

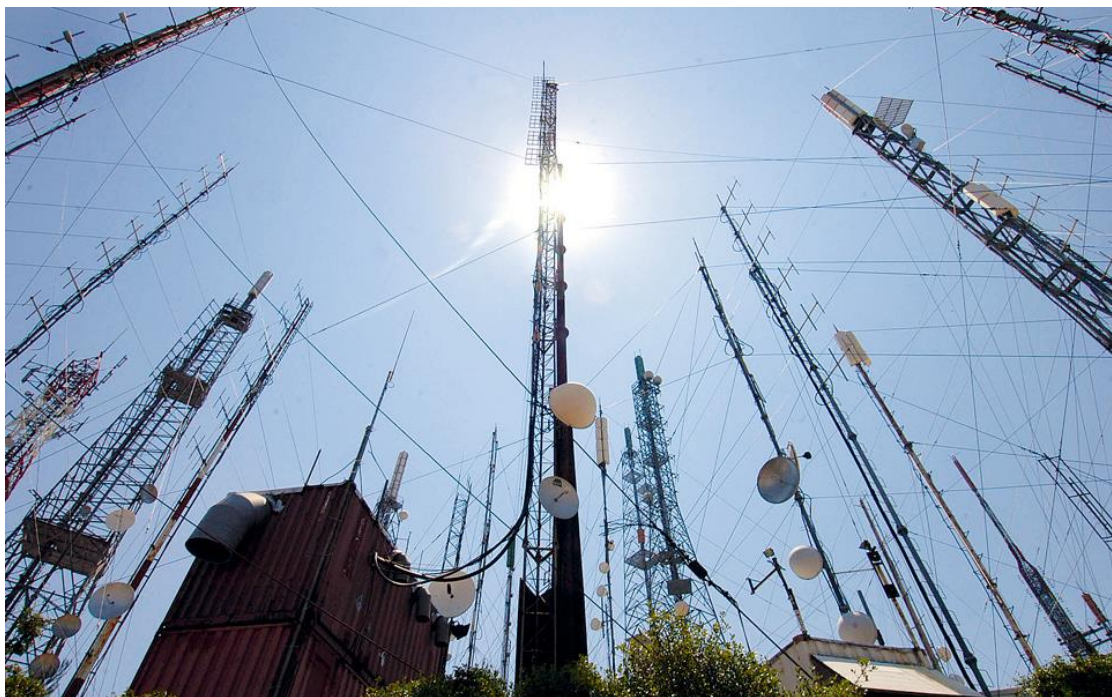


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
UNIVERSITY of the PELOPONNESE

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ  
ΤΟΥΣ»



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΑΡΑΒΑΝΗΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΑΦΟΥΣΙΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2022-23

## Πίνακας περιεχομένων

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ.....	5
Περίληψη.....	6
Λέξεις κλειδιά .....	6
Abstract .....	7
Key words .....	7
Εισαγωγή .....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	9
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ .....	9
1.1.Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των Ηλεκτρομαγνητικών πεδίων .....	9
1.2.Μορφές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων .....	10
1.3.Ηλεκτρομαγνητικά πεδία ιοντίζοντα και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία .....	10
1.4.Βασικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών – μεσαίων – υψηλών συχνοτήτων .....	11
1.5.Στατικά – χρονομεταβλητά πεδία .....	12
1.6.Τυπικά επίπεδα έκθεσης οικίας και περιβάλλοντος .....	12
1.7.Ηλεκτρικές οικιακές συσκευές .....	13
1.8.Ηλεκτρομαγνητικά πεδία – γραμμές μεταφοράς .....	18
1.8.1.Χρονική μεταβολή στις πεδριακές εντάσεις.....	18
1.8.2.Διάταξη αγωγών και φάσεων – παράγοντες επηρεασμού των πεδίων.....	19
1.9.Γραμμές για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας.....	34
1.10.Επιπτώσεις της καθυστέρησης δημιουργίας καινούριων γραμμών.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	37
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΠΡΟΤΥΠΑ.....	37
2.1. Κανονισμοί προστασίας κατά των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.....	37
2.1.1. Ιστορική αναδρομή.....	37
2.1.2. Σκοπός προτύπων .....	39
2.1.3. Έκθεση του κοινού σε πεδία χαμηλών συχνοτήτων .....	41
2.1.3.1. Κύριοι περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς για την έκθεση του κοινού .....	41
2.1.3.2. Έκθεση σε πηγές με πολλαπλές συχνότητες .....	45
2.1.3.3. Υπηρεσίες – Έλεγχοι συμμόρφωσης με βάση τα επιτρεπόμενα όρια λειτουργίας.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	48
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΟΡΙΑ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΕΚΘΕΣΗΣ.....	48
3.1. Βιολογικές Επιπτώσεις.....	48
3.2. Άμεσες και Έμμεσες Βιολογικές επιπτώσεις.....	49
3.2.1. Άμεσες βιολογικές επιπτώσεις.....	49

3.2.2. Έμμεσες βιολογικές επιπτώσεις.....	49
3.3. Όρια ασφαλούς έκθεσης .....	50
3.3.1. Σύμφωνα με την ACGIH .....	50
3.3.2. Στην Ελλάδα .....	51
3.3.2.1. Αντίκτυποι που δεν σχετίζονται με θερμότητα. Όρια έκθεσης και επίπεδα αντίδρασης σε συχνοτικό εύρος από 0 Hz έως 10 MHz.....	51
3.3.2.2. Θερμικές επιπτώσεις. Όρια τιμών έκθεσης και επιπέδων δράσης σε εύρος συχνοτήτων 100 kHz – 300 GHz.....	59
3.3.3. Σύμφωνα με την ICNIRP.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	68
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ.....	68
4.1 Έκθεση στην ακτινοβολία των σταθμών βάσης.....	68
4.1.1. Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας.....	68
4.1.2. Κυψελωτή δομή του δικτύου κινητών επικοινωνιών.....	69
4.1.3. Τύποι σταθμών βάσης.....	71
4.1.4. Εκπομπές από τους σταθμούς βάσης .....	72
4.1.5. Κατεύθυνση και σχήμα λοβών ακτινοβολίας σταθμών βάσης.....	73
4.1.6. Ζώνες περιορισμένης πρόσβασης.....	74
4.1.7. Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα.....	75
4.1.8. Συμμόρφωση των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με τις διεθνείς /εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα.....	75
4.2. Έκθεση στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων.....	76
4.2.1. Αρχή λειτουργίας κινητού τηλεφώνου .....	76
4.2.2. Τυπικά επίπεδα ισχύος εκπομπής κατά τη λειτουργία των κινητών τηλεφώνων ...	77
4.2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την έκθεση στην ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου .....	79
4.2.3.1. Τύπος κινητού τηλεφώνου.....	79
4.2.3.2. Ένταση του λαμβανόμενου σήματος.....	80
4.2.3.3. Χρόνος ομιλίας .....	81
4.2.3.4. Απόσταση της συσκευής από το κεφάλι και το σώμα.....	81
4.2.4. Συμμόρφωση των κινητών τηλεφώνων με τις διεθνείς/ εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα.....	82
4.2.5. Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης.....	84
4.2.6. Χρήση κινητού τηλεφώνου .....	84
4.2.6.1. Παιδιά .....	84
4.2.6.2. Ομάδες αυξημένης ευαισθησίας .....	85

4.2.6.3 Η αρχή της προφύλαξης.....	85
4.2.7 Συμπεράσματα .....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	88
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ .....	88
5.1.Συνολικά στοιχεία αναφορικά με τις μετρήσεις και τους επιτόπιους ελέγχους.....	90
5.2.Υπερβάσεις των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού .....	93
5.3. Μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλών συχνοτήτων Περιφερειακή Ενότητα Αχαΐας.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	127

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

**Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή:** Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής

(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το θέμα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και των επιπτώσεών τους στην υγεία. Πιο συγκεκριμένα, στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύονται τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, οι μορφές τους, οι πηγές που τα δημιουργούν, καθώς και τα επίπεδα έκθεσης σε οικίες αλλά και στο περιβάλλον. Εν συνεχεία, στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο εξετάζονται οι κανονισμοί προστασίας κατά των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, συμπεριλαμβανομένων ιστορικών προοπτικών, σκοπών των προτύπων και των επιπτώσεων στο κοινό. Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύονται οι βιολογικές επιπτώσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων των διαφορετικών ειδών επιπτώσεων και των ορίων ασφαλούς έκθεσης που καθορίζονται από διεθνείς και εγχώριες οργανώσεις. Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύεται η έκθεση στην ακτινοβολία από σταθμούς βάσης και κινητά τηλέφωνα, οι τύποι των σταθμών βάσης, των επιπέδων ισχύος εκπομπής και των παραγόντων που επηρεάζουν την έκθεση. Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφονται τα αποτελέσματα μετρήσεων και επιτόπιων ελέγχων σε σταθμούς κεραιών που έγιναν στην περιφερειακή ενότητα Αχαΐας.

### Λέξεις κλειδιά

Ηλεκτρομαγνητικά πεδία, Βιολογικές επιπτώσεις, Ιοντίζουσα ακτινοβολία, Κινητή τηλεφωνία, Όρια έκθεσης

## Abstract

This paper examines the issue of electromagnetic fields and their effects on health. More specifically, Chapter 1 analyses the characteristics of electromagnetic fields, their forms, the sources that generate them, and the levels of exposure in homes and the environment. Subsequently, Chapter 2 examines the regulations for protection against electromagnetic fields, including historical perspectives, purposes of the standards, and effects on the public. Chapter 3 discusses the biological effects of electromagnetic fields of different types of effects and safe exposure limits set by international and domestic organizations. Chapter 4 discusses radiation exposure from base stations and mobile phones, types of base stations, emission power levels and factors affecting exposure. The 5th chapter describes the results of measurements and field tests at antenna stations made in the regional unit of Achaia.

## Key words

Electromagnetic fields, Biological effects, Ionising radiation, Mobile telephony, Exposure limits

## Εισαγωγή

Η τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων δεκαετιών έχει μετασχηματίσει ριζικά τον τρόπο που αλληλεπιδρούμε με το περιβάλλον και την καθημερινότητά μας. Ένα αναπόφευκτο αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης είναι η αύξηση της έκθεσής μας σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, τα οποία προέρχονται από διάφορες πηγές όπως ηλεκτρικές συσκευές, ασύρματες επικοινωνίες και ηλεκτρονικές υποδομές.

Ωστόσο, πίσω από τις σύγχρονες ανέσεις, ανοίγεται ένας κόσμος από ερωτηματικά σχετικά με τις δυνητικές επιπτώσεις της παρουσίας αυτών των πεδίων στην υγεία μας. Η έρευνα έχει καταδείξει ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα βιολογικά συστήματα, ανοίγοντας το δρόμο για την εμφάνιση πιθανών επιπτώσεων στην υγεία μας.

Από την άλλη πλευρά, η στερεότυπη αντίληψη ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι απλώς αθόρυβα "φαινόμενα" εξακολουθεί να απασχολεί τόσο την επιστημονική κοινότητα όσο και το ευρύ κοινό. Καθίσταται, λοιπόν, σαφές πως η κατανόηση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και των πιθανών επιπτώσεών τους στην υγεία μας αποτελεί έναν σημαντικό συζητήσιμο τομέα.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα εργασία αναλαμβάνει το ρόλο να εξετάσει τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και να εστιάσει στις βιολογικές επιδράσεις που μπορεί να επιφέρουν. Με βάση σημαντικά δεδομένα και επιστημονικές ενδείξεις, προσπαθεί να φωτίσει τον τρόπο με τον οποίο τα πεδία αυτά αλληλεπιδρούν με τον οργανισμό μας και να προβάλλει την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και ενημέρωση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

#### 1.1.Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των Ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Όπως γνωρίζουμε, τα ηλεκτρικά πεδία προκύπτουν από διαφορά τάσης. Όσο πιο υψηλή είναι η τάση, τόσο πιο έντονο είναι το παραγόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μετριέται σε βόλτ ανά μέτρο (V/m). Φορτία ή φορτισμένοι αγωγοί παράγουν ακτινικά ηλεκτρικά πεδία, τα οποία ασθενούν όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή τους. Στις γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, παράγονται ηλεκτρικά πεδία, με την έντασή τους να μειώνεται όταν συναντούν κτίρια ή βλάστηση.

Από την άλλη πλευρά, ρευματοφόροι αγωγοί δημιουργούν μαγνητικά πεδία, τα οποία περιλαμβάνουν δυναμικές γραμμές που σχηματίζουν ομόκεντρους κύκλους γύρω από τον αγωγό. Φυσικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος, τόσο ισχυρότερο είναι το δημιουργούμενο μαγνητικό πεδίο. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου μετριέται σε αμπέρ ανά μέτρο (A/m). Παρόλα αυτά, σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές μέτρησης (IEC -IEV 121-11-69), ο όρος "μαγνητικό πεδίο" συνοφάνεται με την "πυκνότητα μαγνητικής ροής" (IEV 121-11-19), η οποία μετριέται σε μικροτέσλα (μΤ). Σε μια ηλεκτρική συσκευή, υπάρχει πάντα ένα ηλεκτρικό πεδίο, ακόμα και όταν δεν ρέει ρεύμα μέσα από αυτήν. Όταν ένα κύκλωμα διανύεται από ρεύμα, η ένταση του μαγνητικού πεδίου εξαρτάται από την κατανάλωση ισχύος. Ωστόσο, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου παραμένει σταθερή<sup>1</sup>.

Ηλεκτρικά πεδία	Μαγνητικά πεδία
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Η τάση είναι η αιτία για την εμφάνιση των ηλεκτρικών πεδίων.</li><li>2. Η μέτρηση της έντασής τους γίνεται σε Volt ανά μέτρο (V/m).</li><li>3. Ακόμα και όταν μια συσκευή είναι απενεργοποιημένη αλλά</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Η ροή του ρεύματος αποτελεί την αιτία για την εμφάνιση των μαγνητικών πεδίων.</li><li>2. Η μέτρηση της έντασής τους γίνεται σε αμπέρ ανά μέτρο (A/m). Συχνά, ερευνητές στον τομέα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χρησιμοποιούν μονάδες</li></ol>

<sup>1</sup> WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

<p><b>συνδεδεμένη στην πρίζα, παραμένει παρόν ένα ηλεκτρικό πεδίο.</b></p> <p><b>4. Καθώς απομακρυνόμαστε από την πηγή, η ένταση του πεδίου μειώνεται.</b></p> <p>5. Ηλεκτρικά πεδία απορροφούνται ή αποκρίνονται εν μέρει από τα υλικά των κτιρίων, αναπτύσσοντας έτσι κάποιο βαθμό της λεγόμενης "θωράκισης".</p>	<p>όπως η πυκνότητα ροής, η οποία εκφράζεται σε μικροτέσλα (μΤ) ή मिलीटेस्ला (mT).</p> <p>3. Μόλις μια συσκευή ενεργοποιηθεί και αρχίσει η ροή του ρεύματος, δημιουργούνται τα μαγνητικά πεδία.</p> <p>4. Καθώς απομακρυνόμαστε από την πηγή, η ένταση του μαγνητικού πεδίου μειώνεται.</p> <p>5. Τα περισσότερα υλικά δεν έχουν τη δυνατότητα να απορροφήσουν ή να εξασθενίσουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα</p>
---	---

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων. Πηγή: WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

### 1.2.Μορφές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Τα βασικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι η συχνότητά του και το σχετικό μήκος κύματος. Τα πεδία σε διαφορετικά εύρη συχνοτήτων έχουν διαφορετικές επιδράσεις στο ανθρώπινο σώμα. Μπορούμε να φανταστούμε τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ως μια σειρά από κυματοειδείς διακυμάνσεις, τα οποία διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός. Η συχνότητα δηλώνει τον αριθμό των κυματοειδών ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο, ενώ το μήκος κύματος αναπαριστά την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κυμάτων. Συνεπώς, η συχνότητα και το μήκος κύματος είναι διακριτές παράμετροι που συσχετίζονται: όσο αυξάνεται η συχνότητα, τόσο μειώνεται το μήκος κύματος και αντίστροφα.

### 1.3.Ηλεκτρομαγνητικά πεδία ιοντίζοντα και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία

Το μήκος κύματος και η συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων αναδεικνύουν μια σημαντική χαρακτηριστική ιδιότητά τους: Καθορίζουν πώς τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρονται μέσω μικροσκοπικών σωματιδίων, γνωστών ως κβάντα. Τα

κύματα με υψηλότερη συχνότητα και, ως εκ τούτου, μικρότερο μήκος κύματος, μεταφέρουν μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας σε κάθε κβαντική μονάδα, σε σύγκριση με τα χαμηλόσυχνα κύματα που έχουν μεγαλύτερο μήκος κύματος. Συνεπώς, ορισμένα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να μεταφέρουν τόσο πολλή ενέργεια ανά κβάντο, που μπορούν να διασπάσουν τους δεσμούς μεταξύ των μορίων.

Στην περίπτωση όμως πεδίων που τα κβάντα τους δεν επαρκούν για να διασπάσουν μοριακούς δεσμούς, αυτά αποκαλούνται "μη ιοντίζουσα ακτινοβολία". Τα μέρη που παράγουν ενέργεια, όπως οι πηγές ραδιοκυμάτων, εμπίπτουν στο φάσμα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων με μεγάλο μήκος κύματος και χαμηλή συχνότητα, όπου τα κβάντα τους δεν επηρεάζουν τους χημικούς δεσμούς μεταξύ των μορίων<sup>2</sup>.

#### 1.4.Βασικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών – μεσαίων – υψηλών συχνοτήτων

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που μεταβάλλονται με τον χρόνο και παράγονται από ηλεκτρικές συσκευές αποτελούν παραδείγματα πεδίων με εξαιρετικά χαμηλές συχνότητες (ELF). Συνολικά, τα πεδία ELF καλύπτουν συχνότητες έως 300 Hz. Ορισμένες τεχνολογικές συσκευές δημιουργούν πεδία μεσαίων συχνοτήτων (IF), τις οποίες εντάσσουμε μεταξύ 300 Hz και 10 MHz, ενώ τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF) καλύπτουν συχνότητες από 10 MHz έως 300 GHz.

Η ενέργεια που περιέχεται στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και η συχνότητα των ταλαντώσεών τους είναι δύο παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαμόρφωση των επιπέδων έκθεσης σε αυτά τα πεδία, καθώς τα πεδία επηρεάζουν το ανθρώπινο σώμα διαφορετικά ανάλογα με τις παραμέτρους τους. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η λειτουργία συσκευών που λειτουργούν με ρεύμα αποτελούν τις κυριότερες πηγές πεδίων ELF. Συγκεκριμένα, οθόνες υπολογιστών, αντικλεπτικά συστήματα και συστήματα ασφαλείας είναι κύριες πηγές πεδίων μεσαίων συχνοτήτων (IF).

Τέλος, πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF) παράγονται από ραδιόφωνα, τηλεοράσεις, ραντάρ, κινητά τηλέφωνα και φούρνους μικροκυμάτων. Αυτά τα πεδία μπορούν να δημιουργήσουν επαγωγικό ρεύμα στο ανθρώπινο σώμα, το οποίο, σε συνθήκες άκρατης έκθεσης, μπορεί να προκαλέσει επιπτώσεις όπως αύξηση της θερμοκρασίας

---

<sup>2</sup> WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

και ηλεκτροπληξία. Ο χαρακτήρας των επιπτώσεων εξαρτάται από το πλάτος και την περιοχή συχνοτήτων των πεδίων. Ωστόσο, τέτοιες καταστάσεις είναι σπάνιες, καθώς απαιτείται η παρουσία πολύ ισχυρών εξωτερικών πεδίων σε σχέση με το συνηθισμένο περιβάλλον<sup>3</sup>.

#### 1.5. Στατικά – χρονομεταβλητά πεδία

Το ηλεκτρικό πεδίο που δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου σε μια δεδομένη θέση στον χώρο ονομάζεται στατικό ηλεκτρικό πεδίο. Ένα παράδειγμα τέτοιου πεδίου είναι το ηλεκτρικό πεδίο γύρω από φορτισμένα αντικείμενα. Αντίστοιχα, το μαγνητικό πεδίο της γης αποτελεί ένα στατικό μαγνητικό πεδίο. Σε αντίθεση, τα χρονομεταβλητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι αυτά που αλλάζουν κατά τη διάρκεια του χρόνου, και θα επικεντρωθούμε σε πεδία συχνότητας ισχύος (50 Hz), που έχουν αργή χρονική μεταβολή.

#### 1.6. Τυπικά επίπεδα έκθεσης οικίας και περιβάλλοντος

Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται μεγάλες αποστάσεις μέσω υψηλής τάσης καλωδίων. Οι μετασχηματιστές στους υποσταθμούς ρυθμίζουν την τάση και στη συνέχεια, μέσω τοπικής διανομής, μειώνεται η τάση για χρήση σε οικιστικές και εμπορικές περιοχές. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχονται από εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής, καθώς και από τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις και συσκευές στα σπίτια μας.

Οι περιοχές χαμηλής συχνότητας (1 Hz - 100 kHz) παράγουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία με ξεχωριστά χαρακτηριστικά. Το ηλεκτρικό πεδίο και το μαγνητικό πεδίο σε αυτό το εύρος συχνοτήτων είναι ανεξάρτητα. Αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρικό πεδίο εξαρτάται από την πυκνότητα του ηλεκτρικού φορτίου επάνω στις αγωγές, ενώ το μαγνητικό πεδίο εξαρτάται από την πυκνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος εντός των αγωγών.

Το επίπεδο των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υποβάθρου σε οικιστικές περιοχές, που δεν βρίσκονται κοντά σε γραμμές μεταφοράς, είναι περίπου 0,2 μΤ. Η πυκνότητα της μαγνητικής ροής κοντά στο έδαφος φθάνει μερικά μικροτέσλα. Κάτω από τις γραμμές

---

<sup>3</sup> WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

μεταφοράς, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μπορεί να φτάσει έως 10 kV/m, το οποίο είναι το ανώτερο όριο για ελεγχόμενη επαγγελματική έκθεση.

Ωστόσο, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μειώνονται αντιστρόφως ανάλογα με την απόσταση από τις γραμμές μεταφοράς. Σε απόσταση 50 έως 100 μέτρα, τα πεδία είναι κοντά σε φυσιολογικά επίπεδα, όπως και σε περιοχές μακριά από γραμμές υψηλής τάσης. Επιπλέον, τα κτίρια μειώνουν σημαντικά την ένταση των ηλεκτρικών πεδίων μέσα στον εσωτερικό χώρο<sup>4</sup>.

### 1.7. Ηλεκτρικές οικιακές συσκευές

Όταν συνδέουμε το καλώδιο μιας συσκευής στην πρίζα, δημιουργούνται ηλεκτρικά πεδία γύρω από αυτήν. Αυτό το ηλεκτρικό πεδίο θα παραμείνει παρόν γύρω από το ρευματοφόρο καλώδιο της πρίζας ακόμη κι αν δεν αποσυνδέσουμε την πρίζα ή δεν κλείσουμε τον διακόπτη, δηλαδή ακόμη κι αν η συσκευή είναι απενεργοποιημένη. Αυτό συμβαίνει επειδή η τάση παραμένει παρούσα ανεξαρτήτως του αν οι αγωγοί έχουν ρεύμα ή όχι. Συνήθως, ο εξοπλισμός για οικιακή χρήση λειτουργεί σε χαμηλή τάση, περίπου 220-230 Volt.

Τα μαγνητικά πεδία που προκαλούνται από τις εγκαταστάσεις αγωγών καλωδιώσεων, οι οποίες λειτουργούν σύμφωνα με συγκεκριμένους ηλεκτρολογικούς κανονισμούς, σε μεγάλο βαθμό αναιρούνται μεταξύ τους. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση  $r$  από έναν ευθύγραμμο αγωγό με ρεύμα έντασης  $I$  δίνεται από τη σχέση  $B = \mu I / (2\pi r)$ , ενώ για αγωγούς σε κοντινές αποστάσεις, το διανυσματικό άθροισμα των μαγνητικών πεδίων των διαρρεόμενων από αντίθετα ρεύματα αγωγών είναι μηδενικό, γεγονός που σημαίνει ότι τα μαγνητικά πεδία ακυρώνονται μεταξύ τους.

Σε περιπτώσεις όπου ηλεκτρικές εγκαταστάσεις δεν συμμορφώνονται με τους κανονισμούς, υπάρχει η πιθανότητα να δημιουργηθούν μεγάλα μαγνητικά πεδία γύρω από τις καλωδιώσεις. Έτσι, οι υψηλές τιμές των μαγνητικών πεδίων σε τέτοιες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποτελούν αποτέλεσμα ανεπαρκούς ηλεκτρολογικής διάταξης, μπορεί ακόμα να κρύβουν κινδύνους ηλεκτροπληξίας για τους χρήστες<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

<sup>5</sup> [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

Τα ισχυρότερα μαγνητικά πεδία σε συχνότητες ηλεκτρικής ενέργειας που συναντώνται στο περιβάλλον, σε κανονικές συνθήκες, εμφανίζονται κυρίως κάτω από γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης. Σε αντίθεση, τα πιο έντονα μαγνητικά πεδία σε συχνότητες ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζονται συνήθως πολύ κοντά σε κινητήρες και άλλες ηλεκτρικές συσκευές, καθώς και σε εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως σαρωτές μαγνητικού συντονισμού που χρησιμοποιούνται σε ιατρικά συστήματα απεικόνισης.

Οι ηλεκτρικές συσκευές κατά τη λειτουργία τους δημιουργούν μαγνητικά πεδία στο περιβάλλον τους. Αυτά τα πεδία απομακρύνονται γρήγορα καθώς αυξάνεται η απόσταση από τη συσκευή, και γι' αυτόν τον λόγο αξιολογούμε την επίδραση του μαγνητικού πεδίου στον άνθρωπο σε αποστάσεις μικρότερες του 1 μέτρου. Το πεδίο κοντά στη συσκευή μπορεί να φτάσει μέχρι εκατοντάδες μικροτέσλα ( $\mu\text{T}$ ).

Το ηλεκτρικό πεδίο είναι ανιχνεύσιμο κοντά σε συσκευές που είναι υπό τάση και οι τιμές του κυμαίνονται συνήθως γύρω από τα 0,01 κιλοβόλτ ανά μέτρο ( $\text{kV/m}$ ), το οποίο είναι σημαντικά χαμηλότερο από τα όρια των 5  $\text{kV/m}$  που καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελληνική νομοθεσία.

Η έκθεση των ανθρώπων σε μαγνητικά πεδία που προέρχονται από οικιακές συσκευές, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, συμβαίνει σε αποστάσεις που είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τα προκαθορισμένα όρια έκθεσης. Αυτό είναι ιδιαίτερα ισχύον εκτός από ορισμένες συσκευές, όπως ηλεκτρικές ξυριστικές μηχανές και σεσουάρ για τα μαλλιά, όπου κατά τη χρήση βρισκόμαστε αναπόφευκτα κοντά σε αυτές. Ωστόσο, σε αυτές τις περιπτώσεις, η έμφαση δίνεται στο χρονικό διάστημα που χρησιμοποιούνται αυτές οι συσκευές, και άρα το χρόνο έκθεσης στο μαγνητικό πεδίο, ο οποίος είναι περιορισμένος. Επιπλέον, η έκθεση στο πεδίο αυτών των συσκευών περιορίζεται τοπικά σε μια πολύ μικρή περιοχή του σώματος, και η σύζευξη του πεδίου με το σώμα είναι εξαιρετικά ασθενής. Σε αυτό το πλαίσιο, λαμβάνοντας υπόψιν αυτές τις ειδικές συνθήκες έκθεσης, είναι σχεδόν αδύνατο να υπερβούν οι βασικοί περιορισμοί τοπικής έκθεσης, αν και ενδέχεται να υπερβούν τα επίπεδα αναφοράς που έχουν προκαθοριστεί. Τα πραγματικά επίπεδα έκθεσης διαφοροποιούνται ανάλογα με το μοντέλο της συσκευής και την απόσταση από αυτήν.

<b>Ηλεκτρική Συσκευή</b>	<b>Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (<math>\text{V/m}</math>)</b>
<b>Στερεοφωνικός δείκτης</b>	180
<b>Σίδερο</b>	120
<b>Ψυγείο</b>	120

<b>Μίξερ</b>	100
<b>Τοστιέρα</b>	80
<b>Πιστολάκι μαλλιών</b>	80
<b>Έγχρωμη τηλεόραση</b>	60
<b>Καφετιέρα</b>	60
<b>Ηλεκτρική Σκούπα</b>	50
<b>Ηλεκτρικός φούρνος</b>	8
<b>Λάμπα φωτισμού</b>	5
<b>Τιμή ορίου σύμφωνα με τις οδηγίες</b>	5000

Πίνακας 2. Κανονικές τιμές ισχύος των ηλεκτρικών πεδίων, μετρημένες σε κοντινή απόσταση από οικιακές συσκευές. Πηγή: WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

<b>Ηλεκτρική συσκευή</b>	<b>Απόσταση 3cm (<math>\mu</math>T)</b>	<b>Απόσταση 30cm (<math>\mu</math>T)</b>	<b>Απόσταση 1m (<math>\mu</math>T)</b>
<b>Πιστολάκι μαλλιών</b>	6-2000	0,01-7	0,01-0,03
<b>Ηλεκτρική ξυριστική μηχανή</b>	15-1500	0,08-9	0,01-0,03
<b>Ηλεκτρική σκούπα</b>	200-800	2-20	0,13-2
<b>Λαμπτήρας φθορισμού</b>	40-400	0,5-2	0,02-0,25
<b>Φούρνος μικροκυμάτων</b>	73-200	4-8	0,25-0,6
<b>Φορητό ραδιόφωνο</b>	16-56	1	<0,01
<b>Ηλεκτρικός φούρνος</b>	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
<b>Πλυντήριο</b>	0,8-50	0,15-3	0,01-0,15
<b>Σίδερο</b>	8-30	0,12-0,3	0,01-0,03
<b>Πλυντήριο πιάτων</b>	3,5-20	0,6-3	0,07-0,3

<b>Υπολογιστής</b>	0,5-30	<0,01	
<b>Ψυγείο</b>	0,5-1,7	0,01-0,25	<0,01
<b>Έγχρωμη τηλεόραση</b>	2,5-50	0,04-2	0,01-0,15

Πίνακας 3. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου από ηλεκτρικές συσκευές, μετρημένη σε αποστάσεις 3cm, 30cm και 1m, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας για την Ασφάλεια από την Ακτινοβολία της Γερμανίας για το έτος 1999 (η φυσιολογική απόσταση λειτουργίας παρουσιάζεται με έντονους χαρακτήρες). Πηγή: WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

<b>Συσκευή</b>	<b>Απόσταση 3cm (<math>\mu</math>T)</b>	<b>Απόσταση 30cm (<math>\mu</math>T)</b>	<b>Απόσταση 1m (<math>\mu</math>T)</b>
<b>Ξυριστική μηχανή</b>	10-900	0,05-9	0,01-0,2
<b>Σεσουάρ μαλλιών</b>	8-800	0,01-7	0,01-0,03
<b>Λαμπτήρας φθορισμού</b>	40-400	0,5-2	0,02-0,25
<b>Ηλεκτρική κουζίνα</b>	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
<b>Φούρνος μικροκυμάτων</b>	5-100	0,4-8	0,15-0,5
<b>Ψυγείο</b>	0,5-1,7	0,01-0,3	0,01-0,05
<b>Πλυντήριο ρούχων</b>	0,8-40	0,15-3	0,01-0,15
<b>Πλυντήριο πιάτων</b>	1-15	0,2-2	0,07-0,3
<b>Ηλεκτρικό σίδερο</b>	3-30	0,14-0,3	0,01-0,03
<b>Ηλεκτρική σκούπα</b>	60-500	0,8-12	0,08-0,8
<b>Φορητό ραδιόφωνο</b>	1-15	0,4-1,5	0,01-0,1
<b>Τηλεόραση</b>	2-80	0,04-8	0,01-0,9



<b>Βιντεοκάμερα</b>	0,6-20	0,7-2,5	0,01-0,03
<b>Φωτοτυπικό</b>	0,6-40	0,1-2,7	0,01-0,3
<b>Συσκευή φαξ</b>	0,4-1,5	0,01-0,2	0,01-0,02
<b>Οθόνη Η/Υ</b>	1-60	0,02-5	0,01-0,6
<b>Ηλεκτρικό τρυπάνι</b>	4-200	0,2-3,3	0,01-0,8

Πίνακας 4. Τυπικά επίπεδα μαγνητικού πεδίου από κοινές ηλεκτρικές συσκευές που συνδέονται στο ηλεκτρικό δίκτυο. (Οι αναφερόμενες τιμές αναγράφονται στην διεθνή βιβλιογραφία και έχουν επιβεβαιωθεί από μετρήσεις του γραφείου Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας). Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

Επαναλαμβάνουμε ότι οι πίνακες 1.3 έως 1.4 επιβεβαιώνουν τις προηγούμενες πληροφορίες: Η ένταση του μαγνητικού πεδίου γύρω από κάθε συσκευή μειώνεται εκθετικά καθώς απομακρυνόμαστε από αυτή. Το γεγονός ότι οι περισσότερες οικιακές συσκευές δεν χρησιμοποιούνται σε πολύ κοντινή απόσταση από το σώμα (π.χ. 3 cm) είναι επίσης ένα σημαντικό στοιχείο. Σε απόσταση 30 εκατοστών, τα μαγνητικά πεδία που περιβάλλουν τις περισσότερες οικιακές συσκευές είναι πάνω από 100 φορές χαμηλότερα από το όριο των 100  $\mu\text{T}$  (επίπεδο αναφοράς), που καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για συχνότητα 50 Hz (83  $\mu\text{T}$  στα 60 Hz), και ακόμα χαμηλότερα σε απόσταση 1 μέτρου. Είναι προφανές ότι για αποστάσεις μεγαλύτερες του 1 μέτρου, οι τιμές του μαγνητικού πεδίου είναι αμελητέες.



Σχήμα 1. Διακύμανση της μαγνητικής επαγωγής σε οικιακές ηλεκτρικές συσκευές ανάλογα με την απόσταση και το είδος της ηλεκτρικής συσκευής. Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

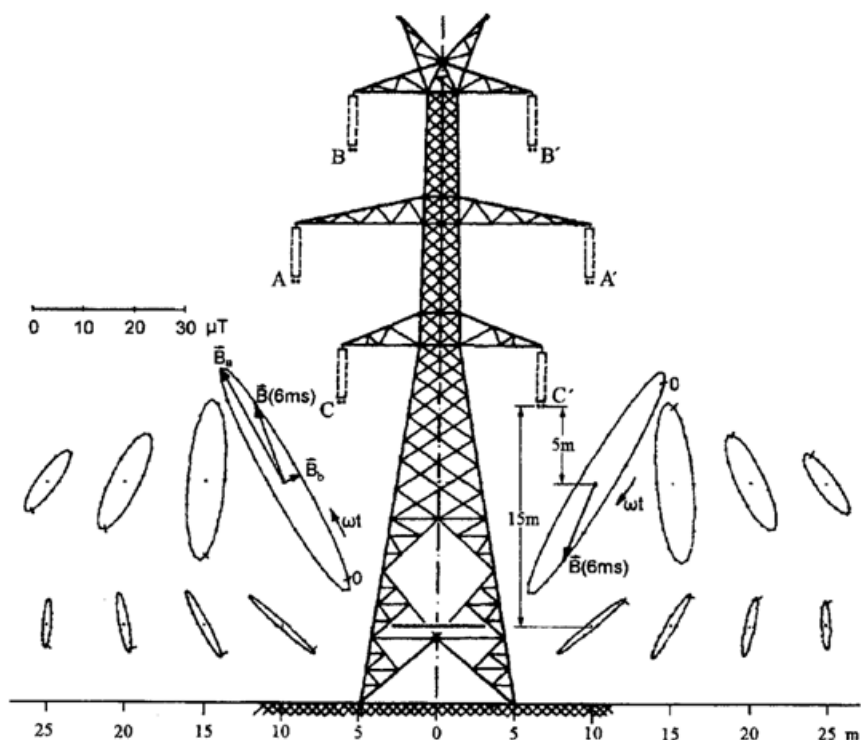
## 1.8. Ηλεκτρομαγνητικά πεδία – γραμμές μεταφοράς

### 1.8.1. Χρονική μεταβολή στις πεδιακές εντάσεις

Τα μονοφασικά συστήματα τάσεων και εντάσεων παράγουν εναλλασσόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, αντίστοιχα. Σε περίπτωση ενός ή περισσότερων τριφασικών συστημάτων, δημιουργείται ένα πεδίο που περιγράφεται ως στρεφόμενο ελλειπτικό ηλεκτρικό πεδίο, καθώς και ένα στρεφόμενο ελλειπτικό μαγνητικό πεδίο. Τα διανύσματα των πεδιακών εντάσεων μεταξύ των κέντρων και των περιφερειών των ελλείψεων παρακολουθούν πλήρεις τροχιές κατά τη διάρκεια μιας περιόδου (20 ms για συχνότητα 50 Hz).

Οι μεγάλοι ημιάξονες  $B_a$  και  $E_a$ , καθώς και οι μικροί ημιάξονες  $B_b$  και  $E_b$  των ελλείψεων, υπολογίζοντας τα χαρακτηριστικά μεγέθη των πεδίων, παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.2 ως εξής:

$$B = \sqrt{(B_a^2 + B_b^2)}, E = \sqrt{(E_a^2 + E_b^2)}$$

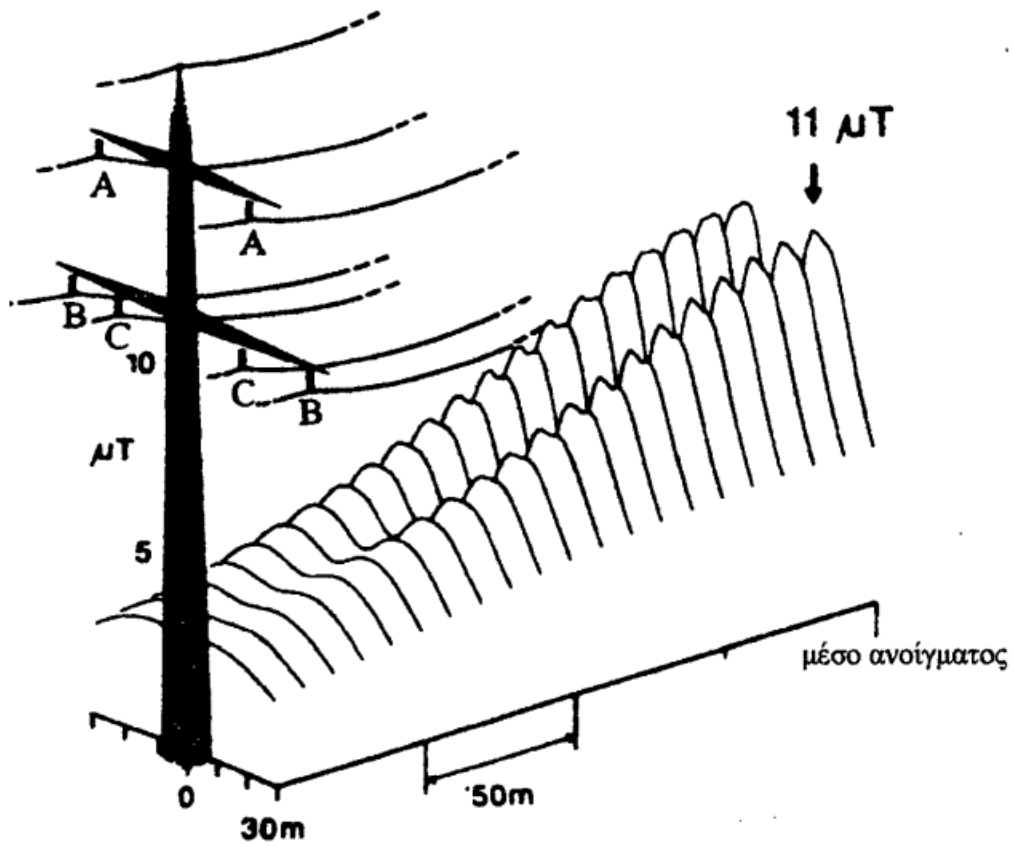


Σχήμα 1.2. Στρεφόμενα διανύσματα μαγνητικής επαγωγής, γραμμής 400kV διπλού κυκλώματος με φορτίο  $1000^A$  ανά κύκλωμα και φάση. Πηγή : Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

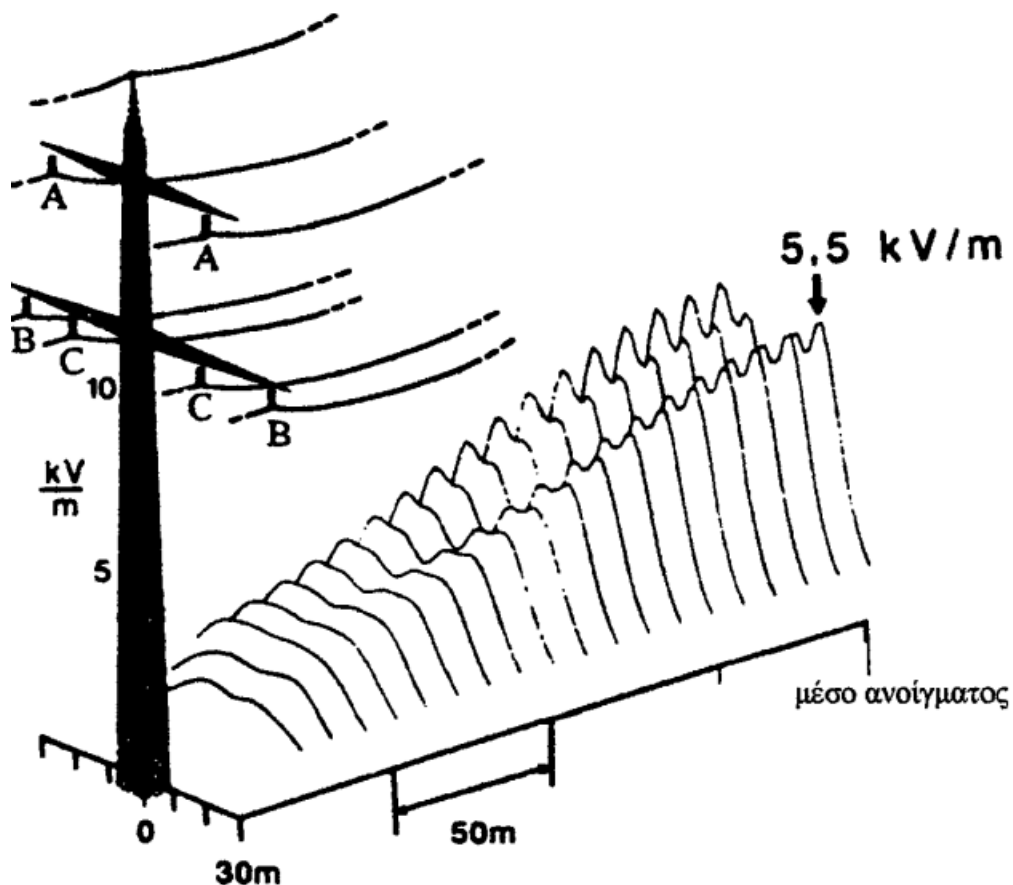
#### 1.8.2.Διάταξη αγωγών και φάσεων – παράγοντες επηρεασμού των πεδίων

Στην συνέχεια παρατίθεται μια γραφική αναπαράσταση που παρουσιάζει την ένταση του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου κατά μήκος μιας διπλής γραμμής διέλευσης 380 kV. Η απόσταση μεταξύ των δύο πύργων, γνωστή ως "άνοιγμα", είναι 400 μέτρα. Τα καλώδια κρέμονται από τις αναρτήσεις σε ύψος 22 μέτρων από το έδαφος, και στο μέσο του ανοίγματος, η απόσταση αυτών από το έδαφος είναι 11 μέτρα. Σημειώνεται

ότι οι μέγιστες πεδιακές εντάσεις εμφανίζονται στο μέσο του ανοίγματος, όπου η απόσταση των αγωγών από το έδαφος είναι η μικρότερη παράμετρος.



