

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Στην οικογένεια μου,  
με αγάπη

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.  
**Ευχαριστίες**

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους οι οποίοι βοήθησαν στην περάτωση αυτής της εργασίας. Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθώ σε όλους εκείνους που συμπαραστάθηκαν σε αυτήν την προσπάθεια.

Κυρίως, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντά μου από το Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης, κ. Μαρκάκη Ευάγγελο ο οποίος με υποστήριξε σε όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται επίσης και στον καθηγητή εφαρμογών και Αναπληρωτή Υπεύθυνο του εργαστηρίου Μετρήσεων Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας (Ε.Μ.Η.Α) του Α.Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ, κ. Στρατάκη Δημήτριο για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη που μου προσέφερε όποτε αυτή χρειάστηκε. Επίσης, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τους υπεύθυνους του εργαστηρίου Πληροφορικής του Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων του Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης κυρίως Βαρδιάμπαση Δημήτριο, Μελιδόνη Ευάγγελο και Γαργουλάκη Νικήτα για την ψυχολογική και υλικοτεχνική βοήθεια που παρήχαν όποτε τους το ζήτησα.


Τέλος, ευχαριστώ όλους εκείνους που ήταν δίπλα μου σε όλη αυτή την προσπάθεια παρέχοντας απεριόριστη ψυχολογική υποστήριξη και κατανόηση.

Ηράκλειο, Σεπτέμβριος 2007  
Σελίμης Βασίλειος

## Περίληψη

Η πτυχιακή αυτή εργασία εστιάζεται στη χρήση της τεχνολογίας της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T) ως ευρυζωνικού δικτύου πρόσβασης για υπηρεσίες δεδομένων καθώς και στη μελέτη των χαρακτηριστικών μετάδοσης του προτύπου DVB-T. Στη συνέχεια με την χρήση του λογισμικού ICS TELECOM της ATDI θα προσομοιωθεί η εκπομπή ψηφιακής τηλεόρασης σε μια περιοχή κάλυψης της τάξεως των 20 χιλιομέτρων. Τέλος θα βγουν συμπεράσματα για την μετάδοση της ψηφιακής τηλεόρασης και θα προταθεί μια βέλτιστη αρχιτεκτονική εκπομπής της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης στην περιοχή κάλυψης.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	8
Αξία της προσομοίωσης .....	8
Εισαγωγή στο DVB standard.....	9
DVB-λόγοι ανάπτυξης, στόχοι, χρησιμότητα.....	10
Τρόποι μετάδοσης της ψηφιακής τηλεόρασης .....	12
2. DVB-T.....	14
2.1. DVB-T, σύντομη περιγραφή του συστήματος .....	15
2.2. Draft του DVB-T standard ETS 300 744, 1997, Rev.1.4.1, 2001 .....	16
2.3. Αναλυτική περιγραφή.....	16
Μοντέλο εκπομπής ψηφιακού σήματος κατά ITU-R .....	16
2.4. Χαρακτηριστικά του DVB-T.....	17
2.5. Οι επιλογές σχετικά με τη μορφή και τον τρόπο λειτουργίας ενός DVB-T δικτύου είναι οι εξής τέσσερις: .....	18
2.6. Πλεονεκτήματα Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης σε σχέση με την Αναλογική ...	20
2.7. Μειονεκτήματα Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης σε σχέση με την Αναλογική ...	21
3. Στάδια διαμόρφωσης DVB-T .....	22
Προσαρμογή MPEG-2 πακέτων και τυχαιοποίηση (randomization) .....	22
3.1. Εξωτερική κωδικοποίηση και συνελκτική διεμπλοκή .....	23
3.2. Εσωτερική κωδικοποίηση και διεμπλοκή .....	26
3.3. Διαμόρφωση και μετάδοση.....	27
3.4. Pilot TPS signals.....	31
3.5. Εισαγωγή χρόνου guard interval.....	33
3.6. Ωφέλιμο bit rate.....	34
3.7. Μετάδοση IP δεδομένων πάνω από το κανάλι DVB-T.....	35
3.8. Τεχνική υλοποίησης καναλιού εκπομπής.....	38
Χρήση του φάσματος συχνοτήτων UHF .....	38
3.9. Digital Switchover, ATHENA project.....	41
3.10. Επιλογή κεραίας.....	43
4. Η χρησιμότητα των εργαλείων προσομοίωσης.....	44
5. Χρήση του ICS Telecom (ATDI).....	45
5.1. Το μενού Coverage .....	47
Network Calculation .....	47
5.2. Το μενού Direct .....	48
5.2.1. INTERVISIBILITY .....	49
5.2.2. FIELD STRENGTH CALCULATION .....	49
5.2.3. CELL PATTERN .....	49
5.3. Το εργαλείο ελέγχου (Ctrl – Control Tool)  .....	51
6.1. Δημιουργία του Δικτύου.....	54
Είδος σήματος.....	54
Τύπος Διαμόρφωσης.....	55
Επιλογή καναλιού .....	55
Επιλογές για ψηφιακή ή αναλογική μετάδοση .....	57
Αναλογική Μετάδοση.....	57
Ψηφιακή Μετάδοση.....	57
Ρύθμιση τεχνικών παραμέτρων για την κάλυψη .....	58
Μέγιστη απόσταση .....	59
Threshold Παραλήπτη .....	59
Gap Filler .....	60
Manual Way.....	60

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.	
Automatic way .....	60
Φίλτρο Clutter .....	61
Φίλτρο Terrain .....	62
Εμπόδια τοποθεσιών και αναμεταδοτών .....	62
Παράμετροι προσομοίωσης .....	63
6.2 Πληθυσμιακή Ανάλυση .....	64
Centroid Mode .....	64
Area Mode .....	65
Area Files setup .....	66
Area File analysis.....	66
Κάλυψη .....	67
Best server.....	67
Polygon mode .....	68
Γενικές Παρατηρήσεις .....	68
Βελτιστοποίηση Ισχύος - Power Optimization:	69
(Vector layer + filter).....	69
Επιλογή : Do not reduce power .....	69
Reduce power according to Min FS .....	69
Reduce power according to objective.....	70
Ανάλυση Παρεμβολών για τεχνολογίες μετάδοσης .....	71
Γενικές Παρατηρήσεις Ανάλυσης Παρεμβολών σε SFN mode .....	71
Υπολογισμός Παρεμβολών - Interference calculation με το ICS Telecom.....	72
Απομονώνουμε τους σταθμούς που αντιστοιχούν σε ίδιο SFN δίκτυο .....	72
Ανοίγουμε τις επιλογές υπολογισμού παρεμβολών για SFN .....	72
Παρεμβολή Κάλυψης (SFN) .....	73
Υποπίνακας Mask .....	74
Ανάλυση Παρεμβολών για COFDM .....	74
Επιλέγουμε τον COFDM τύπο υπολογισμού παρεμβολών .....	74
Πίνακας COFDM.....	75
7. Σενάρια Προσομοίωσης και Αποτελέσματα Μετρήσεων .....	77
7.1. Σενάριο 1 : .....	82
7.2. Σενάριο 2 .....	83
7.3. Σενάριο 3 : .....	85
7.4. Σενάριο 4 : .....	86
7.5. Σενάριο 5 : .....	88
7.6. Σενάριο 6 : .....	89
7.5. Συμπεράσματα από τα σενάρια προσομοίωσης.....	90
Παράρτημα .....	101
Αρτικόλεξο .....	111
Βιβλιογραφία .....	113

## Σχήματα

Σχήμα 1: Χρήση του προγράμματος προσομοίωσης ICS Telecom.....	9
Σχήμα 2: Η μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση στην Ευρώπη θα ολοκληρωθεί σε δυο φάσεις, τη μεταβατική εποχή (transition period) και την ολοκληρωτικά ψηφιακή εποχή. ....	13
Σχήμα 3: Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.....	15
Σχήμα 4: Μοντέλο εκπομπής ψηφιακού σήματος.....	16
Σχήμα 5 : Δίκτυα πολλαπλών συχνοτήτων-Multi Frequency Networks (MFNs).....	18
Σχήμα 6 : Δίκτυα Μοναδικής Συχνότητας-Single Frequency Networks (SFNs).....	19
Σχήμα 7: Διαδικασία τυχαίωσης εισερχόμενων δεδομένων κατά διαδικασία διαμόρφωσης στο πρότυπο MPEG-2.....	22
Σχήμα 8: Πακέτο προστατευμένο με κωδικοποίηση Reed Solomon.....	24
Σχήμα 9: Μορφή δεδομένων μετά την διαδικασία προσαρμογής, τυχαίωσης, κωδικοποίησης και διεμπλοκής.....	25
Σχήμα 10: Οι έξοδοι X και Y του συνελκτικού κωδικοποιητή επιλέγονται από ένα προσχέδιο διάτρησης (Puncturing pattern).....	26
Σχήμα 11: Τα διαγράμματα αστερισμού (constellation maps) για κάθε τύπο διαμόρφωσης.....	27
Σχήμα 12: Διάταξη των φερόντων κατά την διάρκεια διαμόρφωσης ενός σήματος.....	28
Σχήμα 13: Κυκλική επανάληψη του ωφέλιμου τμήματος (Guard Interval).....	29
Σχήμα 14: Αρχιτεκτονική ενός OFDM super-frame.....	29
Σχήμα 15: Διάταξη των φερόντων που δεν φέρουν πληροφορία κατά τη μετάδοση.....	30
Σχήμα 16: Διαχωρισμός του καναλιού στο πεδίο του χρόνου και της συχνότητας.....	1
Σχήμα 17: Εισαγωγή sub-carrier.....	1
Σχήμα 18: Εισαγωγή Guard Interval.....	1
Σχήμα 19: Δείκτες συγχρονισμού.....	1
Σχήμα 20: Ενσωμάτωση της MAC address στο section header.....	37
Σχήμα 21: Χάρτης κατανομής συχνοτήτων στην Κρήτη.....	40
Σχήμα 22 : Εισαγωγή των επιμέρους αρχείων που είναι απαραίτητα στο ICS Telecom ..	47
Σχήμα 23 : Επιλογή του σήματος εκπομπής.....	54
Σχήμα 24 : Μενού ανάλυσης του C/I Interference.....	54
Σχήμα 25 : Επιλογή του τύπου διαμόρφωσης του σήματος που εκπέμπουμε.....	55
Σχήμα 26 : Επιλογή καναλιού εκπομπής.....	55
Σχήμα 27 : Επιλογή συχνότητας και προτύπου εκπομπής.....	56
Σχήμα 28 : Επιλογή τύπου μετάδοσης.....	57
Σχήμα 29 : Παραμετροποίηση της κάλυψης που προσομοιώνουμε.....	58
Σχήμα 30 : Επιλογή του Gap Filler.....	60
Σχήμα 31 : Επιλογές που εμφανίζονται αν επιλέξουμε Gap Filling.....	61
Σχήμα 32 : Επιλογές του φίλτρου Clutter από τις παραμέτρους του Gap Filler.....	61
Σχήμα 33 : Επιλογές του φίλτρου Terrain.....	62
Σχήμα 34 : Επιλογές του φίλτρου εμποδίων τοποθεσιών και αναμεταδοτών από τις παραμέτρους του Gap Filler.....	62
Σχήμα 35 : Επιλογές παραμέτρων προσομοίωσης του Gap Filler.....	1
Σχήμα 36 : Επιλογή για την πληθυσμιακή ανάλυση.....	64
Σχήμα 37 : Επιλογή αρχείων που χρησιμοποιούνται για την πληθυσμιακή ανάλυση.....	65
Σχήμα 38 : Επιλογή αρχείων για την ανάλυση μιας περιοχής.....	66
Σχήμα 39 : Επιλογές για την ανάλυση μιας περιοχής.....	67
Σχήμα 40 : Επιλογή των αρχείων vector που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε.....	68
Σχήμα 41 : Επιλογές Βελτιστοποίησης Ισχύος σύμφωνα με το Min FS.....	69
Σχήμα 42 : Επιλογές Βελτιστοποίησης Ισχύος σύμφωνα με το σκοπό.....	70

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.	
Σχήμα 43 : Επιλογή του υπολογισμού παρεμβολών για SFN .....	72
Σχήμα 44 : Πίνακας παραμέτρων προσομοίωσης της παρεμβολής κάλυψης (SFN) .....	73
Σχήμα 45 : Επιλογή του υπολογισμού παρεμβολών για COFDM .....	74
Σχήμα 46 : Παράμετροι του υπολογισμού παρεμβολών για COFDM .....	75
Σχήμα 47 : Χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στο Α.Τ.Ε.Ι και το εικονικό «μονοπάτι» μας.....	78
Σχήμα 48 : Υψομετρικός χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στο Α.Τ.Ε.Ι και το εικονικό «μονοπάτι» μας.....	79
Σχήμα 49 : Χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στη Ροδιά και το εικονικό «μονοπάτι» μας.....	80
Σχήμα 50 : Υψομετρικός χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στη Ροδιά και το εικονικό «μονοπάτι» μας .....	81
Σχήμα 51 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 1 <sup>ου</sup> σεναρίου	82
Σχήμα 52 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 2 <sup>ου</sup> σεναρίου	84
Σχήμα 53 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου	85
Σχήμα 54 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4 <sup>ου</sup> σεναρίου	87
Σχήμα 55 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 5 <sup>ου</sup> σεναρίου	88
Σχήμα 56 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 6 <sup>ου</sup> σεναρίου	90
Σχήμα 57 : Λαμβανόμενη ισχύς και αλλαγή υψομέτρου στο «μονοπάτι» μας .....	92
Σχήμα 58 : Λαμβανόμενη ισχύς σε κάθε συγκεκριμένο σημείο του «μονοπατιού» μας ..	93
Σχήμα 59 : Ισχύς (σε dBm) που φτάνει στο «μονοπάτι» μας (μπλε χρώμα) παράλληλα με το υψόμετρο κάθε σημείου (πορτοκαλί χρώμα). .....	94
Σχήμα 60 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4 <sup>ου</sup> σεναρίου, με το «μονοπάτι» μας να διατρέχει την ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου .....	95
Σχήμα 61 : Λαμβανόμενη ισχύς και αλλαγή υψομέτρου στο νέο «μονοπάτι» μας.....	95
Σχήμα 62 : Λαμβανόμενη ισχύς σε κάθε συγκεκριμένο σημείο του νέου «μονοπατιού» μας.....	97
Σχήμα 63 : Ισχύς (σε dBm) που φτάνει στο νέο «μονοπάτι» μας (μπλε χρώμα) παράλληλα με το υψόμετρο κάθε σημείου (πορτοκαλί χρώμα). .....	98
Σχήμα 64 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4 <sup>ου</sup> σεναρίου με Gap Filler στην περιοχή Φασκομηλιά .....	99
Σχήμα 65 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4 <sup>ου</sup> σεναρίου με την κεραία των χρηστών σε ύψος 15 m .....	100

## Πίνακες

Πίνακας 1 : Το εύρος ζώνης λειτουργίας του DVB-T συστήματος, όπως διαμορφώνεται ανάλογα με τις παραμέτρους λειτουργίας ( σε Mbps).....	34
Πίνακας 2 : Παράμετροι Προσομοίωσης των χρηστών που έχουμε δημιουργήσει .....	77
Πίνακας 3 : Παράμετροι Προσομοίωσης 1 <sup>ου</sup> Σεναρίου .....	82
Πίνακας 4 : Παράμετροι Προσομοίωσης 2 <sup>ου</sup> Σεναρίου .....	83
Πίνακας 5 : Παράμετροι Προσομοίωσης 3 <sup>ου</sup> Σεναρίου .....	85
Πίνακας 6 : Παράμετροι Προσομοίωσης 4 <sup>ου</sup> Σεναρίου .....	86
Πίνακας 7 : Παράμετροι Προσομοίωσης 5 <sup>ου</sup> Σεναρίου .....	88
Πίνακας 8 : Παράμετροι Προσομοίωσης 6 <sup>ου</sup> Σεναρίου .....	89
Πίνακας 9 : Παράμετροι Προσομοίωσης του Gap Filler στη Φασκομηλιά .....	99
Πίνακας 10 : Υπόμνημα χάρτη κατανομής συχνοτήτων στην Ελλάδα, ανά περιοχή : ...	101

## 1. Εισαγωγή

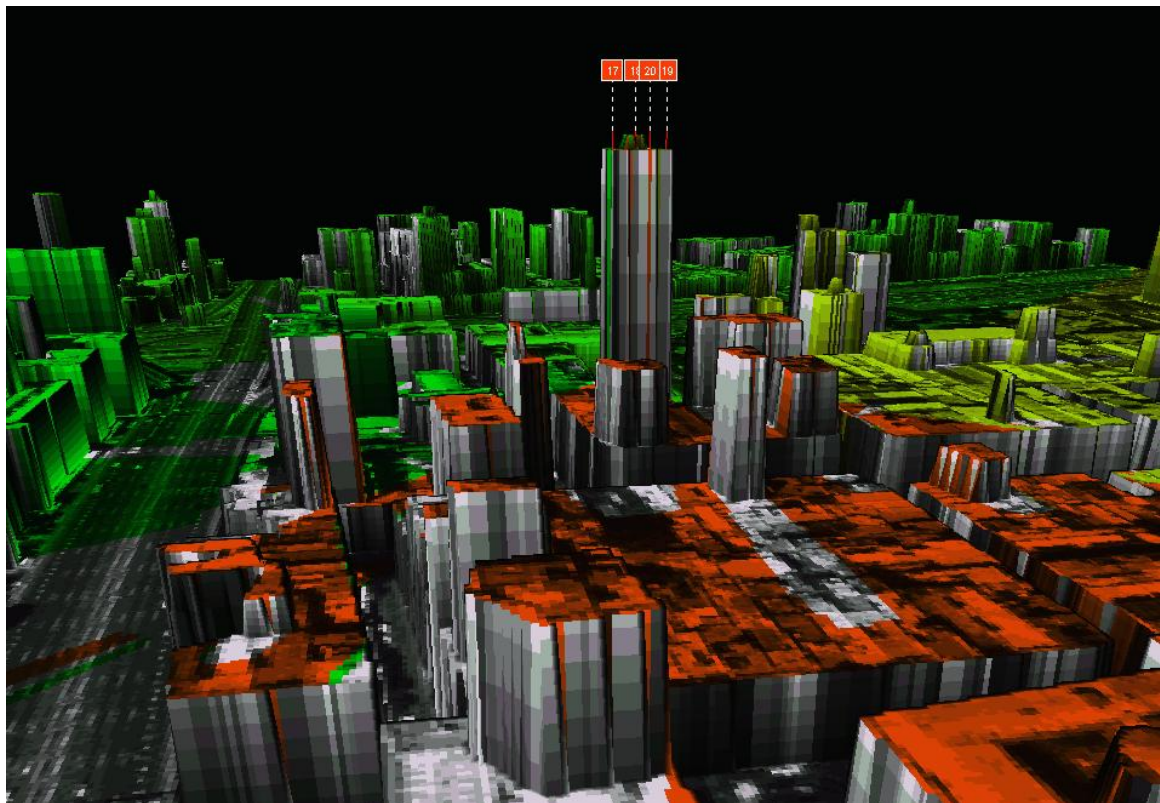
### Αξία της προσομοίωσης

Η προσομοίωση δημιουργεί ένα τεχνητό ιστορικό του συστήματος, η μελέτη του οποίου μας βοηθά να καταλάβουμε τη συμπεριφορά του αντίστοιχου πραγματικού συστήματος. Η μελέτη της συμπεριφοράς ενός συστήματος όπως αυτό εξελίσσεται μέσα στο χρόνο γίνεται με την ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί μια σειρά από υποθέσεις που στηρίζονται στη λειτουργία του πραγματικού συστήματος. Η μελέτη της συμπεριφοράς ενός συστήματος όπως αυτό εξελίσσεται μέσα στο χρόνο γίνεται με την ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ένα εργαλείο ανάλυσης για την πρόβλεψη της επίδρασης διαφόρων αλλαγών σε ήδη υπάρχοντα συστήματα, αλλά και ως ένα εργαλείο σχεδίασης για την πρόβλεψη της απόδοσης νέων συστημάτων κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας.

