



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΩΝ
ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΣΤΑ VHF – UHF**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΦΙΛΙΠΠΟΣ Κ. ΜΑΝΔΗΛΑΡΗΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΔΗΜΟΥ

Επιβλέπων : Χρήστος Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2006



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΣΤΑ VHF – UHF

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΦΙΛΙΠΠΟΣ Κ. ΜΑΝΔΗΛΑΡΗΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΔΗΜΟΥ

Επιβλέπων : Χρήστος Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την^η 2006.

.....
Χ. Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Π. Κωττής
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γ. Φικιώρης
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2006

.....
ΦΙΛΙΠΠΟΣ Κ. ΜΑΝΔΗΛΑΡΗΣ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

.....
ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΔΗΜΟΥ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Φίλιππος Κ. Μανδηλάρης, Γεώργιος Δ. Δήμου, 2006

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας για τη μέτρηση διασυνοριακών παρεμβολών. Η μεθοδολογία αυτή θα χρησιμοποιηθεί για την επίλυση του προβλήματος της μετάδοσης σημάτων στην περιοχή των VHF – UHF, όταν αυτή έρχεται σε σύγκρουση με την αντίστοιχη μετάδοση όμορων χωρών. Αρχικά αναλύεται η περίπτωση που μια παρεμβολή από ένα σταθμό σε έναν άλλο θεωρείται επιβλαβής όταν δεν τηρούνται οι λόγοι προστασίας και οι διατάξεις των διεθνών οργανισμών για την μέγιστη ισχύ λειτουργίας κάθε σταθμού, ανάλογα με το είδος του προς μετάδοση σήματος.

Με βάση τις δημοσιεύσεις και τους κανόνες που έχουν οριστεί από την ITU και τον CEPT διαμορφώνεται μια αναλυτική μεθοδολογία για το πώς μετρώνται τα χαρακτηριστικά της μετάδοσης ενός σήματος στο ραδιοφάσμα. Η μεθοδολογία παρουσιάζει βήμα – βήμα (μέσα από ένα διάγραμμα ροής) όλη τη διαδικασία από τη συλλογή του κατάλληλου εξοπλισμού μέχρι τη λήψη εμπεριστατωμένων μετρήσεων που θα δείξουν αν υπάρχει περίπτωση παρεμβολής ή υπέρβασης των υφιστάμενων ορίων έντασης πεδίου. Αναλύονται όλες οι λεπτομέρειες του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα είδη των μετρήσεων και ο τρόπος εκτέλεσης τους: Μετρήσεις σταθερών σημείων (στιγμιαίες και μακροχρόνιες) και Μετρήσεις κατά μήκος μια διαδρομής.

Μετά τη λήψη των μετρήσεων, τα αποτελέσματα καταγράφονται σε ειδική φόρμα που περιέχει επίσης την ταυτότητα της μέτρησης, τις συνθήκες κάτω από τις οποίες έγινε, τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε. Η φόρμα αυτή βοηθάει στην πιο αντικειμενική παρουσίαση των μετρήσεων χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης και υποκειμενικών ερμηνειών.

Λέξεις Κλειδιά

Επικοινωνίες στη μπάντα των VHF και UHF, Διασυνοριακές παρεμβολές, Διασυνοριακές μετρήσεις, Επαναχρησιμοποίηση συχνότητας, Μετάδοση, Φάσμα συχνοτήτων, Επίγειος σταθμός, Προδιαγραφές μετρήσεων, Μεθοδολογία Μετρήσεων, Κεραία, Δέκτης, GPS, Μετρήσεις σταθερών σημείων, Μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής, Λόγος προστασίας, Ένταση πεδίου, Προδιαγραφές ITU και CEPT, Φόρμα αποτελεσμάτων.

ABSTRACT

The scope of this thesis is the development of a methodology for the measurement of the cross-border interference. This methodology will be used in order to resolve the problem of a potential signal propagation conflict between two adjacent countries. Initially we analyzed the case of a harmful interference between two stations when the protection ratios and international committee regulations for the maximum operational power of each station based on the type of signal propagation, are broken.

According to published reports and regulations set by ITU and CEPT, we formulated an analytical methodology on how to determine the characteristics of radio signal propagation. The methodology shows a step by step presentation (through a flow chart) of the entire procedure from selection of the appropriate equipment to the actual recording of the parameters which will determine if the current limits of the field strength have been intervened with or exceeded. We present a detailed analysis of the equipment which will be used in our study alongside the type of measurements and mode of action: fixed point measurements (cluster and long-term measurements) and measurements along a route.

Following the recording of those measurements, the results will be noted down in a special form containing also the identity of the particular measurement, the conditions under which it was recorded, as well as the characteristics of the equipment utilized. This form will aid in a more objective presentation of the measurements leaving little room for ambiguities and subjective interpretation of the results.

KeyWords

VHF and UHF radio propagation, Cross-border interference, Cross-border measurements, Frequency re-use, Propagation, Spectrum, Terrestrial station, Measurement specifications, Measurement methodology, Antenna, Receiver, GPS, Fixed point measurements, Measurements along a route, Protection ratio, Field strength, ITU and CEPT recommendations, Result form.

Πίνακας περιεχομένων

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
2	ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΟΜΟΡΩΝ ΧΩΡΩΝ	15
3	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Η/Μ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΙΣ ΖΩΝΕΣ FM, VHF, UHF	21
4	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	25
	4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ	38
	4.1.1 Κεραίες	39
	4.1.2 Καλώδια.....	40
	4.1.3 Δέκτες	41
	4.1.4 GPS	42
	4.1.5 Στιγμαίειες Μετρήσεις	43
	4.1.6 Μακροχρόνιες Μετρήσεις	45
	4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΜΙΑΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ.....	46
	4.2.1 Επιλογή κεραίας	47
	4.2.2 Επιλογή δέκτη	50
	4.2.3 Επιλογή Συστημάτων Προσδιορισμού Θέσης	52
	4.2.4 Επιλογή Φορητού Υπολογιστή	53
	4.2.5 Διαδικασία Λήψης Μετρήσεων	55
5	ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ	64
6	ΕΠΙΛΟΓΟΣ	83
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ	86

1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια μιας εκπομπής από ένα σταθμό η κωδικοποιημένη πληροφορία μπορεί να φτάσει στον δέκτη ακολουθώντας διάφορους δρόμους στο γήινο περιβάλλον, καθένας από τους οποίους προσφέρεται για την πιο αποτελεσματική διάδοση ορισμένων συχνοτήτων. Γενικά, κάθε εκπομπή σήματος γίνεται σε ένα συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων ανάλογο με το είδος της. Οι εκπομπές ταξινομούνται στο ραδιοφάσμα ανάλογα με το είδος της υπηρεσίας στην οποία ανήκουν. Το ραδιοφάσμα των τηλεπικοινωνιών εκτείνεται από την χαμηλή ζώνη συχνοτήτων (3-30 KHz) μέχρι και όλη τη μικροκυματική ζώνη ενώ πλέον εξετάζονται πειραματικά νέες ευρυζωνικές υπηρεσίες στο εύρος των 3-300 GHz.



Το εύρος συχνοτήτων 30-300 MHz, που λέγεται VHF (Very High Frequency), χρησιμοποιείται από υπηρεσίες τηλεόρασης, ραδιοφωνίας FM (87.5-108 MHz) καθώς επίσης και από εξειδικευμένα συστήματα επικοινωνιών όπως αυτά που χρησιμοποιούνται από το στρατό και τα σώματα ασφαλείας (Terrestrial Trunked Radio - TETRA), τα CB (Cell Broadcast) και από συστήματα ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας. Τα χαρακτηριστικά διάδοσης των συχνοτήτων VHF είναι ιδανικά για την επίγεια επικοινωνία κοντινής απόστασης, με ένα εύρος γενικά πιο μεγάλο από τις επικοινωνίες οπτικής επαφής με το δέκτη. Η ιονόσφαιρα δεν αντανακλά συνήθως τα ραδιοφωνικά VHF κύματα, και έτσι οι μεταδόσεις είναι περιορισμένες στην τοπική περιοχή και δεν παρεμβάλουν με εκπομπές χιλιάδων χιλιομέτρων μακριά. Η μετάδοση σε VHF επηρεάζεται επίσης λιγότερο από τους ατμοσφαιρικούς θορύβους και τις παρεμβολές από τον ηλεκτρικό εξοπλισμό σε χαμηλές συχνότητες. Αντίθετα εμποδίζεται ευκολότερα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του εδάφους (ανωμαλίες, τοπολογία περιοχής) ενώ είναι λιγότερο ευαίσθητη από τα κτήρια και άλλα λιγότερο ουσιαστικά αντικείμενα, σε

σύγκριση με τις υψηλότερες συχνότητες. Καίριο γνώρισμα των VHF, που οδήγησε στη χρησιμοποίηση του από υπηρεσίες ευρύτατα διαδεδομένες, είναι η ευκολία στο να κατασκευαστούν αποδοτικοί πομποί, δέκτες, και κεραίες (από τις πρώτες κίολας ημέρες του ραδιοφώνου).

Οι κινητές επικοινωνίες και ένα τμήμα της τηλεόρασης ανήκουν στο UHF (Ultra High Frequency, 300 MHz – 3 GHz). Τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα διαβιβάζουν επίσης και λαμβάνουν μέσα στο UHF φάσμα, και το UHF χρησιμοποιείται ευρέως για τη διπλής κατεύθυνσης ραδιοεπικοινωνία και τα ασύρματα τηλέφωνα λόγω του γεγονότος ότι ταξιδεύουν ουσιαστικά πέρα από τις αποστάσεις οπτικής επαφής. Ένας μεγάλος αριθμός δημόσιων επικοινωνιών για την ασφάλεια καθώς και επιχειρησιακών επικοινωνιών συναντώνται στη μάλιστα αυτή, αλλά και πολιτικών εφαρμογών όπως GMRS, PMR446, και τα UHF CB είναι εξαιρετικά δημοφιλή. Η μετάδοση των ραδιοκυμάτων UHF από ένα σημείο σε άλλο επηρεάζεται από πολλές μεταβλητές όπως η ατμοσφαιρική υγρασία (αυτή η επίδραση αυξάνεται με τη συχνότητα), το ρεύμα των μορίων από τον ήλιο (solar wind), και η ώρα της ημέρας. Οι παράγοντες αυτοί μειώνουν τη δύναμη των ραδιοσημάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Το κύριο πλεονέκτημα της UHF μετάδοσης είναι ότι η υψηλή συχνότητά της συνεπάγεται ένα σχετικά μικρό μήκος κύματος. Δεδομένου ότι το μέγεθος του εξοπλισμού εκπομπής και υποδοχής (ιδιαίτερα κεραίες) συσχετίζεται με το μήκος κύματος, μικρότερες και λιγότερο ευδιάκριτες κεραίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σχέση με το VHF ή τις χαμηλότερες ζώνες.

Από όλα τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι στα VHF, UHF εμπίπτουν οι πιο δημοφιλείς στους οικιακούς χρήστες εφαρμογές και υπηρεσίες του ραδιοφάσματος. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση τους είναι εκτεταμένη και εντατική, όπως άλλωστε και η ζήτησή τους. Εδώ υπεισέρχεται και το κύριο πρόβλημα σε σχέση με την κατανομή συχνοτήτων. Η εντατική χρήση του ραδιοφάσματος, η περίπλοκη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την κατανομή των αντίστοιχων συχνοτήτων, η τεράστια εξάπλωση σε παγκόσμια κλίμακα διαφόρων ασύρματων υπηρεσιών και η ευρύτερη οικονομική εξέλιξη, σε συνδυασμό με τη μέριμνα για την τήρηση των αρχών και των κανόνων της εσωτερικής ευρωπαϊκής αγοράς συνιστούν βασικούς παράγοντες που επιδρούν στην διαμόρφωση οποιασδήποτε στοιχειώδους πολιτικής αναφορικά με τη χρήση των ραδιοσυχνοτήτων.

Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των αξιώσεων για τη χρήση ραδιοφάσματος, αυξάνεται και η πιθανότητα πρόκλησης συγκρούσεων εκεί όπου υπάρχει σχετική έλλειψη, καθώς ουσιαστικά το φάσμα συνιστά «ανεπαρκή πόρο». Επιπλέον η αυξανόμενη ανεπάρκεια του διαθέσιμου ραδιοφάσματος μπορεί να συντελέσει στην αύξηση των αιτίων αντιπαράθεσης μεταξύ των διαφόρων ομάδων χρηστών ραδιοφάσματος, σε τομείς όπως οι επικοινωνίες, οι ραδιοτηλεοπτικές εκπομπές, οι μεταφορές, τα σώματα ασφαλείας, οι ένοπλες δυνάμεις και η επιστημονική κοινότητα.

Ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει έχει να κάνει με τους επίγειους σταθμούς. Κάθε σταθμός έχει μία περιοχή κάλυψης η οποία εξαρτάται από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τον πληθυσμό, το είδος της υπηρεσίας και το είδος των χρηστών. Η σύγκρουση γίνεται όταν αλληλοκαλύπτονται οι περιοχές δύο σταθμών, με αποτελέσματα ανεπιθύμητες παρεμβολές και θόρυβο. Και ενώ η παρεμβολή δύο εγχώριων σταθμών είναι μικρότερη και πιο εύκολα ρυθμιζόμενη, είναι η παρεμβολή ανάμεσα σε σταθμούς εκατέρωθεν των συνόρων όμορων χωρών που αξίζει περεταίρω προσοχής και ανάλυσης. Στις τηλεπικοινωνίες η έννοια του συνόρου δεν ενυπάρχει. Δε μπορεί η περιοχή κάλυψης να «περιφραχθεί» ούτε να απομονωθεί. Η μόνη λύση είναι οι προδιαγραφές εκπομπής των σταθμών (μέγιστη ένταση εκπομπής, είδος κεραίας) και οι -όποιες- διεθνείς συμφωνίες να τηρούνται. Αν οι παράγοντες αυτοί παρακάμπτονται θα οδηγηθούμε σε αυθαιρεσία και αναρχία στο ραδιοφάσμα και την περιφρούρηση της περιοχής κάλυψης του εκάστοτε σταθμού που εκπέμπει σε δοσμένη συχνότητα.

Διαφαίνεται από τα προαναφερθέντα ότι η προστασία της κατανομής συχνοτήτων στα πλαίσια μιας χώρας έχει αναχθεί σε μείζον θέμα. Ειδικά, όσον αφορά τη σύγκρουση συχνοτήτων στα σύνορα, δε θα ήταν υπερβολή να υποστηρίξουμε ότι έχει καταλήξει σε σύγκρουση συμφερόντων, πολιτικών και οικονομικών. Τα όρια δεν είναι πλέον σαφή. Όσο η τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών προχωράει, οι διασυνοριακές παρεμβολές στις μπάντες των VHF και UHF δύσκολα πλέον αναγνωρίζονται και κατ' επέκταση ελέγχονται.

Η ύπαρξη ενός διεθνούς ρυθμιστικού οργάνου κρίνεται αναγκαία. Η δράση της ITU (International Telecommunication Union) τα τελευταία χρόνια έχει ανοίξει τον ορίζοντα της προστασίας του ραδιοφάσματος κάθε κράτους. Με συνεχείς προδιαγραφές, εντατικά ανανεωμένες,



προσπαθεί να ορίσει το πλαίσιο μια αντικειμενικής μεθοδολογίας μετρήσεων των διασυνοριακών παρεμβολών. Το πλαίσιο αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί ότι βρίσκεται ακόμα σε εμβρυακό στάδιο. Οι διμερείς (ή και πολυμερείς) συζητήσεις δύσκολα καταλήγουν σε μια κοινή στρατηγική καθώς οι προτάσεις της ITU ερμηνεύονται κατά το δοκούν της κάθε κυβέρνησης.

Στη χώρα μας εν προκειμένω, οι προσπάθειες για «οχύρωση» των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών γίνονται όλο και πιο δύσκολες αν αναλογιστεί κανείς τον αριθμό των όμορων χωρών αλλά και το πλήθος των χρησιμοποιούμενων συχνοτήτων. Η Ελλάδα έχει σύνορα χερσαία, υδάτινα και φυσικά εναέρια. Πέρα από τις οικιακές υπηρεσίες, πρέπει να προστατευτεί η επικοινωνία στη ναυτιλία, την αεροπλοΐα, την έρευνα και την εθνική άμυνα.

Ως ένα πρώτο βήμα, η συγκρότηση κοινά αποδεκτών κανόνων στη μέτρηση διασυνοριακών παρεμβολών, κρίνεται επιτακτική. Η καταγραφή μιας ορθολογικής μεθοδολογίας για τη μέτρηση διασυνοριακών παρεμβολών κάθε είδους, στηριζόμενη στις προτάσεις και τις εκδόσεις της ITU, που τα αποτελέσματά της θα είναι αποδεκτά από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς αποτελεί ζήτημα ζωτικής σημασίας στην προστασία της κατανομής του ραδιοφάσματος.



Οι μετρήσεις αυτές θα πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένη ιεραρχία, με συγκεκριμένο εξοπλισμό και κάθε λεπτομέρεια τους να τηρείται πιστά. Τα αποτελέσματα και οι παράμετροί τους θα πρέπει να τυποποιούνται ώστε οι συζητήσεις και οι συμφωνίες να γίνονται σε κοινή βάση χωρίς υποκειμενικές αναγνώσεις και γεωπολιτικά συμφέροντα.

2

ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΟΜΟΡΩΝ ΧΩΡΩΝ

Όταν καταγγελίες για τηλεπικοινωνιακή παρεμβολή εμφανίζονται μεταξύ γειτονικών όμορων χωρών είναι απαραίτητο να υπάρξει άμεση ανταπόκριση προκειμένου να ανακαλυφθεί ο λόγος για τις καταγγελίες. Στις πυκνοκατοικημένες χώρες η (κινητή) ραδιοεπικοινωνία είναι πολύ σημαντική και, όπως προαναφέρθηκε, ιδιαίτερα διαδεδομένη και επομένως όλα τα μέτρα πρέπει να ληφθούν για να προστατεύσουν αυτές τις ραδιο συνδέσεις. Αυτό μερικές φορές σημαίνει ότι η έρευνα σε μια γειτονική χώρα απαιτείται για να καθορίσει την πηγή των ανεπιθύμητων εκπομπών. Το νομικό πλαίσιο όμως, στις διάφορες χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν καθιστά δυνατό να περαστούν τα σύνορα μιας γειτονικής χώρας με ένα ειδικό εξοπλισμό ελέγχου και μέτρησης επιθεώρησης, χωρίς ειδική άδεια.

Η επιβλαβής παρεμβολή δεν είναι εύκολο να εντοπιστεί, επομένως τις περισσότερες φορές απαιτούνται υπηρεσίες ελέγχου και εντοπισμού ώστε να υπάρξουν στοιχεία για την ταυτότητα της εκάστοτε παρεμβολής. Για να εκπληρωθεί αυτή η ανάγκη, οι μετρήσεις πρέπει μερικές φορές να πραγματοποιηθούν από μια γειτονική χώρα. Εάν οι έλεγχοι από τα κατάλληλα όργανα και οι μετρήσεις αποφανθούν ότι η πηγή είναι από μια γειτονική χώρα, είναι απαραίτητο να διασχιστούν τα σύνορα ώστε να επιταχυνθούν οι διαδικασίες. Μόλις η πηγή της παρεμβολής βρεθεί, η ξένη διοίκηση πρέπει να ενημερωθεί και είναι έπειτα και αυτή υπεύθυνη για τις περαιτέρω ενέργειες.

Με δεδομένες όλες αυτές τις δυσκολίες που παρατηρούνται στην προσέγγιση όμορων χωρών στο ζήτημα της μέτρησης και εντοπισμού διασυνοριακών παρεμβολών, πρέπει να γίνουν σωστά βήματα ώστε να εφαρμοστεί ο γρηγορότερος τρόπος για την ανταλλαγή των κατάλληλων πληροφοριών ανάμεσα στις χώρες (η απαίτηση αυτή είναι ακόμη σπουδαιότερη σε χώρες πολυπληθείς). Η άμεση επαφή μεταξύ των υπό μέτρηση

σταθμών κρίνεται επιτακτική. Επίσης η πλήρης διαφάνεια της μεθοδολογίας μέτρησης, ώστε να παρουσιάζεται η πραγματική κατάσταση του προβλήματος, θα βοηθήσει στην αντικειμενική κρίση και αποδοχή των αποτελεσμάτων από τους αρμόδιους φορείς.

