ΕΘΝΙΚΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος
Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Πατριάρχου Γρηγορίου και Νεαπόλεως, Αγία Παρασκευή, Τ.Θ 60092, Τ.Κ. 15310
e-mail: efthymios.karabetsos@eeae.gr

Περίληψη

Το Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων (ΕΠΗΠ) έχει ως αντικείμενο τον διαρκή έλεγχο της τήρησης των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού στα υψίσυχνα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όπως αυτά καθορίζονται από την ισχύουσα νομοθεσία. Η λειτουργία του που αποτελεί αρμοδιότητα της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), βασίζεται σε ένα δίκτυο σταθερών και κινητών σταθμών μέτρησης της υψίσυχνης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και παρέχει άμεση πρόσβαση του κοινού στα αποτελέσματα των μετρήσεων. Οι υποδομές που αποτελούν αντικείμενο ελέγχου του εν λόγω δικτύου είναι αυτές που εκπέμπουν στην περιοχή συχνοτήτων 100 kHz - 7 GHz, αδειοδοτούμενες και μη, όπως τα δίκτυα ασύρματων επικοινωνιών κάθε είδους, οι σταθμοί κεραιών ραδιοφωνίας και τηλεόρασης, κ.λ.π. Το βασικό χαρακτηριστικό που καθιστά το Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων μοναδικό σε σχέση με παρόμοια δίκτυα της Ελλάδας και του εξωτερικού, είναι το μέγεθός του και η τεχνική υπεροχή του εξοπλισμού που χρησιμοποιεί.
Η λειτουργία του Παρατηρητηρίου βασίζεται:

- στην εγκατάσταση και λειτουργία 500 σταθερών σταθμών μέτρησης των υψίσυχνων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σε όλη τη χώρα (480 ευρυζωνικοί σταθμοί και 20 συχνοεπιλεκτικοί σταθεροί σταθμοί)
- στη λειτουργία 13 συχνοεπιλεκτικών κινητών σταθμών μέτρησης (επί ειδικά διαμορφωμένων οχημάτων)
- στην ανάπτυξη και λειτουργία ενός κέντρου συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων μέτρησης και στην ανάπτυξη ενός δικτύου διασύνδεσης των σταθμών μέτρησης με το κέντρο δεδομένων
- στην ανάπτυξη ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών, στο οποίο προβάλλονται οι σταθμοί μέτρησης καθώς και τα αποτελέσματα των μετρήσεων
- στην ανάπτυξη και λειτουργία μιας διαδικτυακής πύλης για την προβολή όλων των πληροφοριών και των δεδομένων μέτρησης και την παροχή ψηφιακών υπηρεσιών στο κοινό (https://paratiritirioemf.eeae.gr/).

Οι τεχνικές προδιαγραφές του ΕΠΗΠ βασίζονται σε διεθνείς σχετικές συστάσεις, καθώς και σε πρότυπα και οδηγίες που έχουν εκδώσει διεθνείς οργανισμοί, όπως η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU), κ.ά.
Επίσης, παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των σταθμών μέτρησης του ΕΠΗΠ κατά το δεύτερο έτος λειτουργίας του (2017) και εξάγονται συμπεράσματα για τα επίπεδα έκθεσης του γενικού πληθυσμού στην Ελλάδα σε υψίσυχνα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που εκπέμπονται από όλα τα είδη σταθμών κεραιών.

Λέξεις-Κλειδιά: μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, δίκτυο μέτρησης, έκθεση του κοινού

Abstract

At the end of 2015, the operation of the National Observatory of Electromagnetic Fields (established by law in 2012) has started. The National Observatory of Electromagnetic Fields is a network of 500 fixed (480 broadband and 20 frequency selective) and 13 mobile (vehicle mounted frequency selective) measurement stations throughout Greece that continuously monitor the EMF levels from all kinds of antenna stations in the frequency range 100 kHz - 7 GHz. The results of this national monitoring network which is operated and controlled by the Greek Atomic Energy Commission (EEAE), are presented through an interactive web portal (https://paratiritirioemf.eeae.gr), in which data are constantly updated with the latest station measurements.

This paper presents the operational aspects and the measurement results of the second year of operation (2017) of the National Observatory of Electromagnetic Fields. The measurement results revealed that all values were well below the reference levels for general public exposure, as defined by the greek legislation. It also highlights the technical details for the operation of this measuring network as well as quality control procedures for the acquired results, and its technical regulation that defines the responsibilities of the municipal authorities that are involved in the operation of this network, the criteria for choosing the sites for the fixed monitoring stations and details concerning the presentation of results and the provision of services to the involved stakeholders and the public.

Keywords: electromagnetic fields measurements, telemetric network, general public's exposure

1. Εισαγωγή

Το Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων (ΕΠΗΠ) έχει ως αντικείμενο τον διαρκή και αξιόπιστο έλεγχο της τήρησης των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όπως αυτά καθορίζονται από την ισχύουσα νομοθεσία. Η λειτουργία του βασίζεται σε ένα δίκτυο σταθερών και κινητών σταθμών μέτρησης της υψίσυχνης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και παρέχει άμεση (on-line) πρόσβαση του κοινού στα αποτελέσματα των μετρήσεων. Οι υποδομές που αποτελούν αντικείμενο ελέγχου του εν λόγω δικτύου είναι αδειοδοτούμενες και μη, όπως τα δίκτυα ασύρματων επικοινωνιών κάθε είδους και οι σταθμοί κεραιών ραδιοφωνίας και τηλεόρασης. Με το ΕΠΗΠ ελέγχεται η συνολική έκθεση του κοινού στα υψίσυχνα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που εκπέμπονται από όλα τα είδη σταθμών κεραιών.

