

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής  
Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον*

ΣΥΜΕΛΙΑΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ (Α.Μ.2914)

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΤΣΑΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2014

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στις Ακτινοβολίες .....	5
1.1 Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία .....	5
1.1.1 Πηγές και Κατηγοριοποίηση .....	5
1.1.2. Περιβαλλοντική Επικινδυνότητα και Κατηγορίες ΗΜ Φάσματος.....	10
1.1.3. Βιολογικές Επιδράσεις και Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία.....	12
1.2 Ενέργεια Ραδιοσυχνοτήτων .....	16
Κεφάλαιο 2: Νομοθετικές Ρυθμίσεις Προστασίας και Έκθεσης.....	19
2.1 Ευρωπαϊκό Πλαίσιο .....	19
2.2 Ελληνικές Προδιαγραφές Ορίων: ΦΕΚ 1105 Β', 6.9.2000 και ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006.....	22
Κεφάλαιο 3: Περιβάλλον και Κινητή Τηλεφωνία .....	28
3.1 Ενεργειακή Σκοπιά: Η Υφιστάμενη Κατάσταση των ΤΠΕ.....	29
3.2 ΤΠΕ και Επιπτώσεις στο Περιβάλλον .....	30
3.2.1 Άμεσες Επιπτώσεις .....	30
3.2.2 Έμμεσες Επιπτώσεις .....	33
3.2.3. Εκτενής Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας .....	34
3.3 Σταθμοί Βάσης και Δίκτυα Κινητής Τηλεφωνίας .....	42
3.3.1. Θεωρητικό Μοντέλο .....	42
3.3.2. Εκπομπές από Σταθμούς Βάσης .....	45
3.3.3. Κινητά Τηλέφωνα .....	47
3.4 Περιβαλλοντική Αδειοδότηση Σταθμών Βάσεων Κινητής Τηλεφωνίας.....	49
3.4.1. Ν.4014/2011 (ΦΕΚ 209/Α/21-9-2011): Γενικό Πλαίσιο Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης.....	49
3.4.2. Η Περίπτωση των Σταθμών Βάσεων Κινητής Τηλεφωνίας.....	52
3.5 Οι Προβληματισμοί της Ε.Ε. ως προς την Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων .....	62
Συμπεράσματα-Συζήτηση.....	67
Βιβλιογραφία .....	69

## Πίνακας Περιεχομένων Εικόνων

Εικόνα 1: Το Φάσμα της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας .....	5
Εικόνα 2: Ιονίζουσα και Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία .....	8
Εικόνα 3: Τυπική Σύσταση αποβλήτων WEEE.....	32
Εικόνα 4: Σχηματική Απεικόνιση Προτεινόμενης Ροής Ενεργειών Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	34
Εικόνα 5: Γραφική Απεικόνιση Δικτύου Κινητής Τηλεφωνίας .....	43
Εικόνα 6: Γραφική Απεικόνιση Ασύρματου Δικτύου Κυψελωτής Μετάδοσης.....	44
Εικόνα 7: Κατεύθυνση και Σχήμα Λοβών Ακτινοβολίας Σταθμών Βάσεων .....	46
Εικόνα 8: Τηλεφωνική Σύνδεση Κινητού Τηλεφώνου.....	47

## Πίνακας Περιεχομένων Πινάκων

Πίνακας 1: Πηγές και Ζώνες Εκπομπής Μη-Ιονίζουσας Ακτινοβολίας .....	11
Πίνακας 2: Κίνδυνοι από Οπτική Ακτινοβολία .....	13
Πίνακας 3: Βασικοί περιορισμοί της Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απορροφούμενη ενέργεια στο σώμα ενός ανθρώπου.....	20
Πίνακας 4: Βασικοί περιορισμοί για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζομένους (* ) σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων.....	22
Πίνακας 5: Βασικοί περιορισμοί στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ .....	25
Πίνακας 6: Βασικοί περιορισμοί στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. ....	25

Πίνακας 7: Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. ....	27
Πίνακας 8: Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. ....	27
Πίνακας 9: Επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγώγιμα σώματα στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz - 110MHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.. ....	28
Πίνακας 10: Επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγώγιμα σώματα στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz - 110MHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. ....	28
Πίνακας 11: Πιθανοί Περιβαλλοντικοί Μολυσματικοί Παράγοντες των e-waste	32
Πίνακας 12: Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης.....	48

## Πίνακας Περιεχομένων Σχημάτων

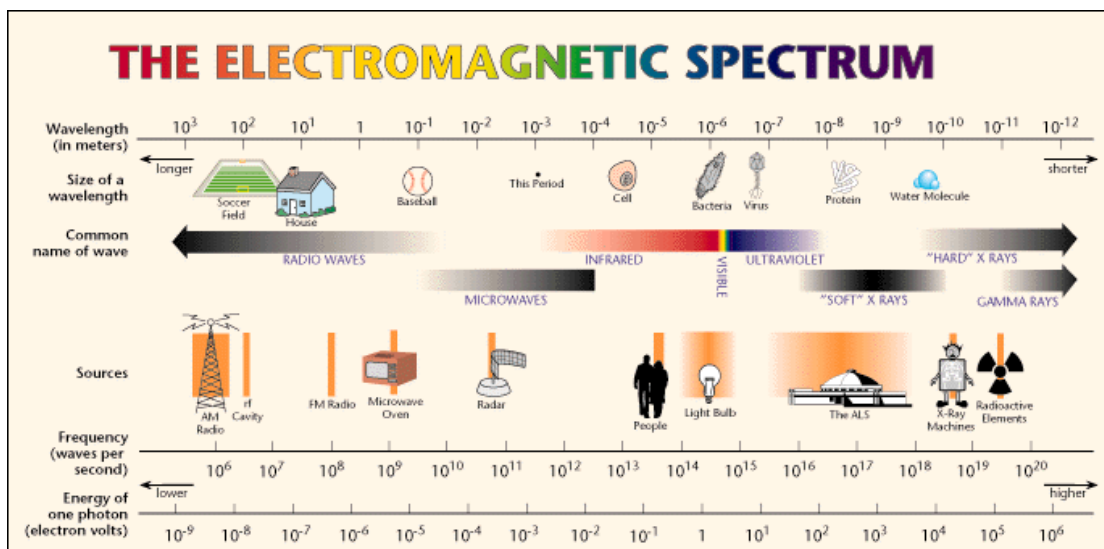
Σχήμα 1: Παγκόσμιο Ενεργειακό Αποτύπωμα (footprint) των ICT.....	29
Σχήμα 2: Κατανομή Ενεργειακού Αποτυπώματος κατά Είδος ICT.....	30
Σχήμα 3: Κατανομή Ενεργειακού Αποτυπώματος κατά Γεωγραφική Ενότητα ....	30
Σχήμα 4: Η Διαδρομή των e-Waste.....	33
Σχήμα 5: Μοντελοποίηση Σχέσεων ICT με Τομείς Οικονομίας, Περιβάλλοντος και Ενέργειας.....	36
Σχήμα 6: Εκτίμηση Παγκόσμιας Κατανάλωσης Ενέργειας (TWh) σε Επίπεδο Οικιακών Χρηστών Αναλόγως Τύπου Τεχνολογίας .....	41

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στις Ακτινοβολίες

### 1.1 Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία

#### 1.1.1 Πηγές και Κατηγοριοποίηση

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ή ηλεκτρομαγνητική ενέργεια) αποτελείται από κύματα ηλεκτρικής και μαγνητικής ενέργειας που διαδίδονται ταυτόχρονα στον ελεύθερο χώρο. Η περιοχή στην οποία αναπτύσσονται αυτά τα κύματα λέγεται ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία εμφανίζονται σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων (ηλεκτρομαγνητικό φάσμα) που χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές (ζώνες συχνοτήτων). Για παράδειγμα τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, το ορατό φως αλλά και οι ακτίνες X είναι μορφές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, οι περισσότερες από τις οποίες είναι αόρατες εκτός από ένα τμήμα που μπορεί να εντοπιστεί από το ανθρώπινο μάτι και αποτελεί το ορατό φως που παράγει τα διάφορα χρώματα του ουράνιου τόξου. Όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός.



Εικόνα 1: Το Φάσμα της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας

(Πηγή: <http://www.lbl.gov/MicroWorlds/ALSTool/EMSpec/EMSpec2.html>)

Η ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικού πεδίου προκαλεί ηλεκτρικό ρεύμα. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορεί να είναι υψηλής ή χαμηλής έντασης και συνεχούς ή μικρής διάρκειας. Η αιτία δημιουργίας ηλεκτρικών πεδίων είναι η

ύπαρξη διαφοράς ηλεκτρικού δυναμικού. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά δυναμικού τόσο ισχυρότερο είναι το ηλεκτρικό πεδίο που προκύπτει. Η μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι βολτ ανά μέτρο (V/m). Τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται όταν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα.. Όσο πιο υψηλή είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος τόσο πιο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο. Όταν διακοπεί το ηλεκτρικό ρεύμα το μαγνητικό πεδίο μηδενίζεται. Η μονάδα μέτρησης της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι αμπέρ ανά μέτρο (A/m).

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων κυμάτων είναι η απόσταση που καλύπτεται από έναν κύκλο κύματος, η οποία αποτελεί και το λεγόμενο μήκος κύματος ( $\lambda$ ) καθώς επίσης και ο αριθμός των κυμάτων που διέρχονται από ένα συγκεκριμένο σημείο ανά δευτερόλεπτο, που ορίζει τη συχνότητα του κύματος (f.) Το μήκος κύματος ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος εκφράζεται συνήθως σε μέτρα (m) και η συχνότητα εκφράζεται συνήθως σε Hertz (Hz) . Ένα Hertz ισούται με ένα κύμα ανά δευτερόλεπτο. Άλλες μονάδες μέτρησης της συχνότητας είναι το kilohertz (kHz), το megahertz (MHz) και το gigahertz (GHz) που αντιστοιχούν σε χίλια, ένα εκατομμύριο και ένα δισεκατομμύριο κύματα αντίστοιχα ανά δευτερόλεπτο. Οι σημαντικότερες διαφορές των διαφορετικών τύπων κυμάτων οφείλονται στις διαφορετικές τιμές συχνότητας.

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία (ΗΜΠ), υπάρχουν παντού στο περιβάλλον μας και προέρχονται είτε από φυσικές είτε από τεχνητές πηγές. Το ηλιακό φως, το γήινο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, οι κεραυνοί ο χτύπος της καρδιάς, το ανθρώπινο νευρικό σύστημα αποτελούν φυσικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Στις τεχνητές πηγές περιλαμβάνονται οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές (ψυγείο, τηλεόραση, ηλεκτρική σκούπα, φούρνος μικροκυμάτων κ.λ.π.), οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος, οι ραδιοφωνικοί και τηλεοπτικοί σταθμοί, οι σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας, τα ραντάρ κ.λ.π. Συνεπώς τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ήταν ανέκαθεν παρόντα στη γη (φυσικές πηγές). Ωστόσο κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, η περιβαλλοντική έκθεση σε τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αυξήθηκε ραγδαία. Οι κυριότερες αιτίες αυτής της αύξησης είναι οι απαιτήσεις για ηλεκτρισμό, η ανάπτυξη της ασύρματης τεχνολογίας και των εφαρμογών της όπως επίσης οι

αλλαγές στις εργασιακές σχέσεις και στην κοινωνική συμπεριφορά με επιπτώσεις που ίσως να μην γνωρίζουμε ακόμη.

Τα πιθανά βιολογικά αποτελέσματα από τις κατασκευασμένες από τον άνθρωπο πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αποτελούν αντικείμενο έρευνας από τα τέλη του 1800. Ωστόσο, η ραγδαία αύξηση της έκθεσης του αστικού πληθυσμού σε τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εξαιτίας των απαιτήσεων σε ηλεκτρισμό και της ανάπτυξης της ασύρματης τεχνολογίας συνέβαλλε στην δημιουργία έντονης ερευνητικής δραστηριότητας κατά τα τελευταία 30 χρόνια η οποία προσπαθεί να δώσει απαντήσεις σε θέματα που αφορούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.

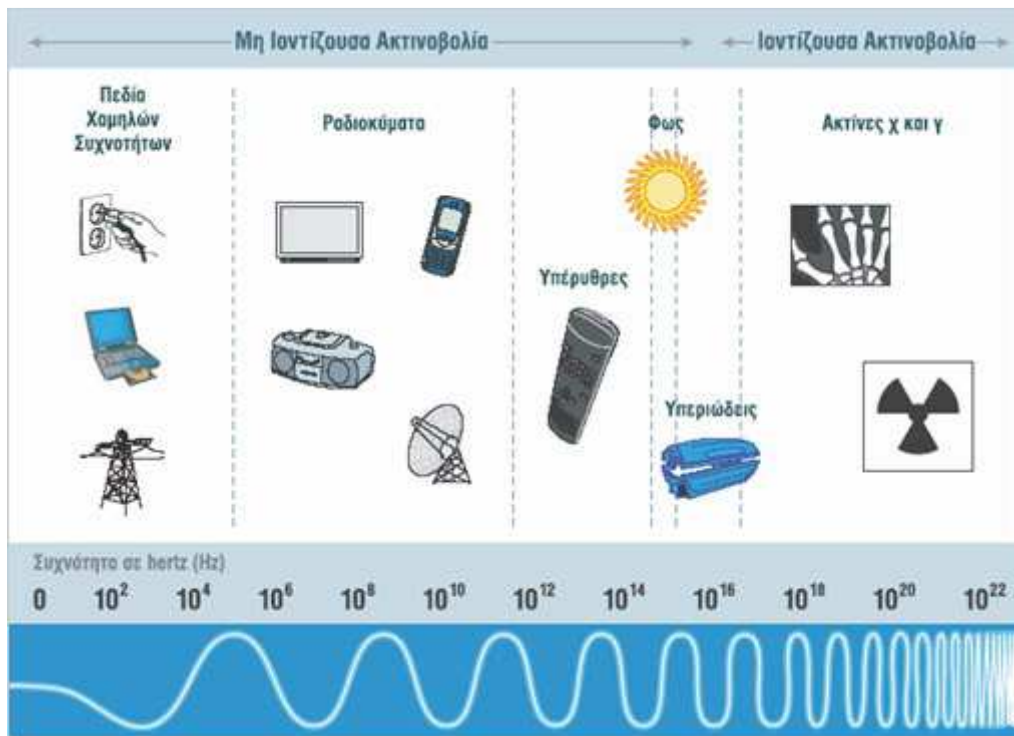
Γενικά, το φάσμα των συχνοτήτων περιλαμβάνει την ιονίζουσα (ή ιοντίζουσα) και την μη ιονίζουσα (ή μη ιοντίζουσα) ακτινοβολία. Η ιονίζουσα ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από μικρό μήκος κύματος, υψηλή συχνότητα και μεγάλη ενέργεια. Η ιονίζουσα ακτινοβολία περιλαμβάνει τις ακτίνες X (χρησιμοποιούνται στις ακτινογραφίες, στον αξονικό τομογράφο και αλλού), τις ακτίνες γάμμα, την κοσμική ακτινοβολία και την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Όταν κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού εκτίθενται σε αυτήν, προκαλεί ιονισμό του δεοξυριβονουκλεϊκού οξέος (DNA). Ο ιονισμός είναι επικίνδυνος, οδηγεί σε αλλοιώσεις του γενετικού κώδικα και είναι αιτία καρκίνου. Είναι γνωστό ότι οι πρώτοι ακτινολόγοι όπως και η Μαρί Κιουρί που ανακάλυψε τις ακτίνες X αποβίωσαν πρόωρα λόγω λευχαιμίας, αναιμίας και άλλων καρκίνων. Επίσης, η υπεριώδης ακτινοβολία του ηλιακού φωτός, εξαιτίας του ιονισμού, μπορεί να προκαλεί αλλοιώσεις στα γονίδια των κυττάρων του δέρματος, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για διάφορες μορφές καρκίνου του δέρματος.

Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία είναι αυτή που χρησιμοποιείται για εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας και σε αντίθεση με την ιονίζουσα ακτινοβολία δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να διασπάσει τους δεσμούς που συγκρατούν μεταξύ τους τα μόρια μέσα στα κύτταρα και, συνεπώς, δεν μπορεί να προκαλέσει ιοντισμό. Περιλαμβάνει το ορατό φως, την υπέρυθρο ακτινοβολία, τα μικροκύματα, τα ραδιοκύματα και τα πολύ χαμηλής συχνότητας πεδία που δημιουργούνται από τα ηλεκτροφόρα καλώδια και συσκευές που λειτουργούν με ηλεκτρισμό. Η κυριότερη βιολογική της επίδραση, είναι η αύξηση της θερμότητας των ιστών οι



## Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον

οποίοι υποβάλλονται σε αυτή κάτω από ορισμένες συνθήκες. Δεν προκαλεί ιοντισμό και οι έρευνες μέχρι σήμερα δεν έχουν τεκμηριώσει μία αιτιολογική σχέση μεταξύ του τύπου αυτού της ακτινοβολίας και του καρκίνου.



Εικόνα 2: Ιονίζουσα και Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία

(Πηγή:

<http://www.eekt.gr/TechnologyofMobileTelephonyHuman/ElectromagneticRadiationBasicKnowledge/tabid/102/language/el-GR/default.aspx>)

Οι πηγές από τις οποίες παράγεται Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και μη-ιονίζουσες ακτινοβολίες, παρουσιάζονται παρακάτω:

### Φυσικές Πηγές ΗΜ-ακτινοβολίας

- Μαγνητικό Πεδίο Γης
- Κερανοί στην Ατμόσφαιρα
- Κοσμική ακτινοβολία
- Υπεριώδης & υπέρυθρη ακτινοβολία

### **Τεχνητές Πηγές Παραγωγής Μη-Ιονιζουσών Ακτινοβολιών**

- Υποθαλάσσια Καλώδια - Γραμμές Μεταφοράς Υψηλής Τάσης
- Ηλεκτρικά Τραίνα - Υπόγειος Σιδηρόδρομος
- Κεραίες Ραδιοτηλεοπτικών Σταθμών
- Σταθμοί Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας και Ασύρματων Επικοινωνιών
- Διατάξεις Radar
- Οπτική Ακτινοβολία (Laser χαμηλού μήκους κύματος)
- Υπέρηχοι

Όλες οι βασικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων οι οποίες ευρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο έχουν ενταχθεί στη διαδικασία περιβαλλοντικής αξιολόγησης, ήτοι<sup>1</sup>:

- Εναέριες Γραμμές Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ισχύος μεγαλύτερης των 50 KV
- Υποσταθμοί ισχύος μεγαλύτερης των 150 KV
- Επίγειοι δορυφορικοί σταθμοί
- Πάρκα κεραιών
- Κέντρα εκπομπής – Αναμεταδότες Ραδιοφώνου και Τηλεόρασης
- Ραντάρ
- Κινητή και Ασύρματη Σταθερή Τηλεφωνία

Οι κεραίες επικοινωνιών, ραδιοφώνου και τηλεόρασης έχουν εγκατασταθεί, σχεδόν στο σύνολό τους, χωρίς περιβαλλοντική αξιολόγηση. Αποτέλεσμα ήταν η συνύπαρξη των κεραιών με αρχαιολογικούς χώρους, μνημεία, ευαίσθητα τοπία του φυσικού περιβάλλοντος, και χώρους συγκέντρωσης του κοινού, όπου εκφράζονται έντονες αντιδράσεις. Ιδιαίτερα για τους σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας σημαντικότερη αιτία ήταν η νομική εμπλοκή στο Συμβούλιο της Επικρατείας. Με τον Ν.3431/2006 έχει δοθεί η δυνατότητα περιβαλλοντικής αξιολόγησης και για τους προϋφιστάμενους του Νόμου σταθμούς.

---

<sup>1</sup> <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=455&language=el-GR>

### *1.1.2. Περιβαλλοντική Επικινδυνότητα και Κατηγορίες ΗΜ Φάσματος*

Από περιβαλλοντική σκοπιά, αν θέλαμε να διαχωρίσουμε το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα με βάση την περιβαλλοντική του επικινδυνότητα, θα λέγαμε ότι για δεδομένη ένταση ακτινοβολίας η επικινδυνότητα μειώνεται με τη συχνότητα και με την ενέργεια ανά φωτόνιο. Εδώ θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι όση περισσότερη ενέργεια περιέχει το φωτόνιο τόσο περισσότερο μπορεί να διεισδύσει εντός της μάζας και, άρα, τόσο περισσότερο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους βιολογικούς ιστούς. Επομένως, η ιονίζουσα ΗΜΑ, η οποία χαρακτηρίζεται από πάρα πολύ υψηλές συχνότητες και ενέργειες ανά φωτόνιο, είναι επικίνδυνη. Από άποψη, λοιπόν, επικινδυνότητας η ιονίζουσα ακτινοβολία είναι περισσότερη κρίσιμη (Συνήγορος του Πολίτη, 2003). Η ραδιενέργεια π.χ. είναι εκπομπή ιονίζουσας ακτινοβολίας. Όταν η έκθεση ενός οργανισμού σ' αυτή υπερβεί κάποιο όριο, μπορεί να προκληθούν αλλοιώσεις του γενετικού κώδικα του DNA, καρκινογενετικά φαινόμενα στα βιολογικά συστήματα και άλλες σοβαρές ασθένειες.

Να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ ραδιενέργειας και μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών. Η τηλεόραση, τα radars και το κινητό τηλέφωνο δεν εκπέμπουν ραδιενέργεια, αφού είναι πηγές μη ιονίζουσας ακτινοβολίας. Αυτό, βέβαια, δε σημαίνει ότι οι μη ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι και «αθώες». Υπάρχουν, για παράδειγμα, υπόνοιες για σχέση συνδρόμου Down (μογγολισμός) και ακτινοβολίας μικροκυμάτων (radars) (Μπαλιάς, 2000). Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά ποσοτικά δεδομένα των πηγών εκπομπής μη-ιονίζουσας ακτινοβολίας και σε ποια ζώνη εκπομπής αναφέρονται.

Πίνακας 1: Πηγές και Ζώνες Εκπομπής Μη-Ιονίζουσας Ακτινοβολίας

Ονομασία περιοχών φάσματος	Ζώνη συχνοτήτων Προσδιορισμός	Εύρος συχνοτήτων	Μήκος κύματος	Πηγές εκπομπής
	ELF Extremely Low Frequency	0-3 kHz	Άπειρο-100 km	Αγωγοί υψηλής τάσης.
	VLF Very Low Frequency	3-30 kHz	100km-10 km	Ραδιοτηλεγράφος.
	LF Low Frequency	30-300 kHz	10km-1 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ραδιόφωνος.</li> <li>• Ραδιοεπικοινωνία ναυσιπλοΐας.</li> <li>• Επικοινωνίες</li> </ul>
RF (Radiofrequencies)	MF Medium Frequency	0,3-3 MHz	1km-0.1 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΑΜ Ράδιο.</li> <li>• Ραδιοεπικοινωνίες ναυσιπλοΐας.</li> <li>• Ερασιτεχνικοί ραδιοσταθμοί.</li> </ul>
	HF High Frequency	3-30 MHz	100m-10m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Βραχεία Ράδιο.</li> <li>• Διεθνείς επικοινωνίες, έλεγχος αεροπλοΐας.</li> </ul>
	VHF Very High Frequency	30-300 MHz	10m-1m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FM Ράδιο.</li> <li>• VHF-TV.</li> <li>• Αστυνομία.</li> <li>• Αεροπλοΐα και ναυσιπλοΐα.</li> </ul>
MW (Micro-waves)	UHF Ultra High Frequency	0,3-3 GHz	1m-10cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φούρνοι μικροκυμάτων</li> <li>• Κινητή και ασύρματη τηλεφωνία.</li> <li>• Αστυνομία</li> <li>• Ραδιοταξί.</li> <li>• Ιατρικές διαθερμίες.</li> </ul>
	SHF Super High Frequency	3-30 GHz	10cm-1cm	Ραντάρ.
MmW (Millimeter waves)	EHF Extremely High Frequency	30-300 GHz	1cm-1mm	Τηλεπικοινωνίες.

