



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

Σχεδίαση Πλάνου Συχνότητων για Ψηφιακή Τηλεόραση

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΗΣ Π. ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ

Επιβλέπων : Χρήστος Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα
Οκτώβριος 2004



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

Σχεδίαση Πλάνου Συχνοτήτων για Ψηφιακή Τηλεόραση

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΑΣΙΛΗΣ Π. ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ

Επιβλέπων : Χρήστος Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τη 12^η Οκτωβρίου 2004

.....
Χρήστος Καψάλης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Φίλιππος Κωνσταντίνου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δήμητρα Κακλαμάνη
Επ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα
Οκτώβριος 2004

.....
Βασίλης Π. Καλογήρου

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

Copyright © Βασίλης Π. Καλογήρου, 2004
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 – ABSTRACT

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται σύντομη αναφορά στην επίγεια μετάδοση ψηφιακής τηλεόρασης με χρήση του συστήματος DVB-T, τα βασικά χαρακτηριστικά του (με ιδιαίτερη μνεία στην διαμόρφωση-πολυπλεξία OFDM), και την έως τώρα πορεία εφαρμογής του από τις χώρες της EBU. Επεξηγούνται οι βασικές αρχές σχεδίασης και υλοποίησης ενός ψηφιακού τηλεοπτικού δικτύου (δίκτυα SFN και MFN), και αναφέρονται οι προτεινόμενοι τρόποι μετάβασης στην πλήρως ψηφιακή εκπομπή τηλεόρασης σε μία χώρα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται διεξοδικά και με εκτεταμένα παραδείγματα η λειτουργία του πακέτου λογισμικού COCOT 5 που δημιουργήθηκε από την EROSoft και διανεμήθηκε από την EBU στα κράτη-μέλη της ώστε να διευκολύνει το συντονισμό μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών πομπών. Τέλος, γίνεται μία ενδεικτική εφαρμογή όλων των παραπάνω σχεδιάζοντας και συντονίζοντας με τους γειτονικούς πομπούς (τόσο εντός των συνόρων της Ελλάδας όσο και εκτός) ένα δίκτυο ψηφιακών πομπών ικανών να καλύψουν το λεκανοπέδιο της Αττικής.

Λέξεις – κλειδιά : DVB – T, OFDM, SFN, MFN, Allotment, Assignment, Εκχώρηση συχνοτήτων, COCOT, Συντονισμός, Ψηφιακή τηλεόραση, Ψηφιακός πομπός

Abstract

This thesis begins with an introduction to the Digital Terrestrial Television Broadcasting using the DVB-T system, its key characteristics of operation (with special merit to the OFDM modulation and multiplexing scheme) and its implementation up to the present day in the countries belonging to EBU. The basics of designing and implementing a digital broadcasting television network in its various available modes (MFN or SFN) are outlined, along with an overview of some complete digital switch-over scenarios. Following the above is a complete an in-depth presentation with plenty of examples of the software package COCOT 5, developed by EROSoft for EBU, and then supplied to all the members of the union aiming to facilitate the coordination between analog and digital transmitters within the same country or abroad. Finally, an example demonstration of the above procedures and tool usage is provided by designing and coordinating a digital television network whose purpose is to cover the area of Metropolitan Athens.

Key Words : DVB – T, OFDM, SFN, MFN, Digital television, Digital Transmitter, Allotment, Assignment, Digital Switch-over, COCOT, Coordination, EBU

Ευχαριστίες

Ο συγγραφέας της παρούσης διπλωματικής εργασίας ευχαριστεί θερμά τον κ. Χρήστο Καψάλη, Καθηγητή Ε.Μ.Π., για την εμπιστοσύνη του και την καθοδήγησή του κατά τη συγγραφή της παρούσης, τον κ. Βασίλη Τσιαφάκη, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, για τη στενή συνεργασία και την σημαντική βοήθεια που παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας, και τον κ. Νίκο Κουρεντζή, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, οι γνώσεις του οποίου σε θέματα ραδιοκάλυψης και η μακρά του επαγγελματική εμπειρία στάθηκαν πολύτιμες στο σχεδιαστικό τμήμα της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ABSTRACT</i>	5
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</i>	8
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</i>	10
<i>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ</i>	13
<i>ΕΝΟΤΗΤΑ 1 – ΠΡΟΛΟΓΟΣ & ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i>	14
<i>Κεφάλαιο 1 --- ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</i>	15
<i>1.1 DTTB – DVB-T (Broadcasting)</i>	15
1.1.1 Σύντομη περιγραφή – Βασικά χαρακτηριστικά.....	15
1.1.2 Αναγκαιότητα της Ψηφιακής Τηλεόρασης.....	16
1.1.3 Ευρωπαϊκά και διεθνή δρώμενα.....	19
<i>1.2 Διαδικασία Μετάβασης</i>	21
1.2.1 Τρόποι Μετάβασης.....	21
1.2.2 Τι κάνει η Ευρώπη.....	23
<i>1.3 Σκοπός της εργασίας</i>	26
<i>Κεφάλαιο 2 --- ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</i>	28
<i>2.1 Περιοχή Αττικής</i>	28
2.1.1 Γεωγραφική κάλυψη	28
2.1.2 Βάσεις δεδομένων και σημεία εκπομπής	29
<i>ΕΝΟΤΗΤΑ 2 --- ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ</i>	30
<i>Κεφάλαιο 3 --- COCOT 5 : Συλλογή εφαρμογών εποπτείας και διαχείρισης</i>	31
<i>3.1 Γενικά στοιχεία</i>	31
<i>3.2 Εφαρμογή - χρησιμότητα</i>	32
<i>Κεφάλαιο 4 --- Αναλυτική παρουσίαση του COCOT 5</i>	34
<i>4.1 Ψηφιακός χάρτης OLDA2</i>	34
4.1.1 DTM Server Manager	35
4.1.2 DTM Profile.....	35

4.1.3	<i>Raster and Profile</i>	37
4.1.4	<i>DTM Calculation</i>	38
4.2	<i>Σύλλογή προγραμμάτων υπολογισμών</i>	39
4.2.1	<i>Έννοια των «Test Points»</i>	39
4.2.2	<i>Test Points on Country Boundaries</i>	40
4.2.3	<i>Coordination Distances</i>	42
4.2.4	<i>Protection ratios between COCOT Transmitters</i>	42
4.2.5	<i>ITU-R P.370 Propagation Utility</i>	44
4.2.6	<i>Calculation of Test Points (CTP) 2.6</i>	47
4.2.7	<i>Delta CTP – Difference in interference levels</i>	57
4.2.8	<i>Cocot Utilities</i>	61
4.2.9	<i>Επισκόπηση</i>	61
ΕΝΟΤΗΤΑ 3 --- ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΛΑΝΟ		63
Κεφάλαιο 5 --- Σχεδιασμός ψηφιακού πλάνου Αττικής		64
5.1	<i>Επεξήγηση και διαχωρισμός των όρων Allotment – Assignment</i>	64
5.2	<i>Προβλήματα στο Allotment Αττικής και στη βάση δεδομένων</i>	65
5.3	<i>Επιλογή συχνοτήτων</i>	66
5.4	<i>Βασικές ιδιότητες της πολυπλεξίας OFDM</i>	69
5.5	<i>SFN και MFN</i>	71
5.6	<i>Θέσεις εκπομπής</i>	73
5.7	<i>Επιλογή παραμέτρων διαμόρφωσης</i>	74
5.8	<i>Καθορισμός επιθυμητού bitrate</i>	77
5.9	<i>Επιλογή σχήματος κωδικοποίησης</i>	81
5.10	<i>Καθορισμός ισχύος εκπομπής</i>	83
5.11	<i>Συγκεντρωτικά στοιχεία πλάνου</i>	100
Κεφάλαιο 6 --- Υλοποίηση ψηφιακού πλάνου στο λεκανοπέδιο Αττικής		101
6.1	<i>Δημιουργία TVA και ενσωμάτωση</i>	101
6.2	<i>Έλεγχος παρεμβολών σε εθνικό επίπεδο</i>	102
6.3	<i>Έλεγχος παρεμβολών σε διεθνές επίπεδο</i>	113
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		119

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<i>Εικόνα 1.1 --- Πομπός DVB-T χαμηλής ισχύος και διαμορφωτής-ενισχυτής</i>	17
<i>Εικόνα 1.2 --- Πομπός DVB-T υψηλής ισχύος</i>	18
<i>Εικόνα 1.3 --- Παγκόσμιος χάρτης ψηφιακής τηλεόρασης, Σεπτέμβριος 2004</i>	21
<i>Εικόνα 1.4 --- Μοντέλα ψηφιακών δεκτών που διατίθενται ήδη στην αγορά</i>	23
<i>Εικόνα 1.5 --- Λειτουργία DVB-T στη Γερμανία, αρχές 2004</i>	25
<i>Εικόνα 2.1 --- Allotment Αττικής σύμφωνα με T-DAB</i>	28
<i>Εικόνα 4.1 -- DTM Server Manager</i>	35
<i>Εικόνα 4.2 -- DTM Profile</i>	36
<i>Εικόνα 4.3 -- Raster and Profile</i>	37
<i>Εικόνα 4.4 -- Raster & Profile Visibility</i>	38
<i>Εικόνα 4.5 -- DTM Calculation</i>	39
<i>Εικόνα 4.6 -- Test points on Country Boundaries – Map</i>	40
<i>Εικόνα 4.7 -- Test points on Country Boundaries - TP Listing</i>	41
<i>Εικόνα 4.8 -- Coordination Distances</i>	42
<i>Εικόνα 4.9 -- Protection ratios between COCOT transmitters</i>	43
<i>Εικόνα 4.10 -- Protection Ratios, Interference to TVA</i>	44
<i>Εικόνα 4.11 -- Propagation, Σημεία εκπομπής, λήψης</i>	45
<i>Εικόνα 4.12 -- Propagation, Σημείο εκπομπής, κατεύθυνση, απόσταση</i>	46
<i>Εικόνα 4.13 -- Propagation, Σημείο εκπομπής, κατεύθυνση, ένταση πεδίου</i>	46
<i>Εικόνα 4.14 – CTP 2.6, Database Setup</i>	47
<i>Εικόνα 4.15 – CTP 2.6, Database Status</i>	48
<i>Εικόνα 4.16 – CTP 2.6, Transmitter Overview</i>	49
<i>Εικόνα 4.17 – CTP 2.6, Antenna Pattern</i>	49
<i>Εικόνα 4.18 – CTP 2.6, Effective Height, Delta Height</i>	50
<i>Εικόνα 4.19 – CTP 2.6, Coverage Area</i>	50
<i>Εικόνα 4.20 – CTP 2.6, Options</i>	51
<i>Εικόνα 4.21 – CTP 2.6, Field strength contours</i>	52
<i>Εικόνα 4.22 – CTP 2.6, Noise Limited Coverage</i>	53

<i>Εικόνα 4.23 – Noise Limited Coverage Test Points</i>	53
<i>Εικόνα 4.24 – CTP 2.6, Interference Limited Coverage</i>	54
<i>Εικόνα 4.25 – Interference Limited Coverage, Test Points</i>	55
<i>Εικόνα 4.26 – Interference Limited Coverage, Unwanted Transmitters</i>	55
<i>Εικόνα 4.27 – CTP 2.6, Field Profile</i>	56
<i>Εικόνα 4.28 – Delta CTP, Options</i>	57
<i>Εικόνα 4.29 – Delta CTP, Transmitter</i>	59
<i>Εικόνα 4.30 – Delta CTP, Victims, neither A nor B transmitting</i>	59
<i>Εικόνα 4.31 – Delta CTP, Victims, B transmitting, A not transmitting</i>	60
<i>Εικόνα 5.1 – Σχηματική απεικόνιση OFDM σήματος</i>	71
<i>Εικόνα 5.2 --- Αποστάσεις μεταξύ των πομπών</i>	74
<i>Εικόνα 5.3 --- Αλγόριθμος Συσχέτισης</i>	75
<i>Εικόνα 5.4 --- Τυπική κεραία εσωτερικού χώρου, απολαβής 3 db</i>	84
<i>Εικόνα 5.5 --- Protection Ratio lower</i>	87
<i>Εικόνα 5.6 --- Protection Ratio upper</i>	88
<i>Εικόνα 5.7 --- Διάγραμμα ακτινοβολίας πομπού Υμηττού</i>	92
<i>Εικόνα 5.8 --- Διάγραμμα ακτινοβολίας πομπού Πάρνηθας</i>	95
<i>Εικόνα 5.9 --- Διάγραμμα ακτινοβολίας πομπού Αίγινας</i>	98
<i>Εικόνα 5.10 --- Συνδυασμένη περιοχή κάλυψης των 3 ψηφιακών πομπών</i>	99
<i>Εικόνα 6.1 – Delta CTP, Παράμετροι λειτουργίας</i>	103
<i>Εικόνα 6.2 – Επιλογή πομπού GRC23new1</i>	104
<i>Εικόνα 6.3 – Delta CTP, Transmitter – Proposed Transmitter</i>	105
<i>Εικόνα 6.4 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new1</i>	106
<i>Εικόνα 6.5 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new1, Υπολογισμός Πεδίων</i>	107
<i>Εικόνα 6.6 – CTP 2.6, Interference limited coverage για GRC23004 (Χλωμό Φθιώτιδας)</i>	108
<i>Εικόνα 6.7 – Επιλογή πομπού GRC23new2</i>	109
<i>Εικόνα 6.8 – Transmitter, Proposed Transmitter GRC23new2</i>	110
<i>Εικόνα 6.9 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new2, Υπολογισμός πεδίων</i>	110
<i>Εικόνα 6.10 – Επιλογή πομπού GRC23new3</i>	111
<i>Εικόνα 6.11 – Transmitter, Proposed Transmitter GRC23new3</i>	112
<i>Εικόνα 6.12 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new3, Υπολογισμός πεδίων</i>	112
<i>Εικόνα 6.13 – Επιλογή πομπού από το αρχείο ITALY1.TVA</i>	115
<i>Εικόνα 6.14 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new1, Υπολογισμός πεδίων</i>	115

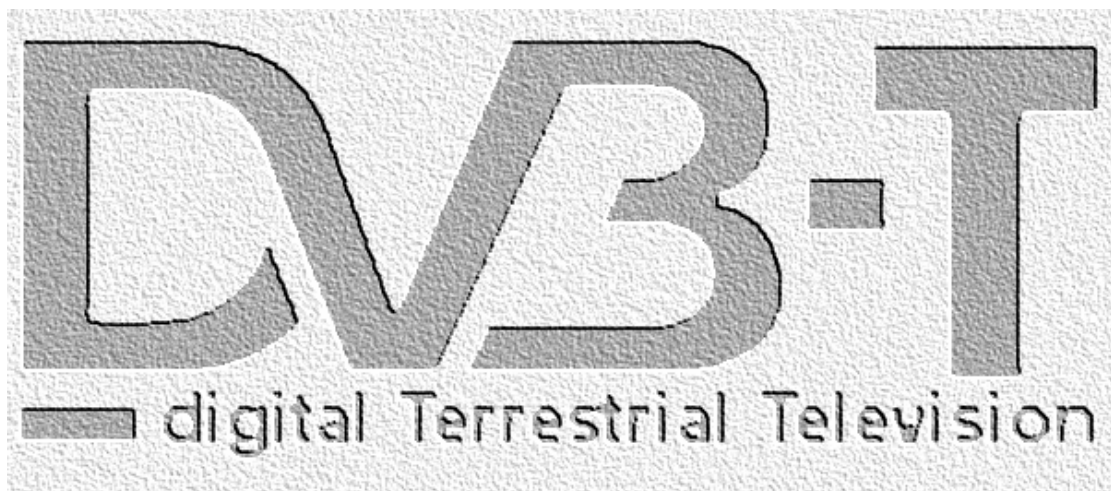
<i>Εικόνα 6.15 – Επιλογή πομπού από το αρχείο ITALY2.TVA.....</i>	<i>116</i>
<i>Εικόνα 6.16 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new2.....</i>	<i>116</i>
<i>Εικόνα 6.17 – Επιλογή πομπού από το αρχείο ITALY3.TVA.....</i>	<i>117</i>
<i>Εικόνα 6.18 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new3 (1/2).....</i>	<i>117</i>
<i>Εικόνα 6.19 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new3 (2/2).....</i>	<i>118</i>

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας 5-I – Ελεύθερες Συχνότητες</i>	<i>68</i>
<i>Πίνακας 5-III --- Διάστημα φύλαξης</i>	<i>75</i>
<i>Πίνακας 5-III --- MPEG - 2.....</i>	<i>77</i>
<i>Πίνακας 5-IVV --- Απαιτήσεις σε bitrate.....</i>	<i>80</i>
<i>Πίνακας 5-V - Σχήματα κωδικοποίησης.....</i>	<i>81</i>
<i>Πίνακας 5-VI - Απαιτούμενος C/N λόγος</i>	<i>82</i>
<i>Πίνακας 5-VII – Σύνοψη</i>	<i>83</i>
<i>Πίνακας 5-VIII - Φορητή λήψη τύπου B, Περιοχή IV.....</i>	<i>86</i>
<i>Πίνακας 5-IX - Πομπός Υμηττού</i>	<i>92</i>
<i>Πίνακας 5-X - Πομπός Πάρνηθας.....</i>	<i>95</i>
<i>Πίνακας 5-XI - Πομπός Αίγινας</i>	<i>98</i>
<i>Πίνακας 5-XII - Συγκεντρωτικά Χαρακτηριστικά.....</i>	<i>100</i>

<i>Πίνακας Π . 1 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή I.....</i>	<i>119</i>
<i>Πίνακας Π . 2 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή III.....</i>	<i>120</i>
<i>Πίνακας Π . 3 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή IV.....</i>	<i>121</i>
<i>Πίνακας Π . 4 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή V.....</i>	<i>122</i>
<i>Πίνακας Π . 5 --- Φορητή λήψη τύπου A, Περιοχή I</i>	<i>123</i>
<i>Πίνακας Π . 6 --- Φορητή λήψη τύπου A, Περιοχή III.....</i>	<i>124</i>
<i>Πίνακας Π . 7 --- Φορητή λήψη τύπου A, Περιοχή IV.....</i>	<i>125</i>
<i>Πίνακας Π . 8 --- Φορητή λήψη τύπου A, Περιοχή V</i>	<i>126</i>
<i>Πίνακας Π . 9 --- Φορητή λήψη τύπου B, Περιοχή I</i>	<i>127</i>
<i>Πίνακας Π . 10 --- Φορητή λήψη τύπου B, Περιοχή III.....</i>	<i>128</i>
<i>Πίνακας Π . 11 --- Φορητή λήψη τύπου B, Περιοχή IV.....</i>	<i>129</i>
<i>Πίνακας Π . 12 --- Φορητή λήψη τύπου B, Περιοχή V</i>	<i>130</i>

ΕΝΟΤΗΤΑ 1 – ΠΡΟΛΟΓΟΣ & ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Κεφάλαιο 1 --- ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 DTTB – DVB-T (Broadcasting)

1.1.1 Σύντομη περιγραφή – Βασικά χαρακτηριστικά

Η Ψηφιακή Επίγεια Εκπομπή Τηλεόρασης (*Digital Terrestrial Television Broadcasting, DTTB*) είναι μετάδοση ψηφιακά κωδικοποιημένου σήματος εικόνας, ήχου και συμπληρωματικών υπηρεσιών από επίγειους πομπούς και αναμεταδότες σε διάυλο εύρους 6, 7 ή 8 MHz στις περιοχές συχνοτήτων VHF (Band I και III) και UHF (Band IV και V). Έχουν αναπτυχθεί 3 συστήματα DTTB, το ATSC που σχεδιάστηκε και χρησιμοποιείται στη Β. Αμερική, το ISDB-T που χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία και το DVB-T που εφαρμόζεται από την EBU στον ευρωπαϊκό χώρο. Η παρούσα εργασία αναφέρεται αποκλειστικά στο DVB-T.

Το προς μετάδοση σήμα μπορεί να κωδικοποιηθεί με αστερισμούς QPSK, 16-QAM, 64-QAM και με κώδικες 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 και 7/8. Η σχεδίαση του DVB-T προβλέπει πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας OFDM με 2048 ή 8192 φέρουσες συχνότητες (2k και 8k αντίστοιχα) και ενσωματώνει διάστημα προστασίας συμβόλου (*Guard Interval*) ίσο με 1/4, 1/8, 1/16 ή 1/32 της διάρκειας του προς μετάδοση συμβόλου. Η ύπαρξη του διαστήματος προστασίας δίνει τη δυνατότητα στο δέκτη να συσχετίσει δύο ή περισσότερα όμοια σήματα που έχουν ληφθεί με την ανάλογη χρονική καθυστέρηση, και να ενισχύσει το προς αποδιαμόρφωση σήμα. Αυτή η ιδιότητα διευκολύνει τη σχεδίαση δικτύων που όλοι οι πομποί λειτουργούν στην ίδια συχνότητα (*Single Frequency Network, SFN*), ενώ βελτιώνει την επίδοση του συστήματος σε περιβάλλον πολλαπλών ανακλάσεων, όπως οι αστικές περιοχές.

Πέρα από την κλασική εφαρμογή της λήψης σε σταθερό σημείο, όπως η πλειοψηφία των σημερινών επίγειων αναλογικών δικτύων, με χρήση κεραίας τοποθετημένης στο ψηλότερο σημείο της κατοικίας, το DVB-T στοχεύει επίσης στη

φορητή (*portable*) και στην κινητή (*mobile*) λήψη. Η φορητή λήψη προβλέπει δέκτη που μπορεί να μετακινηθεί, αλλά είναι ακίνητος κατά τη λειτουργία του, συνήθως στα διάφορα δωμάτια μιας κατοικίας. Η πλήρως κινητή λήψη αφορά συνεχή λειτουργία του δέκτη, συνήθως σε αστικό περιβάλλον και με έμφαση στη χρήση εντός οχημάτων, και είναι μια ιδιαίτερα απαιτητική εφαρμογή από πλευράς αξιοπιστίας.

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η δυνατότητα ιεραρχικής διαμόρφωσης δύο επιπέδων που δίνει μεγαλύτερη ευελιξία στη σχεδίαση ενός συστήματος καθώς επιτρέπει από τον ίδιο πομπό να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα τόσο σταθερή όσο και φορητή ή κινητή λήψη, παρά τις διαφορετικές απαιτήσεις της κάθε λειτουργίας.

1.1.2 Αναγκαιότητα της Ψηφιακής Τηλεόρασης

Η εκπομπή αναλογικού τηλεοπτικού σήματος η οποία είναι η βάση της σχεδίασης των σημερινών δικτύων δεν μπορεί πλέον να αντεπεξέλθει στις σύγχρονες απαιτήσεις των παραγωγών τηλεοπτικών προγραμμάτων. Τόσο η είσοδος της κάμερας όσο και η έξοδος του τηλεοπτικού δέκτη είναι βέβαια αναλογικά σήματα, ωστόσο όλα τα ενδιάμεσα στάδια (συμπίεση, επεξεργασία, αποθήκευση, μίξη κλπ.) γίνονται πλέον αποκλειστικά με ψηφιακό εξοπλισμό. Είναι φανερό λοιπόν ότι η εκπομπή του σήματος με ψηφιακό τρόπο θα διευκολύνει τη λειτουργία όλου του συστήματος και θα δώσει την ευκαιρία για χρήση νέων υπηρεσιών που μέχρι τώρα η εφαρμογή τους ήταν δύσκολη.

Το βασικό πλεονέκτημα όλων των ψηφιακών συστημάτων έναντι των αναλογικών είναι η δυνατότητα ακριβούς αναπαραγωγής στο δέκτη της ψηφιακής ακολουθίας που εστάλη από τον πομπό. Τα αναλογικά σήματα υφίστανται εξασθένηση και παραμόρφωση κατά τη μετάδοση τους, ενώ η διέλευσή τους από τον εξοπλισμό εκπομπής και λήψης εισάγει επιπλέον θόρυβο. Τα φαινόμενα αυτά επιδρούν προσθετικά στο σήμα επιφέροντας μόνιμη αλλοίωση η οποία μπορεί βέβαια να περιοριστεί αποτελεσματικά, σε σημείο που να μην γίνεται αισθητή, δεν επιτρέπει όμως την ακριβή αναπαραγωγή του αρχικού σήματος. Αντίθετα, το ψηφιακό σήμα μπορεί να αναπαραχθεί ακριβώς, εφόσον ικανοποιείται ένα κατώφλι σηματοθορυβικού λόγου στο δέκτη. Η χρήση μάλιστα κώδικα με δυνατότητα

διόρθωσης σφαλμάτων βελτιώνει ακόμα περισσότερο την αξιοπιστία του συστήματος. Στην περίπτωση τηλεοπτικών σημάτων αυτό σημαίνει ότι η ψηφιακή εκπομπή εξασφαλίζει άριστη ποιότητα λήψης με ελάχιστες διακυμάνσεις μέσα στα γεωγραφικά όρια κάλυψης. Το γεγονός ότι στα όρια της περιοχής κάλυψης ενός πομπού η λήψη του σήματος μεταβαίνει απότομα και σε μικρό περιθώριο ισχύος από το τέλειο στην κατάσταση όπου δεν είναι δυνατή η αναπαραγωγή εικόνας, διευκολύνει σημαντικά το σχεδιασμό των δικτύων εκπομπής ώστε να επιτύχουν τη βέλτιστη κάλυψη ενός δεδομένου χώρου.

Η ψηφιακή μετάδοση στις συχνότητες UHF και VHF θα επιτρέψει την αποδοτικότερη αξιοποίηση του τηλεοπτικού φάσματος, που στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες είναι πλέον ανεπαρκές. Ενδεικτικά, με το DVB-T σε ένα δίαυλο 8 MHz μπορεί να επιτευχθεί ρυθμός μετάδοσης μέχρι περίπου 32 Mbit/s, ενώ ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα SDTV μαζί με τις συνοδευτικές υπηρεσίες (Teletext κ.α.) χρειάζεται από 3 έως 6 Mbit/s ανά περίπτωση. Πρακτικά ένας δίαυλος μπορεί να εξυπηρετήσει αποτελεσματικά 4 έως 6 πλήρη προγράμματα SDTV, είτε 1 πρόγραμμα υψηλής ευκρίνειας (HDTV). Ακόμη η ευκολία ενσωμάτωσης νέων υπηρεσιών σε υπάρχον πρόγραμμα σημαίνει ότι είναι δυνατή η αναβάθμιση και ο εμπλουτισμός ενός προγράμματος χωρίς να είναι απαραίτητη η εξασφάλιση επιπλέον συχνοτήτων.



Εικόνα 1.1 --- Πομπός DVB-T χαμηλής ισχύος και διαμορφωτής-ενισχυτής

Η δυνατότητα του συστήματος να εκπέμπει τα προγράμματα περισσότερων από ενός καναλιών στην ίδια συχνότητα οδηγεί στην ανάγκη διαχείρισης της

διαδικασίας εκπομπής σε ανώτερο επίπεδο. Κάθε κανάλι δεν θα έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί αυτόνομα δικό του δίκτυο εκπομπής, όπως συμβαίνει σήμερα στην Ελλάδα και σε αρκετές άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Ο «πάροχος» του τηλεοπτικού προγράμματος θα είναι ο φορέας που θα δέχεται το πρόγραμμα των τηλεοπτικών παραγωγών που εξυπηρετεί, και θα αναλαμβάνει την διαδικασία πολυπλεξίας και εκπομπής. Είναι δυνατόν να υπάρχουν και περισσότεροι του ενός πάροχοι σε μία χώρα, αρκεί ο κάθε ένας να εξυπηρετεί έναν ικανό αριθμό απο δίκτυα-πελάτες ώστε να μπορεί να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά το φάσμα που διαχειρίζεται. Ο «πάροχος» μπορεί να είναι είτε κρατικός φορέας είτε εταιρία ιδιωτικών συμφερόντων ή ακόμα και κοινοπραξία των παραπάνω, και μπορεί να λειτουργεί σε τοπικό είτε σε πανεθνικό επίπεδο. Στα αρχικά στάδια της ψηφιακής εκπομπής σε κάθε χώρα, όπου θα προκύψουν και οι μεγαλύτερες δυσκολίες από τη συνύπαρξη με τα υπάρχοντα αναλογικά συστήματα είναι προτιμότερο το ρόλο του παρόχου να τον κατέχει η κρατική αρχή που διαχειρίζεται το τηλεπικοινωνιακό φάσμα. Έτσι θα διευκολυνθεί ο σχεδιασμός και ο συντονισμός της μετάβασης στην ψηφιακή εκπομπή και συγχρόνως θα επιλύονται πιο άμεσα και αποτελεσματικά τα όποια προβλήματα ενδεχομένως προκύψουν. Ανεξάρτητα από τη μορφή που θα έχει η διαχείριση στη μεταβατική περίοδο, η ύπαρξη των παρόχων θα διευκολύνει σημαντικά την εποπτεία του τηλεοπτικού φάσματος και θα συμβάλλει στον περιορισμό των παράνομων εκπομπών.



Εικόνα 1.2 --- Πομπός DVB-T υψηλής ισχύος

1.1.3 Ευρωπαϊκά και διεθνή δρώμενα

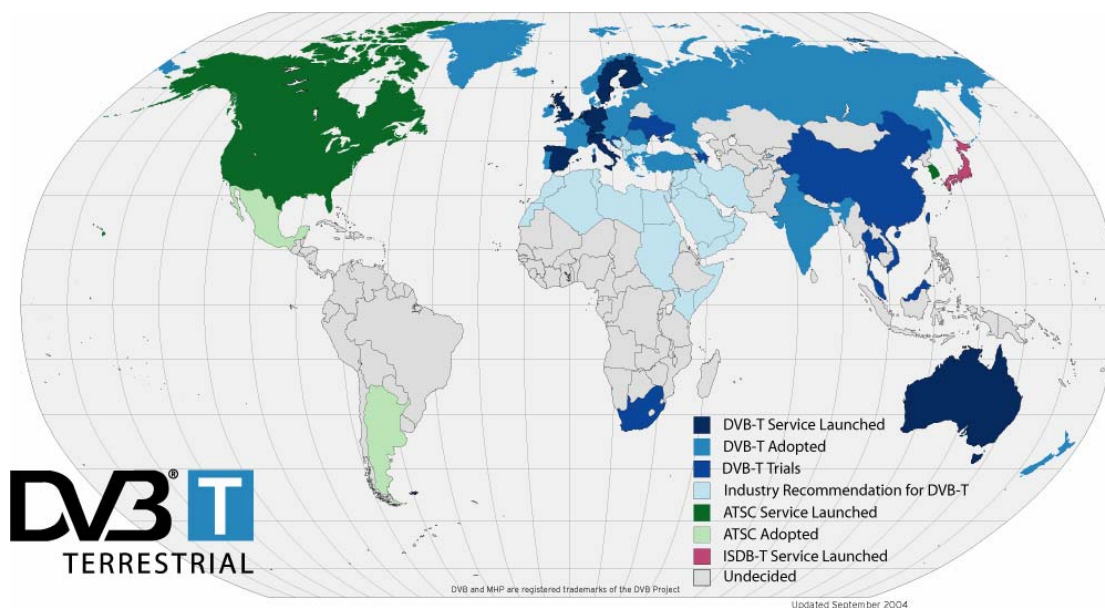
Ο τελικός στόχος της EBU είναι η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος αποκλειστικά με ψηφιακό τρόπο και οριστική κατάργηση της αναλογικής εκπομπής. Είναι φανερό ότι το αναπόφευκτο αυτό βήμα της τεχνολογίας θα είναι μία σύνθετη διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας θα εμφανιστούν πολλά, και μερικές φορές απρόβλεπτα, εμπόδια. Η σημερινή τηλεοπτική κατάσταση στο χώρο της EBU (Ευρώπη, Β. Αφρική και αρκετές χώρες της Μ. Ανατολής) καθορίζεται από το Σχέδιο της Στοκχόλμης του 1961 (*ST-61*). Το ανεπαρκές πια πλάνο αυτό σχεδιάστηκε αρχικά για 3 ή 4 δίκτυα πανεθνικής κάλυψης, και τροποποιήθηκε αρκετά με την πάροδο των ετών ώστε να συμπεριλάβει τα όλο και περισσότερα δίκτυα πανεθνικής κάλυψης που εμφανίστηκαν σε κάθε χώρα, καθώς και τα ακόμα περισσότερα δίκτυα τοπικής εμβέλειας. Το *ST-61* τα τελευταία χρόνια με μεγάλη δυσκολία αντιμετώπιζε τις απαιτήσεις της αναλογικής τηλεόρασης στην Ευρώπη, και είναι προφανές ότι δεν ήταν σε θέση να ενσωματώσει και οποιαδήποτε είσοδο της ψηφιακής τηλεόρασης στο προσκήνιο. Έτσι συντάχθηκε το Σύμφωνο του Chester το 1997 (*CH-97*), που αντιμετώπισε τα αρχικά προβλήματα της εισαγωγής της ψηφιακής τηλεόρασης στην Ευρώπη και έδωσε κάποιες ιδέες σχετικά με την τελική μετάβαση στην ψηφιακή εποχή.

Το σύμφωνο του *CH-97* προβλέπει την διοργάνωση ενός συνεδρίου μέχρι το 2010, με προτεινόμενη ημερομηνία το 2005, από το οποίο θα προκύψει ένα νέο πλάνο που θα αντικαταστήσει πλέον το παλαιό *ST-61*. Εκτιμάται ότι μέχρι τότε θα υπάρχει σαφέστερη εικόνα των απαιτήσεων της νέας τεχνολογίας, ενώ θα υπάρχει και εμπειρία από δοκιμαστικές εφαρμογές σε ορισμένες περιοχές. Το προταθέν συνέδριο του 2005 πιθανότατα θα διεξαχθεί σε δύο στάδια : Αρχικά θα γνωστοποιηθούν τα τεχνικά δεδομένα, οι γενικοί κανόνες στα πλαίσια των οποίων θα παρθούν οι αναγκαίες αποφάσεις, και στη συνέχεια θα δημιουργηθεί το καθεαυτό πλάνο.

Έχοντας υπ' όψιν τις γενικές προδιαγραφές και τους περιορισμούς που θα συμφωνηθούν, κάθε χώρα θα αναπτύξει το δικό της πλάνο βασισμένη στις ιδιαίτερες απαιτήσεις της, τεchnοοικονομικές αλλά και γεωγραφικές και θα έχει το χρονικό περιθώριο να λύσει ενδεχόμενα προβλήματα που θα προκύψουν ιδίως με τις γειτονικές χώρες. Το σύνολο των επιμέρους πλάνων που θα δημιουργηθούν,

όντας συμβατά μεταξύ τους, θα αποτελούν το γενικότερο ευρωπαϊκό πλάνο, και θα είναι εύκολη η τροποποίησή του, ή η προσθήκη νέων μελών όταν αυτό απαιτείται. Η προαναφερθείσα «χαλαρή» αντιμετώπιση δίνει την ευχέρεια στις ευρωπαϊκές χώρες να κινηθούν σε διαφορετικές «ταχύτητες» και να αποφασίσουν αυτόνομα τη διαδικασία μετάβασης στην ψηφιακή τηλεόραση. Αυτό κρίνεται αναγκαίο, αφού υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τα μεγέθη της αγοράς, την υπάρχουσα κατάσταση στο φάσμα των συχνοτήτων και στα ήδη εγκατεστημένα δίκτυα και ακόμα ως προς το επιθυμητό χρονοδιάγραμμα ανάμεσα στις ενδιαφερόμενες χώρες.

Οι προαναφερθείσες ιδιαιτερότητες στις απαιτήσεις της αγοράς έχουν να κάνουν με τη μεγάλη διαφοροποίηση που υπάρχει αυτή τη στιγμή στις ευρωπαϊκές χώρες ως προς το βαθμό εισχώρησης της ψηφιακής τηλεόρασης με δύο άλλες μορφές της, καλωδιακή και δορυφορική (*DVB-C* και *DVB-S* αντίστοιχα). Στις χώρες όπου η σταθερή λήψη ψηφιακής τηλεόρασης παρέχεται εκτεταμένα με κάποιον από τους παραπάνω τρόπους, το *DVB-T* μπορεί να εισχωρήσει στην αγορά παρέχοντας φορητότητα του δέκτη, ενώ σε άλλες χώρες όπως και η Ελλάδα που βασίζονται στην αναλογική επίγεια εκπομπή, θα χρησιμοποιηθεί για να αντικαταστήσει το υπάρχον δίκτυο. Μακροπρόθεσμα αναμένεται να υπάρξει ζήτηση για πλήρως κινητή λήψη, κάτι που δεν μπορεί να υλοποιηθεί καλωδιακά ή δορυφορικά, Επιπρόσθετα, για να μπορέσει το *DVB-T* να είναι ανταγωνιστικό έναντι των ήδη υπάρχοντων συστημάτων θα πρέπει να προσφέρει και επιπλέον διαδραστικές υπηρεσίες καθώς και ελκυστικές προς τους θεατές-καταναλωτές προτάσεις πάνω στο καθεαυτό τηλεοπτικό σήμα, όπως ευρεία οθόνη 16:9 ή HDTV. Μελλοντικά, μια ακόμα σημαντική δυνατότητα ενδέχεται να είναι και η κινητή πρόσβαση στο internet σε υψηλές ταχύτητες της τάξης των 10-15 Mbit/s. Τέλος, με την προσθήκη ενός διαύλου αντίστροφης επικοινωνίας (από τον τελικό δέκτη προς τον πομπό, *return channel*) γίνεται εφικτός ο αποδοτικός σχεδιασμός συνδρομητικών καναλιών, διευκολύνοντας ιδιαίτερα την συνδρομή τύπου pay-per-view.



Εικόνα 1.3 --- Παγκόσμιος χάρτης ψηφιακής τηλεόρασης, Σεπτέμβριος 2004

1.2 Διαδικασία Μετάβασης

1.2.1 Τρόποι Μετάβασης

Η διαδικασία εισαγωγής του DVB-T στις χώρες της EBU σημαίνει αναπόφευκτα την ύπαρξη μιας μεταβατικής περιόδου συνύπαρξης αναλογικών και ψηφιακών συστημάτων έως ότου τερματιστούν ολοκληρωτικά οι αναλογικές εκπομπές τηλεοπτικού σήματος. Δεν είναι εφικτό όλες οι χώρες να κινηθούν προς το σκοπό αυτό με τον ίδιο τρόπο ή στον ίδιο χρόνο, θα πρέπει όμως κάθε χώρα να σχεδιάσει το δικό της πλάνο μετάβασης δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο να μη δημιουργήσει προβλήματα στις γειτονικές της χώρες.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που θα αντιμετωπίσουν οι χώρες στη διάρκεια αυτής της μεταβατικής περιόδου θα είναι η εξασφάλιση φάσματος για ψηφιακή εκπομπή.

Δεδομένου του ότι θα πρέπει να διατηρηθούν οι υπάρχουσες αναλογικές δομές και του ότι η επιθυμητή κάλυψη για το DVB-T είναι σχεδόν αδύνατον να επιτευχθεί αν δεν ελευθερωθούν συχνότητες που ήδη χρησιμοποιούνται, είναι προφανές ότι θα πρέπει να βρεθούν συμβιβαστικές ή ακόμα και προσωρινές λύσεις, οι οποίες θα διαφέρουν αρκετά από χώρα σε χώρα. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι μαζί με την ψηφιακή τηλεόραση θα εισαχθεί σταδιακά και η ψηφιακή μετάδοση ραδιοφωνικών προγραμμάτων (T-DAB) που θα λειτουργεί σε συχνότητες που κάποιες χώρες χρησιμοποιούν τώρα για αναλογικές τηλεοπτικές μεταδόσεις. Μερικές χώρες διαθέτουν αρκετές ελεύθερες συχνότητες, λόγω του μεγάλου βαθμού διεύθυνσης της καλωδιακής και δορυφορικής τηλεόρασης στην αγορά τους ή λόγω της δύσκολης μορφολογίας του εδάφους τους που περιορίζει την αναλογική κάλυψη. Οι συχνότητες αυτές μπορούν να δοθούν άμεσα προς ψηφιακή χρήση, αρκεί να ληφθούν τα αναγκαία μέτρα ώστε να μην παρεμβάλλουν σε γειτονικές χώρες. Άλλες χώρες σχεδιάζουν να διαθέσουν μέρος των τηλεοπτικών συχνοτήτων που είχαν δεσμεύσει για άλλες χρήσεις, όπως στρατιωτικές επικοινωνίες. Μια άλλη λύση που έχει προταθεί είναι η τοποθέτηση των ψηφιακών εκπομπών ανάμεσα στα υπάρχοντα αναλογικά κανάλια, με υλοποίηση ανά περιοχή, η εφαρμογή όμως αναμένεται να είναι δύσκολη λόγω των ενδεχόμενων παρεμβολών στα αναλογικά σήματα. Ακόμα μία λύση είναι ο επανασχεδιασμός των αναλογικών εκπομπών ώστε να προκύψουν ελεύθερες προς χρήση συχνότητες, πράγμα όμως που θα έχει σοβαρή επίπτωση στους τηλεθεατές, καθώς θα επιφέρει μεγάλες αλλαγές σε πολλά προγράμματα, έχοντας ως βέβαιη συνέπεια διαμαρτυρίες, ίσως και πιέσεις σε πολιτικό επίπεδο. Τέλος, υπάρχουν χώρες που λόγω έλλειψης τηλεοπτικών συχνοτήτων δεν μπορούν να εφαρμόσουν τις παραπάνω μεθόδους, οπότε και θα αναγκαστούν να διακόψουν κάποιες αναλογικές εκπομπές, το πρόγραμμα των οποίων στο εξής θα μεταδίδεται αποκλειστικά ψηφιακά. Αυτό όμως δεν μπορεί σε καμιά περίπτωση να γίνει σε πανεθνικό επίπεδο, οπότε θα πρέπει να υιοθετηθεί μία προσέγγιση «νησίδων» περιορισμένης έκτασης στις οποίες θα συντρέχουν οι συνθήκες για να γίνει μια τέτοια άμεση μετατροπή.