Το ΕΠΗΠ τέθηκε σε πιλοτική λειτουργία τον Οκτώβριο του 2015. Το έργο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με τη χρηματοδότηση του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ψηφιακή Σύγκλιση». Για την υλοποίηση του έργου είχε συναφθεί σχετική Προγραμματική Συμφωνία μεταξύ της Γενικής Γραμματείας Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων (νυν Υπουργείου Ψηφιακής Πολιτικής, Τηλεπικοινωνιών και Ενημέρωσης, κύριος του έργου), της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (φορέας λειτουργίας) και της ΚτΠ ΑΕ (αναθέτουσα αρχή). Ανάδοχος του έργου ήταν η εταιρεία Space Hellas A.E.

Η νομοθεσία που διέπει τη λειτουργία του είναι η ακόλουθη:

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων

α) Το άρθρο 22 «Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων» του Νόμου 4053 (ΦΕΚ 44/Α/7-3-2012),
β) Η ΚΥΑ υπ' αριθμ. οικ. 65977/974/Φγ61 «Οργάνωση, εγκατάσταση, ανάπτυξη, επέκταση, συντήρηση και λειτουργία του Εθνικού Παρατηρητηρίου Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων» (ΦΕΚ 3260/Β/20-12-2013),
γ) Η ΚΥΑ υπ' αριθμ. οικ. 29179/340/Φγ61 «Κανονισμός Λειτουργίας του Εθνικού Παρατηρητηρίου Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων» (ΦΕΚ 1275/Β/20-5-2014).
Η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα όπου η ίδρυση και ο κανονισμός λειτουργίας του Παρατηρητηρίου, καθώς και όλοι οι όροι για την οργάνωση, τη λειτουργία, την ανάπτυξη, τη χρηματοδότηση, τη συντήρηση και την επέκτασή του έχουν επικυρωθεί νομοθετικά [ΚΥΑ οικ. 65977/974/Φγ61 (2013), ΚΥΑ 29179/340/Φγ61 (2014), Νόμος 4053 (2012)].

Οι τεχνικές προδιαγραφές του ΕΠΗΠ βασίζονται σε διεθνείς σχετικές συστάσεις, καθώς και σε πρότυπα και οδηγίες που έχουν εκδώσει διεθνείς οργανισμοί, όπως η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών [ITU (2013)]. Το βασικό χαρακτηριστικό που καθιστά μοναδικό το ΕΠΗΠ σε σχέση με παρόμοια δίκτυα της Ελλάδας και του εξωτερικού, είναι το εξαιρετικά μεγάλο μέγεθός του και η τεχνική υπεροχή του εξοπλισμού που χρησιμοποιεί.

Παγκοσμίως έχουν λειτουργήσει τηλεμετρικά δίκτυα μέτρησης των υψίσυχνων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σε είκοσι χώρες, οι οποίες είναι οι Αργεντινή, Κολομβία, Εκουαδόρ, Αίγυπτος, Ελ Σαλβαδόρ, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ιταλία [Francesco Troisi et al. (2008)], Κορέα, Ρουμανία, Πορτογαλία, Σλοβενία, Ισπανία, Τουρκία, Ουρουγουάη, Ελβετία, Ισπανία, Μάλτα και το Ηνωμένο Βασίλειο. Εκτός του ΕΠΗΠ, επί του παρόντος ενεργά είναι έξι τηλεμετρικά δίκτυα μέτρησης των υψίσυχνων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, στη Γερμανία, την Ουγγαρία, την Ισπανία, την Ρουμανία και δύο στην Ελλάδα [Philip Constantinou et al. (2008), John N. Sahalos el al. (2012)], ενώ στοιχεία υπάρχουν για ακόμα τρία τηλεμετρικά δίκτυα των οποίων η λειτουργία έχει διακοπεί. Σχετική αναφορά γίνεται και στην ITU-T, K.83 Amendment 1 [ITU (2014)]. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία που έχει συγκεντρώσει η ΕΕΑΕ σχετικά με τα ανωτέρω τηλεμετρικά δίκτυα.

Πίνακας 1: Δίκτυα μέτρησης υψίσυχνων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον κόσμο

Χώρα	**Φορέας λειτουργίας**	**Website**	**Πλήθος τοποθεσιών**	**Πλήθος σταθμών**	**Διάρκεια λειτουργίας**	**Τύπος Μετρήσεων**	**Εύρος τιμών αποτελεσμάτων**
Εκουαδόρ	SUPERTEL	http://suptel-rni.supertel.gob.ec/gmap/ecuador.html	12	12	2012-2015	Συνεχείς	0,5 - 4,5 V/m
Γερμανία	Federal Network Agency	http://emf3.bundesnetzagentur.de/ams.html	>100	14	2007-σήμερα	Συνεχείς	0,012~ 0,063% ορίων (0,1 - 0,6 V/m)
Ουγγαρία	National Media and Communications Authority (NMIA)	http://emirpub-prod.nmhh.hu/pubrendszer-web	20	20	2012-σήμερα	Συνεχείς	0,5 - 2 V/m
Ελλάδα	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	http://www.pedion24.ntua.gr/index.jsp	237	100	2006-σήμερα	Συνεχείς	0,3 - 2,8 V/m
Ελλάδα	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	http://www.hermes-program.gr/en/sitemap.aspx	133		2002-σήμερα	Συνεχείς	0,3 - 2,8 V/m
Ισπανία	Generalitat de Catalunya	http://governancaradioelectrica.gencat.cat/en/web/guest/home	300	185	2005-σήμερα	Τοπικές	0,3 - 5 V/m
Ελβετία	ZENTRALSCHWEIZER UMWELTDIREKTIONEN	http://e-smogmessung.ch/i4Def.aspx?tabindex=0&tabid=437	25 έως το 2010, 5 μετά		2000-2016	Συνεχείς	0,5 - 2 V/m