(α)



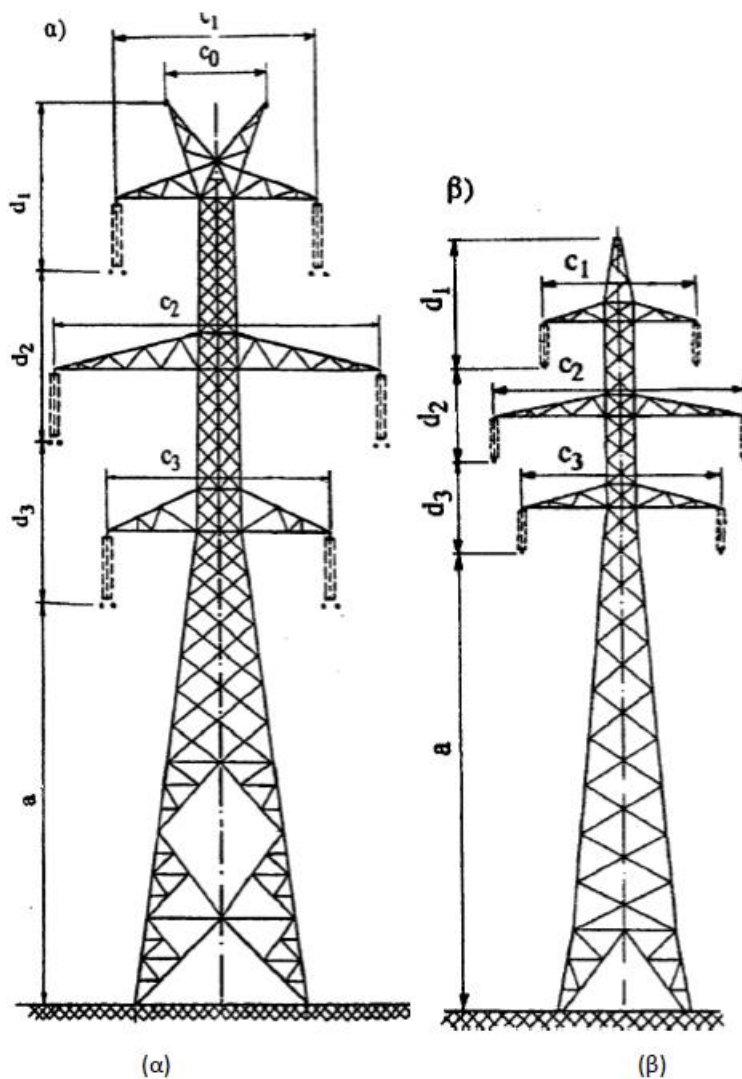
(β)

Σχήμα 1.3. Πεδιακές εντάσεις κατά μήκος γραμμής 389 kV διπλού κυκλώματος. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

Στον παρακάτω πίνακα 1.5 παρουσιάζονται οι βασικές αποστάσεις για δύο κλασσικούς πύργους με τα ονόματα S5 και S4, που ανήκουν στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας του ελληνικού συστήματος. Οι συγκεκριμένοι πύργοι αντιστοιχούν στα κυκλώματα 400kV και 150 kV αντίστοιχα, και φαίνονται στα Σχήματα 1.4(α) και 1.4(β):

Πύργοι	Διαστάσεις							
	a	Co	C1	C2	C3	d1	d2	d3
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
<b>S5(400kV)</b>	20,00	5,60	11,60	18,80	12,80	8,75	8,00	8,00

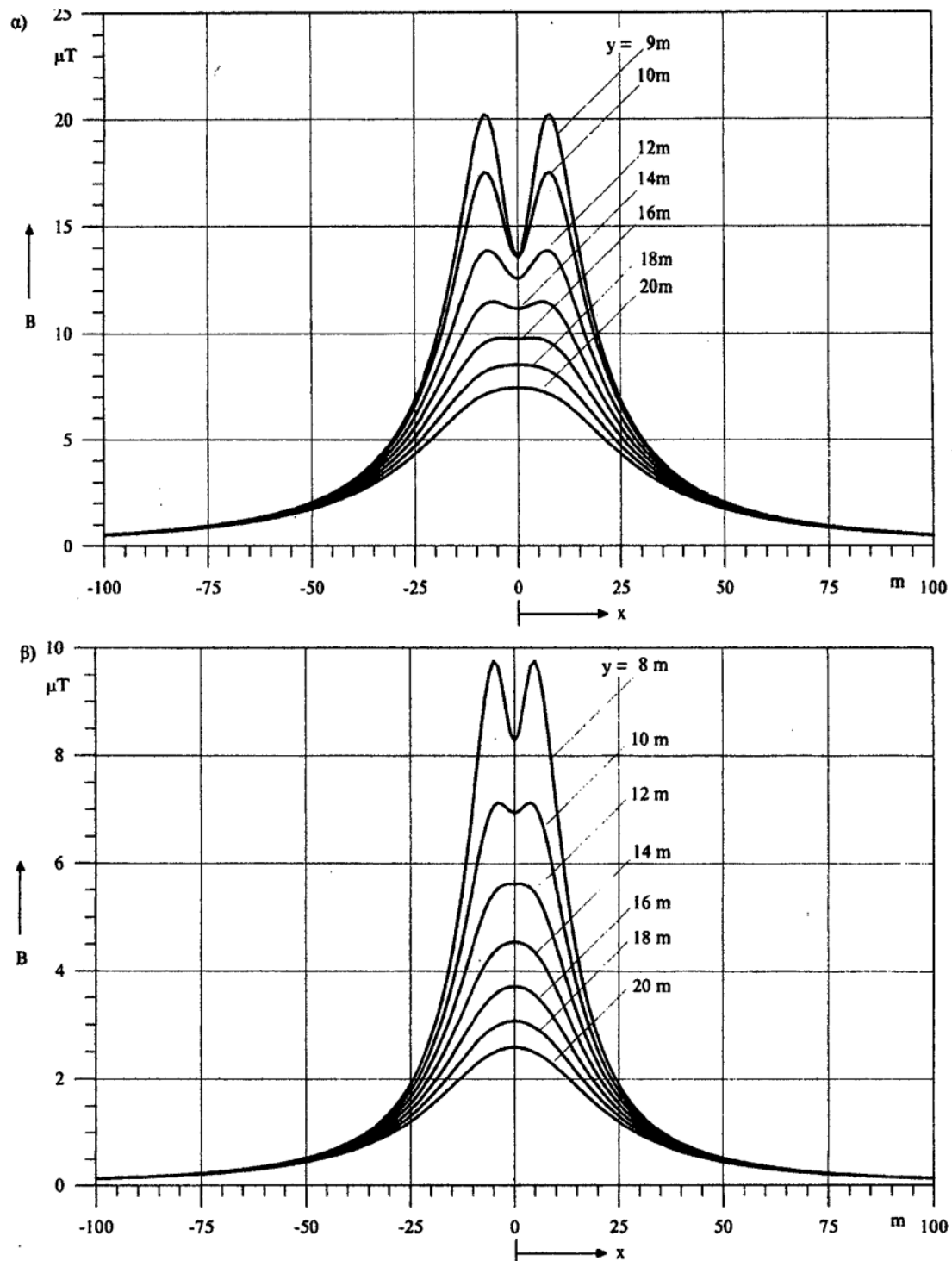
S4(150kV)	19,95	-	6,30	10,30	8,10	5,25	3,90	3,90
-----------	-------	---	------	-------	------	------	------	------



Σχήμα 1.4. Πύργοι γραμμών 400kV και 150kV διπλού κυκλώματος. (α) πύργος S5 γραμμής 400 kV, (β) πύργος S4 γραμμής 150 kV. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

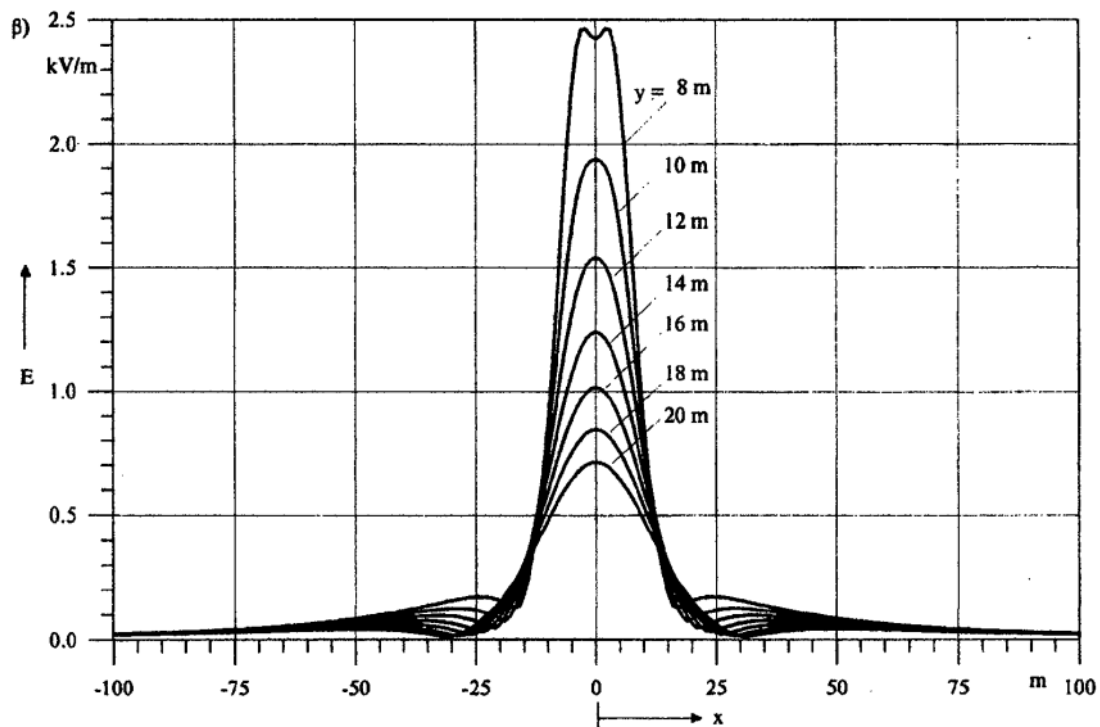
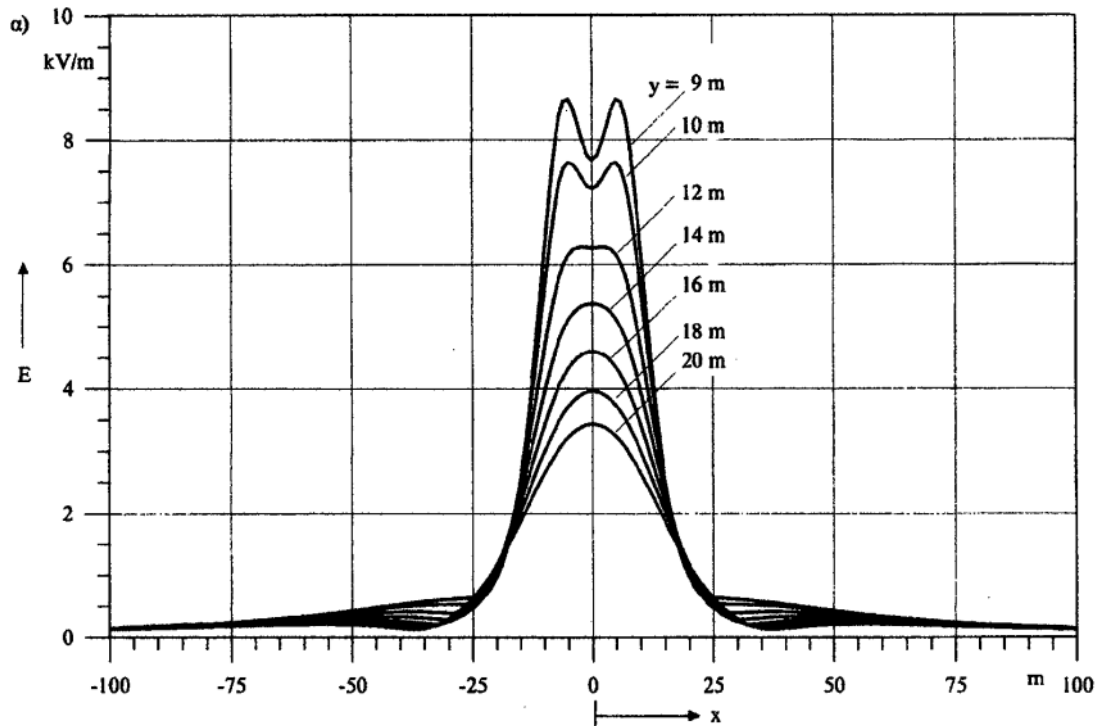
Οι ελάχιστες αποδεκτές αποστάσεις λόγω της τάσης μεταξύ των κάτω αγωγών και του εδάφους καθορίζονται σε 9 μέτρα για τις γραμμές 400 kV και 7 μέτρα για τις γραμμές 150 kV. Παρόλα αυτά, στην πρακτική, οι αποστάσεις που τηρούνται συνήθως είναι πολύ μεγαλύτερες από τα προαναφερθέντα όρια.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται το μαγνητικό πεδίο και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου για τις γραμμές S4 και S5 που βρίσκονται πάνω από το έδαφος.



Σχήμα 1.5. Μαγνητική επαγωγή εναέριων γραμμών διπλού κυκλώματος ως συνάρτηση της απόστασης  $x$  από τον άξονα των γραμμών και της απόστασης  $y$  των κάτω αγωγών από το έδαφος.  $B$  υπολογισμένο σε ύψος  $2\text{m}$  από το έδαφος.

- α) Γραμμή 400kV με πύργους S5, ένταση ρεύματος 1000A ανά κύκλωμα και φάση  
 β) Γραμμή 150kV με πύργους S4, ένταση ρεύματος 500A ανά κύκλωμα και φάση
- Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες.  
 Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

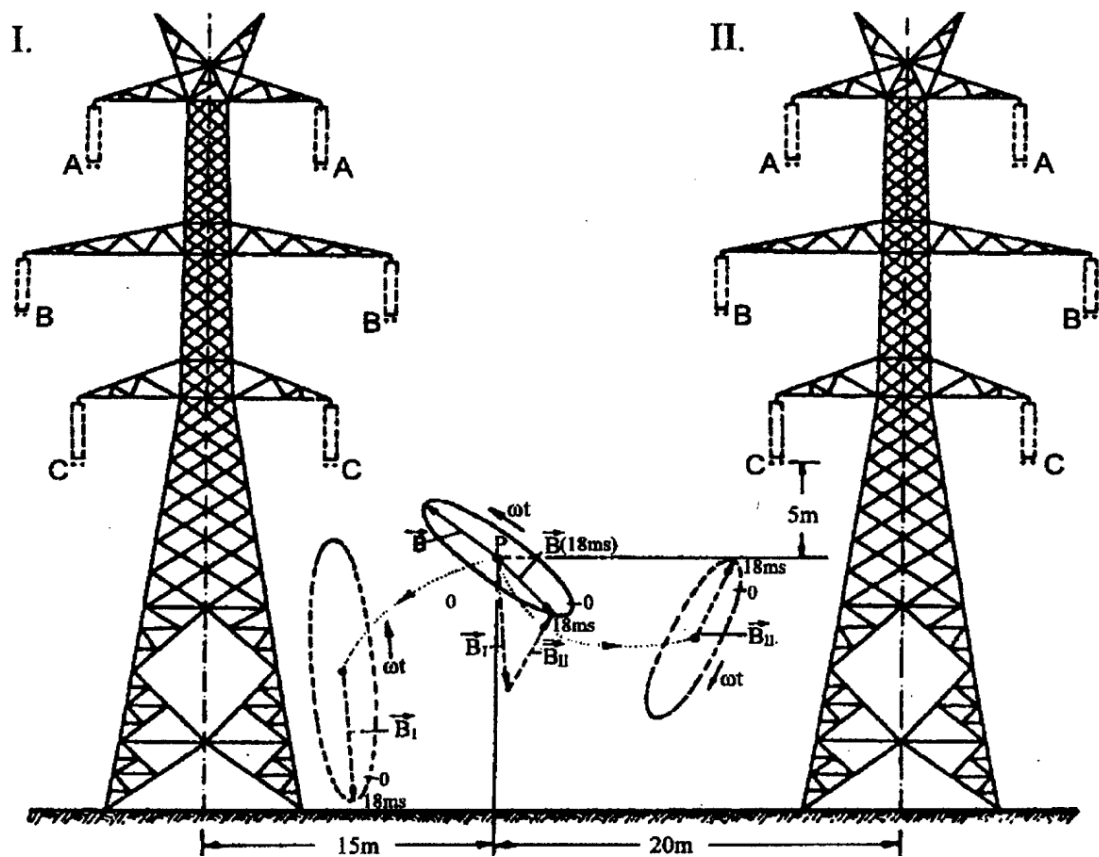




Σχήμα 1.6. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε εναέριες γραμμές διπλού κυκλώματος παρουσιάζεται ως μια συνάρτηση της απόστασης  $x$  από τον άξονα των γραμμών, με το υπολογισμό να γίνεται σε ύψος 2 μέτρων από το έδαφος. Η παράμετρος  $y$  αναπαριστά την απόσταση των κάτω αγωγών από το έδαφος. (α) Γραμμή 400kV με πύργους S5, (β) Γραμμή 150kV με πύργους S4. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

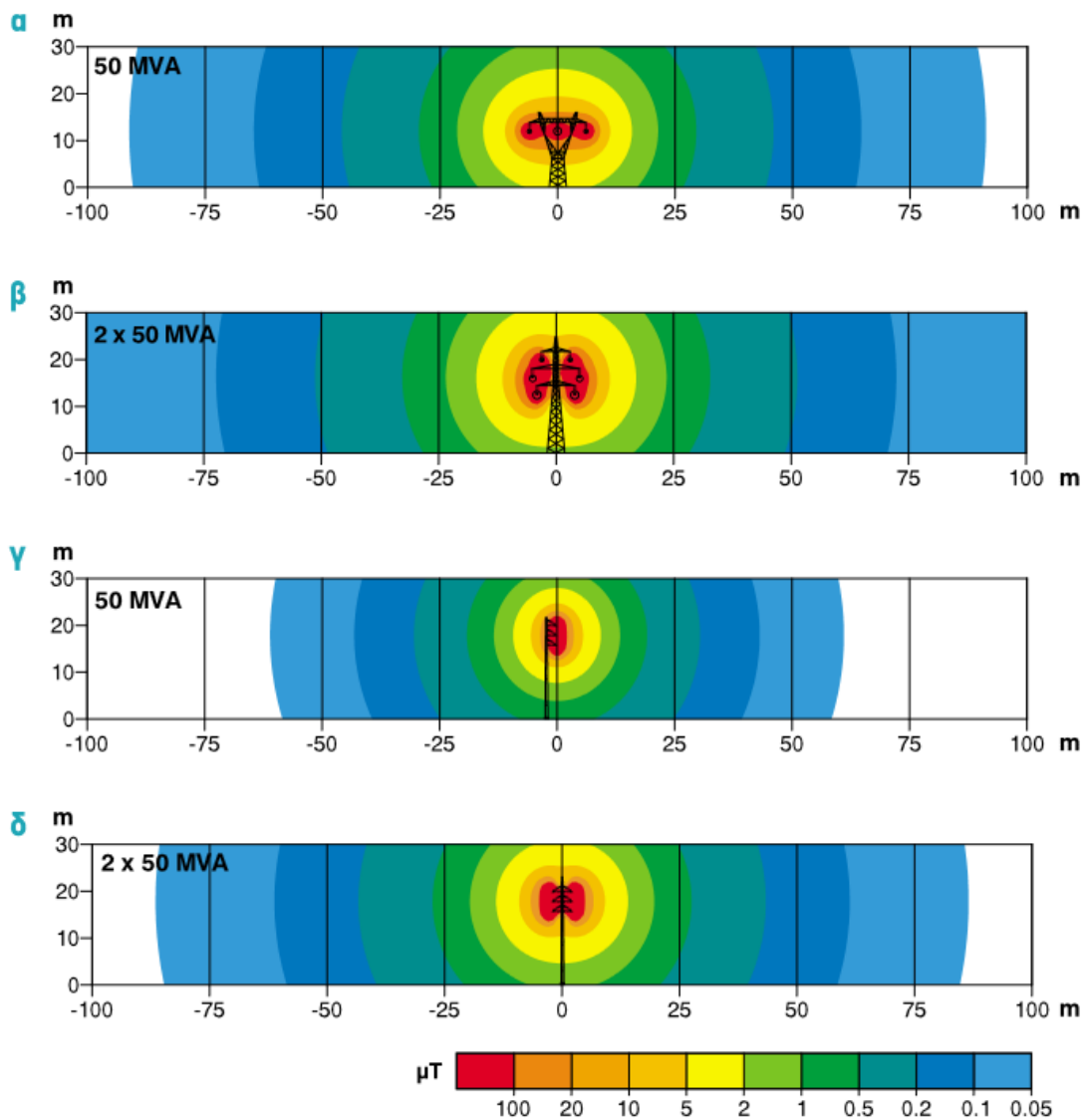
Η παρουσία περισσότερων γραμμών σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή δεν οδηγεί αναγκαστικά σε αύξηση των μέγιστων τιμών των πεδιακών εντάσεων. Κάθε τριφασικό σύστημα δημιουργεί το δικό του στρεφόμενο ελλειπτικό πεδίο. Η σύνθεση αυτών των ελλειπτικών πεδίων για κάθε χρονική στιγμή οδηγεί στη δημιουργία του συνιστώμενου πεδίου. Το Σχήμα 1.7 απεικονίζει δύο παράλληλες γραμμές διπλού κυκλώματος με τάση 400 kV. Όταν διαρρέεται μόνο η αριστερή γραμμή με ρεύμα, η μαγνητική επαγωγή στο σημείο P μετράται ως  $B=16,6\mu T$ , ενώ όταν διαρρέεται μόνο η δεξιά γραμμή με ρεύμα, η μαγνητική επαγωγή είναι  $B=10,7\mu T$ . Όταν και οι δύο γραμμές διαρρέονται από ρεύμα, η μαγνητική επαγωγή στο σημείο P ανέρχεται στη μέγιστη τιμή της, η οποία είναι  $B_{max}=10,6\mu T$ .

Συνολικά, παρατηρείται ότι η ταυτόχρονη παράλληλη διέλευση περισσότερων ομοίων εναέριων γραμμών διπλού κυκλώματος ή απλού κυκλώματος έχει ως αποτέλεσμα μια μικρή μείωση των μέγιστων τιμών των πεδιακών εντάσεων σε σχέση με την περίπτωση μιας μόνο γραμμής. Αυτό υποδηλώνει ότι η συγκέντρωση περισσότερων ομοίων εναέριων παράλληλα οδευόντων γραμμών σε μια δεδομένη περιοχή δεν οδηγεί σε αύξηση της μέγιστης τιμής της μαγνητικής επαγωγής, αλλά προκαλεί μάλλον μια μικρή μείωση αυτής της τιμής, σε σχέση με την τιμή που θα προέκυπτε από μια μεμονωμένη γραμμή.



Σχήμα 1.7. Συνιστάμενο μαγνητικό πεδίο δύο γραμμών 400kV διπλού κυκλώματος σε παράλληλη όδευση. Ένταση ρεύματος 1000 A ανά κύκλωμα και φάση. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα προσομοιώσεων που διεξήχθησαν σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της Εθνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), σχετικά με τη μαγνητική επαγωγή και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που προκαλούν οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα 150kV (με τυπικό ύψος των κάτω αγωγών από το έδαφος 12 μέτρα στο ενδιάμεσο των δύο πυλώνων) και τα 400kV (με τυπικό ύψος των κάτω αγωγών από το έδαφος 15 μέτρα στο ενδιάμεσο των δύο πυλώνων).

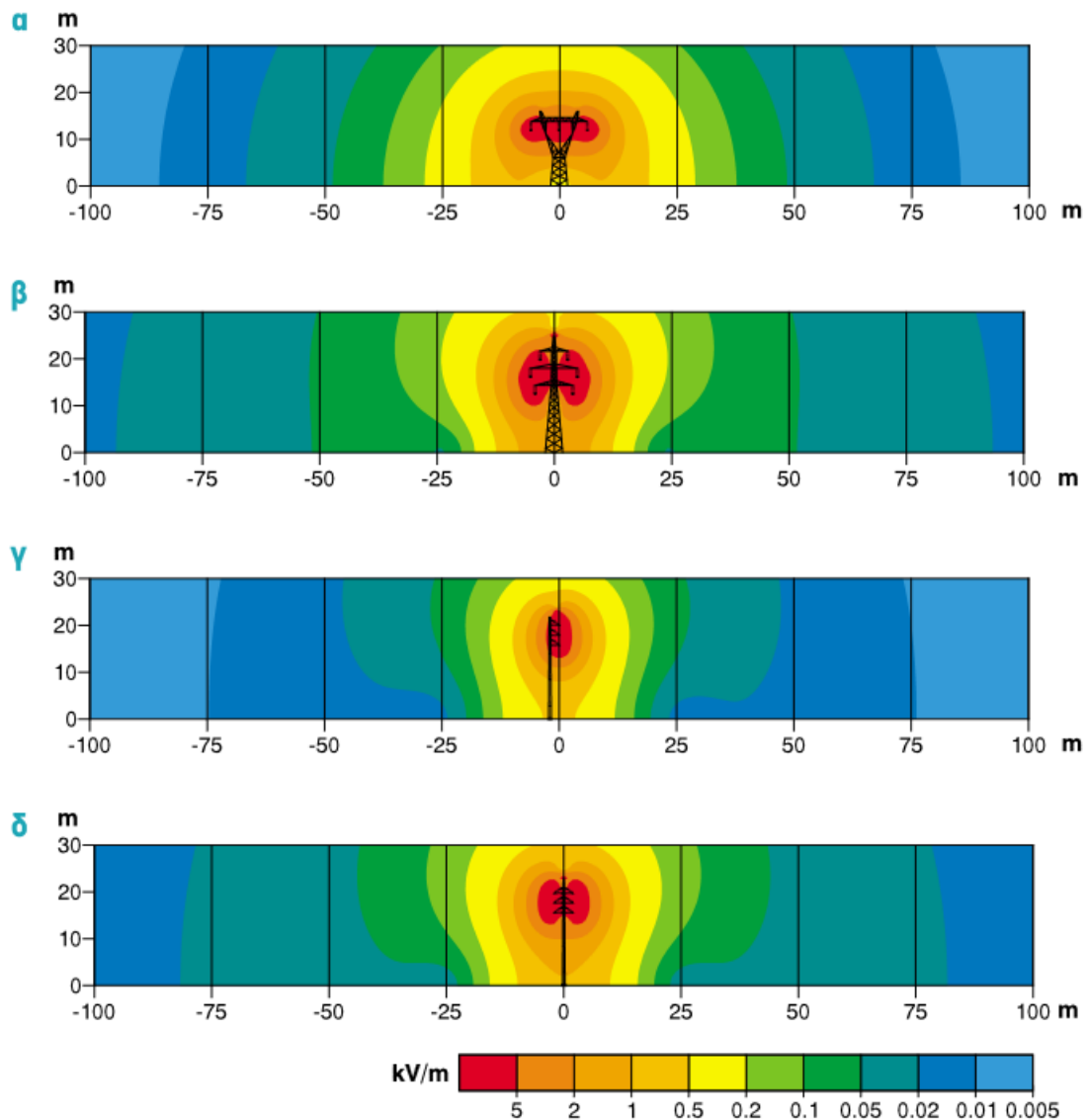


Σχήμα 1.8. Μαγνητική επαγωγή που δημιουργείται από εναέριες γραμμές 150kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας.

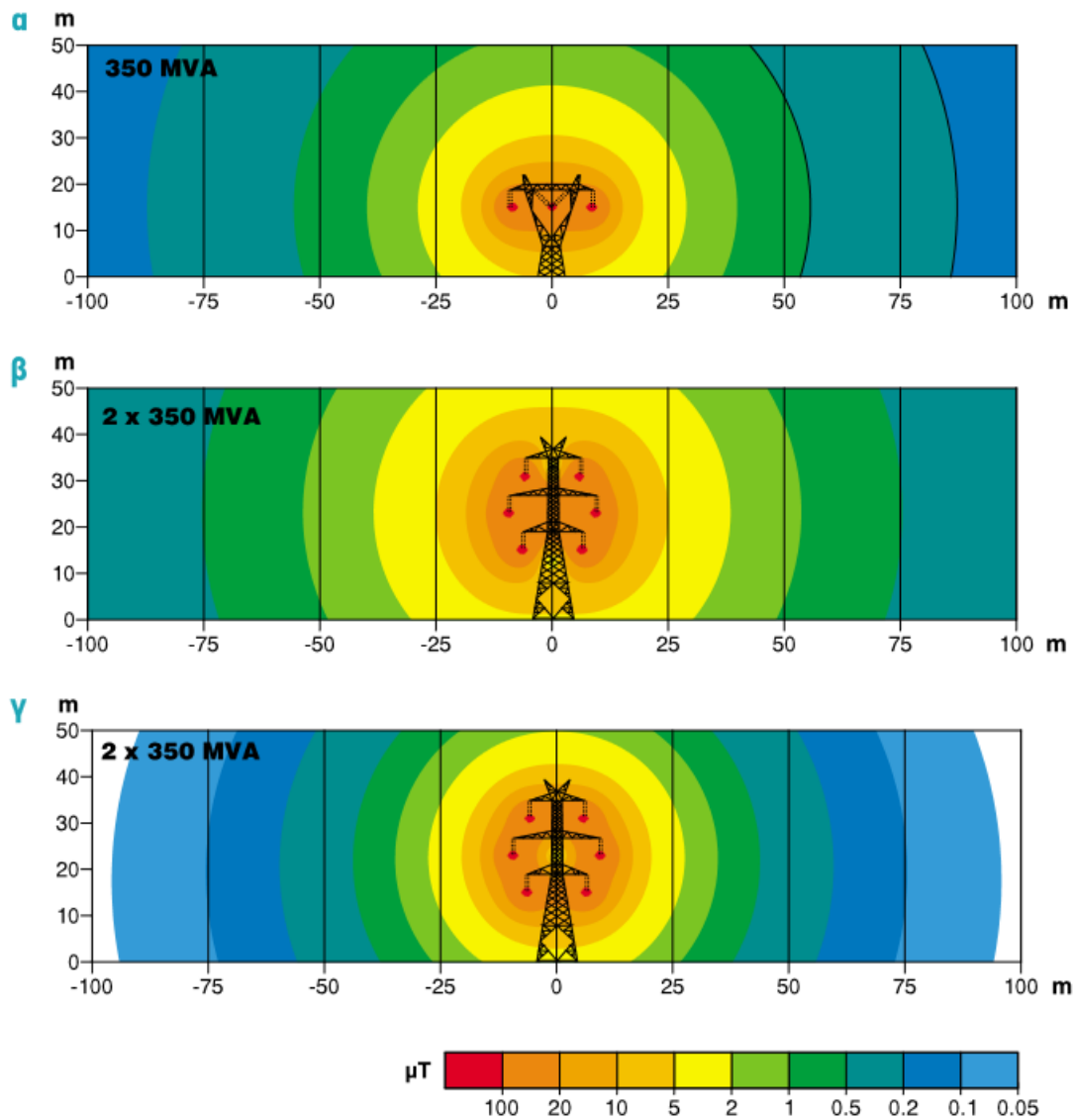
α) γραμμή απλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα κατά τη μεταφορά ισχύος 50MVA β) γραμμή διπλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα κατά τη μεταφορά ισχύος 100MVA (2\*50MVA) γ) γραμμή απλού κυκλώματος με ιστούς κατά τη μεταφορά ισχύος 50MVA δ) γραμμή διπλού κυκλώματος με ιστούς κατά τη μεταφορά ισχύος 100MVA (2\*50MVA).

Πηγή:

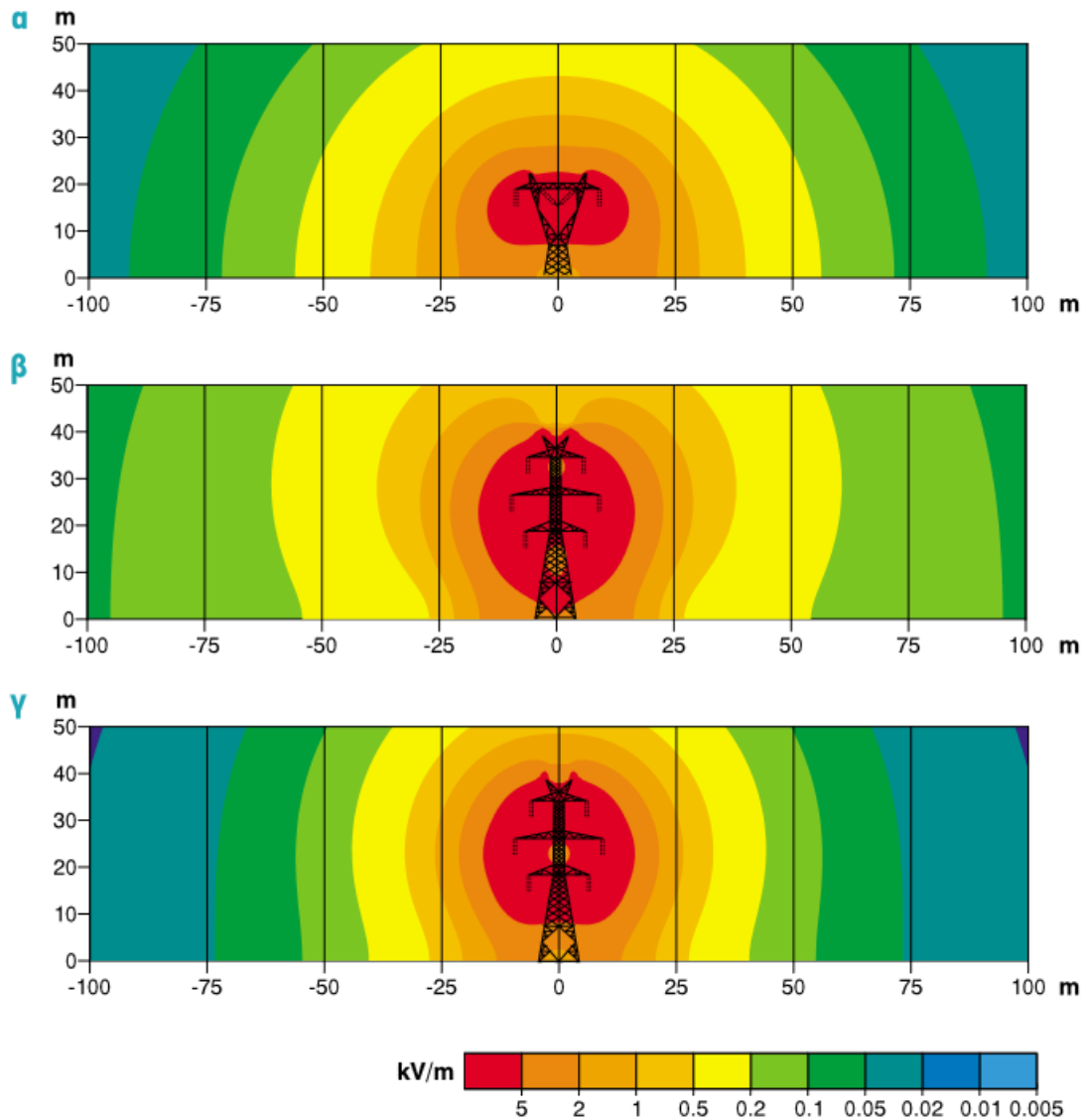
[http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)



Σχήμα 1.9. Ένταση ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από εναέριες γραμμές 150kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας. α) γραμμή απλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα (ικανότητα μεταφοράς ισχύος 138MVA ή 202 MVA ανάλογα με τον τύπο) β) γραμμή διπλού κυκλώματος με μεταλλικά δικτυώματα (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 404MVA) γ) γραμμή απλού κυκλώματος με ιστούς (ικανότητα μεταφοράς ισχύος 138MVA ή 202 MVA ανάλογα με τον τύπο) δ) γραμμή διπλού κυκλώματος με ιστούς (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 404MVA).  
 Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)



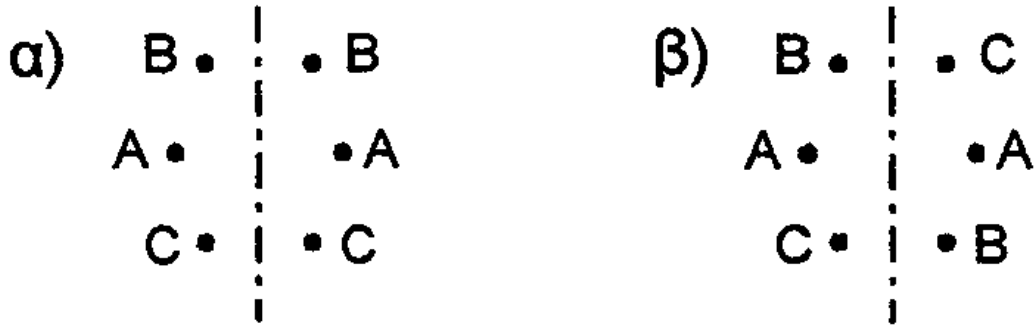
Σχήμα 1.10. Μαγνητική επαγωγή που δημιουργείται από εναέριες γραμμές 400kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας. α) γραμμή απλού κυκλώματος κατά τη μεταφορά ισχύος 350MVA β) γραμμή διπλού κυκλώματος με τον παλιό τρόπο διάταξης φάσεων κατά τη μεταφορά ισχύος 700MVA (2\*350MVA) γ) γραμμή διπλού κυκλώματος με το νέο τρόπο διάταξης των φάσεων κατά τη μεταφορά ισχύος 700MVA (2\*350MVA). Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)



Σχήμα 1.11. Ένταση ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από εναέριες γραμμές 400kV του Ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας. α) γραμμή απλού κυκλώματος (ικανότητα μεταφοράς ισχύος 1400MVA ή 2000 MVA ανάλογα με τον τύπο) β) γραμμή διπλού κυκλώματος με τον παλιό τρόπο διάταξης των φάσεων (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 2800MVA) γ) γραμμή διπλού κυκλώματος με το νέο τρόπο διάταξης των φάσεων (συνολική ικανότητα μεταφοράς ισχύος 2800MVA). Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

### Διάταξη των αγωγών φάσεων

Όταν τοποθετούμε τις αγωγές των φάσεων σε μια βέλτιστη διάταξη, μπορούμε να επιτύχουμε σημαντική μείωση των πεδιακών εντάσεων.



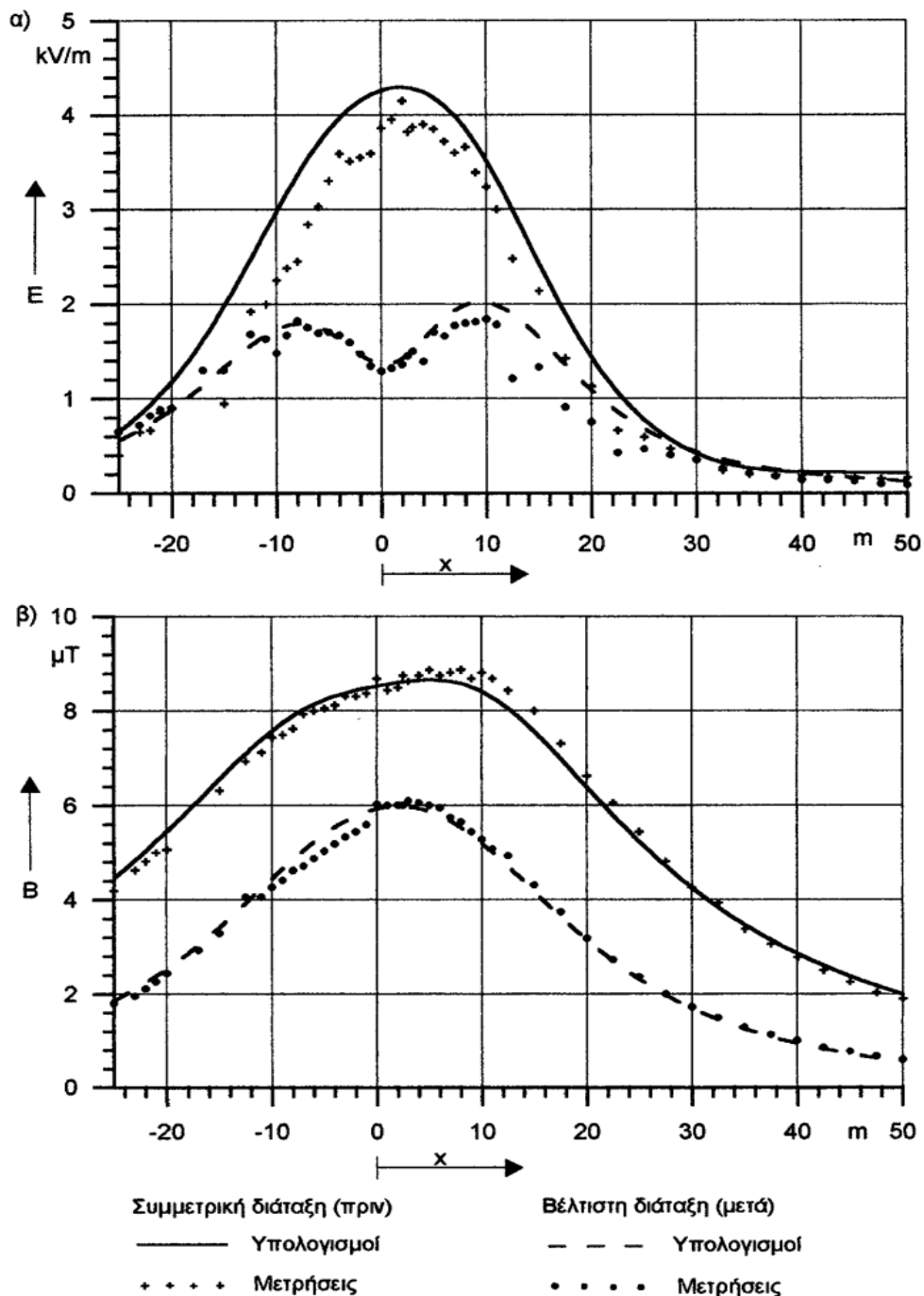
Σχήμα 1.12. α) Μία συνήθης διάταξη των φάσεων που είναι συμμετρική β) Η ιδανική διάταξη των φάσεων που επιτυγχάνει το βέλτιστο αποτέλεσμα

Για τον περιορισμό των πεδιακών εντάσεων στις γραμμές διπλού κυκλώματος που υπάρχουν στο ελληνικό σύστημα μεταφοράς ενέργειας, επιλέχθηκε να εφαρμοστεί η βέλτιστη διάταξη των αγωγών των φάσεων. Μετά από πραγματοποιημένες μετρήσεις σε μια γραμμή διπλού κυκλώματος 400 kV μεταξύ Αγίου Στεφάνου και Λάρυμνας, πριν και μετά την εφαρμογή της βέλτιστης διάταξης των αγωγών των φάσεων, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στις τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.13. Κατά τη μέτρηση, η απόσταση του κάτω αγωγού ενός κυκλώματος από το έδαφος ήταν 17,7 m, ενώ του αντίστοιχου αγωγού του δεύτερου κυκλώματος ήταν 16,7 m λόγω της κλίσης του εδάφους. Οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν σε ύψος 1,5 m από το έδαφος. Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μαγνητικού πεδίου μετατράπηκαν σε ένταση ρεύματος 1000 A (μέγιστη ένταση λειτουργίας), για την οποία πραγματοποιήθηκαν οι ανάλογοι υπολογισμοί.