Στο τέλος της μεταβατικής περιόδου κάθε χώρα θα εγκαταλείψει την αναλογική μετάδοση και πλέον όλα τα τηλεοπτικά προγράμματα θα μεταδίδονται ψηφιακά. Ο ακριβής τρόπος που θα προσεγγίσει κάθε χώρα την τελική αυτή μετατροπή είναι

αντικείμενο μελέτης και συνεχώς παρουσιάζονται νέες απόψεις. Για παράδειγμα, χώρες με συγκεντρωμένο πληθυσμό σε μεγάλα αστικά κέντρα έχουν τη δυνατότητα να ξεκινήσουν εκεί με γρήγορους ρυθμούς την εγκατάσταση ψηφιακών αναμεταδοτών. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να ξεκινήσει η εκπομπή DVB-T παράλληλα με την υπάρχουσα αναλογική τηλεόραση μέχρις ότου ο βαθμός διείσδυσης φτάσει ένα καθορισμένο επίπεδο και στη συνέχεια να αρχίσει η σταδιακή μετατροπή των αναλογικών αναμεταδοτών ξεκινώντας από τις περιοχές με το μεγαλύτερο αριθμό ψηφιακών δεκτών. Τέλος, μια χώρα θα μπορούσε απλά να ανακοινώσει την ημερομηνία που θα γίνει η τελική μετατροπή, δίνοντας χρόνο στον πληθυσμό της να προετοιμαστεί κατάλληλα.



Εικόνα 1.4 --- Μοντέλα ψηφιακών δεκτών που διατίθενται ήδη στην αγορά

1.2.2 Τι κάνει η Ευρώπη

Αρκετές ευρωπαϊκές χώρες έχουν ήδη ξεκινήσει να εκπέμπουν μέρος των τηλεοπτικών προγραμμάτων τους ψηφιακά, είτε δοκιμαστικά είτε πλήρως λειτουργικά και εμπορικά. Ενδεικτικά θα αναφερθεί η κατάσταση που επικρατεί αυτή τη στιγμή σε κάποιες χώρες της EBU όπου λειτουργεί επίγεια ψηφιακή τηλεόραση.

Στη Μ. Βρετανία η πλειονότητα του πληθυσμού με δέκτη ψηφιακής τηλεόρασης λαμβάνει το σήμα δορυφορικά. Εκτιμάται ότι αυτή τη στιγμή το ποσοστό διείσδυσης της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης στον πληθυσμό είναι περίπου 5% με έντονα ανοδικές τάσεις. Οι πρώτες άδειες δόθηκαν το 1997 και το πλάνο προέβλεπε 6 προγράμματα με κωδικοποίηση 64-QAM 2/3 με ρυθμό μετάδοσης περίπου 24 Mbit/s ικανά να μεταδώσουν 6 – 7 κανάλια το καθένα. Η γεωγραφική κάλυψη εκτιμήθηκε στο 56% της έκτασης της χώρας. Το πλάνο αυτό αντιμετώπισε σοβαρά προβλήματα, τόσο οικονομικά όσο και τεχνικά και τελικά κατέρρευσε, με αποτέλεσμα να γίνει νέο πλάνο το 2002 και να δημοπρατηθούν εκ νέου οι άδειες εκπομπής. Έχοντας πλέον εμπειρία από την προηγούμενη απόπειρα, στο νέο πλάνο έγιναν αρκετές αλλαγές. Τα προγράμματα παρέμειναν 6 αλλά χρησιμοποιήθηκε κωδικοποίηση 16-QAM 3/4 με ρυθμό μετάδοσης περίπου 18 Mbit/s ικανή να εξυπηρετήσει 4 κανάλια ανά πρόγραμμα. Ο νέος σχεδιασμός και στα σημεία εκπομπής προβλέπει κάλυψη σε ποσοστό 82% της χώρας από 56 πομπούς μεγάλης ισχύος και 30 συμπληρωματικούς πομπούς χαμηλής ισχύος. Προς το παρόν είναι δυνατή μόνο σταθερή λήψη, ενώ δεν υπάρχει ακόμα σαφής κατεύθυνση ως προς τον τρόπο της τελικής μετάβασης στην αποκλειστικά ψηφιακή εκπομπή.

Η Γερμανία έχει αποφασίσει την οριστική διακοπή της αναλογικής εκπομπής σε όλη την επικράτεια μέχρι το έτος 2010 και στη συνέχεια τη λειτουργία τουλάχιστον 6 ψηφιακών προγραμμάτων με πανεθνική κάλυψη. Δοκιμαστικές εκπομπές έχουν αρχίσει από το 1997 σε αρκετές αστικές περιοχές, ωστόσο εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το κρατίδιο Berlin-Brandenburg όπου και έχει επιτευχθεί η πρώτη στην Ευρώπη ολοκληρωμένη μετάβαση σε ψηφιακή μετάδοση από τον Αύγουστο του 2003. Με την επίγεια λήψη τηλεόρασης να βρίσκεται σε διαρκή πτώση έναντι των καλωδιακών και δορυφορικών λύσεων, αποφασίστηκε ότι είναι αναγκαία η άμεση μετάβαση στην ψηφιακή εκπομπή πριν το μερίδιο της επίγειας τηλεόρασης μειωθεί τόσο ώστε να μην είναι πλέον ελκυστική λύση. Η σύντομη μεταβατική περίοδος άρχισε το Νοέμβριο του 2002 με την μετατροπή 2 πομπών υψηλής ισχύος σε ψηφιακή λειτουργία. Ακολούθησε η μετατροπή των ισχυρότερων πομπών της κρατικής τηλεόρασης και όλων των πομπών των ιδιωτικών καναλιών το Φεβρουάριο του 2003, με αναλογική εκπομπή μόνο ορισμένων κρατικών προγραμμάτων από πομπούς μικρής ισχύος. Τέλος, τον Αύγουστο του 2003

σταμάτησε η λειτουργία και των τελευταίων αναλογικών πομπών. Εκπέμπονται 6 προγράμματα με κωδικοποίηση 16-QAM 2/3 και 1 πρόγραμμα με 16-QAM 3/4, όλα με Guard Interval 1/8. Κάθε πρόγραμμα εξυπηρετεί 4 ελεύθερα κανάλια, καθώς η εμπειρία από την πρώτη απόπειρα εφαρμογής στη Μ. Βρετανία έδειξε ότι η συνδρομητική τηλεόραση δεν έχει απήχηση στην επίγεια ψηφιακή εκπομπή. Το σύστημα του Berlin-Brandenburg μπορεί να παρέχει και φορητή λήψη σε ορισμένα σημεία, κυρίως στα κέντρα των αστικών περιοχών, ενώ με κάποιες τροποποιήσεις ίσως εξυπηρετήσει και πλήρως κινητή λήψη, κάτι πάντως που δεν είναι άμεση προτεραιότητα την παρούσα περίοδο. Η μετάβαση έγινε ομαλά, δημιουργώντας στους τηλεθεατές λιγότερα προβλήματα από όσα αναμένονταν, κυρίως χάρις στην εκτεταμένη εκστρατεία ενημέρωσης του κοινού αλλά και τις διευκολύνσεις που παρείχε η κρατική αρχή για την προμήθεια εξοπλισμού ψηφιακής λήψης. Η επιτυχής αυτή μετάβαση θα χρησιμεύσει ως οδηγός για την υπόλοιπη επικράτεια της Γερμανίας, υπό το συντονισμό των τοπικών κυβερνήσεων κάθε κρατιδίου. Ήδη λειτουργούν δοκιμαστικά προγράμματα σε 16 «νησίδες» με μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού και σχεδιάζεται αρχικά η διακοπή των αναλογικών εκπομπών στις αστικές περιοχές και η σταδιακή επέκταση ώστε μέχρι την καταληκτική ημερομηνία του 2010 να έχει ολοκληρωθεί η μεταβατική διαδικασία παντού.



Εικόνα 1.5 --- Λειτουργία DVB-T στη Γερμανία, αρχές 2004

Αναφέρθηκε ενδεικτικά η κατάσταση στη Μ. Βρετανία και στη Γερμανία, καθώς πρόκειται για τις χώρες που ξεκίνησαν πρώτες το εγχείρημα της μαζικής εισαγωγής της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης στην επικράτειά τους. Δεν είναι οι μόνες ευρωπαϊκές χώρες που έχουν κάνει βήματα προόδου όσον αφορά το πρότυπο DVB-T, καθώς συνεχώς αυξάνονται οι χώρες που είτε πειραματικά είτε στο πρώιμο εμπορικό στάδιο έχουν εγκαταστήσει λειτουργικούς πομπούς ψηφιακού σήματος. Στην Ελλάδα τη στιγμή της συγγραφής της παρούσης διπλωματικής εργασίας η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση δεν φαίνεται δυνατόν να υλοποιηθεί στο πολύ άμεσο μέλλον, καθώς οι ιθύνουσες ραδιοηλεκτρονικές αρχές βρίσκονται σε διαδικασία απλής διερεύνησης των δυνατοτήτων εισαγωγής της τεχνολογίας DVB – T στο τηλεοπτικό δίκτυο της χώρας, χωρίς να έχει γίνει ακόμα γνωστή η ύπαρξη κάποιου ολοκληρωμένου ψηφιακού πλάνου προς εφαρμογή.

1.3 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις διαδικασίες που καθορίζονται από την EBU για τη δημιουργία ενός ψηφιακού πλάνου, καθώς και με μία πρόταση για εφαρμογή αυτών των κανονισμών στο γεωγραφικό χώρο του νομού Αττικής.

Στην πρώτη ενότητα θα γίνει μια εκτίμηση της υπάρχουσας κατάστασης στο νομό Αττικής. Με βάση τα επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών για τις θέσεις και τις συχνότητες των πομπών κρατικών και ιδιωτικών τηλεοπτικών καναλιών θα εντοπιστούν ελεύθερες συχνότητες στις οποίες μπορεί να μεταδοθεί ψηφιακό σήμα. Θα εντοπιστούν τυχόν προβλήματα και ανακρίβειες των παραπάνω στοιχείων και, όπου είναι δυνατόν, θα προταθούν λύσεις.

Στην δεύτερη ενότητα θα γίνει αναλυτική παρουσίαση του πακέτου λογισμικού COCOT 5 της ERO, που ενσωματώνει σε ένα σύνολο προγραμμάτων τους κανονισμούς της EBU σχετικά με εκπομπή, διάδοση και λήψη αναλογικών και ψηφιακών σημάτων, καθώς και πλήθος βοηθητικών υπολογισμών.

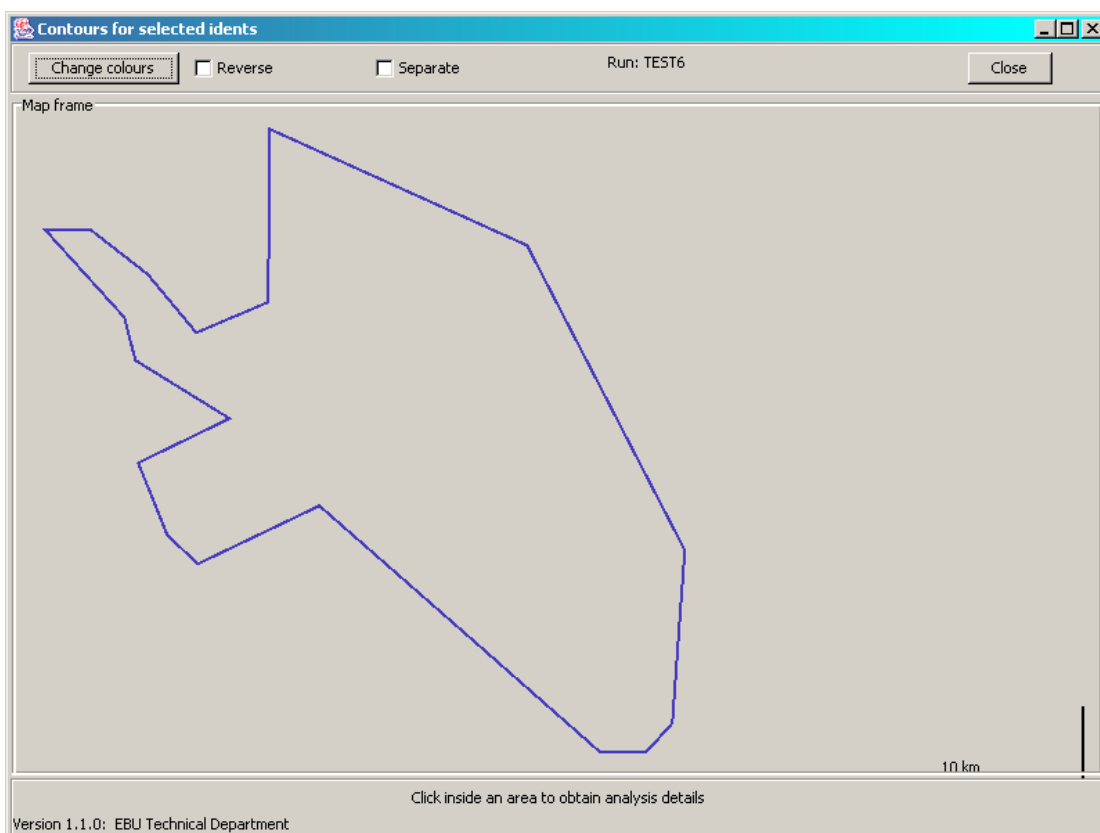
Τέλος, στην τρίτη ενότητα θα επιχειρηθεί ο σχεδιασμός ενός ψηφιακού πλάνου για το λεκανοπέδιο Αττικής, όπου και συγκεντρώνεται η συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού του νομού. Θα ληφθεί υπ' όψιν η υπάρχουσα κατάσταση και οι γεωγραφικές ιδιαιτερότητες του νομού Αττικής και με εκτεταμένη χρήση των προγραμμάτων του COCOT 5 θα εξασφαλιστεί η λειτουργικότητα του πλάνου, η συμμόρφωση του με τους κανονισμούς της EBU και ο ομαλός συντονισμός με τις γειτονικές χώρες για αποφυγή τυχόν παρεμβολών.

Κεφάλαιο 2 --- ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1 Περιοχή Αττικής

2.1.1 Γεωγραφική κάλυψη

Η περιοχή της Αττικής αντιμετωπίζεται από το ΥΜΕ ως ένας ενιαίος χώρος κάλυψης με όρια αυτά του νομού εκτός από Κύθηρα, Αντικύθηρα, Ύδρα, Σπέτσες και τις περιοχές της Πελοποννήσου. Ενδεικτικά, ο χώρος αυτός φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, το οποίο χρησιμοποιείται στη σχεδίαση του ψηφιακού ραδιοφώνου T-DAB. Τα ίδια ακριβώς γεωγραφικά όρια θα χρησιμοποιηθούν και στην ψηφιακή τηλεόραση.



Εικόνα 2.1 --- Allotment Αττικής σύμφωνα με T-DAB

2.1.2 Βάσεις δεδομένων και σημεία εκπομπής

Τα στοιχεία των τηλεοπτικών πομπών κάθε χώρας που ανήκει στην EBU καταχωρούνται σε αρχεία τύπου TVA. Τα αρχεία αυτά είναι αρχεία κειμένου με συγκεκριμένη μορφοποίηση κατάλληλη για χρήση από τα προγράμματα του COCOT 5. Ένα TVA αρχείο παρουσιάζει την επίσημη κατάσταση στους τηλεοπτικούς πομπούς μίας χώρας, επιτρέπεται όμως η χρήση αναμεταδοτών μικρής ισχύος για τοπική κάλυψη που δεν είναι απαραίτητο να δηλωθούν στην EBU. Τα χαρακτηριστικά ενός πομπού που καταχωρούνται είναι : Συντεταγμένες, απόκλιση του μεγίστου από τον ορίζοντα (ή μεσημβρινό), ισχύς εκπομπής, υψόμετρο εγκατάστασης, ύψος ιστού, πόλωση, σύστημα και συχνότητα εκπομπής, offset, συχνότητα φέροντος ήχου, διάγραμμα ακτινοβολίας (ανα 10^0).

Σύμφωνα με τα αρχεία που έχει καταθέσει το ΥΜΕ στην EBU, τον νομό Αττικής καλύπτουν πομποί τοποθετημένοι στον Υμητό, στην Πάρνηθά, στην Αίγινα και κατά συνθήκη στα Στύρα Ευβοίας και στα Γεράνια Κορινθίας. Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατό να καλυφθεί εξ' ολοκλήρου η Αττική μόνο από αυτά τα σημεία, έτσι χρησιμοποιούνται αρκετοί τοπικοί αναμεταδότες μικρής ισχύος που όμως δεν εμφανίζονται στα επίσημα αρχεία της EBU. Οι αναμεταδότες αυτοί κυρίως λειτουργούν στις περιοχές της Αττικής εκτός του λεκανοπεδίου, οπού και η δομή των περιοχών αυτών μπορεί στην πλειοψηφία της να θεωρηθεί ημιαστική έως και αγροτική σε ορισμένες περιπτώσεις. Στο εσωτερικό του λεκανοπέδιου, δηλαδή στα όρια της Περιοχής Πρωτευούσης, οι συμπληρωματικοί αυτοί πομποί είναι σαφώς λιγότεροι στον αριθμό. Όπως θα φανεί και στη συνέχεια, η μη καταγραφή αυτών των αναμεταδοτών στα επίσημα αρχεία επιβάλλει ουσιαστικά να αγνοηθούν από οποιονδήποτε υπολογισμό χρειαστεί να γίνει. Προβλήματα από μια τέτοια αντιμετώπιση δεν αναμένεται να προκύψουν, καθώς η μικρή ισχύς του σε συνδυασμό με την ευελιξία στη λειτουργία τους επιτρέπει, αν παραστεί ανάγκη, να τροποποιηθούν ή και να απομακρυνθούν με μικρό κόστος.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2 --- ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



Κεφάλαιο 3 --- COCOT 5 : Συλλογή εφαρμογών εποπτείας και διαχείρισης.

3.1 Γενικά στοιχεία

Το πακέτο λογισμικού COCOT 5 (COmpatibility COmputation for digital Television) δημιουργήθηκε τον Ιούνιο του 1999 από την EROSoft, την υποδιεύθυνση ανάπτυξης λογισμικού της ERO. Το COCOT 5 έχει ως σκοπό ύπαρξης τη διευκόλυνση της εφαρμογής της Απόφασης 1 της πολυμερούς Συμφωνίας του Chester '97 αναφορικά με τον συντονισμό μεταξύ των διευθυνουσών αρχών των κρατών-μελών της EBU. Πιο συγκεκριμένα, ο στόχος των δημιουργών του λογισμικού είναι αυτό να απλοποιήσει σημαντικά τη διεκπεραίωση των παρακάτω αναγκαίων διαδικασιών¹:

1. Συλλογή δεδομένων που αφορούν τηλεοπτικούς πομπούς, έλεγχος ορθότητας και σωστή διαμόρφωση των δεδομένων αυτών.
2. Συλλογή δεδομένων άλλων εφαρμογών που λειτουργούν εντός του τηλεοπτικού φάσματος.
3. Δημιουργία, συντήρηση και ενημέρωση βάσεων δεδομένων με τα στοιχεία που προκύπτουν από τις δύο προηγούμενες διαδικασίες.
4. Διανομή και υποστήριξη του λογισμικού συλλογής δεδομένων στις αρχές διαχείρισης των κρατών.
5. Συνεργασία με την EBU για να εξασφαλιστεί η ορθότητα των υπολογισμών που εκτελούνται από το λογισμικό, έτσι ώστε τα

¹ EROSoft, COCOT No 5 – Guide to the Software, June 1999

αποτελέσματα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα κράτη στις επίσημες διαδικασίες της EBU.

6. Διανομή και υποστήριξη του λογισμικού υπολογισμών στις αρχές διαχείρισης των κρατών.
7. Διανομή των συγκεντρωτικών βάσεων δεδομένων στις αρχές διαχείρισης των κρατών.

3.2 Εφαρμογή - χρησιμότητα

Το COCOT είναι ένα εξαιρετικά εύχρηστο εργαλείο που συγκεντρώνει στα επιμέρους τμήματά του όλες τις λειτουργίες που χρειάζονται ώστε ένας πομπός, αναλογικής ή ψηφιακής τηλεόρασης να ελεγχθεί ως προς τις παρεμβολές που δέχεται και προκαλεί, πράγμα που είναι η βάση της διαδικασίας συντονισμού μεταξύ των κρατών της EBU. Οι βάσεις δεδομένων από τις οποίες θα αντληθούν τα στοιχεία για τους υπολογισμούς είναι τυποποιημένης και ενιαίας μορφής σε όλες τις χώρες, οι υπολογισμοί που χρειάζονται γίνονται με τις μεθόδους που καθορίζονται από τη συμφωνία του Chester '97 και τέλος τα αποτελέσματα εξάγονται πάλι σε τυποποιημένη μορφή, έτοιμα προς κατάθεση και ενσωμάτωση στη βάση δεδομένων της EBU.

Αυτή η τυποποίηση σε ενιαία μορφή με βάση τις ισχύουσες αποφάσεις και συμφωνίες επιτρέπει την εύκολη διακίνηση των δεδομένων μεταξύ κρατών μελών και EBU, την διαρκή ενημέρωση με τα πιο πρόσφατα στοιχεία των βάσεων δεδομένων και, το σημαντικότερο, την παραγωγή αξιόπιστων στοιχείων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας στις συζητήσεις και διαπραγματεύσεις μεταξύ των κρατών για θέματα συντονισμού, μιας και έχουν προκύψει από εφαρμογή προσυμφωνημένων και έγκυρων μεθόδων, όπως περιγράφονται στις αποφάσεις του Chester '97.

Για περαιτέρω διευκόλυνση και ομοιομορφία, το COCOT 5 περιέχει ως συνοδευτική εφαρμογή έναν πλήρη γεωφυσικό ψηφιακό χάρτη της Ευρώπης κατά το πρότυπο γεωγραφικής απεικόνισης GTOPO 30. Η χρήση αυτού του χάρτη δεν είναι υποχρεωτική για τη λειτουργία του προγράμματος, οποιοσδήποτε ψηφιακός

χάρτης της ίδιας ή μεγαλύτερης ευκρίνειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Ακόμη, ο παραπάνω χάρτης δεν χρησιμοποιείται αποκλειστικά στα πλαίσια των διαφόρων προγραμμάτων του COCOT, αλλά μπορεί χρησιμοποιηθεί για την ανεξάρτητη εκτέλεση πλήθους βοηθητικών γεωγραφικών μετρήσεων και απεικονίσεων.

Μία αδυναμία του προγράμματος είναι ότι αν και έχει δυνατότητα απεικόνισης της περιοχής ραδιοκάλυψης ενός πομπού, η δυνατότητα αυτή δίνει προσεγγιστικά έως εντελώς ενδεικτικά αποτελέσματα σε περιοχές με έντονη μορφολογία εδάφους, συνήθως υπερεκτιμώντας τις δυνατότητες το πομπού. Έτσι, το COCOT δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σχεδιασμό δικτύου και υπολογισμό ραδιοκάλυψης, παρά μόνον σε σχεδόν επίπεδες εκτάσεις. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς ο σκοπός του λογισμικού είναι η μελέτη των πομπών ως προς τις μεταξύ τους παρεμβολές, και όχι ο σχεδιασμός δικτύου, που άλλωστε είναι διαδικασία που απαιτεί προσεκτική μελέτη των ιδιοτεροτήτων κάθε περιοχής, και ξεφεύγει από το σκοπό του COCOT.

Κεφάλαιο 4 --- Αναλυτική παρουσίαση του COCOT 5.

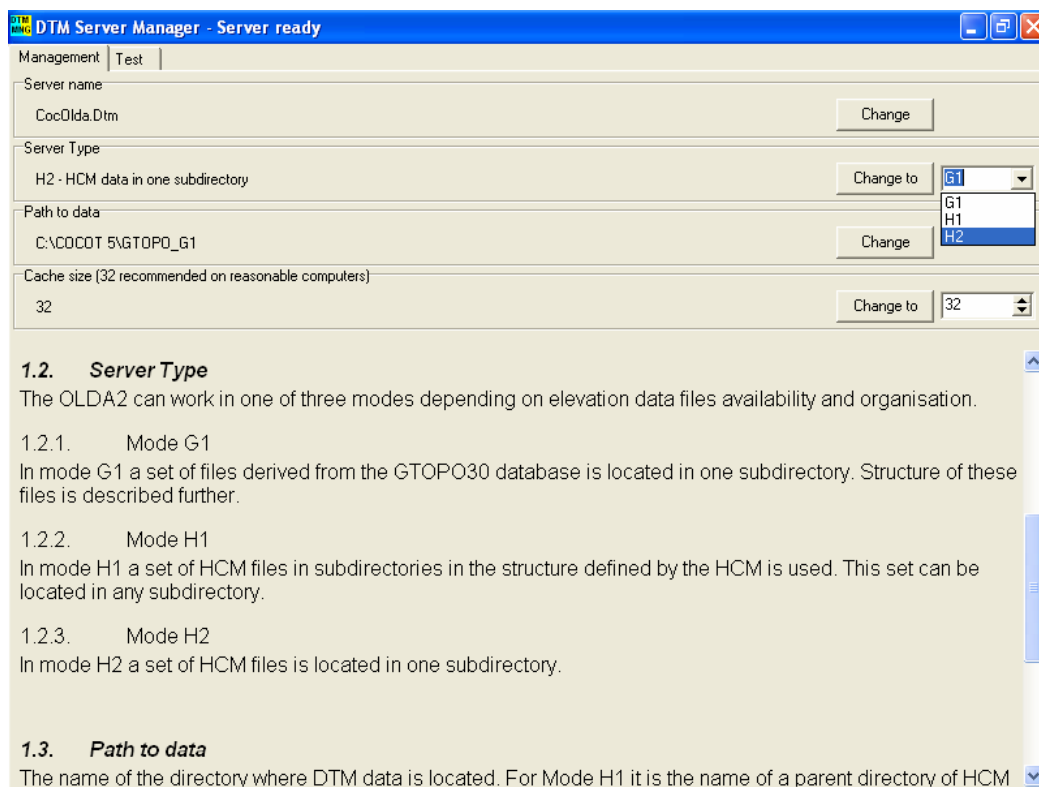
Στο κεφάλαιο αυτό θα δοθεί μια αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους τμημάτων του πακέτου λογισμικού COCOT 5 με απεικονίσεις και επεξήγηση των βασικότερων λειτουργιών. Το πακέτο χωρίζεται σε 3 ομάδες προγραμμάτων αλληλένδετες μεταξύ τους : τον ψηφιακό χάρτη OLDA2, τα καθεαυτά προγράμματα υπολογισμού CTP 2.6 και τέλος έναν αριθμό βοηθητικών προγραμμάτων διαχείρισης δεδομένων και μορφοποίησης αποτελεσμάτων.

4.1 Ψηφιακός χάρτης OLDA2

Το πακέτο OLDA 2 (OLE DTM Automation Server) αναλαμβάνει τη διασύνδεση των υπολογιστικών εφαρμογών του λογισμικού με έναν ανεξάρτητο κατά τα άλλα ψηφιακό χάρτη της Ευρώπης σχεδιασμένο κατά το ψηφιακό πρότυπο γεωφυσικής απεικόνισης GTOPO 30. Με την χρήση ανεξάρτητου χάρτη εξασφαλίζεται η συμβατότητα των εφαρμογών μεταξύ χρηστών που τυχόν χρησιμοποιούν διαφορετικούς ψηφιακούς χάρτες, καθώς και η δυνατότητα ενημέρωσης και αναβάθμισης του χάρτη χωρίς αυτό να έχει καμία επίδραση στις υπολογιστικές εφαρμογές. Ακόμη, η ανεξαρτησία αυτή δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης πλήθους βοηθητικών γεωγραφικών εφαρμογών, που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

4.1.1 DTM Server Manager

Πρόκειται για το εργαλείο εγκατάστασης του ψηφιακού χάρτη, όπου εισάγονται η θέση των απαραίτητων αρχείων και ο τρόπος ταξινόμησής τους. Περιέχει ακόμα μια διαγνωστική εφαρμογή για την ορθότητα των παραπάνω.

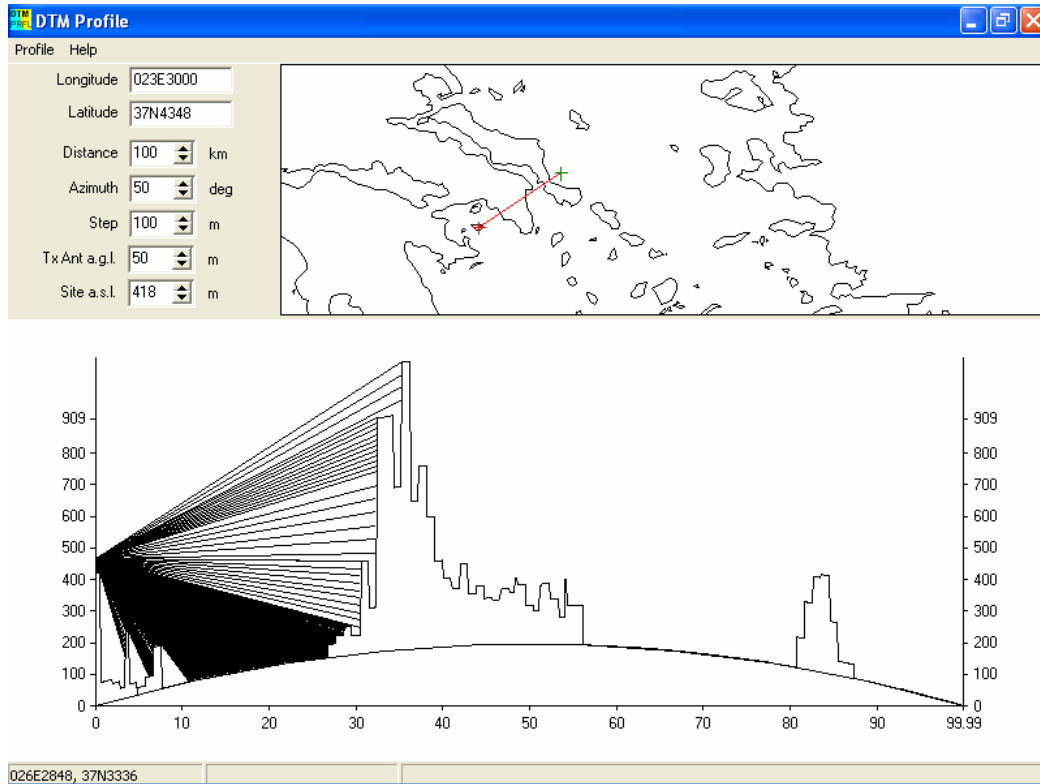


Εικόνα 4.1 -- DTM Server Manager

4.1.2 DTM Profile

Η εφαρμογή αυτή δίνει την κάθετη τομή της εδαφικής μορφολογίας ξεκινώντας από σημείο που εισάγεται από το χρήστη. Ο χρήστης πέρα από τις συντεταγμένες του σημείου εκκίνησης εισάγει την κατεύθυνση κατά την οποία θα σχεδιαστεί η τομή, καθώς και τη μέγιστη απόσταση που θα φτάσει η απεικόνιση. Ακόμη, σχεδιάζεται η οπτική επαφή που θα είχε ένας πομπός τοποθετημένος στο σημείο εκκίνησης σε δεδομένο από τον χρήστη ύψος. Στον χάρτη φαίνονται τα δύο σημεία

(εκκίνησης και μέγιστης απόστασης) καθώς και η ευθεία που τα ενώνει κατά μήκος της οποίας και σχεδιάζεται η τομή.

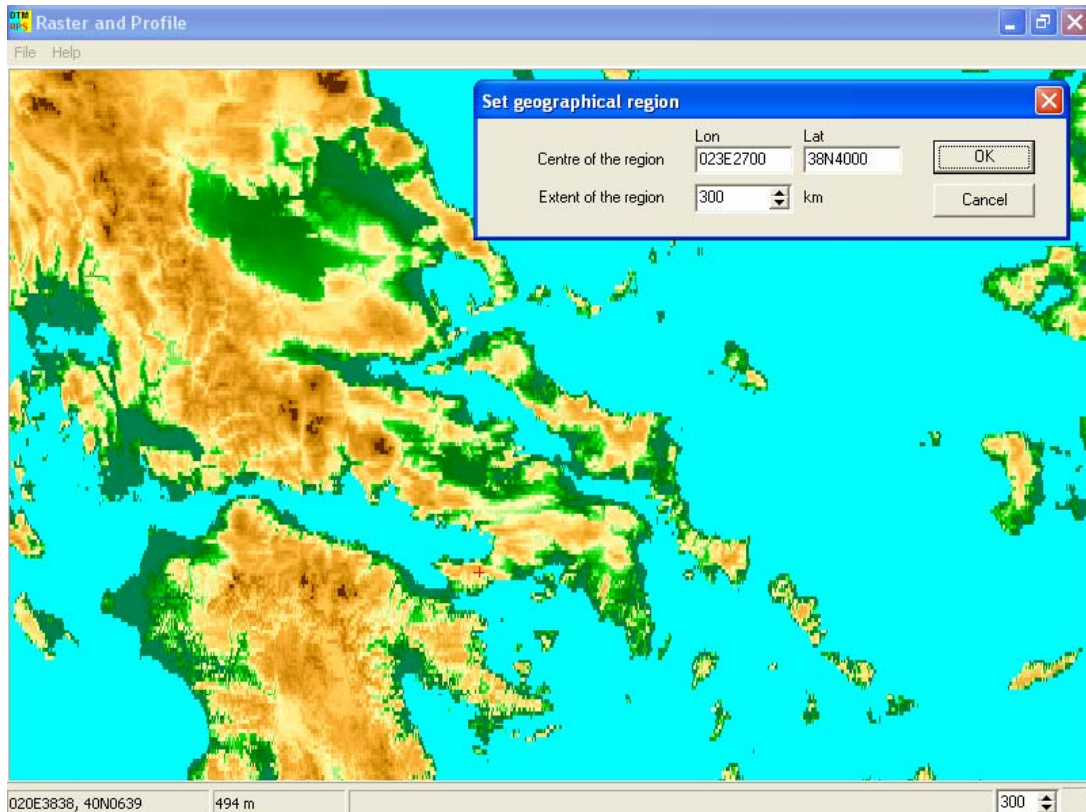


Εικόνα 4.2 -- DTM Profile

Στην Εικόνα 4.2 φαίνεται η τομή του εδάφους για σημείο εκκίνησης το υψηλότερο σημείο της νήσου Αίγινας για 100 km κατά διεύθυνση αζιμουθίου 50° . Φαίνεται ακόμα η περιοχή που «βλέπει» ένας πομπός τοποθετημένος σε αυτό το σημείο σε ύψος 50 m πάνω από το έδαφος. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πεδίο εισαγωγής υψομέτρου του σημείου εκκίνησης συμπληρώνεται αυτόματα από τα στοιχεία του ψηφιακού χάρτη, υπάρχει όμως η δυνατότητα αλλαγής από το χρήστη, για να μπορούν να αντιμετωπιστούν τυχόν ανακρίβειες στα δεδομένα του χάρτη.

4.1.3 Raster and Profile

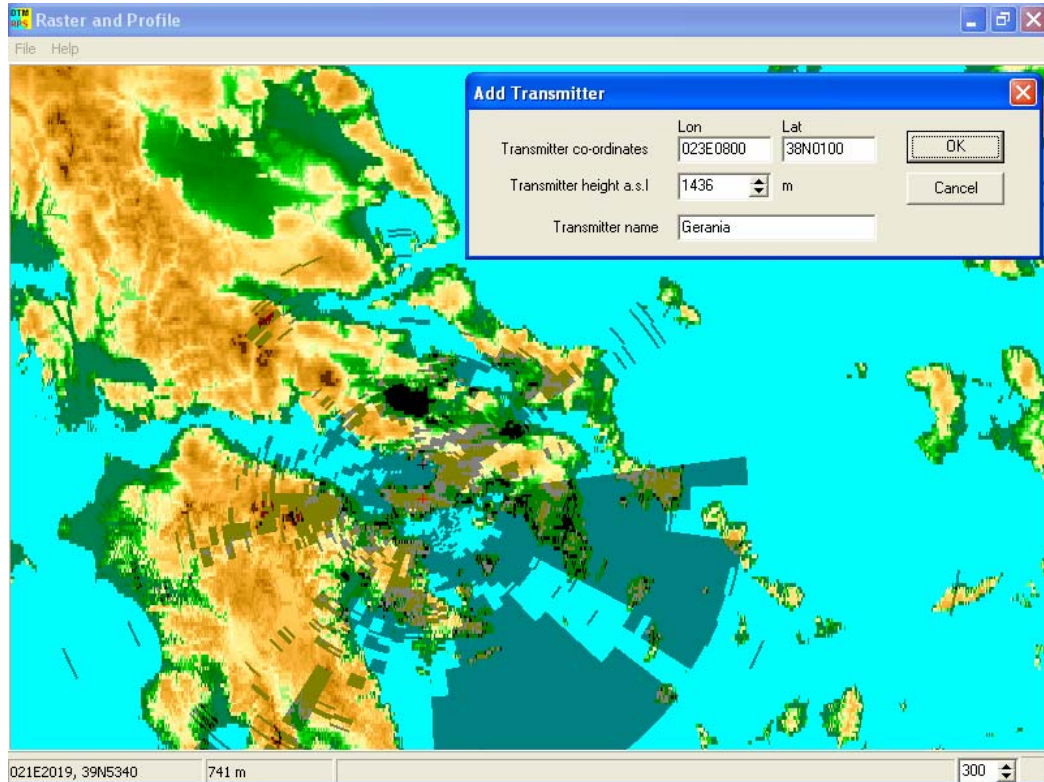
Η εφαρμογή αυτή σχεδιάζει τον γεωφυσικό χάρτη μίας περιοχής δίνοντας το κεντρικό σημείο και την απόσταση σε km γεωγραφικού μήκους που θα σχεδιαστεί.



Εικόνα 4.3 -- Raster and Profile

Στην Εικόνα 4.3 φαίνεται ο γεωφυσικός χάρτης με κέντρο το σημείο με συντεταγμένες $23^{\circ}27' E$ και $38^{\circ}40' N$ (Χαλκίδα) και έκταση 300 km γεωγραφικού μήκους.

Στη συνέχεια ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει σε οποιαδήποτε θέση και υψόμετρο έναν ή περισσότερους πομπούς και να σχεδιαστεί στο χάρτη σκιασμένη η περιοχή οπτικής επαφής του. Στην εικόνα 4 που ακολουθεί φαίνεται η οπτική επαφή πομπού τοποθετημένου στα Γεράνεια Κορινθίας και σε ύψος 1436 m.

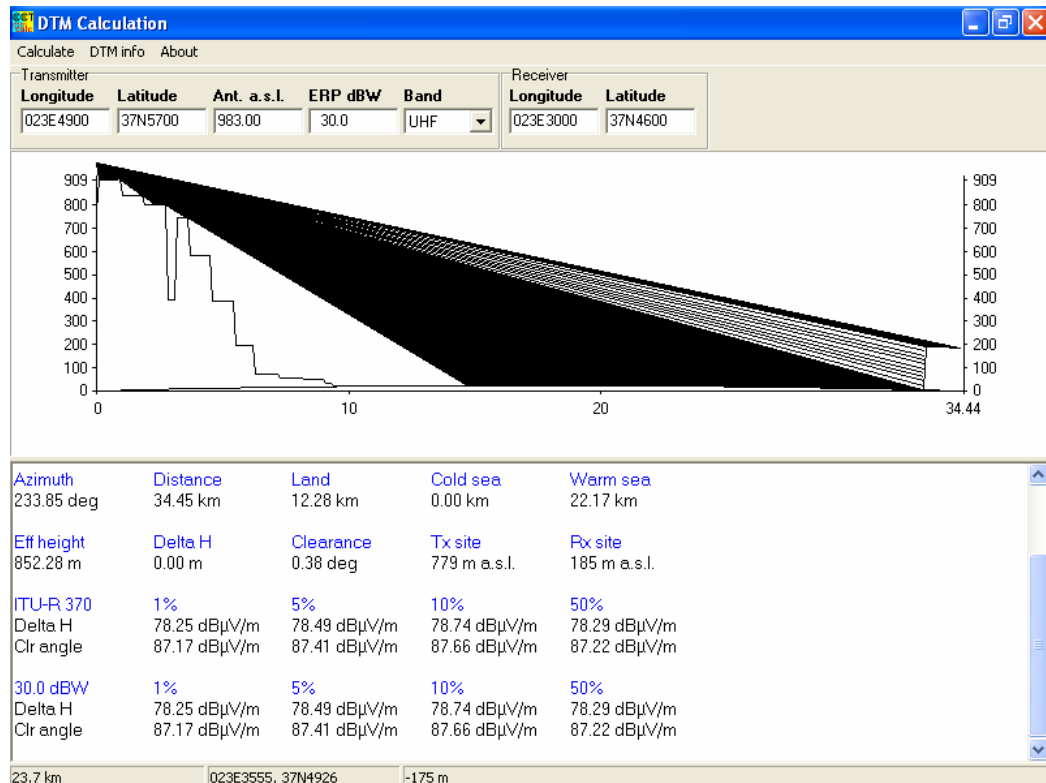


Εικόνα 4.4 -- Raster & Profile Visibility

4.1.4 DTM Calculation

Η εφαρμογή DTM Calculation επιτρέπει τον απευθείας υπολογισμό της έντασης του πεδίου ενός πομπού σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη για 1%, 5%, 10% και 50% του χρόνου. Έτσι μπορεί να εκτιμηθεί η επίδραση του πομπού στο σημείο λήψης τόσο ως επιθυμητό σήμα όσο και ως παρεμβολή.

Ο χρήστης εισάγει τις συντεταγμένες των σημείων εκπομπής και λήψης, το ύψος και την ισχύ του πομπού καθώς και την περιοχή συχνοτήτων του εκπεμπόμενου σήματος. Σχεδιάζεται το γεωφυσικό προφίλ της τομής του εδάφους κατά το επίπεδο πομπού – δέκτη, η οπτική επαφή του πομπού και δίνεται η ένταση του πεδίου στο δέκτη για τα προαναφερθέντα ποσοστά χρόνου. Στην Εικόνα 5 που ακολουθεί έχει γίνει εφαρμογή για πομπό 30 dbW (1 kW) στην τυπική θέση εκπομπής τηλεοπτικών κεραιών στον Υμηττό, ενώ το σημείο λήψης είναι το υψηλότερο σημείο της Αίγινας.