Σλοβενία	Forum EMS	http://www.forum-ems.si/merilna_kampanja_2011.html	~55		2005-2011	Συνεχείς (~1 μήνας/τοποθεσία μετεγκαταστάσεις)	0,3 - 5 V/m
Ρουμανία	ANCOM	http://www.monitor-emf.ro/index.php/en/	50	50	2014-σήμερα	Συνεχείς	0,3 - 5 V/m

2. Τεχνική Περιγραφή

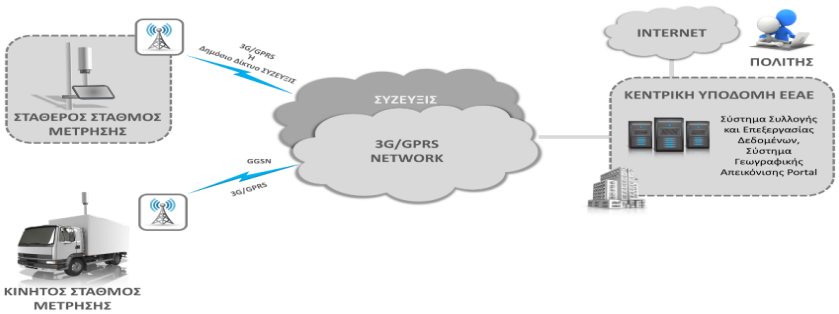
Στα πλαίσιο υλοποίησης του έργου δημιουργήθηκε ένα δίκτυο πεντακοσίων (500) σταθερών σταθμών μέτρησης (480 ευρυζωνικοί σταθμοί και 20 συχνοεπιλεκτικοί σταθεροί σταθμοί), οι οποίοι εγκαταστάθηκαν σε προεπιλεγμένα σημεία σε ολόκληρη τη χώρα. Επιπρόσθετα, έγινε και η προμήθεια δεκατριών (13) κινητών σταθμών και ισάριθμων κατάλληλα διαμορφωμένων οχημάτων, τα οποία φιλοξενούν τον καθένα από αυτούς τους σταθμούς, με σκοπό να αξιοποιηθούν σε ολόκληρη τη χώρα.

Χωροταξικά, οι θέσεις εγκατάστασης όλων των σταθμών επιλέχθηκαν με στόχο την κατά το δυνατόν ομοιογενή κάλυψη της ελληνικής επικράτειας, στοχεύοντας στις περιοχές με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση κατοίκων και εγκατεστημένων κεραιών. Οι σταθεροί σταθμοί εγκαταστάθηκαν στην οροφή δημόσιων κτιρίων. Η εγκατάσταση και η μετεγκατάστασή τους πραγματοποιείται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια [ΚΥΑ 29179/340/Φγ61 (2014)].

ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
Κτίριο ΕΕΑΕ (Συχνοεπιλεκτικός)

ΧΑΝΙΑ
5ο Δημοτικό Σχολείο Χανίων

Φωτογραφία 1: Ενδεικτικές εγκαταστάσεις σταθμών μέτρησης



Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική Δικτύου ΕΠΗΠ

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων

3. Εξοπλισμός και μεθοδολογία μέτρησης

Το σύνολο των σταθμών μέτρησης (σταθερών και κινητών) κατασκευάστηκε από την εταιρεία Narda Safety Test Solutions. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου, λαμβάνονται δύο είδη μετρήσεων: οι ευρυζωνικές (broadband) και οι συχνοεπιλεκτικές (frequency selective). Ο ευρυζωνικός (broadband) σταθμός μέτρησης είναι το μοντέλο AMB-8057-03/G, ενώ ο συχνοεπιλεκτικός (frequency selective) σταθμός μέτρησης είναι το μοντέλο AMS-8061/G (βλ. www.narda-sts.com).

Ο εξοπλισμός μέτρησης στο σύνολό του είναι κατάλληλος για τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση, άνεμος, κλπ.) που μπορεί να ισχύουν στη θέση εγκατάστασης. Για τον σκοπό αυτό, ο εξοπλισμός έχει κατάλληλη προστασία από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, η οποία πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού. Ειδικότερα, οι σταθμοί μέτρησης ακολουθούν την προδιαγραφή προστασίας και αδιαβροχοποίησης IP55.

Οι ευρυζωνικοί σταθμοί μέτρησης πραγματοποιούν μετρήσεις στη ζώνη συχνοτήτων 100 kHz - 7 GHz, καθώς και σε τρεις υπο-περιοχές αυτής που είναι οι εξής: 925 MHz - 960 MHz, 1805 MHz - 1880 MHz και 2110 MHz - 2170 MHz. Οι συχνοεπιλεκτικοί σταθμοί μέτρησης πραγματοποιούν μετρήσεις στις ακόλουθες 20 οριζόμενες από το χρήστη περιοχές συχνοτήτων.

