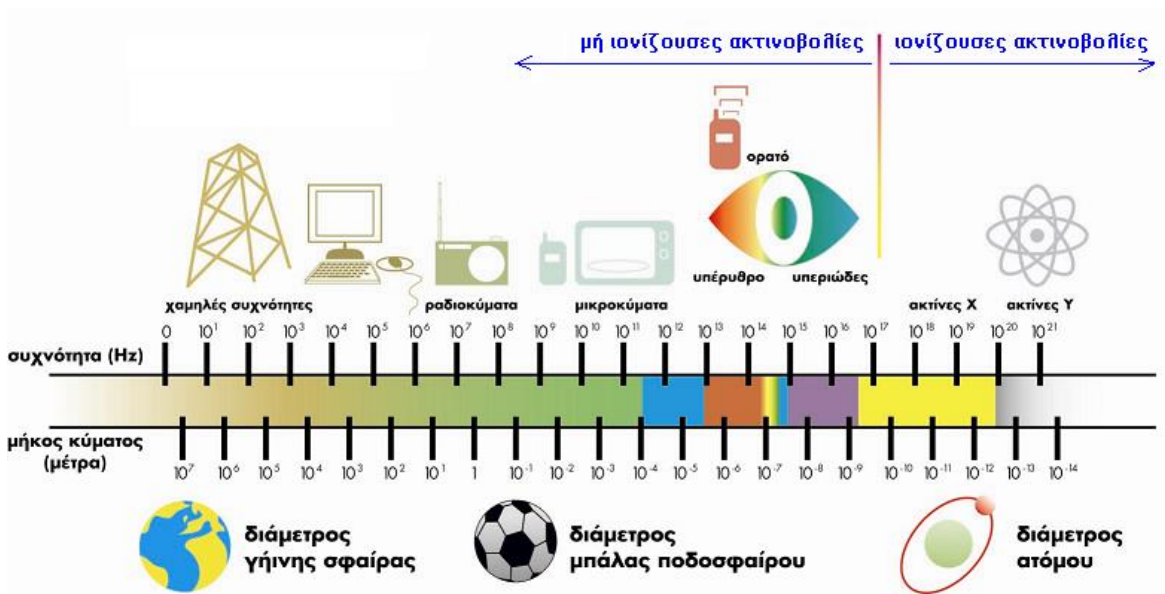
Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξή τους τα δύο αυτά τελευταία έτη και για την υπομονή τους σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου για την απόκτηση του μεταπτυχιακού μου τίτλου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας, που πραγματοποιείται στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία», είναι η παρουσίαση των στοιχείων που δείχνουν την σύνδεση μεταξύ της δημόσιας υγείας και των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον βασίζονταν στην πλειονότητα των περιπτώσεων, στην εξυπηρέτηση των ανθρωπίνων αναγκών. Η δημόσια υγεία και ο άνθρωπος μπορούν να επηρεαστούν από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η έκθεση της ανθρωπότητας στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι ένα γνωστό πρόβλημα που δεν έχει λυθεί. Ο αυξανόμενος αριθμός συστημάτων τηλεπικοινωνίας και ηλεκτρικής ενέργειας καθιστά το πρόβλημα της έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ολοένα και πιο σημαντικό, με αποτέλεσμα να έχει δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στην ανάλυση του περιβάλλοντος και της υγείας με συσκευές που εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία, είτε για την προστασία από αυτά τα πεδία για λόγους βελτιστοποίησης, είτε για την αξιοποίηση των θετικών επιδράσεών τους στη θεραπεία ή την παρακολούθηση συγκεκριμένων ασθενειών. Όλες οι θερμικές και γενετικές επιδράσεις του συγκεκριμένου είδους ακτινοβολίας πρέπει να είναι καλά γνωστές.

Όσον αφορά τη θετική χρήση της ακτινοβολίας, διαπιστώθηκε ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία ασθενειών και για τη διάγνωση. Για παράδειγμα, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χρησιμοποιούνται για την προαγωγή της επούλωσης των οστών και των πληγών, για τη θεραπεία διαφορετικών τύπων καρκίνου, για τη διευκόλυνση της χορήγησης κάποιου χημικού φαρμάκου ή για τη θεραπεία υπερθερμίας που εφαρμόζει τοπικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία για να σκοτώσει καρκινικά κύτταρα. Χρησιμοποιούνται επίσης για την ανακούφιση από χρόνια πόνο και διαφορετικές θεραπευτικές εφαρμογές σε τομείς όπως η καρδιολογία, ογκολογία και οφθαλμολογία, γενικά η επιρροή των πεδίων εξαρτάται από την ένταση και τη συχνότητά τους.

Οι περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες υποκατηγορίες : στις περιοχές χαμηλής συχνότητας έως 30 KHz που συναντώνται πιο συχνά σε οικιακές συσκευές, όπως και σε ηλεκτρικά σιδηροδρομικά συστήματα, και στις περιοχές πιο υψηλής συχνότητας από 30 KHz έως 300 GHz, που βρίσκονται σε διάφορους εξοπλισμούς όπως κινητά τηλέφωνα, συσκευές bluetooth, κεραίες σταθμών βάσης, ασύρματα δίκτυα κ.λπ.. Όπως βλέπουμε στην Εικ.1.



Εικ.1. Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

Οι παραπάνω υποκατηγορίες εμφανίζονται καλά ανάλογα με τον τύπο της αλληλεπίδρασης και τις επακόλουθες επιδράσεις στον άνθρωπο και η πιο σημαντική διαφοροποίηση προκύπτει μεταξύ μη θερμικών και θερμικών επιδράσεων. Στην περίπτωση που η απορρόφηση ενέργειας είναι αμελητέα και δεν υπάρχει μετρήσιμη αύξηση της θερμοκρασίας στο ανθρώπινο σώμα, οι πιθανές επιπτώσεις ονομάζονται μη θερμικές επιδράσεις. Γενικά τόσο τα χαμηλά όσο και τα υψηλά πεδία συχνοτήτων μπορεί να επηρεάσουν την υγεία του ανθρώπου σε σοβαρό βαθμό όταν οι υπάρχουσες κατευθυντήριες οδηγίες ασφαλείας και τα πρότυπα, δεν τηρούνται. Οι κυβερνήσεις έχουν επιβάλει παγκοσμίως, ορισμένους κανόνες ακτινοπροστασίας για τη διατήρηση των επιτρεπόμενων ορίων δόσεων ακτινοβολίας από τα συστήματα εκπομπής τους. Ωστόσο αυτά τα όρια αναφοράς δεν λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο που αλληλεπιδρά η ακτινοβολία με το σώμα, ούτε το περιβάλλον του εκτεθειμένου ατόμου.

Η εργασία αυτή αποτελείται από 9 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο βρίσκεται η εισαγωγή της διπλωματικής, στο δεύτερο ο σκοπός και ο στόχος της, στο τρίτο η μεθοδολογία. Το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει το θέμα της δημόσιας υγείας. Το πέμπτο κεφάλαιο αναλύει τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Το έκτο κεφάλαιο αναφέρεται σε μελέτες στις ασύρματες επικοινωνίες. Το έβδομο κεφάλαιο αφορά την χρήση GIS στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ακολουθούν η συζήτηση στο κεφάλαιο οχτώ, τα συμπεράσματα στο ένατο κεφάλαιο καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

ABSTRACT

The purpose of this work, carried out in the framework of the postgraduate program "Occupational and Environmental Health", is to present the data that show the connection between public health and electromagnetic fields. Man's relationship with the environment was based on the majority of cases, on the service of human needs. Public health and human beings can be affected by a variety of environmental factors. Mankind's exposure to electromagnetic radiation is a known problem that has not been solved. The growing number of telecommunication and electricity systems makes the problem of exposure to electromagnetic radiation more and more important, so that more attention has been paid to the analysis of the environment and health with devices that emit electromagnetic fields, or to protect from these fields. For reasons of optimization, or to exploit their positive effects in the treatment or monitoring of specific diseases. All the thermal and genetic effects of this type of radiation must be well known.

Regarding the positive use of radiation, it was found that electromagnetic fields could be used for the treatment of diseases and for diagnosis. For example, electromagnetic fields are used to promote bone and wound healing, to treat different types of cancer, to facilitate the administration of a chemical drug, or to treat hyperthermia that uses local electromagnetic fields to kill cancer cells. They are also used for the relief of chronic pain and various therapeutic applications in fields such as cardiology, oncology and ophthalmology, generally the influence of the fields depends on their intensity and frequency.

The regions of the electromagnetic spectrum can be divided into two major subcategories: the low frequency bands up to 30 KHz most commonly found in home appliances, as well as in electric rail systems, and the higher frequency bands from 30 KHz to 300 GHz, located in various equipments such as mobile phones, bluetooth devices, base station antennas, wireless networks etc. As we see in Image 1.

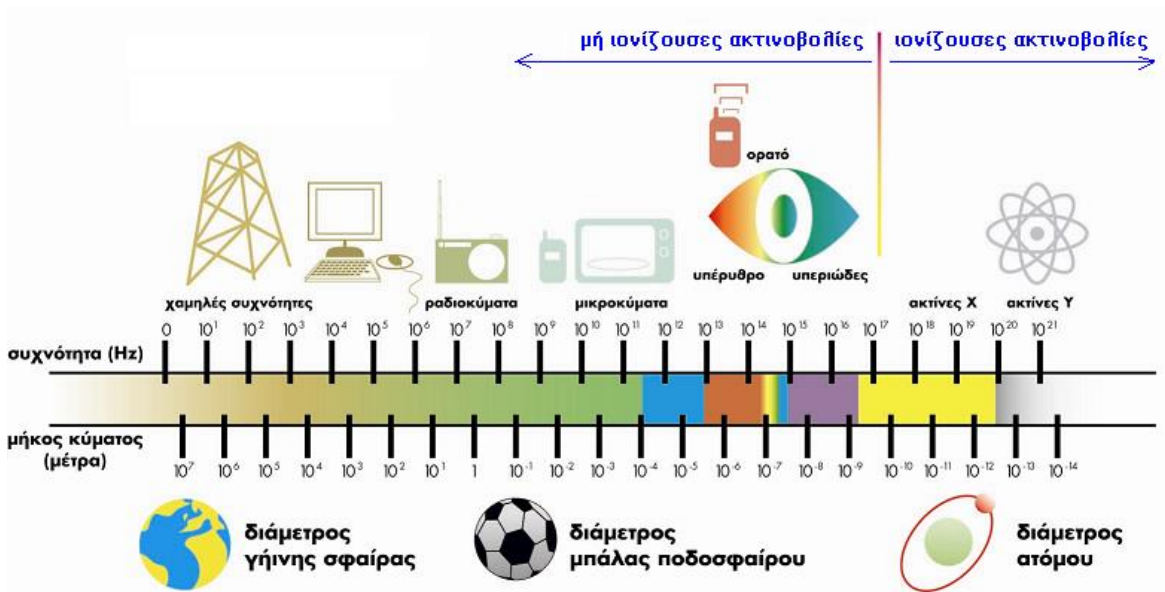


Image 1.ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

The above subcategories appear well depending on the type of interaction and the consequent effects on humans and the most important differentiation occurs between non-thermal and thermal effects. If the energy absorption is negligible and there is no measurable increase in temperature in the human body, the possible effects are called non-thermal effects. . In general, both low and high frequency ranges can be seriously affected human health when existing safety guidelines and standards are not adhered to. Governments around the world have enacted certain radiation protection rules to maintain the permissible levels of radiation emitted by their emission systems. However, these reference limits do not take into account the way the radiation interacts with the body or the environment of the exposed person.

This work consists of 9 chapters. In the first chapter is the introduction of the thesis, in the second the purpose and its goal, in the third the methodology. The fourth chapter analyses the issue of public health. The fifth chapter analyzes electromagnetic fields. The sixth chapter refers to studies on wireless communications. The seventh chapter concerns the use of gis in electromagnetic fields. The following is the discussion in chapter eight, the conclusions in the ninth chapter as well as the bibliography used.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί ο αριθμός των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που χρησιμοποιούμε καθημερινά όπως υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα ,τηλεόραση, φούρνος μικροκυμάτων κ.α. Όλη αυτή η μαζική πρόοδος δεν βοηθάει στο να υπάρχει έλεγχος της παραγωγής με αποτέλεσμα την αγορά προϊόντων που πολλές φορές φέρουν κινδύνους στην υγεία του ανθρώπου. Το κινητό πλέον αποτελεί κύριο εργαλείο της καθημερινότητας μας ,γιατί μας βοηθάει τόσο στην επαγγελματική όσο και στην προσωπική μας ζωή . Παρόλα αυτά δε μπορούμε να γνωρίζουμε ακριβώς τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία μας.

Ακόμα και σήμερα δε μπορούμε να γνωρίζουμε με ακρίβεια τα επίπεδα της επικινδυνότητας της ακτινοβολίας. Αυτό που μπορούμε να πούμε είναι ότι η έκθεση μας σε τέτοιες συσκευές θα μπορούσε να έχει αρνητικές επιδράσεις στην υγεία όπως για παράδειγμα μείωση γονιμότητας, εμφάνιση κακοήθειας , απώλεια μνήμης ακόμη και αλλαγή στη συμπεριφορά των παιδιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ

Η παρούσα μελέτη έχει σκοπό να παρουσιάσει μέσα στα πλαίσια της σύγχρονης κοινωνίας το πρόβλημα της επικινδυνότητας των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων .Θα γίνει μια προσπάθεια να παρουσιάσουμε την έρευνα που έχει γίνει από πλευράς της επιστημονικής κοινότητας γύρω από το θέμα των επιπτώσεων της εν λόγω ακτινοβολίας στην ανθρώπινη υγεία.

Ακόμη θα αναφέρουμε μελέτες και συμπεράσματα που προκύπτουν. Μέσω της παρούσας μελέτης θα μπορούσε να αποτελέσει έναυσμα περαιτέρω προβληματισμού για τη στάση του κράτους των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας αλλά και των ίδιων των πολιτών μπροστά στο τεράστιο θέμα της απειλής της ανθρώπινης υγείας. Τέλος είναι στους στόχους της εργασίας αυτής να καταδείξει την ανάγκη για συνεχή νομοθετική μεταρρύθμιση ώστε να δημιουργηθεί ασπίδα προστασίας της ανθρώπινης υγείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Έχοντας σα στόχο τη καλύτερη ανάπτυξη του θέματος η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε βοηθάει στο να αξιολογήσουμε και να ερμηνεύσουμε τα στοιχεία που εξετάζουμε. Όπως καταλαβαίνουμε είναι πολύ σημαντικό να προσέξουμε τους όρους που θα χρησιμοποιήσουμε στην αναζήτηση μας προκειμένου να βρούμε κάποια άρθρα ώστε να δούμε πως αυτά θα τα χρησιμοποιήσουμε στην έρευνα μας. Όλα τα άρθρα προέκυψαν ύστερα από έρευνα στο Google scholar, στο Scopus και στο Heal Link . Καθοριστικό ρόλο έπαιξαν οι λέξεις κλειδιά όπως για παράδειγμα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, υγεία, ασύρματη επικοινωνία κ.α.. Τα άρθρα αφορούν τη δεκαετία 2010-2020 . Δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε βέβαια την έρευνα μας στην βιβλιογραφία όπου στόχος μας είναι να εντοπίσουμε πληρέστερους ορισμούς και να προσδιορίσουμε σε ποιους τομείς θα αναφερθούμε.

Ο στόχος της στρατηγικής έρευνας που ακολουθήθηκε είναι να εντοπιστούν οι πληρέστεροι ορισμοί που δίνονται για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε σχέση με την υγεία και να προσδιοριστεί σε ποιους τομείς αναφέρονται οι προκλήσεις. Απαιτείται ανάλυση περιεχομένου των άρθρων ώστε να αναδειχθεί το τι ισχύει και τι συμβαίνει παγκοσμίως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

4.1.ΟΡΙΣΜΟΣ

Η δημόσια υγεία ορίζεται ως η επιστήμη της προστασίας της ασφάλειας και της βελτίωσης της υγείας των κοινοτήτων μέσω της εκπαίδευσης, της χάραξης πολιτικής και της έρευνας για την πρόληψη ασθενειών και τραυματισμών. Η δημόσια υγεία αποτελεί επένδυση για να διατηρηθεί και να βελτιωθεί το ανθρώπινο κεφάλαιο της εκάστοτε χώρας. Οι βασικές λειτουργίες της Δημόσιας Υγείας περιλαμβάνουν την Αξιολόγηση, την Ανάπτυξη Πολιτικής και τη Διασφάλιση. Λειτουργίες της δημόσιας υγείας είναι:

- η παρακολούθηση των καθοριστικών παραγόντων υγείας, των κινδύνων, της νοσηρότητας και της θνησιμότητας,
- η ετοιμότητα και ανταπόκριση της δημόσιας υγείας σε εστίες ασθενειών, φυσικές καταστροφές και άλλες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης,
- η προστασία της υγείας, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης της περιβαλλοντικής, επισιτιστικής, τοξικολογικής και επαγγελματικής ασφάλειας.

Στην ιατρική, η προσοχή στρέφεται στον μεμονωμένο ασθενή, στο πλαίσιο της οικογένειας και της κοινότητας ενώ στη δημόσια υγεία, προς την υγεία των πληθυσμών, με την έκφραση της ασθένειας που εντοπίζεται στις ζωές των ατόμων.

4.2.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

Οι βασικές λειτουργίες δημόσιας υγείας είναι το απαραίτητο σύνολο ενεργειών, υπό την πρωταρχική ευθύνη του κράτους, που είναι η βελτίωση, η προστασία, η προαγωγή και η αποκατάσταση της υγείας του πληθυσμού μέσω συλλογικών δράσεων. Μέσω της αξιολόγησης της απόδοσης των βασικών λειτουργιών της δημόσιας υγείας, οι χώρες, υπό την ηγεσία των υπουργείων υγείας τους, θα μπορούν να είναι σε θέση να διακρίνουν τα δυνατά και αδύνατα σημεία του συστήματος και με βάση τα αποτελέσματα, να αναπτύξουν παρεμβάσεις που έχουν σχεδιαστεί για να διατηρήσουν τις καλές πρακτικές και να γεφυρώσουν τα κενά.

Για το σκοπό αυτό έχουν δημιουργηθεί παγκοσμίως πολλά όργανα αξιολόγησης των λειτουργιών της δημόσιας υγείας. Τα περισσότερα έχουν κοινές βασικές λειτουργίες, με

κάποιες μικρές διαφορές. Σ 'αυτά περιλαμβάνονται τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων,(Centers for Disease Control and Prevention (CDC)), ο Παναμερικανικός Οργανισμός Υγείας (Pan America Health Organization (PAHO)), ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ), όπως και η αρμόδια υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής European Commission που είναι αρμόδια για τη δημόσια υγεία .Στη χώρα μας τέτοιο ρόλο έχει αναλάβει η ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ, όπου το εθνικό σχέδιο δράσης για τη δημόσια υγεία ΕΣΔ-ΔΥ, υιοθετεί τις προτεραιότητες του ΠΟΥ.

Βασικές λειτουργίες δημόσιας υγείας:

- Παρακολούθηση των καθοριστικών παραγόντων υγείας, των κινδύνων, της νοσηρότητας και της θνησιμότητας.
- Ετοιμότητα και ανταπόκριση της δημόσιας υγείας σε εστίες ασθενειών, φυσικές καταστροφές και άλλες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.
- Προστασία της υγείας, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης της περιβαλλοντικής, τοξικολογικής, επαγγελματικής και επισιτιστικής ασφάλειας.
- Προαγωγή της υγείας και πρόληψη ασθενειών μέσω πληθυσμιακών και εξατομικευμένων παρεμβάσεων, συμπεριλαμβανομένης της δράσης για την αντιμετώπιση των κοινωνικών παραγόντων της ανισότητας στην υγεία.
- Διασφάλιση αποτελεσματικής διακυβέρνησης της υγείας, νομοθεσίας για τη δημόσια υγεία, χρηματοδότησης και θεσμικών δομών (λειτουργία διαχείρισης).
- Εξασφάλιση επαρκούς και ικανού εργατικού δυναμικού για αποτελεσματική παροχή δημόσιας υγείας.
- Επικοινωνία και κοινωνική κινητοποίηση για την υγεία.
- Προώθηση της έρευνας για τη δημόσια υγεία για ενημέρωση και επιρροή πολιτικής και πρακτικής.

4.3. ΟΡΓΑΝΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

Η κεντρική και η περιφερειακή αυτοδιοίκηση, η γενική διοίκηση, πολλές μονάδες υγείας και κοινωνικής φροντίδας, η κοινότητα σε διάφορους χώρους ομαδικής εργασίας και διαβίωσης, και σε κάθε χώρο κοινωνικής δραστηριότητας μπορούν να είναι όργανα άσκησης της δημόσιας υγείας. Ειδικοί επιστήμονες οι οποίοι ανήκουν στο σώμα λειτουργών δημόσιας υγείας μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες υγείας, έχοντας την απαιτούμενη εκπαίδευση και εμπειρία. Το σώμα αυτό αποτελείται από επιστήμονες οι οποίοι είναι από τον χώρο της υγείας, του περιβάλλοντος, της επικοινωνίας, της εκπαίδευσης και των κοινωνικοοικονομικών επιστημών. Αρμόδια για το συντονισμό και την παρακολούθηση της λειτουργίας όλων των οργανικών μονάδων που υπάγονται σ' αυτή είναι η Γενική Διεύθυνση Δημόσιας Υγείας και Κοινωνικής Μέριμνας, όπου εξασφαλίζει την εύρυθμη λειτουργία τους και την αντιμετώπιση των προβλημάτων και των υποθέσεων αρμοδιότητάς τους. Επίσης οφείλει να βρίσκεται σε συνεχή συνεργασία με τα καθ' ύλην αρμόδια Υπουργεία για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων και των υποθέσεων αρμοδιότητάς τους.

4.4. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

Σήμερα, υπάρχει μια παγκόσμια αποδοχή ότι η υγεία και η κοινωνική ευημερία καθορίζονται από πολλούς παράγοντες εκτός του συστήματος υγείας, οι οποίοι περιλαμβάνουν ανισότητες λόγω κοινωνικοοικονομικών πολιτικών παραγόντων, νέα πρότυπα κατανάλωσης που σχετίζονται με τα τρόφιμα και την επικοινωνία, και τις δημογραφικές αλλαγές που επηρεάζουν την εργασία. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων λόγω των μεταβαλλόμενων σεναρίων όπως, η δημογραφική και επιδημιολογική μετάβαση, η αστικοποίηση, η κλιματική αλλαγή, η επισιτιστική ανασφάλεια, η οικονομική κρίση κ.λπ. ,είναι η προαγωγή της υγείας ,η οποία έχει αναδειχθεί ως σημαντικό εργαλείο. Ωστόσο, η ανάγκη για νεότερες, καινοτόμες προσεγγίσεις δεν μπορεί να υποτιμηθεί. Οι πολιτικές και οι στρατηγικές δημόσιας υγείας έχουν διαμορφωθεί με βάση τα κριτήρια της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας και της ισότητας, βασιζόμενες στις παρακάτω προϋποθέσεις : α) Στην διατομεακή συνεργασία σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, β) στον σχεδιασμό αλλά και την εφαρμογή στον πληθυσμό, γ) στην

διεπιστημονική προσέγγιση και τις παρεμβάσεις, σε καθημερινούς χώρους διαμονής και εργασίας με την ενεργό συμμετοχή του πολίτη, δ) στην επιστημονική χρήση τεκμηριωμένων παρεμβάσεων με συγκεκριμένους στόχους, ε) στην αντιμετώπιση των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, επηρεασμένοι από την υγεία του πληθυσμού, στ) στον αποτελεσματικό έλεγχο και την διαχείριση των παραγόντων κινδύνου, ζ) στην πρόσβαση των υπηρεσιών υγείας, με την αναβολή των ανισοτήτων, την ικανοποίηση κάθε ανάγκης των φτωχών και ευπαθών ομάδων με την προαγωγή υγιών τρόπων ζωής (Sandler et al, 2005).

Οι νόμοι που έχουν θεσπισθεί για τη Δημόσια Υγεία αποβλέπουν στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και της ποιότητας ζωής του πληθυσμού. Το ΕΣΔ-ΔΥ αναπτύσσεται σε επτά (7) κύριους άξονες δράσεις, οι οποίοι επιλέχθηκαν με κύρια κριτήρια την νοσοεπιβάρυνση, τις οικονομικές δυνατότητες και τους πόρους του συστήματος υγείας, καθώς και τις έκτακτες καταστάσεις που προκαλούνται από τις διεθνείς οικονομικές και πολιτικές συγκυρίες. Αυτοί είναι: Άξονας 1: Γεφύρωση της παροχής πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας με τις δράσεις δημόσιας υγείας. Άξονας 2: Πρόληψη και έλεγχος των μη μεταδιδόμενων χρόνιων νοσημάτων (MMN). Άξονας 3: Κοινωνικές ανισότητες και πρόσβαση στις υπηρεσίες φροντίδας υγείας – Οικονομία της Δημόσιας Υγείας. Άξονας 4: Στρατηγικές για την αντιμετώπιση της μικροβιακής αντοχής (ΜΑ) και των λοιμώξεων που συνδέονται με την υγειονομική περίθαλψη (ΛΣΥΠ). Άξονας 5: Διαχείριση εμβολίων και εμβολιασμών: πρόληψη και ανοσοποίηση. Άξονας 6: Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης στον τομέα της υγείας: Διεθνείς Κανονισμοί Υγείας (ΔΚΥ), διασυνοριακές απειλές, μεταδοτικές ασθένειες. Άξονας 7: Η αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών Δημόσιας Υγείας στην Ελλάδα: μεταρρύθμιση, αναδιοργάνωση και διακυβέρνηση των υπηρεσιών.

Επίσης ως σχέδιο στρατηγικής υπέρ της δημόσιας υγείας πρέπει να αναφερθεί το δέκατο τρίτο Γενικό Πρόγραμμα Εργασίας (GPW13) το οποίο βασίζεται στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs-ΣΒΑ) και αφορά όλες τις χώρες με χαμηλό, μεσαίο και υψηλό εισόδημα. Η υγεία είναι η βάση για τους ΣΒΑ και σε έναν διασυνδεδεμένο κόσμο, ο ρόλος του ΠΟΥ στην παροχή παγκόσμιων, δημόσιων αγαθών που συμβάλλουν στη διασφάλιση της υγείας για όλους τους ανθρώπους εντός και πέρα από τα εθνικά σύνορα δεν ήταν ποτέ πιο σημαντικός.

Η μοναδική θέση του ΠΟΥ ως οργανισμού βασισμένου σε επιστημονικά και τεκμηριωμένα στοιχεία που θέτει κανόνες και πρότυπα παγκοσμίως, τον καθιστά ζωτικής σημασίας σε έναν ταχέως μεταβαλλόμενο κόσμο. Ο ΠΟΥ έχει τη δυνατότητα να

βελτιώσει δραματικά την υγεία του κόσμου μας τα επόμενα πέντε χρόνια. Ο σκοπός αυτού του GPW13 είναι να αδράξει αυτή την ευκαιρία.

Η Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη θεωρεί την υγεία ζωτικής σημασίας για το μέλλον του κόσμου μας. Με δέσμευση για την επίτευξη του στόχου 3, ο οποίος καλεί όλους τους ενδιαφερόμενους να «Διασφαλίσουν υγιείς ζωές και να προωθήσουν την ευημερία για όλους σε όλες τις ηλικίες», ο ΠΟΥ θα ηγηθεί μιας μετασχηματιστικής ατζέντας που θα υποστηρίζει τις χώρες στην επίτευξη όλων των στόχων ΣΒΑ που σχετίζονται με την υγεία.

Το GPW13 καθορίζει τη στρατηγική κατεύθυνση του ΠΟΥ, περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο ο Οργανισμός θα προχωρήσει στην εφαρμογή του και παρέχει ένα πλαίσιο για τη μέτρηση της προόδου σε αυτήν την προσπάθεια. Το GPW13 θα καθοδηγεί για κάθε διετία τη σταδιακή πρόοδο όσον αφορά τις στρατηγικές προτεραιότητες, την ανάπτυξη σχεδίων υλοποίησης, τον προϋπολογισμό του προγράμματος, τα πλαίσια αποτελεσμάτων και τα επιχειρησιακά σχέδια. Έχει λάβει υπόψη τα στρατηγικά σχέδια των περιφερειακών γραφείων του ΠΟΥ και έχει αναπτυχθεί σε συνεργασία με τους Περιφερειακούς Διευθυντές. Το GPW13 θα καλύψει την περίοδο 2019–2023 και θα χρησιμεύσει ως βάση για την κινητοποίηση πόρων και για τους προϋπολογισμούς του προγράμματος για τις διετίες 2020–2021 και 2022–2023.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

5.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

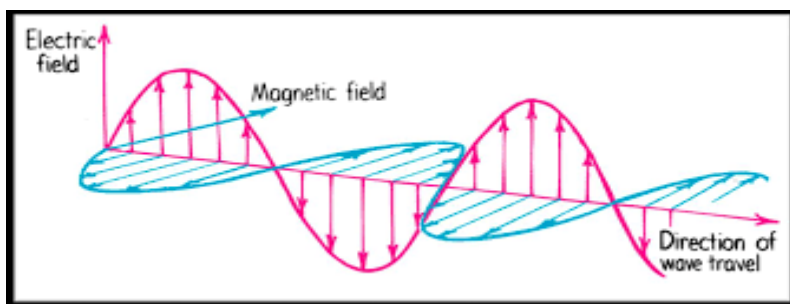
Οι πολλές πτυχές της ηλεκτρομαγνητικής οφείλονται στο πώς συμπεριφέρονται τα κύματα σε διαφορετικές συχνότητες και πώς αντιδρούν τα υλικά με διαφορετικούς τρόπους στα κύματα διαφορετικής συχνότητας. Η κβαντική φυσική δηλώνει ότι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αποτελούνται από πακέτα ενέργειας που ονομάζονται φωτόνια. Σε υψηλότερες συχνότητες κάθε φωτόνιο έχει περισσότερη ενέργεια. Φωτόνια του υπέρυθρου, το ορατό φως και οι υψηλότερες συχνότητες έχουν αρκετή ενέργεια για να επηρεάσουν τις καταστάσεις δόνησης και περιστροφής των μορίων και των ηλεκτρονίων σε τροχιά στο υλικό. Τα φωτόνια των ραδιοκυμάτων δεν έχουν αρκετή ενέργεια για να επηρεάσουν τα δεσμευμένα ηλεκτρόνια σε ένα υλικό. Επιπλέον, σε χαμηλές συχνότητες, όταν τα μήκη κύματος των ΗΜ κυμάτων είναι πολύ μεγάλα σε σύγκριση με τις διαστάσεις των κυκλωμάτων που χρησιμοποιούμε, μπορούμε να κάνουμε πολλές προσεγγίσεις χωρίς πολλές λεπτομέρειες. Αυτές οι προσεγγίσεις χαμηλής συχνότητας μας δίνουν τον γνωστό κόσμο της βασικής θεωρίας κυκλωμάτων.