Σε μια εκπομπή DVB-T , η προσομοίωση είναι πολύ σημαντική γιατί μας βοηθάει στο να γνωρίζουμε από νωρίς και σε πολύ μεγάλο βαθμό πολλές σημαντικές παραμέτρους που είναι απαραίτητες στο σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός δικτύου εκπομπής επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης. Μέσω ειδικού λογισμικού προσομοίωσης, είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την ακριβή τοποθεσία όπου πρέπει να δημιουργηθούν οι σταθμοί εκπομπής καθώς και τις παραμέτρους λειτουργίας τους ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό ποσοστό κάλυψης σε μια δοθείσα περιοχή. Για παράδειγμα, μέσω των προσομοιώσεων και της υπάρχουσας εμπειρίας από άλλες περιπτώσεις, είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πως στην περίπτωση του DVB-T η εκπεμπόμενη ισχύς ώστε να υπάρχει επαρκής κάλυψη σε μια τοποθεσία μπορεί να είναι ως και 30 dB μικρότερη σε σχέση με την αναλογική τηλεόραση. Έτσι, χάρη στις προσομοιώσεις είμαστε σε θέση να



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. σχεδιάζουμε ένα δίκτυο εκπομπής και να «τρέχουμε» σε αυτό διάφορα σενάρια λειτουργίας του και άρα να γνωρίζουμε εκ των προτέρων τη συμπεριφορά και την αξιοπιστία του συστήματος μας σε κάθε περίπτωση. Με τις πληροφορίες αυτές έχουμε τη δυνατότητα να ξέρουμε τις αντοχές του συστήματος μας, τις υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει και τις βέλτιστες παραμέτρους λειτουργίας του (τοποθεσία κεραιών, ισχύς εκπομπής κ.λ.π) πριν ακόμα ξεκινήσει πρακτικά η υλοποίηση του. [5]



Σχήμα 1: Χρήση του προγράμματος προσομοίωσης ICS Telecom

## Εισαγωγή στο DVB standard

Η πρωτοβουλία για τη δημιουργία του DVB standard είναι ευρωπαϊκή, η εξέλιξη όμως και η επιτυχία που γνωρίζει το καθιερώνουν ως παγκόσμιο πρότυπο για την ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης. Για τον καθορισμό των σχετικών προδιαγραφών συνεργάζονται οργανισμοί όπως το MPEG, το DVB Project, το DAVIC (Digital Audio Visual Council), ο ISO, το ETSI και η ITU.

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης

Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Με τον όρο Digital Video Broadcasting, DVB, αναφερόμαστε στη μετάδοση ψηφιοποιημένου σήματος το οποίο αποτελείται από εικόνα, ήχο και βοηθητικές (π.χ παροχή Internet, ο χρήστης γίνεται ενεργός - αμφιδρομότητα -,επιλεκτικές διαφημίσεις ανάλογα με τον τηλεθεατή) πρόσθετες υπηρεσίες. Παρά τον όρο «ψηφιακή» μετάδοση εικόνας, η μετάδοση της ψηφιακής τηλεόρασης γίνεται στην πραγματικότητα με αναλογικό σήμα, ενώ είναι η επεξεργασία του σήματος που γίνεται με ψηφιακό τρόπο. Το DVB σύστημα εισάγει τη μετάδοση MPEG-2 κωδικοποιημένων σημάτων και το σήμα μεταδίδεται δορυφορικά (DVB-S), καλωδιακά (DVB-C) και επίγεια (DVB-T).

### **DVB-λόγοι ανάπτυξης, στόχοι, χρησιμότητα**

Το DVB προσφέρει το πλεονέκτημα της μετάδοσης μεγάλου πλήθους τηλεοπτικών προγραμμάτων μέσω ενός μόνο καναλιού (UHF ή VHF) μετάδοσης. Τα διάφορα DVB standards (DVB-T, DVB-C, DVB-S) προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα ρυθμών μετάδοσης (bitrate). Το διαθέσιμο bitrate μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορα είδη υπηρεσιών. Υπάρχει η δυνατότητα ενός ευέλικτου συνδυασμού ποιότητας ήχου και εικόνας (HDTV-υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση-, mono, stereo ή surround ήχου), με μόνη προϋπόθεση ο όγκος δεδομένων που συνεπάγονται οι επιλογές μας να μην υπερβαίνει το διαθέσιμο bitrate[20]. Ενδεικτικά αναφέρουμε τη χωρητικότητα των διάφορων μέσων μετάδοσης ψηφιακής εικόνας : στην δορυφορική μετάδοση φτάνει τα 40 Mbps ενώ στην επίγεια μέχρι 32 Mbps.

Εκτός από την επιλογή της μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος, το DVB προσφέρει πάμπολλες δυνατότητες, μερικές εκ των οποίων είναι: mobile IP, προσωποποιημένες υπηρεσίες επικοινωνίας, όπως και τη δυνατότητα εμφάνισης υπότιτλων, πολλαπλών audio tracks, διαδραστικών υπηρεσιών και multimedia περιεχομένου, πρόσβαση στο διαδίκτυο, e-mail, home shopping, home banking, teletext και file downloading, σε ταχύτητες εξαιρετικά ανταγωνιστικές .

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Οι αρχικοί στόχοι που τέθηκαν ως πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχία και την εδραίωση του DVB ήταν οι ακόλουθοι:

- Η ψηφιακή τηλεόραση θα πρέπει να καταστήσει εφικτή τη μετάδοση εικόνων HDTV πολύ υψηλής ποιότητας, ακόμα και μέσω επίγειων δικτύων μετάδοσης (terrestrial broadcasting).
- Το DVB θα επιτρέπει τη μετάδοση προγραμμάτων συμβατικής ποιότητας διαθέτοντάς τους κανάλια περιορισμένου εύρους μετάδοσης, ή εναλλακτικά θα επιτρέπει τη μετάδοση μεγαλύτερου πλήθους τέτοιων συμβατικών προγραμμάτων στα υπάρχοντα κανάλια μετάδοσής του.
- Το DVB ίσως αποδειχτεί ένας οικονομικός τρόπος να λαμβάνουν οι φορητές συσκευές σταθερό σήμα.
- Το DVB θα εγγυάται ικανοποιητική λήψη σε κινούμενους χρήστες (τρένα, φορηγά και αυτοκίνητα) όπως εξαιρετική ποιότητα λήψης απολαμβάνουν οι χρήστες Digital Audio Broadcasting, DAB. Η ποιότητα λήψης θα εξασφαλίζεται ακόμα και κάτω από δυσχερείς συνθήκες μετάδοσης ή και όταν οι χρήστες κινούνται με μεγάλες ταχύτητες.
- Τέλος, το DVB υιοθετεί τις αρχές της ψηφιακής τεχνολογίας μετάδοσης και εγγυάται τη σταθερή λήψη μέσα στα όρια καθορισμένων περιοχών και την πιθανότητα αναβάθμισης και παροχής υπηρεσίας σε περιβάλλον προσωπικών υπολογιστών.

Με την πάροδο του χρόνου, οι πρωταρχικές επιδιώξεις διαφοροποιήθηκαν. Η HDTV αν και δεν παραγκωνίσθηκε τελείως, έφυγε από το προσκήνιο, αντίθετα η ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης προσανατολίστηκε αρκετά προς την εξυπηρέτηση κινούμενων χρηστών. Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, οι λόγοι ύπαρξης και ανάπτυξης του DVB μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

- Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.
- Προσφέρει πλήθος υπηρεσιών, που μπορούν να συνδυαστούν με διάφορους τρόπους αρκεί να μην παραβιάζεται το ανώτατο όριο ρυθμού μετάδοσης.
  - Πλήθος προγραμμάτων πολυπλέκεται και μεταδίδεται μέσω του υπάρχοντος καναλιού.
  - Μεγάλο πλεονέκτημα του DVB standard είναι η ύπαρξη εξαιρετικά ασφαλών μεθόδων ασφαλείας όσον αφορά την περίπτωση pay access ή unicast services, ενώ μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε τέτοιες περιπτώσεις θεωρείται πρακτικά αδύνατη. [16], [20]

## **Τρόποι μετάδοσης της ψηφιακής τηλεόρασης**

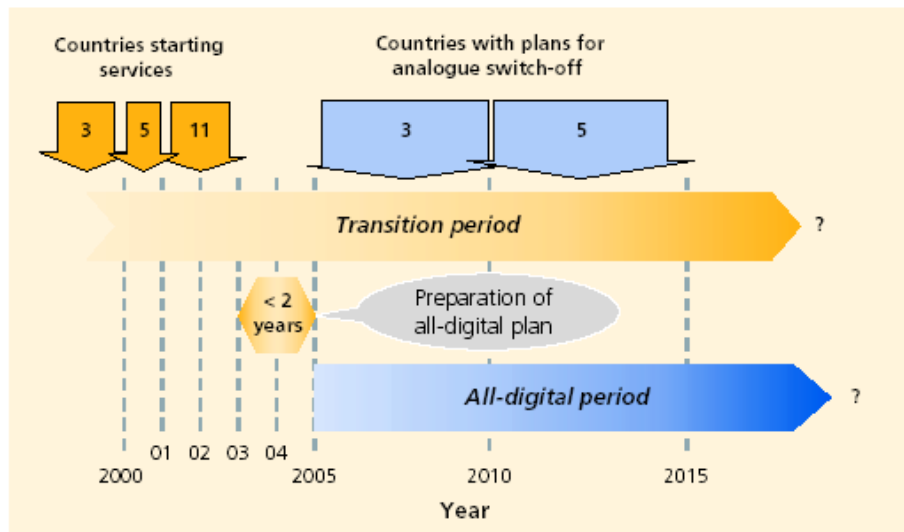
Τρεις τρόποι μετάδοσης του ψηφιακού σήματος έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, η επίγεια μετάδοση, η δορυφορική και η καλωδιακή.

Η επίγεια μετάδοση, η οποία αναφέρεται στην ασύρματη εκπομπή των προγραμμάτων μέσω κεραιών τοποθετημένων στο έδαφος αντιμετώπισε ένα εξαιρετικής σημασίας πρόβλημα: την έλλειψη διαθέσιμων συχνοτήτων. Προορίζεται να αντικαταστήσει την αναλογική τηλεόραση στο φάσμα 470-862 MHz. Αφενός όμως δεν υπάρχουν άμεσα «ελεύθερες» συχνότητες στη συγκεκριμένη ζώνη, αφετέρου δεν είναι εύκολο μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα να παραχωρήσει η αναλογική τηλεόραση τις δικές της συχνότητες. Είναι φανερό ότι κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση της επίγειας μετάδοσης, μια από τις βασικότερες απαιτήσεις ήταν η καλύτερη δυνατή επαναχρησιμοποίηση των διαθέσιμων συχνοτήτων.

Η μπάνα των UHF, σε πολλές χώρες στην Ευρώπη, είναι κατειλημμένη εκτός από τα κανάλια 34 έως 38 καθώς [20] και τα κανάλια πάνω από το 60 -αν και σε ορισμένες χώρες ακόμα και τα κανάλια πάνω από το 60- χρησιμοποιούνται από στρατιωτικές υπηρεσίες. Στην Ευρώπη, σύμφωνα με μια σύσταση του ERO (European

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Radiocommunication Office) που ανακοινώθηκε το 1995 αναφέρεται μεταξύ άλλων ότι μέχρι το 2008 όλα τα κανάλια από το κανάλι 60 και πάνω θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση του DVB, όπως επίσης και ότι μέχρι το 2020 το μεγαλύτερο τμήμα του UHF θα αφιερωθεί στη μετάδοση ψηφιακού σήματος με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών αναλογικού σήματος. Το 1997 πάνω από 30 ευρωπαϊκές χώρες υπέγραψαν τη συμφωνία του Chester -Chester Agreement- που περιείχε όλες τις τεχνικές παραμέτρους και τους αναγκαίους κανόνες για το frequency planning για την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση σε όλη την ήπειρο. Το χρονοδιάγραμμα για τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή εκπομπή φαίνεται στο σχήμα 2.



**Σχήμα 2:** Η μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση στην Ευρώπη θα ολοκληρωθεί σε δυο φάσεις, τη μεταβατική εποχή (transition period) και την ολοκληρωτικά ψηφιακή εποχή.

Η δορυφορική μετάδοση, αντίθετα είχε εδραιωθεί πολύ νωρίτερα, ήδη τον Οκτώβριο του 1995 ο ASTRA 1 ήταν έτοιμος για τις πρώτες του εκπομπές.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## 2. DVB-T

Το DVB-T εισάγει την επίγεια μετάδοση MPEG-2 κωδικοποιημένου τηλεοπτικού σήματος. Παρότι το DVB-T δεν αναπτύχθηκε παρά πρόσφατα [30], εντούτοις παρουσίασε τον πιο εντυπωσιακό ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με τα υπόλοιπα DVB standards (DVB-S [33], DVB-C [8]). Το πρώτο DVB-T δίκτυο-το οποίο αναπτύσσεται μέχρι σήμερα- τέθηκε σε λειτουργία το Νοέμβριο του 1998 στη Μεγάλη Βρετανία. Ο λόγος που καθυστέρησε η ανάπτυξή του ήταν ότι προτεραιότητες στην ψηφιακή τηλεόραση αποτελούσαν η καλωδιακή και η δορυφορική μετάδοση εξαιτίας της πολυπλοκότητας της επίγειας μετάδοσης και το ήδη γεμάτο φάσμα της. Μόνο αφού ολοκληρώθηκαν τα standards που αφορούσαν καλωδιακή και δορυφορική γράφτηκε η πρώτη draft specification το Δεκέμβριο του 1995.

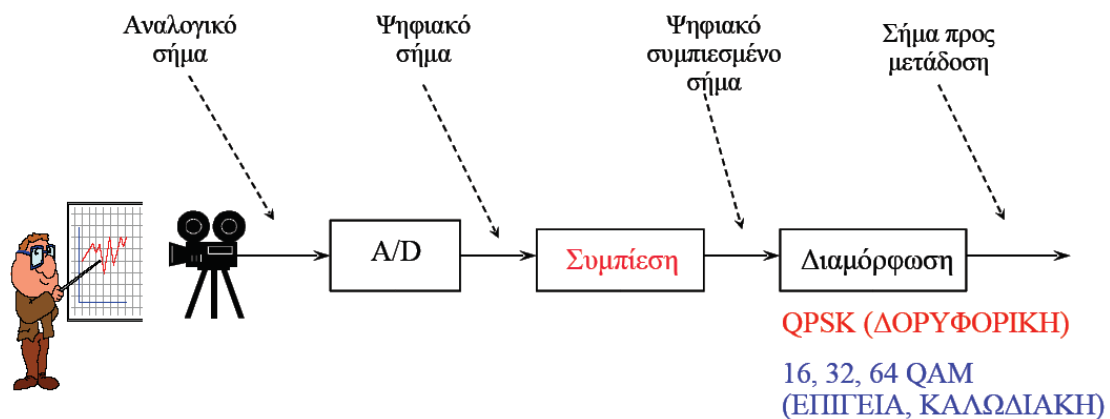
Η επίσημη έναρξη λειτουργίας DVB-T δικτύων έχει ήδη πραγματοποιηθεί στην Αυστραλία, τη Φινλανδία(27/8/2001), τη Μεγάλη Βρετανία, τη Σουηδία, τη Σιγκαπούρη και την Ισπανία, είχε προγραμματιστεί για 1/11/2002(στοιχεία 29/8/2002) στη Γερμανία (Βερολίνο, Βρανδεμβούργο) και κατά τη διάρκεια του τέταρτου τριμήνου του 2003 για τη βόρεια Γερμανία. [18]

Το DVB-T, αν και πιο πολύπλοκο στην υλοποίησή του εισάγει ένα μεγάλο πλεονέκτημα για την ψηφιακή τηλεόραση: την παροχή υπηρεσιών σε κινούμενους χρήστες, η οποία δεν προβλεπόταν από τα δυο προαναφερθέντα standards.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## 2.1. DVB-T, σύντομη περιγραφή του συστήματος

Το επίγειο σύστημα **DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial)** επιτυγχάνει ψηφιακή μετάδοση υψηλών ταχυτήτων πάνω από το "δύσκολο" επίγειο κανάλι, χρησιμοποιώντας διαμόρφωση OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Το σχήμα OFDM του DVB-T χρησιμοποιεί ένα μεγάλο αριθμό φερόντων (6817 ή 1705 για μετάδοση 8K και 2K αντίστοιχα), κάθε ένα από τα οποία διαμορφώνεται κατά QPSK, 16QAM ή 64QAM. Έτσι, η πληροφορία κατανέμεται ομοιόμορφα στο φάσμα και, σε συνδυασμό με κωδικοποίηση και διεμπλοκή δύο στρωμάτων, το σήμα αποκτά μεγάλη ευρωστία ακόμη και σε περιβάλλοντα με ισχυρές διαλείψεις και φαινόμενα πολυδιαδρομικής μετάδοσης (multipath). [1]



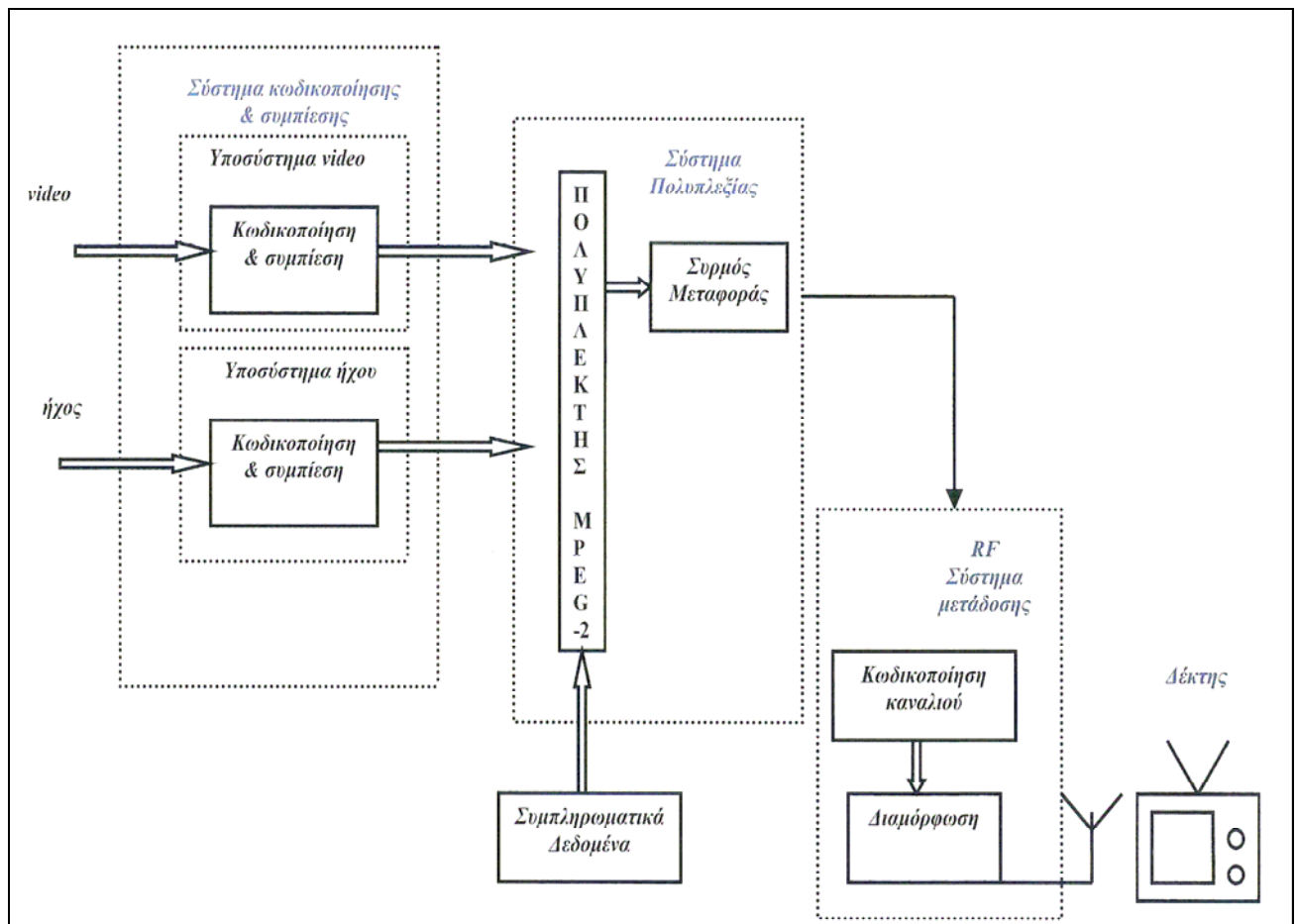
Σχήμα 3: Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό

## 2.2. Draft του DVB-T standard ETS 300 744, 1997, Rev.1.4.1, 2001

- Κωδικοποίηση και διαμόρφωση του MPEG-2 TS για επίγεια μετάδοση στα UHF .
- Εύρος ζώνης 6, 7 ή 8 MHz .
- Διαμόρφωση QPSK / 16 QAM / 64 QAM σε σχήμα πολλαπλών ορθογώνιων φερόντων (Coded OFDM) .
- Διπλή κωδικοποίηση( συνελκτική και block Reed-Solomon) .
- Ωφέλιμο bitrate από 4.98 έως 31.67 Mbps .