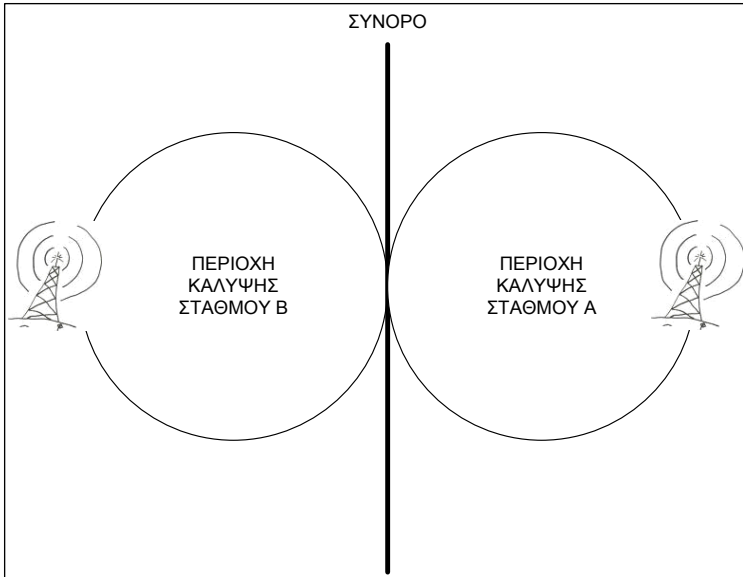
Σημαντική βοήθεια στην προστασία του διασυνοριακού ραδιοφάσματος προσφέρει με δημοσιεύσεις της, πέρα της ITU και το CEPT (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Διαχειρίσεων Ταχυδρομείων και Τηλεπικοινωνιών). Στόχος του η καλύτερη δυνατή συνεργασία και ρύθμιση των παρεμβολών των όμορων χωρών. Λαμβάνοντας υπ' όψη του ότι οι εθνικές ελεγκτικές υπηρεσίες υποστηρίζουν τη διοίκησή τους και οι περισσότερες λαμβάνουν τις οδηγίες και τα αιτήματά από τις εθνικές υπηρεσίες τους αποκλειστικά, και ότι ήδη υπάρχουσες συμφωνίες μεταξύ κάποιων όμορων χωρών του CEPT (π.χ. Γερμανία, Γαλλία, Αυστρία και Ελβετία) απέφεραν καρπούς, προτείνει ένα γενικό μοντέλο συμφωνίας στην καταγραφή των διασυνοριακών μετρήσεων τηλεπικοινωνιακών παρεμβολών σε όμορες χώρες.

Σύμφωνα λοιπόν με το recommendation 01-09 του 1999 – το οποίο αφορά άμεσα και τη χώρα μας, μιας και όλα τα συνορεύοντα με την Ελλάδα κράτη είναι μέλη του CEPT - προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος απόκρισης και για να προσφερθεί η αμοιβαία βοήθεια σε περιπτώσεις παρεμβολών, η εκάστοτε διοίκηση Α και η διοίκηση Β μπορούν να πραγματοποιήσουν άμεση επαφή για να βοηθήσει η μια την άλλη ώστε οι αρμόδιες υπηρεσίες και των δύο χωρών να μπορούν να διασχίσουν τα κοινά σύνορα με τον κατάλληλο εξοπλισμό για να εκτελέσουν τις μετρήσεις, χρησιμοποιώντας τις συσκευές τους στην άλλη πλευρά των κοινών συνόρων εάν χρειαστεί. Η μία χώρα μπορεί άμεσα να ζητήσει από την άλλη να πραγματοποιήσει τις σταθερές είτε κινητές μετρήσεις ελέγχου και σε περιπτώσεις σχετικές και με το συντονισμό συχνότητας. Αυτό προϋποθέτει ότι για κάθε τέτοια μέτρηση ελέγχου η εκτελούσα τις μετρήσεις αρχή θα υποβάλει έκθεση (π.χ. επιστολή ή fax) στην αντίστοιχη της γειτονική ώστε να την ενημερώνει για τις μετρήσεις που πραγματοποιούνται.

Ασφαλώς οι προτάσεις αυτές παρότι αποτελεσματικές, έχουν κάποιους περιορισμούς που αφορούν την τήρηση του συντάγματος της γειτονικής χώρας και τις δυνατότητες της εκάστοτε διοίκησης. Ακόμα, να γίνεται σεβαστή η προτεραιότητα άλλων θεμάτων της γειτονικής κυβέρνησης, να μην γίνεται εισχώρηση σε μεγάλη απόσταση από τα σύνορα και βέβαια οι μετρήσεις να μην ξεπερνούν την καθορισμένη κάθε φορά διάρκεια.

Η παρεμβολή στις ραδιοεπικοινωνίες μιας χώρας από μία άλλη με κοινά σύνορα δεν έχει πάντα την ίδια μορφή και κατ' επέκταση ούτε την ίδια βαρύνουσα σημασία. Η ακριβής περιοχή και η ένταση του παρεμβάλλοντος σήματος είναι τα στοιχεία που, πριν από κάθε άλλο, πρέπει να καταγραφούν και να οριστούν.

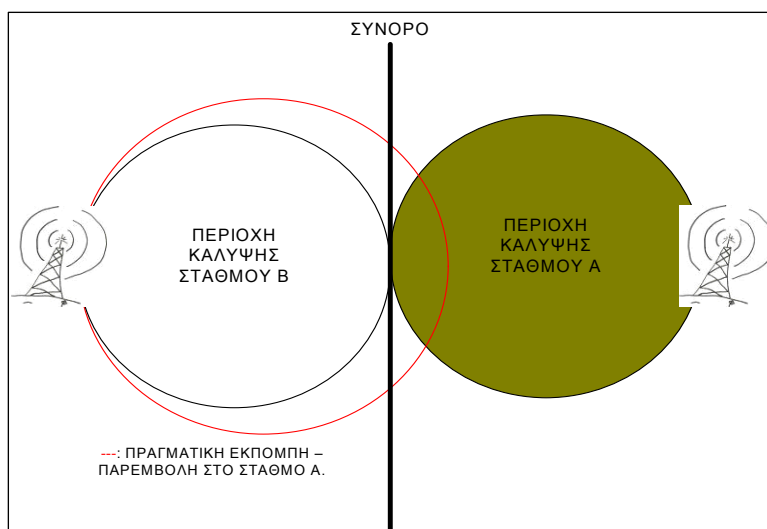
Εάν η παρεμβολή αναφέρεται πάνω στην συνωριογραμμή (Σχήμα 1) στις περισσότερες



των περιπτώσεων δεν χρήζει έρευνας και μέτρησης. Τα δύο κράτη σε αυτή την περίπτωση δεν επηρεάζονται και οι διαδικασίες που προαναφέραμε δεν χρειάζεται να εφαρμοστούν.

Σχήμα 1

Εάν όμως πλήττεται η γεωγραφική περιοχή εξυπηρέτησης ενός σταθμού μιας από τις δύο χώρες (Σχήμα 2) τότε το πρόβλημα είναι έντονο και πρέπει άμεσα να επιλυθεί με



κοινές ενέργειες. Τα προβλήματα που δημιουργούνται είναι πολλά. Στο σημείο αυτό είναι αναγκαίο να μετρηθεί η ένταση του σήματος του παρεμβάλλεται. Κάθε παρεμβολή δε σημαίνει a priori ότι είναι και επιβλαβής.

Σχήμα 2

Η στάθμη του παρεμβάλλοντος σήματος (σταθμός Β στο σχήμα) κρίνεται επιβλαβής και άξια μετρήσεων και ελέγχου πάντοτε σε σύγκριση με τη στάθμη της έντασης του σήματος που δέχεται την παρεμβολή (σταθμός Α στο σχήμα). Σκοπός της κάθε χώρας είναι αρχικά να ελέγξει το επίπεδο του σήματος που «μπαίνει» και παρεμβαίνει στους εγχώριους σταθμούς εκπομπής. Αυτό που υπολογίζεται και κρίνει την εκάστοτε παρεμβολή σε κάθε περιοχή είναι ο λόγος του επιθυμητού στην περιοχή σήματος προς την ένταση του ανεπιθύμητους παρεμβάλλοντος σήματος και κατά πόσο αυτός. Ο λόγος αυτός ονομάζεται λόγος προστασίας (protection ratio) και είναι αυτός που δίνει την πληροφορία για το τι ενέργειες πρέπει να γίνουν για την εκάστοτε παρεμβολή. Σε κάθε συχνότητα υπάρχει ένα κατώφλι που δεν πρέπει να ξεπερνιέται. Ανάλογα με την υπηρεσία, το ανώτατο όριο του λόγου προστασίας διαφέρει. Υπάρχει πλειάδα δημοσιεύσεων της ITU με αναλυτικούς πίνακες, ανάλογα με την συχνότητα και την υπηρεσία την οποία μετράμε, που μας δίνουν τους λόγους αυτούς. Συγκεκριμένα για την μπάντα **VHF** ανατρέχουμε στη δημοσίευση **ITU-R BS 412-9**. Για τους λόγους προστασίας που αναφέρονται στην όλο και αναπτυσσόμενη υπηρεσία της **ψηφιακής τηλεόρασης** υπάρχει το **RECOMMENDATION ITU-R BT.1368-2**. Για κάθε μορφής παρεμβολή σε εκπομπή **τηλεοπτικού σήματος**, οι αντίστοιχοι λόγοι βρίσκονται στο **RECOMMENDATION ITU-R BT.655-7**. Τέλος για **σταθερές αλλά και κινητές επικοινωνίες στα VHF UHF** η ITU έχει δημοσιεύσει το **RECOMMENDATION ITU-R SM.851-1**.

Εκτός από τον υπολογισμό του λόγου προστασίας που είναι το πρώτο και καθοριστικό βήμα στις διασυνοριακές μετρήσεις παρεμβολών όμορων χωρών, είναι πολύ σημαντικό να ελεγχθεί και κατά πόσο μπορεί ο σταθμός που δέχεται την παρεμβολή να αυξήσει την ένταση του εκπεμπόμενου σήματος ώστε να επαναφέρει το λόγο προστασίας στα νόμιμα και ανεκτά επίπεδα (η ενίσχυση αυτή εμπίπτει σε συγκεκριμένα διεθνή όρια που αναφέρονται στις παραπάνω δημοσιεύσεις). Η αλόγιστη ενίσχυση του σήματος δε βοηθάει γιατί προσφέρει μονοσήμαντη λύση στο πρόβλημα. Στο σχήμα 2, για παράδειγμα, αν ο σταθμός Α, που δέχεται την παρεμβολή, αυξήσει κατά πολύ την ενίσχυση, έχει μεν αποτέλεσμα θετικό για το δικό του λόγο προστασίας αλλά αυξάνει την περιοχή κάλυψης του με αποτέλεσμα να προκαλεί πρόβλημα στο σταθμό Β αλλά και σε

γειτονικές εκπομπές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αλληπάλληλες τέτοιες ενέργειες και από τους δύο σταθμούς, οδηγώντας πάλι σε αδιέξοδο.

Ανακεφαλαιώνοντας, πρέπει να ακολουθηθούν συγκεκριμένα και πολύ προσεκτικά βήματα για τις μετρήσεις των διασυνοριακών παρεμβολών. Αρχικά πρέπει να είναι γνωστή κάθε λεπτομέρεια του επιπέδου της έντασης του θορύβου στην περιοχή που μας ενδιαφέρει. Ο διαχωρισμός θορύβου και σήματος που παρεμβάλλεται από έναν δεύτερο σταθμό άλλης χώρας είναι σημαντικός. Στη συνέχεια πρέπει να μετρηθεί η ένταση του σήματος που παρεμβάλλεται από τη γειτονική χώρα. Τέλος μετράται, όπως προαναφέραμε, και το επιθυμητό σήμα του σταθμού που δέχεται την παρεμβολή. Οι αρχικές αυτές μετρήσεις δίνουν τις πληροφορίες που χρειάζονται για να προωθηθούν οι περαιτέρω ενέργειες αν και όπου αυτές χρειάζονται. Μόνο αν τα αρχικά δεδομένα καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι οι λόγοι προστασίας δεν τηρούνται, και αν η κάθε χώρα εξαντλήσει τις δικές της ενέργειες όπως η –μέσα στο όρια- αύξηση της έντασης του εκπεμπόμενου σήματος, τότε το λόγο παίρνει η συνεννόηση των δύο χωρών. Πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες μετρήσεις ελέγχου με τον κατάλληλο εξοπλισμό, να γίνουν σεβαστές από τις δύο χώρες και τέλος να βρεθεί η κοινή λύση από τις δύο χώρες μέσα στα πλαίσια της διεθνούς νομοθεσίας και του σεβασμού του recommendation 01-09 του cept η ανάλυση του οποίου προηγήθηκε.

3

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Η/Μ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΙΣ ΖΩΝΕΣ FM, VHF, UHF

Εξηγήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια πως σε ορισμένες περιστάσεις απαιτείται η διεξαγωγή μετρήσεων εκατέρωθεν των συνόρων. Οι μετρήσεις αυτές είναι συγκεκριμένες, όπως και η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί για τη λήψη τους. Η παρούσα μελέτη ασχολείται από εδώ και στο εξής αποκλειστικά με αυτή τη μεθοδολογία και στις επόμενες σελίδες θα αναλυθεί διεξοδικά στην πλήρη της έκταση.

Η ανάγκη για ένα κοινό πλαίσιο που να διατρέχει τη μεθοδολογία λήψης μετρήσεων έντασης πεδίου έχει καταστεί ήδη σαφής. Η ITU και η CEPT μέσα από εκδόσεις (που ανανεώνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα) δίνει τα κύρια στάδια της διαδικασίας λήψης μετρήσεων χρήσιμων στον εντοπισμό της παρεμβολής, καθώς και οδηγίες για την επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Στο ERC (European Radiocommunications Committee) Report 77 της CEPT προτείνεται ως πιο αποτελεσματική μέθοδος μετρήσεων, από άποψη κόστους και χρόνου, η μέτρηση έντασης πεδίου εν κινήσει με καταγραφή συντεταγμένων. Επιτυγχάνεται έτσι η κάλυψη μιας ευρείας περιοχής επιτήρησης και η εύρεση και αποβολή της παρεμβολής.

Συγκεκριμένα, ένα όχημα που μεταφέρει όλον τον απαραίτητο εξοπλισμό και την κεραία διατρέχει μια καθορισμένη διαδρομή και γίνονται μετρήσεις έντασης πεδίου (ή τάση εξόδου κεραίας) σε ορισμένα σημεία. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων της μέτρησης μαζί με τις συντεταγμένες των σημείων που έγιναν οι μετρήσεις γίνεται πάνω σε ένα χάρτη ραδιοκάληψης.

Στο ERC Report 77 εξηγούνται οι παράμετροι για την λήψη των μετρήσεων όπως εξοπλισμός (κεραίες, GPS), η ταχύτητα του οχήματος, ο αριθμός των σημείων, οι

ρυθμίσεις των οργάνων, η επιθυμητή ακρίβεια και τέλος ο τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων. Τα θέματα που καλύπτονται είναι συγκεκριμένα τα εξής:

- Αποτελέσματα μετρήσεων έντασης πεδίου με κινητά μέσα (The results of mobile field strength measurement)
- Υπολογισμός έντασης πεδίου (Calculation of field strength)
- Ο απαραίτητος αριθμός σημείων μέτρησης και το μέσο διάστημα - Μέθοδος του Lee (The necessary number of measuring points and the averaging interval - Lee Method)
- Η ταχύτητα του οχήματος (The vehicle speed)
- Κεραίες μέτρησης (Measuring antennas)
- Ρυθμίσεις του δέκτη (Test receiver settings)
- Συστήματα πλοήγησης και προσδιορισμού θέσης (Navigation and positioning systems)
- Επιθυμητή ακρίβεια των μετρήσεων έντασης πεδίου (Required accuracy of field strength measurements)
- Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων (Data collection and processing)
- Παρουσίαση δεδομένων (Data presentation)
- Απαιτήσεις του συστήματος (Test system requirements)

Τα χαρακτηριστικά της διάδοσης ραδιοκυμάτων σε πραγματικές συνθήκες εξαρτώνται τόσο από καθορισμένους όσο και από τυχαίους χωρικούς και χρονικούς παράγοντες γιατί μια μεθοδολογία μέτρησης πρέπει να περιλαμβάνει χρήση μέσων στατιστικών τιμών καθώς και συνέχεια των αποτελεσμάτων σαν συνάρτηση χώρου και χρόνου. Έτσι, σύμφωνα με το CEPT/ERC RECOMMENDATION 74-02 προκύπτει μια ακόμα μέθοδος μέτρησης έντασης πεδίου όσον αφορά τις παρεμβολές, πολύ βασική και απαραίτητη, η μέτρηση σε σταθερά σημεία.

Στην περιοχή ενδιαφέροντος διαλέγονται ορισμένα σημεία στα οποία γίνονται μετρήσεις έντασης πεδίου και οι οποίες αποτελούνται από δύο σκέλη: μετρήσεις στιγμιαίες και μια μακροχρόνια μέτρηση (διαρκείας συνήθως 24 ωρών). Στο

Recommendation 74-02 περιγράφεται η διαδικασία της λήψης μετρήσεων καθώς και ο εξοπλισμός που απαιτείται:

- Βασικές θεωρητικές αρχές (Basic theoretical principles)
- Απαιτήσεις (Measurement sites, Antennas, Cables, Receivers, Attenuators, selective filters, pre-amplifiers)
- Μετρήσεις (Measurements)
- Επιτεύξιμη ακρίβεια (Achievable accuracy)

Όλα τα παραπάνω είναι αποσπασματικά και σε ορισμένα σημεία σκοτεινά. Στα επόμενο κεφάλαιο συντάσσεται και παρουσιάζεται αναλυτικά βήμα προς βήμα ολόκληρη η μεθοδολογία, καθώς και ένα διάγραμμα ροής που διατρέχει συνοπτικά αλλά ουσιαστικά τη μεθοδολογία σε όλα της τα στάδια.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Για την άρτια αξιοποίηση το φάσματος (το οποίο είναι περιορισμένο), εφαρμόζονται, τόσο στο εσωτερικό της χώρας όσο και διακρατικά, μέθοδοι επαναχρησιμοποίησης καναλιού-συχνότητας. Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει μεθόδους μέτρησης διασυνοριακών παρεμβολών, χωρίς ωστόσο να ξεχωρίζει αν είναι σε φυσικά σύνορα δύο χωρών ή εσωτερικά σύνορα επαναχρησιμοποίησης συχνότητας. Για παράδειγμα, μια συχνότητα τηλεοπτικού σήματος που χρησιμοποιείται στην Αθήνα, σίγουρα χρησιμοποιείται και στη Θεσσαλονίκη και στη Σόφια (παρόλα αυτά έχει μεγάλη σημασία να εξετάσουμε την κοντινότερη δυνατή απόσταση επαναχρησιμοποίησης).

4

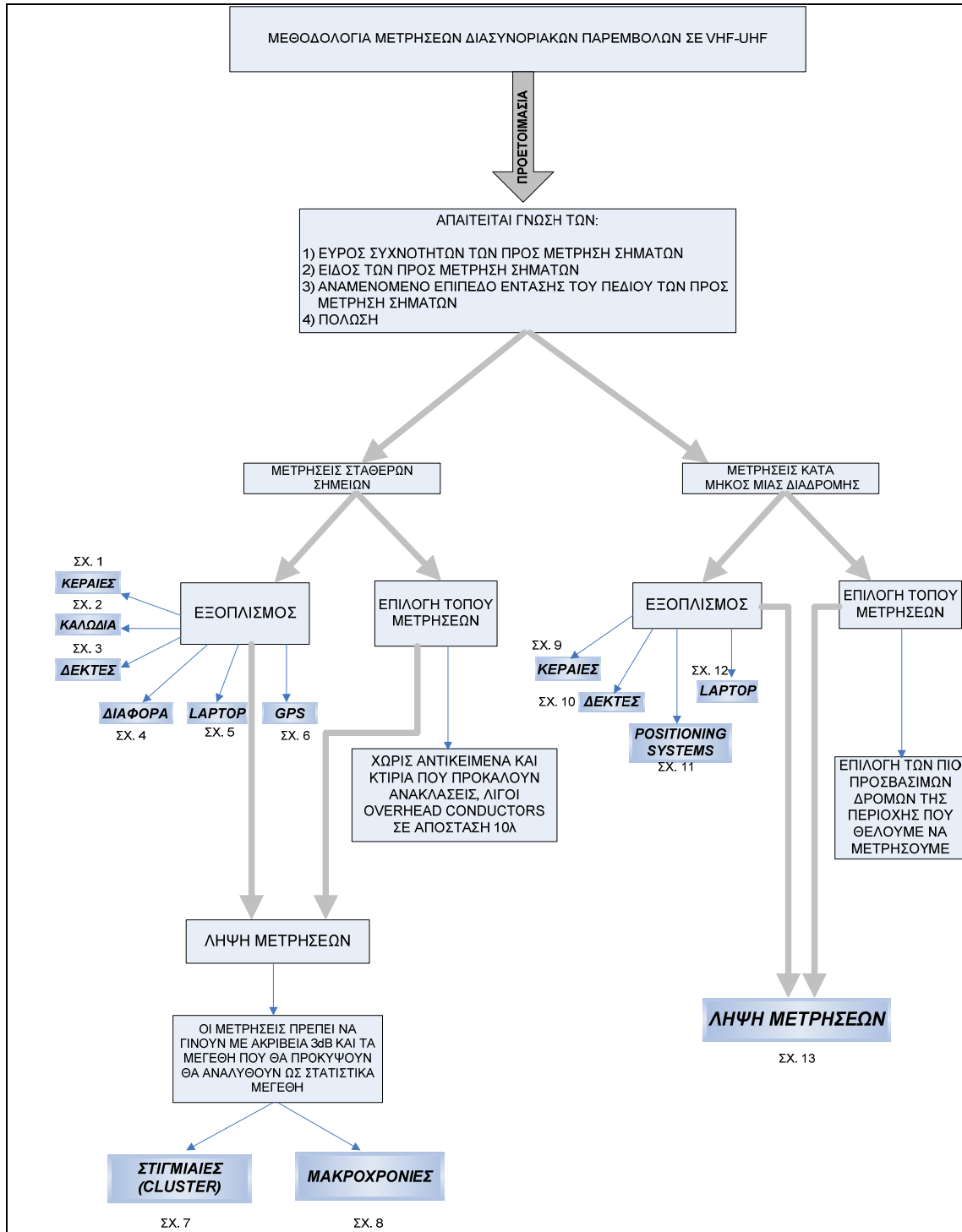
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Το θέμα μιας μεθοδολογίας κοινής και συμπαγούς είναι φλέγον και η ανάγκη σύνταξής του επιτακτική. Παρόλα αυτά δεν έχει συσταθεί ακόμα ολοκληρωμένη διαδρομή από την αρχή της διαδικασίας λήψης μετρήσεων (προετοιμασία) ως το τέλος και την παρουσίαση και επεξεργασία τους. Υπάρχουν βέβαια αξιόλογες εκδόσεις από οργανισμούς σπουδαίους όπως η ITU και η CEPT οι οποίες παρουσιάστηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια, όμως καθεμιά απ' αυτές ασχολείται με ένα κομμάτι συγκεκριμένο της παραπάνω διαδρομής και με ένα συγκεκριμένο τύπο μετρήσεων, τη στιγμή που για να αξιολογηθεί σωστά το μέγεθος του προβλήματος που αποτελεί μια παρεμβολή χρειάζονται κατά κανόνα και άλλου είδους μετρήσεις.