Η λέξη ηλεκτρομαγνητική συνήθως φέρνει στο νου σκέψεις για κεραίες, γραμμές μετάδοσης και ραδιοκύματα, ωστόσο, περιγράφει επίσης ένα ευρύ φάσμα φαινομένων επιπλέον που κυμαίνονται από τις ακτίνες Χ έως την οπτική έως τη θερμική ακτινοβολία. Σε μαθήματα φυσικής, διδασκόμαστε ότι όλα αυτά τα φαινόμενα που αφορούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Ακόμη και πολλοί μη τεχνικοί άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι Με την έννοια και με το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, το οποίο εκτείνεται από ηλεκτρονικά και ραδιοσυχνότητες μέσω υπέρυθρων, ορατού φωτός και στη συνέχεια στην υπεριώδη ακτινοβολία και στις ακτίνες Χ. Αυτά τα κύματα είναι όλα το ίδιο εκτός από τη συχνότητα. Ακόμα είναι δύσκολο να δούμε πολλά κοινά στοιχεία σε όλο το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτός από το γεγονός ότι όλα είναι κύματα και διέπονται από τα ίδια μαθηματικά (Εξισώσεις Maxwell).

Όλοι γνωρίζουμε ότι όλη η ύλη αποτελείται από άτομα, και ότι τα άτομα περιέχουν έναν πυρήνα πρωτονίων και νετρονίων με ηλεκτρόνια σε τροχιά. Τα χαρακτηριστικά κάθε

στοιχείου εξαρτώνται απλώς από το πόσα πρωτόνια έχει το άτομο. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα όπως φαίνεται στην εικ. 1 παρέχει ένα βασικό πλαίσιο για κατανόηση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Για να κατανοήσουμε πραγματικά την ηλεκτρομαγνητική, είναι σημαντικό να βλέπουμε διαφορετικά προβλήματα με διαφορετικούς τρόπους. Για οποιαδήποτε δεδομένη συχνότητα κύματος, υπάρχει επίσης ένα αντίστοιχο μήκος κύματος, χρονική περίοδος και η κβαντική του ενέργεια.



Εικ.2. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα και οι επιμέρους συνιστώσες του

5.2. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ

Ο τρόπος με τον οποίο τα Η/Μ κύματα προκαλούν τις οποιοσδήποτε επιδράσεις στους ζωντανούς ιστούς είναι ακόμη αντικείμενο έρευνας.

Διακρίνονται δύο μηχανισμοί:

- Ο θερμικός μηχανισμός
- Ο μη θερμικός μηχανισμός

Υπάρχει ένας αριθμός μελετών που δείχνουν ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων αλληλεπιδρούν με τους βιολογικούς ιστούς με άλλους μη θερμικούς μηχανισμούς που μπορούν να εμφανισθούν σε τιμές κάτω από τα θεσπισθέντα όρια .

Οι ραδιοσυχνότητες μπορούν να προκαλέσουν μη θερμικές βιολογικές επιδράσεις σε καλλιέργειες κυττάρων, ιστών και πειραματόζωων χωρίς ωστόσο αυτές οι επιδράσεις να σχετίζονται άμεσα με κάποια βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό.

Σε κάποιες μελέτες από αυτές τα αποτελέσματα εμφανίζονται αντιφατικά και σε άλλες δεν είναι επαναλήψιμα.

Σύμφωνα με ερευνητές ο μη θερμικός μηχανισμός μπορεί να εξαρτάται από τη σχέση της συχνότητας της ακτινοβολίας με τη συχνότητα που εκπέμπει ένας βιολογικός ιστός π.χ. ο εγκέφαλος.

Τα κυριότερα μη θερμικά φαινόμενα είναι:

A) Αυξημένη εκροή ιόντων ασβεστίου από τα εγκεφαλικά κύτταρα που εκτίθενται σε ραδιοσυχνότητες διαμορφωμένες κατά παλμούς με περίοδο παλμών 16 HZ των συχνοτήτων που εκπέμπει ο εγκέφαλος (6-25 HZ).

Επίσης έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα συντονισμού να σχηματίζονται με αυξημένη ταχύτητα εκροής του ασβεστίου, όταν η συχνότητα διαμόρφωσης των μικροκυμάτων ταυτίζεται με τις ηλεκτροφυσιολογικές ιδιοσυχνότητες του εγκεφάλου.

B) Μικροκυματικό ακουστικό φαινόμενο

Όταν ο άνθρωπος βρεθεί κοντά σε μια πηγή που εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από radar (μικροκυματικό) διαμορφωμένη κατά παλμούς, τότε έχει την αίσθηση ότι ακούει ήχο που μπορεί να τον αντιλαμβάνεται σαν βόμβο ή κρότο.

Σύμφωνα με τη μέχρι τώρα γνώση η ερμηνεία των μικροκυματικών ακουσμάτων είναι ότι οι μικροκυματικοί παλμοί δημιουργούν απότομη μικρή αύξηση της θερμοκρασίας του εγκεφάλου, η οποία δημιουργεί ένα κύμα πίεσης το οποίο διεγείρει τον κοχλία του αυτιού και δημιουργεί την αίσθηση του ήχου. Η συχνότητα του ακουστικού σήματος είναι ίδια με εκείνη των μικροκυματικών παλμών.

Τα κύματα ραδιοσυχνοτήτων διαδίδονται σε βιολογικούς ιστούς και εξασθενούν γρήγορα σε αυτούς με έναν εκθετικό τρόπο. Σε συχνότητες περίπου ενός GHz, το βάθος διείσδυσης είναι περίπου 3 cm. Διάδοση μέσα στους ιστούς (απορρόφηση και ανάκλαση) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ηλεκτρικές ιδιότητες, ή ακριβέστερα από τις «διηλεκτρικές» ιδιότητες των ιστών με συνάρτηση της περιεκτικότητας σε νερό και η συχνότητα. Έτσι, βιολογικά υγρά (αίμα, εγκεφαλονωτιαίο υγρό κ.λπ.) απορροφούν περισσότερο από τα οστά, τα οποία περιέχουν λίγο νερό. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τα πεδία που εξετάζονται στην εργασία αυτή έχουν συχνότητα μεταξύ 10 MHz και 300 GHz (RF), αλλά οι περισσότερες εφαρμογές ασύρματων επικοινωνιών χρησιμοποιούν ένα κύμα συχνότητας γύρω από ένα GHz. Αυτά τα κύματα διαδίδονται σε κενό, η ταχύτητα του φωτός και η ισχύς που μεταφέρουν μειώνεται με το τετράγωνο της απόστασης. Όταν απορροφώνται από βιολογικούς ιστούς, αλληλεπιδρούν κυρίως με το νερό (περίπου το 60 % της μάζας του ιστού). Εάν η ισχύς είναι αρκετά υψηλή, όπως στο φούρνο μικροκυμάτων, η απορρόφηση οδηγεί σε επακόλουθη θέρμανση, η οποία χρησιμοποιείται επίσης επικερδώς σε ιατρικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Σε αντίθεση με τους οικιακούς φούρνους μικροκυμάτων, οι οποίοι είναι στεγανοί και ισχυροί (από περίπου 700 έως 1 000

W), οι εφαρμογές ασύρματων επικοινωνιών είναι σχεδιασμένοι να μην προκαλούν θέρμανση στους ιστούς παράγοντας μόνο χαμηλό επίπεδο ισχύος στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

5.3. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι κύριες εφαρμογές της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι ταξινομημένες κατά ζώνες αύξησης των ενεργειακών συχνοτήτων όπως ορίζονται από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) και τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού (CIE) συνοψίζονται στο Πίνακα 1 και απεικονίζεται στην εικόνα 3 . Η συγκεκριμένη εικόνα θα χρησιμεύσει ως «κατευθυντήρια γραμμή» στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Το εύρος του σήματος ραδιοσυχνότητας RF δεν είναι αυστηρά οριοθετημένο και περιλαμβάνει όλες τις συχνότητες που αφορούν τις ασύρματες επικοινωνίες. Ομοίως, οι «υπερσυχνότητες» ορίζουν συχνότητες μεταξύ 1 και 100 GHz. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος είναι μεταξύ 400 και 750 nm μπορεί να γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι. Εάν η ενεργειακή ένταση είναι επαρκής, τα διαφορετικά μήκη κύματος γίνονται αντιληπτά ως διαφορετικά χρώματα, από κόκκινο (600–750 nm) έως ιώδες (400–450 nm).

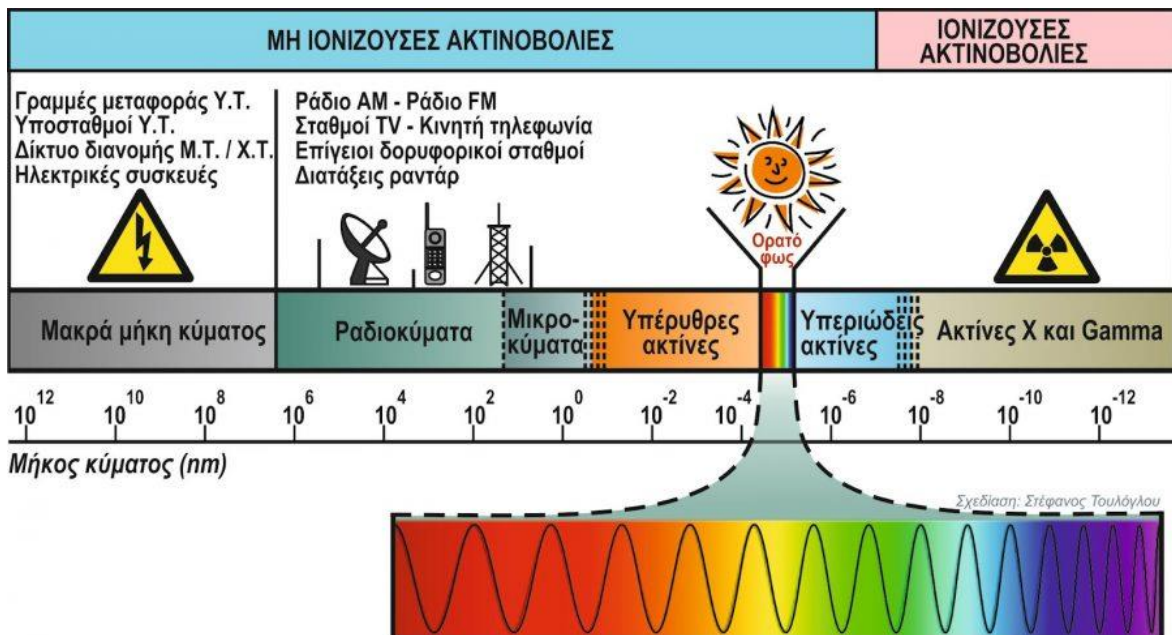
Πίνακας 1. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (EMR), χαρακτηριστικά και κύριες εφαρμογές

Όνομασία	Συχνότητα	Μήκος κύματος	Παραδείγματα
Εξαιρετικά χαμηλές συχνότητες Extremely low frequencies (ELF)	0-300Hz	10^5 - 10^3 km	Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας 50 Hz, οικιακές συσκευές κ.λπ
Συχνότητες ήχου Audio frequencies (AF)	0.3-3 kHz	1.000-100 km	Μετάδοση φωνητικών δεδομένων, μεταλλουργία, επαγωγική θέρμανση κ.λπ.
Πολύ χαμηλές συχνότητες Very low frequencies(VLF)	3-30 kHz	100-10km	Ραδιοεπικοινωνίες κ.λπ.
Χαμηλές συχνότητες Low frequencies (LF)	30-300 kHz	10-1 km	Ραδιοφωνική εκπομπή (LW),επαγωγικοί φούρνοι κ.λπ.
Μεσαίες συχνότητες Medium frequencies(MF)	0.3-3 MHz	1km 100m	Ραδιοφωνική εκπομπή (MW, SW),ιατρική διαθερμία κ.λπ.
Υψηλές συχνότητες High frequencies (HF)	3-30 MHz	100-10m	συγκόλληση κ.α.
Πολύ υψηλές συχνότητες Very high frequencies (VHF)	30-300 MHz	10-1 m	Τηλεόραση, ραδιόφωνο FM κ.λπ.
Υπερυψηλές συχνότητες Ultra high frequencies(UHF)	0.3-3 GHz	1-0.1m	Τηλεόραση, ραντάρ, κινητά τηλέφωνα, φούρνοι μικροκυμάτων, ιατρική υπερθερμία κ.λπ.

Σούπερ υψηλές συχνότητες Super high frequencies(SHF)	3-30 GHz	0.1-0.01 m	Ραντάρ, συναγερμοί κατά της εισβολής
Εξαιρετικά υψηλές συχνότητες Extremely high frequencies (EHF)	30-300 GHz	0.01-0.001 m	Ραντάρ, δορυφορικές επικοινωνίες, σαρωτές σώματος κ.λπ.
Υπέρυθρες Infrared (IR)	0.3-385 THz	1mm -780 nm	Φασματομετρία υπερύθρων, θέρμανση κ.λπ.
Ορατό φως Visible light	385-750 THz	780 -400 nm	Ανθρώπινη όραση, φωτοσύνθεση
Υπεριώδες Ultraviolet (UV)	750 Thz 3 PHz	400-100nm	Φασματομετρία, λαμπτήρες μικροβιοκτόνων, σολάριουμ κ.λπ.

 Scanned with CamScanner

Χρησιμοποιούνται προθέματα k = kilo = 10^3 , M = μέγα = 10^6 , G = giga = 10^9 , T = tera = 10^{12} , P = πέτα = 10^{15} , m = milli = 10^{-3} , l = μικρο = 10^{-6} , n = νάνο = 10^{-9} , LW μακρά κύματα, MW μεσαία κύματα, SW μικρά κύματα



Εικ. 3. Σχήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με τις τάξεις μεγεθών του οι συχνότητες και οι ενέργειες που αναπτύσσονται στο εύρος των συχνοτήτων

5.4. ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Από τη δεκαετία του 1950, το ραδιόφωνο και η τηλεόραση FM αποτελούν τη μεγάλη πλειοψηφία εκπομπής. Οι κεραιές είναι τοποθετημένες σε πυλώνες ύψους 40–350 m και καλύπτουν περιοχές που εκτείνονται σε ακτίνα 30 km.

Το κάλυμμα της τηλεόρασης εξασφαλίζεται κυρίως από ένα δίκτυο πολύ υψηλών τοποθεσιών (100 m) και ισχυροί πομποί (έως 25 kW ανά αναλογικό τηλεοπτικό κανάλι και 10 kW ανά ψηφιακό Τηλεοπτικό κανάλι). Ωστόσο, ο αριθμός τους είναι πολύ περιορισμένος. Αυτό το δίκτυο συμπληρώνεται από τοποθεσίες όπου η ισχύς του εκπομπού είναι περίπου 10 W.

Η κεραιά, που βρίσκεται στην κορυφή του πυλώνα, αποτελείται από οριζόντιους πίνακες δίπολα στερεωμένα μπροστά από μεταλλικούς ανακλαστήρες. Απλώνονται σε διάφορα στάδια και συχνά και στις τέσσερις όψεις του πυλώνα, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι είναι πανκατευθυντικά μέσα χωρίς να ευνοείται μια κατεύθυνση διάδοσης, και επίσης να επεκτείνεται η περιοχή κάλυψης. Το ηλεκτρικό πεδίο που μετράται στο έδαφος είναι μικρότερο από 1 V/m. Οι πρώτες αναπτύξεις ραδιοφώνου FM στη δεκαετία του 1960 ακολούθησαν το ίδιο βασικό σχέδιο. Η ισχύς των εκπομπών FM μπορεί να φτάσει τα 10

kW και το επίπεδο του ηλεκτρικού πεδίου FM στο έδαφος είναι περίπου 1 V/m. Η ανάπτυξη ιδιωτικών ραδιοφωνικών σταθμών τη δεκαετία του 1980 και η αυξανόμενη αστικοποίηση κατέστησαν απαραίτητη την εγκατάσταση μικρότερων πυλώνων κοντά σε αστικές περιοχές. Αυτοί οι πυλώνες, ύψους 30–70 μέτρων, εκπέμπουν συχνά πολλά ραδιόφωνα FM από μια μόνο κεραία εκπομπής με την τεχνική της πολυπλεξίας συχνότητας. Η ισχύς των εκπομπών κυμαίνονται συνήθως από 100 έως 1 000 W. Αυτές οι εγκαταστάσεις προκαλούν ηλεκτρικό πεδίο στο έδαφος, ασθενές στο πόδι του πυλώνα, το οποίο αυξάνεται σε απόσταση πρακτικά ίση με αυτή του ύψους της κεραίας στον πυλώνα. Στο επίπεδο του εδάφους, το ηλεκτρικό πεδίο είναι περίπου 1–2 V/m⁶.

5.5. ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Φόβοι σχετικά με πιθανές επιπτώσεις στην υγεία εκφράστηκαν για πρώτη φορά το 1993 λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των ασύρματων επικοινωνιών και μετά από μια υψηλή αγωγή που μεσολάβησε στις Ηνωμένες Πολιτείες όπου κατασκευαστής κινητών τηλεφώνων κατηγορείται ότι ευθύνεται για τον θάνατο μιας γυναίκας από καρκίνο. Από τότε, έχει διεξαχθεί εκτεταμένη έρευνα προκειμένου να αξιολογηθούν πιθανοί κίνδυνοι στον τομέα της υγείας που σχετίζονται με τις ραδιοσυχνότητες(RF). Είναι πάνω από όλα, η κινητή τηλεφωνία που έχει εγείρει τέτοια ερωτήματα λόγω της μαζικής έκθεσης, με περισσότερους από τέσσερα δισεκατομμύρια χρήστες σε όλο τον κόσμο, και λόγω της άμεσης επαφής της συσκευής με το κεφάλι κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας. Ωστόσο, τα ασύρματα δίκτυα και οι τεχνολογίες επικοινωνιών δεν περιορίζονται μόνο σε κινητά τηλέφωνα και στους σταθμούς βάσης τους. Συνεχίζουν ασταμάτητα να εξελίσσονται. Οι συνθήκες έκθεσης είναι διαφορετικές κάθε φορά και κάθε φορά εγείρουν νέα ερωτήματα. Λαμβάνουν χώρα συνεντεύξεις καθώς και ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά προγράμματα προς ενημέρωση του κόσμου για τους πιθανούς κινδύνους στην υγεία λόγω της ακτινοβολίας ραδιοσυχνότητων.

Οι πηγές ραδιοσυχνότητων που σχετίζονται με τις ασύρματες επικοινωνίες είναι πολλές και ποικίλες (κινητή τηλεφωνία τρίτης και τέταρτης γενιάς, Wi-Fi, Bluetooth, τηλεχειριστήρια, κ.λπ.) Είναι πανταχού παρόντα στο περιβάλλον μας και, τακτικά, νέες τεχνολογίες αναπτύσσονται και κυκλοφορούν .

Στην κινητή τηλεφωνία χρησιμοποιούνται διαφορετικά συστήματα, αλλά όλα βασίζονται στην αρχή της διάσπασης της κάλυψης της περιοχής σε «κυψελοειδή» κύτταρα. Στο

κέντρο της κάθε κυψέλη, ένας σταθμός βάσης εκπέμπει στα κινητά τηλέφωνα των χρηστών και λαμβάνει σήματα από κινητά τηλέφωνα ενεργά στο κινητό του (έως περίπου 50).

Κάθε κινητό τηλέφωνο είναι ένας ραδιοφωνικός πομπός-δέκτης που λειτουργεί επίσης σε ζώνες συχνοτήτων από 800 έως 2 100 MHz. Στο σύστημα GSM 900 για παράδειγμα, το μέγιστο της εκπομπής ισχύος του κινητού τηλεφώνου είναι 2 W, αλλά η μέση ισχύς είναι πάντα μικρότερη από το 1/8 αυτής της τιμής (0,25 W) και ο ελεγκτής ισχύος μειώνει την εκπομπή στην ελάχιστη τιμή που απαιτείται για καλή λήψη. Περίπου το ήμισυ της ισχύος που εκπέμπεται από το ακουστικό απορροφάται στο κεφάλι του χρήστη. Λόγω της αλλαγής του τρόπου στα οποία χρησιμοποιούνται τα κινητά τηλέφωνα (για παράδειγμα όλο και περισσότερα μηνύματα κειμένου ανταλλάσσονται), το κινητό τηλέφωνο τοποθετείται όλο και λιγότερο συχνά στο αυτί.

Ο Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης (SAR) στο κεφάλι μειώνεται ανάλογα. Το πρότυπο UMTS (κινητή τηλεφωνία τρίτης γενιάς: 3G) τείνει να αντικαταστάσει το GSM. Οδηγεί σε έκθεση του κεφαλιού του χρήστη περίπου 100 φορές λιγότερο κατά τη διάρκεια της τηλεφωνικής επικοινωνίας. Οι κεραίες των σταθμών βάσης έχουν ισχύ 1 mW για femtocells έως 20–30 W για macrocells. Οι κεραίες είναι κατευθυντήριες και τα κύματα τους ακτινοβολούνται κυρίως σε λοβό (κύρια δέσμη). Συχνά τοποθετούνται στις στέγες των κτιρίων και στο δοκάρι που εκπέμπεται έχει σχήμα οριζόντιου δίσκου. Στο επίπεδο του εδάφους, όπου βρίσκονται οι χρήστες, η μέγιστη έκθεση είναι περίπου 200 m από το σταθμό βάσης macrocell. Είναι πρακτικά μηδέν στη βάση του κτιρίου ή στον ιστό στον οποίο βρίσκεται η κεραία. Η έκθεση του κοινού στην ακτινοβολία του εκπομπού είναι τυπικά 1/10 000 του συνιστώμενου ορίου όσον αφορά την προσπίπτουσα ισχύ, που είναι για παράδειγμα από 4,5 W/m² έως 900 MHz, και επίσης κάτω από αυτό που οφείλεται στο ραδιόφωνο FM σταθμούς. Σε αυτές που είναι γνωστές ως ζώνες κοντινού πεδίου, σε άμεση γειτνίαση με εκπομπούς, η διάσπαση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι πιο περίπλοκη και η αξιολόγηση του SAR είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της έκθεσης των ανθρώπων. Αυτό ισχύει για το ίδιο το κινητό τηλέφωνο, για το οποίο μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη τιμή SAR που πρέπει τώρα να παρέχεται από τον κατασκευαστή. Οι περισσότερες τεχνολογίες ασύρματων επικοινωνιών λειτουργούν με την ίδια αρχή όπως κινητής τηλεφωνίας, με άλλα λόγια με “βάση” και πομπούς-δέκτες(π.χ. DECT, Wi-Fi).

5.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Τα όρια ακτινοβολίας είναι πρωταρχικής σημασίας για το κοινό και τους εργαζόμενους στη συντήρηση των μεταφορών που ενδέχεται να εκτεθούν σε μη ιονίζουσα ακτινοβολία. Το Υπουργείο Μεταφορών (DOT) και η Ομοσπονδιακή Διοίκηση Διέλευσης (Οδηγίες για την Πρόληψη και τον Μετριάσμό του Περιβάλλοντος, της Υγείας και των Επιπτώσεων της ασφαλείας από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και της ακτινοβολίας για τα ηλεκτρικά συστήματα και τα συστήματα διέλευσης) των Ηνωμένων Πολιτειών έχουν ερευνητικά έγγραφα που δείχνουν διάφορα επίπεδα έκθεσης στον άνθρωπο. Η δοκιμή είναι μια συνεχής προσπάθεια για τη διασφάλιση της δημόσιας ασφάλειας από πηγές μη ιονίζουσας ακτινοβολίας. Η μη-ιονίζουσα ακτινοβολία μπορεί να παραχθεί από διάφορες πηγές.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές από τις καλύτερες πηγές μη ιονίζουσας ακτινοβολίας:

1. Υποσταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας ή συστήματα διαμετακόμισης. Αυτά παράγουν επίπεδα υψηλής τάσης 60 Hz. Λειτουργούν στα 13,6–25 kV, ανάλογα με την αρχή που διαχειρίζεται το σύστημα διαμετακόμισης.
2. Τροφοδοτικά DC που λειτουργούν στα 680 V DC και έως 1000 A. Ανάλογα με τη σύνθεση των τρένων διέλευσης.
3. Οι κινητήρες έλξης AC 150 hp που εγκαθίστανται σε κάθε φορτηγό διαμετακομιστικών αυτοκινήτων.
4. Μεγάλοι ανεμιστήρες αερισμού που λειτουργούν σε σήραγγες κοντά σε σταθμούς.
5. Ραδιοσυχνότητες για στενής ζώνης επικοινωνίες FM.
6. Διάδοση ραδιοφάσματος που λειτουργεί σε οχήματα και τοποθεσίες στην άκρη του δρόμου.
7. Ντίτζελ ηλεκτρικές σιδηροδρομικές μηχανές που έχουν πολύ μεγάλους κινητήρες έλξης που τους επιτρέπουν να τραβούν μεγάλα φορτία, ή πολλαπλές ατμομηχανές που κινούνται παράλληλα.

Ορισμένες από αυτές τις πηγές έχουν ένα πολύ μεγάλο εύρος ευρυζωνικότητας. Αλλά δεν είναι απλώς η έκθεση στα πεδία, δηλαδή ένταση μαγνητικού πεδίου H ή ένταση ηλεκτρικού πεδίου E που πρέπει να ελέγχεται, είναι η ενέργεια που έχει ένα στοιχείο χρόνου που πρέπει να παρατηρηθεί επίσης για μέγιστη έκθεση. Μερικές από αυτές τις πηγές έχουν μικρή σημασία γιατί τα επίπεδα είναι τόσο χαμηλά. Οι σχεδιαστές έχουν την

ευελιξία επιλογής για το πού θα εγκαταστήσουν σταθμούς επικοινωνίας και σήματος, υποσταθμούς ισχύος έλξης και υποσταθμούς τροφοδοσίας ισχύος έλξης . Αυτό γίνεται με χρήση λογισμικού για την τοποθέτηση των πηγών ακτινοβολίας. Ηλεκτρική φόρτιση παράγει τα ηλεκτρικά πεδία E λόγω των διαφορικών τάσεων και των μαγνητικών πεδίων H όπου παράγονται από κινούμενα φορτία ή ηλεκτρικά ρεύματα που ρέουν. Τα ηλεκτρικά πεδία είναι θωρακισμένα ή εξασθενημένα από υλικά που άγουν ηλεκτρισμό (π.χ. δέντρα, κτίρια, ανθρώπινο δέρμα, αγωγίμα πλαστικά, αγωγίμο καουτσούκ, μεταλλικά χρώματα και μεταλλικά περιβλήματα), ενώ τα μαγνητικά πεδία διέρχονται από τα περισσότερα υλικά και είναι δύσκολο να θωρακιστούν. Υπάρχουν πολλές ανησυχίες για τις πιθανές βιολογικές τους επιπτώσεις. Τα μαγνητικά πεδία μπορούν να διεισδύουν στον βιολογικό ιστό (ανθρώπινο σώμα) χωρίς εξασθένηση. Και τα δύο πεδία E και H μειώνονται με την απόσταση από την πηγή, αλλά οι μειώσεις εξαρτώνται από το μέγεθος και το σχήμα και εάν οι πηγές είναι γραμμικές, συμπαγείς ή πολλαπλές γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας, και εάν οι πηγές βρίσκονται στο επίπεδο του εδάφους (αυτό επηρεάζει το σχήμα του πεδίου), υπόγεια (όπου συμβαίνει εξασθένηση της γης) ή εναέρια αλυσοειδή.