## 2.3. Αναλυτική περιγραφή

### Μοντέλο εκπομπής ψηφιακού σήματος κατά ITU-R



Σχήμα 4: Μοντέλο εκπομπής ψηφιακού σήματος



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Για την κωδικοποίηση των τηλεοπτικών αλλά και των ηχητικών σημάτων καθώς και για την πολυπλεξία χρησιμοποιείται το MPEG-2 που προσφέρει απόλυτη ευκρίνεια και άριστο ήχο. Ένας συρμός μεταφοράς MPEG-2, μπορεί πρακτικά να μεταφέρει οτιδήποτε είναι δυνατό να ψηφιοποιηθεί. [1], [2], [28]

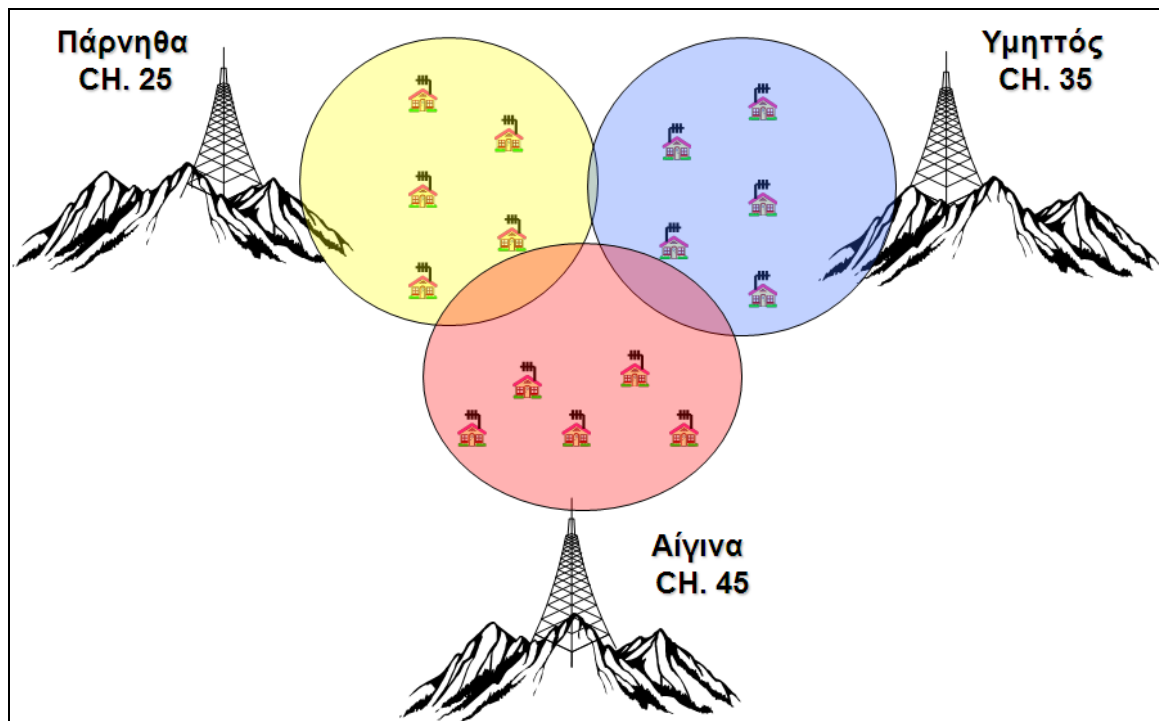
## 2.4. Χαρακτηριστικά του DVB-T

- Παίξει στα 8 MHz (όπως και το υπάρχον αναλογικό τηλεοπτικό σήμα) ή στα 7 MHz ή στα 6 MHz
- Δυνατότητα μετάδοσης πρτισσοτέρων προγραμμάτων στην παραπάνω συχνότητα αντί για ένα (συνήθως 4 ή 6).
- Δυνατότητα παροχής Internet μέσα από τα τηλεοπτικά προγράμματα .
- Δυνατότητα δημιουργίας μονοσυχνοτικών δικτύων εκπομπής - Single Frequency Networks (SFN) .
- Ψηφιοποίηση και ψηφιακή μετάδοση του αναλογικού οπτικοακουστικού σήματος (εικόνα και ήχος) .
- Αναλογικό σήμα (εικόνα): 8 MHz PAL (ευρωπαϊκό σύστημα) 576 γραμμών, 25frames/sec , 50 fields/sec .
- Αναλογικό σήμα(ήχος): Στερεοφωνικός , 20Hz-20 KHz .
- Μετάδοση: Δορυφορική, Καλωδιακή ή Επίγεια . [2], [20]

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## 2.5. Οι επιλογές σχετικά με τη μορφή και τον τρόπο λειτουργίας ενός DVB-T δικτύου είναι οι εξής τέσσερις:

✓ **Δίκτυα πολλαπλών συχνοτήτων-Multi Frequency Networks (MFNs):** Τα συμβατικά σχεδιασμένα δίκτυα DVB-T απαρτίζονται από ανεξάρτητους μεταξύ τους πομπούς που εκπέμπουν σε διαφορετικές συχνότητες διαφορετικά προγράμματα. Το πλήθος των συχνοτήτων που απαιτείται για την κάλυψη μιας περιοχής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το είδος της περιοχής, τον πληθυσμό της, τη μετάδοση που θα επιλεγεί.



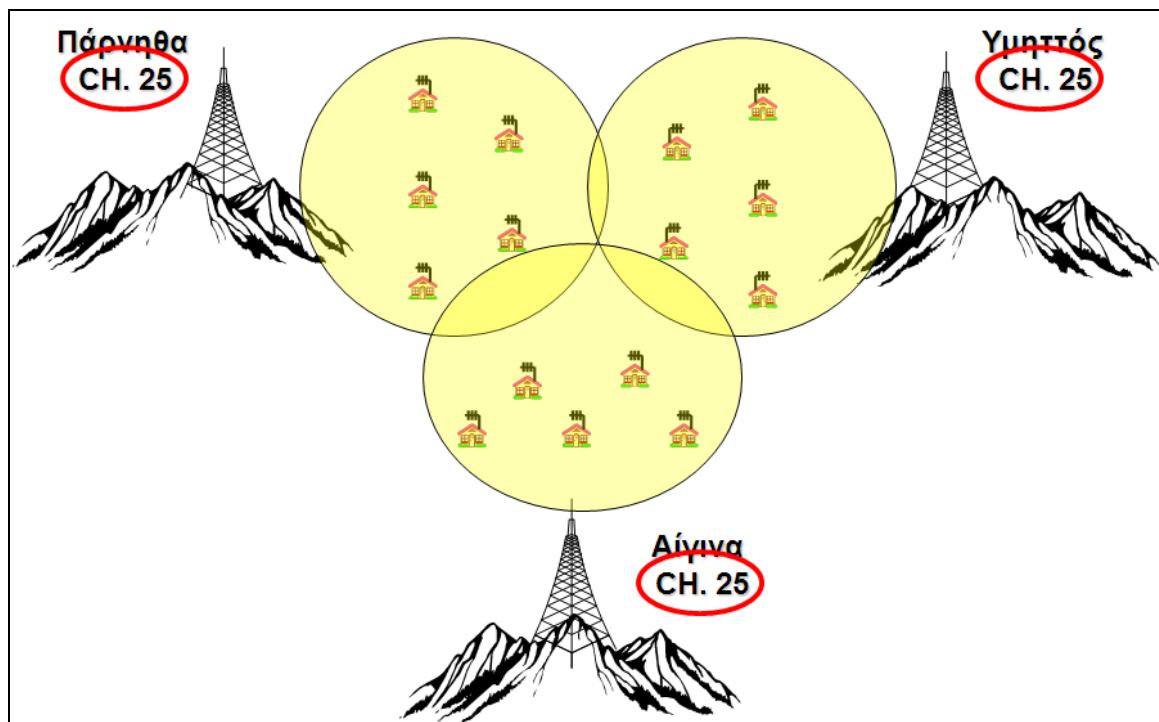
Σχήμα 5 : Δίκτυα πολλαπλών συχνοτήτων-Multi Frequency Networks (MFNs)

Τα MFNs παρουσιάζουν το μειονέκτημα του μεγάλου πλήθους συχνοτήτων που απαιτούν, σε αντίθεση με τον επόμενο τρόπο οργάνωσης ενός DVB-T δικτύου, τα:

✓ **Δίκτυα Μοναδικής Συχνότητας-Single Frequency Networks (SFNs):** Τα δίκτυα SFNs αποτελούνται από πομπούς που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα και εκπέμπουν την ίδια χρονική στιγμή ίδια πληροφορία. Χάρη στην COFDM και με σωστή

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

επιλογή χρόνου guard interval κατά τη μετάδοση, το σήμα που φτάνει από τους διάφορους σταθμούς στο τερματικό δρα αθροιστικά με το χρήσιμο σήμα, ενισχύοντάς το. Είναι φανερή η υπεροχή των δικτύων SFNs λόγω της εξοικονόμησης συχνοτήτων, αλλά και της οικονομίας σε εκπεμπόμενη ισχύ που εξασφαλίζουν. Το τίμημα για την επάρκεια σε συχνότητες και ισχύ είναι η ανάγκη για απόλυτα συγχρονισμένη λειτουργία όλων των πομπών που αποτελούν το SFN.



Σχήμα 6 : Δίκτυα Μοναδικής Συχνότητας-Single Frequency Networks (SFNs)

✓ **MFN με τοπικά SFNs γύρω από κάθε MFN πομπό:** Σε ένα MFN που βασίζεται σε ήδη τοποθετημένους πομπούς, μπορεί να γίνει χρήση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η λειτουργία SFN δικτύων. Σχηματίζονται τοπικά SFNs γύρω από κάθε πομπό, γεγονός που εξομαλύνει και βελτιώνει τη λήψη στη συγκεκριμένη περιοχή χωρίς χρήση πρόσθετων συχνοτήτων.

**Gap-fillers:** Στα σημεία που δεν υπάρχει επαρκής κάλυψη, όπως σε κοιλάδες, τούνελ, εσωτερικούς χώρους και άλλα, το DVB-T επιτρέπει την κάλυψη τους με έναν ιδιαίτερα αποτελεσματικό τρόπο, ως εξής: στα σύνορα της μη καλυπτόμενης περιοχής το DVB-T

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

σήμα συλλέγεται από μια κατευθυντική κεραία. Μετά από φιλτράρισμα και ενίσχυση, το σήμα εκπέμπεται (από την ίδια συχνότητα) προσφέροντας επαρκή κάλυψη. [7], [20], [24]

## **2.6. Πλεονεκτήματα Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης σε σχέση με την Αναλογική**

- Περισσότερα κανάλια στην περιοχή UHF .
- Εξοικονόμηση συχνοτήτων (λόγω SFN) ,άρα ο σημερινός χάρτης συχνοτήτων είναι άχρηστος .
- Δυνατότητα παροχής Internet & δικτυακών υπηρεσιών .
- Δυνατότητα αμφιδρομότητας (ο παθητικός τηλεθεατής μετασχηματίζεται σε ενεργό) .
- Σταθερή ποιότητα εικόνας, με μεγάλη ανοχή, ανεξάρτητα από τις ατέλειες του ασύρματου ή ενσύρματου διαύλου. Εξάλειψη φαινομένων θόλωσης των πολλαπλών ειδώλων ή ακόμη και του θορύβου .
- Καλύτερη ποιότητα ήχου (DOLBY SURROUND κ.λ.π) .
- Δυνατότητα παροχής σε κινούμενους χρήστες (π.χ. σε M.M.M και για διαφημίσεις) .
- Μετρήσεις ακροαματικότητας με ακρίβεια και όχι Extrapolation (λόγω καναλιού επιστροφής) .
- Επιλεκτική διαφήμιση ανάλογα με τα ενδιαφέροντα του τηλεθεατή .
- Μειωμένος λόγος σήματος προς θόρυβο(SNR) που απαιτείται σε σύγκριση με την αναλογική μετάδοση. Αυτό επιτρέπει τη μείωση της εκπεμπόμενης ισχύος μέχρι και 30 dB χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητα της εικόνας .
- Καλύτερη εκμετάλλευση του φάσματος λόγω της συμπίεσης του σήματος βασικής ζώνης (πολλά προγράμματα σε ένα κανάλι).

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

- Ευέλικτες τεχνικές πολυπλεξίας των ψηφιακών συστημάτων, που επιτρέπουν την συνύπαρξη πολλών προγραμμάτων και υπηρεσιών επιλεγόμενης ποιότητας και ευκρίνειας .
- Μεταβλητή ταχύτητα(bitrate) εκπομπής, ανάλογα με τις απαιτήσεις ποιότητας του προγράμματος → Αύξηση του κέρδους πολυπλεξίας(multiplexing gain) .
- Δυνατότητα επεξεργασίας της εικόνας στο δέκτη μετά τη λήψη μέσω αλγορίθμων ψηφιακής επεξεργασίας(digital image post-processing).
- Εύκολος εμπλουτισμός των τηλεοπτικών προγραμμάτων μέσω τυποποιημένων αρχιτεκτονικών(π.χ. MHP, OpenTV) με τοπικές εφαρμογές.
- Ενσωμάτωση διαφόρων πολυμεσικών εφαρμογών και υπηρεσιών δεδομένων, όπως αμφίδρομων υπηρεσιών και διαδικτυακής πρόσβασης σε μια κοινή ψηφιακή πλατφόρμα, με προϋπόθεση ότι υπάρχει διαθέσιμο κανάλι επιστροφής (reverse path) . [2], [6]

## **2.7. Μειονεκτήματα Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης σε σχέση με την Αναλογική**

Από τεχνική άποψη δεν υπάρχουν μειονεκτήματα.

Μειονεκτήματα υπάρχουν από την άποψη της αγοράς, και συγκεκριμένα:

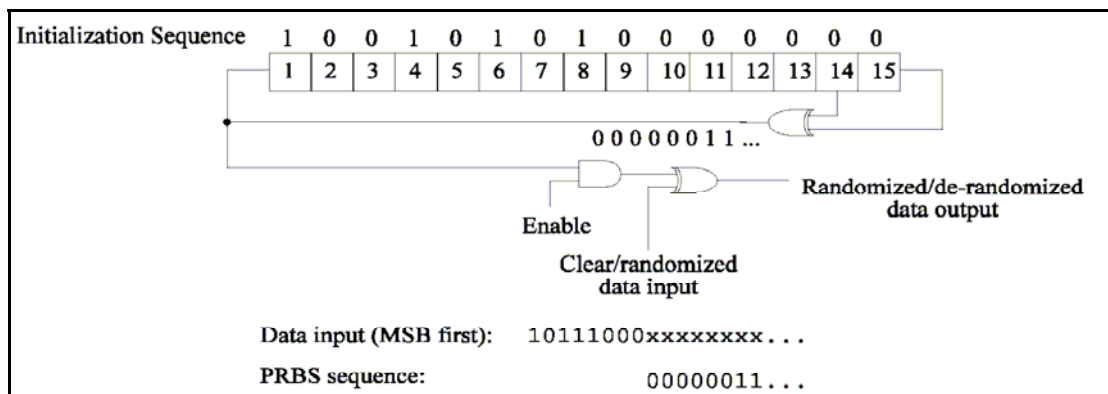
- Χρέωση τηλεθεατή (συνδρομητική) - η οποία όμως δεν είναι υποχρεωτική.
- Δυσκολία στο μεταβατικό στάδιο (όπου το πρόγραμμα εκπέμπεται και αναλογικά και ψηφιακά).
- Με την σημερινή πληθώρα τηλεοπτικών εκπομπών δεν γνωρίζουμε πόσο εύκολα θα πεισθεί ο τηλεθεατής να αγοράσει ψηφιακό δέκτη. [2]

### 3. Στάδια διαμόρφωσης DVB-T

#### Προσαρμογή MPEG-2 πακέτων και τυχαιοποίηση (randomization)

Το σήμα βασικής ζώνης που εισέρχεται στον διαμορφωτή είναι σταθερού ρυθμού (constant bitrate - CBR) και οργανωμένο σε πακέτα σταθερού μήκους των 188 bytes. Κάθε πακέτο ξεκινά με το byte συγχρονισμού, που είναι πάντα ίσο με 0x47. Προκειμένου να περιοριστεί το ενδεχόμενο να υπάρχουν μεγάλα διαστήματα χωρίς δυαδική μεταβολή (μακριές ακολουθίες "0" ή "1" - κάτι που συμβαίνει π.χ. σε πακέτα κενού περιεχομένου που χρησιμοποιούνται μόνο για stuffing), ακολουθείται μια διαδικασία τυχαιοποίησης, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Το πολυώνυμο για την γεννήτρια ψευδοτυχαίας ακολουθίας είναι:

$$1 + X^{14} + X^{15}$$



Σχήμα 7: Διαδικασία τυχαιοποίησης εισερχόμενων δεδομένων κατά διαδικασία διαμόρφωσης στο πρότυπο MPEG-2

### 3.1. Εξωτερική κωδικοποίηση και συνελκτική διεμπλοκή

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται εξωτερική κωδικοποίηση (outer coding) η οποία καλείται κωδικοποίηση Reed Solomon. Μια κωδικοποίηση RS χαρακτηρίζεται σαν RS(n,k) με m-bit σύμβολα.

– Στο DVB ισχύει RS(204,188) χρησιμοποιώντας 8-bit σύμβολα.

– Όπου n είναι ο αριθμός των κωδικοποιημένων συμβόλων σε ένα block,

– Όπου k είναι ο αριθμός των συμβόλων του πρωταρχικού μηνύματος.

Η διαφορά n-k (συνήθως ονομάζεται 2t) είναι ο αριθμός των επιπλέον συμβόλων που προστέθηκαν.

Οι κώδικες Reed Solomon είναι μη δυαδικοί κώδικες και επιτυγχάνουν τη μέγιστη  $d_{min}$  μεταξύ όλων των γραμμικών κωδίκων με τα ίδια (n,k)

$$d_{min} = n - k + 1$$

Το μέγιστο πλήθος σφαλμάτων που μπορούν να διορθωθούν είναι :

$$t = \frac{d_{min} - 1}{2} = \frac{n - k}{2}$$

Ένας κώδικας Reed-Solomon με ικανότητα διόρθωσης έως t συμβόλων ανά codeword, που προέρχονται από ένα αλφάβητο  $2^m$  στοιχείων, έχει παραμέτρους:

- i.  $n = 2^m - 1$
- ii.  $k = 2^m - 1 - 2t$

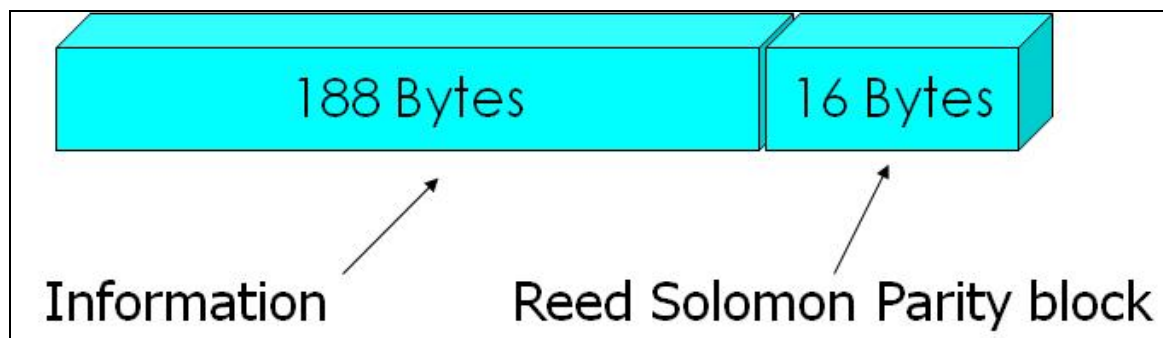
Ενώ η πιθανότητα λανθασμένου συμβόλου είναι :

$$P_E \cong \frac{1}{2^m - 1} \cdot \sum_{j=t+1}^{2^m-1} j \cdot \binom{2^m-1}{j} \cdot p^j \cdot (1-p)^{2^m-1-j}$$

Περιορισμοί:

- i.  $m$ : ακέραιος μεταξύ 3 και 16, δηλ. ο μεγαλύτερος ακέραιος που μπορεί να κωδικοποιηθεί είναι ο  $2^{16}-1=65535$
- ii.  $n$ : ακέραιος μεταξύ 3 και  $2^m-1$
- iii.  $k$ : θετικός ακέραιος, μικρότερος του  $n$ , τέτοιος ώστε  $n - k$  : άρτιος.