Εικόνα 4.5 -- DTM Calculation

4.2 Συλλογή προγραμμάτων υπολογισμών

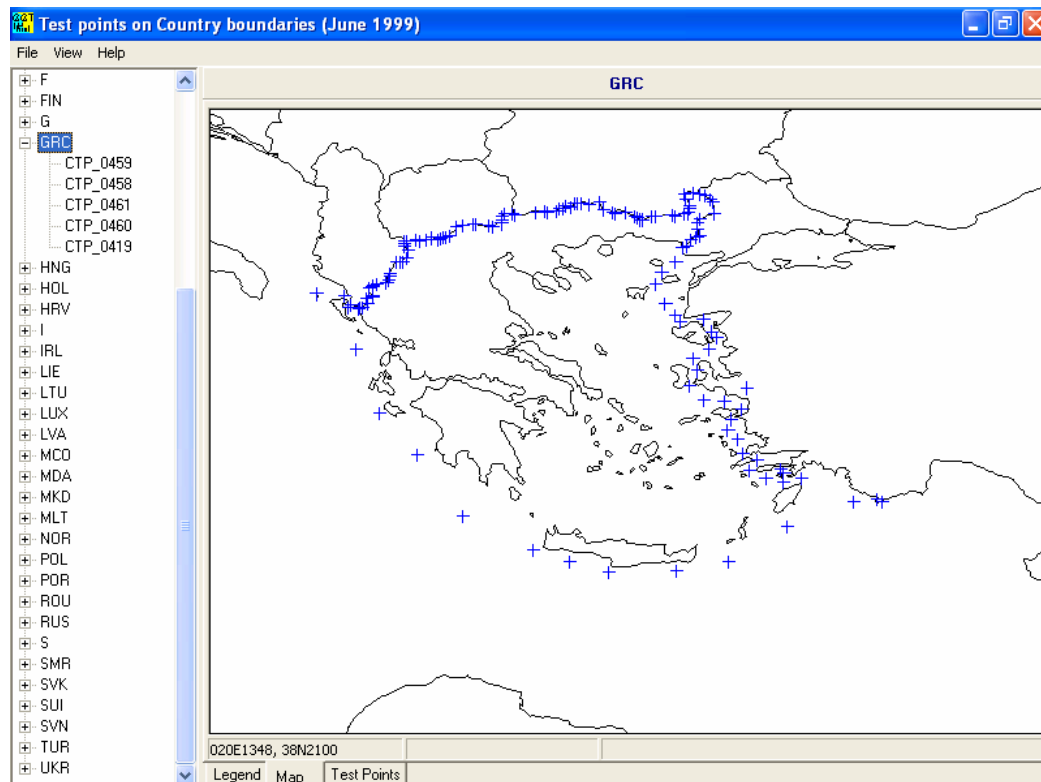
Η ενότητα αυτή αναφέρεται στα καθεαυτό λογισμικά υπολογισμών. Εκτός από το κύριο πρόγραμμα CTP 2.6 που αναλαμβάνει τον υπολογισμό των Test Points, έννοια που θα επεξηγηθεί παρακάτω, στο πακέτο COCOT υπάρχουν και άλλα συνοδευτικά προγράμματα που επιτελούν πλήθος συμπληρωματικών και βοηθητικών λειτουργιών.

4.2.1 Έννοια των «Test Points»

Test Point ονομάζεται ένα γεωγραφικό σημείο, καθοριζόμενο από τις συντεταγμένες του, για οποίο συντρέχουν συγκεκριμένες προϋποθέσεις ως προς τη θέση του και την ένταση των διαφόρων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων εκεί. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι χρήσης των Test Points : Στο συντονισμό μεταξύ δυο κρατών τα Test Points είναι δεδομένα σημεία στα σύνορα της χώρας όπου

ενδιαφέρει η ένταση του πεδίου ενός πομπού να μην ξεπερνάει κάποιο όριο, ώστε να μην παρεμβάλλει στο εξωτερικό. Στη μελέτη ενός πομπού, τα Test Points που υπολογίζονται ικανοποιούν τις απαιτήσεις του χρήστη, όπως περιοχή κάλυψης σε ιδανικές συνθήκες, περιοχή κάλυψης παρουσία παρεμβολών κ.ο.κ.. Η έκφραση όλων των αποτελεσμάτων σε TP και η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα για περαιτέρω υπολογισμούς, ουσιαστικά καθιστούν τα TP το βασικό τρόπο διακίνησης πληροφορίας μεταξύ των τμημάτων του λογισμικού, όπως άλλωστε θα φανεί και στις επόμενες ενότητες.

4.2.2 Test Points on Country Boundaries



Εικόνα 4.6 -- Test points on Country Boundaries – Map

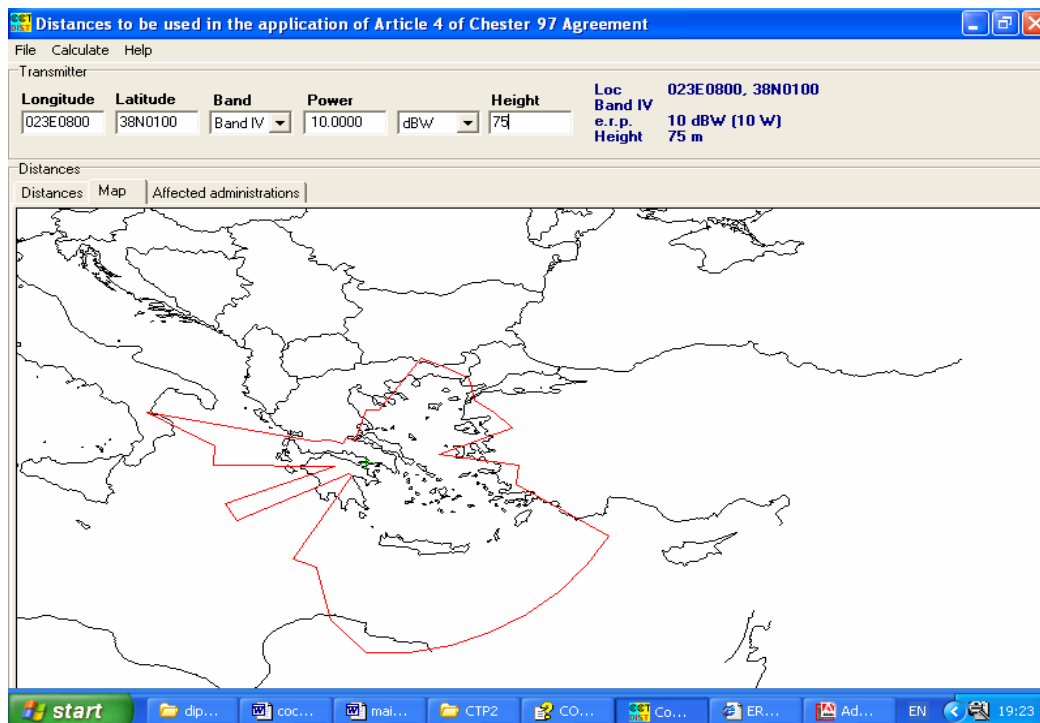
Το πρόγραμμα αυτό δίνει τα Test Points στα σύνορα όλων των ευρωπαϊκών κρατών, όπως έχουν καθοριστεί από την EBU και έχουν καταχωρηθεί στη βάση δεδομένων της. Τα Test Points απεικονίζονται στον χάρτη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.2.1 και δίνονται οι συντεταγμένες τους, όπως στην Εικόνα 4.2.2 που ακολουθεί. Ακόμη δίνεται η δυνατότητα οι συντεταγμένες να εξαχθούν σε αρχείο

κειμένου, καθώς και να προστεθούν επιπλέον σημεία από το χρήστη. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα έχει ολοκληρωθεί τον Ιούνιο του 1999, αλλά μιας και τα όρια των ευρωπαϊκών κρατών δεν έχουν υποστεί μεταβολές την τελευταία δετία, τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν ανακρίβειες.

#	Lon	Lat
0	020E5859	40N5124
1	020E5903	40N4836
2	020E5823	40N4556
3	021E0230	40N4129
4	021E0141	40N3314
5	020E5724	40N2854
6	020E5339	40N2827
7	020E5008	40N2754
8	020E4242	40N1542
9	020E4300	40N1300
10	020E4050	40N0803
11	020E3924	40N0529
12	020E2836	40N0356
13	020E2509	40N0320
14	020E2344	40N0038
15	020E2008	39N5939
16	020E2335	39N5151
17	020E2447	39N4912
18	020E1753	39N4837
19	020E1815	39N4305
20	020E1318	39N3906
21	020E0942	39N3905
22	020E0033	39N4130
23	020E0857	39N3709
24	019E5800	39N3900
25	019E5246	39N5100
26	019E2212	39N5324
27	020E0633	38N5324
28	027E1309	38N1121
29	020E3036	37N4236
30	021E1309	36N5736
31	022E0333	35N5133
32	023E2021	35N1345
33	023E5848	35N0112

Εικόνα 4.7 -- Test points on Country Boundaries - TP Listing

4.2.3 Coordination Distances



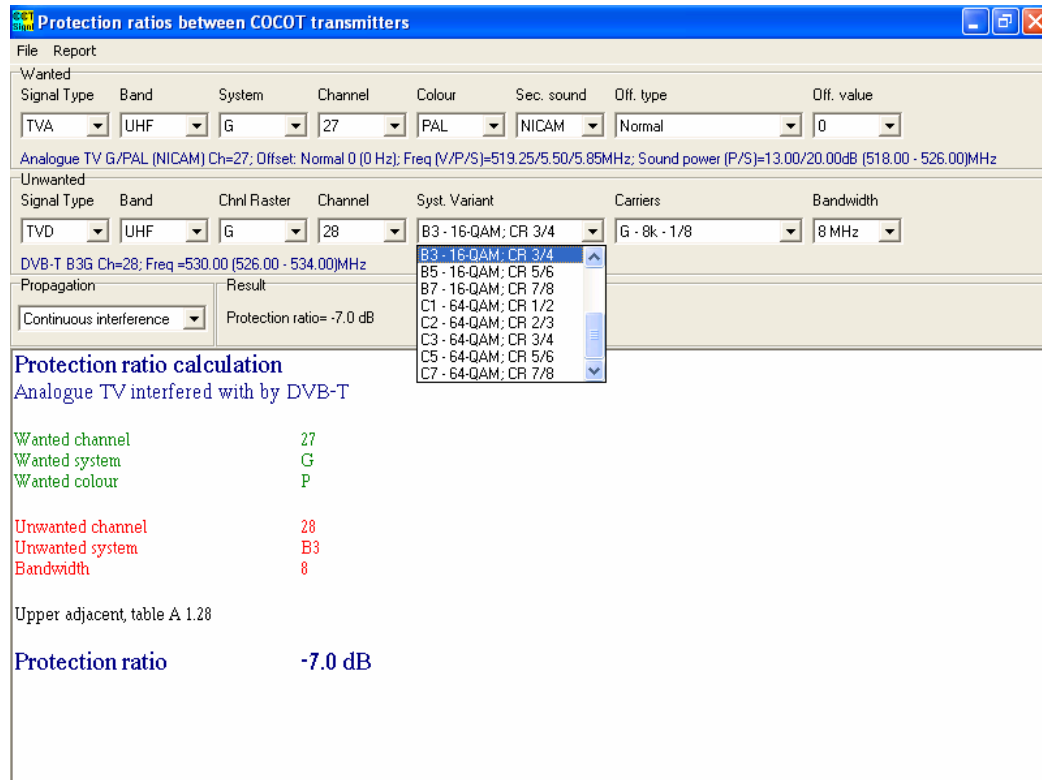
Εικόνα 4.8 -- Coordination Distances

Η εφαρμογή αυτή σχεδιάζει στο χάρτη τις μέγιστες αποστάσεις μέσα στις οποίες δύναται να προκαλέσει παρεμβολές ένας πομπός, όπως ορίζονται από το Παράρτημα 7 αναφορικά με το Άρθρο 4 της συμφωνίας Chester '97. Ο χρήστης εισάγει τη θέση του πομπού, το υψόμετρο εγκατάστασης και την ισχύ εκπομπής, και έχει εποπτική εικόνα στο χάρτη σχετικά με ποιά όμορα κράτη είναι δυνατόν να «ενοχλεί» ο πομπός.

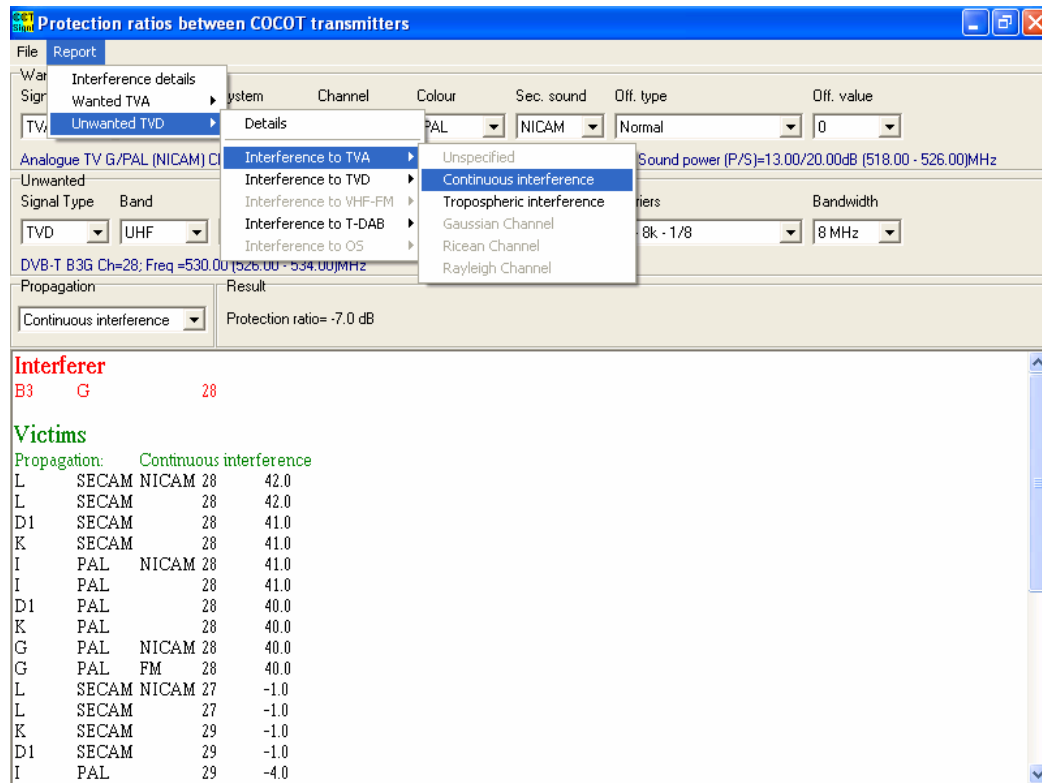
4.2.4 Protection ratios between COCOT Transmitters

Σε αυτή την εφαρμογή ο χρήστης εισάγει δύο σήματα, ένα καθορισμένο ως επιθυμητό και ένα ως παρεμβάλλον, και το πρόγραμμα υπολογίζει την απαραίτητη σχέση της έντασης του επιθυμητού ως προς το παρεμβάλλον σήμα σε db, ώστε να μην διαταράσσεται η λήψη. Το πρόγραμμα δέχεται ως δεδομένα οποιαδήποτε σήματα αναλογικής τηλεόρασης, ψηφιακής τηλεόρασης, ψηφιακού ραδιοφώνου T-DAB, ήχου FM, και γενικευμένη εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης

υπηρεσίας αρκεί να είναι γνωστή η συχνότητα εκπομπής. Στη συνέχεια υπολογίζεται η προαναφερθείσα αναλογία έντασης, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα εντοπισμού όλων των γειτονικών καναλιών που ενδέχεται να χρειαστούν προστασία από το σήμα που έχει ορισθεί ως ανεπιθύμητο.



Εικόνα 4.9 -- Protection ratios between COCOT transmitters



Εικόνα 4.10 -- Protection Ratios, Interference to TVA

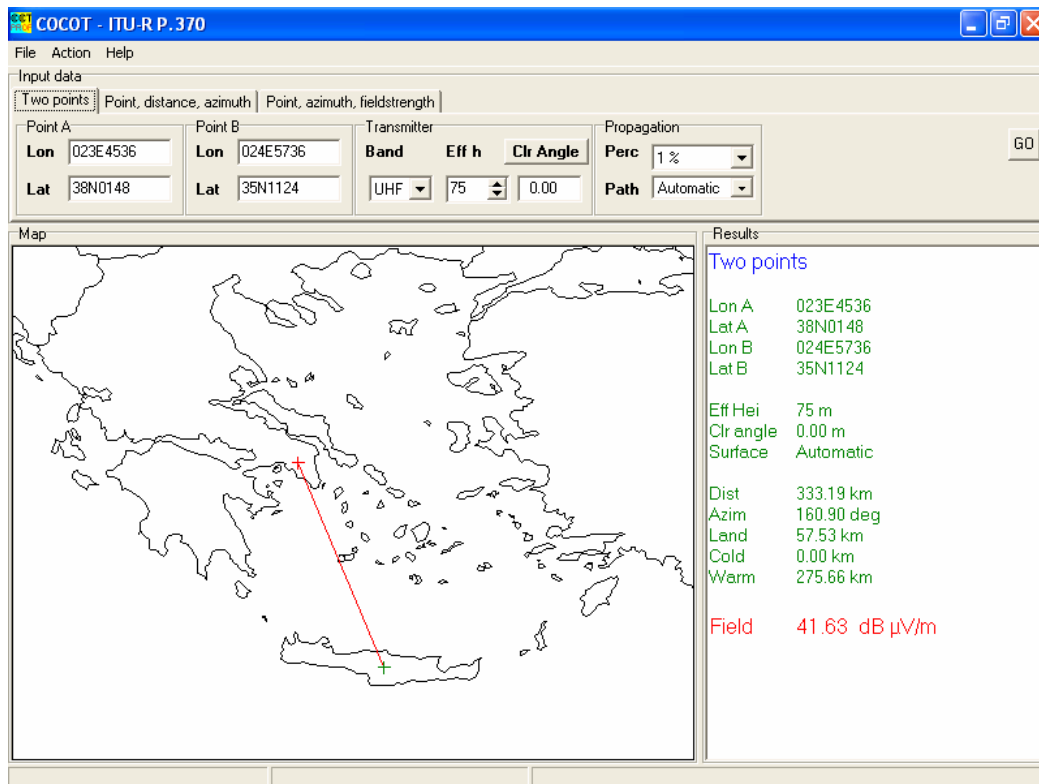
4.2.5 ITU-R P.370 Propagation Utility

Το βοηθητικό αυτό πρόγραμμα εφαρμόζει τον αλγόριθμο υπολογισμού διάδοσης H/M κύματος που περιγράφεται από τη σύσταση ITU-R P.370. Υπάρχουν 3 διαφορετικοί τρόποι χρήσης του προγράμματος, που διαφοροποιούνται ως προς ποιά είναι τα δεδομένα και ποιά τα ζητούμενα.

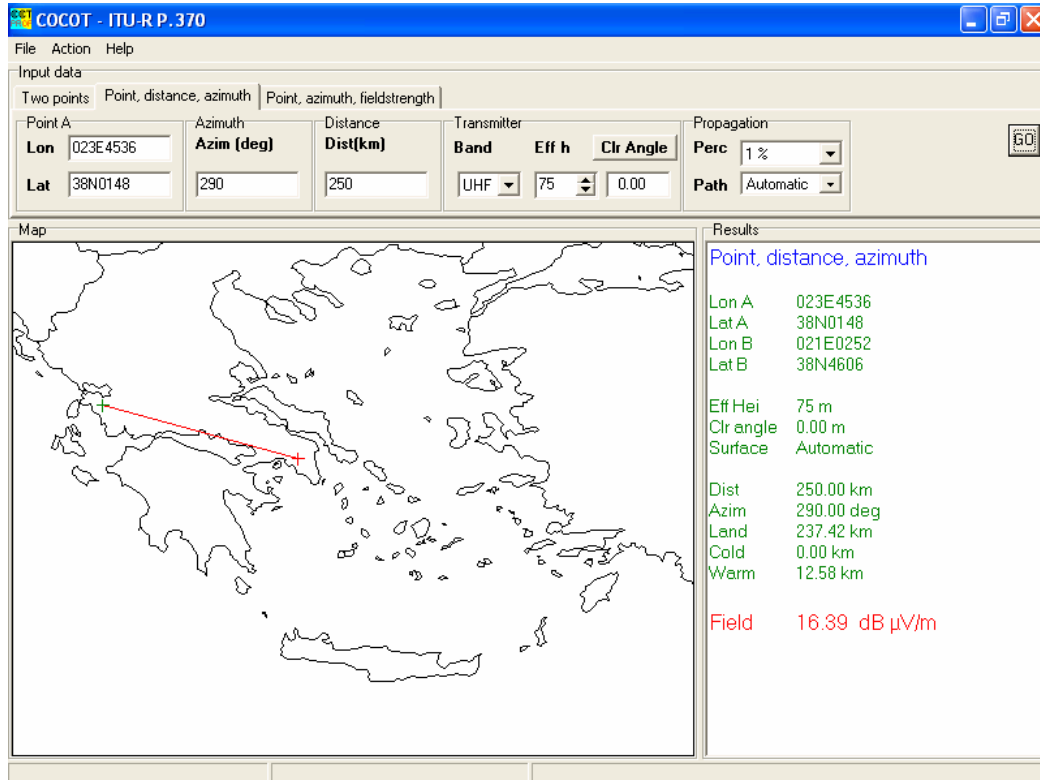
Σε κάθε περίπτωση ο χρήστης εισάγει την περιοχή συχνοτήτων και το ύψος του πομπού, καθώς και το ποσοστό του χρόνου όπου το πεδίο υπερβαίνει το υπολογιζόμενο. Δίνεται έτσι η δυνατότητα να αντιμετωπιστεί ο πομπός είτε ως επιθυμητός με υπέρβαση στάθμης για 50% του χρόνου, είτε ως πηγή παρεμβολών, με υπέρβαση για 1% του χρόνου. Στη συνέχεια το πρόγραμμα δίνει τις εξής επιλογές :

- Εισαγωγή σημείων εκπομπής και λήψης, υπολογισμός πεδίου στο τελευταίο.
- Εισαγωγή σημείου εκπομπής, κατεύθυνσης και απόστασης, υπολογισμός πεδίου στο σημείο που προκύπτει.
- Εισαγωγή σημείου εκπομπής, κατεύθυνσης και έντασης πεδίου, εντοπισμός σημείου που λαμβάνει την ένταση αυτή.

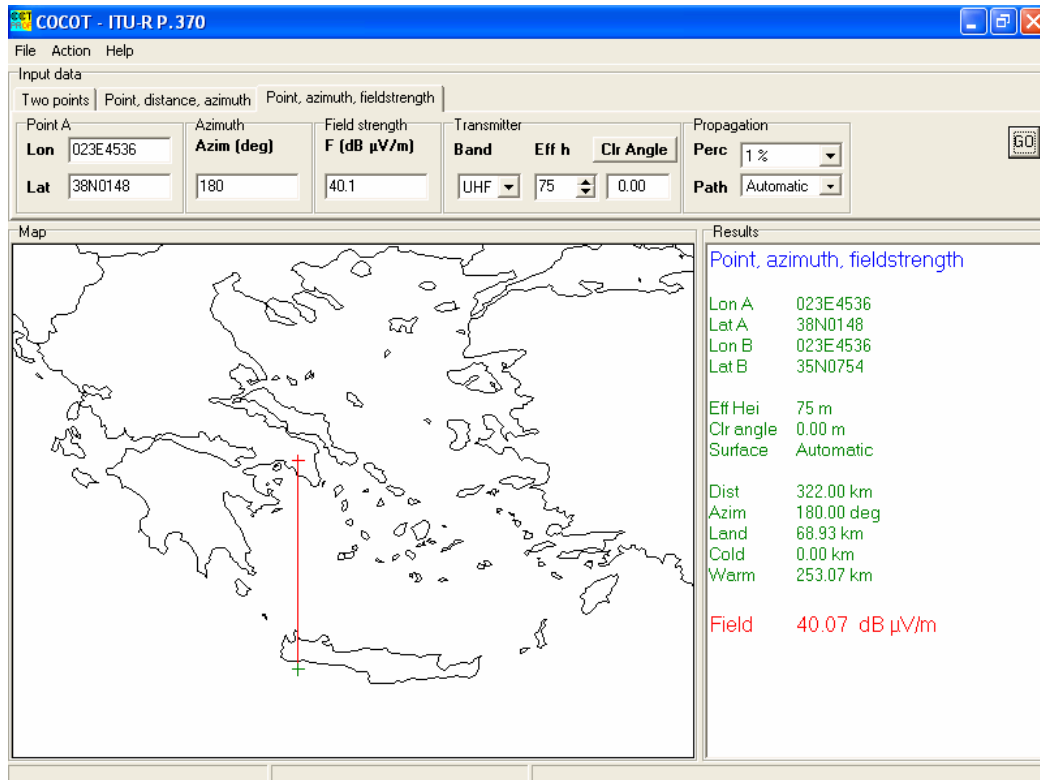
Οι εικόνες που ακολουθούν δείχνουν αντίστοιχα τις παραπάνω λειτουργίες.



Εικόνα 4.11 -- Propagation, Σημεία εκπομπής, λήψης



Εικόνα 4.12 -- Propagation, Σημείο εκπομπής, κατεύθυνση, απόσταση

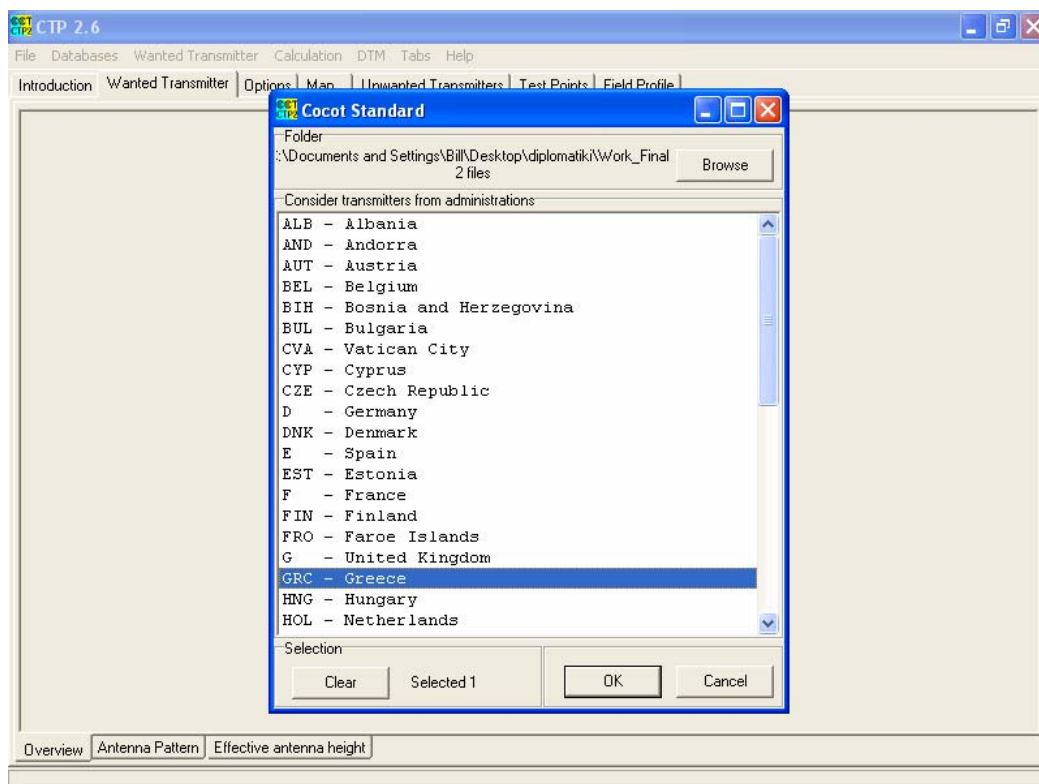


Εικόνα 4.13 -- Propagation, Σημείο εκπομπής, κατεύθυνση, ένταση πεδίου

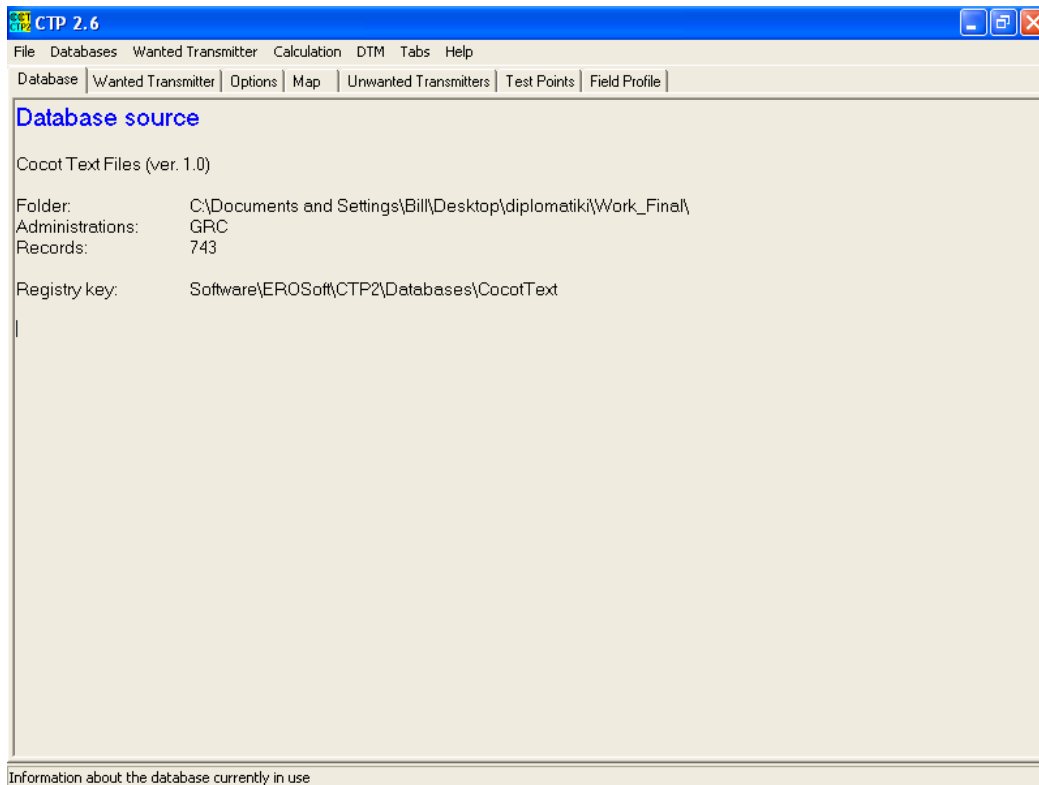
4.2.6 Calculation of Test Points (CTP) 2.6

Πρόκειται για τη σημαντικότερη εφαρμογή που περιέχεται στο πακέτο COCOT 5, αφού το αντικείμενο του CTP είναι η μελέτη ενός πομπού ως προς την αλληλεπίδρασή με τους γείτονές του και η εξαγωγή των Test Points που προκύπτουν από κάθε υπολογισμό.

Αρχικά επιλέγεται η βάση δεδομένων των πομπών οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς. Η βάση δεδομένων αποτελείται από αρχεία τύπου TVA, όπως έχει επεξηγηθεί σε προηγούμενη ενότητα. Υπάρχει η δυνατότητα απομόνωσης από το σύνολο και χρήσης μόνο των στοιχείων εκείνων που αφορούν συγκεκριμένα κράτη, ώστε να διευκολύνονται υπολογισμοί τοπικού χαρακτήρα.

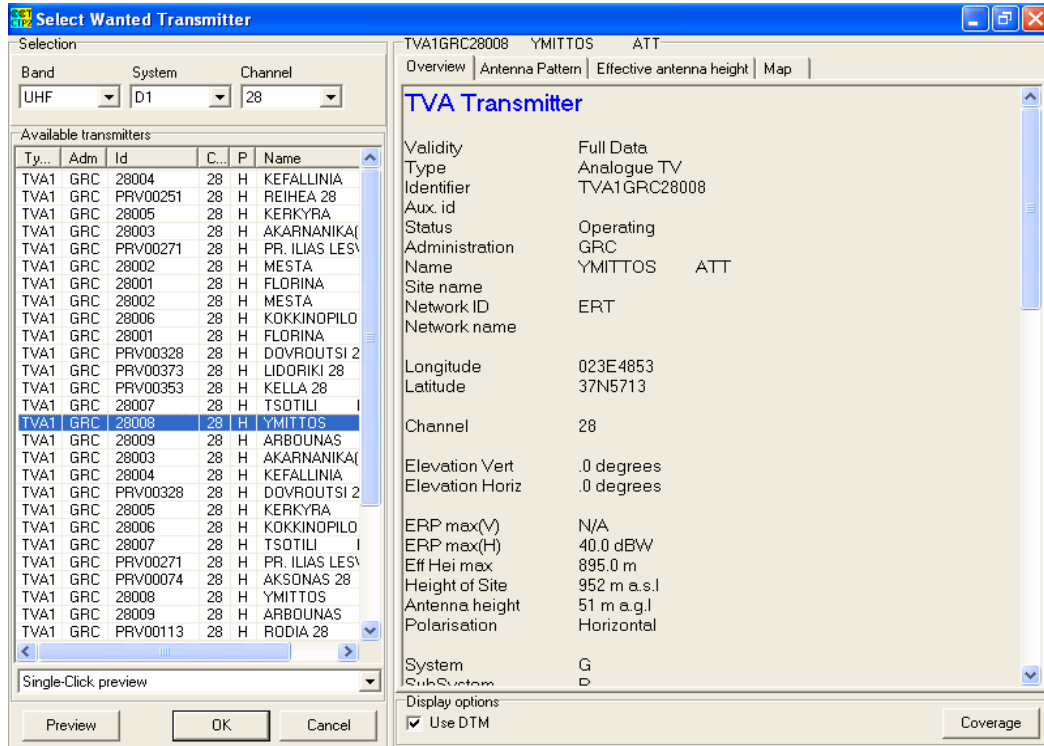


Εικόνα 4.14 – CTP 2.6, Database Setup

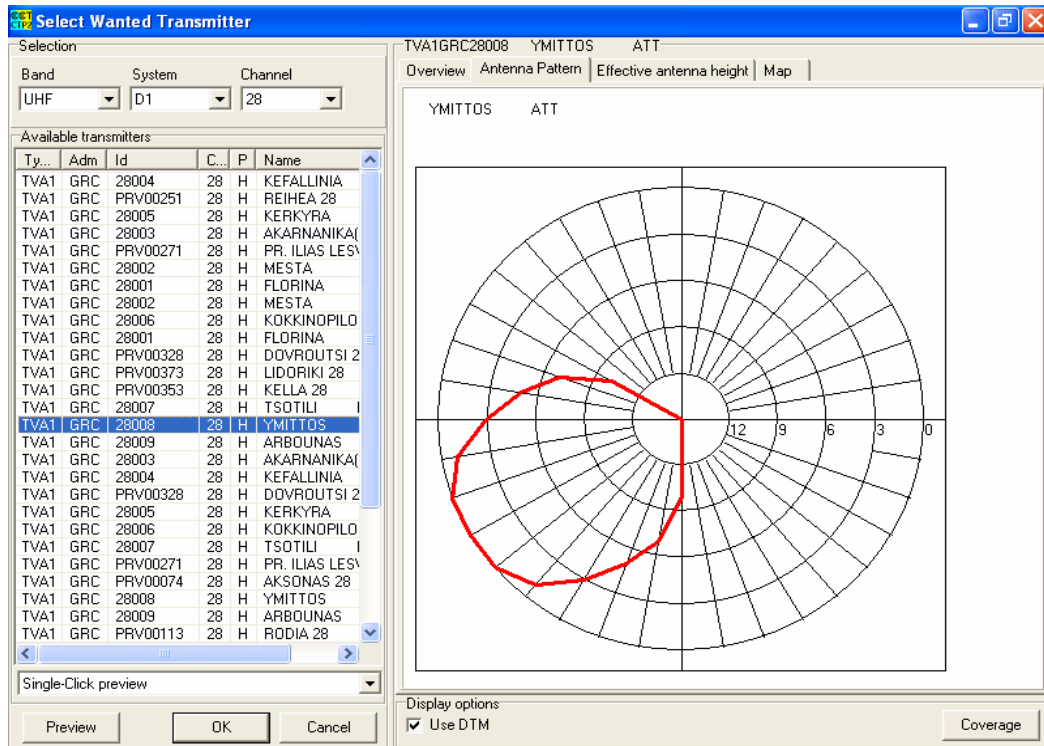


Εικόνα 4.15 – CTP 2.6, Database Status

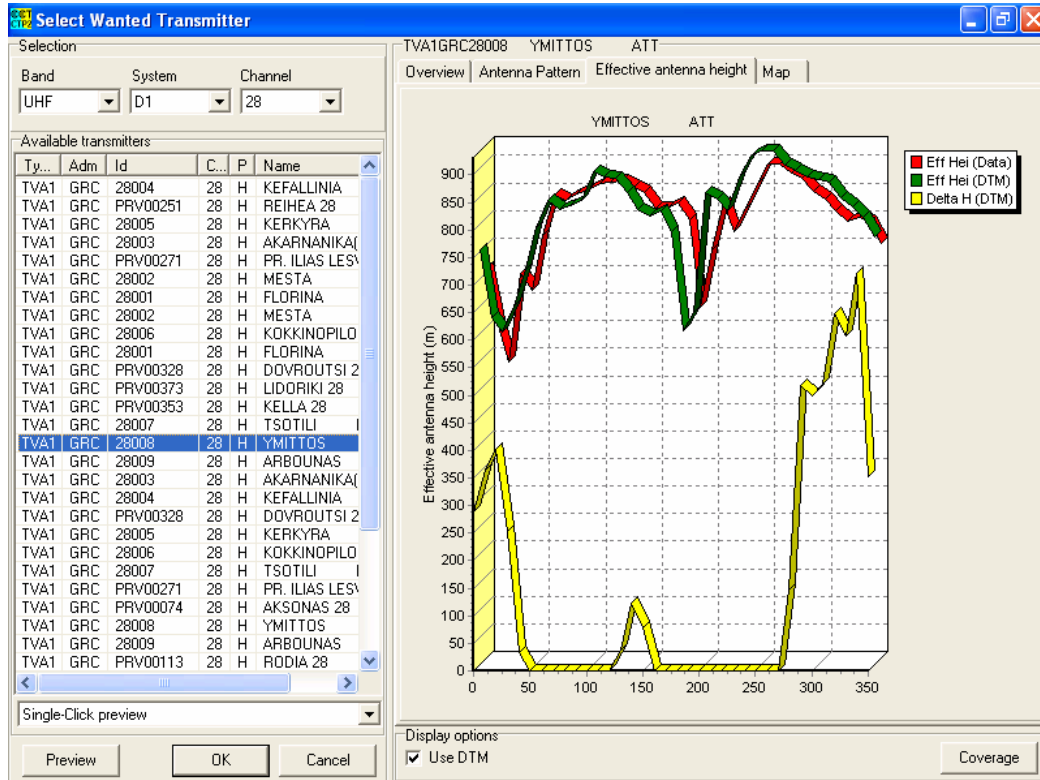
Έχοντας καθορίσει τη βάση δεδομένων, το επόμενο βήμα είναι η επιλογή του προς μελέτη πομπού. Τα στοιχεία της βάσης ταξινομούνται ανά κανάλι εκπομπής και με την επιλογή ενός πομπού εμφανίζονται στο χώρο προεπισκόπησης τα πλήρη στοιχεία του και σχηματικά το διάγραμμα ακτινοβολίας του, οι παράμετροι Delta Height και Effective Height που θα χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω υπολογισμούς, καθώς και μία εκτίμηση στο χάρτη της περιοχής κάλυψης του πομπού απουσία παρεμβολών.