#### Υπόγεια καλώδια – Πεδιακές εντάσεις υπόγειων καλωδίων

Εντός αστικών περιοχών, τα καλώδια υψηλής τάσης τοποθετούνται κάτω από το έδαφος σε βάθος περίπου ενός έως δύο μέτρων, διέρχοντας κάτω από δρόμους και πεζοδρόμια. Στα υπόγεια καλώδια, οι αγωγοί που μεταφέρουν το ρεύμα είναι μονωμένοι μεταξύ τους, επιτρέποντας την τοποθέτησή τους πολύ κοντά, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρότερων ηλεκτρικών πεδίων σε σύγκριση με τις αντίστοιχες εναέριες γραμμές. Παρ' όλα αυτά, στα σημεία πάνω από τα υπόγεια καλώδια δημιουργούνται σημαντικά μαγνητικά πεδία, τα οποία ωστόσο μειώνονται σημαντικά με την αύξηση της απόστασης σε σχέση με αυτά που παράγονται από τις

αντίστοιχες εναέριες γραμμές. Σε αντίθεση με τις γραμμές εναέριας μεταφοράς, τα υπόγεια καλώδια δεν δημιουργούν ηλεκτρικά πεδία στα σημεία όπου βρίσκονται άνθρωποι.<sup>6</sup>

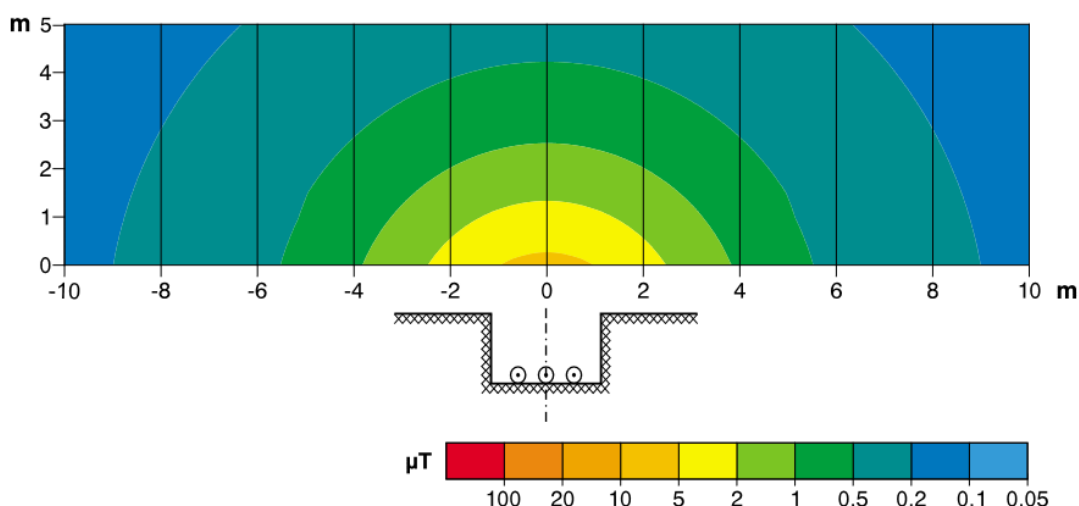


Σχήμα 1.13. α) Η ηλεκτρική τάση που περιβάλλει μια γραμμή 400kV προτού και μετά την εφαρμογή της βέλτιστης διάταξης των αγωγών φάσεων β) Το μαγνητικό πεδίο που

<sup>6</sup> [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)



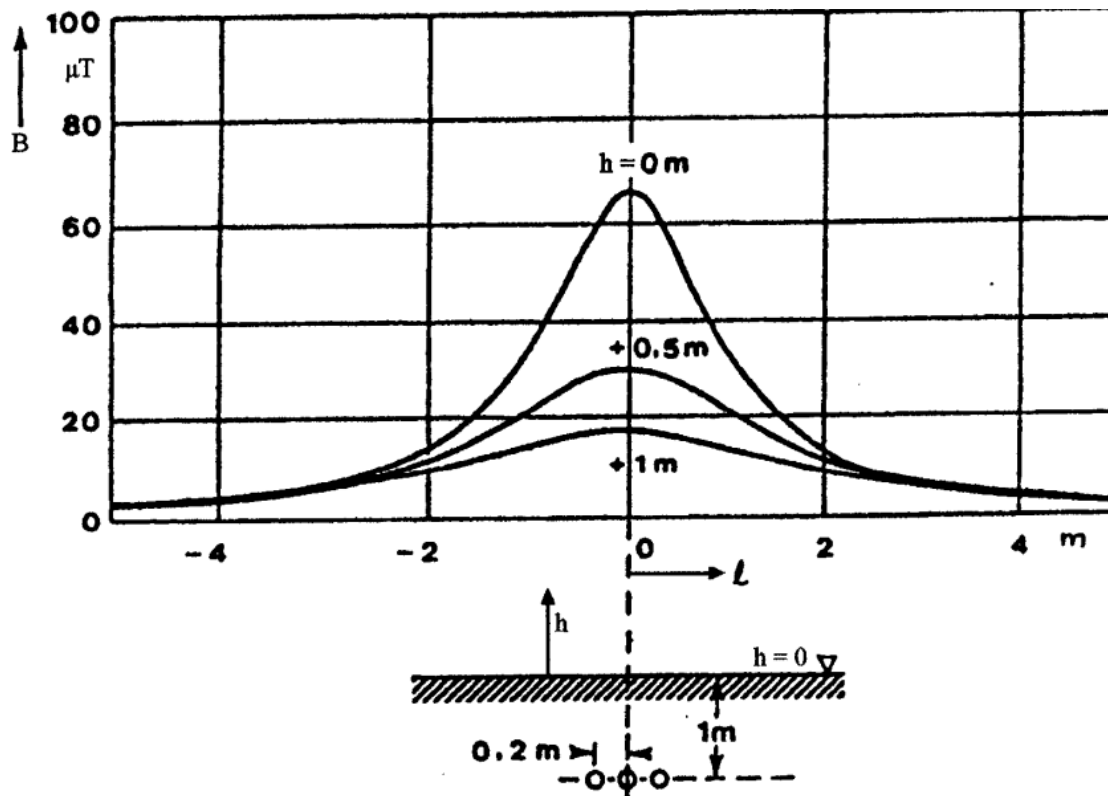
παράγεται γύρω από μια γραμμή 400kV πριν και μετά την εφαρμογή της βέλτιστης διάταξης των αγωγών φάσεων. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>



Σχήμα 1.14. Η μαγνητική ανακλαμπτικότητα που αναπτύσσεται από το υπόγειο καλώδιο 150kV με μεταφορά ισχύος 50MVA, όπως παρουσιάζονται στα αποτελέσματα προσομοιώσεων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ). Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

### Πλήθος καλωδίων

Όταν πρόκειται για τριπολικά καλώδια ή δεσμούς μονοπολικών καλωδίων που αποτελούν τα βασικά στοιχεία των τριφασικών ηλεκτρικών συστημάτων, η μαγνητική επαγωγή σε σχετικά κοντινή απόσταση από τα καλώδια εμφανίζει πολύ χαμηλές τιμές. Ωστόσο, στην περίπτωση διατάξεων μονοπολικών καλωδίων, όπου τα καλώδια τοποθετούνται κοντά μεταξύ τους όπως συμβαίνει συνήθως, η μαγνητική επαγωγή μπορεί να αυξηθεί σε περιοχές που είναι προσβάσιμες από τους ανθρώπους, και αυτές οι τιμές μπορεί να είναι υψηλότερες από τη μαγνητική επαγωγή που παρατηρείται στο έδαφος κάτω από εναέριες γραμμές.



Σχήμα 1.15. Η μαγνητική επαγωγή που εκδηλώνεται από ένα τριφασικό σύστημα που αποτελείται από τρία μονοπολικά καλώδια, έκαστο με φορτίο 1000A, εξαρτάται από το ύψος "h" από το έδαφος. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

Συνολικά, η υπόγεια τοποθέτηση υψηλού τάσης γραμμών έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζεται η έκθεση σε μαγνητικά πεδία, ωστόσο, ταυτόχρονα, προκαλεί αύξηση στις μέγιστες τιμές της μαγνητικής επαγωγής. Σε απόσταση 1 μέτρου από το έδαφος, το υπόγειο καλώδιο υψηλής τάσης προκαλεί σημαντικά υψηλότερη μέγιστη τιμή μαγνητικής επαγωγής σε σύγκριση με τη μέγιστη τιμή που προκύπτει από μια αντίστοιχη εναέρια γραμμή.

### 1.9.Γραμμές για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας

Με τον όρο "γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας" αναφερόμαστε στις εναέριες γραμμές υψηλής τάσης, συνήθως στα 150kV (αν και υπάρχουν και 66kV), καθώς και

στις υπερυψηλής τάσης γραμμές (400kV), και τις υπόγειες γραμμές υψηλής τάσης. Αυτές οι γραμμές μπορούν να είναι απλού ή διπλού κυκλώματος, ανάλογα με τον αριθμό των τριφασικών κυκλωμάτων που φέρουν. Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από αυτές τις γραμμές προέρχονται από τους ρευματοφόρους αγωγούς τους, με την ένταση αυτών των πεδίων να μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από τους αγωγούς. Συνεπώς, οι μέγιστες τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στις εναέριες γραμμές εμφανίζονται κυρίως ακριβώς κάτω από τους αγωγούς. Το μέγεθος του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο περιβάλλον μιας γραμμής εξαρτάται από το ρεύμα που διαρρέει τη γραμμή.

Οι γραμμές μέσης τάσης, που λειτουργούν στα 20 kV και παρέχουν τροφοδοσία στις γραμμές χαμηλής τάσης μέσω υποσταθμών διανομής εφοδιασμένων με μετασχηματιστές μεσαίας προς χαμηλής τάσης, μπορεί να είναι είτε εναέριες είτε υπόγεια καλώδια. Οι εναέριες γραμμές παράγουν και ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, ενώ τα υπόγεια καλώδια δημιουργούν μόνο μαγνητικά πεδία. Λόγω της ηλεκτρικής σύνδεσής τους, αυτές οι γραμμές δεν υπόκεινται σε ασυμμετρίες στα ρεύματα, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει δημιουργία ρευμάτων επιστροφής.

Το ρεύμα που διαρρέει μια γραμμή δεν εμφανίζει σταθερότητα, αλλά παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας, ακολουθώντας ημερήσιους, εβδομαδιαίους και ετήσιους κύκλους. Αυτές οι διακυμάνσεις προκαλούν αντίστοιχη μεταβολή στο παράγοντα του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται. Οι ακριβείς τιμές του ρεύματος κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, και ως εκ τούτου, του παράγοντα του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου από τη γραμμή, εξαρτώνται από τον τύπο των καταναλωτών που εξυπηρετεί η γραμμή (οικιακοί, εμπορικοί, βιοτεχνικοί, βιομηχανικοί, γεωργικές αντλίες κ.λπ.).

Για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία του ηλεκτρικού δικτύου, οι συνήθεις τιμές της μεταφερόμενης ενέργειας σε μια γραμμή είναι συνήθως χαμηλότερες από τη μέγιστη επιτρεπτή τιμή που μπορεί να υποστηρίξει η γραμμή. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, όπου ένας σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτυγχάνει, η γραμμή μπορεί να αντιμετωπίσει αυξημένη μεταφορά ενέργειας για να διασφαλιστεί η συνεχής παροχή ρεύματος προς τους καταναλωτές.

Καθώς ο χρόνος προχωρά, η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται επίσης η μεταφερόμενη ενέργεια. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει κατασκευή νέων γραμμών μεταφοράς, τα μαγνητικά πεδία κάτω από τις υπάρχουσες γραμμές αυξάνονται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της αξιοπιστίας του ηλεκτρικού

δικτύου, την αύξηση του κινδύνου διακοπών της ηλεκτρικής ενέργειας και την αύξηση των απωλειών ενέργειας.

Η συνολική ένταση του ρεύματος που απαιτείται για τον εφοδιασμό μιας περιοχής με ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει από το σύνολο των φορτίων της περιοχής και είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των γραμμών που την τροφοδοτούν<sup>7</sup>.

#### 1.10. Επιπτώσεις της καθυστέρησης δημιουργίας καινούριων γραμμών

Συχνά αναδύεται το ζήτημα των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων μετά την εγκατάσταση μιας νέας γραμμής ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως υπάρχει η παραδοχή ότι η λειτουργία της νέας γραμμής προκαλεί επιπλέον έκθεση σε μαγνητικό πεδίο, και επομένως η καθυστέρηση ή ακόμα και η ακύρωση της κατασκευής της μπορούν να συμβάλουν στην προστασία της δημόσιας υγείας, σύμφωνα με την αρχή της πρόληψης. Παρά την εμφάνιση λογικής, αυτή η θεώρηση είναι εσφαλμένη.

Η λειτουργία μιας δεύτερης παρόμοιας γραμμής, με ισοκατανομή του φορτίου μεταξύ τους, οδηγεί στη μείωση της μέγιστης τιμής της μαγνητικής επαγωγής στο ήμισυ της αρχικής τιμής, ειδικά όταν οι γραμμές βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Εάν, επιπλέον, οι γραμμές τρέχουν παράλληλα και σε μικρή απόσταση, η μείωση αυτή είναι ακόμη μεγαλύτερη. Η λειτουργία πολλαπλών γραμμών επιφέρει επίσης μείωση της μέσης τιμής της μαγνητικής επαγωγής στο περιβάλλον τους. Η ίδια ανατροφοδότηση παρατηρείται και στην περίπτωση προσθήκης τρίτης, τέταρτης και ούτω καθεξής γραμμής<sup>8</sup>.

Συνεπώς, συμπεραίνουμε ότι η λειτουργία μιας νέας γραμμής δεν επιφέρει επιπρόσθετο περιβαλλοντικό βάρος σε ό,τι αφορά τα μαγνητικά πεδία. Πραγματικά, αντίθετα, η λειτουργία αυτή οδηγεί σε συνολική μείωση των πεδίων. (Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, αντίθετα με τα μαγνητικά πεδία, τα ηλεκτρικά πεδία παραμένουν σχεδόν αμετάβλητα στη διάρκεια του χρόνου όσο η γραμμή διατηρεί την τάση).

<sup>7</sup> [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

<sup>8</sup> Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ – ΠΡΟΤΥΠΑ

#### 2.1. Κανονισμοί προστασίας κατά των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

##### 2.1.1. Ιστορική αναδρομή

Το 1977, η Διεθνής Εταιρεία Προστασίας έναντι Ακτινοβολίας (IRPA) ίδρυσε τη Διεθνή Επιτροπή Προστασίας έναντι μη Ιονίζουσας Ακτινοβολίας (INIRC). Σε συνεργασία με το Περιβαλλοντικό Τμήμα της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (WHO), το 1990 δημοσιεύτηκε η εργασία με τίτλο "Προσωρινή οδηγία ορίων για την έκθεση σε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο 50/60 Hz". Αυτή η εργασία αναπτύχθηκε μέσα σε περίπου δέκα χρόνια, με την συμμετοχή φορέων που ασχολούνται με την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Οι συνεργαζόμενοι φορείς αξιολόγησαν όλα τα διαθέσιμα επιδημιολογικά και εργαστηριακά δεδομένα που αφορούσαν τυχόν αντίκτυπο των πεδίων συχνότητας 50/60 Hz στην ανθρώπινη υγεία.

Κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης από τις 7 έως τις 12 Μαΐου 1993, η επιτροπή εξέτασε επιπλέον επιστημονικές εργασίες. Μετά από την εξέταση και αξιολόγηση όλων των σχετικών ερευνών, η επιτροπή επανεπιβεβαίωσε στις 12 Μαΐου 1993 την ισχύ της οδηγίας που είχε δημοσιευτεί το 1990 και τα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία βάσει αυτής της οδηγίας.

Το 1997 ολοκληρώθηκε η οδηγία της ICNIRP με τίτλο "Οδηγία για όρια εκθέσεως σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία", η οποία δημοσιεύθηκε τον Απρίλιο του 1998. Κατά την εκπόνηση αυτής της οδηγίας, εξετάστηκαν και αξιολογήθηκαν πρόσθετες ερευνητικές εργασίες που είχαν δημοσιευθεί από το 1990 και μετά. Η οδηγία αυτή δεν περιορίζεται ως "προσωρινή" και διατηρούνται αμετάβλητα τα όρια που είχαν οριστεί στην προσωρινή οδηγία του 1990. Συγκεκριμένα, τα όρια για συνεχή έκθεση του κοινού παραμένουν στα 5 kV/m και 100 μT, ενώ για την επαγγελματική απασχόληση στα 10 kV/m και 500 μT.

Τον Ιανουάριο του 1995 δημοσιεύτηκε το Προσωρινό Ευρωπαϊκό Πρότυπο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (CENELEC). Κατά την εκπόνηση αυτού του προτύπου, συνεργάστηκαν οι χώρες Ελλάδα, Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισλανδία, Ισπανία,

Ιταλία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σουηδία και Φινλανδία. Το πρότυπο αυτό ισχύει επίσης ως πρότυπο ΕΛΟΤ στην Ελλάδα.

Τον Δεκέμβριο του 1996 κυκλοφόρησε το γερμανικό ομοσπονδιακό διάταγμα, που καθορίζει τα αποδεκτά επίπεδα για τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία σε περίπτωση συνεχούς έκθεσης του κοινού. Αυτά τα όρια είναι πανομοιότυπα με αυτά που καθορίζονται στην προηγούμενη οδηγία.

Το 1999, εκδόθηκε η πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, με την οποία εγκρίνονται τα ίδια όρια με αυτά που περιέχονται στην προαναφερθείσα οδηγία.

Κανονισμοί προστασίας	Όρια πεδιακών εντάσεων		Περιοχή	
	Με ελεγχόμενη παραμονή κοινού		Ελεγχόμενη επαγγελματική απασχόληση	
	E kV/m	B μT	E kV/m	B μT
<b>ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΟΔΗΓΙΑ IRPA/INIRC 1990, ΟΔΗΓΙΑ ICNIRP 1998</b>	5	100	10	500
<b>ΒΡΕΤΑΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ NRPB 1993</b>	12	1600	12	1600
<b>CENELEC ENV 50166-1 1995</b>	10	640	30	1600

Πίνακας 2.1. Τα όρια των πεδιακών εντάσεων στις οδηγίες προστασίας των ανθρώπων έναντι ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων με συχνότητα 50 Hz, για την μακροχρόνια έκθεση του γενικού κοινού και για την έκθεση κατά τη διάρκεια επαγγελματικής απασχόλησης. Πηγή: Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

Οι προαναφερθείσες περιοριστικές τιμές για την ένταση των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στους κανονισμούς δεν αποτελούν αποκλειστικά κριτήρια επικινδυνότητας. Αντίθετα, περιλαμβάνουν σημαντικούς παράγοντες ασφαλείας που

έχουν σχεδιαστεί με μεγάλη περιθώριο, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προστασία από ενδεχόμενες αβεβαιότητες που απορρέουν από την περιορισμένη κατανόηση των επιδράσεων των πεδίων. Έτσι, εκπληρώνεται η ανάγκη να προλαμβάνονται δυσμενείς επιπτώσεις. Ως εκ τούτου, διαπιστώνονται διαφορές ανάμεσα στα καθορισμένα όρια των διαφόρων κανονισμών, καθώς οι παράγοντες ασφαλείας δεν είναι ομοιογενείς για όλες τις περιπτώσεις.<sup>9</sup>

### 2.1.2. Σκοπός προτύπων

Ο κύριος σκοπός των προτύπων είναι η διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας. Μέσω των προτύπων αυτών, προσδιορίζονται κατευθυντήριες γραμμές για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, με στόχο να περιορίζεται η υπέρβαση των ορίων έκθεσης σε επίπεδα που βρίσκονται στο περιβάλλον μας.

Οι χώρες, παρότι θεσπίζουν τα δικά τους εθνικά όρια για την έκθεση στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, εν γένει εμπνέονται από τις κατευθυντήριες γραμμές που καθορίζονται από τη Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP).

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

<sup>9</sup> Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>

Πίνακας 2.2. Συνοψίζοντας τις κατευθυντήριες οδηγίες που αφορούν σε τρεις κύριους τομείς που επικεντρώνονται στις ανησυχίες του κοινού, αυτοί είναι ο ηλεκτρισμός στα οικιακά περιβάλλοντα, οι σταθμοί βάσης της κινητής τηλεφωνίας και οι φούρνοι μικροκυμάτων. Οι παραπάνω κατευθυντήριες οδηγίες αναφέρονται στην προστασία από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία και περιλαμβάνονται στην έκδοση Health Physics 74, σελίδες 494-522, που κυκλοφόρησε το 1998 από τη Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από την Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP). Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

Πηγή	Τυπική έκθεση για το ευρύ κοινό	
	Ηλεκτρικό πεδίο (V/m)	Πυκνότητα μαγνητικής ροής (μT)
<b>ΦΥΣΙΚΑ ΠΕΔΙΑ</b>	200	70 (μαγνητικό πεδίο γης)
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΣΕ ΣΠΗΤΙΑ, ΟΧΙ ΣΕ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ)</b>	100	0,2
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ)</b>	10000	20
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΤΡΕΝΑ ΚΑΙ TRAM</b>	300	50
<b>ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΘΟΝΕΣ (ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΗ)</b>	10	0,7
		<b>Τυπική μέγιστη έκθεση για το ευρύ κοινό (W/m<sup>2</sup>)</b>



<b>ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΠΟΜΠΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΒΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ</b>	0,1
<b>ΡΑΝΤΑΡ</b>	0,2
<b>ΦΟΥΡΝΟΙ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ</b>	0,5

Πίνακας 2.3. Τυπικά μέγιστα επίπεδα έκθεσης στο σπίτι και το περιβάλλον- Ευρωπαϊκό Περιφερειακό Γραφείο του ΠΟΥ. Πηγή: [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

Οι καθοδηγητικές οδηγίες προτείνουν την προληπτική προσέγγιση της αποφυγής έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε επίπεδα όπου αρχίζουν να αντιλαμβάνονται αλλαγές στη συμπεριφορά. Αυτό το επίπεδο, που σχετίζεται με τη συμπεριφορά, δεν συμπίπτει με το όριο που καθορίζεται από τις οδηγίες. Η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP) χρησιμοποιεί έναν παράγοντα ασφαλείας της τάξης του 10 για να προσδιορίσει τα όρια έκθεσης στο επίπεδο του επαγγελματικού περιβάλλοντος, ενώ χρησιμοποιεί έναν παράγοντα 50 (που είναι 50 φορές χαμηλότερος από το αναφερθέν όριο επίπεδου) για να καθορίσει το όριο που ισχύει για το γενικό κοινό.<sup>10</sup>

Τα επίπεδα αναφοράς αφορούν τις αποτυπωμένες τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που ανιχνεύονται, επικεντρώνοντας στους βασικούς περιορισμούς και λαμβάνοντας υπόψη τις πιο απαιτητικές συνθήκες σύζευξης αυτών των πεδίων με το ανθρώπινο σώμα. Η χρήση των επιπέδων αναφοράς, στην πραγματικότητα, εισάγει έναν επιπλέον παράγοντα ασφαλείας στην πρακτική εφαρμογή.<sup>11</sup>

### 2.1.3. Έκθεση του κοινού σε πεδία χαμηλών συχνοτήτων

#### 2.1.3.1. Κύριοι περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς για την έκθεση του κοινού

<sup>10</sup> [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

<sup>11</sup> WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health

Ανάλογα με τη συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα φυσικά μεγέθη για τον καθορισμό των βασικών περιορισμών:

α) Για πυκνότητες από 0 έως 1 Hz, έχουν οριστεί βασικοί περιορισμοί για τη μαγνητική επαγωγή σε στατικά μαγνητικά πεδία (0 Hz) και για την πυκνότητα ρεύματος των χρονικά μεταβαλλόμενων πεδίων μέχρι 1 Hz, με στόχο την αποτροπή ανεπιθύμητων επιπτώσεων στο καρδιαγγειακό και το κεντρικό νευρικό σύστημα.

β) Για συχνότητες από 1 Hz έως 10 MHz, έχουν καθοριστεί βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα ρεύματος, με στόχο την πρόληψη επιπτώσεων στη λειτουργία του νευρικού συστήματος.

<b>Ζώνη συχνοτήτων</b>	<b>Μαγνητική επαγωγή (mT)</b>	<b>Πυκνότητα ρεύματος (mA/m<sup>2</sup>) (rms)</b>
<b>0Hz</b>	40	-
<b>&gt;0-1Hz</b>	-	8
<b>1-4Hz</b>	-	8/f
<b>4-1000Hz</b>	-	2
<b>1-100kHz</b>	-	f/500

Πίνακας 2.4. Κύριοι περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων. Πηγή: Εφημερίς της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 512, 25 Απριλίου 2002.

Οι προαναφερθέντες βασικοί περιορισμοί έχουν καθοριστεί με τρόπο που λαμβάνει υπόψη τις αβεβαιότητες που συνδέονται με την ατομική ευαισθησία, τις παράγοντες του περιβάλλοντος καθώς και τις ποικίλες πτυχές της ηλικίας και της υγείας του γενικού κοινού.

Ο βασικός περιορισμός για την πυκνότητα ρεύματος έχει σχεδιαστεί με σκοπό την προστασία από τις άμεσες επιπτώσεις της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία υψηλής συχνότητας (ΗΜΠ) στα νευρικά ιστά του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) της κεφαλής και του σώματος, περιλαμβάνοντας επιπλέον ένα περιθώριο ασφαλείας. Οι καθορισμένοι περιορισμοί για τα πεδία χαμηλών συχνοτήτων βασίζονται στις επιβεβαιωμένες επιπτώσεις που έχουν στο ΚΝΣ. Αυτές οι άμεσες επιπτώσεις συμβαίνουν σχεδόν αμέσως και δεν υπάρχουν επιστημονικά στοιχεία που να

υποδηλώνουν την ανάγκη αλλαγής των καθορισμένων περιορισμών για τη βραχυπρόθεσμη έκθεση. Εντούτοις, επειδή αυτές οι επιπτώσεις επηρεάζουν κυρίως το κεντρικό νευρικό σύστημα, ο συγκεκριμένος βασικός περιορισμός ενδέχεται να επιτρέπει υψηλότερες πυκνότητες ρεύματος σε άλλα σημεία του σώματος, διατηρώντας τις ίδιες προϋποθέσεις έκθεσης. Οι πυκνότητες ρεύματος παρουσιάζονται ως μέση τιμή επί της επιφάνειας διατομής 1cm<sup>2</sup> παράλληλα προς τη ροή του ρεύματος, λόγω των ηλεκτρικών ανισοροπιών που προκύπτουν από τη διαφορετική αγωγιμότητα του σώματος.

Για συχνότητες μέχρι 100kHz, οι απολήψεις κορυφής της πυκνότητας ρεύματος υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας την ενεργό τιμή (rms) με τον παράγοντα sqrt(2). Σε περίπτωση παλμικών σήματων διάρκειας  $t_p$ , η αντίστοιχη συχνότητα που πρέπει να ληφθεί υπόψιν για τους βασικούς περιορισμούς υπολογίζεται με τον τύπο  $f=1/(2t_p)$ . Επίσης, για συχνότητες έως 100Hz και για παλμικά μαγνητικά πεδία, η μέγιστη πυκνότητα ρεύματος που προκύπτει από τους παλμούς υπολογίζεται βάσει του χρόνου ανόδου/καθόδου και του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής επαγωγής. Στη συνέχεια, η πυκνότητα του προκαλούμενου ρεύματος συγκρίνεται με τον αντίστοιχο βασικό περιορισμό<sup>12</sup>.

Τα επίπεδα αναφοράς αντιπροσωπεύουν τα όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο φάσμα των χαμηλών συχνοτήτων. Η τήρηση όλων αυτών των επιπέδων αναφοράς εξασφαλίζει την τήρηση των βασικών περιορισμών. Για τις τιμές κορυφής, οι παρακάτω επίπεδα αναφοράς ισχύουν για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (E, σε V/m), την ένταση του μαγνητικού πεδίου (H, σε A/m) και τη μαγνητική επαγωγή (B, σε μT).

<b>Ζώνη συχνοτήτων</b>	<b>Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου E (V/m)</b>	<b>Ένταση Μαγνητικού Πεδίου (A/m)</b>	<b>Μαγνητική Επαγωγή B (μT)</b>
0-1Hz	-	$3,2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$
1-8Hz	10000	$3,2 \cdot 10^4 / f^2$	$4 \cdot 10^4 / f^2$
8-25Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$

<sup>12</sup> Εφημερίς της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 512, 25 Απριλίου 2002

0.025-0.8kHz	250/f	4/f	5/f
0.8-3kHz	250/f	5	6,25
3-150kHz	87	5	6,25

Πίνακας 2.5. Επίπεδα αναφοράς για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων. Πηγή: Εφημερίς της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 512, 25 Απριλίου 2002

Δεν καθορίζεται κάποια συγκεκριμένη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου για συχνότητες κάτω από 1 Hz, που αντιστοιχούν στατικά ηλεκτρικά πεδία. Για την πλειονότητα των ανθρώπων, η ενοχλητική αίσθηση επιφανειακών ηλεκτρικών φορτίων δεν εκδηλώνεται σε πεδία με ένταση μικρότερη των 25 kV/m. Επιπλέον, δεν καθορίζονται υψηλότερα επίπεδα αναφοράς για τη βραχυχρόνια έκθεση σε πεδία με ιδιαίτερα χαμηλές συχνότητες, λόγω των βασικών περιορισμών που προαναφέρθηκαν. Σε περισσότερες περιπτώσεις, όταν οι μετρούμενες τιμές υπερβαίνουν τα επίπεδα αναφοράς, δεν είναι απαραίτητος και υπέρβαση του βασικού περιορισμού. Εφόσον αποτρέπονται οι επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία και οι έμμεσες επιδράσεις της έκθεσης, μπορεί να γίνει αποδεκτή η υπέρβαση των γενικών επιπέδων αναφοράς για το κοινό, επιβάλλεται όμως η τήρηση του βασικού περιορισμού για την πυκνότητα του ρεύματος.

Σε πολλά πρακτικά περιστατικά, συναντάμε την κατάσταση όπου η έκθεση σε εξωτερικά πεδία με ιδιαίτερα χαμηλές συχνότητες στα επίπεδα αναφοράς δημιουργεί πυκνότητες ρεύματος στο κεντρικό νευρικό σύστημα με τιμές κάτω από τους βασικούς περιορισμούς. Ταυτόχρονα, αναγνωρίζεται ότι μια σειρά κοινών εμπορικών συσκευών εκπέμπει τοπικά πεδία που υπερβαίνουν τα επίπεδα αναφοράς. Εντούτοις, γενικά η τελευταία περίπτωση συμβαίνει κάτω από συνθήκες έκθεσης όπου δεν παρουσιάζεται υπέρβαση των βασικών περιορισμών, λόγω της αδύναμης σύζευξης μεταξύ αυτών των πεδίων και του ανθρώπινου σώματος.

#### Ρεύμα επαφής και ρεύμα άκρων

Για συχνότητες μέχρι 100kHz και με σκοπό να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που προκύπτουν από τα ρεύματα επαφής, συνιστούνται επιπρόσθετα επίπεδα αναφοράς.

Ζώνη συχνοτήτων	Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα επαφής (m/A)
0-2,5kHz	0,5
2,5kHz-100kHz	0,2f

Πίνακας 2.6. Επίπεδα αναφοράς για ρεύματα επαφής από αγωγίμα σώματα (f σε kHz).  
 Πηγή: Εφημερίς της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 512, 25 Απριλίου 2002

#### 2.1.3.2. Έκθεση σε πηγές με πολλαπλές συχνότητες

##### Βασικοί περιορισμοί

Στην περίπτωση της συνάρτησης έκθεσης σε πεδία με διαφορετικές συχνότητες ταυτόχρονα, απαιτείται η πλήρης τήρηση του παρακάτω κριτηρίου για τους βασικούς περιορισμούς. Για το φαινόμενο της ηλεκτρικής διέγερσης σε συχνότητες από 1Hz έως 100 kHz, οι πυκνότητες του επαγόμενου ρεύματος πρέπει να συνδυαστούν σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{100\text{kHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

$J_i$  είναι η πυκνότητα ρεύματος σε συχνότητα  $i$

$J_{L,i}$  ο βασικός περιορισμός για την πυκνότητα ρεύματος σε συχνότητα  $i$

##### Επίπεδα αναφοράς

Για την εφαρμογή των θεμελιωδών περιορισμών, υπόκεινται σε αξιολόγηση τα εξής κριτήρια, όσον αφορά τα επίπεδα αναφοράς των εντάσεων των πεδίων. Όσον αφορά τις πυκνότητες του επαγόμενου ρεύματος εξ επαγωγής και τα φαινόμενα της ηλεκτρικής διέγερσης που προκαλούνται από αυτά, με εξέταση σε συχνότητες μέχρι 150 kHz, πρέπει να εμπλακούν οι παρακάτω δύο απαιτήσεις:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_i}{H_{L,i}} \leq 1 \quad \sum_{i=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} \leq 1$$

$E_i$  είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε συχνότητα  $i$ .

$E_{L,i}$  είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε συχνότητα  $i$

$H_i$  είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε συχνότητα  $i$ ,

$H_{L,i}$  είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε συχνότητα  $i$

Σε ό,τι αφορά το ρεύμα των άκρων και το ρεύμα επαφής, πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω δύο απαιτήσεις:

$$\sum_{k=10\text{Hz}}^{100\text{kHz}} \left( \frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1 \quad \sum_{n>1\text{Hz}}^{100\text{kHz}} \left( \frac{I_n}{I_{C,n}} \right)^2 \leq 1$$

$I_k$  είναι η τιμή του ρεύματος άκρων σε συχνότητα  $k$ ,

$I_{L,k}$  είναι το επίπεδο αναφοράς για το ρεύμα άκρων, 45 mA,

$I_n$  είναι η τιμή του ρεύματος επαφής σε συχνότητα  $n$

$I_{C,n}$  είναι το επίπεδο αναφοράς για το ρεύμα επαφής σε συχνότητα  $n$

#### 2.1.3.3. Υπηρεσίες – Έλεγχος συμμόρφωσης με βάση τα επιτρεπόμενα όρια λειτουργίας

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (Ε.Ε.Α.Ε.) σε συνεργασία με το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας αναλαμβάνει την προστασία του πληθυσμού και του περιβάλλοντος από μη-ιοντίζουσες ακτινοβολίες, παρέχοντας ανάλογη ενημέρωση σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Η Ε.Ε.Α.Ε. αναλαμβάνει μετρήσεις και ελέγχους, εκδίδοντας εγκύκλιους που καθορίζουν τη διαδικασία και τους όρους για την εξουσιοδότηση των εργαστηρίων που πραγματοποιούν μετρήσεις. Επίσης, καθορίζει τη μεθοδολογία μετρήσεων στις χαμηλές συχνότητες.

Η Ε.Ε.Α.Ε. αναλαμβάνει τη διοργάνωση και υλοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων κατάρτισης για το προσωπικό όλων των ενδιαφερομένων φορέων, με στόχο την ενημέρωσή τους σχετικά με θέματα προστασίας από ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Οι συναρμόδιες υπηρεσίες των υπουργείων υγείας και πρόνοιας, καθώς και η Ε.Ε.Α.Ε. συνεργάζονται με σκοπό την αποτελεσματική παρακολούθηση των διεθνών εξελίξεων και τη διεξαγωγή ερευνητικών μελετών πάνω σε θέματα προστασίας της υγείας από την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών.

Η παρακολούθηση της τήρησης των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων γίνεται είτε περιοδικά είτε ανάλογα με

τις ανάγκες, μέσω της διεξαγωγής μετρήσεων από αρμόδιες υπηρεσίες, όπως το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, οι Νομαρχιακές - Περιφερειακές αυτοδιοικήσεις, καθώς και από την Ε.Ε.Α.Ε. ή άλλα εξουσιοδοτημένα συνεργεία που έχουν την έγκριση της Ε.Ε.Α.Ε. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων ανακοινώνονται άμεσα στους ενδιαφερόμενους και στην Ε.Ε.Α.Ε., η οποία έχει την ευθύνη να καταλείπει και να συντονίζει τις μετρήσεις που πραγματοποιούνται από άλλες αρμόδιες αρχές και εξουσιοδοτημένα συνεργεία.

Στην περίπτωση που η Ε.Ε.Α.Ε. διαπιστώσει υπέρβαση των ορίων ασφαλούς έκθεσης μέσω των μετρήσεων, ενημερώνει την αρμόδια υπηρεσία που είχε χορηγήσει την άδεια εγκατάστασης. Αυτή η υπηρεσία εκ των υστέρων ειδοποιεί γραπτώς τον κάτοχο του εξοπλισμού, προσδιορίζοντας τα εξής μέτρα προς υλοποίηση:

- Άμεση απενεργοποίηση του συγκεκριμένου εξοπλισμού και άμεση ενημέρωση της υπηρεσίας που είχε εκδώσει την άδεια εγκατάστασης.
- Η επαναφορά της λειτουργίας του εξοπλισμού επιτρέπεται μόνο μετά την επίλυση της βλάβης που προκάλεσε την διακοπή.
- Υποβολή γραπτής ειδοποίησης στην υπηρεσία που χορήγησε την άδεια εγκατάστασης για την επανεκκίνηση της λειτουργίας του εξοπλισμού, συνοδευόμενη από έκθεση που αναλύει τους λόγους που οδήγησαν στην διακοπή.

Μετά την επαναφορά της λειτουργίας του εξοπλισμού, οι αρμόδιες υπηρεσίες πραγματοποιούν επανελέγχους για να διαπιστωθεί η συμμόρφωση της εγκατάστασης με τα όρια ασφαλούς έκθεσης. Εάν, ανά πάσα στιγμή, οι αρμόδιες υπηρεσίες διαπιστώσουν υπέρβαση των ορίων ασφαλούς έκθεσης, τότε η άδεια λειτουργίας του εν λόγω εξοπλισμού ανακαλείται οριστικά.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Εφημερίς της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 512, 25 Απριλίου 2002

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΟΡΙΑ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

#### 3.1. Βιολογικές Επιπτώσεις

Τα τελευταία 30 χρόνια έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων επιδημιολογικών, εργαστηριακών και κλινικών ερευνών, που εξετάζουν τις επιπτώσεις της μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών χρησιμοποιούνται από διάφορες ειδικές επιτροπές, όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) και η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP). Μέχρι σήμερα, δεν έχει επιβεβαιωθεί καμία συσχέτιση ανάμεσα σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας και οποιαδήποτε νόσο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αν και η έρευνα έχει εστιαστεί σε χαμηλές συχνότητες, όπως αυτές που σχετίζονται με τα ηλεκτρικά δίκτυα, πιο υψηλές συχνότητες, όπως αυτές που αντιστοιχούν σε ασύρματα δίκτυα, κινητά τηλέφωνα, κεραίες κινητής τηλεφωνίας και Wi-Fi, δεν έχουν μελετηθεί εξίσου λεπτομερώς λόγω του σχετικά περιορισμένου χρόνου χρήσης τους σε σύγκριση με τα ηλεκτρικά δίκτυα. Η έλλειψη μεγάλης χρονικής περιόδου για την έρευνα σε αυτά τα πεδία σημαίνει ότι μπορούν να προκύψουν νέα δεδομένα στο μέλλον σχετικά με τυχόν επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.

Παρά ταύτα, τον Ιούλιο του 2018, η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιοντίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP) παρουσίασε ένα προσχέδιο ανάπτυξης για την υψηλή συχνότητα (100kHz έως 300GHz), ενημερώνοντας και επεκτείνοντας τις υπάρχουσες οδηγίες που αφορούν αυτές τις συχνότητες. Αυτό αναδεικνύει τη συνεχή δέσμευση της επιστημονικής κοινότητας να ενημερώνει και να προστατεύει την υγεία του κοινού μέσω της παρακολούθησης των τελευταίων επιστημονικών εξελίξεων και της προσαρμογής των κατευθυντήριων γραμμών ανάλογα με τις νέες πληροφορίες και ευρήματα που προκύπτουν.

Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει τις επιστημονικά τεκμηριωμένες βιολογικές επιπτώσεις που περιγράφονται στα πρότυπα των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ευρώπης, της Ελλάδας και του Ηνωμένου Βασιλείου. Αυτά τα πρότυπα ενημερώνονται τακτικά με βάση τις πιο πρόσφατες επιστημονικές εξελίξεις.



Οι βιολογικές επιπτώσεις που αναλύονται εστιάζουν σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία με συχνότητα έως 300GHz. Εντούτοις, το κεφάλαιο δεν εξετάζει τις υποθετικές μακροπρόθεσμες επιπτώσεις, καθώς δεν υπάρχουν προς το παρόν επαρκώς αξιόπιστα και επιβεβαιωμένα δεδομένα που να αναφέρονται σε αυτές.