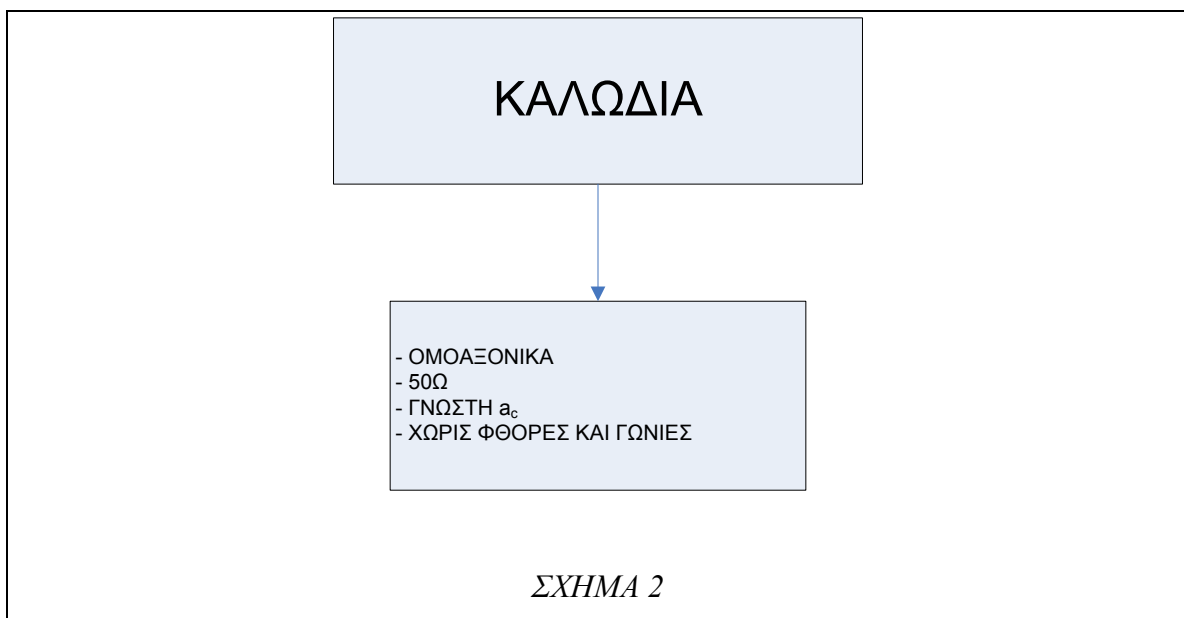
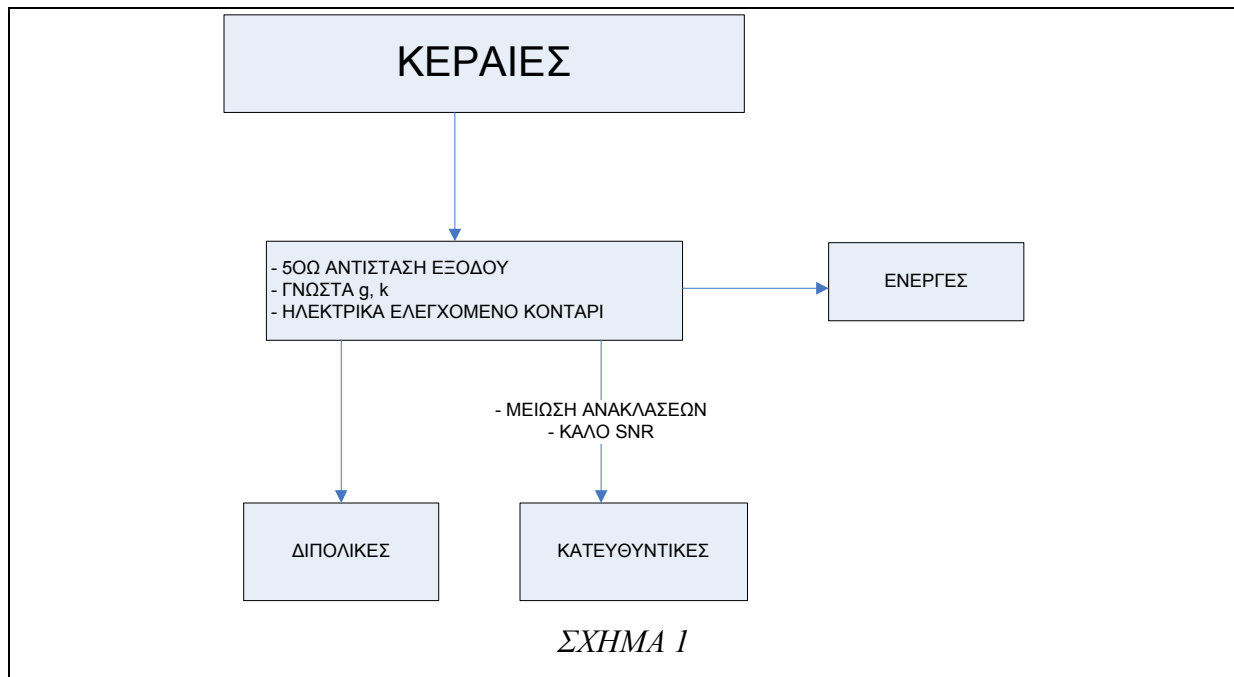
Η αξία της παρούσας μελέτης συνίσταται ακριβώς στο ότι συγκεντρώνει και ενοποιεί τα επιμέρους στάδια που έχουν προταθεί κατά καιρούς σε μια ολοκληρωμένη και κατανοητή μεθοδολογία που εξετάζει λεπτομερώς όλα τα βήματα που ενδεχομένως θα ακολουθήσει όποιος ξεκινήσει να μετρήσει την παρεμβολή εκατέρωθεν των συνόρων. Τα βήματα της μεθοδολογίας έχουν προκύψει από τις εκδόσεις των οργανισμών που προαναφέρθηκαν στο αμέσως προηγούμενο κεφάλαιο αλλά έχουν εμπλουτιστεί και συγκεκριμενοποιηθεί. Οι προτάσεις των ITU και CEPT αποτέλεσαν τη βάση για την κατάρτιση της «βήμα-βήμα» προσέγγισης του προβλήματος των διασυνοριακών παρεμβολών. Η μεθοδολογία που προτείνεται είναι αρκετά λεπτομερής, ξεκινάει από την προετοιμασία και καταλήγει στην αντικειμενική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και έχει σκοπό να γίνεται κατανοητή από κάθε οργανισμό και φορέα που θα αναλάβει την εκτέλεση των μετρήσεων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν όσο το δυνατό περισσότερο οι υποκειμενικές ερμηνείες που οδηγούν σε σύγκρουση συμφερόντων και μη αποδοχή των αποτελεσμάτων από τη μία χώρα ή την άλλη.

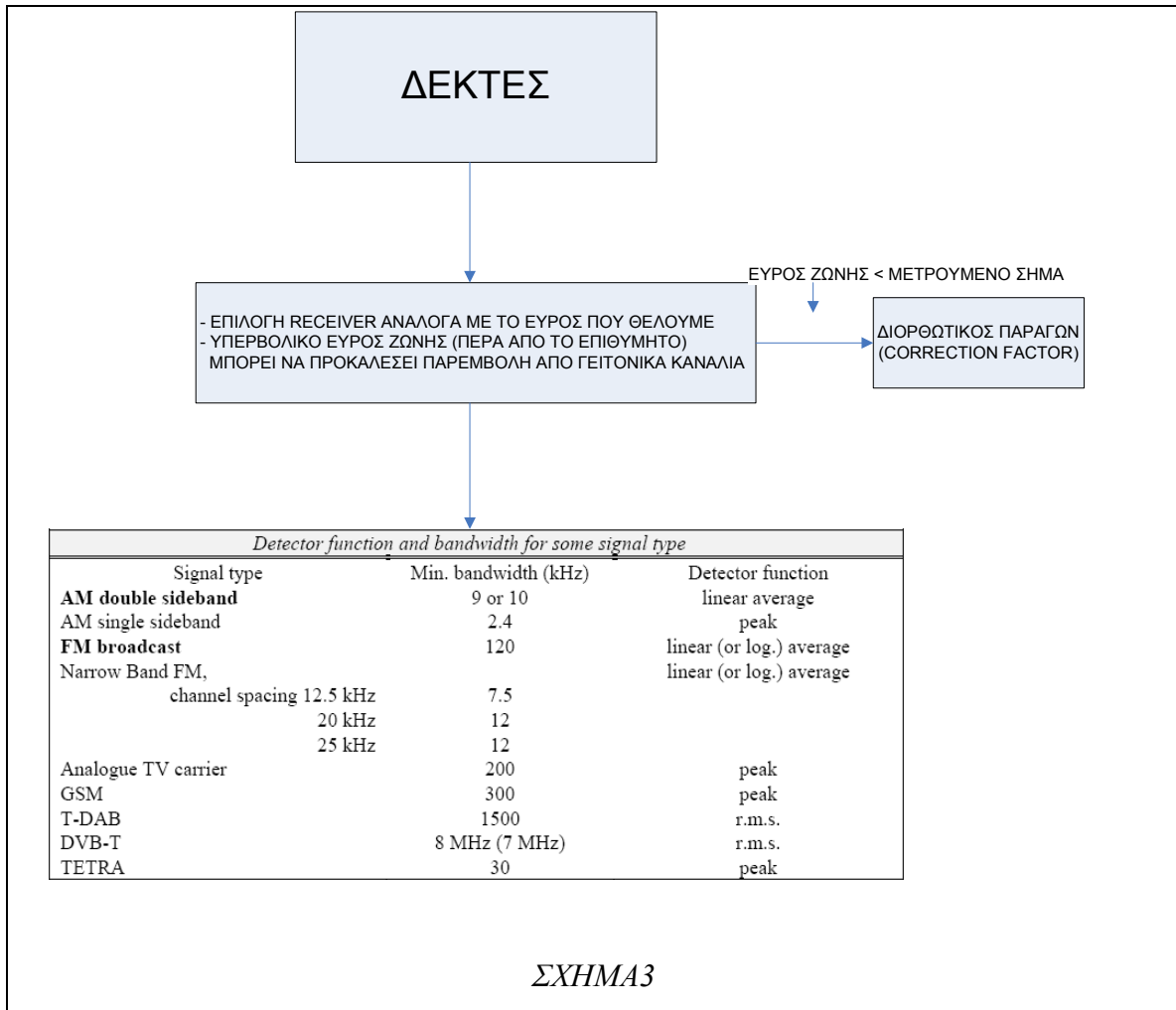
Η παρουσίαση της μεθοδολογίας γίνεται με ένα διάγραμμα ροής και με ανάλυση και εξήγηση κάθε στοιχείου που χρειάζεται προσοχή κατά τη διεξαγωγή μετρήσεων.

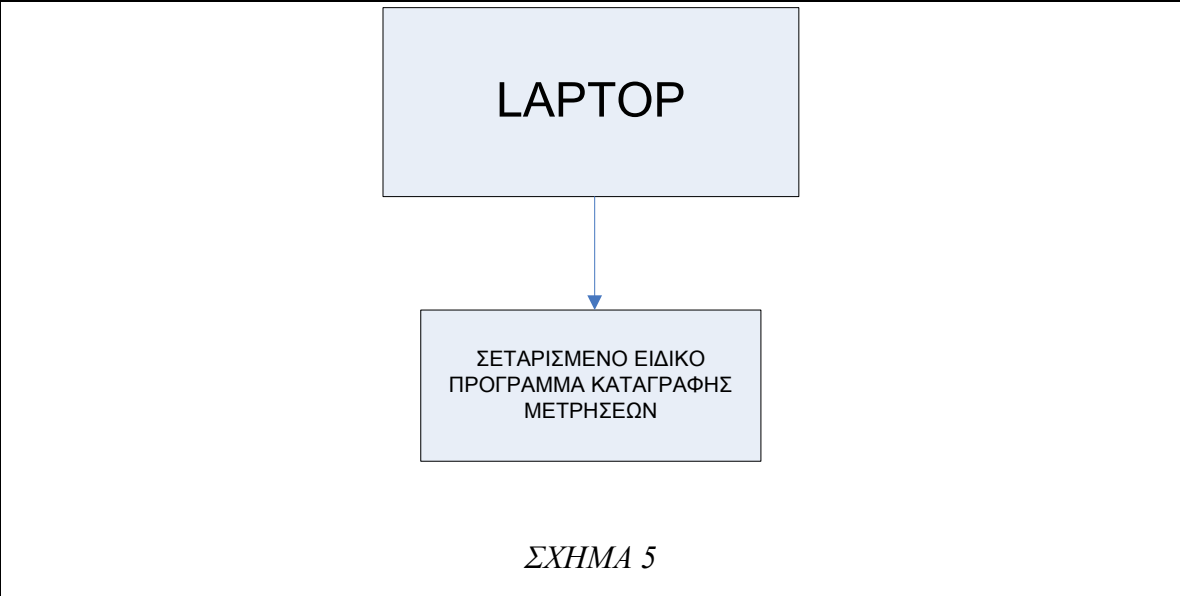
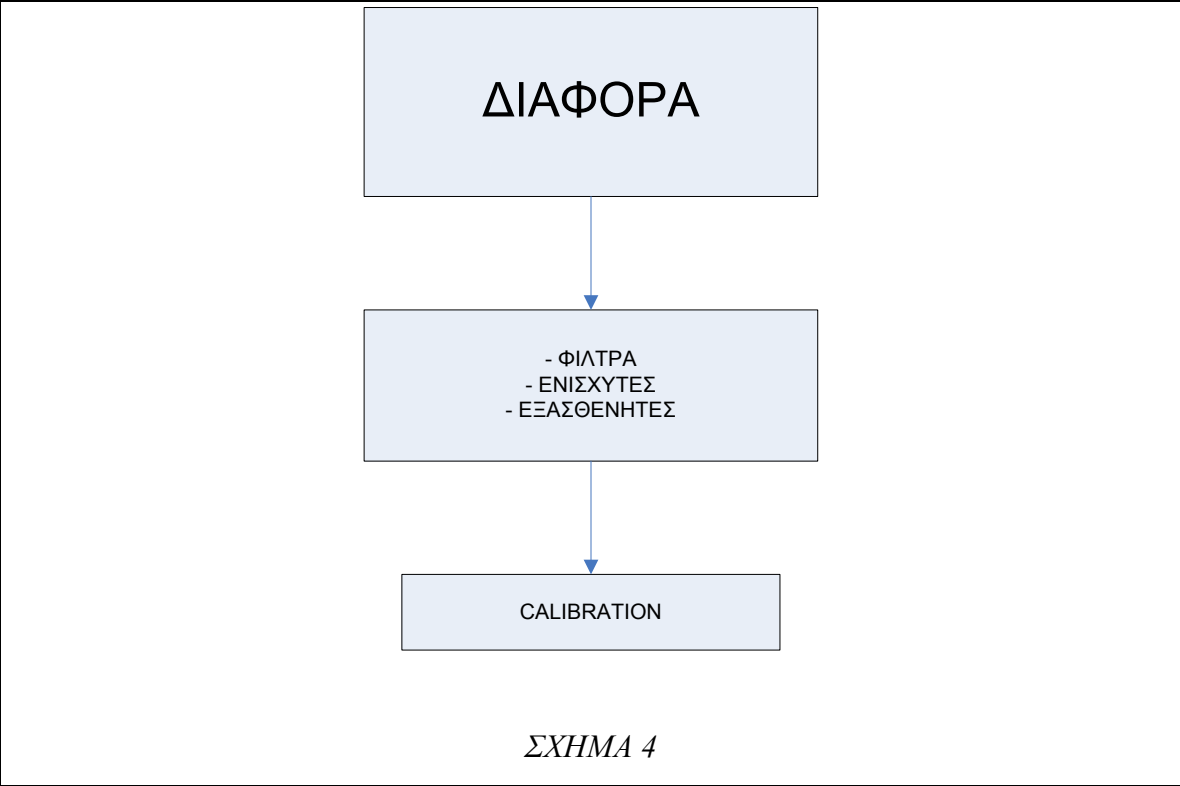
Ακολουθεί το διάγραμμα ροής στο οποίο φαίνεται μια γενική εικόνα ολόκληρης της μεθόδου αλλά και σημαντικές λεπτομέρειες από όλα τα στάδια, τα οποία θα αναλυθούν πλήρως παρακάτω.

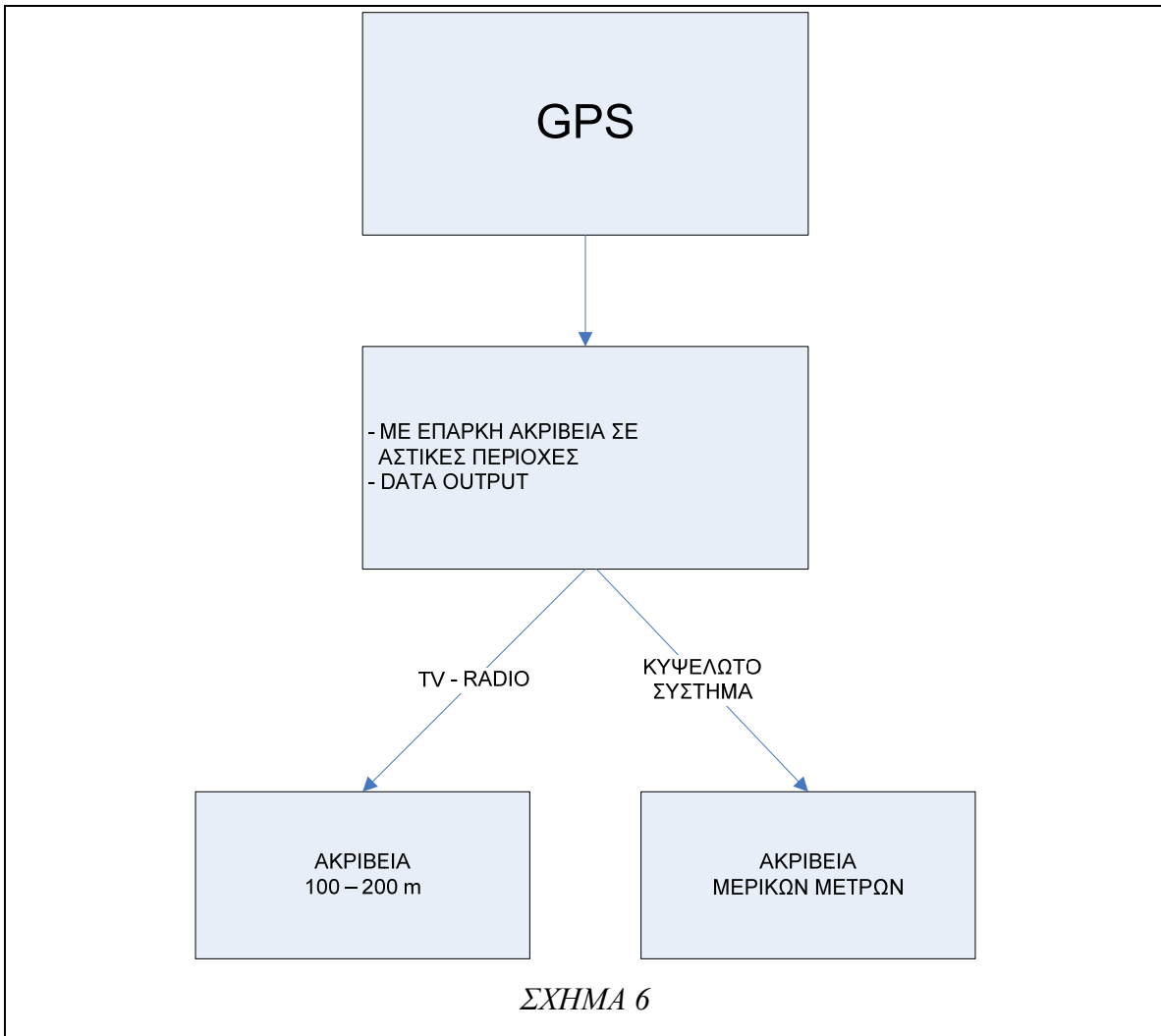


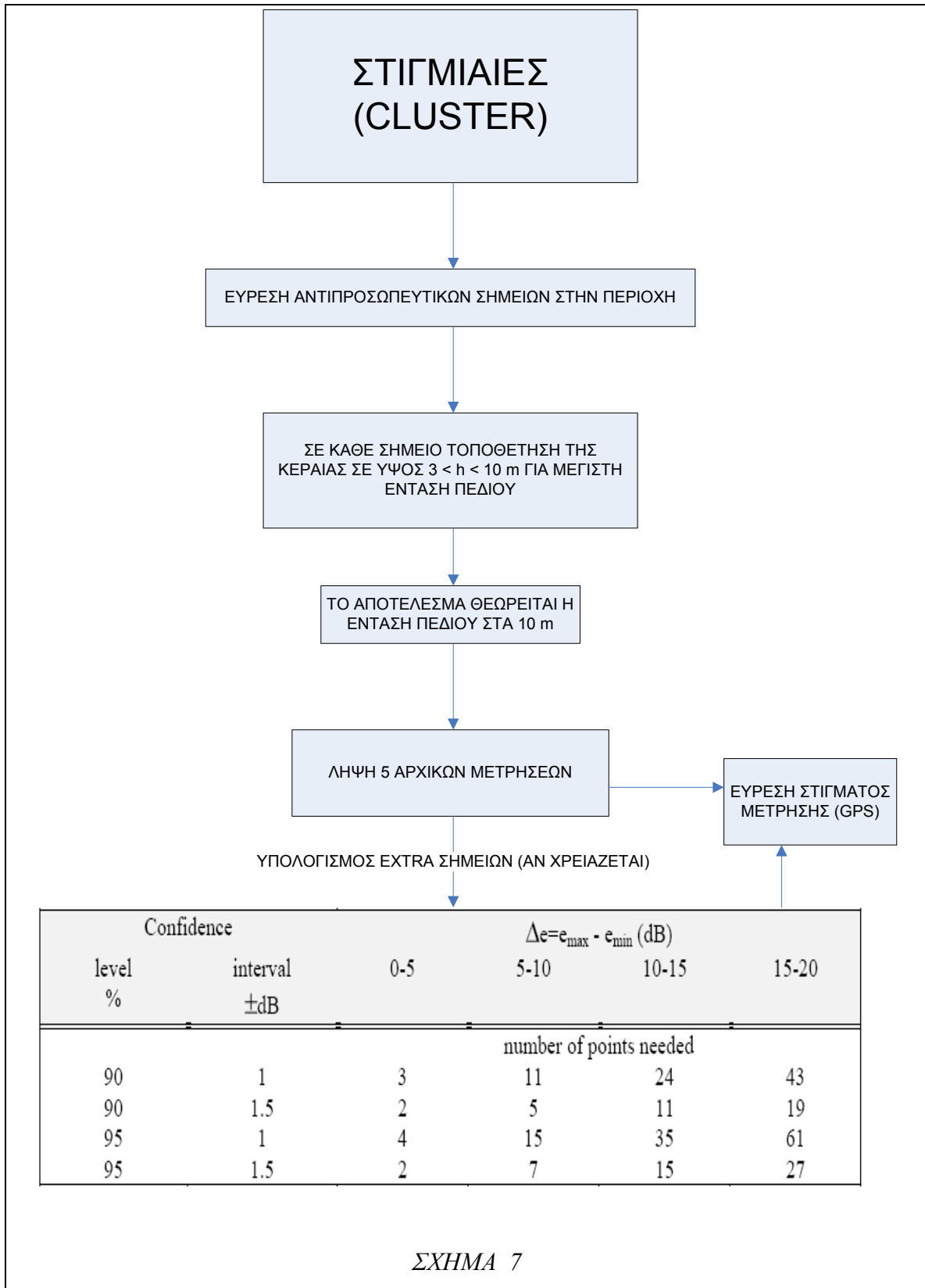
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ

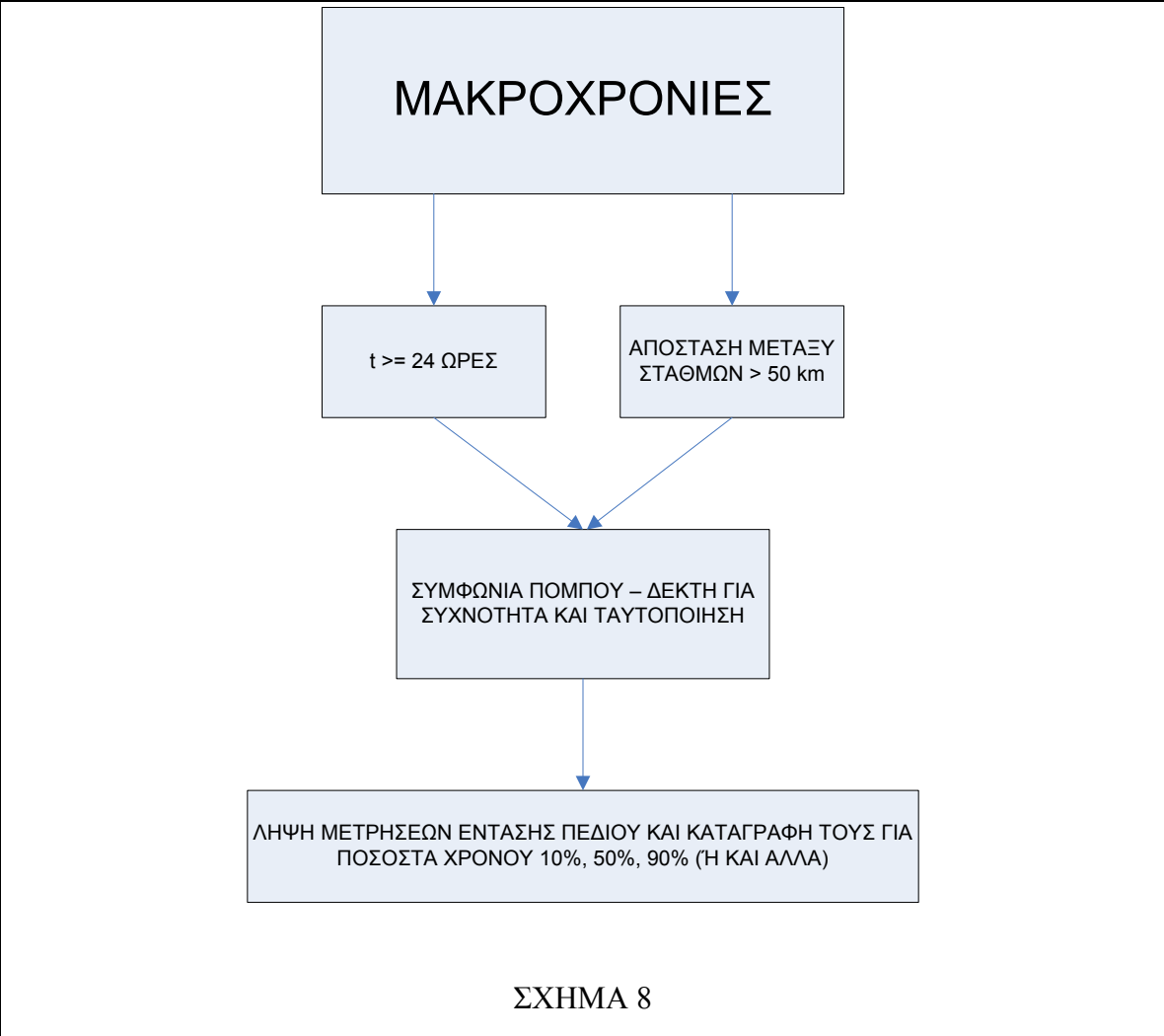




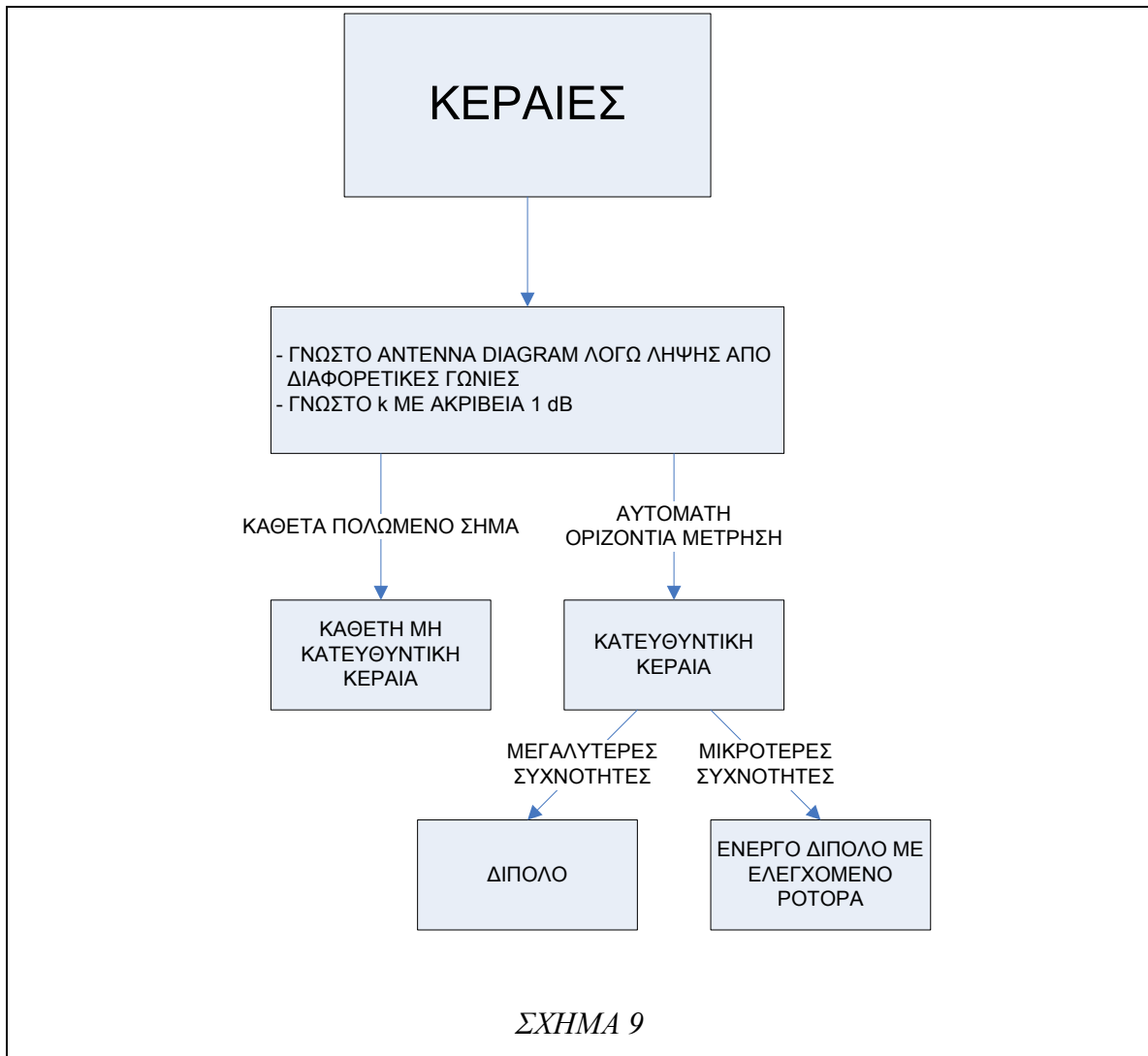








ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΜΙΑΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ



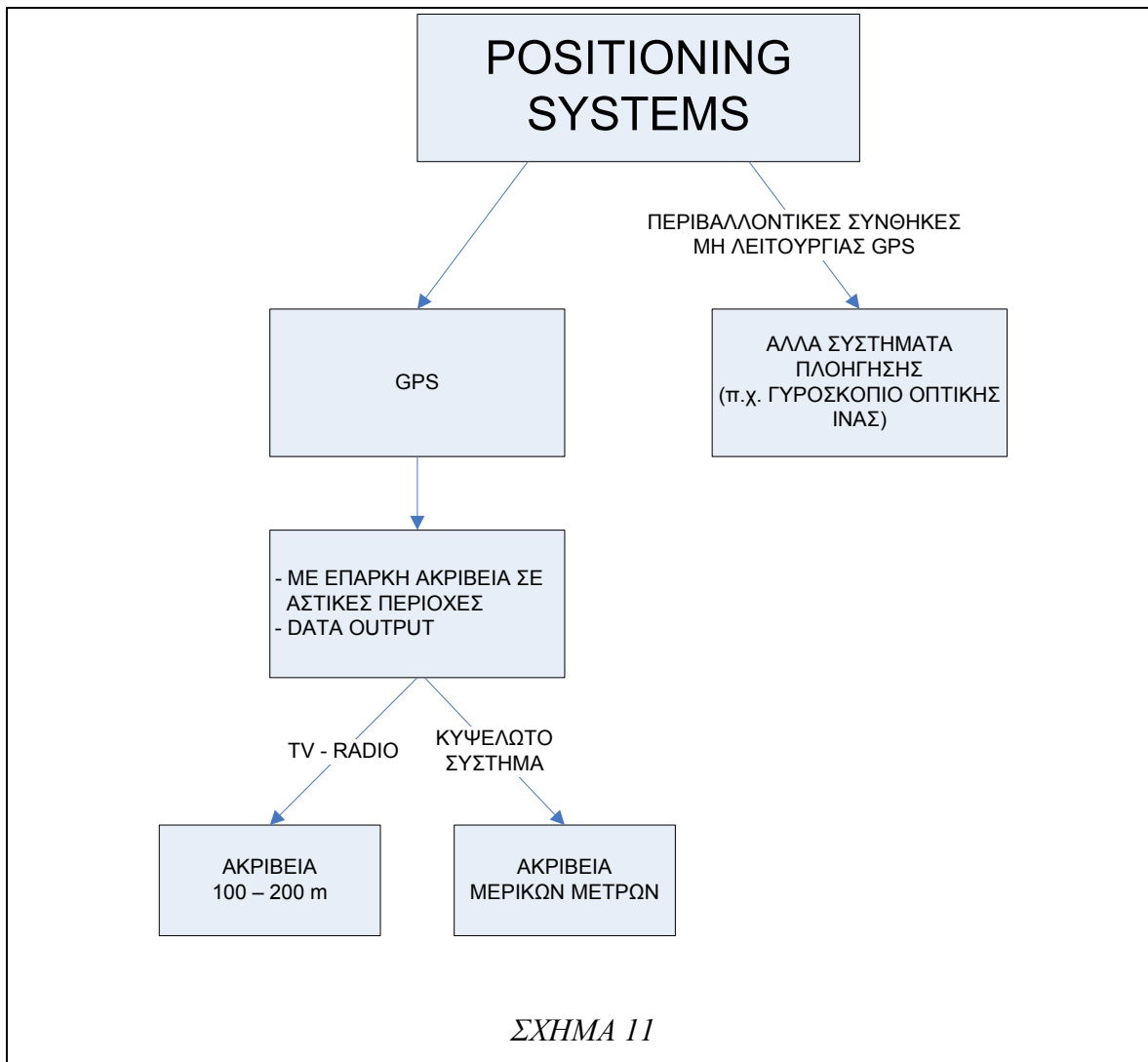
ΔΕΚΤΕΣ

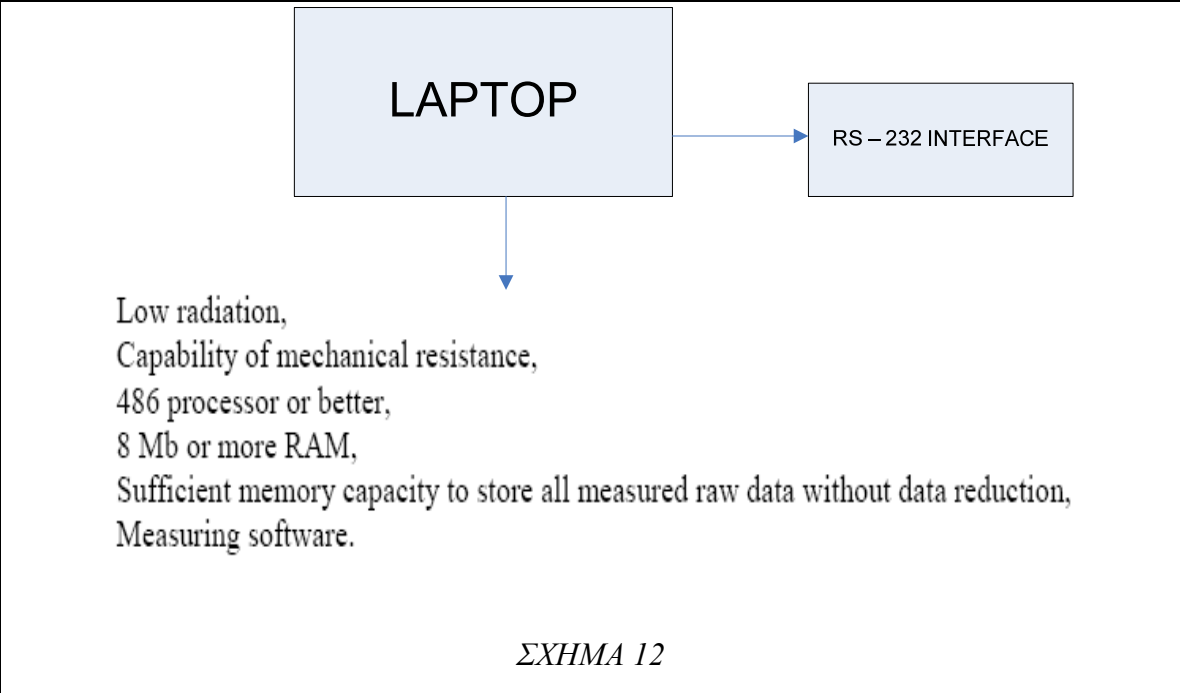
ΕΠΙΛΟΓΗ RECEIVER ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΚΑΙ DYNAMIC RANGE ≥ 60 dB

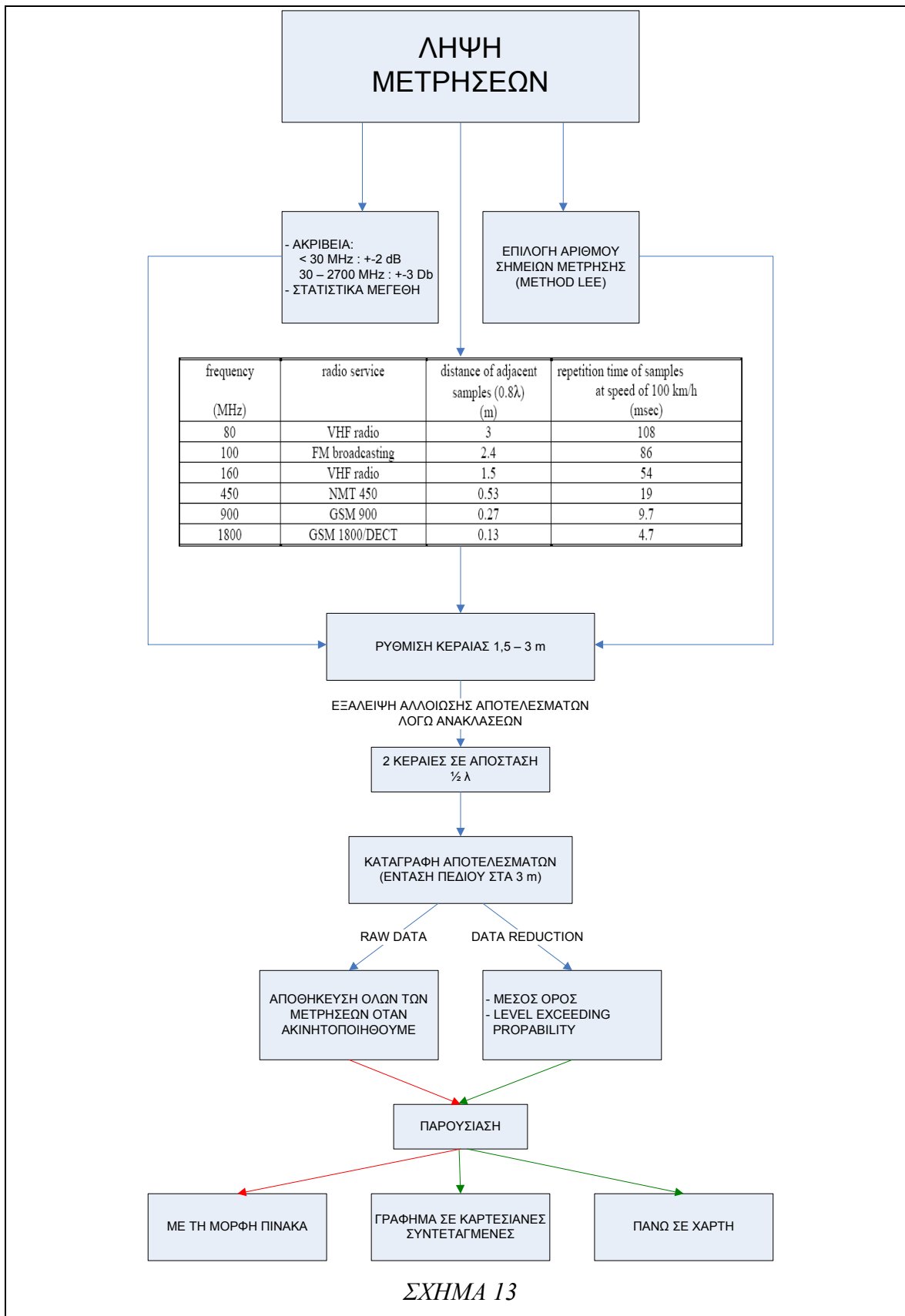
< -10 dB μ V sensitivity,
 Fast and accurate,
 IF bandwidths required for the frequency range,
 Built-in HF and IF attenuators,
 All required detector functions (peak, linear average, QP and rms.),
 Measurement of frequency,
 Measurement of modulation (AM, FM, PM),
 Demodulators for A0, A1, A3, A3J, F3 and a loudspeaker for aural monitoring,
 Built-in calibration generator,
 Provision for connection of an optional direction finder,
 I/Q demodulator outputs,
 IEEE, RS-232 etc. interface for computer control.