Οι δημόσιες και επιστημονικές ανησυχίες έχουν επικεντρωθεί στη βιολογική δυσμενή υγεία λόγω των επιδράσεων από μαγνητικά πεδία της συχνότητας γραμμής ισχύος. Η συχνότητα ισχύος δίνει μια μεταβλητή ένταση ηλεκτρικού πεδίου, δηλαδή το E εξασθένηση πεδίου από τα κυτταρικά τοιχώματα και το δέρμα του ανθρώπινου σώματος. Υπάρχει συνεχής έρευνα για τον προσδιορισμό της επίδρασης των πεδίων E στο ανθρώπινο σώμα. Ωστόσο, η μαγνητική ένταση H στις συχνότητες των γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να έχει ή να μην έχει επίδραση στο ανθρώπινο σώμα λόγω του μεγάλου μήκους κύματος. Υπάρχουν ακόμη συνεχείς μελέτες για την υγεία για επιδράσεις τόσο των πεδίων E όσο και H στο ανθρώπινο σώμα, υπάρχουν επίσης αρκετοί οργανισμοί που έχουν συνιστώμενα πρότυπα ή οδηγίες για τα όρια έκθεσης για το ανθρώπινο σώμα. Όλα τα όρια έχουν ένα χρονικό στοιχείο, δηλαδή τη διάρκεια της έκθεσης, η οποία σχετίζεται επίσης με την ενέργεια που δαπανάται σε μια συγκεκριμένη περιοχή του ανθρώπινου σώματος. Οι FCC κανονισμοί για τα όρια έκθεσης για το ευρύ κοινό ποικίλλουν ανάλογα με τη συχνότητα και τη διάρκεια .Στον Πίνακα 2 αναφέρονται τα όρια που αφορούν το γενικό πληθυσμό και τα όρια μη ελεγχόμενης έκθεσης.

2. Όρια έκθεσης σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο για 30 λεπτά

f = Frequency (MHz)

Frequency range (MHz)	Electric field intensity (V/m)	Magnetic field intensity (A/m)	Power density (mW/m ²)	Average time (min)
0.3-1.34	614	1.63	100 ^a	30
1.34-30.0	824/f	2.19/f	180/f ²	30
30-300	27.5	0.073	0.2	30
300-1500			f/1500	30
1500-100000			1.0	30

^a πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος



Όρια έκθεσης όπως προτείνονται από οργανισμούς

3. Άλλα όρια έκθεσης

IEEE C 95.6 (2002) Επίπεδα αναφοράς, εξωτερικά	Static (DC) field Στατικό (DC) πεδίο	AC power at 60 Hz field Εναλλασσόμενο ρεύμα στα 60 Hz πεδίο	Παρατηρήσεις
Πεδίο B (πυκνότητα ροής)	1.18 kilogauss	9gauss	
E	5kv/m	5-10kv/m	

Διεθνής Επιτροπή για Μη Ιονίζουσα Ακτινοβολία Προστασία (1998) (ICNIRP International Committee for Non-Ionizing Radiation Protection (1998) (ICNIRP	Static dc field	Εναλλασσόμενο ρεύμα στα 60 Hz πεδίο	Παρατηρήσεις
B Πεδίο B (πυκνότητα ροής)	400gauss	0.83 gauss	
E	25kv/m	4.2 kv/m	
b Πεδίο B (πυκνότητα ροής)	5 gauss	0.2 gauss	Βηματοδότης
E	2kv/m	2kv/m	Βηματοδότης

Πίνακας 4. Έκθεση επαγγελματικού ελέγχου

Συχνότητα (MHz)	Πυκνότητα ισχύος mW/m ²	Παρατηρήσεις
0.3-3.0	100	Επαγωγικοί κλίβανοι
3-30	180/f ²	AM/FM και ραδιόφωνο CB
30-300	1.0	CB και ραδιόφωνο αεροσκάφους
300-1500	f/1500	
1500-100000	5	

Τα όρια έκθεσης σε σχέση με τη συχνότητα είναι χαμηλότερα στην περιοχή 30–300 MHz. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι τα μήκη κύματος σε αυτές τις συχνότητες είναι συγκρίσιμα με μέρη του ανθρώπινου σώματος όπως τα χέρια, τα πόδια και το μήκος του σώματος. Αυτά απορροφούν ενέργεια ακτινοβολίας σε συντονισμό. Το σώμα δηλαδή το βάρος και το ανάστημα γενικά θα καθορίσουν την ποσότητα της ενέργειας που απορροφάται. Η απορρόφηση ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την τοπική θέρμανση του ιστού. Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις είναι ακόμη υπό μελέτη. Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους το στοιχείο του χρόνου πρέπει να συμπεριληφθεί στην απορρόφηση ενέργειας που μπορεί να παρατηρηθεί μέσω της θέρμανσης. Η ισχύς που απορροφήθηκε mW/m^2 και το στοιχείο του χρόνου δείχνει ότι το μέγεθος του αντικειμένου που απορροφά την ενέργεια, όπως το δέρμα σε ένα ανθρώπινο σώμα, θα δείξει την έκταση της τοπικής θέρμανσης.

Τα όρια έκθεσης που εμφανίζονται στους Πίνακες 3 και 4 παρέχουν μια περίληψη των μέγιστων ορίων έκθεσης που παρέχονται από δύο οργανισμούς: το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικοί Μηχανικοί (IEEE) και η Διεθνής Επιτροπή για Μη Ιοντίζοντες Ακτινοπροστασία (ICNIRP). Η πυκνότητα της μαγνητικής ροής είναι σε μονάδες Gauss για μεγάλα πεδία. Μερικές φορές εκφράζεται σε Tesla ($10\ 000\ G = 1\ Tesla$). Έκθεση σε πεδία ραδιοσυχνοτήτων περίπου 10 GHz και πυκνότητες ισχύος $1\ W/m^2$ μπορεί να σημαίνει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία λόγω του σοκ, μπορεί επίσης να προκαλέσει καταρράκτη, εγκαύματα και απορρόφηση από τον οργανισμό σε μικρές περιοχές του σώματος όπως καρποί, αστράγαλοι και αυτιά.

Οι λειτουργίες μεταφοράς ανεβάζουν τα επίπεδα αστικής έκθεσης πάνω από το κανονικό κοντά σε σχολεία, νοσοκομεία και άλλα ευαίσθητα κέντρα, αυτά μπορεί να είναι ιδιαίτερα ανησυχητικά και απαιτούν αξιολόγηση ή μελέτη επιπτώσεων στην υγεία της κοινότητας. Η μελέτη μπορεί να περιλαμβάνει παιδιά σε σπίτια, σχολεία ή παιδικές χαρές κοντά σε εγκαταστάσεις διέλευσης. Αυτή η μελέτη θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει περιοχές όπου υπάρχουν έγκυες γυναίκες, άτομα με ηλεκτρονικά εμφυτεύματα όπως βηματοδότες και μεταλλικά εμφυτεύματα που είναι επιρρεπή σε μαγνητικά πεδία, όπως χειριστήρια αναπηρικών αμαξιδίων. Τα αποτελέσματα της μελέτης ενδέχεται να απαιτούν από τα μέσα μεταφοράς είτε να μειώσουν την έκθεση με κάποια μορφή θωράκισης είτε να παρέχουν σήμανση με προειδοποιήσεις για την έκθεση στην ακτινοβολία.

Η κατάσταση στην οποία λειτουργεί το σύστημα μεταφοράς ή είναι πρόσφατα εγκατεστημένο πρέπει να συμμορφώνεται με τοπικούς κρατικούς κανονισμούς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου E και την πυκνότητα μαγνητικής ροής B . Το εύρος των

διαφόρων πεδίων είναι: Πεδίο E για το δικαίωμα διέλευσης 1,6–9,0 kV/m και για σιδηροδρομικές διαβάσεις 1,0–11,8 kV/m και πεδία B έως 200 mG.

Ο πίνακας 3 δεν πρέπει να ερμηνεύεται ως κανονισμός όταν πρόκειται για κρατικά συστήματα μεταφοράς αλλά μόνο ως ένας οδηγός για τον προσδιορισμό ζητημάτων ασφάλειας. Όλος ο στόχος εδώ είναι θέμα ασφάλειας.

Ηλεκτρομαγνητικός πολλαπλασιασμός του περιβάλλοντος και αυξανόμενη επαγγελματική έκθεση δεν οφείλεται μόνο σε συστήματα αστικών συγκοινωνιών αλλά σε προσωπικές ασύρματες συσκευές δεδομένων και φωνής όπως κινητά τηλέφωνα, πομποί σταθμών βάσης, τηλεόραση, ραδιόφωνο, ραδιόφωνο δορυφορικής εκπομπής, συσκευές πλοήγησης όπως GPS, ραντάρ καιρού, ραντάρ επιβολής του νόμου, ασύρματες συσκευές σε όχημα, στρατιωτικά μέσα, καλώδια ρεύματος και ασύρματες συσκευές στο σπίτι όπως ασύρματα ηχεία, τηλέφωνα και άλλους τύπους συσκευών. Συσκευές μαγνητικού πεδίου με μεγάλα μήκη κύματος περιλαμβάνουν, όπως μετασχηματιστές γραμμής ισχύος που βρίσκονται κοντά στην κρεβατοκάμαρα, παράθυρα, δημόσιες κατοικίες και αυλές, διακόπτες μεγάλης κλίμακας για μεταγωγή υψηλής τάσης, μεγάλοι κινητήρες σε χώρους παραγωγής που λειτουργούν είδη όπως ψαλίδια, πριονιστήρια, οχήματα και ηλεκτρικοί φούρνοι σε χαλυβουργεία. Ο κατάλογος είναι πολύ εκτενής και η ζημιά στο ανθρώπινο σώμα λόγω της έκθεσης από μεγάλα μαγνητικά πεδία εξακολουθεί να αμφισβητείται.

Ένα τυπικό σύστημα διανομής ισχύος με δεδομένα για πυκνότητες μαγνητικής ροής B στον Πίνακα 5 μπορεί να συγκριθεί με τον Πίνακα 3. Τα όρια είναι μικρότερα από τα προτεινόμενα όρια έκθεσης σε αυτόν τον πίνακα για χαμηλές συχνότητες, δηλαδή τις μέγιστες τιμές σε παρένθεση. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι αυτά τα μήκη κύματος είναι εξαιρετικά μεγάλα και ο συντονισμός δεν εμφανίζεται στα δωμάτια ή στους χώρους όπου στεγάζονται αυτές οι εγκαταστάσεις. Αυτές οι περιοχές μπορεί να έχουν άλλους τύπους θωράκισης που μπορεί να μειώσουν τη μαγνητική ροή το πεδίο πυκνότητας B ακόμη παραπέρα, εκεί είναι που οι κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα μπλοκάρουν την ακτινοβολία πεδίου H. Η κύρια έκθεση σε μαγνητικά πεδία B των επιβατών μέσα σε ένα λεωφορείο βρίσκεται στον εξοπλισμό επικοινωνίας στο χώρο του κινητήρα και στο ράφι.

Πίνακας 5. Όρια εκπομπών για μαγνητικά πεδία για μεταφορικές εγκαταστάσεις. Οι τιμές είναι μέσοι όροι (με μέγιστες τιμές σε παρένθεση)

Σύστημα και Ευκολία	Στατικός Mg	5–45 Hz Mg	50–60 Hz mG	65–300 mG	305–2560 Hz mG
Αίθουσα ελέγχου	669(1176)	1.9(2.8)	37.4(48.4)	18.3(21.3)	37.2(44.6)
Υποσταθμός	349(358)	0.4(0.9)	10.9(34.3)	0.7(2.1)	0.6(1.5)
Αίθουσα αναμετάδοσης	326(464)	0.3(0.5)	1.4(2.8)	0.8(1.8)	0.6(1.1)
Έλξη ηλεκτροπαραγωγής	841(2750)	1.3(18.4)	9.6(110.7)	3.8(78.4)	3.4(55.8)

Τρένα προαστιακού εναλλασσόμενου ρεύματος και τρένα υψηλής ταχύτητας όπως η επιβατική σιδηροδρομική γραμμή Amtrak Acela , New Jersey Transit Coastline και Metro-North προαστιακός σιδηρόδρομος έχουν δείξει ότι μια μέση έκθεση σε μαγνητικό πεδίο 60 Hz για τους επιβάτες και οι εργαζόμενοι μπορεί να υπερβαίνουν τα 50 mG. Ωστόσο, το κοινό έχει αποδεχτεί το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ως αντιστάθμιση έναντι οικονομικών και περιβαλλοντικών οφελών, ευκολία μετακίνησης και εξοικονόμηση χρόνου.

Οι γραμμές μεταφοράς και διανομής έχουν σχεδιαστεί με μερικά από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Οι γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να είναι είτε εναέριες είτε υπόγειες. Πάνω από το κεφάλι οι γραμμές τροφοδοσίας παράγουν τόσο ηλεκτρικά πεδία εναλλασσόμενου ρεύματος όσο και μαγνητικά πεδία σε συχνότητα 60 Hz . Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου E εξαρτάται από τη γραμμή, τάση και ένταση μαγνητικού πεδίου H. Όταν οι γραμμές δρομολογούνται υπόγεια μέσω των τραπεζών αγωγών, παράγουν χαμηλότερα πεδία E, αλλά μπορεί να παράγουν μαγνητικά πεδία ή πάνω από το επίπεδο του εδάφους. Η μετάδοση ισχύος είναι σε επίπεδα υψηλής τάσης και βαθμίδας κάτω στον υποσταθμό για μείωση των χρησιμοποιήσιμων τάσεων για το σύστημα μεταφοράς.
2. Οι γραμμές του συστήματος μεταφοράς σε αποστάσεις 300 μέτρων ήταν κατά μέσο όρο ηλεκτρικές, και μπορούν να παράγουν μαγνητικά πεδία παρόμοια με αυτά στο σπίτι.
3. Οι γραμμές διανομής ισχύος έχουν τυπικά εύρη τάσης από 4 έως 24 kV. Ένα από το πιο συνηθισμένα είναι 13,6 kV. Πεδία E ακριβώς κάτω από την κατανομή ισχύος, οι γραμμές

μπορεί να ποικίλλουν από 3 έως 200 V/m και τα πεδία B ακριβώς κάτω από τα καλώδια ρεύματος ή κύριοι τροφοδότες 10 έως 20 mG. Αυτά τα επίπεδα υπάρχουν και για υπόγειες εγκαταστάσεις αλλά τα μέγιστα μαγνητικά πεδία B εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα πεδία H τα οποία εξαρτώνται από το ρεύμα, 40–50 mG μπορεί να υπάρχουν πάνω από τις υπόγειες γραμμές. Αυτό εξαρτάται από τη ροή ρεύματος που επηρεάζει το πεδίο H στην κατασκευή των αγωγών.

4. Ηλεκτρική ισχύς στον υποσταθμό: τα ισχυρότερα ηλεκτρομαγνητικά επίπεδα έξω από τον υποσταθμό οφείλονται στα καλώδια ρεύματος, δηλαδή καλώδια που μπαίνουν και βγαίνουν από το σταθμό. Η ισχύς των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων από τον εξοπλισμό μέσα στον υποσταθμό, όπως μετασχηματιστές, αντιδραστήρες και συστοιχίες πυκνωτών, να μειώνεται γρήγορα με την αύξηση της απόστασης. Το πεδίο B μειώνεται κατά το αντίστροφο του τετράγωνο της απόστασης και είναι συνάρτηση της διαπερατότητας πολλαπλασιαζόμενη επί την ένταση μαγνητικού πεδίου H. Αυτό παράγει την πυκνότητα μαγνητικής ροής ή το πεδίο B ($B = \mu \cdot H$). Ένας τοίχος ή περίβλημα που περιβάλλει τον υποσταθμό, έξω από τον τοίχο του ο θόρυβος δεν διακρίνεται από τον θόρυβο του περιβάλλοντος.

Τα πρότυπα που παρέχονται στους Πίνακες 2 και 4 είναι εθελοντικά πρότυπα που χρησιμοποιούνται ως κατευθυντήριες γραμμές. Ωστόσο, οι απαιτήσεις της FCC που θεσπίστηκαν ως 47 CFR 1.1307 είναι νόμιμα πρότυπα που απαιτούν συμμόρφωση. Όταν ένας μηχανικός κάνει μετρήσεις, πρέπει να συμμορφώνεται με αυτά τα πρότυπα λόγω των νομικών πτυχών. Τα ισχύοντα πρότυπα για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία αποτρέπουν να προκαλούν ρεύματα σώματος που υπερβαίνουν τα κανονικά επίπεδα και θέρμανση ραδιοσυχνοτήτων ολόκληρου του σώματος ή μέρη του σώματος, όπως άκρα, αυτιά, μάτια, χέρια, κεφάλι και άλλα μέρη του σώματος. Τα υπάρχοντα πρότυπα αφορούν μόνο την ασφάλεια και όχι την υγεία, καθώς προστατεύουν από βραχυπρόθεσμη οξεία θέρμανση λόγω έκθεσης σε ακτινοβολία ραδιοσυχνότητας. Αυτά τα πρότυπα δεν αντιμετωπίζουν τη μακροπρόθεσμη δυνατότητα πρόκλησης χρόνιων επιπτώσεων στην υγεία λόγω του επιπέδου έκθεσης. Υπάρχουν πολλοί άλλοι οργανισμοί που έχουν πρότυπα για την έκθεση που περιορίζουν ορισμένες μακροπρόθεσμες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Έχουν σχεδιαστεί πρότυπα με ένα μεγάλο περιθώριο ασφαλείας για την αποφυγή δυνητικά επιζήμιων επαγόμενων ρευμάτων που επηρεάζουν την αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος κατά 1 °C. Αύξηση 1 °C στη θερμοκρασία του πυρήνα θεωρείται επιβλαβής για τα κύτταρα, τους ιστούς και τα όργανα. Τα πρότυπα παρέχουν ένα περιθώριο ασφαλείας τόσο για επαγγελματική όσο και για δημόσια έκθεση,

συμπεριλαμβανομένων ευαίσθητους στόχους όπως εγκύους , παιδιά, άτομα με ειδικές ανάγκες, με βηματοδότες και άλλα θέματα υγείας που μπορεί να επηρεάσει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Θα έπρεπε να σημειωθεί στη συνέχεια ότι τα όρια ανεξέλεγκτης έκθεσης για το κοινό είναι πολύ χαμηλότερα από αυτά για τα ελεγχόμενα επαγγελματικά όρια. Πίνακας 6 Οργανισμοί που ορίζουν πρότυπα εκπομπών

Πρότυπο American Public Transportation Association για την ανάπτυξη ενός σχέδιο ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EM CCP), APTA SS-E-010-98
Association of American Railroads, απαιτήσεις περιβάλλοντος ηλεκτρονικών σιδηροδρόμων, AAR-5702
Association of American Railroads, Πρότυπα τηλεχειριστηρίου ατμομηχανών, τυπικές δοκιμές,AAR-5507
Association of American Railroads, Προδιαγραφή για ατμομηχανή τηλεχειρισμού Λειτουργίες συστημάτων επικοινωνίας στα 220 MHz
Πρότυπα DOD MIL-STD-461E Απαιτήσεις για τον έλεγχο ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και ευαισθησίας
DOD Standard MIL-Standard-462D Πρότυπο μεθόδων δοκιμής του Υπουργείου Άμυνας για τη μέτρηση της ηλεκτρομαγνητικής χαρακτηριστικά παρεμβολής
Πρότυπο CENELEC EN 50121 Εφαρμογές σιδηροδρόμων. Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα. Μέρη 1–5
Πρότυπο CENELEC EN 50155-2001, Σιδηροδρομικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται ηλεκτρονικός εξοπλισμός στο τροχαίο υλικό.
European Telecommunications Standards Institute, ETSI EN 300 113-1 V1.4.1 Θέματα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας και ραδιοφάσματος. επίγεια κινητή υπηρεσία, ραδιόφωνικός εξοπλισμός που προορίζεται για τη μετάδοση δεδομένων (ή/και ομιλίας) με χρήση σταθερών ή μη σταθερή διαμόρφωση φακέλου και ύπαρξη υποδοχής κεραίας. μέρος 1: τεχνικά χαρακτηριστικά και μέθοδοι μετρήσεων, 2002

Πίνακας 7 Πρότυπα επαφής με το σώμα

Κατάσταση	Γενικό κοινό (mA rms)	Ελεγχόμενο περιβάλλον (mA rms)
Και τα δυο πόδια	2.5	6.0
Κάθε πόδι	1.35	3.0
Επαφή, grasp ^a		3.0
Επαφή, touch ^b	0.5	1.5

^a Το όριο επαφής σύλληψης αφορά περιβάλλοντα ελέγχου όπου το προσωπικό εκπαιδεύεται να επηρεάζει την επαφή και να αποφεύγετε τις επαφές με αγώγιμα αντικείμενα που παρουσιάζουν την πιθανότητα επώδυνων εγκαυμάτων επαφής.

^b Τα όρια ισχύουν για την τρέχουσα γραμμή μεταξύ του σώματος και του γειωμένου αντικειμένου με το οποίο μπορεί να έρθει σε επαφή το άτομο.

Ο Πίνακας 6 παρέχεται με άλλους οργανισμούς που διαθέτουν πρότυπα που αφορούν ζητήματα μεταφοράς αυτά μπορεί να είναι ή να μην είναι παρωχημένα, επειδή τα πρότυπα είναι ένα έγγραφο που ενημερώνεται κατά καιρούς. Ο μηχανικός EMC που αναλύει ή σχεδιάζει τον εξοπλισμό μεταφοράς θα πρέπει πάντα να είναι σε εγρήγορση και να ελέγχει με το πιο πρόσφατο πρότυπο. Συχνά επιβάλλονται νέα όρια.

Ο Πίνακας 7 δίνει τα όρια ρεύματος που οδηγούν σε εγκαύματα στο ευρύ κοινό ή στο προσωπικό συντήρησης. Τα εγκαύματα είναι διαφορετικά για διάφορους τύπους επαφής, για παράδειγμα εγκαύματα από ραδιοσυχνότητες είναι επώδυνα επειδή καίγονται από μέσα προς τα έξω: αυτό που φαίνεται να είναι ένα μικρό έγκαυμα εξωτερικά, στην πραγματικότητα είναι μεγαλύτερο κάτω από το δέρμα και είναι πολύ δύσκολο να επουλωθούν. Συχνά όταν εργάζεται με υψηλή τάση το άτομο (προσωπικό συντήρησης) πρέπει πάντα να διασφαλίζει ότι οποιαδήποτε χωρητικότητα στο σύστημα έχει αποφορτιστεί.

Πρόληψη και έλεγχος ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών:

1. Παθητικοί μηχανικοί έλεγχοι όπου παρατηρείται EMI, όπως θωράκιση που μπορεί να είναι τόσο απλό όσο η θωράκιση χαλκού ή τόσο αυστηρή όσο η θωράκιση μετάλλων.
2. Οι βρόχοι καλωδίων που χρησιμοποιούνται για την ακύρωση των πεδίων H μπορούν να εφαρμοστούν στην αντίθετη κατεύθυνση προς το ρεύμα, προκαλώντας EMI παρόμοιο με ένα συνεστραμμένο ζεύγος.
3. Η ενεργή θωράκιση που απαιτεί τροφοδοτικό και βρόχο ανάδρασης μπορεί να ελεγχθεί ρεύμα, μαγνητικό πεδίο και κατεύθυνση.

4. Αλλαγή θέσης εξοπλισμού ή διαχωρισμός εξοπλισμού που έχει ως αποτέλεσμα το Πρόβλημα EMI.
5. Χρησιμοποιήστε εξαρτήματα χαμηλότερης αντίστασης, μεγαλύτερους διακόπτες κυκλώματος, μεγαλύτερη μόνωση όπως θαμμένη καλωδίωση σε χαλύβδινο αγωγό.
6. Εφαρμόστε ενεργά φίλτρα για εφαρμογές μικρών εκτυπώσεων όπως συστήματα PA, μη ενεργά φίλτρα και εφαρμογές μεγάλων εξαρτημάτων όπως κινητήρες έλξης

5.7. ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΔΟΣΙΜΕΤΡΙΑ

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα που παράγονται από πηγές μακριά από το σώμα, όπως π.χ. οι σταθμοί βάσης, χαρακτηρίζονται από τη συχνότητά τους, την κατεύθυνση και την ισχύ τους, S, εκφρασμένο σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο (W/m^2). Αυτά τα κύματα αντανακλώνται και τα δύο από τον οργανισμό (περίπου το 50 % της ανάκλασης γύρω στο ένα GHz) και απορροφάται στο εσωτερικό των ιστών. Η απορρόφηση των κυμάτων RF ποσοτικοποιείται χρησιμοποιώντας μια ποσότητα, με συγκεκριμένο ρυθμός απορρόφησης SAR, εκφρασμένος σε watt ανά κιλό (W/kg). Αυτό αντιπροσωπεύει, είτε σε επίπεδο όλου του σώματος είτε τοπικά, την ισχύ που απορροφάται ανά μονάδα του μάζα ιστού. Εφόσον το σώμα μπορεί να διαχέει τη θερμότητα μέσω της θερμορύθμισης, χάρη στην κυκλοφορία του αίματος ιδιαίτερα, δεν υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας.

Πραγματοποιούνται μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικού πεδίου για να ελεγχθεί ότι τα επίπεδα της έκθεση των ανθρώπων είναι κάτω από τα όρια που συνιστώνται από τους κανονισμούς. Χρησιμοποιώντας αναλυτές φάσματος, είναι δυνατό να προσδιοριστούν, σε ένα δεδομένο σημείο, τα στιγμιαία επίπεδα πεδίου ως λειτουργία της συχνότητας.

Έχουν γίνει υπολογισμοί σε αριθμητικά μοντέλα κεφαλών και σωμάτων (ζώο, άνθρωποι), σε συνάρτηση με την ηλικία και το φύλο, τα οποία καθιστούν δυνατό τον προσδιορισμό της εναπόθεσης ενέργειας στους ιστούς και κάθε επακόλουθης παραγόμενης θέρμανσης.

Η ποιότητα τέτοιων υπολογισμών έχει βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία λίγα χρόνια χάρη στην καλύτερη ακρίβεια των μοντέλων (συνήθως 0,5 mm voxels²), όπου γίνεται χρήση εξελιγμένου λογισμικού και μαθηματικών μεθόδων μεγαλύτερης υπολογιστικής ισχύος. Τα αριθμητικά μοντέλα ή τα «ομοιώματα» των παιδιών και του εμβρύου στη μήτρα είναι τώρα διαθέσιμα.

Κανονισμοί

Το ICNIRP ναυλώθηκε από τη Διεθνή Ακτινοβολία Protection Association (IRPA) το 1992 ως ανεξάρτητη επιτροπή για να διαδεχθεί η Διεθνή Επιτροπή Μη Ιονίζουσας Ακτινοβολίας (INIRC) του IRPA (Repacholi 2017). Ο στόχος του ICNIRP όπως διατυπώνεται στο καταστατικό του είναι «Η Επιτροπή ιδρύθηκε με σκοπό την προώθηση της προστασίας από μη ιονίζουσες ακτινοβολίες προς όφελος των ανθρώπων και το περιβάλλον και ειδικότερα να παρέχει καθοδήγηση και συστάσεις για την προστασία από την έκθεση σε NIR» (βλ. <http://www.icnirp.org/en/about-icnirp/aimstatus-history/index.html>). Η ICNIRP διατηρεί μια σύνδεση αλλά μια ανεξαρτησία με το IRPA. Το ICNIRP χρησιμοποιεί τυπικές διαδικασίες για να καταλήξει σε οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές καθορίζονται χρησιμοποιώντας μια συντηρητική προσέγγιση, πράγμα που σημαίνει συμμόρφωση με τα συνιστώμενα όρια έκθεσης τα οποία παρέχουν πολύ υψηλό επίπεδο προστασίας από τεκμηριωμένες δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία λόγω της έκθεσης. Χρησιμοποιούνται ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων (EMF), για την ενεργοποίηση ενός αριθμού σύγχρονων συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των κινητών τηλεπικοινωνιακών υποδομών και τηλεφώνων, Wi-Fi και Bluetooth. πώς και τα EMF ραδιοσυχνοτήτων σε επαρκώς υψηλά επίπεδα ισχύος μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την υγεία, το ICNIRP δημοσίευσε Οδηγίες το 1998 για την έκθεση του ανθρώπου σε μεταβαλλόμενα EMF έως 300 GHz, οι οποίες περιελάμβαναν το φάσμα EMF ραδιοσυχνοτήτων. Από τότε, εκεί υπήρξε ένα σημαντικό επιστημονικό σώμα που ασχολείται περαιτέρω με τη σχέση μεταξύ των EMF ραδιοσυχνοτήτων και των δυσμενών αποτελεσμάτων για την υγεία, καθώς και σημαντικές εξελίξεις στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν EMF ραδιοσυχνοτήτων. Αντίστοιχα, το ICNIRP ενημέρωσε το τμήμα EMF ραδιοσυχνοτήτων των Κατευθυντήριων γραμμών το 1998. Αυτό το έγγραφο παρουσιάζει αυτές τις αναθεωρημένες Οδηγίες, οι οποίες παρέχουν προστασία για ανθρώπους από την έκθεση σε EMF από 100 kHz έως 300 GHz. Τα σημερινά πρότυπα στην Ευρώπη προέρχονται από την ευρωπαϊκή σύσταση του 1999 για τη ραδιοσυχνότητα, η οποία βασίζεται στις συστάσεις της ICNIRP του 1998. Το ICNIRP έλαβε υπόψη τα δεδομένα από τη δημοσίευση της μελέτης «Interphone» αμέσως μόλις δημοσιεύθηκε και θεωρεί ότι, σε συνδυασμό με τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα, «τα αποτελέσματα της μελέτης Interphone δεν παρέχουν οποιονδήποτε λόγο για τροποποίηση των τρεχουσών συστάσεων σχετικά με τα όρια έκθεσης». Στο χώρο εργασίας, οι οριακές τιμές όσον αφορά τους περιορισμούς (SAR) δεν εξαρτώνται από τη συχνότητα (Πίνακας 8).