Κατά τη διάρκεια της εξωτερικής κωδικοποίησης γίνεται χρήση μιας τεχνικής που ονομάζεται Εμπρόσθια Διόρθωση Σφαλμάτων, F.E.C (Forward Error Correction). Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, σε κάθε πακέτο μεταφοράς των 188 bytes, προστίθενται 16 bytes πλεονασμού, οπότε προκύπτει ένα πακέτο προστατευμένο από σφάλματα, μήκους 204 bytes. [17], [22], [23], [24], [26], [27]



Σχήμα 8: Πακέτο προστατευμένο με κωδικοποίηση Reed Solomon

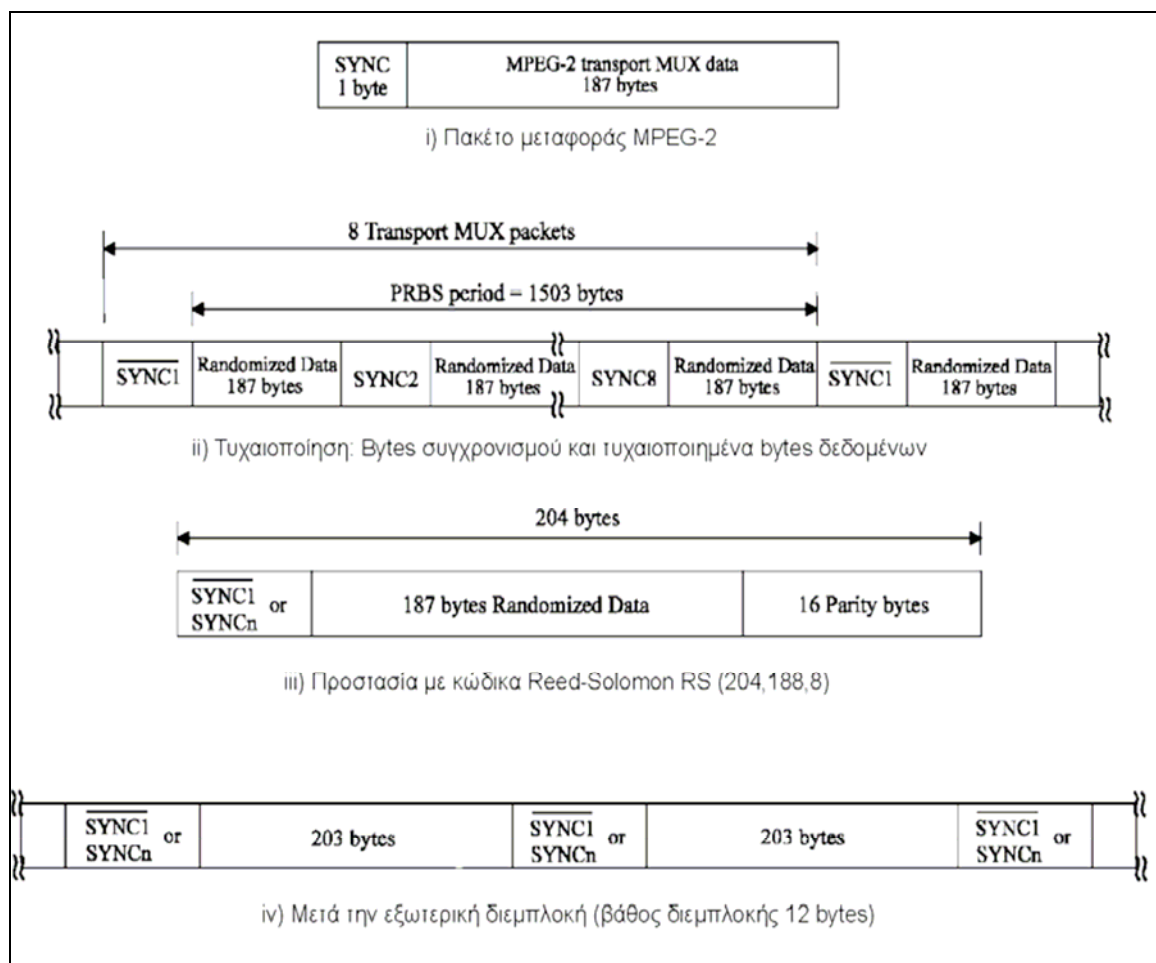
Ακολουθεί η τεχνική της συνελκτικής διεμπλοκής, σκοπός της οποίας είναι η αύξηση της απόδοσης της κωδικοποίησης Reed-Solomon.

Ο λόγος για τον οποίο απαιτείται αποδοτικότερη προστασία έναντι στα σφάλματα, είναι ότι στα κανάλια μετάδοσης η ποιότητα των σημάτων μεταβάλλεται και είναι δυνατόν ένας μεγάλος αριθμός από δυαδικά ψηφία, ο οποίος υπερβαίνει την δυνατότητα διόρθωσης της κωδικοποίησης RS, να αλλοιωθεί (από πιθανό χτύπημα κεραυνού ή από παρεμβολές ηλεκτρικών συσκευών). Η προστασία κάθε πακέτου



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

μετάδοση από τέτοιου είδους αλλοιώσεις δεν είναι ιδιαίτερα οικονομική. Σε αυτήν την περίπτωση εφαρμόζεται συνελκτική διεμπλοκή, σύμφωνα με την οποία τα δεδομένα αφού κωδικοποιηθούν με την Εμπρόσθια Διόρθωση Σφαλμάτων, τροφοδοτούνται σε μια μνήμη RAM και μεταδίδονται αναδιατεταγμένα (μια πιθανή εκδοχή είναι τα δεδομένα να εισέρχονται στη RAM σε γραμμές και να εξέρχονται σε στήλες). Με τη χρήση μιας δεύτερης RAM κατά τη λήψη, τα δεδομένα τοποθετούνται στην αρχική τους δομή. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας της διεμπλοκής είναι ότι το συσσωμάτωμα των δυαδικών ψηφίων που έχουν υποστεί σφάλμα μετατρέπεται σε ένα μεγάλο αριθμό ενιαίων εσφαλμένων συμβόλων, τα οποία είναι εύκολα διορθώσιμα. [22], [23], [24], [26], [27]



**Σχήμα 9: Μορφή δεδομένων μετά την διαδικασία προσαρμογής, τυχαιοποίησης, κωδικοποίησης και διεμπλοκής**

### 3.2. Εσωτερική κωδικοποίηση και διεμπλοκή

Η εσωτερική κωδικοποίηση ακολουθεί τη συνελκτική διεμπλοκή και τη συμπληρώνει αποδοτικά καθώς διορθώνει άλλου είδους σφάλματα. Ο ισχυρός πλεονασμός που εισάγεται από αυτή (100%, καθώς ο συνελκτικός κωδικοποιητής παράγει δύο ροές εξόδου, καθεμιά με τον ίδιο ρυθμό μετάδοσης όπως η ροή εισόδου) επιτρέπει μια πολύ ισχυρή διόρθωση λαθών. Αυτό μπορεί να είναι αναγκαίο για σήματα με πολύ χαμηλό λόγο σήματος-προς-θόρυβο (SNR, Signal-to-Noise Ratio) στην είσοδο του δέκτη, αλλά έχει ως αποτέλεσμα τον υποδιπλασιασμό της φασματικής απόδοσης του καναλιού. Ωστόσο, αυτού του τύπου η συνελκτική κωδικοποίηση, επιτρέπει ο πλεονασμός που εισάγεται, να μειωθεί διαμέσου της διάτρησης (puncturing) της εξόδου του συνελκτικού κωδικοποιητή. Αυτός καθιστά δυνατή τη μη λήψη όλων των διαδοχικών bits των ακολουθιών εξόδου, αλλά μόνο ένα από τα δύο ταυτόχρονα bits με ένα συγκεκριμένο λόγο διάτρησης (puncturing ratio). Με αυτό τον τρόπο, είναι πιθανό να επιτευχθούν οι ρυθμοί κώδικα διάτρησης (punctured code rates) που καθορίζονται από το στάνταρ DVB (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 ή 7/8), που εκφράζουν το λόγο της εισόδου προς τον εκπεμπόμενο ρυθμό (στην έξοδο).

Code Rates r	Puncturing pattern	Transmitted sequence (after parallel-to-serial conversion)
1/2	X: 1 Y: 1	$X_1 Y_1$
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	$X_1 Y_1 Y_2$
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3$
5/6	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3 Y_4 X_5$
7/8	X: 1 0 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 Y_3 Y_4 X_5 Y_6 X_7$

**Σχήμα 10:** Οι έξοδοι X και Y του συνελκτικού κωδικοποιητή επιλέγονται από ένα προσχέδιο διάτρησης (Puncturing pattern)

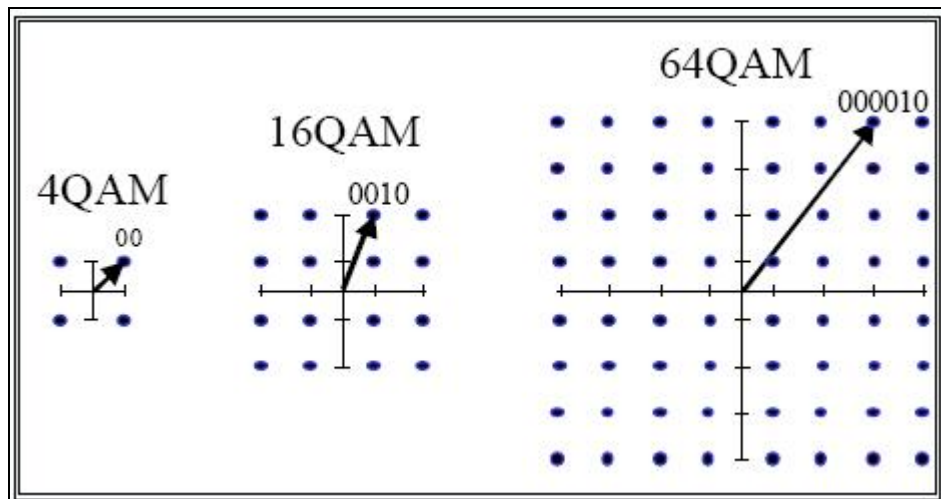
Δεδομένης της ισχύος του αναμεταδότη και του μεγέθους της κεραίας λήψης, ο ρυθμός κώδικα που επιλέγεται από το σταθμό εκπομπής θα αποτελεί ένα συμβιβασμό

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. μεταξύ ενός επιθυμητού ρυθμού μετάδοσης και του τύπου της παρεχόμενης υπηρεσίας.

[11], [27]

### 3.3. Διαμόρφωση και μετάδοση

Η διαδικασία της εσωτερικής διεμπλοκής παράγει μια ακολουθία από bits ήδη οργανωμένη σε σύμβολα QAM. Όπως προαναφέρθηκε, τα δυνατά σχήματα διαμόρφωσης είναι: QPSK (2 bits/symbol), 16QAM (4 bits/symbol) και 64QAM (6 bits/symbol) και χρησιμοποιεί απεικόνιση κατά Gray – Gray mapping. Τα διαγράμματα αστερισμού (constellation maps) για κάθε τύπο διαμόρφωσης περιγράφονται αναλυτικά στην προδιαγραφή και είναι τα εξής :



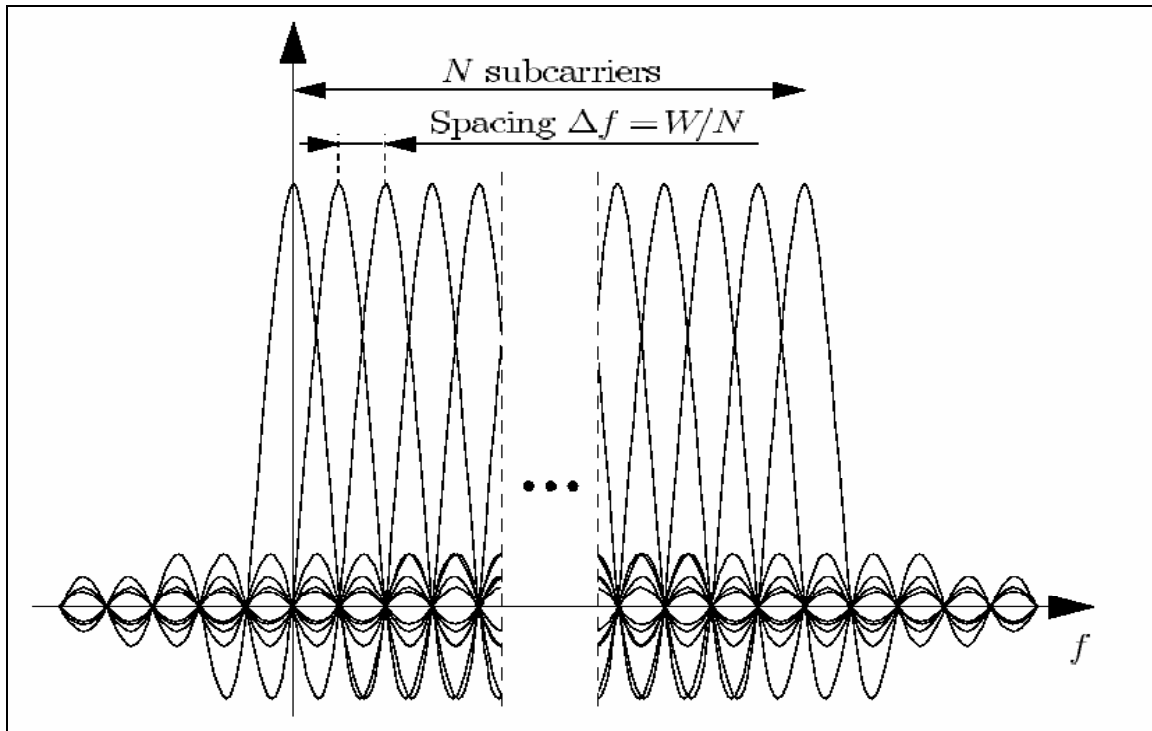
Σχήμα 11: Τα διαγράμματα αστερισμού (constellation maps) για κάθε τύπο διαμόρφωσης

Τα σύμβολα ομαδοποιούνται και μεταδίδονται ταυτόχρονα με τη χρήση πολυπλεξίας OFDM. Κάθε σύμβολο OFDM αποτελείται από ένα σύνολο  $N=6817$  ("8k mode") ή 1705 ("2k mode") φερόντων και μεταδίδεται με διάρκεια  $T_s=896\mu\text{sec}$  και  $T_s=224\mu\text{sec}$  αντίστοιχα. Η απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών φερόντων είναι  $\Delta f=1116\text{Hz}$  και  $\Delta f=4464\text{Hz}$  για τις δύο καταστάσεις λειτουργίας αντίστοιχα. Η ορθογωνιότητα μεταξύ των φερόντων εξασφαλίζεται από το γεγονός ότι  $\Delta f=1/T_s$  πάντα. Με τη συνθήκη

αυτή, η διάταξη των φερόντων αποκτά τη μορφή του παρακάτω σχήματος :

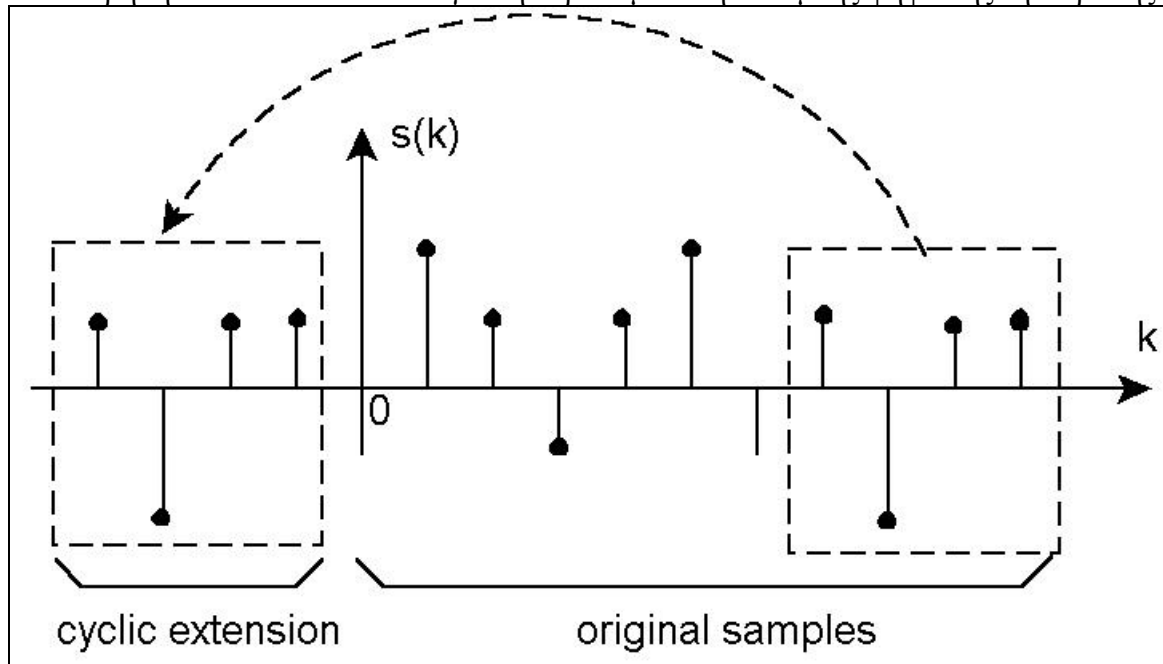
Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης

Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης



Σχήμα 12: Διάταξη των φερόντων κατά την διάρκεια διαμόρφωσης ενός σήματος

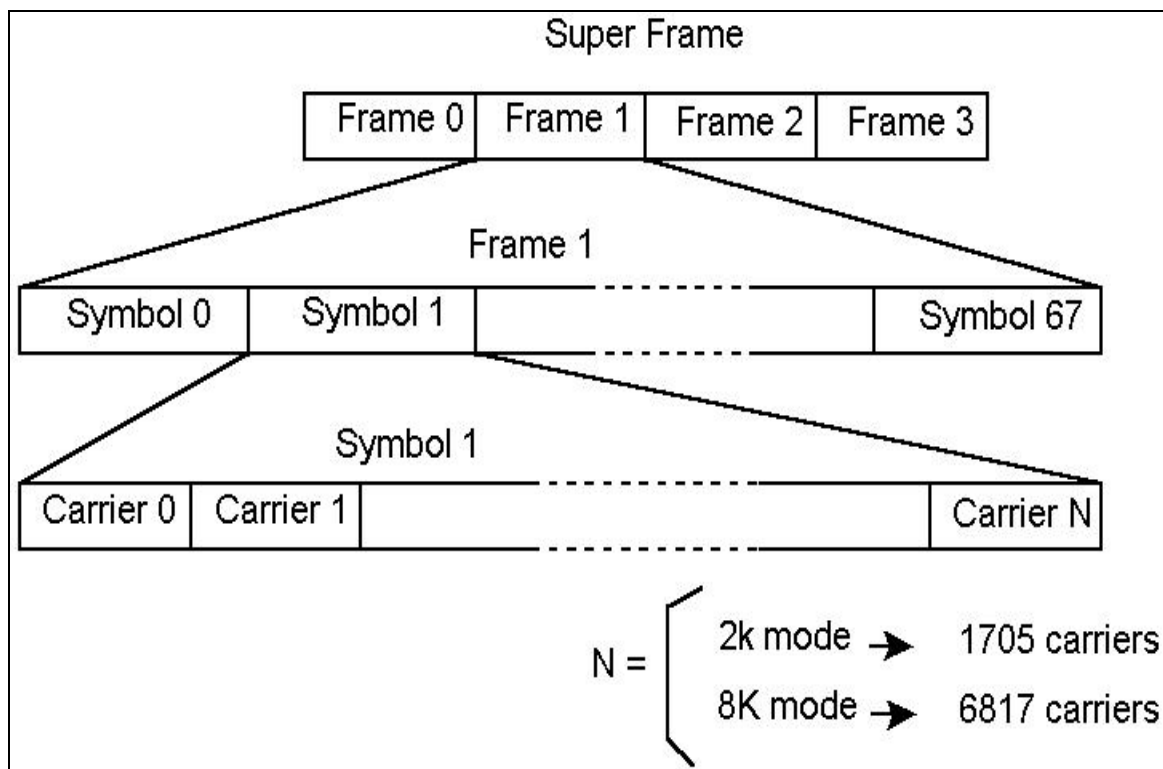
Το συνολικό εύρος ζώνης του σήματος DVB-T ανέρχεται στα 7.61MHz για ονομαστική κατάσταση λειτουργίας 8 MHz, ενώ προβλέπονται και καταστάσεις λειτουργίας των 7 και 6 MHz. Το κάθε σύμβολο OFDM αποτελείται από δύο μέρη: ένα ωφέλιμο τμήμα με διάρκεια  $T_U$  και ένα διάστημα φρούρησης (guard interval), με διάρκεια  $D$ . Το διάστημα φρούρησης αποτελείται από μια κυκλική επανάληψη του ωφέλιμου τμήματος, και εισάγεται πριν από αυτό. [1], [17], [31], [32]



Σχήμα 13: Κυκλική επανάληψη του ωφέλιμου τμήματος (Guard Interval)

68 διαδοχικά σύμβολα OFDM αποτελούν ένα πλαίσιο OFDM (OFDM frame), ενώ τέσσερα διαδοχικά πλαίσια αποτελούν ένα υπέρ-πλαίσιο OFDM (OFDM super-frame).