Πίνακας 2: Υπο-περιοχές μέτρησης συχνοεπιλεκτικών σταθμών μέτρησης

Α/Α Υπο-περιοχής Συχνοτήτων	Υπο-περιοχή Συχνοτήτων	Α/Α Υπο-περιοχής Συχνοτήτων	Υπο-περιοχή Συχνοτήτων
1	0,1 MHz - 2 MHz	11	1436 MHz - 1710 MHz
2	2 MHz - 87,5 MHz	12	1710 MHz - 1920 MHz
3	87,5 MHz - 108 MHz	13	1920 MHz - 2170 MHz
4	108 MHz - 174 MHz	14	2170 MHz - 2500 MHz
5	174 MHz - 369 MHz	15	2500 MHz - 2690 MHz
6	369 MHz - 470 MHz	16	2690 MHz - 3400 MHz
7	470 MHz - 790 MHz	17	3400 MHz - 3770 MHz
8	790 MHz - 876 MHz	18	3770 MHz - 5470 MHz
9	876 MHz - 960 MHz	19	5470 MHz - 5725 MHz
10	960 MHz - 1436 MHz	20	5725 MHz - 6000 MHz

Ο εξοπλισμός μέτρησης παρέχει την RMS (μέση τετραγωνική ρίζα) τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου. Οι αισθητήρες του εξοπλισμού πραγματοποιούν μετρήσεις σε τρεις άξονες (x, y, z) παρέχοντας έτσι ισοτροπική απόκριση. Η συχνότητα δειγματοληψίας για όλες τις μετρούμενες ζώνες είναι το 1 δευτερόλεπτο. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για ένα εξάλεπτο και υπολογίζεται η ενεργός μέση τιμή για το διάστημα του εξαλέπτου.

Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας των μετρήσεων γίνεται σύμφωνα με τις μεθόδους που αναγράφονται στα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα μετρήσεων EN 50413, EN 50383, καθώς και στο ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995). Ο κάθε παράγοντας αβεβαιότητας καταχωρείται σε πίνακα ισοζυγίου αβεβαιότητας με το όνομά του, την κατανομή πιθανότητας, το συντελεστή ευαισθησίας και την τιμή του. Η διευρυμένη αβεβαιότητα υπολογίζεται ώστε να αντιστοιχεί σε διάστημα εμπιστοσύνης 95%, ενώ σύμφωνα με την παρ. 9 της ITU K.83 [ITU (2013)], για αυτό το διάστημα εμπιστοσύνης η αβεβαιότητα πρέπει να είναι $\leq$ 4dB.

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων

Σύμφωνα με το άρθρο 6 της Υπ' Αριθ. οικ. 65977/974/Φγ61 Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΦΕΚ 3260/Β/20-12-2013), η καλή και ορθή λειτουργία του εξοπλισμού του ΕΠΗΠ ελέγχεται περιοδικά, από συνεργεία της ΕΕΑΕ μέσω κατάλληλων μεθόδων. Τα αποτελέσματα των συγκριτικών μετρήσεων δημοσιεύονται στη δικτυακή πύλη του ΕΠΗΠ.

Για τους ανωτέρω ελέγχους καλής λειτουργίας χρησιμοποιούνται τα συχνοεπιλεκτικά φορητά συστήματα μετρήσεων SRM – 3006, της εταιρείας Narda Safety Test Solutions και EME Spy 200, της εταιρείας SATIMO.

4. Περιγραφή των δεδομένων μέτρησης

Τα δεδομένα μέτρησης αφορούν το έτος 2017 και προέκυψαν από τις μέσες ημερήσιες τιμές των εξάλεπτων μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε 484 θέσεις εγκατάστασης ευρυζωνικών σταθμών μέτρησης (συμπεριλαμβάνονται και οι θέσεις που προέκυψαν από μετεγκαταστάσεις). Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα φάση μόνο τα δεδομένα των ευρυζωνικών σταθμών μέτρησης, οι οποίοι αποτελούν και την συντριπτική πλειοψηφία των σταθμών του δικτύου του ΕΠΗΠ. Για τους ευρυζωνικούς σταθμούς χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις ευρείας ζώνης (100 kHz - 7 GHz), καθώς και οι μετρήσεις στις τρεις υπο-περιοχές αυτής: 925 MHz – 960 MHz (υπηρεσία GSM 900), 1805 MHz - 1880 MHz (υπηρεσία GSM 1800), 2110 MHz - 2170 MHz (υπηρεσία UMTS). Σημειώνεται ότι στις εν λόγω φασματικές περιοχές παρέχονται οι προαναφερθείσες υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα.