### 3.2. Άμεσες και Έμμεσες Βιολογικές επιπτώσεις

#### 3.2.1. Άμεσες βιολογικές επιπτώσεις

Στο πεδίο των άμεσων βιολογικών αντιδράσεων περιλαμβάνονται τα εξής φαινόμενα:

- Θέρμανση των ιστών: Με την είσοδο των ιστών στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, καθώς και του ολόκληρου οργανισμού, τα άτομα απορροφούν ενέργεια και διεγείρονται. Αυτή η ενέργεια μετατρέπεται αρχικά σε κινητική ενέργεια και στη συνέχεια σε θερμική.
- Διέγερση μυών, νεύρων και αισθητήριων οργάνων: Η εισαγωγή σε ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μπορεί να προκαλέσει διέγερση σε μυϊκούς ιστούς, νεύρα ή αισθητήρια όργανα. Αυτό μπορεί να έχει δυνητικά αρνητικές επιπτώσεις στη νοητική και σωματική υγεία των ατόμων που εκτίθενται. Επιπλέον, η διέγερση των αισθητήριων οργάνων μπορεί να προκαλέσει προσωρινά συμπτώματα όπως ζάλη ή φωτοψίες. Ενδεχομένως, οι επιπτώσεις αυτές να προκαλέσουν προσωρινή ενόχληση ή να επηρεάσουν τη γνωστική λειτουργία ή άλλες λειτουργίες του εγκεφάλου ή των μυών.
- Ρεύματα άκρων: Τα ρεύματα που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση με ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορούν να προκαλέσουν διεγέρσεις και αντιδράσεις στα άκρα του σώματος.

#### 3.2.2. Έμμεσες βιολογικές επιπτώσεις

Στον τομέα των έμμεσων επιπτώσεων συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα φαινόμενα:

- Διαστολές στην λειτουργία ιατρικών ηλεκτρονικών εξοπλισμών και συσκευών, περιλαμβανομένων των καρδιακών βηματοδοτών και άλλων ιατροτεχνολογικών βοηθημάτων που είναι εμφυτευμένα ή φέρονται σωματικά.

- Πιθανότητα εκσφενδόνισης σιδηρομαγνητικών αντικειμένων εντός στατικών μαγνητικών πεδίων.
- Πυροδότηση ηλεκτροεκρηκτικών συσκευών, όπως πυροκροτητών.
- Κίνδυνος πυρκαγιών και εκρήξεων που μπορεί να προκληθούν από την ανάφλεξη εύφλεκτων υλικών λόγω σπινθήρων που δημιουργούνται από τα επαγόμενα πεδία, τα ρεύματα επαφής ή τις εκκενώσεις σπινθήρων.
- Ρεύματα επαφής που μπορούν να προκληθούν σε περιβάλλοντα με ηλεκτρομαγνητικά πεδία και να έχουν αντίκτυπο στα ανθρώπινα σώματα.

### 3.3. Όρια ασφαλούς έκθεσης

Αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται στα ασφαλή όρια έκθεσης που καθορίζονται από την Αμερικανική Διάσκεψη Κυβερνητικών Βιομηχανικών Υγιεινολόγων (ACGIH), καθώς και τα ασφαλή όρια που προτείνονται από την Ελληνική ρύθμιση και από τη Διεθνή Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιονίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP).

#### 3.3.1. Σύμφωνα με την ACGIH

Τα περιορισμένα επίπεδα έκθεσης που θεωρούνται ασφαλή σύμφωνα με την Αμερικανική Διάσκεψη Κυβερνητικών Βιομηχανικών Υγιεινολόγων (American Conference of Governmental Industrial Hygienists-ACGIH) καθορίζονται για τα μαγνητικά πεδία με συχνότητα από 0 έως 3 kHz:

Μέρη του σώματος		Ελεγχόμενη Έκθεση		Έκθεση για το κοινό	
Κεφάλι και κορμός		2,71 mT		904 μT	
Χέρια και πόδια	50 Hz		60 Hz	50 Hz	60 Hz
	75,8 mT		63,2 mT	75,8 mT	63,2 mT

Πίνακας 3.1. Όρια ασφαλούς έκθεσης σε μαγνητικά πεδία ACGIH

Επίσης, αναφορικά με τα ηλεκτρικά πεδία στο εύρος συχνοτήτων από 0 έως 3 kHz:

**Μέρη του Ελεγχόμενης Έκθεσης  
σώματος**

**Έκθεση για το κοινό**

<b>Καρδιά</b>	0,943 V/m		0,943 V/m	
<b>Εγκέφαλος</b>	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
	44,3 mV/m	53,1 mV/m	14,7 mV/m	17,7 mV/m
<b>Χέρια, καρποί, πέλματα, αστράγαλοι</b>	2,10 V/m		2,10 V/m	
<b>Άλλο</b>	2,10 V/m		0,701 V/m	

Πίνακας 3.2. Όρια ασφαλούς έκθεσης σε ηλεκτρικά πεδία ACGIH

3.3.2. Στην Ελλάδα

Παρατίθενται τα όρια ασφαλούς έκθεσης σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία, όπως αναφέρονται ακριβώς στην Οδηγία 2013/35/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, η οποία εκδόθηκε στις 26η Ιουνίου 2013.

3.3.2.1. Αντίκτυποι που δεν σχετίζονται με θερμότητα. Όρια έκθεσης και επίπεδα αντίδρασης σε συχνοτικό εύρος από 0 Hz έως 10 MHz

*Α. Όρια Έκθεσης (ELV) σε Συχνότητες κάτω του 1 Hz (Πίνακας 3.3)*

Οι οριακές τιμές έκθεσης (ELV) σε συχνότητες κάτω του 1 Hz, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3, αποτελούν προκαθορισμένα όρια για το στατικό μαγνητικό πεδίο, το οποίο δεν αλληλοεπιδρά με τα ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Αυτές οι τιμές σχετίζονται με επιπτώσεις όπως η αίσθηση ίλιγγου και άλλες φυσιολογικές επιπτώσεις που αφορούν την ισορροπία του ανθρώπινου οργανισμού. Αυτές οι επιπτώσεις οφείλονται κυρίως στην κίνηση του ανθρώπου εντός ενός στατικού μαγνητικού πεδίου. Οι οριακές τιμές έκθεσης (ELV) που έχουν επιπτώσεις στην υγεία σε περιβάλλοντα ελεγχόμενης εργασίας εφαρμόζονται προσωρινά κατά τη διάρκεια της εργασιακής βάρδιας. Αυτό συμβαίνει εφόσον αιτιολογείται από την πρακτική ή τις διαδικασίες που

εκτελούνται, με την προϋπόθεση ότι έχουν ληφθεί προληπτικά μέτρα, όπως ο έλεγχος των κινήσεων και η ενημέρωση των εργαζομένων.

#### ELV με αισθητηριακές επιπτώσεις

Κανονικές συνθήκες εργασίας	2 T
Τοπική έκθεση άκρων	8 T
	ELV με επιπτώσεις στην υγεία
Ελεγχόμενες συνθήκες εργασίας	8 T

Πίνακας 3.3. ELV για εξωτερική πυκνότητα μαγνητικής ροής (B0) από 0 έως 1 Hz

Οι οριακές τιμές έκθεσης (ELV) για συχνότητες από 1 Hz έως 10 MHz, όπως αναφέρονται στον Πίνακα 3.4, αποτελούν προκαθορισμένα όρια για τα ηλεκτρικά πεδία που επάγονται στο σώμα από έκθεση σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Αυτές οι ELV που έχουν επιπτώσεις στην υγεία, σχετίζονται με την ηλεκτρική διέγερση του συνόλου των ιστών του κεντρικού και περιφερειακού νευρικού συστήματος του σώματος, καθώς και της κεφαλής.

Περιοχή συχνότητων	ELV με επιπτώσεις στην υγεία
1 Hz ≤ f < 3 kHz	1,1 V/m (τιμή κορυφής)
3 Hz ≤ f < 10 MHz	3,8 * 10 <sup>-4</sup> f V/m (τιμή κορυφής)

Πίνακας 3.4 ELV με επιπτώσεις στην υγεία για ένταση εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου από 1 Hz έως 10 MHz

**Σημείωση 3.4-1:** Η συχνότητα (f) εκφράζεται σε μονάδες Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.4-2:** Όσον αφορά τα εσωτερικά ηλεκτρικά πεδία, οι οριακές τιμές έκθεσης με επιπτώσεις στην υγεία αντιπροσωπεύουν τις χωρικές μέγιστες τιμές σε όλο το σώμα του ατόμου που εκτίθεται.

**Σημείωση 3.4-3:** Οι οριακές τιμές έκθεσης είναι χρονικές μέγιστες τιμές που ισούνται με τις τιμές RMS (Root Mean Square) πολλαπλασιασμένες με την τετραγωνική ρίζα του 2 για ημιτονοειδή πεδία. Σε περιπτώσεις μη ημιτονοειδών πεδίων, η αξιολόγηση

της έκθεσης, όπως περιγράφεται στο άρθρο 4, βασίζεται στη μέθοδο της σταθμισμένης μέγιστης τιμής (στάθμιση στο πεδίο του χρόνου), η οποία περαιτέρω αναλύεται στους πρακτικούς οδηγούς που περιγράφονται στο άρθρο 14. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλες επιστημονικά τεκμηριωμένες και επικυρωμένες διαδικασίες αξιολόγησης έκθεσης, με την προϋπόθεση ότι παράγουν περίπου ισοδύναμα και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

Οι οριακές τιμές έκθεσης με αισθητηριακές επιπτώσεις, όπως αναφέρονται στον Πίνακα 3.5, αναφέρονται στις επιπτώσεις του ηλεκτρικού πεδίου στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ειδικότερα στην περιοχή της κεφαλής. Αυτές οι επιπτώσεις συμπεριλαμβάνουν φαινόμενα όπως φωτοψίες στο αμφιβληστροειδές και περιορισμένες μορφές παροδικών αλλαγών σε ορισμένες λειτουργίες του εγκεφάλου.

Περιοχή συχνοτήτων	ELV με αισθητηριακές επιπτώσεις
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ V/m}$ (τιμή κορυφής)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ V/m}$ (τιμή κορυφής)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ V/m}$ (τιμή κορυφής)

Πίνακας 3.5 ELV με αισθητηριακές επιπτώσεις για ένταση εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου από 1 Hz έως 400 Hz

**Σημείωση 3.5-1:** Η συχνότητα, συμβολίζεται ως  $f$  και εκφράζεται σε Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.5-2:** Οι οριακές τιμές έκθεσης με αισθητηριακές επιπτώσεις για τα εσωτερικά ηλεκτρικά πεδία αφορούν τη μέγιστη τιμή στην περιοχή της κεφαλής του εκτιθέμενου ατόμου.

**Σημείωση 3.5-3:** Οι οριακές τιμές έκθεσης (ELV) αναφέρονται σε χρονικές μέγιστες τιμές που αντιστοιχούν στις Root Mean Square (RMS) τιμές, πολλαπλασιασμένες με την τετραγωνική ρίζα του 2, στην περίπτωση ημιτονοειδών πεδίων. Όσον αφορά τα μη ημιτονοειδή πεδία, η εκτίμηση της έκθεσης, βάσει του άρθρου 4, βασίζεται στη μέθοδο της σταθμισμένης μέγιστης τιμής (στάθμιση στο πεδίο του χρόνου). Παράλληλα, μπορούν να εφαρμοστούν και άλλες επιστημονικώς αποδεδειγμένες και επικυρωμένες

διαδικασίες αξιολόγησης έκθεσης, υπό την προϋπόθεση ότι παράγουν περίπου ισοδύναμα και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

### B. Επίπεδα Δράσης (AL)

Για την καθοριστική διευκόλυνση της αξιολόγησης συμμόρφωσης με τις αντίστοιχες οριακές τιμές έκθεσης (ELV) και για περιπτώσεις που απαιτείται η εφαρμογή μέτρων πρόληψης ή προστασίας, χρησιμοποιούνται τα εξής φυσικά μεγέθη και τιμές για τον καθορισμό των επιπέδων δράσης (AL - Επίπεδα δράσης). Το εύρος αυτών των επιπέδων δράσης καθορίζεται για απλούστευση της αξιολόγησης συμμόρφωσης ή για περιπτώσεις όπου απαιτούνται προληπτικά μέτρα ή προστατευτικά μέτρα, όπως ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας οδηγίας:

- Χαμηλά και υψηλά επίπεδα δράσης για την ένταση του χρονικώς μεταβαλλόμενου ηλεκτρικού πεδίου (E) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.6.
- Χαμηλά και υψηλά επίπεδα δράσης για την πυκνότητα της χρονικώς μεταβαλλόμενης μαγνητικής ροής (B) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.7.
- Επίπεδο δράσης για το ρεύμα επαφής (IC) παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.8.
- Επίπεδο δράσης για την πυκνότητα της στατικής μαγνητικής ροής (B0) παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.9.

Τα επίπεδα δράσης (AL) αντιστοιχούν σε τιμές που είτε υπολογίζονται είτε μετρούνται για τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία στον χώρο εργασίας όταν ο εργαζόμενος δεν βρίσκεται παρόν. Όσον αφορά τα ηλεκτρικά πεδία, τα επίπεδα δράσης (AL) καθορίζονται για να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση με τους περιορισμούς των οριακών τιμών έκθεσης (ELV) και να αποτρέψουν τις εκκενώσεις σπινθήρων στο περιβάλλον εργασίας.

Για τα χαμηλά επίπεδα δράσης (Πίνακας 3.6) που αφορούν εξωτερικά ηλεκτρικά πεδία, το βασικό κριτήριο είναι η περιορισμένη επίδραση του εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου, έτσι ώστε να είναι χαμηλότερο από τις οριακές τιμές έκθεσης (ELV) που αναφέρονται στον Πίνακα 3.4 και 3.5. Επιπλέον, πρέπει να περιορίζονται οι εκκενώσεις σπινθήρων στο περιβάλλον εργασίας.

Κάτω από τα υψηλά επίπεδα δράσης, το εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο δεν πρέπει να υπερβαίνει τις οριακές τιμές έκθεσης (ELV) που αναφέρονται στον Πίνακα 3.4 και 3.5, και η πιθανότητα εκκενώσεων σπινθήρων πρέπει να προληφθεί μέσω της εφαρμογής των μέτρων προστασίας που ορίζονται στο άρθρο 5, παράγραφος 6.

Περιοχή συχνότητων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου χαμηλών AL (E)[V/m ] (RMS)	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου υψηλών AL (E)[V/m ] (RMS)
$1 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
$25 \text{ Hz} \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5 \cdot 10^5/f$	$2 \cdot 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5 \cdot 10^5/f$	$1 \cdot 10^6/f$
$1,64 \text{ kHz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$5 \cdot 10^5/f$	$6,1 \cdot 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,7 \cdot 10^2$	$6,1 \cdot 10^2$

Πίνακας 3.6 AL για την έκθεση σε ηλεκτρικά πεδία από 1 Hz έως 10 MHz

**Σημείωση 3.6-1:** Το φυσικό μέγεθος της συχνότητας (f) εκφράζεται σε μονάδες Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.6-2:** Τα χαμηλά επίπεδα δράσης (AL) και τα υψηλά επίπεδα δράσης (AL) για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (E) αντιστοιχούν στις τιμές RMS (Root Mean Square) της έντασης. Αυτές οι τιμές ισούνται προς τις μέγιστες τιμές της έντασης, διαιρεμένες διά της τετραγωνικής ρίζας του 2, σε περιπτώσεις ημιτονοειδών πεδίων. Στην περίπτωση πεδίων που δεν είναι ημιτονοειδή, η αξιολόγηση της έκθεσης πραγματοποιείται με τη μέθοδο της σταθμισμένης μέγιστης τιμής, η οποία πραγματοποιείται με βάση το χρονικό πεδίο. Αυτή η μέθοδος εξηγείται λεπτομερώς στους πρακτικούς οδηγούς που αναφέρονται στο άρθρο 14. Ωστόσο, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και άλλες επιστημονικά αποδεδειγμένες και επικυρωμένες διαδικασίες αξιολόγησης έκθεσης, προκειμένου να καταλήξουν περίπου σε ισοδύναμα και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

**Σημείωση 3.6-3:** Τα επίπεδα δράσης (AL) αναπαριστούν τις υψηλότερες υπολογιζόμενες ή μετρούμενες τιμές του ηλεκτρικού ή μαγνητικού πεδίου στη θέση

του σώματος του εργαζομένου. Αυτό προσφέρει μια συντηρητική εκτίμηση της έκθεσης και αυτόματη συμμόρφωση προς τις οριακές τιμές έκθεσης (ELV) σε όλες τις περιπτώσεις ανομοιόμορφης έκθεσης. Για την απλούστευση της διαδικασίας αξιολόγησης της συμμόρφωσης προς τις ELV, όπως προβλέπεται στο άρθρο 4, σε ειδικές περιπτώσεις ανομοιόμορφης έκθεσης, θα καθοριστούν στους πρακτικούς οδηγούς που αναφέρονται στο άρθρο 14, κριτήρια για τον χωρικό μέσο όρο των μετρούμενων πεδίων, βασισμένοι σε καθορισμένες μεθόδους δοσιμετρίας. Αυτό έχει ως στόχο να διευκολυνθεί η εκτίμηση της συμμόρφωσης προς τις ELV σε περιπτώσεις με ειδικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις που υπάρχει μια πολύ εντοπισμένη πηγή που βρίσκεται πολύ κοντά στο σώμα του εργαζομένου, το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο θα προσδιορίζεται δοσιμετρικά για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

Τα επίπεδα δράσης (AL) όσον αφορά την έκθεση σε μαγνητικά πεδία περιλαμβάνουν τα χαμηλά AL (Πίνακας 3.7). Τα χαμηλά AL αντιστοιχούν σε συχνότητες κάτω από 400 Hz και προέρχονται από τις οριακές τιμές έκθεσης (ELV) με αισθητηριακές επιπτώσεις (Πίνακας 3.5). Επιπρόσθετα, καλύπτουν και τα επίπεδα δράσης για συχνότητες άνω των 400 Hz που προκύπτουν από τις ELV με επιπτώσεις στην υγεία, σχετικά με τα εσωτερικά ηλεκτρικά πεδία (Πίνακας 3.4).

Τα υψηλά επίπεδα δράσης (AL) όπως προσδιορίζονται στον Πίνακα 3.7, αντλούν τις οριακές τιμές έκθεσης (ELV) με επιπτώσεις στην υγεία για το εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο που επηρεάζει την ηλεκτρική διέγερση των περιφερειακών και αυτόνομων νευρικών ιστών στην κεφαλή και τον κορμό, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.4. Η συμμόρφωση με τα υψηλά AL εξασφαλίζει ότι δεν υπερβαίνονται οι οριακές τιμές με επιπτώσεις στην υγεία. Παρόλα αυτά, υπάρχει πιθανότητα για φαινόμενα φωτοψίας στο αμφιβληστροειδές και περιορισμένα παροδικά κυματισμού στην εγκεφαλική δραστηριότητα, όταν η έκθεση της κεφαλής υπερβαίνει τα υψηλά AL για συχνότητες άνω των 400 Hz. Σε αυτήν την περίπτωση, εφαρμόζονται οι διατάξεις του άρθρου 5 παράγραφος 6.

Τα επίπεδα δράσης (AL) για την έκθεση των άκρων πηγάζουν από τις οριακές τιμές έκθεσης (ELV) με επιπτώσεις στην υγεία για το εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο που επηρεάζει την ηλεκτρική διέγερση των ιστών των άκρων. Σημειώνεται ότι το



μαγνητικό πεδίο συζεύγνυται ασθενέστερα με τα άκρα σε σχέση με το σύνολο του σώματος.

Περιοχή συχνοτήτων	Πυκνότητα μαγνητικής ροής χαμηλών AL (B) ( $\mu\text{T}$ ) (RMS)	Πυκνότητα μαγνητικής ροής υψηλών AL (B) ( $\mu\text{T}$ ) (RMS)	Πυκνότητα μαγνητικής ροής AL για την έκθεση των άκρων σε τοπικό μαγνητικό πεδίο ( $\mu\text{T}$ ) (RMS)
$1 \text{ Hz} \leq f < 8 \text{ Hz}$	$2 \cdot 10^5 / f^2$	$3 \cdot 10^5 / f$	$9 \cdot 10^5 / f$
$8 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,5 \cdot 10^4 / f$	$3 \cdot 10^5 / f$	$9 \cdot 10^5 / f$
$25 \text{ Hz} \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^5 / f$	$9 \cdot 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3 \cdot 10^5 / f$	$3 \cdot 10^5 / f$	$9 \cdot 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$

Πίνακας 3.7 AL για την έκθεση σε μαγνητικά πεδία από 1 Hz έως 10 MHz

**Σημείωση 3.7-1:** Η συχνότητα, συμβολίζεται ως "f" και μετρείται σε Hertz (Hz), που αναπαριστά τον αριθμό των κύκλων ή κυμάτων που παράγονται κάθε δευτερόλεπτο.

**Σημείωση 3.7-2:** Τα χαμηλά επίπεδα δράσης (AL) και τα υψηλά επίπεδα δράσης (AL) αντιστοιχούν στις τιμές της αποτελεσματικής τιμής (RMS) που ισούνται προς τις μέγιστες τιμές του πεδίου, διαιρεμένες με την τετραγωνική ρίζα του 2, στην περίπτωση των ημιτονοειδών πεδίων. Στα μη ημιτονοειδή πεδία, για την αξιολόγηση της έκθεσης, που πραγματοποιείται βάσει του άρθρου 4, χρησιμοποιείται η μέθοδος της σταθμισμένης μέγιστης τιμής (στάθμιση στο πεδίο του χρόνου). Αυτή η μέθοδος αναλύεται λεπτομερώς στους πρακτικούς οδηγούς που αναφέρονται στο άρθρο 14. Ωστόσο, επιτρέπεται επίσης η χρήση άλλων επιστημονικά αποδεδειγμένων και επικυρωμένων μεθόδων αξιολόγησης έκθεσης, υπό την προϋπόθεση ότι οδηγούν σε παρόμοια και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

**Σημείωση 3.7-3:** Τα επίπεδα δράσης (AL) για την έκθεση σε μαγνητικά πεδία αναπαριστούν τις μέγιστες τιμές που εμφανίζονται στη θέση του σώματος του εργαζομένου. Αυτό οδηγεί σε μια προσεκτική και συντηρητική εκτίμηση της έκθεσης, προσαρμοσμένη για να διασφαλίζει αυτόματη συμμόρφωση προς τις Μέγιστες Επιτρεπόμενες Τιμές (ELV) σε όλες τις περιπτώσεις μη ομοιόμορφης έκθεσης. Για να απλοποιηθεί η διαδικασία αξιολόγησης της συμμόρφωσης προς τις ELV, σύμφωνα με το άρθρο 4, σε ειδικές περιπτώσεις μη ομοιόμορφης έκθεσης, θα καθοριστούν κριτήρια για το χωρικό μέσο όρο των μετρήσεων των πεδίων, βάσει ενός προκαθορισμένου συνόλου παραμέτρων. Σε περιπτώσεις με έντονη τοπική εκθεσιμότητα, όπως για παράδειγμα μια πηγή που βρίσκεται πολύ κοντά στο σώμα, το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο καθορίζεται προσαρμοσμένα για κάθε περίπτωση βάσει των μετρούμενων δεδομένων.

Συχνότητα	AL (I <sub>c</sub> ) Ρεύμα επαφής σταθερής κατάστασης [mA] (RMS)
Έως 2,5 kHz	1
2,5 kHz ≤ f < 100 kHz	0,4 f
100 kHz ≤ f ≤ 10000 kHz	40

Πίνακας 3.8 AL για το ρεύμα επαφής I<sub>c</sub>

**Σημείωση 3.8-1:** Ας υποθέσουμε ότι η μεταβλητή "f" αντιπροσωπεύει τη συχνότητα μιας κυματομορφής και είναι εκφρασμένη σε kilohertz (kHz). Η μονάδα των kilohertz αναφέρεται σε χιλιοκύκλους ανά δευτερόλεπτο και χρησιμοποιείται συχνά για να περιγράψει τη συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, όπως ραδιοκύματα και ηχητικά κύματα.

Σε αυτό το πλαίσιο, εάν "f" εκφράζεται σε kilohertz (kHz), αυτό σημαίνει ότι η τιμή της "f" αναφέρεται σε χιλιοκύκλους ανά δευτερόλεπτο. Για παράδειγμα, εάν "f" είναι 100 kHz, αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν 100 χιλιοκύκλοι της κυματομορφής ανά δευτερόλεπτο. Αυτή η παράμετρος είναι σημαντική για τη μελέτη και τη χαρακτηριστική συχνότητα μιας κυματομορφής.

**Κίνδυνοι**

**AL (B<sub>0</sub>)**

<b>Αλληλεπίδραση με ενεργές εμφυτευμένες συσκευές, π.χ. καρδιακοί βηματοδότες</b>	0,5 mT
<b>Κίνδυνοι έλξης και εκσφενδόνισης στο περιβάλλον πεδίο των πηγών δυνάμεων υψηλού πεδίου (&gt;100 mT)</b>	3 mT

Πίνακας 3.9 AL για πυκνότητα μαγνητικής ροής στατικών μαγνητικών πεδίων

3.3.2.2 Θερμικές επιπτώσεις. Όρια τιμών έκθεσης και επιπέδων δράσης σε εύρος συχνοτήτων 100 kHz – 300 GHz

#### Α. Οριακές τιμές έκθεσης (ELV)

Οι ELV (Επιτρεπτές Όριες Τιμές) με επιπτώσεις στην υγεία, για συχνότητες από 100 kHz έως 6 GHz (όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.10), αναπαριστούν τις μέγιστες αποδεκτές τιμές για την ενέργεια και την ισχύ που απορροφάται ανά μονάδα μάζας ιστών του ανθρώπινου σώματος από την έκθεση σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Αυτές οι οριακές τιμές ορίζονται με σκοπό την προστασία της υγείας από τυχόν αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η έκθεση σε αυτά τα πεδία.

Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζονται οι ELV με αισθητηριακές επιπτώσεις για την υγεία στις συχνότητες μεταξύ 0,3 και 6 GHz. Αυτές οι τιμές αποτελούν τα ανώτατα όρια για την ενέργεια που απορροφάται από μια μικρή μάζα ιστών στην κεφαλή ανθρώπου από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Αυτό σημαίνει ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία στις συγκεκριμένες συχνότητες δεν πρέπει να υπερβαίνει αυτά τα όρια προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η προστασία της υγείας του ανθρώπου.

Οι παραπάνω ELV προκύπτουν από εκτενή επιστημονική έρευνα και καθοδηγούν τη ρύθμιση και τον έλεγχο των επιπτώσεων των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην υγεία του ανθρώπου.

Οι ELV (Επιτρεπτές Όριες Τιμές) με επιπτώσεις στην υγεία για συχνότητες άνω των 6 GHz (όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.12), αναπαριστούν τα μέγιστα αποδεκτά επίπεδα πυκνότητας ισχύος του ηλεκτρομαγνητικού κύματος που προσπίπτει στην επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος. Αυτές οι οριακές τιμές καθορίζονται για την

προστασία της υγείας από τυχόν αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η έκθεση σε αυτές τις υψηλές συχνότητες.

Αυτές οι ELV διαμορφώνονται με βάση το επίπεδο πυκνότητας ισχύος του ηλεκτρομαγνητικού κύματος που εκπέμπεται και προσπίπτει στον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτό είναι σημαντικό, καθώς οι υψηλές συχνότητες μπορούν να έχουν διαφορετικά αποτελέσματα σε σχέση με τις χαμηλότερες συχνότητες.

Οι παραπάνω ELV για συχνότητες άνω των 6 GHz είναι κατευθυντήριες γραμμές που καθορίζονται με βάση επιστημονικές έρευνες και οδηγούν τη ρύθμιση και τον έλεγχο των επιπτώσεων της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία υψηλών συχνοτήτων στην υγεία του ανθρώπου.

ELV με επιπτώσεις στην υγεία	Μέσος όρος των τιμών SAR ανά εξάλεπτη χρονική περίοδο
<b>ELV συνδεδεμένες με θερμοπληξία ολόκληρου του σώματος εκφραζόμενη ως μέση τιμή SAR στο σώμα</b>	0,4 W/Kg
<b>ELV συνδεδεμένες με τοπική θερμοπληξία στην κεφαλή και στον κορμό εκφραζόμενη ως τοπική τιμή SAR στο σώμα</b>	10 W/Kg
<b>ELV συνδεδεμένες με τοπική θερμοπληξία στα άκρα εκφραζόμενη ως τοπική τιμή SAR στα άκρα</b>	20 W/Kg

Πίνακας 3.10 ELV με επιπτώσεις στην υγεία για έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία για συχνότητες από 100 kHz – 6 GHz

**Σημείωση 3.10-1:** Η τοπική τιμή SAR (Ρυθμισμένη Απορροφούμενη Ισχύ) υπολογίζεται ως ο μέσος όρος της ισχύος που απορροφάται ανά μονάδα μάζας, συγκεκριμένα 10 γραμμαρίων, συνεχούς ιστού. Η μέγιστη τιμή SAR που προκύπτει με αυτόν τον τρόπο πρέπει να χρησιμοποιείται ως η αναφερόμενη τιμή για την εκτίμηση της έκθεσης. Τα 10 γραμμάρια αυτού του ιστού υποδηλώνουν μια συνεχόμενη μάζα ιστού με περίπου ομοιόμορφες ηλεκτρικές ιδιότητες. Αν και η έννοια της συνεχούς

μάζας ιστού είναι χρήσιμη για υπολογιστικούς υπολογισμούς, παρουσιάζει προκλήσεις όταν πρόκειται για άμεσες φυσικές μετρήσεις. Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται απλά γεωμετρικά σχήματα, όπως κυβικά ή σφαιρικά, για την αναπαράσταση της μάζας του ιστού. Οι ELV με αισθητηριακές επιπτώσεις από 0,3 GHz έως 6 GHz (όπως φαίνονται στον Πίνακα 3.11) αναφέρονται στην πρόληψη ακουστικών φαινομένων που προκαλούνται από την έκθεση της ανθρώπινης κεφαλής σε παλμική μικροκυματική ακτινοβολία. Αυτές οι οριακές τιμές καθορίζονται για να προστατεύσουν την ακοή από δυνητικά αρνητικές επιδράσεις που μπορεί να προκαλέσει η έκθεση σε αυτήν τη συχνοτική περιοχή.

Περιοχή συχνοτήτων	Τοπική ειδική απορρόφηση ενέργειας (SA)
--------------------	---

0,3 GHz ≤ f < 6 GHz

10mJ/Kg

Πίνακας 3.11 ELV με αισθητηριακές επιπτώσεις για έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία από 0,3 – 6 GHz

**Σημείωση 3.11-1:** Η τοπική τιμή SA (Τοπική Ειδική Απορροφούμενη Ισχύ) υπολογίζεται ως ο μέσος όρος της μάζας 10 γραμμαρίων ιστών.

Περιοχή συχνοτήτων	Τοπική ειδική απορρόφηση ενέργειας (SA)
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	50 W/m <sup>2</sup>

Πίνακας 3.12 ELV με επιπτώσεις για την υγεία για έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία για συχνότητες μεταξύ 6 GHz – 300 GHz

**Σημείωση 3.12-1:** Λαμβάνεται ο μέσος όρος των πυκνοτήτων ισχύος για κάθε επιφάνεια 20 τετραγωνικών εκατοστοστραγμάτων που είναι εκτεθειμένη. Το χωρικό μέγιστο των πυκνοτήτων ισχύος, που αναφέρεται ως μέσος όρος ανά επιφάνεια 1 τετραγωνικού εκατοστοστραγμάτου, δεν πρέπει να ξεπερνά το 20 φορές την τιμή των 50 W/m<sup>2</sup>. Ο μέσος όρος των πυκνοτήτων ισχύος υπολογίζεται για τις συχνότητες από 6 έως 10 GHz κάθε εξάλεπτη χρονική περίοδο. Αν η συχνότητα υπερβαίνει τα 10 GHz, τότε υπολογίζεται ο μέσος όρος των πυκνοτήτων ισχύος για κάθε χρονική περίοδο

διάρκειας  $68/f$  1,05 λεπτών (όπου "f" εκφράζεται σε GHz), με σκοπό να αντισταθμιστεί το σταδιακά μειούμενο βάθος διείσδυσης με την αύξηση της συχνότητας.

### B. Επίπεδα Δράσης (AL)

Για να καθοριστούν τα επίπεδα δράσης (AL), χρησιμοποιούνται τα παρακάτω φυσικά μεγέθη και τιμές. Τα επίπεδα δράσης είναι καθορισμένα εύρη δράσης που επιτρέπουν την απλούστευση της αξιολόγησης της συμμόρφωσης με τις σχετικές ELV, ή στις οποίες απαιτείται η λήψη ενός ή περισσότερων μέτρων που ορίζονται στο άρθρο 5. Τα εν λόγω φυσικά μεγέθη και τιμές είναι:

- AL (E): Είναι το επίπεδο δράσης για την ένταση του χρονικώς μεταβαλλόμενου ηλεκτρικού πεδίου E, όπως καθορίζεται αναλυτικά στον Πίνακα 3.13.
- AL (B): Είναι το επίπεδο δράσης για την πυκνότητα της χρονικώς μεταβαλλόμενης μαγνητικής ροής B, όπως ορίζεται στον Πίνακα 3.13.
- AL (S): Αφορά την πυκνότητα ισχύος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και καθορίζεται σύμφωνα με τον Πίνακα 3.13.
- AL (IC): Είναι το επίπεδο δράσης για το ρεύμα επαφής IC, όπως ορίζεται στον Πίνακα 3.14.
- AL (IL): Αφορά το επίπεδο δράσης για το ρεύμα άκρων IL, και ορίζεται σύμφωνα με τον Πίνακα 3.14.

Τα επίπεδα δράσης (AL) αναφέρονται σε τιμές πεδίου που υπολογίζονται ή μετρούνται στο χώρο εργασίας όταν ο εργαζόμενος δεν βρίσκεται παρόν. Αυτές οι τιμές αποτελούν το μέγιστο επιτρεπόμενο επίπεδο του πεδίου σε μια συγκεκριμένη θέση του ανθρώπινου σώματος ή σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του. Τα επίπεδα δράσης (AL) σχετικά με την έκθεση σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, γνωστά ως AL(E) και AL(B) αντίστοιχα, προκύπτουν με βάση τις τιμές SAR (Ρυθμισμένη Απορροφούμενη Ισχύ) ή τις ELV πυκνότητας ισχύος, όπως παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.10 και 3.12. Αυτά

τα επίπεδα δράσης βασίζονται στις τιμές κατωφλίου που συνδέονται με τις εσωτερικές θερμικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την έκθεση σε (εξωτερικά) ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία.

Περιοχή συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου AL (E) (V/m) (RMS)	Πυκνότητα μαγνητικής ροής AL (B) (μT) (RMS)	Πυκνότητα ισχύος AL(S) (W/m <sup>2</sup> )
100 kHz ≤ f < 1 MHz	6,1 · 10 <sup>2</sup>	2 · 10 <sup>6</sup> /f	-
1 MHz ≤ f < 10 MHz	6,1 · 10 <sup>8</sup> /f	2 · 10 <sup>6</sup> /f	-
10 MHz ≤ f < 400 MHz	61	0,2	-
400 MHz ≤ f < 2 GHz	3 · 10 <sup>-3</sup> f <sup>1/2</sup>	1 · 10 <sup>-3</sup> f <sup>1/2</sup>	-
2 GHz ≤ f < 6 GHz	1,4 · 10 <sup>2</sup>	4,5 · 10 <sup>-1</sup>	-
6 GHz ≤ f < 300 GHz	1,4 · 10 <sup>2</sup>	4,5 · 10 <sup>-1</sup>	50

Πίνακας 3.13 AL όσον αφορά την έκθεση σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία από 100 kHz – 300 GHz

**Σημείωση 3.13-1:** Η συχνότητα "f" εκφράζεται σε Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.13-2:** Για τα επίπεδα δράσης [AL(E)]<sup>2</sup> και [AL(B)]<sup>2</sup>, υπολογίζεται ο μέσος όρος κατά τη διάρκεια μιας εξάλεπτης χρονικής περιόδου. Για παλμούς ραδιοσυχνοτήτων, η μέγιστη πυκνότητα ισχύος στο εύρος του παλμού δεν πρέπει να υπερβαίνει κατά χίλιες φορές την αντίστοιχη τιμή του AL(S). Όσον αφορά τα πεδία πολλαπλών συχνοτήτων, η ανάλυση θα βασίζεται στην άθροιση, όπως εξηγείται σε πρακτικούς οδηγούς που αναφέρονται στο άρθρο 14.

**Σημείωση 3.13-3:** Τα επίπεδα δράσης [AL(E)]<sup>2</sup> και [AL(B)]<sup>2</sup> αναπαριστούν τις μέγιστες υπολογιζόμενες ή μετρούμενες τιμές στη θέση του σώματος του εργαζομένου. Αυτό εκφράζει μια συντηρητική εκτίμηση της έκθεσης και εξασφαλίζει αυτόματη συμμόρφωση προς τις ELV σε όλες τις περιπτώσεις ανομοιόμορφης έκθεσης. Για την απλούστευση της αξιολόγησης της συμμόρφωσης προς τις ELV σε ειδικές

ανομοιόμορφες συνθήκες, θα καθορίζονται στους πρακτικούς οδηγούς που αναφέρονται στο άρθρο 14 κριτήρια για τον χωρικό μέσο όρο των μετρούμενων πεδίων βάσει καθορισμένης δοσιμετρίας. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει μια πολύ εντοπισμένη πηγή που απέχει λίγα εκατοστά από το σώμα, η συμμόρφωση προς τις ELV καθορίζεται δοσιμετρικά για κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

**Σημείωση 3.13-4:** Υπολογίζεται ο μέσος όρος των πυκνοτήτων ισχύος για κάθε επιφάνεια εκτεθειμένης επιφάνειας 20 cm<sup>2</sup>. Το χωρικό μέγιστο των πυκνοτήτων ισχύος, που εκφράζεται ως μέσος όρος ανά επιφάνεια μονάδας (1 cm<sup>2</sup>), δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20πλάσιο της τιμής των 50 Wm<sup>-2</sup>. Υπολογίζεται επίσης ο μέσος όρος των πυκνοτήτων ισχύος για τις συχνότητες από 6 έως 10 GHz κατά τη διάρκεια εξάλεπτης χρονικής περιόδου. Για συχνότητες άνω των 10 GHz, υπολογίζεται ο μέσος όρος των πυκνοτήτων ισχύος για κάθε χρονική περίοδο διάρκειας 68/f 1,05 -λεπτών (όπου "f" εκφράζεται σε GHz), ώστε να αντισταθμίζεται το προοδευτικά μειούμενο βάθος διείσδυσης καθώς αυξάνει η συχνότητα.

Περιοχή συχνοτήτων	Ρεύμα επαφής σταθερής κατάστασης AL (I <sub>c</sub> ) [mA] (RMS)	Επαγόμενο ρεύμα άκρων σε οποιοδήποτε άκρο, AL (I <sub>c</sub> ) [mA] (RMS)
100 kHz ≤ f < 10 MHz	40	-
10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz	40	100

Πίνακας 3.14 AL για ρεύματα επαφής σταθερής κατάστασης και επαγόμενα ρεύματα άκρων

### 3.3.3. Σύμφωνα με την ICNIRP

Σύμφωνα με την οδηγία που είχε εκδώσει η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από τη Μη Ιονίζουσα Ακτινοβολία (ICNIRP) το 2010, ισχύουν οι παρακάτω οριακές τιμές:

Χαρακτηριστικά έκθεσης	Περιοχή συχνοτήτων	Εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο (V/m)
	1-10 Hz	0,5/f



Ελεγχόμενη έκθεση ιστού του κεφαλιού	10 Hz–25 Hz	0,05
	25 Hz–400 Hz	$2 \cdot 10^{-3}f$
	400 Hz–3 kHz	0,8
	3 kHz–10 MHz	$2,7 \cdot 10^{-4}f$
Όλοι οι ιστοί του κεφαλιού και του σώματος	1 Hz–3 kHz	0,8
	3 kHz–10 MHz	$2,7 \cdot 10^{-4}f$
Έκθεση του γενικού πληθυσμού ιστού του κεφαλιού	1–10 Hz	$0,1/f$
	10 Hz–25 Hz	0,01
	25 Hz–1000 Hz	$4 \cdot 10^{-4}f$
	1000 Hz–3 kHz	0,4
	3 kHz–10 MHz	$1,35 \cdot 10^{-4}f$
Όλοι οι ιστοί του κεφαλιού και του σώματος	1 Hz–3 kHz	0,4
	3 kHz–10 MHz	$1,35 \cdot 10^{-4}f$

Πίνακας 3.15 Βασικοί περιορισμοί για την έκθεση των ανθρώπων σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία

**Σημείωση 3.15-1:** Ο όρος "f" αναπαριστά τη συχνότητα, εκφρασμένη σε Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.15-2:** Όλες οι τιμές αναφέρονται ως root mean square (rms).

**Σημείωση 3.15-3:** Για συχνότητες πάνω από 100 kHz, απαιτείται η εξέταση επιπρόσθετων συγκεκριμένων περιορισμών RF.

Περιοχή συχνοτήτων	Ηλεκτρικό πεδίο E (kV/m)	Μαγνητικό πεδίο H (A/m)	Πυκνότητα μαγνητικής ροής B (T)
1 Hz- 8 Hz	20	$1,63 \cdot 10^5/f^2$	$0,2/f^2$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \cdot 10^4/f$	$2,5 \cdot 10^{-2}/f$
25 Hz–300 Hz	$5 \cdot 10^2/f$	$8 \cdot 10^2$	$10^{-3}$
300 Hz–3 kHz	$5 \cdot 10^2/f$	$2,4 \cdot 10^5/f$	$0,3/f$

3 kHz–10 MHz	$1,7 \cdot 10^{-1}$	80	$10^{-4}$
--------------	---------------------	----	-----------

Πίνακας 3.16 Όρια για ελεγχόμενη έκθεση σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία (σε τιμές RMS)

**Σημείωση 3.16-1:** Ο όρος "f" αναπαριστά τη συχνότητα, εκφρασμένη σε Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.16-2:** Για συχνότητες πάνω από 100 kHz, απαιτείται η εξέταση επιπρόσθετων συγκεκριμένων περιορισμών RF

Περιοχή συχνοτήτων	Ηλεκτρικό πεδίο E (kV/m)	Μαγνητικό πεδίο H (A/m)	Πυκνότητα μαγνητικής ροής B (T)
1 Hz- 8 Hz	5	$3,2 \cdot 10^4 / f^2$	$4 \cdot 10^{-2} / f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \cdot 10^3 / f$	$5 \cdot 10^{-3} / f$
25 Hz–300 Hz	5	$1,6 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^{-4}$
50 Hz–400 kHz	$2,5 \cdot 10^2 / f$	$1,6 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^{-4}$
400 Hz–3 kHz	$2,5 \cdot 10^2 / f$	$6,4 \cdot 10^4 / f$	$8 \cdot 10^{-2} / f$
3 kHz–10 MHz	$8,3 \cdot 10^{-2}$	21	$2,7 \cdot 10^{-5}$

Πίνακας 3.17 Όρια έκθεσης γενικού πληθυσμού σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία (σε τιμές RMS)

**Σημείωση 3.17-1:** Ο όρος "f" αναπαριστά τη συχνότητα, εκφρασμένη σε Hertz (Hz).

**Σημείωση 3.17-2:** Για συχνότητες πάνω από 100 kHz, απαιτείται η εξέταση επιπρόσθετων συγκεκριμένων περιορισμών RF.

Χαρακτηριστικά έκθεσης	Περιοχή συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
	Έως 2,5 kHz	1
	2,5 kHz- 100kHz	$0,4 f$
	100 kHz- 10MHz	40

<b>Ελεγχόμενη έκθεση</b>	Έως 2,5 kHz	0,5
<b>Έκθεση γενικού πληθυσμού</b>	2,5 kHz- 100kHz	0,2 <i>f</i>
	100 kHz- 10MHz	20

Πίνακας 3.18 Όρια για μεταβαλλόμενα ρεύματα επαφής σε αγωγίμα αντικείμενα

**Σημείωση 3.18-1:** Ο όρος "f" αναπαριστά τη συχνότητα, η οποία εκφράζεται σε kiloHertz (kHz).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

#### 4.1 Έκθεση στην ακτινοβολία των σταθμών βάσης

##### 4.1.1. Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας

Οι σταθερές κεραιές που χρησιμοποιούνται για τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες αναφέρονται σαν σταθμοί βάσης κυψελωτών επικοινωνιών ή πύργοι μετάδοσης κινητής τηλεφωνίας. Αυτοί οι σταθμοί βάσης περιλαμβάνουν κεραιές και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Λόγω του ότι πρέπει να είναι ψηλά, συνήθως τοποθετούνται επάνω σε στέγες πολώροφων κτιρίων ή ειδικούς πυλώνες. Ο τυπικός ύψος αυτών των σταθμών βάσης κυμαίνεται από 15 έως 60 μέτρα.