[25]

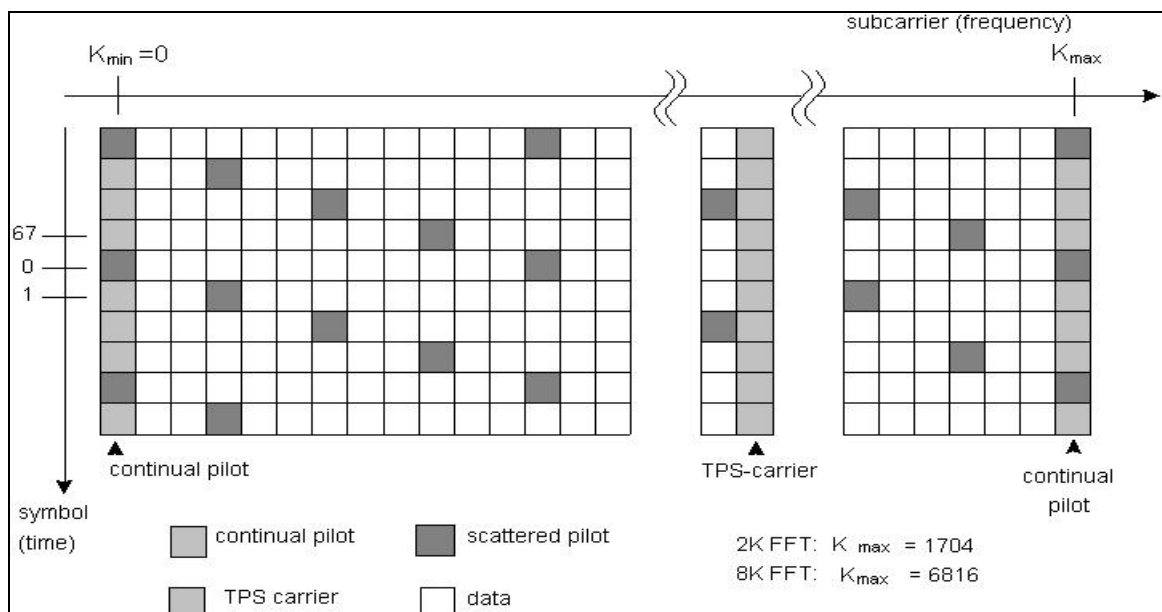


Σχήμα 14: Αρχιτεκτονική ενός OFDM super-frame

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Μέσα σε κάθε σύμβολο OFDM, οι πληροφορίες που μεταφέρονται από τα φέροντα μπορεί να είναι είτε δεδομένα, είτε πληροφορίες συγχρονισμού και γενικώς δεδομένα χρήσιμα για την καλή λειτουργία του δέκτη. Τα φέροντα που δεν φέρουν πληροφορία διακρίνονται σε:

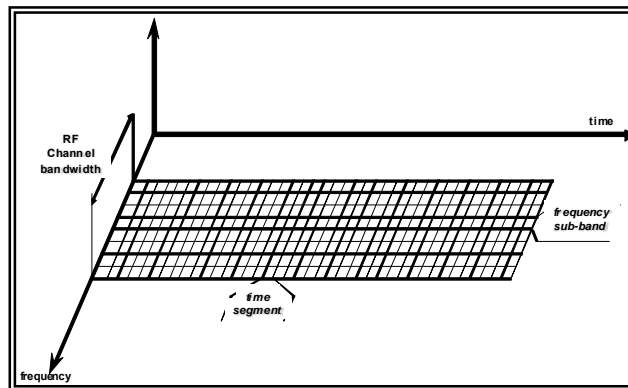
- Διεσπαρμένα φέροντα-πιλότους (scattered pilot carriers). Αυτά εκπέμπουν εκ περιτροπής ένα δεδομένο σήμα, το οποίο γνωρίζει ο δέκτης. Μετρώντας την ισχύ των φερόντων αυτών, ο δέκτης μπορεί ανά πάσα στιγμή να σχηματίσει μια εκτίμηση της απόκρισης συχνότητας (frequency response) του καναλιού.
- Σταθερά φέροντα-πιλότους (continual pilot carriers). Αυτά κατέχουν σταθερή θέση μέσα στο σύμβολο.
- Φέροντα σηματοδοσίας παραμέτρων μετάδοσης (TPS -Transmission Parameter Signaling carriers). Αυτά κατέχουν επίσης σταθερή θέση μέσα στο σύμβολο, και πληροφορούν το δέκτη για τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στη μετάδοση (ρυθμός κωδικοποίησης, διάρκεια διαστήματος φρούρησης, τύπος διαμόρφωσης), ούτως ώστε ο δέκτης να μπορεί να προσαρμόζεται αυτόματα. [19], [25]



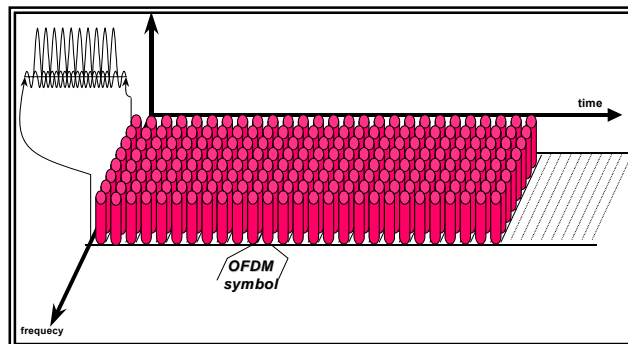
Σχήμα 15: Διάταξη των φερόντων που δεν φέρουν πληροφορία κατά τη μετάδοση

### 3.4. Pilot TPS signals

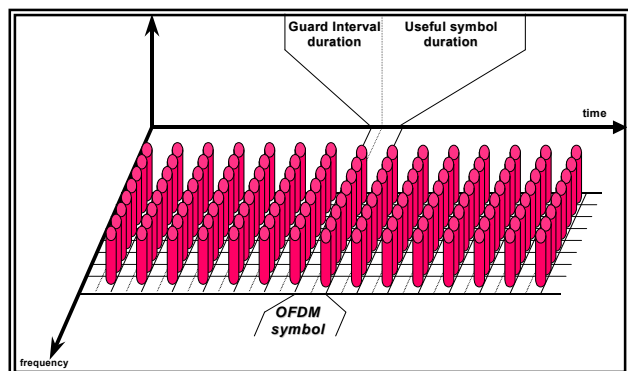
Τα σύμβολα που αναφέρονται ως Transmission-Parameter signaling pilots επιτρέπουν τη μετάδοση πρόσθετων πληροφοριών με τη βοήθεια των οποίων εξασφαλίζεται ο χρονικός συγχρονισμός. Επιπλέον μεταφέρουν πληροφορίες σχετικές με τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν τη μετάδοση, όπως τη διαμόρφωση που χρησιμοποιείται, QPSK, 16-QAM ή 64-QAM, τον κώδικα διόρθωσης σφαλμάτων,



Σχήμα 16: Διαχωρισμός του καναλιού στο πεδίο του χρόνου και της συχνότητας



Σχήμα 17: Εισαγωγή sub-carrier



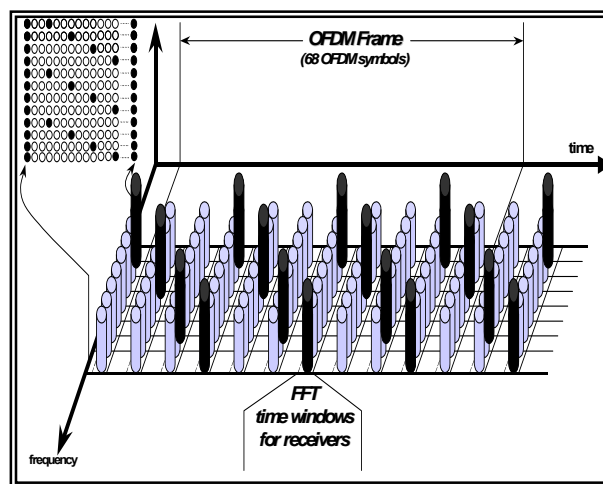
Σχήμα 18: Εισαγωγή Guard Interval

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

τη διάρκεια του guard interval, το πλήθος των carries (2k ή 8k). Οι θέσεις τους μέσα στο πλαίσιο μετάδοσης είναι καθορισμένες.

Η βασική ιδέα που οδήγησε στη χρήση της COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) προέρχεται από την παρατήρηση ότι το σήμα εξασθενεί σημαντικά κατά την επίγεια διάδοσή του.

Επίσης η συμπεριφορά του καναλιού μετάδοσης δεν είναι ίδια για κάθε μια από τις διαφορετικές υπο-συχνότητες στις οποίες έχει διαιρεθεί το αρχικό φάσμα. Εξαιτίας του συνολικά λαμβανόμενου σήματος (ωφέλιμο σήμα + ηχώ) η ενέργεια του σήματος



Σχήμα 19: Δείκτες συγχρονισμού

που λαμβάνεται τελικά από τον πομπό μπορεί να είναι ελάχιστη ή αντίθετα περισσότερη από την εκπεμπόμενη.

Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, σε πρώτη φάση η πληροφορία διαχέεται και εκπέμπεται από ένα τεράστιο πλήθος κοντινών συχνοτήτων (διαίρεση συχνότητας, πλήθος συχνοτήτων 2k ή 8k, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας). Στη συνέχεια, λόγω των απωλειών που θα υποστεί η πληροφορία κατά την επίγεια μετάδοση ακολουθεί η προστασία της όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω. Η COFDM έχει αποδειχτεί ο πιο αποτελεσματικός τρόπος προστασίας του εκπεμπόμενου σήματος, τόσο



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. από την ηχώ του περιβάλλοντος όσο και από σήμα που προέρχεται από τους υπόλοιπους σταθμούς του ίδιου SFN. [17], [20]

### 3.5. Εισαγωγή χρόνου guard interval

Στην περίπτωση των Single Frequency Networks (SFNs) - η λειτουργία των οποίων εξηγήθηκε σε προηγούμενη παράγραφο - που προτιμώνται από το DVB-T, ένα βασικό χαρακτηριστικό της τοπολογίας του δικτύου είναι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των πομπών. Λόγω της COFDM διαμόρφωσης που έχει υιοθετηθεί, ο χρόνος guard interval και οι μεταξύ των πομπών αποστάσεις είναι αλληλένδετες παράμετροι για την αποφυγή του I.S.I φαινομένου (Inter Symbol Interference). Η διάρκεια του guard interval πρέπει να υπερβαίνει την πιο αργοπορημένη ηχώ, έτσι σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα πρέπει να επιλεγεί διάστημα ίσο με το χρόνο που χρειάζεται για τη διάδοση του σήματος μεταξύ δυο πομπών του SFN. Στην περίπτωση SFN εθνικής κάλυψης μια προτεινόμενη τιμή για guard interval θα πρέπει να είναι τα 200μs τουλάχιστον, χρόνος που ανταποκρίνεται σε απόσταση 60km μεταξύ των πομπών.

Συνοπτικά, σε ένα DVB-T σύστημα υπάρχει η επιλογή συνδυασμού των παρακάτω παραμέτρων, ανάλογα με την περιοχή κάλυψης και τις απαιτήσεις των χρηστών:

- ✓ Code rate of inner rate protection (1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8)
- ✓ Διαμόρφωση φέροντος (QPSK; 16-QAM; 64-QAM)
- ✓ Guard interval length (1/4; 1/8; 1/16; 1/32)
- ✓ Τρόπο λειτουργίας, (2k⇒1705 carriers; 8k⇒6817 carriers) [1], [3], [4], [6], [14], [21]

### 3.6. Ωφέλιμο bit rate

Η τιμή που περισσότερο ίσως ενδιαφέρει τον παροχέα DVB-T είναι το ωφέλιμο bit rate που μπορεί να μεταφερθεί από το ψηφιακό σήμα, δηλαδή ο ρυθμός του Ρεύματος Μεταφοράς MPEG-2 που μεταδίδεται. Η τιμή αυτή εξαρτάται από τη διάρκεια του διαστήματος φρούρησης, τον ρυθμό κωδικοποίησης και τον τύπο της διαμόρφωσης, όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα (τιμές σε Mbps) . [1], [30]

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

**Πίνακας 1 : Το εύρος ζώνης λειτουργίας του DVB-T συστήματος, όπως διαμορφώνεται ανάλογα με τις παραμέτρους λειτουργίας ( σε Mbps).**

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης

Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Όπως είναι αναμενόμενο, το διαθέσιμο εύρος ζώνης αυξάνει όσο αυξάνει το inner code rate, μειώνεται ο χρόνος του guard interval και ανεβαίνουν τα στάδια της διαμόρφωσης. Είναι φανερή η ισοροπία που πρέπει να υπάρξει μεταξύ ασφαλούς αλλά αργής μετάδοσης και γρήγορης αλλά επισφαλούς. Πρακτικά, αναγκαία είναι η εύρεση συμβιβαστικής λύσης μεταξύ του επιθυμητού εύρους ζώνης και της αναγκαίας προστασίας της μετάδοσης δεδομένων. [20]

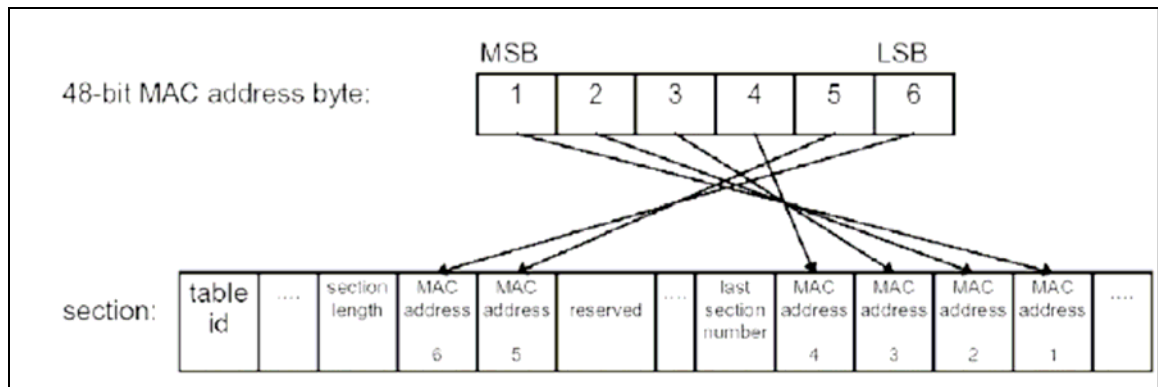
### **3.7. Μετάδοση IP δεδομένων πάνω από το κανάλι DVB-T**

Με τις μεθόδους που είδαμε παραπάνω (Reed Solomon, Puncturing Code Ratios) εξασφαλίζεται η αξιόπιστη μετάδοση του Ρεύματος Μεταφοράς MPEG-2 πάνω από το κανάλι DVB-T και απομένει να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο τα πακέτα IP ενθυλακώνονται (encapsulate) πάνω στα πακέτα μεταφοράς. Τα τελευταία έχουν σταθερό μήκος 188 bytes, εκ των οποίων τα 4 είναι η επικεφαλίδα (header). Προκειμένου λοιπόν τα IP πακέτα αφενός να ενσωματωθούν στο ρεύμα μεταφοράς και αφετέρου να διακρίνονται σαφώς από τα πακέτα που μεταφέρουν τα προγράμματα ψηφιακής τηλεόρασης, πρέπει να υιοθετηθεί μια διαδικασία που να εκτελεί λειτουργίες αντιστοίχισης (mapping), προσαρμογής (adaptation) και κατακερματισμού (segmentation). Οι λειτουργίες αυτές ορίζονται από το πρότυπο ETSI EN 301 192 [9]. Το πρότυπο αυτό ορίζει τέσσερις διαφορετικές τεχνικές ενθυλάκωσης:

- Διοχέτευση δεδομένων (data riping). Στη μέθοδο αυτή, τα δεδομένα των IP πακέτων ενσωματώνονται απευθείας ως φορτίο (payload) στα πακέτα μεταφοράς MPEG-2.
- Ροή δεδομένων (data streaming). Η μέθοδος αυτή είναι πιο κατάλληλη για υπηρεσίες streaming over DVB. Το data stream διαμορφώνεται σε μία

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. συμβατή Στοιχειώδη Ροή MPEG-2 (Elementary Stream), η οποία με τη σειρά της οργανώνεται σε πακέτα, κατά τη δομή του PES (Packetized Elementary Stream). Τέλος, τα πακέτα PES κατακερματίζονται και διανέμονται στο φορτίο των MPEG-2 transport packets.

- Ενθυλάκωση πολλαπλών πρωτοκόλλων (Multiprotocol Encapsulation - MPE). Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε για να μεταφέρονται πακέτα διάφορων πρωτοκόλλων (π.χ. TCP/IP) πάνω από το κανάλι DVB. Τα πακέτα πληροφορίας ενσωματώνονται σε data sections, όπως αυτά ορίζονται στο πρότυπο MPEG-2 DSM-CC. Με τη σειρά τους, τα data sections είναι πλήρως συμβατά με τη δομή private\_section που ορίζεται στο MPEG-2 Systems (ISO/IEC 13818-1) και ενσωματώνονται απευθείας στο Ρεύμα Μεταφοράς όπως ορίζει η παραπάνω προδιαγραφή. Από την πλευρά του χρήστη, τα πακέτα που προορίζονται γι' αυτόν διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα δεδομένα με κριτήριο το αναγνωριστικό πακέτου (PID), στη συνέχεια το πεδίο MAC (που αποθηκεύεται στα αντίστοιχα πεδία του section header, όπως δείχνει το σχήμα) και τέλος τη διεύθυνση IP προορισμού, αν πρόκειται για πακέτα IP. Η τεχνική του Multiprotocol encapsulation είναι αυτή που αποτελεί και τον πιο διαδεδομένο τρόπο ενθυλάκωσης, παρέχοντας μεταξύ των άλλων και δυνατότητες κρυπτογράφησης. Είναι βέβαια γεγονός ότι η MPE εισάγει λόγω της ενθυλάκωσης πολλαπλών επιπέδων αρκετή πλεονάζουσα πληροφορία (overhead) για πλαισίωση και σηματοδότηση με αποτέλεσμα να μην προσφέρει τη βέλτιστη λύση για την περίπτωση του IP. Για τον λόγο αυτό προτυποποιήθηκε μια πιο «ελαφριά» έκδοση, με το όνομα ULE (Ultra-Light Encapsulation) που είναι ειδικά σχεδιασμένη για δεδομένα IP. [14], [20]



Σχήμα 20: Ενσωμάτωση της MAC address στο section header

- Περιοδική εκπομπή δεδομένων (data carousel). Η τεχνική αυτή είναι κατάλληλη για μετάδοση δεδομένων χωρίς διαδραστικότητα (interaction). Τα προς αποστολή δεδομένα - που αφορούν κυρίως μεγάλες ομάδες χρηστών παρά μεμονωμένους χρήστες - οργανώνονται σε ομάδες (groups) και εκπέμπονται κυκλικά ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να είναι προσπελάσιμα από τον καθένα.
- Περιοδική εκπομπή Αντικειμένων (Object carousel). Η περιοδική εκπομπή αντικειμένων χρησιμοποιείται για να μεταφέρει δομημένα αντικείμενα από τον παροχέα ευρυεκπομπής στο δέκτη, χρησιμοποιώντας αντικείμενα καταλόγων, αρχείων ή συρμών. Η περιοδική εκπομπή αντικειμένων προσφέρει στο χρήστη τον τρόπο να έχει πρόσβαση σε μια εφαρμογή στην οποία δεν απαιτείται κανάλι επιστροφής. [1]

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

### **3.8. Τεχνική υλοποίησης καναλιού εκπομπής**

#### **Χρήση του φάσματος συχνοτήτων UHF**

Μέχρι σήμερα, το τηλεοπτικό φάσμα ( UHF και VHF ) χρησιμοποιείται αποκλειστικά για εκπομπή αναλογικού σήματος υπό τους κανονισμούς της Συνθήκης της Στοκχόλμης του 1961 (ST61). Η Συνθήκη αυτή, που ισχύει εδώ και 46 έτη, καθορίζει τα τεχνικά πλαίσια λειτουργίας των αναλογικών τηλεοπτικών εκπομπών στο χώρο της Ευρώπης και της Βόρειας Αφρικής. Επιπλέον, προέβλεπε διαδικασίες τόσο για προσθήκες και μετατροπές του συνολικού Πλάνου, όσο και για συντονισμό νέων σημείων εκπομπής μεταξύ όμορων τηλεπικοινωνιακά χωρών.