(Πηγή: Ελευθερίου, 2005, σ.7)

### 1.1.3. Βιολογικές Επιδράσεις και Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία<sup>2</sup>

Το μη-ιονίζων ηλεκτρομαγνητικό φάσμα θα μπορούσε να χωριστεί σε τρεις περιοχές ανάλογα με τις βιολογικές του επιπτώσεις (Ιακωβάκης, 2008):

1. Το τμήμα της οπτικής ακτινοβολίας, όπου μπορεί να συμβεί διέγερση ηλεκτρονίων με φωτοχημικές βιολογικές επιδράσεις.
2. Το τμήμα του μη-ιονίζοντος ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, όπου το μήκος κύματος είναι μικρότερο από το σώμα που ακτινοβολείται και μπορεί να προκληθεί θέρμανση μέσω των επαγόμενων ρευμάτων.
3. Το τμήμα του φάσματος, όπου τα μήκη κύματος είναι πολύ μεγαλύτερα από το σώμα και είναι σπάνιο να επαχθούνε ρεύματα και θερμότητα.

#### A. Οπτική Ακτινοβολία

Στο τμήμα αυτό του μη-ιονίζοντος ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ανήκουν η χαμηλή υπεριώδης ακτινοβολία, το ορατό φως και η υπέρυθη ακτινοβολία.

Οι τιμές έκθεσης που σχετίζονται με βιολογικές επιπτώσεις από την οπτική ακτινοβολία δύνανται να προσδιοριστούν βάσει των παρακάτω τύπων. Οι τύποι αυτοί εξαρτώνται από το μήκος κύματος και τη διάρκεια έκθεσης στην ακτινοβολία που εκπέμπεται από την πηγή

$$E = \frac{dP}{dA} [W \cdot m^{-2}]$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt [J \cdot m^{-2}]$$

Σημειώσεις:

dP: ισχύς. Εκφράζεται σε [W].

dA: επιφάνεια. Εκφράζεται σε τετραγωνικά μέτρα [m<sup>2</sup>].

E(t), E: ακτινοβολισμός ή πυκνότητα ισχύος: η ισχύς ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια, ανά μονάδα επιφανείας, συνήθως εκφραζόμενη σε [W · m<sup>-2</sup>]. Οι τιμές των E(t), E προέρχονται από μετρήσεις ή μπορεί να παρέχονται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού.

---

<sup>2</sup> Ιακωβάκης (2008), σ.60-68

Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο  
Περιβάλλον

H: έκθεση σε ακτινοβολία, το ολοκλήρωμα χρόνου του ακτινοβολισμού. Εκφράζεται σε  $[J \cdot m^{-2}]$ .

t: χρόνος, διάρκεια της έκθεσης. Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα.

$\lambda$ : μήκος κύματος. Εκφράζεται σε [nm].

$\gamma$ : περιοριστική γωνία κώνου οπτικού πεδίου μέτρησης. Εκφράζεται σε χιλιοστά του ακτινίου [mrad].

$\gamma_m$ : οπτικό πεδίο μέτρησης. Εκφράζεται σε [mrad].

$\alpha$ : γωνιακή υποτέμνουσα παρατηρούμενης πηγής, σε [mrad].

περιοριστικό άνοιγμα: η κυκλική επιφάνεια επί της οποίας προσδιορίζεται ο μέσος όρος του ακτινοβολισμού και της έκθεσης σε ακτινοβολία.

G: ολοκληρωμένη ακτινοβολήση: το ολοκλήρωμα της ακτινοβολήσης για δεδομένη διάρκεια έκθεσης. Εκφράζεται ως ενέργεια ακτινοβολίας ανά μονάδα ακτινοβολούσας επιφανείας ανά μονάδα στερεάς γωνίας εκπομπής, σε  $[J m^{-2} sr^{-1}]$  (τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο ανά στερακτίνο).

**Πίνακας 2: Κίνδυνοι από Οπτική Ακτινοβολία**

Μήκος κύματος [nm] $\lambda$	Περιοχή ακτινοβολίας	Επηρεαζόμενο όργανο	Κίνδυνος
180 έως 400	UV	οφθαλμός	φωτοχημική βλάβη και θερμική βλάβη
180 έως 400	UV	δέρμα	ερύθημα
400 έως 700	Ορατή ακτινοβολία	οφθαλμός	βλάβη του αμφιβληστροειδούς
400 έως 600	Ορατή ακτινοβολία	οφθαλμός	φωτοχημική βλάβη
400 έως 700	Ορατή ακτινοβολία	δέρμα	θερμική βλάβη
700 έως 1400	IRA	οφθαλμός	θερμική βλάβη
700 έως 1400	IRA	δέρμα	θερμική βλάβη
1400 έως 2	IRB	οφθαλμός	θερμική βλάβη

Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον

600			
2 600 έως 106	IRC	οφθαλμός	θερμική βλάβη
1400 έως 106	IRB, IRC	οφθαλμός	θερμική βλάβη
1400 έως 106	IRB, IRC	δέρμα	θερμική βλάβη

(Πηγή: Ιακωβάκης, 2008, σ.62)

B. Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία Με Μικρό Μήκος Κύματος

Σε αυτό το κομμάτι του μη-ιονίζοντος ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ανήκουν τα μικροκύματα και οι υψηλές ραδιοσυχνότητες. Οι επιπτώσεις αυτού του είδους των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην ανθρώπινη υγεία εξαρτώνται από τον βαθμό απορρόφησης τους από τους διάφορους ιστούς.

Επειδή οι ιστοί περιέχουν κατά 70% νερό και το μόριο του νερού αποτελεί ένα ηλεκτρικό δίπολο (πολική ομοιοπολική ένωση), όταν το σώμα μας βρεθεί μέσα σε ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο τα μόρια του νερού, θα αρχίσουν να περιστρέφονται ή να ταλαντώνονται με τη συχνότητα της ακτινοβολίας του κύματος. Όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα παλμού και όσο η διάρκεια του φαινομένου είναι μεγαλύτερη τόσο μεγαλύτερα ποσά θερμότητας θα παραχθούν.

Οι βλάβες στον οργανισμό προξενούνται από τη θέρμανση των ακτινοβολούμενων ιστών και από την αδυναμία των θερμορυθμιστικών μηχανισμών των διαφόρων ιστών στην αντιμετώπιση της ακτινοβόλησης.

Όταν η RF ακτινοβολία θερμαίνει τους ιστούς, τότε αν ο θερμορυθμιστικός μηχανισμός του σώματος δεν μπορεί να επαναφέρει την κανονική θερμοκρασία τους και γι' αυτό προξενούνται βλάβες. Όμως για να έχουμε παρατηρήσιμη αύξηση της θερμοκρασίας, πρέπει η πυκνότητα ισχύος να είναι πολύ μεγάλη ( $1\text{mW}/\text{cm}^2$ ) ή η μέση τιμή ενέργειας που απορροφάται από όλο το σώμα (SAR) να είναι πάνω από 5 W/kg.

Οι ραδιοσυχνότητες στην περιοχή AM ( $10^6$  Hz), αλληλεπιδρούν πολύ ασθενώς με τους ανθρώπινους ιστούς και έτσι δεν προκαλούν θερμικά φαινόμενα.

Τα όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού έχουν καθοριστεί έτσι ώστε να μην μπορούν να προκύψουν τέτοιες θερμικές επιδράσεις. Εφόσον αυτές οι οριακές

τιμές τηρούνται σε όλους τους προσιτούς χώρους καθώς και κατά τη συνομιλία με συσκευή κινητού τηλεφώνου, δεν πρέπει να φοβόμαστε θερμικές επιδράσεις.

#### Γ. Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία Με Μεγάλο Μήκος Κύματος

Στο τελευταίο τμήμα του μη-ιονίζοντος ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ανήκουν οι χαμηλές ραδιοσυχνότητες, τα μαγνητικά πεδία που παράγονται από συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και τα στατικά πεδία.

Στατικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία υπάρχουν ως φυσικά φαινόμενα, Αυτά δημιουργούνται από τις ηλεκτρικές φορτίσεις στις επιφάνειες, όπως για παράδειγμα στα σύννεφα, όπου οι διαφορές ηλεκτρικών δυναμικών μπορούν να υπερβούν τα κατώφλια των διηλεκτρικών αντοχών και να προκληθούν αποφορτίσεις με αστραπές. Επίσης, στατικά μαγνητικά πεδία 20-70μΤ υπάρχουν σε όλη την επιφάνεια της γης και σχετίζονται με τον προσανατολισμό και την αποδημητική συμπεριφορά ορισμένων ζώων.

Η συντριπτική πλειοψηφία των ανθρώπων είναι εκτεθειμένη σε πολύ χαμηλή πεδιακή ισχύ. Υπάρχουν, εν τούτοις, αρκετές περιοχές βιολογικής αλληλεπίδρασης σε χαμηλά επίπεδα έκθεσης που μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και για τις οποίες οι γνώσεις μας είναι περιορισμένες. Αυτή η πιθανότητα δεν μπορεί να αγνοηθεί και θα πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω. Στην έκθεση σε στατικά ηλεκτρικά πεδία οι κύριες συνέπειες προέρχονται από την αντίληψη του πεδίου και από τις σπινθηρικές εκφορτίσεις με την επαφή αντικειμένων με διαφορετικό ηλεκτρικό δυναμικό.

Όπως στα ηλεκτρικά πεδία, έτσι και οι βασικές επιδράσεις της έκθεσης σε στατικά μαγνητικά πεδία, προέρχονται από τα αποτελέσματα που επιφέρουν τα ηλεκτρικά πεδία που επάγονται εξ' αιτίας της κίνησης μέσα στο πεδίο. Οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται από το μέγεθος των πεδίων και είναι αμελητέες στα επίπεδα της ακτινοβολίας που συνήθως δεχόμαστε καθημερινά. Σύμφωνα με μελέτες ωστόσο, οξεία έκθεση σε υπερβολικά χαμηλής συχνότητας ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία επαρκούς ισχύος πεδίου ή πυκνότητας ροής θα καταλήξει στην αίσθηση έντονης επιφανειακής φόρτισης (ηλεκτρικά πεδία μόνο) και στην επαγωγή τέτοιων ηλεκτρικών δυναμικών και ρευμάτων στο σώμα, που μπορούν να επιδράσουν σε ηλεκτρικά διεγερσιμους ιστούς όπως τα νεύρα και οι μύες (McKinlay et al., 2004).



## 1.2 Ενέργεια Ραδιοσυχνοτήτων

Η ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων είναι μια εναλλακτική ονομασία για τα ραδιοκύματα. Αποτελεί μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που περιλαμβάνει κύματα με συχνότητα από περίπου 3000 κύματα ανά δευτερόλεπτο (3 kHz) μέχρι 300 δισεκατομμύρια κύματα ανά δευτερόλεπτο (300 GHz). Τα μικροκύματα αποτελούν ένα υποσύνολο των ραδιοκυμάτων με συχνότητες που κυμαίνονται περίπου μεταξύ των 300 εκατομμυρίων κυμάτων ανά δευτερόλεπτο (300 MHz) και των τριών δισεκατομμυρίων κυμάτων ανά δευτερόλεπτο (3 GHz). Το μήκος κύματος των ραδιοκυμάτων ποικίλει μεταξύ των τιμών 1mm και 10 Km.

Τα ραδιοκύματα δημιουργούνται από την κίνηση ηλεκτρικών φορτίων στις κεραίες και αναφέρονται ως ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων, γιατί «ακτινοβολούνται» ταξιδεύοντας στο χώρο απομακρυσμένα από την πηγή τους (κεραία). Τα ραδιοκύματα ανήκουν στην κατηγορία των μη ιονιζουσών ακτινοβολιών που σημαίνει ότι δεν μπορούν να διασπάσουν χημικούς δεσμούς ή να αποσπάσουν ηλεκτρόνια από άτομα προκαλώντας ιοντισμό της ύλης. Η κυριότερη βιολογική επίδραση των ραδιοκυμάτων είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών που εκτίθενται σε αυτά υπό ορισμένες συνθήκες. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι μέχρι σήμερα έρευνες δεν έχουν τεκμηριώσει σχέση αιτίου-αιτιατού μεταξύ αυτού του τύπου της ακτινοβολίας και του καρκίνου. Η επιστημονική έρευνα τα τελευταία χρόνια έχει επικεντρωθεί κυρίως στις επιπτώσεις από την χρήση ασύρματων συσκευών, όπως το κινητό τηλέφωνο και λιγότερο στις επιπτώσεις από τις κεραίες. Οι μεγαλύτερες έρευνες έχουν γίνει σε μεγάλα δείγματα πληθυσμού σε χώρες όπως η Σουηδία και η Δανία (από τους πρώτους χρήστες κινητού τηλεφώνου) χωρίς να αποδειχθεί συσχέτιση της χρήσης κινητού τηλεφώνου με την παρουσία καρκίνων. Η πιο απαισιόδοξη πρόσφατη έρευνα (Schoemaker et al., 2005) μιλά για αυξημένη πιθανότητα παρουσίασης νευρινόματος (καλοήθους όγκος) στο ακουστικό νεύρο. Ωστόσο υπάρχουν από τότε μεγαλύτερης κλίμακας έρευνες που δεν το επιβεβαιώνουν.

Η ενέργεια των ραδιοκυμάτων χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στις τηλεπικοινωνίες. Οι τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές εκπομπές, τα ασύρματα τηλέφωνα, τα κινητά τηλέφωνα, τα συστήματα επικοινωνιών της αστυνομίας και της πυροσβεστικής, οι δορυφορικές επικοινωνίες πραγματοποιούνται

μεταδίδοντας την ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων. Άλλες πολύ σημαντικές χρήσεις περιλαμβάνουν τους φούρνους μικροκυμάτων, τα ραντάρ, βιομηχανικά συστήματα θέρμανσης και στεγανοποίησης και τα ιατρικά μηχανήματα. Τα ραδιοκύματα απαρτίζονται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Μπορούν να ακτινοβολούν προς όλες τις κατευθύνσεις για ευρυεκπομπή, προς σταθερούς δέκτες που βρίσκονται σε γνωστές θέσεις ή προς συγκεκριμένες περιοχές του χώρου όπου ενδεχομένως βρίσκεται ένας μετακινούμενος δέκτης. Η κεραία είναι συσκευή για να λαμβάνει και να εκπέμπει ραδιοκύματα.

Τα κύματα και τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων διαθέτουν ηλεκτρικές και μαγνητικές συνιστώσες. Υπάρχουν διάφορα μεγέθη που ποσοτικοποιούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με το πιο ευρέως διαδεδομένο στις ραδιοσυχνότητες την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (συμβολίζεται με  $E$  και μετριέται σε Βολτ ανά μέτρο). Άλλα μεγέθη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου (συμβολίζεται με  $H$  και μετριέται σε Αμπέρ ανά μέτρο), η μαγνητική επαγωγή πεδίου (συμβολίζεται με  $B$  και μετριέται σε Τέσλα) και η πυκνότητα ροής ισχύος (συμβολίζεται με  $S$  και μετριέται σε  $W/m^2$  ανά τετραγωνικό μέτρο). Η πυκνότητα ροής ισχύος ορίζεται ως η πυκνότητα ανά μονάδα επιφάνειας. Η πυκνότητα ροής ισχύος μπορεί επίσης να εκφραστεί σε milliwatts (1 χιλιοστό του Watt) ανά τετραγωνικό εκατοστό ( $mW/cm^2$ ) ή microwatts (1 εκατομμυριοστό του Watt) ανά τετραγωνικό εκατοστό ( $\mu W/cm^2$ ).

Το μέγεθος που χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ποσότητας των ραδιοκυμάτων που απορροφάται από το σώμα ονομάζεται Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης (Specific Absorption Rate-SAR). Εκφράζεται σε Watts/χιλιόγραμμα ( $W/kg$ ) ή milliwatts/γραμμάριο ( $mW/g$ ). Όταν ένα άτομο εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μία ποσότητα της ενέργειας από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία απορροφάται από το σώμα του. Ο Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης ή SAR εκφράζει την απορροφούμενη ενέργεια ανά μονάδα χρόνου και μάζας στα διάφορα μέρη του σώματος. Υπάρχει ο μέσος ολόσωμος SAR που εκφράζει τη μέση τιμή της απορροφούμενης ενέργειας σε όλο το σώμα και ο τοπικός SAR που αναφέρεται στην τοπική απορρόφηση σε μια περιοχή του σώματος (η περιοχή αυτή συνήθως ορίζεται σε 10g ιστού). Στην περίπτωση των κινητών τηλεφώνων τα αντίστοιχα μεγέθη είναι ο τοπικός SAR

στην περιοχή του κεφαλιού και στην περίπτωση των σταθμών βάσης ο μέσος ολόσωμος SAR με μονάδα μέτρησης, τα  $W \cdot kg^{-1}$  όπου (Saunders et al., 1991):

$$SAR = (J^2/2)\sigma \cdot \rho$$

$$\text{ή } SAR = E_i^2(\sigma/2)\rho$$

όπου  $\mathbf{J}$  είναι η μέγιστη πυκνότητα ρεύματος ( $A \cdot m^{-2}$ ),  $\mathbf{E}_i$  είναι η μέγιστη ισχύς του εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου ( $V \cdot m^{-1}$ ),  $\sigma$  είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του ιστού ( $S \cdot m^{-1}$ ) και  $\rho$  είναι η φυσική πυκνότητα ( $kg \cdot m^{-3}$ ).

Τα βιολογικά αποτελέσματα της έκθεσης του ανθρώπινου σώματος και των κυττάρων του σε εξωτερικά πεδία ΡΣ εξαρτώνται κυρίως από τη συχνότητα και την ένταση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Στις ραδιοσυχνότητες, η ακτινοβολία απορροφάται μερικώς και διεισδύει σε μικρό μόνο βάθος μέσα στο σώμα. Η ενέργεια αυτών των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων απορροφάται και προκαλεί την κίνηση των μορίων. Η τριβή και οι κρούσεις μεταξύ των ταχέως κινουμένων μορίων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Δύο περιοχές του σώματος, τα μάτια και οι όρχεις, είναι ιδιαίτερος ευπαθείς στη θέρμανση ΡΣ διότι χαρακτηρίζονται από χαμηλή αιματική κυκλοφορία και, συνεπώς, ανεπαρκή απαγωγή της αυξημένης θερμότητας. Τα επίπεδα έντασης των πεδίων ΡΣ στα οποία συνήθως εκτίθεται το κοινό στο καθημερινό περιβάλλον του είναι πολύ ασθενέστερα σε σχέση με αυτά που απαιτούνται για να προκληθεί αξιοσημείωτη τοπική θέρμανση ή αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος. Εκτός, όμως, από τα γνωστά θερμικά αποτελέσματα, υπάρχει σήμερα αυξημένο ενδιαφέρον για τη μελέτη ύπαρξης και άλλων μη θερμικών μηχανισμών αλληλεπίδρασης των ραδιοκυμάτων με τους βιολογικούς ιστούς. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι, υπό συγκεκριμένες συνθήκες, τα ραδιοκύματα μπορούν να προκαλέσουν μη θερμικές βιολογικές επιδράσεις σε καλλιέργειες κυττάρων ή πειραματόζωα, χωρίς, ωστόσο, αυτές οι επιδράσεις να σχετίζονται άμεσα με την πρόκληση κάποιας βλάβης στον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, σε μερικές από τις μελέτες αυτές, τα αποτελέσματα εμφανίζονται αντιφατικά, ενώ σε κάποιες άλλες δεν έγινε δυνατό να επαναληφθούν. Είναι φανερό ότι υπάρχει αβεβαιότητα και ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση των μηχανισμών που σχετίζονται με μη θερμικά φαινόμενα και τη συσχέτισή τους με επιβλαβείς βιολογικές επιδράσεις και

ενδεχόμενες επιπτώσεις στην υγεία. Η έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο συνεχίζεται υπό το συντονισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας<sup>3</sup>.

## **Κεφάλαιο 2: Νομοθετικές Ρυθμίσεις Προστασίας και Έκθεσης**

### **2.1 Ευρωπαϊκό Πλαίσιο**

Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης<sup>4</sup>, κατόπιν σχετικής εισήγησης της επιστημονικής επιτροπής καθοδήγησης επί διεπιστημονικών θεμάτων, υιοθέτησε τα όρια για την προστασία του κοινού της ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection – Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από τις Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες), όπως αυτά παρουσιάστηκαν στις σχετικές κατευθυντήριες γραμμές της. Η ICNIRP είναι μια ανεξάρτητη επιστημονική οργάνωση, μεγάλου κύρους που ασχολείται με την προφύλαξη των ανθρώπων από τις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες (όπως είναι αυτές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας). Είναι επίσημα αναγνωρισμένη μη κυβερνητική οργάνωση από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, το Διεθνές Γραφείο Εργασίας και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Έχει ως μέλη διεθνώς αναγνωρισμένους επιστήμονες που καλύπτουν τις επιστημονικές περιοχές της ιατρικής, της βιολογίας, της επιδημιολογίας, της φυσικής και της μηχανικής.

Η ICNIRP, αφού εξέτασε το σύνολο των δημοσιευμένων ερευνών σχετικά με τις βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ραδιοσυχνότητας, κατέληξε ότι οι μόνες επιδράσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την θέσπιση ορίων έκθεσης των ανθρώπων είναι αυτές που οφείλονται στην αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών από την απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από το σώμα. Συγκεκριμένα, θεωρήθηκε ότι οι δυσμενείς βιολογικές επιδράσεις προκύπτουν με την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος κατά 1°C. Η αύξηση αυτή γίνεται με την απορρόφηση ενέργειας από το ανθρώπινο σώμα με ρυθμό μεγαλύτερο από 4W/kg, δηλαδή για έναν άνθρωπο 80kg με ρυθμό 320W. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ενδεχομένως κάποιες ομάδες πληθυσμού να είναι πιο ευπαθείς και ότι η δεν αποκλείεται η έκθεση να

---

<sup>3</sup> <http://www.eekt.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kGiaKhidtnc%3D&tabid=102> (σελ. 7).

<sup>4</sup> Σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης «Περί του περιορισμού της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0Hz – 300GHz)», L 199 (1999/519/EC), 30-7-1999

Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον

λαμβάνει χώρα σε ήδη επιβαρημένους χώρους με αυξημένη θερμοκρασία ή υγρασία ή κατά την διάρκεια έντονης άσκησης, επέλεξαν έναν συντελεστή ασφαλείας 50 στη θέσπιση των ορίων έκθεσης του κοινού. Έτσι, προέκυψε ο βασικός περιορισμός για την έκθεση του κοινού σε 0,08W/kg, δηλαδή για έναν άνθρωπο 80kg το όριο του ρυθμού απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι 6,4W. Ταυτόχρονα, για να μην υπάρχουν περιοχές του σώματος στις οποίες να εμφανίζεται τοπικά υψηλή απορρόφηση ενέργειας προβλέπονται οι περιορισμοί και για τον μέγιστο τοπικό ρυθμό απορρόφησης σε 2W/kg για το κεφάλι και τον κορμό του σώματος και 4W/kg στα άκρα. Σε παρόμοια συμπεράσματα και όρια για την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχουν καταλήξει και άλλοι διεθνείς επιστημονικοί φορείς, όπως το IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers – Ίδρυμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών), το NRPB (National Radiological Protection Board – Εθνικό Συμβούλιο Ραδιολογικής Προστασίας) της Μεγάλης Βρετανίας, κ.ά..

Στον επόμενο Πίνακα παρουσιάζονται τα επιτρεπόμενα όρια απορρόφησης από το άνθρωπο σε σύγκριση και με τα Ελληνικά θεσμοθετημένα όρια απορρόφησης.