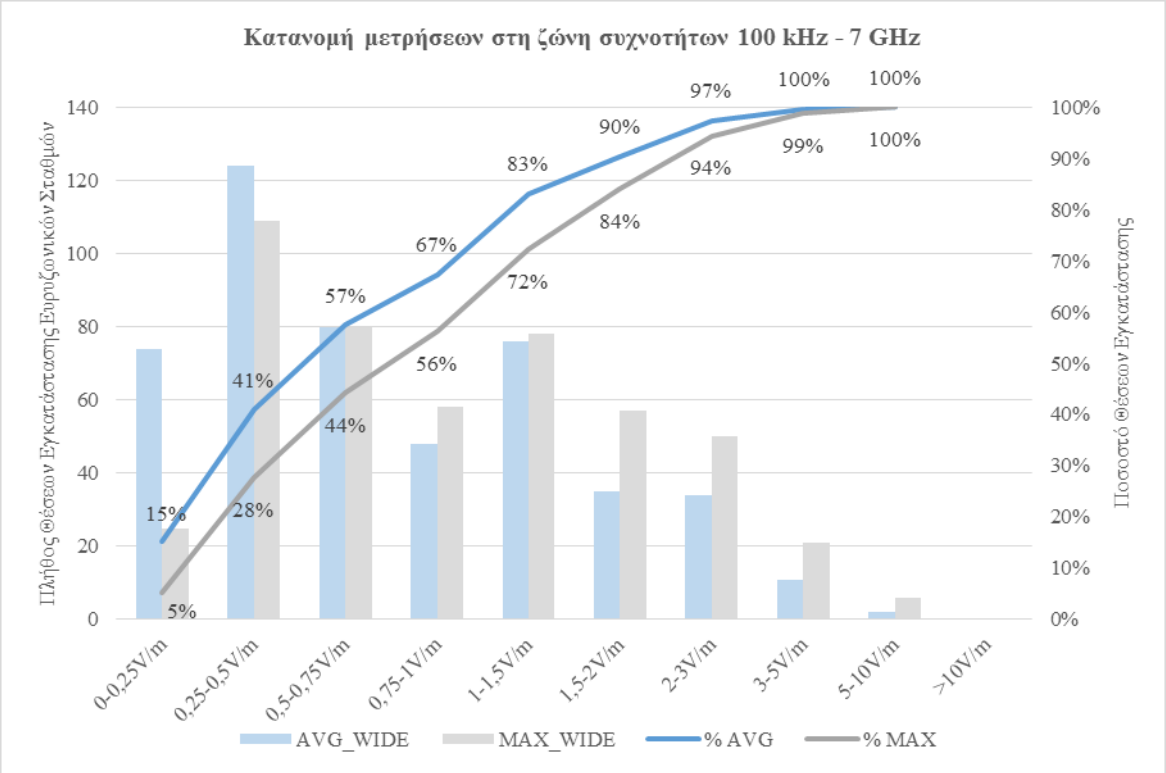
Το μέγεθος που καταγράφεται από τους σταθμούς μέτρησης είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου E (με μονάδα μέτρησης V/m). Για κάθε θέση μέτρησης και για όλο το 2017 συγκεντρώνονται οι μέσες ημερήσιες τιμές των εξάλεπτων μετρήσεων. Έτσι προκύπτουν ≤365 τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου για κάθε θέση μέτρησης (ο αριθμός των μέσων ημερησίων τιμών για κάποιους σταθμούς ενδέχεται να είναι μικρότερος από 365, καθώς υπάρχει η πιθανότητα, λόγω βλάβης ή δυσλειτουργίας, τους ορισμένοι σταθμοί να μην έχουν καταγράψει μετρήσεις για μία η περισσότερες ημέρες του έτους). Από τις τιμές αυτές εξάγεται για κάθε θέση μέτρησης η ετήσια μέση τιμή της έντασης ηλεκτρικού πεδίου καθώς και η τυπική απόκλιση αυτής και η μέγιστη μέση ημερήσια τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου κατά τη διάρκεια του έτους (2017).

5. Αποτελέσματα

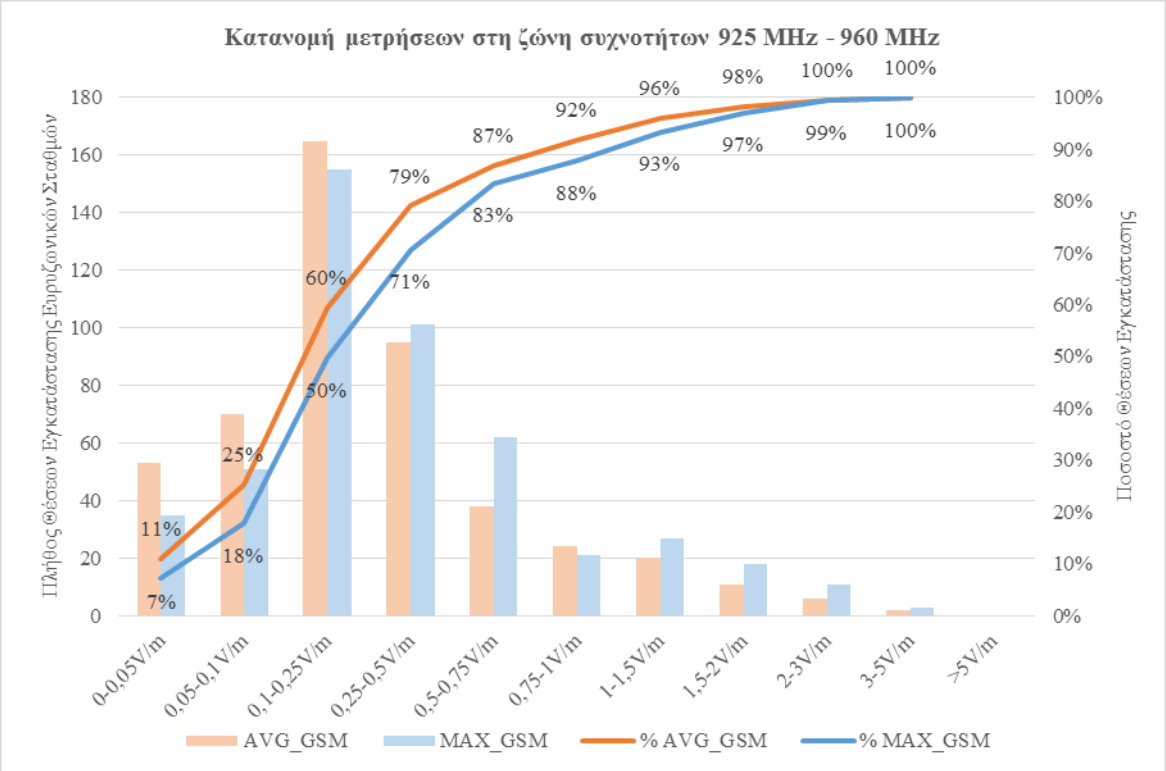
Στα Σχήματα 2 έως και 5 που ακολουθούν παρουσιάζεται η κατανομή των μετρήσεων των ευρυζωνικών σταθμών καθώς και το αθροιστικό % ποσοστό των μετρήσεων εντός επιλεγμένων διαστημάτων έντασης ηλεκτρικού πεδίου, τόσο για τις μετρήσεις ευρείας ζώνης (100 kHz - 7 GHz), όσο και για τις μετρήσεις στις τρεις υπο-περιοχές αυτής: (GSM 900: 925 MHz - 960 MHz, GSM 1800: 1805 MHz - 1880 MHz, UMTS: 2110 MHz - 2170 MHz). Οι κατανομές σε κάθε διάγραμμα αφορούν την ετήσια μέση τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου για κάθε θέση μέτρησης καθώς και τη μέγιστη μέση ημερήσια τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου κατά τη διάρκεια του έτους (2017).