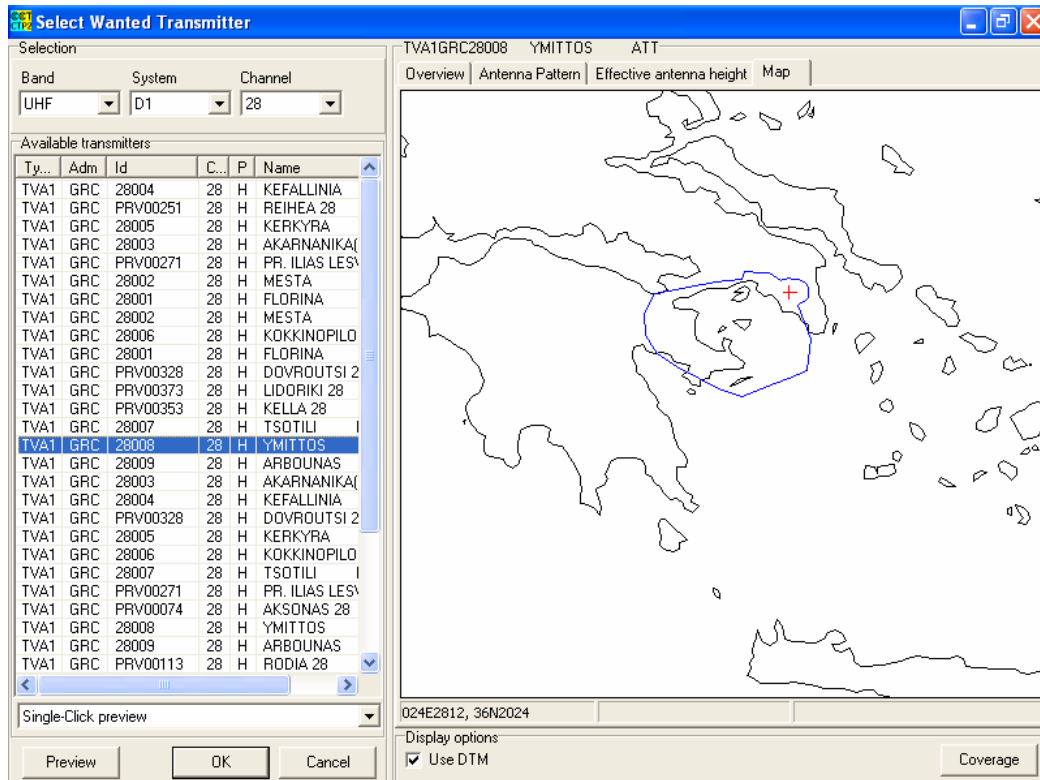
Εικόνα 4.16 – CTP 2.6, Transmitter Overview



Εικόνα 4.17 – CTP 2.6, Antenna Pattern



Εικόνα 4.18 – CTP 2.6, Effective Height, Delta Height

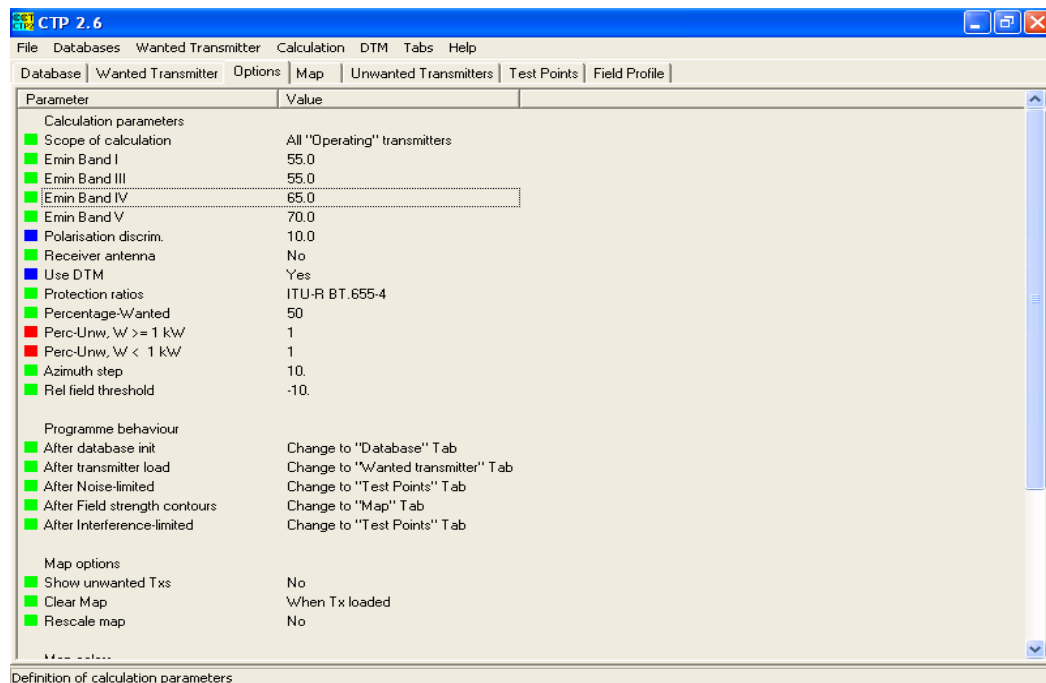


Εικόνα 4.19 – CTP 2.6, Coverage Area

Στη συνέχεια ο χρήστης ορίζει τις παραμέτρους λειτουργίας του προγράμματος μέσω της επιλογής «Options». Εδώ μπορεί να καθοριστεί η ελάχιστη ένταση πεδίου του επιθυμητού σήματος που απαιτείται για κάθε ομάδα συχνοτήτων. Η δυνατότητα να εισαχθεί οποιαδήποτε ελάχιστη τιμή στο πεδίο αυτό επιτρέπει στον χρήστη να ενσωματώσει στους υπολογισμούς τυχόν εξωτερικές επιδράσεις που δεν είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν από το πρόγραμμα, όπως τοπικούς συντελεστές διόρθωσης λόγω αστικού περιβάλλοντος, λειτουργία υπό ακραία καιρικά φαινόμενα κ.α..

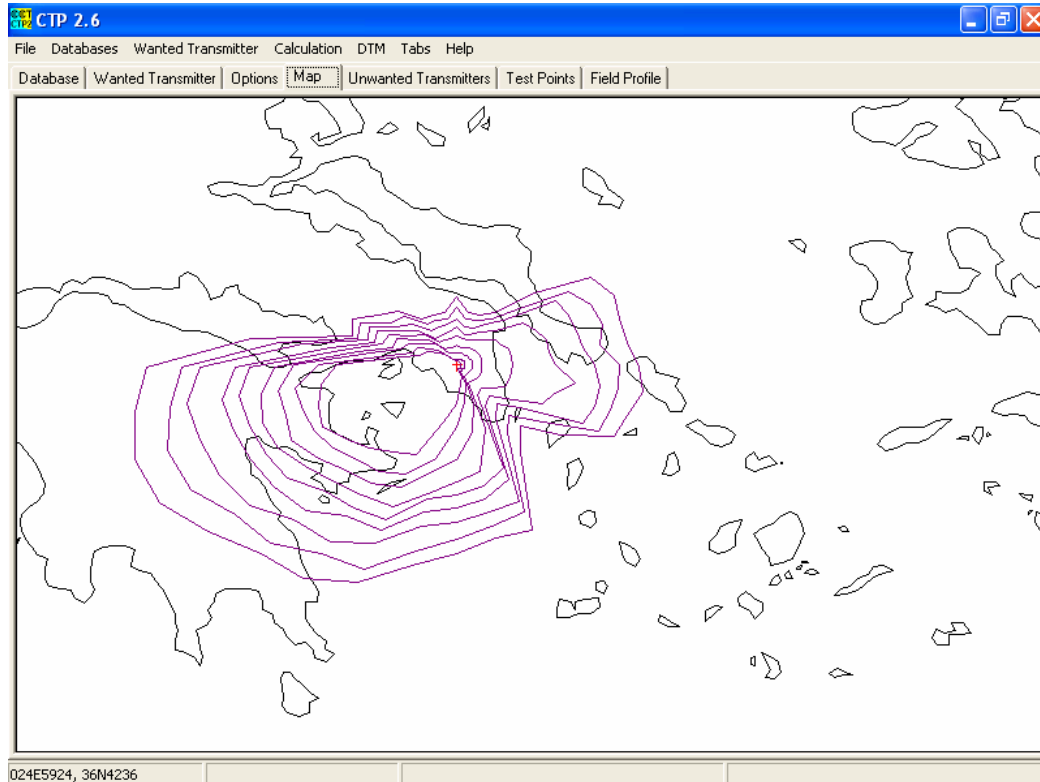
Οι υπόλοιπες επιλογές αφορούν δευτερεύοντα χαρακτηριστικά του προγράμματος, όπως οι συνδυασμοί χρωμάτων που θα εμφανιστούν στο χάρτη, ή οι γραμμές πλέγματος του χάρτη.

Αφού έχει επιλεγεί κάποιος πομπός και έχουν καθοριστεί οι παράμετροι λειτουργίας, εκτελούνται οι διάφοροι υπολογισμοί, τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στο χάρτη και όταν πρόκειται για Test Points καταχωρούνται στον αντίστοιχο χώρο του προγράμματος.



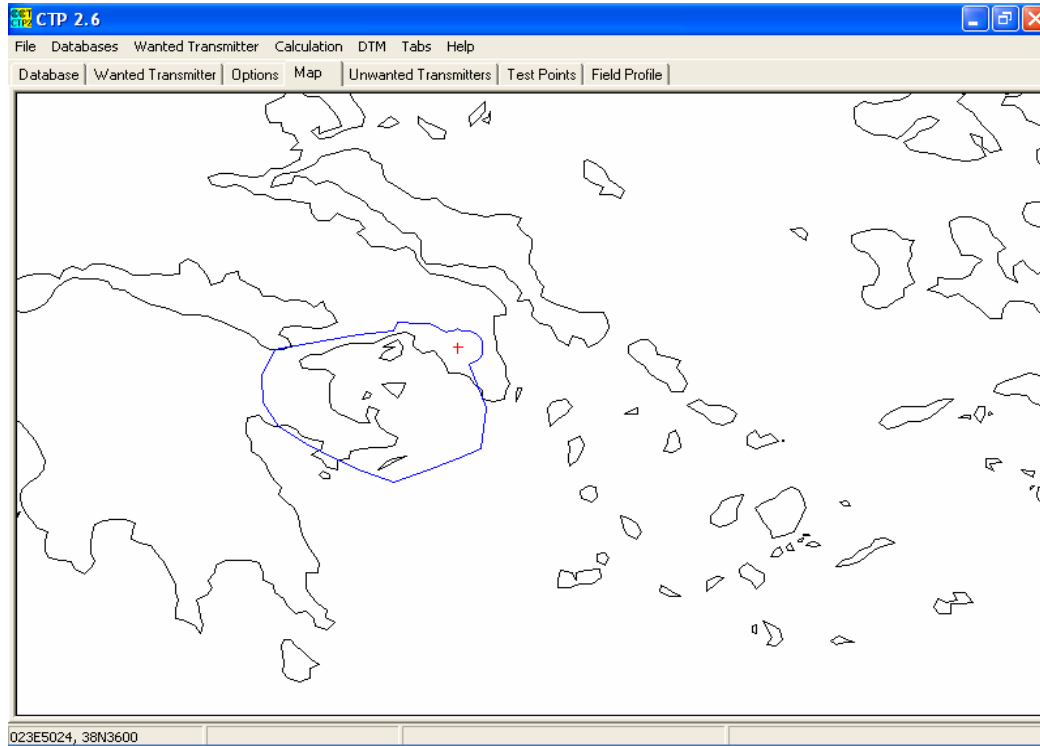
Εικόνα 4.20 – CTP 2.6, Options

Στην επόμενη εικόνα φαίνονται τα επίπεδα στάθμης της έντασης πεδίου του πομπού παρουσία μόνο θορύβου και όχι παρεμβολών, σχεδιασμένα για τιμές 80 – 40 dbμV/m με βήμα 5 db.



Εικόνα 4.21 – CTP 2.6, Field strength contours

Η επιλογή «Calculations → Noise Limited Coverage» υπολογίζει τα Test Points εκείνα στα οποία η ένταση του πεδίου είναι ίση με την ελάχιστη που έχει οριστεί προηγουμένως στις παραμέτρους λειτουργίας (στο συγκεκριμένο παράδειγμα 65 dbμV/m). Υπολογίζονται 36 σημεία ανά διαφορά διεύθυνσης 10° μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται ως περιφέρειες που ενώνει όλα τα σημεία στο χάρτη, και αναλυτικά τα στοιχεία κάθε σημείου καταχωρούνται στην καρτέλα «Test Points».

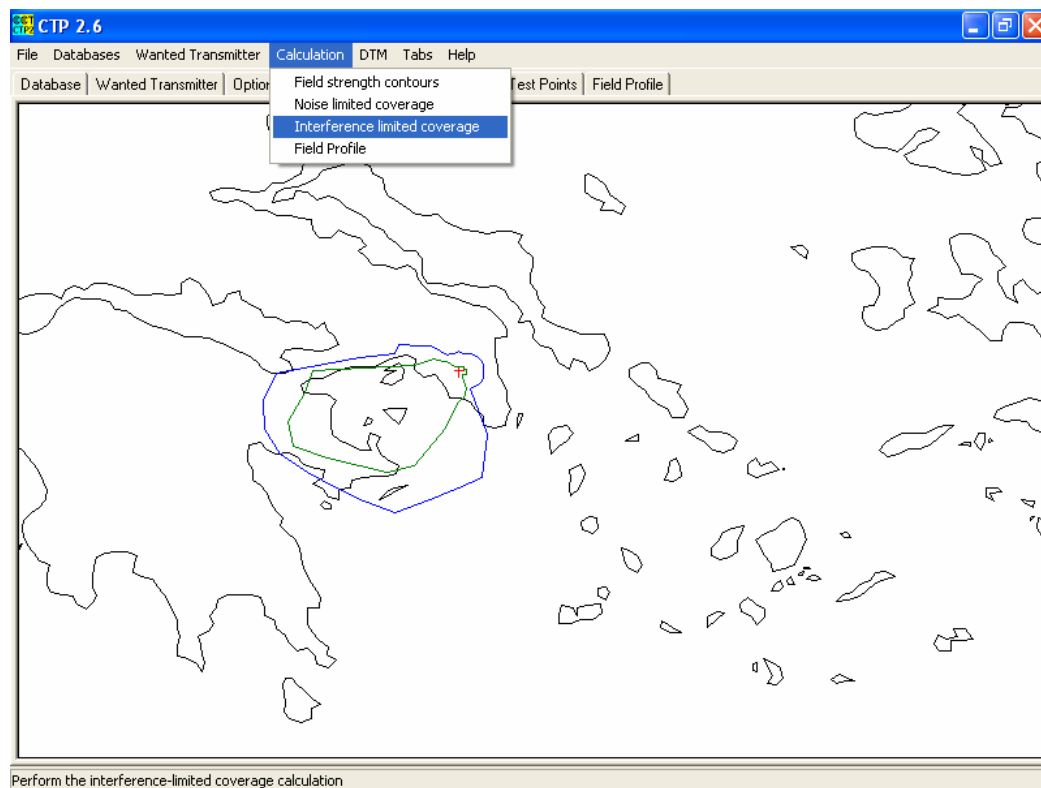


Εικόνα 4.22 – CTP 2.6, Noise Limited Coverage

Ord	TP Lon	TP Lat	Pt fld(TP)	Field(TP)	Dist(w->TP)	Azi...
1	023E4853	38N0317	65.0	65.0	11.2	.0
2	023E5009	38N0256	65.0	65.0	10.8	10.0
3	023E5124	38N0240	65.0	65.0	10.8	20.0
4	023E5244	38N0228	65.0	65.0	11.2	30.0
5	023E5350	38N0152	65.0	65.0	11.3	40.0
6	023E5503	38N0117	65.0	65.0	11.8	50.0
7	023E5551	38N0023	65.0	65.0	11.8	60.0
8	023E5626	37N5922	65.0	65.0	11.7	70.0
9	023E5648	37N5818	65.0	65.0	11.8	80.0
10	023E5655	37N5712	65.0	65.0	11.8	90.0
11	023E5648	37N5606	65.0	65.0	11.8	100.0
12	023E5626	37N5502	65.0	65.0	11.8	110.0
13	023E5550	37N5402	65.0	65.0	11.8	120.0
14	023E5446	37N5318	65.0	65.0	11.3	130.0
15	023E5349	37N5233	65.0	65.0	11.3	140.0
16	023E5243	37N5157	65.0	65.0	11.3	150.0
17	023E5758	37N3725	65.0	65.0	39.0	160.0
18	023E5612	37N2414	65.0	65.0	62.0	170.0
19	023E4853	37N2134	65.0	65.0	66.0	180.0
20	023E4009	37N1751	65.0	65.0	74.0	190.0
21	023E2856	37N1332	65.0	65.0	86.0	200.0
22	023E1941	37N1656	65.0	65.0	86.0	210.0
23	023E1119	37N2132	65.0	65.0	86.0	220.0
24	023E0159	37N2549	65.0	65.0	90.0	230.0
25	022E5327	37N3137	65.0	65.0	94.0	240.0
26	022E4837	37N3935	65.0	65.0	94.0	250.0
27	022E4818	37N4831	65.0	65.0	90.0	260.0
28	022E5243	37N5659	65.0	65.0	82.0	270.0
29	023E1830	38N0122	65.0	65.0	45.0	280.0
30	023E2854	38N0254	65.0	65.0	31.0	290.0
31	023E3027	38N0533	65.0	65.0	31.0	300.0
32	023E3703	38N0501	65.0	65.0	22.5	310.0
33	023E4016	38N0516	65.0	65.0	19.5	320.0
34	023E4511	38N0214	65.0	65.0	10.8	330.0
35	023E4621	38N0240	65.0	65.0	10.8	340.0

Εικόνα 4.23 – Noise Limited Coverage Test Points

Η επιλογή «Calculations → Interference Limited Coverage», που παρουσιάζει και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, λαμβάνει υπόψη και την παρουσία όλων των πομπών που υπάρχουν στη βάση δεδομένων και παρεμβάλλουν στο επιθυμητό σήμα. Σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό παίζει το ποσοστό του χρόνου που θα πρέπει ο παρεμβάλλων πομπός να υπερβαίνει την καθορισμένη στάθμη σήματος, όπως επιλέγεται στις παραμέτρους λειτουργίας. Υπολογίζονται όπως και προηγουμένως 36 σημεία ανά 10° τα οποία και καταχωρούνται στο χώρο «Test Points». Το περίγραμμα που ενώνει αυτά τα σημεία φαίνεται στον χάρτη με πράσινο χρώμα. Η νέα αυτή περιοχή είναι, ως αναμενόμενο, μικρότερη από την προηγούμενη, που εξακολουθεί να υπάρχει με μπλέ χρώμα στο χάρτη. Επιπλέον, όλοι οι παρεμβάλλοντες πομποί καταχωρούνται στην περιοχή «Unwanted Transmitters» μαζί με τις συντεταγμένες τους, και στην καρτέλα αυτή το πρόγραμμα μπορεί να εμφανίσει την ένταση του πεδίου κάθε πομπού σε κάθε Test Point που έχει υπολογισθεί.



Εικόνα 4.24 – CTP 2.6, Interference Limited Coverage

CTP 2.6

File Databases Wanted Transmitter Calculation DTM Tabs Help

Database | Wanted Transmitter | Options | Map | Unwanted Transmitters | Test Points | Field Profile

Ord	TP Lon	TP Lat	Pt fld(TP)	Field(TP)	Dist(w->TP)	Azi...
1	023E4853	37N5846	77.8	77.8	2.9	.0
2	023E4913	37N5844	77.7	77.7	2.9	10.0
3	023E4933	37N5840	77.7	77.7	2.9	20.0
4	023E4952	37N5833	77.7	77.7	2.9	30.0
5	023E5015	37N5830	77.0	77.0	3.1	40.0
6	023E5031	37N5818	77.0	77.0	3.1	50.0
7	023E5044	37N5803	77.0	77.0	3.1	60.0
8	023E5103	37N5750	76.4	76.4	3.4	70.0
9	023E5109	37N5731	76.4	76.4	3.4	80.0
10	023E5121	37N5712	75.8	75.8	3.6	90.0
11	023E5119	37N5652	75.8	75.8	3.6	100.0
12	023E5112	37N5632	75.8	75.8	3.6	110.0
13	023E5101	37N5614	75.8	75.8	3.6	120.0
14	023E5039	37N5602	76.4	76.4	3.4	130.0
15	023E5022	37N5549	76.4	76.4	3.4	140.0
16	023E5007	37N5531	75.8	75.8	3.6	150.0
17	023E5116	37N5200	76.6	76.6	10.2	160.0
18	023E5043	37N4858	77.8	77.8	15.5	170.0
19	023E4853	37N4745	81.9	81.9	17.5	180.0
20	023E4458	37N3939	80.0	80.0	33.0	190.0
21	023E3523	37N2746	78.9	78.9	58.0	200.0
22	023E2626	37N2618	76.5	76.5	66.0	210.0
23	023E1816	37N2811	75.0	75.0	70.0	220.0
24	023E0812	37N3001	72.0	72.0	78.0	230.0
25	022E5808	37N3348	68.8	68.8	86.0	240.0
26	022E5617	37N4152	71.0	71.0	82.0	250.0
27	023E0144	37N5029	76.7	76.7	70.0	260.0
28	023E0341	37N5704	73.9	73.9	66.0	270.0
29	023E3503	37N5907	83.1	83.1	20.5	280.0
30	023E3854	38N0004	82.7	82.7	15.5	290.0
31	023E4052	38N0051	82.2	82.2	13.5	300.0
32	023E4401	38N0025	81.6	81.6	9.2	310.0
33	023E4528	38N0025	79.2	79.2	7.7	320.0
34	023E4753	37N5833	77.8	77.8	2.9	330.0
35	023E4812	37N5840	77.8	77.8	2.9	340.0

List of Test Points resulting from the calculation

Εικόνα 4.25 – Interference Limited Coverage, Test Points

CTP 2.6

File Databases Wanted Transmitter Calculation DTM Tabs Help

Database | Wanted Transmitter | Options | Map | Unwanted Transmitters | Test Points | Field Profile

Test Point

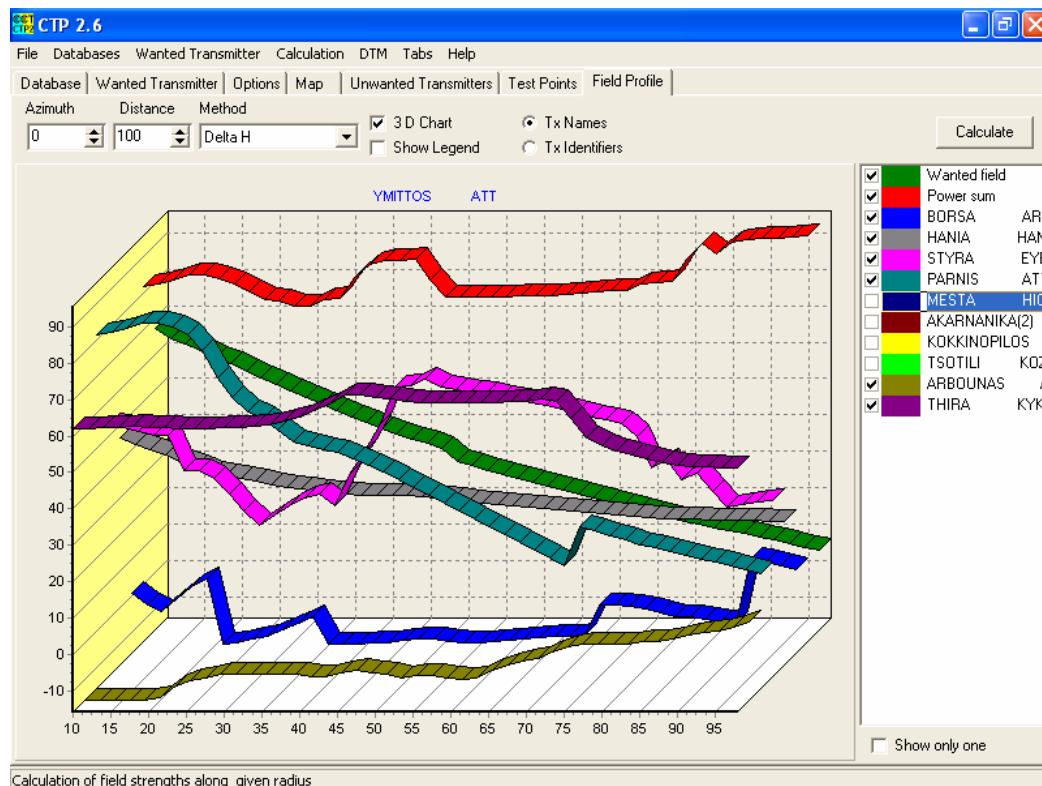
Test points used for estimation

Id	Name	Status	Chnl	Power Unw	Rcv Antenna	Nsnc	TP Lon	TP Lat	Unw Lon	Unw Lat	Dist(U-)	
TVA1GRC27004	BORSA	ARG	Operating	27	24.18	0.00	65.39	022E4818	37N4831	022E4001	37N4509	1
TVA1GRC27005	HANIA	HAN	Operating	27	31.69	0.00	53.89	023E5612	37N2414	024E1000	35N3300	20
TVA1GRC27008	STYRA	EYB	Operating	27	27.65	0.00	65.91	023E5551	38N0023	024E1328	38N0622	2
TVA1GRC27009	PARNIS	ATT	Operating	27	28.42	0.00	81.71	023E4621	38N0240	023E4400	38N1000	17
TVA1GRC28002	MESTA	HIO	Operating	28	1.06	0.00	72.16	023E5648	37N5818	025E5420	38N1518	17
TVA1GRC28003	AKARNANIKA(2)	AIT	Operating	28	35.00	0.00	63.77	023E2854	38N0254	020E5900	38N4900	23
TVA1GRC28006	KOKKINOPILOS	LAR	Operating	28	28.01	0.00	39.89	023E4511	38N0214	022E1509	40N0601	26
TVA1GRC28007	TSOTILI	KOZ	Operating	28	10.68	0.00	21.14	023E4016	38N0516	021E1809	40N1452	31
TVA1GRC28009	ARBOUNAS	AHA	Operating	28	-10.00	0.00	-15.15	022E5243	37N5659	022E1000	37N5600	6
TVA1GRC29007	THIRA	KYK	Operating	29	57.00	0.00	68.48	023E5349	37N5233	025E2800	36N2200	21

List of "Unwanted Transmitters"

Εικόνα 4.26 – Interference Limited Coverage, Unwanted Transmitters

Η τελευταία επιλογή του προγράμματος είναι η ανάλυση του συνολικού πεδίου ανά συγκεκριμένη κατεύθυνση και για καθορισμένη απόσταση. Επιλέγοντας «Calculation → Field Profile» και δίνοντας αζιμούθιο και απόσταση σχεδιάζεται το διάγραμμα που δείχνει την ένταση του πεδίου που προκαλεί κάθε πομπός, καθώς και το άθροισμα όλων των σημάτων, κατά τη δοσμένη διεύθυνση. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ποιοι πομποί θα εμφανιστούν στο διάγραμμα, καθώς και τα χρώματά τους. Η σχηματική αυτή παρουσίαση επιτρέπει στο χρήστη να εντοπίσει εύκολα ποιοι από τους παρεμβάλλοντες πομπούς δημιουργούν το μεγαλύτερο πρόβλημα στο επιθυμητό σήμα και σε ποια κατεύθυνση.

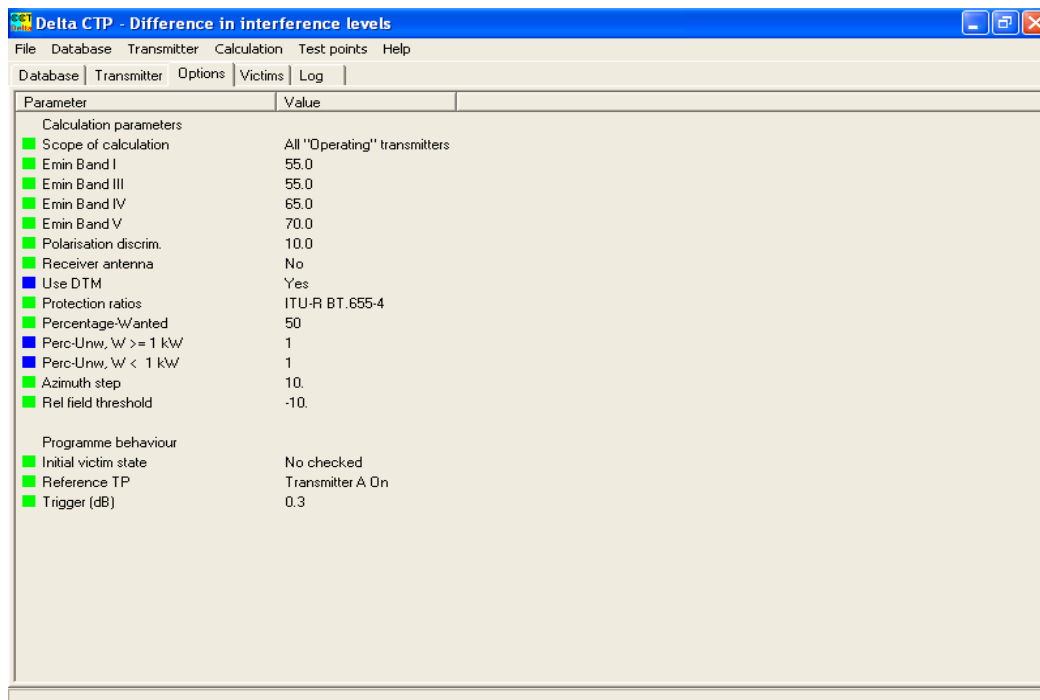


Εικόνα 4.27 – CTP 2.6, Field Profile

4.2.7 Delta CTP – Difference in interference levels

Το πρόγραμμα αυτό υπολογίζει τη διαφορά του επιπέδου παρεμβολών από ένα πομπό στο υπόλοιπο δίκτυο, όταν τροποποιηθούν κάποια χαρακτηριστικά του. Βρίσκει σημαντική εφαρμογή στη διαδικασία μετάβασης στην ψηφιακή τηλεόραση, καθώς δείχνει με ευκολία τις συνέπειες στο υπόλοιπο δίκτυο αν προστεθεί ένας ψηφιακός πομπός, ή αν τροποποιηθεί ένας ήδη υπάρχων ώστε να εκπέμπει ψηφιακό σήμα. Επειδή οι δύο παραπάνω περιπτώσεις θα αντιμετωπιστούν αργά η γρήγορα στο σχεδιασμό ψηφιακού δικτύου, το συγκεκριμένο εργαλείο, δίνοντας μια ακριβή εκτίμηση των επιπτώσεων που θα έχει ο υπό μελέτη πομπός στο υπόλοιπο δίκτυο, συμπληρώνει το προηγούμενο πρόγραμμα CTP 2.6 που υπολογίζει ακριβώς το αντίστροφο, τις επιπτώσεις του δικτύου στον πομπό.

Η εισαγωγή των παραμέτρων λειτουργίας είναι παρόμοια με αυτή του CTP 2.6, όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Αρχικά επιλέγεται ένας πομπός από τη βάση δεδομένων και από την επιλογή «Options» καθορίζονται οι ίδιες παράμετροι ως προς τα κατώφλια ισχύος και τα ποσοστά του χρόνου που πρέπει αυτά να ισχύουν, ακριβώς όπως στο CTP 2.6.



Εικόνα 4.28 – Delta CTP, Options

Στη συνέχεια, στην καρτέλα «Transmitter», στην αριστερή στήλη φαίνονται τα στοιχεία του πομπού, ενώ στη δεξιά στήλη φαίνονται τα στοιχεία του τροποποιημένου πομπού. Τα στοιχεία που επιδέχονται μεταβολή είναι ο τύπος του σήματος εκπομπής (αναλογικό ή ψηφιακό με όλες τις παραμέτρους λειτουργίας τους), θέση, πόλωση και ισχύς εκπομπής, καθώς και η συχνότητα λειτουργίας.

Με την επιλογή «Calculation → Find Victims» ζητείται από το πρόγραμμα να εντοπίσει όλους τους πομπούς που δέχονται παρεμβολή μέσα στα όρια της κάλυψής τους από τους δύο υπό εξέταση πομπούς (αρχικό και τροποποιημένο), και στη συνέχεια επιλέγοντας «Calculation → Evaluate Interference» γίνεται ο αναλυτικός υπολογισμός των παρεμβολών και από τους δύο πομπούς. Μια σημαντική λεπτομέρεια είναι ότι για τον μεν πρώτο υπολογισμό των υποψήφιων «θυμάτων» παρεμβολής λαμβάνεται υπ'όψιν η περιοχή κάλυψης παρουσία μόνο θορύβου (noise limited coverage) ενώ για τον αναλυτικό υπολογισμό των Test Points στα οποία εκτιμούνται οι παρεμβολές υπολογίζεται η κάλυψη παρουσία παρεμβολών (interference limited coverage). Για κάθε πομπό – θύμα υπολογίζονται 4 Test points, 2 για τον αρχικό και 2 για τον τροποποιημένο πομπό, εκ των οποίων σε κάθε περίπτωση το ένα είναι το όριο κάλυψης του πομπού – θύματος με τον υπό μελέτη πομπό σε λειτουργία και το άλλο με τον πομπό κλειστό. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται στην καρτέλα «Victims» όπου και φαίνονται τα test points που αντιστοιχούν σε κάθε πομπό – θύμα με τις εντάσεις πεδίου από τις διάφορες πηγές σε αυτά. από την επιλογή «Test Points» ο χρήστης μπορεί να μετακινηθεί μεταξύ των 4 ομάδων σημείων που έχουν υπολογιστεί, όπως εξηγήθηκε προηγουμένως.

Στις εικόνες 4.29, 4.30 και 4.31 που ακολουθούν φαίνεται μια εφαρμογή της παραπάνω διαδικασίας για τροποποίηση ενός πομπού στον Υμηττό Αττικής σε ψηφιακό με ισχύ 20 dbW αντί 40 dbW και χωρίς μεταβολή της γεωγραφικής θέσης του.

Parameter	A - Transmitter from database	B - Transmitter with changes
Type	Analogue	Digital
Identifier	TVA1GRC28008	PROPOSED TRNSMTTR
Name	YMITTOS ATT	YMITTOS ATT
Coordinates	023E4853, 37N5713	023E4853, 37N5713
Maximum vertical ERP	-99.0 dBW	-99.0 dBW
Maximum horizontal ERP	40.0 dBW	20.0 dBW
Polarisation	Horizontal	Horizontal
Site Height m a.s.l.	952 m a.s.l.	952 m a.s.l.
Antenna Height m a.g.l.	51 m a.g.l.	51 m a.g.l.
TV System	G - PAL	C3 - G
Channel	28	28
Offset type	Normal	Normal
Offset 1/12 LF	0 (LF/12)	0 (LF/12)

Εικόνα 4.29 – Delta CTP, Transmitter

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc D
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27004	BORSA ARG	27	32	103.1	022E41 37N45	103.5	119.4	119.4	119.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27004	BORSA ARG	27	32	103.1	022E41 37N45	103.5	119.4	119.4	119.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27005	HANIA HAN	27	40	268.9	024E10 35N35	104.5	121.2	121.2	121.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27005	HANIA HAN	27	40	268.9	024E10 35N35	104.5	121.2	121.2	121.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27008	STYRA EYB	27	34	39.7	024E13 38N06	122.8	139.3	139.3	139.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27008	STYRA EYB	27	34	39.7	024E13 38N06	122.8	139.3	139.3	139.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27009	PARNIS ATT	27	30	24.7	023E44 38N09	118.4	140.4	140.4	140.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27009	PARNIS ATT	27	30	24.7	023E44 38N09	118.4	140.4	140.4	140.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28001	FLORINA FLW	28	25	346.0	021E23 40N26	123.7	139.0	139.0	139.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28001	FLORINA FLW	28	25	346.0	021E23 40N26	123.7	139.0	139.0	139.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28002	MESTA HIO	28	29	185.8	025E40 38N13	75.8	86.6	84.6	84.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28002	MESTA HIO	28	29	185.8	025E40 38N13	75.8	86.6	84.6	84.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28003	AKARNANIKA(2) AIT	28	35	264.6	021E05 38N47	92.1	74.8	74.7	74.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28003	AKARNANIKA(2) AIT	28	35	264.6	021E05 38N47	92.1	74.8	74.7	74.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28005	KERKYRA KER	28	35	395.6	019E55 39N44	97.3	106.7	106.7	106.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28005	KERKYRA KER	28	35	395.6	019E55 39N44	97.3	106.7	106.7	106.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28006	KOKKINOPILOS LAR	28	30	274.0	022E18 40N02	88.1	111.0	111.0	111.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28006	KOKKINOPILOS LAR	28	30	274.0	022E18 40N02	88.1	111.0	111.0	111.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28007	TSOTILI KOZ	28	32	334.5	021E19 40N14	116.6	105.8	105.8	105.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28007	TSOTILI KOZ	28	32	334.5	021E19 40N14	116.6	105.8	105.8	105.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28009	ARBOUNAS AHA	28	20	144.4	022E11 37N56	91.5	90.8	90.7	90.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28009	ARBOUNAS AHA	28	20	144.4	022E11 37N56	91.5	90.8	90.7	90.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC29007	THIRA KYK	29	57	229.1	024E48 37N01	65.1	67.3	67.3	67.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC29007	THIRA KYK	29	57	229.1	024E48 37N01	65.1	67.3	67.3	67.3

Fieldstrength in the Test Point of Victim transmitter

Εικόνα 4.30 – Delta CTP, Victims, neither A nor B transmitting

Delta CTP - Difference in interference levels												
File Database Transmitter Calculation Test points Help												
Database Transmitter Options Victims Log												
Test points in the direction to transmitter B when B is transmitting and A is not transmitting												
Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	FldV	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0		
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27004	BORSA	ARG	27	32	103.1	022E41	37N45	103.5	119.4	119.4	119.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27004	BORSA	ARG	27	32	103.1	022E41	37N45	103.5	119.4	119.4	119.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27005	HANIA	HAN	27	40	268.9	024E10	35N35	104.5	121.2	121.2	121.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27005	HANIA	HAN	27	40	268.9	024E10	35N35	104.5	121.2	121.2	121.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27008	STYRA	EYB	27	34	39.7	024E13	38N06	122.8	139.3	139.3	139.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27008	STYRA	EYB	27	34	39.7	024E13	38N06	122.8	139.3	139.3	139.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27009	PARNIS	ATT	27	30	24.7	023E44	38N09	118.4	140.4	140.4	140.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC27009	PARNIS	ATT	27	30	24.7	023E44	38N09	118.4	140.4	140.4	140.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28001	FLORINA	FLW	28	25	346.0	021E23	40N26	123.7	139.0	139.0	139.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28001	FLORINA	FLW	28	25	346.0	021E23	40N26	123.7	139.0	139.0	139.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28002	MESTA	HIO	28	29	185.8	025E40	38N13	75.8	86.6	84.6	84.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28002	MESTA	HIO	28	29	185.8	025E40	38N13	75.8	86.6	84.6	84.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28003	AKARNANIKA(2)	AIT	28	35	264.6	021E05	38N47	92.1	74.8	74.7	74.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28003	AKARNANIKA(2)	AIT	28	35	264.6	021E05	38N47	92.1	74.8	74.7	74.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28005	KERKYRA	KER	28	35	395.6	019E55	39N44	97.3	106.7	106.7	106.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28005	KERKYRA	KER	28	35	395.6	019E55	39N44	97.3	106.7	106.7	106.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28006	KOKKINOPILOS	LAR	28	30	274.0	022E18	40N02	88.1	111.0	111.0	111.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28006	KOKKINOPILOS	LAR	28	30	274.0	022E18	40N02	88.1	111.0	111.0	111.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28007	TSOTILI	KOZ	28	32	334.5	021E19	40N14	116.6	105.8	105.8	105.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28007	TSOTILI	KOZ	28	32	334.5	021E19	40N14	116.6	105.8	105.8	105.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28009	ARBOUNAS	AHA	28	20	144.4	022E11	37N56	91.5	90.8	90.7	90.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC28009	ARBOUNAS	AHA	28	20	144.4	022E11	37N56	91.5	90.8	90.7	90.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC29007	THIRA	KYK	29	57	229.1	024E48	37N01	65.1	67.3	67.3	67.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC29007	THIRA	KYK	29	57	229.1	024E48	37N01	65.1	67.3	67.3	67.3

Longitude of Test Point

Εικόνα 4.31 – Delta CTP, Victims, B transmitting, A not transmitting

Οι τέσσερις τελευταίες στήλες δεδομένων, που είναι και οι σημαντικότερες επεξηγούνται ως εξής : FldV είναι η ισχύς του λαμβανόμενου πεδίου του πομπού – θύματος. NsncA είναι το παρενοχλούν πεδίο (Nuisance Field) στο Test Point όταν λειτουργεί ο αρχικός πομπός A, NsncB το αντίστοιχο παρενοχλούν πεδίο όταν λειτουργεί ο τροποποιημένος πομπός B και Nsnc0 το παρενοχλούν πεδίο με τους A και B ανενεργούς. Τονίζεται ότι για τον υπολογισμό των τριών τελευταίων πεδίων λαμβάνονται υπ’όψιν όλοι οι πομποί που υπάρχουν στη βάση δεδομένων, και υπενθυμίζεται ότι το παρενοχλούν πεδίο, βάση ορισμού, είναι το λαμβανόμενο πεδίο στο οποίο προστίθεται η κατάλληλη διαφορά ισχύος για προστασία (protection ratio).

Στις παραπάνω εικόνες φαίνονται 2 από τις 4 ομάδες Test Points που έχουν υπολογιστεί. Παρατηρείται εύκολα ότι οι διαφορές στις εντάσεις των πεδίων αλλά και στις θέσεις των σημείων είναι ελάχιστες. Αυτό συμβαίνει διότι οι υπό μελέτη πομποί αντιμετωπίζουν στη συγκεκριμένη περίπτωση πολύ μεγαλύτερα προβλήματα από άλλους πομπούς και όχι τον επιλεγμένο, με αποτέλεσμα η

τροποποίησή του, ακόμα και η απενεργοποίησή του να έχουν πολύ μικρή επίπτωση στην ήδη υπάρχουσα κατάσταση.

Είναι φανερό ότι σε περιπτώσεις όπως αυτή, δεν μπορεί πάντα να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα για το αν η τροποποίηση ενός πομπού βελτιώνει την υπάρχουσα κατάσταση στην περιοχή κάλυψης τρίτων πομπών, σε αντίθετη όμως περίπτωση, αύξηση του επιπέδου παρεμβολών είναι εύκολο να επισημανθεί.

4.2.8 Cocot Utilities

Πρόκειται για συλλογή βοηθητικών προγραμμάτων που συνοδεύουν τις εφαρμογές του COCOT. Ενσωματώνουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών συντήρησης και διαχείρισης τόσο των αρχείων του προγράμματος όσο και των βάσεων δεδομένων. Μπορούν να ανιχνεύσουν τα αρχεία TVA για σφάλματα, να εξαγουν συγκεκριμένες εγγραφές σε νέα αρχεία, να ελέγχουν την εγκυρότητα των λειτουργικών αρχείων του προγράμματος, να μετατρέψουν αρχεία κειμένου σε βάσεις δεδομένων για χρήση από το COCOT, και πολλά άλλα. Αξιοσημείωτη είναι η ικανότητα να επισκευάζουν αρχεία TVA που έχουν χάσει για κάποιο λόγο την αναμενόμενη διάταξη των δεδομένων στο εσωτερικό τους.