Πίνακας 8 Θεμελιώδεις οριακές τιμές που προτείνονται από την ICNIRP για την έκθεση του κοινού και εργάτες (μη μετρήσιμες): μέσες τιμές που πρέπει να επιτευχθούν σε χρόνο 6 λεπτών σε 10 g

	Μέσος ΣΕΑ στο σώμα (W/kg)	Κεφαλή SAR και κορμός (W/kg)	Νομοθετικό Νομοθεσία
Το αποτέλεσμα που καθιερώθηκε	4	-	-
Όριο για τους εργαζόμενους	0.4	10	Directive 2004/40/ EC
Όριο για το κοινό	0.08	2	ER 1999/519/EC

Πίνακας 9 Παραδείγματα μετρήσιμων οριακών τιμών που προτείνει η ICNIRP για την έκθεση του δημοσίου και εργαζομένων

Συχνότητες (MHz)	Ηλεκτρικό πεδίο (V/m)	Μαγνητικό πεδίο (IT)	Πληθυσμός
Από 10 -100	61	0.2	Εργαζόμενοι
	28	0.092	Κοινό
915	91	0.3	Εργαζόμενοι
	42	0.14	Κοινό
1800	127	0.4	Εργαζόμενοι
	58	0.2	Κοινό

Επίπεδα αναφοράς με στόχο τη συμμόρφωση με αυτά τα όρια και τα οποία μπορούν να μετρηθούν στο πεδίο σχετίζονται με αυτά (Πίνακας 9)

Το όριο έκθεσης του κοινού εκφράζεται σε όρους βασικών περιορισμών (SAR ολόκληρου του σώματος λιγότερο από 0,08 W/kg και SAR 2 W/kg σε 10 g για τοπικά έκθεση, για το κεφάλι). Αντιστοιχίζεται επίσης με επίπεδα αναφοράς, που ορίζονται ως συνάρτηση της συχνότητας (π.χ. $S = 4,5 \text{ W/m}^2$ ή $E = 41 \text{ V/m}$ στα 900 MHz). Αυτές οι τιμές είναι πέντε φορές μικρότερες από ό,τι για τους εργαζόμενους (Πίνακες 9 και 10). Τα πρότυπα IEEE, τα οποία λειτουργούν ως βάση για τους αμερικανικούς κανονισμούς, είναι ανάλογα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και

ορίζονται μηχανισμοί ελέγχου για τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τους σταθμούς κεραιών όλων των ειδών.

Από πλευράς Ελληνικής νομοθεσίας έχουν εκδοθεί τα εξής:

1. Η κοινή υπουργική απόφαση υπ' αριθμό 5357/3839 ΦΕΚ 1105/Β' /6-9-2000 των Υπουργείων Ανάπτυξης -ΠΕΧΩΔΕ- Υγείας- Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Μεταφορών-Επικοινωνιών με θέμα :<Μετρά προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στη ξηρά>με την οποία υιοθετούνται τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ορίζονται μηχανισμοί ελέγχου για τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τους σταθμούς κεραιών όλων των ειδών.
2. Η Κοινή Υπουργική Απόφαση με αριθμό 3060 (ΦΟΡ) 238 (ΦΕΚ Αρ. 512/Β'/25.5.2002) των Υπουργείων Ανάπτυξης, ΠΕΧΩΔΕ και Υγείας — Πρόνοιας με θέμα: <τα μέτρα προφύλαξης του από τη λειτουργία διατάξεων εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων>.

Κατευθυντήριες οδηγίες ICNIRP

Πίνακας 10. Βασικοί περιορισμοί για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο από 100 kHz έως 300 GHz, για κατά μέσο όρο διαστήματα ≥ 6 λεπτά.α

Έκθεση σεναρίου	Εύρος συχνότητας	Μέσος όρος ολόκληρου του σώματος SAR (W kg ⁻¹)	Τοπικό Κεφάλι/Κορμός SAR (W kg ⁻¹)	Τοπικό άκρο SAR (W kg ⁻¹) ¹⁾	Τοπικός Sab (Wm ⁻²) ²⁾
Επαγγελματική	100 kHz to 6 GHz	0.4	10	20	AA
	>6 to 300 GHz	0.4	AA	AA	100
Γενικό κοινό	100 kHz to 6 GHz	0.08	2	4	AA
	>6 to 300 GHz	0.08	AA	AA	20

Σημείωση:

1. Η "AA" σημαίνει "άνευ αντικειμένου" και δεν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη κατά τον προσδιορισμό της συμμόρφωσης.
2. Ο μέσος όρος SAR ολόκληρου του σώματος πρέπει να είναι κατά μέσο όρο πάνω από 30 λεπτά.
3. Οι τοπικές εκθέσεις SAR και Sab πρέπει να είναι κατά μέσο όρο πάνω από 6 λεπτά.
4. Η τοπική SAR πρέπει να είναι κατά μέσο όρο πάνω από 10 g κυβικής μάζας.
5. Το τοπικό Sab πρέπει να είναι κατά μέσο όρο πάνω από μια τετραγωνική επιφάνεια 4 cm^2 του σώματος. άνω των 30 GHz, επιβάλλεται πρόσθετος περιορισμός, έκθεση κατά μέσο όρο σε μια τετραγωνική επιφάνεια 1 cm^2 του σώματος περιορίζεται σε δύο φορές μεγαλύτερο από τον περιορισμό των 4 cm^2 .

Ανάλογα με το εύρος των συχνοτήτων που εξετάζονται, οι αλληλεπιδράσεις κύματος-ύλης η μη ιονίζουσα ακτινοβολία δεν βασίζεται στις ίδιες φυσικές ιδιότητες του κύματος.

Οι σχετικές μονάδες μέτρησης για τον χαρακτηρισμό των αλληλεπιδράσεων δεν είναι επομένως ίδιες και τα βιολογικά αποτελέσματα ποικίλλουν ανάλογα με το είδος της ακτινοβολίας (Πίνακας 11).

Οι ιστοί ή τα όργανα-στόχοι διαφέρουν ως συνάρτηση του πιθανού τρόπου λειτουργίας της αλληλεπίδρασης. Κατά συνέπεια, οι βιολογικές επιδράσεις που λαμβάνονται υπόψη σε καθορισμένες οριακές τιμές που δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα πρότυπα για τη χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, δεν είναι ίδιες ανάλογα με τη συχνότητα. Οι χαμηλότερες συχνότητες έχουν κυρίαρχη δράση μέσω της διέγερσης των διεγερσιμων ιστών (μύες, καρδιά, νευρικό σύστημα) ενώ οι υψηλότερες προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας, με μια συνέχεια μεταξύ των δύο.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να τηρούνται οι οριακές τιμές έκθεσης. Εκφράζονται στη μονάδα αναφοράς του εξεταζόμενου εύρους κυμάτων (Πίνακας 12). Συμμόρφωση με βασικούς περιορισμούς στη συνέχεια προϋποθέτουν μετρήσεις ή/και υπολογισμούς.

Για παράδειγμα, το SAR είναι μια παράμετρος που δεν μπορεί να ληφθεί εύκολα και δεν μπορεί να μετράται άμεσα, όπως ακριβώς τα επαγόμενα ρεύματα στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων. Συνεπώς, για συχνότητες όπου το SAR είναι η ποσότητα αναφοράς, οι υπολογισμοί καθιστούν δυνατή την εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος που δεν πρέπει να ξεπεραστεί, για μια δεδομένη συχνότητα, επομένως δεν γίνεται υπέρβαση των οριακών τιμών SAR στις πιο δυσμενείς συνθήκες έκθεσης που μπορεί να συναντηθούν και δεδομένης της ποικιλομορφίας των ατόμων. Έτσι, στην περίπτωση πομπών αρκετά μακριά από την πηγή (όπως κεραίες ρελέ για παράδειγμα), τα ρυθμιστικά κατώφλια μεταφέρονται, ακολουθώντας ένα καλά καθορισμένο πρωτόκολλο, σε πιο εύκολα μετρήσιμες ποσότητες

όπως π.χ. το ηλεκτρικό πεδίο εκφρασμένο σε βολτ ανά μέτρο (V/m) ή την προσπίπτουσα ισχύ εκφρασμένο σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο (W/m²). Αυτές οι δύο τιμές συνδέονται με την παρακάτω σχέση:

$$P = \frac{1}{4} E^2 = 377$$

όπου P είναι η προσπίπτουσα ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας σε W/m² και E είναι η τιμή του ηλεκτρικού πεδίου σε V/m.

Τα βιολογικά φαινόμενα που λαμβάνονται υπόψη για την αποτροπή δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση των κυμάτων με την ύλη ανάλογα με τη συχνότητα. Εκφράζονται με διαφορετικούς τρόπους, σε συνάρτηση με τον κατεξοχήν τύπο πεδίου, ηλεκτρικού ή μαγνητικού, και της συχνότητάς του.

Φάσμα συχνοτήτων	Φυσικές μεταβλητές	Μονάδες		Επιδράσεις πίσω από τις οριακές τιμές με στόχο την αποτροπή δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία
0-1 Hz	Μαγνητική επαγωγή για στατικά πεδία (μηδενική συχνότητα)	T		Επιδράσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα/ηλεκτρική επιφάνεια φόρτισης-επαγωγή σε ηλεκτρικό πεδίο σε ιστούς κίνησης
	Τρέχουσα πυκνότητα για μεταβλητά πεδία στο χρόνο	A/m ²		Διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος
1Hz-100Hz	Τρέχουσα πυκνότητα	A/m ²		Διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος
100 kHz- 10MHz	Τρέχουσα πυκνότητα και ειδικός ρυθμός απορρόφησης	A/m ²		Διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος
		W/kg		Γενικευμένη θερμική καταπόνηση του σώματος, τοπική θέρμανση
10MHz- 10GHz	Ειδικός ρυθμός απορρόφησης	W/kg		Γενικευμένη θερμική καταπόνηση του σώματος, τοπική θέρμανση

10-300GHz	Ενέργεια	W/m ²		θέρμανση των ιστών στην επιφάνεια ή κοντά στην επιφάνεια του σώματος
300GHz ιονίζουσα ακτινοβολία	Ενέργεια φωτονίων	eV		θέρμανση των ιστών στην επιφάνεια ή κοντά στην επιφάνεια του σώματος, φωτοχημική αντίδραση

Πίνακας 11 Τάξεις μεγέθους και φαινόμενα αναφοράς ως συνάρτηση της συχνότητας

T: tesla; A/m²: αμπερ ανά τετραγωνικό μέτρο. W/kg: Watt ανά χιλιόγραμμα. W/m² : Watt ανά τετραγωνικό μετρητής; eV: ηλεκτρόνιο-βολτ

Έως 100 kHz, περιλαμβάνει πεδία και ρεύματα που μπορούν να οδηγήσουν στη διέγερση των διεγέρσιμων ιστών (νευρικό και μυϊκό σύστημα).

Πάνω από τα 10 MHz, η απορρόφηση από τους ιστούς γίνεται κυρίαρχη και η θέρμανση στον ουσιαστικό μηχανισμό. Στις ενδιάμεσες συχνότητες, υπάρχει ένα μείγμα των δύο.

5.8 ΥΠΕΡΒΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΥ ΚΟΙΝΟ

Την περίοδο 2000-2020 κλιμάκια της ΕΕΑΕ και εξουσιοδοτημένων από αυτή φορέων διενήργησαν σχεδόν 19.000 αυτοψίες και επί τόπου μετρήσεις στο περιβάλλον σταθμών κεραιών όλων των ειδών που παρέχουν πάσης φύσεως τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες σε όλη τη χώρα. Όλη αυτή την περίοδο, υπερβάσεις των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε υψίσυχνη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε θέσεις στις οποίες είναι ελεύθερη και δυνατή η πρόσβαση του γενικού πληθυσμού διαπιστώθηκαν σε 121 περιπτώσεις.

Οι περισσότερες (103) αφορούσαν μετρήσεις σε χώρους που πρακτικά συνιστούν πάρκα κεραιών εκτός οικιστικού ιστού, ενώ οι υπόλοιπες αφορούσαν μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο περιβάλλον σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας (17) και κεραιοδιατάξεις ραδιοερασιτεχνικού σταθμού (1). Για καθεμία από αυτές τις περιπτώσεις η ΕΕΑΕ ενήργησε τάχιστα και σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, προκειμένου να αρθεί η αιτία της δυσλειτουργίας και να ληφθούν τα αναγκαία κατά περίπτωση μέτρα προφύλαξης του κοινού – κάτι το οποίο επιβεβαιώνεται με επανέλεγχο και επί τόπου μετρήσεις από συνεργεία της Υπηρεσίας μας. Οι υπερβάσεις και πιθανές υπερβάσεις για το έτος 2020 παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 12:

Τοποθεσία μέτρησης	Σύνδεσμος	Συμπεράσματα
Δοβρούτσι, Ν. Λάρισας	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1000124/24.08.2020	Υπέρβαση
Πάρκο κεραιών πλησίον οικισμού Πλάκας Έβρου	http://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1403137/22.09.2020	Υπέρβαση και πιθανή υπέρβαση
Πάρκο κεραιών πλησίον του Μεταξά Κοζάνης	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/3006033/02.10.2020	Υπέρβαση
Ύψωμα Παλαιοπάργα, Δήμος Πάργας	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1001323/08.07.2020	Υπέρβαση
Καλλιθέα, Ν.Φωκίδας	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1001023/06.08.2020	Πιθανή υπέρβαση
Ύψωμα πλησίον Ι.Μ. Οσίου Παταπίου, Ν. Κορινθίας	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1000322/16.07.2020	Πιθανή υπέρβαση
Ύψωμα Πρ. Ηλία πλησίον Ερατεινής, Ν. Φωκίδας	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1402083/05.08.2020	Υπέρβαση και πιθανή υπέρβαση
Πλησίον οικισμού Αγγίδια Νάξου	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1000247/30.09.2020	Πιθανή υπέρβαση
Ύψωμα Αίπος Χίου	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1200416/10.08.2020	Υπέρβαση
Κτίριο επί της οδού Ποντηρακλειάς 6, Δήμος Αθηναίων	https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1402815/29.01.2020	Υπέρβαση
Κτίριο επί της οδού Σερρών 2, Δήμος Λυκόβρυσης –	- *	Υπέρβαση και πιθανή υπέρβαση

Πιν.12*Πρόκειται για περίπτωση κεραιοδιατάξεων ραδιοερασιτεχνικού σταθμού στο περιβάλλον των οποίων παρατηρήθηκε υπέρβαση και πιθανή υπέρβαση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού. Οι μετρήσεις στους σταθμούς αυτούς δεν εμφανίζονται στον χάρτη μετρήσεων στον διαδικτυακό τόπο της ΕΕΑΕ.

Παράλληλα, κλιμάκια της ΕΕΑΕ έχουν πραγματοποιήσει επί τόπου μετρήσεις των επιπέδων των δημιουργούμενων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον όλων των τύπων γραμμών, υποσταθμών και διατάξεων του συστήματος μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη τη χώρα. Σε σύνολο πλέον των 761 ελέγχων την περίοδο 2000-2020, σε 11 περιπτώσεις διαπιστώθηκαν υπερβάσεις των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού. Για καθεμία από αυτές τις περιπτώσεις η ΕΕΑΕ ενήργησε αρμοδίως σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, προκειμένου να αρθεί η αιτία της δυσλειτουργίας και να ληφθούν τα αναγκαία, κατά περίπτωση, μέτρα προφύλαξης του κοινού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

6.1 .ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα υπάρχοντα πρότυπα έκθεσης βασίζονται σε οξείες επιδράσεις που αναγνωρίζονται ότι οφείλονται σε θέρμανση πάνω από ένα ορισμένο επίπεδο ισχύος. Ειδικότερα, αλλαγές στη συμπεριφορά των ζώων που εκτέθηκαν σε επίπεδα άνω των 4 W/kg έχουν χρησιμεύσει ως αναφορά. Η θέρμανση εντός των ιστών είναι αμελητέα κατά την έκθεση που συνδέεται με εφαρμογές ασύρματων επικοινωνιών. Η έρευνα για τις επιπτώσεις της ραδιοσυχνότητας στην υγεία πρέπει να επικεντρωθεί σε πιθανές επιδράσεις μη θερμικής προέλευσης.

Η ραγδαία ανάπτυξη της κινητής τηλεφωνίας και των ασύρματων επικοινωνιών έχει υποκινήσει σημαντικές και παγκόσμιες ερευνητικές προσπάθειες για το θέμα, στις οποίες περισσότερα από 10 εκατομμύρια ευρώ ετησίως έχουν αφιερωθεί τα τελευταία 18 χρόνια. Στην Ευρώπη η έρευνα αυτή ήταν πιο ενεργή (Μεγάλη Βρετανία, Γερμανία, Ιταλία και τη Φινλανδία ειδικότερα), αλλά και στην Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, τις Ηνωμένες Πολιτείες και Αυστραλία. Οι περισσότερες κυβερνήσεις έχουν λάβει πολύ σοβαρά υπόψη τον πιθανό αντίκτυπο υγείας των τεχνολογιών ραδιοσυχνότητας. Αρκετές εθνικές και διεθνείς επιτροπές έχουν συντάξει πολύ λεπτομερείς εκθέσεις για το θέμα. Τον Οκτώβριο του 2012, υπήρχαν 2421 εργασίες που περιγράφουν μελέτες για την κινητή τηλεφωνία.

Μέσα σε αυτό το σύνολο γνώσεων, περισσότερες από 550 μελέτες αφορούν την κινητή τηλεφωνία. Δεδομένου ότι η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη σε αυτόν τον τομέα, η αξιολόγηση κινδύνου, η οποία βασίζεται στην ανάλυση των αποτελεσμάτων που δημοσιεύθηκαν σε επιστημονικές ανασκοπήσεις, έχει δείξει τη σημασία των μελετών αντιγραφής. Τέτοιες μελέτες καθιστούν δυνατή τη διασφάλιση ότι οι βιολογικές επιπτώσεις που περιγράφονται από μία ερευνητική ομάδα αναπαράγονται από μία ή περισσότερες ανεξάρτητες ομάδες. Τα αποτελέσματα που δεν μπορούν να αναπαραχθούν μετά από πολλές προσπάθειες λαμβάνονται περισσότερο υπόψη στην ανάλυση κινδύνου. Αυτό δεν αφορά μόνο το πεδίο έρευνας, αλλά είναι κοινό για όλες τις μελέτες που στοχεύουν στην ανάδειξη των επιπτώσεων της χαμηλής δόσης. Η ποιότητα της έρευνας και των αξιολογήσεων έχει προχωρήσει πολύ σημαντικά τα τελευταία 10 χρόνια, ιδιαίτερα χάρη στην πρόοδο που σημειώθηκε στην διαχείριση συστημάτων έκθεσης και δοσιμετρίας. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν πολυάριθμα μεθοδολογικά κενά, όπως

μαρτυρεί η πρόσφατη ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο Afsset 2009 and Advisory Group of Non Ionizing Radiation (AGNIR) 2012. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τη μεγάλη πλειονότητα των δημοσιεύσεων που μαρτυρούν τις βιολογικές επιδράσεις των ραδιοσυχνοτήτων.

6.2 ΚΥΤΤΑΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Μελέτες *in vitro* που πραγματοποιήθηκαν σε κυτταρικές καλλιέργειες (ζώου ή ανθρώπου) επιτρέπουν σε ζώα μελέτες που πρέπει να εκπονηθούν και να αυξηθεί η κατανόησή μας για ορισμένους μηχανισμούς. Οι επιδράσεις των πεδίων RF χαμηλού SAR στη δραστηριότητα του ενζύμου ορνιθίνη αποκαρβοξυλάση* (ODC), που περιγράφεται από την ομάδα Litovitz στις Ηνωμένες Πολιτείες, δεν έχουν επιβεβαιωθεί σε βάθος μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της «Εκτέλεσης Ευρωπαϊκού Προγράμματος Β». Η απουσία γονιδιοτοξικών επιδράσεων (στο DNA*) της RF σε χαμηλό SAR επιβεβαιώνεται από τις πιο πρόσφατες μελέτες. Αποτελέσματα που δημοσιεύθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Reflex» διατήρησαν πολλές αβεβαιότητες και διαμάχες ζωντανές, αλλά δεν μπόρεσαν να αναπαραχθούν από άλλες ομάδες. Οι μελέτες για τη διαδικασία της απόπτωσης φαίνεται να είναι αντιφατικές, γιατί έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά μοντέλα και είναι δύσκολο να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Παρ' όλα αυτά, δεν φαίνεται να υπάρχει καμία μη θερμική επαγωγική επίδραση της RF στην κυτταρική απόπτωση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι μελέτες που χρησιμοποιούν κύτταρα εγκεφαλικής προέλευσης, περισσότερο εκτεθειμένα σε περίπτωση χρήσης κινητού τηλεφώνου, δεν παρουσιάζουν καμία επίδραση της ραδιοσυχνότητας σε ποσοστά απόπτωσης.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν επίσης επικεντρωθεί στη γονιδιακή έκφραση, το θερμικό σοκ ή πρωτεΐνες στρες ή ελεύθερες ρίζες χωρίς να είναι εμφανής κάποια ακριβής δράση της ραδιοσυχνότητας σε χαμηλά επίπεδα ισχύος.

Συμπερασματικά, καμία βιολογική επίδραση δεν έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά σε μη θερμικά επίπεδα σε μελέτες *in vitro*.

6.3 ΜΕΛΕΤΕΣ ΖΩΩΝ

Η χρήση ζωικών μοντέλων είναι εξαιρετικά χρήσιμη, γιατί το καθιστούν δυνατό να αποκτήσουν πληροφορίες σχετικά με τις βιολογικές επιπτώσεις και τις επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση σε σωματικούς ή χημικούς παράγοντες, οι οποίοι δεν μπορούν να αποκτηθούν στον άνθρωπο για προφανείς ηθικούς λόγους.

Έχει διεξαχθεί μεγάλος αριθμός μελετών σε ζώα που καλύπτουν ιδιαίτερα τις διαφορετικές συχνότητες και διαμορφώσεις της κινητής τηλεφωνίας. Είναι προφανές, με βάση τα δημοσιευμένα δεδομένα, ότι η μεγάλη πλειοψηφία των βιολογικών φαινομένων που αναφέρθηκαν αφορούν θερμικές επιδράσεις που εμφανίζονται σε υψηλά επίπεδα SAR. Οι βιολογικές επιδράσεις που βρέθηκαν μπορεί να οφείλονται είτε σε αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών, είτε σε φυσιολογικές αποκρίσεις με στόχο την ελαχιστοποίηση της αύξησης της θερμοκρασίας (θερμορύθμιση). Τα τελευταία 10 χρόνια, βελτιώσεις στα συστήματα έκθεσης για τα ζώα καθώς και η πρόοδος στη δοσιμετρία επέτρεψαν τον καλύτερο χαρακτηρισμό του SAR μέσα στους οργανισμούς.

Χρησιμοποιώντας νέα καλά χαρακτηρισμένα συστήματα έκθεσης, είναι πλέον δυνατή η μελέτη και πιο αποτελεσματικά στα πιθανά αποτελέσματα των τοπικών εκθέσεων προσομοιώνοντας τη χρήση των πηγών όπως τα κινητά τηλέφωνα και να λαμβάνεται καλύτερα υπόψη η περίπτωση της έκθεσης ολόκληρου του σώματος του ζώου σε σχέση με τις εκπομπές από τους σταθμούς βάσης.

Ένα μεγάλο μέρος των μελετών σε ζώα έχει επικεντρωθεί σε μοντέλα καρκίνου. Όλες οι μακροχρόνιες μελέτες ή εκείνες στις οποίες προκλήθηκαν όγκοι υποδεικνύουν ότι η RF δεν είναι καρκινογόνος στα ζώα. Σε μία μόνο μελέτη που έδειξε καρκινογόνο δράση, όπου χρησιμοποιήθηκαν διαγονιδιακά ποντίκια προκειμένου να αυξηθεί η συχνότητα εμφάνισης λεμφωμάτων. Μια αύξηση της συχνότητας εμφάνισης όγκων παρατηρήθηκε μετά από έκθεση σε ακτινοβολία GSM. Αυτά τα αποτελέσματα δεν έχουν επιβεβαιωθεί σε δύο παρόμοιες μελέτες αντιγραφής, μία εκ των οποίων πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Perform A». Με την επιφύλαξη των όρων μεταφοράς των μελετών σε ζώα σε ανθρώπους, δεν το κάνει να φαίνεται ότι η έκθεση σε σήματα κινητής τηλεφωνίας αυξάνει τη συχνότητα εμφάνισης όγκων, είτε βραχυπρόθεσμα είτε μακροπρόθεσμα. Τα αποτελέσματα των περισσότερων εργασιών που δεν σχετίζονται με τον καρκίνο δεν έχουν αποκαλύψει επιβλαβείς επιπτώσεις για μη θερμικές πειραματικές συνθήκες, συγκρίσιμες με τον πραγματικό άνθρωπο έκθεση (μνήμη, ακοή, αιματοεγκεφαλικός φραγμός κ.λπ.).

6.4 ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Ανθρώπινες διπλές-τυφλές εργαστηριακές μελέτες συνίστανται στην έκθεση εθελοντών σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία και στη διεξαγωγή είτε βιολογικών (επίπεδα ορμονών για παράδειγμα) ή μελέτες συμπεριφοράς (αντίληψη, μνήμη, μάθηση κ.λπ.), με διάφορα τεστ που έχουν χρησιμοποιήσει πρωτόκολλα που αφορούν ουσιαστικά την έκθεση σε κινητά τηλέφωνα. Για παράδειγμα, δύο ομάδες, μία Βρετανική και μία Φινλανδική, υπέβαλαν παιδιά σε δοκιμές συμπεριφοράς με ή χωρίς έκθεση στα σήματα από κινητά τηλέφωνα. Σε αυτά τα διπλά τυφλά πειράματα, δεν έχει παρατηρηθεί διαφορά μεταξύ των εκτεθειμένων και μη εκτεθειμένων. Χρησιμοποιώντας τεχνικές εγκεφαλικής απεικόνισης, αδύναμα αποτελέσματα εντός φυσιολογικών ορίων έχουν παρατηρηθεί σε παραλλαγές στην εγκεφαλική ροή αίματος σε περιορισμένο αριθμό εθελοντών σε δύο μελέτες όπου η έκθεση χαρακτηρίστηκε καλή. Αυτές οι μελέτες δεν έχουν αναπαραχθεί και δεν είναι οι ίδιες περιοχές του εγκεφάλου που αναπαράγονται και αφορούν και τις δύο περιπτώσεις. Όσον αφορά την έκθεση σε κύματα χαμηλού επιπέδου από σταθμούς βάσης, τα συμπεράσματα στο συνέδριο που διοργάνωσε ο ΠΟΥ το 2005 ήταν αρνητικά, με άλλα λόγια, καμία επίδραση στην υγεία δεν προκαλείται από τέτοια έκθεση. Κανένα νέο στοιχείο δεν επιτρέπει αυτό το συμπέρασμα να τεθεί υπό αμφισβήτηση.

6.5 ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

Ένα από τα βασικά ζητήματα που διακυβεύονται σήμερα αφορά την ευαισθησία των παιδιών στην ακτινοβολία ραδιοσυχνότητας από κινητά τηλέφωνα. Η ανησυχία αυτή δικαιολογείται από το γεγονός ότι το κεντρικό νευρικό σύστημα των παιδιών είναι ακόμα υπό ανάπτυξη και το κεφάλι τους θα μπορούσε να απορροφήσει την ακτινοβολία ραδιοσυχνότητας από τα τηλέφωνα διαφορετικά από τους ενήλικες. Σήμερα είναι δύσκολο να απαντήσει σε αυτές τις ερωτήσεις με εργαστηριακά πειράματα ή με αριθμητική προσομοίωση. Η κατανομή του SAR μέσα στα κεφάλια των παιδιών είναι κατ' αρχήν διαφορετική από αυτήν των ενηλίκων λόγω του χαμηλότερου πάχους του αυτιού και του κρανίου. Είναι έτσι πιθανόν ο SAR στην περιφέρεια του εγκεφάλου να είναι

αυξημένος στα παιδιά, ακόμη και αν και δεν υπάρχει επί του παρόντος συναίνεση μεταξύ των ειδικών για αυτό το θέμα. Ο ΠΟΥ έχει ορίσει ερευνητικές συστάσεις σχετικά με τα παιδιά. Ειδικότερα, αυτό συνιστά τη διεξαγωγή προοπτικών επιδημιολογικών μελετών κοόρτης σε παιδιά και εργαστηριακές μελέτες σε ζώα στη μήτρα ή σε νεαρά ζώα.

Συνολικά, τα αποτελέσματα των ανθρώπινων μελετών είναι αρνητικά ή δύσκολο να αναπαραχθούν. Ακόμη και στο ίδιο εργαστήριο, τα λίγα θετικά αποτελέσματα είναι πάντα χαμηλού πλάτους και δεν συγκλίνουν προς ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Μέχρι σήμερα, κανένα στοιχείο που έχει τεκμηριωθεί από ανθρώπινες μελέτες δεν καθιστά δυνατό το συμπέρασμα ότι τα σήματα ραδιοσυχνότητας αντιπροσωπεύουν πρόβλημα δημόσιας υγείας.