Επισημαίνεται ότι οι ελάχιστες τιμές που καταγράφονται από τους σταθμούς του δικτύου είναι 0,2 V/m για την ευρυζωνική περιοχή και 0,03 V/m για κάθε υπο-περιοχή συχνοτήτων και αντιστοιχούν στην ευαισθησία του εξοπλισμού μέτρησης [ΕΕΑΕ (2018)].

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων

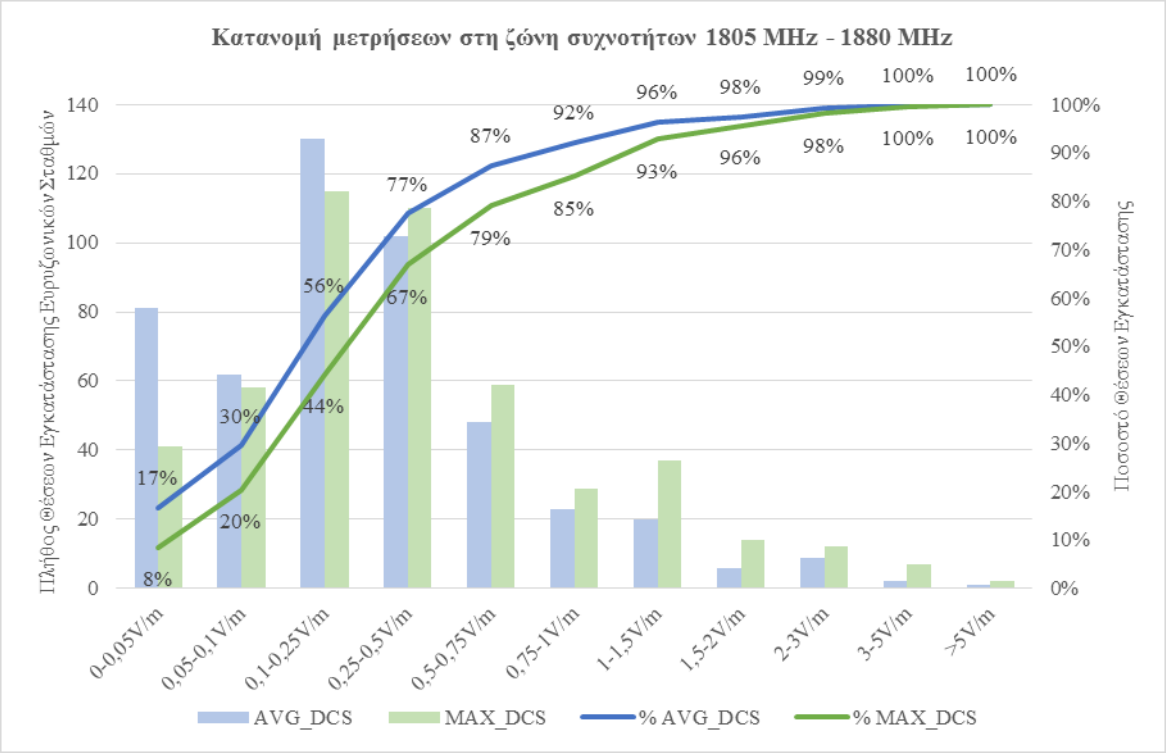


Σχήμα 2: Κατανομή και αθροιστικό % ποσοστό των μετρήσεων εντός επιλεγμένων διαστημάτων έντασης ηλεκτρικού πεδίου (Μετρήσεις ευρείας ζώνης 100 kHz - 7 GHz)