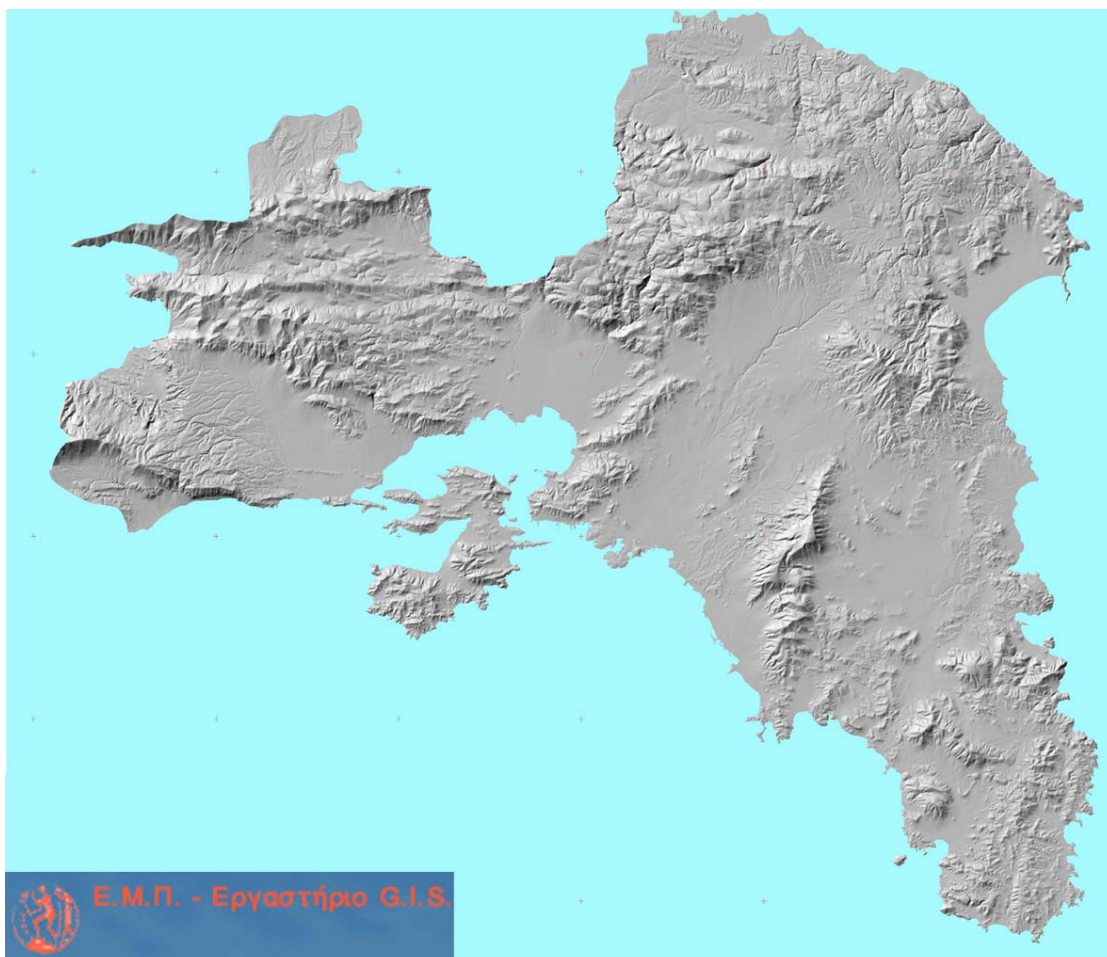
4.2.9 Επισκόπηση

Έχοντας ολοκληρωθεί η αναλυτική παρουσίαση του COCOT, ο αναγνώστης αντιλαμβάνεται πλέον ότι πρόκειται για ένα πανίσχυρο εργαλείο διαχείρισης τηλεοπτικών πομπών, το οποίο μπορεί κατά περίπτωση να λάβει υπ'όψιν και τις αλληλεπιδράσεις με ραδιοφωνικές εκπομπές ή σήματα άλλων ασύρματων υπηρεσιών. Η επίσημη προέλευσή του καθιστά τα αποτελέσματα των υπολογισμών του έγκυρα και ισχυρά επιχειρήματα σε οποιαδήποτε διαδικασία συντονισμού ή διαπραγμάτευση για επίλυση προβλημάτων μεταξύ των χωρών. Είναι επίσης έξοχο συμβουλευτικό εργαλείο για τη σχεδίαση νέων δικτύων εκπομπής καθώς μπορεί να εκτιμήσει με ακρίβεια τις τυχόν συνέπειες ως προς τα υπάρχοντα τηλεοπτικά δίκτυα. Η κεντρική διανομή του από την ERO σε όλα τα κράτη – μέλη της EBU διευκολύνει την πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων, αλλά και

στην συμβατότητα των δεδομένων που ενδεχομένως θα ανταλλάσσονται στα πλαίσια του συντονισμού μεταξύ των κρατών.

Το COCOT όμως, λόγω σκοπού δημιουργίας του και όχι αδυναμίας του, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποκλειστικό εργαλείο για σχεδίαση από το μηδέν τηλεοπτικών πομπών. Η εκτιμήσεις ραδιοκάλυψης που παρέχει είναι συχνά ανακριβείς και υπεραπλουστευμένες, ενώ δεν μπορεί να λάβει καθόλου υπ'όψιν τις συνθήκες λήψης σε αστικό περιβάλλον. Βέβαια, οι αδυναμίες αυτές ίσως υπερκαλύπτονται έμμεσα από την ευελιξία του προγράμματος που επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει τις επιθυμητές ελάχιστες τιμές έντασης πεδίου χωρίς περιορισμούς, αλλά παρόλα αυτά, συνιστάται η χρήση εξειδικευμένων πακέτων λογισμικού σε συνδυασμό με επιτόπιες πειραματικές μετρήσεις για κατάρτιση πλήρους μελέτης ραδιοκάλυψης.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3 --- ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΛΑΝΟ



Κεφάλαιο 5 --- Σχεδιασμός ψηφιακού πλάνου Αττικής

5.1 Επεξήγηση και διαχωρισμός των όρων *Allotment* – *Assignment*

Με τον όρο *Assignment* (καταχώρηση) περιγράφεται η γνωστοποίηση των απαραίτητων δεδομένων ενός πομπού στην αρμόδια αρχή που επιβλέπει την εφαρμογή του ψηφιακού πλάνου. Τα στοιχεία που απαιτούνται, ο τρόπος υποβολής τους στην αρμόδια αρχή κάθε χώρας και στη συνέχεια στην ERO καθώς και η μορφοποίησή τους είναι σαφώς καθορισμένα. Οποιαδήποτε προβλήματα σχετικά με παρεμβολές, προστασία υπαρχουσών αναλογικών εκπομπών και συντονισμό με γειτονικές χώρες θα πρέπει να έχουν επιλυθεί πριν από την οριστική υποβολή της καταχώρησης. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι τα δεδομένα που υποβάλλονται θα είναι οριστικά και ο πομπός μπορεί να τεθεί σε λειτουργία χωρίς επιπλέον διαδικασίες.

Πριν τη δημιουργία μιας καταχώρησης είναι δυνατόν να προηγηθεί εκχώρηση πόρων (*Allotment*) για μια γεωγραφική περιοχή. Το αίτημα στην αρχή διαχείρισης του φάσματος για εκχώρηση αναφέρει μόνο την οριοθέτηση της περιοχής κάλυψης και τις απαραίτητες συχνότητες, οι οποίες με την έγκριση της εκχώρησης δεσμεύονται άμεσα. Δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη της εκχώρησης πόρων πριν το σχεδιασμό και την τελική υποβολή της ψηφιακής καταχώρησης, όμως η ύπαρξή της διασφαλίζει τη διαθεσιμότητα συχνοτήτων ειδικά στην περίπτωση που η υλοποίηση του ψηφιακού πλάνου δεν προβλέπεται να είναι άμεση.

Πρέπει να τονιστεί ότι ο σκοπός της παρούσης εργασίας δεν είναι η δημιουργία ενός δικτύου ψηφιακών πομπών που θα καλύπτει πλήρως όλη τη επικράτεια του νομού Αττικής. Κάτι τέτοιο άλλωστε απαιτεί λεπτομερή και πληρέστατη μελέτη ραδιοκάλυψης, με χρήση εμπορικών πακέτων λογισμικού και

πειραματικές μετρήσεις, ξεφεύγοντας από τα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό θα σχεδιαστεί κατά προσέγγιση, ίσως και με αρκετή βαθμό ανακρίβειας, ένα δίκτυο 3 πομπών που θα καλύπτει το λεκανοπέδιο της Αττικής, τη Σαλαμίνα, την Αίγινα και τα μικρότερα νησιά του Αργοσαρωνικού κοντά στις ακτές της Αττικής. Το βάρος στη λεπτομέρεια θα δοθεί στο επόμενο κεφάλαιο, όπου θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό COCOT στις πλήρεις δυνατότητες του για να εξασφαλίσει τον επιτυχή συντονισμό των προτεινόμενων πομπών τόσο με τους γειτονικούς πομπούς όσο και με τις γειτονικές χώρες αν υπάρξει ανάγκη.

5.2 Προβλήματα στο Allotment Αττικής και στη βάση δεδομένων

Όπως έχει οριστεί από το ΥΜΕ, τα γεωγραφικά όρια της εκχώρησης πόρων (Allotment) της Αττικής συμπίπτουν περίπου με τα γεωγραφικά όρια του νομού Αττικής, εκτός από τα Κύθηρα, τα Αντικύθηρα, την Ύδρα, τις Σπέτσες και τις περιοχές που βρίσκονται στην Πελοπόννησο. Ο σχεδιασμός αυτός υιοθετήθηκε στη διάρκεια της σχεδίασης του δικτύου εκπομπής ψηφιακού ραδιοφώνου T-DAB και αποφασίστηκε ότι θα ισχύσει και για την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση. Αν και με βάση τα διοικητικά όρια του νομού η οριοθέτηση αυτή φαίνεται λογική, με βάση τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά δημιουργούνται κάποιες δυσκολίες. Το γεωφυσικό προφίλ του νομού Αττικής δημιουργεί 4 περιοχές που πρέπει να αντιμετωπιστούν μεμονωμένα τόσο για τηλεοπτική όσο και για ραδιοφωνική κάλυψη. Οι ορεινοί όγκοι της Πάρνηθας, του Υμηττού και του Αιγάλεω περικλείουν το λεκανοπέδιο της Αττικής, όπου και είναι συγκεντρωμένη η συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού του νομού εντός των ορίων της «Περιοχής Πρωτεύουσας». Στα ανατολικά βρίσκεται η πεδινή περιοχή των Μεσογείων, στα δυτικά το Θριάσιο πεδίο ενώ βόρεια και βορειοανατολικά, προς την κατεύθυνση του Ωρωπού η μορφολογία είναι εντονότερη, με χαμηλούς ορεινούς όγκους και λόφους.

Μια πιο ορθολογική αντιμετώπιση θα ήταν ο χωρισμός της Αττικής στις 4 αυτές περιοχές και μελέτη ραδιοκάλυψης χωριστά για καθεμία (τα νησιά του Αργοσαρωνικού μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν στην περιοχή κάλυψης του λεκανοπεδίου). Η ορθότητα αυτού του διαχωρισμού ισχυροποιείται από το γεγονός ότι είναι δύσκολη έως ακατόρθωτη η κάλυψη όλων των περιοχών από μικρό αριθμό κεντρικών σημείων εκπομπής, και παράλληλα οι τέσσερις αυτές

περιοχές είναι ουσιαστικά απομονωμένες μεταξύ τους από γεωγραφικούς όγκους οπότε δεν θα προέκυπταν μεγάλα προβλήματα λόγω επικάλυψης των ζωνών εκπομπής κάθε πομπού.

Η υπάρχουσα κατάσταση ωστόσο είναι αυτή που αρχικά αναφέρθηκε, δηλαδή η αντιμετώπιση της Αττικής ως ενιαίας περιοχής, αρχικά για ψηφιακή εκπομπή ραδιοφώνου, μελλοντικά και τηλεόρασης, και δεν αναμένεται να αλλάξει κάτι στο άμεσο μέλλον, οπότε οποιαδήποτε απόπειρα δημιουργίας ψηφιακού τηλεοπτικού δικτύου θα πρέπει να βασιστεί πάνω σε αυτή την οριοθέτηση.

Τα στοιχεία του ΥΜΕ για όλους τους τηλεοπτικούς πομπούς της χώρας έχουν κατατεθεί βάσει συμφωνίας στην ERO, έτσι ώστε να ενσωματωθούν στη ευρωπαϊκή βάση δεδομένων που διανέμεται και ανανεώνεται τακτικά σε κατάλληλη μορφή για χρήση από το λογισμικό συντονισμού COCOT της EROSoft. Η μορφή αυτή είναι τα αρχεία τύπου TVA, όπως αναφέρθηκαν στην ενότητα παρουσίασης του COCOT στο κεφάλαιο 4 της παρούσης. Υπενθυμίζεται εδώ ότι το COCOT δημιουργήθηκε έχοντας ως κύριο στόχο το συντονισμό μεταξύ χωρών, οπού η κύρια πηγή προβλημάτων ως αναμενόμενο είναι οι πομποί μέσης και μεγάλης ισχύος. Έτσι, τα κράτη μέλη δεν υποχρεούνται να ενσωματώσουν τυχόν τοπικούς αναμεταδότες στα επίσημα αρχεία που καταθέτουν, καθώς είναι εξαιρετικά απίθανο ένας τέτοιος αναμεταδότης να προκαλέσει προβλήματα σε γειτονική χώρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει σαφής εικόνα του πλήθους των τοπικών αναμεταδοτών στην Αττική, καθώς και των συχνοτήτων που λειτουργούν ή την ισχύ που εκπέμπουν, ως εκ τούτου δεν είναι δυνατόν να ληφθεί υπ'όψιν στους υπολογισμούς οτιδήποτε δεν περιέχεται στα επίσημα αρχεία της EBU.

5.3 Επιλογή συχνοτήτων

Οι προδιαγραφές του DVB-T προβλέπουν εκπομπή στις ζώνες συχνοτήτων I, III, IV, V, όμως αυτό δεν σημαίνει ότι όλες αυτές οι συχνότητες είναι διαθέσιμες προς χρήση. Οι χώρες που ανήκουν στο CEPT (πρακτικά οι περισσότερες χώρες της EBU) δεσμεύονται από τον ευρωπαϊκό χάρτη συχνοτήτων² που καθορίζει τις

² THE EUROPEAN TABLE OF FREQUENCY ALLOCATIONS AND UTILISATIONS COVERING THE FREQUENCY RANGE 9 kHz TO 275 GHz, Lisboa January 2002 Revised Dublin 2003

εφαρμογές που μπορούν να υλοποιηθούν σε κάθε περιοχή συχνοτήτων, εξασφαλίζοντας ομοιομορφία στον ευρωπαϊκό χώρο. Το πρώτο βήμα λοιπόν για την εύρεση διαθέσιμων πόρων για εκπομπή DVB-T είναι η μελέτη αυτού του χάρτη από όπου και εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα :

- Η ζώνη συχνοτήτων I (47 – 68 MHz) δεν είναι διαθέσιμη για εκπομπή τηλεοπτικού σήματος.
- Μέρος της ζώνης συχνοτήτων III (174 – 216 MHz) είναι διαθέσιμο για εκπομπή τηλεοπτικού σήματος κατά τις συμφωνίες της Στοκχόλμης και του Chester (ST61 και CH97 αντίστοιχα) αλλά και για εφαρμογές ψηφιακού ραδιοφώνου T-DAB.
- Το υπόλοιπο τμήμα της ζώνης III (216 – 230 MHz) δεσμεύεται για αποκλειστική χρήση T-DAB κατά την Ειδική Συμφωνία του Wiesbaden (1995) και την τροποποίησή της στο Maastricht (2002), αν και οι υπάρχουσες τηλεοπτικές εκπομπές που προϋπήρχαν της συμφωνίας δεν υποχρεούνται να τερματιστούν άμεσα.
- Οι ζώνες IV και V (470 – 862 MHz, αντιμετωπίζονται ως ενιαία οντότητα όσον αφορά τις τηλεοπτικές εκπομπές) είναι διαθέσιμες για εκπομπή τηλεοπτικού σήματος.

Επιπλέον, όσον αφορά την ελληνική επικράτεια ισχύουν και οι εξής περιορισμοί :

- Οι συχνότητες 838 – 862 MHz δεσμεύονται για αποκλειστική χρήση από τις Ένοπλες Δυνάμεις της χώρας.
- Το κανάλι 36 UHF (590 – 598 MHz) είναι το κανάλι στο οποίο στέλνουν εικόνα προς τον τηλεοπτικό δέκτη οι συσκευές βίντεο RF σύνδεσης, και ανεπίσημα θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του για τηλεοπτικές εκπομπές.

Με βάση τα επίσημα στοιχεία που έχουν κατατεθεί στην EBU από το ΥΜΕ για τους τηλεοπτικούς σταθμούς που εκπέμπουν στο νομό Αττικής και λαμβάνοντας

υπόψιν τους παραπάνω περιορισμούς προκύπτει ότι οι ελεύθερες συχνότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψηφιακή εκπομπή είναι οι εξής:

VHF System B			UHF System G		
Κανάλι	Όρια καναλιού MHz		Κανάλι	Όρια καναλιού MHz	
6	181	188	23	486	494
7	188	195	35	582	590
8	195	202	43	646	654
9	202	209	48	686	694
10	209	216	64	814	822

Πίνακας 5-1 – Ελεύθερες Συχνότητες

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει σαφές ότι δεν αγνοείται η ύπαρξη μεγάλου αριθμού τοπικών αναμεταδοτών μικρής ισχύος σε πολλά σημεία της Αττικής, που είναι άλλωστε απαραίτητοι για να καλυφθεί πλήρως μια περιοχή με την ιδιόζουσα γεωμορφία και την πυκνή αστική δόμηση σε μεγάλο τμήμα του νομού. Οι αναμεταδότες όμως αυτοί στην πλειοψηφία τους δεν είναι καταγεγραμμένοι στα επίσημα στοιχεία που έχουν σταλεί στην EBU, και η συχνές μεταβολές στις παραμέτρους λειτουργίας τους καθιστούν αναξιόπιστη την όποια επίσημη ή ανεπίσημη πληροφόρηση για τα στοιχεία τους. Κρίνεται λοιπόν σκόπιμο για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας να μην ληφθούν υπόψιν οι εν λόγω αναμεταδότες, καθότι και στην περίπτωση υλοποίησης και τελικά λειτουργίας ψηφιακού πλάνου στην Αττική, οι ψηφιακοί πομποί μέσης και μεγάλης ισχύος προφανώς και θα έχουν προτεραιότητα έναντι οποιουδήποτε τοπικού αναμεταδότη μικρής ισχύος.

Οι δίαυλοι στη μπάντα των VHF έχουν εύρος 7 MHz, ενώ στα UHF 8 MHz, οπότε είναι προτιμότερη η εκπομπή στη μπάντα των UHF. από τις παραπάνω ελεύθερες συχνότητες επιλέγεται αυθαίρετα για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας ο δίαυλος 23, ήτοι 486 – 494 MHz.

5.4 Βασικές ιδιότητες της πολυπλεξίας OFDM

Στο σημείο αυτό κρίνεται αναγκαίο να γίνει μία σύντομη αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά και τις αρχές λειτουργίας της πολυπλεξίας OFDM που χρησιμοποιεί το πρότυπο DVB – T, καθώς περιέχονται έννοιες που θα παίξουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή των τεχνικών χαρακτηριστικών του δικτύου πομπών που θα προταθεί στη συνέχεια για να καλύψει το λεκανοπέδιο της Αττικής.

Ένας τυπικός ραδιοδίαυλος στον οποίο μεταδίδεται τηλεοπτικό σήμα χαρακτηρίζεται από φαινόμενα πολυδιαδρομικής διάδοσης, ειδικά αν η λήψη γίνεται σε περιβάλλον αστικής δόμησης. Αυτό σημαίνει ότι το σήμα που φτάνει στο δέκτη αποτελείται από το σήμα που λαμβάνεται απ' ευθείας από τον πομπό αλλά και έναν αριθμό σημάτων, συνήθως ασθενέστερων, που λαμβάνονται μέσω ανακλάσεων, με κάποια χρονική καθυστέρηση σε σχέση με το απ' ευθείας. (Σημειώνεται ότι σε φορητή λήψη τηλεοπτικού σήματος θεωρείται ότι δεν υπάρχει καθόλου το απ' ευθείας λαμβανόμενο σήμα, διάυλος Rayleigh). Οι καθυστερημένες αυτές μορφές του σήματος που λαμβάνονται προκαλούν διασυμβολική παρεμβολή και επιδεινώνουν σημαντικά την απόδοση του διαύλου. Οι διαφορετικές αφίξεις, συνήθως και με διαφορετική ισχύ, στο πεδίο του χρόνου εμφανίζονται στο πεδίο της συχνότητας ως ενίσχυση κάποιων συχνοτήτων και εξασθένιση κάποιων άλλων.

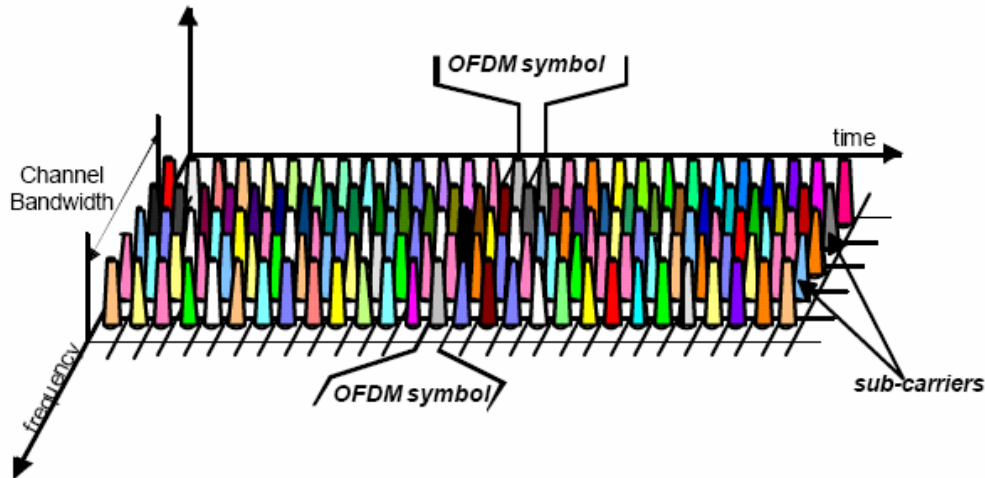
Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση, όπως και οι περισσότερες σύγχρονες ψηφιακές εφαρμογές μετάδοσης, απαιτεί μεγάλο ρυθμό δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι η διάρκεια του κάθε μεταδιδόμενου συμβόλου είναι μικρή, οπότε αυξάνεται η πιθανότητα, όσο αυξάνεται και η απόσταση πομπού – δέκτη, η καθυστέρηση μεταξύ των λαμβανόμενων σημάτων να είναι σημαντικό ποσοστό της διάρκειας αυτής του συμβόλου, και να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα ακόμα και για μικρές τιμές της. Η σειριακή μετάδοση ψηφιακών συμβόλων με ρυθμούς της τάξης των 15 Mbit/s που απαιτεί το DVB – T μέσω διαύλου εύρους 8 MHz στην περιοχή των UHF θα απαιτούσε χρήση ισοσταθμιστή υψηλής ποιότητας (και συνεπώς υψηλού κόστους) στο δέκτη. Τα προβλήματα αυτά της επιλεκτικής εξασθένησης του διαύλου αλλά και της μεγάλης παραμόρφωσης του σήματος λόγω χαμηλής αυτοσυσχέτισης, αντιμετωπίζονται με μεγαλύτερη επιτυχία αν αντί να εκπέμπεται

ένα σύμβολο με μεγάλη ισχύ σε κάθε περίοδο, εκπέμπονται παράλληλα πολλά σύμβολα με μικρότερη ισχύ το καθένα.

Έτσι, το μεταδιδόμενο σήμα υψηλής ταχύτητας χωρίζεται σε πολλά σήματα χαμηλής ταχύτητας, που είναι προφανώς πιο ανθεκτικά στην πολυδιαδρομική διάδοση λόγω μεγαλύτερης διάρκειας συμβόλου. Στην περίπτωση της OFDM, όπως είναι εύκολα αντιληπτό και από την ονομασία της, τα περισσότερα του ενός σύμβολα κατανέμονται στους υποδιαύλους με πολυπλεξία συχνότητας. Μάλιστα, με κατάλληλη επιλογή της διαφοράς συχνότητας μεταξύ τους, οι υποδιαύλοι είναι μαθηματικά ορθογώνιοι μεταξύ τους στο πεδίο της συχνότητας, γεγονός που επιτρέπει την αλληλοεπικάλυψη με τους γειτονικούς τους, καθώς ο δέκτης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει το επιθυμητό σύμβολο απορρίπτοντας τα ορθογώνιά του που το επικαλύπτουν. Θεωρητικά αυτό σημαίνει εξοικονόμηση 50% του εύρους ζώνης, αλλά στην πράξη η ορθογωνιότητα πλήττεται κατά τη διάδοση λόγω της πολυδιαδρομικότητας, διότι το σήμα του OFDM δεν είναι αυστηρά ζωνοπεριορισμένο, και κάθε σύμβολο τείνει να εξαπλωθεί ακόμα περισσότερο στα γειτονικά του.

Μία εύκολη και αποτελεσματική λύση στο πρόβλημα της διασυμβολικής παρεμβολής, εις βάρος όμως του ωφέλιμου φορτίου του διαύλου, είναι η προέκταση του κάθε συμβόλου με επανάληψη του εαυτού του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, που ορίζεται ως διάστημα φύλαξης (Guard Interval). Έτσι το σήμα προστατεύεται από τις ανακλώμενες μορφές του που δεν καθυστερούν περισσότερο από τη διάρκεια του διαστήματος φύλαξης, και μάλιστα δίνεται η δυνατότητα στο δέκτη να συσχετίσει τα λαμβανόμενα σήματα με χρήση ορισμένων αλγορίθμων που θα αναφερθούν στην επόμενη ενότητα και να ενισχύσει το λαμβανόμενο σήμα. Τυπικές τιμές του διαστήματος φύλαξης είναι $1/4$, $1/8$, $1/16$ ή $1/32$ της πραγματικής διάρκειας του συμβόλου.

Μία εποπτική εικόνα του φάσματος ενός σήματος OFDM φαίνεται στη σχηματική παράσταση ενός διαύλου στο πεδίο της συχνότητας και του χρόνου :



Εικόνα 5.1 – Σχηματική απεικόνιση OFDM σήματος

5.5 SFN και MFN

Η βασική επιλογή για τη σχεδίαση οποιουδήποτε δικτύου ψηφιακής τηλεόρασης σε μια καθορισμένη περιοχή είναι ο αριθμός συχνοτήτων στις οποίες θα λειτουργεί. Τα δίκτυα πολλαπλών συχνοτήτων (*Multi Frequency Networks, MFNs*) ακολουθούν κυψελωτή κατανομή συχνοτήτων στους γειτονικούς πομπούς, έτσι ώστε να μην εμφανίζονται προβλήματα ομοδιαυλικής παρεμβολής για αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Τα περισσότερα υπάρχοντα αναλογικά δίκτυα είναι δομημένα σε αυτή την μορφή, που δίνει μεν μεγαλύτερη ευελιξία στους φορείς εκπομπής ανά περιοχή, αλλά απαιτεί μεγάλο αριθμό συχνοτήτων για να υλοποιηθεί. Στο χώρο της Αττικής και σε μεγάλο βαθμό και στην υπόλοιπη Ελλάδα το τηλεοπτικό δίκτυο εκπομπής είναι τύπου MFN, όχι όμως λόγω σχεδιασμού, αλλά εξαιτίας της «άναρχης» κατά κάποιο τρόπο κατανομής των ελεύθερων συχνοτήτων, ιδιαίτερα με τη ραγδαία ανάπτυξη των ιδιωτικών καναλιών στις αρχές της δεκαετίας του '90. Το πρόβλημα επιτείνουν και τα διάφορα «πειρατικά» κανάλια που λειτουργούν κατά καιρούς χωρίς καμία έγκριση, η πλειοψηφία των οποίων εκπέμπει στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Έτσι δεν υπάρχει η προαναφερθείσα ιδανική κυψελωτή δομή, με αποτέλεσμα να είναι συχνό φαινόμενο οι ομοδιαυλικές παρεμβολές, οι παρεμβολές γειτονικού διαύλου και η εμφάνιση προϊόντων ενδοδιαμόρφωσης,

καθώς δεν τηρούνται οι απαραίτητες αποστάσεις επαναχρησιμοποίησης συχνότητας. Η ενδεχόμενη εκπομπή ψηφιακής τηλεόρασης υπό σχεδιασμό MFN αναμένεται αρχικά να επηρεαστεί δυσχερώς από τα προαναφερθέντα προβλήματα, καθότι δεν προβλέπεται άμεση διακοπή των αναλογικών εκπομπών.

Όταν ολοκληρωθεί η μετάβαση στην εξ' ολοκλήρου ψηφιακή εκπομπή θα υπάρξει οικονομία συχνότητων αλλά όχι λόγω αποδοτικότερης διαχείρισης του φάσματος παρά εξαιτίας της μικρότερης ζήτησης σε πόρους, αφού σε ένα σημερινό δίαυλο θα εκπέμπονται ψηφιακά 3 ή 4 προγράμματα. Έτσι όμως αντιμετωπίζονται τα συμπτώματα του προβλήματος και όχι η αιτία, και μακροπρόθεσμα με την ανάπτυξη και διάθεση στο κοινό περισσότερων και πιο εξελιγμένων υπηρεσιών ενδέχεται να εμφανιστεί το ίδιο ακριβώς πρόβλημα που υπάρχει σήμερα.

Η εναλλακτική λύση είναι η εκπομπή σε μια μόνο συχνότητα σε όλη την περιοχή κάλυψης, είτε αυτή είναι ολόκληρη η επικράτεια μίας χώρας ή μόνο τμήμα της. Η προσέγγιση αυτή (*Single Frequency Network, SFN*) έχει το σχεδιαστικό πλεονέκτημα ότι χρειάζεται τις λιγότερες δυνατές συχνότητες από οποιαδήποτε άλλη κατανομή, και είναι ιδιαίτερα ελκυστική για χώρες όπως η Ελλάδα με μεγάλο βαθμό πληρότητας του τηλεοπτικού φάσματος. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η διαμόρφωση OFDM που χρησιμοποιεί το DVB-T έχει τη δυνατότητα να συσχετίζει όμοια σήματα που λαμβάνονται με χρονική καθυστέρηση μικρότερη από το διάστημα φύλαξης που εισάγεται σε κάθε σύμβολο (Guard Interval) και να ενισχύεται έτσι το τελικό σήμα αντί να υφίσταται παρεμβολές. Η κατάλληλη επιλογή λοιπόν του GI διευκολύνει σημαντικά την επίτευξη ικανοποιητικού βαθμού κάλυψης αφού περιορίζει την εξασθένηση του σήματος στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στα όρια κάλυψης του κάθε πομπού.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν την μεγάλη πληρότητα στο τηλεοπτικό φάσμα στην περιοχή της Αττικής και το γεγονός ότι στο μεγαλύτερο μέρος της καλύπτεται από πυκνή αστική δόμηση, δηλαδή κατ'εξοχήν περιβάλλον πολλαπλών ανακλάσεων, φαίνεται ότι η λειτουργία σε SFN παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα και θα πρέπει να είναι η τελική επιλογή. Ακόμη, ξεκινώντας από την Αττική στην οποία εκπέμπουν τα περισσότερα τηλεοπτικά κανάλια, μπορεί να εφαρμοστεί η αρχή του SFN για όλη την επικράτεια, στόχος που αν κάποτε επιτευχθεί, στην εποχή της

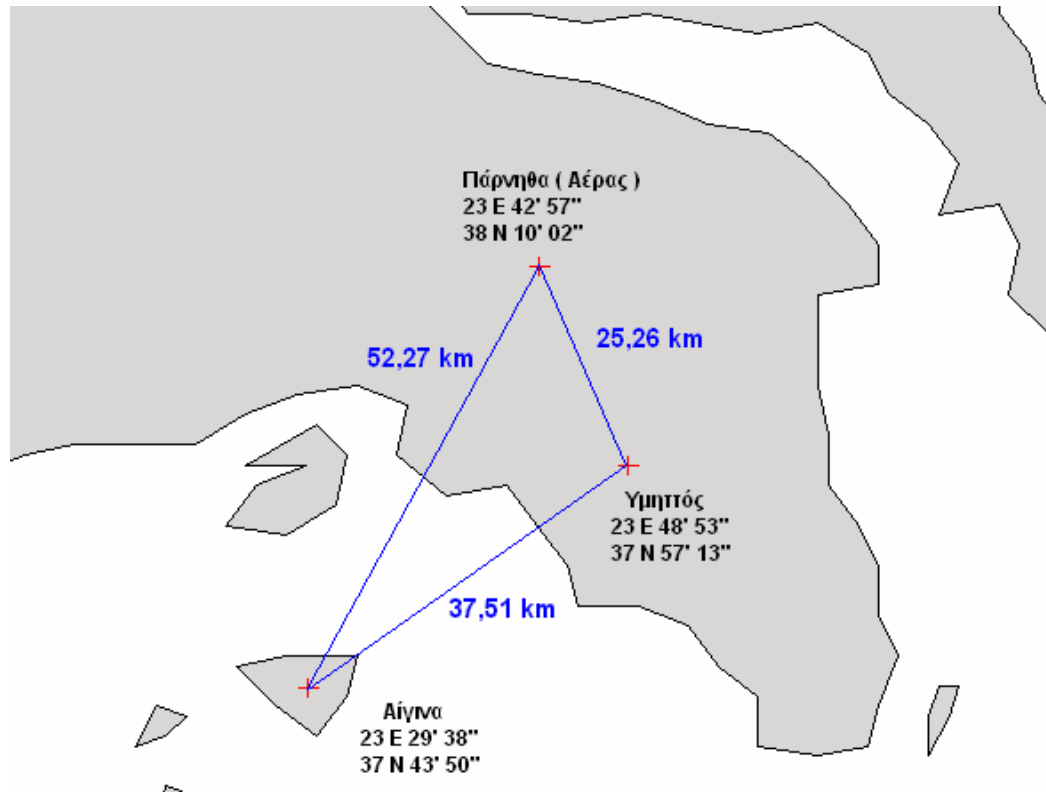
εξ'ολοκλήρου ψηφιακής εκπομπής πλέον, θα διευκολύνει εκτός από τη διαχείριση του φάσματος και τους τηλεθεατές-καταναλωτές, αφού η συχνότητα στην οποία θα εκπέμπεται ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα θα είναι η ίδια σε όλη την επικράτεια.

5.6 Θέσεις εκπομπής

Η Αττική καλύπτεται τηλεοπτικά από πομπούς μέσης και μεγάλης ισχύος συγκεντρωμένους σε 3 σημεία : στον Υμηττό, στη θέση Αέρας της Πάρνηθας και στην Αίγινα. Επίσης «φωτίζουν» τμήματα της Αττικής πομποί στα Γεράνεια Κορινθίας και στα Στύρα Ευβοίας, αλλά η συμβολή τους είναι μικρή, τόσο γεωγραφικά όσο και ως προς τον αριθμό προγραμμάτων που εκπέμπουν. Το ψηφιακό πλάνο που θα σχεδιαστεί στην παρούσα εργασία θα περιλαμβάνει πομπούς στις τρεις παραπάνω κύριες τοποθεσίες, τον Υμηττό, την Αίγινα και τον Αέρα Πάρνηθας.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η πλήρης κάλυψη εξασφαλίζεται με τη βοήθεια τοπικών αναμεταδοτών μικρής ισχύος σε περιοχές που αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα λήψης. Η ανάγκη για τους επιπλέον αυτούς αναμεταδότες συχνά δεν οφείλεται σε κακό σχεδιασμό ραδιοκάλυψης, αλλά σε πρακτικά προβλήματα που γίνονται αντιληπτά σε συνθήκες καθημερινής λειτουργίας, και που λόγω της μορφολογίας του εδάφους ή της πυκνής δόμησης δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν διαφορετικά. Θεωρείται δεδομένο ότι και ένα δίκτυο ψηφιακής εκπομπής θα αντιμετωπίσει κάποια παρόμοια προβλήματα, που θα αντιμετωπιστούν στην πράξη με ανάλογες προσθήκες τοπικών αναμεταδοτών όπου χρειάζεται. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αρχή σχεδιασμού SFN προβλέπει τη λειτουργία τέτοιων αναμεταδοτών στην ίδια συχνότητα με τους κύριους πομπούς, κάτι που η διαμόρφωση OFDM του DVB-T διευκολύνει συσχετίζοντας και ενισχύοντας τα σήματα από διαφορετικές πηγές.

Στο χάρτη που ακολουθεί φαίνονται οι θέσεις των τριών κύριων πομπών, οι συντεταγμένες τους και οι μεταξύ τους αποστάσεις, κάτι που όπως θα φανεί στη συνέχεια παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή του σχήματος κωδικοποίησης.



Εικόνα 5.2 --- Αποστάσεις μεταξύ των πομπών

5.7 Επιλογή παραμέτρων διαμόρφωσης

Οι προδιαγραφές του DVB-T προβλέπουν διαμόρφωση OFDM με αριθμό φερουσών 1705 (2k mode) ή 6817 (8k mode). Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο αυτών τρόπων λειτουργίας έγκειται στη διάρκεια του διαστήματος φύλαξης, που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Διάστημα φύλαξης / Διάρκεια συμβόλου	Απόλυτη διάρκεια διαστήματος φύλαξης T_g (μs)	
	2k mode	8k mode
1/4	56	224
1/8	28	112

1/16	14	56
1/32	7	28

Πίνακας 5-III --- Διάστημα φύλαξης

Θα πρέπει να επιλεγεί κατάλληλο διάστημα φύλαξης έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι παρεμβολές μεταξύ των τριών κυρίων πομπών στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής κάλυψής τους, και ειδικά στις ενδιάμεσες περιοχές που ενδεχομένως να λαμβάνουν σήμα ίσης ισχύος από δύο πομπούς, καθώς είναι ευνόητο ότι αν κάποιο σήμα δράσει ως παρεμβολή σε τέτοια περίπτωση τα αποτελέσματα θα είναι δυσμενέστατα για την ποιότητα λήψης.

Ο μηχανισμός με τον οποίο ο δέκτης OFDM σήματος χρησιμοποιεί το διάστημα φύλαξης ώστε να συσχετίσει δύο ή περισσότερα σήματα που έχουν ληφθεί ετεροχρονισμένα φαίνεται στις εξισώσεις της εικόνας 5.2 που ακολουθεί:³

Equation 2

$$w_i = \begin{cases} 0 & \text{if } t \leq \Delta - T_p \\ \left(\frac{T_u + t}{T_u}\right)^2 & \text{if } \Delta - T_p < t \leq 0 \\ 1 & \text{if } 0 \leq t \leq \Delta \\ \left(\frac{(T_u + \Delta) - t}{T_u}\right)^2 & \text{if } \Delta < t \leq T_p \\ 0 & \text{if } T_p < t \end{cases}$$

Where:

- C_i = the power contribution from the i -th signal at the receiver input
- C = the total power of the effective useful signal
- I = the total effective interfering power
- w_i = the weighting coefficient for the i -th component
- T_u = the useful symbol length
- Δ = the guard interval length
- t = the signal arrival time
- T_p = the interval during which signals usefully contribute

$$C = \sum_i w_i C_i$$

$$I = \sum_i (1 - w_i) C_i$$

Εικόνα 5.3 --- Αλγόριθμος Συσχέτισης

Η διάρκεια T_p οπού η λήψη ενός καθυστερημένου ή προπορευόμενου σήματος έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει θετικά, έστω και εν μέρει, είναι θεωρητικά μέχρι $T_u/3$, αν και στην εφαρμογή δεν ξεπερνάει τα $7T_u/24$, με τα σημερινά τεχνολογικά

³ R. Brugger & D. Hemingway : "OFDM Receivers - Impact on coverage of inter-symbol interference and FFT window positioning." EBU TECHNICAL REVIEW --- July 2003

δεδομένα στην κατασκευή των φίλτρων που χρειάζονται. Ο αλγόριθμος με τον οποίο επιλέγεται ποιο από τα ληφθέντα σήματα χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό του αποκωδικοποιητή του δέκτη δεν είναι κοινός σε όλους τους δέκτες. από τους κατασκευαστές ψηφιακών δεκτών χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 5 διαφορετικοί αλγόριθμοι⁴, οι οποίοι έχουν τα πλεονεκτήματά τους και τα μειονεκτήματά τους ο καθένας για συγκεκριμένες συνθήκες λήψης. Η διαφοροποίηση ως προς τον τρόπο συγχρονισμού δεν παίζει τόσο μεγάλο ρόλο σε συνθήκες σταθερής λήψης, μπορεί να κάνει τη διαφορά όμως σε απαιτήσεις φορητής ή πλήρως κινητής λήψης, όπου οι συνθήκες μεταβάλλονται ταχύτατα. Προς το παρόν όμως δεν υπάρχουν αρκετά πειραματικά δεδομένα για όλο το φάσμα των εφαρμογών DVB-T και για διαφορετικές συνθήκες ώστε να ξεχωρίσει για τις επιδόσεις του κάποιος από τους αλγόριθμους αυτούς και να καθιερωθεί από τους κατασκευαστές δεκτών. Έτσι, δεν κρίνεται σκόπιμο να ληφθεί υπ'όψιν στο κατά τη σχεδίαση ενός δικτύου ο τρόπος λειτουργίας και τα τεχνολογικά δεδομένα των δεκτών, αλλά μάλλον το αντίστροφο.