Τα σήματα μεταδίδονται μέσω καλωδίων προς τις κεραιές και, κατόπιν, εκπέμπονται ως ραδιοκύματα στην περιοχή ή την κυψέλη που περιβάλλει τον σταθμό βάσης. Οι κεραιές που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση και λήψη σημάτων προς και από τους κινητούς χρήστες είναι ορθογώνια πλαίσια με διαστάσεις περίπου 0.3-1.2 μέτρα, γνωστά και ως "sector antennas" (κεραίες τομέων)<sup>14</sup>.

Πέρα από τις προηγούμενες αναφερόμενες κεραιές που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με κινητά τηλέφωνα, στους σταθμούς βάσης υπάρχουν επίσης κεραιές που έχουν τη μορφή κατόπτρου ή πιάτου, γνωστές ως "dish antennas". Αυτές οι κεραιές λειτουργούν ως τερματικοί κόμβοι για μικροκυματική σύνδεση από σημείο σε σημείο και επικοινωνία με άλλους σταθμούς βάσης για τη διασύνδεση του δικτύου.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, αντί για μικροκυματικές συνδέσεις, οι σταθμοί βάσης μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας υπόγεια καλώδια. Το ανάλογο μεταξύ απόστασης μεταξύ των σταθμών βάσης εξαρτάται από την τοποθεσία τους και τον αριθμό των χρηστών που εξυπηρετούν. Έτσι, σε πόλεις μεγάλου μεγέθους, οι σταθμοί βάσης μπορεί να βρίσκονται μερικές εκατοντάδες μέτρα μακριά μεταξύ τους, ενώ σε αγροτικές περιοχές, αυτή η απόσταση μπορεί να φθάνει μερικά χιλιόμετρα.

<sup>14</sup> ΕΕΤΤ (2008) *Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία. Τα επιστημονικά δεδομένα*. Διαθέσιμο: [https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf)  
ημερομηνία ανάκτησης: 24-08-2023



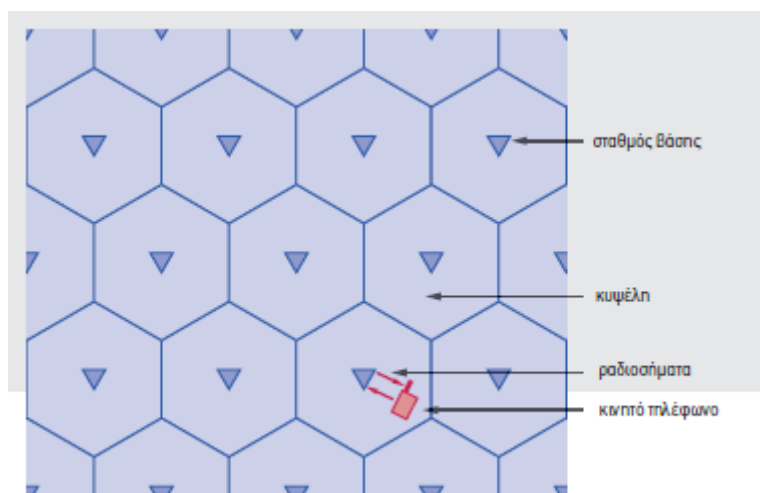
Σχήμα 4.1. Κεραίες από τις οποίες αποτελείται ένας χαρακτηριστικός σταθμός βάσης

#### 4.1.2. Κυψελωτή δομή του δικτύου κινητών επικοινωνιών

Για να παρέχονται υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας σε εκατομμύρια χρήστες, κάθε χώρα διαιρείται σε χιλιάδες διακριτές γεωγραφικές περιοχές, που αποκαλούνται "κυψέλες". Ο σταθμός βάσης τοποθετείται σε κατάλληλη θέση εντός της κάθε κυψέλης, έτσι ώστε να διασφαλίζει την πλήρη κάλυψη της και την απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας για τα κινητά τηλέφωνα.

Κάθε σταθμός βάσης αναλαμβάνει τη διαχείριση όλων των κλήσεων των κινητών τηλεφώνων εντός της αντίστοιχης κυψέλης. Σε κάποιες περιπτώσεις, οι κυψέλες έχουν μορφή εξαγώνου, παραπέμποντας σε δομή κηρήθρας. Παρ' όλα αυτά, στην πρακτική, το πραγματικό σχήμα τους μπορεί να είναι μη καθορισμένο, λόγω των ακόλουθων αιτιών.

- Χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους, όπως τα δένδρα, οι λόφοι και τα κτίρια, μπορεί να προκαλέσουν ανακλάσεις ή απορροφήσεις των ραδιοκυμάτων, προκαλώντας παρεμβολές ή αποδυνάμωση του σήματος.
- Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας δεν έχουν πάντα την δυνατότητα να τοποθετούν τους σταθμούς βάσης σε όποια θέση επιθυμούν, καθώς δεν υπάρχουν πάντα κατάλληλες διαθέσιμες τοποθεσίες.
- Σε περιοχές με υψηλή πυκνότητα χρηστών, όπως τα κέντρα των πόλεων, απαιτούνται μικρότερες κυψέλες για να διασφαλίσουν αποτελεσματική εξυπηρέτηση όλων των χρηστών.



Σχήμα 4.2. Δομή του κυψελωτού δικτύου

Υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά στη μέγιστη περιοχή κάλυψης των σταθμών βάσης επειδή τα ραδιοκύματα υποχωρούν σημαντικά καθώς διαδίδονται στον αέρα. Οι κεραίες με επαρκή ισχύ εκπομπής επιτρέπουν τη μετάδοση σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Αλλά, όταν η απόσταση υπερβαίνει τα 35 χιλιόμετρα, ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση σημάτων μεταξύ κινητών τηλεφώνων και σταθμών βάσης GSM αυξάνεται σημαντικά.

Επιπλέον, οι σταθμοί βάσης έχουν περιορισμένη χωρητικότητα σε σύγκριση με το μέγιστο αριθμό κλήσεων που μπορούν να εξυπηρετήσουν ταυτόχρονα από κινητά τηλέφωνα. Ο αριθμός των πομπών που εγκαθίστανται σε ένα σταθμό βάσης καθορίζει την χωρητικότητα, ενώ ο αριθμός των χρηστών κινητών τηλεφώνων καθορίζει τη ζήτηση. Η προσθήκη περισσότερων πομπών αυξάνει τη χωρητικότητα ενός σταθμού βάσης, ωστόσο υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των πομπών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.<sup>15</sup>

Εξαιτίας των προαναφερθέντων περιορισμών, οι κυψέλες των σταθμών βάσης του δικτύου GSM έχουν μέγιστη εκτεταμένη διάσταση που κυμαίνεται από 1 έως 10 χιλιόμετρα σε αγροτικές περιοχές και μερικές εκατοντάδες μέτρα σε αστικά περιβάλλοντα. Η αδιάλειπτη επικοινωνία ενός χρήστη κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια μετακινήσεώς του πραγματοποιείται μέσω συνεχούς σύνδεσής του με τους σταθμούς βάσης που συναντά στο δρόμο του. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι

<sup>15</sup> ΕΕΤΤ (2008) *Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία. Τα επιστημονικά δεδομένα*. Διαθέσιμο: [https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf) ημερομηνία ανάκτησης: 24-08-2023

ραδιοκυματικές επικοινωνίες δεν απαιτούν ποτέ να διανύσουν αποστάσεις μεγαλύτερες από μερικά χιλιόμετρα.

Σε περιπτώσεις όπου οι σταθμοί βάσης είναι αραιά κατανεμημένοι, η κάλυψη του δικτύου είναι ανεπαρκής και υπάρχει κίνδυνος διακοπής κλήσεων όταν ο χρήστης βρίσκεται σε κίνηση. Κάθε σταθμός βάσης διαθέτει μέγιστο όριο χρηστών που μπορεί να εξυπηρετήσει. Συνεπώς, η αύξηση του αριθμού των χρηστών έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη για επιπλέον σταθμούς βάσης προκειμένου να καλυφθεί η αυξημένη ζήτηση.

Η αύξηση του αριθμού των σταθμών βάσης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόστασης ανάμεσα στον χρήστη και τον κοντινότερο σταθμό βάσης. Επιπλέον, τα κινητά τηλέφωνα είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να λειτουργούν σε διάφορα επίπεδα ισχύος και να χρησιμοποιούν μόνο την απαραίτητη εκπεμπόμενη ισχύ για την αποτελεσματική επικοινωνία με το δίκτυο, διασφαλίζοντας την καλή ποιότητα της ραδιοεπικοινωνίας με τον σταθμό βάσης. Όσο πιο κοντά βρίσκεται ο χρήστης στον σταθμό βάσης, τόσο μειώνεται η εκπεμπόμενη ισχύς του κινητού τηλεφώνου. Καθώς μειώνεται η εκπεμπόμενη ισχύς του κινητού, μειώνεται επίσης η τιμή του Ειδικού Ρυθμού Ανοσοκαταλληλότητας (SAR) που προκαλείται στο κεφάλι του χρήστη.

Συνεπώς, η αυξημένη πυκνότητα των σταθμών βάσης στην κινητή τηλεφωνία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εκπεμπόμενης ισχύος από τα κινητά τηλέφωνα. Αυτό συμβαίνει διότι σε αυτήν την περίπτωση, τα κινητά εκπέμπουν με την ελάχιστη δυνατή ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία τους.

#### 4.1.3. Τύποι σταθμών βάσης

Υπάρχουν διάφοροι τύποι σταθμών βάσης που χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας και δεν ταξινομούνται αυστηρά σε μακροκυψέλες (macrocell), μικροκυψέλες (microcell) και πικοκυψέλες (picocell). Η κατηγοριοποίηση αυτή βασίζεται περισσότερο στον σκοπό της τοποθέτησής τους παρά σε τεχνικούς περιορισμούς, όπως η ισχύς εκπομπής ή το ύψος των κεραιών.

Οι σταθμοί βάσης μακροκυψελών αποτελούν την κυρία υποδομή του κινητού δικτύου επικοινωνιών και συνήθως οι κεραιές τους τοποθετούνται σε επαρκή ύψος ώστε να είναι ορατές σε ολόκληρη τη γεωγραφική περιοχή περίγυρα. Ορισμένα παραδείγματα σταθμών βάσης μακροκυψελών παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3. Τυπικοί σταθμοί βάσης

Σε ορισμένες περιοχές της χώρας, το δίκτυο παρέχει δύο επίπεδα κάλυψης, χρησιμοποιώντας σταθμούς βάσης μακροκυψελών με κεραίες που είναι τοποθετημένες ψηλά σε πυλώνες ή στέγες κτιρίων, καθώς και σταθμούς βάσης μικροκυψελών, με κεραίες που είναι τοποθετημένες σε χαμηλότερο ύψος κοντά στο επίπεδο του οδοστρώματος. Αυτή η δομή ανταποκρίνεται στην αυξημένη ζήτηση χρήσης κινητού τηλεφώνου σε κεντρικές περιοχές.

Οι κεραίες μικροκυψελών είναι σημαντικά μικρότερες από τις κεραίες μακροκυψελών και συνήθως τοποθετούνται κοντά στο επίπεδο του δρόμου, εύκολα αναγνωρίσιμες ως μέρος του κτιρίου. Αυτοί οι σταθμοί βάσης μικροκυψελών χρησιμοποιούνται επίσης για να αυξήσουν τη χωρητικότητα σε περιοχές όπως αεροδρόμια, σιδηροδρομικοί σταθμοί και εμπορικά κέντρα. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, οι σταθμοί βάσης μικροκυψελών χρησιμοποιούνται για να παρέχουν κάλυψη μέσα στο εσωτερικό των κτιρίων.

#### 4.1.4. Εκπομπές από τους σταθμούς βάσης

Οι σταθμοί βάσης στις περιοχές όπου η χρήση των κινητών τηλεφώνων είναι χαμηλή μπορούν να λειτουργούν με μόνο έναν πομπό που είναι συνδεδεμένος με τις κεραίες τους, με αποτέλεσμα να μεταδίδουν μόνο σε μία συχνότητα. Στην αντίθεση, οι σταθμοί βάσης σε πολυσύχναστες περιοχές μπορεί να διαθέτουν περισσότερους από 10 πομπούς, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τις κεραίες τους, δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση σε διάφορες συχνότητες και την ικανότητα επικοινωνίας με πολλά κινητά τηλέφωνα.

Η ισχύς εκπομπής του κάθε πομπού στον σταθμό βάσης ρυθμίζεται με τρόπο που επιτρέπει τη χρήση των κινητών τηλεφώνων εντός της περιοχής κάλυψης του σταθμού,



αλλά όχι εκτός αυτής. Για να καλύψουν μεγαλύτερες περιοχές ή περιοχές με περίπλοκο ανάγλυφο, απαιτούνται υψηλότερες ισχύς εκπομπής.

Στους σταθμούς βάσης με μεγαλύτερη χωρητικότητα, που διαθέτουν πολλαπλούς πομπούς, η ισχύς εξόδου προσαρμόζεται δυναμικά με τον χρόνο και τον αριθμό των τηλεφωνικών κλήσεων που διαχειρίζονται.

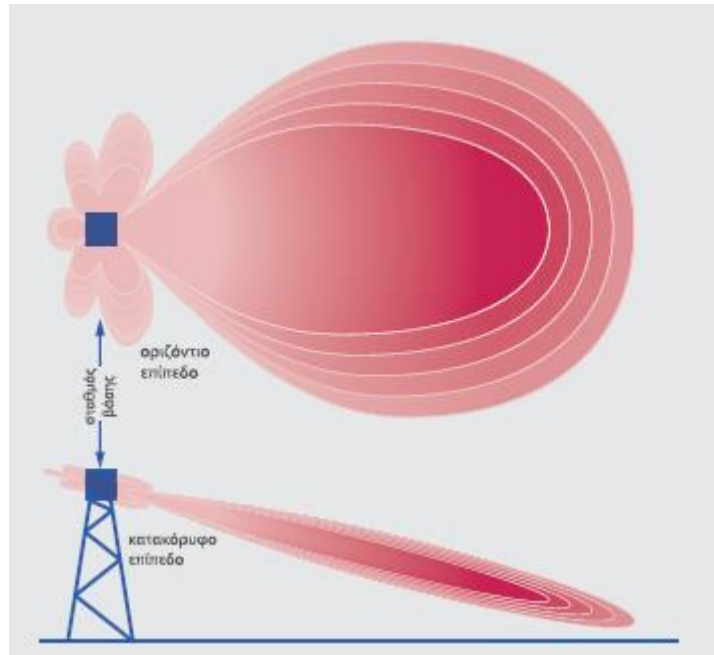
Σε σύγκριση με άλλους πομπούς ραδιοκυμάτων, όπως, για παράδειγμα, οι ραδιοηλεκτρικοί πομποί, τα επίπεδα ακτινοβολούμενης ισχύος στους σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας είναι σημαντικά χαμηλότερα. Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά επίπεδα ισχύος που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας σε σύγκριση με τα αντίστοιχα επίπεδα των ραδιοηλεκτρικών πομπών.

Τυπικά επίπεδα ισχύος σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας (ανά κεραία)	Watt
Σταθμοί βάσης σε αγροτικό περιβάλλον	40
Σταθμοί βάσης σε αστικό περιβάλλον	10
Κεραίες ασύρματων δικτύων εσωτερικού χώρου	0.1
Τυπικά επίπεδα ισχύος ραδιοηλεκτρικών μεταδοτών	
Μεγάλοι τηλεοπτικοί μεταδότες (UHF)	40 000
Μεγάλοι ραδιοηλεκτρικοί μεταδότες (VHF)	2 000

Πίνακας 4.1 Τυπικά επίπεδα ισχύος σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας και ραδιοηλεκτρικών πομπών

#### 4.1.5. Κατεύθυνση και σχήμα λοβών ακτινοβολίας σταθμών βάσης

Η ισχύς που εκπέμπεται από τις κεραίες που χρησιμοποιούνται σε σταθμούς βάσης μακροκυψελών διαχέεται με στενές διακριτικές κατακόρυφες δέσμες, οι οποίες έχουν ελαφρά κλίση προς τα κάτω σε σχέση με τον ορίζοντα. Το επίπεδο του πεδίου των ραδιοκυμάτων ακριβώς κάτω από τις κεραίες και επάνω στις δομές των σταθμών βάσης είναι σημαντικά χαμηλότερο από την ένταση που καταγράφεται απευθείας μπροστά από τις κεραίες σε μικρή απόσταση.



Σχήμα 4.4 Κατεύθυνση και σχήμα λοβών ακτινοβολίας σταθμών βάσης

Οι λοβοί των κεραιών επεκτείνονται καθώς απομακρύνονται από τις κεραιές και φθάνουν στο επίπεδο του εδάφους σε αποστάσεις περίπου 50 έως 300 μέτρα από αυτές. Σε αυτές τις αποστάσεις, οι επίπεδα πυκνότητας ισχύος των ραδιοκυμάτων είναι πολύ χαμηλότερα από αυτά που παρατηρούνται απευθείας μπροστά από τις κεραιές, και μπορούν να υπολογιστούν εύκολα.

Σε αποστάσεις μικρότερες από εκείνες στις οποίες ο κύριος λοβός αγγίζει το επίπεδο του εδάφους, η έκθεση στην ακτινοβολία προέρχεται από ασθενέστερους λοβούς, που αποκαλούνται δευτερεύοντες λοβοί. Η πυκνότητα ισχύος σε αυτές τις αποστάσεις δεν μπορεί να υπολογιστεί εύκολα εκτός αν διαθέτουμε λεπτομερείς τεχνικές πληροφορίες σχετικά με το πρότυπο ακτινοβολίας των κεραιών.

#### 4.1.6 Ζώνες περιορισμένης πρόσβασης

Σε κοντινή απόσταση από τις κεραιές ορισμένων σταθμών βάσης, η ισχύς της ακτινοβολίας μπορεί να υπερβεί τα επίπεδα που προτείνει η ICNIRP. Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας υποχρεούνται να υπολογίζουν την ακτινοβολία σε διάφορες κατευθύνσεις γύρω από τις κεραιές τους, με σκοπό να καθορίσουν μια ασφαλή απόσταση. Αυτή η απόσταση είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε υπέρβαση των επιπέδων ισχύος που προτείνονται από τις οδηγίες.

Ο προσδιορισμός αυτών των περιοχών πρέπει να είναι έτσι δομημένος, ώστε το κοινό να μην μπορεί να εισέλθει σε περιοχές που καθορίζονται ως ζώνες περιορισμένης πρόσβασης.

Για να εξασφαλιστεί ότι κανείς δεν μπορεί να εισέλθει σε αυτές τις ζώνες περιορισμένης πρόσβασης, ακόμα και τυχαία, λαμβάνονται προληπτικά μέτρα. Μερικά από αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν την τοποθέτηση φυσικών εμποδίων, για παράδειγμα.

#### 4.1.7 Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, λειτουργούν τρία δίκτυα κινητής τηλεφωνίας που βασίζονται στο ψηφιακό Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM). Αυτά τα δίκτυα ανήκουν στην κατηγορία των συστημάτων δεύτερης γενιάς (2G), καθώς αντικατέστησαν τα αναλογικά συστήματα πρώτης γενιάς που πλέον δεν είναι σε λειτουργία. Επιπλέον, συστήματα τρίτης γενιάς (3G) είναι διαθέσιμα επίσης στην Ελλάδα. Όλες οι τρεις κινητές τηλεφωνικές εταιρείες αναπτύσσουν δίκτυα τρίτης γενιάς σε ολόκληρη τη χώρα. Οι εταιρείες αυτές είναι:

- COSMOTE (GSM900, DCS1800, UMTS)
- VODAFONE (GSM900, DCS1800, UMTS)
- WIND (GSM900, DCS1800, UMTS)

Οι διάφορες συχνότητες που χρησιμοποιούνται για τα διάφορα ραδιοσήματα εξασφαλίζουν ότι δεν υπάρχει παρεμβολή μεταξύ τους. Στην Ελλάδα, τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας λειτουργούν σε διάφορες ζώνες συχνοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των 900 MHz, 1800 MHz και 2100 MHz.

#### 4.1.8 Συμμόρφωση των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με τις διεθνείς /εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα

Για τους σταθμούς βάσης κινητών επικοινωνιών, οι επιπέδου στάθμης ακτινοβολίας στα  $4.5 \text{ W/m}^2$  ή  $9 \text{ W/m}^2$  εξασφαλίζουν την προστασία του γενικού πληθυσμού που εκτίθεται στην ακτινοβολία από το μακρινό πεδίο της κεραίας, για τις συχνότητες των 900 MHz και 1800 MHz αντίστοιχα (σύμφωνα με την ICNIRP). Εν τέλει, τα όρια στην Ελλάδα είναι ακόμη πιο αυστηρά. Για την προστασία του κοινού, τα επίπεδα

ακτινοβολίας είναι  $3.15 \text{ W/m}^2$  και  $6.3 \text{ W/m}^2$  για τις συχνότητες 900 MHz και 1800 MHz αντίστοιχα. Ειδικότερα, όταν υπάρχει εγκατάσταση κεραιοκατασκευής σε απόσταση μικρότερη από 300 μέτρα από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων όπως βρεφονηπιακοί σταθμοί, σχολεία, γηροκομεία και νοσοκομεία, τα αντίστοιχα επίπεδα ακτινοβολίας είναι  $2.7 \text{ W/m}^2$  και  $5.4 \text{ W/m}^2$  για τις συχνότητες 900 MHz και 1800 MHz αντίστοιχα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά σήματα ΡΣ που εκπέμπονται από τις κεραιές των σταθμών βάσης διαδίδονται με μορφή σχετικά στενών δεσμών γύρω από το ορίζοντα. Όπως συμβαίνει με κάθε μορφή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, η ισχύς των σημάτων μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της απόστασης από την κεραία. Ως αποτέλεσμα, τα επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ΡΣ στο έδαφος είναι πολύ χαμηλότερα σε σύγκριση με τα επίπεδα που παρατηρούνται κοντά στην κεραία ή στο εσωτερικό της στενής δέσμης που εκπέμπει η κεραία. Οι μετρήσεις που έχουν διεξαχθεί τόσο στην κοντινή περιοχή των σταθμών βάσης κινητών επικοινωνιών στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, έχουν επιβεβαιώσει ότι η ακτινοβολία στο επίπεδο του εδάφους είναι χιλιάδες φορές χαμηλότερη από τα επίπεδα αποδεκτής έκθεσης που προτείνονται στις οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ΡΣ.

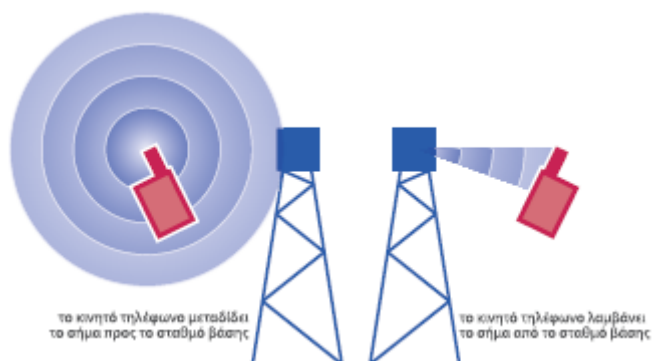
## 4.2. Έκθεση στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων

### 4.2.1. Αρχή λειτουργίας κινητού τηλεφώνου

Τα κινητά τηλέφωνα είναι πομποδέκτες ραδιοκυμάτων χαμηλής ισχύος, τα οποία με τη χρήση ενσωματωμένης κεραίας και ηλεκτρονικού εξοπλισμού μετατρέπουν φωνή και ψηφιακά δεδομένα σε ραδιοκύματα και αντίστροφα. Για τη μετάδοση αυτών των ραδιοκυμάτων από και προς τα κινητά τηλέφωνα, χρησιμοποιούνται οι σταθμοί βάσης κινητών επικοινωνιών, που αποτελούνται από κεραιές και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

Όταν κάποιος καλεί από το κινητό τηλέφωνο, το τηλέφωνο εκπέμπει ραδιοκύματα που διαδίδονται στον αέρα μέχρι να συναντήσουν έναν δέκτη στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Ο σταθμός βάσης λαμβάνει τα ραδιοκύματα από το τηλέφωνο και λειτουργεί ως διακόπτης μεταγωγής, αποστέλλοντας την κλήση σε έναν άλλο σταθμό βάσης. Έτσι, η κλήση δρομολογείται μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας προς τον σταθμό βάσης που βρίσκεται πλησιέστερα στον παραλήπτη της κλήσης. Στη συνέχεια, ο σταθμός βάσης εκπέμπει ραδιοκύματα που λαμβάνονται από το δέκτη του παραλήπτη (δηλαδή

το κινητό τηλέφωνο του χρήστη που καλεί), όπου τα ραδιοκύματα μετατρέπονται πάλι σε ήχο (δηλαδή φωνή ή δεδομένα).<sup>16</sup>



Σχήμα 4.5 Τηλεφωνική σύνδεση

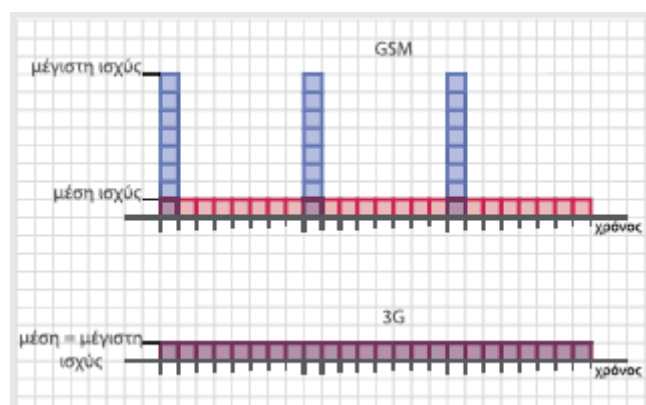
#### 4.2.2. Τυπικά επίπεδα ισχύος εκπομπής κατά τη λειτουργία των κινητών τηλεφώνων

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοκύματα σε προκαθορισμένα και προτυποποιημένα επίπεδα ισχύος. Συγκεκριμένα, η μέση ισχύς εκπομπής είναι πολύ χαμηλή, συνήθως 0.5W ή ακόμη και χαμηλότερη. Επιπλέον, τα κινητά τηλέφωνα προσαρμόζουν την ισχύ εκπομπής τους στο χαμηλότερο απαραίτητο επίπεδο για να διατηρήσουν αξιόπιστη επικοινωνία με τον σταθμό βάσης. Ως αποτέλεσμα, η μέση ισχύς εκπομπής σε πολλές περιπτώσεις είναι πολύ χαμηλότερη από τη μέγιστη ισχύ εκπομπής που μπορεί να αναπτυχθεί από το κινητό τηλέφωνο.

Για την λειτουργία των κινητών τηλεφώνων κοντά σε σταθμούς βάσης, απαιτούνται χαμηλότερα επίπεδα ισχύος εκπομπής. Το δίκτυο των σταθμών βάσης μιας εταιρείας κινητής τηλεφωνίας επηρεάζει τη μείωση της ισχύος εκπομπής από τα κινητά τηλέφωνα, διότι κατά τη λειτουργία του δικτύου εκπέμπεται μικρότερη ισχύς για να εξασφαλιστεί αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ του τηλεφώνου και του σταθμού βάσης. Ωστόσο, η ρύθμιση της ισχύος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όχι μόνο από την απόσταση, αλλά επίσης από το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, χαμηλότερα επίπεδα ισχύος είναι απαραίτητα όταν υπάρχει ελεύθερη σύνδεση μεταξύ του κινητού τηλεφώνου και του σταθμού βάσης, ενώ αυτά μπορεί να αυξηθούν όταν υπάρχουν φραγές, όπως κτίρια ή άλλα εμπόδια.

<sup>16</sup> ΕΕΤΤ (2008) *Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία. Τα επιστημονικά δεδομένα*. Διαθέσιμο: [https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf)  
ημερομηνία ανάκτησης: 24-08-2023

Τα κινητά τηλέφωνα δεν συνεχίζουν να εκπέμπουν ραδιοκύματα αδιαλείπτως. Κατά τη διάρκεια μιας τηλεφωνικής συνομιλίας, όταν ο χρήστης δεν μιλάει, το επίπεδο ισχύος των εκπεμπόμενων ραδιοκυμάτων μειώνεται. Στη λειτουργία αναμονής (stand-by), το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει περιοδικά για να διατηρήσει τη σύνδεσή του με το δίκτυο, ενώ όταν το κινητό τηλέφωνο είναι κλειστό, δεν πραγματοποιεί εκπομπή. Στο σύστημα GSM, μέχρι οκτώ (8) χρήστες μοιράζονται το ίδιο κανάλι συχνοτήτων και κάθε κινητό τηλέφωνο μεταδίδει μόνο για το 1/8 της συνολικής διάρκειας του χρόνου (μια χρονοσχιsmή). Αυτό σημαίνει ότι η μέση ισχύς εκπομπής βρίσκεται στο 1/8 της μέγιστης ισχύος κατά τη διάρκεια μιας χρονοσχιsmής.



Σχήμα 4.6 Επίπεδα μέσης ισχύος στα τυπικά συστήματα κινητών επικοινωνιών

Τα κινητά τηλέφωνα τρίτης γενιάς (UMTS/WCDMA) δεν διαχωρίζουν τα σήματα με βάση το χρόνο ή τις συχνότητες. Αντ' αυτού, το σήμα από κάθε κινητό τηλέφωνο κωδικοποιείται και μεταδίδεται ταυτόχρονα με άλλα σήματα, χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα.

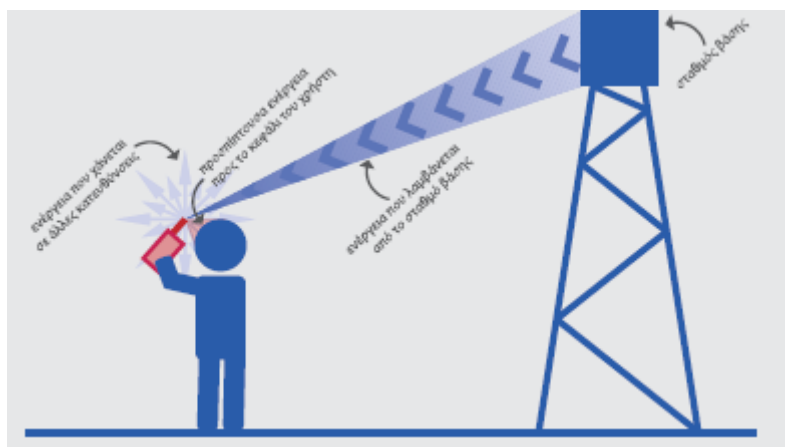
Στην τεχνολογία GSM, τα κινητά τηλέφωνα λειτουργούν με μέγιστη ισχύ 2 W (GSM 800/900) και 1 W (GSM 1800/1900). Η μέση ισχύς εκπομπής είναι το 1/8 της συνολικής μέγιστης ισχύος, δηλαδή 250 mW ή 0.25 W (GSM 800/900) και 125 mW ή 0.125 W (GSM 1800/1900).

Για την τεχνολογία GPRS, τα μέγιστα επίπεδα ισχύος είναι τα ίδια με την τεχνολογία GSM, αλλά η μέση ισχύς όταν χρησιμοποιούνται τα 2/8 του χρόνου (2 χρονοσχιsmές) μπορεί να φθάσει τα 500 mW ή 0.5 W για τη συχνότητα των 900 MHz και τα 250 mW ή 0.25 W για τη συχνότητα των 1800 MHz.

Για την τεχνολογία τρίτης γενιάς (UMTS/WCDMA), η μέγιστη ισχύς εκπομπής είναι 0.125 W και 0.25 W, ανάλογα με τον τύπο της τερματικής συσκευής.

#### 4.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την έκθεση στην ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοκύματα προς όλες τις κατευθύνσεις για να επικοινωνούν με τους σταθμούς βάσης της κινητής τηλεφωνίας. Αυτοί οι σταθμοί βάσης μπορεί να βρίσκονται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση σε σχέση με τον χρήστη. Ως αποτέλεσμα, ένα μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το κινητό τηλέφωνο κατευθύνεται προς το κεφάλι του χρήστη (κυρίως) και προς το σώμα του.



Σχήμα 4.7 Ισχύς εκπεμπόμενη από το κινητό τηλέφωνο

Το επίπεδο SAR (Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης) που προκαλεί το τηλέφωνο στο κεφάλι εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Αυτοί περιλαμβάνουν τον τύπο του κινητού τηλεφώνου, την πραγματική ισχύ εξόδου της συσκευής, τον χρόνο ομιλίας κατά τη διάρκεια μιας κλήσης και την απόσταση ανάμεσα στο κινητό τηλέφωνο και το κεφάλι του χρήστη.

##### 4.2.3.1 Τύπος κινητού τηλεφώνου

Η τιμή του SAR υπολογίζεται μέσω εγκεκριμένων διαδικασιών ελέγχου που πραγματοποιούνται κάτω από σταθερές συνθήκες μέγιστης ισχύος εκπομπής. Αυτή η τιμή αποτελεί το μοναδικό κριτήριο σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών κινητών τηλεφώνων στην αγορά. Ωστόσο, οι τιμές του SAR που ανακοινώνονται από τους κατασκευαστές δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα τις πραγματικές τιμές που εκπέμπονται προς το κεφάλι του χρήστη. Αυτό συμβαίνει επειδή η ισχύς εξόδου της συσκευής κινητής τηλεφωνίας μπορεί να είναι πολύ χαμηλότερη κατά την πραγματική χρήση της.

#### 4.2.3.2 Ένταση του λαμβανόμενου σήματος

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των κινητών τηλεφώνων είναι ότι δεν εκπέμπουν συνεχώς στα ίδια επίπεδα ισχύος. Παρά το γεγονός ότι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να εκπέμψει μία συσκευή GSM ανέρχεται σε 2 W, αυτή η ισχύς μπορεί να μειωθεί σε 15 διακριτά επίπεδα, φτάνοντας μέχρι και το 1/1000 της μέγιστης ισχύος, περίπου 2 mW. Καθώς η ισχύς εξόδου μειώνεται, μειώνεται επίσης και η τιμή του SAR που επηρεάζει το κεφάλι του χρήστη. Για παράδειγμα, αν ο κατασκευαστής αναφέρει μια τιμή SAR 1 W/kg, όταν η συσκευή εκπέμπει με ισχύ 2 mW, η τιμή SAR πραγματικά είναι χίλιες φορές μικρότερη, δηλαδή 0.001 W/kg.

Η ισχύς που εκπέμπει μία συσκευή καθορίζεται από τη συσκευή ίδια, ανεξάρτητα από την επίδραση του χρήστη, ανάλογα με την ποιότητα της ραδιοεπικοινωνίας της με τον σταθμό βάσης. Όσο καλύτερη είναι η σύνδεση της συσκευής με το δίκτυο, τόσο μικρότερη είναι η ισχύς εκπομπής που απαιτείται. Αυτή η ποιότητα συνήθως απεικονίζεται στη συσκευή ως ένταση του λαμβανόμενου σήματος και εμφανίζεται συχνά με μπάρες. Όσο περισσότερες μπάρες εμφανίζονται στην οθόνη του κινητού, τόσο πιο ισχυρό είναι το σήμα, δηλαδή η ποιότητα της ραδιοεπικοινωνίας, και ως αποτέλεσμα, το κινητό λειτουργεί με μικρότερη ισχύ εκπομπής, εντοπίζοντας τη συσκευή σε περιοχή με χαμηλή ισχύ.

Η ένταση του σήματος που λαμβάνει μία συσκευή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

1. Απόσταση από τον σταθμό βάσης: Η ένταση του λαμβανόμενου σήματος αυξάνεται όταν η συσκευή βρίσκεται πιο κοντά στον σταθμό βάσης. Σε γενικές γραμμές, όσο πιο κοντά βρίσκεται μία συσκευή στον σταθμό βάσης, τόσο πιο ισχυρό είναι το λαμβανόμενο σήμα.
2. Εμπόδια και ανακλάσεις: Τα εμπόδια μεταξύ της συσκευής και του σταθμού βάσης, καθώς και οι πολλαπλές ανακλάσεις του σήματος λόγω εμποδίων, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ένταση του λαμβανόμενου σήματος. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτές οι παράγοντες μπορεί να αυξήσουν ή να μειώσουν την ισχύ του σήματος.



3. Χρήση σε υπαίθριο ή κλειστό χώρο: Η ένταση του σήματος μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το αν η συσκευή χρησιμοποιείται σε υπαίθριο περιβάλλον ή σε κλειστό χώρο. Εντός ενός κτιρίου, η ένταση του σήματος μπορεί να μειωθεί σημαντικά σε σχέση με την ένταση του σήματος σε ανοιχτό χώρο, λόγω των διαφορετικών φυσικών εμποδίων.

Σε γενικές γραμμές, η ποιότητα της σύνδεσης μεταξύ της συσκευής και του σταθμού βάσης επηρεάζει την ένταση του λαμβανόμενου σήματος. Όσο καλύτερη είναι η σύνδεση, τόσο ισχυρότερο είναι το λαμβανόμενο σήμα. Παράλληλα, οι φυσικές συνθήκες όπως η απόσταση από τον σταθμό βάσης, τα εμπόδια και ο τύπος του περιβάλλοντος μπορούν να επηρεάσουν αυτήν την ένταση.

#### 4.2.3.3 Χρόνος ομιλίας

Οι συσκευές της κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν ένα είδος εκπομπής που αναφέρεται ως διακοπόμενη ή ασυνεχής εκπομπή, επίσης γνωστή ως "DTX" (Discontinuous Transmission). Σε αυτήν την τεχνική, η συσκευή δεν εκπέμπει σήματα ραδιοκυμάτων όταν ο χρήστης δεν μιλά και απλώς ακούει. Για παράδειγμα, εάν ο χρήστης μιλάει για το μισό χρόνο κατά τη διάρκεια μιας κλήσης, η μέση τιμή του SAR (Specific Absorption Rate) θα είναι το ήμισυ της αντίστοιχης τιμής που θα είχε εάν ο χρήστης μίλαγε συνεχώς.

#### 4.2.3.4 Απόσταση της συσκευής από το κεφάλι και το σώμα

Η τιμή SAR που δίνει ο κατασκευαστής για μια συσκευή αναφέρεται στην πιο δυσμενή περίπτωση έκθεσης του χρήστη σε ραδιοκύματα, όταν ο χρήστης έχει τη συσκευή κοντά στο αυτί του. Ωστόσο, όταν ο χρήστης μετακινεί τη συσκευή μακριά από το κεφάλι και το σώμα του, η ένταση της ακτινοβολίας που απορροφάται από τον οργανισμό και, επομένως, η τιμή του SAR, μειώνεται σημαντικά. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτή η μείωση, ο χρήστης πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα εξάρτημα που απελευθερώνει τα χέρια του, γνωστό ως "hands-free kit".

Υπάρχουν δύο είδη εξαρτημάτων "hands-free": τα ενσύρματα και τα ασύρματα.

- Τα ενσύρματα εξαρτήματα hands-free αποτελούνται από διάφορα στοιχεία. Περιλαμβάνουν το ακουστικό για την ακρόαση, το μικρόφωνο για τη μετάδοση

της φωνής, το κλιπ στερέωσης που επιτρέπει την ευκολία φοράς, καθώς και το καλώδιο που συνδέει το ακουστικό και το μικρόφωνο με τη συσκευή. Συνήθως, το μήκος του καλωδίου είναι περίπου 1-1.2 μέτρα, αρκετό για να φτάσει από τη συσκευή στα ακουστικά.

- Τα ασύρματα εξαρτήματα hands-free λειτουργούν διαφορετικά. Αντί να αντικαταστήσουν την εκπομπή της συσκευής κοντά στο κεφάλι, χρησιμοποιούν ένα μικρό ασύρματο πομποδέκτη που επικοινωνεί με το κινητό τηλέφωνο. Συνήθως, χρησιμοποιούν την τεχνολογία Bluetooth στη συχνότητα 2.45 GHz με πολύ χαμηλή ισχύ εκπομπής (περίπου 1 mW) και με ακτίνα λειτουργίας τουλάχιστον 10 μέτρα.

Όταν χρησιμοποιείται αποτελεσματικά το σύστημα απελευθέρωσης χεριών, η τιμή του SAR μπορεί να μειωθεί σημαντικά, ακόμη και κατά 100 φορές. Αυτό συμβαίνει όταν η συσκευή βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον μισού μέτρου από το κεφάλι και το σώμα του χρήστη.

#### 4.2.4 Συμμόρφωση των κινητών τηλεφώνων με τις διεθνείς/ εθνικές οδηγίες για τον περιορισμό της έκθεσης σε ραδιοκύματα

Τα κινητά τηλέφωνα λειτουργούν επικοινωνώντας με σταθμούς βάσης που μπορεί να βρίσκονται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση σε σχέση με τον χρήστη. Κατά τη λειτουργία τους, εκπέμπουν ραδιοκύματα προς όλες τις κατευθύνσεις. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας κατευθύνεται προς τον χρήστη (όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.7). Αντίθετα από την ακτινοβολία που προέρχεται από τις κεραίες των σταθμών βάσης, κατά τη λειτουργία της κινητής συσκευής, τα ιστοί του κεφαλιού του χρήστη βρίσκονται στο κοντινό πεδίο της κεραίας.