**Πίνακας 3:** Βασικοί περιορισμοί της Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απορροφούμενη ενέργεια στο σώμα ενός ανθρώπου

Φυσικό Μέγεθος	Όρια ΕΕ (W/kg)	Ελληνικά όρια <sup>1</sup>	
		70% ορίων ΕΕ (W/kg)	60% ορίων ΕΕ (W/kg)
Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) ολόκληρου του σώματος	0,08	0,056	0,048
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στο κεφάλι και στον κορμό	2	1,4	1,2
Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στα άκρα	4	2,8	2,4

1. Στο περιβάλλον σταθμών κεραιών

(Πηγή: ΕΕΚΤ<sup>5</sup>)

<sup>5</sup> <http://www.eekt.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kGiaKhidtnc%3D&tabid=102>

Σύμφωνα με τις οδηγίες της ICNIRP, προτείνεται ένα σύστημα δύο επιπέδων ως προς τα όρια επιτρεπτής έκθεσης: χαμηλότερα όρια για το γενικό πληθυσμό και υψηλότερα για τους επαγγελματικά ασχολούμενους σε χώρους έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, καθώς οι δεύτεροι έχουν γνώση των κινδύνων και μπορούν να λάβουν τα ενδεικνύμενα μέτρα προστασίας. Επιπλέον, ορίζονται βασικοί περιορισμοί που αφορούν σε δοσιμετρικά μεγέθη αλλά και αντίστοιχα επίπεδα αναφοράς για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία τα οποία μπορούν εύκολα να μετρηθούν. Επισημαίνεται ότι για τη διατύπωση των βασικών περιορισμών έχει υιοθετηθεί ένας παράγοντας ασφάλειας (10 ως και 50), ο οποίος αντιπροσωπεύει την αβεβαιότητα εκτίμησης του ορίου εμφάνισης επιβλαβών επιπτώσεων στην υγεία.

Τα όρια (επίπεδα αναφοράς) που προτείνονται από την ICNIRP διαφοροποιούνται με τη συχνότητα της ακτινοβολίας ΡΣ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η απορρόφηση ενέργειας ΡΣ από ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα εξαρτάται από τη συχνότητα του σήματος ΡΣ. Τα πλέον αυστηρά όρια για ολόσωμη έκθεση αντιστοιχούν στο εύρος συχνοτήτων 30-300 MHz, όπου το ανθρώπινο σώμα απορροφά περισσότερο την ενέργεια ΡΣ. Για συσκευές που συμβάλλουν μόνο στην έκθεση τμήματος του σώματος, όπως τα κινητά τηλέφωνα, καθορίζονται τα όρια έκθεσης μόνο με βάση τον SAR.

Οι βασικοί περιορισμοί που προτείνονται από την ICNIRP για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζόμενους για τις συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων φαίνονται στον επόμενο Πίνακα, όπου οι τιμές του SAR υπολογίζονται ως μέση τιμή σε μάζα 10 g συνεχούς ιστού και για διάστημα μέτρησης 6 λεπτών. Για τις περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η απευθείας εκτίμηση της απορροφούμενης ισχύος από τους ιστούς, ορίζονται από την ICNIRP επίπεδα αναφοράς που αντιστοιχούν σε μεγέθη, τα οποία μπορούν εύκολα να μετρηθούν, όπως είναι η ένταση του ηλεκτρικού ή του μαγνητικού πεδίου ή η πυκνότητα ισχύος.

**Πίνακας 4:** Βασικοί περιορισμοί για το γενικό πληθυσμό και τους εργαζομένους (\*) σε συνήθεις εφαρμογές ασυρμάτων δικτύων

Εφαρμογή	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για όλο το σώμα)	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για 10g ιστού της κεφαλής ή του κορμού)	Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης-SAR (W/Kg) (μέση τιμή για 10g ιστού των άκρων)
Κινητή τηλεφωνία 900 MHz (GSM)	0.08 (0.4 <sup>*</sup> )	2 (10 <sup>*</sup> )	4 (20 <sup>*</sup> )
Κινητή τηλεφωνία 1800 MHz (DCS)	0.08 (0.4 <sup>*</sup> )	2 (10 <sup>*</sup> )	4 (20 <sup>*</sup> )
Κινητή τηλεφωνία 2100 MHz (UMTS)	0.08 (0.4 <sup>*</sup> )	2 (10 <sup>*</sup> )	4 (20 <sup>*</sup> )
Ασύρματα δίκτυα 2.4 GHz (WiFi)	0.08 (0.4 <sup>*</sup> )	2 (10 <sup>*</sup> )	4 (20 <sup>*</sup> )
Ασύρματα δίκτυα 3.5 GHz (WiMax)	0.08 (0.4 <sup>*</sup> )	2 (10 <sup>*</sup> )	4 (20 <sup>*</sup> )

(Πηγή: ΕΕΚΤ σ.14<sup>6</sup>)

## 2.2 Ελληνικές Προδιαγραφές Ορίων: ΦΕΚ 1105 Β', 6.9.2000 και ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006<sup>7</sup>

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ), η οποία, σύμφωνα με το άρθρο 6 της ΚΥΑ 53571/3839/06.09.2000 «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά» (ΦΕΚ 1105 Β', 6.9.2000), είναι υπεύθυνη για την προστασία του πληθυσμού και του περιβάλλοντος από τις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες, παρέχει σύμφωνη γνώμη επί της πληρότητας της μελέτης των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών που υποβάλλεται ενώπιόν της από τον ενδιαφερόμενο να εγκαταστήσει σταθμό βάσης κινητής τηλεφωνίας. Ο ενδιαφερόμενος παραλαμβάνει από την ΕΕΑΕ βεβαίωση υποβολής μελέτης, η οποία προσκομίζεται στην αρμόδια υπηρεσία (ΕΕΤΤ) για την έκδοση άδειας κατασκευής κεραιάς. Αν παρέλθει άπρακτο χρονικό διάστημα ενός (1) μηνός από την παραλαβή της βεβαίωσης, η άδεια εγκατάστασης χορηγείται ακόμη και χωρίς τη σύμφωνη γνώμη της ΕΕΑΕ, εφόσον δεν έχει ειδοποιηθεί η αρμόδια υπηρεσία για ύπαρξη τυχόν σφάλματος. Οι ιδιοκτήτες κεραιών, που είχαν προβεί στην εγκατάστασή τους πριν από τη δημοσίευση της πιο πάνω ΚΥΑ, υποβάλλουν, σύμφωνα με το άρθρο 8 αυτής,

<sup>6</sup> <http://www.eekt.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kGiaKhidtnc%3D&tabid=102>

<sup>7</sup> Κύρια Πηγή Αντλησης Δεδομένων: Εγκύκλιος ΕΕΑΕ με Θέμα: «Καθορισμός ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο περιβάλλον σταθμών κεραιών σε εφαρμογή του Ν. 3431/2006 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006)», [http://www.eeae.gr/gr/docs/ni/\\_egkiklios\\_oria.pdf](http://www.eeae.gr/gr/docs/ni/_egkiklios_oria.pdf)

δήλωση συμμόρφωσης προς τα όρια έκθεσης του κοινού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μέσα σε χρονικό διάστημα έξι μηνών από την έναρξη ισχύος της.

Με την συγκεκριμένη ΚΥΑ (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000) με θέμα «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία εγκατεστημένων κεραιών στην ξηρά» με εισάγονται στην ελληνική νομοθεσία τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ορίζονται μηχανισμοί ελέγχου για τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπονται από τους σταθμούς κεραιών όλων των ειδών.

Επιπλέον, ένα άλλο βασικό νομοθέτημα σχετικό με τις προδιαγραφές ορίων έκθεσης σε ακτινοβολία είναι αυτό που περιλαμβάνεται στο κείμενο του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/3-2-2006) «Περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών και άλλες διατάξεις», άρθρο 31 «Ρυθμίσεις σχετικά με την εγκατάσταση κεραιών». Σύμφωνα με το άρθρο, τα Ελληνικά όρια για την έκθεση του κοινού τίθενται στο 70% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους σταθμούς κεραιών που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 300 μέτρων από την περίμετρο των κτιριακών εγκαταστάσεων σχολείων βρεφονηπιακών σταθμών, νοσοκομείων και γηροκομείων και στο 60% των ορίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους σταθμούς κεραιών που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 300 μέτρων από τις εγκαταστάσεις αυτές

Σύμφωνα με το άρθρο 1 της ΚΥΑ (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000), οι βασικοί περιορισμοί για την έκθεση του κοινού στα εκπεμπόμενα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, βασίστηκαν σε όλες τις μέχρι σήμερα αποδεδειγμένες επιδράσεις και έχουν οριστεί με μεγάλους συντελεστές ασφαλείας έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι αβεβαιότητες που υπάρχουν όσον αφορά την ατομική ευαισθησία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και τις διαφορές όσον αφορά την ηλικία και την κατάσταση της υγείας του κοινού. Επίσης πρέπει να υπογραμμιστεί πως τα επίπεδα αναφοράς προέρχονται από τους βασικούς περιορισμούς, υπό συνθήκες μέγιστης σύζευξης του πεδίου με το εκτιθέμενο σε αυτό άτομο, παρέχοντας έτσι το μέγιστο βαθμό προστασίας. Τα επίπεδα αναφοράς προβλέπονται για λόγους σύγκρισης με τις τιμές των μετρούμενων μεγεθών όσον αφορά την έκθεση και εάν οι μετρούμενες τιμές είναι μεγαλύτερες από τα επίπεδα αναφοράς, αυτό δεν σημαίνει αυτομάτως και υπέρβαση των βασικών περιορισμών. Στην περίπτωση



αυτή, θα εκτιμάται κατά πόσο τα επίπεδα έκθεσης είναι χαμηλότερα από τους βασικούς περιορισμούς.

Δεδομένου του ότι δεν είναι ισοδύναμη η εφαρμογή ενός συντελεστή μείωσης στις τιμές των μεγεθών που αφορούν τα επίπεδα αναφοράς και τους βασικούς περιορισμούς και επειδή η τήρηση των βασικών περιορισμών είναι το ζητούμενο σε κάθε περίπτωση, ενώ τα επίπεδα αναφοράς είναι ουσιαστικά ενδιάμεσα μετρήσιμα μεγέθη που διευκολύνουν πρακτικά την διαπίστωση της συμμόρφωσης με τους βασικούς περιορισμούς, προκύπτει ότι η εφαρμογή των συντελεστών μείωσης στο 60% και 70% κατά περίπτωση, αφορά αποκλειστικά τα μεγέθη των βασικών περιορισμών. Με αυτόν τον τρόπο, άλλωστε, διασφαλίζεται ότι σε κάθε περίπτωση η μη υπέρβαση των επιπέδων αναφοράς συνεπάγεται και την μη υπέρβαση των βασικών περιορισμών, ενώ η υπέρβαση των επιπέδων αναφοράς, δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη και την υπέρβαση των βασικών περιορισμών, όπως αναφέρεται στην υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Στους Πίνακες 5 και 6 παρουσιάζονται οι βασικοί περιορισμοί, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή των συντελεστών μείωσης 70% και 60%, αντίστοιχα, στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. Δεν παρουσιάζονται βασικοί περιορισμοί για συχνότητες μικρότερες από 1kHz, καθώς δεν υπάρχουν και δεν νοούνται σταθμοί κεραιών που να εκπέμπουν σε τόσο χαμηλές συχνότητες. Οι σημειώσεις του Πίνακα 1 του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ εξακολουθούν να ισχύουν, ως έχουν, με μοναδική εξαίρεση τον συμπληρωματικό βασικό περιορισμό για την ειδική απορρόφηση (SA) της σημείωσης 8, ο οποίος τίθεται στα 1,4 mJ/kg για συντελεστή μείωσης 70% και στα 1,2 mJ/kg για συντελεστή μείωσης 60%, στον μέσο όρο των 10 g ιστού.

Οι τιμές των εντάσεων των πεδίων που αφορούν επαγόμενα ρεύματα ή ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις και αυτές που αφορούν θερμικές επιδράσεις ορίζονται στο Β μέρος του άρθρου 4 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. Συγκεκριμένα, οι τιμές της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, E, που δίνονται στον Πίνακα 2 του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ αφορούν επαγόμενα ρεύματα ή ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις για συχνότητες μικρότερες από 1MHz και θερμικές επιδράσεις για συχνότητες μεγαλύτερες από

Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο  
Περιβάλλον

1MHz. Οι τιμές της έντασης του μαγνητικού πεδίου, H, και της μαγνητικής επαγωγής, B, αφορούν επαγόμενα ρεύματα ή ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις για συχνότητες μικρότερες από 150kHz και θερμικές επιδράσεις για συχνότητες μεγαλύτερες από 150kHz.

**Πίνακας 5:** Βασικοί περιορισμοί στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ’ αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ

Ζώνη Συχνοτήτων	Πυκνότητα ρεύματος (rms)  (mA/m <sup>2</sup> )	Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης για όλο το σώμα  (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (κεφάλι και κορμός) (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (άκρα)  (W/kg)	Πυκνότητα Ισχύος  (W/m <sup>2</sup> )
1 kHz – 100 kHz	$f / 714$	-	-	-	-
100 kHz – 10 MHz	$f / 714$	0,056	1,4	2,8	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,056	1,4	2,8	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	7

**Πίνακας 6:** Βασικοί περιορισμοί στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ’ αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Ζώνη Συχνοτήτων	Πυκνότητα ρεύματος (rms)  (mA/m <sup>2</sup> )	Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης για όλο το σώμα  (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (κεφάλι και κορμός) (W/kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (άκρα)  (W/kg)	Πυκνότητα Ισχύος  (W/m <sup>2</sup> )
1 kHz – 100 kHz	$f / 833$	-	-	-	-
100 kHz – 10 MHz	$f / 833$	0,048	1,2	2,4	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,048	1,2	2,4	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	6

Στους Πίνακες 7 και 8 παρουσιάζονται τα επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή των συντελεστών μείωσης 70% και 60%, αντίστοιχα, στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 3 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. Δεν παρουσιάζονται βασικοί περιορισμοί για συχνότητες μικρότερες από 1kHz, καθώς δεν υπάρχουν και δεν νοούνται σταθμοί κεραιών που να εκπέμπουν σε τόσο χαμηλές συχνότητες. Οι σημειώσεις του Πίνακα 2 του άρθρου 3 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ εξακολουθούν να ισχύουν, ως έχουν, με εξαιρέσεις τις αναφορές στη ζώνη συχνοτήτων 100kHz-10MHz στις σημειώσεις 6 και 8. Ειδικότερα για τη ζώνη συχνοτήτων 100kHz-10MHz, αναφέρονται τα κάτωθι:

Σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ για την προστασία του κοινού από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία στην περιοχή συχνοτήτων 100kHz – 10MHz προβλέπονται βασικοί περιορισμοί τόσο για την πυκνότητα του επαγόμενου ρεύματος όσο και για τους ρυθμούς ειδικής απορρόφησης ενέργειας (SAR) για την πρόληψη από ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις και θερμικές επιδράσεις, αντίστοιχα, βλέπε Πίνακα 1 της προαναφερθείσας ΚΥΑ. Τα επίπεδα αναφοράς που εμφανίζονται στον Πίνακα 2 της προαναφερθείσας ΚΥΑ για την περιοχή συχνοτήτων 100kHz – 10MHz είναι οι ελάχιστες RMS τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που προκύπτουν ώστε να τηρούνται οι βασικοί περιορισμοί τόσο για τις ηλεκτροδιεγερτικές όσο και τις θερμικές επιδράσεις, θεωρώντας ημιτονοειδώς μεταβαλλόμενα πεδία. Στο άρθρο 4 της προαναφερθείσας ΚΥΑ γίνεται σαφής διαχωρισμός των δύο επιδράσεων. Έτσι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ορίζεται σε 87V/m σε ότι αφορά τις ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις και σε  $87/f$  V/m (f σε MHz) σε ότι αφορά τις θερμικές επιδράσεις. Ομοίως, το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του μαγνητικού πεδίου ορίζεται σε 5A/m σε ότι αφορά τις ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις και σε  $0,73/f$  A/m (f σε MHz) σε ότι αφορά τις θερμικές επιδράσεις.

Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο  
Περιβάλλον

**Πίνακας 7:** Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου, B (μΤ)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
1 – 3 kHz	175 / f	3,5	4,375	-
3 – 174 kHz	60,9	3,5	4,375	-
0,174 – 1,43 MHz	60,9	0,61 / f	0,77 / f	-
1,43 – 10 MHz	72,8 / $\sqrt{f}$	0,61 / f	0,77 / f	-
10 – 400 MHz	23,4	0,061	0,077	1,4
400 – 2000 MHz	1,15 · $\sqrt{f}$	0,0031 · $\sqrt{f}$	0,0038 · $\sqrt{f}$	f / 286
2 – 300 GHz	51	0,134	0,167	7

**Πίνακας 8:** Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση ηλεκτρικού πεδίου, E (V/m)	Ένταση μαγνητικού πεδίου, H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου, B (μΤ)	Ισοδύναμη πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος, $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
1 – 3 kHz	150 / f	3	3,75	-
3 – 188 kHz	52,2	3	3,75	-
0,188 – 1,66 MHz	52,2	0,565 / f	0,71 / f	-
1,66 – 10 MHz	67,3 / $\sqrt{f}$	0,565 / f	0,71 / f	-
10 – 400 MHz	21,7	0,0565	0,071	1,2
400 – 2000 MHz	1,065 · $\sqrt{f}$	0,00287 · $\sqrt{f}$	0,00356 · $\sqrt{f}$	f / 333
2 – 300 GHz	47,2	0,124	0,155	6

Στους Πίνακες 9 και 10 παρουσιάζονται τα επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγωγίμα σώματα όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή των συντελεστών μείωσης 70% και 60%, αντίστοιχα, στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 3 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ. Δεν παρουσιάζονται βασικοί περιορισμοί για συχνότητες μικρότερες από 1kHz, καθώς δεν υπάρχουν και δεν νοούνται σταθμοί κεραιών που να εκπέμπουν σε τόσο χαμηλές συχνότητες. Το επίπεδο αναφοράς στη ζώνη συχνοτήτων 10MHz – 110MHz για το ρεύμα διαμέσου οποιουδήποτε μέλους του σώματος για τον περιορισμό του εντοπισμένου SAR ανά οποιαδήποτε εξάλεπτη περίοδο, καθορίζεται σε 37,6mA για συντελεστή μείωσης 70% και σε 34,9mA για συντελεστή μείωσης 60%.

**Πίνακας 9:** Επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγωγίμα σώματα στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz - 110MHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 70%, που ορίζεται στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ..

Ζώνη Συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
1 – 2,5 kHz	0,35
2,5 – 100 kHz	0,14 <i>f</i>
0,1 – 110 MHz	14

**Πίνακας 10:** Επίπεδα αναφοράς για τα ρεύματα επαφής από αγωγίμα σώματα στην περιοχή συχνοτήτων 1kHz - 110MHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006), στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ.

Ζώνη Συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
1 – 2,5 kHz	0,3
2,5 – 100 kHz	0,12 <i>f</i>
0,1 – 110 MHz	12

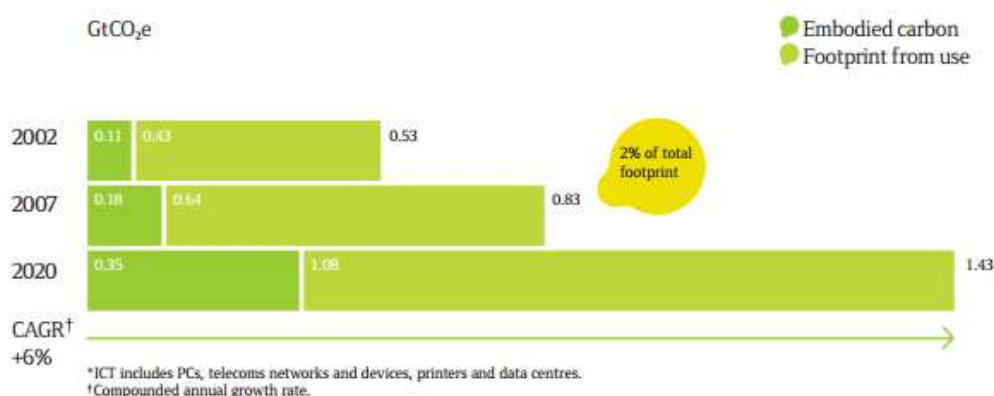
### Κεφάλαιο 3: Περιβάλλον και Κινητή Τηλεφωνία

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της κινητής τηλεφωνίας υπό το πρίσμα της ανάλυσης τόσο των επιπτώσεων του κλάδου των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) όπως αυτές παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία όσο και ειδικότερα των επιπτώσεων από την κινητή τηλεφωνία.

Η λογική διερεύνησης και ανάπτυξης αυτού του Κεφαλαίου, στηρίζεται στη προσέγγιση ότι οι επιπτώσεις ενός έργου ή δραστηριότητας είναι τόσο άμεσες όσο και έμμεσες. Κατά αυτό τον τρόπο αρχικά παρουσιάζονται οι επιπτώσεις του κλάδου των ΤΠΕ και στη συνέχεια γίνεται εξειδίκευση για την κινητή τηλεφωνία ως τομέας του παραπάνω κλάδου.

### 3.1 Ενεργειακή Σκοπιά: Η Υφιστάμενη Κατάσταση των ΤΠΕ

Το 2007 το ενεργειακό αποτύπωμα<sup>8</sup> των ΤΠΕ αποτελούσε το 2% των συνολικών εκπομπών από ανθρώπινες δραστηριότητες και έφτανε τα 830 MtCO<sub>2</sub>e. Έως το 2020 αυτή η τιμή προβλέπεται να αυξηθεί περίπου στο 7% ετησίως μέχρι το όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα (Σχήμα, 1). Το μεγαλύτερο ποσοστό της κατανάλωσης αυτής ανέρχεται στα 40% και οφείλεται στις ενεργειακές απαιτήσεις τον Η/Υ και των περιφερειακών τους εξαρτημάτων. Το 23% αυτής οφείλεται στις ενεργειακές καταναλώσεις των ψηφιακών κέντρων των παρόχων υπηρεσιών τηλεπικοινωνίας, ενώ το 24% προέρχεται από καταναλώσεις των δικτύων τηλεπικοινωνιών (Σχήμα 2) (GeSI, 2008). Επιπλέον, σε όλες τις αναπτυσσόμενες χώρες θα υπάρχει αύξηση της ζήτησης μέχρι το 2020 (Σχήμα 3).