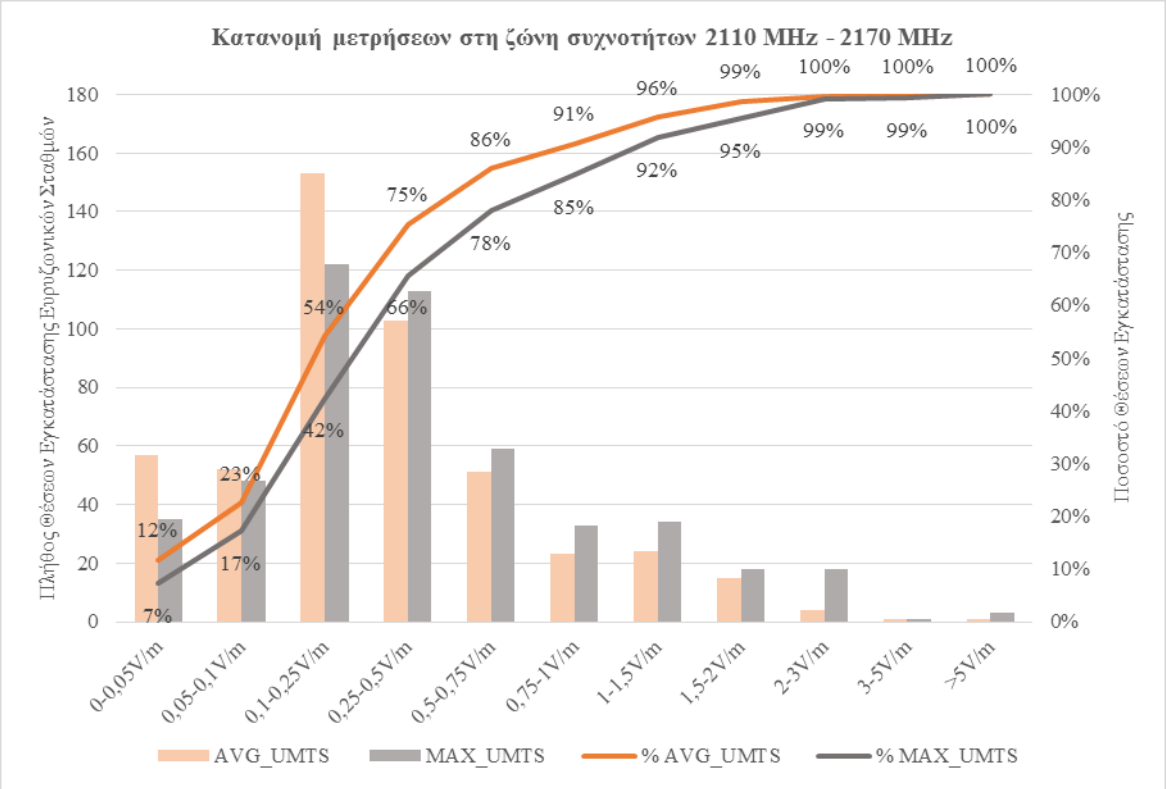


Σχήμα 3: Κατανομή και αθροιστικό % ποσοστό των μετρήσεων εντός επιλεγμένων διαστημάτων έντασης ηλεκτρικού πεδίου (Μετρήσεις υπο-περιοχής συχνοτήτων 925 MHz - 960 MHz)

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων



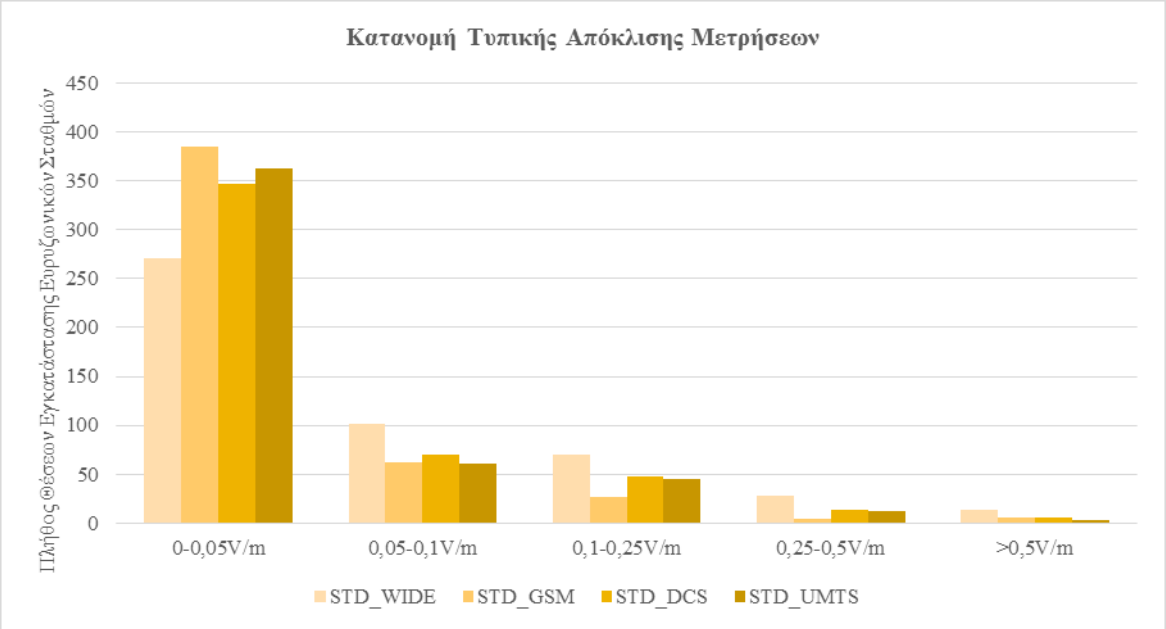
Σχήμα 4: Κατανομή και αθροιστικό % ποσοστό των μετρήσεων εντός επιλεγμένων διαστημάτων έντασης ηλεκτρικού πεδίου (Μετρήσεις υπο-περιοχής συχνοτήτων 1805 MHz - 1880 MHz)



Σχήμα 5: Κατανομή και αθροιστικό % ποσοστό των μετρήσεων εντός επιλεγμένων διαστημάτων έντασης ηλεκτρικού πεδίου (Μετρήσεις υπο-περιοχής συχνοτήτων 2110 MHz - 2170 MHz)

Α. Γιαλόφας, Η. Καραστέργιος, Ε. Καραμπέτσος, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών
Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η κατανομή της τυπικής απόκλισης των ετήσιων μέσων των ημερήσιων μέσων τιμών των μετρήσεων των ευρυζωνικών σταθμών τόσο για τις μετρήσεις ευρείας ζώνης (100 kHz - 7 GHz), όσο και για τις μετρήσεις στις τρεις υπο-περιοχές αυτής: 925 MHz - 960 MHz (υπηρεσία GSM 900), 1805 MHz - 1880 MHz (υπηρεσία GSM 1800), 2110 MHz - 2170 MHz (υπηρεσία UMTS).