Παρότι η ισχύς που εκπέμπεται είναι σχετικά χαμηλή, η τοποθέτηση του κινητού τηλεφώνου κοντά στο κεφάλι του χρήστη μπορεί να οδηγήσει σε υπέρβαση των ορίων επιτρεπτής έκθεσης σε ραδιοκύματα. Για αυτόν τον λόγο, είναι απαραίτητο να υπάρχει προσεκτικός έλεγχος για να διασφαλιστεί ότι οι φορητές τηλεφωνικές συσκευές συμμορφώνονται με τα διεθνή όρια για την αποδεκτή έκθεση σε ραδιοκύματα. Για τον σκοπό αυτό, πραγματοποιούνται πολύπλοκες μετρήσεις σε μοντέλα του ανθρώπινου κεφαλιού και/ή χρησιμοποιούνται υπολογιστικές προσομοιώσεις.

Επομένως, η σωστή επαγρύπνηση και ο έλεγχος των φορητών τηλεφωνικών συσκευών είναι απαραίτητα προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφαλής χρήση τους και η συμμόρφωσή τους με τα προτεινόμενα όρια έκθεσης σε ραδιοκύματα.

Η ICNIRP έχει καθορίσει τη μέγιστη αποδεκτή τιμή για το SAR (Ρυθμός Απορρόφησης Ακτινοβολίας) στο κεφάλι που προκαλείται από τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Αυτή η τιμή είναι 2 W ανά χιλιόγραμμο μάζας και υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο σε 10 γραμμάρια συνεχούς ιστού στο κεφάλι για μια περίοδο 6 λεπτών. Αυτά τα όρια έχουν εγκριθεί και υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Σε συνέχεια αυτού, κάθε κινητή συσκευή που διατίθεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και συμμορφώνεται με αυτά τα όρια, πρέπει να φέρει τη σήμανση CE. Επίσης, το εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής περιέχει τις πληροφορίες για τα όρια SAR που ισχύουν για την συγκεκριμένη συσκευή. Οι τιμές SAR αυτές κυμαίνονται συνήθως από 0.2 έως 1.4 W/Kg, με την πλειοψηφία τους (περίπου 50%) να είναι κοντά στην τιμή των 0.7 W/Kg.<sup>17</sup>

	Κινητά Τηλέφωνα	Σταθμοί Βάσης
Ισχύς	Ακτινοβολεί ισχύ 125 mW αν λειτουργεί σε συχνότητα 1800 MHz ή 250 mW αν λειτουργεί σε συχνότητα 900 MHz.	Ακτινοβολεί ισχύ δεκάδων W.
Απόσταση	Η κεραία του κινητού απέχει περίπου 1-2 εκατοστά από το κεφάλι του χρήστη.	Τυπικά, οι κεραίες βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον δεκάδων μέτρων από το γενικό πληθυσμό.
Συνθήκες έκθεσης	Κυρίως εκτίθενται οι ιστοί του κεφαλιού στην περιοχή κοντά στην κεραία του κινητού.	Η έκθεση αναφέρεται σε ολόκληρο το σώμα αλλά σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο σε σχέση με την έκθεση από το κινητό.
Ποσοτικοποίηση της έκθεσης	Η τοπική έκθεση μετρείται μέσω του Ρυθμού Ειδικής Απορρόφησης (SAR) της ενέργειας στο κεφάλι.	Η πυκνότητα ισχύος των ραδιοκυμάτων που προσπίπτει στο σώμα αποτελεί καλό μέτρο για την εκτίμηση της ολόσωμης έκθεσης του κοινού.
Οδηγίες αποδεκτής έκθεσης	Οι οδηγίες της ICNIRP συμβουλεύουν ότι οι τοπικές μέσες τιμές του SAR για 10g μάζας ιστού δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα 2 W/kg, για οποιαδήποτε χρονική περίοδο 6 λεπτών.	Οι οδηγίες της ICNIRP συμβουλεύουν επίπεδα αναφοράς 4.5 ή 9 W/m <sup>2</sup> για τους σταθμούς βάσης που λειτουργούν σε συχνότητα 900 MHz και 1800 MHz. Στην Ελλάδα, οι αντίστοιχες στάθμες για την προστασία του κοινού είναι 3.15 W/m <sup>2</sup> και 6.3 W/m <sup>2</sup> . Σε περίπτωση εγκατάστασης κατασκευής κεραίας σε απόσταση μικρότερη από 300 m από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων, οι αντίστοιχες στάθμες είναι 2.7 W/m <sup>2</sup> και 5.4 W/m <sup>2</sup> .
Συμμόρφωση με τις οδηγίες	Όλα τα κινητά τηλέφωνα που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν ελεγχθεί για να διασφαλιστούν τιμές SAR εντός των επιτρεπόμενων ορίων, φέρουν τη σήμανση CE και στα συνοδευτικά έγγραφα υπάρχει η δήλωση συμμόρφωσης του κατασκευαστή.	Η τήρηση των ορίων επιτρεπτής έκθεσης ελέγχεται περιοδικά ή οποτεδήποτε αυτό κριθεί απαραίτητο από αρμόδιες Υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ, του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών, Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων ή της ΕΕΑΕ με μετρήσεις που διενεργούνται από συνεργεία των υπηρεσιών αυτών ή από άλλα εξουσιοδοτημένα από την ΕΕΑΕ συνεργεία (π.χ. Εργαστήρια Πολυτεχνείων ή άλλων φορέων).
Επίπεδα πραγματικής έκθεσης	Οι τιμές του SAR για ειδικά μοντέλα κινητού τηλεφώνου μπορούν να βρεθούν στο δικτυακό τόπο της EETT ( <a href="http://www.eett.gr">www.eett.gr</a> ) και φθάνουν μέχρι 1.4 W/kg.	Η τυπική έκθεση σε τοποθεσίες προσβάσιμες από το κοινό είναι χιλιάδες φορές χαμηλότερη από τα όρια των οδηγιών.

<sup>17</sup> EETT (2008) *Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία. Τα επιστημονικά δεδομένα*. Διαθέσιμο: [https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf)  
 ημερομηνία ανάκτησης: 24-08-2023

## Πίνακας 4.2 Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης

### 4.2.5 Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης

Παρότι η ισχύς που εκπέμπεται από τα κινητά τηλέφωνα είναι μικρή σε σύγκριση με την ισχύ εκπομπής ενός σταθμού βάσης, η απόσταση του χρήστη από το κινητό τηλέφωνο είναι εξαιρετικά μικρή, με απόσταση μόλις μερικών εκατοστών. Αντίθετα, είναι ασυνήθιστο να βρεθεί κάποιος τόσο κοντά σε μια κεραία ενός σταθμού βάσης, καθώς συνήθως η απόσταση από αυτήν είναι τουλάχιστον 5 έως 10 μέτρα. Έτσι, η ακτινοβολία που εκτίθεται ο χρήστης του κινητού τηλεφώνου προέρχεται κυρίως από το ίδιο το κινητό τηλέφωνο, παρά από τους σταθμούς βάσης.

Για παράδειγμα, η τιμή του SAR (Ρυθμός Απορρόφησης Ακτινοβολίας) που προκύπτει από το κινητό τηλέφωνο μπορεί να είναι 1.000 φορές μεγαλύτερη από την τιμή του SAR που προκύπτει από την έκθεση στην ακτινοβολία του σταθμού βάσης σε απόσταση 150 μέτρων από τον χρήστη.

### 4.2.6 Χρήση κινητού τηλεφώνου

#### 4.2.6.1 Παιδιά

Πολλές ερευνητικές ομάδες συνηστούν την αποφυγή της χρήσης κινητών τηλεφώνων από παιδιά. Για παράδειγμα, τον Δεκέμβριο του 2000, η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου διένειμε φυλλάδια που περιείχαν αυτήν τη σύσταση. Σύμφωνα με αυτήν την οδηγία, το Ανεξάρτητο Συνέδριο Ειδικών για τα Κινητά Τηλέφωνα (IEGMP) του Ηνωμένου Βασιλείου, ανέφερε ότι παιδιά κάτω των 16 ετών θα έπρεπε να αποφεύγουν τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Το 2004, αυτό το όριο ηλικίας μειώθηκε στα 10 έτη, υπογραμμίζοντας την σημασία να χρησιμοποιούν τα παιδιά τα κινητά τηλέφωνα μόνο για τις απαραίτητες κλήσεις. Παρόλα αυτά, επισημάνθηκε ότι δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η χρήση κινητών τηλεφώνων μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του εγκεφάλου ή άλλες επιβλαβείς επιπτώσεις.

Η σύσταση για τον περιορισμό της χρήσης κινητών τηλεφώνων από παιδιά βασίστηκε κυρίως σε προληπτική λογική και δεν βασίστηκε σε επιστημονικά δεδομένα. Εστιάστηκε στο γεγονός ότι τα παιδιά έχουν μικρότερες διαστάσεις κεφαλής και λεπτότερο κρανίο. Οι παράγοντες αυτοί, σε συνδυασμό με το αναπτυσσόμενο νευρικό σύστημα των παιδιών και την αναμενόμενα μακροχρόνια έκθεσή τους σε σχέση με τους ενήλικους, καθιστούν τα παιδιά πιο ευαίσθητα στην εκπομπή ακτινοβολίας από τα κινητά τηλέφωνα.

#### 4.2.6.2 Ομάδες αυξημένης ευαισθησίας

Η αυξημένη ευαισθησία κατά την έκθεση σε μη ιοντίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να οφείλεται επίσης σε ανεπαρκή λειτουργία της θερμορύθμισης ή στην παρουσία εμφυτευμένων ιατρικών συσκευών. Οι εμφυτευμένες μεταλλικές συσκευές προκαλούν τοπική αύξηση της απορροφούμενης ισχύος, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη θέρμανση των γύρω βιολογικών ιστών. Αυτού του είδους συσκευές περιλαμβάνουν ορθοπεδικά μεταλλικά εμφυτεύματα, μεταλλικές καρδιακές βαλβίδες, καθώς και εμφυτευμένα συστήματα χορήγησης φαρμάκων όπως η ινσουλίνη, που περιέχουν μεταλλικά μέρη. Για άλλες εμφυτευμένες συσκευές όπως οι καρδιακοί βηματοδότες και τα κοχλιακά εμφυτεύματα, το κύριο πρόβλημα προκύπτει από φαινόμενα ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής.

Σύμφωνα με μια μελέτη που διεξήγαγε ο ανεξάρτητος οργανισμός έρευνας για τις ασύρματες τεχνολογίες (Wireless Technology Research, WTR), μερικοί τύποι βηματοδοτών είναι ευαίσθητοι σε εξωτερικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Αυτό οφείλεται στην επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής. Εξαιτίας αυτού, άτομα που έχουν εμφυτευμένο βηματοδότη θα πρέπει να διατηρούν απόσταση τουλάχιστον 15 εκατοστά από το βηματοδότη, ακόμη και όταν το κινητό τηλέφωνο βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής.

#### 4.2.6.3 Η αρχή της προφύλαξης

Οι αποδεδειγμένες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από την έκθεση σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία, όπως αυτή που προέρχεται από κινητά τηλέφωνα, είναι συνδεδεμένες με θερμικές επιπτώσεις. Από αυτές τις θερμικές επιπτώσεις προκύπτουν τα όρια SAR (Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης) που έχουν θεσπιστεί ως τα όρια αποδεκτής έκθεσης.

Άλλου είδους επιπτώσεις δεν έχουν ακόμη αποδειχθεί επιστημονικά. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσει την έρευνα και να καταλήξει σε συμπεράσματα σχετικά με τυχόν άλλες πιθανές επιβλαβείς επιδράσεις και ποιες αυτές είναι. Κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος, αν κάποιος αισθάνεται ανήσυχος, μπορεί να λάβει ορισμένα μέτρα προφύλαξης, όπως:

- Συνιστάται να χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο σε περιοχές όπου το σήμα είναι αρκετά καλό και να αποφεύγει την χρήση του σε κλειστούς χώρους, όπως ασανσέρ, υπόγεια, μετρό ή αυτοκίνητο.
- Είναι προτιμητέο να χρησιμοποιεί εξαρτήματα αποδέσμευσης των χεριών, όπως "hands free kits", και όταν μιλά, να κρατά το κινητό σε απόσταση από το σώμα και το κεφάλι του.
- Είναι καλό να περιορίζει τη διάρκεια των συνομιλιών του μέσω κινητού τηλεφώνου όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Συνιστάται να προτιμά τη χρήση σταθερών τηλεφώνων όταν είναι εφικτό ή να αποστέλλει μηνύματα SMS αντί να κάνει συνομιλίες μέσω κινητού τηλεφώνου.
- Είναι προτεινόμενο να αποθαρρύνει τα παιδιά από τη χρήση κινητών τηλεφώνων.

#### 4.2.7 Συμπεράσματα

Για να καταλήξουμε σε οριστικά συμπεράσματα σχετικά με το εάν η έκθεση στη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα κινητά τηλέφωνα αποτελεί κίνδυνο για την υγεία, απαιτείται ένας συνδυασμός εργαστηριακών και επιδημιολογικών ερευνών πάνω σε χρήστες των κινητών τηλεφώνων. Ερευνητικές μελέτες που εστιάζουν στην έκθεση πειραματόζωων σε αυτή την ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους θα μπορούσαν να παράσχουν ορισμένα από τα απαραίτητα δεδομένα.

Ωστόσο, είναι αναγκαίος ένας μεγάλος αριθμός πειραματόζωων για να αποδειχθεί αξιόπιστα η πιθανή επίδραση της ενέργειας ραδιοκυμάτων ως παράγοντας που ευνοεί την ανάπτυξη επιβλαβών επιπτώσεων στην υγεία. Επιπροσθέτως, επιδημιολογικές μελέτες πάνω στον ανθρώπινο πληθυσμό μπορούν να παρέχουν δεδομένα που αφορούν άμεσα τον ανθρώπινο πληθυσμό. Ωστόσο, αυτές οι μελέτες απαιτούν πολλά χρόνια παρακολούθησης για να αποκτήσουμε απαντήσεις για τις πιθανές επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα τον κίνδυνο καρκίνου.

Οι δυσκολίες στη μέτρηση της πραγματικής έκθεσης σε ραδιοκύματα κατά την καθημερινή χρήση των κινητών τηλεφώνων αποτελούν πρόκληση στην ερμηνεία των επιδημιολογικών μελετών. Παράγοντες όπως η γωνία κράτησης της συσκευής ή το μοντέλο του κινητού τηλεφώνου μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), σύμφωνα με τις αρμοδιότητές της, προβαίνει σε έλεγχο για την τήρηση των ασφαλών επιπέδων έκθεσης του κοινού σε ακτινοβολία (σύμφωνα με την παράγραφο 4 του άρθρου 35 του νόμου 4635/2019, "Επενδύω στην Ελλάδα και άλλες διατάξεις", ΦΕΚ 167/Α/30-10-2019). Αυτό γίνεται είτε αυτεπαγγέλτως και δειγματοληπτικά, ετησίως, ελέγχοντας τουλάχιστον το 20% των αδειοδοτημένων από την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) σταθμών κεραιών, οι οποίοι λειτουργούν εντός πόλεων (στο πλαίσιο του σχεδίου πόλεως), ή κατόπιν αιτήματος φυσικών ή νομικών προσώπων που έχουν σχετικό νόμιμο συμφέρον, εντός προθεσμίας 20 εργάσιμων ημερών.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΕΤΤ, συνολικά υπήρχαν 11.817 αδειοδοτημένοι σταθμοί κεραιών μέχρι το τέλος του 2021. Ειδικότερα:

- α. 9.808 αδειοδοτημένοι σταθμοί κεραιών με Άδεια Κατασκευής Κεραίας (συμπεριλαμβανομένων και αυτών που εμπίπτουν στις διατάξεις της παραγράφου 2α του άρθρου 34 του ν. 4635/2019),
- β. 107 αδειοδοτημένοι σταθμοί κεραιών που δηλώνονται ότι εμπίπτουν στις διατάξεις της παραγράφου 2β του άρθρου 34 του ν. 4635/2019,
- γ. 1077 σταθμοί κεραιών ραδιοφωνικών σταθμών για τους οποίους υποβλήθηκε η προβλεπόμενη Δήλωση Κεραιοσυστημάτων Ραδιοφωνικών Σταθμών, σύμφωνα με το άρθρο 61 του ν. 4313/2014,
- δ. 15 εγκαταστάσεις τυποποιημένων κατασκευών κεραιών βάσει των διατάξεων της κοινής υπουργικής απόφασης 11926/261/2011 (ΦΕΚ 453/Β/22.03.2011), και
- ε. 810 σταθμοί κεραιών παρόχων δικτύων επίγειας ψηφιακής τηλεοπτικής ευρυεκπομπής για τους οποίους υποβλήθηκε η προβλεπόμενη Δήλωση, σύμφωνα με την παράγραφο 7 του άρθρου 39 του ν. 4635/2019

Το 2022, πραγματοποιήθηκαν επιτόπου έλεγχοι και μετρήσεις σε σύνολο 2.381 (βλ. Σχήμα 5.1) σταθμούς κεραιών σε όλη την Ελλάδα. Κατά τη διάρκεια αυτών των



ελέγχων, διαπιστώθηκε ότι 297 από αυτούς τους σταθμούς κεραιών δεν είχαν εγκατασταθεί ή ήταν ανενεργοί<sup>18</sup>.

Ο αριθμός των σταθμών κεραιών που υποβλήθηκαν σε μέτρηση ανά νομό και περιφέρεια της χώρας επιλέχθηκε έτσι ώστε το ποσοστό αυτών των μετρήσεων ανά νομό και περιφέρεια να αντιστοιχεί, όσο το δυνατόν, στο ποσοστό των αδειοδοτημένων σταθμών κεραιών στον κάθε νομό και περιφέρεια, επί του συνολικού ποσοστού αδειοδοτημένων σταθμών κεραιών στη χώρα.

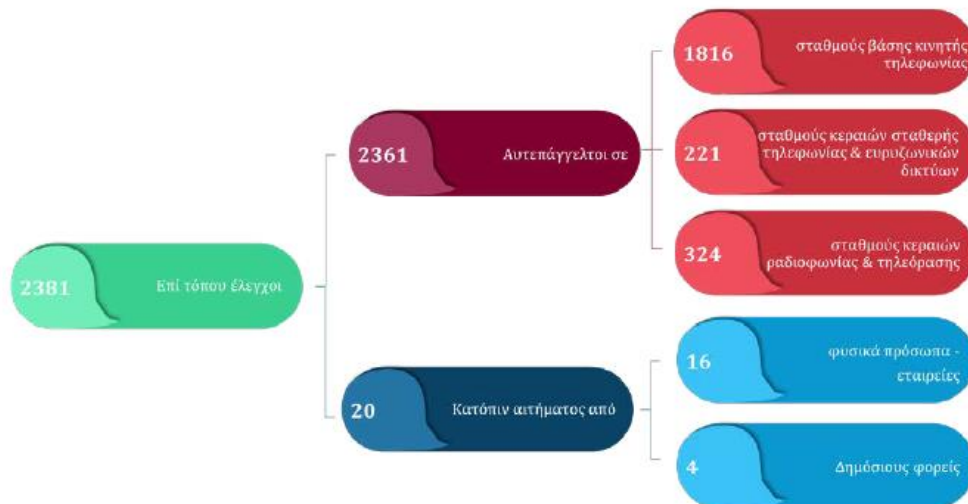
Οι έλεγχοι και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από συνεργεία της ΕΕΑΕ και άλλων φορέων που είχαν αναλάβει την εκτέλεση σχετικών Διαγωνισμών. Οι επιλεγμένοι φορείς ανέλαβαν τη μέτρηση σε σύνολο 1.850 σταθμούς κεραιών σε όλες τις περιοχές της χώρας. Οι υπόλοιποι 531 έλεγχοι και μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από συνεργεία της ΕΕΑΕ. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι κατά την επιλογή των σταθμών κεραιών, δόθηκε προτεραιότητα σε αυτούς που εμπίπτουν στις διατάξεις της παραγράφου 2β του άρθρου 34 του ν. 4635/2019, καθώς και σε αυτούς για τους οποίους δεν είχαν γίνει προηγούμενες μετρήσεις.

Πέραν των αυτόνομων ελέγχων και μετρήσεων, κατά το έτος 2022 υποβλήθηκαν 4 αιτήματα από Δημόσιους Φορείς και 16 αιτήματα από φυσικά ή νομικά πρόσωπα για τη διεξαγωγή μετρήσεων. Η ΕΕΑΕ ανταποκρίθηκε σε αυτά κατά 81,8%, τηρώντας τον προβλεπόμενο χρονικό περίοδο των 20 εργάσιμων ημερών. Ωστόσο, λόγω εξαιρετικών συνθηκών (όπως απουσία ή αδυναμία του αιτούντα, αντικειμενικά δυσμενείς καιρικές συνθήκες, περιοριστικά μέτρα λόγω της πανδημίας COVID-19), το υπόλοιπο 18,2% εκτελέστηκε με μικρή καθυστέρηση.

Σημειώνεται ότι στον συνολικό αριθμό των 2.381 σταθμών κεραιών συμπεριλαμβάνονται και οι έλεγχοι σε 324 σταθμούς κεραιών ραδιοφωνίας και τηλεόρασης, οι οποίοι βρίσκονται σε περιοχές εκτός αστικού ιστού, ήτοι σε περιοχές που ουσιαστικά αποτελούν "πάρκα κεραιών".

---

<sup>18</sup> ΕΕΑΕ (2023) Συγκεντρωτικά στοιχεία για τους επί τόπου ελέγχους και μετρήσεις των επιπέδων των υψίσυχων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον σταθμών κεραιών σε όλη τη χώρα κατά το έτος 2022. Διαθέσιμο : [https://eeae.gr/files/EEAE\\_EMF\\_report\\_2022.pdf](https://eeae.gr/files/EEAE_EMF_report_2022.pdf) (04-10-2023)



Σχήμα 5.1. Συνοπτική καταγραφή των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν επί τόπου κατά το έτος 2022

Συνοπτικά ( Σχήμα 5.2), κατά το έτος 2022, πραγματοποιήθηκαν 2.381 έλεγχοι επί τόπου σε σύνολο 11.817 αδειοδοτημένων σταθμών κεραιών, καταλήγοντας σε 4 πιθανές παραβάσεις εκτός αστικών περιοχών (Πίνακας 1)



Σχήμα 5.2. Συνοπτικές ενέργειες και αποτελέσματα κατά το έτος 2022

### 5.1.Συνολικά στοιχεία αναφορικά με τις μετρήσεις και τους επιτόπιους ελέγχους

Ο συνολικός αριθμός των σταθμών κεραιών (2.381) που υποβλήθηκαν σε επί τόπου ελέγχους και μετρήσεις κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος Ιανουαρίου - Δεκεμβρίου 2022, παρουσιάζεται με διασπορά ανά νομό της χώρας, όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 1. Αυτός ο πίνακας περιλαμβάνει επίσης τον αριθμό των σταθμών κεραιών που δεν είχαν εγκατασταθεί ή διαπιστώθηκε ότι ήταν ανενεργοί. Επιπλέον, ο συνολικός αριθμός των ελεγμένων σταθμών κεραιών ανά νομό φαίνεται στον χάρτη της Ελλάδας στο παρακάτω Σχήμα 5.3.

*Πίνακας 1: Κατανομή των επί τόπου μετρήσεων εντός του έτους 2022 ανά νομό της χώρας.*

α/α	Νομός	Σταθμοί κεραιών	α/α	Νομός	Σταθμοί κεραιών
1	Αιτωλοακαρνανίας	40	27	Κοζάνης	26
2	Αργολίδας	17	28	Κορινθίας	61
3	Αρκαδίας	33	29	Κυκλάδων	68
4	Άρτας	10	30	Λακωνίας	17
5	Αττικής	787	31	Λάρισας	44
6	Αχαΐας	54	32	Λασιθίου	30
7	Βοιωτίας	19	33	Λέσβου	41
8	Γρεβενών	8	34	Λευκάδας	8
9	Δράμας	15	35	Μαγνησίας	33
10	Δωδεκανήσων	45	36	Μεσσηνίας	39
11	Έβρου	74	37	Ξάνθης	15
12	Εύβοιας	55	38	Πέλλας	18
13	Ευρυτανίας	21	39	Πιερίας	20
14	Ζακύνθου	13	40	Πρέβεζας	14
15	Ηλείας	34	41	Ρεθύμνης	16
16	Ημαθίας	20	42	Ροδόπης	20
17	Ηρακλείου	56	43	Σάμου	16
18	Θεσπρωτίας	27	44	Σερρών	20
19	Θεσσαλονίκης	90	45	Τρικάλων	34
20	Ιωαννίνων	65	46	Φθιώτιδας	31
21	Καβάλας	15	47	Φλώρινας	18
22	Καρδίτσας	21	48	Φωκίδας	61
23	Καστοριάς	15	49	Χαλκιδικής	50
24	Κέρκυρας	30	50	Χανίων	79
25	Κεφαλληνίας	11	51	Χίου	12
26	Κιλκίς	15	52	Αγίου Όρους	0

Σύνολο: 2381

Ο συνολικός αριθμός των μετρήσεων δεν περιλαμβάνει τους ελέγχους που διενεργήθηκαν σε εγκαταστάσεις συστημάτων ραντάρ της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας και των Ενόπλων Δυνάμεων (σύνολο 2 αιτήματα) καθώς και σε ραδιοερασιτεχνικούς σταθμούς ασύρματου (οι οποίοι δεν συμπεριλαμβάνονται στη λίστα των αδειοδοτημένων από την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων σταθμών κεραιών). Σημειώνεται επίσης ότι, κατά τη διάρκεια του 2022, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι και μετρήσεις επί τόπου σε 2 περιπτώσεις με βάση εντολές του εισαγγελέα και 4 περιπτώσεις με βάση ερωτήσεις του κοινοβουλίου.

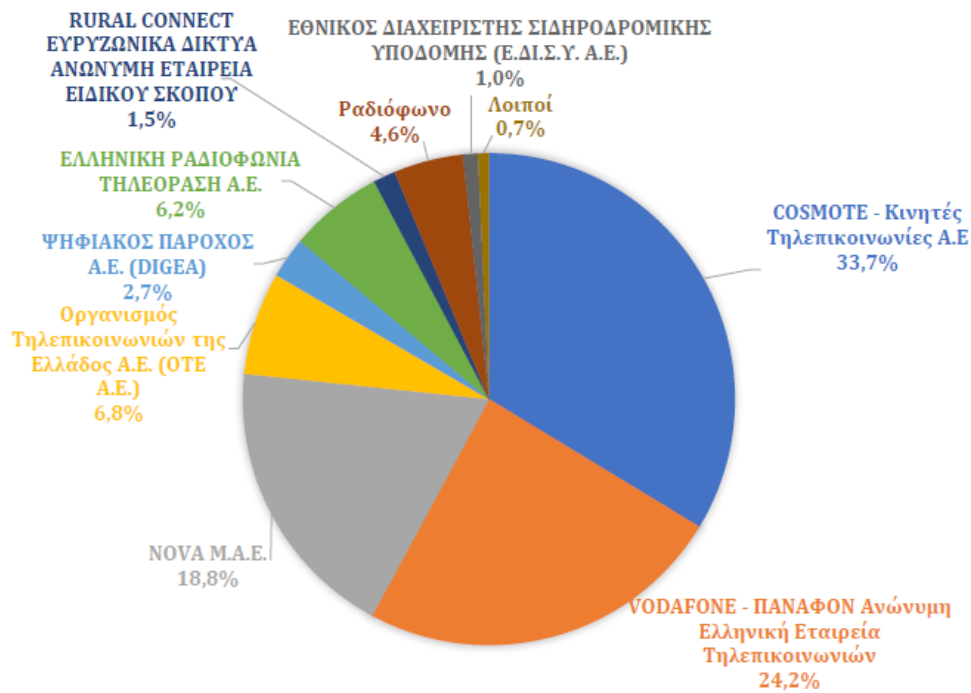
Στα επόμενα γραφήματα παρουσιάζονται το ποσοστό των ελέγχων που διενεργήθηκαν σε σταθμούς κεραιών ανά διοικητική περιφέρεια της χώρας (Σχήμα 5.4) καθώς και ο αριθμός των ελέγχων στο περιβάλλον σταθμών κεραιών ανά κάτοχο του σταθμού κεραιών και ανά είδος παρεχόμενης υπηρεσίας (Σχήμα 5.5 και 5.6 αντίστοιχα).



Σχήμα 5.3. Αριθμός σταθμών κεραιών που ελέγχθηκαν ανά νομό



Σχήμα 5.4. Ποσοστό ελέγχων ανά Διοικητική Περιφέρεια



Σχήμα 5.5. Ποσοστό ελέγχων ανά κάτοχο σταθμού κεραιών



Σχήμα 5.6. Κατανομή ελέγχων ανά είδος σταθμού κεραιών

## 5.2.Υπερβάσεις των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού

Κατά το έτος 2022, από τις επιθεωρήσεις και τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο περιβάλλον των σταθμών κεραιών που παρέχουν διάφορες τηλεπικοινωνιακές

υπηρεσίες σε όλη τη χώρα, δεν διαπιστώθηκε καμία υπέρβαση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε θέσεις προσβάσιμες από το κοινό, ούτε εκτός αστικού ιστού. Ωστόσο, διαπιστώθηκε πιθανή υπέρβαση σε τέσσερις (4) περιπτώσεις, οι οποίες αφορούν περιοχές με πολλούς σταθμούς κεραιών υψηλής ισχύος όλων των ειδών (όπως ραδιοφωνικοί και τηλεοπτικοί σταθμοί, κ.λπ.), γεγονός που καθιστά αυτές τις περιοχές πρακτικά «πάρκα κεραιών».

Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια του 2022, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε τρία (3) άλλα "πάρκα κεραιών", όπου στο παρελθόν είχε παρατηρηθεί είτε υπέρβαση είτε πιθανή υπέρβαση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού. Τα συγκεκριμένα "πάρκα κεραιών" είναι τα εξής:

- Ύψωμα Φλάμπουρο, Δήμος Σερβίων – Βελβεντού, Νομός Κοζάνης,
- Παλαιοπάργα, Δήμος Ανθούσας, Δήμος Πάργας, Νομός Πρέβεζας,
- Ύψωμα κοντά στο Ιερό Μοναστήρι του Οσίου Παταπίου, Νομός Κορινθίας.

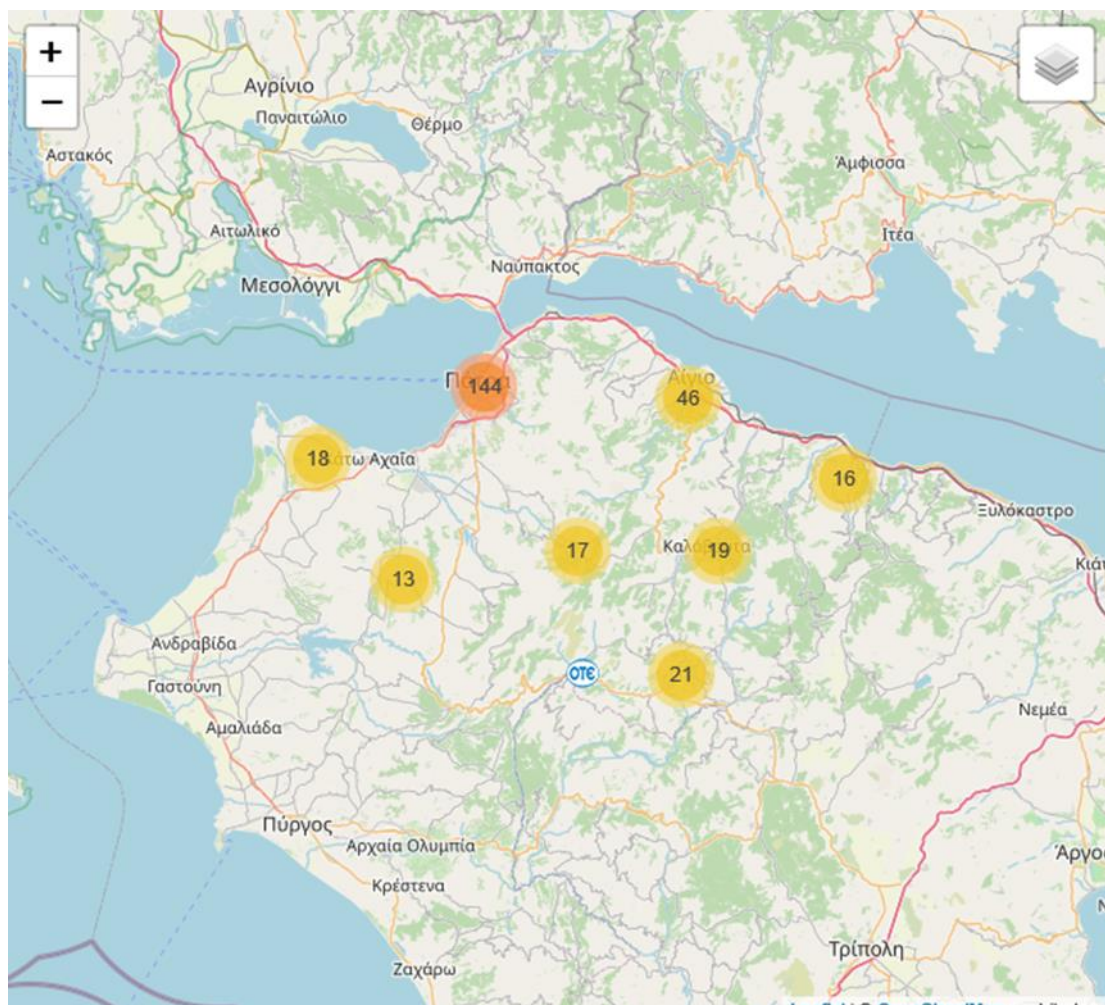
Θέση εγκατάστασης κεραιοδιατάξεων	Σύνδεσμος στον διαδικτυακό τόπο της ΕΕΑΕ με τα αποτελέσματα των μετρήσεων	Συμπέρασμα
Ύψωμα Τσουκαλάς, Ν. Χαλκιδικής	<a href="https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1000152/30.06.2022">https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1000152/30.06.2022</a>	Πιθανή Υπέρβαση
Πλησίον Νιμπορειού, Κάρυστος, Ν. Εύβοιας	<a href="http://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/3006583/28.07.2022">http://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/3006583/28.07.2022</a>	Πιθανή Υπέρβαση
Πλάκα Αλεξανδρούπολης, Ν. Έβρου	<a href="https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1403137/22.09.2022">https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1403137/22.09.2022</a>	Πιθανή Υπέρβαση
Κτυπάς, Ν. Εύβοιας	<a href="https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1200069/10.11.2022">https://eeae.gr/επιτόπιες-μετρήσεις-ηλεκτρομαγνητικών-πεδίων/σταθμός/1200069/10.11.2022</a>	Πιθανή Υπέρβαση

Πίνακας 5.2. Τοποθεσίες όπου πιθανώς υπερβήκανε τα όρια ασφαλούς έκθεσης για το κοινό, κατά τη διάρκεια του 2022.

### 5.3. Μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλών συχνοτήτων Περιφερειακή Ενότητα Αχαΐας

Στο παρόν κεφάλαιο έχει καταγραφεί ένα δείγμα μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλών συχνοτήτων το οποίο αφορά την περιφερειακή ενότητα Αχαΐας, έτσι όπως έχουν αποτυπωθεί από την ΕΕΑΕ. Η ΕΕΑΕ έχει την ευθύνη της προστασίας του πληθυσμού και του περιβάλλοντος από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία

υψηλών και χαμηλών συχνοτήτων. Αυτές οι ακτινοβολίες παράγονται τεχνητά και δεν πρέπει να συγχέονται με την ιοντίζουσα ακτινοβολία, τόσο ως προς την επικινδυνότητα τους αλλά και ως προς το είδος της ακτινοβολίας.



Σχήμα 5.7 Μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλών συχνοτήτων – Περιφερειακή Ενότητα Αχαΐας

### **Πίνακας Αποτελεσμάτων**

Κωδικός Αριθμός ΕΕΤΤ : 1005544

Μέτρηση στις 10/10/2018

Κάτοχος: VODAFONE - ΠΑΝΑΦΟΝ Α.Ε.Ε.Τ.

Κωδική Ονομασία: ΑΓΙΟΥ ΑΝΔΡΕΟΥ ΠΑΤΡΑ

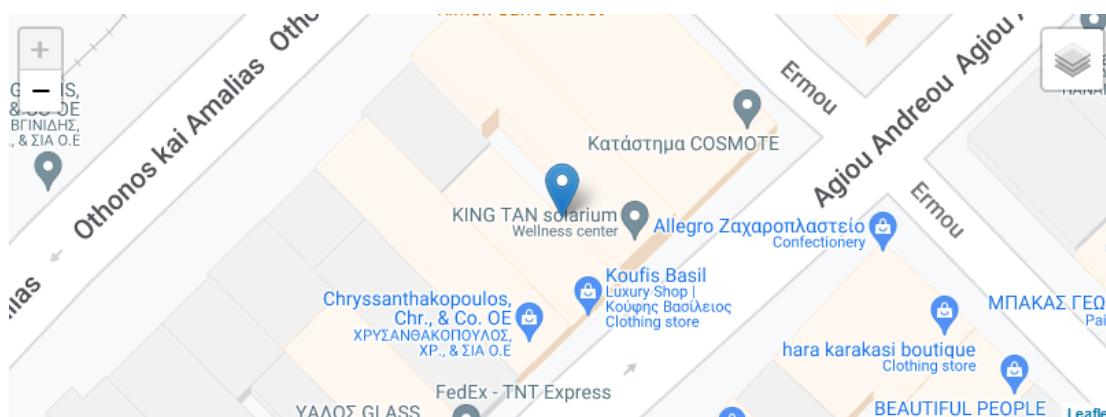
Διεύθυνση: ΟΔΟΣ ΑΓΙΟΥ ΑΝΔΡΕΟΥ 52

Περιφερειακή ενότητα: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος: ΔΗΜΟΣ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική ενότητα: ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΤΡΕΩΝ

TK: 26221



Σχήμα 5.8 Στοιχεία σταθμού

### **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ**

Τίτλος : ΑΓΙΟΥ ΑΝΔΡΕΟΥ ΠΑΤΡΑ

Εταιρία : VODAFONE - ΠΑΝΑΦΟΝ Α.Ε.Ε.Τ.

Κατηγορία : Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας

Συντεταγμένες : 38.2481813889, 21.7338613889

Διεύθυνση : ΟΔΟΣ ΑΓΙΟΥ ΑΝΔΡΕΟΥ 52

Περιφέρεια : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Περιφερειακή Ενότητα : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος : ΔΗΜΟΣ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική Ενότητα : ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική Τοπική Κοινότητα ---

Ταχ. Κωδικός : 26221, ΠΑΤΡΑΙ

### **ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Περιγραφή σταθμού

Όπως διαπιστώθηκε από το κλιμάκιο της Υπηρεσίας μας, στην οροφή της απόληξης επταόροφου κτιρίου επί της οδού Αγίου Ανδρέα 52, βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας VODAFONE PANAFON ΑΕΕΤ ο οποίος αποτελείται από τρεις κεραίες αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας, εντός καλύμματος τύπου καμινάδας, που λειτουργούν στις περιοχές συχνοτήτων των 1800 και 2100 MHz, ενώ στο σταθμό βάσης συμπεριλαμβάνεται και μια μικροκυματική κεραία.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:



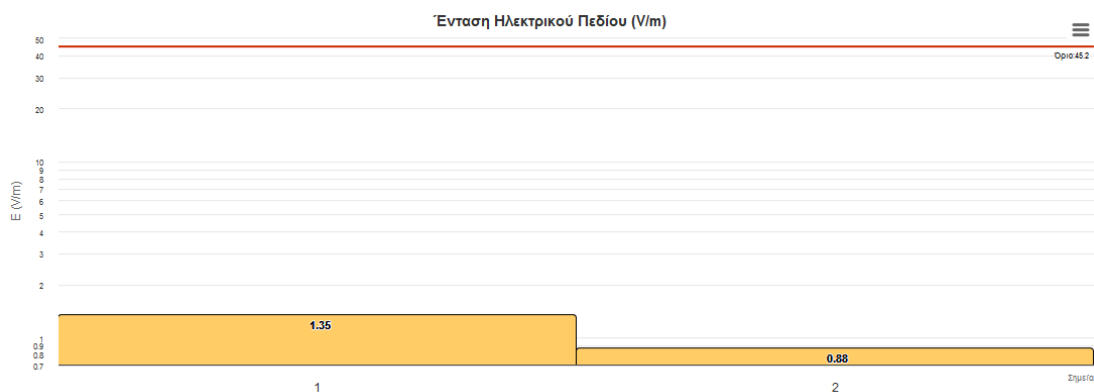
### Σημείο 1

Στην ταράτσα του πενταόροφου κτιρίου επί της οδού Όθωνος Αμαλίας 45.

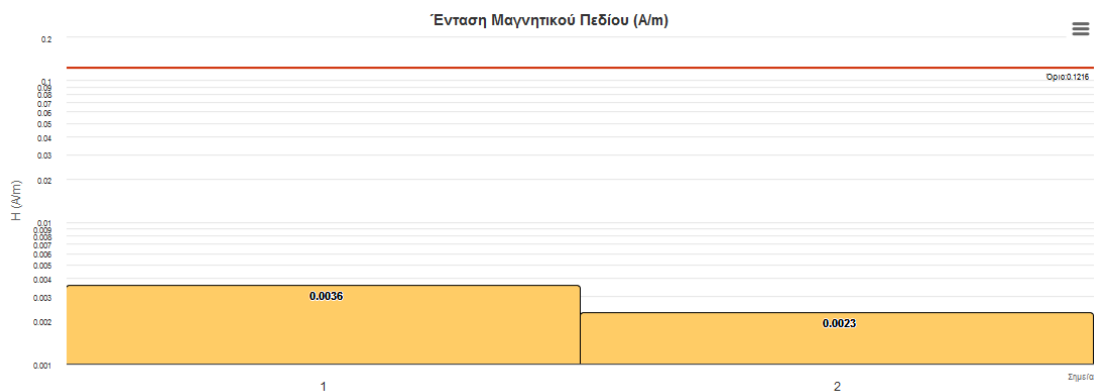
### Σημείο 2

Στην διασταύρωση των οδών Ερμού και Όθωνος Αμαλίας.