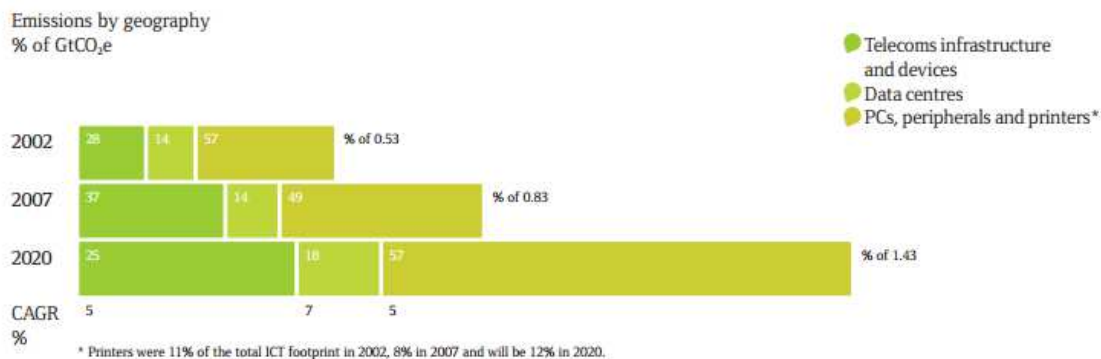


Σχήμα 1: Παγκόσμιο Ενεργειακό Αποτύπωμα (footprint) των ICT

(Πηγή: GeSI, 2008)

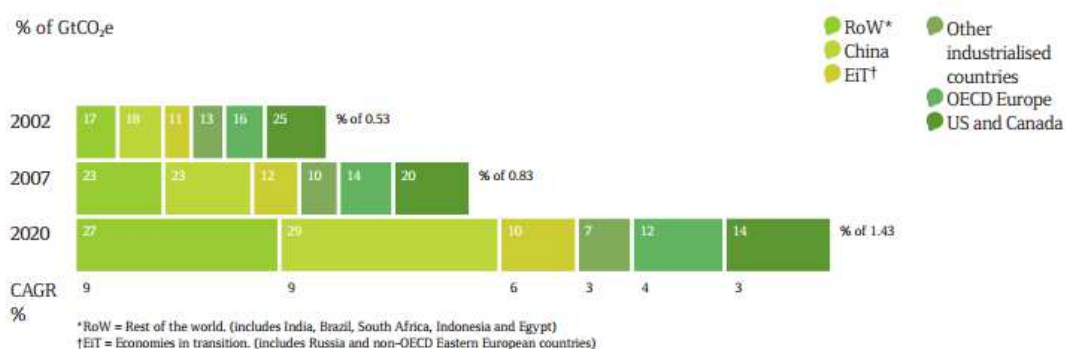
<sup>8</sup> Σύμφωνα με τον ορισμό των Wiedmann and Mix (2008) το ενεργειακό αποτύπωμα είναι: «Το ενεργειακό αποτύπωμα (ή αποτύπωμα άνθρακα) αποτελεί αποκλειστικά το μέτρο του συνολικού ποσού των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες ή συσσωρεύονται από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος»

## Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον



**Σχήμα 2:** Κατανομή Ενεργειακού Αποτυπώματος κατά Είδος ICT

(Πηγή: GeSI, 2008)



**Σχήμα 3:** Κατανομή Ενεργειακού Αποτυπώματος κατά Γεωγραφική Ενότητα

(Πηγή: GeSI, 2008)

### 3.2 ΤΠΕ και Επιπτώσεις στο Περιβάλλον

#### 3.2.1 Άμεσες Επιπτώσεις

Στις άμεσες επιπτώσεις των ΤΠΕ στο περιβάλλον μπορούν να υπαχθούν όλες εκείνες οι επιπτώσεις που εμφανίζονται στο κύκλο ζωής ενός προϊόντος ΤΠΕ. Έτσι διακρίνονται εκείνες οι οποίες έχουν να κάνουν με:

- 1) **Παραγωγή συσκευών ΤΠΕ.** Για τη παραγωγή των ΤΠΕ απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας ενώ καταναλώνονται υλικά τα οποία δεν είναι ανακυκλώσιμα. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα chips των ημιαγωγών απαιτούν μεγάλο βαθμό καθαρότητας με αποτέλεσμα να καταναλώνονται σημαντικοί φυσικοί πόροι νερού. Αναλογιζόμενοι και τα υγρά απόβλητα που παράγονται από αυτή τη διεργασία η επιβάρυνση στο περιβάλλον αυξάνεται αθροιστικά. Εκτός όμως της κατανάλωσης του νερού πολλά συστατικά των ηλεκτρονικών μερών

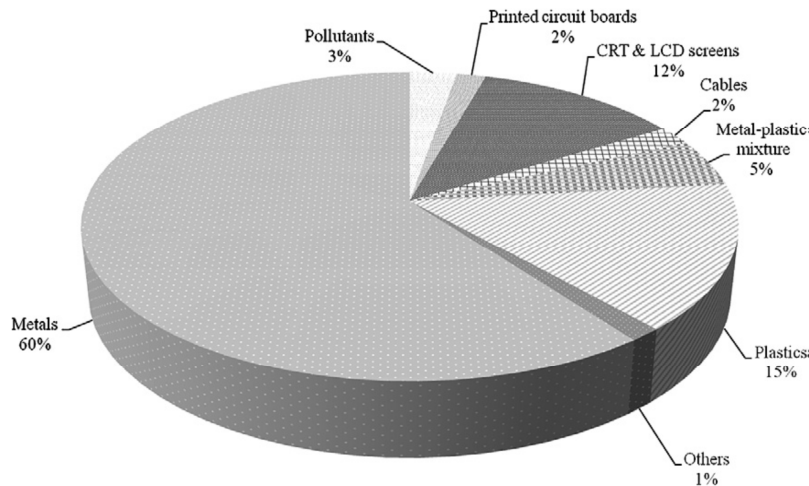
των ΤΠΕ αποτελούν υλικά τα οποία βρίσκονται σε περιορισμένες ποσότητες στη γη. Για παράδειγμα το συστατικό Ίνδιο (In). Άρα η παραγωγή των συσκευών ΤΠΕ συνδέεται και με εξάντληση των αποθεμάτων τους.

- 2) **Σχεδιασμός Προϊόντων ΤΠΕ (τόσο hardware όσο και software).** Σε αυτό το στάδιο απαιτούνται οι ανάλογες εργαστηριακές υποδομές και λογισμικά αλλά και τα testbeds που είναι μεγάλα σε έκταση.
- 3) **Διάθεση Προϊόντων.** Επιπτώσεις από τα συστήματα μεταφορών που υποστηρίζουν τη διάθεση των προϊόντων η οποία γίνεται σε παγκόσμια κλίμακα.
- 4) **Υποστήριξη Προϊόντων ΤΠΕ.** Κατανάλωση ενέργειας για τεχνική υποστήριξη και ενημέρωση εκδόσεων. Είναι μια συνεχόμενη και ιδιαίτερα δαπανηρή διαδικασία.
- 5) **Απόρριψη.** Το μεγαλύτερο πρόβλημα των συσκευών ΤΠΕ είναι ότι τις περισσότερες φορές τα συστατικά τους μέρη δύσκολα ανακυκλώνονται ενώ σε πολλές των περιπτώσεων ανθίζει το παραεμπόριο της ανακύκλωσης ηλεκτρονικών συσκευών από την εξαγωγή τους σε υποανάπτυκτες χώρες και απόσπαση του χρυσού που έχουν με ιδιαίτερα τοξικές διαδικασίες.

Ειδικά για τη περίπτωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Waste Electrical and Electronic Equipment -WEEE), η τυπική τους σύσταση παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα, ενώ σε επίπεδο Ε.Ε. το 17% σχεδόν των αποβλήτων αυτών αποτελούνται από συσκευές ΤΠΕ (Huisman et al., 2008). Το ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα υψηλό αν συνεκτιμηθεί το γεγονός ότι ετησίως απορρίπτονται 6,5 τόνοι WEEE με τάσεις αύξησης κατά 16-28% ανά πενταετία (Dalrymple et al., 2007).



## Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον



**Εικόνα 3:** Τυπική Σύσταση αποβλήτων WEEE

(Πηγή: Ongondo et al., 2011)

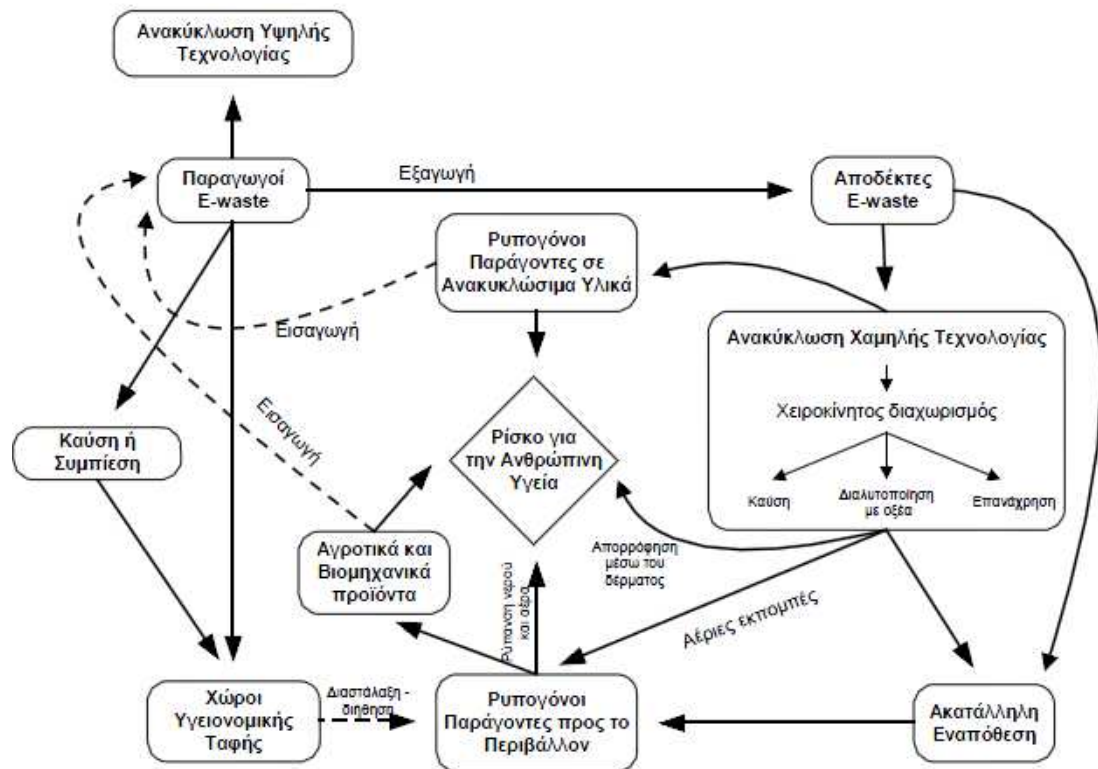
Στον επόμενο Πίνακα, παρουσιάζονται οι πιθανοί περιβαλλοντικοί μολυσματικοί παράγοντες που προέρχονται από την εναπόθεση ή την ανακύκλωση των λεγόμενων e-waste

**Πίνακας 11:** Πιθανοί Περιβαλλοντικοί Μολυσματικοί Παράγοντες των e-waste

Μολυσματικοί παράγοντες	Συσχέτιση με τα e-waste	Τυπική συγκέντρωση σε E-waste (mg/kg)	Παγκόσμιες εκπομπές (tons)
PBDEs, PBB και TBBPA	Επιβραδυντικά καύσεως		
Polychlorinated biphenyls (PCB)	Συμπυκνωτής, μετατροπέας	14	280
Χλωροφθοράνθρακες (CFC)	Ψυκτικές μονάδες, μονωτικός αφρός		
Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAHs)	Προϊόν καύσης		
Πολυαλογονομημένοι Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PHAHs)	Προϊόν καύσης σε χαμηλές θερμοκρασίες		
Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), Polychlorinated dibenzofurans (PCDFs)	Προϊόν καύσης σε χαμηλές θερμοκρασίες των PVCs και άλλων πλαστικών		
Αμερίκιο (Am)	Ανιχνευτές καπνού		
Αντιμόνιο	Επιβραδυντικά καύσεως, πλαστικά	1700	34000
Αρσενικό (As)	Υλικό ενίσχυσης για το Si		
Βάριο (Ba)	Υλικό απορρόφησης (CRTs)		
Βηρύλλιο (Be)	Ανορθωτές πυρητίου		
Κάδμιο (Cd)	Μπαταρίες, τόνερς, πλαστικά	180	3600
Χρόμιο (Cr)	Δισκέτες δεδομένων	9900	198000
Χαλκός (Cu)	Καλωδίωση	41000	820000
Γάλλιο (Ga)	Ημιαγωγός		
Ινδίο (In)	Οθόνες LCD		
Μόλυβδος (Pb)	Κόλλα μετάλλων, μπαταρίες	2900	58000
Λίθιο (Li)	Μπαταρίες		
Υδράργυρος (Hg)	Λάμπες φθορισμού, μπαταρίες	0.68	13.6
Νικέλιο (Ni)	Μπαταρίες	10300	206000
Σελήνιο (Se)	Ανορθωτές		
Αργυρός (Ag)	Καλωδίωση		
Κασσίτερος (Sn)	Κόλλα μετάλλων Solder, οθόνες LCD	2400	48000
Ψευδάργυρος (Zn)		5100	102000

(Πηγή: Γκαϊντατζής κ.α., 2009, σ.5)

Τέλος, στο επόμενο flowchart αποτυπώνονται γραφικά όλες οι δυνατές διαδρομές-ροές των e-waste και οι δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους



Σχήμα 4: Η Διαδρομή των e-Waste

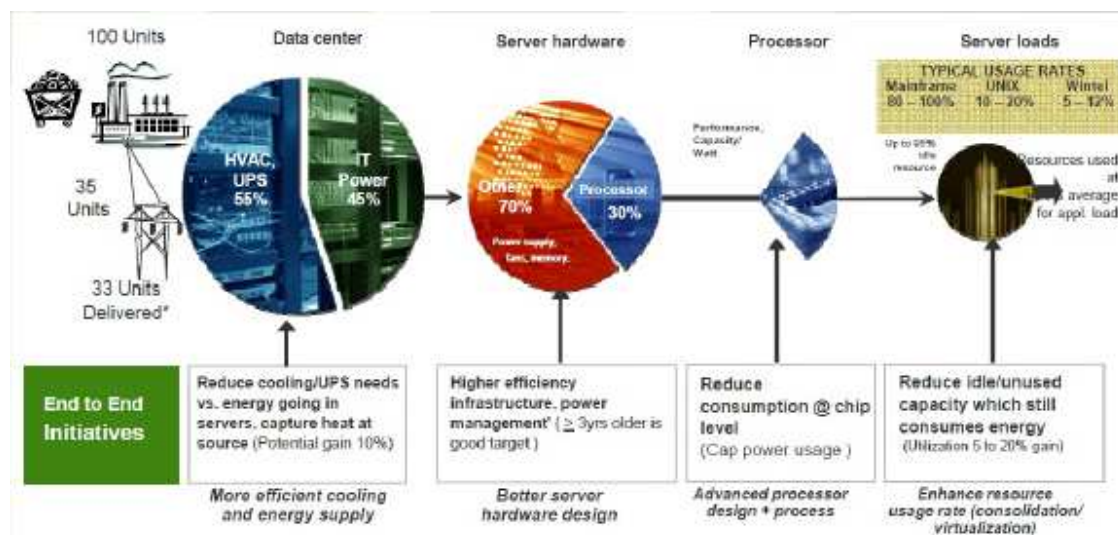
(Πηγή: Γκαϊντατζής κ.α., 2009, σ.7)

### 3.2.2 Έμμεσες Επιπτώσεις

Στις έμμεσες επιπτώσεις μπορούν να ενταχθούν οι εκείνες που απορρέουν από τη χρήση τους:

- 1) **Χρήση συσκευών ΤΠΕ:** Κατανάλωση ενέργειας που επιβάλλει ισόποση κατανάλωση ενέργειας για την εξασφάλιση συνθηκών λειτουργίας
- 2) **Χρήση λογισμικού ΤΠΕ:** Κατανάλωση ενέργειας σε όλο το εμπλεκόμενο δίκτυο διανομής και υποστήριξης.

Το ισοζύγιο από την έμμεση χρήση είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό. **Για κάθε 1 Watt εφαρμογής, αντιστοιχούν σε 30+ Watt ενέργεια** (Φιλιππόπουλος, 2011).



Εικόνα 4: Σχηματική Απεικόνιση Προτεινόμενης Ροής Ενεργειών Εξοικονόμησης Ενέργειας

(Πηγή: Φιλιππόπουλος, 2011)

### 3.2.3. Εκτενής Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Οι επιπτώσεις των ΤΠΕ στο περιβάλλον πρέπει να διακρίνονται τόσο από το επίπεδο ανάλυσης όσο και από το είδος. Ως προς το επίπεδο ή κλίμακα ανάλυσης, οι επιπτώσεις υπό τη μακροσκοπική σκοπιά περιλαμβάνουν (Hilty, 2008):

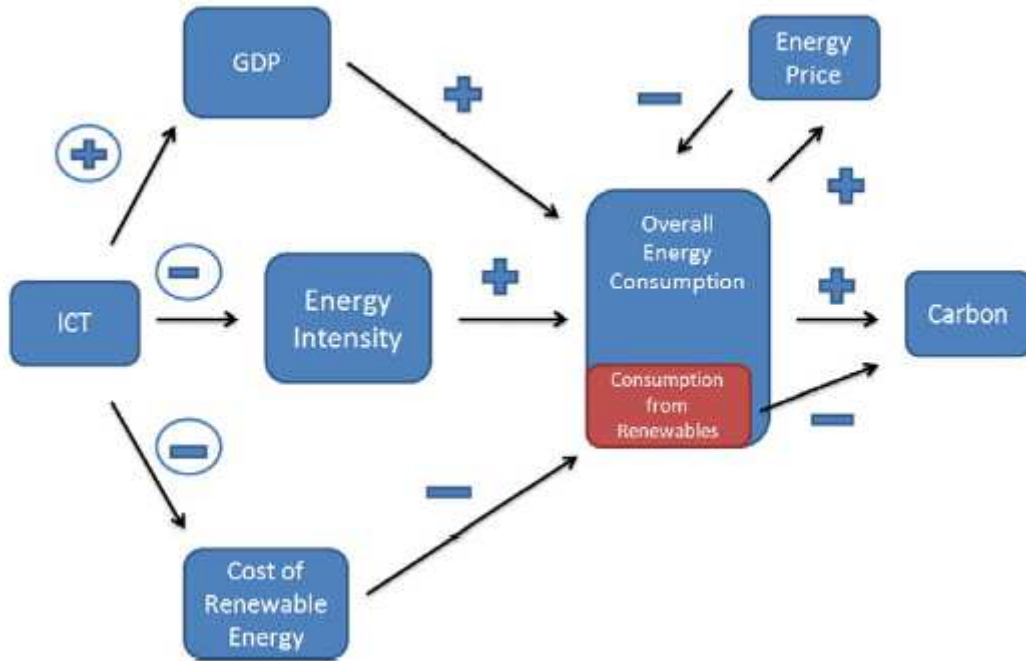
- 1) **Επιπτώσεις 1<sup>ου</sup> επιπέδου:** Περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται άμεσα με τον κύκλο ζωής των συσκευών ΤΠΕ από τη παραγωγή τους, τη χρήση τους και τέλος την απόρριψή τους.
- 2) **Επιπτώσεις 2<sup>ου</sup> επιπέδου:** Επιπτώσεις εξαιτίας της εφαρμογής των ΤΠΕ σε διάφορους παραγωγικούς κλάδους, δεδομένου ότι έχουν την τάση να μετατρέπουν προς το καλύτερο μια παραγωγική διαδικασία και άρα να εξοικονομούν ενέργεια ή να αντικαθιστούν ένα φυσικό προϊόν με μια υπηρεσία.
- 3) Μεσοπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες προσαρμογές συμπεριφοράς και οικονομικών μοντέλων που επηρεάζονται από τη διαθεσιμότητα των ΤΠΕ.

Για την πρώτη κατηγορία επιπτώσεων, όπως υποστηρίζεται και από τους Rorke and Cristensen (2012) οι επιπτώσεις είναι αρνητικές ενώ για τη δεύτερη και Τρίτη κατηγορία, εξαρτάται από το σύνολο των εκτιμώμενων παραγόντων

καθώς και το επίπεδο και το είδος ανάλυσης. Άλλωστε τα αποτελέσματα ερευνών στη βιβλιογραφία διαφέρουν κατά πολύ και είναι ανάλογα των παραγόντων που προαναφέρθηκαν.

Έτσι, η επιστημονική κοινότητα αναφορικά με τις επιπτώσεις των ICT (είτε άμεσα είτε έμμεσα) στο περιβάλλον μέσω των ενεργειακών καταναλώσεων άρα και εκπομπών, εμφανίζεται διχασμένη. Κάποιοι παγκόσμιοι φορείς προσεγγίζουν τις ICT ως εργαλεία μείωσης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής καθώς προσφέρουν ενεργειακά αποδοτικότερες συσκευές, μειώνουν το ενεργειακό κόστος των υπηρεσιών (The Climate Group and Global eSustainability Initiative-(GeSI), 2008) ενώ μειώνουν σημαντικά και τα κοστολόγια της βιομηχανίας παραγωγής τεχνολογιών εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Άλλες βιβλιογραφικές αναφορές τάσσονται κατά της άποψης ότι οι ICTs μπορούν να καταστείλουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι η οικονομική ανάπτυξη οδηγεί σε μεγαλύτερες ενεργειακές καταναλώσεις άρα και σε μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) (Hagen et al., 2008; Qiang et al., 2009).

Οι πλέον πρόσφατες τάσεις της επιστημονικής έρευνας εστιάζουν στη κλίμακα της παγκόσμιας θεώρησης των επιπτώσεων των ICTs στο περιβάλλον δεδομένου ότι αυτή η θεώρηση αποτελεί μια αξιόλογη οπτική στη ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των επιπτώσεων των ICT στο περιβάλλον αλλά και στην οικονομία συνολικότερα (Plerpys, 2002). Προς αυτή τη κατεύθυνση, οι Moyer and Hughes (2012) προσπάθησαν να μοντελοποιήσουν και να ποσοτικοποιήσουν τις επιπτώσεις των ICT στην οικονομία και στο περιβάλλον σε παγκόσμια κλίμακα βάσει των παγκόσμιων μελλοντικών αναγκών με στόχο να απαντήσουν στο ερώτημα εάν τελικά οι ICTs συμβάλλουν στην αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Σύμφωνα με τη πορεία της ανάλυσης τους σε πρώτη φάση μοντελοποίησαν τις σχέσεις των ICTs στην οικονομία, την ενέργεια και τα περιβαλλοντικά συστήματα τις οποίες απεικόνισαν μέσω του επόμενου σχήματος. Να σημειωθεί ότι από το σύνολο των ICTs οι συγγραφείς περιορίστηκαν στην εξέταση της επιρροής της ευρυζωνικότητας (broadband).



**Σχήμα 5:** Μοντελοποίηση Σχέσεων ICT με Τομείς Οικονομίας, Περιβάλλοντος και Ενέργειας

(Πηγή: Moyer and Hughes, 2012)

Σύμφωνα με το μοντέλο των Moyer and Hughes (2012) τα υποσυστήματα των επιπτώσεων των ICT στο συνολικό σύστημα των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον μέσω των εκπομπών CO<sub>2</sub> αφορούν 1) Τις σχέσεις ICT και παραγωγικότητας, 2) ICT και ενεργειακής ζήτησης και 3) ICT και κατανάλωση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ( εφεξής ΑΠΕ) και παραγωγή. Οι μεταξύ τους σχέσεις σε αυτό το μοντέλο εκφράζονται σε μονάδες ελαστικότητας (elasticity approach) όπου η μονάδα ελαστικότητας (αδιάστατο) εκφράζει το λόγο της μεταβολής μιας παραμέτρου (ποσοστιαία) προς την αντίστοιχη μεταβολή σε μια άλλη συνδεόμενη (ποσοστιαία). Με βάση τα δεδομένα που συνέλεξαν από τη βιβλιογραφία κατέληξαν στις εξής μονάδες ελαστικότητας: 1) για 1% αύξηση της διεύσδυσης ευρυζωνικότητας (broadband) αντιστοιχεί σε αύξηση 0,12% του μέσου ρυθμού αύξησης του ΑΕΠ 0,12%, 2) Για κάθε μονάδα ποσοστιαίας αύξησης του ρυθμού διεύσδυσης της ευρυζωνικότητας μειώνονται οι απαιτήσεις σε ενέργεια κατά 0,08%, και 3) 10% αύξηση της διεύσδυσης των ICT ισοδυναμεί με μια μεταβολή κατά 0,37% της συμμετοχής της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή. Ωστόσο παρόλο που ο δείκτης ελαστικότητας εδώ ισοδυναμεί με 0,037, οι συγγραφείς αποφάσισαν να τον μειώσουν στο μισό προσδιορίζοντας τον νέο σε

0,0185. Επίσης, ο δείκτης αυτός υπολογίστηκε με βάση την επίδραση της διείσδυσης των ICT στην κατανάλωση ενέργειας που ουσιαστικά επιδρά και στο κόστος της ενέργειας. Στη συνέχεια, οι ερευνητές αναπτύσσοντας 5 διαφορετικά σενάρια μελλοντικών απαιτήσεων προσδιόρισαν τις αντίστοιχες μελλοντικές μεταβολές των υποσυστημάτων. Τα βασικότερα συμπεράσματά τους συνοψίζονται ακολούθως (Moyer and Hughes, 2012):

- Η αύξηση της διείσδυσης της ευρυζωνικότητας μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες εκπομπές CO<sub>2</sub> μέσω δυο κυρίως τρόπων: 1) Μείωσης της απαιτήσεως της ενεργειακής ζήτησης και 2) μέσω της παραγωγής νέων τεχνολογικών εφαρμογών ΑΠΕ.
- Η μείωση ωστόσο δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική και αυτό οφείλεται βασικά στο γεγονός ότι υπάρχει η τάση συμψηφίζεται η μείωση του κόστους ενέργειας με τις αυξήσεις σε ενεργειακές απαιτήσεις και του ανταγωνισμού ορυκτών καυσίμων με ΑΠΕ.
- Μόνο υπό ορισμένες προϋποθέσεις συνδυασμού συγκεκριμένων πολιτικών τιμολόγησης των εκπομπών CO<sub>2</sub> και μορφών ICT μπορούν να συμβάλουν στη πραγματικότητα στη μείωση των εκπομπών αυτών και άρα στη μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.
- Η ευρύτερη μοντελοποίηση των σχέσεων που έκαναν δεν εξαντλεί όλο το φάσμα των αλληλεπιδράσεων, ωστόσο τα αποτελέσματά τους δίνουν τη βάση για επέκταση των σχετικών ερευνών. Π.χ. προτείνουν να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο παράδοξο της αύξησης της έντασης των ICT και τη πιθανή θετική της συμβολή στη παραγωγή νέων ορυκτών καυσίμων. Άρα είναι σημαντικό να διερευνηθεί και ο σκοπός χρήσης αυτών των τεχνολογιών και οι μελλοντικές τάσεις αυτών.