Η μαθηματική ανάλυση της συμπεριφοράς δύο πομπών που εκπέμπουν στην ίδια συχνότητα έτσι ώστε να βρεθεί το θεωρητικά βέλτιστο διάστημα φύλαξης είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Πρόκειται για ένα σύνθετο γεωμετρικό πρόβλημα με μεταβλητές την απόσταση του σημείου λήψης από τους δύο πομπούς, την ισχύ εκπομπής καθώς τις συνθήκες διάδοσης και εξασθένησης. Ακόμα και σε ιδανικές συνθήκες επίπεδου εδάφους είναι δύσκολο να εξαχθεί αξιόπιστο αποτέλεσμα από την αναλυτική προσέγγιση, πόσο μάλλον σε περιοχή έντονης μορφολογίας και πυκνής δόμησης όπως η Αττική. Επιπλέον, αν ληφθεί υπ'όψιν και η επίδραση των καιρικών συνθηκών στη διάδοση του σήματος, καθώς και η ύπαρξη πολλών ανακλάσεων σήματος που δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν, είναι προτιμότερο να υιοθετηθεί ο εμπειρικός κανόνας που ορίζει ότι η διάρκεια του διαστήματος φύλαξης πρέπει να επιτρέπει στο σήμα να διανύσει την απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών πομπών.⁵

⁴ R. Brugger & D. Hemingway : "OFDM Receivers - Impact on coverage of inter-symbol interference and FFT window positioning." EBU TECHNICAL REVIEW --- July 2003

⁵ ETSI Technical Report 101 190 V1.1.1 --- Digital Video Broadcasting (DVB), Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects. (1997-12)

Στην προκειμένη περίπτωση η μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των πομπών είναι 52,27 km όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Το σήμα για να διανύσει την απόσταση αυτή χρειάζεται 174 μ s, οπότε η μόνη δυνατή επιλογή είναι λειτουργία 8k με διάστημα φύλαξης $\frac{1}{4}$ της ωφέλιμης διάρκειας του συμβόλου, ήτοι 224 μ s.

5.8 Καθορισμός επιθυμητού *bitrate*

Οι προδιαγραφές του DVB-T προβλέπουν συμπίεση εικόνας και ήχου κατά το πρότυπο MPEG-2. Για λόγους συμβατότητας τόσο με τον υπάρχοντα εξοπλισμό παραγωγής τηλεοπτικού σήματος όσο και με τις δυνατότητες απεικόνισης στις τηλεοράσεις που χρησιμοποιούνται σήμερα, η δειγματοληψία της εικόνας θα γίνει όπως και στο αναλογικό πρότυπο PAL, δηλαδή σε ανάλυση 720x576x25 fps, με διαστάσεις αναπαραγωγής 4:3 ή 16:9 κατ'επιλογήν. Όλες οι δυνατές παράμετροι συμπίεσης κατά MPEG-2 φαίνονται στον πίνακα 5-III που ακολουθεί, όπου και σημειώνεται ενδεικτικά το μέγιστο επιτρεπόμενο *bitrate* για κάθε έγκυρο συνδυασμό profile και level :

Levels	Profiles				
	Simple	Main	SNR Scalable	Spatially Scalable	High
High 1920x1080x30 1920x1152x25		80Mbps			100Mbps
High-1440 1440x1080x30 1440x1152x25		60Mbps		60Mbps	80Mbps
Main 720x480x30 720x576x25	15Mbps	15Mbps	15Mbps		20Mbps
Low 352x240x30 352x288x25		4Mbps	4Mbps		

Πίνακας 5-III --- MPEG - 2

Η συνήθης επιλογή σε εφαρμογές τηλεοπτικής μετάδοσης είναι Main Profile – Main Level (MP@ML). Οι απαιτήσεις σε *bitrate* αυτής της επιλογής είναι 1,5 – 15 Mbps, ανάλογα με το βαθμό συμπίεσης που θα υποστεί η εικόνα. Ως γνωστόν το MPEG-2 εφαρμόζει απωλεστική συμπίεση, οπότε για πολύ μεγάλο βαθμό

συμπίεσης η εικόνα ενδέχεται να μην έχει την επιθυμητή ποιότητα ενός τηλεοπτικού σήματος. Επιπλέον, η μεγάλη διαφοροποίηση στο περιεχόμενο των τηλεοπτικών προγραμμάτων μεταβάλλει τις απαιτήσεις σε ποιότητα. Προγράμματα με έντονη χωρική και χρονική διαφοροποίηση του περιεχομένου τους, όπως αθλητικές μεταδόσεις, επιτρέπουν μικρότερο επίπεδο συμπίεσης ώστε να παραμείνει η ποιότητα της εικόνας ικανοποιητική. Αντίθετα, κινούμενα σχέδια όπου συνήθως χρησιμοποιείται μικρότερος αριθμός χρωμάτων, ή τηλεοπτικές συζητήσεις όπου κυριαρχεί η ακινησία των μορφών μπορούν να συμπιεστούν ενδεχομένως και στο κατώτατο όριο χωρίς εμφανείς απώλειες. Υπάρχει βέβαια προηγμένος εξοπλισμός συμπίεσης με συνεχώς μεταβαλλόμενο επίπεδο προσαρμοσμένο στις στιγμιαίες απαιτήσεις της εικόνας, αλλά το πρόβλημα είναι ότι δεν υπάρχει ακόμα εύκολος τρόπος ώστε να μοιράζεται δυναμικά το διαθέσιμο εύρος ζώνης του ραδιοδιαύλου μεταξύ των προγραμμάτων που θα πολυπλέκονται και θα εκπέμπονται από την ίδια συχνότητα. Αν και έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στην εξέλιξη τέτοιων συσκευών, ακόμα δεν είναι δυνατή η ευρεία χρήση τους, οπότε προς το παρόν θα πρέπει να δεσμεύεται σταθερό εύρος ζώνης για κάθε πρόγραμμα, έστω κι αν δεν είναι δυνατή η συνεχής χρησιμοποίησή του κατά 100%.

Ο προσδιορισμός του ελάχιστου επαρκούς bitrate ανά περίπτωση απαιτεί διεξοδική έρευνα στις βασικές προδιαγραφές του πρωτοκόλλου MPEG-2 και όχι μόνον ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσης εργασίας, αλλά δεν εγγυάται και τη λύση του προβλήματος. Έτσι δεν είναι δυνατόν να δοθεί σαφής και ενιαίος ορισμός για το πιο είναι το ελάχιστο bitrate που εξασφαλίζει ικανοποιητική ποιότητα εικόνας, η εμπειρία όμως έχει δείξει ότι ένα «συνηθισμένο» πρόγραμμα μπορεί να συμπιεστεί στα 4 Mbps, ενώ ένα «απαιτητικό», συνήθως αθλητικές μεταδόσεις, χρειάζεται 6 Mbps. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω τιμές δίνουν παραπάνω από «ικανοποιητική» ποιότητα, και ενδεχομένως θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μικρότερες τιμές, αν αυτό κριθεί αναγκαίο κατόπιν εμπειρικής αποτίμησης των αρχικών αποτελεσμάτων.

Η κωδικοποίηση του ηχητικού σήματος γίνεται κατά MPEG Layer II ακολουθώντας το πρότυπο ISO/IEC 11172-3 [10] (Single Channel, Dual Channel, Joint Stereo, Stereo) είτε το ISO/IEC 13818-3 [3] (Multi Channel) διατηρώντας όμως τη συμβατότητα με το πρώτο. Πολυγλωσσική μετάδοση ήχου δεν

προβλέπεται. Οι απαιτήσεις σε bitrate είναι 32 έως 384 kbps, ενώ στην ειδική περίπτωση χρήσης Multi Channel (συνήθως διάταξη 5.1) οι απαιτήσεις ανέρχονται έως και 682 kbps⁶. Στην ελληνική αγορά οι συσκευές τηλεόρασης με δυνατότητα αποκωδικοποίησης περισσότερων από δύο καναλιών ήχου είναι ελάχιστες, ενώ τα συστήματα οικιακού κινηματογράφου που διεισδύουν στην αγορά με αυξανόμενους ρυθμούς και υποστηρίζουν πολυκαναλικό ήχο συνήθως δεν χρησιμοποιούν ως πηγή επίγειο τηλεοπτικό σήμα αλλά DVD, Video CD ή δορυφορική λήψη. υπό το πρίσμα αυτό θα ήταν μάλλον άσκοπο να χρησιμοποιηθεί κωδικοποίηση μεγαλύτερη από Stereo ή Joint Stereo στα 384 kbps.

Πρόσθετες υπηρεσίες όπως Teletext, Videotext, καθώς και διαφορετικά σετ υποτίτλων χρειάζονται περίπου 100 kbps. Τέλος, εφόσον περισσότερα του ενός προγράμματα θα πολυπλέκονται και θα εκπέμπονται από την ίδια συχνότητα, είναι απαραίτητη η ύπαρξη λειτουργίας διαχείρισης και ελέγχου της πολυπλεξίας που θα παρέχει ακόμη και πληροφορίες προγράμματος. Οι απαιτήσεις αυτού του διαύλου ελέγχου είναι περίπου 500 kbps.

Στον πίνακα 5-IV που ακολουθεί συνοψίζονται οι προαναφερθείσες απαιτήσεις σε ρυθμό μετάδοσης των βασικών λειτουργιών ενός προγράμματος ψηφιακής τηλεόρασης :

⁶ ETSI TR 102 154 V1.1.1 --- Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in Contribution and Primary Distribution Applications. (2001-04)

Εικόνα MPEG-2 MP@ML 720x576x25 (PAL)	~ 4 Mbit/s (Τυπική) ~ 6 Mbit/s (Αθλητική)
Ήχος MPEG layer II (Joint Stereo / Stereo)	384 Kbit/s
Teletext / Subtitling	~ 100 Kbit/s
Δίαυλος Ελέγχου Καναλιού	~ 500 Kbit/s

Πίνακας 5-IVV --- Απαιτήσεις σε bitrate

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, μια προτεινόμενη πολυπλεξία προγραμμάτων αποτελούμενη από δύο «τυπικά» προγράμματα και ένα ως επί το πλείστον αθλητικού περιεχομένου θα περιέχει τα εξής:

- 3 προγράμματα εικόνας (2 τυπικά, 1 αθλητικό) ----- 14 Mbit/s
- 3 δίαυλοι ήχου ----- 1,2 Mbit/s
- 3 δίαυλοι Teletext / Υπότιτλοι ----- 0,3 Mbit/s
- 1 δίαυλος ελέγχου πολυπλεξίας ----- 0,5 Mbit/s

Σύνολο : 16 Mbit/s

Υπενθυμίζεται εδώ ότι η παραπάνω εκτίμηση είναι αρκετά «γενναιόδωρη» τόσο στα μεγέθη της εικόνας όσο και στον ήχο. Κάνοντας υποχωρήσεις στην ποιότητα συμπίεσης θα μπορούσε ενδεχομένως να χωρέσει και τέταρτο πρόγραμμα στην ίδια πολυπλεξία και ίσως μάλιστα με ακόμα μικρότερη συνολική απαίτηση. Καθότι όμως ακόμη δεν υπάρχει καμία ένδειξη για την ποιότητα και το είδος των υπηρεσιών που ενδεχομένως θα θελήσει να παρέχει ένας παραγωγός τηλεοπτικού προγράμματος, οι υπολογισμοί είναι συνετό να γίνουν έστω και υπερεκτιμώντας ως ένα βαθμό τις απαιτήσεις κάθε προγράμματος. Άλλωστε αν αποδειχθεί στην πράξη ότι υπάρχουν τελικά διαθέσιμοι πόροι ώστε να εξυπηρετηθούν επιπλέον προγράμματα θα είναι εύκολο αυτά να ενσωματωθούν στην πολυπλεξία εκ των υστέρων. Αντίθετα η στρατηγική σχεδιασμού με βάση τις μικρότερες δυνατές απαιτήσεις, ενδέχεται να οδηγήσει σε περικοπές υπηρεσιών

και σε υπαναχωρήσεις ως προς την ποιότητα της εικόνας που θα φτάνει στους τελικούς δέκτες, καταστάσεις που αναμφισβήτητα θα έβλαπταν την ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης στην Ελλάδα.

5.9 Επιλογή σχήματος κωδικοποίησης

Στον πίνακα 5-V που ακολουθεί παρατίθενται όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί σχημάτων κωδικοποίησης και διαστήματος φύλαξης με τη ωφέλιμη χωρητικότητα του διαύλου σε kbps, ενώ στον πίνακα 5-VI φαίνεται ο απαιτούμενος λόγος C/N στην είσοδο του αποκωδικοποιητή.

Modulation	Bits per sub-carrier	Inner code rate	Guard interval			
			1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	2	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	2	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	2	5/6	8,29	9,22	9,76	10,05
	2	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM						
	4	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	4	2/3	13,27	14,75	15,61	16,09
	4	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	4	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	4	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
64-QAM						
	6	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	6	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	6	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	6	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	6	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

Πίνακας 5-V - Σχήματα κωδικοποίησης

		Required C/N for BER = 2×10^{-4} after Viterbi QEF after Reed-Solomon		
Modulation	Code rate	Gaussian channel	Ricean channel (F ₁)	Rayleigh channel (P ₁)
QPSK	1/2	3,1	3,6	5,4
QPSK	2/3	4,9	5,7	8,4
QPSK	3/4	5,9	6,8	10,7
QPSK	5/6	6,9	8,0	13,1
QPSK	7/8	7,7	8,7	16,3
16-QAM	1/2	8,8	9,6	11,2
16-QAM	2/3	11,1	11,6	14,2
16-QAM	3/4	12,5	13,0	16,7
16-QAM	5/6	13,5	14,4	19,3
16-QAM	7/8	13,9	15,0	22,8
64-QAM	1/2	14,4	14,7	16,0
64-QAM	2/3	16,5	17,1	19,3
64-QAM	3/4	18,0	18,6	21,7
64-QAM	5/6	19,3	20,0	25,3
64-QAM	7/8	20,1	21,0	27,9

Πίνακας 5-VI - Απαιτούμενος C/N λόγος

Με έντονο χρώμα σημειώνονται οι συνδυασμοί του διαστήματος φύλαξης $T_u/4$ (¶ 5.6) που ικανοποιούν την απαίτηση των 16 Mbps (¶ 5.7).

Ένας από τους κύριους στόχους στο σχεδιασμό ενός ψηφιακού πλάνου σε μία περιοχή είναι η μείωση της ισχύος εκπομπής σε σχέση με τους υπάρχοντες αναλογικούς πομπούς. Έτσι, είναι επιβεβλημένη η επιλογή του σχήματος κωδικοποίησης με το μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας μεταξύ αυτών που ικανοποιούν τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί. Μεταξύ των 6 σχημάτων που μπορούν να επιτύχουν ρυθμό μετάδοσης μεγαλύτερο των 16 Mbps που απαιτούνται, η κωδικοποίηση 16-QAM με βάρους κώδικα 5/6, είναι η πιο ανθεκτική σε θόρυβο και παρεμβολές και συνεπώς απαιτεί μικρότερο λόγο C/N στον αποκωδικοποιητή, όπως άλλωστε προκύπτει και από τον πίνακα 5-VI.

Συνοψίζοντας, η τελική επιλογή των παραμέτρων διαμόρφωσης και κωδικοποίησης είναι :

Διαμόρφωση	OFDM
Αριθμός Φερουσών	8k (6817)
Κωδικοποίηση	16 – QAM
Βάρος Κώδικα	5 / 6
Ωφέλιμο bitrate	16,59 Mbps

Πίνακας 5-VII – Σύνοψη

5.10 Καθορισμός ισχύος εκπομπής

Για τον καθορισμό της ισχύος εκπομπής χρειάζεται η κατώτερη επιτρεπτή στάθμη ισχύος στο σημείο λήψης για επιτυχή αποκωδικοποίηση. Καθώς το λεκανοπέδιο Αττικής είναι καλύπτεται εξ'ολοκλήρου από πυκνή δόμηση, η συνηθέστερη περίπτωση λήψης αναμένεται να είναι η φορητή λήψη εντός κτιρίου (*Portable Indoor Reception – Class B*). Οι υπολογισμοί σε αυτή την περίπτωση γίνονται κατόπιν των εξής παραδοχών :

- Η λήψη γίνεται στο εσωτερικό κτιρίου, στο επίπεδο του ισογείου, με εφαρμογή συντελεστών διόρθωσης για λήψη σε μεγαλύτερο ύψος.
- Η κεραία λήψης βρίσκεται τουλάχιστον 1,5 m πάνω από το έδαφος.
- Στο χώρο λήψης υπάρχει τουλάχιστον ένα παράθυρο που βλέπει προς το εξωτερικό του κτιρίου.
- κατά τη διάρκεια της λήψης, τόσο ο δέκτης όσο και ογκώδη αντικείμενα που βρίσκονται κοντά του δεν μετακινούνται.
- Η κεραία του φορητού δέκτη μπορεί να μετακινηθεί έως 0,5 m προς κάθε κατεύθυνση ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα λήψης.



Εικόνα 5.4 --- Τυπική κεραία εσωτερικού χώρου, απολαβής 3 db

Η περιοχή λήψης ορίζεται ιεραρχικά από 3 επίπεδα:

I. Τοποθεσία λήψης (Receiving Location)

Πρόκειται ουσιαστικά για τη «μονάδα» μέτρησης μιας περιοχής λήψης. Είναι μια περιοχή 0,5m x 0,5m, όπου θεωρείται ότι με τη μετακίνηση της κεραίας εντός αυτών των ορίων εξασφαλίζει τη βέλτιστη δυνατή ποιότητα λήψης. Η περιοχή αυτή θεωρείται ότι καλύπτεται αν οι απαιτούμενοι λόγοι σήματος προς θόρυβο (C / N) και σήματος προς παρεμβολή (C / I) επιτυγχάνονται για ποσοστό χρόνου μεγαλύτερο του 99%.

II. Μικρή περιοχή κάλυψης (Small Coverage Area)

Το δεύτερο αυτό επίπεδο είναι περιοχή 100m x 100m. Η κάλυψη της περιοχής αυτής χαρακτηρίζεται «επαρκής» (Accerptable) αν καλύπτεται 70 % της έκτασής της και «καλή» (Good) αν καλύπτεται 95 % της έκτασής της.

III. Περιοχή κάλυψης (Coverage Area)

Πρόκειται για το σύνολο της περιοχής λήψης, ο χαρακτηρισμός του οποίου προκύπτει από το σύνολο των συνθηκών λήψης στα επιμέρους μικρότερα τμήματά του.

Για τη ζητούμενη φορητή λήψη τύπου B ο ραδιοδίαυλος θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Rayleigh, καθώς είναι έντονα τα φαινόμενα πολυδιαδρομικής λήψης λόγω ανακλάσεων. από τον [Πίνακα 5 - VI](#) προκύπτει ότι για κωδικοποίηση 16-QAM 5/6 ο απαιτούμενος σηματοθορυβικός λόγος στην είσοδο του αποκωδικοποιητή για δίαυλο Rayleigh είναι 19,3 dB. Στον Πίνακα 5-VIII που ακολουθεί φαίνεται η ελάχιστη απαιτούμενη ένταση πεδίου στο σημείο λήψης για τύπο λήψης Portable Class B. Το σύνολο των πινάκων που αφορούν κάθε είδος λήψης σε κάθε επιτρεπτή περιοχή συχνοτήτων, από όπου προέρχεται και ο προαναφερθείς παρατίθεται για λόγους αναφοράς και συγκρίσεων στο Παράρτημα, στο τέλος της παρούσης εργασίας.

Ο εν λόγω πίνακας έχει ακριβή εφαρμογή στη συχνότητα των 500 MHz. Λαμβάνοντας υπόψιν τους αντίστοιχους πίνακες για 65, 200 και 800 MHz⁷ υπολογίζονται οι ακριβείς τιμές έντασης με γραμμική παρεμβολή για οποιαδήποτε ενδιάμεση συχνότητα. Ωστόσο ο δίαυλος 23 UHF που έχει επιλεγεί έχει όρια συχνοτήτων 486 – 494 MHz, και οι τιμές του πίνακα για 500 MHz μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσιες, αφού οι αποκλίσεις είναι αμελητέες. Το γεγονός ότι ο πίνακας δίνει τιμές υπέρβασης για χρονικό ποσοστό 50 % δεν δημιουργεί πρόβλημα, καθώς για αποστάσεις έως 60 km από το σημείο εκπομπής, περιορισμός που ικανοποιείται στην υπό μελέτη περιοχή του Λεκανοπεδίου, οι τιμές για 99 % του χρόνου σχεδόν ταυτίζονται με τις παρεχόμενες για 50 %⁸. Η ίδια διαδικασία εφαρμογής γραμμικής παρεμβολής πρέπει να χρησιμοποιηθεί και σε περίπτωση απόκλισης του σηματοθορυβικού λόγου από τις 5 ενδεικτικές τιμές που δίνονται στον πίνακα, όμως και πάλι η τιμή των 19,3 dB που απαιτείται δίνει

⁷ ETSI Technical Report 101 190 V1.1.1 --- Digital Video Broadcasting (DVB), Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects (1997-12).

⁸ EBU Handbook on Digital Terrestrial Television Broadcasting in the VHF/UHF Bands, Part 2, ¶ 3.1

πρακτικά ίδια αποτελέσματα με τα 20 dB που υπολογίζονται, οπότε και τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν αυτούσια.

Receiving condition: Portable indoor ground floor (Class B), Band IV

Frequency	f (MHz)	500				
Minimum C/N required by system	(dB)	2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dBμV)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	0				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-13,3				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-112,9	-106,9	-100,9	-94,9	-88,9
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dBμV/m)	33	39	45	51	57
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Height loss	L_h (dB)	12				
Building penetration loss	L_b (dB)	7				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	4				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-89,9	-83,9	-77,9	-71,9	-65,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dBμV/m)	56	62	68	74	80
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	14				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-79,9	-73,9	-67,9	-61,9	-55,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dBμV/m)	66	72	78	84	90
NOTE: Minimum median equivalent field strength values at 10 m a.g.l. for 50 % of time and 50 % of locations are expected to be: 6 dB lower than the values shown if reception is required in rooms at the first floor; 12 dB lower than the values shown if reception is required in rooms higher than the first floor.						

Πίνακας 5-VIII - Φορητή λήψη τύπου B, Περιοχή IV

Όπως λοιπόν προκύπτει από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα, για επιτυχή αποκωδικοποίηση του σήματος στο 95 % του χώρου μιας περιοχής λήψης, η ένταση του πεδίου σε εκείνο το σημείο θα πρέπει να υπερβαίνει τα 84 dBμV/m για 99 % του χρόνου. Οι τιμές αυτές εξασφαλίζουν «Καλή» λήψη παρουσία όμως μόνο φυσικού θορύβου και όχι παρεμβολών. Οι συντελεστές διόρθωσης που δίνονται για περιπτώσεις δέκτη σε υψηλότερο από το ισόγειο όροφο δεν ενδιαφέρουν στην παρούσα φάση, καθώς ο σχεδιασμός πρέπει να γίνει για τη δυσμενέστερη δυνατή λήψη που είναι στο ισόγειο κτιρίου.

Ο διάυλος 23 UHF στον οποίο αναφέρονται οι υπολογισμοί είναι ελεύθερος από οποιαδήποτε άλλη τηλεοπτική εκπομπή στην Αττική, όσον αφορά όμως τους γειτονικούς του (22 και 24) πρέπει να προβλεφθεί η δυσμενέστερη δυνατή περίπτωση, ότι δηλαδή χρησιμοποιούνται για εκπομπή αναλογικού τηλεοπτικού σήματος και μάλιστα από τις ίδιες τοποθεσίες με αυτές των ψηφιακών πομπών. Αν και τα όρια των διαύλων δεν επικαλύπτονται, το φασματικό περιεχόμενο κάθε σήματος δεν μπορεί να περιοριστεί αυστηρά στα επιτρεπτά αυτά όρια συχνοτήτων και ένα μικρό ποσοστό παρεμβάλλει στους γειτονικούς διαύλους, υπό αυτές τις συνθήκες ενδέχεται να είναι απαραίτητη η υπεροχή της ισχύος λήψης του επιθυμητού σήματος επί των ανεπιθύμητων κατά μία σταθερή, υπολογίσιμη τιμή.

Με χρήση του προγράμματος «Protection Ratios between COCOT Transmitters» όπως περιγράφεται στην [¶ 4.2.4](#) προκύπτει ότι ο προτεινόμενος πομπός στον διάυλο 23 UHF με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας που έχουν επιλεγεί στις προηγούμενες ενότητες δεν αντιμετωπίζει κανένα πρόβλημα παρεμβολής από αναλογικές εκπομπές στους δύο γειτονικούς διαύλους εκατέρωθεν:

Protection ratios between COCOT transmitters

File Report

Wanted

Signal Type	Band	Chnl Raster	Channel	Syst. Variant	Carriers	Bandwidth
TVD	UHF	G	23	B5 - 16-QAM; CR 5/6	H - 8k - 1/4	8 MHz

DVB-T B5H Ch=23; Freq =490.00 (486.00 - 494.00)MHz

Unwanted

Signal Type	Band	System	Channel	Colour	Sec. sound	Off. type	Off. value
TVA	UHF	G	22	PAL	NICAM	Normal	0

Analogue TV G/PAL (NICAM) Ch=22; Offset: Normal 0 (0 Hz); Freq (V/P/S)=479.25/5.50/5.85MHz; Sound power (P/S)=13.00/20.00dB (478.00 - 486.00)MHz

Propagation: Unspecified

Result: No interference

Protection ratio calculation

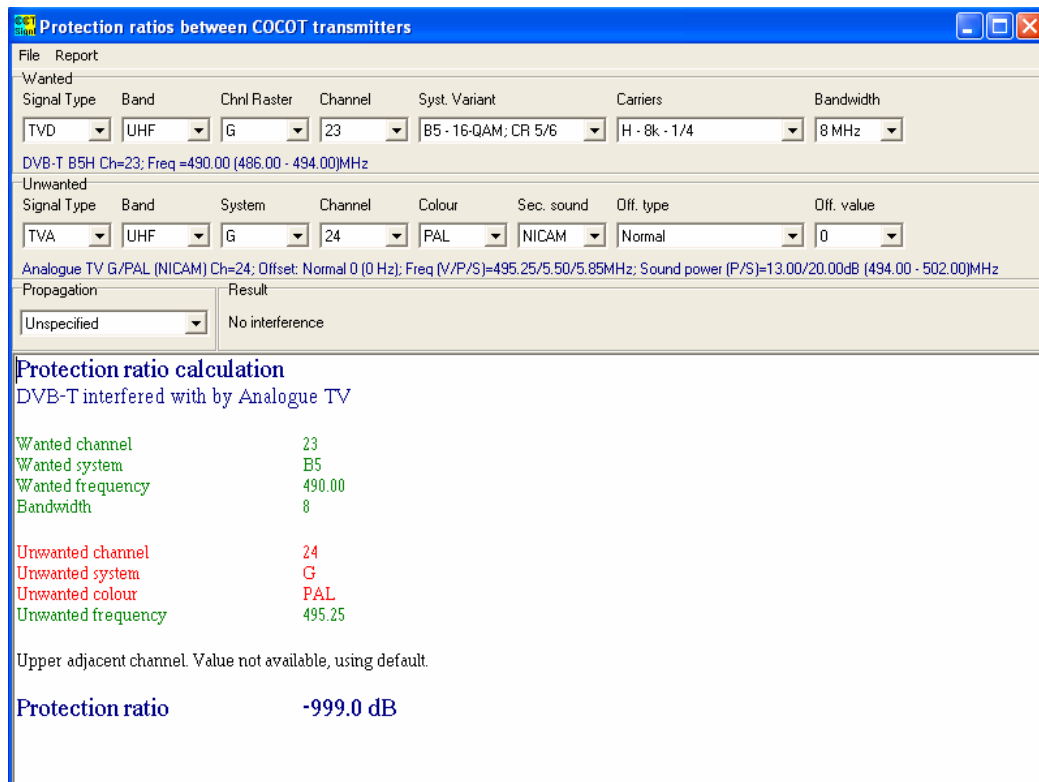
DVB-T interfered with by Analogue TV

Wanted channel	23
Wanted system	B5
Wanted frequency	490.00
Bandwidth	8
Unwanted channel	22
Unwanted system	G
Unwanted colour	PAL
Unwanted frequency	479.25

Lower adjacent channel. Value not available, using default.

Protection ratio -999.0 dB

Εικόνα 5.5 --- Protection Ratio lower



Εικόνα 5.6 --- Protection Ratio upper

Η διαπίστωση ότι οι γειτονικοί δίαυλοι δεν παρεμβάλλουν καθόλου απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία εξαγωγής μιας εκτίμησης για τα όρια κάλυψης των τριών πομπών. Πλέον μπορεί να ζητηθεί από το λογισμικό COCOT να υπολογίσει πρόχειρα την περιοχή κάλυψης παρουσία μόνο φυσικού θορύβου στο δίαυλο, ενώ σε διαφορετική περίπτωση, επειδή θα επρόκειτο για παρεμβάλλοντες πομπούς από περισσότερα του ενός σημεία θα έπρεπε να ακολουθήσει πλήρης υπολογισμός κάλυψης παρουσία παρεμβολών (Interference Limited Coverage, βλ. § 4.2.6). Ωστόσο, το COCOT δεν θα μπορούσε να ανταποκριθεί στην περίπτωση αυτή, καθώς δεν μπορεί να λάβει υπόψη την ενίσχυση του σήματος λόγω SFN, οπότε αντίθετα θα έβλεπε τους τρεις πομπούς του SFN δικτύου να παρεμβάλλουν ο κάθε ένας στους άλλους.

Είναι βέβαια προφανές ότι το εγγενές αυτό «πρόβλημα», ή ακριβέστερα περιορισμένη δυνατότητα, του COCOT παραμένει και στην απλή περίπτωση της κάλυψης παρουσία μόνο θορύβου. Αναμένεται όμως η συμβολή των λαμβανόμενων σημάτων να είναι εντονότερη εντός του νοητού τριγώνου που

σχηματίζουν οι θέσεις εκπομπής, και η κατευθυντικότητα των κεραιών εκπομπής να περιορίζει αρκετά το σήμα εκτός του λεκανοπεδίου. Έτσι αν υπολογιστεί η περιοχή κάλυψης για κάθε πομπό ξεχωριστά και στη συνέχεια ενωθούν οι, σε μεγάλο βαθμό επικαλυπτόμενες, περιοχές αυτές θα δοθεί μια ικανοποιητική προσέγγιση της συνολικής επίδοσης του δικτύου. Επιπλέον, λόγω της χαρακτηριστικής ιδιότητας του SFN τα όρια κάλυψης ενδέχεται να επεκτείνονται και πέρα από αυτά που θα υπολογισθούν, δίνοντας έτσι ακόμα μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας στο σύστημα.

Κατά το σχεδιασμό των 3 νέων πομπών θα δοθεί έμφαση στη διατήρηση όσο το δυνατόν περισσότερων από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πομπών αναλογικής τηλεόρασης που ήδη λειτουργούν. Είναι σημαντικό η μετάβαση των δικτύων στην ψηφιακή εκπομπή να είναι όσο το δυνατόν ομαλότερη, είτε με απευθείας χρήση των υπάρχουσών κεραιών, είτε με προμήθεια νέου εξοπλισμού. Η διατήρηση των παραμέτρων λειτουργίας όπου είναι δυνατόν βέβαια, προφανώς επιτρέπει την εναλλαγή κάποιων πομπών απευθείας, και διευκολύνει την προμήθεια, εγκατάσταση και συντήρηση του νέου εξοπλισμού, καθώς θα είναι ήδη διαθέσιμος στην αγορά και η θα υπάρχει η απαραίτητη τεχνογνωσία.

Ο αναλυτικός υπολογισμός εκ των προτέρων της απαιτούμενης ισχύος εκπομπής του κάθε πομπού ώστε να επιτευχθεί η κάλυψη της ζητούμενης περιοχής του λεκανοπεδίου δεν είναι δυνατός με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία. Αναγκαστικά λοιπόν το ζήτημα πρέπει να αντιμετωπιστεί με δοκιμές διαφόρων τιμών ισχύος στο λογισμικό COCOT μέχρι να προκύψει ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Η προσέγγιση τύπου «trial and error» λοιπόν κατέληξε σε επαρκή κάλυψη με EIRP 33 dBW (2 kW) από Υμηττό και Πάρνηθα και 40 dBW (10 kW) από Αίγινα.

Στη συνέχεια παρατίθενται τα πλήρη στοιχεία των τριών προτεινόμενων πομπών, συγκεντρωμένων σε αρχείο τύπου TVA προς χρήση από το πρόγραμμα CTP 2.6 του πακέτου COCOT (βλ. [¶ 4.2.6](#)). Επισημαίνεται ότι τα δεδομένα που αφορούν κεντρική συχνότητα εικόνας, ήχου και offset δεν έχουν νόημα σε εκπομπή ψηφιακού σήματος και υπάρχουν απλά για λόγους έγκυρης μορφοποίησης του αρχείου. Τα δεδομένα που αφορούν το υψόμετρο της θέσης εκπομπής και την παράμετρο «Effective Antenna Height» ανά κατεύθυνση

ενδέχεται να περιέχουν ανακρίβειες, οι οποίες όμως διορθώνονται εύκολα μέσω του ψηφιακού χάρτη που χρησιμοποιεί το COCOT. Τέλος σχεδιάζεται το διάγραμμα οριζόντιας ακτινοβολίας κάθε πομπού.

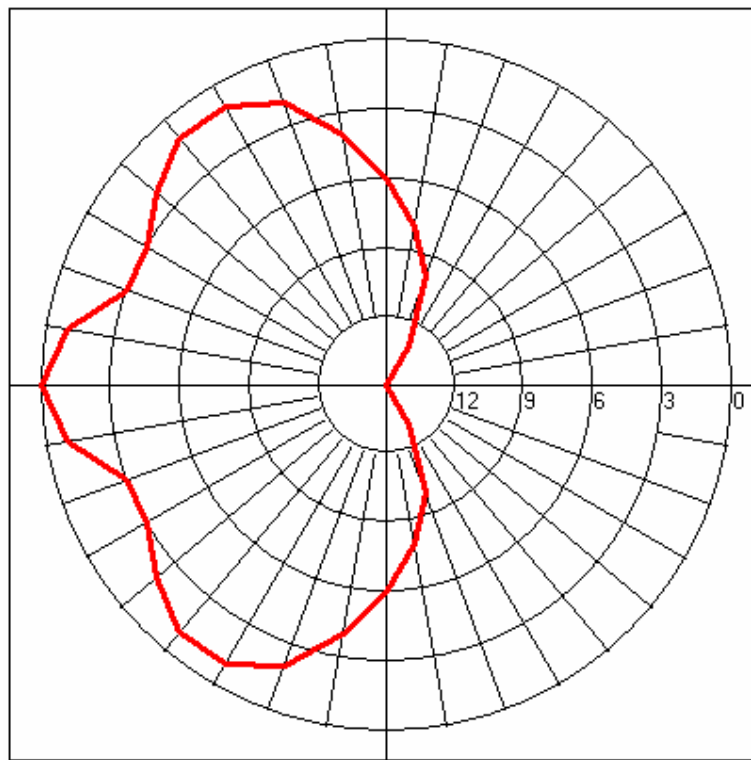
- **Υμηπτός**

TVA Transmitter	
Validity	Full Data
Type	Analogue TV
Identifier	TVA1GRC23001
Aux. id	
Status	Operating
Administration	GRC
Name	YMITTOS ATT
Site name	
Network ID	DVB
Network name	
Longitude	023E4853
Latitude	37N5713
Channel	23
Elevation Vert	.0 degrees
Elevation Horiz	.0 degrees
ERP max(V)	N/A
ERP max(H)	33.0 dBW
Eff Hei max	895.0 m
Height of Site	952 m a.s.l
Antenna height	20 m a.g.l
Polarisation	Horizontal
System	G

SubSystem	P				
Frequency	471.25 MHz				
Offset	Normal				
Offset	0 Hz				
Offset (1/12)	0				
Primary sound	5.50 MHz				
Rel power (PS)	10 dB				
Offset (PS)	0 Hz				
Secondary sound	.00 MHz				
Rel power (SS)	0 dB				
Azim	Ant H	Ant V	Eff hei	EH(DTM)	dH(DTM)
0	6.00	.00	708.00	721.72	289.00
10	8.00	.00	602.00	598.88	365.00
20	10.00	.00	536.00	572.63	403.00
30	13.00	.00	697.00	619.78	254.00
40	16.00	.00	666.00	685.39	34.00
50	22.00	.00	765.00	761.74	.00
60	25.00	.00	839.00	811.78	.00
70	28.00	.00	830.00	794.66	.00
80	28.00	.00	841.00	801.90	.00
90	30.00	.00	849.00	811.73	.00
100	28.00	.00	860.00	862.32	.00
110	28.00	.00	862.00	852.28	.00
120	25.00	.00	866.00	851.24	.00
130	22.00	.00	853.00	825.37	39.00
140	16.00	.00	845.00	793.54	123.00
150	13.00	.00	816.00	782.90	79.00
160	10.00	.00	816.00	791.95	.00
170	8.00	.00	825.00	755.08	.00
180	6.00	.00	794.00	574.38	.00
190	4.00	.00	635.00	608.52	.00
200	2.00	.00	741.00	824.82	.00
210	1.00	.00	826.00	814.11	.00
220	1.00	.00	774.00	791.23	.00
230	2.00	.00	816.00	852.44	.00
240	3.00	.00	861.00	891.24	.00

250	3.00	.00	895.00	900.61	.00
260	1.00	.00	895.00	899.47	.00
270	.00	.00	879.00	875.38	.00
280	1.00	.00	870.00	866.00	147.00
290	3.00	.00	847.00	854.15	517.00
300	3.00	.00	833.00	847.85	499.00
310	2.00	.00	810.00	843.13	521.00
320	1.00	.00	792.00	814.94	649.00
330	1.00	.00	800.00	797.86	608.00
340	2.00	.00	789.00	780.10	722.00
350	4.00	.00	752.00	744.35	353.00

Πίνακας 5-ΙΧ - Πομπός Υμηττού



Εικόνα 5.7 --- Διάγραμμα ακτινοβολίας πομπού Υμηττού

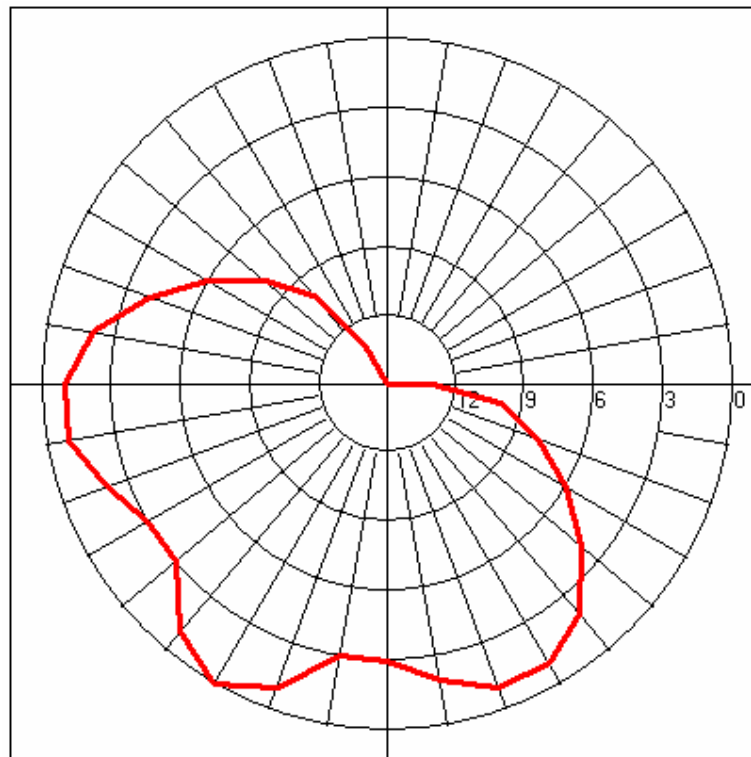
- Πάρνηθα (Αέρας)

TVA Transmitter	
Validity	Full Data
Type	Analogue TV
Identifier	TVA1GRC23002
Aux. id	
Status	Operating
Administration	GRC
Name	PARNIS ATT
Site name	
Network ID	DVB
Network name	
Longitude	023E4257
Latitude	38N1002
Channel	23
Elevation Vert	.0 degrees
Elevation Horiz	.0 degrees
ERP max(V)	N/A
ERP max(H)	33.0 dBW
Eff Hei max	1119.0 m
Height of Site	1410 m a.s.l
Antenna height	20 m a.g.l
Polarisation	Horizontal
System	G
SubSystem	P
Frequency	471.25 MHz
Offset	Normal
Offset	0 Hz

Offset (1/12)	0				
Primary sound	5.50 MHz				
Rel power (PS)	10 dB				
Offset (PS)	0 Hz				
Secondary sound	.00 MHz				
Rel power (SS)	0 dB				
Azim	Ant H	Ant V	Eff hei	EH(DTM)	dH(DTM)
0	25.00	.00	1042.00	1040.36	145.00
10	28.00	.00	1028.00	985.37	272.00
20	28.00	.00	1011.00	961.97	577.00
30	30.00	.00	971.00	966.19	299.00
40	28.00	.00	937.00	938.53	131.00
50	28.00	.00	895.00	852.00	94.00
60	25.00	.00	879.00	872.88	273.00
70	22.00	.00	919.00	907.22	281.00
80	16.00	.00	911.00	903.29	240.00
90	13.00	.00	955.00	901.19	172.00
100	10.00	.00	939.00	950.22	.00
110	8.00	.00	948.00	970.23	.00
120	6.00	.00	975.00	1008.67	1.00
130	4.00	.00	944.00	1102.28	107.00
140	2.00	.00	1021.00	1138.99	295.00
150	1.00	.00	1112.00	1166.75	153.00
160	1.00	.00	1119.00	1195.43	229.00
170	2.00	.00	1118.00	1203.88	142.00
180	3.00	.00	1067.00	1199.45	.00
190	3.00	.00	1064.00	1136.13	.00
200	1.00	.00	954.00	1079.59	.00
210	.00	.00	922.00	1110.84	.00
220	1.00	.00	924.00	1064.47	.00
230	3.00	.00	925.00	1040.89	.00
240	3.00	.00	928.00	938.65	80.00
250	2.00	.00	644.00	823.20	516.00
260	1.00	.00	578.00	737.92	759.00
270	1.00	.00	945.00	645.95	510.00
280	2.00	.00	666.00	693.72	454.00
290	4.00	.00	844.00	795.39	287.00

300	6.00	.00	852.00	801.12	398.00
310	8.00	.00	904.00	908.83	293.00
320	10.00	.00	959.00	971.64	287.00
330	13.00	.00	975.00	1002.93	218.00
340	16.00	.00	806.00	985.17	64.00
350	22.00	.00	1026.00	1014.32	41.00