6.6. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Η μελέτη της σχέσης μεταξύ ενός παράγοντα κινδύνου και μιας ασθένειας, γίνεται με την πιο κατατοπιστική προσέγγιση που είναι αυτή της επιδημιολογίας όπου αφορά τους πληθυσμούς στο πραγματικό τους περιβάλλον. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτών των μελετών πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή δεδομένης της πολλαπλότητας των πιθανών παραγόντων κινδύνου που υπάρχουν στο περιβάλλον, στο οποίο δεν μπορούν όλα να ελεγχθούν. Μέχρι το 2003, η πλειονότητα των επιδημιολογικών μελετών, τύπου case control, αφορούσε τη συχνότητα εμφάνισης όγκων σε χρήστες κινητών τηλεφώνων. Δεν ήταν δυνατό να καταλήξουμε σε ένα αποτέλεσμα, επειδή τα δεδομένα έκθεσης αμαυρώνονταν πάντα από σημαντικές αβεβαιότητες και γιατί η στατιστική ισχύς ήταν συνήθως ανεπαρκής. Μια διεθνής πολυκεντρική μελέτη πραγματοποιήθηκε λοιπόν στο πλαίσιο του προγράμματος Interphone συσχετίζοντας 13 χώρες. Η συγκέντρωση όλων των δεδομένων καθιστά δυνατή την απόκτηση υψηλής στατιστικής ισχύς, με άλλα λόγια έχουμε καλύτερη εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα. Η Interphone ήταν υπό την επίβλεψη του Διεθνούς Οργανισμού Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) και αφορούσε όγκους της κεφαλής και του τραχήλου. Λόγω της δυσκολίας της γνώσης με επαρκή ακρίβεια το επίπεδο έκθεσης των χρηστών, διάφορα μέσα εφαρμόστηκαν για την επίτευξη της καλύτερης δυνατής ταξινόμησης. Ορισμένα αποτελέσματα δείχνουν, για χρήση άνω των 10 ετών, αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακουστικού νευρινώματος, σπάνιος καλοήθης όγκος, στην πλευρά της χρήσης του κινητού τηλεφώνου χωρίς τους μελετητές να καταλήγουν σε μια αιτιακή σχέση μεταξύ έκθεσης και ανάπτυξης του νευρινώματος. Τα

συνολικά αποτελέσματα της μελέτης Interphone για τα γλοιώματα και τα μηνιγγιώματα έχουν δημοσιευθεί. Η μελέτη δεν δείχνει σημαντικό κίνδυνο γλοιώματος ή μηνιγγιώματος για άτομα που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο για περισσότερο από τέσσερα χρόνια, αλλά εμφανίζει προστατευτική δράση, την οποία αποδίδουν οι συγγραφείς σε μεροληψία και μεθοδολογικά λάθη. Μεταξύ ατόμων που έχουν χρησιμοποιήσει κινητά τηλέφωνα από ένα έως τέσσερα χρόνια, η μελέτη δείχνει σημαντικό κίνδυνο γλοιώματος, για πολύ μεγάλη χρήση (αρκετές ώρες την ημέρα). Οι μελετητές και το ICNIRP σημειώνουν ότι αυτή η κατηγορία χρηστών περιλαμβάνει άτομα που ανέφεραν εξαιρετικά απίθανους χρόνους χρήσης.

Μια άλλη μελέτη περίπτωσης ελέγχου του ίδιου τύπου, το CEFALO, για καρκίνους στα παιδιά (7 έως 19 ετών), δημοσιεύτηκε χωρίς να αναφέρεται αυξημένος κίνδυνος που σχετίζεται με χρήση κινητού τηλεφώνου ενώ η μελέτη MOBI-KIDS βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη.

Τον Μάιο του 2011, η έκθεση των κινητών τηλεφώνων σε ραδιοσυχνότητες ταξινομήθηκε ως «πιθανώς καρκινογόνος για τον άνθρωπο» (ομάδα 2B) μετά από εκτίμηση ειδικού διοργανώθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC). Αυτή η γνώμη βασίστηκε στην ύπαρξη περιορισμένων στοιχείων ουσιαστικά μετά την ανάλυση της μελέτης INTERPHONE σχετικά με το γλοιώμα. Για τους κινδύνους που συνδέονται με τις ραδιοσυχνότητες που εκπέμπονται σε περιβάλλοντα εργασίας (ραντάρ, θερμοσυγκόλληση κ.λπ.) και στο περιβάλλον, από κεραία εκπομπής τηλεόρασης, ραδιοφώνου και τηλεφωνίας καθώς και άλλα ασύρματα συστήματα επικοινωνίας (Wifi, Bluetooth κ.λπ.), το επίπεδο απόδειξης θεωρείται ανεπαρκής για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Αυτή η ταξινόμηση αφορά μόνο καρκίνο και αξιολογεί την κατάσταση γνώσης χωρίς να ποσοτικοποιήσει τον κίνδυνο. Οι μελέτες κοόρτης* ξεκίνησαν σε αρκετές χώρες της Βόρειας Ευρώπης το 2008 (COSMOS). Μια τεράστια επιδημιολογική μελέτη κοόρτης που διεξήχθη για 18 χρόνια στη Δανία έχει δημοσιευτεί. Ο πληθυσμός του δείγματος αποτελείτο από 358.403 άτομα των οποίων η κατάσταση της υγείας παρακολουθήθηκε μεταξύ 1990 και 2007: υπήρχαν 10.729 όγκοι του κεντρικού νευρικού συστήματος (5.111 στους άνδρες και 5.618 στις γυναίκες), χωρίς οποιαδήποτε σημαντική διαφορά μεταξύ συνδρομητών και άλλων. Τα αποτελέσματα δεν δείχνουν ότι η παρατεταμένη χρήση κινητού τηλεφώνου στο γενικό πληθυσμό αυξάνει τον κίνδυνο όγκων του εγκεφάλου. Διεξήχθησαν αρκετές μελέτες για τη σύγκριση δεδομένων επίπτωσης από μητρώα καρκίνου σε διαφορετικές χώρες με προβλεπόμενα ποσοστά επίπτωσης γλοιώματος υπολογιζόμενα με τα πιο απαισιόδοξα αποτελέσματα των

επιδημιολογικών μελετών που παρακινούν την IARC ταξινόμηση. Δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των ποσοστών εμφάνισης γλοιώματος και τη χρήση του κινητού τηλεφώνου τις τελευταίες δεκαετίες. Επιπλέον, σπάνιες επιδημιολογικές μελέτες αφορούσαν σταθμούς βάσης ή FM σταθμούς αλλά δεν παρέχουν πειστικά στοιχεία.

Σε γενικές γραμμές, οι διαθέσιμες επιδημιολογικές μελέτες έχουν μεθοδολογικές προκαταλήψεις. Ειδικότερα, η έκθεση των προσώπων σπάνια είναι επαρκώς γνωστή, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη τεχνητή μείωση των διαστημάτων εμπιστοσύνης στους παράγοντες κινδύνου· ο αριθμός των περιπτώσεων είναι χαμηλός σε ορισμένες κατηγορίες έκθεσης, ο πληθυσμός ελέγχου είναι ανεπαρκώς εντοπισμένος, κ.λπ. Άλλες δυσκολίες στη διεξαγωγή και την ερμηνεία μελετών που συναντά, είναι η διάρκεια, το κόστος, η χαμηλή ισχύς για τη μελέτη σπάνιων ασθενειών.

*Η **μελέτη σειράς** ή **μελέτη κούρτης** είναι ένα είδος μελέτης παρατήρησης η οποία περιγράφει μια ομάδα ατόμων που έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό (π.χ. κάπνισμα ή υψηλά επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα) ή στις ζώες των οποίων έχει συμβεί ένα κοινό γεγονός, όπως έτος γέννησης (σειρά γέννησης) ή αποφοίτηση (σειρά αποφοίτησης). Είναι ένα από τα σημαντικότερα είδη μελετών στις επιστήμες υγείας και στις κοινωνικές επιστήμες και ιδίως στην επιδημιολογία.

6.7.ΥΠΕΡΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

Ορισμένα άτομα ισχυρίζονται ότι είναι υπερευαίσθητα στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, πράγμα που είναι γνωστό ως ηλεκτρουπερευαίσθησία (EHS ή σύνδρομο μικροκυμάτων). Μπορούν να υποφέρουν από συμπτώματα παρουσία πηγών RF. Έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες σε ευαίσθητα άτομα. Μια έκθεση, που δημοσιεύτηκε το 2003 από το εργαστήριο TNO στην Ολλανδία, επέστησε την προσοχή των μέσων ενημέρωσης και της επιστημονικής κοινότητας όπου παρατηρούνται αλλοιώσεις χαμηλού πλάτους στην ευημερία των εθελοντών που εκτέθηκαν στην ακτινοβολία από σταθμούς βάσης τύπου UMTS. Αυτή η έρευνα έχει δημιουργήσει πολύ κριτική και το πρωτόκολλό της έχει χρησιμεύσει ως βάση για πιο εις βάθος μελέτες, τα αποτελέσματα εκ των οποίων, στην Ελβετία και στη Μεγάλη Βρετανία, δεν τα έχουν επιβεβαιώσει με παρατηρήσεις. Περαιτέρω παρόμοιες μελέτες έχουν διεξαχθεί στη Δανία και σε Ιαπωνία, που είναι επίσης αρνητικά.

Ως συμπλήρωμα των μελετών τύπου TNO, έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες σε θέματα υπερευαίσθητα στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Τα συμπεράσματα του συνεδρίου που διοργανώθηκε σχετικά με αυτό το θέμα από τον ΠΟΥ το 2004 ήταν ότι η πραγματικότητα μιας τέτοιας υπερευαισθησίας στον ηλεκτρισμό και τη ραδιοσυχνότητα δεν έχει αποδειχθεί. Καθώς τα συμπτώματα είναι μη ειδικά, το σύνδρομο βαθμολογήθηκε με τον γενικότερο όρο ιδιοπαθής περιβαλλοντική μισαλλοδοξία. Έκτοτε, αρκετά άρθρα που ανασκοπούν τη βιβλιογραφία σχετικά με το θέμα έχουν καταλήξει ελλείψει απόδειξης οποιασδήποτε αιτιώδους συνάφειας μεταξύ της έκθεσης σε ραδιοσυχνότητες και των συμπτωμάτων. Από την άλλη, όλοι συμφωνούν στο γεγονός ότι η ταλαιπωρία των προσώπων είναι πραγματική και πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Ο πρωταρχικός στόχος της μελέτης για τις πηγές ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που προκαλούν τη μεγαλύτερη ανησυχία για τα ηλεκτροευαίσθητα άτομα, ήταν ο εντοπισμός πηγών ηλεκτρομαγνητικού πεδίου (EMF) που αποδίδονται σε αρνητικά αποτελέσματα υγείας από έναν γενικό πληθυσμό ηλεκτρουπερευαίσθητων (EHS) ατόμων. Δευτερεύων στόχος ήταν να διερευνηθούν οι διαφορές στις υποδεικνυόμενες πηγές σε υποομάδες που διακρίνονται με βάση το φύλο, τον τόπο διαμονής, τον τόπο εργασίας και την απόσταση μεταξύ του τόπου διαμονής και του πλησιέστερου σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας (MPBS). Η συγχρονική μελέτη με στόχο να περιγράψει και να αναλύσει τον πληθυσμό των ατόμων EHS πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου βασισμένου στο διαδίκτυο. Η πλήρης έρευνα αποτελούνταν από 32 ερωτήσεις και αφορούσε τα βασικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων και λεπτομέρειες σχετικά με την ευαισθησία στις ηλεκτρονικές συσκευές. Οι συμμετέχοντες θεωρούνταν EHS εάν απαντούσαν «ναι» στην ερώτηση «Επηρεάζουν αρνητικά την ευημερία σας οι ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές/τηλεπικοινωνιακές συσκευές;» και υπέδειξε τουλάχιστον μία συσκευή που κατά τη γνώμη τους είχε τέτοιο αντίκτυπο. Εντοπίστηκαν 408 άτομα EHS, από τα οποία 288 (70,73%) ήταν γυναίκες και 120 (29,27%) ήταν άνδρες. Τα τηλέφωνα, ειδικά οι κινητές συσκευές, αποδίδονται σε αρνητικά αποτελέσματα υγείας από τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων (309, 75,74% και 267, 65,44% για τηλέφωνα και κινητά τηλέφωνα, αντίστοιχα). Πρόσθετη ανάλυση υποομάδας έδειξε ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία συμμετέχοντες παραπονέθηκαν πιο συχνά για σωματικά συμπτώματα. Τα τηλέφωνα, ειδικά οι κινητές συσκευές, είναι η πιο σημαντική πηγή EMF που επηρεάζει τα θέματα EHS.

6.8. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΑ ΙΑΤΡΙΚΑ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ

Πολυάριθμες μελέτες οι οποίες διενεργήθηκαν για να καθοριστεί εάν η έκθεση στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία των ασύρματων επικοινωνιών τροποποιούν τη λειτουργία των παθητικών εμφυτευμάτων (μεταλλικές ακίδες για παράδειγμα) ή ενεργά εμφυτεύματα (προσομοιωτές καρδιάς, και τα λοιπά.). Υπάρχουν πάρα πολλοί συνδυασμοί τρόπων έκθεσης και συσκευών που τοποθετούνται μέσα στο σώμα, σε οικογενειακό, επαγγελματικό ή ιατρικό περιβάλλον.

Οι ενεργές εμφυτευμένες συσκευές βελτιώνονται συνεχώς σε σχέση με τη συμβατότητα τους με τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία του περιβάλλοντος. Σήμερα, μπορεί να θεωρείται ικανοποιητική για τις σύγχρονες συσκευές, παρόλο που συνιστάται η διατήρηση των κινητών τηλεφώνων σε απόσταση μεγαλύτερη από 15 cm από το καρδιακό διεγέρτη ή απινιδωτή. Στα νοσοκομεία, η αβεβαιότητα παραμένει σχετικά με τις πιθανές παρεμβολές μεταξύ των εκπομπών ραδιοσυχνότητας και ορισμένων ευαίσθητων συσκευών, που είναι επίσης ζωτικής σημασίας, για την υγεία των νοσηλεύομενων ασθενών. Για παράδειγμα, κινητά τηλέφωνα απαγορεύονται σε υπηρεσίες που διαθέτουν πολυάριθμες ζωτικής σημασίας ηλεκτρονικές συσκευές. Ωστόσο, αυτές οι απαγορεύσεις καταργούνται επί του παρόντος, τουλάχιστον εκτός των ευαίσθητων περιοχών όπως πτέρυγες ανάνηψης.

6.9 ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΝΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 5G

Στη Βρετανία όπου διεξήχθησαν οι πρώτοι έλεγχοι σε σταθμούς δικτύων 5G, διαπιστώθηκε ότι τα επίπεδα ακτινοβολίας αντιστοιχούν σε απειροελάχιστα κλάσματα των ανώτατων επιτρεπτών ορίων.

Οι πολίτες της χώρας εκφράζουν τις ανησυχίες τους και το φόβο τους για την εγκατάσταση δικτύων 5G καθώς θεωρούν ότι οι νέες κεραιές θα είναι επικίνδυνες για τους ίδιους. Ωστόσο, παρά το κλίμα φόβου που υποδαυλιζόταν και από θεωρίες συνωμοσιολογικού χαρακτήρα, η Ofcom που είναι ο αρμόδιος ρυθμιστής στη Βρετανία, δεν βρήκε κανένα αναγνωρίσιμο ρίσκο στους ελέγχους που διενήργησε, μετά την ανάπτυξη των πρώτων πύργων 5G.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις, η ακτινοβολία από τις κεραιές τεχνολογίας 5G ανέρχεται μόλις στο 0,039% του ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου έκθεσης, όπως έχει οριστεί από την Διεθνή Επιτροπή για την Προστασία από Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP).

Αυτό αποδεικνύει ότι δεν επηρεάζει σημαντικά τα κύτταρα. «Οι μετρήσεις σε κάθε έναν από τους σταθμούς ήταν σε ένα απειροελάχιστο ποσοστό των ανώτατων επιπέδων», διαβεβαίωσε εκπρόσωπος της Ofcom.

Σε δέκα πόλεις της Βρετανίας έγιναν μετρήσεις σε 16 διαφορετικές περιοχές όπου έχουν ήδη στηθεί δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στο Μπέρμιγχαμ όπου αυτό που ελέγχθηκε ήταν η ισχύς του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Η Ofcom μετρά την ένταση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε τηλεπικοινωνιακούς πύργους κινητής τηλεφωνίας από το 2003. Τέσσερις μεγάλες εταιρείες στην Βρετανία εγκατέστησαν δίκτυα 5G, προτρέποντας την Ofcom να ελέγξει το δίκτυο τους. Η Ofcom σημειώνει πως η λειτουργία αυτών των κεραιών είναι περιορισμένη για την ώρα. «Προφανώς η ανάπτυξη δικτύων 5G και οι υπηρεσίες σε αυτή την μπάνα ακτινοβολιών είναι σε πρώιμο στάδιο», σημειώνεται στην τεχνική αναφορά. «Για αυτόν τον λόγο θα συνεχίσουμε να καταμετρούμε τις συνολικές τάσεις σε βάθος χρόνου».

Παρά την ανησυχία των πολιτών, οι υγειονομικές αρχές διευκρινίζουν συστηματικά πως το 5G είναι ασφαλές προς χρήση. Όπως σημειώνει η υπηρεσία Δημόσιας Υγείας της Βρετανίας, η προσθήκη των δικτύων 5G στις υφιστάμενες τεχνολογίες θα μπορούσε να προκαλέσει «μία μικρή αύξηση στην συνολική έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ωστόσο, η ολική έκθεση αναμένεται να παραμείνει χαμηλή, σε σχέση με τις οδηγίες και, ως εκ τούτου, δεν θα πρέπει να έχει συνέπειες για την δημόσια υγεία».

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει κατηγοριοποιήσει τις συχνότητες της ακτινοβολίας 5G ως «πιθανώς καρκινογόνες», βάζοντάς τες στην ίδια κατηγορία με τα πικλαρισμένα λαχανικά, και την πούδρα του ταλκ. Και πάλι όμως, θεωρητικά, το 5G παραμένει λιγότερο επικίνδυνο για τον ανθρώπινο οργανισμό από το αλκοόλ ή το επεξεργασμένο κρέας.

6.10 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΣΤΩΝ

Το κάταγμα των οστών είναι μια αυξανόμενη επιβάρυνση για τη δημόσια υγεία, με τη συχνότητα εμφάνισης να αναμένεται να αυξάνεται καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός γερνάει. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το κάταγμα των οστών είναι η πιο κοινή μυοσκελετική πάθηση που απαιτεί νοσηλεία σε ασθενείς με Medicare (≥ 65 ετών) ως συνέπεια αυξημένου κινδύνου πτώσης, οστεοπόρωσης και ευθραυστότητας των οστών. Ενώ τα περισσότερα κατάγματα επουλώνονται χωρίς επιπλοκές, περίπου το 5–10% οδηγεί σε καθυστερημένη επούλωση ή μη ένωση. Η αιτιολογία της μη ένωσης δεν είναι πλήρως κατανοητή, άλλοι σημαντικοί συστηματικοί παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνουν το κάπνισμα, τον διαβήτη και την καχεξία. Τοπικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ανεπαρκούς στερέωσης και της κακής αγγείωσης, αναγνωρίζονται επίσης ως παράγοντες που συμβάλλουν στην καθυστερημένη αποκατάσταση του κατάγματος. Επί του παρόντος, οι μη ενώσεις αντιμετωπίζονται οριστικά με χειρουργική επέμβαση, ωστόσο εξακολουθεί να υπάρχει κλινική ανάγκη για μη επεμβατικές θεραπείες που θα βοηθήσουν στη διαδικασία επούλωσης του κατάγματος.

Μια θεραπευτική προσέγγιση για τη βελτίωση της επούλωσης των οστών είναι η χρήση διέγερσης ηλεκτρομαγνητικού πεδίου (EM). Δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1974, από τον Basset et al. όπου πρότεινε ότι τα πεδία HM μπορεί να προάγουν τον σχηματισμό οστού και την επιδιόρθωση μη ενώσεων. Πολλές μεταγενέστερες μελέτες επιβεβαίωσαν το οστεογονικό δυναμικό των παλμικών HM πεδίων (PEMFs), το οποίο είναι επί του παρόντος μια εγκεκριμένη θεραπεία για κατάγματα που δεν ενώνονται, συγγενή ψευδαρθροπάθεια, οστεοπόρωση και αποτυχημένες συντήξεις σπονδυλικής στήλης. Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η θεραπεία με PEMF in vitro προάγει τον σχηματισμό οστού αυξάνοντας τον πολλαπλασιασμό των οστεοβλαστών και την έκφραση των γονιδίων δεικτών οστεοβλαστών (π.χ. RUNX2/CBFA1, ALP) ενώ καταστέλλει επίσης τη δραστηριότητα απορρόφησης οστού από τους οστεοκλάστες. Επιπλέον, η θεραπεία με PEMF έχει αποδειχθεί ότι διεγείρει τη διαφοροποίηση των στρωματικών κυττάρων που προέρχονται από ανθρώπινο μυελό των οστών (BMSCs) σε οστεοβλάστες, ενισχύοντας έτσι την ανοργανοποίηση. Αν και έχουν προταθεί αρκετοί κυτταρικοί μηχανισμοί με τους οποίους το PEMF ρυθμίζει αυτές τις οστεογονικές επιδράσεις, η τρέχουσα κατανόηση παραμένει περιορισμένη. Είναι ενδιαφέρον ότι υπάρχει ένας αυξανόμενος όγκος βιβλιογραφίας που περιγράφει τις θετικές επιδράσεις ενός HM πεδίου στα μιτοχόνδρια.

Στη συγκεκριμένη εργασία, διαπιστώνεται ότι η διαφοροποίηση των οστεοπρογονικών παραγόντων σε οστεοβλάστες είναι μια ενεργειακά εξαρτώμενη διαδικασία που απαιτεί ενεργοποίηση της μιτοχονδριακής οξειδωτικής φωσφορλίωσης (OxPhos). Βοηθήσαμε επίσης να διαπιστωθεί ότι στο πλαίσιο της μιτοχονδριακής δυσλειτουργίας, η λειτουργία των οστεοβλαστών/οστεοκυττάρων και η συντήρηση των οστών είναι εξασθενημένη. Επιπλέον, έχουμε αναφέρει ότι η βελτίωση της μιτοχονδριακής λειτουργίας μέσω της αναστολής του μεταβατικού πόρου της μιτοχονδριακής διαπερατότητας μπορεί να βελτιώσει την επιδιόρθωση κατάγματος οστών. Κατά τη διαδικασία επούλωσης του κατάγματος, ένα σημαντικό πρώιμο βήμα είναι η στρατολόγηση, ο πολλαπλασιασμός και η διαφοροποίηση των οστεοπρογονικών παραγόντων στο σημείο του κατάγματος. Ως εκ τούτου, είναι κατανοητό ότι η θεραπεία πεδίου ΗΜ προάγει την οστεογονική διαφοροποίηση και τον αναβολισμό των οστών βελτιστοποιώντας τη μιτοχονδριακή λειτουργία σε οστεοπρογονικούς και οστεοβλάστες κατά τη διάρκεια της επούλωσης των καταγμάτων.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, δοκιμάσανε την υπόθεση ότι η διέγερση πεδίου ΗΜ μπορεί να προάγει τη μιτοχονδριακή λειτουργία σε οστεογονικά κύτταρα και ως εκ τούτου να προάγει την οστεογένεση και να βελτιώσει την επούλωση κατάγματος σε ένα μοντέλο κατάγματος κνημιαίου οστού ποντικού. Βρέθηκε ότι η διέγερση του ΗΜ πεδίου επάγει τα μιτοχόνδρια OxPhos σε οστεογονικά κύτταρα *in vitro*. Η επούλωση καταγμάτων είναι μια διαδικασία πολλαπλών σταδίων που περιλαμβάνει μια ποικιλία κυττάρων, συμπεριλαμβανομένων των κυττάρων του ανοσοποιητικού, των ενδοθηλιακών κυττάρων και των οστεοπρογονικών κυττάρων. Στη θέση του κατάγματος, οι οστεοπρογονικοί παράγοντες διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες που σχηματίζουν οστό. Έχει αναφερθεί στο παρελθόν ότι τα BMSC ρυθμίζουν προς τα πάνω τα μιτοχονδριακά OxPhos κατά τη διαφοροποίηση των οστεοβλαστών και αυτή η ανοδική ρύθμιση προάγει τη λειτουργία σχηματισμού οστού. Συνολικά, τα αποτελέσματα που βρέθηκαν υποστηρίζουν την ικανότητα της διέγερσης του πεδίου ΗΜ να ρυθμίζει προς τα πάνω τη μιτοχονδριακή λειτουργία και τη δραστηριότητα του OxPhos σε οστεογονικά κύτταρα *in vitro*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

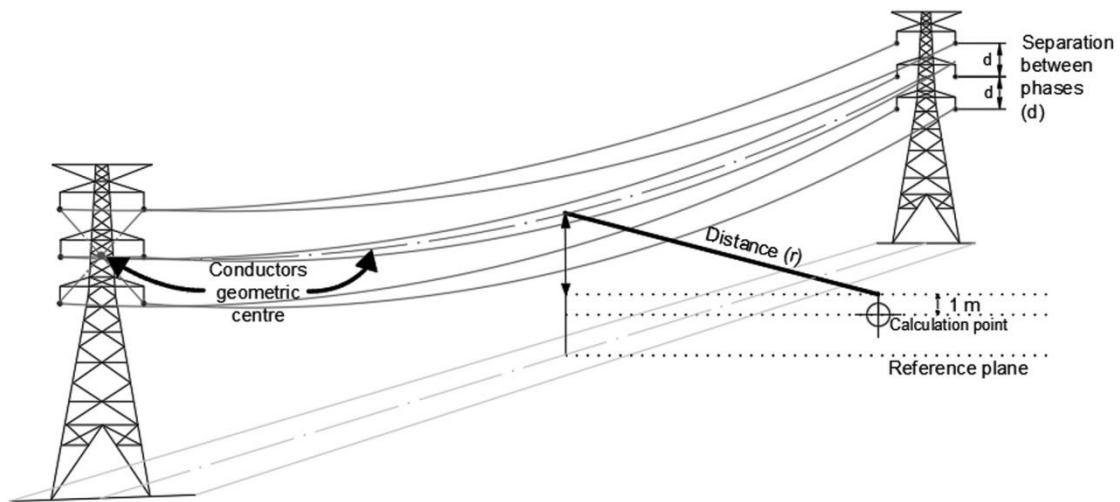
ΜΕΛΕΤΕΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ GIS ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Η πιθανή συσχέτιση διαφόρων σοβαρών ασθενειών με παρατεταμένη έκθεση σε μαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (ELF-MF) όπως αυτά που παράγονται από εναέριες γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης (HVOPLs) αποτελεί θέμα κοινωνικής ανησυχίας για αρκετές δεκαετίες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010 Furby et al., 1988· Lienert et al., 2017· Porsius et al., 2014· Repacholi, 2012). Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, έχει διεξαχθεί σημαντικός αριθμός επιδημιολογικών μελετών (Ahlbom et al., 2001; Kokate et al., 2016). Διάφορες συγκεντρωτικές αναλύσεις (Ahlbom et al., 2000; Greenland et al., 2000) έδειξαν αυξημένο κίνδυνο παιδικής λευχαιμίας που σχετίζεται με σχετικά υψηλού επιπέδου τιμές της οικιακής έκθεσης σε αυτά τα πεδία. Με βάση αυτά τα γεγονότα, το 2001 ο Διεθνής Οργανισμός Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) ταξινόμησε τα μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας ως «πιθανώς καρκινογόνα για τον άνθρωπο» ή ως Ομάδα 2B (IARC, 2002, IARC, 2013). Αυτός ο προσδιορισμός εφαρμόζεται όταν τα επιδημιολογικά στοιχεία είναι «περιορισμένα» και δεν υπάρχει βιοφυσικός μηχανισμός ικανός να εξηγήσει τις βιολογικές επιδράσεις των μαγνητικών πεδίων (MF) σε επίπεδα περιβαλλοντικής έκθεσης (WHO, 2007). Μια πρόσφατη ανασκόπηση των επιστημονικών στοιχείων που ήταν διαθέσιμα έως τον Μάρτιο του 2015 (Schüz et al., 2016), διατήρησε αυτήν την αξιολόγηση κινδύνου. Ως εκ τούτου, λόγω αυτής της έλλειψης εξειδίκευσης στην επιστημονική κοινότητα σχετικά με τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της οικιακής έκθεσης στο ELF-MF, είναι απαραίτητο να συνεχιστεί η έρευνα προκειμένου να επιβεβαιωθεί ή να αποκλειστεί εάν η συσχέτιση που παρατηρήθηκε σε επιδημιολογικές μελέτες οφείλεται ή όχι σε μια πιθανή αιτιακή σχέση (SCENHIR, 2015). Η χωρική μοντελοποίηση των περιβαλλοντικών ρύπων είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τους επιδημιολόγους για την ανάλυση των επιπτώσεων των εκθέσεων σε επίπεδο πληθυσμού (Graham et al., 2004· Jerrett et al., 2010). Επιπλέον, σε μελέτες περίπτωσης και ελέγχου της έκθεσης σε ELF-MF, η χρήση μοντέλων που βασίζονται σε υπολογισμένα πεδία μπορεί να μειώσει την προκατάληψη επιλογής μη απαιτώντας την άμεση συμμετοχή των υποκειμένων για τη λήψη προσωπικών μετρήσεων MF (Feychting, 2014; Teepen and van Dijck , 2012). Ένα από τα κύρια εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι επιδημιολογικές μελέτες είναι η μεγάλη δυσκολία

μοντελοποίησης της έκθεσης σε αυτά τα πεδία. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου που δημιουργείται από μια εναέρια γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνάρτηση της έντασης του ρεύματος στα κυκλώματά της, της γεωμετρικής διαμόρφωσης και διάταξης των φάσεων και της απόστασης από το σημείο αυτό στους αγωγούς. Η επίδραση αυτής της τελευταίας παραμέτρου μεταφράζεται σε ταχεία πτώση στο πεδίο καθώς απομακρύνεται κανείς από το καλώδιο ρεύματος με το ρυθμό του αντίστροφου του τετραγώνου ή του κύβου της τιμής του, ανάλογα με τη διαμόρφωση της καλωδίωσης. Επομένως, ένα γεωγραφικό μοντέλο για την εκτίμηση των τιμών του μαγνητικού πεδίου πρέπει να φιλοδοξεί να έχει μια εντελώς τρισδιάστατη θεώρηση, όπου η γεωμετρία της γραμμής, η μορφολογία του εδάφους και ειδικότερα, η σχετική απόσταση μεταξύ των σημείων υπολογισμού και της ηλεκτρικής γραμμής, αναπαράγονται με ακρίβεια και ιδιαίτερα, στην γειτνίασή της.