Είναι προφανές ότι η μοντελοποίηση και η ποσοτικοποίηση των σχέσεων των ΤΠΕ με οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενέχει μια σειρά από αβεβαιότητες. Οι Yi and Thomas (2007), πραγματοποιώντας μια εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των e-business και των ΤΠΕ κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα συμπεράσματα είναι φυσικά τελείως υποκειμενικά και δεν είναι σε κατάλληλο βάθος λόγω των πολλών παραμέτρων αβεβαιότητας που προκύπτουν.

Οι παραπάνω συγγραφείς, προτείνουν ωστόσο την χρήση των μοντέλων Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Artificial Neural Networks-ANNs) ως μια αρκετά καλή προσέγγιση προβολής των μελλοντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την αύξηση της διείσδυσης των ΤΠΕ. Από την άλλη βέβαια, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, θεωρείται ότι η χρήση των ANN δε μπορεί να αποτελέσει τη καταλληλότερη λύση στο πρόβλημα πρόβλεψης, δεδομένου ότι αυτού του είδους οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις είναι τεχνολογίες «μαύρου κουτιού» (black-box models) με αποτέλεσμα να μη μπορεί αν είναι γνωστή στον μελετητή η μοντελοποίηση των σχέσεων εξάρτησης μεταξύ των παραγόντων που θα εισαχθούν σε ένα μοντέλο που κάνει χρήση των ANNs. Η δομή (αριθμός νευρώνων και κρυμμένων επιπέδων) και οι παράμετροί τους δεν έχουν φυσικό υπόβαθρο, και προκύπτουν μέσω μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας προσαρμογής που βασίζεται στη χρήση γενετικών, συνήθως, αλγορίθμων και είναι γνωστή ως εκπαίδευση (training) του δικτύου. Στην πράξη, το νευρωνικό δίκτυο είναι ένας κρυφός υπολογιστικός κώδικας, στον οποίο δεν έχει πρόσβαση ο χρήστης. Συνεπώς, σε στρατηγικό επίπεδο δε μπορούν να εντοπιστούν εκείνοι οι τομείς που χρήζουν βελτίωσης με αποτέλεσμα η χρήση τους να είναι χρήσιμη μόνο σε εκείνες τις περιπτώσεις που απλά χρειάζεται να γίνει ένα είδος πρόβλεψης.

Σύντομα και περιεκτικά υπήρξαν επίσης τα συμπεράσματα του Plerpys (2002) αναφορικά με τη λεγόμενη «γκρίζα πλευρά», όπως την ονόμασε, των ΤΠΕ. Ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι το concept των ΤΠΕ πρέπει να ενταχθεί σε ένα ευρύτερο πλαίσιο θεώρησης των μετασχηματιστικών επιπτώσεων που έχει η διείσδυση τους στο οικονομικό γίνεσθαι και στο περιβάλλον. Ωστόσο, ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι η χρήση των ΤΠΕ ενέχει μια εγγενής δυνατότητα για μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ωστόσο θα πρέπει πάντα να συνεκτιμάται η ανάλογη αύξηση της χρήσης τους από τον άνθρωπο λόγω αύξηση της ελκυστικότητάς τους.

Ειδικότερα για τη σχέση μεταξύ των ICT και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας πολλοί συγγραφείς εντοπίζονται στη βιβλιογραφία να έχουν ασχοληθεί εκτενώς με το θέμα αυτό. Για παράδειγμα οι Schaefer et al., (2003) μελέτησαν την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας από τον τομέα της κινητής τηλεφωνίας στη Γερμανία. Σύμφωνα με τα ευρήματά τους, σε επίπεδο

κύκλου ζωής και σχετικών συσκευών με την κινητή τηλεφωνία η κατανάλωση ενέργειας του κλάδου αντιστοιχεί στο 45% της συνολικής ενέργειας. Οι Takase and Murota (2004) ανέλυσαν τις συνεπαγόμενες επιπτώσεις στην ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές CO<sub>2</sub> μέσω της αύξησης των επενδύσεων σε ΤΠΕ για τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία. Κατέληξαν στο συμπέρασμα, πως η αύξηση των επενδύσεων σε ΤΠΕ για την Ιαπωνία και της ΗΠΑ μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Οι Cho et al. (2007) προχώρησαν σε αναλύσεις σχετικά με τη μελέτη της διάρθρωσης των επενδύσεων σε ΤΠΕ και των συνεπαγόμενων ενεργειακών καταναλώσεων σε διάφορους παραγωγικούς κλάδους. Κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται αναλόγως της υπό εξέταση περίπτωσης. Έτσι, για εργοστάσια παραγωγής και επεξεργασίας μετάλλου, η αύξηση σε επενδύσεις ΤΠΕ οδήγησε σε μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων ενώ σε τομείς παροχής υπηρεσιών η κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε. Επιπλέον, μόνο στο μισό δείγμα των κλάδων που μελέτησαν οι αυξήσεις των τιμών κόστους χρήσης ενέργειας οδήγησαν σε μείωσή της ενώ σε όλες τις περιπτώσεις επαληθεύτηκε η υπόθεση ότι τονώθηκε η παραγωγικότητα και αποδοτικότητα των επιχειρήσεων με χρήση ΤΠΕ.

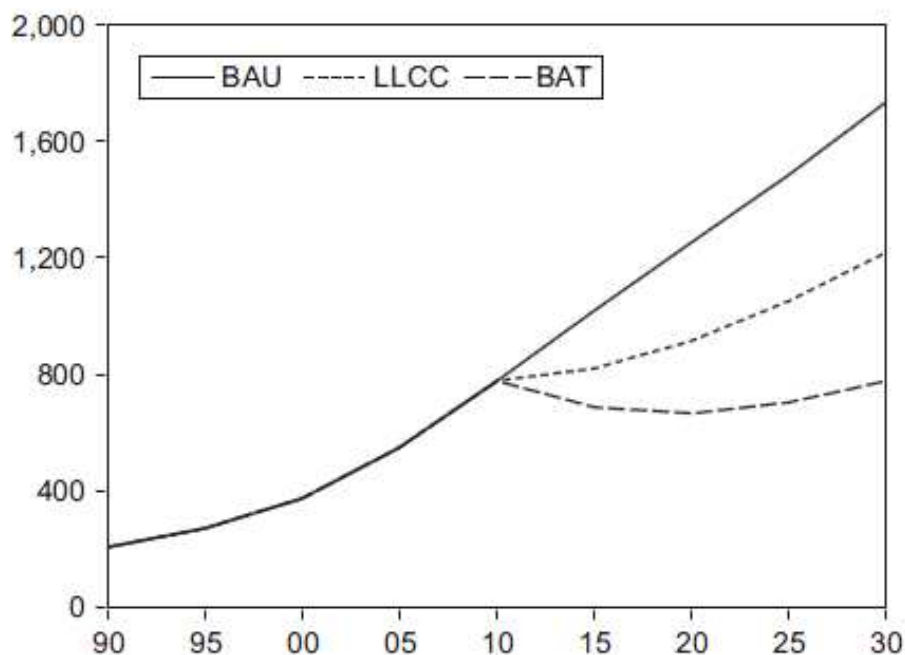
Οι Collard et al., (2005) μελετώντας συγκριμένες κατηγορίες ICT κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τελικά οι τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών έχουν μεγαλύτερες επιδράσεις στην ενεργειακή κατανάλωση σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των τεχνολογιών πληροφοριών.

Ο φορέας European Commission e-business Watch (2008) πραγματοποίησε μια έρευνα σχετικά τις επιδράσεις των ΤΠΕ στις χώρες τα; Αυστρία, Δανία, Φιλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία και Ηνωμένο Βασίλειο καθώς σε διάφορους παραγωγικούς τομείς και σε πολλές ενδιαφέρουσες μελέτες περίπτωσης. Σε συνολικό επίπεδο, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως δεν είναι απαραίτητη η χρήση ΤΠΕ να οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ειδικότερα κατέληξαν στο συμπέρασμα πως ο κλάδος των επικοινωνιών έχει την τάση να οδηγεί σε μείωση τη κατανάλωσης ενέργειας, ενώ ο κλάδος των Υπολογιστών κα των λογισμικών να οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.



Η πλέον πρόσφατη έρευνα του Sadorsky (2012) μελέτησε τις σχέσεις εξάρτησης της αύξησης των ΤΠΕ με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας σε χώρες με αναδυόμενες οικονομίες. Τα αποτελέσματα του είναι τα πρώτα τα οποία χρησιμοποιούν μια συστηματική ανάλυση πολλαπλών δεδομένων ώστε να εξαχθεί βέβαιο συμπέρασμα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας επαληθεύεται η υπόθεση ότι ο αυξημένος ρυθμός διείσδυσης των ΤΠΕ οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ίδιος συγγραφέας τονίζει το γεγονός ότι η μεγαλύτερη αύξηση της χρήσης ICT σε σχέση με την αύξηση του ΑΕΠ οδηγεί σε αυτού του είδους τις μεγάλες καταναλώσεις και θα πρέπει η αναδυόμενες οικονομίες να συνεκτιμούν οπωσδήποτε τον παράγοντα ICT όταν σχεδιάζουν τη φέρουσα ικανότητα ενός ηλεκτρικού δικτύου. Η έρευνα καταλήγει με το συμπέρασμα ότι πράγματι μια πολύ καλή λύση στο πρόβλημα αυτό μπορεί να αποτελέσει η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των συσκευών ICT κάτι το οποίο αποτελεί κεντρικό σημείο των αντίστοιχων πολιτικών τόσο της Ε.Ε. όσο και του Παγκόσμιου Οργανισμού Ενέργειας (IEA).

Σύμφωνα με τον IEA (2009) η συνεχώς αυξανόμενη πορεία της κατανάλωσης ενέργειας από τη χρήση των προϊόντων ICT σε οικιακούς χρήστες, μπορεί να ανακοπεί με δυο τρόπους: 1) με τη χρήση ΤΠΕ με το μικρότερο κόστος στο σύνολο του κύκλου ζωής του (Least Life-Cycle Cost-LLCC) και με τη χρήση των καταλληλότερων τεχνολογιών (Best Available Technologies-BAT) για κάθε χρήση. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούν ρεύμα μόνο όταν το χρειάζεται στη λογική των smart devices. Ειδικότερα, προτείνεται το μέτρο της χρήσης των BAT όπως παρουσιάζεται και στο επόμενο διάγραμμα (Σχήμα 6) της εκτίμησης της διαχρονικής κατανάλωσης ενέργειας από ICT. Σύμφωνα με το σχήμα, η χρήση των LLCC τεχνολογιών μπορεί να ανακόψει την διαρκώς αυξανόμενη πορεία κατά 30% το 2030 και η χρήση των BAT κατά 50% την ίδια χρονιά.



**Σχήμα 6:** Εκτίμηση Παγκόσμιας Κατανάλωσης Ενέργειας (TWh) σε Επίπεδο Οικιακών Χρηστών Αναλόγως Τύπου Τεχνολογίας

(IEA, 2009)

Εξαιρετικό ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζουν οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας σε ΤΠΕ. Συγκεκριμένα, η ολοένα και μεγαλύτερη ανάγκη για περιορισμό των φυσικών μεγεθών των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων των ΤΠΕ έχει οδηγήσει στην ενσωμάτωση εξαρτημάτων νανοτεχνολογίας σε αυτές. Αποτέλεσμα είναι πλέον ο χρόνος παραγωγής των ΤΠΕ να έχει μειωθεί σημαντικά ενώ ιδιαίτερα μεγάλα οφέλη αρχίζουν να προκύπτουν από την εφαρμογή νανοτεχνολογιών σε μπαταρίες που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της αυτονομίας τους προς χρήση περιορίζοντας έτσι της ηλεκτρικές φορτίσεις οι οποίες οδηγούν σε αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις. Ίσως ο τομέας αυτός να αποτελέσει στο μέλλον σημαντικός παράγοντας στην αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των συσκευών ICT στη κατεύθυνση εξοικονόμησης ενέργειας μείωσης ή περιορισμού των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις αυξανόμενες οικονομικές μεγεθύνσεις του κλάδου (Markovic et al., 2012).

### 3.3 Σταθμοί Βάσης και Δίκτυα Κινητής Τηλεφωνίας<sup>9</sup>

#### 3.3.1. Θεωρητικό Μοντέλο

Οι σταθερές κεραιές που χρησιμοποιούνται για τις ασύρματες επικοινωνίες ονομάζονται σταθμοί βάσης κυψελωτών επικοινωνιών ή πύργοι μετάδοσης κινητής τηλεφωνίας. Ένας σταθμός βάσης αποτελείται από πολλά διαφορετικά εξαρτήματα-συμπεριλαμβανομένων ενός στεγάστρου εξοπλισμού, ενός πύργου ή ιστού που παρέχει το απαραίτητο ύψος για την προσφορά καλύτερης κάλυψης και των πομποδεκτών και κεραιών που βρίσκονται στην κορυφή του πύργου ή ιστού. Σε μερικές περιπτώσεις οι πομποδέκτες και οι κεραιές είναι προσαρτημένα στην κορυφή κτιρίων, όπου το ίδιο το κτίριο προσφέρει το απαραίτητο ύψος. Το τυπικό ύψος εγκαταστάσεων σταθμών βάσης κυμαίνεται μεταξύ 15 και 60 μέτρων. Τα ραδιοσήματα τροφοδοτούνται μέσω καλωδίων προς τις κεραιές και στη συνέχεια, εκπέμπονται ως ραδιοκύματα στην περιοχή ή την κυψέλη που περιβάλλει το σταθμό βάσης. Οι κεραιές που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση και λήψη σημάτων προς και από τους κινητούς χρήστες είναι συνήθως περίπου 15-30 εκατοστά σε πλάτος και μέχρι μερικά μέτρα σε μήκος, ανάλογα με την συχνότητα λειτουργίας τους, και αποτελούνται από ορθογώνια πλαίσια με διαστάσεις περίπου 0.3-1.2 μέτρων (sector antenna).

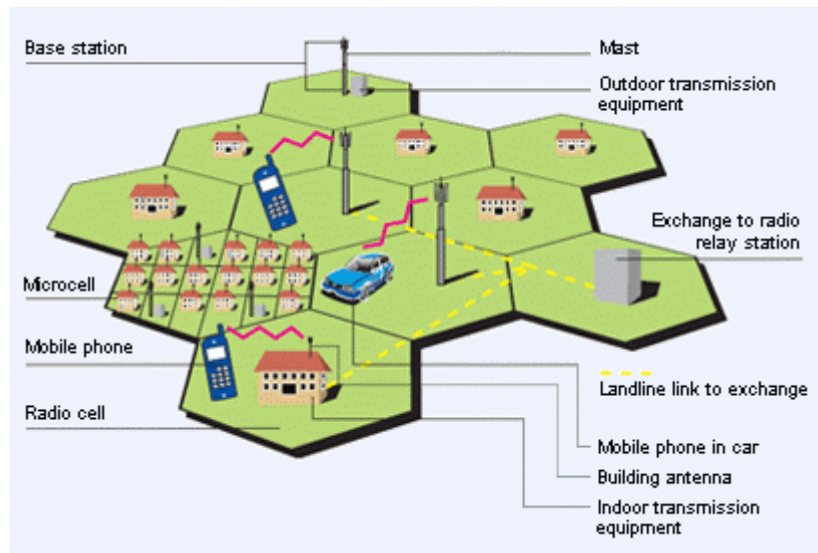
Πέρα όμως από τις παραπάνω κεραιές που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με τα κινητά τηλέφωνα, στους σταθμούς βάσης υπάρχουν και κεραιές σε σχήμα πιάτου (dish antenna), οι οποίες αποτελούν τερματικούς κόμβους μικροκυματικής σύνδεσης σημείο σε σημείο και επικοινωνίας με άλλους σταθμούς βάσης για τη διασύνδεση του δικτύου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι σταθμοί βάσεις συνδέονται μεταξύ τους με υπόγεια καλώδια αντί για μικροκυματικές συνδέσεις. Ανάλογα με τη θέση του σταθμού βάσης και το πλήθος των εξυπηρετούμενων χρηστών κινητών τηλεφώνων, οι σταθμοί βάσης μπορούν να απέχουν μεταξύ τους, από μερικές εκατοντάδες μέτρα, σε μεγάλες πόλεις, μέχρι μερικά χιλιόμετρα σε αγροτικές περιοχές.

Τα δίκτυα κινητής επικοινωνίας χωρίζονται σε γεωγραφικές περιοχές που ονομάζονται κυψέλες, η καθεμία από τις οποίες εξυπηρετείται από ένα σταθμό

---

<sup>9</sup> Πηγή: ΕΕΤΤ: Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία-Τα επιστημονικά δεδομένα (σ.12-17):  
<http://www.eekt.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kGiaKhidnc%3D&tabid=102>

βάσης. Τα κινητά τηλέφωνα αποτελούν το σύνδεσμο του χρήστη με το δίκτυο. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να εξασφαλίζει τη διατήρηση της σύνδεσης των κινητών τηλεφώνων με το δίκτυο, καθώς οι χρήστες μετακινούνται από τη μία κυψέλη στην άλλη.



**Εικόνα 5:** Γραφική Απεικόνιση Δικτύου Κινητής Τηλεφωνίας

(Πηγή: <http://angnikolou.mysch.gr/mobilephones/sigma973sigmatauetamualpha-gsm.html>)

Κάθε σταθμός βάσης διαχειρίζεται όλες τις κλήσεις των κινητών τηλεφώνων εντός της κυψέλης. Μερικές φορές, οι κυψέλες θεωρούνται εξαγωνικού σχήματος σχηματίζοντας δομή κηρήθρας, αν και στην πράξη το σχήμα τους ενδέχεται να είναι ακαθόριστο για τους εξής λόγους:

- Χαρακτηριστικά του ανάγλυφου του εδάφους, όπως δένδρα, λόφοι και κτίρια, μπορούν να εμποδίσουν ή να εξασθενήσουν τα ραδιοκύματα.
- Οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας δεν έχουν πάντα τη δυνατότητα να τοποθετούν τους σταθμούς βάσης όπου επιθυμούν, διότι δεν είναι πάντα διαθέσιμες οι κατάλληλες θέσεις.
- Μικρότερες κυψέλες είναι απαραίτητες όπου υπάρχει υψηλή πυκνότητα χρηστών, όπως στα κέντρα των πόλεων.



**Εικόνα 6:** Γραφική Απεικόνιση Ασύρματου Δικτύου Κυψελωτής Μετάδοσης

(Πηγή: <http://www.vodafone.gr/portal/client/cms/viewCmsPage.action?pageId=1761>)

Υπάρχουν όρια σχετικά με τη μέγιστη περιοχή κάλυψης των σταθμών βάσης διότι τα ραδιοκύματα εξασθενούν σημαντικά, καθώς διαδίδονται στον αέρα. Κεραίες με ικανές τιμές ισχύος εκπομπής, επιτρέπουν τη μετάδοση σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Όμως, πέραν των 35 χιλιομέτρων, ο χρόνος που απαιτείται για να μεταδοθούν τα σήματα μεταξύ των κινητών τηλεφώνων και των σταθμών βάσης GSM αυξάνεται αισθητά. Επίσης, οι σταθμοί βάσης έχουν μικρότερη χωρητικότητα σε σχέση με το μέγιστο αριθμό κλήσεων από κινητά τηλέφωνα που μπορούν να εξυπηρετήσουν ταυτόχρονα. Ο αριθμός των πομπών που εγκαθίστανται σε ένα σταθμό βάσης καθορίζει τη χωρητικότητα και ο αριθμός των χρηστών κινητών τηλεφώνων καθορίζει το επίπεδο της ζήτησης. Προσθέτοντας περισσότερους πομπούς αυξάνεται η χωρητικότητα ενός σταθμού βάσης. Όμως, υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των πομπών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

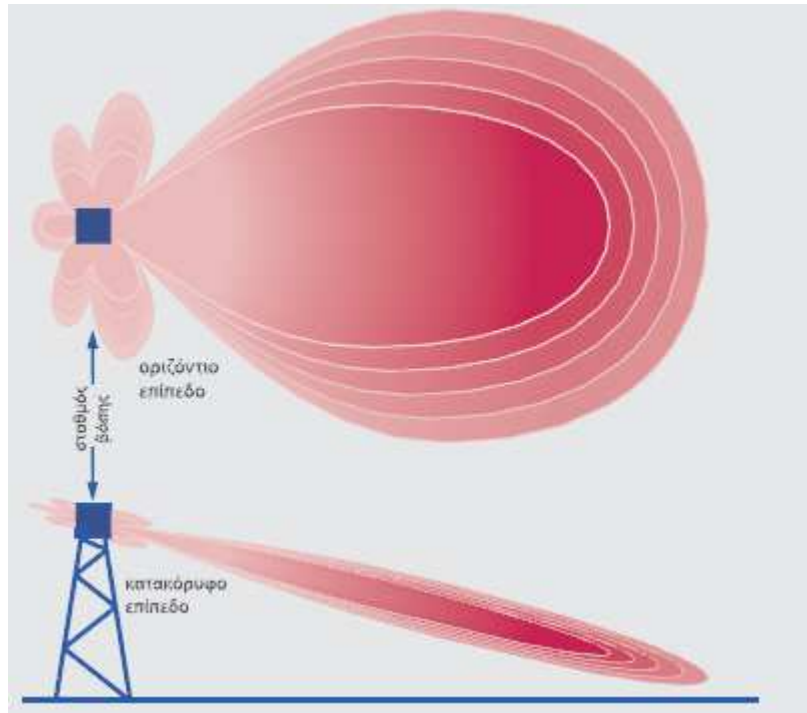
Λόγω των ανωτέρω περιορισμών, οι κυψέλες των σταθμών βάσης GSM έχουν μέγιστη διάσταση που κυμαίνεται από 1 έως 10 χιλιόμετρα σε αγροτικές περιοχές και μερικές εκατοντάδες μέτρα σε αστικό περιβάλλον. Η αδιάκοπη ραδιοεπικοινωνία ενός χρήστη κινητού τηλεφώνου που διασχίζει τη χώρα επιτυγχάνεται με τη διαδοχική επικοινωνία του με τους σταθμούς βάσης που συναντά κατά τη διαδρομή του. Τα ραδιοκύματα δεν χρειάζεται ποτέ να μεταδοθούν σε αποστάσεις μεγαλύτερες από μερικά χιλιόμετρα. Στην περίπτωση όπου οι σταθμοί βάσης είναι αραιά τοποθετημένοι, η κάλυψη του δικτύου δεν είναι ικανοποιητική και υπάρχει περίπτωση διακοπής της κλήσης,

όταν ο χρήστης βρίσκεται σε κίνηση. Κάθε σταθμός βάσης μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι ένα μέγιστο αριθμό κλήσεων. Συνεπώς, αύξηση των χρηστών έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη αύξησης του πλήθους των σταθμών βάσης. Η αύξηση του πλήθους των σταθμών βάσης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόστασης από το χρήστη. Επιπλέον, το κινητό τηλέφωνο είναι σχεδιασμένο ώστε να λειτουργεί σε διάφορα επίπεδα ισχύος και να χρησιμοποιεί μόνο την εκπεμπόμενη ισχύ που είναι απαραίτητη για την επικοινωνία με το δίκτυο εξασφαλίζοντας την απαιτούμενη ποιότητα ραδιοεπικοινωνίας με το σταθμό βάσης. Όσο εγγύτερα βρίσκεται ο χρήστης του κινητού τηλεφώνου στο σταθμό βάσης τόσο χαμηλότερη είναι η ισχύς εκπομπής του κινητού. Ανάλογα προς τη μείωση της ισχύος εκπομπής του κινητού μειώνεται και η τιμή του SAR που δημιουργεί η συσκευή στο κεφάλι του χρήστη. Συνεπώς, η πυκνωση του δικτύου σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της εκπεμπόμενης ισχύος από τα κινητά τηλέφωνα, αφού στην περίπτωση αυτή, γίνεται εκπομπή της ελάχιστης δυνατής ισχύος για τη λειτουργία της συσκευής.