Signal type	Minimum bandwidth (kHz)	Detector function
AM double side band	9 or 10	linear average
AM single side band	2.4	peak
FM broadcast signal	120 or greater	linear (or log) average
TV carrier	200 or greater	peak
GSM signal	300	peak
DAB signal	1500	r.m.s.
Narrow band FM radio channel spacing		
12.5 kHz	7.5	linear (or log) average
20 kHz	12	linear (or log) average
25 kHz	12	linear (or log) average

ΣΧΗΜΑ 10







4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, καθώς τα χαρακτηριστικά της διάδοσης ραδιοκυμάτων σε πραγματικές συνθήκες εξαρτώνται και από καθορισμένους και από τυχαίους παράγοντες (χωρικούς και χρονικούς), χρειάζονται μετρήσεις κατά κανόνα δύο ειδών: μετρήσεις στις οποίες γίνεται χρήση στατιστικών μέσων τιμών, καθώς και μετρήσεις των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάζουν συνέχεια σαν συνάρτηση χώρου και χρόνου. Το πρώτο είδος είναι η λεγόμενη μέτρηση σε σταθερά σημεία (measuring at fixed-points), ενώ το δεύτερο η μέτρηση εν κινήσει κατά μήκος μιας διαδρομής (measuring along a route).

Στο πρώτο μέρος γίνεται η ανάλυση για τις μετρήσεις σταθερών σημείων. Η χρησιμότητά τους έγκειται στο ότι καταγράφουν τιμές δειγμάτων της διανομής της έντασης πεδίου σε ένα συγκεκριμένο σημείο που βρίσκεται μέσα σε μια συγκεκριμένη περίμετρο από ένα συγκεκριμένο πομπό. Αυτό σημαίνει ότι από τόσο συγκεκριμένα αποτελέσματα μπορούν να βγουν κάποια συμπεράσματα όσον αφορά την ένταση πεδίου σε ορισμένα βασικά σημεία της περιοχής εκπομπής και με επεξεργασία στατιστική μπορούν έπειτα να βγουν οι μέσες τιμές και η διασπορά της έντασης πεδίου, και έτσι μια πιο γενική εικόνα του επιπέδου της παρεμβολής.

Το πρώτο βήμα πριν από τη διεξαγωγή των μετρήσεων είναι η επιλογή του τόπου που θα γίνουν οι μετρήσεις. Η περιοχή που θα χρειαστεί να μετρηθεί μπορεί να είναι γνωστή αλλά μέσα σε αυτή την περιοχή θα πρέπει να επιλεγούν σημεία τέτοια ώστε να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες ανακλάσεις. Αυτό είναι απολύτως κατανοητό μιας και αυτού του είδους οι μετρήσεις (σταθερών σημείων) όπως αναφέρθηκε προσφέρουν μια πολύ ακριβή εικόνα για ορισμένα σημεία μόνο, και από εκεί θα εξαχθούν γενικότερα συμπεράσματα. Άρα είναι θεμιτό αυτή η συγκεκριμένη εικόνα να είναι όσο πιο κοντά στην πραγματικότητα. Πρέπει να επιλεγούν λοιπόν περιοχές χωρίς αντικείμενα που προκαλούν ανακλάσεις και με όσο το δυνατόν λιγότερους εναέριους αγωγούς (τηλεφωνικές και ηλεκτρικές γραμμές, κεραιές, κτίρια με μεταλλικές οροφές ή σωλήνες) σε απόσταση 10λ (10 φορές το μήκος κύματος του μετρούμενου σήματος).

Στη συνέχεια πρέπει να συγκεντρωθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός για τη διεξαγωγή των μετρήσεων σε σταθερά σημεία. Παρουσιάζεται παρακάτω:

4.1.1 ΚΕΡΑΙΕΣ (ΣΧΗΜΑ 1)

Καταρχήν πρέπει η κεραία να έχει αντίσταση εισόδου 50 Ω και να είναι γνωστό το κέρδος της και ο παράγοντας K (antenna factor). Η ένταση ηλεκτρικού πεδίου E που θα μετρηθεί προκαλεί μια τάση V₀ στη βάση της κεραίας. Η σχέση μεταξύ της έντασης ηλεκτρικού πεδίου και της τάσης που προκαλείται στην κεραία λήψης είναι συνάρτηση της συχνότητας. Ο παράγοντας K της κεραίας λήψης είναι ίσος με την ένταση E δια την τάση εξόδου V₀ της κεραίας στην ονομαστική αντίσταση φορτίου R_N:

$$K = E / V_0$$

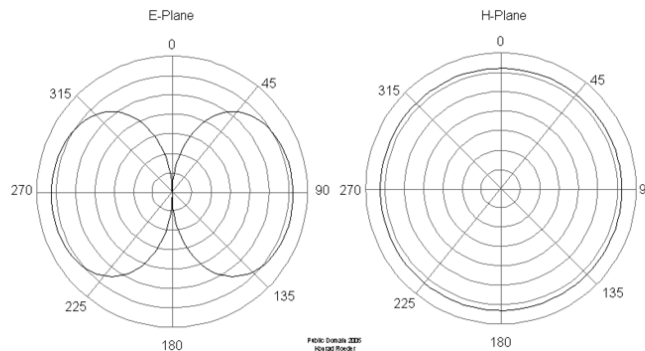
Το κέρδος μιας κεραίας ως προς μια ισοτροπική κεραία (G_i) ή ως προς ένα στοιχειώδες δίπολο λ/2 (G_d) δίνεται συχνά αντί του παράγοντα K. Η σχέση μεταξύ του κέρδους και του παράγοντα K είναι:

for R _N = 50 Ω	for R _N = 75 Ω
$K = \frac{f / MHz}{30.81 * \sqrt{G_i}}$	$K = \frac{f / MHz}{37.75 * \sqrt{G_i}}$
$K = \frac{f / MHz}{39.47 * \sqrt{G_d}}$	$K = \frac{f / MHz}{48.34 * \sqrt{G_d}}$

και σε λογαριθμική μορφή:

for R _N = 50 Ω	for R _N = 75 Ω
k = -29.77dB - g _i / dB + 20 log(f/MHz)	k = -31.54dB - g _i / dB + 20 log(f/MHz)
k = -31.93dB - g _d / dB + 20 log(f/MHz)	k = -33.69dB - g _d / dB + 20 log(f/MHz)

Οι κεραίες που συνιστώνται είναι οι διπολικές κεραίες, που έχουν αξιόλογο κέρδος (μέγιστο 2.15 dBi) και ένα διάγραμμα σαν το παρακάτω:



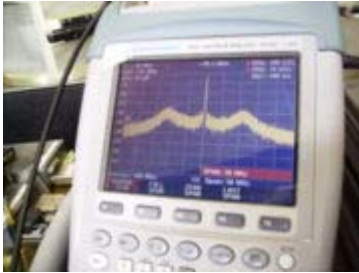
Επίσης, ανάλογα με την μέτρηση (για παράδειγμα, όταν είναι επιθυμητή η μείωση ανακλάσεων και η βελτίωση του σηματοθορυβικού λόγου), μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατευθυντικές κεραίες (βλ. σχήμα), οι οποίες λαμβάνουν ή εκπέμπουν μέγιστη ισχύ σε μια ορισμένη διεύθυνση. Ακόμα, σε πιο σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ενεργός κεραία. Τέλος, θα χρειαστεί ακόμα ένα ηλεκτρικά ελεγχόμενο κοντάρι (η χρήση του θα εξηγηθεί παρακάτω).

4.1.2 ΚΑΛΩΔΙΑ (ΣΧΗΜΑ 2)

Τα καλώδια της κεραίας πρέπει να είναι ομοαξονικά, χωρίς φθορές και γωνίες, τα οποία να ταιριάζουν με την αντίσταση εισόδου του δέκτη καθώς επίσης και την αντίσταση φορτίου της κεραίας. Η αντίσταση φορτίου είναι συνήθως 50 Ω. Η απώλεια καλωδίου a_c , που εξαρτάται από τον τύπο, το μήκος του καλωδίου, την απώλεια στο διηλεκτρικό υλικό που γεμίζει το καλώδιο και τις ανθεκτικές απώλειες στον κεντρικό αγωγό και την ασπίδα, καθώς και από τη συχνότητα (οι απώλειες γίνονται υψηλότερες όσο η συχνότητα αυξάνεται) πρέπει να είναι γνωστή προκειμένου να παραχθούν τα σωστά αποτελέσματα. Τα καλώδια μετακινούνται συχνά και μπορούν επομένως να σπάσουν ή να συστραφούν, πράγμα που αλλάζει τα χαρακτηριστικά τους.

Ως εκ τούτου, τα καλώδια πρέπει να ελέγχονται τακτικά για να δουν εάν η απώλεια καλωδίου έχει αλλάξει.

4.1.3 ΔΕΚΤΕΣ (ΣΧΗΜΑ 3)



Η χρησιμότητα του δέκτη είναι προφανής σε αυτού του είδους τις μετρήσεις: καταγράφουν δεδομένα κατευθείαν από την κεραία, τα επεξεργάζονται και τα παρουσιάζουν. Οι κοινοί δέκτες που είναι σχεδιασμένοι για μετρήσεις έντασης πεδίου θα πρέπει να περιλαμβάνουν το απαιτούμενο εύρος ενδιάμεσων συχνοτήτων, καθώς και ανιχνευτικές λειτουργίες (peak, linear average, quasi-peak, r.m.s.). Το εύρος τους θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο (30 – 3000 MHz) για να δεχτούν το σήμα, συμπεριλαμβανομένων και των ουσιαστικών μερών του φάσματος διαμόρφωσης. Προσοχή χρειάζεται στην επιλογή πολύ μεγάλου εύρους, η οποία θα πρέπει να αποφεύγεται, προκειμένου να αποφευχθεί παρεμβολή από γειτονικό κανάλι. Εάν το εύρος ζώνης είναι μικρότερο από αυτό του σήματος υπό μέτρηση, πρέπει να εφαρμοστεί στις μετρημένες τιμές ένας διορθωτικός παράγων (correction factor) πρέπει να εφαρμοστεί. Εντούτοις, ο διορθωτικός παράγων μπορεί συνήθως να καθοριστεί ακριβώς μόνο εάν το πλάτος του σήματος είναι σταθερό σε ολόκληρο το εύρος ζώνης (π.χ. σήματα DAB).

Ανάλογα με τον τύπο του σήματος και το εύρος ζώνης, απαιτείται συγκεκριμένη λειτουργία ανίχνευσης από το δέκτη. Η μορφή της ανίχνευσης πρέπει να εξασφαλίζει πως μετράται το φέρον σήμα. Η επιλογή της σωστής λειτουργίας ανίχνευσης του σήματος γίνεται με βάση τον παρακάτω πίνακα:

<i>Detector function and bandwidth for some signal type</i>		
Signal type	Min. bandwidth (kHz)	Detector function
AM double sideband	9 or 10	linear average
AM single sideband	2.4	peak
FM broadcast	120	linear (or log.) average
Narrow Band FM,		linear (or log.) average
channel spacing 12.5 kHz	7.5	
20 kHz	12	
25 kHz	12	
Analogue TV carrier	200	peak
GSM	300	peak
T-DAB	1500	r.m.s.
DVB-T	8 MHz (7 MHz)	r.m.s.
TETRA	30	peak

4.1.4 GPS (ΣΧΗΜΑ 6)



Συστήματα εντοπισμού και προσδιορισμού θέσης (GPS – Global Positioning System) είναι απαραίτητα προκειμένου να καταγραφούν με ακρίβεια τα στίγματα (γεωγραφικές συντεταγμένες πάνω στο γήινο χώρο) των θέσεων που γίνονται οι μετρήσεις σταθερών σημείων (τονίστηκε παραπάνω η αναγκαιότητα αυστηρής καταγραφής στο χώρο των μετρήσεων σταθερών σημείων).

Υπάρχουν ακόμα και διάφορα άλλα στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη και να ρυθμιστούν ώστε να δώσουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, όπως εξασθενητές, φίλτρα και ενισχυτές. Ακόμα, σε περίπτωση που είναι δυνατή και επιθυμητή η καταγραφή και επεξεργασία των αποτελεσμάτων σε ένα φορητό υπολογιστή (laptop), θα πρέπει να υπάρχει και το αντίστοιχο λογισμικό (interface), σωστά ρυθμισμένο και σχεδιασμένο.

Τέλος, είναι απαραίτητο τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν, οι ρυθμίσεις των οργάνων και άλλα δεδομένα σχετικά με την επεξεργασία τους να καταγραφούν σε αρχεία του υπολογιστή. Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η φόρμα που συντάχθηκε (σε ηλεκτρονική μορφή) για το σκοπό της καταγραφής μετρήσεων.

Ανακεφαλαιώνοντας, παρουσιάζονται όλες οι προετοιμασίες που πρέπει να γίνουν πριν προχωρήσει κανείς στις κυρίως ειπείν μετρήσεις:

Καταρχήν γίνεται ένας πρώτος καθορισμός και καταγραφή των σημείων που θα γίνουν οι μετρήσεις (με βάση όσα ειπώθηκαν παραπάνω – περισσότερα ακολουθούν). Στη συνέχεια γίνεται η επιλογή της κεραίας, των εξασθενητών και των φίλτρων που χρειάζονται, ανάλογα με την κατεύθυνση, την πόλωση και το επίπεδο των παρεμβαλλόμενων σημάτων και του σήματος που θα μετρηθεί. Εξετάζεται ο εξοπλισμός, με ιδιαίτερη προσοχή στα καλώδια, ώστε να μην είναι φθαρμένα και να μην σχηματίζουν ορθές γωνίες. Σε αυτό το στάδιο πρέπει να είναι γνωστά όλα τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού οπότε το μόνο που μένει είναι να ελεγχθεί το απαιτούμενο λογισμικό, να

γίνει βαθμονόμηση στον δέκτη, να ρυθμιστεί το σωστό εύρος και η κατάλληλη ανιχνευτική λειτουργία του.

Αφού γίνει η συναρμολόγηση του εξοπλισμού (η κεραία με τα φίλτρα συνδέεται με τα καλώδια στο spectrum analyzer, καθώς και τα laptop, με το οποίο συνδέεται το GPS), γίνεται έλεγχος της εκπομπής με τη χρησιμοποίηση μιας πανοραμικής απεικόνισης ή/και ενός κατάλληλου αποδιαμορφωτή για να επιβεβαιώσει την ταυτοποίηση με το σταθμό εκπομπής. Σε πολλές περιπτώσεις η κεραία μπορεί να είναι τοποθετημένη πάνω στην οροφή ενός οχήματος, κάτι που ούτως ή άλλως χρειάζεται στις μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής (βλ. σχετική παράγραφο). Οι μετρήσεις σταθερών σημείων έχουν δύο παραλλαγές: στιγμιαίες μετρήσεις, όπου η μέτρηση γίνεται στιγμιαία σε κάθε σημείο, και μακροχρόνιες, όπου η μέτρηση διαρκεί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται για τον κάθε τύπο μέτρησης.

Να σημειωθεί πως η επιτεύξιμη ακρίβεια εξαρτάται από πολυάριθμους παράγοντες (επίπεδο θορύβου, ατμοσφαιρικός θόρυβος, εξωτερική παρέμβαση, κατηγορία εκπομπής, απαιτούμενος τύπος ανίχνευσης, επίπεδο και σταθερότητα συχνότητας του σήματος, χαρακτηριστικά της περιοχής μέτρησης). Αξιόλογος βαθμός βελτίωσης μπορεί να επιτευχθεί με τη διεξαγωγή συνεχόμενων καταγραφών έντασης πεδίου. Μια ακρίβεια της τάξεως των 3 dB θα μπορούσε να επιτευχθεί υπό βέλτιστες συνθήκες μέτρησης και με υψηλής ποιότητας όργανα. Ακόμα, τα μεγέθη που θα προκύψουν θα πρέπει, όπως ειπώθηκε, να αναλυθούν ως στατιστικά μεγέθη.

4.1.5 ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ (CLUSTER MEASUREMENTS)

(ΣΧΗΜΑ 7)

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί πως κατά τη διάρκεια της περιόδου μέτρησης το ύψος της κεραίας πρέπει να διαφοροποιείται από 3 έως 10 μέτρα προκειμένου να διαβαστεί ή να καταγραφεί η μέγιστη ένταση πεδίου σε κάθε σημείο μέτρησης. Η μέγιστη ένταση πεδίου καταγράφεται μαζί με το πραγματικό ύψος της κεραίας στο οποίο μετρήθηκε η τιμή. Το αποτέλεσμα θα θεωρείται ως η ένταση πεδίου στα 10 μέτρα.

Αυτή η μέτρηση μπορεί να απλοποιηθεί με τη χρησιμοποίηση οργάνων μέτρησης ελεγχόμενων από υπολογιστή και ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενου κονταριού για την κεραία.

Αρχικά γίνεται η μέτρηση σε πέντε σημεία. Τα σημεία αυτά θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικά της περιοχής που γίνεται η μέτρηση (λαμβάνοντας βέβαια υπόψη τυχόν χωρικούς περιορισμούς και εξασφαλίζοντας ότι θα συμπεριληφθούν σημεία της καλύτερης και της χειρότερης λήψης του σήματος), μιας και σε αυτό το στάδιο δεν είναι ακόμα γνωστό αν θα χρειαστεί και η λήψη επιπλέον μετρήσεων σε άλλα σημεία. Αυτό βέβαια πρέπει να επεκταθεί και στα επιπλέον σημεία, αλλά με τονισμένη την προσοχή στα παρόντα πέντε πρώτα.

Στη συνέχεια, ο υπολογισμός του αριθμού των επιπλέον σημείων γίνεται ως εξής: υπολογίζεται η διαφορά στις μετρούμενες τιμές $e_{\max} - e_{\min}$, όπου:

e_{\max} = ένταση πεδίου στο σημείο καλύτερης λήψης

e_{\min} = ένταση πεδίου στο σημείο χειρότερης λήψης

και σε συνδυασμό με την απαιτούμενη ακρίβεια (επίπεδο αξιοπιστίας και επιθυμητή απόκλιση) γίνεται αναφορά στον παρακάτω πίνακα:

Confidence		$\Delta e = e_{\max} - e_{\min}$ (dB)				
level	interval	0-5	5-10	10-15	15-20	
%	\pm dB					
		number of points needed				
90	1	3	11	24	43	
90	1.5	2	5	11	19	
95	1	4	15	35	61	
95	1.5	2	7	15	27	

Με αυτόν τον τρόπο καθορίζονται τα επιπλέον σημεία μέτρησης, για τα οποία επίσης ισχύουν όλα τα παραπάνω σχετικά με τη διαδικασία λήψης των μετρήσεων. Εκτός από τα στοιχεία που καταγράφονται και έχουν αναφερθεί, καταγράφεται και το στίγμα (γεωγραφικές συντεταγμένες) του κάθε σημείου όπου έγινε η μέτρηση μέσω του GPS.

Όλα αυτά τα στοιχεία αποθηκεύονται στην ειδικά διαμορφωμένη φόρμα για το σκοπό αυτό, που θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο. Στο τέλος υπολογίζεται η μέση τιμή των αποτελεσμάτων, και αυτή είναι η ένταση πεδίου.

4.1.6 ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ (MEASUREMENTS OVER LONGER TIME PERIODS) (ΣΧΗΜΑ 8)

Η διεξαγωγή μετρήσεων κατά τη διάρκεια μιας μεγαλύτερης χρονικής περιόδου πρέπει να πραγματοποιηθεί όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά. Είναι χρήσιμες για την εγγραφή της έντασης πεδίου μεταξύ σταθερών επίγειων σταθμών σε αποστάσεις που υπερβαίνουν τα 50 χιλιόμετρα. Έτσι λοιπόν είναι απαραίτητη η συμφωνία με τον πομπό για τη χρησιμοποίηση μιας δοκιμαστικής συχνότητας για τις μετρήσεις. Το σήμα πρέπει να είναι είτε συνεχές είτε με διαστήματα και να έχει διάρκεια τουλάχιστον 24 ώρες. Επίσης απαιτείται μια συμφωνία μεταξύ των οργανισμών (διοίκηση του πομπού και του δέκτη) για τον τρόπο που θα γίνει η ταυτοποίηση του σήματος.

Οι μετρήσεις που προτείνονται είναι διάρκειας 24 ωρών, στις οποίες θα γίνεται καταγραφή της έντασης πεδίου για διάρκεια 10 λεπτών περίπου, και με διαλείματα των 90 λεπτών. Το ύψος της κεραίας θα πρέπει να είναι στα 10 μέτρα. Αυτού του είδους οι μετρήσεις βοηθούν στην στατιστική αξιολόγηση της έντασης πεδίου στις εναλλαγές μέρας και νύχτας (ειδικά για την μελέτη της διασυνοριακής παρεμβολής που παρατηρείται στα δίκτυα ραδιοφώνου).

Ακόμα, η διάρκεια των μετρήσεων πρέπει να είναι μεγάλη προκειμένου να καθοριστεί η επιρροή των εποχών στη χρονική διανομή της έντασης πεδίου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα περιλαμβάνουν στοιχεία σχετικά με την τιμή της έντασης πεδίου για 10%, 50% και 90% της χρονικής πιθανότητας. Εντούτοις, άλλα χρονικά ποσοστά μπορούν επίσης να απαιτηθούν. Η συνιστώμενη διάρκεια της διεξαγωγής των μακροχρόνιων μετρήσεων είναι μία εβδομάδα.