Οι μελέτες που γίνονται σε μεγάλους πληθυσμούς υιοθετούν, λόγω της πολυπλοκότητάς τους, ορισμένες απλουστεύσεις της πραγματικότητας. Οι πρώτες μελέτες βασίστηκαν σε ένα σχέδιο γνωστό ως κωδικός καλωδίου ή Wertheimer-Leeper (WL) (Wertheimer and Leeper, 1979, Wertheimer and Leeper, 1982) που κατηγοριοποιεί την έκθεση με βάση την εγγύτητα στην πλησιέστερη εναέρια γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας και σύμφωνα με μια σειρά των σχετικών παραμέτρων όπως η τάση και η διαμόρφωση καλωδίωσης. Αργότερα, προέκυψαν άλλες μελέτες που βασίστηκαν αποκλειστικά στην εγγύτητα (Feychting και Alhborn, 1993). Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο (Draper et al., 2005) έγινε σημείο αναφοράς υποδεικνύοντας μια συσχέτιση μεταξύ κατοικιών κοντά σε εναέρια γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας με περιπτώσεις παιδικής λευχαιμίας και έχει αναπαραχθεί σε άλλους μεγάλους πληθυσμούς (Crespi et al., 2016 Pedersen et al., 2014b; Sermage-Faure et al., 2013) και σε συνδυασμό με άλλους πιθανούς περιβαλλοντικούς παράγοντες κινδύνου, όπως το ραδόνιο, η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από την κυκλοφορία ή την έκθεση σε φυτοφάρμακα (Hoffmann et al., 2008; Pedersen et al., 2014a· Reynolds et al., 2001). Μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη στην Καλιφόρνια και το Ηνωμένο Βασίλειο (Amoon et al., 2020) έδειξε ότι, σε αυτήν την περιοχή, η οριζόντια απόσταση από μόνη της αντιπροσώπευε έναν δείκτη για την έκθεση στο μαγνητικό πεδίο εντός 100 m από τη γραμμή. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης αρκετές μελέτες που έχουν αναφέρει ότι οι δείκτες εγγύτητας και WL δεν είναι επαρκείς προγνωστικοί παράγοντες της έκθεσης και ότι, ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη με αυτές

τις μεθοδολογίες δεν είναι ερμηνεύσιμα (Kheifets et al., 1997; Maslanyj et al., 2009; Rankin et al., 2002).



Εικ. 4. Αναπαράσταση του σχετικού ύψους μεταξύ του γεωμετρικού κέντρου των αγωγών και του σημείου μέτρησης σύμφωνα με το αλυσοειδές.

Από την άλλη πλευρά, οι μελέτες που έχουν εφαρμόσει τρισδιάστατες μεθόδους υπολογισμού γενικεύουν το αλυσοειδές με κοινές τιμές για την απόσταση και το έδαφος θεωρείται εντελώς επίπεδο και οριζόντιο. Το γεωγραφικό ανάγλυφο θεωρείται μόνο σε απόσταση μικρότερη από 50 μέτρα από τη γραμμή μέσω εκτιμήσεων που λαμβάνονται σε επισκέψεις στην τοποθεσία (Swanson, 2008; Tynes and Haldorsen, 1997) ή ενσωματώνουν την τοπογραφία εφαρμόζοντας έναν συντελεστή διόρθωσης στις τιμές μαγνητικού πεδίου που ελήφθησαν προηγουμένως επίσης από μοντέλο χωρίς ανύψωση (Bessou et al., 2013). Άλλοι συγγραφείς κατασκευάζουν τρισδιάστατα μοντέλα συλλέγοντας δεδομένα από τη γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας και τις τοποθεσίες των κατοικιών ενδιαφέροντος χρησιμοποιώντας αποστασιομετρητές και Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS) (Vergara et al., 2015). Η συλλογή δεδομένων πεδίου απαιτεί επένδυση σημαντικών πόρων και χρόνου. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) είναι ένα κοινό εργαλείο με μεγάλες δυνατότητες στις μελέτες περιβαλλοντικής υγείας. Στις μελέτες μαγνητικής μόλυνσης, οι πιο κοινές εφαρμογές GIS περιλαμβάνουν διαδικασίες γεωκωδικοποίησης για διευθύνσεις μελέτης περίπτωσης και έλεγχο (Kheifets et al., 2015) εκτίμηση της οριζόντιας απόστασης αυτών των περιπτώσεων από τις γραμμές μεταφοράς ρεύματος (Pedersen et al., 2014b; Vergara et al., 2015) και την ενοποίηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν με άλλο ειδικό λογισμικό (Najjar et al., 2009) για την επακόλουθη εδαφική τους ανάλυση. Ορισμένες μελέτες έχουν αναπτύξει διαδραστικές εφαρμογές ενσωματωμένες σε περιβάλλοντα GIS που επιτρέπουν τον υπολογισμό τιμών πεδίου

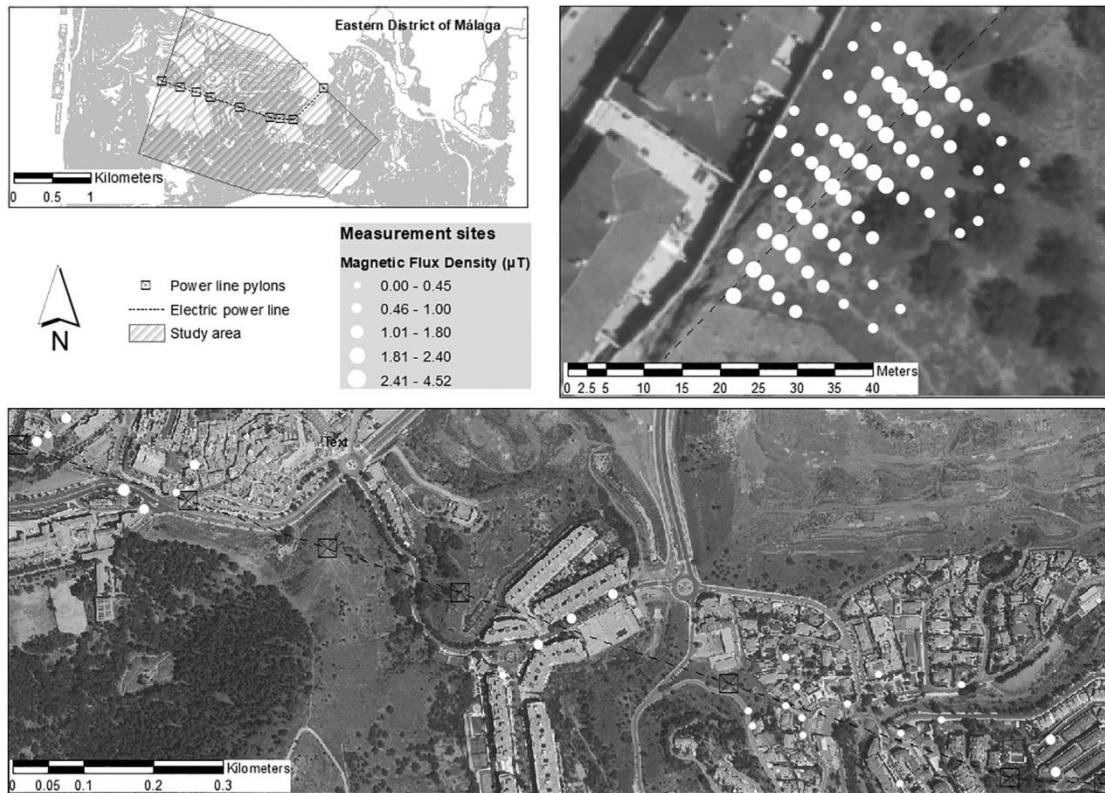
χρησιμοποιώντας τρισδιάστατες εξισώσεις (Turgeon et al., 1998) και τη μοντελοποίηση επιφανειών μαγνητικών πεδίων χρησιμοποιώντας γεννήτριες πλέγματος 3D πεπερασμένων στοιχείων από τα δεδομένα εισόδου της γραμμής ισχύος (Joseph et al. , 2018) αν και τα υψομετρικά δεδομένα του εδάφους δεν έχουν ενσωματωθεί. Σε αυτή την εργασία, ένας χάρτης τιμών πυκνότητας μαγνητικής ροής που δημιουργείται από HVOPL αναπτύσσεται από ένα τρισδιάστατο γεωγραφικό μοντέλο εξ ολοκλήρου μέσω GIS, όπου μια ακριβής αναπαράσταση του αλυσοειδούς που περιγράφεται από τα καλώδια, καθώς και τοπογραφικά δεδομένα υψηλής ακρίβειας για ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Με αυτόν τον τρόπο, οι πραγματικές αποστάσεις μεταξύ των σημείων του εδάφους και της γραμμής μεταφοράς, και κατά συνέπεια το μαγνητικό πεδίο για οποιοδήποτε υψόμετρο εδάφους, αναπαράγονται με σημαντική ακρίβεια ακόμη και σε περιοχές με πολύπλοκα γεωγραφικά ανάγλυφα.

Η έκφραση των αποτελεσμάτων ως συνεχές πεδίο τιμών όχι μόνο επιτρέπει εκτιμήσεις της πυκνότητας μαγνητικής ροής στις κατοικίες περιπτώσιολογικών μελετών και ελέγχου, αλλά είναι επίσης ένα θεμελιώδες εργαλείο για την τήρηση των κυβερνητικών συστάσεων για τη διάθεση γραμμών χαρτών ηλεκτρομαγνητικής έκθεσης στο κοινό (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2009) και για τον πολεοδομικό σχεδιασμό των ασφαλών αποστάσεων από τις κατοικίες έως τα ηλεκτροφόρα καλώδια (PACE, 2011). Ομοίως, παρέχει στοιχεία για οποιαδήποτε χωρική πολυκριτηριακή ανάλυση εκτίμησης περιβαλλοντικών και υγειονομικών κινδύνων όπου παρεμβαίνουν άλλοι ρύποι συνεχούς γεωγραφικής φύσης, επιτρέποντας τη λήψη πληρέστερων χαρτών περιβαλλοντικής ποιότητας. Τέλος, το μοντέλο έχει επικυρωθεί με μετρήσεις σε αστική περιοχή με μεγάλη ποικιλία κτιρίων και σύνθετο γεωγραφικό ανάγλυφο, με βάση τα στοιχεία της εταιρείας που είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση της γραμμής.

Τρισδιάστατη μοντελοποίηση της περιοχής μελέτης

Επιλέχθηκε μια αστική περιοχή της πόλης της Μάλαγα (Ισπανία) με οικιστικό χαρακτήρα, η οποία περιλαμβάνει αρκετά σχολεία και κέντρα κοινωνικών υπηρεσιών. Το ανάγλυφο του εδάφους στην περιοχή είναι ιδιαίτερα μεταβλητό με ορθομετρικά υψόμετρα μεταξύ 9,5 m και 240,16 m. Η πολεοδομική τυπολογία σύμφωνα με το κτηματολόγιο περιλαμβάνει κτίρια πολλαπλών κατοικιών και μονοκατοικίες.

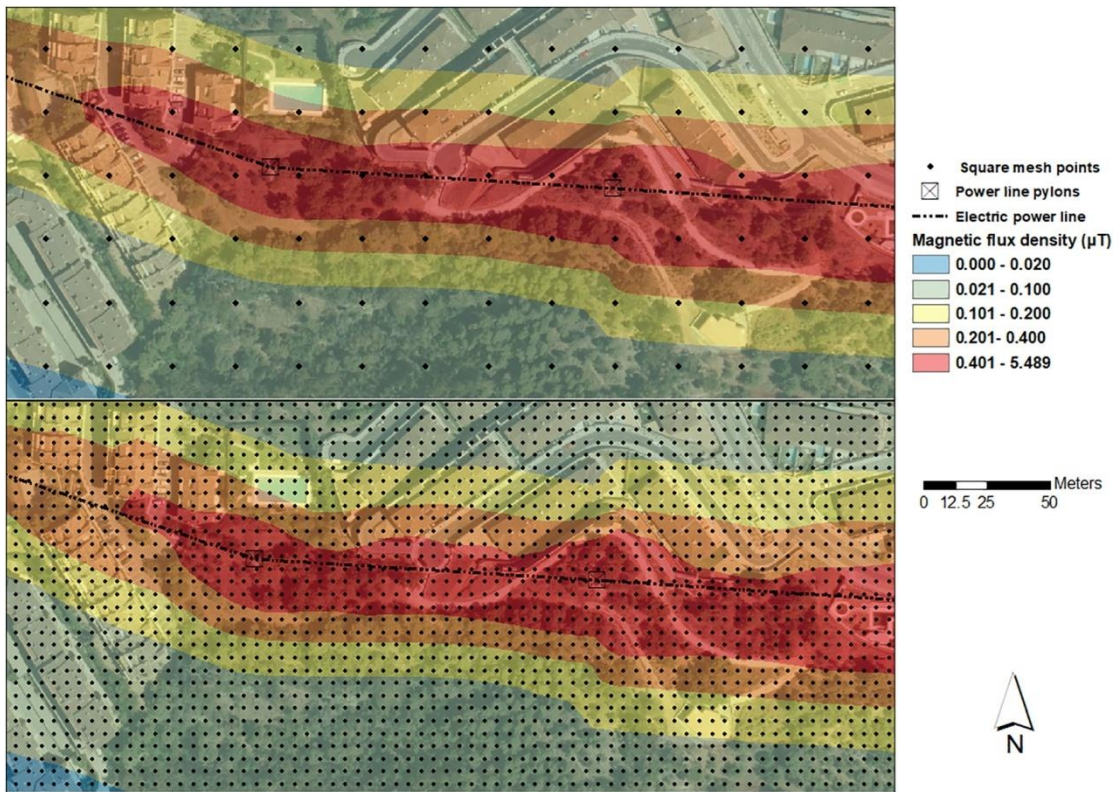
Αυτή η ζώνη διασχίζεται από ένα τμήμα 2,5 km του HVOPL «Montes-Centro» που συνδέει τον ηλεκτρικό υποσταθμό «Montes» με την υπόγεια γραμμή ισχύος «Centro», μέσω δύο κυκλωμάτων 66 kV μέσω οκτώ ανοιγμάτων. Η οριοθέτηση της περιοχής μελέτης ορίστηκε στα 1000 m από κάθε πλευρά της γραμμής. Αυτή η απόσταση εξασφαλίζει τη μείωση των αυξημένων τιμών του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούνται από την εναέρια γραμμή αναφοράς σε αμελητέες περιβαλλοντικές τιμές.



5. Χώροι μέτρησης κατανεμημένοι σε πλευρικές διακλάδωσεις στη γραμμή ισχύος της αστικής ελεύθερης ζώνης (επάνω δεξιά εικόνα) και σημεία μέτρησης που διανέμονται στην ενοποιημένη αστική οικιστική ζώνη (κάτω σχήμα)

Δεδομένου ότι οι τιμές ρεύματος στους αγωγούς υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο σύμφωνα με τις καταγεγραμμένες τιμές κατά τη διάρκεια της περιόδου μέτρησης σε κάθε ζώνη επικύρωσης, οι μοντελοποιημένες επιφάνειες αντιπροσωπεύουν τη μέση έκθεση σε ELF-

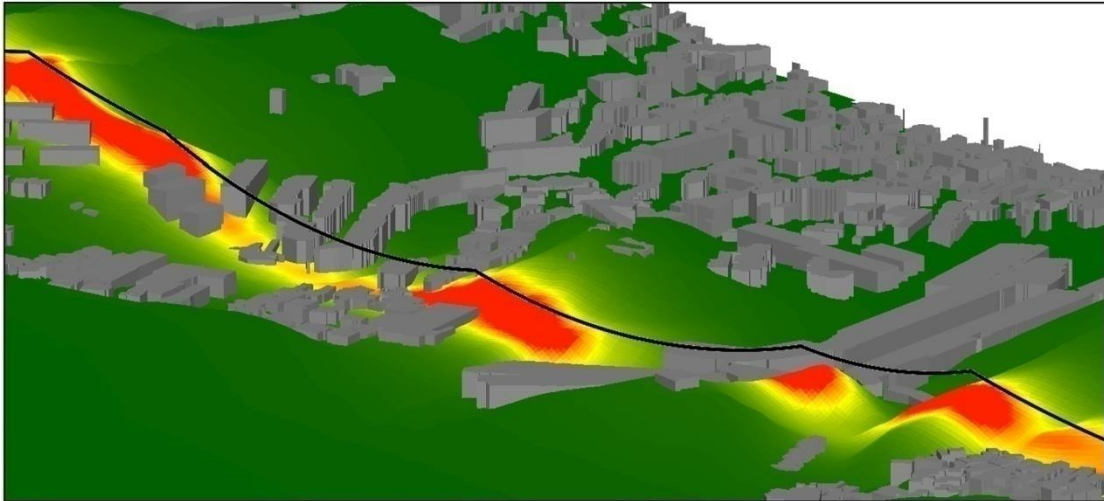
MF κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού πλαισίου.



Εικ 6. Επιφάνειες μαγνητικού πεδίου που δημιουργούνται από μια εναέρια γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας για πλέγμα 25 m (πάνω) και πλέγμα 10 m (κάτω)

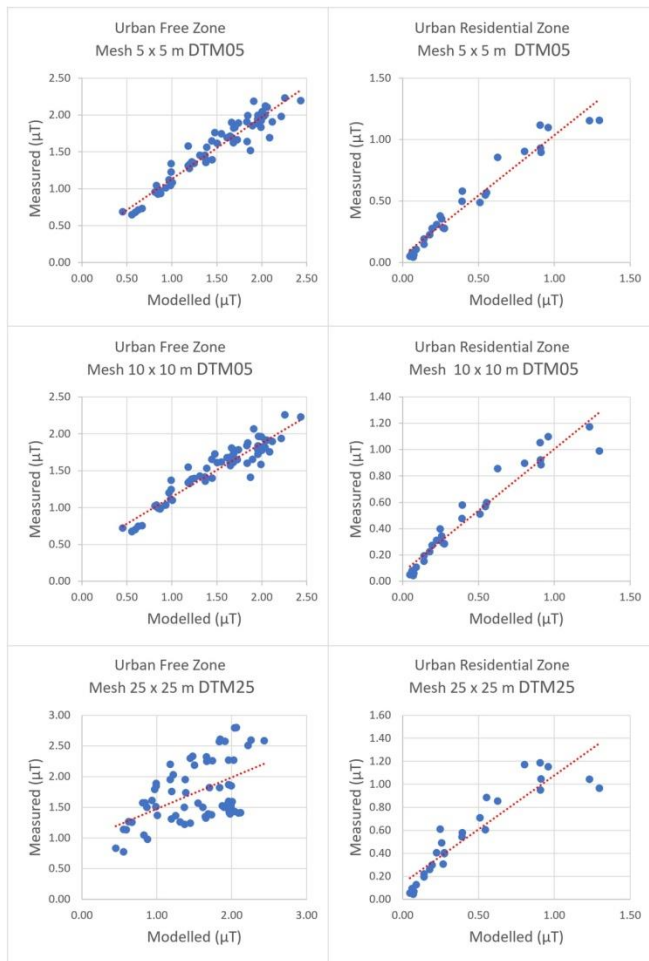
Η εικ.6. δείχνει ένα εκχύλισμα του πλέγματος που λαμβάνεται με ανάλυση 10 m (επάνω εικόνα) και με ανάλυση 25 m (κάτω εικόνα) επάλληλα στις επιφάνειες μαγνητικού πεδίου που δημιουργούνται από κάθε μία. Και οι δύο επιφάνειες μοιράζονται εύρη κατηγοριοποίησης τιμών μαγνητικού πεδίου. Αυτό επιτρέπει την παρατήρηση τόσο της επίδρασης του εδάφους, που μπορεί να εκτιμηθεί από την έλλειψη συμμετρίας της επιφάνειας του μαγνητικού πεδίου κατά μήκος του άξονα που αντιστοιχεί στη διάταξη της γραμμής ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και της ακρίβειας των αρχικών υψομετρικών δεδομένων, που αποδεικνύεται μέσω μεγαλύτερης ανωμαλίας περιγράμματος της περιοχής που αντιπροσωπεύει υψηλότερες τιμές (κόκκινο χρώμα) όταν χρησιμοποιούνται δεδομένα μεγαλύτερης ακρίβειας. Οι παρατηρήσεις στην αστική κατοικημένη περιοχή έδειξαν χαμηλότερες τιμές γιατί τα σημεία μέτρησης βρίσκονταν σε μεγαλύτερες περιοχές μακριά από τη γραμμή και ο διαχωρισμός των καλωδίων από το έδαφος ήταν μεγαλύτερος. Η μέγιστη τιμή σε αυτή την περίπτωση ήταν 1,297 μT μετρημένη δίπλα σε ένα στήριγμα της ηλεκτρικής γραμμής που βρίσκεται στο πεζοδρόμιο και η ελάχιστη τιμή ήταν 0,048 μT σε

οριζόντια απόσταση περίπου 100 m από την ηλεκτρική γραμμή.



Εικ 7. Τρισδιάστατη απεικόνιση της επιφάνειας 5×5 m του μαγνητικού πεδίου που υπολογίζεται σε 1 m πάνω από τα ορθομετρικά ύψη του DTM05

Η μοντελοποίηση του χαρακτηρισμού της οικιακής έκθεσης σε ELF-MF που δημιουργείται από HVOPL σε μεγάλες επικράτειες είναι μια εξαιρετικά περίπλοκη εργασία που απαιτεί σημαντική επένδυση πόρων, ειδικά όταν μελετάτε το περιβάλλον που βρίσκεται πιο κοντά σε αυτές τις γραμμές. Ανεξάρτητα από το αν γίνεται με εκτίμηση των τιμών του μαγνητικού πεδίου ή με αντιπροσώπους με βάση την εγγύτητα, η υψηλή ευαισθησία αυτών των πεδίων στην απόσταση από την πηγή εκπομπής τους σημαίνει ότι αυτές οι αποστάσεις πρέπει να αναπαραχθούν όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Σε αστικές περιοχές με πολύπλοκο ανάγλυφο, ακόμη και αν αναπαραχθεί η πτώση της εναέριας γραμμής ηλεκτρικής ενέργειας, η παράλειψη της εξέτασης του γεωγραφικού ανάγλυφου μπορεί να είναι αιτία λανθασμένων εκτιμήσεων ELF-MF. Οι επιτόπιες επιθεωρήσεις ή η εφαρμογή συντελεστών διόρθωσης κλίσης εδάφους που υιοθετούνται από ορισμένες μελέτες μπορούν να μειωθούν ή να εξαλειφθούν με την ψηφιακή ενσωμάτωση στη γεωγραφική μοντελοποίηση του ανάγλυφου εδάφους για ολόκληρη την περιοχή ενδιαφέροντος. Σε αυτήν την εργασία παρέχεται ένα μοντέλο μέσω ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών που επιλύει αυτήν την πρόκληση και επιτρέπει τη λήψη τιμών MF σε συγκεκριμένες γεωγραφικές τοποθεσίες και χάρτες σε διάφορες κλίμακες. Επίσης, επιτρέπει την αντιμετώπιση και διερεύνηση του χαρακτηρισμού της οικιακής έκθεσης στο ELF-MF ως την Ευκλείδεια απόσταση μεταξύ δέκτη-εκπομπού όταν δεν είναι διαθέσιμα δεδομένα φόρτισης γραμμής, βελτιώνοντας έτσι την έννοια της εγγύτητας.



Εικ.8. Διαγράμματα διασποράς των τιμών του μοντελοποιημένα μαγνητικού πεδίου σε σχέση με εκείνα που μετρώνται στις θέσεις ελέγχου στην αστική ελεύθερη ζώνη (αριστερά) και στην αστική κατοικημένη ζώνη (δεξιά).

Η ανάγκη συνέχισης της διερεύνησης των πιθανών δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία αυτών των πεδίων και της πιθανής συνδυασμένης επίδρασής τους με άλλους παράγοντες περιβαλλοντικής ρύπανσης, καθώς και οι ανάγκες πολεοδομικού σχεδιασμού λόγω της σημαντικής επέκτασης πολλών πόλεων προς τα περίχωρα ηλεκτρικών πλεγμάτων υψηλής τάσης, το καθιστούν ένα εργαλείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως αναφέρθηκε η Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη θεωρεί την υγεία ζωτικής σημασίας για το μέλλον του κόσμου μας. Ο ΠΟΥ θα ηγείται ως υποστηρικτής μιας ατζέντας για να επιτευχθούν όλοι οι στόχοι σβα που σχετίζονται με την υγεία.

Ωστόσο, παρατηρούμε πως τα ασύρματα δίκτυα και οι τεχνολογίες επικοινωνιών συνεχίζουν ασταμάτητα να εξελίσσονται, με αποτέλεσμα οι συνθήκες έκθεσης είναι διαφορετικές κάθε φορά και κάθε φορά εγείρουν νέα ερωτήματα και φόβους για τους πιθανούς κινδύνους στην υγεία των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

Οι πηγές ραδιοσυχνότητας που σχετίζονται με τις ασύρματες επικοινωνίες είναι πολλές και ποικίλες (κινητή τηλεφωνία τρίτης, τέταρτης γενιάς και πλέον πέμπτης γενιάς, Wi-Fi, Bluetooth, τηλεχειριστήρια, κ.λπ.).

Ακόμα οι λειτουργίες μεταφοράς ανεβάζουν τα επίπεδα αστικής έκθεσης πάνω από το κανονικό κοντά σε σχολεία, νοσοκομεία και άλλα ευαίσθητα κέντρα, τα οποία είναι ιδιαίτερα ανησυχητικά και απαιτούν αξιολόγηση ή μελέτη επιπτώσεων στην υγεία της κοινότητας. Η κατάσταση στην οποία λειτουργεί το σύστημα μεταφοράς ή είναι πρόσφατα εγκατεστημένο πρέπει να συμμορφώνεται με τοπικούς κρατικούς κανονισμούς. Όλος ο στόχος εδώ είναι θέμα ασφάλειας.

Οι προσωπικές ασύρματες συσκευές δεδομένων και φωνής όπως κινητά τηλέφωνα, πομποί σταθμών βάσης, τηλεόραση, ραδιόφωνο, ραδιόφωνο δορυφορικής εκπομπής, συσκευές πλοήγησης όπως GPS, ραντάρ καιρού, ραντάρ επιβολής του νόμου, ασύρματες συσκευές σε όχημα, στρατιωτικά μέσα, καλώδια ρεύματος και ασύρματες συσκευές στο σπίτι όπως ασύρματα ηχεία, τηλέφωνα και άλλους τύπους συσκευών δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικό πολλαπλασιασμό του περιβάλλοντος και αυξανόμενη επαγγελματική έκθεση. Ο κατάλογος είναι πολύ εκτενής και η ζημιά στο ανθρώπινο σώμα λόγω της έκθεσης από μεγάλα μαγνητικά πεδία εξακολουθεί να αμφισβητείται.

Ωστόσο, ο πληθυσμός έχει αποδεχτεί το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ως αντιστάθμισμα έναντι οικονομικών και περιβαλλοντικών οφελών, ευκολία μετακίνησης και εξοικονόμηση χρόνου.

Αύξηση 1 °C στη θερμοκρασία του πυρήνα θεωρείται επιβλαβής για τα κύτταρα, τους ιστούς και τα όργανα. Τα πρότυπα που έχουν σχεδιαστεί ώστε να αποφευχθεί αυτή η αύξηση παρέχουν ένα περιθώριο ασφάλειας τόσο για επαγγελματική όσο και για δημόσια έκθεση, συμπεριλαμβανομένων ευαίσθητους στόχους όπως εγκύους, παιδιά, άτομα με

ειδικές ανάγκες, με βηματοδότες και άλλα θέματα υγείας που μπορεί να επηρεαστούν από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Θα έπρεπε να σημειωθεί στη συνέχεια ότι τα όρια ανεξέλεγκτης έκθεσης για το κοινό είναι πολύ χαμηλότερα από αυτά για τα ελεγχόμενα επαγγελματικά όρια.