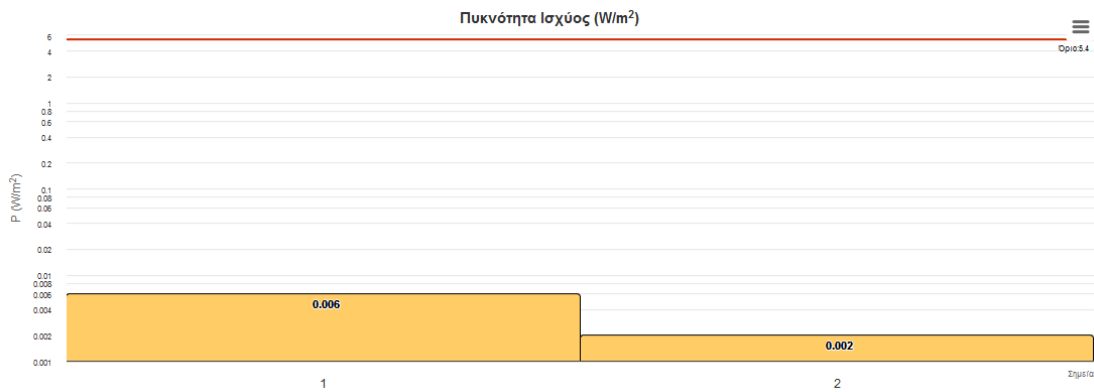
### Αποτελέσματα μετρήσεων στο φάσμα 27 MHz – 3000 MHz



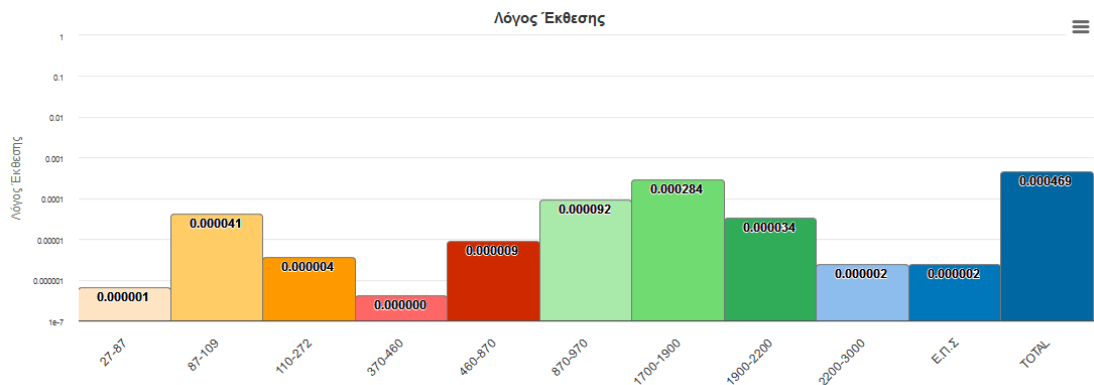
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



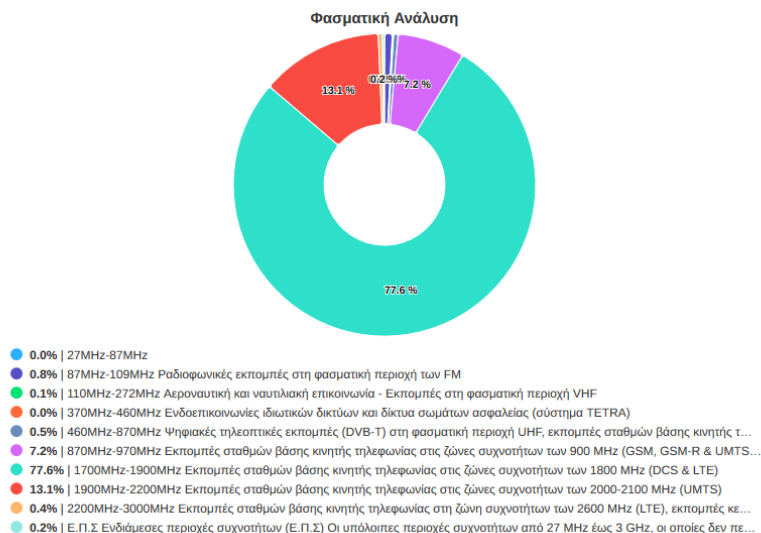
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

## Μέτρηση στις 07/12/2010

### ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

#### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από την εταιρία ENCO ΕΠΕ, διαπιστώθηκε ότι στην οδό Αγίου Ανδρέου 52, στο Δήμο Πατρέων του Νομού Αχαΐας, στην απόληξη επταόροφου κτιρίου βρίσκεται εγκατεστημένη μια κεραιοδιάταξη αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας VODAFONE - ΠΑΝΑΦΟΝ Αώνυμη Ελληνική Εταιρεία Τηλεπικοινωνιών.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

#### Σημείο 1

Στο έδαφος, στην οδό Αγίου Ανδρέου 59, σε απόσταση 50 μέτρων από την υπό μέτρηση κεραία.

#### Σημείο 2

Στην ταράτσα του εξαόροφου κτιρίου της οδού Αγίου Ανδρέου 93 που στεγάζεται η ΔΟΥ Β' Πατρέων, σε απόσταση 35 μέτρων από την υπό μέτρηση κεραία.

#### Σημείο 3

Στην ταράτσα εξαόροφου κτιρίου της οδού Γεροκωστοπούλου 1, σε απόσταση 25 περίπου μέτρων από την υπό μέτρηση κεραία.

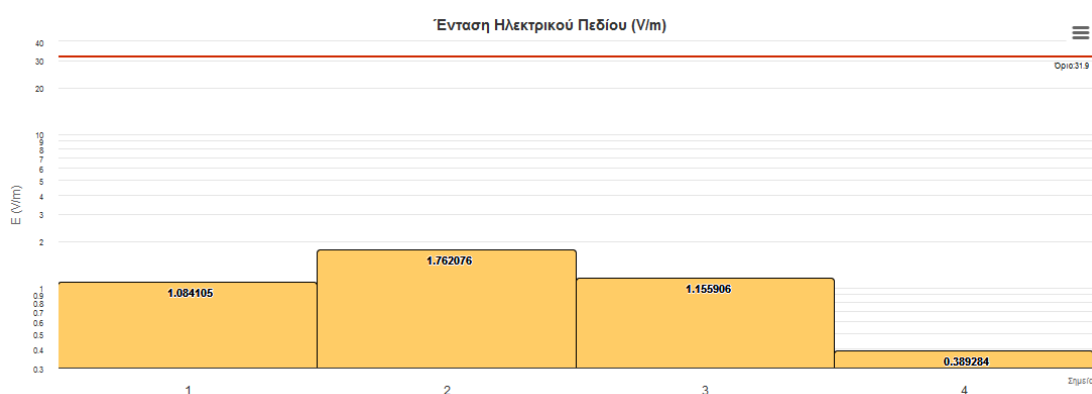
#### Σημείο 4

Στο δρόμο, στη συμβολή των οδών Αγίου Ανδρέου και Γεροκωστοπούλου, σε απόσταση 30 περίπου μέτρων από την υπό μέτρηση κεραία.

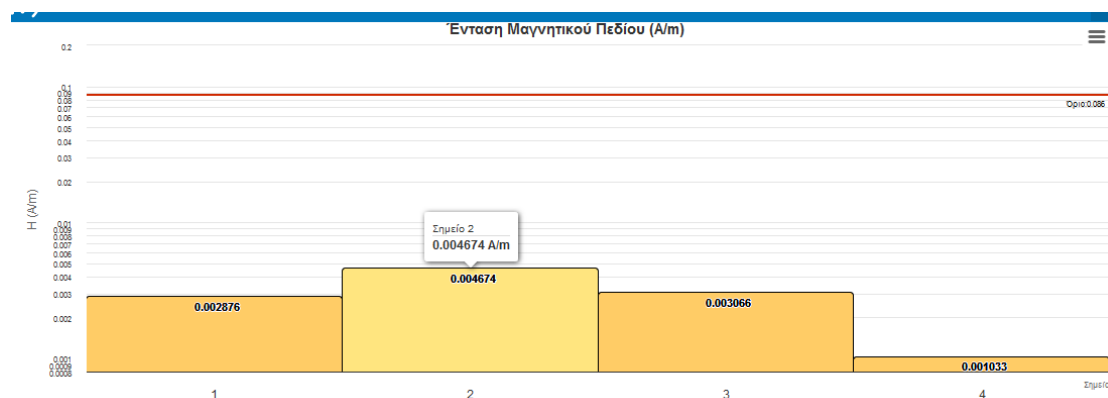
### Σημείο 5

Στην ταράτσα του ξενοδοχείου St. george, σε απόσταση 40 περίπου μέτρων από την υπό μέτρηση κεραία. «Δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση.»

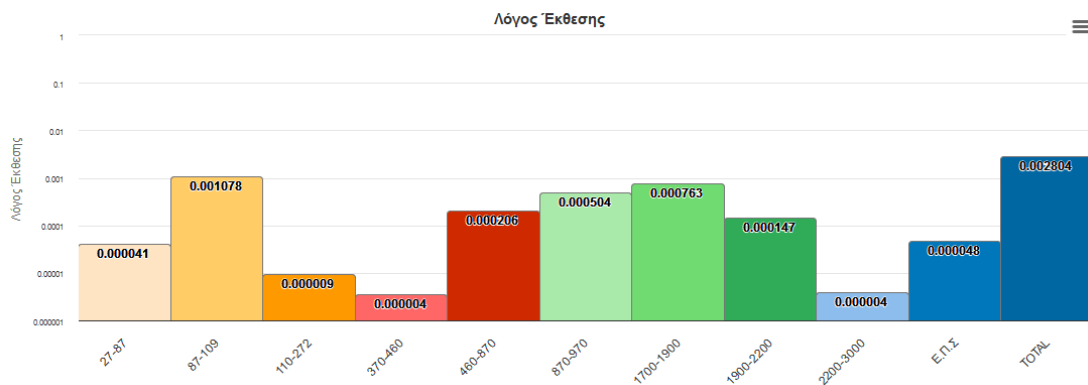
## **Αποτελέσματα μετρήσεων στο φάσμα 27 MHz – 3000 MHz**



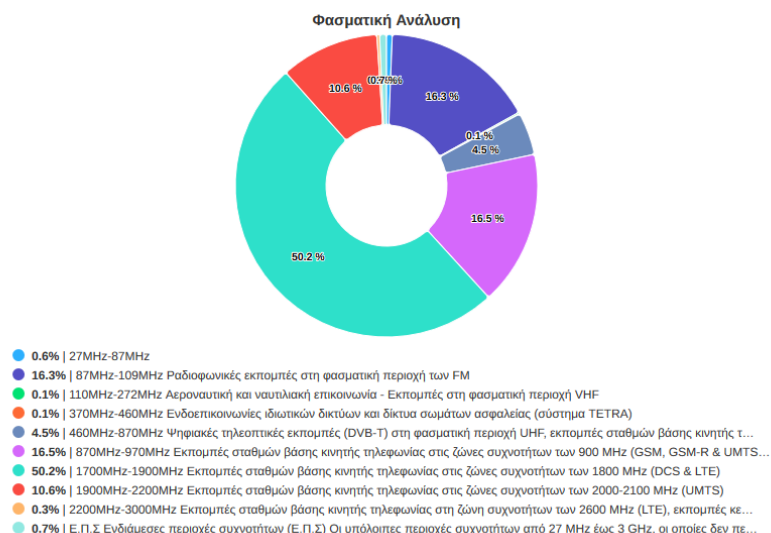
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 2 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 2.

## Μέτρηση στις 22/12/2008

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ

Τίτλος : ΑΓΙΟΥ ΑΝΔΡΕΟΥ ΠΑΤΡΑ

Εταιρία : VODAFONE - ΠΑΝΑΦΟΝ Α.Ε.Ε.Τ.

Κατηγορία : Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας

Συντεταγμένες : 38.2481813889, 21.7338613889

Διεύθυνση : ΟΔΟΣ ΑΓΙΟΥ ΑΝΔΡΕΟΥ 52

Περιφέρεια : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Περιφερειακή Ενότητα : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος : ΔΗΜΟΣ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική Ενότητα : ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική Τοπική Κοινότητα : ---

Ταχ. Κωδικός : 26221, ΠΑΤΡΑΙ

## ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

### Περιγραφή σταθμού

Όπως διαπιστώθηκε από το κλιμάκιο της Υπηρεσίας μας, στην οροφή της απόληξης επταόροφου κτιρίου επί της οδού Αγίου Ανδρέα 52, βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας VODAFONE PANAFON ΑΕΕΤ ο οποίος αποτελείται από τρεις κεραίες αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας, εντός καλύμματος τύπου καμινάδας, που λειτουργούν στις περιοχές συχνοτήτων των 1800 και 2100 MHz, ενώ στο σταθμό βάσης συμπεριλαμβάνεται και μια μικροκυματική κεραία.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

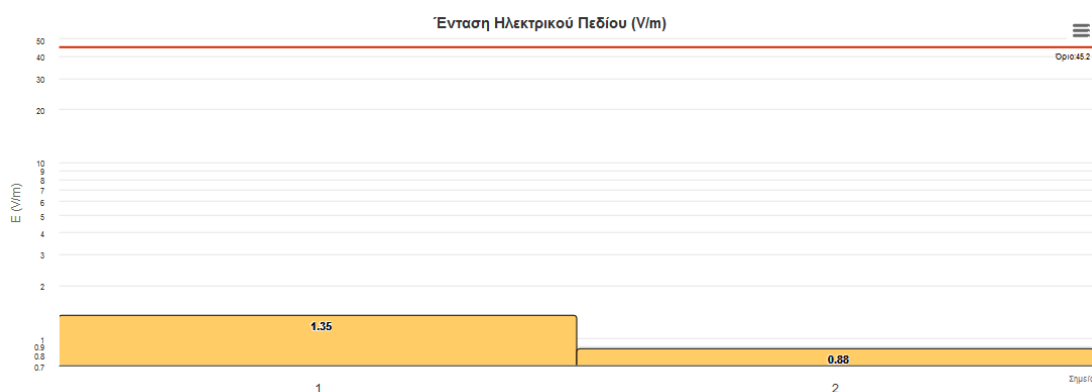
### Σημείο 1

Στην ταράτσα του πενταόροφου κτιρίου επί της οδού Όθωνος Αμαλίας 45.

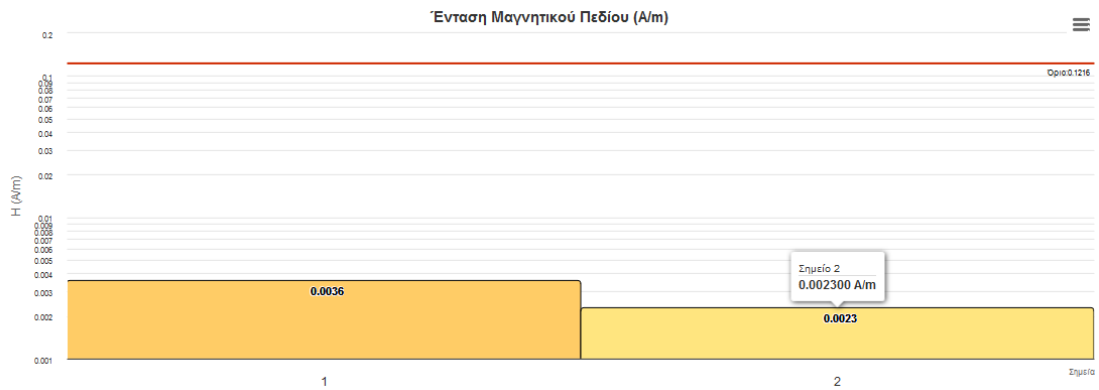
### Σημείο 2

Στην διασταύρωση των οδών Ερμού και Όθωνος Αμαλίας.

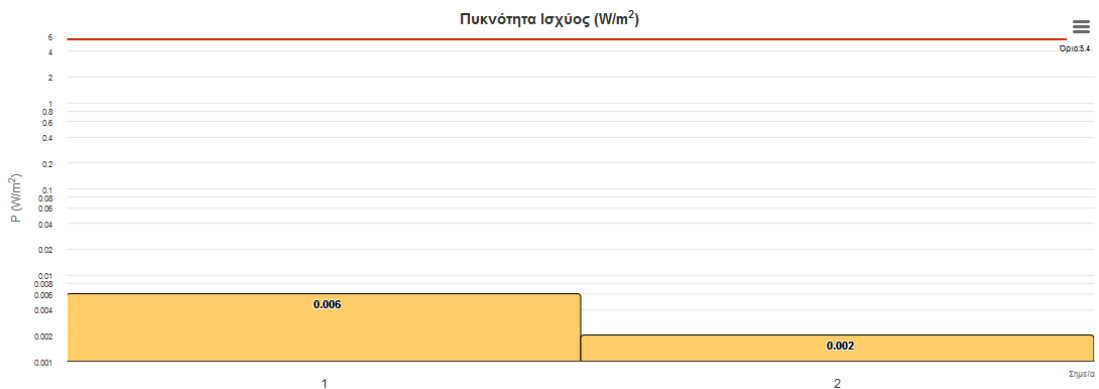
## Αποτελέσματα μετρήσεων στο φάσμα 27 MHz – 3000 MHz



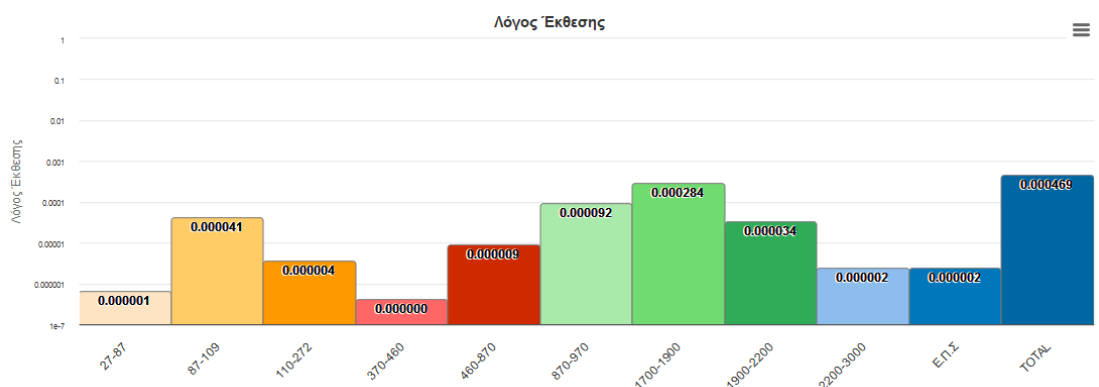
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

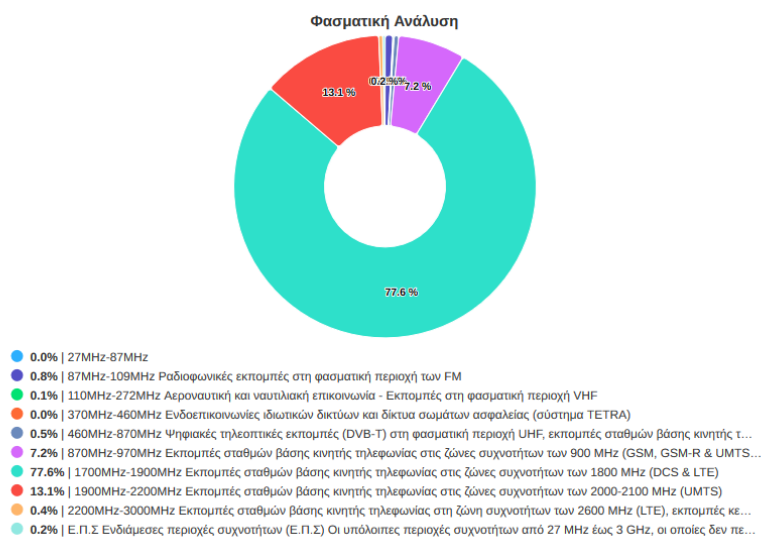


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού

πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

Κωδικός Αριθμός ΕΕΤΤ : 1405002

Μέτρηση στις 06/09/2022

Κάτοχος: COSMOTE Α.Ε.

Κωδική Ονομασία: ΡΙΟ

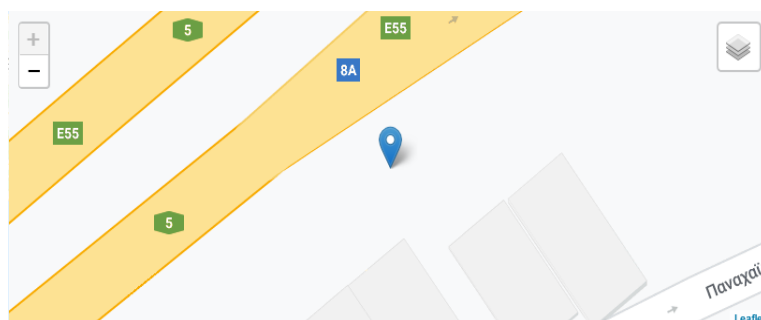
Διεύθυνση: ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΑΛΑΙΑΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟ

Περιφερειακή ενότητα: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος: ΔΗΜΟΣ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική ενότητα: ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΡΙΟΥ

ΤΚ: 26504





## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ**

Τίτλος : ΡΙΟ

Εταιρία : COSMOTE A.E.

Κατηγορία : Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας

Συντεταγμένες : 38.2962359775, 21.7896974395

Διεύθυνση : ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΑΛΑΙΑΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟ

Περιφέρεια : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Περιφερειακή Ενότητα : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος : ΔΗΜΟΣ ΠΑΤΡΕΩΝ

Δημοτική Ενότητα : ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΡΙΟΥ

Δημοτική Τοπική Κοινότητα : Δημοτική Κοινότητα Ρίου (Αγίου Γεωργίου Ρίου)

Ταχ. Κωδικός : 26504, ΡΙΟΝ

## **ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία ALFA Measurements διαπιστώθηκε ότι σε ταράτσα διώροφου κτιρίου, στη θέση ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ επί της Παλαιάς Εθνικής οδού Αθηνών-Πατρών, στο δήμο Πατρέων, στο νομό Αχαΐας, υπάρχει εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας Cosmote. Αναλυτικότερα αναφέρεται για τον σταθμό βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας Cosmote, ότι διαπιστώθηκε η ύπαρξη 4 μικροκυματικών ζεύξεων, 4 κατευθυντικών κεραιοδιατάξεων τύπου panel αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας και 4 κεραιοδιατάξεων τύπου micro panel, σε ιστό ύψους περίπου 7 μέτρων.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

### Σημείο 1

Στο μπαλκόνι πρώτου ορόφου, επί της οδού Αθηνών 20, σε οριζόντια απόσταση 18 μέτρων περίπου, ανατολικά του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

### Σημείο 2

Σε ταράτσα διώροφου κτιρίου επί της οδού Αθηνών 26, σε οριζόντια απόσταση 41 μέτρων περίπου, ΝΔ του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

### Σημείο 3

Στο μπαλκόνι πρώτου ορόφου του ξενοδοχείου Castello, σε οριζόντια απόσταση 59 μέτρων περίπου, νότια του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

#### Σημείο 4

Στο επίπεδο του δρόμου, επί της οδού Παναχαϊκού 26, σε οριζόντια απόσταση 65 μέτρων περίπου, ΒΔ του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

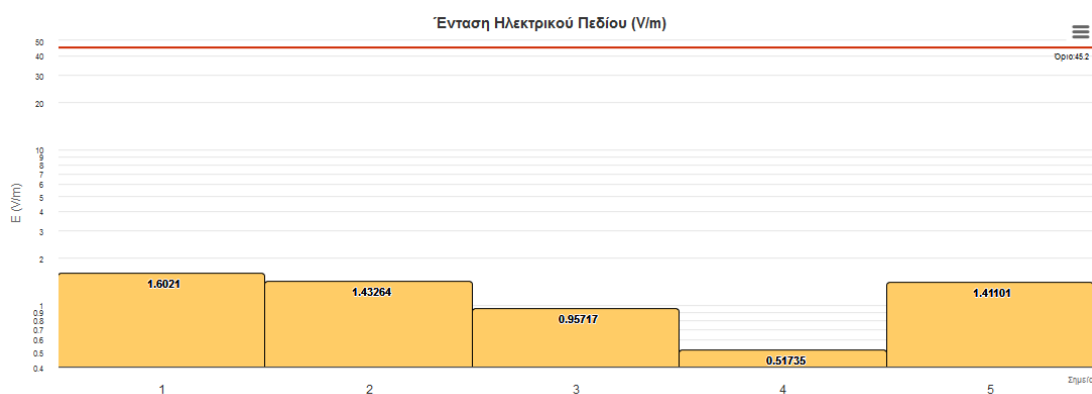
#### Σημείο 5

Σε ταράτσα τριώροφου κτιρίου επί της οδού Παναχαϊκού 17, σε οριζόντια απόσταση 46 μέτρων περίπου, βόρεια του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

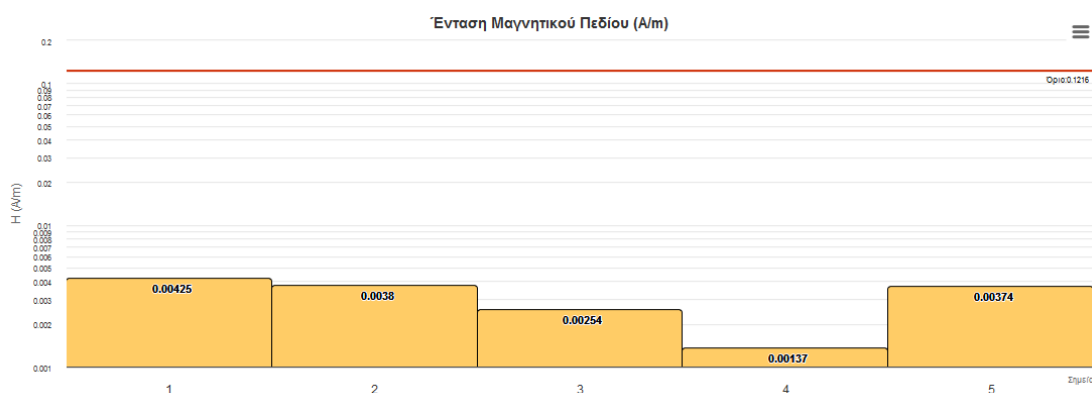
#### Σημείο 6

Στη μονοκατοικία επί της οδού Παναχαϊκού 19. «Δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση.»

### Αποτελέσματα μετρήσεων στο φάσμα 27 MHz – 3000 MHz

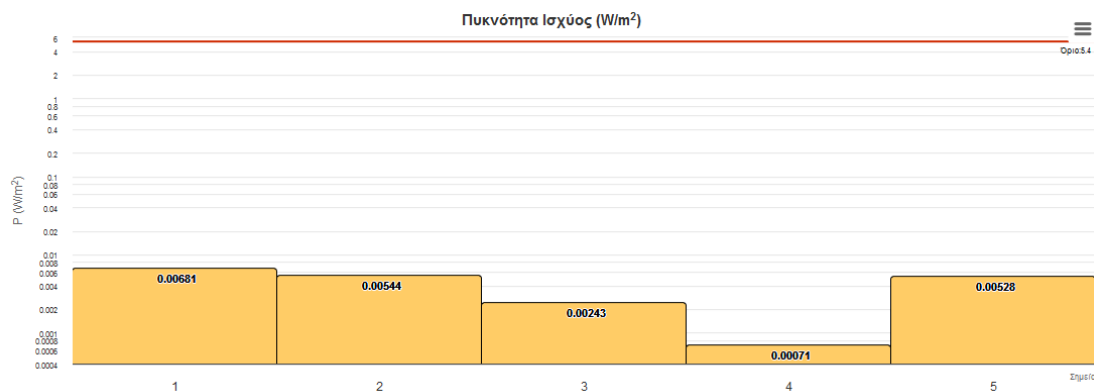


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

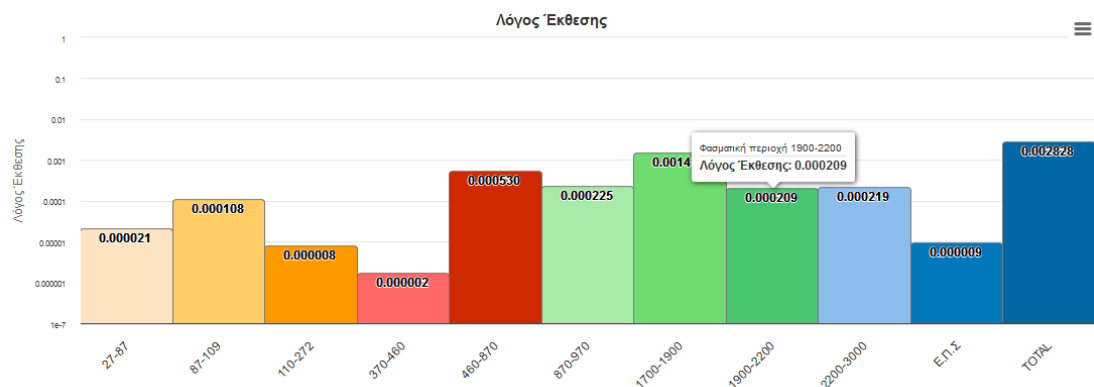


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο

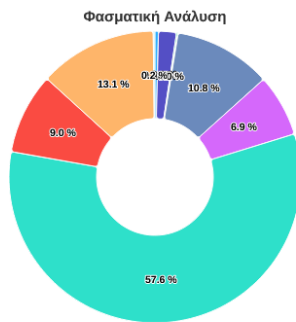
αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.

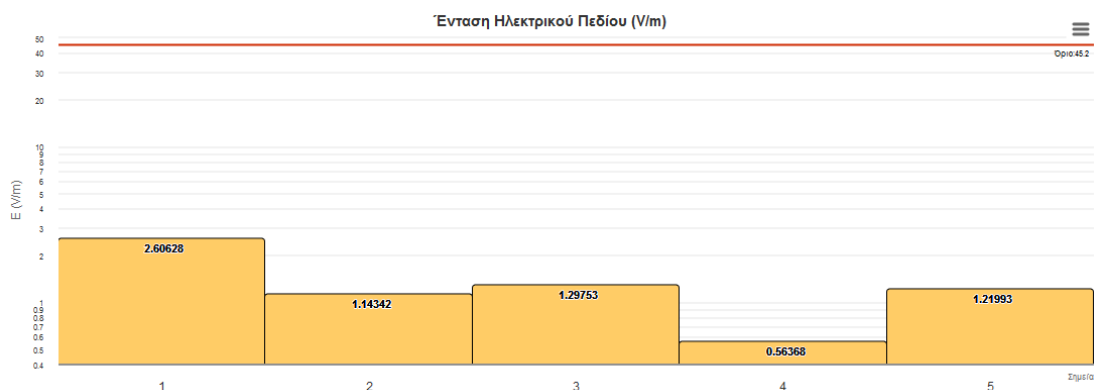


- 0.4% | 27MHz-87MHz
- 2.0% | 87MHz-109MHz Ραδιοφωνικές εκπομπές στη φασματική περιοχή των FM
- 0.1% | 110MHz-272MHz Αεροναυτική και ναυτιλιακή επικοινωνία - Εκπομπές στη φασματική περιοχή VHF
- 0.0% | 370MHz-460MHz Ενδοεπικοινωνίες ιδιωτικών δικτύων και δίκτυα σωματίων ασφαλείας (σύστημα TETRA)
- 10.8% | 460MHz-870MHz Ψηφιακές τηλεοπτικές εκπομπές (DVB-T) στη φασματική περιοχή UHF, εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τ...
- 6.9% | 870MHz-970MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στις ζώνες συχνοτήτων των 900 MHz (GSM, GSM-R & UMTS...
- 57.6% | 1700MHz-1900MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στις ζώνες συχνοτήτων των 1800 MHz (DCS & LTE)
- 9.0% | 1900MHz-2200MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στις ζώνες συχνοτήτων των 2000-2100 MHz (UMTS)
- 13.1% | 2200MHz-3000MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στη ζώνη συχνοτήτων των 2600 MHz (LTE), εκπομπές κε...
- 0.2% | Ε.Π.Σ Ενδιάμεσες περιοχές συχνοτήτων (Ε.Π.Σ) Οι υπόλοιπες περιοχές συχνοτήτων από 27 MHz έως 3 GHz, οι οποίες δεν πε...

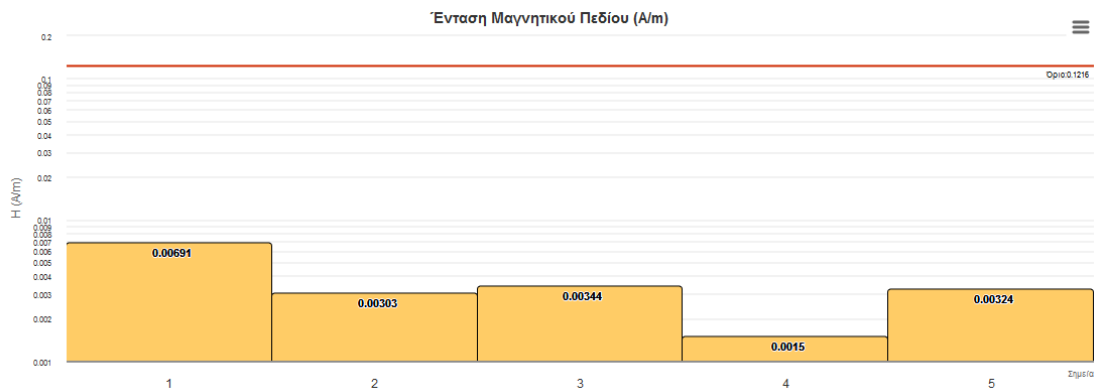
Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1

Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

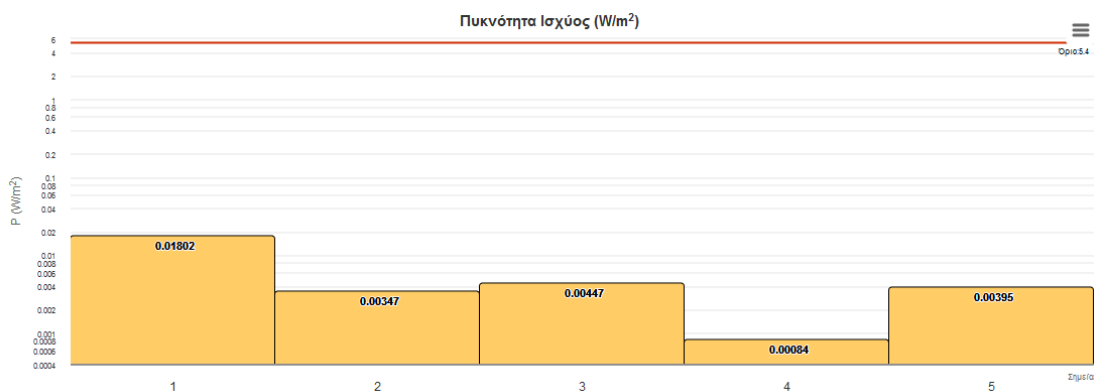
### Αποτελέσματα μετρήσεων στο φάσμα 420 MHz – 6000 MHz



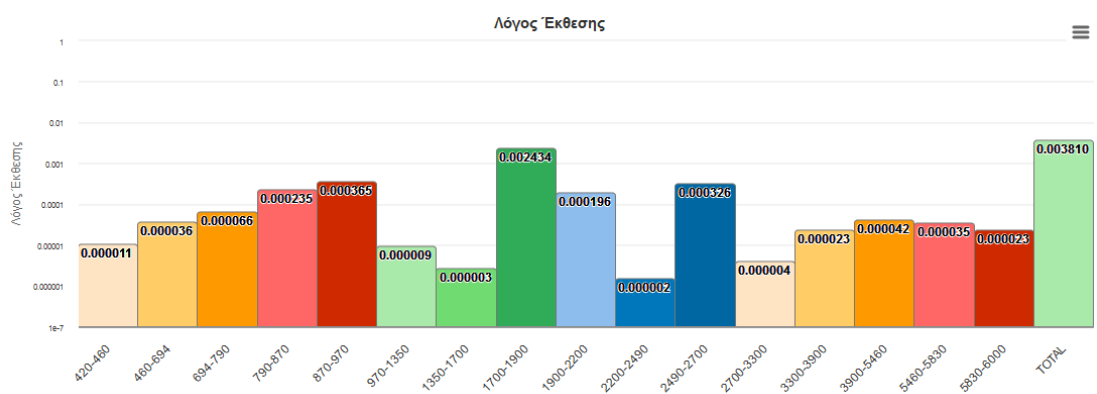
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



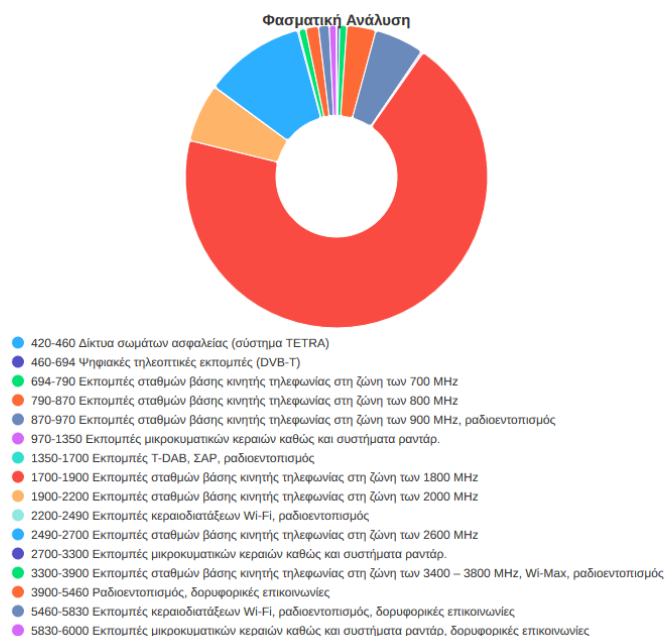
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το

σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη).

Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

## Μέτρηση στις 24/11/2016

### ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

#### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από το κλιμάκιο της υπηρεσίας μας, διαπιστώθηκε ότι επί της οδού Αθηνών στο Ρίο Αχαΐας και συγκεκριμένα στην απόληξη του διώροφου κτιρίου ΟΤΕ βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας COSMOTE ΑΕ. Αναλυτικότερα αναφέρεται ότι ο εν λόγω σταθμός βάσης περιλαμβάνει κεραιοδιατάξεις αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας COSMOTE ΑΕ εγκατεστημένες επί ιστού ύψους 11 περίπου μέτρων, οι οποίες λειτουργούν στις περιοχές συχνοτήτων των 800 MHz (LTE), 900 MHz (GSM), 1800 (DCS LTE) και 2000 (UMTS) MHz. Στην ίδια εγκατάσταση περιλαμβάνεται και αριθμός μικροκυματικών ζεύξεων.

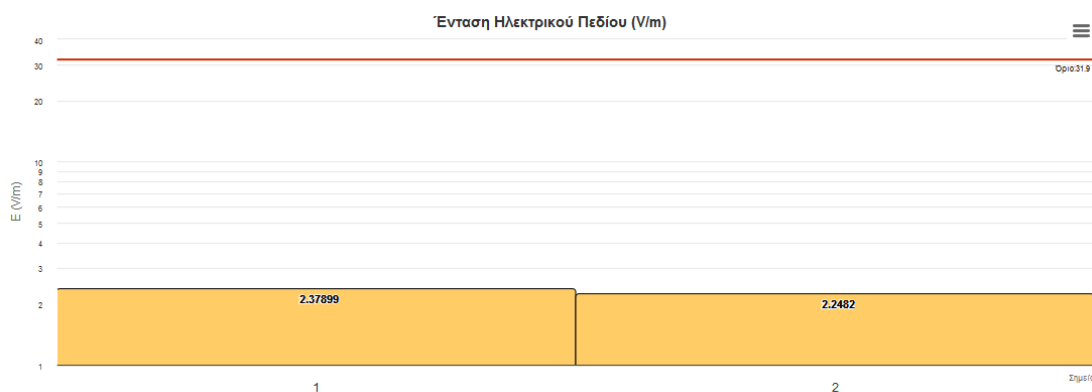
Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

#### Σημείο 1

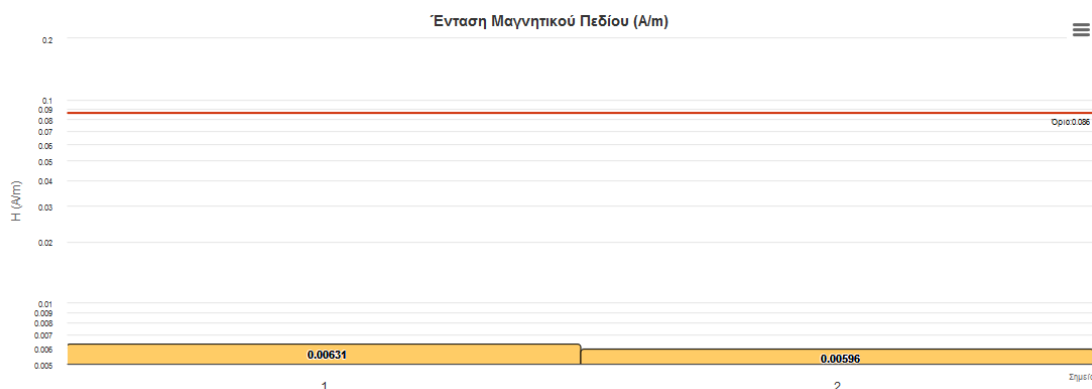
Στον πρώτο όροφο (μπαλκόνι) της κατοικίας επί της οδού Αθηνών 20 στο Ρίο.

### Σημείο 2

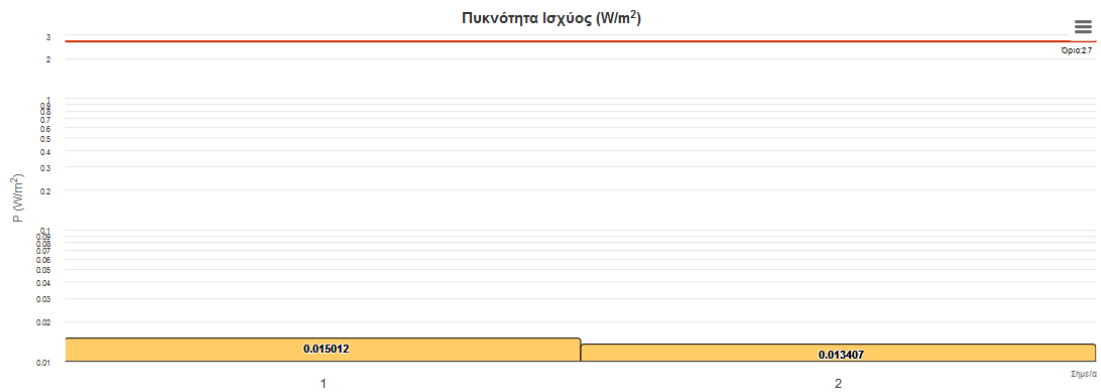
Στον πρώτο όροφο (μπαλκόνι) του ξενοδοχείου Castello επί της οδού Αθηνών 21 στο Ρίο.