4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΜΙΑΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

Σε κάθε διαδικασία μετρήσεων έντασης πεδίου (και κατ' επέκταση μετρήσεων διασυνωριακών παρεμβολών), οι μετρήσεις σε σταθερά σημεία, με σταθερό εξοπλισμό δεν αρκούν. Οι τοπικές συνθήκες λήψης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ένταση του σήματος που λαμβάνεται και μετράται. Ανάλογα με το σημείο της περιοχής που γίνονται οι μετρήσεις οι θεωρητικές τιμές της έντασης του πεδίου μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από τις μετρούμενες. Τις διαφορές αυτές (σε αρκετές περιπτώσεις σε επίπεδο λεπτομέρειας) δεν είναι δυνατόν πάντα να τις αποκαλύψουν οι μετρήσεις σε σταθερά σημεία. Γι' αυτό το λόγο είναι υποχρεωτικό να γίνουν μετρήσεις των σημάτων κατά μήκος μια προεπιλεγμένης διαδρομής. Οι μετρήσεις αυτές δίνουν μια καθαρότερη εικόνα για το πώς αλλάζει η ένταση και η ποιότητα του μετρούμενου σήματος από σημείο σε σημείο καθώς κινούμαστε.

Η διαδικασία μετρήσεων κατά μήκος μιας προαποφασισμένης διαδρομής, που θα αναλυθεί στο παρόν κεφάλαιο, γίνεται με εξοπλισμό τοποθετημένο σε κινητά μέσα, και παρότι αποτελεί την πιο χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία, βοηθάει πολύ στην επιτήρηση μιας πολύ μεγάλης περιοχής από πάσης φύσεως παρεμβολές ακόμα και σε σημεία που οι παρεμβολές έχουν επίδραση για μερικά μόνο μέτρα.

Αρχικά, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, για να εκτελεστούν οι μετρήσεις, πρέπει να γίνει η σωστή επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού αλλά και του τόπου και της διαδρομής που θα ακολουθήσουμε.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής πρέπει να προεπιλεγούν στον **τόπο των μετρήσεων** οι δρόμοι που θα περάσει το όχημα με τον εξοπλισμό και θα γίνουν οι μετρήσεις. Πρέπει λοιπόν, να αποφασιστεί η διαδρομή που θα αποτελείται κατά το πλείστον από τους πιο προσβάσιμους δρόμους της περιοχής που θέλουμε να μετρήσουμε. Η διαδρομή θα περιλαμβάνει δημόσιους δρόμους όπως διασταυρώσεις οικοδομικών τετραγώνων ή δρόμους με εμπόδια και ανακλαστικούς παράγοντες. Στα σημεία αυτά με μετρήσεις σε κινητά μέσα φαίνεται έντονα το πώς αλλάζει η ένταση του σήματος όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή, όσο την πλησιάζουμε, όσο «κρυβόμαστε» από την οπτική της επαφή αλλά και πώς επηρεάζουν ανακλάσεις, αποστάσεις και εμπόδια το

σήμα που παρεμβάλλεται ως ανεπιθύμητο σε κάποια συγκεκριμένη συχνότητα. Με την σωστή προεπιλογή διαδρομής έχουμε σαφή εικόνα του πώς αλλάζει η ένταση του σήματος αλλά και σε ποιά σημεία έχουμε παρεμβολή που υπερβαίνει το λόγο προστασίας και χρήζει περαιτέρω μελέτης. Στην περιοχή των συνόρων πρέπει να επιλεγούν και δρόμοι κατά μήκος της συνριογραμμής που θα δείξουν κατά πόσο η παρεμβολή είναι έντονη για μεγάλη η μικρή απόσταση. Εφ' όσον, όπως προαναφέρθηκε, το όχημα ακολουθεί δημόσιους δρόμους οι ανακλάσεις από μη σταθερά εμπόδια (όπως άλλα οχήματα που κινούνται εκείνη την ώρα στο δρόμο) δεν πρέπει να παραβλεφθούν. Γι' αυτό το λόγο τα αποτελέσματα που λαμβάνουμε από μια περιοχή σε μια χρονική στιγμή σπάνια ταυτίζονται με τα αποτελέσματα στην ίδια περιοχή αλλά σε διαφορετικό χρόνο. Μία λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι να επεξεργαζόμαστε όλα τα αποτελέσματα ως στατιστικά (αναλύεται στο κομμάτι της διαδικασίας λήψης των μετρήσεων).

Το επόμενο βήμα πριν ξεκινήσει η διαδικασία των μετρήσεων, είναι η σωστή **επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού**. Εφ' όσον, όπως προαναφέρθηκε, είναι γνωστή η ταυτότητα της μέτρησης, δηλαδή έχει γίνει η προετοιμασία που αφορά το είδος του σήματος που θα μετρήσουμε, τη συχνότητα του, το αναμενόμενο θεωρητικό επίπεδο της έντασης του πεδίου και την πόλωση του, γίνεται και πιο ξεκάθαρη η επιλογή των ανάλογων οργάνων που θα χρησιμοποιηθούν. Όπως φαίνεται και στο κεντρικό διάγραμμα, ο εξοπλισμός για τις μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής αποτελείται από την κεραία, το δέκτη, τα συστήματα προσδιορισμού θέσης και ένα φορητό υπολογιστή που θα καταγράφει, θα αποθηκεύει και θα αναλύει τις μετρήσεις.

4.2.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΕΡΑΙΑΣ (ΣΧΗΜΑ 9)

Καθώς το όχημα των μετρήσεων, διατρέχει τους δρόμους που έχουν προεπιλεγεί στη περιοχή των μετρήσεων, το σήμα που μετράται, λαμβάνεται από την κεραία από διαφορετικές γωνίες ανάλογα με το σημείο του δρόμου. Για το λόγο αυτό πρέπει να είναι γνωστό το διάγραμμα της κεραίας (antenna diagram) σε κάθε περίπτωση. Εάν το όχημα διαθέτει ψηφιακή πυξίδα (ή GPS) πρέπει το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την καταγραφή των μετρήσεων να δείχνει σε κάθε στιγμή την γωνιακή θέση της κεραίας με

βάση το μαγνητικό Βορρά. Επίσης σε κάθε κεραία πρέπει η ακρίβεια του antenna factor (k) της να ρυθμιστεί ώστε να είναι μέχρι 1 db.

Για την επιλογή του είδους της κεραίας με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, διακρίνουμε δύο περιπτώσεις. Εάν το προς μέτρηση σήμα, είναι κάθετα πολωμένο τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί κεραία κάθετη μη κατευθυντική. Για αυτόματες μετρήσεις οριζόντιας πόλωσης, συνίσταται η χρήση κατευθυντικής κεραίας για λήψη μέγιστης ισχύος στη στην κατεύθυνση του πομπού. Συγκεκριμένα στην περίπτωση αυτή, η καλύτερη δυνατή επιλογή είναι ένα δίπολο σε υψηλές συχνότητες ή ένα ενεργό δίπολο για χαμηλότερες συχνότητες.



Διπολική κεραία

Τα δίπολα πρέπει να τοποθετούνται στο όχημα και να ελέγχεται η κατεύθυνσή τους με ρότορα μέσω ενός interface. Το interface μπορεί να είναι το κλασσικό RS-232 (V.24 της ITU) ή κάποιο πιο σύγχρονο όπως το MIL-STD-188 ή το EIA-530 ανάλογα με το ποίο interface είναι συμβατό με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται. Το λογισμικό σε συνδυασμό με το μηχανισμό περιστροφής θα πρέπει ανά πάσα στιγμή να περιστρέφει την κεραία στην κατεύθυνση της καλύτερης λήψης. Επίσης θα πρέπει να τονιστεί ότι η απόκλιση του διαγράμματος οριζόντιας λήψης της κεραίας από το διάγραμμα μίας μη κατευθυντικής κεραίας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3dB.



Κάθετη κατευθυντική κεραία τοποθετημένη σε όχημα

Το πιο σημαντικό σημείο που πρέπει να προσεχθεί κατά τη λήψη των μετρήσεων, είναι ότι το ύψος της κεραίας θα πρέπει να είναι 1,5 – 3 μέτρα. Σε κάθε περίπτωση που η κεραία θα τοποθετηθεί μέσα σε αυτά τα όρια ύψους τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ένταση του πεδίου του παρεμβάλλοντος σήματος, θα αναχθούν σε λήψη της κεραίας να είχε τοποθετηθεί σε ύψος 3 μέτρων.

Κάποια επιπλέον γενικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι κεραίες:

Κατευθυντικές κεραίες:

- ✓ Εύρος συχνοτήτων 30-300 MHz
- ✓ Μέση τιμή συντελεστή ενίσχυσης 6,5 dBi
- ✓ Αντίσταση εισόδου 50 Ω

- ✓ Front/back ratio ± 10 dB
- ✓ Συντελεστής στάσιμου κύματος $\pm 2,5$
- ✓ Τύπος σύνδεσης N

Μη κατευθυντικές κεραίες (κάθετη πόλωση):

- ✓ Εύρος συχνοτήτων 30-300 MHz
- ✓ Αντίσταση εισόδου 50 Ω
- ✓ Ενίσχυση 2dBi
- ✓ Τύπος σύνδεσης N

Σε κάποιες περιπτώσεις αντί να μετράται η πραγματική ένταση του πεδίου του (παρεμβάλλοντος) σήματος είναι προτιμότερο να μετράται η τάση εξόδου της κεραίας που χρησιμοποιείται. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να καθοριστεί σε ποιο βαθμό η τάση αυτή υπερβαίνει την τιμή κατωφλίου ενός δέκτη που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας της ραδιοκάλυψης. Γνωρίζοντας την τάση εξόδου της κεραίας, που συνήθως μετράται σε dB μ V, ο υπολογισμός της τιμής της έντασης πεδίου μπορεί να γίνει από τον ακόλουθο τύπο:

$$e = v_o + k + a_c$$

Όπου :

e : ένταση ηλεκτρικού πεδίου σε dB(μ V/m)

v_o : τάση εξόδου της κεραίας σε dB(μ V)

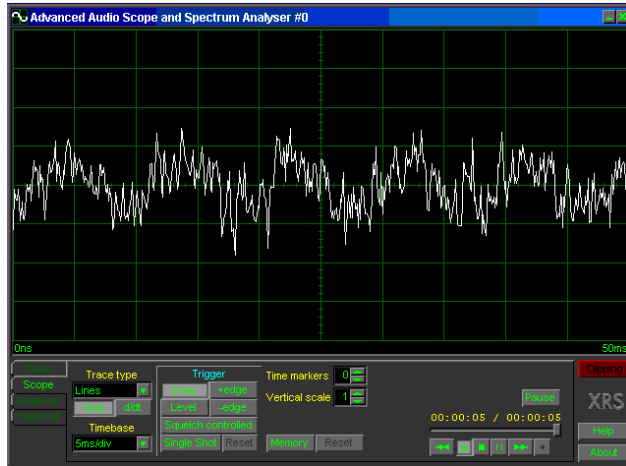
k: antenna factor σε dB(m^{-1})

a_c : απώλειες κεραίας σε dB

Ο δέκτης που καταγράφει τις μετρήσεις της κεραίας θα πρέπει (όπως θα αναλυθεί αμέσως μετά) αυτόματα να κάνει την μετατροπή της τάσης εξόδου σε dB(μ V/m) αφού πρώτα του έχουν αποθηκευτεί ως δεδομένα οι παραπάνω σταθερές. Με τον τρόπο αυτό, ο δέκτης θα λαμβάνει την τιμή της τάσης εξόδου της κεραίας σε κάθε μέτρηση και θα δίνει στο χρήστη την τιμή της έντασης του πεδίου την οποία και θα αποθηκεύει.

4.2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΚΤΗ (ΣΧΗΜΑ 10)

Επόμενο βήμα στον εξοπλισμό είναι η επιλογή ενός δέκτη. Ο δέκτης συνδέεται στην έξοδο της κεραίας και καταγράφει τις τιμές του σήματος που λαμβάνει η κεραία. Στην επιλογή του δέκτη πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή γιατί είναι το όργανο που ουσιαστικά δίνει τις βασικές πληροφορίες της μέτρησης και πρέπει να έχει τις προδιαγραφές να καταγράφει κάθε αλλαγή στην ένταση του σήματος, κάθε διακύμανσή του. Θα πρέπει να ρυθμιστεί αρχικά στο σωστό εύρος συχνοτήτων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τη διαμόρφωση του σήματος που θα μετρηθεί με το όχημα κατά μήκος μιας διαδρομής. Το ελάχιστο εύρος



συχνοτήτων θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να δέχεται και να μετρά το σήμα αλλά και λεπτομέρειες του φάσματος διαμόρφωσης. Πριν γίνει οποιαδήποτε μέτρηση, είναι γνωστό τι είδος σήμα θα μετρηθεί, σε ποια συχνότητα και με τι διαμόρφωση (κομμάτι προετοιμασίας στο κεντρικό σχεδιάγραμμα). Εκτός λοιπόν, του ελάχιστου εύρους συχνοτήτων θα πρέπει να ρυθμιστεί ο δέκτης και στο τί θα καταγράφει, αν δηλαδή θα καταγράφει μέση τιμή, μέγιστη ή ελάχιστη ή r.m.s. τιμή. Όπως θα φανεί και στην ανάλυση της διαδικασίας των μετρήσεων (σχήμα 13), η συγκεκριμένη ρύθμιση μπορεί να αλλάζει ανάλογα με το είδος του όγκο των δεδομένων που χρειάζονται στη μέτρηση.

Για τη μέτρηση διασυνοριακών παρεμβολών στα VHF και UHF ο πίνακας που υπάρχει στο σχήμα 10 δίνει τις παραπάνω πληροφορίες.

Είδος σήματος → ελάχιστο εύρος ζώνης → τιμή που μετράται

Signal type	Minimum bandwidth (kHz)	Detector function
AM double side band	9 or 10	linear average
AM single side band	2.4	peak
FM broadcast signal	120 or greater	linear (or log) average
TV carrier	200 or greater	peak
GSM signal	300	peak
DAB signal	1500	r.m.s.
Narrow band FM radio		
channel spacing 12.5 kHz	7.5	linear (or log) average
20 kHz	12	linear (or log) average
25 kHz	12	linear (or log) average

Το dynamic range (δηλαδή η αναλογία μέγιστου και κατώτατου επιπέδου σημάτων) πρέπει να είναι τουλάχιστον 60 dB ($\geq 60\text{dB}$) ώστε να καλύπτει τις όποιες αλλαγές του σήματος. Το σφάλμα των μετρήσεων έντασης θα πρέπει να διατηρείται χαμηλότερα του 1dB. Στην περίπτωση τηλεοπτικού σήματος από τις μπάντες I,III,IV και V ο έλεγχος από το δέκτη θα πρέπει να γίνεται στο επίπεδο των 30 – 132 dB/1V και στην περίπτωση ραδιοφωνικού σήματος με διαμόρφωση συχνότητας στο επίπεδο των 20 – 122 dB/1V. Επίσης εάν μετράται παρεμβολή σε τηλεοπτικό σήμα θα πρέπει να υπάρχει και εξοπλισμός που να προβάλλει και να καταγράφει και το λαμβανόμενο οπτικό σήμα αλλά και το ηχητικό σήμα ώστε να φαίνεται πιο καθαρά το αποτέλεσμα της παρεμβολής. Η θερμοκρασία λειτουργίας του δέκτη πρέπει να κινείται στο διάστημα από 1 – 450 K. Προαιρετικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και remote control για την άμεση αλλαγή των ρυθμίσεων. Στο σχήμα 10 φαίνονται επίσης και άλλα γενικά χαρακτηριστικά που μπορεί να έχει ο δέκτης. Τέλος θα πρέπει να είναι σε θέση να σκανάρει αποτελεσματικά σε κάθε στιγμή όλο το εύρος συχνοτήτων που έχει προκαθοριστεί, να καταγράφει, να προβάλλει στην οθόνη και να αποθηκεύει τις τιμές και τις διακυμάνσεις της μετρούμενης έντασης ανά χρονικά διαστήματα που έχουν οριστεί από πριν.



ΔΕΚΤΗΣ

4.2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

(ΣΧΗΜΑ 11)

Στις μετρήσεις κατά μήκος μιας προκαθορισμένης διαδρομής είναι πάρα πολύ σημαντικό, εφ' όσον το όχημα κινείται διαρκώς, να καταγράφεται η ακριβής θέση του ανά πάσα στιγμή και να είναι γνωστό το γεωγραφικό στίγμα στο οποίο γίνεται κάθε μέτρηση. Τα συστήματα προσδιορισμού θέσης παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο γιατί στην ουσία αυτός είναι και ο σκοπός των μετρήσεων κατά μήκος μιας διαδρομής: η γνώση δηλαδή της έντασης ενός σήματος – παρεμβολής σε κάθε ξεχωριστό σημείο της περιοχής που εντοπίζεται και η γνώση των σημείων εκείνων που η παρεμβολή είναι έντονη, ώστε να παρθούν οι μετέπειτα αποφάσεις.

Η τεχνολογία πλέον βοηθάει στην επιλογή συστημάτων προσδιορισμού θέσης εξελιγμένων και αυτόματων, χωρίς να χρειάζεται ο χρήστης να καταφεύγει σε «χειροκίνητες» λύσεις όπως τα γυροσκόπια. Πλέον σε κάθε μέτρηση, όπως αυτή που αναλύεται στο παρόν κεφάλαιο, χρησιμοποιούνται συστήματα GPS (Global Positioning System) εντοπισμού γεωγραφικής θέσης μέσω δορυφόρου. Τα GPS επιτρέπουν στις μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής, να είναι πολύ πιο απλές, αυτόματες και αποτελεσματικές. Το GPS που θα επιλεγεί πρέπει να λειτουργεί με επαρκή ακρίβεια σε αστικές περιοχές και στην οθόνη του να παρουσιάζεται ανά πάσα στιγμή η ακριβής θέση του οχήματος, η ώρα της μέτρησης, αλλά και οι αποστάσεις από το σημείο εκκίνησης και από την μετρούμενη πηγή καθώς και το υψόμετρο της περιοχής. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να αποθηκεύονται και να μεταφέρονται μέσω ενός απλού καλωδίου σε ένα φορητό υπολογιστή (που θα αναλυθεί παρακάτω).

Η ακρίβεια του GPS ποικίλλει ανάλογα με το είδος του μετρούμενου σήματος: σε περίπτωση τηλεοπτικού ή ραδιοφωνικού σήματος είναι απαραίτητη μια ακρίβεια της τάξης των 100-200 μέτρων. Σε περίπτωση μέτρησης κυψελωτού συστήματος η ακρίβεια πρέπει να είναι αρκετά μεγαλύτερη, της τάξης μερικών μόνο μέτρων.



GPS

Υπάρχουν κάποιες συνθήκες περιβαλλοντικές, μετεωρολογικές και χωροταξικές (όπως μέσα σε τούνελ, σε στενούς δρόμους και σε κοιλάδες) που το GPS δε λειτουργεί αποδοτικά. Για τις περιπτώσεις αυτές πρέπει να υπάρχει εφεδρικός εξοπλισμός όπως γυροσκόπιο οπτική ίνας χωρίς κινητά μέρη (που μπορεί να παρέχει τις ίδιες πληροφορίες με το GPS) ώστε να μην υπάρχουν κενά στη γεωγραφική θέση και την πορεία του οχήματος.



ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ ΟΠΤΙΚΗΣ
ΙΝΑΣ

4.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΟΡΗΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

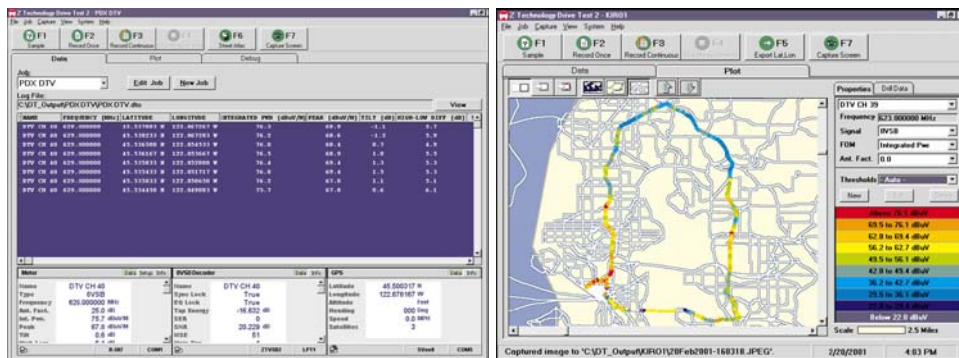
(ΣΧΗΜΑ 12)



Laptop-Σύστημα μετρήσεων

Το τελευταίο κομμάτι του εξοπλισμού είναι ένας φορητός υπολογιστής. Ο υπολογιστής έχει ουσιαστικά το ρόλο του να αποθηκεύει, να αναλύει και να συνδυάζει όλα τα δεδομένα των μετρήσεων που έχουν προκύψει από τα όργανα που προαναφέρθηκαν. Συγκεκριμένα, οι τιμές των μετρήσεων που καταγράφει ο δέκτης

περνάνε στον υπολογιστή όπως και η πορεία του οχήματος των μετρήσεων από το GPS. Ο υπολογιστής θα πρέπει να είναι σε θέση να αναλύει τις μετρήσεις (στις περιπτώσεις που είναι απαραίτητη κάποια στατιστική ανάλυση), να τις συνδυάζει με τις αντίστοιχες ενδείξεις του GPS, το χρόνο που ελήφθησαν, αλλά και τα κλιματολογικά ή άλλα σημαντικά δεδομένα τη στιγμή των μετρήσεων. Στη συνέχεια θα πρέπει να εξάγει το επιθυμητό αποτέλεσμα για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων είτε ως συνεχή ροή δεδομένων, είτε ως στατιστική διακύμανση των αποτελεσμάτων, είτε ως έγχρωμο χάρτη πάνω στον οποίο θα έχει αποτυπώσει τη διαδρομή και τις μετρήσεις στα αντίστοιχα σημεία, όπως φαίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν, (λεπτομέρειες για τη παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων αναλύονται στην επόμενη παράγραφο).