Πίνακας 5-Χ - Πομπός Πάρνηθας



Εικόνα 5.8 --- Διάγραμμα ακτινοβολίας πομπού Πάρνηθας

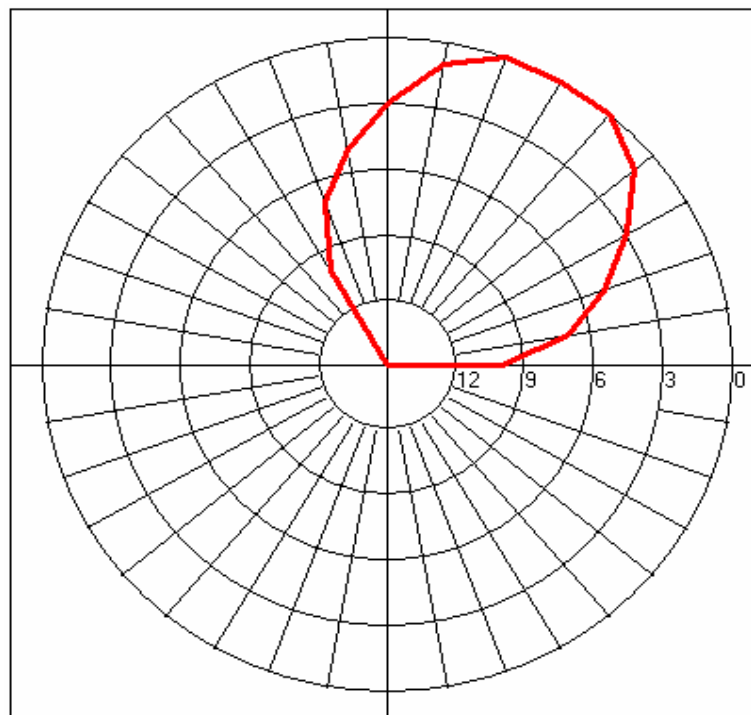
- Αίγυα

TVA Transmitter	
Validity	Full Data
Type	Analogue TV
Identifier	TVA1GRC23003
Aux. id	
Status	Operating
Administration	GRC
Name	AIGINA ATT
Site name	
Network ID	DVB
Network name	
Longitude	023E2930
Latitude	37N4350
Channel	23
Elevation Vert	.0 degrees
Elevation Horiz	.0 degrees
ERP max(V)	N/A
ERP max(H)	40.0 dBW
Eff Hei max	571.0 m
Height of Site	531 m a.s.l
Antenna height	20 m a.g.l
Polarisation	Horizontal
System	G
SubSystem	P
Frequency	471.25 MHz
Offset	Normal
Offset	0 Hz
Offset (1/12)	0

Primary sound	5.00 MHz				
Rel power (PS)	10 dB				
Offset (PS)	0 Hz				
Secondary sound	.00 MHz				
Rel power (SS)	0 dB				
Azim	Ant H	Ant V	Eff hei	EH(DTM)	dH(DTM)
0	3.00	.00	495.00	541.97	106.00
10	1.00	.00	514.00	532.58	.00
20	.00	.00	518.00	518.60	49.00
30	.00	.00	517.00	518.77	44.00
40	.00	.00	544.00	520.78	.00
50	1.00	.00	556.00	519.58	40.00
60	3.00	.00	571.00	531.93	33.00
70	5.00	.00	571.00	537.93	4.00
80	7.00	.00	571.00	543.50	.00
90	10.00	.00	571.00	547.59	.00
100	16.00	.00	571.00	547.03	.00
110	20.00	.00	571.00	544.63	.00
120	30.00	.00	571.00	549.47	.00
130	30.00	.00	571.00	547.06	.00
140	30.00	.00	571.00	533.70	.00
150	30.00	.00	571.00	516.05	.00
160	30.00	.00	571.00	499.52	.00
170	30.00	.00	571.00	511.26	.00
180	30.00	.00	571.00	525.46	.00
190	30.00	.00	571.00	502.42	.00
200	30.00	.00	571.00	530.00	.00
210	30.00	.00	569.00	505.99	374.00
220	30.00	.00	491.00	522.87	375.00
230	30.00	.00	475.00	544.84	218.00
240	30.00	.00	566.00	551.00	1.00
250	30.00	.00	570.00	525.37	104.00
260	30.00	.00	560.00	516.98	221.00
270	30.00	.00	535.00	551.00	.00
280	30.00	.00	571.00	546.80	.00
290	30.00	.00	571.00	545.89	.00
300	30.00	.00	569.00	541.13	.00

310	20.00	.00	550.00	529.30	.00
320	16.00	.00	536.00	528.70	.00
330	10.00	.00	517.00	542.65	.00
340	7.00	.00	502.00	543.57	.00
350	5.00	.00	492.00	544.38	234.00

Πίνακας 5-XI - Πομπός Αίγινας

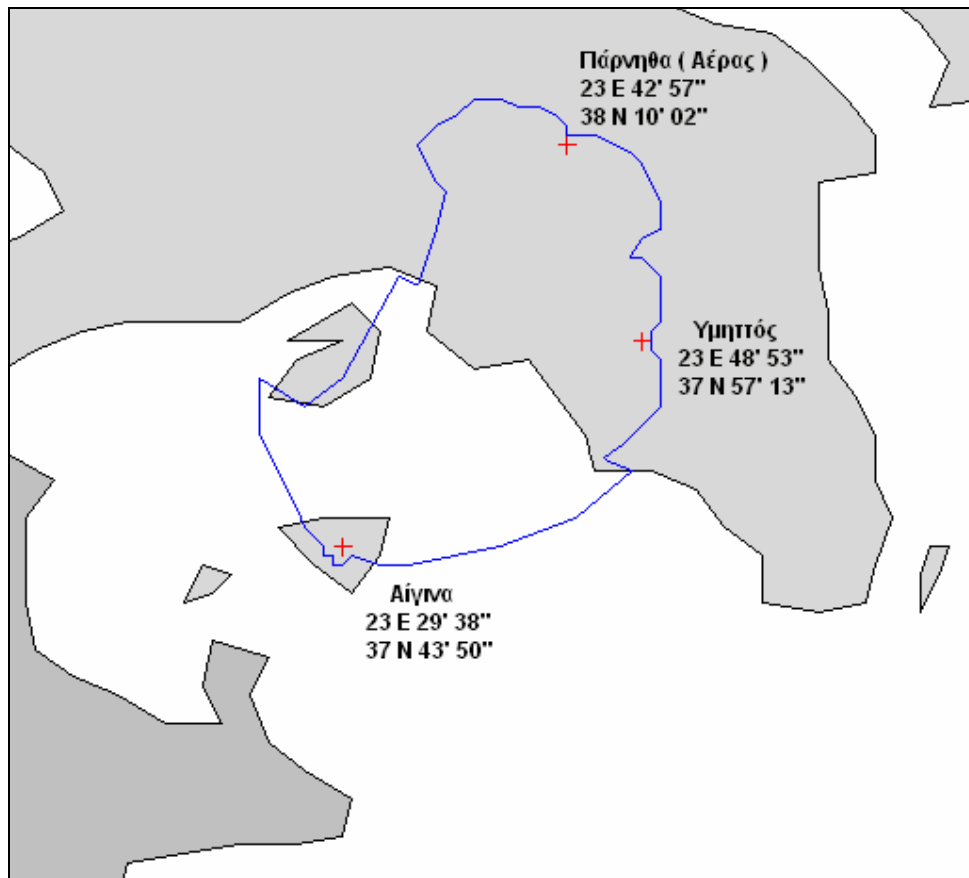


Εικόνα 5.9 --- Διάγραμμα ακτινοβολίας πομπού Αίγινας

Οι τρεις παραπάνω πομποί δίνουν συνδυασμένη περιοχή κάλυψης που σχεδιάζεται παρακάτω, επισημαίνοντας για ακόμα μια φορά ότι η ιδιότητα συσχετισμού και ενίσχυσης σήματος ενός SFN δικτύου δεν έχει ληφθεί υπ'όψιν, οπότε η περιοχή κάλυψης εκτείνεται ως ένα σημείο και πέρα από τα όρια που φαίνονται στο χάρτη.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι για να επιτευχθεί ο στόχος της κάλυψης του λεκανοπεδίου από ψηφιακό σήμα χρειάζεται σημαντικά χαμηλότερη ισχύς εκπομπής. Πιο συγκεκριμένα, ο προτεινόμενος πομπός στον Υμηττό έχει EIRP 33

dBW, ήτοι 2 kW, τη στιγμή που οι υπάρχοντες αναλογικοί πομπόι εκπέμπουν ισχύ 36 – 46 dBW (4 – 40 kW), με τους περισσότερους εξ αυτών πάνω από 40 dBW. Στην ίδια ισχύ λειτουργεί και ο προτεινόμενος πομπός στην Πάρνηθα, ενώ οι αναλογικοί εκπέμπουν 35 – 47 dBW πλην ενός που εκπέμπει 30 dBW. Στην περίπτωση της Αίγινας ωστόσο δεν είναι δυνατόν να υπάρξει μείωση ισχύος εκπομπής. Ο προτεινόμενος ψηφιακός πομπός εκπέμπει 40 dBW (10 kW) ενώ οι αναλογικοί λειτουργούν στα 38,1 – 40 dBW.



Εικόνα 5.10 --- Συνδυασμένη περιοχή κάλυψης των 3 ψηφιακών πομπών

5.11 Συγκεντρωτικά στοιχεία πλάνου

Έχει πλέον ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός του ψηφιακού πλάνου για το λεκανοπέδιο Αττικής, καθώς έχουν καθοριστεί τα πλήρη στοιχεία καθενός από τους 3 προτεινόμενους πομπούς. Ακολουθούν συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά του προτεινόμενου δικτύου ψηφιακής εκπομπής στο λεκανοπέδιο Αττικής.

Συχνότητα Εκπομπής	486 – 494 MHz 23 UHF-G		
Διαμόρφωση	OFDM – 8k		
Κωδικοποίηση	16 – QAM 5/6		
Ωφέλιμος Ρυθμός Μετάδοσης	16,59 Mbps		
Πομποί	Υμητός 2 kW	Πάρνηθα 2 kW	Αίγινα 10 kW

Πίνακας 5-ΧΙΙ - Συγκεντρωτικά Χαρακτηριστικά

Κεφάλαιο 6 --- Υλοποίηση ψηφιακού πλάνου στο λεκανοπέδιο Αττικής

6.1 Δημιουργία TVA και ενσωμάτωση

Στο αμέσως προηγούμενο κεφάλαιο ολοκληρώθηκε ο ενδεικτικός σχεδιασμός ενός δικτύου εκπομπής ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος στην περιοχή του λεκανοπεδίου της Αττικής. Για την εκτέλεση των λειτουργιών του λογισμικού CTP 2.6 που αφορούν την περιοχή κάλυψης, όπως περιγράφονται στην παράγραφο [¶ 5.9](#) δημιουργήθηκε ένα αρχείο τύπου TVA που περιείχε τα στοιχεία μόνο των τριών προτεινόμενων πομπών. Στη συνέχεια, τα στοιχεία αυτά θα ενσωματωθούν στο αρχείο GRC4.TVA, που αποτελεί την πιο πρόσφατη έκδοση της ελληνικής βάσης δεδομένων που έχει κατατεθεί στην ERO, με ημερομηνία δημιουργίας 28-11-2002. Έτσι ενσωματώνονται θεωρητικά οι 3 αυτοί πομποί στο πανελλήνιο δίκτυο και μπορεί να μελετηθεί η αλληλεπίδραση τους με οποιονδήποτε από τους ήδη υπάρχοντες αναλογικούς πομπούς ώστε να εντοπιστούν τυχόν παρεμβολές.

Το αυθεντικό GRC4.TVA ωστόσο, έχει πολλά προβλήματα που έχουν να κάνουν με την εγκυρότητα της μορφοποίησής του και με την ορθότητα των στοιχείων του, και κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την επίλυσή τους. Το κυριότερο πρόβλημα που εντοπίστηκε ήταν η μη δυνατότητα ανάγνωσης από το COCOT των δεδομένων που αφορούσαν τους πομπούς των ιδιωτικών σταθμών. Τα στοιχεία των ιδιωτικών πομπών ήταν ομαδοποιημένα ακολουθώντας αυτά της δημόσιας τηλεόρασης, τα οποία και δεν είχαν κανένα πρόβλημα. Προσεκτικότερη εξέταση του αρχείου έδειξε ότι στο τέλος κάθε καταχώρησης πομπού ιδιωτικού καναλιού, δεν τερματιζόταν το πεδίο με τον ειδικό χαρακτήρα end-of-line με αποτέλεσμα την ύπαρξη μεγάλου αριθμού χαρακτήρων κενού σε σειρά, καθιστώντας έτσι άκυρες όλες τις επόμενες καταχωρήσεις. Το πρόβλημα λύθηκε με χρήση του προγράμματος Cocot Utilities (βλ. [¶ 4.2.8](#)) και εκτελώντας σε αυτό τη διαδικασία «Pad/Filter/Validate». Η διεργασία αυτή αποκάλυψε ακόμη ότι 21 πομποί είχαν καταχωρηθεί δύο φορές. Οι

διπλοεγγραφές φυσικά διεγράφησαν, και το σύνολο των παραπάνω διορθώσεων μείωσε το μέγεθος του GRC4.TVA από 2.145 KB σε 583 KB.

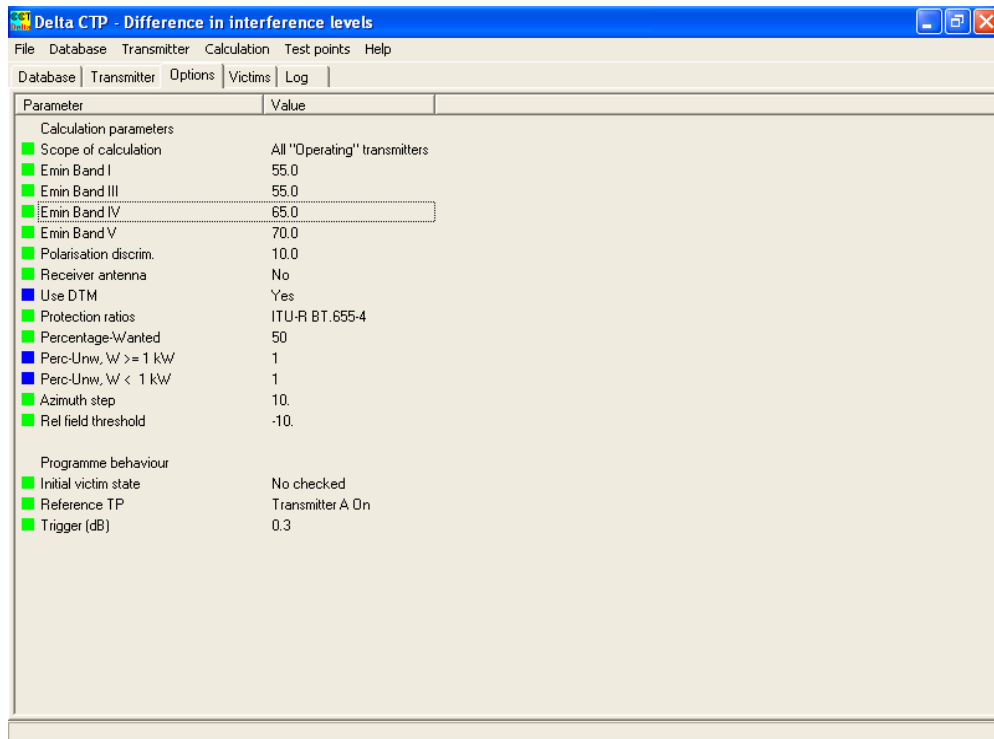
Στους 3 προτεινόμενους πομπούς δίνονται διακριτικά (identifiers) TVA1GRC23new1, TVA1GRC23new2 και TVA1GRC23new3 ώστε να είναι εύκολος ο εντοπισμός τους, και προστίθενται στα περιεχόμενα του GRC4.TVA. Το νέο αρχείο ονομάζεται GRC4new.TVA και με αυτό στο εξής θα γίνουν όλοι οι υπολογισμοί στο λογισμικό COCOT.

6.2 Έλεγχος παρεμβολών σε εθνικό επίπεδο

Ο έλεγχος του επιπέδου παρεμβολών των υπό μελέτη πομπών γίνεται με χρήση του προγράμματος Delta CTP, η λειτουργία του οποίου περιγράφηκε στην παράγραφο ¶ 4.2.7 . Υπενθυμίζεται ότι ως ενδεχόμενο «θύμα» παρεμβολής αντιμετωπίζεται κάθε πομπός της βάσης δεδομένων, όπου στην περιοχή κάλυψής του το σήμα του υπό μελέτη πομπού υπερβαίνει μια καθορισμένη τιμή. Σημειώνεται ότι η περιοχή κάλυψης κάθε πομπού σε αυτή την περίπτωση υπολογίζεται παρουσία μόνο φυσικού θορύβου (noise limited coverage). Για να καθοριστεί αυτή η περιοχή κάλυψης πρέπει να ορισθεί στις παραμέτρους του προγράμματος η ελάχιστη μέση ένταση πεδίου που θα υπολογισθεί. Στην παράγραφο ¶ 5.9 βρέθηκε ότι για τους προτεινόμενους ψηφιακούς πομπούς η ελάχιστη αυτή ένταση είναι 84 dBμV/m, ενώ η τυπική τιμή για έναν αναλογικό πομπό στην περιοχή συχνοτήτων IV είναι 65 dBμV/m⁹. Η τιμή που θα εισαχθεί στο πρόγραμμα είναι αυτή των 65 dBμV/m καθώς τα σήματα που πρέπει να προστατευθούν είναι αυτά των υπαρχόντων αναλογικών πομπών. Άλλωστε, οι παρεμβολές που σίγουρα θα βρεθούν μεταξύ των τριών ψηφιακών πομπών είναι πλασματικές, λόγω της αδυναμίας του προγράμματος να λάβει υπ'όψιν το φαινόμενο του συσχετισμού των σημάτων λόγω OFDM.

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω, η καρτέλα των παραμέτρων λειτουργίας του Delta CTP διαμορφώνεται ως εξής :

⁹ ITU Recommendation BT.417



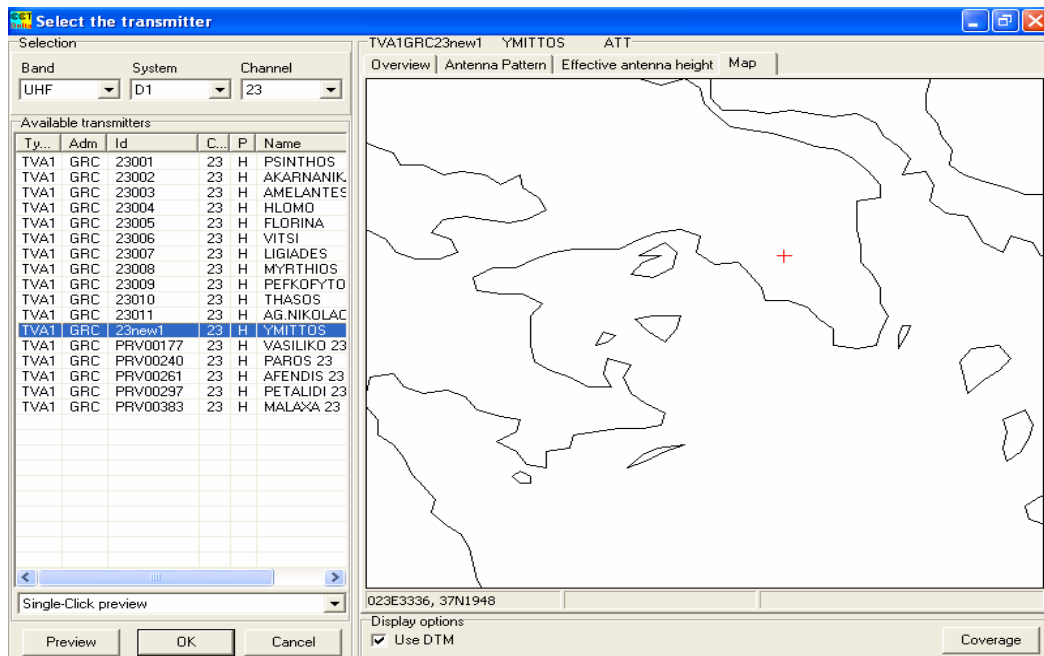
Εικόνα 6.1 – Delta CTP, Παράμετροι λειτουργίας

Το πρόγραμμα Delta CTP έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει τους πομπούς εκείνους που είναι επίφοβοι να υποστούν παρεμβολή από τον υπό μελέτη πομπό. Όταν εντοπιστούν οι πομποί αυτοί, το πρόγραμμα υπολογίζει την ένταση του παρενοχλούντος πεδίου (nuisance field) στα όρια της περιοχής κάλυψης του πομπού θύματος. Ωστόσο, ως περιοχή κάλυψης πλέον δεν λογίζεται η «noise limited» περιοχή, που χρησιμοποιήθηκε στο βήμα του εντοπισμού, αλλά η «interference limited» περιοχή του πομπού θύματος. Όπως είναι εύκολα κατανοητό, για να υπολογιστεί η περιοχή αυτή του πρόγραμμα λαμβάνει πλέον υπ'όψιν όλους τους πομπούς της βάσης δεδομένων, κατά τα πρότυπα του CTP 2.6 όταν εκτελεί την αντίστοιχη λειτουργία (βλέπε [¶ 4.2.6](#)). Έτσι στους υπολογισμούς παίρνουν μέρος πομποί που φαινομενικά δεν έχουν σχέση με του υπό μελέτη πομπό, παρεμβάλλουν όμως στο «θύμα» του. Το συνολικό παρενοχλούν πεδίο που υπολογίζεται λοιπόν οφείλεται δυνητικά σε μεγάλο αριθμό πομπών, και δεν είναι δυνατόν να υπολογισθεί η άμεση συνεισφορά του υπό μελέτη πομπού. Έμμεσα όμως το πρόγραμμα δίνει μια εικόνα για την «ατομική» αυτή επίδραση, καθώς υπολογίζει το παρενοχλούν πεδίο τόσο για λειτουργία του υπό μελέτη πομπού όσο και για απουσία του. Συγκρίνοντας τη διαφορά στα δύο αποτελέσματα μπορεί να εκτιμηθεί η ζητούμενη επίδραση.

Άμεση συνέπεια των παραπάνω είναι ότι θα πρέπει κάθε ένας από τους προτεινόμενους πομπούς να μελετηθεί χωρίς την ύπαρξη των άλλων δύο, καθώς υπάρχει η πιθανότητα ακόμα και στους υπολογισμούς απουσία του πομπού, οι δύο άλλοι προτεινόμενοι να δημιουργούν το κύριο πρόβλημα σε κάποιον τρίτο, και να εξάγεται το εσφαλμένο συμπέρασμα ότι ο υπό μελέτη πομπός δεν παρεμβάλλει, καθώς θα δίνεται η εντύπωση ότι είτε παρουσία του είτε απουσία του η διαφορά στο παρενοχλούν πεδίο είναι μικρή. Υπενθυμίζεται άλλωστε ότι δεν ενδιαφέρουν οι παρεμβολές μεταξύ των τριών προτεινόμενων πομπών, καθώς πρόκειται για πλασματικό μέγεθος.

Έτσι, από το αρχείο GRC4new.TVA δημιουργούνται τα αρχεία GRC4new1.TVA, GRC4new2.TVA και GRC4new3.TVA, το καθένα από τα οποία περιέχει μόνο έναν από τους προτεινόμενους πομπούς και το σύνολο της ελληνικής βάσης δεδομένων.

Η μελέτη αρχίζει με χρήση του GRC4new1.TVA που περιέχει τον πομπό του Υμηττού, ο οποίος και επιλέγεται προς μελέτη στο Delta CTP.



Εικόνα 6.2 – Επιλογή πομπού GRC23new1

Όπως αναφέρεται και στην αντίστοιχη ενότητα παρουσίασης του Delta CTP (§ 4.2.7), το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει δημιουργηθεί με κύριο σκοπό τη μελέτη της συμπεριφοράς ενός πομπού αν μετατραπεί από αναλογικός σε ψηφιακό. Καθώς στο TVA αρχείο οι προτεινόμενοι πομποί έχουν καταχωρηθεί αναγκαστικά σαν να ήταν αναλογικής φύσεως, εδώ δίνεται πλέον η δυνατότητα να μελετηθεί επακριβώς η συμπεριφορά τους. Ως πομπός «Α» ορίζεται η αναλογική μορφή του πομπού που εξάγεται από τη βάση δεδομένων, ενώ ως πομπός «Β» ορίζεται η τροποποίηση του «Α» στην ψηφιακή του μορφή με τις παραμέτρους λειτουργίας που έχουν προταθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσης εργασίας. Καθώς οι συντεταγμένες του πομπού, το υψόμετρο της θέσης του, το ύψος του ιστού και η ισχύς εκπομπής είναι ήδη σωστά καταχωρημένα, το μόνο που πρέπει να αλλάξει είναι ο αναλογικός χαρακτήρας εκπομπής σε ψηφιακό. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην Εικόνα 6.3 που ακολουθεί :

Parameter	A - Transmitter from database	B - Transmitter with changes
Type	Analogue	Digital
Identifier	TVA1GRC23new1	PROPOSED TRANSMITTER
Name	ΥΜΙΤΤΟΣ ATT	ΥΜΙΤΤΟΣ ATT
Coordinates	023E4853, 37N5713	023E4853, 37N5713
Maximum vertical ERP	-99.0 dBW	-99.0 dBW
Maximum horizontal ERP	33.0 dBW	33.0 dBW
Polarisation	Horizontal	Horizontal
Site Height m a.s.l.	952 m a.s.l.	952 m a.s.l.
Antenna Height m a.g.l.	20 m a.g.l.	20 m a.g.l.
TV System	G - PAL	B5 - H
Channel	23	23
Offset type	Normal	Normal
Offset 1/12 LF	0 (LF/12)	0 (LF/12)

Εικόνα 6.3 – Delta CTP, Transmitter – Proposed Transmitter

Από την επιλογή «Calculations → Find Victims» ζητείται από το πρόγραμμα να εντοπίσει τους πομπούς εκείνους που είναι επίφοβοι να υποστούν παρεμβολές

από τον επιλεγμένο GRCnew1 του Υμηττού. Τα αποτελέσματα φαίνονται στην Εικόνα 6.4 που ακολουθεί, όπου εντοπίζονται 17 ενδεχόμενα «θύματα»:

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23001	PSINTHOS DWD	23	22	425.5
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23002	AKARNANIKA AIT	23	32	264.6
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23003	AMELANTES EYB	23	33	110.3
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23004	HLOMO FCI	23	31	100.9
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23005	FLORINA FLW	23	30	346.0
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23007	LIGIADES IWA	23	30	318.2
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23008	MYRTHIOS REC	23	31	310.1
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23009	PEFKOFYTO CES	23	32	307.0
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23010	THASOS KAB	23	50	317.4
<input type="checkbox"/> TVA1GRC23011	AG.NIKOLAOS LAS	23	27	362.0
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00009	DOLIANA 24	24	40	132.9
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00177	VASILIKO 23	23	40	357.8
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00240	PAROS 23	23	37	157.0
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00261	AFENDIS 23	23	37	368.5
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00297	PETALIDI 23	23	40	207.2
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00339	CHLOMO 24	24	40	100.9
<input type="checkbox"/> TVA1GRCPRV00383	MALAXA 23	23	37	277.9

Εικόνα 6.4 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new1

Στη συνέχεια ζητείται από το πρόγραμμα να υπολογίσει το πεδίο του κάθε πομπού-θύματος στα όρια της περιοχής κάλυψής του, καθώς και τα παρεμβάλλοντα πεδία στα ίδια σημεία για λειτουργία του πομπού «B». Στην εικόνα 6.5 που ακολουθεί φαίνονται τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών. Για κάθε πομπό-θύμα δίνεται ένα Test Point της περιοχής κάλυψής του (υπενθυμίζεται ότι πρόκειται για interference limited coverage) που βρίσκεται πάνω στην ευθεία που ενώνει τον πομπό αυτόν με τον «B». Δίνεται ακόμα η απόσταση μεταξύ των πομπών, καθώς και η ισχύς εκπομπής. Στη στήλη «Fid V» υπολογίζεται το πεδίο στο Test Point που οφείλεται στον πομπό-θύμα και στις στήλες «Nsnc A», «Nsnc B» και «Nsnc 0» το παρενοχλούν πεδίο όταν λειτουργεί ο «A», ο «B» ή κανένας από τους δύο αντίστοιχα.

Προφανώς αυτό που ενδιαφέρει είναι η διαφορά στο παρενοχλούν πεδίο όταν λειτουργεί ο πομπός «B» και όταν δεν λειτουργεί, δηλαδή μεταξύ των στηλών «Nsnc B» και «Nsnc 0». από τους 17 λοιπόν πομπούς που εντοπίστηκαν, στους 14 δεν παρατηρείται καμία διαφορά στις εντάσεις των πεδίων στην περιοχή

κάλυψής τους είτε λειτουργεί ο «B» είτε όχι. Σε 2 πομπούς η διαφορά είναι 0.1 dB, και είναι αμελητέα, ενώ για τον πομπό GRC23004 στο Χλωμό Φθιώτιδας η διαφορά είναι 3 dB. Το γεγονός ότι η παρουσία του πομπού «B» αυξάνει το παρενοχλούν πεδίο για τον πομπό αυτό από 95,7 dBμV/m σε 98,7 dBμV/m, καθιστά αναγκαία τη χρήση του προγράμματος CTP 2.6 ώστε να μελετηθεί η περιοχή κάλυψης παρουσία παρεμβολών του εν λόγω πομπού. Αρχικά η βάση δεδομένων δεν θα περιέχει τον προτεινόμενο πομπό του Υμηττού, και αν δεν εξαχθεί συμπέρασμα, τότε θα επαναληφθούν οι υπολογισμοί παρουσία του και θα συγκριθούν τα αποτελέσματα.

Delta CTP - Difference in interference levels

File Database Transmitter Calculation Test points Help

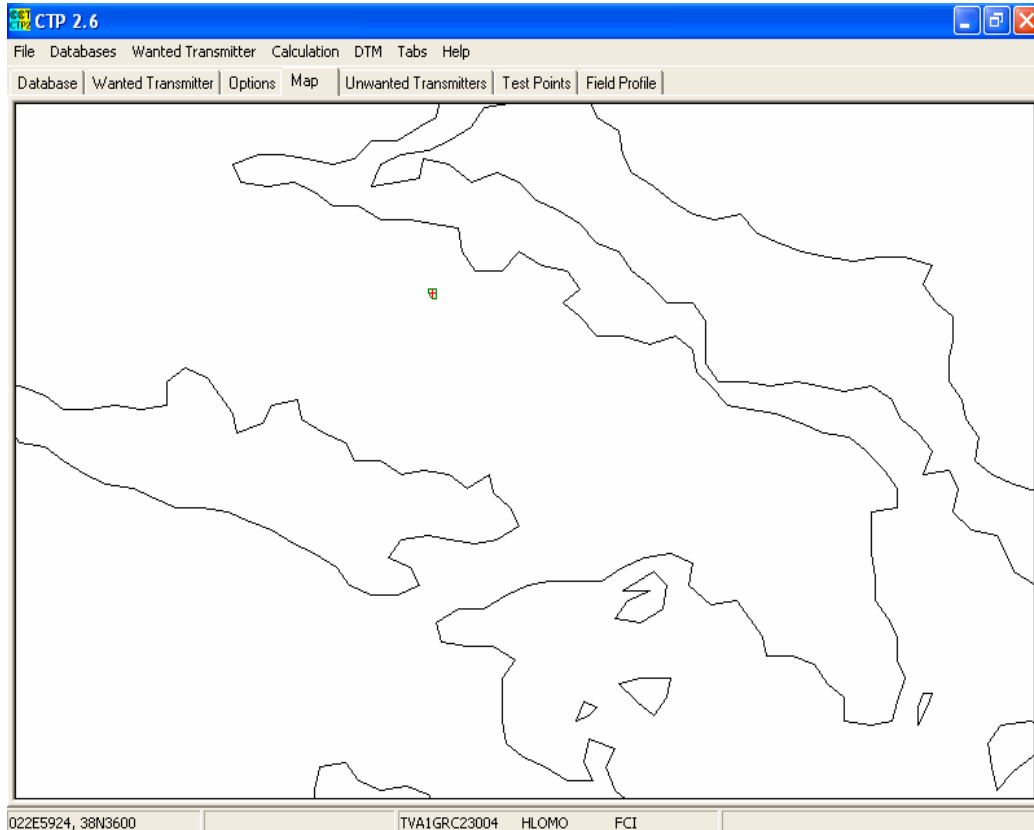
Database Transmitter Options Victims Log

Test points in the direction to transmitter B when B is transmitting and A is not transmitting

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A [km]	TP Lon	TP Lat	FidV	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23001	PSINTHOS DWD	23	22	425.5	028E08 36N19	92.4	87.1	87.1	87.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23002	AKARNANIKA AIT	23	32	264.6	021E06 38N47	87.8	86.5	86.5	86.5
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23003	AMELANTES EYB	23	33	110.3	023E21 38N52	123.3	105.2	105.2	105.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23004	HLOMO FCI	23	31	100.9	023E00 38N35	114.8	107.0	98.7	95.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23005	FLORINA FLW	23	30	346.0	021E24 40N25	101.5	121.6	121.6	121.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23007	LIGIADES IWA	23	30	318.2	020E55 39N42	135.0	115.6	115.6	115.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23008	MYRTHIOS REC	23	31	310.1	024E23 35N13	121.3	93.7	93.7	93.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23009	PEFKOPYTO CES	23	32	307.0	022E59 40N38	111.8	99.6	99.6	99.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23010	THASOS KAB	23	50	317.4	024E37 40N36	102.9	111.9	111.9	111.9
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23011	AG.NIKOLAOS LAS	23	27	362.0	025E52 35N09	127.2	113.3	113.3	113.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00009	DOLIANA 24	24	40	132.9	022E35 37N25	98.1	76.7	76.7	76.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00177	VASILIKO 23	23	40	357.8	020E43 39N56	95.2	66.6	66.6	66.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00240	PAROS 23	23	37	157.0	025E02 37N09	88.6	97.7	97.7	97.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00261	AFENDIS 23	23	37	368.5	025E51 35N06	104.0	128.7	128.7	128.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00297	PETALIDI 23	23	40	207.2	022E00 37N01	92.0	100.4	100.4	100.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00339	CHLOMO 24	24	40	100.9	023E05 38N32	96.5	104.5	104.5	104.5
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00383	MALAXA 23	23	37	277.9	024E05 35N30	102.7	94.0	93.8	93.7

Nuisance field in the Test Point when neither A nor B are transmitting

Εικόνα 6.5 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new1, Υπολογισμός Πεδίων

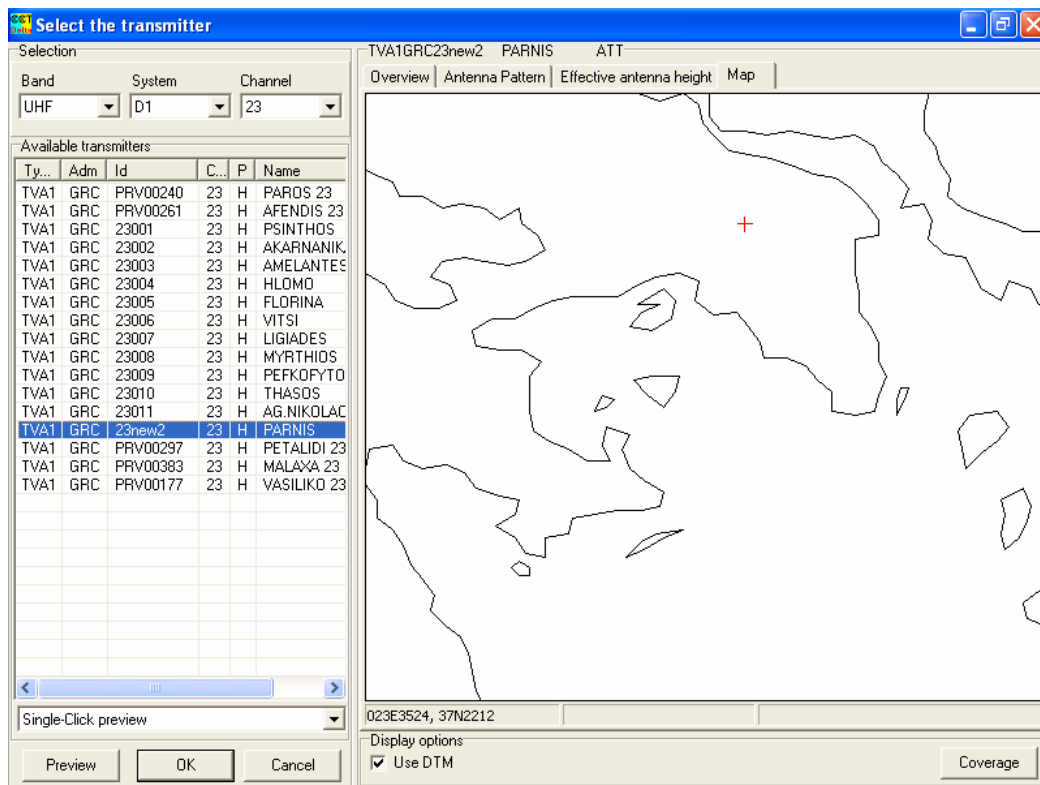


Εικόνα 6.6 – CTP 2.6, Interference limited coverage για GRC23004 (Χλωμό Φθιώτιδας)

Το αξιοπερίεργο αποτέλεσμα του παραπάνω υπολογισμού δείχνει ότι η περιοχή κάλυψης ουσιαστικά δεν υφίσταται, παρά μόνο σε ελάχιστη απόσταση από τον πομπό. Αυτό σημαίνει ότι όσον αφορά στάθμη πεδίου 65 dBμV/m ο πομπός του Χλωμού Φθιώτιδος «πνίγεται» ολοκληρωτικά από παρεμβολές γειτονικών του πομπών, και μάλιστα χωρίς να λαμβάνεται υπ'όψιν ενδεχόμενη παρεμβολή από τον προτεινόμενο πομπό του Υμηττού. Είναι βέβαια προφανές ότι ο πομπός στο Χλωμό δεν είναι χωρίς λόγο ύπαρξης. Αν και δεν ικανοποιεί την απαίτηση για λήψη με ποιότητα 4/5 σύμφωνα με την αξιολόγηση του συστήματος PAL, ενδέχεται όμως να επιτυγχάνει χαμηλότερη επίδοση εντός κάποιων γεωγραφικών ορίων. Η περαιτέρω ανάλυση της κατάστασης ώστε να προσδιοριστεί ποια αυτά τα όρια και με ποια ακριβώς ποιότητα εικόνας γίνεται λήψη, δεν έχει νόημα για τους σκοπούς αυτής της εργασίας. Όσον αφορά τον προτεινόμενο πομπό του Υμηττού, δεν είναι αναγκαίος ο δεύτερος υπολογισμός, αυτή τη φορά παρουσία του, καθώς είναι σαφές ότι τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πομπός στο Χλωμό Φθιώτιδας οφείλονται πρωτίστως σε τρίτους

πομπούς και δεν θα επιδεινωθεί η κατάσταση αν λειτουργήσει ο εν λόγω προτεινόμενος πομπός.

Στη συνέχεια επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία για τον πομπό GRC23new2 της Πάρνηθας αυτή τη φορά, χρησιμοποιώντας το αρχείο GRC4new2.TVA.