### *3.3.2. Εκπομπές από Σταθμούς Βάσης*

Οι σταθμοί βάσης σε περιοχές με χαμηλή χρήση κινητών τηλεφώνων μπορούν να έχουν μόνο έναν πομπό συνδεδεμένο με τις κεραίες τους, οπότε μεταδίδουν μόνο σε μία συχνότητα. Οι σταθμοί βάσης σε πολυσύχναστες περιοχές μπορούν να έχουν περισσότερους από 10 πομπούς, οι οποίοι συνδέονται με τις κεραίες τους επιτρέποντας την ταυτόχρονη μετάδοση σε διαφορετικές συχνότητες και την εξασφάλιση επικοινωνίας με πολλά κινητά τηλέφωνα.

Η ισχύς εκπομπής κάθε πομπού σταθμού βάσης ρυθμίζεται ώστε να επιτρέπει τη χρήση των κινητών τηλεφώνων μέσα στην περιοχή την οποία καλύπτει ο σταθμός βάσης και όχι εκτός της περιοχής αυτής. Για την κάλυψη μεγαλύτερων κυψελών καθώς και για την κάλυψη κυψελών με δύσκολο ανάγλυφο εδάφους χρειάζονται υψηλότερες τιμές ισχύος. Στους σταθμούς βάσης με μεγαλύτερη χωρητικότητα, οι οποίοι διαθέτουν πολλαπλούς πομπούς, η ισχύς εξόδου μεταβάλλεται με το χρόνο και με το πλήθος των τηλεφωνικών κλήσεων που διαχειρίζονται.



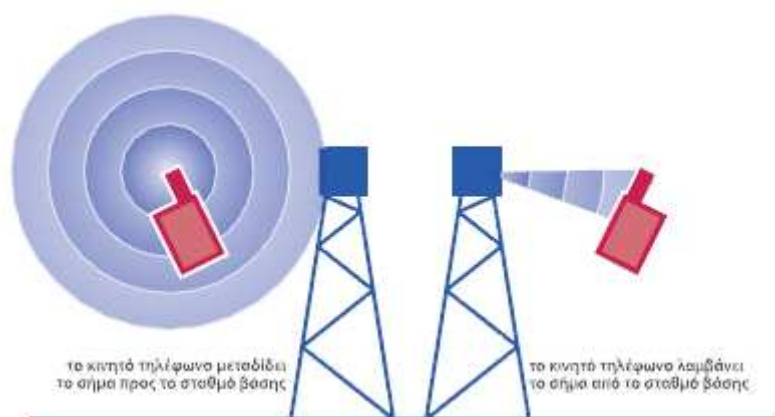
**Εικόνα 7:** Κατεύθυνση και Σχήμα Λοβών Ακτινοβολίας Σταθμών Βάσεων

Η ισχύς από τις κεραιές που χρησιμοποιούνται σε σταθμούς βάσης μακροκυψελών ακτινοβολείται σε στενές κατά την κατακόρυφη διεύθυνση δέσμες, οι οποίες παρουσιάζουν ελαφρά κλίση προς τα κάτω σε σχέση με τον ορίζοντα. Η ένταση του πεδίου ακριβώς κάτω από τις κεραιές και πάνω στους στύλους του σταθμού βάσης είναι πολύ χαμηλότερη από αυτήν που μετράται απευθείας μπροστά από τις κεραιές σε μικρή απόσταση.

Οι λοβοί των κεραιών διευρύνονται με την απόσταση και αγγίζουν το επίπεδο του εδάφους σε αποστάσεις 50-300 μέτρων από τις κεραιές. Τα επίπεδα πυκνότητας ισχύος των ραδιοκυμάτων σε αυτές τις αποστάσεις είναι πολύ μικρότερα από εκείνα που προκύπτουν απευθείας μπροστά από τις κεραιές και μπορούν εύκολα να υπολογιστούν. Σε αποστάσεις μικρότερες από εκείνες όπου ο κύριος λοβός αγγίζει το επίπεδο του εδάφους, η έκθεση οφείλεται σε ασθενέστερους λοβούς, που είναι γνωστοί ως δευτερεύοντες λοβοί, των οποίων η πυκνότητα ισχύος δεν υπολογίζεται εύκολα εκτός αν είναι διαθέσιμη λεπτομερής τεχνική πληροφόρηση σχετικά με το διάγραμμα ακτινοβολίας των κεραιών.

### 3.3.3. Κινητά Τηλέφωνα

Τα κινητά τηλέφωνα είναι χαμηλής ισχύος πομποδέκτες ραδιοκυμάτων, οι οποίοι με τη βοήθεια κατάλληλης ενσωματωμένης κεραίας και ηλεκτρονικού εξοπλισμού μετατρέπουν τη φωνή και τα ψηφιακά δεδομένα σε ραδιοκύματα και το αντίστροφο. Για την αποστολή αυτών των ραδιοκυμάτων από και προς το κινητό τηλέφωνο, χρησιμοποιούνται οι σταθμοί βάσης κινητών επικοινωνιών που αποτελούνται από κεραίες και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Όταν κάποιος καλεί από το κινητό του τηλέφωνο, αυτό εκπέμπει ραδιοκύματα που διαδίδονται στον αέρα μέχρι να συναντήσουν κάποιο δέκτη στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Όταν ο σταθμός βάσης λάβει τα ραδιοκύματα που προέρχονται από το κινητό τηλέφωνο, λειτουργεί ως διακόπτης μεταγωγής και προωθεί την κλήση σε ένα άλλο σταθμό βάσης. Έτσι, η κλήση αποστέλλεται μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας στο σταθμό βάσης που βρίσκεται πλησιέστερα στον καλούμενο χρήστη. Στη συνέχεια, ο σταθμός βάσης εκπέμπει ραδιοκύματα που λαμβάνονται από το δέκτη (κινητό τηλέφωνο) του καλούμενου χρήστη, όπου τα ραδιοκύματα μετατρέπονται ξανά σε ήχο (φωνή).



**Εικόνα 8:** Τηλεφωνική Σύνδεση Κινητού Τηλεφώνου

Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοκύματα σε καθορισμένα προτυποποιημένα επίπεδα ισχύος. Η μέση ισχύς εκπομπής είναι πολύ χαμηλή, 0.5W ή και μικρότερη. Επιπλέον, τα κινητά τηλέφωνα προσαρμόζουν την εκπεμπόμενη ισχύ τους στο κατώτερο επίπεδο, το οποίο είναι απαραίτητο για την αξιόπιστη επικοινωνία με το σταθμό βάσης. Συνεπώς, η μέση ισχύς εκπομπής σε πολλές περιπτώσεις είναι εξαιρετικά χαμηλότερη από τη μέγιστη ισχύ εκπομπής.



## Επιπτώσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και των ΤΠΕ στο Περιβάλλον

Τα κινητά τηλέφωνα για να επικοινωνούν με τους σταθμούς βάσης που μπορεί να βρίσκονται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση σε σχέση με το χρήστη, εκπέμπουν ραδιοκύματα προς όλες τις κατευθύνσεις. Μέρος της ακτινοβολίας αυτής των κινητών τηλεφώνων κατευθύνεται προς το χρήστη. Αντίθετα με όσα ισχύουν για την ακτινοβολία από τις κεραίες των σταθμών βάσης, κατά τη λειτουργία των τερματικών συσκευών, οι ιστοί του κεφαλιού του χρήστη εκτίθενται στο κοντινό πεδίο της κεραίας. Αν και η εκπεμπόμενη ισχύς είναι σχετικά χαμηλή, η τοποθέτηση της συσκευής σε επαφή με το κεφάλι του χρήστη μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε υπέρβαση των ορίων επιτρεπτής έκθεσης. Επομένως, απαιτείται προσεκτικός έλεγχος για τον προσδιορισμό της συμμόρφωσης των φορητών τηλεφωνικών συσκευών με τα διεθνή όρια αποδεκτής έκθεσης σε ραδιοκύματα. Ο έλεγχος αυτός βασίζεται σε πολύπλοκες μετρήσεις σε ομοιώματα του ανθρώπινου κεφαλιού και/ή σε υπολογιστικές προσομοιώσεις.

**Πίνακας 12:** Σύγκριση των επιπέδων έκθεσης στην ακτινοβολία τερματικών συσκευών και σταθμών βάσης

	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 διασφαλίσουν τιμές SAR εντός των επιτρεπτών 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.

### **3.4 Περιβαλλοντική Αδειοδότηση Σταθμών Βάσεων Κινητής Τηλεφωνίας**

#### *3.4.1. Ν.4014/2011 (ΦΕΚ 209/Α/21-9-2011): Γενικό Πλαίσιο Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης*

Για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, εφαρμόζονται οι διατάξεις του ν. 4014/11 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» (ΦΕΚ 209/Α/2011).

Με τον νέο νόμο, εισάγονται εκτός των άλλων και οι εξής καινοτομίες<sup>10</sup>:

- απλοποιούνται και εξορθολογίζονται οι διαδικασίες για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων και δραστηριοτήτων και μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος για την έκδοση των σχετικών αποφάσεων.
- μειώνεται ο αριθμός των έργων και δραστηριοτήτων για τα οποία απαιτείται υποβολή και αξιολόγηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να αδειοδοτηθούν περιβαλλοντικά.
- θεσπίζονται υποχρεωτικοί περιοδικοί τακτικοί και έκτακτοι έλεγχοι από αρμόδιες υπηρεσίες και ιδιώτες επιθεωρητές με στόχο την πραγματική διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος
- καταργούνται αλληλοεπικαλυπτόμενες αδειοδοτήσεις (άδεια διάθεσης λυμάτων, άδειες διαχείρισης μη επικινδύνων και επικινδύνων αποβλήτων, έγκριση επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση) και ενσωματώνονται στην απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
- για την έκδοση των Αποφάσεων Έγκρισης περιβαλλοντικών Όρων καταργούνται οι συνυπογραφές άλλων Υπουργών.
- επιμηκύνεται η διάρκεια ισχύος των Αποφάσεων έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) σε 10 έτη, ή σε 12 για έργα που διαθέτουν ISO, ή σε 14 για όσα διαθέτουν EMAS και παρατείνεται η διάρκεια ισχύος των υφιστάμενων ΑΕΠΟ μέχρι τη συμπλήρωση δεκαετίας από την έκδοσή τους

---

<sup>10</sup> <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=804&language=el-GR>

- καταργείται η υποχρέωση υποβολής προμελέτης Περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και καθίσταται πλέον η υποβολή της προαιρετική.
- για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων εντός του δικτύου Natura 2000, προβλέπεται η υποβολή και αξιολόγηση «Ειδικής Οικολογικής Αξιολόγησης»
- προβλέπεται η δημιουργία Ηλεκτρονικού περιβαλλοντικού μητρώου και Ηλεκτρονική υποβολή της ΜΠΕ και παρακολούθηση της διαδικασίας έκδοσης ΑΕΠΟ ή τροποποίησης/ανανέωσης κλπ.
- δημιουργείται η Περιβαλλοντική Ταυτότητα Έργου, που θα περιλαμβάνει κάθε περιβαλλοντική πληροφορία για το έργο.

Ειδικότερα, με την ΥΑ 1958/12 (ΦΕΚ 21/Β/2012) όλα τα έργα και οι δραστηριότητες για τα οποία απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση έχουν καταταγεί σε δυο κατηγορίες: την Α (η οποία υποδιαιρείται στις υποκατηγορίες Α1 και Α2) και την Β και σε 12 ομάδες κοινές για όλες τις κατηγορίες. Στην υποκατηγορία Α1 κατατάσσονται τα έργα και οι δραστηριότητες που ενδέχεται να προκαλέσουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, ενώ στην υποκατηγορία Α2 κατατάσσονται τα έργα και οι δραστηριότητες που ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατηγορία Β περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι ομάδες αυτές είναι οι ακόλουθες:

- ομάδα 1η: Έργα χερσαίων και εναέριων μεταφορών
- ομάδα 2η: Υδραυλικά έργα
- ομάδα 3η: Λιμενικά έργα
- ομάδα 4η: Συστήματα περιβαλλοντικών υποδομών
- ομάδα 5η: Εξορυκτικές δραστηριότητες
- ομάδα 6η: Τουριστικές εγκαταστάσεις και έργα αστικής ανάπλασης, κτιριακού τομέα, αθλητισμού και αναψυχής
- ομάδα 7η: Πτηνοκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις
- ομάδα 8η: Υδατοκαλλιέργειες
- ομάδα 9η: Βιομηχανικές και συναφείς εγκαταστάσεις
- ομάδα 10η: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- ομάδα 11η: Μεταφορά ενέργειας, καυσίμων και χημικών ουσιών

- ομάδα 12η: Ειδικά έργα και δραστηριότητες

Για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων της Α κατηγορίας, ακολουθείται συνοπτικά η εξής διαδικασία:

Ο φορέας του έργου ή της δραστηριότητας, εφόσον το επιθυμεί, ζητά από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή γνωμοδότηση Προκαταρκτικού Προσδιορισμού Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων (ΠΠΠΑ). Κατόπιν και εφόσον δοθεί θετική γνωμοδότηση ΠΠΠΑ, ή για περιπτώσεις που δεν έχει επιλεγεί από τον φορέα του έργου η υποβολή φακέλου ΠΠΠΑ, υποβάλλεται Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Η ΜΠΕ δημοσιοποιείται και ολοκληρώνεται η διαδικασία διαβούλευσης επ'αυτής και η αρμόδια περιβαλλοντική αρχή αφού αξιολογήσει και σταθμίσει τις σχετικές γνωμοδοτήσεις και απόψεις συντάσσει την ΑΕΠΟ ή την απόφαση απόρριψης. Αρμόδια υπηρεσία για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών μελετών των έργων και δραστηριοτήτων Α1 υποκατηγορίας είναι η Δ/ση Περιβαλλοντικών Αδειοδοτήσεων (ΔΠΑ) του ΥΠΕΚΑ και μέχρι τη σύστασή της, η Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος (ΕΥΠΕ), ή το Τμήμα Γενικών Περιβαλλοντικών Θεμάτων της Δ/σης Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, ή το Τμήμα Βιομηχανιών της Δ/σης Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου (ΕΑΡΘ), ανάλογα με την ομάδα του έργου ή της δραστηριότητας. Οι ΑΕΠΟ για τα έργα και τις δραστηριότητες Α1 υποκατηγορίας είναι αποφάσεις Υπουργού ΠΕΚΑ. Για τα έργα και δραστηριότητες Α2 υποκατηγορίας αρμόδιες υπηρεσίες είναι οι υπηρεσίες περιβάλλοντος των οικείων Αποκεντρωμένων Διοικήσεων και οι ΑΕΠΟ είναι αποφάσεις των Γενικών Γραμματέων αντίστοιχα.

Για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων Β κατηγορίας δεν απαιτείται η υποβολή και αξιολόγηση ΜΠΕ, αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) που αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των απαιτούμενων κατά περίπτωση αδειών που προβλέπονται για την κατασκευή, εγκατάσταση ή λειτουργία τους. Έως την έκδοση του συνόλου των επιμέρους κανονιστικών πράξεων που προβλέπονται στο ν. 4014/11, ισχύουν οι μεταβατικές διατάξεις (άρθρο 30 του νόμου).

#### 3.4.2. Η Περίπτωση των Σταθμών Βάσεων Κινητής Τηλεφωνίας

Σύμφωνα με το Παράρτημα XII της ΚΥΑ 1958/12 (ΦΕΚ 21/Β/2012), οι Σταθμοί βάσεων κινητής και ασύρματης τηλεφωνίας ως δραστηριότητα περιλαμβάνονται στην Ομάδα 12 «Ειδικά Έργα και Δραστηριότητες» (α/α 6). Ωστόσο, από αυτή την ομάδα εξαιρούνται περιβαλλοντικής αδειοδότησης τα συστήματα μικροκυβελών, femtocells και οι τυποποιημένες κατασκευές κεραιών των ΥΑ 17734/390/12.04.2011 και ΚΥΑ 11926/261/22.03.2011.

Συγκριμένα, με βάση τον Πίνακα, τα έργα των σταθμών βάσεων κινητής και ασύρματης τηλεφωνίας, αναλόγως των χαρακτηριστικών τους κατατάσσονται σε μια από τις κάτωθι κατηγορίες:

A2: Όταν περιλαμβάνουν συνοδά έργα οδοποιίας ή/και όταν θεμελιώνονται επί του εδάφους περιοχής Natura 2000.

B: Όταν δεν περιλαμβάνουν συνοδά έργα οδοποιίας και δεν θεμελιώνονται επί εδάφους περιοχής Natura 2000 (π.χ. επί νομίμως υφιστάμενου κτιρίου).

Συνεπώς, αναλόγως της κατηγορίας της οποίας υπάγονται ακολουθούν τη διαδικασία και το περιεχόμενο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στα αντίστοιχα άρθρα του Ν.4014/2011.

Συγκεκριμένα, στη περίπτωση έργων κατηγορίας A2, το άρθρο 4 του Ν.4014/2011 καθορίζει τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, σύμφωνα με τα επόμενα στάδια:

α) Υποβολή φακέλου ΜΠΕ και φακέλου με συνοδευτικά έγγραφα και σχέδια τεκμηρίωσης από το φορέα του έργου ή της δραστηριότητας.

β) Έλεγχο τυπικής πληρότητας του φακέλου ΜΠΕ εντός δέκα εργάσιμων ημερών από την ημέρα υποβολής του. Στο στάδιο αυτό είναι δυνατή η υποβολή του φακέλου της ΜΠΕ σε ένα μόνο αντίγραφο και εφόσον αυτός κριθεί ότι πληροί τις τυπικές απαιτήσεις ακολουθεί η υποβολή από τον υπόχρεο φορέα του έργου ή της δραστηριότητας των υπόλοιπων προβλεπόμενων αντιγράφων του φακέλου. Στην περίπτωση διαπίστωσης μη πληρότητας αυτού, η αρμόδια περιβαλλοντική αρχή δεν αποδέχεται το φάκελο και τον επιστρέφει με έγγραφη αιτιολόγηση, καταγράφοντας τα απαιτούμενα προς συμπλήρωση πεδία και στοιχεία.

γ) Αποστολή του φακέλου της ΜΠΕ προς τις υπηρεσίες και φορείς της Διοίκησης, καθώς και δημοσιοποίηση της ΜΠΕ για την έναρξη της διαδικασίας διαβούλευσης εντός δύο εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση του ελέγχου πληρότητας.

δ) Συλλογή γνωμοδοτήσεων από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς της Διοίκησης και απόψεων του κοινού και άλλων φορέων (διαδικασία διαβούλευσης) σε χρονικό διάστημα τριάντα πέντε εργάσιμων ημερών από την αποστολή και δημοσιοποίηση της ΜΠΕ.

ε) Αξιολόγηση και στάθμιση γνωμοδοτήσεων και απόψεων, καθώς και τυχόν απόψεων του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας επ' αυτών, από την αρμόδια υπηρεσία εντός είκοσι εργάσιμων ημερών από την παρέλευση της προθεσμίας του προηγούμενου σταδίου (δ).

στ) Σύνταξη ΑΕΠΟ ή απόφασης απόρριψης από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή εντός δεκαπέντε εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση του σταδίου (ε) βάσει της αξιολόγησης των υφιστάμενων γνωμοδοτήσεων και απόψεων και ανεξαρτήτως του αν έχουν γνωμοδοτήσει όλοι οι συναρμόδιοι φορείς.

ζ) Έκδοση ΑΕΠΟ ή απόφασης απόρριψης, αν η αρμόδια αρχή κρίνει αιτιολογημένα ότι οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του προτεινόμενου έργου ή της δραστηριότητας είναι εξαιρετικά σημαντικές ακόμη και μετά την πρόβλεψη ειδικών όρων και περιορισμών, καθώς και μετά την αντιστάθμισή τους.

Αντίστοιχα για τις περιπτώσεις έργων και δραστηριοτήτων οι οποίες είναι κατηγορίας Β, το άρθρο 8 του Ν.4014/2011 αναφέρει πως δεν ακολουθούν τη διαδικασία εκπόνησης ΜΠΕ αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ). Αναλόγως του είδους τους, υπάγονται αυτοδικαίως σε ΠΠΔ, με ευθύνη της αρμόδιας υπηρεσίας που χορηγεί την άδεια λειτουργίας και κατόπιν σχετικής δήλωσης του μελετητή ή του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας. Αν το έργο ή η δραστηριότητα δεν λαμβάνει άδεια λειτουργίας, τότε υπάγεται σε ΠΠΔ με ευθύνη της αρμόδιας υπηρεσίας περιβάλλοντος της Περιφέρειας.

Για τους σταθμούς βάσεων κινητής τηλεφωνίας, έχουν εκδοθεί ΠΠΔ, σύμφωνα με την ΚΥΑ με αρ. 198015/12 (ΦΕΚ 1510/Β/12). Σύμφωνα με το άρθρο 3 «Διαδικασία Υπαγωγής σε ΠΠΔ» της εν λόγω ΚΥΑ:

1. Ο αρμόδιος φορέας του έργου ή της δραστηριότητας υποβάλλει δήλωση υπαγωγής σε ΠΠΔ, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 8 του Ν. 4014/2011 (ΦΕΚ Α'209), η οποία αποτελεί μέρος του ολοκληρωμένου φακέλου που υποβάλλεται στην ΕΕΤΤ για την έκδοση άδειας εγκατάστασης σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 29, παρ. 13 και στο άρθρο 31, παρ. 4 του Ν. 4053/2012 (ΦΕΚ Α'44), όπως εκάστοτε ισχύει.

2. Ο φορέας του έργου ή της δραστηριότητας με τη δήλωση της παραγράφου 1 ως ανωτέρω, δεσμεύεται για την εφαρμογή κατά τη διάρκεια κατασκευής και τήρηση κατά τη διάρκεια λειτουργίας όλων των προβλεπόμενων στην παρούσα που αφορούν στα χαρακτηριστικά της εγκατάστασής του, όπως περιγράφονται στον ολοκληρωμένο φάκελο για την έκδοση άδειας εγκατάστασης που υποβάλλεται στην ΕΕΤΤ. Η δήλωση υπαγωγής σε ΠΠΔ συνοδεύεται από τα απαιτούμενα κατά περίπτωση δικαιολογητικά του άρθρου 7 της παρούσας.