Η μεταφορά των δεδομένων από τα όργανα μέτρησης και εντοπισμού θέσης στο laptop πρέπει να γίνεται, όπως προαναφέρθηκε, μέσω της κοινής χρήσης ενός interface όπως το RS – 232 ή όποιο άλλο από τα πιο σύγχρονα που καταγράφηκαν στη σελίδα 48. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 12 ο υπολογιστής πρέπει να έχει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά: χαμηλή ακτινοβολία ώστε να μην επηρεάζει τη λειτουργία των άλλων οργάνων, επεξεργαστή 486 (ή και πιο γρήγορο), RAM \geq 8 MB , επαρκή χώρο αποθήκευσης όλων των δεδομένων (500MB – 1GB) και φυσικά το κατάλληλο λογισμικό, προγραμματισμένο ώστε να εκτελεί τις λειτουργίες που προαναφέρθηκαν. Τέλος θα πρέπει να διαθέτει και εκτυπωτή ή plotter ώστε να τυπώνει άμεσα χάρτες και αποτελέσματα. Ας σημειωθεί πως στις μέρες μας τα ανωτέρω χαρακτηριστικά είναι κατά πολύ ξεπερασμένα, έτσι ώστε η πλειοψηφία των προσωπικών φορητών υπολογιστών να ανταποκρίνεται με ευκολία στις δοθείσες προδιαγραφές.

4.2.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΛΗΨΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

(ΣΧΗΜΑ 13)

Αφού έχει επιλεγεί ο τύπος των μετρήσεων και έχει συγκεντρωθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός, ξεκινάει η καθ' αυτή διαδικασία της λήψης των μετρήσεων. Για τις μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής, πρέπει να υπάρχει αυστηρά συνεχής εκπομπή ενός σήματος από τον πομπό. Αρχικά πρέπει να κατευθυνθεί το όχημα των μετρήσεων στο μαγνητικό βορρά και τα εξής στοιχεία να συλλεγούν και να αποθηκευτούν στον εξοπλισμό: οι γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου εκκίνησης της πορείας, η τοπική τοπογραφία, δηλαδή υψόμετρο, ύψος και είδος της τοπικής βλάστης, η ρυμοτομία και οι ανακλαστικοί παράγοντες, η ημερομηνία και η ώρα των μετρήσεων, οι κλιματολογικές συνθήκες καθώς και μια γενική φωτογράφιση της περιοχής και των δρόμων.

Ως σημείο εκκίνησης μπορεί να θεωρηθεί ένα σημείο στο οποίο οι μετρήσεις με σταθερό εξοπλισμό έδειξαν υψηλή τιμή έντασης ανεπιθύμητου πεδίου. Η κεραία τοποθετείται στο όχημα στο ύψος που προαναφέρθηκε (1,5 – 3 m) και ο δέκτης ρυθμίζεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά διαμόρφωσης και το είδος του προς μέτρηση σήματος, επιλέγοντας το κατάλληλο εύρος συχνοτήτων που θα σκανάρει (ξεκινώντας από την αρχική συχνότητα ή τη συχνότητα του φέροντος της εικόνας σε περίπτωση μέτρησης τηλεοπτικού σήματος) και το είδος της τιμής που θα κρατήσει σύμφωνα με τον πίνακα του σχήματος 10.

Για να επιλεγεί ο αριθμός των σημείων και η χρονική τους απόσταση, όπου τα όργανα θα εκτελέσουν μετρήσεις εφαρμόζεται η μέθοδος του LEE. Για να έχουν στατιστική αξία οι κινητές μετρήσεις χρειάζεται ένας μεγάλος αριθμός σημείων μέτρησης. Αν ο αριθμός αυτός αυξηθεί υπερβολικά, ναι μεν βελτιώνεται η αξιοπιστία αλλά από ένα βαθμό και μετά δεν προσφέρει καμία αξιοπρόσεκτη βελτίωση. Τα σημεία πρέπει να προεπιλεγούν ώστε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν να καθρεφτίζουν τις σταδιακές αλλαγές στην ένταση του πεδίου αλλά και τις λεπτομέρειες της τοπικής λήψης του σήματος. Συγκεκριμένα, 40λ (όπου λ το μήκος κύματος του προς μέτρηση σήματος) θεωρείται επαρκές μέσο μήκος συλλογής δεδομένων. Για να επιτευχθεί ικανοποιητική ακρίβεια, τα σημεία πρέπει να επιλεγθούν ανά 0.8λ για μέσο μήκος 40λ. Δηλαδή 50

μετρήσεις για απόσταση 40 μηκών κύματος (για μετρήσεις χαμηλών συχνοτήτων το μέσο μήκος μπορεί να οριστεί και στα 20λ).

Η ταχύτητα του οχήματος εξαρτάται από το μήκος κύματος του μετρούμενου σήματος και από το πόσα σημεία είναι αναγκαίο να μετρηθούν (με βάση την ανάλυση της προηγούμενης παραγράφου) όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα του σχήματος 13:

frequency (MHz)	radio service	distance of adjacent samples (0.8λ) (m)	repetition time of samples at speed of 100 km/h (msec)
80	VHF radio	3	108
100	FM broadcasting	2.4	86
160	VHF radio	1.5	54
450	NMT 450	0.53	19
900	GSM 900	0.27	9.7
1800	GSM 1800/DECT	0.13	4.7

Με βάση τον πίνακα, που έχει κάποια ενδεικτικά ήδη μετρήσεων, είναι φανερό ότι αφού υπολογιστεί, ανάλογα με τη συχνότητα, ο αριθμός των δειγμάτων που πρέπει να παρθούν, στη συνέχεια καθορίζεται και η ταχύτητα του οχήματος αυξομειώνοντας ανάλογα και το χρονικό διάστημα ανάμεσα στις μετρήσεις. Πρέπει σε κάθε περίπτωση όμως, το χρονικό διάστημα αυτό να συμφωνεί και με τον ελάχιστο χρόνο απόκρισης του δέκτη και να μην οριστεί να γίνονται μετρήσεις ανά απειροελάχιστο χρόνο.

Σε περίπτωση που πρέπει να μετρηθούν ταυτόχρονα περισσότερες συχνότητες το διάστημα των μετρήσεων θα γίνει μεγαλύτερο (συγκεκριμένα για μέτρηση σε 3 διαφορετικές συχνότητες ο χρόνος αυξάνεται στα 0,2 δευτερόλεπτα).

Έχοντας ολοκληρώσει τις παραπάνω διαδικασίες ξεκινάει η κίνηση του οχήματος και η λήψη των μετρήσεων. Ο υπολογιστής ελέγχει τον δέκτη ώστε να διατρέχει σε κάθε στιγμή τις συχνότητες που έχουν οριστεί προς μέτρηση. Οι τιμές της έντασης πεδίου που μετρούνται σε κάθε συχνότητα περνάνε και αποθηκεύονται στον υπολογιστή. Παράλληλα, οι ενδείξεις του GPS, που καθορίζουν τη θέση του εκάστοτε σημείου μέτρησης, αποθηκεύονται επίσης στον υπολογιστή. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται ένας αυτόματος συσχετισμός των τιμών έντασης παρεμβάλλοντος πεδίου και του γεωγραφικού στίγματος κάθε μέτρησης ξεχωριστά. Ο υπολογιστής καταγράφει και τις ενδείξεις του ταχύμετρου του οχήματος. Η ακρίβεια που πρέπει να έχουν οι μετρήσεις είναι για

συχνότητες κάτω των 30MHz της τάξης των $\pm 2\text{dB}$ και για συχνότητες από 30 – 2700 MHz (VHF – UHF) της τάξης των $\pm 3\text{dB}$. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι λόγω της εξάρτησης των μετρήσεων από πολλούς παράγοντες οι οποίοι αναφέρθηκαν, πρέπει πάντοτε τα αποτελέσματα να λαμβάνονται και να επεξεργάζονται αυστηρά σαν στατιστικά μεγέθη.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: στην περίπτωση που μετράται ένα ψηφιακό δίκτυο όπως το GSM, η μέτρηση μόνο του φέροντος κύματος δεν επαρκεί, αφού τα δίκτυα αυτά είναι πολύ ευαίσθητα σε περιπτώσεις ανακλάσεων. Για το λόγο αυτό, πρέπει εκτός του επιπέδου του σήματος, να γίνει και μέτρηση για το επίπεδο της ποιότητας της λήψης, μέσω του BER (bit-error ratio) και του CIR (channel impulse response), χρησιμοποιώντας αυτόματες κλήσεις μέσω του μετρούμενου δικτύου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2: όπως φαίνεται και στο σχήμα 13 σε περίπτωση που η περιοχή μετρήσεων έχει πολλά ανακλαστικά εμπόδια (πχ. Αστική περιοχή), για να εξαλειφθούν τυχόν παραποιημένες μετρήσεις, είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν 2 κεραιές για τη λήψη του σήματος σε απόσταση μεταξύ τους $\frac{1}{2} \lambda$. Η ρύθμιση αυτή είναι πιο λογικό να γίνει φυσικά σε μεγάλες συχνότητες, όπου οι 2 κεραιές τοποθετούνται αρκετά κοντά η μία στην άλλη.

Η συλλογή των αποτελεσμάτων είτε ως μέσες τιμές, είτε ως μέγιστες/ελάχιστες τιμές είτε με στατιστική ανάλυση (πιθανότητα υπέρβασης ενός συγκεκριμένου επιπέδου έντασης) μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: χωρίς μείωση των δεδομένων (μη επεξεργασμένα συνεχή δεδομένα, raw data) ή με μείωση των δεδομένων.

Στη **συλλογή δεδομένων χωρίς μείωση** τους όλα τα ψηφιακά αποτελέσματα μετρήσεων έντασης πεδίου σε συνδυασμό με την απόσταση κρατούνται στη μνήμη RAM του υπολογιστή και αποθηκεύονται μόνιμα όταν το όχημα ακινητοποιηθεί. Λόγων των πολλαπλών παραγόντων εξασθένισης και ανάκλασης των σημάτων, η συλλογή των αποτελεσμάτων χωρίς μείωση μετά από μία μόνο διαδικασία μετρήσεων δεν δίνει πάντα αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Γι' αυτό το λόγο εάν η συλλογή αποτελεσμάτων γίνει με αυτό τον τρόπο, είναι προτιμότερο να γίνουν περισσότερες μετρήσεις στην ίδια

περιοχή. Στη συνέχεια τα συνεχή μη επεξεργασμένα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν κατά βούληση.

Η παρουσίαση για αποτελέσματα συνεχή που δεν τους έχει γίνει καμία επεξεργασία γίνεται με τη μορφή πίνακα. Με τον τρόπο αυτό δίνονται λεπτομερώς οι πληροφορίες σχετικά με τις τοπικές συνθήκες εξασθένισης του σήματος. Επίσης έχοντας τα αποτελέσματα με τη μορφή δεδομένων πίνακα η περαιτέρω μαθηματική ή στατιστική τους ανάλυση και μετατροπή γίνεται ευκολότερη. Μεγάλο μειονέκτημα του τρόπου αυτού παρουσίασης είναι φυσικά ο μεγάλος όγκος δεδομένων που προκύπτει αλλά και η μη επανάληψη κανενός αποτελέσματος.

Στη συλλογή αποτελεσμάτων των μετρήσεων με μείωση του όγκου των δεδομένων, τα συνεχή αποτελέσματα που καταγράφονται από τα όργανα μετατρέπονται, με στατιστικές μεθόδους, σε αναπαραγώγιμα αποτελέσματα και έτσι μειώνεται αισθητά η ποσότητα του. Σημειώνεται ότι κάποιιοι δέκτες έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν μια αυτόματη εσωτερική ταξινόμηση των μετρήσεων μέσω προκαθορισμένων κριτηρίων που έχει θέσει ο χρήστης.

Υπάρχουν δύο τρόποι μείωσης του όγκου των δεδομένων:

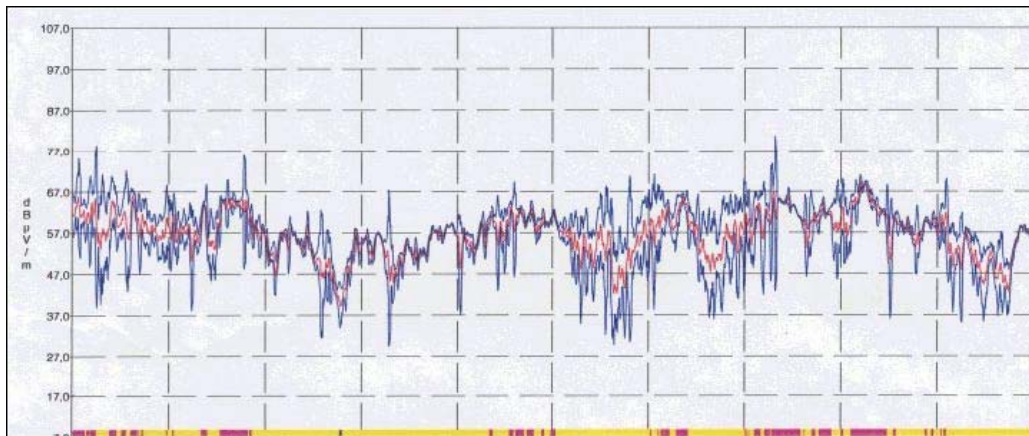
1) Με χρήση μέσων τιμών: στη μνήμη του υπολογιστή δεν αποθηκεύονται όλες οι μετρήσεις αλλά η μέση τιμή ενός προκαθορισμένου αριθμού μετρήσεων. Συγκεκριμένα, ο χρήστης ορίζει ένα αριθμό μετρήσεων από τις οποίες αποθηκεύεται υπολογίζεται η μέση τιμή τους. Ο αριθμός αυτός πρέπει να είναι της τάξης των 100 μετρήσεων ανά 10000 δείγματα, δηλαδή αν η μέτρηση έχει ως αποτέλεσμα 10000 μετρήσεις πρέπει ανά 100 να βγει ένας μέσος όρος ο οποίος και θα αποθηκεύεται (100 δηλαδή τελικά τιμές αντί για 10000).

2) Με ταξινόμηση των αποτελεσμάτων με βάση την πιθανότητα υπέρβασης ενός συγκεκριμένου επιπέδου της έντασης πεδίου (level exceeding probability) : οι μετρήσεις στη συγκεκριμένη περίπτωση ταξινομούνται με βάση το πόσες υπερβαίνουν ένα δεδομένο ποσοστό επιπέδου έντασης (1-99%). Συνήθως ταξινομούνται με βάση υπέρβαση του επιπέδου σε ποσοστό 1-10-50-90 και 99%. Αρκετές φορές για τη μέτρηση μιας διασυννοριακή παρεμβολής η κεντρική τιμή του 50% μπορεί να είναι αρκετή για να δείξει τι ποσοστό των μετρήσεων υπερβαίνει το 50% του προκαθορισμένου ορίου και

κατ' επέκταση τι ποσοστό των μετρήσεων έδειξαν υψηλό επίπεδο παρεμβολής. Με αυτό τον τρόπο αντί για ένα μεγάλο όγκο δεδομένων στον υπολογιστή αποθηκεύεται μόνο το ποσοστό αυτό μετά από στατιστική ανάλυση. Σημειώνεται ότι εάν η ταξινόμηση αυτή γίνει αυτόματα από τον δέκτη τότε χρειάζεται ένα διάστημα περίπου 50ms για να «τοποθετηθεί» η μέτρηση στο αντίστοιχο ποσοστό, κατά τη διάρκεια του οποίου δε λαμβάνονται νέες μετρήσεις.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει με μείωση του όγκου δεδομένων γίνεται είτε με εκτύπωση γραφήματος σε καρτεσιανές συντεταγμένες είτε πάνω σε χάρτη:

1) Η γραφική απεικόνιση των τιμών της έντασης πεδίου (μέσες τιμές) γίνεται σε καρτεσιανές συντεταγμένες σε σχέση με την απόσταση όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.

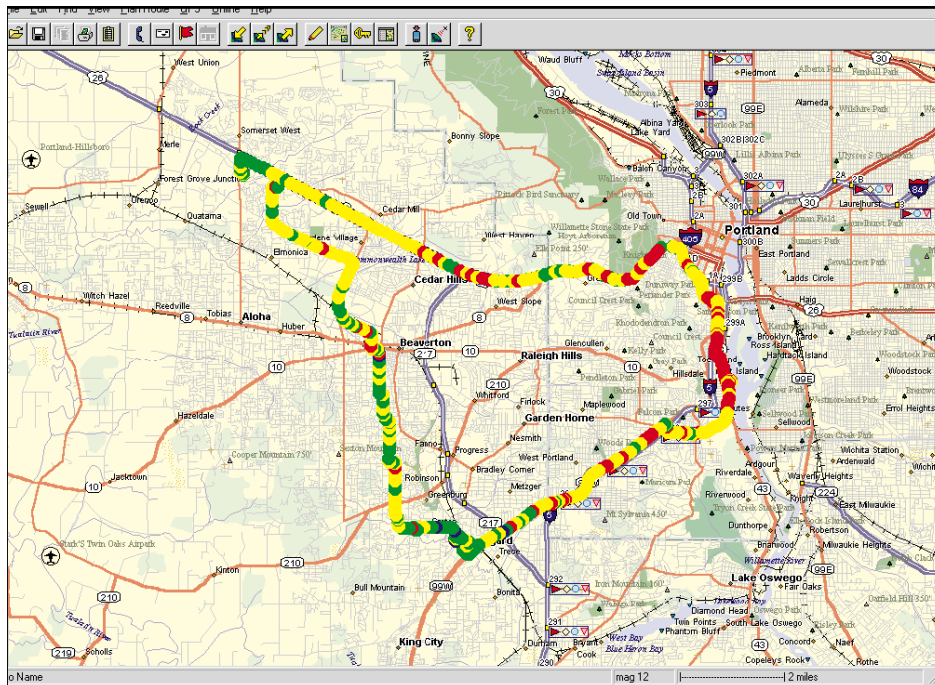


Απεικόνιση μέσω των τιμών έντασης πεδίου σε σχέση με την απόσταση από τον πομπό

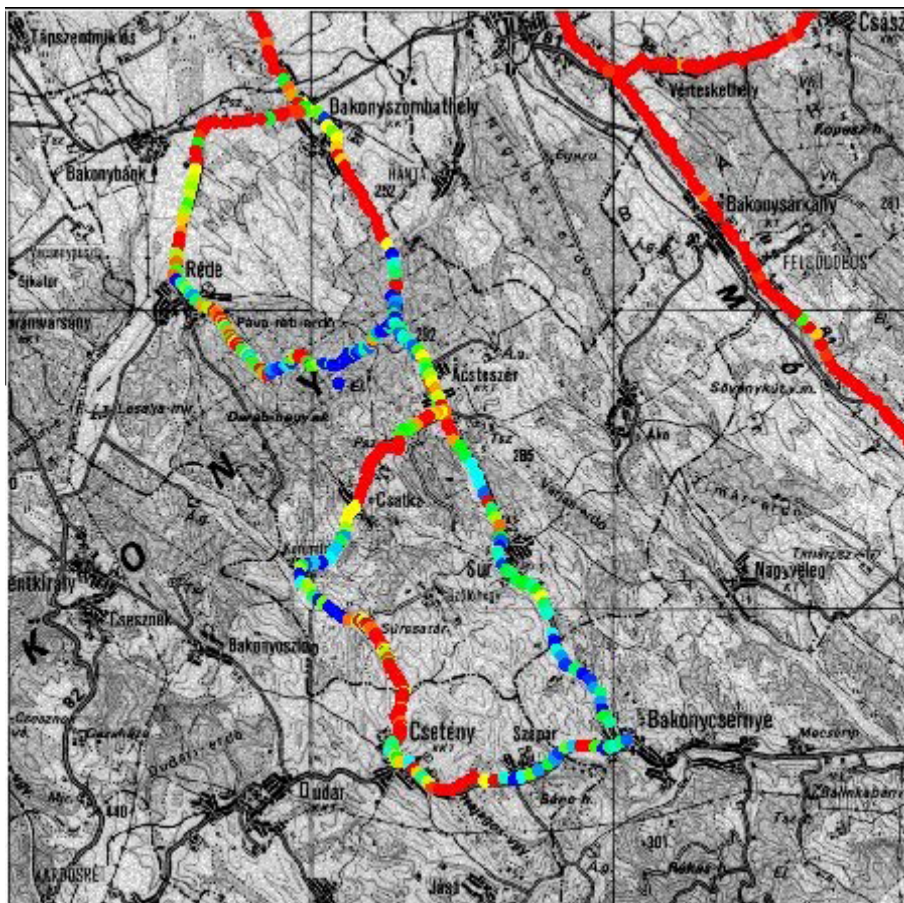
Με τον τρόπο αυτό παρουσίασης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων είναι αρκετά δύσκολο να γίνει συσχέτισή τους με το ακριβές σημείο των μετρήσεων, παρά μόνο με την σχετική απόσταση από τον πομπό. Στα θετικά σημεία είναι ότι με γραφήματα καρτεσιανών συντεταγμένων είναι εύκολο να φανεί πόσες μετρήσεις δεν υπερβαίνουν ένα συγκεκριμένο κατώφλι έντασης (πχ. Τοποθέτηση μιας οριζόντιας γραμμής στο γράφημα, στο επίπεδο που θεωρείται κατώφλι).

2) Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της έντασης πεδίου τυπώνονται πάνω σε οδικό χάρτη της περιοχής είτε ως μέσες τιμές είτε ως πιθανότητα υπέρβασης ενός συγκεκριμένου επιπέδου έντασης (level exceeding probability), όπως προαναφέρθηκε. Η κλίμακα του χάρτη εξαρτάται από το μέγεθος της περιοχής η οποία καλύφθηκε κατά τις μετρήσεις.

Μία πολύχρωμη γραμμή χρησιμοποιείται πάνω στο χάρτη για παρουσιαστεί η διαδρομή. Τα διαφορετικά χρώματα της γραμμής αντιπροσωπεύουν διαφορετικά επίπεδα επεξεργασμένων τιμών, τα οποία ο χρήστης πρέπει να ορίσει. Σε περίπτωση που οι μετρήσεις ταξινομούνται με βάση το level exceeding probability σε % ποσοτήτες κάθε ποσοτήτα (1-10-50-90 %) έχει και το αντίστοιχο χρώμα. Με τον τρόπο αυτό, όπως φαίνεται και στους παρακάτω χάρτες, μπορεί αρκετά εύκολα να αναλυθεί η περιοχή και να εντοπιστούν τα σημεία που η παρεμβολή είναι έντονη. Π.χ. με κόκκινο είναι οι περιοχές έντονης παρεμβολής, με πράσινο οι περιοχές με μικρή παρεμβολή κ.ο.κ.



Χάρτες παρουσίασης αποτελεσμάτων



Χάρτες παρουσίασης αποτελεσμάτων

Η ανάλυση εκτύπωσης του χάρτη πρέπει να επιλεγεί κατάλληλα ώστε να φαίνεται κάθε τοπική ιδιαιτερότητα χωρίς όμως η γραμμή να γίνεται ιδιαίτερα πολύχρωμη. Σε περίπτωση που χρειάζεται να τυπωθούν με μεγαλύτερη ανάλυση διαστήματα υπολογισμένα με μέσους όρους (όπως πχ στην περίπτωση μέτρησης κυψελωτού συστήματος), θα πρέπει ο υπολογιστής να είναι σε θέση να τυπώνει μεγεθυμένα μέρη του χάρτη. Εάν τέλος, δύο είδη δεδομένων πρέπει να εκτυπωθούν πάνω στο χάρτη (π.χ. ένταση πεδίου και BER), αυτό γίνεται με τη χρήση δύο παράλληλων γραμμών πάνω στο χάρτη κατά μήκος των δρόμων που διέτρεξε το όχημα.

Τυπώνοντας τα αποτελέσματα σε χάρτη πέρα της εύκολης ανάλυσής τους λόγω των χρωμάτων δίνουν και σαφή εικόνα για το ακριβές σημείο κάθε μέτρησης. Το μόνο αρνητικό που μπορεί να έχουν είναι ότι η ανάλυση του σχεδιασμένου διαστήματος

μπορεί να είναι μεγαλύτερη από το επεξεργασμένο διάστημα. Επομένως μπορεί να δώσει διαφορετική ερμηνεία στα τοπικά χαρακτηριστικά της έντασης πεδίου.

5

ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο φορέας που ήταν υπεύθυνος για την εκτέλεσή τους πρέπει να παρουσιάσει τα αποτελέσματα σε όλους τους εμπλεκόμενους και ενδιαφερόμενους οργανισμούς. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να υπάρχει μια φόρμα – αναφορά που να περιέχει την ταυτότητα της μέτρησης, τα αποτελέσματα και γενικά κάθε στοιχείο που είναι απαραίτητο στην τυποποίηση όλων των παραμέτρων των μετρήσεων διασυνοριακών παρεμβολών.

Στις επόμενες σελίδες ακολουθεί μια τέτοια ενδεικτική φόρμα που πρέπει να συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Οι οργανισμοί που εμπλέκονται καλούνται να χρησιμοποιήσουν τη φόρμα ώστε να επιτευχθεί μια ευκολότερη συνεννόηση σε περιπτώσεις διαφωνίας που αφορά την εκτίμηση των αποτελεσμάτων σε μία συγκεκριμένη περιοχή, για τη διευκόλυνση της αναβάθμισης και της λειτουργίας των τηλεπικοινωνιακών δικτύων καθώς και στον εντοπισμό επιβλαβούς παρεμβολής ανάμεσα σε όμορους σταθμούς.

Ακολουθώντας κάθε αίτημα για εκτέλεση μετρήσεων σε συγκεκριμένες περιοχές, οι αρμόδιες υπηρεσίες πρέπει να συμβάλουν στην κατεύθυνση της συνεργασίας και αμοιβαίας συμφωνίας με τις αντίστοιχες των γειτονικών χωρών. Η αναφορά που ακολουθεί κατασκευάστηκε με γνώμονα τα κοινώς αποδεκτά αποτελέσματα κάθε μέτρησης από οποιοδήποτε φορέα. Αφού συμπληρωθεί και υπογραφεί από κάθε ενδιαφερόμενο θα πρέπει να αποτελεί και σημείο αναφοράς για κάθε διεθνή οργανισμό που θα εμπλακεί με σκοπό την επίλυση κάθε τηλεπικοινωνιακής διαφοράς.

STATIONS

STATION A

Administration:

Type:

Frequency:

Geographical Coordinates [Latitude-Longitude (DMS)]:

Power:

Polarization:

STATION B

Administration:

<select country>

Type: <select type>

Frequency: <select>

Geographical Coordinates [Latitude-Longitude (DMS)]:

Power:

Polarization: <select>

Administrator of the measuring area: <select>

Interfering station: <select station>

Affected station: <select station>

MEASUREMENTS

FIXED POINT

EQUIPMENT

Antenna

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial
Number:

Cables

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial Number:

Spectrum Analyzer

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial
Number:

GPS

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial
Number:

CLUSTER MEASUREMENTS

Number of Points: <select>

Number of the measurement	Date	Time	Geographical Coordinates (Latitude - Longitude)	Height of the Location (m above sea level)	Antenna Height (m above ground level)
1					
2					
3					
4					
5					



Field Strength [dB(1 V/m)]	Propagation Conditions	Notes

MEASUREMENT OVER A LONGER PERIOD

Date	Time Period (from-till)	Geographical Coordinates (Latitude - Longitude)	Height of the Location (m above sea level)	Antenna Height (m above ground level)



Field Strength 10% of time [dB(1 V/m)]	Field Strength 50% of time [dB(1 V/m)]	Field Strength 90% of time [dB(1 V/m)]	Propagation Conditions	Notes

ALONG A ROUTE

EQUIPMENT

Antenna

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial Number:

Cables

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial Number:

Spectrum Analyzer

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial Number:

GPS

Manufacturer:

Model:

Specifications:

Calibration:

Serial
Number:

Data Presentation (Attached):

Παρουσιάζεται στη συνέχεια και αναλύεται σημείο - σημείο, μια τέτοια φόρμα που περιλαμβάνει κάθε στοιχείο των μετρήσεων, από τους μετρούμενους σταθμούς και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε, μέχρι τις συνθήκες της μέτρησης και τα τελικά αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι υπηρεσίες που τελούν τις μετρήσεις μπορούν να συμπληρώσουν τη φόρμα αυτή με κάθε επιπλέον στοιχείο που μπορεί να φανεί χρήσιμο στην κατανόηση των αποτελεσμάτων και στις περαιτέρω διαδικασίες για την επίλυση του προβλήματος.

Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε διαδικασία μέτρησης πρέπει να οριστούν οι μετρούμενοι όμοροι σταθμοί. Ο σταθμός που δέχεται την παρεμβολή και ο σταθμός που μετράται για να φανεί αν και πόσο παρεμβάλλεται επιβλαβώς.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	STATIONS										
2											
3											
4	STATION A										
5											
6	Administration:						<select country>				
7											
8	Type:	<select type>									
9											
10	Frequency:				<select>						
11											
12	Geographical Coordinates [Latitude-Longitude (DMS)]:										
13											
14	Power:										
15											
16	Polarization:	<select>									
17											

Στην αρχή καταγράφεται η διοικητική αρχή στην οποία ανήκει ο σταθμός αλλά και η χώρα που εδράζει. Συγκεκριμένα στη φόρμα υπάρχει επιλογή από όλες τις χώρες που

συνορεύουν με την Ελλάδα και με τις οποίες είναι πιθανόν να υπάρξουν παρεμβολές και διαφωνίες: Αλβανία, Βουλγαρία, F.Y.R.O.M., Τουρκία, Ιταλία, Κύπρος, Αίγυπτος και Λιβύη.

Στη συνέχεια καθορίζεται το είδος του σήματος προς μέτρηση και η επιλογή γίνεται

8	Type:	<select type>									
9											
10	Freque										
11											
12	Geogra										ude-Lo
13											

ανάμεσα σε AM doubles sideband, AM single sideband, FM, TV carrier, GSM 900 και GSM 1800.

Σημειώνεται φυσικά η συχνότητα του σήματος που εκπέμπει ο σταθμός (υπάρχει δυνατότητα επιλογής για την τάξη μεγέθους – kHz, MHz, GHz). Καταγράφεται το γεωγραφικό στίγμα του σταθμού (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) και η ταυτοποίηση του προς μέτρησης σταθμού ολοκληρώνεται με την συμπλήρωση των πεδίων που αφορούν την ισχύ εκπομπής του σταθμού και την επιλογή της πόλωσης (κάθετης και οριζόντιας)

14	Power:	<input type="text"/>
15		
16	Polarization:	<select>
17		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <select> none horizontal vertical </div>
18		
19		

Τα ίδια ακριβώς στοιχεία σημειώνονται και για τον δεύτερο προς μέτρηση σταθμό. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, στη συνέχεια επιλέγεται η χώρα στην οποία γίνονται οι μετρήσεις και καθορίζεται ποιος από τους προαναφερθέντες σταθμούς μετράται ως παρεμβάλλον και ποιος ως παρεμβαλλόμενος.

40	Administrator of the measuring area:		<select>
41			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> GREECE ALBANIA BULGARIA F. Y. R. O. M. TURKEY ITALY CYPRUS EGYPT </div>
42	Interfering station:	<select station>	
43	Affected station:	<select station>	
44			
45			

Όπως και η διαδικασία των μετρήσεων, έτσι και η φόρμα χωρίζεται σε μετρήσεις σε σταθερά σημεία (fixed points) στιγμιαίες ή μακροχρόνιες και σε μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής.

56	Antenna	
57		
58	Manufacturer:	<input type="text"/>
59		
60	Model:	<input type="text"/>
61		
62	Specifications:	<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70	Calibration:	<input type="text"/>

73	Cables				
74					
75	Manufacturer:				
76					
77	Model:				
78					
79	Specifications:				
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87	Calibration:				
88					
89	Serial Number:				

Όπως φαίνεται και στη φόρμα για κάθε είδος μετρήσεων καταγράφεται αναλυτικά ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται: η κεραία, τα καλώδια, το spectrum analyzer και το GPS. Για κάθε κομμάτι του εξοπλισμού συμπληρώνεται ο κατασκευαστής του, το ακριβές μοντέλο, τα χαρακτηριστικά του (specifications) με κάθε λεπτομέρεια όπως ορίζεται στη διαδικασία των μετρήσεων, το πώς ρυθμίστηκε το κάθε όργανο και το serial number του.

98	Spectrum Analyzer				
99					
100	Manufacturer:				
101					
102	Model:				
103					
104	Specifications:				
105					
106					
107					
108					
109					
110					
111					
112	Calibration:				
113					
114	Serial Number:				

123	GPS				
124					
125	Manufacturer:				
126					
127	Model:				
128					
129	Specifications:				
130					
131					
132					
133					
134					
135					
136					
137	Calibration:				
138					
139	Serial Number:				

Αφού έχουν εκτελεστεί οι μετρήσεις συμπληρώνονται στην αναφορά. Στις στιγμιαίες μετρήσεις σταθερών σημείων επιλέγεται αρχικά ο αριθμός των μετρούμενων σημείων

148 CLUSTER MEASUREMENTS		
149		
150	Number of Points:	<select>
151		5 6 7 8 9 10 11 12
152	Number of the measurement	Date
153		
154	1	

(από 5-61). Συμπληρώνονται κατά σειρά: η ημερομηνία και η ώρα κάθε μέτρησης, οι συντεταγμένες του σημείου, το ύψος (από το επίπεδο της θάλασσας), το ύψος της κεραίας (από το

επίπεδο του εδάφους), η μετρούμενη ένταση πεδίου, οι συνθήκες (κλιματολογικές, περιβαλλοντικές) της μετάδοσης, και οποιαδήποτε άλλη σημείωση που πρέπει να τονιστεί.

152 CLUSTER MEASUREMENTS						
153						
154	Number of Points:	<select>				
155						
156	Number of the measurement	Date	Time	Geographical Coordinates (Latitude - Longitude)	Height of the Location (m above sea level)	Antenna Height (m above ground level)
157						
158	1					
159	2					
160	3					
161	4					
162	5					
163						
164						
165				Field Strength [dB(1 V/m)]	Propagation Conditions	Notes
166						
167						
168						
169						
170						
171						
172						

Σημείωση: στη φόρμα έχουν αποτυπωθεί πεδία για 5 σημεία. Σε περίπτωση περισσότερων σημείων μέτρησης, πρέπει να αυξηθούν τα αντίστοιχα κελιά.

Αντίστοιχα στις μακροχρόνιες μετρήσεις σταθερών σημείων, καταγράφονται η ημερομηνία διεξαγωγής, η χρονική διάρκεια της μέτρησης, οι γεωγραφικές συντεταγμένες, το ύψος της περιοχής (από το επίπεδο της θάλασσας), το ύψος της κεραίας (από το επίπεδο του εδάφους), η μετρούμενη ένταση του πεδίου στο 10%, 50% και 90% του χρόνου, οι συνθήκες που γίνεται η μετάδοση του προς μέτρηση σήματος και οι όποιες επιπλέον σημειώσεις του φορέα που εκτελεί τις μετρήσεις.

177	MEASUREMENT OVER A LONGER PERIOD				
178					
179	Date	Time Period (from-till)	Geographical Coordinates (Latitude - Longitude)	Height of the Location (m above sea level)	Antenna Height (m above ground level) →
180					
181					
182					
183					
184					
185		Field Strength 10% of time [dB(1 V/m)]	Field Strength 50% of time [dB(1 V/m)]	Field Strength 90% of time [dB(1 V/m)]	Propagation Conditions
186					Notes
187	→				
188					
189					

Στις μετρήσεις κατά μήκος μιας διαδρομής (αφού φυσικά έχει και πάλι οριστεί λεπτομερώς τι είδος εξοπλισμού έχει χρησιμοποιηθεί) ορίζεται ο τρόπος παρουσίασης

290	Data Presentation (Attached):	<select>
291		<select>
292		none
293		raw data in tabular form
294		plot in cartesian coordinates
		coloured map

των αποτελεσμάτων είτε με raw data (σε αντίστοιχη μορφή κελιών), είτε σε εκτύπωση σε καρτεσιανές συντεταγμένες, είτε σε έγχρωμο χάρτη. Ο αναλυτικός τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων αναλύεται στο τέλος του κεφαλαίου 3. Στην περίπτωση γραφίματος σε καρτεσιανές συντεταγμένες ή χάρτη πρέπει τα αντίστοιχα αποτελέσματα να επισυνάπτονται μαζί με τη φόρμα (αφού η καταγραφή τους στη δεδομένη αναφορά δεν είναι δυνατή).

6

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στη μελέτη που προηγήθηκε έγινε μια προσπάθεια λεπτομερούς σκιαγράφησης των παραμέτρων της διαδικασίας λήψης μετρήσεων, προκειμένου να μετρηθεί και να καταδειχθεί μια βλαβερή παρεμβολή μεταξύ σταθμών που βρίσκονται εκατέρωθεν συνόρων (φυσικών ή εσωτερικών επαναχρησιμοποίησης συχνότητας. Εδώ δεν γίνεται διάκριση, αλλά η διαδικασία που ακολουθείται είναι σε γενικές γραμμές η ίδια και στις δύο περιπτώσεις).

Έγινε εκτενής αναφορά στον εξοπλισμό που απαιτείται και σε προδιαγραφές που καλύπτουν όλα τα ζητήματα που έχουν προκύψει μέχρι στιγμής, δεδομένης της τωρινής κατάστασης κατανομής του φάσματος συχνοτήτων.

Τέλος (και ίσως εδώ έγκειται η αξία αυτής της εργασίας), παρουσιάστηκε ένα εξαιρετικά λεπτομερές και ολοκληρωμένο διάγραμμα ροής, με το οποίο και μόνο είναι δυνατή η καθοδήγηση του μελετητή στη διεξαγωγή των απαιτούμενων μετρήσεων και η περιήγησή του με σαφήνεια σε όλες τις πλευρές της διαδικασίας. Ακόμα, συντάχθηκε μια φόρμα στην οποία καταγράφονται, σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές, οι συνθήκες διεξαγωγής των μετρήσεων, καθώς και τα αποτελέσματά τους. Οι γράφοντες θεωρούν πως τα ανωτέρω δύο στοιχεία αποτελούν τους ακρογωνιαίους λίθους στη μελέτη και τη δημιουργία μιας συμπαγούς και αξιόπιστης μεθοδολογίας και πιστεύουν πως οι στόχοι τους ήλθαν εις πέρας με επιτυχία.

Η **Μεθοδολογία μέτρησης διασυνοριακών παρεμβολών σε VHF-UHF** είναι λεπτομερική και ακριβής. Στηρίχθηκε σε πρότυπα και προδιαγραφές διεθνώς αναγνωρισμένα και λειτουργικά στην πράξη. Το ίδιο το διάγραμμα ροής είναι ευέλικτο επιδέχεται οποιοσδήποτε αλλαγές ή προσθήκες απαιτούνται σε περιπτώσεις μέτρησης υπηρεσιών σε συχνότητες πέρα από αυτές που αναφέρονται στην παρούσα εργασία.

Μια διεξαγωγή μετρήσεων χρησιμοποιώντας όλα τα στοιχεία και τις πληροφορίες αυτής της μεθοδολογίας θα ανεδείκνυε και θα επαλήθευε την ορθότητα και σημασία της, και ίσως θα ολοκλήρωνε το εγχείρημα, δυστυχώς όμως κάτι τέτοιο υπερβαίνει τις δυνατότητες της παρούσας μελέτης.

Καθώς οι διεθνείς εξελίξεις και η ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών κινούνται με μεγάλη ταχύτητα, είναι δύσκολο να προβλεφθεί το μέλλον στον χώρο της εποπτείας του φάσματος συχνοτήτων. Ένα είναι σίγουρο: πως με τις υπηρεσίες που προσφέρονται στον τομέα των τηλεπικοινωνιών συνεχώς να αυξάνονται, το θέμα της κατανομής συχνοτήτων και, ακόμα περισσότερο, της μελέτης των διασυνοριακών παρεμβολών, θα γίνεται όλο και πιο πολύπλοκο. Έχει μεγάλη σημασία όμως η ψύχραιμη και ορθολογική προσέγγιση στην σύνταξη των προδιαγραφών από τη μια μεριά, και η υπεύθυνη αντιμετώπιση και τήρησή τους από τους φορείς (κρατικούς ή ιδιωτικούς) από την άλλη.

Τα ανωτέρω αναφερθέντα, διάγραμμα ροής και φόρμα παρουσίασης αποτελεσμάτων, σχεδιάστικαν αρχικά σε ηλεκτρονική μορφή με διαδραστικό χαρακτήρα ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής μετρήσεων. Για προφανείς λόγους παρουσιάστηκαν στην παρούσα μελέτη εκτυπωμένα. Ο αναγνώστης μπορεί να τα αναζητήσει και σε ηλεκτρονική μορφή στο CD που επισυνάπτεται.

7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. **Διάδοση Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων Σε Γήινο Περιβάλλον**,
Ι.Δ. Κανελλόπουλος (Εκδόσεις Τζιόλα)
2. **Κεραίες – Ασύρματες Ζεύξεις**, Χ.Καψάλης, Π.Κωττής (Εκδόσεις Τζιόλα)
3. **RECOMMENDATION ITU-R BT.1368-2**, Planning Criteria For Digital Terrestrial Television Services In The VHF/UHF Bands
4. **RECOMMENDATION ITU-R V.573-4**, Radiocommunication Vocabulary
5. **ERC REPORT 77**, Field Strength Measurement Along A Route
6. **RECOMMENDATION ITU-R BT.655-7**, Radio-frequency Protection Ratios For AM Vestigial Sideband Terrestrial Television Systems Interfered With By Unwanted Analogue Vision Signals And Their Associated Sound Signals
7. **RECOMMENDATION ITU-R BS.412-9**, Planning Standards For Terrestrial FM Sound Broadcasting At VHF
8. **CEPT/ERC RECOMMENDATION 01-09 E (Vienna 1999)**, Relating To "Model Cross Border Agreement On Radio Monitoring" To Assist A Better Co-operation On Spectrum Monitoring

9. **CEPT/ERC RECOMMENDATION 74-02 E (Bucharest 1999)**, Method Of Measuring The Field Strength At Fixed Points In The Frequency Range 29.7 – 960 MHz
 10. **RECOMMENDATION ITU-R SM.851-1**, Sharing Between The Broadcasting Service And The Fixed And/or Mobile Services In The VHF And UHF Bands
 11. **2nd bilateral coordination meeting Greece-Bulgary: Methodology For Evaluation Of Electromagnetic Environment And Cross-border Interference**
 12. <http://en.wikipedia.org/wiki/Uhf>
 13. <http://en.wikipedia.org/wiki/Vhf>
-