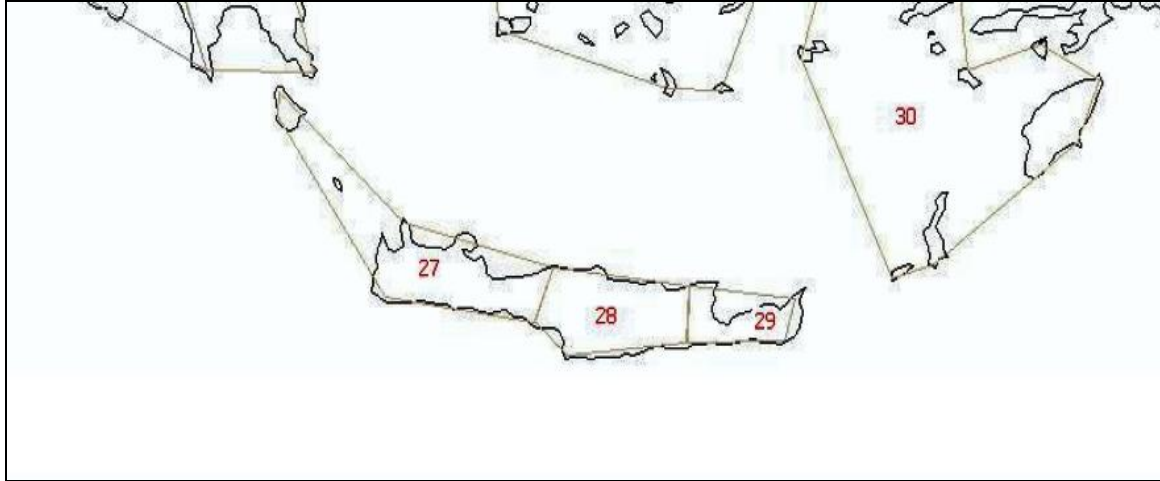
Με την ανάπτυξη της Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης (DVB-T) και του Ψηφιακού Ραδιοφώνου (T-DAB), και τη δοκιμαστική εφαρμογή τους από ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, έγινε φανερό ότι η μελλοντική μέθοδος εκπομπής τηλεοπτικού και ραδιοφωνικού σήματος θα είναι η ψηφιακή, η οποία θα αντικαταστήσει την υπάρχουσα αναλογική.

Η Συνθήκη της Στοκχόλμης δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθει στις νέες εξελίξεις με την εξάπλωση της ψηφιακής τηλεόρασης. Για το λόγο αυτό, η ITU σε συνεργασία με τις χώρες της Περιοχής 1 (Ευρώπη, Αφρική, Μέση Ανατολή, Ιράν) είχε ξεκινήσει από το 2004 τις εργασίες για την προετοιμασία της Περιοχικής Διάσκεψης Ραδιοεπικοινωνιών (RRC-06). Η RRC-06, διοργανώθηκε το Μάιο του 2006 στη Γενεύη, με συμμετοχή των κρατών της Περιοχής 1 της ITU, με σκοπό την αντικατάσταση της ST 61 από μία νέα συνθήκη που θα καθορίζει πλέον τις διαδικασίες λειτουργίας της ψηφιακής τηλεόρασης και του ψηφιακού ραδιοφώνου. Με βάση πλέον τη Συνθήκη "Γενεύη 06" (GE06), οι χώρες της Περιοχής 1 συμφώνησαν σε έναν αρχικό καταμερισμό του τηλεοπτικού φάσματος των VHF και UHF, για χρήση από την ψηφιακή τηλεόραση και το ψηφιακό ραδιόφωνο. Έτος μετάβασης σε πλήρως ψηφιακή εκπομπή ορίστηκε το 2015.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Σημειώνεται ότι η Συνθήκη καθορίζει το καθεστώς συνύπαρξης αναλογικών και ψηφιακών εκπομπών κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου. Μετά το 2015 θα καταργηθεί οριστικά η Συνθήκη ST 61 και στο εξής θα ισχύουν αποκλειστικά οι διατάξεις της GE 06, η οποία και αναμένεται να έχει διάρκεια ζωής ανάλογη της προγενέστερης ST 61.

Κατά τη διάρκεια της RRC-06, οι χώρες κατέθεσαν τις απαιτήσεις τους σε ψηφιακές συχνότητες και τις Δηλώσεις Αμοιβαίας Συμβατότητας (Administrative Declarations) με τις τηλεπικοινωνιακά όμορες χώρες. Με βάση τα δεδομένα αυτά, η ITU, με ειδικό λογισμικό, απένειμε τις διαθέσιμες συχνότητες του φάσματος στις χώρες, με γνώμονα το μεγαλύτερο δυνατό αριθμό ικανοποιημένων αιτημάτων συνολικά. Η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων (αιτημάτων), Δηλώσεων Συμβατότητας, και εκτέλεσης του λογισμικού πραγματοποιήθηκε 4 διαδοχικές φορές. Μετά από κάθε εκτέλεση υπήρξαν διαπραγματεύσεις μεταξύ των αντιπροσωπειών των χωρών, καθώς και τροποποιήσεις των αιτημάτων τους, με στόχο τη συνεχή βελτίωση του συνολικού πλάνου. Τα αποτελέσματα της τέταρτης και τελευταίας εκτέλεσης αποτελούν και το τελικό σχέδιο κατανομής για το σύνολο των χωρών. Συγκεκριμένα στο T-DAB η Ελλάδα έλαβε 18 συχνότητες ενώ στο DVB-T έλαβε 357 (VHF και UHF). Στο χάρτη παρουσιάζονται οι ψηφιακές συχνότητες, οι οποίες τελικά απενεμήθηκαν στην Κρήτη από την RRC-06 για το DVB-T ενώ στο τέλος της εργασίας υπάρχει ο συνολικός χάρτης της Ελλάδας. [10],[13]



**Σχήμα 21: Χάρτης κατανομής συχνοτήτων στην Κρήτη**

Η υλοποίηση του καναλιού εκπομπής μιας διαδραστικής υπηρεσίας πραγματοποιείται με την χρήση της UHF (κανάλι 29) κατανομής του φάσματος συχνοτήτων. Στην περίπτωση αυτή όλο το σύστημα βρίσκεται υπό τον έλεγχο του φορέα ευρυεκπομπής, ενώ είναι δυνατή η υποστήριξη σταθερών και κινητών χρηστών.

Η αρχιτεκτονική ενός τέτοιου περιβάλλοντος συνένωσης, υλοποιώντας στην πράξη τις δυνατότητες του Digital Switchover καθιστά δυνατή:

- την παροχή ετερογενών υπηρεσιών, καθεμία εκ των οποίων παρέχεται με διαφορετικό ρυθμό μετάδοσης, όπως ψηφιακή τηλεόραση (MPEG2), ψηφιακή δικτυακή τηλεόραση (IP TV), πρόσβαση στο Διαδίκτυο, μεταφορά και λήψη e-mail και πολυμεσικών υπηρεσιών είτε κατ' απαίτηση είτε σε μορφή πολυεκπομπής (multicast).
- τη δημιουργία μιας υποδομής ευρυζωνικής πρόσβασης με δυνατότητες υποστήριξης ετερογενών υπηρεσιών, ικανής να διασυνδέει IP κόμβους στην πόλη του Ηρακλείου (και/ή μεμονωμένους χρήστες), καθώς και δυνατότητες υποστήριξης υπηρεσιών ευρυεκπομπής (ψηφιακών τηλεοπτικών προγραμμάτων).
- την ανάπτυξη μιας υποδομής την οποία συνεκμεταλλεύονται broadcasters και



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. τηλεπικοινωνιακοί φορείς 3ης και 4ης γενιάς, οι οποίοι έχουν ξεχωριστούς επιχειρηματικούς στόχους και διαφορετικούς χρήστες/πελάτες.

- την υλοποίηση του ενεργού χρήστη (MPEG-21 χρήστης), ο οποίος «φιλοξενείται» από ένα δίκτυο πρόσβασης που του δίνει τη δυνατότητα όχι μόνο να λαμβάνει αλλά και να διανέμει τις δικές του υπηρεσίες/εφαρμογές σε ολόκληρη την πόλη του Ηρακλείου.
- τη δυνατότητα δημιουργίας σημείων ευρυζωνικής ασύρματης πρόσβασης (WLAN Hot-Spot) το περιεχόμενο των οποίων παρέχεται μέσω του καναλιού τηλεοπτικής εκπομπής.
- την παροχή των βασικών υπηρεσιών της Κοινωνίας της Πληροφορίας (Internet και e-mail) σε παθητικούς χρήστες, οι οποίοι έχουν πρόσβαση στην προαναφερθείσα υποδομή διαμέσου μιας κοινής τηλεφωνικής σύνδεσης (PSTN).

Όσο αυξάνεται ο αριθμός των χρηστών, σε μια τέτοια αρχιτεκτονική, προστίθενται επιπλέον κελιά, χωρίς το γεγονός αυτό να επηρεάζει τους ήδη υπάρχοντες χρήστες. Σε ένα τέτοιο ιδιαίτερα ευέλικτο σύστημα, κελιά αρχικού μεγέθους 75 χλμ. θα μπορούσαν βαθμιαία να αντικατασταθούν από μικρότερα κελιά μήκους κάτω του 1.15 χλμ. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί επαναχρησιμοποίηση συχνότητας, έχοντας τον περιορισμό μόνο τα γειτονικά κελιά να εκπέμπουν σε διαφορετικές συχνότητες. [14]

### **3.9. Digital Switchover, ATHENA project**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν την τοπική και δικτυακή διάσταση της νέας επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T), το Ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο ATHENA IST FP6-507312 ([www.ist-athena.org](http://www.ist-athena.org)) πρότεινε την υιοθέτηση της ψηφιακής μετάβασης στα UHF. Στόχος του έργου είναι η μελέτη, υλοποίηση και επίδειξη της χρήσης της τεχνολογίας επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T) για την δημιουργία ασύρματης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

ευρυζωνικής δικτύωσης και την διανομή υπηρεσιών τηλεόρασης και πολυμέσων. Το project ATHENA αξιοποίησε τη ροή του DVB-T σε αναγεννητικούς σχηματισμούς για την υλοποίηση μιας ευρυζωνικής υποδομής πρόσβασης και τη δημιουργία ενός κοινού καναλιού μεταφοράς κίνησης IP διαθέσιμο σε όλη την περιοχή ευρυεκπομπής. Η πρόσβαση σε αυτό το δίκτυο, επιτυγχάνεται με τη χρήση ενδιάμεσων κόμβων διανομής (Cell Main Nodes – CMN). Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου ATHENA είχε υλοποιηθεί ένα κανάλι στα UHF στην πόλη του Ηρακλείου Κρήτης, το οποίο διασυνέδεε μερικούς ενδιάμεσους κόμβους διανομής δίνοντας τη δυνατότητα στους τελικούς χρήστες όχι μόνο να λαμβάνουν αλλά και να διανέμουν υπηρεσίες πολυμέσων από το δικό τους χώρο με τη χρήση ενσύρματων ή ασύρματων συνδέσεων. Αυτό το κανάλι των UHF λειτουργούσε σε εικοσιτετράωρη βάση και:


- εξέπεμπε ένα μπουκέτο τριών τηλεοπτικών προγραμμάτων, ένα από αυτά ήταν δορυφορικό τηλεοπτικό πρόγραμμα της ERTSat με αναμετάδοση σε πραγματικό χρόνο μετά από ειδική άδεια του Ελληνικού Εθνικού Ραδιοτηλεοπτικού Φορέα (EPT), ένα άλλο ήταν τηλεοπτικό πρόγραμμα από ένα τοπικό σταθμό και το τρίτο περιείχε τηλεοπτικό υλικό από συνεργάτη του προγράμματος ATHENA, ο οποίος ήταν τηλεοπτικός φορέας στη Γερμανία και είχε τα Πνευματικά Δικαιώματα Ιδιοκτησίας.
- έδινε τη δυνατότητα πρόσβασης σε βασικές υπηρεσίες της Κοινωνίας της Πληροφορίας (Διαδίκτυο και e-mail) που προσφέρονταν από ένα ενεργό χρήστη.
- έδινε τη δυνατότητα πρόσβασης σε υπηρεσίες βίντεο και ήχου κατά παραγγελία που παρέχονταν από κάποιον ενεργό χρήστη (παροχέας υπηρεσιών VoD/AoD).
- παρήχε πρόσβαση σε υπηρεσίες πολυεκπομπής διαδικτυακής τηλεόρασης και ραδιοφώνου που προέρχονταν από άλλο ενεργό χρήστη (IP multicaster). [14]

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

### 3.10. Επιλογή κεραίας

Η επιλογή της κεραίας γίνεται με βάση τις απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτονται σύμφωνα με το DVB-T. Άρα οι κεραία που έχει επιλεγθεί εκπέμπει στη μπάνα συχνοτήτων της ήδη υπάρχουσας αναλογικής τηλεόρασης. Η κεραία που επιλέχθηκε για το δίκτυο της εργασίας αυτής είναι η 741515\_0420 της KATHREIN με ανεστραμμένους τους λοβούς. Η κεραία παίζει στις συχνότητες : 380 – 500 MHz ενώ αναλυτικότερα τα χαρακτηριστικά της κεραίας φαίνονται παρακάτω :

#### Directional Antenna – Dual Polarization



---

**Two independent systems for +45° and –45° polarization**


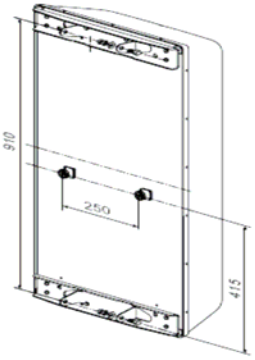
**XPol Panel 380–500 65° 12dBi**

Type No.	741 515
Input	2 x 7-16 female
Connector position	Rearside
Frequency range	380 – 500 MHz
VSWR	< 1.5
Gain	12 dBi (430 – 500 MHz) 11.5 dBi (380 – 430 MHz)
Impedance	50 Ω
Polarization	+45°; –45°
Front-to-back ratio, copolar	> 25 dB
Half-power beam width	± 45° polarization Horizontal: 65°, vertical: 36°
Isolation	> 30 dB
Max. power	500 Watt (at 50 °C ambient temperature)
Weight	8 kg
Wind load	Frontal: 550 N (at 150 km/h) Lateral: 220 N (at 150 km/h) Rearside: 715 N (at 150 km/h)
Max. wind velocity	200 km/h
Packing size	1062 x 562 x 274 mm
Height/width/depth	992 / 492 / 190 mm

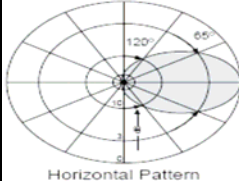
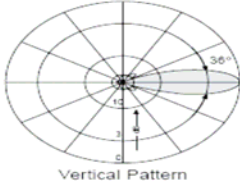
**Material:** Radiators: Tin-plated copper.  
Reflector screen: Weatherproof aluminum.  
Radome: Fiberglass, colour: Grey.  
All screws and nuts: Stainless steel.

**Ice protection:** Due to the very sturdy antenna construction and the protection of the radiating system by the radome, the antenna remains operational even under icy conditions.

**Grounding:** The metal parts of the antenna including the mounting kit and the inner conductors are DC grounded.

**+45°/-45° Polarization**

Horizontal Pattern                      Vertical Pattern

Σχήμα 22 :Η κεραία που επιλέχθηκε για την προσομοίωσή μας

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

#### **4. Η χρησιμότητα των εργαλείων προσομοίωσης**

Ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα πεδία στο χώρο των δικτύων υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών είναι ο σχεδιασμός ολοκληρωμένων επικοινωνιακών περιβαλλόντων με σκοπό την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων αναγκών. Η δραστηριότητα αυτή είναι εκτός από ενδιαφέρουσα και πολλαπλώς χρήσιμη για όποιον κινείται στην εκπαίδευση, την έρευνα και την ανάπτυξη. Βασικό εργαλείο για την υποστήριξη τέτοιων αποτελεί η προσομοίωση, δηλαδή η «μίμηση» της λειτουργίας ενός πραγματικού συστήματος και η παρακολούθηση της εξέλιξης του μέσα στον χρόνο. Η προσομοίωση δημιουργεί ένα τεχνητό ιστορικό του συστήματος, η μελέτη του οποίου μας βοηθά να καταλάβουμε τη συμπεριφορά του αντίστοιχου πραγματικού συστήματος. Η μελέτη της συμπεριφοράς ενός συστήματος όπως αυτό εξελίσσεται μέσα στο χρόνο γίνεται με την ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί μια σειρά από υποθέσεις που στηρίζονται στη λειτουργία του πραγματικού συστήματος. Οι υποθέσεις αυτές εκφράζονται μέσω μαθηματικών, λογικών και συμβολικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων του συστήματος. Μετά την ανάπτυξη και τον έλεγχο του μοντέλου, μπορούμε να εξετάσουμε μια σειρά από υποθετικές συνθήκες λειτουργίας του πραγματικού συστήματος. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ένα εργαλείο ανάλυσης για την πρόβλεψη της επίδρασης διαφόρων αλλαγών σε ήδη υπάρχοντα συστήματα, αλλά και ως ένα εργαλείο σχεδίασης για την πρόβλεψη της απόδοσης νέων συστημάτων κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας.

Τα τελευταία χρόνια οι εφαρμογές προσομοίωσης γίνονται όλο και πιο σημαντικές στην βιομηχανία των υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Τα τοπικά (LAN) και τα ευρείας περιοχής (WAN) δίκτυα υπολογιστών, τα τηλεφωνικά συστήματα, τα δορυφορικά συστήματα, η ψηφιακή τηλεόραση, τα δίκτυα κινητών τηλεφώνων και ο προσδιορισμός των απαιτήσεων υλικού (hardware) και λογισμικού

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. (software) είναι μερικοί από τους τομείς που οφείλουν τον πετυχημένο σχεδιασμό και λειτουργία τους στην χρησιμοποίηση της προσομοίωσης.

Στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής παρουσιάζονται οι δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά του προγράμματος προσομοίωσης ICS Telecom της ATDI. Επίσης παρατίθενται σενάρια εκπομπής σήματος DVB-T ώστε να γίνουν πιο κατανοητές οι κυριότερες λειτουργίες της εφαρμογής αυτής. [5]

## 5. Χρήση του ICS Telecom (ATDI)

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση του δικτύου Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης (DVB-T) αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι το ICS Telecom της ATDI , και εδώ θα παρουσιαστούν τα βασικά στάδια χρήσης του προγράμματος ώστε να γίνει πιο κατανοητή στη συνέχεια η χρήση των διαφόρων μενού και εργαλείων που αυτό προσφέρει στην προσομοίωση της εκπομπής μας.

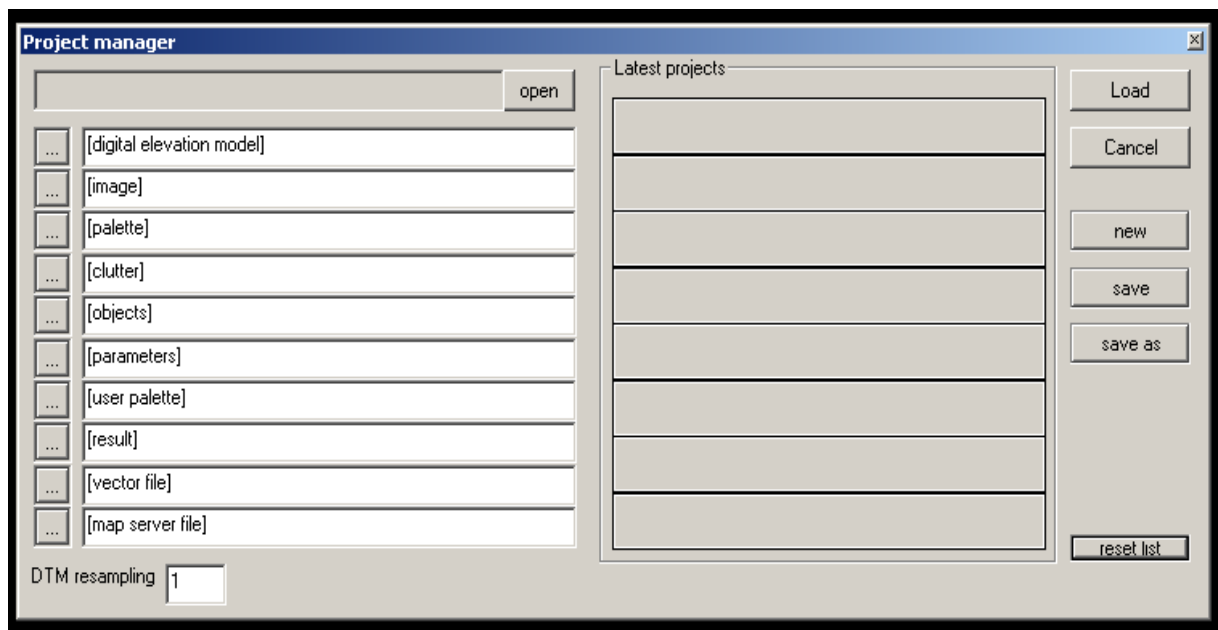
Γενικά υπάρχουν δύο βήματα που πρέπει να κάνει ο χρήστης του προγράμματος για να προχωρήσει στην προσομοίωση και τη μελέτη των αποτελεσμάτων της και αυτά είναι : **α)** η δημιουργία του **project** μας, μέσω των επιμέρους αρχείων που είναι απαραίτητα και **β)** η τοποθέτηση και σωστή παραμετροποίηση των στοιχείων στην περιοχή για την οποία θα γίνει η προσομοίωση.