3. Η ΕΕΤΤ, μετά την εξέταση των υποβληθέντων στοιχείων, προβαίνει στην έκδοση άδειας εγκατάστασης όπως προβλέπεται στο Ν. 4053/2012 (ΦΕΚ Α'44), αναπόσπαστο μέρος της οποίας αποτελούν οι ΠΠΔ.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι Γενικές ΠΠΔ στις οποίες υποχρεούται να συμμορφωθεί ο φορέας έργου Β κατηγορίας, ανά θεματική περιβαλλοντικής ενότητα αναφορά.

### **I. Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία**

I.1. Να τηρούνται τα προβλεπόμενα όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, σύμφωνα με το άρθρο 31 παρ. 9 του Ν. 3431/2006 (ΦΕΚ Α'13), όπως εκάστοτε ισχύουν.

I.2. Αν ο Σταθμός Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 300 μέτρων από το όριο γηπέδων που υπάρχουν κτιριακές εγκαταστάσεις ευαίσθητων αποδεκτών (βρεφονηπιακοί σταθμοί, σχολεία, γηροκομεία, νοσοκομεία) να τηρούνται τα προβλεπόμενα όρια έκθεσης του κοινού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, σύμφωνα με το άρθρο 31 παρ. 10 του Ν. 3431/2006 (ΦΕΚ Α'13), όπως εκάστοτε ισχύουν.

Τα όρια αυτά απαγορεύεται να υπερβαίνουν το 60% των τιμών που καθορίζονται στα άρθρα 2–4 της ΚΥΑ 53571/3839/2000 (ΦΕΚ Β'1105), όπως εκάστοτε ισχύουν.

I.3. Αν ο Σταθμός Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας βρίσκεται σε απόσταση έως 50 μέτρα από γειτονικούς σταθμούς, να λαμβάνονται υπ' όψιν οι εκπομπές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αυτών καθώς και η συνεργιστική τους επίδραση, ούτως ώστε να τηρούνται τα προβλεπόμενα στη Μελέτη Ραδιοεκπομπών Κεραιών, όπως ορίζονται στο άρθρο 6 της ΚΥΑ 53571/3839/2000 (ΦΕΚ Β'1105), όπως εκάστοτε ισχύουν.

I.4. Τα επίπεδα ηλεκτρομαγνητικού πεδίου από το σταθμό βάσης να μην υπερβαίνουν τα όρια ασφαλούς έκθεσης του γενικού πληθυσμού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπως αυτά έχουν υπολογιστεί και προσδιοριστεί στη Μελέτη Ραδιοεκπομπών Κεραιών, σύμφωνα με το άρθρο 29 του Ν. 4053/2012 (ΦΕΚ Α'44).

I.5. Να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία του σταθμού που αναφέρονται στην ΚΥΑ 3060 ΦΟΡ 238/2002 (ΦΕΚ Β'512), όπως αυτή διορθώθηκε στο ΦΕΚ 759B/2002 και όπως εκάστοτε ισχύουν

## **II. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

II.1. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων τόσο κατά τη φάση κατασκευής όσο και κατά τη φάση λειτουργίας να γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ Β'1909) και στο Ν. 4042/2012 (ΦΕΚ Α'24), όπως εκάστοτε ισχύουν, με ευθύνη του φορέα λειτουργίας του έργου, όπως εξειδικεύεται στα εδάφια II.2 έως II.4 κατωτέρω.

### ***II.2. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΑΗΗΕ)***

II.2.1 Η διαχείριση μη επικινδύνων Αποβλήτων Ηλεκτρικού Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) να γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Π.Δ. 117/04 (ΦΕΚ Α'82) όπως εκάστοτε ισχύει, σε συνδυασμό με τις διατάξεις του Ν.2939/2001 (ΦΕΚ Α'179) και της ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ Β'1909), όπως εκάστοτε ισχύουν.



Π.2.2. Τα μη επικίνδυνα ΑΗΗΕ να αποθηκεύονται χωριστά σε ειδικούς κάδους ανά είδος και να βρίσκονται σε κατάλληλα διαμορφωμένο και επισημασμένο χώρο, υπό κατάλληλες υγειονομικές συνθήκες, ή να απομακρύνονται άμεσα με το πέρας της εργασίας και να παραδίδονται σε εξουσιοδοτημένα σημεία συλλογής συνεργαζόμενα με τα αρμόδια εγκεκριμένα συστήματα διαχείρισης.

Π.2.3. Η διαχείριση των επικινδύνων ΑΗΗΕ να γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Π.Δ. 117/04 (ΦΕΚ Α'82), όπως εκάστοτε ισχύει σε συνδυασμό με τις διατάξεις του Ν.2939/2001 (ΦΕΚ Α'179) και της ΚΥΑ 13588/2006 (ΦΕΚ Β'383), όπως εκάστοτε ισχύουν.

### **Π.3. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΛΗΝ ΑΗΗΕ**

Π.3.1. Η διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του Σταθμού Βάσης σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης, να γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις των ΚΥΑ 41624/2057/Ε103/2010 (ΦΕΚ Β'1625), ΚΥΑ 13588/2006 (ΦΕΚ Β'383), όπως εκάστοτε ισχύουν.

Π.3.2. Κατά τα λοιπά, η διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων πλην ΑΗΗΕ να γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στις ΚΥΑ ΗΠ 13588/725/2006, ΚΥΑ 24944/2006 (ΦΕΚ Β'791) και ΚΥΑ 8668/2007 (ΦΕΚ Β'287), όπως εκάστοτε ισχύουν ή σε εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ Α'179), όπως εκάστοτε ισχύουν.

### **Π.4. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ**

Η διαχείριση των συσκευασιών να γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ Α'179), όπως εκάστοτε ισχύει.

### **Π.5. ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Π.5.1. Τα προϊόντα εκσκαφών που θα προκύψουν κατά τις εργασίες διαμόρφωσης του γηπέδου εγκατάστασης του Σταθμού να αξιοποιηθούν στην εξομάλυνση της επιφάνειας του γηπέδου λαμβάνοντας κάθε δυνατή μέριμνα για την ελαχιστοποίηση της αλλοίωσης της υφιστάμενης μορφολογίας του εδάφους, ή να μεταφερθούν σε εγκεκριμένο χώρο απόθεσης. Σε περίπτωση μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφών εκτός του γηπέδου του έργου θα πρέπει να χρησιμοποιούνται φορτηγά οχήματα, των οποίων η καρότσα θα σκεπάζεται

ώστε να ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές σκόνης από τα μεταφερόμενα υλικά εκσκαφής. Σε κάθε περίπτωση απαγορεύεται τόσο η προσωρινή όσο και η μόνιμη απόθεση προϊόντων εκσκαφής εντός της κοίτης ποταμών, χειμάρρων, μισγαγγειών, σε αρδευτικές τάφρους, σε παραποτάμιους χώρους και γενικά σε οποιαδήποτε θέση είναι δυνατόν να παρεμποδίζεται η ομαλή ροή των επιφανειακών υδάτων. Απαγορεύεται επίσης, η μόνιμη απόθεση προϊόντων εκσκαφής σε παρακείμενες δασικές εκτάσεις, καθώς και σε οποιοδήποτε άλλο ευαίσθητο αποδέκτη.

Π.5.2. Απαγορεύονται οι παντός είδους αυθαίρετες αμμοληψίες. Τα αδρανή υλικά που θα απαιτηθούν για την κατασκευή του έργου θα εξασφαλίζονται από νομίμως λειτουργούντα λατομεία, τα οποία θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με την απαιτούμενη απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων η οποία θα πρέπει να βρίσκεται σε ισχύ.

### **ΙΙΙ. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

ΙΙΙ.1. Η διαχείριση των Αποβλήτων Λιπαντικών Ελαίων (ΑΛΕ) που τυχόν προκύπτουν από την συντήρηση των μηχανημάτων του έργου να γίνεται σύμφωνα με το Π.Δ. 82/2004 (ΦΕΚ Α'64), την ΚΥΑ 24944/2006 (ΦΕΚ Β'791) και την ΚΥΑ 13588/2006 (ΦΕΚ Β'383), όπως εκάστοτε ισχύει

ΙΙΙ.2. Τα εν λόγω επικίνδυνα απόβλητα της παρ. ΙΙΙ.1, πρέπει να συλλέγονται και να αποθηκεύονται προσωρινά σε ειδικά στεγανά δοχεία, που θα πρέπει να φυλάσσονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται στο Κεφάλαιο 2 της ΚΥΑ 24944/2006 (ΦΕΚ Β'791) και να δίνονται σε ειδικά εξουσιοδοτημένες και αδειοδοτημένες εταιρείες συλλογής, ή να απομακρύνονται άμεσα με το πέρας της εργασίας και να παραδίδονται σε εξουσιοδοτημένα σημεία συλλογής συνεργαζόμενα με τα αρμόδια εγκεκριμένα συστήματα διαχείρισης. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να υπάρχει σχετική σύμβαση που θα επιδεικνύεται σε κάθε ενδιαφερόμενο, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις κείμενες σχετικές διατάξεις.

ΙΙΙ.3. Κατά τη διάρκεια των κατασκευαστικών εργασιών, απαγορεύονται οι επί τόπου στον χώρο του έργου εργασίες συντήρησης/ επιδιόρθωσης του μηχανολογικού εξοπλισμού (εργοταξιακά οχήματα και μηχανήματα) που χρησιμοποιείται κατά την κατασκευή του έργου και η οποία σχετίζεται με

δραστηριότητες συντήρησης/επιδιόρθωσης που μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Οι προαναφερόμενες εργασίες θα πρέπει να πραγματοποιούνται στις εγκαταστάσεις κατάλληλα αδειοδοτημένων επιχειρήσεων. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του έργου θα πρέπει να αποκατασταθεί πλήρως ο προσωρινός εργοταξιακός χώρος, να απομακρυνθεί το σύνολο των τυχόν πλεοναζόντων υλικών και να αποκατασταθεί πλήρως ο περιβάλλον χώρος.

III.4. Σε περίπτωση που ο Σταθμός Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας διαθέτει ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (για την εγκατάσταση του οποίου απαιτείται σχετική απόφαση εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης Άδειας Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ΡΑΕ σύμφωνα με το άρθρο 10 του Ν. 2773/1999 ΦΕΚ Α'286, και το άρθρο 22 της ΥΑ 17951/2000, ΦΕΚ Β'1498):

i) για υπέργεια δεξαμενή καυσίμου θα πρέπει είτε να διαθέτει διπλά τοιχώματα, είτε να είναι εγκατεστημένη εντός κατάλληλης λεκάνης ασφαλείας, ο ενεργός όγκος της οποίας πρέπει να είναι ίσος με τον όγκο της δεξαμενής καυσίμου, προσαυξημένο κατά 15% ii) για υπόγεια δεξαμενή καυσίμου θα πρέπει είτε να διαθέτει διπλά τοιχώματα, είτε να τοποθετείται εντός στεγανού χώρου,

ώστε σε περίπτωση σταδιακής διαρροής ή ολικής διάρρηξης των τοιχωμάτων της τα περιεχόμενα καύσιμα να μην διαφύγουν στο περιβάλλον της περιοχής. Στην ανωτέρω περίπτωση, με την δήλωση υπαγωγής σε ΠΠΔ που υποβάλλει ο φορέας του έργου στην ΕΕΤΤ συνυποβάλλει την σχετική Απόφαση εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης Άδειας Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ΡΑΕ για εφεδρικούς σταθμούς Η/Ζ.

#### **IV. ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

IV.1. Για έκαστο Σταθμό Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας ο φορέας του έργου υποχρεούται να συντάσσει άπαξ Διαχειριστικό Σχέδιο επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων και να το υποβάλλει στην αρμόδια αρχή σύμφωνα με τα οριζόμενα στην κείμενη νομοθεσία.

IV.2. Για έκαστο Σταθμό Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας, τόσο οι ποσότητες και το είδος των επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων που θα προκύπτουν εντός έκαστου έτους όσο και ο τρόπος διαχείρισής τους θα αποτυπώνονται στις Ετήσιες Εκθέσεις Παραγωγού Αποβλήτων, οι οποίες θα υποβάλλονται από τον

φορέα του έργου στην αρμόδια αρχή σύμφωνα με τα οριζόμενα στην κείμενη νομοθεσία.

## **V. ΘΟΡΥΒΟΣ**

V.1. Οι εκπομπές θορύβου που παράγονται κατά τις φάσεις κατασκευής και λειτουργίας του σταθμού να μην υπερβαίνουν τις ειδικές οριακές τιμές στάθμης θορύβου, όπως ορίζονται στο Π.Δ. 1180/81 (ΦΕΚ Α'293), όπως εκάστοτε ισχύει.

V.2. Η στάθμη θορύβου από την λειτουργία των μηχανημάτων κατά τη φάση κατασκευής, να μην υπερβαίνει τα όσα ορίζονται στις ΚΥΑ 56206/1613/1986 (ΦΕΚ Β'570), ΥΑ Α5/2375/1978 (ΦΕΚ Β'689), ΚΥΑ 765/1991 (ΦΕΚ Β'81) και ΚΥΑ 11481/523/1997 (ΦΕΚ Β'295), όπως εκάστοτε ισχύουν.

V.3. Δεν επιτρέπεται η χρήση μηχανημάτων και συσκευών εργοταξίων χωρίς το πιστοποιητικό έγκρισης τύπου ΕΟΚ όπως προβλέπεται στις ΚΥΑ 69001/1921/1988 (ΦΕΚ Β'751) και ΚΥΑ 10399/Φ5.3/361/1988 (ΦΕΚ Β'359), όπως εκάστοτε ισχύουν ή το πιστοποιητικό συμμόρφωσης σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ΚΥΑ 37393/2028/2003 (ΦΕΚ Β'1418), όπως εκάστοτε ισχύει.

## **VI. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ**

VI.1. Να τηρούνται τα προβλεπόμενα στο Π.Δ. 1180/81 όπως εκάστοτε ισχύει.

VI.2. Όσον αφορά στις εργασίες συντήρησης των κλιματιστικών μονάδων του Σταθμού Βάσης κινητής τηλεφωνίας να τηρούνται οι διατάξεις της ΚΥΑ 37411/1829/ Ε103/2007 (ΦΕΚ Β' 1827), όπως ισχύει, και των σχετικών Ευρωπαϊκών Κανονισμών.

## **VII. ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ**

VII.1. Να τηρούνται οι προδιαγραφές πυρασφάλειας σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις όπως εκάστοτε ισχύουν.

VII.2. Να λαμβάνεται μέριμνα για την ασφαλή λειτουργία του Σταθμού Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας και συγκεκριμένα των ιστών και του προσαρτημένου σε αυτούς εξοπλισμού σε υψηλές ταχύτητες ανέμου.

VII.3. Να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία του κοινού και της εγκατάστασης σε περίπτωση ακραίων φυσικών καταστροφών και σεισμών.

VII.4. Να εγκατασταθεί σύστημα αντικεραυνικής προστασίας σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία του ιστού των κεραιών καθώς και των μηχανημάτων του σταθμού βάσης.

VII.5. Να λαμβάνεται το σύνολο των απαιτούμενων μέτρων ώστε να μην είναι δυνατή η ελεύθερη πρόσβαση αναρμόδιων ατόμων σε χώρους εντός των εγκαταστάσεων του Σταθμού Βάσης. Σε περίπτωση Σταθμών Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας επί εδάφους, ο Σταθμός πρέπει να διαθέτει κατάλληλη περίφραξη ώστε να διασφαλίζεται η παρεμπόδιση της ελεύθερης πρόσβασης του κοινού στους χώρους εντός των εγκαταστάσεων του Σταθμού.

### **VIII. ΣΗΜΑΝΣΗ**

VIII.1. Να τηρούνται τα μέτρα περί ημερήσιας και νυκτερινής σήμανσης του Σταθμού Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας που επιβάλλονται από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ). Απαιτείται να τηρούνται τα προβλεπόμενα από τις ΥΑ Δ3/Δ/35694/6190/2000 (ΦΕΚ Β'1133) και ΥΑ Δ3/Δ/3271/781/2009 (ΦΕΚ Β'191) περί «Προστασίας των Αεροπορικών Εγκαταστάσεων από τον κίνδυνο της ανάπτυξης κατασκευών–εμποδίων γύρω από αυτές καθώς και της Αεροπλοΐας εκ των υπερυψηλών ανά τη χώρα κατασκευών», όπως εκάστοτε ισχύουν.

VIII.2. Επί της περίφραξης ή επί της εισόδου του Σταθμού να τοποθετείται ειδική πινακίδα, η οποία πληροφορεί/ προειδοποιεί το κοινό ώστε να μην εισέλθει εντός του χώρου των εγκαταστάσεων και ιδίως να μην αναρριχηθεί επί του ιστού του Σταθμού. Η πινακίδα θα αναφέρει επιπλέον τον φορέα του έργου (εταιρεία κινητής τηλεφωνίας), το όνομα του Σταθμού και τον αριθμό της χορηγηθείσας άδειας από την ΕΕΤΤ.

### **IX. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ – ΕΝΤΑΞΗ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

IX.1. Οι Σταθμοί Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας να κατασκευάζονται σύμφωνα με τους όρους και περιορισμούς που προβλέπονται στο άρθρο 1, παρ. 2, σημείο Ε του Ν. 2801/2000 (ΦΕΚ Α'46), όπως εκάστοτε ισχύουν.

ΙΧ.2. Οι Σταθμοί Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας να προσαρμόζονται κατάλληλα χρωματικά και μορφολογικά στα ήδη υφιστάμενα αρχιτεκτονικά στοιχεία των κτιρίων. Ειδικότερα και για σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας σε περιοχές εντός σχεδίων πόλεων και εντός ορίων οικισμών, ο φορέας λειτουργίας τους θα πρέπει να εξετάζει και τη δυνατότητα προσαρμογής τους στο περιβάλλον μέσω κατάλληλων αισθητικών και αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων.

ΙΧ.3. Οι Σταθμοί Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας να προσαρμόζονται κατάλληλα στα τοπιολογικά στοιχεία του ευρύτερου περιβάλλοντος της περιοχής εγκατάστασης.

ΙΧ.4. Να τηρούνται τυχόν μέτρα, όροι και περιορισμοί της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ), προκειμένου να προσαρμόζονται οι Σταθμοί Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας στις τοπικές αρχιτεκτονικές απαιτήσεις, όπου προβλέπεται τέτοιος έλεγχος από την πολεοδομική νομοθεσία.

## **X. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ**

X.1. Να ληφθεί μέριμνα αντιπυρικής προστασίας κατά τη φάση της κατασκευής του έργου για την αντιμετώπιση τυχόν εκδηλώσεων πυρκαγιάς από την λειτουργία των μηχανημάτων, συνεργείων κλπ, καθώς και για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου μετάδοσής της.

X.2. Στην περίπτωση Σταθμών Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας, επί του εδάφους, οι ελεύθερες επιφάνειες εντός της περίφραξης του Σταθμού, να διαμορφώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη αντιπυρική προστασία. Ο περιβάλλον την περίφραξη χώρος του Σταθμού πρέπει να παραμείνει ακάλυπτος από βλάστηση με τρόπο που να δημιουργείται η αναγκαία ζώνη αντιπυρικής προστασίας.

## **XI. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ**

XI.1. Να αποκατασταθεί ο χώρος και να απομακρυνθεί πλήρως ο εξοπλισμός μετά το πέρας λειτουργίας του έργου με αποκλειστική ευθύνη του φορέα λειτουργίας του έργου.

XI.2. Η διαχείριση υλικών και εξοπλισμού που κατά την παύση λειτουργίας του Σταθμού αποτελούν απόβλητα, πραγματοποιείται με αποκλειστική ευθύνη του

φορέα του έργου σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ Β'1909), στην ΚΥΑ 13588/2006 (ΦΕΚ Β'383), στο Ν.2939/2001 (ΦΕΚ Α'179) και στο Ν.4042/2012 (ΦΕΚ Α'24), όπως εκάστοτε ισχύουν.

### **3.5 Οι Προβληματισμοί της Ε.Ε. ως προς την Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων**

Την προηγούμενη περίοδο, με την ευκαιρία της συμπλήρωσης των 25 χρόνων από την Οδηγία 85/337 (Οδηγία ΕΠΕ), ξεκίνησε μια ευρεία διαδικασία αποτίμησης και αξιολόγησης όλης της σχετικής εμπειρίας. Το 2009 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε Έκθεσή<sup>11</sup> της εκτιμά ότι τα Κράτη Μέλη (ΚΜ) έχουν προβεί στη μεταφορά και εφαρμογή της οδηγίας ΕΠΕ, ευθυγραμμίζόμενα εν γένει με τους στόχους και τις απαιτήσεις της οδηγίας. Αυτό ισχύει όσον αφορά τα βασικά στάδια της ΕΠΕ, όπως είναι η «επιλογή» (screening) και η «οριοθέτηση πεδίου εφαρμογής» (scoring). Πολλά ΚΜ έχουν προχωρήσει ακόμη περισσότερο από τις ελάχιστες απαιτήσεις της οδηγίας, καθιστώντας την «οριοθέτηση πεδίου εφαρμογής» υποχρεωτική και προβλέποντας δημόσιο διάλογο (διαβούλευση) κατά τη διάρκεια της οριοθέτησης.

Η ίδια Έκθεση εστιάζει στους παρακάτω τομείς προβληματισμού (σ.5-8):

#### **α) Προβληματισμοί σε σχέση με τη διαδικασία «επιλογής»:**

Η οδηγία ΕΠΕ παρέχει στα ΚΜ ευρέα περιθώρια καθορισμού, μέσω μιας κατά περίπτωση εξέτασης ή/και μέσω εθνικών κατωτάτων ορίων ή κριτηρίων, της ανάγκης διενέργειας ΕΠΕ για έργα που περιέχονται στο παράρτημα ΙΙ. Κατά τον καθορισμό των εν λόγω κατωτάτων ορίων ή κριτηρίων, τα ΚΜ πρέπει να συνεκτιμούν τα αντίστοιχα κριτήρια επιλογής που καθορίζονται στο παράρτημα ΙΙΙ. Η πρόβλεψη αυτή, η οποία βασίζεται στην αρχή της επικουρικότητας, είχε ως αποτέλεσμα την ευρεία διακύμανση των τύπων και επιπέδων κατωτάτων ορίων ή κριτηρίων που καθορίζονται από τα ΚΜ.

Από την εφαρμογή και τη νομολογία συνάγεται ότι, κατά τον καθορισμό κατωτάτων ορίων, τα ΚΜ συχνά καταχρώνται της διακριτικής ευχέρειας που διαθέτουν, είτε συνεκτιμώντας μόνο ορισμένα κριτήρια επιλογής του παραρτήματος ΙΙΙ, είτε εξαιρώντας εκ προοιμίου ορισμένα έργα. Επιπλέον,

---

<sup>11</sup> Έκθεση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών «Για την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα της οδηγίας ΕΠΕ (Οδηγία 85/337/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 97/11/ΕΚ και 2003/35/ΕΚ)». Βρυξέλλες, 23.7.2009 COM(2009) 378. Πηγή: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52009DC0378:EN:NOT>

μολονότι η τάση είναι αυξητική, οι ΕΠΕ που διενεργούνται στα διάφορα ΚΜ παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις (όχι λιγότερες από 100 έως 5.000), ακόμα και σε σύγκριση με ΚΜ παρομοίου μεγέθους. Τα επίπεδα καθορισμού των κατωτάτων ορίων έχουν σαφέστατες επιπτώσεις για τα επίπεδα της δραστηριότητας ΕΠΕ. Επιπλέον, παραμένουν πολλές περιπτώσεις στις οποίες τα σωρευτικά αποτελέσματα δεν λαμβάνονται υπόψη, ενώ εξακολουθούν να υπάρχουν προβλήματα όσον αφορά την εξάλειψη των πρακτικών «σαλαμοποίησης»<sup>12</sup> ιδίως για τα μεγάλα επενδυτικά σχέδια. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα μπορούσαν να υποσκιάσουν τη νομιμότητα της οδηγίας και τις προσπάθειες καθορισμού κοινών προτύπων επιλογής. Είναι λοιπόν σαφές ότι πρέπει να απλουστευθεί και να αποσαφηνιστεί ο μηχανισμός επιλογής, καθιστώντας, λόγου χάριν, λεπτομερέστερα τα κριτήρια επιλογής που απαριθμούνται στο παράρτημα ΙΙΙ και καθορίζοντας κατώτατα κοινοτικά όρια, κριτήρια ή μηχανισμούς που δρομολογούν την ΕΠΕ (π.χ. μέσω επιτροπολογίας). Πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα χορήγησης αδείας βάσει απλοποιημένης διαδικασίας προηγούμενης εκτίμησης.