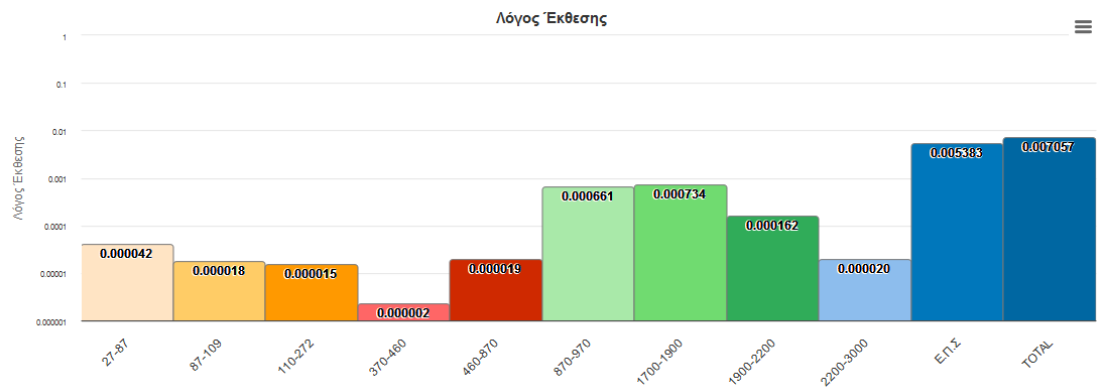
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

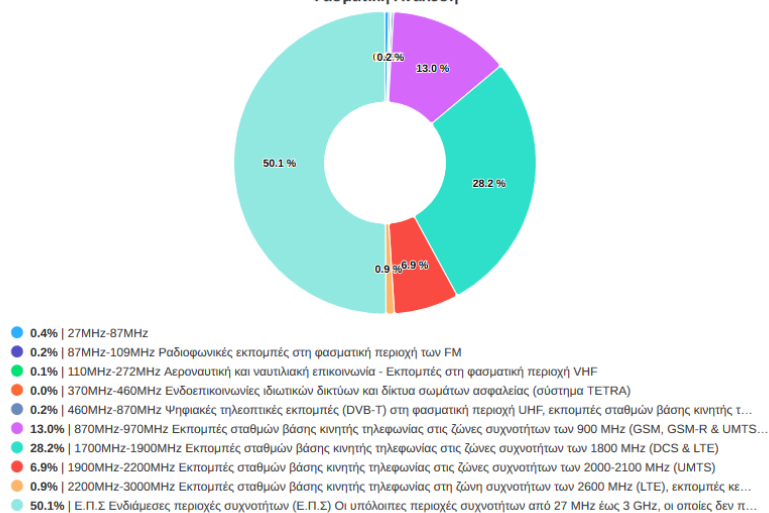


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.





Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

## Μέτρηση στις 12/06/2009

### ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

#### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από το κλιμάκιο της υπηρεσίας μας, διαπιστώθηκε ότι επί της οδού Αθηνών και συγκεκριμένα στην απόληξη του διώροφου κτιρίου ΟΤΕ βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας COSMOTE AE ο οποίος συνίσταται σε τέσσερις κεραιοδιατάξεις που λειτουργούν στις περιοχές συχνοτήτων των 900, 1800 και 2100MHz εγκατεστημένες επί ιστού ύψους 11 περίπου μέτρων. Στην ίδια εγκατάσταση περιλαμβάνεται και αριθμός μικροκυματικών ζεύξεων. Επίσης διαπιστώθηκε ότι στην ταράτσα διώροφης κατοικίας και επί της οδού Αθηνών 33 στο Ρίο Ν. Αχαΐας, βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας Wind Ελλάς Τηλεπικοινωνίες ΑΕΒΕ. Αναλυτικότερα, αναφέρεται ότι στην εν λόγω θέση και εντός ορθογώνιου καλύμματος τύπου καμινάδας εξωτερικής ψησταριάς, υπάρχει σταθμός βάσης ο οποίος περιλαμβάνει δύο κεραιοδιατάξεις που λειτουργούν στις περιοχές συχνοτήτων των 900 και 2100 MHz.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

#### Σημείο 1

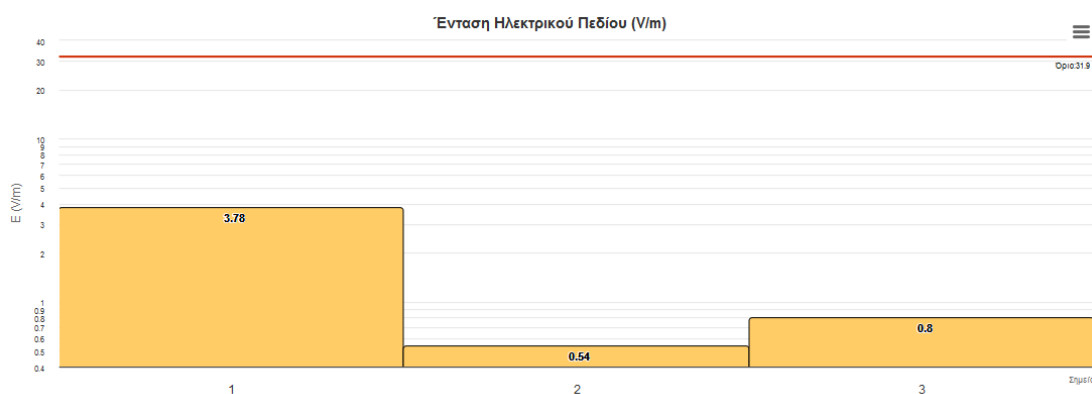
Στο μπαλκόνι του δεύτερου ορόφου του διώροφου κτιρίου επί της οδού Αθηνών 35, στο Ρίο

## Σημείο 2

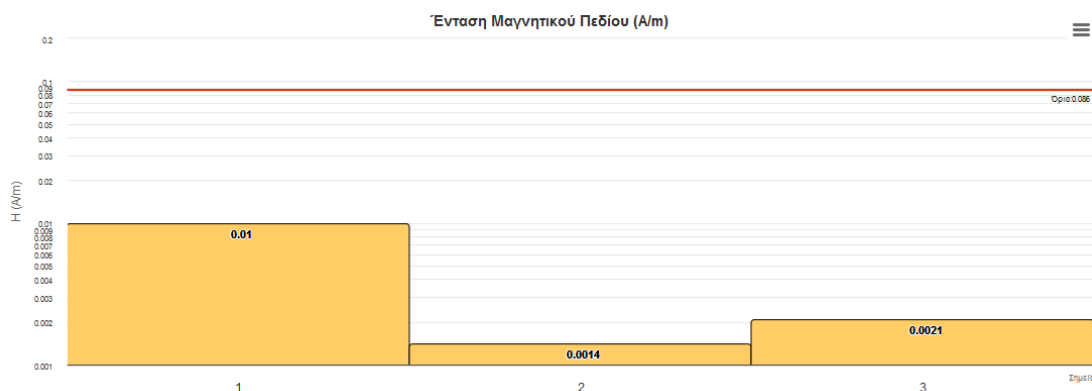
Στον προαύλιο χώρο της εκκλησίας του Αγίου Γεωργίου

## Σημείο 3

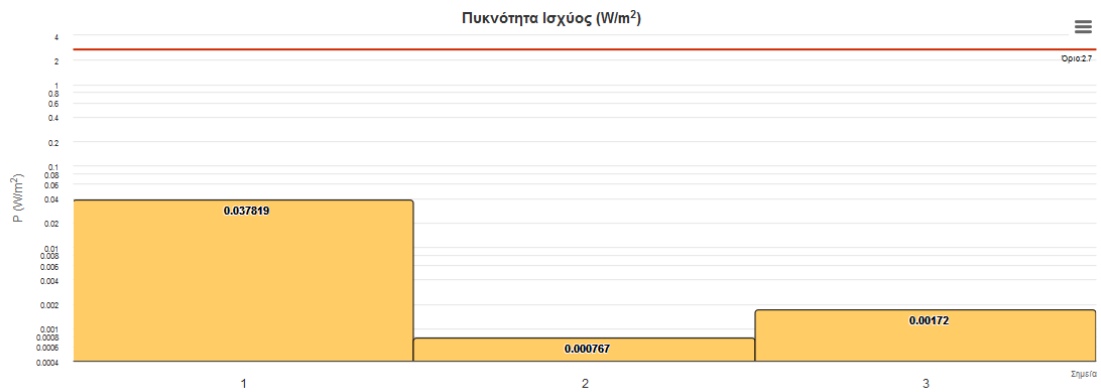
Σε σημείο του δρόμου ακριβώς απέναντι από το σταθμό βάσης της εταιρείας COSMOTE



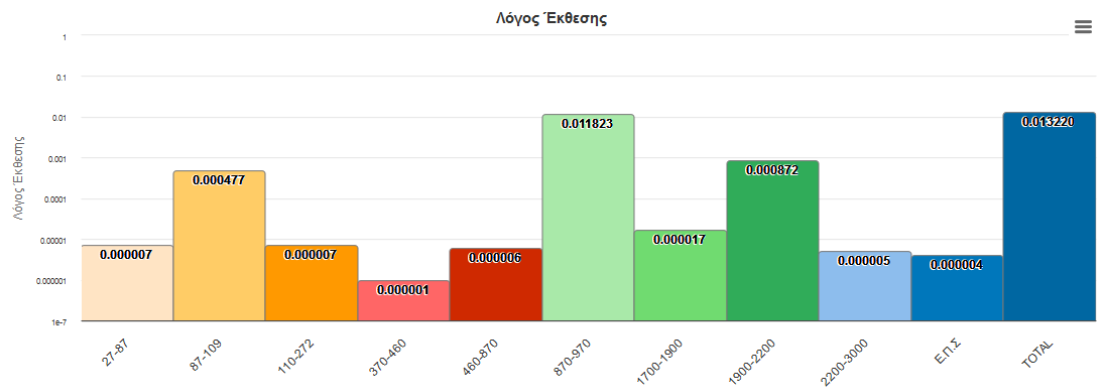
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



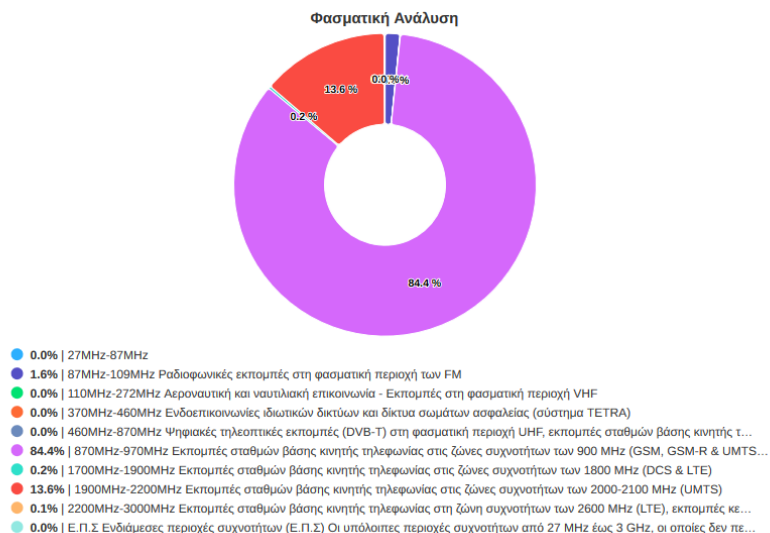
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

Κωδικός Αριθμός ΕΕΤΤ : 1405060

Κάτοχος: COSMOTE Α.Ε.

Κωδική Ονομασία: ΑΙΓΙΟ

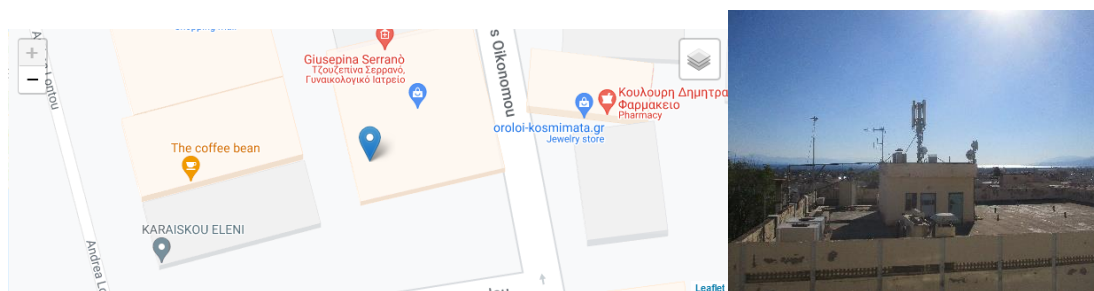
Διεύθυνση: ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΚΤΙΡΙΟ ΟΤΕ

Περιφερειακή ενότητα: ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος: ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ

Δημοτική ενότητα: ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΙΓΙΟΥ

ΤΚ: 25100



**Μέτρηση στις 08/09/2022**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ

Τίτλος : ΑΙΓΙΟ

Εταιρία : COSMOTE Α.Ε.

Κατηγορία : Σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας

Συντεταγμένες : 38.2503986857, 22.0883168938

Διεύθυνση : ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΚΤΙΡΙΟ ΟΤΕ

Περιφέρεια : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Περιφερειακή Ενότητα : ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΧΑΪΑΣ

Δήμος : ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΙΑΛΕΙΑΣ

Δημοτική Ενότητα : ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΙΓΙΟΥ

Δημοτική Τοπική Κοινότητα : Δημοτική Κοινότητα Αιγίου

Ταχ. Κωδικός : 25100, ΑΙΓΙΟΝ

## **ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία ALFA Measurements διαπιστώθηκε ότι σε ταράτσα διώροφου κτιρίου ΟΤΕ, στη συμβολή των οδών Μητροπόλεως & Θεοδώρου, στο δήμο Αιγιαλείας, στο νομό Αχαΐας, υπάρχει εγκατεστημένος σταθμός βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας Cosmote καθώς και σταθμός κεραιών άλλων υπηρεσιών. Αναλυτικότερα αναφέρεται για τον σταθμό βάσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας Cosmote, ότι διαπιστώθηκε η ύπαρξη μίας μικροκυματικής ζεύξης και 3 κατευθυντικών κεραιοδιατάξεων τύπου panel αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας, σε ιστό ύψους περίπου 6 μέτρων.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

### Σημείο 1

Στο μπαλκόνι τετάρτου ορόφου, επί της οδού Κωνσταντίνου Θεοδώρου 1, σε οριζόντια απόσταση 22 μέτρων περίπου, ΝΔ του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

### Σημείο 2

Στο μπαλκόνι τετάρτου ορόφου, επί της οδού Κωνσταντίνου Θεοδώρου 3, σε οριζόντια απόσταση 31 μέτρων περίπου, ΒΔ του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

### Σημείο 3

Σε ταράτσα πενταόροφου κτιρίου επί της οδού Κωνσταντίνου Θεοδώρου 8, σε οριζόντια απόσταση 60 μέτρων περίπου, βόρεια του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

### Σημείο 4

Στο επίπεδο του δρόμου, επί της οδού Δεσποτοπούλου 9, σε οριζόντια απόσταση 40 μέτρων περίπου, ανατολικά του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

#### Σημείο 5

Στην Πλατεία Παναγίας Φανερωμένης, σε οριζόντια απόσταση 44 μέτρων περίπου, νότια του υπό μέτρηση σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας.

#### Σημείο 6

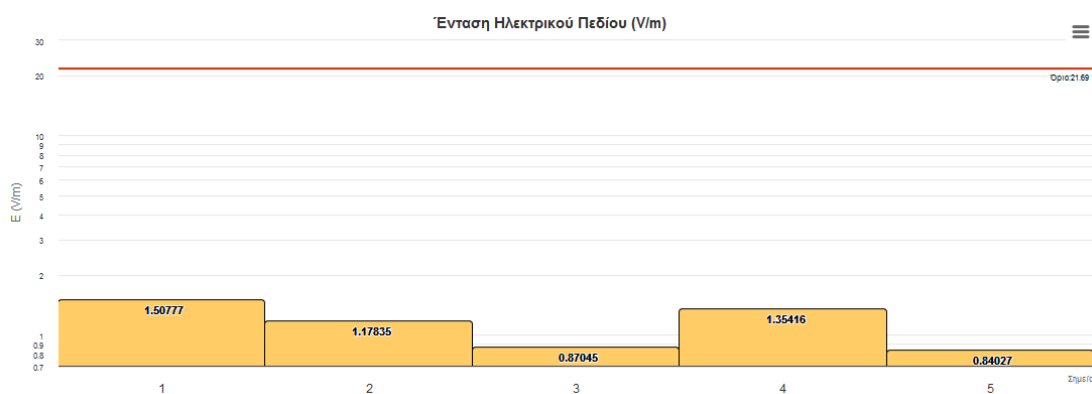
Στα διώροφα κτίρια επί των οδών Δεσποτοπούλου 6, 7, 8 και 9. «Δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση.»

#### Σημείο 7

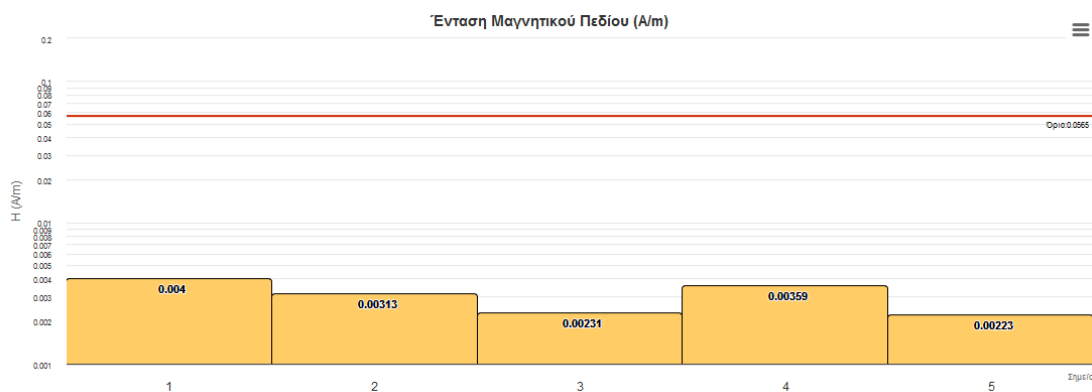
Στη μονοκατοικία επί της οδού Δεσποτοπούλου 10. «Δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση.»

#### Σημείο 8

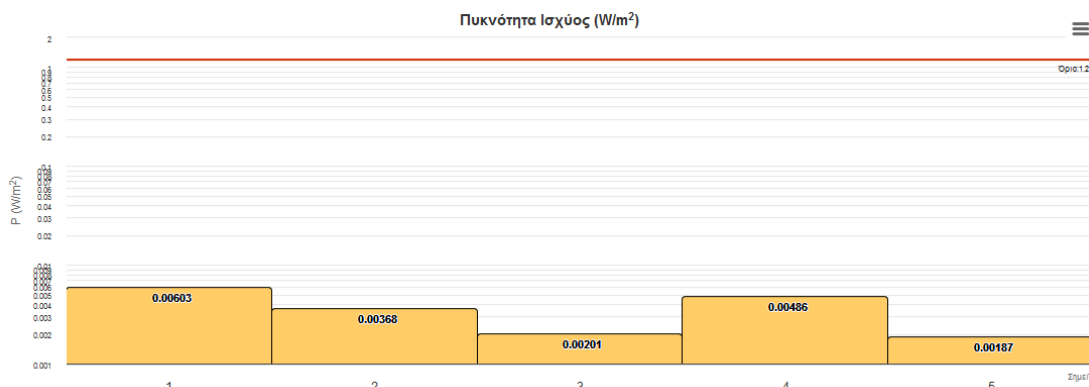
Στο διώροφο κτίριο επί της οδού Μητροπόλεως 41. «Δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση.»



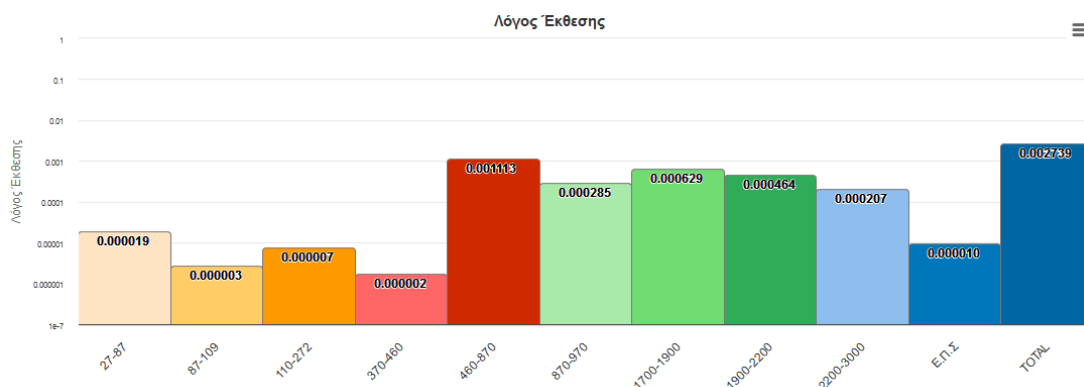
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

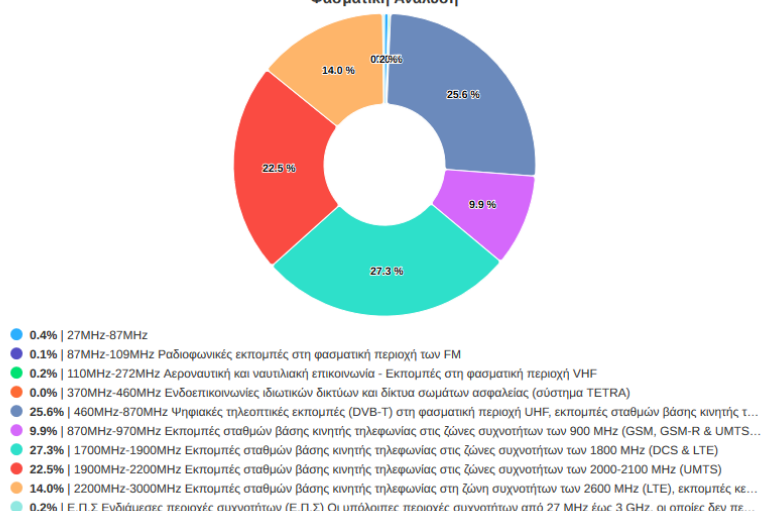


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.

Φασματική Ανάλυση



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1

## Μέτρηση στις 11/11/2015

### ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

#### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία ALFA Measurements διαπιστώθηκε ότι στην οροφή της απόληξης του κτιρίου ΟΤΕ στην οδό Μητροπόλεως Θεοδώρου, στο δήμο Αιγιαλείας, στο νομό Αχαΐας, υπάρχουν εγκατεστημένες κεραιοδιατάξεις αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας COSMOTE - Κινητές Τηλεπικοινωνίες Α.Ε. Αναλυτικότερα αναφέρεται ότι στην εν λόγω θέση διαπιστώθηκε η ύπαρξη 1 μικροκυματικής ζεύξης και 3 κατευθυντικών κεραιοδιατάξεων τύπου panel αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας, σε κατασκευή ύψους περίπου 5 μέτρων.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

#### Σημείο 1

Επί του εδάφους, σε προαύλιο χώρο εκκλησίας, σε απόσταση 40 μέτρων περίπου, νότια της υπό μέτρηση κεραίας.

#### Σημείο 2

Σε ταράτσα τετραόροφου κτιρίου στη ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΥ 4, σε απόσταση 60 μέτρων περίπου, ΝΔ της υπό μέτρηση κεραίας.



### Σημείο 3

Σε ταράτσα τετραόροφου κτιρίου στη ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΥ 2 , σε απόσταση 45 μέτρων περίπου, ΝΔ της υπό μέτρηση κεραίας.

### Σημείο 4

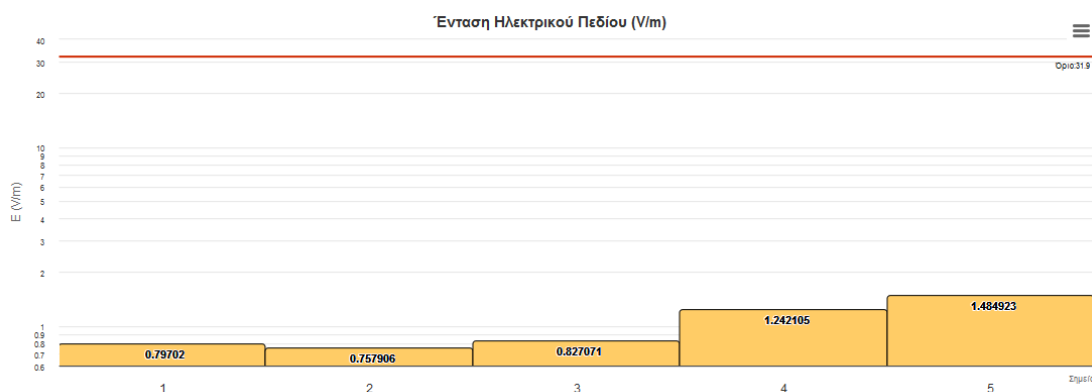
Σε ταράτσα μονοκατοικίας στη ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ 41 ΚΑΙ ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ , σε απόσταση 30 μέτρων περίπου, ΝΑ της υπό μέτρηση κεραίας.

### Σημείο 5

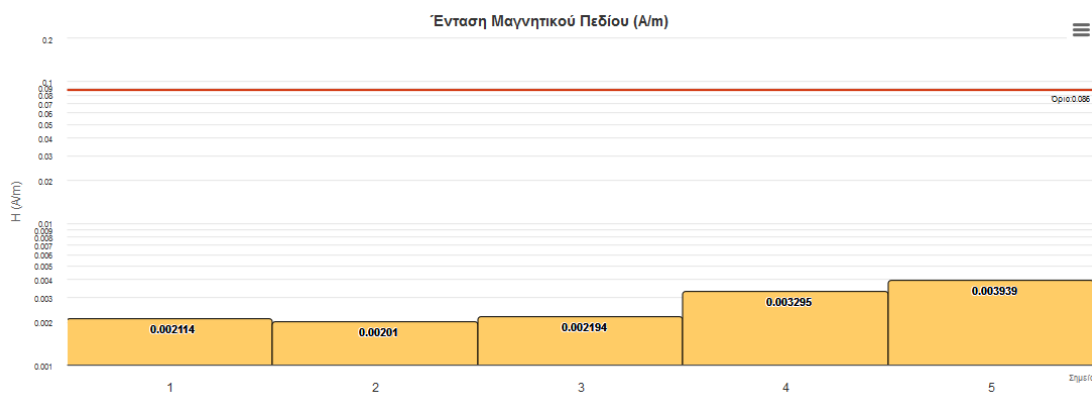
Σε ταράτσα μονοκατοικίας στη ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ ΚΑΙ ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ , σε απόσταση 35 μέτρων περίπου, ΝΑ της υπό μέτρηση κεραίας.

### Σημείο 6

Στο κτίριο επί της οδού Θεοδώρου 2 «Δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση.»

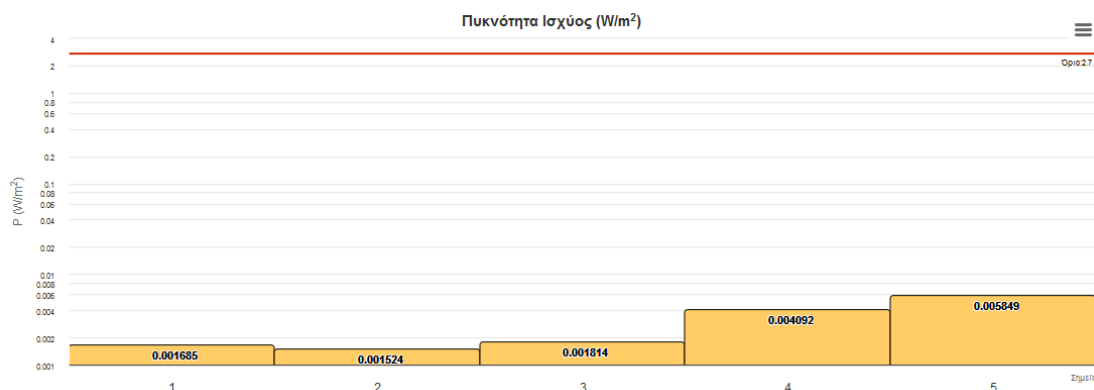


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

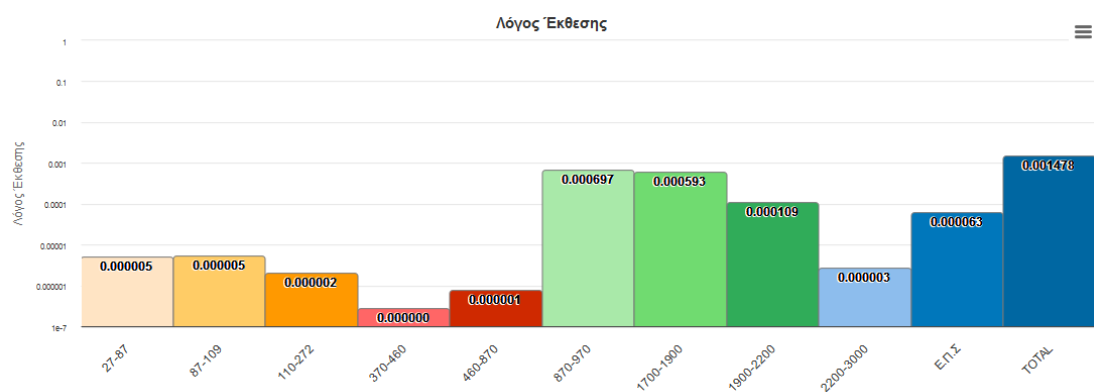


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο

αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

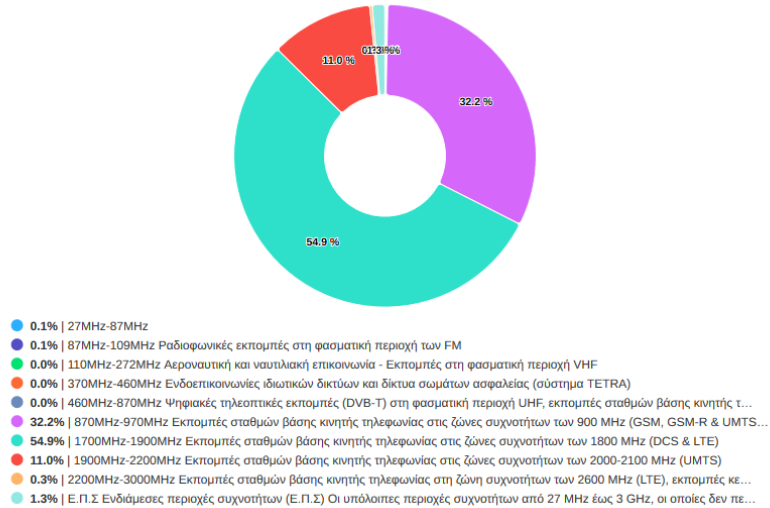


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 5 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.

Φασματική Ανάλυση



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 5

### Μέτρηση στις 16/10/2009

#### ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

##### Περιγραφή σταθμού

Κατόπιν αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία ΦΑΣΜΕΤΡΙΚΣ ΕΠΕ, διαπιστώθηκε ότι επί των οδών ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ και ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΥ, στο ΑΙΓΙΟ του νομού ΑΧΑΪΑΣ πάνω σε τοπικό κτήριο ΟΤΕ ΑΕ, βρίσκονται εγκατεστημένες τρεις κατευθυντικές κεραιοδιατάξεις αναμετάδοσης κινητής τηλεφωνίας της εταιρείας Cosmote ΑΕ ύψους περίπου δύο μέτρων. Επίσης διαπιστώθηκε και μια μικροκυματική ζεύξη η οποία εξυπηρετεί την εγκατάσταση.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ακόλουθα σημεία περιμετρικά του σταθμού:

##### Σημείο 1

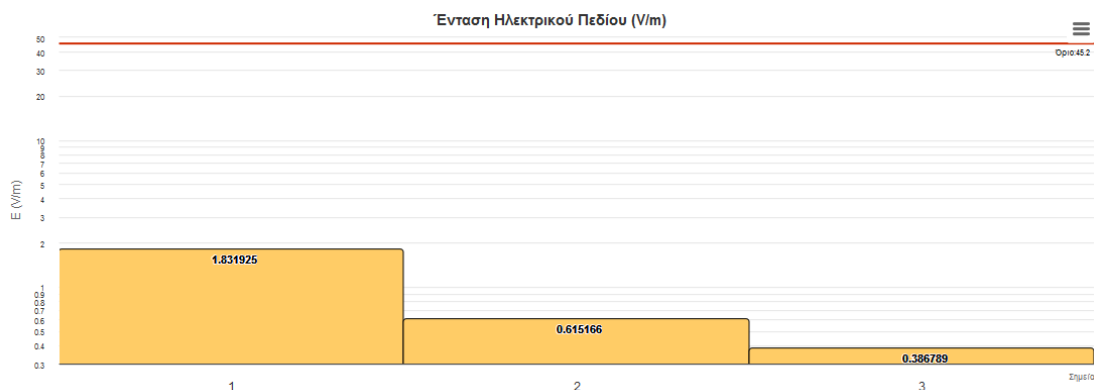
Επί των οδών Μητροπόλεως και Κωνσταντίνου Θεοδώρου στην ταράτσα του κτιρίου ΟΤΕ ΑΕ που βρίσκεται σε ευθεία απόσταση 9 περίπου μέτρων νότια από την υπό μέτρηση κεραία.

##### Σημείο 2

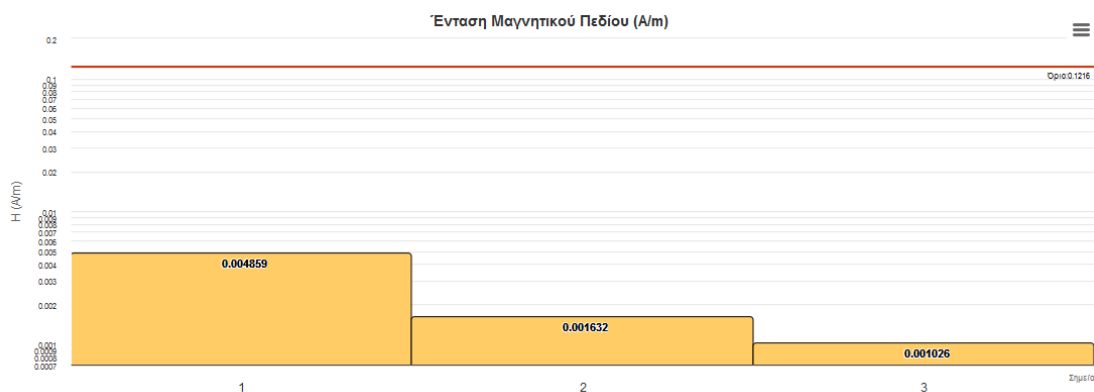
Επί της οδού Κωνσταντίνου Θεοδώρου 3 στο επίπεδο του δρόμου, που βρίσκεται σε ευθεία απόσταση 32 περίπου μέτρων βορειοδυτικά από την υπό μέτρηση κεραία.

##### Σημείο 3

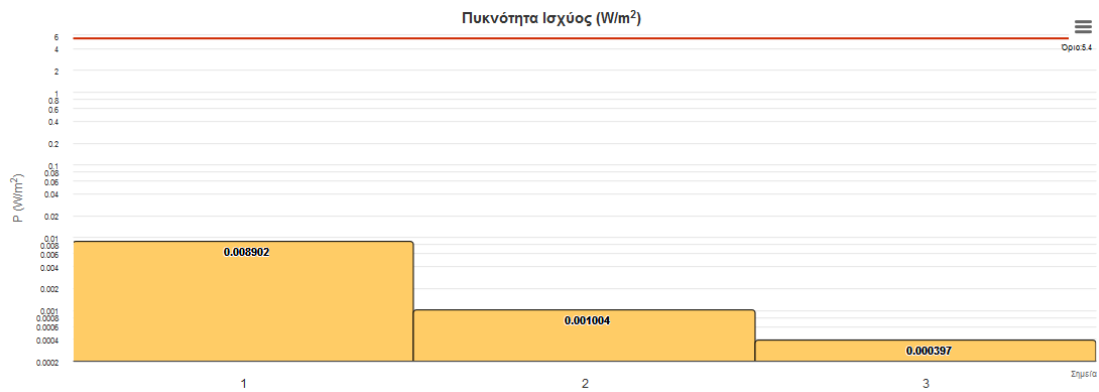
Στον προαύλιο χώρο της εκκλησίας Φανερωμένης στο επίπεδο του δρόμου, που βρίσκεται σε ευθεία απόσταση 51 περίπου μέτρων νοτιοδυτικά από την υπό μέτρηση κεραία.



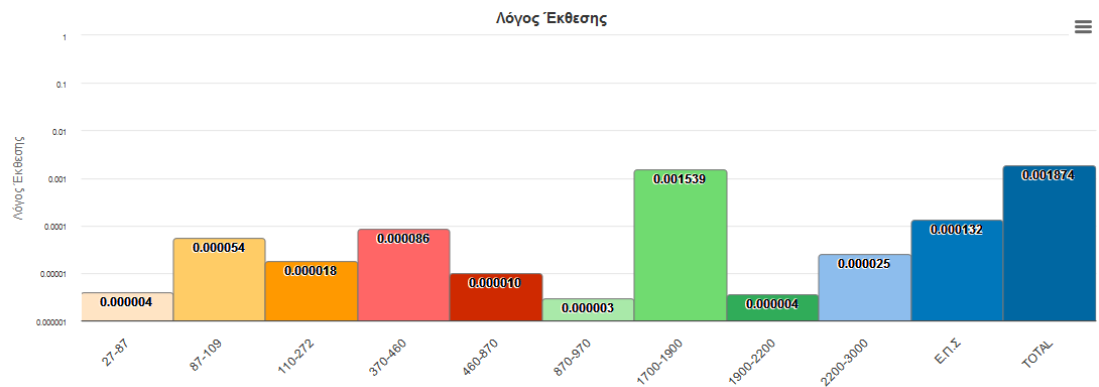
Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η ένταση του μαγνητικού πεδίου στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.

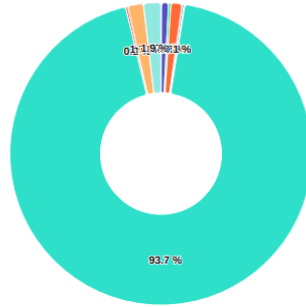


Στο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα η πυκνότητα ισχύος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Το απεικονιζόμενο όριο αντιστοιχεί στο «αυστηρότερο» όριο – αριθμητικά μικρότερο όριο – των περιοχών συχνοτήτων όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα “πίτας”.



Στο διάγραμμα παρουσιάζεται ο λόγος έκθεσης της μετρούμενης τιμής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στις φασματικές περιοχές του Πίνακα 3.1 για το σημείο μέτρησης 1 στο οποίο καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και ο αντίστοιχος συνολικός λόγος έκθεσης (τελευταία δεξιά στήλη) Το όριο του λόγου έκθεσης για κάθε φασματική περιοχή, καθώς και του συνολικού, είναι η τιμή 1.

### Φασματική Ανάλυση



- 0.1% | 27MHz-87MHz
- 0.8% | 87MHz-109MHz Ραδιοφωνικές εκπομπές στη φασματική περιοχή των FM
- 0.3% | 110MHz-272MHz Αεροναυτική και ναυτιλιακή επικοινωνία - Εκπομπές στη φασματική περιοχή VHF
- 1.2% | 370MHz-460MHz Ενδοεπικοινωνίες ιδιωτικών δικτύων και δίκτυα σωματίων ασφαλείας (σύστημα TETRA)
- 0.2% | 460MHz-870MHz Ψηφιακές τηλεοπτικές εκπομπές (DVB-T) στη φασματική περιοχή UHF, εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τ...
- 0.1% | 870MHz-970MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στις ζώνες συχνοτήτων των 900 MHz (GSM, GSM-R & UMTS...
- 93.7% | 1700MHz-1900MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στις ζώνες συχνοτήτων των 1800 MHz (DCS & LTE)
- 0.2% | 1900MHz-2200MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στις ζώνες συχνοτήτων των 2000-2100 MHz (UMTS)
- 1.7% | 2200MHz-3000MHz Εκπομπές σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας στη ζώνη συχνοτήτων των 2600 MHz (LTE), εκπομπές κε...
- 1.9% | Ε.Π.Σ Ενδιάμεσες περιοχές συχνοτήτων (Ε.Π.Σ) Οι υπόλοιπες περιοχές συχνοτήτων από 27 MHz έως 3 GHz, οι οποίες δεν πε...

Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η ανάλυση της μετρούμενης πυκνότητας ισχύος σε φασματικές περιοχές στο σημείο μέτρησης 1.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [http://www.eeae.gr/gr/docs/president/\\_xamilosixna.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_xamilosixna.pdf), (ΕΕΑΕ-ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)
2. ICNIRP. (2018, July 11). *ICNIRP- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*. Ανάκτηση από <https://www.icnirp.org>:  
[https://www.icnirp.org/cms/upload/consultation\\_upload/ICNIRP\\_RF\\_Guidelines\\_PCD\\_2018\\_07\\_11.pdf](https://www.icnirp.org/cms/upload/consultation_upload/ICNIRP_RF_Guidelines_PCD_2018_07_11.pdf)
3. WHO-Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health
4. World Health Organization. (2002). IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS. VOLUME 80. NON-IONIZING RADIATION, PART 1: STATIC AND EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS. IARC Press, 445
5. World Health Organization. (2007). World Health Organization. Ανάκτηση από <https://www.who.int>:  
[https://www.who.int/peh-emf/publications/Completing\\_DEC\\_2007.pdf](https://www.who.int/peh-emf/publications/Completing_DEC_2007.pdf)
6. World Health Organization. (2019, Μάρτιος 31). World Health Organization. Ανάκτηση από <https://www.who.int>:  
<https://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/en/>
7. Δρόσος, Ν. <http://library.tee.gr>. Ανάκτηση από Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος: [http://library.tee.gr/digital/kma/kma\\_m1354/kma\\_m1354\\_drosos.pdf](http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1354/kma_m1354_drosos.pdf)
8. ΕΕΤΤ (2008) *Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία. Τα επιστημονικά δεδομένα*. Διαθέσιμο: [https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh\\_Entypo\\_3.pdf](https://www.eett.gr/wp-content/uploads/2008/06/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf) ημερομηνία ανάκτησης: 24-08-2023
9. ΕΕΑΕ (2023) *Συγκεντρωτικά στοιχεία για τους επί τόπου ελέγχους και μετρήσεις των επιπέδων των υψίσυχων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον σταθμών κεραιών σε όλη τη χώρα κατά το έτος 2022*. Διαθέσιμο : [https://eeae.gr/files/EEAE\\_EMF\\_report\\_2022.pdf](https://eeae.gr/files/EEAE_EMF_report_2022.pdf) ημερομηνία ανάκτησης: 04-10-2023

10. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, & ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ,. (2013, Ιούνιος 26). ΟΔΗΓΙΑ 2013/35/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 21.
11. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, & ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ. (2004, Απρίλιος 29). ΟΔΗΓΙΑ 2004/40/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 26
12. Εφημερίς της κυβέρνησεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 512, 25 Απριλίου 2002
13. Ράπτης, Ν. (2004). Για τις επιπτώσεις από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία του ηλεκτρικού ρεύματος. Ελευθεροτυπία.
14. Τσιανάκας, Δ., (2005), Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία γραμμών, υποσταθμών και συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας ως περιβαλλοντικοί παράγοντες. Διαθέσιμο: <https://docplayer.gr/3734941-Ta-ilektrika-kai-magnitika-pedia-grammon-ypostathmon-kai-syskeyon-ilektrikis-energeias-os-perivallontikoi-paragontes.html>
15. Τσιμπούκης, Θ. Δ. (2014). Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο- Βασική θεωρία και εφαρμογές. Θεσσαλονίκη- Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.