Εικόνα 6.7 – Επιλογή πομπού GRC23new2

Parameter	A - Transmitter from database	B - Transmitter with changes
Type	Analogue	Digital
Identifier	TVA1GRC23new2	PROPOSED TRNSMTTR
Name	PARNIS ATT	PARNIS ATT
Coordinates	023E4257, 38N1002	023E4257, 38N1002
Maximum vertical ERP	-99.0 dBW	-99.0 dBW
Maximum horizontal ERP	33.0 dBW	33.0 dBW
Polarisation	Horizontal	Horizontal
Site Height m a.s.l.	1410 m a.s.l.	1410 m a.s.l.
Antenna Height m a.g.l.	20 m a.g.l.	20 m a.g.l.
TV System	G - PAL	B5 - H
Channel	23	23
Offset type	Normal	Normal
Offset 1/12 LF	0 (LF/12)	0 (LF/12)

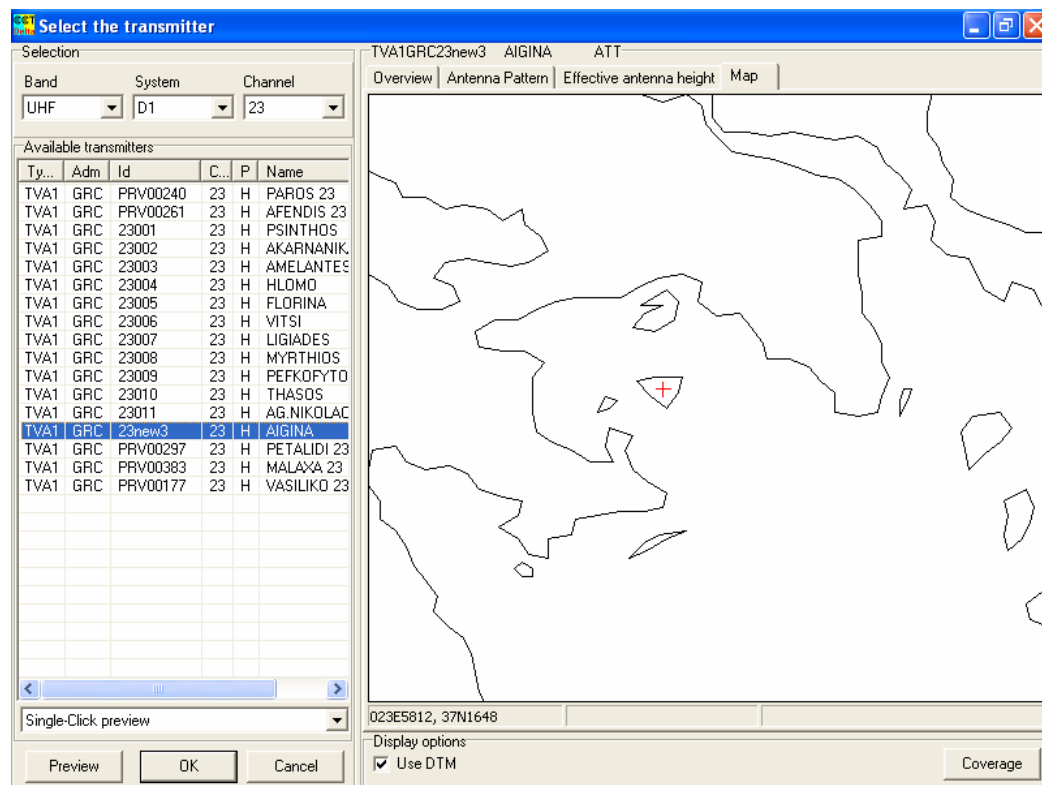
Εικόνα 6.8 – Transmitter, Proposed Transmitter GRC23new2

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0	
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23001	PSINTHOS DWD	23	22	443.4	028E08	36N19	93.5	79.6	79.6	79.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23002	AKARNANIKA AIT	23	32	248.3	021E06	38N47	87.8	84.3	84.3	84.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23003	AMELANTES EYB	23	33	85.1	023E21	38N52	123.3	105.3	105.3	105.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23004	HLOMO FCI	23	31	78.6	023E00	38N35	114.9	111.7	96.6	95.5
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23005	FLOPINA FLW	23	30	321.9	021E24	40N25	101.5	121.6	121.6	121.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23007	LIGIADES IWA	23	30	297.0	020E55	39N42	135.0	115.6	115.6	115.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23008	MYRTHIOS REC	23	31	335.0	024E23	35N13	121.3	93.7	93.7	93.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23009	PEFKOFYTO CES	23	32	282.0	022E59	40N38	111.8	99.6	99.6	99.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23010	THASOS KAB	23	50	296.5	024E37	40N35	102.1	111.7	111.7	111.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23011	AG.NIKOLAOS LAS	23	27	386.8	025E52	35N09	127.2	114.5	113.4	113.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00177	VASILIKO 23	23	40	336.1	020E43	39N56	95.2	66.6	66.6	66.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00240	PAROS 23	23	37	179.2	025E03	37N09	89.1	99.3	99.7	98.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00261	AFENDIS 23	23	37	393.4	025E51	35N06	104.0	126.5	126.4	126.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00297	PETALIDI 23	23	40	214.2	021E60	37N01	91.8	100.1	100.1	100.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00339	CHLOMO 24	24	40	78.7	023E05	38N32	96.5	89.3	89.3	89.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00383	MALAXA 23	23	37	302.4	024E05	35N30	103.3	94.9	94.5	94.5

Εικόνα 6.9 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new2, Υπολογισμός πεδίων

Για τον πομπό της Πάρνηθας εντοπίστηκαν 16 πιθανοί «πομποί-θύματα», για 13 εκ των οποίων η ύπαρξη του «B» δεν διαφοροποιεί καθόλου την προϋπάρχουσα κατάσταση. Για τον πομπό GRC23011 στον Αγ. Νικόλαο Λασιθίου η διαφορά είναι αμελητέα (0,1 dB). Ο πομπός GRC23004 στο Χλωμό Φθιώτιδας δέχεται παρεμβολή αυξημένη κατά 1,1 dB (96,6 dBμV/m από 95,5 dBμV/m), ενώ για τον πομπό GRCPRV00240 στην Πάρο το παρενοχλούν πεδίο αυξάνεται στα 99,7 dBμV/m από 98,0 dBμV/m. Και σε αυτές τις περιπτώσεις η διαφορά είναι προφανώς αμελητέα.

Τέλος, μελετάται ο πομπός GRC23new3 της Αίγινας με χρήση του αρχείου GRC4new3.TVA.



Εικόνα 6.10 – Επιλογή πομπού GRC23new3

Parameter	A - Transmitter from database	B - Transmitter with changes
Type	Analogue	Digital
Identifier	TVA1GRC23new3	PROPOSED TRANSMITTER
Name	AIGINA ATT	AIGINA ATT
Coordinates	023E2930, 37N4350	023E2930, 37N4350
Maximum vertical ERP	-99.0 dBW	-99.0 dBW
Maximum horizontal ERP	40.0 dBW	40.0 dBW
Polarisation	Horizontal	Horizontal
Site Height m a.s.l.	531 m a.s.l.	531 m a.s.l.
Antenna Height m a.g.l.	20 m a.g.l.	20 m a.g.l.
TV System	G - PAL	B5 - H
Channel	23	23
Offset type	Normal	Normal
Offset 1/12 LF	0 (LF/12)	0 (LF/12)

Εικόνα 6.11 – Transmitter, Proposed Transmitter GRC23new3

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc D	
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC22001	IKARIA(1) SAM	22	23	245.0	026E16	37N38	127.2	98.3	98.3	98.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC22003	GIOUHTA IRA	22	32	313.7	025E08	35N15	101.4	120.3	120.3	120.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC22004	KOTSIFIANA HAN	22	32	258.9	023E44	35N26	101.4	123.0	123.0	123.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC22006	PANAHAIKO AHA	22	50	154.1	022E06	38N11	99.4	79.8	79.8	79.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC22010	TSITALIA ARK	22	15	86.4	022E53	37N08	118.8	99.8	99.8	99.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23001	PSINTHOS Dwd	23	22	442.7	028E08	36N19	92.4	77.7	77.7	77.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23002	AKARNANIKA AIT	23	32	249.9	021E06	38N46	87.8	78.4	78.4	78.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23003	AMELANTES EYB	23	33	128.1	023E21	38N52	123.5	99.7	99.6	99.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23004	HLOMO FCI	23	31	105.4	023E00	38N35	114.9	104.5	96.3	96.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23005	FLORINA FLW	23	30	351.0	021E24	40N25	101.5	122.6	122.6	122.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23007	LIGIADES IWA	23	30	313.6	020E54	39N42	135.0	115.9	115.9	115.9
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23008	MYRTHIOS REC	23	31	292.2	024E23	35N13	121.4	94.4	94.4	94.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23009	PEFKOFYTO CES	23	32	326.4	022E59	40N38	111.7	100.5	99.7	99.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23010	THASOS KAB	23	50	348.6	024E37	40N36	102.9	112.0	111.3	111.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC23011	AG.NIKOLAOS LAS	23	27	357.4	025E52	35N09	127.2	113.2	113.1	113.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC24005	MESTA HIO	24	33	219.2	025E54	38N15	111.3	119.3	119.3	119.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRC24008	PSARI KOR	24	25	83.5	022E34	37N01	109.6	116.4	116.4	116.4
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00009	DOLIANA 24	24	40	96.5	022E35	37N25	98.1	86.0	86.0	86.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00030	IMITTOS 22	22	43	37.0	023E47	37N56	112.4	125.2	125.2	125.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00031	IMITTOS 24	24	43	37.0	023E44	37N53	100.1	100.5	99.6	99.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00073	AKSONAS 24	24	43	425.9	027E51	36N18	101.4	109.3	109.3	109.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00177	VASILIKO 23	23	40	354.2	020E42	39N56	96.5	67.3	67.3	67.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00240	PAROS 23	23	37	167.2	025E02	37N06	90.6	96.9	96.7	96.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00250	REIHEA 22	22	36	110.3	022E59	36N50	111.9	130.9	130.9	130.9
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00261	AFENDIS 23	23	37	363.5	025E51	35N06	104.8	125.9	125.9	125.9
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00297	PETALIDI 23	23	40	170.0	022E01	37N01	91.4	90.1	90.1	90.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00310	SAMOS 22	22	36	291.1	026E47	37N40	116.2	125.6	125.6	125.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA1GRCPRV00329	FCI HLOMO 24	24	40	105.4	023E00	38N35	114.9	104.5	96.3	96.2

Εικόνα 6.12 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new3, Υπολογισμός πεδίων

Εντοπίστηκαν 29 πομποί που ενδεχομένως να υφίστανται παρεμβολές, ωστόσο οι υπολογισμοί απέδειξαν ότι σε 27 περιπτώσεις δεν υπάρχει διαφορά είτε λειτουργεί ο πομπός «B» είτε όχι, ενώ για τους υπόλοιπους 2 πομπούς η διαφορά είναι το αμελητέο ποσό των 0,1 dB.

Συνοψίζοντας, αποδεικνύεται ότι το δίκτυο των τριών προτεινόμενων πομπών στο λεκανοπέδιο της Αττικής δεν δημιουργεί προβλήματα παρεμβολών σε κανένα πομπό που αναγράφεται στην ελληνική βάση δεδομένων. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν εκπέμπεται ανεπιθύμητο σήμα στην περιοχή κάλυψης άλλων πομπών, αλλά ότι τα ήδη μεγάλα προβλήματα που αντιμετωπίζουν πολλοί πομποί από γειτονικούς τους καθιστούν το παρενοχλούν πεδίο που προέρχεται από τους προτεινόμενους πομπούς αδιάφορη ποσότητα. Εάν υποθετικά το τηλεοπτικό δίκτυο σε όλη την επικράτεια αναδιοργανωνόταν και γινόταν ορθή κυψελωτή γεωγραφική κατανομή συχνοτήτων με αποτέλεσμα να λυθούν τα περισσότερα από τα υπάρχοντα προβλήματα παρεμβολών, είναι πιθανόν οι προτεινόμενοι πομποί όντως να δημιουργήσουν σημαντικό πρόβλημα ιδίως σε γειτονικές περιοχές. Ωστόσο αυτή τη στιγμή είναι εντελώς αδύνατον να εκτιμηθεί αυτός ο κίνδυνος με τα διαθέσιμα εργαλεία, οπότε τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών εξασφαλίζουν την ομαλή ενσωμάτωση των νέων πομπών στο ελληνικό τηλεοπτικό δίκτυο.

6.3 Έλεγχος παρεμβολών σε διεθνές επίπεδο

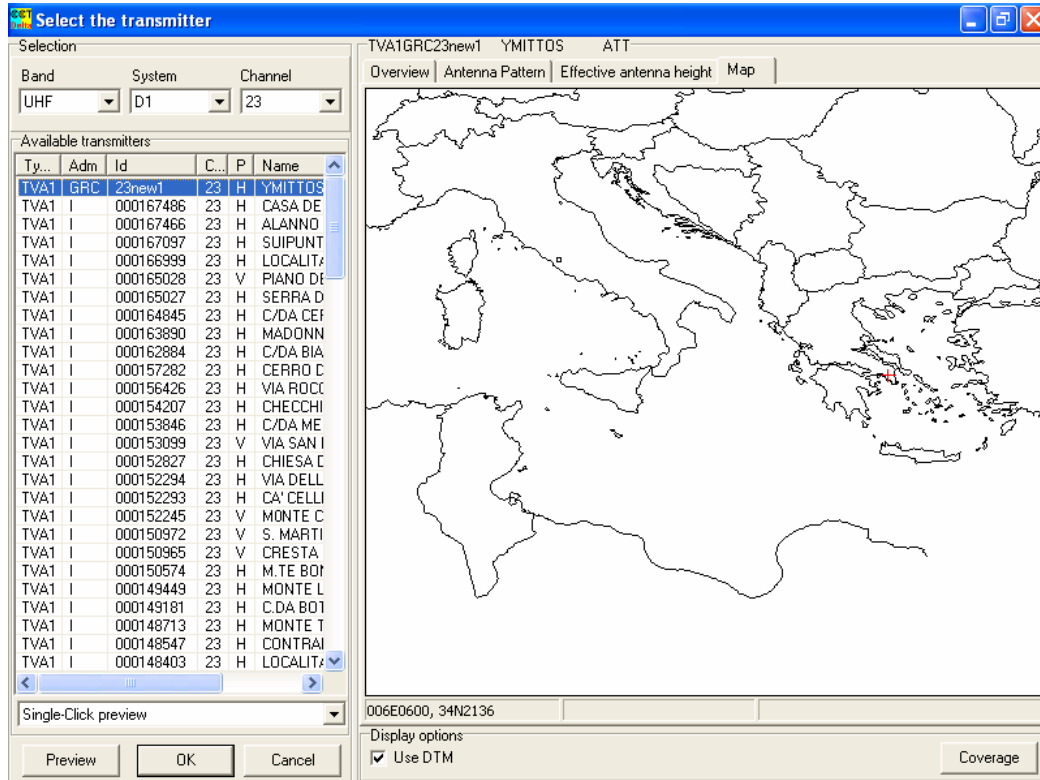
Κατά τη σχεδίαση και εγκατάσταση ενός ή περισσότερων νέων πομπών ενδέχεται να δημιουργηθούν προβλήματα παρεμβολών σε πομπούς γειτονικών χωρών, ειδικά όταν πρόκειται για πομπούς σε παραμεθόριες περιοχές. Τυπικά, η τηλεπικοινωνιακή αρχή του κράτους που εγκαθιστά τους πομπούς δεν είναι υποχρεωμένη να ελέγξει την επίδραση σε όμορα κράτη εκ των προτέρων, είναι όμως υποχρεωμένη κατόπιν τεκμηριωμένου αιτήματος από το θιγόμενο κράτος να συμμορφωθεί με τους ισχύοντες διεθνείς κανονισμούς. Η λογική λοιπόν, αλλά και η έννοια της αμοιβαίας εμπιστοσύνης, επιβάλλουν τη διενέργεια ελέγχου από την αρχή που εγκαθιστά το νέο πομπό ώστε να εξαλειφθούν οι παρεμβολές σε όμορα κράτη, ή αν αυτό δεν είναι δυνατόν να περιοριστούν στο ελάχιστο και με την άφιξη του αιτήματος από την γειτονική τηλεπικοινωνιακή αρχή να γίνει προσπάθεια να βρεθεί συμβιβαστική λύση. Πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε κράτος – μέλος της EBU

έχει το δικαίωμα να απαιτήσει από ένα γείτονά του την ολοκληρωτική εξάλειψη των παρεμβολών στα γεωγραφικά του όρια, αρκεί η προβληματική αυτή κατάσταση να τεκμηριώνεται επαρκώς, κατά προτίμηση από εργαλεία υπολογισμών αναγνωρισμένης εγκυρότητας από την EBU. Τέτοιο εργαλείο είναι και το πακέτο λογισμικού COCOT, καθώς κατασκευάστηκε από την ERO και διανέμεται επίσημα από την EBU σε όλα τα κράτη – μέλη της.

Έχοντας εξασφαλίσει στην παράγραφο ¶ 6.2 ότι το σύστημα των τριών προτεινόμενων πομπών δεν δημιουργεί αξιόλογες παρεμβολές σε άλλους πομπούς της ελληνικής επικράτειας, δεν αναμένεται να παρεμβάλλει και σε όμορα κράτη. Η γεωγραφική θέση της Αττικής ως προς τα σύνορα της Ελλάδας, καθώς και η μικρή ισχύς εκπομπής των πομπών καθιστά εξαιρετικά απίθανη την ενόχληση οποιουδήποτε πομπού εκτός των συνόρων. Παρ'όλα αυτά επιβάλλεται να γίνει έλεγχος ακολουθώντας τη διαδικασία της παραγράφου ¶ 6.2 εκτελώντας τους υπολογισμούς στις βάσεις δεδομένων όλων των γειτονικών κρατών.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτών των υπολογισμών θα είχε πολύ μεγάλο όγκο και μικρή σημασία, καθώς δεν αναμένεται να προκύψουν αξιοσημείωτα ευρήματα, και ως εκ τούτου δεν κρίνεται σκόπιμη η αναλυτική παράθεσή τους στην παρούσα εργασία. Για να δοθεί μια σαφής εικόνα της διαδικασίας που ακολουθήθηκε, κρίνεται επαρκής η παρουσίαση των αποτελεσμάτων του ελέγχου παρεμβολών στους πομπούς της Ιταλίας.

Η νεώτερη διαθέσιμη βάση δεδομένων των τηλεοπτικών πομπών της Ιταλίας περιέχεται στο αρχείο ITALY.TVA με ημερομηνία δημιουργίας 30-9-2002. Στο αρχείο αυτό προστίθενται μεμονωμένα οι καταχωρήσεις των προτεινόμενων πομπών GRC23new1, GRC23new2 και GRC23new3, ώστε να προκύψουν τα αρχεία ITALY1.TVA, ITALY2.TVA και ITALY3.TVA αντίστοιχα από τα οποία θα εκτιμηθεί η επίδραση στην ιταλική επικράτεια κάθε ενός από τους τρεις προτεινόμενους πομπούς ξεχωριστά.



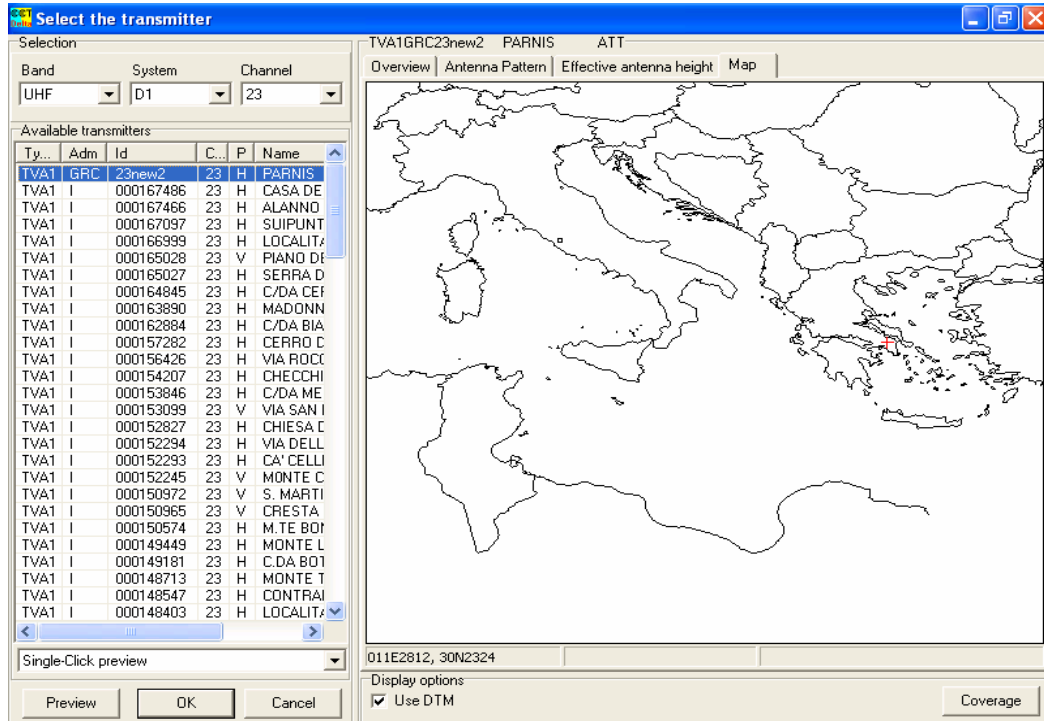
Εικόνα 6.13 – Επιλογή πομπού από το αρχείο ITALY1.TVA

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 15139 LONGOBUCCO COLLE D'A	23	23	647.2	016E37	39N28	98.9	72.0	72.0	72.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000055025 SAN PAOLO ALBANESE	23	29	685.3	016E22	40N01	100.6	110.9	110.9	110.9
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000055195 CASSANO IONIO	23	34	678.7	016E21	39N48	105.5	120.6	120.6	120.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000055197 CONFLENTI	23	26	666.3	016E17	39N04	114.9	126.2	126.2	126.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000055229 SAN NICOLA DELL'ALTO	23	45	611.4	017E01	39N17	110.4	126.7	126.7	126.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000055466 M. TE LAURO	23	56	797.7	015E10	37N10	95.5	110.3	110.3	110.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000124428 TINPARELLO ALTO	23	39	668.3	016E22	39N19	101.8	114.3	114.3	114.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000129716 LOC. PADIA	23	23	666.6	016E23	39N29	116.8	116.8	116.8	116.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000130495 MONTE TIRIOLO	23	43	644.3	016E33	38N57	109.4	100.3	100.3	100.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000139568 CASTELLO	23	23	666.0	016E24	39N29	110.9	121.6	121.6	121.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000140902 MONTE SCRISI	23	58	709.7	015E58	38N14	99.3	84.8	84.8	84.8

Distance (km) between Victim transmitter and transmitter A

Εικόνα 6.14 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new1, Υπολογισμός πεδίων

Εντοπίστηκαν 11 πιθανοί πομποί – θύματα παρεμβολών, ωστόσο όπως αναμενόταν δεν προκύπτει καμία διαφορά στο παρενοχλούν πεδίο είτε εκπέμπει ο ψηφιακός πομπός GRC23new1 από τον Υμηττό είτε όχι.

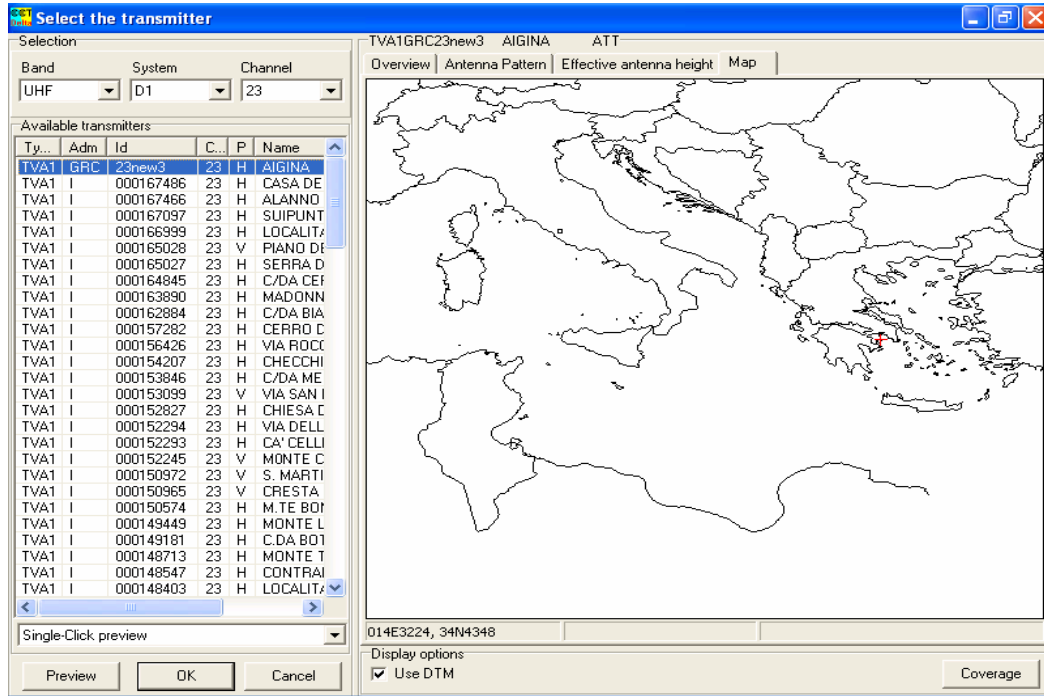


Εικόνα 6.15 – Επιλογή πομπού από το αρχείο ITALY2.TVA

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000055229	SAN NICOLA DELL'ALTO	23	45	596.9	017E01	39N17	110.4	127.3	127.3	127.3
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000055305	MILAZZO	23	35	739.9	015E15	38N15	118.1	130.8	130.8	130.8
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000055313	NOVARA DI SICILIA	23	17	750.1	015E09	38N02	113.7	127.2	127.2	127.2
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000055466	M.TE LAURO	23	56	791.1	015E10	37N10	95.5	107.6	107.6	107.6
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000130495	MONTE TIRIOLDO	23	43	631.3	016E33	38N57	109.4	100.3	100.3	100.3
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000140454	GIOIOSA VECCHIA	23	41	767.2	014E57	38N09	115.4	133.9	133.9	133.9
<input checked="" type="checkbox"/> TVA11 000140902	MONTE SCRISI	23	58	699.4	015E58	38N14	100.2	103.4	103.4	103.4

Εικόνα 6.16 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new2

Από τους 7 πιθανούς πομπούς θύματα παρεμβολών του πομπού GRC23new2 της Πάρνηθας, σε κανέναν δεν μεταβάλλεται το παρενοχλούν πεδίο είτε λειτουργεί ο εν λόγω πομπός είτε όχι.



Εικόνα 6.17 – Επιλογή πομπού από το αρχείο ITALY3.TVA

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0
✓ TVA11 12484	GINOSA	23	23	660.2	016E47	40N35	100.7	104.9	104.9	104.9
✓ TVA11 12530	TERRANOVA DI POLLINO	23	17	670.7	016E18	39N59	102.7	79.3	79.3	79.3
✓ TVA11 12644	PARENTI	23	23	634.0	016E28	39N12	97.2	86.7	86.7	86.7
✓ TVA11 14982	TRICASE PORTO	23	20	503.5	018E24	39N54	90.0	98.7	98.7	98.7
✓ TVA11 14989	PESCHIERA DI CRACO	23	14	670.1	016E30	40N21	101.4	89.3	89.3	89.3
✓ TVA11 15139	LONGOBUCCO COLLE D'A	23	23	628.2	016E37	39N28	98.9	72.2	72.2	72.2
✓ TVA11 15186	DESTRO	23	20	619.6	016E43	39N29	118.6	108.5	108.5	108.5
✓ TVA11 000054765	NUSCO	23	33	802.8	015E06	40N53	115.3	132.0	132.0	132.0
✓ TVA11 000055024	SAN CHIRICO RAPARO	23	11	696.0	016E05	40N11	111.0	88.6	88.6	88.6
✓ TVA11 000055025	SAN PAOLO ALBANESE	23	29	669.0	016E22	40N01	100.6	110.7	110.7	110.7
✓ TVA11 000055037	VIGGIANO MADONNA	23	26	720.2	015E54	40N22	93.0	108.7	108.7	108.7
✓ TVA11 000055053	M. TE GALDO	23	14	705.7	015E53	40N01	111.5	104.3	104.3	104.3
✓ TVA11 000055078	TURSÌ 1	23	18	668.0	016E28	40N15	123.2	121.6	121.6	121.6
✓ TVA11 000055104	MASCHITO	23	32	747.7	015E49	40N53	117.0	110.8	110.8	110.8
✓ TVA11 000055124	AIETA	23	16	707.1	015E50	39N55	106.4	95.7	95.7	95.7
✓ TVA11 000055195	CASSANO IONIO	23	34	661.3	016E21	39N48	105.5	120.6	120.6	120.6
✓ TVA11 000055197	CONFLENTI	23	26	645.0	016E17	39N04	114.8	126.1	126.1	126.1
✓ TVA11 000055205	LAINO BORGO	23	27	695.0	015E60	39N57	114.6	102.6	102.6	102.6
✓ TVA11 000055229	SAN NICOLA DELL'ALTO	23	45	591.9	017E02	39N17	109.8	126.6	126.6	126.6
✓ TVA11 000055305	MILAZZO	23	35	724.8	015E15	39N15	118.1	130.8	130.8	130.8
✓ TVA11 000055313	NOVARA DI SICILIA	23	17	733.3	015E09	38N01	113.8	127.2	127.2	127.2
✓ TVA11 000055317	PIRAINO	23	17	757.7	014E52	38N08	138.7	122.6	122.6	122.6
✓ TVA11 000055372	GALATI MAMERTINO	23	11	765.2	014E47	38N01	108.5	92.8	92.8	92.8
✓ TVA11 000055407	ROCCELLA VALDEMONE	23	14	743.9	015E02	37N55	113.4	95.7	95.7	95.7
✓ TVA11 000055466	M. TE LAURO	23	56	768.0	015E10	37N09	95.5	110.1	110.1	110.1
✓ TVA11 000055507	TORTORICI	23	17	759.9	014E51	38N02	107.6	93.0	93.0	93.0
✓ TVA11 000063776	CRISPIANO	23	26	624.3	017E15	40N34	141.4	138.8	138.8	138.8
✓ TVA11 000063912	BAIACIAMELLO	23	26	644.2	015E59	40N24	109.2	114.9	114.9	114.9

Εικόνα 6.18 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new3 (1/2)

Delta CTP - Difference in interference levels

File Database Transmitter Calculation Test points Help

Database Transmitter Options Victims Log

Test points in the direction to transmitter A when A is transmitting and B is not transmitting

Victim Id	Victim name	Chnl	ERP	V->A (km)	TP Lon	TP Lat	Fld V	Nsnc A	Nsnc B	Nsnc 0	
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000063812	PALAGIANELLO	23	36	644.2	016E59	40N34	109.2	114.8	114.8	114.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000063816	TARANTO	23	30	615.8	017E16	40N26	129.1	133.5	133.5	133.5
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000118834	S.ERAMO IN COLLE	23	38	709.0	016E16	40N47	123.4	111.8	111.8	111.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000119158	LECCE	23	48	545.1	018E11	40N20	104.9	113.2	113.2	113.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000119361	VINICOLA DURANTE TAR	23	26	617.8	017E25	40N41	141.4	142.6	142.6	142.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000121673	C/DA TRASCONI	23	44	628.3	017E20	40N39	104.4	119.6	119.6	119.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000121690	TERRISI	23	44	529.0	018E12	40N02	107.2	118.5	118.5	118.5
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000124428	TINPARELLO ALTO	23	39	648.3	016E22	39N19	101.8	116.7	116.7	116.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000129716	LDC. PADIA	23	23	647.5	016E23	39N29	114.6	121.0	121.0	121.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000130495	MONTE TIRIOLO	23	43	622.5	016E33	38N57	109.4	101.0	101.0	101.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000136626	VICO PRIMO GIOVANNI	23	19	730.2	015E42	40N16	122.0	101.6	101.6	101.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000137289	LOGGIA DI PALATO	23	33	637.1	017E18	40N52	111.5	109.7	109.7	109.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000139568	CASTELLO	23	23	647.0	016E24	39N29	111.2	124.6	124.6	124.6
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000140454	GIOIOSA VECCHIA	23	41	751.3	014E57	38N09	115.4	133.9	133.9	133.9
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000140902	MONTE SCRISI	23	58	684.1	015E58	38N14	100.2	101.3	101.3	101.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000146352	VIA APPIA	23	15	749.6	015E41	40N43	115.1	103.0	103.0	103.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000148547	CONTRADA PISCICALZE	23	44	609.0	017E31	40N38	136.5	137.1	137.1	137.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000148713	MONTE TRAZZONARA	23	40	615.6	017E24	40N37	134.0	116.2	116.2	116.2
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000149181	C.DA BOTTE	23	22	766.4	015E21	40N30	103.6	106.5	106.5	106.5
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000150965	CRESTA	23	20	764.0	014E48	38N09	134.8	116.3	116.3	116.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000150972	S. MARTINO	23	37	767.0	014E46	38N10	133.8	124.0	124.0	124.0
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000153099	VIA SAN MARTINO	23	21	767.1	014E46	38N09	135.4	124.7	124.7	124.7
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000153846	C/DA MENTA	23	26	802.4	014E29	36N50	127.9	120.3	120.3	120.3
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000156426	VIA RICCA FORZATA	23	35	616.7	017E16	40N26	146.4	149.1	149.1	149.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000162884	C/DA BIANCARDILLO	23	44	697.5	015E50	39N36	105.9	112.1	112.1	112.1
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000165027	SERRA DI VAGLIO	23	40	730.4	015E55	40N40	110.4	95.8	95.8	95.8
<input checked="" type="checkbox"/>	TVA11 000166999	LOCALITA' MONTE VULT	23	35	764.2	015E38	40N57	124.3	142.4	142.4	142.4

Εικόνα 6.19 – Πιθανά θύματα παρεμβολών για GRC23new3 (2/2)

Όπως φαίνεται στις, δύο λόγω πλήθους αποτελεσμάτων, παραπάνω εικόνες, εντοπίστηκαν 54 πιθανοί πομποί – θύματα παρεμβολών από τον πομπό GRC23new3 της Αίγινας, αλλά όπως και προηγουμένως, η λειτουργία ή μη του εν λόγω πομπού δεν διαφοροποιεί στο ελάχιστο το παρενοχλούν πεδίο σε κανέναν από τους 54 εντοπισθέντες στη ιταλική επικράτεια.

Ολοκληρώνεται έτσι ο έλεγχος για παρεμβολές στην ιταλική επικράτεια του προτεινόμενου ψηφιακού δικτύου, όπως αναμενόταν χωρίς αξιοσημείωτα ευρήματα. Το γεγονός ότι οι υπολογισμοί έχουν γίνει από το λογισμικό Delta CTP του πακέτου COCOT 5 της EROSoft, με χρήση των επισήμων βάσεων δεδομένων της Ελλάδας και της Ιταλίας όπως έχουν κατατεθεί στην EBU, δίνει στην ελληνική τηλεπικοινωνιακή αρχή το δικαίωμα να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα σε ενδεχόμενες διαπραγματεύσεις με την αντίστοιχη ιταλική αρχή για οποιοδήποτε αίτημα συντονισμού εκ μέρους των Ιταλών αναφορικά με τους τρεις προτεινόμενους πομπούς.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρατίθενται όλοι οι πίνακες υπολογισμού της ελάχιστης μέσης έντασης πεδίου που απαιτείται για επιτυχημένη λήψη για κάθε περιοχή συχνοτήτων (I, III, IV και V) και για κάθε τύπο λήψης (σταθερή, φορητή τύπου A και B), από το Πρότυπο του οργανισμού ETSI « ETSI TR 101 190 V1.1.1 – DVB Implementation Guidelines – Transmission, 1997 – 12 »

Receiving condition: Fixed antenna, Band I

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	65				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-110,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dBμV)	13	19	25	31	37
Feeder loss	L_f (dB)	1				
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	3				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	7,4				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-132,7	-126,7	-120,7	-114,7	-108,7
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dBμV/m)	13	19	25	31	37
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	6				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-123,8	-117,8	-111,8	-105,8	-99,8
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dBμV/m)	22	28	34	40	46
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-117,7	-111,7	-105,7	-99,7	-93,7
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dBμV/m)	28	34	40	46	52

Πίνακας Π . 1 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή I

Receiving condition: Fixed antenna, Band III

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	200				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \min}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \min}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Feeder loss	L_f (dB)	2				
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	7				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	1.7				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{\min} (dBW/m ²)	-125,9	-119,9	-113,9	-107,9	-101,9
Min equivalent field strength at receiving place	E_{\min} (dB μ V/m)	20	26	32	38	44
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	1				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-122	-116	-110	-104	-98
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	24	30	36	42	48
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-117,9	-111,9	-105,9	-99,9	-93,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	30	36	42	48	54

Πίνακας Π . 2 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή III

Receiving condition: Fixed antenna, Band IV

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	500				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Feeder loss	L_f (dB)	3				
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	10				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-3,3				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-119,9	-113,9	-107,9	-101,9	-95,9
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	26	32	38	44	50
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-117	-111	-105	-99	-93
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	29	35	41	47	53
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-110,9	-104,9	-98,9	-92,9	-86,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	35	41	47	53	59

Πίνακας Π . 3 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή IV

Receiving condition: Fixed antenna, Band V

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	800				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Feeder loss	L_f (dB)	5				
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	12				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-5,4				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-115,9	-109,9	-103,9	-97,9	-91,9
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	30	36	42	48	54
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-113	-107	-101	-95	-89
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	33	39	45	51	57
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-106,9	-100,9	-94,9	-88,9	-82,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	39	45	51	57	63

Πίνακας Π . 4 --- Σταθερή λήψη, Περιοχή V

Receiving condition: Portable outdoor (Class A), Band I.

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	65				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	-2,2				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	2,2				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-128,5	-122,5	-116,5	-110,5	-104,5
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	17	23	29	35	41
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	6				
Height loss	L_h (dB)	10				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-109,6	-103,6	-97,6	-91,6	-85,6
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	36	42	48	54	60
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-103,6	-97,5	-91,5	-89,5	-79,5
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	42	48	54	60	66

Πίνακας Π . 5 --- Φορητή λήψη τύπου A, Περιοχή Ι

Receiving condition: Portable outdoor (Class A), Band III

Frequency	f (MHz)	200				
Minimum C/N required by system	(dB)	2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s\ min}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s\ min}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	-2,2				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-7,5				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-118,7	-112,7	-106,7	-100,7	-94,7
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	27	33	39	45	51
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	1				
Height loss	L_h (dB)	10				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-104,8	-98,8	-92,8	-86,8	-80,8
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	41	47	53	59	65
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-98,7	-92,7	-86,7	-80,7	-74,7
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	47	53	59	65	71

Πίνακας Π . 6 --- Φορητή λήψη τύπου Α, Περιοχή ΙΙΙ

Receiving condition: Portable outdoor (Class A), Band IV

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	500				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \min}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \min}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	0				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-13,3				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{\min} (dBW/m ²)	-112,9	-106,9	-100,9	-94,9	-88,9
Min equivalent field strength at receiving place	E_{\min} (dB μ V/m)	33	39	45	51	57
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Height loss	L_h (dB)	12				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_{lc} (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-98	-92	-86	-80	-74
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	48	54	60	66	72
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_{lc} (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-91,9	-85,9	-79,9	-73,9	-67,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	54	60	66	72	78

Πίνακας Π . 7 --- Φορητή λήψη τύπου Α, Περιοχή ΙV

Receiving condition: Portable outdoor (Class A), Band V

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	800				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dBμV)	13	19	25	31	37
Antenna gain rel. to half wave dipole	G_a (dB)	0				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-17,4				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-108,8	-102,8	-96,8	-90,8	-84,8
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dBμV/m)	37	43	49	55	61
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Height loss	L_h (dB)	12				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	2,9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	93,9	-87,9	-81,9	-75,9	-69,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dBμV/m)	52	58	64	70	76
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	9				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-87,8	-81,8	-75,8	-69	-63,8
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dBμV/m)	58	64	70	76	82

Πίνακας Π . 8 --- Φορητή λήψη τύπου Α, Περιοχή V

Receiving condition: Portable indoor ground floor (Class B), Band I

Frequency Minimum C/N required by system	f (MHz) (dB)	65				
		2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	-2,2				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	2,2				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-128,4	-122,4	-116,4	-110,4	-104,4
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	17	23	29	35	41
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	6				
Height loss	L_h (dB)	10				
Building penetration loss	L_b (dB)	8				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	3				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-101,4	-95,4	-89,4	-83,4	-77,4
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	44	50	56	62	68
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	10				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-94,4	-88,4	-82,4	-76,4	-70,4
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	51	57	63	69	75
NOTE: Minimum median equivalent field strength values at 10 m a.g.l. for 50 % of time and 50 % of locations are expected to be: -5 dB lower than the values shown if reception is required in rooms at the first floor; -10 dB lower than the values shown if reception is required in rooms higher than the first floor.						

Πίνακας Π . 9 --- Φορητή λήψη τύπου Β, Περιοχή Ι

Receiving condition: Portable indoor ground floor (Class B), Band III

Frequency	f (MHz)	200				
Minimum C/N required by system	(dB)	2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s\ min}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s\ min}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	-2,2				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-7,5				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-118,7	-112,7	-106,7	-100,7	-94,7
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	27	33	39	45	51
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	1				
Height loss	L_h (dB)	10				
Building penetration loss	L_b (dB)	8				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	3				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-96,7	-90,7	-84,7	-78,7	-72,7
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	49	55	61	67	73
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	10				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-89,7	-83,7	-77,7	-71,7	-65,7
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	56	62	68	74	80
NOTE:	Minimum median equivalent field strength values at 10 m a.g.l. for 50 % of time and 50 % of locations are expected to be:					
	5 dB lower than the values shown if reception is required in rooms at the first floor;					
	10 dB lower than the values shown if reception is required in rooms higher than the first floor.					

Πίνακας Π . 10 --- Φορητή λήψη τύπου Β, Περιοχή ΙΙΙ

Receiving condition: Portable indoor ground floor (Class B), Band IV

Frequency	f (MHz)	500				
		2	8	14	20	26
Minimum C/N required by system	(dB)					
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	0				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-13,3				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-112,9	-106,9	-100,9	-94,9	-88,9
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	33	39	45	51	57
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Height loss	L_h (dB)	12				
Building penetration loss	L_b (dB)	7				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	4				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-89,9	-83,9	-77,9	-71,9	-65,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	56	62	68	74	80
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	14				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-79,9	-73,9	-67,9	-61,9	-55,9
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	66	72	78	84	90
NOTE: Minimum median equivalent field strength values at 10 m a.g.l. for 50 % of time and 50 % of locations are expected to be: 6 dB lower than the values shown if reception is required in rooms at the first floor; 12 dB lower than the values shown if reception is required in rooms higher than the first floor.						

Πίνακας Π . 11 --- Φορητή λήψη τύπου Β, Περιοχή ΙV

Receiving condition: Portable indoor ground floor (Class B), Band V

Frequency	f (MHz)	800				
		Minimum C/N required by system				
Minimum C/N required by system	(dB)	2	8	14	20	26
Min. receiver signal input power	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-126,2	-120,2	-114,2	-108,2	-102,2
Min. equivalent receiver input voltage, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	13	19	25	31	37
Antenna gain rel. to half wave dipole	G_a (dB)	0				
Effective antenna aperture	A_a (dBm ²)	-17,4				
Min power flux density at receiving place	ϕ_{min} (dBW/m ²)	-108,8	-102,8	-96,8	-90,8	-84,8
Min equivalent field strength at receiving place	E_{min} (dB μ V/m)	37	43	49	55	61
Allowance for man made noise	P_{mmn} (dB)	0				
Height loss	L_h (dB)	12				
Building penetration loss	L_b (dB)	7				
Location probability: 70 %						
Location correction factor	C_l (dB)	4				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-85,8	-79,8	-73,8	-67,8	-61,8
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	60	66	72	78	84
Location probability: 95 %						
Location correction factor	C_l (dB)	14				
Minimum median power flux density at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	ϕ_{med} (dBW/m ²)	-75,8	-69,8	-63,8	-57,8	-51,8
Minimum median equivalent field strength at 10 m a.g.l. 50 % of time and 50 % of locations	E_{med} (dB μ V/m)	70	76	82	88	94
NOTE: Minimum median equivalent field strength values at 10 m a.g.l. for 50 % of time and 50 % of locations are expected to be: 6 dB lower than the values shown if reception is required in rooms at the first floor; 12 dB lower than the values shown if reception is required in rooms higher than the first floor						

Πίνακας Π . 12 --- Φορητή λήψη τύπου Β, Περιοχή V