#### **β) Ανησυχίες ως προς την Ποιότητα της ΕΠΕ:**

Η οδηγία ΕΠΕ θεσπίζει κυρίως διαδικαστικές απαιτήσεις δεν θεσπίζει υποχρεωτικά περιβαλλοντικά πρότυπα. Οι αρμόδιες αρχές υποχρεούνται να συνεκτιμούν τα αποτελέσματα των διαβουλεύσεων και τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται και να γνωστοποιούν συγκεκριμένες πληροφορίες με το πέρας της διαδικασίας έκδοσης άδειας (άρθρα 8 και 9), πλην όμως δεν είναι υποχρεωμένα να αντλούν ειδικά συμπεράσματα από τις διαπιστώσεις της ΕΠΕ. Η διασφάλιση του ελέγχου της ποιότητας σε μια ΕΠΕ επαφίεται σε μεγάλο βαθμό στις εθνικές αρμόδιες αρχές. Ωστόσο, η ικανότητα λήψης έγκαιρων αποφάσεων εξαρτάται από την ποιότητα των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στην τεκμηρίωση ΕΠΕ και την ποιότητα της διαδικασίας

---

<sup>12</sup> Η πρακτική του διαχωρισμού των έργων σε 2 το πολύ ή σε περισσότερες χωριστές ενότητες, ούτως ώστε κάθε ξεχωριστή ενότητα να μην απαιτεί ΕΠΕ και, κατ' αυτόν τον τρόπο, το έργο στο σύνολό του να μην υπόκειται σε εκτίμηση· ή, η πρακτική της χορήγησης άδειας για έργο το οποίο υπολείπεται κατωτάτου ορίου (και κατ' αυτόν τον τρόπο δεν υπόκειται σε ΕΠΕ) και σε μεταγενέστερα στάδια επεκτείνεται το έργο ή η δυναμικότητά του πέραν των κατωτάτων ορίων.



ΕΠΕ. Ως εκ τούτου, η ποιότητα αποτελεί μια κρίσιμης σημασίας παράμετρο για την αποτελεσματικότητα της οδηγίας.

### ***β.1 Ποιότητα των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στην τεκμηρίωση ΕΠΕ***

Πολλά ΚΜ επεσήμαναν ότι η έλλειψη επαρκούς ποιότητας των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στην τεκμηρίωση ΕΠΕ συνιστά πρόβλημα. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ποιότητας στην τεκμηρίωση ΕΠΕ, όχι μόνο μεταξύ των διαφόρων ΚΜ, αλλά και στα ίδια τα ΚΜ. Πολλοί είναι οι τρόποι εξασφάλισης του κατάλληλου ελέγχου ποιότητας της τεκμηρίωσης ΕΠΕ, (που συχνά παρουσιάζεται ως έκθεση): κατάλληλη διαπίστευση συμβούλων που αναλαμβάνουν καθήκοντα ΕΠΕ· κατάρτιση εκθέσεων από ανεξάρτητους συμβούλους· χρήση ανεξάρτητου εξωτερικού ελέγχου ή βοήθειας ειδικών· χρήση κατευθυντηρίων γραμμών επί εξειδικευμένων θεμάτων οι οποίες θα λαμβάνονται υπόψη για ορισμένους τύπους έργων· επικαιροποίηση των δεδομένων· υποχρεωτική «οριοθέτηση πεδίου εφαρμογής»· εισαγωγή επιτροπολογίας προκειμένου να επικαιροποιηθεί το παράρτημα IV (οι πληροφορίες παρέχονται από τον κύριο του έργου).

### ***β.2 Ποιότητα της διαδικασίας ΕΠΕ***

Η πείρα από την εφαρμογή υποδηλώνει ότι ορισμένα ζητήματα εγείρονται συχνά στις διαδικασίες ΕΠΕ. Όσον αφορά τις εναλλακτικές επιλογές, η οδηγία προβλέπει, μεταξύ των πληροφοριών που πρέπει να περιλαμβάνονται στην τεκμηρίωση ΕΠΕ, «σκιαγράφηση των κυριότερων εναλλακτικών λύσεων που εξετάστηκαν από τον κύριο του έργου και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής». Ορισμένες ΕΠΕ εισήγαγαν νομική υποχρέωση εξέτασης ειδικών εναλλακτικών επιλογών, ενώ άλλες όχι. Αλλά και οι αρμόδιες αρχές, καθώς και το κοινό, μπορούν επίσης να συμβάλουν στην επιλογή των εναλλακτικών λύσεων. Η εκτίμηση των εναλλακτικών επιλογών στις διαδικασίες ΕΠΕ είναι συνήθως δύσκολη. Μπορεί να χρειάζεται να καθοριστούν οι απαιτήσεις βάσει των διατάξεων της οδηγίας, π.χ. θεσπίζοντας την υποχρεωτική εκτίμηση των εναλλακτικών λύσεων ή εξειδικεύοντας ένα φάσμα εναλλακτικών επιλογών (όπως η επιλογή της απραξίας) προς μελέτη. Η έλλειψη διατάξεων στην οδηγία σχετικά με λογικά χρονοδιαγράμματα και, κατά προτίμηση καθορισμένα

χρονοδιαγράμματα για την χορήγηση αδείας, με τη διάρκεια της ισχύος της ΕΠΕ και την παρακολούθηση των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εφαρμογής των έργων αποτελεί επίσης πηγή ανησυχίας. Τα κενά αυτά πρέπει να αντιμετωπισθούν με την θέσπιση ειδικών διατάξεων στην οδηγία.

### ***β.3 Έλλειψη εναρμονισμένων πρακτικών σε ότι αφορά τη συμμετοχή του κοινού.***

Παρά την αυξανόμενη συμμετοχή του κοινού στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, δεν υπάρχουν ακόμη εναρμονισμένες πρακτικές ανά την ΕΕ. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα ακόλουθα:

- Πρέπει να παρέχονται έγκαιρες και ουσιαστικές δυνατότητες, στο κοινό, συμμετοχής στη διαδικασία λήψης περιβαλλοντικών αποφάσεων. Δεν υπάρχει κοινό σημείο αναφοράς για την αρχή του διαλόγου. Σε πολλά ΚΜ, έχει ήδη διενεργηθεί ο διάλογος με το κοινό σε πρώιμο στάδιο (στο στάδιο της επιλογής ή στο στάδιο της οριοθέτησης του πεδίου εφαρμογής). Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, το κοινό ενημερώνεται για πρώτη φορά για τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν δυνάμει του άρθρου 5, γεγονός που ανταποκρίνεται στην ελάχιστη απαίτηση που καθορίζει η οδηγία.
- Βάσει της οδηγίας ΕΠΕ, το χρονοδιάγραμμα για έναν αποτελεσματικό δημόσιο διάλογο πρέπει να είναι λογικό, δεδομένου ότι τα σφιχτά χρονοδιαγράμματα δημιουργούν προβλήματα. Ωστόσο, τα χρονοδιαγράμματα παρουσιάζουν σοβαρές διακυμάνσεις
- Οι λεπτομερείς ρυθμίσεις για την ενημέρωση του κοινού και για τον διάλογο μαζί του καθορίζονται από τα ΚΜ. Ωστόσο, η συμμετοχή του κοινού δεν είναι αποτελεσματική όταν συμπίεζονται οι εθνικές ρυθμίσεις (π.χ. όταν η τεκμηρίωση ΕΠΕ διατίθεται μόνο στα γραφεία της αρμόδιας αρχής).
- Σε ό,τι αφορά την πρόσβαση του ενδιαφερόμενου κοινού σε διαδικασία ανασκόπησης, τα κριτήρια εκπροσώπησης διαφέρουν σημαντικά από το ένα ΚΜ στο άλλο, και το κόστος των διαδικασιών θεωρείται εμπόδιο για την πρόσβαση στη δικαιοσύνη σε ορισμένα ΚΜ.

Όπως αναφέρει η έκθεση, τα κενά αυτά πρέπει να αντιμετωπιστούν λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα για έναν έγκαιρο δημόσιο διάλογο στα στάδια της επιλογής και της οριοθέτησης του πεδίου εφαρμογής (συμπεριλαμβανομένης της εμπλοκής των ενδιαφερομένων μερών) και με τον καθορισμό ελάχιστων δυνατών χρονοδιαγραμμάτων. Επίσης πρέπει να αναπτύσσονται κατευθυντήριες γραμμές για τις βέλτιστες τεχνικές, ούτως ώστε να καθίσταται προσιτή στο ενδιαφερόμενο κοινό η τεκμηρίωση ΕΠΕ.

#### **γ) Δυσκολίες όσον αφορά τις διαμεθοριακές διαδικασίες ΕΠΕ**

Προκειμένου περί έργων με διασυνοριακές επιπτώσεις, η οδηγία ΕΠΕ παρέχει στα ΚΜ ευρείες δυνατότητες επιλογής του χρόνου και του τρόπου εμπλοκής άλλων ΚΜ σε διαδικασίες ΕΠΕ. Πολλά ΚΜ επισημαίνουν ότι οι διασυνοριακές διαδικασίες ΕΠΕ δημιουργούν δυσκολίες που οφείλονται κυρίως στις διαφορές που παρουσιάζουν μεταξύ τους οι εθνικές διαδικασίες ΕΠΕ, όπως είναι τα διαφορετικά στάδια της διαδικασίας εισήγησης των έργων, τα διαφορετικά χρονοδιαγράμματα και οι γλωσσικοί φραγμοί. Ο κίνδυνος αλληλεπικαλύψεων, ασυνεπειών, επιβαρύνσεων (π.χ. διοικητικών) και ενδεχόμενων συγκρούσεων είναι υψηλός για έργα τα οποία πραγματοποιούνται σε περιοχές που ανήκουν στη δικαιοδοσία περισσότερων του ενός ΚΜ (π.χ. σε θαλάσσιες λεκάνες). Επιπλέον, υπάρχει κίνδυνος να μην εκτιμούνται στο σύνολό τους οι επιπτώσεις ενός έργου στο οποίο εμπλέκονται περισσότερες της μιας χώρες. Χρειάζονται βελτιωμένες επίσημες και ανεπίσημες ρυθμίσεις για τις διαβουλεύσεις σχετικά με τις διασυνοριακές επιπτώσεις με τις γειτονικές χώρες. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη χάραξη κατευθυντηρίων γραμμών ή με την ενίσχυση των διατάξεων της οδηγίας (π.χ. ο ορισμός των ελάχιστων χρονικών περιθωρίων για τις διασυνοριακές διαβουλεύσεις, συντονισμένες ή, ενδεχομένως, κοινές διαδικασίες ΕΠΕ για έργα στα οποία εμπλέκονται περισσότερες της μιας χώρες· διερεύνηση της δυνατότητας υιοθέτησης μιας ενιαίας διαδικασίας ΕΠΕ).

Επιπλέον, μετά από έγκριση, εκ μέρους του Συμβουλίου, του πρωτοκόλλου για τη στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση (ΣΠΕ) της σύμβασης του Έσπο, η οδηγία ΕΠΕ πρέπει να επανεξεταστεί, ώστε να διασφαλιστεί η βελτίωση της εφαρμογής των απαιτήσεων του πρωτοκόλλου.

#### **δ) Βελτίωση του συντονισμού μεταξύ της ΕΠΕ και άλλων οδηγιών και πολιτικών της ΕΕ**

Σε πολλές περιπτώσεις, έργα που καλύπτονται από την οδηγία ΕΠΕ υπόκεινται επίσης στις διατάξεις άλλων περιβαλλοντικών οδηγιών και πολιτικών της ΕΕ. Παρά τον κίνδυνο αλληλεπικαλύψεων σε απαιτήσεις εκτίμησης, δεν έχουν αναφερθεί σημαντικά προβλήματα όσον αφορά τον συντονισμό μεταξύ της οδηγίας ΕΠΕ και άλλων οδηγιών και πολιτικών· εν γένει, ο συντονισμός είναι ομαλός. Ωστόσο, είναι αναγκαίος ο προβληματισμός για τους τρόπους βελτίωσης της συνέργειας μεταξύ της οδηγίας ΕΠΕ και της νομοθεσίας και πολιτικής σε συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς τομείς όπως είναι η ποιότητα του αέρα, η έκθεση σε θορύβους, η διαχείριση αποβλήτων και υδάτων, η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, η προστασία του εδάφους, η πρόληψη κινδύνων καταστροφής (συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου κινδύνων από σοβαρά ατυχήματα), οι κλιματικές μεταβολές και η βιοποικιλότητα. Για παράδειγμα, υπάρχουν ειδικά ζητήματα τα οποία απαιτούν ολοκληρωτική εκτίμηση ώστε να εξασφαλισθεί η βελτίωση του συντονισμού.

#### **Συμπεράσματα-Συζήτηση**

Οι ΤΠΕ αποτελούν την αιχμή του δόρατος για την επιστημονική κοινότητα σχετικά με τις πολυδιάστατες ωφέλειες που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση τους σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Ωστόσο, ένας παλαιότερος μύθος που αναφερόταν ότι με τη χρήση ΤΠΕ μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση φαίνεται πως στερείται επαρκούς τεκμηρίωσης και φυσικά δεν μπορεί να γενικευτεί ως υπόθεση. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες ο ρυθμός διεύδυσης των ΤΠΕ είναι μεγαλύτερος σε σχέση με την αύξηση του ΑΕΠ κάτι το οποίο δημιουργεί στρεβλώσεις.

Από την άλλη λόγω των εγγενών χαρακτηριστικών των ΤΠΕ δεν υπάρχει μια κοινώς αποδεκτή αφετηρία σχετικά με τη μελέτη των συνεπαγόμενων οικονομικών και περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι συνδυασμένες επιπτώσεις των ΤΠΕ στο περιβάλλον κρύβουν βαθύτερα αίτια τα οποία άπτονται της επιστήμης της συμπεριφοράς του καταναλωτή και προφανώς της κοινωνικής κατασκευής της περιοχής μελέτης (συνήθως σε επίπεδο χώρας). Είναι χαρακτηριστικό

επίσης το γεγονός ότι ακόμα και οι τεχνολογίες επικοινωνιών από τις αντίστοιχες των πληροφοριών έχουν διαφορετικό βαθμό επιπτώσεων σε κάποιες χώρες προφανώς λόγω της ελκυστικότητάς τους και λόγω των αναγκών που έχουν οι κάτοικοί τους. Βέβαια η μοντελοποίηση των σχέσεων οικονομίας, περιβάλλοντος και ΤΠΕ δεν είναι απλή λόγω ακριβώς των πολλών αβεβαιοτήτων που προκύπτουν τα επί μέρους υποσυστήματα. Πρόσφατες μελέτες (Moyer and Hughes, 2012) καταλήγουν στο διστακτικά στο συμπέρασμα πως μόνο υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις και συνδυαστικά με άλλα μέτρα ενεργειακής πολιτικής (τιμολόγηση εκπομπών ρύπων κλπ) μπορεί ο φρενήρης ρυθμός οικονομικής διόγκωσης των ΤΠΕ να μην έχει ανάλογες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Από την άλλη, το πλαίσιο εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε επίπεδο Ε.Ε. δημιουργεί κάποιους προβληματισμούς ως προς την αποδοτικότητά του. Σύμφωνα με τα συνολικά συμπεράσματα της έκθεσης της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών «Για την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα της οδηγίας ΕΠΕ (Οδηγία 85/337/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 97/11/ΕΚ και 2003/35/ΕΚ)» επιβεβαιώνεται η εν γένει επίτευξη των στόχων της οδηγίας ΕΠΕ. Οι αρχές της περιβαλλοντικής εκτίμησης έχουν ενσωματωθεί στα εθνικά συστήματα ΕΠΕ. Όλα τα ΚΜ έχουν θεσπίσει συνολικά ρυθμιστικά πλαίσια και εφαρμόζουν την ΕΠΕ κατά τρόπο που ευθυγραμμίζεται σε γενικές γραμμές με τις απαιτήσεις της οδηγίας·σε πολλές περιπτώσεις, τα ΚΜ έχουν στηριχθεί στις ελάχιστες απαιτήσεις της οδηγίας και έχουν προχωρήσει πέραν αυτών. Συνεπεία τούτου, οι περιβαλλοντικές παράμετροι συνεκτιμώνται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, η οποία έχει καταστεί διαφανέστερη. Ωστόσο, η ανάπτυξη της ΕΠΕ αποτελεί εξελισσόμενη διαδικασία. Ενώ εξασφαλίζεται ότι η οδηγία ΕΠΕ εφαρμόζεται αποτελεσματικά ανά τη διευρυμένη ΕΕ, είναι επίσης αναγκαίο να εξασφαλιστεί ότι η οδηγία ΕΠΕ είναι προσαρμοσμένη στην κοινοτική πραγματικότητα, στις ανάγκες της διεθνούς πολιτικής και τα αντίστοιχα νομικά πλαίσια.

## Βιβλιογραφία

- Cho Y., Lee J., Kim T., (2007). The impact of ICT investment and energy price on industrial electricity demand: dynamic growth model approach. *Energy Policy* 35 (9), pp. 4730–4738.
- Collard F., Fève P., Portie F., (2005). Electricity consumption and ICT in the French service sector, *Energy Economics*, 27, pp. 541–550.
- Dalrymple, I., Wright, N., Kellner, R., Bains, N., Geraghty, K., Goosey, M., Lightfoot, L., (2007). An integrated approach to electronic waste (WEEE) recycling. *CircuitWorld* 33(2), pp. 52–58, in: Ongondo F.O., Williams I.D., Cherrett T.J., (2011). How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes, *Waste Management*, 31 (4), pp 714-730,
- European Commission e-Business Watch (2008). The implications of ICT for energy consumption, Impact study no. 09/2008. Διαθέσιμο στο: [http://ec.europa.eu/enterprise/archives/e-business-watch/studies/special\\_topics/2007/documents/Study\\_09-2008\\_Energy.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/archives/e-business-watch/studies/special_topics/2007/documents/Study_09-2008_Energy.pdf) (Last Access: 28/6/2013).
- Global eSustainability Initiative (2008). SMART2020: Enabling the Low Carbon Economy in The Information Age, Διαθέσιμο στο: [http://www.smart2020.org/assets/files/02\\_Smart2020Report.pdf](http://www.smart2020.org/assets/files/02_Smart2020Report.pdf) (Τελευταία Πρόσβαση: 26/6/2013).
- Hagén H., Glantz J., Nilsson M., (2008). ICT use, broadband and productivity, Statistics Sweden, National Accounts Department, Economic Analysis, pp. 37–70.
- Hilty L.M., (2008). Information Technology and Sustainability. Essays on the Relationship between ICT and Sustainable Development. Books on Demand GmbH, Norderstedt, in: Røpke I., Christensen T., (2012) Energy impacts of ICT – Insights from an everyday life perspective, *Telematics and Informatics*, 29 (4), pp. 348-361
- Huisman, J., Magalini, F., Kuehr, R., Maurer, C., Ogilvie, S., Poll, J., Delgado, C., Artim, E., Szlezak, J., Stevels, A., (2008). Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment., in: Ongondo F.O., Williams I.D., Cherrett T.J., (2011). How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes, *Waste Management*, 31 (4), pp 714-730.
- International Energy Agency, (2009). *Gadgets and Gigawatts: Policies for Energy Efficient Electronics*, OECD/IEA Paris.
- Markovic D, Zivkovic D., Cvetkovic D., Popovic R., (2012) Impact of nanotechnology advances in ICT on sustainability and energy efficiency, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (5), pp. 2966-2972.
- Moyer J., Hughes B., (2012) ICTs: Do they contribute to increased carbon emissions?, *Technological Forecasting and Social Change*, 79 (5), pp 919-931
- Ongondo F.O., Williams I.D., Cherrett T.J., (2011). How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes, *Waste Management*, 31 (4), pp 714-730,

- Plepys A., (2002). The grey side of ICT, *Environmental Impact Assessment Review*, 22 (5), pp. 509-523
- Qiang C, Rossotto C., Kimura K., (2009) Economic impacts of broadband, *Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*, The World Bank, Washington, 2009 (Chap: 3). Διαθέσιμο στο: [http://siteresources.worldbank.org/EXTIC4D/Resources/IC4D\\_Broadband\\_35\\_50.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTIC4D/Resources/IC4D_Broadband_35_50.pdf)
- Rørpke I., Christensen T., (2012). Energy impacts of ICT – Insights from an everyday life perspective, *Telematics and Informatics*, 29 (4), pp. 348-361.
- Sadorsky P., (2012) Information communication technology and electricity consumption in emerging economies, *Energy Policy*, 48, pp. 130-136,
- Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A, Auvinen A, Blaasaas KG, Cardis E, Collatz Christensen H, Feychting M, Hepworths SJ, Johansen C, Klæboe L, Lönn S, McKinney PA, Muir K, Raitanen J, Salminen T, Thomsen J, Tynes T. (2005). Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case control study in five North European countries. *Br J Cancer*, 93:842–848.
- Takase, K., Murota, Y., (2004). The impact of IT investment on energy: Japan and US comparison in 2010. *Energy Policy* 32 (11), pp. 1291–1301.
- Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA
- Yi L., Thomas H., (2007) A review of research on the environmental impact of e-business and ICT, *Environment International*, 33 (6), pp. 841-849,
- Γκαϊντατζής Γ., Κ. Αγγελάκογλου, Δ. Ακτσόγλου, (2009). Ηλεκτρονικά Απόβλητα-Περιβαλλοντικά προβλήματα και υφιστάμενη διαχείριση, 1<sup>ο</sup> Ελληνοκινέζικο φόρουμ για το περιβάλλον, ΤΕΕ, Αθήνα.
- Ελευθερίου Π., (2005). Στατιστική μοντελοποίηση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Η περίπτωση της πόλης της Μυτιλήνης, Μεταπτυχιακή Διατριβή, «Θεοφράστειο» ΠΜΣ: «Περιβαλλοντική και Οικολογική Μηχανική», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Ιακωβάκης Δ., (2008). Μη Ιονίζουσα Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και οι Βιολογικές της Επιδράσεις: Βιβλιογραφική Έρευνα, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μπάλιας Γ., (2000), Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όπ.π. σελ. 46 επ., Santini et al., *Pollutions electromagnetiques de l'environnement*, M.Pietteur éditeur, Belgique, 2000.
- Συνήγορος του Πολίτη (2003), Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας, μακροχρόνια έκθεση στη μη ιονίζουσα ακτινοβολία. Ειδική έκθεση ν. 3094/2003, Αρ. 3 § 5). Διαθέσιμο στο: <http://www.synigoros.gr/resources/docs/202054.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση: 27/6/2013).

Φιλίππου Π. (2011). Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (green ICT). Παρουσίαση στην Ημερίδα: 1<sup>η</sup> Ημερίδα Σταδιοδρομίας 2011, Διαθέσιμο στο: [http://www.career.teikal.gr/attachments/article/97/2011-05-25\\_03\\_filipopoulos.pdf](http://www.career.teikal.gr/attachments/article/97/2011-05-25_03_filipopoulos.pdf) (Last Access: 27/6/2013).