Σχήμα 6: Κατανομή της τυπικής απόκλισης των ετήσιων μέσων τιμών εντός επιλεγμένων διαστημάτων έντασης ηλεκτρικού πεδίου

6. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η συγκεντρωτική απεικόνιση των δεδομένων που προκύπτουν από τις μετρήσεις των ευρυζωνικών σταθμών μέτρησης του ΕΠΗΠ για το έτος 2017. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε ανάλυση, βάσει επιλεγμένων κριτηρίων και παραγόντων ταξινόμησης. Το δείγμα μέτρησης αναφέρεται σε 484 ετήσιες μέσες και μέγιστες τιμές μετρήσεων ευρείας ζώνης, 484 ετήσιες μέσες και μέγιστες τιμές μετρήσεων στην υπο-περιοχή συχνοτήτων: 925 MHz - 960 MHz (υπηρεσία GSM 900), 484 ετήσιες μέσες και μέγιστες τιμές μετρήσεων στην υπο-περιοχή συχνοτήτων: 1805 MHz - 1880 MHz (υπηρεσία GSM 1800) και 484 ετήσιες μέσες και μέγιστες τιμές μετρήσεων στην υπο-περιοχή συχνοτήτων: 2110 MHz - 2170 MHz (υπηρεσία UMTS). Συμπεραίνεται ότι το 100 % των ετήσιων μέσων και μέγιστων τιμών των μετρήσεων στην ευρυζωνική περιοχή καθώς και στις υπο-περιοχές αυτής αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 10 V/m, τιμή που είναι σαφώς μικρότερη από τα επιτρεπόμενα όρια της Ελληνικής Νομοθεσίας που αντιστοιχούν στο 60% των αντίστοιχων τιμών της Ε.Ε. Επισημαίνεται επίσης ότι το 90 % των ετήσιων μέσων των μετρήσεων στην ευρυζωνική περιοχή αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 2 V/m, ενώ στις υπο-περιοχές συχνοτήτων 925 MHz - 960 MHz και 1805 MHz - 1880 MHz το 92 % των ετήσιων μέσων των μετρήσεων αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 1 V/m και στην υπο-περιοχή συχνοτήτων 2110 MHz - 2170 MHz το 91 % των ετήσιων μέσων των μετρήσεων αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 1 V/m. Όσον αφορά τις μέγιστες τιμές τα ποσοστά

είναι παραπλήσια: Το 84 % των ετήσιων μέγιστων των μετρήσεων στην ευρυζωνική περιοχή αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 2 V/m, ενώ στην υπο-περιοχή συχνοτήτων 925 MHz - 960 MHz το 88 % των ετήσιων μέγιστων των μετρήσεων αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 1 V/m και στις υπο-περιοχές συχνοτήτων 1805 MHz - 1880 MHz και 2110 MHz - 2170 MHz, το 85 % των ετήσιων μέγιστων των μετρήσεων αντιστοιχεί σε τιμές έντασης ηλεκτρικού πεδίου χαμηλότερες από 1 V/m. Τέλος επισημαίνεται ότι, όπως είναι αναμενόμενο, στα αριθμητικά μικρότερα διαστήματα τιμών έντασης ηλεκτρικού πεδίου παρατηρείται μεγαλύτερη συγκέντρωση μέσων τιμών από τα αντίστοιχα για τις μέγιστες τιμές. Τέλος επισημαίνεται ότι οι τιμές της τυπικής απόκλισης των ετήσιων μέσων μετρήσεων είναι για την πλειοψηφία των σταθμών μικρότερες από 0,5 V/m. Αυτό οφείλεται στις φυσιολογικές ημερήσιες διακυμάνσεις των μετρούμενων πεδίων λόγω της συνήθους τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Για τις θέσεις που εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές τυπικής απόκλισης των ετήσιων μέσων μετρήσεων διαπιστώθηκε ότι σε αυτές παρατηρήθηκε εντός του 2017 αλλαγή του ηλεκτρομαγνητικού υποβάθρου της στο περιβάλλον τους.

7. Βιβλιογραφία

ΕΠΗΠ, "*Απολογισμός λειτουργίας ΕΠΗΠ για το έτος 2017 (https://paratiritirioemf.eeae.gr/images/news/EEAE_EPHP_Report_2017.pdf)"*, 2018.

ΕΠΗΠ, "*Ιστοσελίδα του Εθνικού Παρατηρητηρίου Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων (https://paratiritirioemf.eeae.gr)"*, 2018.

ΚΥΑ υπ' αριθμ. οικ. 65977/974/Φγ61 (ΦΕΚ 3260/Β/20-12-2013) *"Οργάνωση, εγκατάσταση, ανάπτυξη, επέκταση, συντήρηση και λειτουργία του Εθνικού Παρατηρητηρίου Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων"*, 2013.

ΚΥΑ υπ' αριθμ. οικ. 29179/340/Φγ61 (ΦΕΚ 1275/Β/20-5-2014) *"Κανονισμός Λειτουργίας του Εθνικού Παρατηρητηρίου Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων"*, 2014.

Νόμος 4053, Άρθρο 22 (ΦΕΚ 44/Α/7-3-2012) "*Εθνικό Παρατηρητήριο Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων*", 2012.

Antonis Gotsis & Nikolaos Papanikolaou & Dimitris Komnakos & Agamemnon Yalofas & Philip Constantinou, *"Non-ionizing electromagnetic radiation monitoring in Greece"*, Ann. Telecommun. 63:109–123, 2008.

Athanasios Manassas, Achilles Boursianis, Theodoros Samaras, John N. Sahalos, "*Continuous Electromagnetic Radiation Monitoring in the Environment: Analysis of the Results in Greece*", Radiation Protection Dosimetry, 151 (3):437-42, 2012.

Francesco Troisi & Marina Boumis & Paolo Grazioso, *"The Italian national electromagnetic field monitoring network"*, Ann. Telecommun. 63:97–108, 2008.

ITU, Recommendation ITU-T K.83, *"Monitoring field strengths of electromagnetic fields"*, 2011

ITU, Recommendation ITU-T K.83 Amendment 1 (07/2014), "*Monitoring of electromagnetic field levels (Updates to the Introduction and Appendix I of ITU-T K.83)"*, 2014.