Διαπιστώσαμε πως οι μελέτες φαίνεται να είναι αντιφατικές, γιατί έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά μοντέλα και είναι δύσκολο να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Παρ'όλα αυτά, δεν φαίνεται να υπάρχει καμία μη θερμική επαγωγική επίδραση της RF. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι μελέτες που χρησιμοποιούν κύτταρα εγκεφαλικής προέλευσης, περισσότερο εκτεθειμένα σε περίπτωση χρήσης κινητού τηλεφώνου, δεν παρουσιάζουν καμία επίδραση της ραδιοσυχνότητας.

Ακόμα βλέπουμε πως αρκετες μελετες έχουν ασχοληθεί με την γονιδιακή έκφραση και το θερμικό σοκ όπου δε παρουσιάζεται κάποια δράση της ραδιοσυχνότητας σε χαμηλά επίπεδα ισχύος.

Συνολικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι τα αποτελέσματα των ανθρώπινων μελετών είναι αρνητικά ή δύσκολο να αναπαραχθούν. Ακόμη και στο ίδιο εργαστήριο, τα λίγα θετικά αποτελέσματα είναι πάντα χαμηλού πλάτους και δεν συγκλίνουν προς ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Και μέχρι σήμερα, φαίνεται πως τα σήματα ραδιοσυχνοτήτων δεν δημιουργούν κάποιο πρόβλημα στη δημόσια υγεία όπως διαπιστώνεται από τα στοιχεία που έχουν τεκμηριωθεί από ανθρώπινες μελέτες. Τον Μάιο του 2011, η έκθεση των κινητών τηλεφώνων σε ραδιοσυχνότητες ταξινομήθηκε ως «πιθανώς καρκινογόνος για τον άνθρωπο» (ομάδα 2B) μετά από εκτίμηση ειδικού που διοργανώθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC). Αυτό το αποτέλεσμα βασίστηκε στα περιορισμένα στοιχεία ουσιαστικά μετά την ανάλυση της μελέτης INTERPHONE σχετικά με το γλοίωμα.

Παρόλα αυτά είναι αναγκαίο να ληφθούν μέτρα για τη μείωση των επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον αν και είναι αρκετά δαπανηρά, διότι αναγνωρίζεται ο αυξημένος κίνδυνος για την υγεία του ατόμου. Βασικό αίτιο μιας σειράς ασθενειών όπως χρόνια κόπωση, μυαλγική εγκεφαλομυελίτιδα, χρόνια ανοσοποιητική δυσλειτουργία, νευρομυασθένεια, εγκεφαλοπάθεια, περιβαλλοντική υπερευαισθησία, ψυχοσωματικές αντιδράσεις κ.α. μπορεί να οφείλονται στην ηλεκτρομαγνητική ρύπανση. Σε ομάδες υψηλού κινδύνου όπου ανήκουν οι εγκυμονούσες, τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι καθώς επίσης τα άτομα με αλλεργίες ή εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα. Παρόλα αυτά γίνονται πολλές κινήσεις για την αποκατάσταση της υγείας που όμως δεν έχουν αποτέλεσμα. Βασικό παράδειγμα αποτελεί η είσοδος της ασύρματης ακτινοβολίας στους

χώρους εργασίας και στα σπίτια που έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία άγχους και την παρεμπόδιση ανάρρωσης του ασθενούς. Η ποιότητα της έρευνας και των αξιολογήσεων έχει προχωρήσει πολύ σημαντικά τα τελευταία 10 χρόνια, ιδιαίτερα χάρη στην πρόοδο που σημειώθηκε στην διαχείριση συστημάτων έκθεσης και δοσιμετρίας. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν πολυάριθμα μεθοδολογικά κενά. Την περίοδο 2000-2020 κλιμάκια της ΕΕΑΕ και εξουσιοδοτημένων από αυτή φορέων διενήργησαν σχεδόν 19.000 αυτοψίες και επί τόπου μετρήσεις στο περιβάλλον σταθμών κεραιών όλων των ειδών που παρέχουν πάσης φύσεως τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες σε όλη τη χώρα. Όλη αυτή την περίοδο, υπερβάσεις των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε υψίσυχη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε θέσεις στις οποίες είναι ελεύθερη και δυνατή η πρόσβαση του γενικού πληθυσμού διαπιστώθηκαν σε 121 περιπτώσεις παράβασης.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει κατηγοριοποιήσει τις συχνότητες της ακτινοβολίας 5G ως «πιθανώς καρκινογόνες», βάζοντάς τες στην ίδια κατηγορία με τα πικλαρισμένα λαχανικά, και την πούδρα του ταλκ. Αυτός ο προσδιορισμός εφαρμόζεται όταν τα επιδημιολογικά στοιχεία είναι «περιορισμένα» και δεν υπάρχει βιοφυσικός μηχανισμός ικανός να εξηγήσει τις βιολογικές επιδράσεις των μαγνητικών πεδίων (MF) σε επίπεδα περιβαλλοντικής έκθεσης (WHO, 2007) Και πάλι όμως, θεωρητικά, το 5G παραμένει λιγότερο επικίνδυνο για τον ανθρώπινο οργανισμό από το αλκοόλ ή το επεξεργασμένο κρέας. Τέλος ας μη ξεχνάμε τη σύνδεση διαφόρων ασθενειών που σχετίζεται με την αλόγιστη χρήση κινητού τηλεφώνου, με περιπτώσεις γειτονικής εγκατάστασης κεραίας κινητής τηλεφωνίας, ή εγκατάστασης ασύρματου τηλεφώνου ακόμα και στο σπίτι μας η ακόμα και σε διπλανά σπίτια.

Επίσης έρευνες δείχνουν ότι χρόνιες ασθένειες έχουν την δυνατότητα να βελτιωθούν η ακόμα και να θεραπευτούν όταν μειωθεί το ποσοστό ηλεκτρομαγνητικής ρύπανσης στο περιβάλλον του ασθενούς

Ένα παράδειγμα έρευνας είναι η μελέτη σχετικά με την βελτίωση της επούλωσης κατάγματος σε ένα μοντέλο κατάγματος κνημιαίου οστού ποντικού. Στη συγκεκριμένη μελέτη, δοκίμασαν την υπόθεση ότι η διέγερση πεδίου ΗΜ μπορεί να προάγει τη μιτοχονδριακή λειτουργία σε οστεογονικά κύτταρα και ως εκ τούτου να προάγει την οστεογένεση και βρέθηκε ότι η διέγερση του ΗΜ πεδίου επάγει τα μιτοχόνδρια OxpPhos σε οστεογονικά κύτταρα in vitro. Βέβαια η επούλωση καταγμάτων είναι μια διαδικασία πολλαπλών σταδίων που περιλαμβάνει μια ποικιλία κυττάρων, συμπεριλαμβανομένων των κυττάρων του ανοσοποιητικού, των ενδοθηλιακών κυττάρων και των οστεοπρογονικών κυττάρων.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) είναι ένα κοινό εργαλείο με μεγάλες δυνατότητες στις μελέτες περιβαλλοντικής υγείας. Έτσι έγινε βοηθός σε μελέτες που μπορεί να συσχετίζουν διάφορες σοβαρές ασθένειες με τα μαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας όπως για παράδειγμα αυτά που παράγονται από εναέριες γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης. Ως εκ τούτου, λόγω αυτής της έλλειψης εξειδίκευσης στην επιστημονική κοινότητα σχετικά με τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της οικιακής έκθεσης στο ELF-MF, είναι απαραίτητο να συνεχιστεί η έρευνα προκειμένου να επιβεβαιωθεί ή να αποκλειστεί εάν η συσχέτιση που παρατηρήθηκε σε επιδημιολογικές μελέτες οφείλεται ή όχι σε μια πιθανή αιτιακή σχέση.

Όπως καταλαβαίνουμε η χωρική μοντελοποίηση των περιβαλλοντικών ρύπων είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τους επιδημιολόγους για την ανάλυση των επιπτώσεων των εκθέσεων σε επίπεδο πληθυσμού. Στο Ηνωμένο Βασίλειο έγινε ένα σημείο αναφοράς υποδεικνύοντας μια συσχέτιση μεταξύ κατοικιών κοντά σε εναέριες γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας με περιπτώσεις παιδικής λευχαιμίας. Δε θα μπορούσε να παραληφθεί το γεγονός ότι όλη αυτή μελέτη απαιτεί επένδυση σημαντικών πόρων και χρόνου. Τα αποτελέσματα όχι μόνο επιτρέπουν εκτιμήσεις της μαγνητικής ροής στις κατοικίες περιπτώσιολογικών μελετών και ελέγχου, αλλά είναι επίσης ένα θεμελιώδες εργαλείο για την τήρηση των κυβερνητικών συστάσεων για τη διάθεση χαρτών ηλεκτρομαγνητικής έκθεσης στο κοινό (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2009) και για τον πολεοδομικό σχεδιασμό των ασφαλών αποστάσεων των κατοικιών από τα ηλεκτροφόρα καλώδια.

Το κράτος έχει κρίσιμο ρόλο στην προστασία του πληθυσμού και την ενημέρωση του, έτσι θα πρέπει να διαθέτει κονδύλια για επιστημονική έρευνα και να προσαρμόζει τη νομοθεσία στα νεότερα δεδομένα. Πρέπει να τονίσουμε πως η εξασφάλιση της ανθρώπινης υγείας για την λήψη προληπτικών μέτρων είναι αναγκαία και ιδιαίτερα για ένα τόσο σημαντικό ζήτημα όπως τον κίνδυνο από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετρήσιμες αποκρίσεις του οργανισμού ή των κυττάρων αποτελούν τα βιολογικά αποτελέσματα σε κάποια διέγερση ή αλλαγή του περιβάλλοντος. Τέτοιου είδους αποκρίσεις όπως η ταχυκαρδία μετά την κατανάλωση καφέ ή η υπνηλία μέσα σε ένα αποπνικτικό περιβάλλον δεν είναι απαραίτητα επιβλαβείς για την υγεία. Φυσιολογική θεωρείται η αντίδραση του οργανισμού σε μεταβολές του περιβάλλοντος. Ενδέχεται όμως ο οργανισμός να μη διαθέτει επαρκείς μηχανισμούς ελέγχου ώστε να αποκρίνεται σε όλο το φάσμα των περιβαλλοντικών μεταβολών. Όταν ο ασθενής εκτίθεται σε συνεχή περιβαλλοντική έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για την υγεία. Στον ανθρώπινο οργανισμό ένα αρνητικό αποτέλεσμα για τη υγεία προέρχεται από ένα βιολογικό αποτέλεσμα το οποίο προκαλεί ανιχνεύσιμη βλάβη στην υγεία ή στην καλή φυσική κατάσταση των εκτιθέμενων ατόμων τα όρια έκθεσης που προτείνονται από τις εθνικές και τις διεθνείς οδηγίες συντελούν στον έλεγχο κίνδυνου από την έκθεση σε ραδιοκύματα τα οποία μπορεί να είναι επιβλαβή για την υγεία. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι απαιτείται περαιτέρω επιστημονική έρευνα τόσο για τα αποτελέσματα που παρατηρούνται, όσο και για το αν αυτά είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Στο διάστημα αυτό οι διεθνείς οργανισμοί και οι κυβερνητικοί φορείς συνεχίζουν να παρακολουθούν τις τελευταίες επιστημονικές εξελίξεις, με σκοπό να αποφανθούν εάν η μακροπρόθεσμη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών ορίων, μπορεί να προκαλέσει επιβλαβή αποτελέσματα στην υγεία ή να επηρεάσει την καλή φυσική κατάσταση του ανθρώπου.

Το ενθαρρυντικό είναι πως υπάρχουν επιστήμονες που προσπαθούν να αποδείξουν πράγματα που δεν είναι ορατά και πιστευτά. Γίνονται πειράματα με τη χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που σκοπό έχουν την βελτίωση της ποιότητας της ζωής και όχι την αύξηση της ρύπανσης. Η νέα γενιά γνωρίζει πολλά περισσότερα από παλαιότερες για τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να προφυλαχθεί από την ηλεκτρομαγνητική ρύπανση. Αυτό που χρειάζεται είναι να γίνει κατανοητό πώς γίνεται η εξισορρόπηση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ώστε να αξιοποιηθεί η δύναμη του.

Οι ασύρματες επικοινωνίες, οι οποίες επεκτείνονται ραγδαία, έχουν εγείρει ερωτήσεις σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία. Παράλληλα, αρκετές χώρες και διεθνείς οργανισμοί μοιράζονται τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα και διαβιβάζουν πληροφορίες σχετικά με κινδύνους. Ωστόσο, βρισκόμαστε αντιμέτωποι με μια παράδοξη κατάσταση: η έρευνα που

έγινε έδειξε αρνητικά αποτελέσματα και η αβεβαιότητα μειώνεται, αλλά οι φόβοι επιμένουν ακόμη αν και τα κινητά τηλέφωνα έχουν υψηλές πωλήσεις και η ανάπτυξη άλλων δικτύων επικοινωνίας είναι συνεχώς σε εξέλιξη.

Στην ερώτηση: «οι ασύρματες επικοινωνίες ενέχουν κίνδυνο για την υγεία;» είναι σήμερα δυνατόν, στο τέλος μιας πολύ δραστήριας περιόδου διεθνούς έρευνας, να συμπεραίνουν ότι όλα τα επιστημονικά τεκμηριωμένα δεδομένα δεν υποστηρίζουν με κανέναν τρόπο σημαντικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία υπό κανονικές συνθήκες χρήσης. Ωστόσο, στο φως από τον πολύ υψηλό αριθμό χρηστών, πρέπει να διατηρηθεί επαγρύπνηση, κάτι που δικαιολογεί τη συνέχιση της έρευνας σε τομείς όπου τα ερωτήματα παραμένουν σε εκκρεμότητα. Θα έπρεπε να σημειωθεί ότι αυτό αφορά πάνω απ' όλα την έκθεση στο κινητό τηλέφωνο, γιατί είναι η κύρια πηγή έκθεσης. Οι μακρινές πηγές (σταθμοί βάσης, Wi-Fi, Wimax) δεν θέτουν οποιοδήποτε πρόβλημα υγείας, ακόμη και όταν κάποιος λαμβάνει υπόψη του εκθέσεις από διαφορετικές πηγές, επειδή το επίπεδο έκθεσης που προκύπτει είναι πολύ χαμηλό. Επιπλέον, κανένας μηχανισμός δεν φαίνεται πιθανό να υποστηρίξει μια επιβλαβή επίδραση στην υγεία που οφείλεται σε ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων τόσο χαμηλής έντασης όπως χρησιμοποιείται στις ασύρματες επικοινωνίες, γιατί δεν υπάρχει επαρκής μεταφορά θερμότητας. Μέχρι σήμερα, τα αποτελέσματα της έρευνας δεν αφορούν μόνο επιδημιολογικές μελέτες αλλά επίσης εργαστηριακές μελέτες σε ζώα που εκτέθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, δεν παρέχουν καμία απόδειξη ότι η έκθεση είναι η αιτία καρκίνου ή άλλου είδους ασθένειας. Στο μέλλον, αντιμετώπι με τον πιθανό αντίκτυπο του πολλαπλασιασμού των πηγών ραδιοσυχνοτήτων που χρησιμοποιείται στις ασύρματες επικοινωνίες, θα περιλαμβάνει απάντηση σε ερωτήσεις του κοινού για την υγεία χωρίς τη δυσκίνητη πανοπλία επιδημιολογικών και ζωικών προσεγγίσεων όπου υλοποιείται συστηματικά για κάθε τύπο σήματος. Για να εξασφαλιστεί η ανθρώπινη υγεία είναι αναγκαία συνθήκη η λήψη μέτρων προφύλαξης. Οι αρμόδιοι φορείς και το αντίστοιχο νομικό καθεστώς με τη δράση τους μπορούν να θέσουν ένα όριο στην αλόγιστη έξαρση της χρήσης της τεχνολογίας και να υπάρξει μια κοινωνία συνειδητοποιημένων και ενημερωμένων πολιτών.

Συμφώνα με την Διεθνή Επιτροπή για την ερευνά στον καρκίνο (IARC) την Π.Ο.Υ. και τις υπάρχουσες επιδημιολογικές μελέτες οι κίνδυνοι από την ιοντίζουσα ακτινοβολία (ραδόνιο ,ραδιενεργό πολώνιο στο τσιγάρο και υπεριώδης ακτινοβολία τεχνητού φωτός –μαυρίσματος) κατατάσσονται υψηλότερα στην κλίμακα καρκινογένεσης (κλίμακα 1) από τις ραδιοσυχνότητες της κινητής τηλεφωνίας που κατατάσσονται ενδεχομένως καρκινογόνες (κλίμακα 2B).Οι κίνδυνοι από όλες τις συσκευές μέσα στο σπίτι είναι μεγαλύτεροι από τους κινδύνους από την ακτινοβολία που έρχεται με πηγή εκτός σπιτιού από την φυσική εξασθένηση της έκθεσης λόγω της απόστασης. Επιπλέον οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες καθώς και οι ραδιοσυχνότητες και τα ηλεκτρικά πεδία (μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες) εξασθενούν με τα δομικά υλικά της οικοδομής σε αντίθεση με το μαγνητικό πεδίο (μη ιοντίζουσα ακτινοβολία) που δεν επηρεάζεται από αυτά.

Αυξάνεται η ισχύς των κινητών τηλεφώνων όταν υπάρχει αδύναμο σήμα από τους σταθμούς βάσης με αποτέλεσμα να επιδεινώνεται η έκθεση του χρήστη. Τα παιδιά και οι έγκυες γυναίκες οφείλουν να προφυλάσσονται και να απομακρύνονται από δυναμικές πηγές ακτινοβολίας. Σε περιοχές με κακό σήμα αυξάνεται η έκθεση καθώς το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει με αυξημένα επίπεδα ισχύος. Συνίσταται η αποφυγή χρήσης κινητού τηλεφώνου σε υπόγειους χώρους κλειστούς χώρους ασανσέρ ή σε ταξίδι. να αποφεύγεται η χρήση μεταλλικού καλύμματος διότι οδηγεί στη λειτουργία του κινητού τηλεφώνου με τη μέγιστη ισχύ.

Για την εγκατάσταση και λειτουργία κεραιών κινητής τηλεφωνίας και ραδιοσυχνοτήτων υπεύθυνη αρχή είναι η ελληνική επιτροπή ατομικής ενεργείας .υπάρχουν ετήσιες εκθέσεις παράβασης των ορίων ασφάλειας, χαρτογράφηση των μετρήσεων των κεραιών κινητής τηλεφωνίας πανελλαδικά και ενημερωτικό υλικό στην ιστοσελίδα της ΕΕΑΕ.

- Απομακρύνετε το κινητό από το κεφάλι σας κατά την διάρκεια των κλήσεων, χρησιμοποιώντας ανοιχτή ακρόαση ή καλώδιο hands-free. η απόσταση ασφάλειας οφείλει να είναι μεγαλύτερη από 30-40 εκατ.
- Μην έχετε το τηλέφωνο στην τσέπη σας όταν μιλάτε από hands free, καθώς τα γεννητικά όργανα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις ασύρματες ακτινοβολίες.
- Περιορίστε το χρόνο ομιλίας σας από κινητό τηλέφωνο, χρησιμοποιώντας το όταν είναι πραγματικά απαραίτητο – επικοινωνήστε καλύτερα με SMS.
- Προτιμήστε τις σταθερές τηλεφωνικές γραμμές, ιδιαίτερα όταν κάνετε κλήσεις μεγάλης διάρκειας.
- Αποφεύγετε να χρησιμοποιείτε το κινητό τηλέφωνο σε σημεία με κακό σήμα όπου το τηλέφωνο εκπέμπει σε πλήρη ισχύ για να συνδεθεί (καλύτερο σήμα υπάρχει συνήθως δίπλα στα παράθυρα).
- Αποφεύγετε τη χρήση του κινητού τηλεφώνου στο αυτοκίνητο, σε τρένα, πλοία, λεωφορεία κλπ αφού η ακτινοβολία του ανακυκλώνεται εσωτερικά ανακλώμενη στις μεταλλικές επιφάνειες, ενώ καθώς μετακινήστε το κινητό εκπέμπει σε πλήρη ισχύ γιατί συνεχώς προσπαθεί να συνδεθεί με την πλησιέστερη κεραία.
- Η χρήση ακουστικού bluetooth δεν συνιστάται αφού αποτελεί ασθενή αλλά μόνιμη πηγή ακτινοβολίας (εξαιρέση: όταν μιλάτε πολύ στο κινητό τηλέφωνο και ιδιαίτερα σε χώρους με κακό σήμα, είναι προτιμότερο να έχετε το τηλέφωνο μακριά και να μιλάτε από το bluetooth).
- Μοιράζετε τον χρόνο ομιλίας σας κρατώντας το κινητό και από τις δύο πλευρές του κεφαλιού.
- Μην αφήνετε το τηλέφωνο ανοιχτό δίπλα σας όταν κοιμάστε, αφού και σε stand by στέλνει σήμα κάθε λίγα λεπτά στην πλησιέστερη κεραία κινητής τηλεφωνίας (σε 2G mode).
- Αν χρησιμοποιείτε smartphone, ενεργοποιείτε την δυνατότητα κατεβάσματος δεδομένων μέσω Wi-Fi ή του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, μόνο την ώρα που θέλετε να περιηγηθείτε στο ίντερνετ. Τα περισσότερα applications, κατεβάζουν συνέχεια δεδομένα όταν μπορούν, αυξάνοντας σημαντικά την ακτινοβολία που εκπέμπει το κινητό σας.
- Το κάλυμμα ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης HB Wireless Belly Shield όταν το τοποθετείτε πάνω σας κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου, smartphone, tablet, laptop ή άλλης φορητής ασύρματης συσκευής, ανακλά την ασύρματη ακτινοβολία σε ποσοστό 90%, προστατεύοντας κοιλιά, έμβρυο (σε περίπτωση κύησης) και τα ευαίσθητα στα μικροκύματα γεννητικά όργανα.Αν το κινητό σας τηλέφωνο έχει χαμηλό σήμα στο σπίτι σας, αυτό σημαίνει ότι ο πάροχος σας δεν έχει κεραία κοντά σας ή δεν φτάνει το σήμα του στο χώρο σας. Ωστόσο μπορεί να υπάρχει δίπλα σας κεραία από τους άλλους παρόχους.
- Δεδομένου ότι τα τζάμια είναι τα σημεία διείσδυσης του μεγαλύτερου ποσοστού εξωτερικών ασύρματων ακτινοβολιών, η μεγαλύτερη μείωση στις ακτινοβολίες από κεραία κινητής τηλεφωνίας μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση αυτοκόλλητης μεμβράνης ή κουρτίνας ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης στα παράθυρα και τις μπαλκονόπορτες του σπιτιού (ειδικά σε αυτά που βλέπουν προς την κεραία).

- Οι τοίχοι των κτιρίων εμποδίζουν ένα μέρος της εξωτερικής ασύρματης ακτινοβολίας ανάλογα με το πάχος τους και το είδος του δομικού υλικού. Θωρακίζοντας τοίχους και οροφές εσωτερικά ή εξωτερικά με μιογιά ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης ή με πλέγμα ανοξείδωτου χάλυβα μπορούμε να επιτύχουμε ακόμη μεγαλύτερη μείωση των ακτινοβολιών στο χώρο
- Πρακτική λύση, τουλάχιστον για το χώρο του υπνοδωματίου, αποτελούν οι κουνουπιέρες ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης, οι οποίες δεν αφήνουν να διεισδύσει η ακτινοβολία από καμία κατεύθυνση, εξασφαλίζοντας την ελάχιστη διατάραξη του ύπνου σας από τωρινές αλλά και μελλοντικές πηγές ασύρματης ακτινοβολίας.
- Απενεργοποιήστε την ασύρματη λειτουργία του μόντεμ –ρούτερ σας (συνήθως πατώντας κάποιο κουμπί –ρωτήστε τον κατασκευαστή του αν δεν γνωρίζετε πως) και χρησιμοποιείστε καλώδιο δικτύου (ethernet) για να συνδέσετε τον υπολογιστή σας.
- Σε περίπτωση μη απενεργοποίησης της ασύρματης λειτουργίας του μόντεμ ρούτερ, τοποθετήστε το όσο το δυνατόν πιο μακριά από χώρους όπου περνάτε πολύ χρόνο και κλείνετε το μόντεμ τουλάχιστον κατά τις βραδινές ώρες. Εναλλακτικά χρησιμοποιείστε το σύστημα σύνδεσης στο διαδίκτυο που αποκαλείται Broadband over power lines (BPL) ή power-line Internet (βάζετε έναν αντίστοιχο Powerline σε μια πρίζα και τον συνδέετε με το router και τους υπόλοιπους αντίστοιχους Powerline σε πρίζες των απομακρυσμένων δωματίων που θέλετε να έχετε ίντερνετ και τις συνδέετε με τους εκεί H/Y ή λάμπτοπ).
- Οι θήκες ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης HB Wireless Pocket Shield καλύπτουν τα ασύρματα modem/routers, wi-fi repeaters, powerline adaptors, baby monitor κ.α. (και τις εξωτερικές κεραίες αν υπάρχουν) και μειώνουν σε ποσοστό 90% την εκπεμπόμενη ακτινοβολία, αλλά διατηρούν το σήμα (Wi-Fi κ.α.) τουλάχιστον στους κοντινούς της ασύρματης συσκευής χώρους.
- Αντικαταστήστε το ασύρματο τηλέφωνο σας με ενσύρματο ή έστω με ένα ασύρματο τηλέφωνο μηδενικής ακτινοβολίας (σε κατάσταση αναμονής), η βάση του οποίου εκπέμπει ακτινοβολία μόνο όταν πραγματοποιείτε κλήσεις.
- Σε περίπτωση μη αντικατάστασης του ασύρματου τηλεφώνου, τοποθετήστε το όσο το δυνατόν πιο μακριά από χώρους όπου περνάτε πολύ χρόνο και κυρίως από το υπνοδωμάτιο.
- Κατά τη διάρκεια των κλήσεων ενεργοποιείτε την ανοιχτή ακρόαση και τοποθετείτε το ακουστικό όσο το δυνατόν πιο μακριά από το σώμα σας.
- Απομακρύνετε όσο είναι εφικτό σημεία πολύωρης παραμονής (π.χ. κρεβάτι, καθιστικό, γραφείο) από:

- συσκευές μεγάλης κατανάλωσης όπως η κουζίνα, ηλεκτρικές θερμάστρες, ενδοδαπέδια θέρμανση, μπόιλερ κ.α.
- μετασχηματιστές συσκευών χαμηλής τάσης όπως φορτιστές, ηλεκτρικά ρολόγια, laptop, εκτυπωτές, φωτιστικά 12V κ.α.
- συσκευές με ηλεκτρικό μοτέρ όπως το ψυγείο κ.α
- μετρητή ρεύματος και ηλεκτρικό πίνακα
- εναλλάκτη (inverter) και φορτιστή φωτοβολταϊκού συστήματος
- λέβητα και άλλες ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις

Ηλεκτρικές συσκευές όπως οι ξυριστικές μηχανές το πιστολάκι για τα μαλλιά τα μπλέντερ η ηλεκτρική σκούπα κ.α. δημιουργούν γύρω τους πολύ υψηλά μαγνητικά πεδία ωστόσο επειδή η χρήση τους είναι συνήθως μικρής διάρκειας δεν θεωρούμε ότι μπορεί να προκαλέσουν παραμένουσες βιολογικές επιπτώσεις πιθανή εξαίρεση τα άτομα με ηλεκτρουπερευαισθησία.

- Περιορίστε την χρήση ηλεκτρονικών συσκευών μη γραμμικού φορτίου, οι οποίες παραμορφώνουν το σήμα του ηλεκτρικού δικτύου: λαμπτήρες φθορισμού και εξοικονόμησης ενέργειας, αντίστοιχες εναλασσόμενου ρεύματος, διακόπτες dimmer με ηλεκτρονικό ρυθμιστή έντασης κ.α.
- Αποφύγετε να χρησιμοποιείτε λαμπτήρες φθορισμού και εξοικονόμησης ενέργειας σε φωτιστικά στα οποία βρίσκεστε κοντά πολλές ώρες. Χρησιμοποιείστε τους μόνο σε διαδρόμους και εξωτερικούς χώρους.
- Σχετικά με τους λαμπτήρες LED αν και εκπέμπουν χαμηλότερες ακτινοβολίες, υπάρχουν επιφυλάξεις για την ασφάλεια τους λόγω του εντονότερου φωτός τους.
- Ασφαλέστερες επιλογές αποτελούν οι λαμπτήρες πυρακτώσεως (όσο ακόμη υπάρχουν στην αγορά) και πολλοί τύποι λαμπτήρων αλογόνου που δεν περιέχουν ηλεκτρονική διάταξη.
- Απομακρύνετε τις ηλεκτρικές συσκευές από το κρεβάτι του υπνοδωματίου σας (φωτιστικά, ξυπνητήρι με καλώδιο κ.α.), ειδικά αν αυτές έχουν διπολικό φως (αντί για σούκο).
- Αποφύγετε τη χρήση ηλεκτρικής κουβέρτας ή στρώματος νερού. Εναλλακτικά βγάξτε τα από την πρίζα πριν κοιμηθείτε.
- Οι επίπεδες οθόνες νέας τεχνολογίας (LCD) εκπέμπουν χαμηλότερα επίπεδα ακτινοβολιών σε σχέση με τις παλαιότερου τύπου (CRT κλπ). Σε κάθε περίπτωση αποφύγετε να κάθεστε σε πολύ κοντινή τους απόσταση.
- Η χρήση laptop/tablet αποτελεί σημαντική πηγή έκθεσης σε τεχνητές ακτινοβολίες για μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού.