Τα επιμέρους στοιχεία που αναφέρθηκαν νωρίτερα είναι τα εξής :

1. το απαραίτητο αρχείο του Ψηφιακού Υψομετρικού Μοντέλου (Digital Elevation Model – DEM) το οποίο είναι αρχείο με την επέκταση .geo ή .idr όταν πρόκειται και για ανάλυση εντός κάποιου κτιρίου. Πρόκειται για ένα αρχείο ράστερ που παρέχει συντεταγμένες για κάθε σημείο του χάρτη μας στο χώρο (x,y,z).

- Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.
2. το αρχείο εικόνας με επέκταση .img, που αποτελεί την παλέτα παρουσίασης της εικόνας αναφοράς .Πρόκειται αρχείο που περιέχει συντεταγμένες για κάθε σημείο (x,y) της εικόνας που συνήθως είναι ψηφιοποιημένοι χάρτες ή δορυφορικοί χάρτες.
  3. το αρχείο εικόνας με επέκταση .pal, που αποτελεί το επιθυμητό αρχείο χρωμάτων. Εδώ πρέπει να προσέξουμε ότι το αρχείο DEM και το αρχείο .img πρέπει να προβάλλονται στο ίδιο χαρτογραφικό σύστημα, ενώ η κλίμακα του δεύτερου πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή και ίση από την κλίμακα των αντίστοιχων αρχείων DEM .
  4. το αρχείο εικόνας με επέκταση .sol, που αποτελεί το αρχείο παρενοχλήσεων που θα χρησιμοποιηθεί στο συγκεκριμένο project και περιέχει πληροφορίες υπεδάφους για κάποια σημεία.
  5. το αρχείο εικόνας με επέκταση .ewf, που αποτελεί το αρχείο αντικειμένων του ICS Telecom (π.χ κεραιές ,σταθμοί βάσης ,μικροκυματικές ζεύξεις.) με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά και τις συντεταγμένες τους στο χώρο.
  6. το αρχείο εικόνας με επέκταση .rpm, που αποτελεί το επιθυμητό αρχείο με τις παραμέτρους που έχουμε επιλέξει (π.χ υπολογιστικό μοντέλο, ανάλυση, κατώτατο όριο ισχύος, αναλογίας C/N, παράμετροι του clutter, χαρτογραφική μετατροπή).
  7. το αρχείο εικόνας με επέκταση .p11, που αποτελεί το επιθυμητό αρχείο 11 χρωμάτων επιλεγμένα από τον χρήστη και χρησιμεύει στην επίδειξη των αποτελεσμάτων κάλυψης.
  8. το αρχείο εικόνας με επέκταση .fld, που αποτελεί το επιθυμητό αρχείο αποτελεσμάτων κάλυψης που έχει υπολογιστεί με μία από τις λειτουργίες προσομοίωσης του ICS Telecom.

- Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.
- το αρχείο εικόνας με επέκταση .vec, που αποτελεί το επιθυμητό αρχείο που περιέχει διανυσματικά αντικείμενα (πολύγωνο, σημείο, κύκλος, ορθογώνιο, κείμενο) που έχουν σχεδιαστεί από τον χρήστη στην έκταση του χάρτη.
  - το αρχείο εικόνας με επέκταση .map, που αποτελεί το επιθυμητό αρχείο για εικόνες σε διαφορετικές κλίμακες και περιέχει τις συνδέσεις με τα αρχεία .img (έως 60 εικόνες).



Σχήμα 22 : Εισαγωγή των επιμέρους αρχείων που είναι απαραίτητα στο ICS Telecom

## 5.1. Το μενού Coverage

### Network Calculation

- Receiver coverage calculation:** καθορίζει την ικανότητα λήψης ισχύος όλων των ενεργοποιημένων στοιχείων του δικτύου (όπως η επιλογή **Direct / Receiver coverage**) αλλά όλα τα ενεργοποιημένα στοιχεία του δικτύου εξετάζονται διαδοχικά). Σημειώνεται ότι αυτή η λειτουργία υπολογίζει εκ νέου την κάλυψη σε dBW κάθε σταθμού και θα τροποποιήσει τις σχετικές καλύψεις. Για να ανακτηθεί σε ένταση

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. πεδίου κάθε σταθμού, πρέπει να επαναληφθεί η επιλογή [Coverage / Network calculation /Tx/Rx coverage calculation](#).

- **Tx/Rx coverage calculation:** υπολογίζει διαδοχικά την κάλυψη από όλους τους ενεργούς Tx/Rx (τύπου A ή B) ή/και από όλους τους σταθμούς μικροκυμάτων (MW) που είναι παρόντες στον χάρτη και είναι διαθέσιμο μόνο εάν εκείνοι οι τύποι στοιχείων είναι παρόντες και ενεργοί. Όλοι οι άλλοι τύποι στοιχείων αγνοούνται από την προσομοίωση.

## 5.2. Το μενού Direct

Αυτές οι επιλογές συγκεντρώνουν τις λειτουργίες προσομοίωσης που επιτρέπουν στο χρήστη να βελτιστοποιήσει την εγκατάσταση των σταθερών ή κινητών στοιχείων από την άποψη της ορατότητας και της έντασης πεδίου και σύμφωνα με διάφορες μεθόδους υπολογισμού οι οποίες είναι:

- **PATH CALCULATION**

Η λειτουργία *υπολογισμού πορειών* παράγει τα σχεδιαγράμματα που προέρχονται από ένα πομπό προς έναν οριζόμενο δέκτη στο χαρτογραφικό αρχείο.

- **SEARCH SITES**

Οι προσομοιώσεις *περιοχών αναζήτησης* επιτρέπουν να αποφασισθεί η θέση ενός πομπού προκειμένου να επιτευχθεί η κάλυψη ενός μέγιστου αριθμού οριζόμενων σημείων στον χάρτη. Οι υπολογισμοί *περιοχών αναζήτησης* μπορούν να εκτελεσθούν από την άποψη της ορατότητας ή από την άποψη της έντασης πεδίου, και εξαρτώνται προφανώς από τον τύπο εδάφους που εξετάζεται από τα ύψη κεραιών πομπών και δεκτών (υπολογισμοί ορατότητας), και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των στοιχείων (υπολογισμοί έντασης πεδίου). Παρέχονται οι παρακάτω υποεπιλογές:



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

### 5.2.1. INTERVISIBILITY

Η αναζήτηση των πομπών από την άποψη της ορατότητας θα προσομοιώσει όλα τα οριζόμενα από το χρήστη σημεία δεκτών και θα παρουσιάσει στον χάρτη τις ζώνες αποκατάστασης των καλύψεων των ορατών και απαρατήρητων σημείων. Όλα τα σημεία του χάρτη περιλαμβάνουν ένα ποσοστό των λαμβανόμενων στοιχείων προκειμένου να καθοριστεί η καλύτερη θέση για τους πομπούς ώστε επικοινωνήσουν με ένα μέγιστο αριθμό δεκτών.

### 5.2.2. FIELD STRENGTH CALCULATION

Η αναζήτηση εκτελείται όχι από την άποψη του ποσοστού των δεκτών που φαίνονται από την περιοχή του πομπού, αλλά από την άποψη των δεκτών στους οποίους φθάνει ένα κατώτατο όριο έντασης σε dBμV/m.

### 5.2.3. CELL PATTERN

Αυτή η επιλογή επιτρέπει να γίνει μια έρευνα περιοχών σε ένα κυψελοειδές πλέγμα που έχει προηγουμένως καθοριστεί. Ο αριθμός τυχαίων δεκτών που προσεγγίζονται σε κάθε κύτταρο του πλέγματος και το ύψος κεραιών δεκτών καθορίζονται από το χρήστη. Το σύστημα θα τοποθετήσει σε κάθε κύτταρο τους τυχαίους δέκτες και θα υπολογίζει τις βέλτιστες περιοχές όπου ένας ή περισσότεροι πομποί μπορούν να εγκατασταθούν. Το κυψελοειδές πλέγμα πρέπει να είναι τετραγωνικού τύπου και καθορίζεται με την επιλογή **Tools/Cells** στο παράθυρο διαλόγου **Cells properties**. Οι παράμετροι έρευνας εισάγονται στο παράθυρο διαλόγου **Searching filter**.

- **SIGHT COVERAGE**

Η προσομοίωση **θέας** επιτρέπει να ελεγχθεί η ορατότητα ενός σταθερού ή κινητού πομπού του χάρτη για όλα τα σημεία σε μια ζώνη προσομοίωσης που υποδεικνύονται ως δέκτες. Η ορατότητα επιτρέπει να καθοριστούν τα όρια επικοινωνίας

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

που είναι διαθέσιμα σύμφωνα με τον προσδιορισμό θέσης, το ύψος κεραιών, το ύψος κεραιών δεκτών, και τον τύπο εδάφους που εξετάζεται στον άξονα της δέσμης.

Λαμβάνει υπόψη επίσης την καμπυλότητα της γης. Επομένως, ένας παράγοντας καμπυλότητας γήινης ακτίνας της τάξης του 4/3 (η προκαθορισμένη τιμή για τη γήινη ακτίνα τίθεται περίπου 8500 χλμ) επιτρέπει να υπολογιστεί η ραδιοηλεκτρική ζώνη ορατότητας. Ένας παράγοντας 1 (κατά προσέγγιση γήινη ακτίνα 6370 χλμ) επιτρέπει να υπολογιστεί η οπτική ζώνη ορατότητας.

- **FIELD STRENGTH COVERAGE**

Η προσομοίωση *κάλυψης έντασης πεδίου* θα υπολογίσει την κάλυψη πομπών από την άποψη της έντασης πεδίου (dBμV/m και dBm) ενός από τον χρήστη οριζόμενου πομπού προς όλα τα σημεία στη ζώνη προσομοίωσης. Λαμβάνει υπόψη τον προσομοιωμένο εξοπλισμό πομπών και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του (εκτός από τα διαγράμματα κεραιών), τη μορφολογία του εδάφους και τη μέθοδο διάδοσης που χρησιμοποιείται. Λαμβάνει υπόψη επίσης ένα κατώτατο όριο έντασης πεδίου καθορισμένο από το χρήστη.

Το προσομοιούμενο στοιχείο μπορεί να είναι είτε στατικό είτε κινητό. Η προσομοίωση μπορεί να εκτελεσθεί στον τυποποιημένο τρόπο για ένα σταθερό σημείο, ή σε κάθε σημείο τρόπων μιας τροχιάς πορειών που αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση του κινητού στην έκταση.

- **RECEIVER COVERAGE**

Η προσομοίωση *κάλυψης δεκτών* επιτρέπει να καθοριστεί η χωρητικότητα των δεκτών από την άποψη της ισχύος για ένα στοιχείο (*T/R, D.F, ραντάρ, δορυφόρος*). Θεωρεί όλα τα σημεία του χάρτη ως εικονικούς πομπούς και υπολογίζει την ισχύ μετάδοσης που απαιτείται έτσι ώστε το προσομοιούμενο στοιχείο να μπορεί να λάβει την επικοινωνία.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Η χρήση της παραπάνω λειτουργίας συστήνεται για τους υπολογισμούς ικανότητας λήψης από τους δέκτες, ή για τους υπολογισμούς των γεωγραφικών ζωνών στις οποίες οι εγκατεστημένοι πομποί με την ίδια συχνότητα ή με παρόμοιες συχνότητες, πιθανόν να παρενοχλήσουν την λήψη από το δέκτη (π.χ.: δορυφορικοί σταθμοί υποδοχής).

Το προσομοιούμενο στοιχείο μπορεί να είναι στατικό ή κινητό. Η παραπάνω προσομοίωση μπορεί να εκτελεσθεί στον τυποποιημένο τρόπο για ένα σταθερό σημείο ή σε κάθε σημείο τρόπων μιας τροχιάς πορειών που αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση του κινητού στην έκταση.

- **MINIMUM TX HEIGHT CALCULATION**

Η λειτουργία *Minimum Tx Height calculation* εκτελεί μια προσομοίωση με υψομετρικά βήματα υπολογίζοντας την κάλυψη ενός πομπού για μεταβλητά ύψη κεραιών δεκτών.

- **H-PATTERN CALCULATION**

Αυτή η λειτουργία καθορίζει το οριζόντιο διάγραμμα κεραιών σύμφωνα με τις τεχνικές παραμέτρους του πομπού, της θέσης του πομπού ή/και του δέκτη(ων) που πρέπει να προσεγγισθούν και τις τιμές έντασης πεδίου που πρέπει να επιτευχθούν στο σημείο(α) της λήψης. Το σχέδιο διαμορφώνεται αυτόματα και το αξιμούθιο καθορίζεται από το σύστημα.

### 5.3. Το εργαλείο ελέγχου (Ctrl – Control Tool)

Το *Ctrl* εργαλείο (ή εργαλείο *ελέγχου* σε ανάλυση 1280x1024) επιτρέπει στο χρήστη να επιδείξει τις καλύψεις με διαφορετική ανάλυση. Το εργαλείο ελέγχου είναι ένας συντομότερος δρόμος των επιλογών που προσφέρονται από τη επιλογή [Coverage / Network analysis](#), [Coverage / Network interference](#), και [Microwave / Interference](#).

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Η επιλογή αυτού του εργαλείου ανοίγει ένα αναδυόμενο μενού επιλογών με διαθέσιμες επιλογές επίδειξης κάλυψης. Αυτές είναι:

- **Composite coverage:** επιδεικνύει την κάλυψη (μέγιστη καταμετρούμενη ένταση πεδίου) που δημιουργείται από τα ενεργά στοιχεία στο δίκτυο.
- **Best server coverage:** επιδεικνύει την κάλυψη για κάθε ενεργό στοιχείο στο δίκτυο. Τα χρώματα δείχνουν τον αριθμό του στοιχείου (καλύτερος σταθμός εξυπηρέτησης) που καλύπτει τη ζώνη. Εδώ πάλι, μόνο η μέγιστη ένταση πεδίου που καταμετράται λαμβάνεται υπόψη για τον προσδιορισμό των χρήσιμων πομπών.
- **Site recoverage:** επιδεικνύει την υπάρχουσα ζώνη αποκατάστασης μεταξύ των ενεργών στοιχείων κάλυψης. Η ζώνη αποκατάστασης παρουσιάζει όλα τα σημεία που λαμβάνουν μια ένταση πεδίου μεγαλύτερη από το όριο έντασης πεδίου που καθορίζεται από τον χρήστη (**FS limit** εργαλείο) που προέρχεται από τουλάχιστον δύο πομπούς.
- **Simultaneous coverage:** επιδεικνύει τις ζώνες αποκατάστασης των καλύψεων πομπών και δείχνει τον αριθμό ή το ποσοστό των στοιχείων που καλύπτουν τη ζώνη.
- **Limited simultaneous coverage:** επιδεικνύει τις ζώνες αποκατάστασης των καλύψεων πομπών μόνο για εντάσεις πεδίου που βρίσκονται μεταξύ μιας δεδομένης ελάχιστης και μέγιστης έντασης πεδίου και δείχνει τον αριθμό ή το ποσοστό των στοιχείων που καλύπτουν τη ζώνη.
- **Radar coverage:** επιδεικνύει την κάλυψη που αποτελείται από τα ενεργά ραντάρ παρόντα στον χάρτη για τα οποία έχει ήδη γίνει μια προσομοίωση.
- **Receiver coverage:** επιδεικνύει την κάλυψη που αποτελείται από την κάλυψη δεκτών κάθε ενεργού στοιχείου για το οποίο έχει ήδη γίνει μια προσομοίωση με τη χρησιμοποίηση της επιλογής **Receiver coverage**.

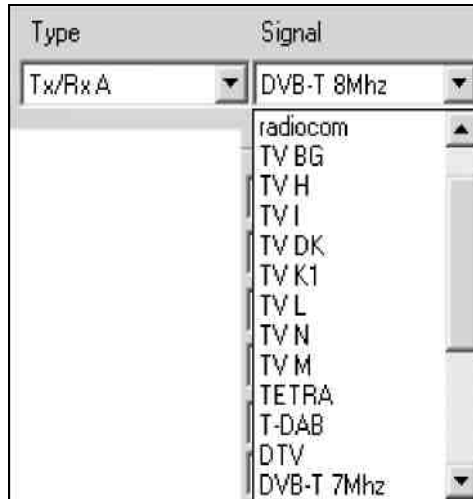
Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

- **Differences:** επιδεικνύει τη σύνθετη κάλυψη δύο οριζόμενων σημάτων πομπών. Η διαφορική κάλυψη περιέχει σε κάθε σημείο την ένταση πεδίου που αντιστοιχεί στην τιμή:  $|\text{ένταση πεδίου T/R 1} - \text{ένταση πεδίου T/R 2}|$
- **Link interference:** επιδεικνύει την κάλυψη που παράγεται από τον υπολογισμό των παρεμβολών που προκαλούνται είτε μεταξύ των συνδέσεων μικροκυμάτων είτε στις συνδέσεις των απομονωμένων σταθερών πομπών είτε στον κινητό πομπό. Αυτή η επιλογή χρησιμοποιεί τη μέθοδο C/I.
- **Threshold Impairment:** επιδεικνύει την κάλυψη που παράγεται από τον υπολογισμό των παρεμβολών προκαλούμενων είτε μεταξύ των συνδέσεων μικροκυμάτων είτε στις συνδέσεις στις απομονωμένες σταθερές συσκευές εκπομπής, είτε στις συνδέσεις των απομονωμένων σταθερών πομπών είτε στον κινητό πομπό. Αυτή η επιλογή χρησιμοποιεί τη μέθοδο εξασθένισης κατώτατων ορίων. [15], [29]

## 6.1. Δημιουργία του Δικτύου

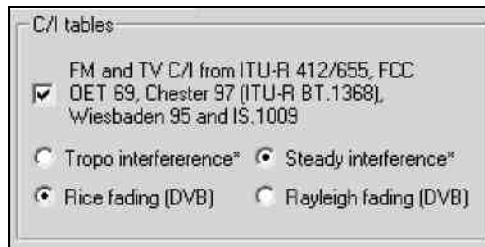
### Είδος σήματος

Στο General Tab, επιλέγουμε τι επιθυμητό σήμα.



Σχήμα 23 : Επιλογή του σήματος εκπομπής

Η επιλογή του σήματος θα χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα κατά τη διάρκεια του C/I Interference analysis



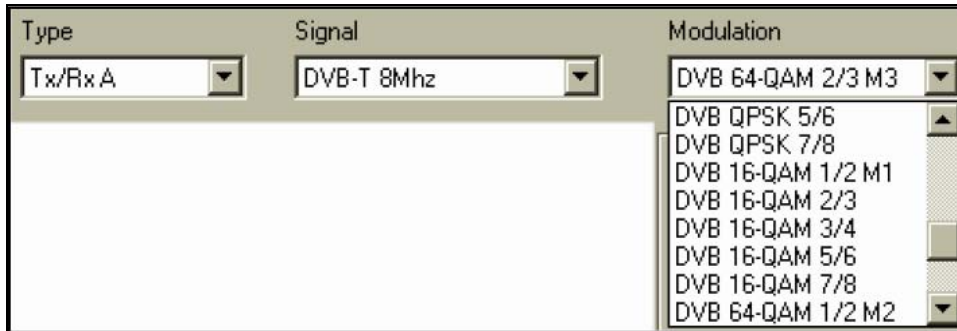
Σχήμα 24 : Μενού ανάλυσης του C/I Interference

Αυτή η επιλογή θα χρησιμοποιηθεί επίσης ώστε να γίνει update στο bandwidth μέσα στις τεχνικές παραμέτρους του σταθμού.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## Τύπος Διαμόρφωσης

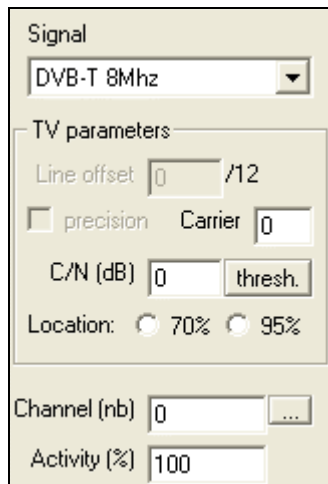
Στο Advanced Tab, επιλέγουμε τον επιθυμητό τύπο διαμόρφωσης.



Σχήμα 25 : Επιλογή του τύπου διαμόρφωσης του σήματος που εκπέμπουμε

Αυτή η επιλογή θα χρησιμοποιηθεί ώστε να γίνει update στην τιμή κατωφλίου (threshold) του σταθμού σε περίπτωση ψηφιακού σήματος.