• Αόνο της κουζίνας επηρεάζει με το σώμα μας τα παραγόμενα από τη συσκευή ηλεκτρομαγνητικά πεδία μας

- Λόγω της κοντινής επαφής με το σώμα μας τα παραγόμενα από τη συσκευή ηλεκτρομαγνητικά πεδία μας εκθέτουν σε υψηλά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων λόγω της μπαταρίας, των καλωδίων και των ηλεκτρικών τους κυκλωμάτων και υψηλά ηλεκτρομαγνητικά πεδία υψηλών συχνοτήτων λόγω των κεραιών WLAN ή Wi-Fi που χρησιμοποιούν για να συνδεθούν ασύρματα με τα μόντεμ ρούτερ.
- Απομακρύνετε το laptop μπορείτε να το από το σώμα σας με τη βοήθεια ενός εξωτερικού πληκτρολογίου.
- Τοποθετώντας επιπλέον το laptop σε κάποια βάση για laptop, η οθόνη ανυψώνεται στο εργονομικά σωστό ύψος του κεφαλιού και αποφεύγετε μελλοντικά προβλήματα στον αυχένα.
- Απενεργοποιείτε την ασύρματη λειτουργία του laptop/tablet όταν δεν σας είναι απαραίτητη. Η κεραιά τους εκπέμπει ακτινοβολία ακόμη και αν δεν είστε συνδεδεμένοι στο ίντερνετ!
- Αντικαταστήστε την ασύρματη σύνδεση του ίντερνετ με ενσύρματη, χρησιμοποιώντας καλώδιο δικτύου για να συνδέσετε τον υπολογιστή με το μόντεμ.
- Εναλλακτικά χρησιμοποιείτε το σύστημα σύνδεσης στο διαδίκτυο που αποκαλείται Broadband over power lines (BPL) ή power-line Internet (βάζετε έναν ανάπτορα Powerline σε μια πρίζα και τον συνδέετε με το router και τους υπόλοιπους ανάπτορες Powerline σε πρίζες των απομακρυσμένων δωματίων που θέλετε να έχετε ίντερνετ και τις συνδέετε με τους εκεί H/Y ή λάπτοπ). Η τεχνολογία αυτή ωστόσο δεν αποτελεί το ιδανικό υποκατάστατο της δικτύωσης με καλώδιο ethernet αφού περνάει σήμα υψηλής συχνότητας στο ηλεκτρικό δίκτυο της κατοικίας, επιβαρύνοντας την υπάρχουσα ακτινοβολία των καλωδίων (ίσως αποτελεί πρόβλημα σε κατοικίες με υψηλά ηλεκτρικά πεδία).
- Οι ίδιες λύσεις είναι εφικτές και για κάποια tablet με τη χρήση ανταπτόρων Ethernet-USB ή mini USB.
- Το λάπτοπ ενδεχομένως να εκπέμπει και ανεβασμένα ηλεκτρικά πεδία τα οποία όμως διαφοροποιούνται από συσκευή σε συσκευή, ανάλογα με το φως, την σύνδεση με καλώδιο δικτύου κ.α. και μόνο μια μέτρηση ηλεκτρικών πεδίων μπορεί να μας υποδείξει τον ασφαλέστερο τρόπο χρήσης.
- Το κάλυμμα ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης HB Wireless Belly Shield όταν το τοποθετείτε πάνω σας κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου, smartphone, tablet, laptop ή άλλης φορητής ασύρματης συσκευής, ανακλά την ασύρματη ακτινοβολία σε ποσοστό 90%, προστατεύοντας κοιλιά, έμβρυο (σε περίπτωση κύησης) και τα ευαίσθητα στα μικροκύματα γεννητικά όργανα. Τα εντοιχισμένα ηλεκτροφόρα καλώδια που καταλήγουν σε διακόπτες και πρίζες, παράγουν ηλεκτρικά πεδία 24 ώρες το 24ωρο ενώ παράγουν και μαγνητικά όταν καταναλώνουμε ρεύμα (ανάβουμε τα φώτα, λειτουργούμε ηλεκτρικές συσκευές κ.α.).
- Η ακριβής θέση των καλωδίων που τροφοδοτούν ένα χώρο συνήθως δεν είναι εμφανής ενώ συχνά ο χώρος μπορεί να επηρεάζεται και από κυκλώματα που ρευματοδοτούν άλλα διαμερίσματα, ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις του κτιρίου κ.α.
- Ελλείψεις γειώσεις ή σφάλματα στην μόνωση των καλωδίων δίνουν συχνά ασυνήθιστα υψηλές μετρήσεις ηλεκτρικών πεδίων.
- Υψηλά μαγνητικά πεδία δημιουργούνται συχνά εξαιτίας λανθασμένων ηλεκτρικών συνδέσεων (π.χ. ένωση ουδετέρων αγωγών από διαφορετικά κυκλώματα) οι οποίες αποτελούν και κίνδυνο για εκδήλωση πυρκαγιάς ή ηλεκτροπληξία.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία οι συνηθέστερες αιτίες υψηλών τιμών μαγνητικών πεδίων είναι οι ιδιομορφίες του τοπικού δικτύου διανομής ρεύματος χαμηλής τάσης και τα σφάλματα στις συνδεσμολογίες των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων των κατοικιών. Μόνο το 23% των περιπτώσεων υψηλών τιμών οφείλεται στις γραμμές υψηλής τάσης.

- Υψηλές τιμές ακτινοβολίας που οφείλονται στα καλώδια του σπιτιού σας, μπορούν να εντοπιστούν εύκολα χρησιμοποιώντας ένα Μετρητή Ακτινοβολίας Χαμηλών Συχνοτήτων.
- Εναλλακτικά μπορείτε να ζητήσετε τον Έλεγχο Ηλεκτρομαγνητικής Επιβάρυνσης για διαπιστώσετε αν από τους χώρους σας περνούν καλώδια που προκαλούν υψηλές τιμές ακτινοβολίας, αν υπάρχουν σφάλματα στο ηλεκτρικό δίκτυο της κατοικίας και πως να τα διορθώσετε και πολλούς άλλους απλούς τρόπους για να μειώσετε την καθημερινή σας έκθεση στις ακτινοβολίες.
- Πιο οικονομική λύση για τη μέτρηση των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων από πρίζες και καλώδια, αποτελεί η ενοίκιαση του μετρητή ακτινοβολίας Trifield TF2 της Alphalab Γραμμές μεταφοράς υψηλής (150 kVolt) και υπερυψηλής τάσης (400 kVolt) περνούν από πολλές κατοικημένες περιοχές και συνδέονται με το πυκνό δίκτυο διανομής μέσης (20kV) και έπειτα χαμηλής τάσης (400/230 Volt).
- Για τη σύνδεση των γραμμών χρησιμοποιούνται μετασχηματιστές υποβιβασμού της τάσης (υποσταθμίοι ΔΕΗ). Στην Αθήνα υπάρχουν 3.500 υποσταθμίοι της ΔΕΗ εγκαταστημένοι σε υπόγεια κατοικιών και 12.000 σε υπαίθριους χώρους.
- Τα ηλεκτρικά πεδία που εκπέμπουν τα καλώδια και οι υποσταθμίοι της ΔΕΗ επηρεάζουν συνήθως μόνο τους εξωτερικούς χώρους αφού μπλοκάρονται από τα περισσότερα οικοδομικά υλικά. Στις υπόγειες γραμμές διανομής τα ηλεκτρικά πεδία μηδενίζονται λόγω της γείωσης τους.
- Ωστόσο, τα μαγνητικά πεδία που εκπέμπουν τα καλώδια διαπερνούν ανεπηρέαστα σχεδόν όλα τα δομικά υλικά. Η συχνότερη αιτία ανεβασμένων τιμών μαγνητικών πεδίων είναι τα καλώδια χαμηλής τάσης που υπάρχουν παντού και όχι οι γραμμές υψηλής τάσης.
- Οι τιμές των μαγνητικών πεδίων που εκπέμπουν δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν αφού εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως η καταπόληση ρεύματος, η διάταξη των αγωγών ηλεκτρισμού, οι συνδέσεις του τοπικού δικτύου διανομής κ.α.

<https://www.home-biology.gr/proionta-prostasias/symvoules-prostasias/odigos-symvoulon-prostasias-ακτινοβολίας>

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1839489>
- Γενική Διεύθυνση Δημόσιας Υγείας και κοινωνικής Μέριμνας - Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (pste.gov.gr)
- ΕΘΝΙΚΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ Ισχύουσα Νομοθεσία και Εσωτερικός Κανονισμός Πρόληψης. <https://www.moh.gov.gr/articles/health/domes-kai-drasesis-gia-thn-ygeia/ethnika-sxedia-drashs/6237-ethniko-sxedio-drashs-gia-thn-dhmosia-ygeia?fdl=14940>
- [HM επιδράσεις \(slideshare.net\)](#)
- [Υπερβάσεις ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού - Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας \(eeae.gr\)](#)
- Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης (ΥΥΚΑ 2008) Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τη Δημόσια Υγεία.Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Αντιμετώπιση των Περιβαλλοντικών Κινδύνων που απειλούν την υγεία 2008-2012 ,Αθήνα

- (<http://www.who.int/entity/mediacentre/factsheets/fs296/en/index.html>) –
- [012013061.pdf \(teiemt.gr\)](#)
- 2006 WHO Research Agenda for Radio Frequency Fields [pdf 100kb] (http://www.who.int/entity/peh-emf/research/rf_research_agenda_2006.pdf)
- 3D GIS for surface modelling of magnetic fields generated by overhead power lines and their validation in a complex urban area Author links open overlay panelLaiaMiravet-Garret^aÓscar Davidde Cózar-Macías^aElidia BeatrizBlázquez-Parra^aManuel DamiánMarín-Granados^aJuan BernabéGarcía-González^b
- **A comparison of spatial interpolation methods for estimation of average electromagnetic field magnitude** Prog. Electromagn. Res. (2010), [10.2528/PIERM10083103](#) Bessou et al., 2013
J. Bessou, F. Deschamps, L. Figueroa, D. Cougnaud
- **A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia** Br. J. Cancer, 83 (2000), pp. 692-698, [10.1054/bjoc.2000.1376](#) Ahlbom et al., 2001
A. Ahlbom, E. Cardis, A. Green, M. Linet, D. Savitz, A. Swerdlow
- A. Turgeon, P.S. Maruvada, D.L. Goulet **Application of GIS for the evaluation of human exposure to magnetic field in the vicinity of power lines** Canadian Conference

- on Electrical and Computer Engineering, IEEE (1998), pp. 189-192, [10.1109/ccece.1998.682714](https://doi.org/10.1109/ccece.1998.682714)
- A.J. Graham, P.M. Atkinson, F.M. Danson **Spatial analysis for epidemiology** Acta Trop. (2004), [10.1016/j.actatropica.2004.05.001](https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2004.05.001)
 - A.v. Mamishev, R.D. Nevels, B.D. Russell **Effects of conductor sag on spatial distribution of power line magnetic field** IEEE Transactions on Power Delivery, 11 (1996), pp. 1571-1576, [10.1109/61.517518](https://doi.org/10.1109/61.517518)
 - Am. J. Epidemiol., 138 (1993), pp. 467-481, [10.1093/oxfordjournals.aje.a116881](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a116881)
 - Am. J. Ind. Med., 51 (2008), pp. 246-257, [10.1002/ajim.20551](https://doi.org/10.1002/ajim.20551) **IARC Non-ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans** World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (2002), [10.1097/00004032-200212000-00021](https://doi.org/10.1097/00004032-200212000-00021)
 - ANSI C 6318-1997, “Recommended Practice for an On-site Test Method for Estimating Radiated Electromagnetic Immunity of Medical Devices to Specific RF Transmitters”
 - AREMA Manual for Railway Engineering, www.erema.org
 - Bettcher D, Sapirie S, Goon EHT. Essential public health functions: results of the international Delphi study. *World Health Statistical Quarterly*, 1998,51:44-55.
 - Bioelectromagnetics References Ahlbom et al., 2000
A. Ahlbom, N. Day, M. Feychting, E. Roman, J. Skinner, J. Dockerty, M. Linet, M. McBride, J. Michaelis, J.H. Olsen, T. Tynes, P.K. Verkasalo
 - **Building Biology Evaluation Guidelines for Sleeping Areas (SBM-2015)** (2015)
 - C. Pedersen, E.
v Bräuner, N.H. Rod, V. Albieri, C.E. Andersen, K. Ulbak, O. Hertel, C. Johansen, Z.J. Schüh, O. Raaschou-Nielsen **Distance to High-Voltage Power Lines and Risk of Childhood Leukemia-an Analysis of Confounding by and Interaction with Other Potential Risk Factors** (2014), [10.1371/journal.pone.0107096](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107096)
 - C. Pedersen, O. Raaschou-Nielsen, N.H. Rod, P. Frei, A.H. Poulsen, C. Johansen, J. Schüz **Distance from residence to power line and risk of childhood leukemia: a population-based case-control study in Denmark** Cancer Causes Control, 25 (2014), pp. 171-177, [10.1007/s10552-013-0319-5](https://doi.org/10.1007/s10552-013-0319-5)
 - C. Sermage-Faure, C. Demoury, J. Rudant, S. Goujon-Bellec, A. Guyot-Goubin, F. Deschamps, D. Hemon, J. Clavel **Childhood leukaemia close to high-voltage**

- power lines - the Geocap study, 2002-2007** Br. J. Cancer, 108 (2013), pp. 1899-1906, [10.1038/bjc.2013.128](https://doi.org/10.1038/bjc.2013.128)
- Centers for Disease Control and Prevention, Centro Latino Americano de Investigaciones en Sistemas de Salud, Pan American Health Organization/World Health Organization. *Public health in the Americas: national level instrument for measuring essential public health functions*. Washington DC, Pan American Health Organization, 2000. Pilot test version, May 2000.
 - Chang S, Choi J, Gil H, Yang J, Lee E, Jeon Y, Lee Z, Lee M, Hong M, Ho Son T, Hong S. 2005. Genotoxicity evaluation of electromagnetic fields generated by 835-MHz mobile phone frequency band. *Eur J Cancer Prev* **14**: 175– 179.
 - Chen et al., 2017 Z. Chen, B. Gao, B. Devereux **State-of-the-art: DTM generation using airborne LIDAR data** Sensors (Switzerland) (2017), [10.3390/s17010150](https://doi.org/10.3390/s17010150)
 - Comelli et al., 2007 M. Comelli, M. Benes, A. Bampo, R. Villalta **A technical note about Phidel: a new software for evaluating magnetic induction field generated by power lines** Radiat. Prot. Dosim., 123 (2007), pp. 182-189, [10.1093/rpd/ncl111](https://doi.org/10.1093/rpd/ncl111)
 - **Components of information for multiple resolution comparison between maps that share a real variable** Environ. Ecol. Stat., 15 (2008), pp. 111-142, [10.1007/s10651-007-0043-y](https://doi.org/10.1007/s10651-007-0043-y)
 - Crespi et al., 2016 C.M. Crespi, X.P. Vergara, C. Hooper, S. Oksuzyan, S. Wu, M. Cockburn, L. Kheifets **Childhood Leukaemia and Distance from Power Lines in California: A Population-Based Case-Control Study** vol. 115 (2016), [10.1038/bjc.2016.142](https://doi.org/10.1038/bjc.2016.142)
 - Electric Power Research Institute, American Association of Railroads, and AREMA, Power Systems and Railroad Electromagnetic Capability Handbook, EPRI revised 1st edn, 10102652, Final Report, November 2006.
 - Electromagnetic compatibility : analysis and case studies in transportation / 2016], () - Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc
 - Electromagnetic Fields, Environment and Health **Editors** ([view affiliations](#)) Anne Perrin Martine Souque
 - **Electromagnetic stimulation increases mitochondrial function in osteogenic cells and promotes bone fracture repair** Alex M. Hollenberg, Aric Huber, Charles O. Smith & Roman A. Eliseev
 - [ELECTROMAGNETIC FIELDS_rev.pdf \(mlsi.gov.cy\)](#)

- ESRI **IDW—raster interpolation toolset** [WWW document] URL <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/idw.htm> (2016)
- European Commission **Special Eurobarometer 347 / Wave 73.3 – TNS Opinion & Social**. Bruxelles(2010)
- European Parliament **P6_TA(2009)0216 Health Concerns Associated with Electromagnetic Fields** (2009)
- **Exposure modelling of extremely low-frequency magnetic fields from overhead power lines and its validation by measurements** Int. J. Environ. Res. Public Health, 14 (2017), [10.3390/ijerph14090949](https://doi.org/10.3390/ijerph14090949)
- **Exposure to radiofrequency electromagnetic fields: Comparison of exposimeters with a novel body-worn distributed meter** Author links open overlay panelAnkeHuss^aStefanDongus^{bc}RezaAminzadeh^hArnoThielens^hMatthiasvan den Bossche^hPatrickVan Torre^dRenéde Seze^eElisabethCardis^{fij}MarloesEeftens^{bc}WoutJoseph^hRoelVermeulen^gMartinRöösli^{bc}
- FCC questions and answers on RF safety, www.fcc.gov/oet/rfsafety/rf-fags.html
- G. Draper, T. Vincent, M.E. Kroll, J. Swanson **Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study** BMJ, 330 (2005), p. 1290, [10.1136/bmj.330.7503.1290](https://doi.org/10.1136/bmj.330.7503.1290)
- <http://www.emro.who.int/about-who/resources-planning/>
- ICNIRP (1998) www.icnirp.org/documents/emfgdl.pdf IEEE (2006) IEEE C95.1-2005 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz" Exposures & health consequences (http://www.who.int/entity/peh-emf/meetings/base_stations_june05/en/index.html) - Fact sheet: Electromagnetic fields and public health: Electromagnetic Hypersensitivity 2
- ICNIRP Guidelines limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) Health Physics 74:494, 1998
- IEEE C 95.7 Recommended Practice for Radio Frequency Safety Programs, 3 kHz to 300 GHz
- IEEE Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz, 2005
- IEEE Std 644-1994 **IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines Transmission and Distribution** (1994)

- J. Environ. Psychol., 8 (1988), pp. 19-43, [10.1016/S0272-4944\(88\)80021-5](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(88)80021-5)
- J. Radiol. Prot., 40 (2020), pp. 431-443, [10.1088/1361-6498/ab7730](https://doi.org/10.1088/1361-6498/ab7730) Azpurua and dos Ramos, 2010
- J. Schüz, C. Dasenbrock, P. Ravazzani, M. Rösli, P. Schär, P.L. Bounds, F. Erdmann, A. Borkhardt, C. Cobaleda, M. Fedrowitz, Y. Hamnerius, I. Sanchez-Garcia, R. Seger, K. Schmiegelow, G. Ziegelberger, M. Capstick, M. Manser, M. Müller, C.D. Schmid, D. Schürmann, B. Struchen, N. Kuster **Extremely low-frequency magnetic fields and risk of childhood leukemia: a risk assessment by the ARIMMORA consortium** *Bioelectromagnetics* (2016), [10.1002/bem.21963](https://doi.org/10.1002/bem.21963)
 - J. Swanson **Methods used to calculate exposures in two epidemiological studies of power lines in the UK** *J. Radiol. Prot.*, 28 (2008), pp. 45-59, [10.1088/0952-4746/28/1/002](https://doi.org/10.1088/0952-4746/28/1/002)
 - J.C. Teepen, J.A.A.M. van Dijck **Impact of high electromagnetic field levels on childhood leukemia incidence**
 - J.T. Porsius, L. Claassen, T. Smid, F. Woudenberg, D.R.M. Timmermans **Health responses to a new high-voltage power line route: design of a quasi-experimental prospective field study in the Netherlands** *BMC Public Health*, 14 (2014), pp. 1-12, [10.1186/1471-2458-14-237](https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-237)
L. Furby, P. Slovic, B. Fischhoff, R. Gregory
 - L. Kheifets, C.M. Crespi, C. Hooper, S. Oksuzyan, M. Cockburn, T. Ly, G. Mezei **Epidemiologic study of residential proximity to transmission lines and childhood cancer in California: description of design, epidemiologic methods and study population** *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.*, 25 (2015), pp. 45-52, [10.1038/jes.2013.48](https://doi.org/10.1038/jes.2013.48)
 - L. Kheifets, R. Kavet, S.S. Sussman **Wire Codes, Magnetic Fields, and Childhood Cancer, Bioelectromagnetics** Wiley-Liss, Inc (1997)
M. Azpurua, K. dos Ramos
 - M. Feychting **Selection and detection Bias** M. Roosli (Ed.), *Epidemiology of Electromagnetic Fields* (2014), pp. 57-65
 - M. Jerrett, S. Gale, C. Kontgis **Spatial modeling in environmental and public health research** *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 7 (2010), pp. 1302-1329, [10.3390/ijerph7041302](https://doi.org/10.3390/ijerph7041302)
 - M. Maslanyj, J. Simpson, E. Roman, J. Schüz **Power frequency magnetic fields and risk of childhood leukaemia: misclassification of exposure from the use of the “distance**

- from power line” exposure surrogate** *Bioelectromagnetics*, 30 (2009), pp. 183-188, [10.1002/bem.20465](https://doi.org/10.1002/bem.20465)
- M. Repacholi **Concern that “EMF” magnetic fields from power lines cause cancer** *Sci. Total Environ.*, 426 (2012), pp. 454-458, [10.1016/j.scitotenv.2012.03.030](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.030)
 - M.B. Najjar, O. Jadayel, A. Baarini **Power Magnetic Fields Exposure Evaluation at North Lebanon: GIS Application** (2009)
 - **Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines**
 - **Methods used to estimate residential exposure to 50 Hz magnetic fields from overhead power lines in an epidemiological study in France** *J. Radiol. Prot.*, 33 (2013), pp. 349-365, [10.1088/0952-4746/33/2/349](https://doi.org/10.1088/0952-4746/33/2/349) Bürgi et al., 2017
A. Bürgi, S. Sagar, B. Struchen, S. Joss, M. Röösl
 - **Modelling the Human Body Exposure to ELF Electric Fields** Από τον/την Cristina Peratta, Andres Peratta
 - National Capital Institute of Environmental Health Sciences, www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet/home.htm
 - **Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**
 - [o-health-pap.pdf \(isx.gr\)](#)
 - **Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF)** (2015), [10.2772/75635](https://doi.org/10.2772/75635)
 - OSHA radio frequency and microwave radiation, www.osha.gov/SLTC/radiofrequency/radiation
 - P. Lienert, B. Sütterlin, M. Siegrist **Public Acceptance of High-Voltage Power Lines: The Influence of Information Provision on Undergrounding** (2017), [10.1016/j.enpol.2017.10.025](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.025)
 - P. Reynolds, E. Elkin, R. Scalf, J. von Behren, R.R. Neutra **A case-control pilot study of traffic exposures and early childhood leukemia using a geographic information system** *Bioelectromagnetics (Suppl. 5)* (2001), [10.1002/1521-186X\(2001\)22:5+<::AID-BEM1024>3.3.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1521-186X(2001)22:5+<::AID-BEM1024>3.3.CO;2-0)
 - P.A. Kokate, A.K. Mishra, S.K. Lokhande, G.L. Bodhe **Extremely low frequency electromagnetic field (ELF-EMF) and childhood leukemia (CL) near transmission lines: a review** *Advanced Electromagnetics* (2016), [10.7716/aem.v5i1.348](https://doi.org/10.7716/aem.v5i1.348)

- Pan American Health Organization/World Health Organization (PAHO/WHO), *Public Health in the Americas: Conceptual Renewal, Performance Assessment, and Bases for Action* (Washington, DC: PAHO/WHO, 2002).
- **Public perceptions of electric power transmission lines**
- R.F. Rankin, T.D. Bracken, R.S. Senior, R. Kavet, J.H. Montgomery **Results of a multisite study of U.S. residential magnetic fields** *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.*, 12 (2002), pp. 9-20, [10.1038/sj/jea/7500196](https://doi.org/10.1038/sj/jea/7500196)
- R.G. Pontius, O. Thontteh, H. Chen
- Regional Office for Europe, World Health Organization. *The 10 Essential Public Health Operations*.
- **Relationship between distance to overhead power lines and calculated fields in two studies**
- **Research Needs and Methodology to Address the Remaining Knowledge Gaps on the Potential Health Effects of EMF** (2009)
- **Resolution 1815: The Potential Dangers of Electromagnetic Fields and their Effect on the Environment** (2011)
- **Review of the epidemiologic literature on EMF and health** *Environ. Health Perspect.* (2001), [10.1289/ehp.109-1240626](https://doi.org/10.1289/ehp.109-1240626) Amoon et al., 2020
A.T. Amoon, J. Swanson, X. Vergara, L. Kheifets
- S. Greenland, A.R. Sheppard, W.T. Kaune, C. Poole, M.A. Kelsh **A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia** *Epidemiology*, 11 (2000), pp. 624-634, [10.1097/00001648-200011000-00003](https://doi.org/10.1097/00001648-200011000-00003)
- Sandler R.Cafaro P ,(2005),*Environmental Virtue ethics* Lanham MD Rowman and Littlefield.
- *Statistical Quarterly*, 1998,51:44-55. 2. *The public health workforce: an agenda for the 21st century*. Washington DC, Department of Health and Human Services Public Health Service, United States of America, 1997.
- T. Modrić, S. Vujević, D. Lovrić **3D computation of the power lines magnetic field** *Prog. Electromagn. Res.*, 41 (2015), pp. 1-9, [10.2528/PIERM14122301](https://doi.org/10.2528/PIERM14122301)
- T. Tynes, T. Haldorsen **Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines** *Am. J. Epidemiol.*, 145 (3) (1997), pp. 219-226, [10.1093/oxfordjournals.aje.a009094](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009094)
- <https://www.pde.gov.gr/gr/perifereia/organotiki-domi/genikes-dieuthunseis/gddykm.html>

- Vergara et al., 2015 X.P. Vergara, R. Kavet, C.M. Crespi, C. Hooper, J. Michael Silva, L. Kheifets **Estimating magnetic fields of homes near transmission lines in the California Power Line Study** Environ. Res., 140 (2015), pp. 514-523, [10.1016/j.envres.2015.04.020](https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.04.020)
- W. Hoffmann, C. Terschüeren, H. Heimpel, A. Feller, W. Butte, O. Hostrup, D. Richardson, E. Greiser **Population-based research on occupational and environmental factors for leukemia and non Hodgkin's lymphoma: the northern Germany leukemia and lymphoma study (NLL)**
- W. Joseph, K. Vanhecke, C. Geuzaine, L. Verloock, M. van den Bossche, M. Verlaek, M. Goethals, L. Martens **QGIS Calculation Method for Evaluation of ELF Electromagnetic Field Exposure of General Public Due to Overhead Power Lines** (2018)
- W.T. Kaune, L.E. Zaffanella **Analysis of magnetic fields produced far from electric power lines** IEEE Transactions on Power Delivery, 7 (1992), pp. 2082-2091, [10.1109/61.157011](https://doi.org/10.1109/61.157011)
- Wertheimer and Leeper, 1979 N. Wertheimer, E. Leeper **Electrical wiring configurations and childhood cancer** Am. J. Epidemiol., 109 (1979), pp. 273-284, [10.1093/oxfordjournals.aje.a112681](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112681)
- Wertheimer and Leeper, 1982 Nancy Wertheimer, Ed Leeper **Adult cancer related to electrical wires near the home** Int. J. Epidemiol., 11 (1982), pp. 345-355, [10.1093/ije/11.4.345](https://doi.org/10.1093/ije/11.4.345)
- WHO handbook on "Establishing a Dialogue on Risks from Electromagnetic Fields" (http://www.who.int/entity/peh-emf/publications/risk_hand/en/index.html) –
- WHO, 2007 **Environmental Health Criteria 238. Extremely Low Frequency Fields** (2007) (Geneva)
- Willmott, 1982 C.J. Willmott **Some comments on the evaluation of model performance** Bull. Am. Meteorol. Soc., 63 (1982), pp. 1309-1313, [10.1175/1520-0477\(1982\)063<1309:SCOTEO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1982)063<1309:SCOTEO>2.0.CO;2)
- World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (2013)
- World Health Organization. Fact Sheet 183, Electric Fields and Public Health. June 2007 update, www.who.int/mediacentre/factsheet/fs322/en/index.html

- X. Meng, N. Currit, K. Zhao **Remote sensing ground filtering algorithms for airborne LiDAR data: a review of critical issues** Remote Sens., 2 (2010), pp. 833-860, [10.3390/rs2030833](https://doi.org/10.3390/rs2030833)

oyrda-vers1

by Alexandra Oyrda

Submission date: 13-Mar-2022 11:14AM (UTC+0200)

Submission ID: 1783034462

File name: oyrda-vers1.docx (2.16M)

Word count: 20407 Character count: 124055