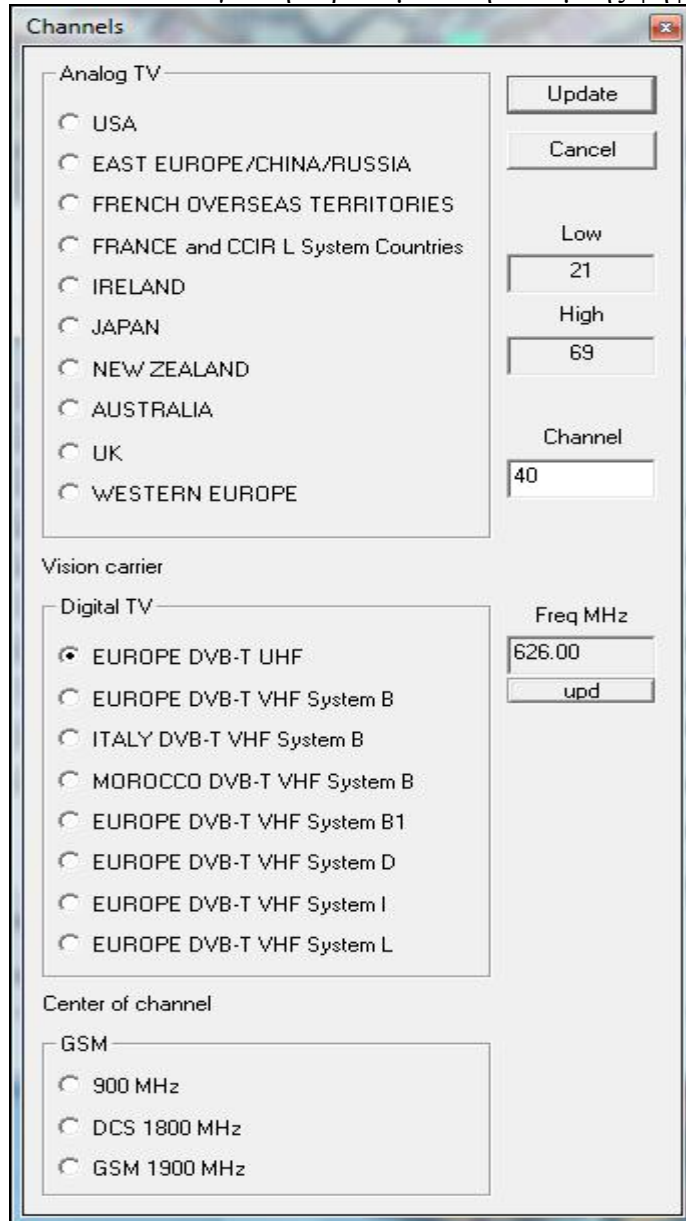
## Επιλογή καναλιού



Σχήμα 26 : Επιλογή καναλιού εκπομπής

Πατάμε  ώστε να επιλέξουμε το επιθυμητό κανάλι.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



Σχήμα 27 : Επιλογή συχνότητας και προτύπου εκπομπής

Ανάλογα με τον τύπο τεχνολογίας που χρησιμοποιούμε και τη χώρα που βρισκόμαστε, υπολογίζεται αυτόματα η συχνότητα (frequency) και το εύρος ζώνης (bandwidth) από το κανάλι που έχουμε βάλει



Πατώντας το **Update** συγχρονίζεται η συχνότητα στο General tab σύμφωνα με την τιμή που υπολογίζεται .

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

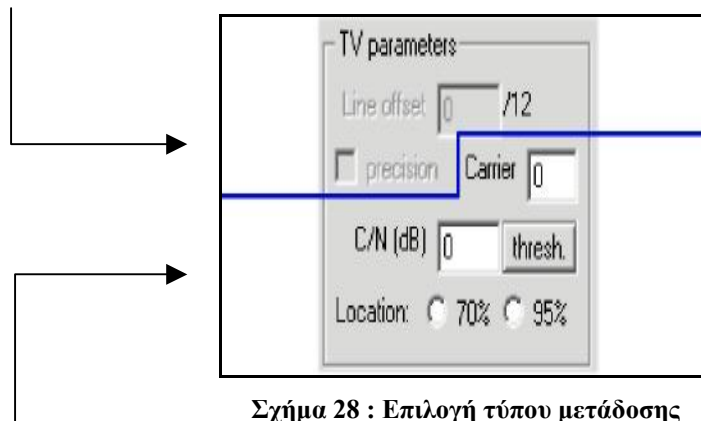


Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Σε περίπτωση προσομοίωσης αναλογικής τηλεόρασης, η ονομαστική συχνότητα που φαίνεται στο ICS Telecom αντιστοιχεί στο φέρον.

## Επιλογές για ψηφιακή ή αναλογική μετάδοση

### Αναλογική Μετάδοση



Σχήμα 28 : Επιλογή τύπου μετάδοσης

### Ψηφιακή Μετάδοση

### Αναλογική Μετάδοση

Όταν έχει επιλεγεί αναλογικό σήμα είναι ενεργές μόνο οι αντίστοιχες επιλογές:

- Line offset : Χρησιμοποιείται στην ανάλυση παρεμβολής στην επιλογή C/I (line offset optimization).  
Η τιμή αυτή διαβάζεται στα αρχεία tva (Λίστα σταθμών Αναλογικής Μετάδοσης σε κάθε χώρα σύμφωνα με τη CEPT).  
Το line offset καθορίζεται προκειμένου να μειώνονται οι λόγοι C/I με τους γειτονικούς σταθμούς.
- Precision : Χρησιμοποιείται στην ανάλυση παρεμβολής στην επιλογή C/I (line offset optimization).  
Η τιμή αυτή διαβάζεται στα αρχεία tva (Λίστα σταθμών Αναλογικής Μετάδοσης σε κάθε χώρα σύμφωνα με τη CEPT).

### Ψηφιακή Μετάδοση

Όταν έχει επιλεγεί ψηφιακό σήμα είναι ενεργές μόνο οι αντίστοιχες επιλογές:

- Carrier:

Επιλογή αριθμού φερόντων (**carriers**) : 2 ή 8

- C/N :

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Αυτή η επιλογή θα χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί το αντίστοιχο threshold και να ενημερωθούν (update) οι παράμετροι του σταθμού.

thresh.

- Location :

Διαλέγουμε το ποσοστό % της περιοχής που θα καλυφθεί ,σύμφωνα με το πρότυπο Chester. Αν χρησιμοποιηθούν στατιστικά μοντέλα (1546, 370-x, African Broadcast, Vienna Method...), πρέπει να βάλουμε το ίδιο ποσοστό για λόγους αρμονίας.

## Ρύθμιση τεχνικών παραμέτρων για την κάλυψη

**Propagation models**

**Models:**

- Fresnel method
- Okumura Cost 231
  - rural area
  - suburban area
  - urban area
- Wornar method
- Vienna method...(\*\*)
- ITU-R 370 7...(\*\*)
- ITU-R 525
- ITU-R 525/526
- Medium frequency short V-antenna\*\*\*
- Usamud all
- Mod370\_7

**Diffraction geometry:**

- Eullington method
- Deygout 94 method
- ITU-R 525, round mask
- ITU-R 525, cylinders
- ITU-R 525, deygout
- Visibility
- No diffraction loss
- ITU-R 452-S \* (0=and)
- Time (0 to 50%):

**Subpath attenuations:**

- Standard (1)
- Coarse integration (2)
- Fine integration (3)
- Area (4)
- ITU-R 525
- Free ellipsoid (5)
- No subpath loss (6)
- FZ fraction:
- Spherical wave

**Climate:**

- Earth radius km (land):
- Earth radius km (sea):
- Atmospheric gages ITU-R 676-4
- Vapour density (g/m3):
- Temperature (°):
- Pressure (hPa):
- Rain atten ITU-R 838/530\*
- Rain atten Crane global
- Rain rate (mm/h):
- Time (0.001 to 2 %):

**Slope model coefficient (A'E-B):**

- A factor:  D (dB):
- Attenuation (dB/km):

**Reflections:**

- Reflectance (if no clutter):
- 3D
- Reflection dist. limit (m):
- Altitude filter > (m):
- Ground reflectors (minima/maxima)

**Options:**

- ERP/EIRP
  - 1/2 wave antenna
  - isotropic antenna
- Options
  - Rx gain (cBi):
  - dBm conversion
  - Offset (dB):
  - Field strength=F+offset
  - Use Tx/Rx effective heights


**Troposcattering:**

- ITU-R 617
  - equatorial 50%
  - subtropical 80%
  - subtropical sea 50%
  - desert 50%
  - temperate 50%
  - temperate sea 80%
  - continental 80%


\* only used for point to point interference calculation  
\*\* click to define parameters  
(1) this option calculates the max F/r (h<U) and adds the weighted attenuation: 20.log(75000.D/F)/h1/h2/F  
(2) this option calculates the mean elevation (h) compared with the max r (h>0). Used for coverage only (fastest).  
(3) this option calculates the max F/r (h>0)  
(4) this option compares the overlapped area (H=sum of altitudes in ellipsoid) with the total area (R) to obtain H/R  
(5) if the ellipsoid:FZ fraction is not free, then the calculator returns 0. Used for site searching.  
(6) no attenuator calculated if the ellipsoid is not free. Used for site searching.  
\*\*\* Empirical model: F0=80.2+10logD;-0.00176\*pow(f,0.26)\*D with f(KHz) and D(km) - 1KW ERP - F0(dBμV/m)  
Diurnal propagation assumed (-10 dB).  
\*\*\*\* Verify if profiles are compatible with an user defined gage (slope and distance).

Σχήμα 29 : Παραμετροποίηση της κάλυψης που προσομοιώνουμε

## Μέγιστη απόσταση

Θέτουμε τη μέγιστη απόσταση με το 

## Threshold Παραλήπτη

Επιλέγουμε το **receiver threshold** πατώντας   
Υπάρχουν ήδη κάποιες τυποποιημένες τιμές .

Σε περίπτωση που το threshold έχει υπολογιστεί με βάση κάποιο λόγο C/N , το threshold μπορεί να οριστεί στην επιλογή : from the Station Parameters.

Η επιλογή **Update Station Threshold** κάνει update στις τιμές των thresholds με βάση την επιλογή signal/modulation που έχει καθοριστεί στους σταθμούς.

33 - User defined...
Radar limit (1)
FM mono - 48 dBμV/m
FM stereo - 54 dBμV/m
TV 41-68 - 48 dBμV/m
TV 162-230 - 55 dBμV/m
TV 470-582 - 65 dBμV/m
TV 582-960 - 70 dBμV/m
DCS 1800 ML - 42 dBμV/m
DCS 1800 B5 - 38 dBμV/m
ERMES - 52 dBμV/m
GSM limit - 37 dBμV/m
GSM indoor - 67 dBμV/m
GSM incar - 57 dBμV/m
GSM outdoor - 51 dBμV/m
GSM carkit - 48 dBμV/m
ATSC 54-88 - 35 dBμV/m
✓ ATSC 174-216 - 33 dBμV/m
ATSC 470-806 - 39 dBμV/m
DVB-T QPSK 2/3 III - 27 dBμV/m
DVB-T QPSK 2/3 IV - 32 dBμV/m
DVB-T QPSK 2/3 V - 36 dBμV/m
✓ DVB-T QAM16 2/3 III - 33 dBμV/m
DVB-T QAM16 2/3 IV - 38 dBμV/m
DVB-T QAM16 2/3 V - 42 dBμV/m
DVB-T QAM64 2/3 III - 39 dBμV/m
DVB-T QAM64 2/3 IV - 43 dBμV/m
DVB-T QAM64 2/3 V - 47 dBμV/m
TDAB limit - 37 dBμV/m
Tetra static - 21 dBμV/m
Tetra dynamic - 30 dBμV/m
Medium frequency - 60 dBμV/m
Update station threshold
From station parameters
From station parameters + TD

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

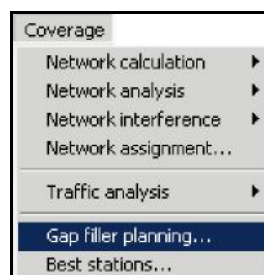
## Gap Filler

### Manual Way

Αν υπάρχουν ανεπιθύμητα κενά στο διάγραμμα κάλυψης ,γεμίζουν με gap fillers χρησιμοποιώντας τη λειτουργία *search site* ώστε να καλυφθεί η επιλεγμένη περιοχή (**polygon tool**).

### Automatic way

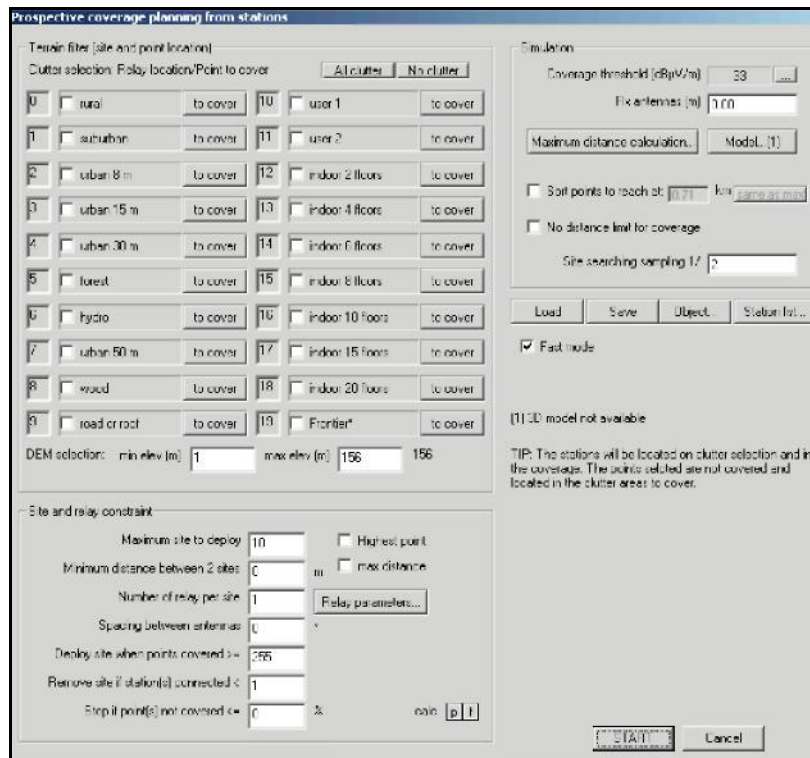
Επιλέγουμε **gap filler planning** στο μενού **coverage**.



**Σχήμα 30 : Επιλογή του Gap Filler**

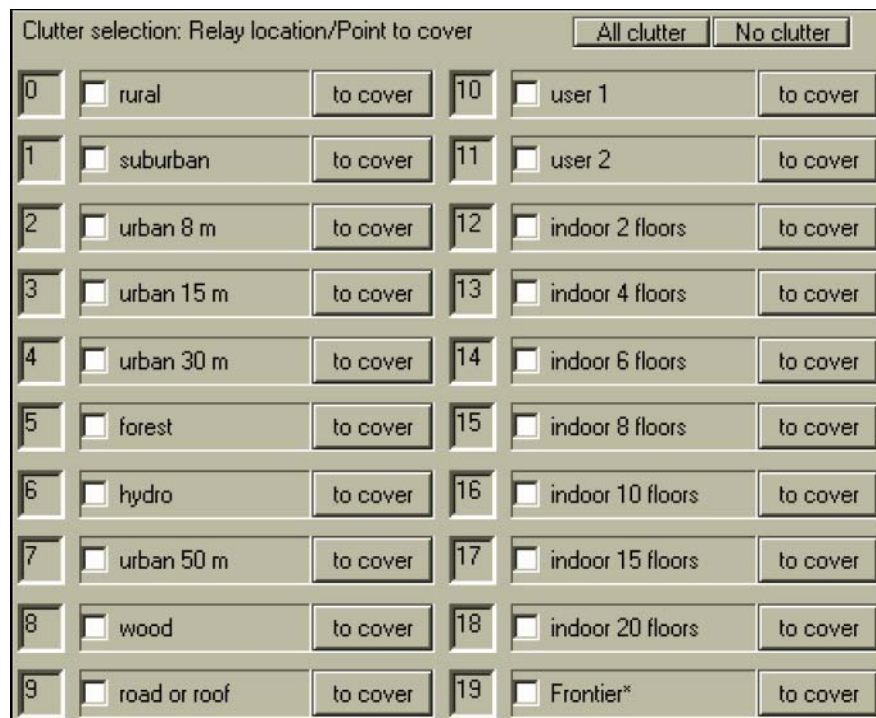
Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για να βρεθούν οι βέλτιστες τοποθεσίες αναμεταδοτών μέσα στην περιοχή κάλυψης ώστε να γεμίσουν τα κενά κάλυψης .

Εμφανίζονται οι παρακάτω επιλογές :



Σχήμα 31 : Επιλογές που εμφανίζονται αν επιλέξουμε Gap Filling

## Φίλτρο Clutter



Σχήμα 32 : Επιλογές του φίλτρου Clutter από τις παραμέτρους του Gap Filler

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Αυτή η επιλογή εφαρμόζεται στα σημεία που θεωρείται ότι καλύπτονται (επιλογή **To cover**) και στις πιθανές τοποθεσίες των gap fillers .

## Φίλτρο Terrain

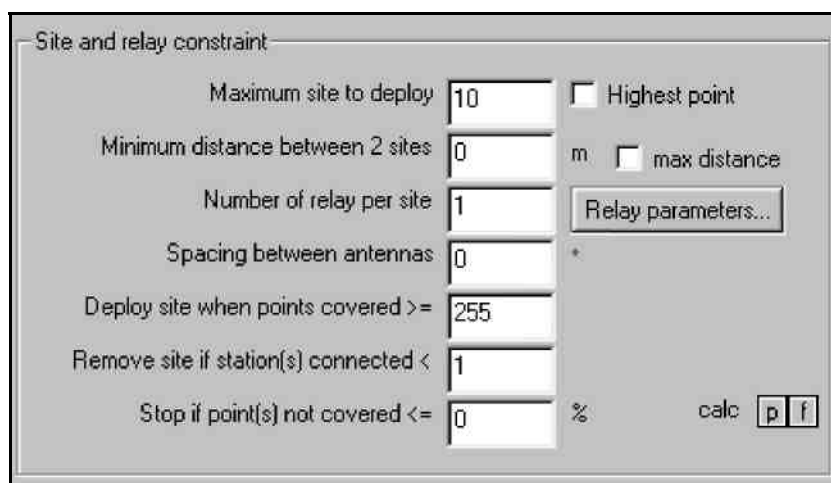


DEM selection: min elev (m) 1 max elev (m) 156

Σχήμα 33 : Επιλογές του φίλτρου Terrain

Επιλέγουμε τα ύψη μέσα στα οποία θα γίνει η κάλυψη.

## Εμπόδια τοποθεσιών και αναμεταδοτών



Site and relay constraint

Maximum site to deploy 10  Highest point

Minimum distance between 2 sites 0 m  max distance

Number of relay per site 1 Relay parameters...

Spacing between antennas 0 \*

Deploy site when points covered >= 255

Remove site if station(s) connected < 1

Stop if point(s) not covered <= 0 % calc p f

Σχήμα 34 : Επιλογές του φίλτρου εμποδίων τοποθεσιών και αναμεταδοτών από τις παραμέτρους του Gap Filler

- Βάζουμε το μέγιστο αριθμό τοποθεσιών προς ανάπτυξη

Μια τοποθεσία μπορεί να έχει πάνω από έναν αναμεταδότες. Επιλέγουμε τον αριθμό αναμεταδοτών ανά τοποθεσία και το αζιμουθιακό διάστημα μεταξύ δύο γειτονικών τομέων. Πατώντας **relay parameters** :

- Μπορούμε να ορίσουμε την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο τοποθεσιών.

Η επιλογή μέγιστης απόστασης (υψηλότερο σημείο) -max distance (highest point) – διαλέγει το υψηλότερο σημείο στην περίπτωση που πολλά σημεία δίνουν τα ίδια αποτελέσματα ,ως προς τον αριθμό των σημείων που καλύπτονται από επιλεγμένα σημεία.

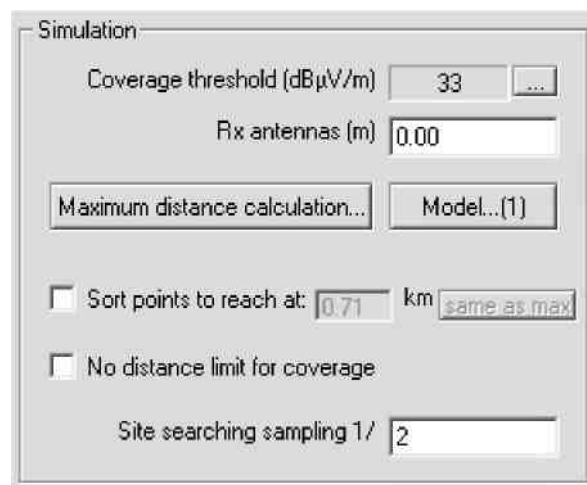
Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Σε περίπτωση που ο αριθμός των σημείων που καλύπτονται είναι μεγαλύτερος από την τιμή στο πεδίο "**Deploy site when points covered**>=" αναπτύσσεται μια τοποθεσία στο χάρτη .

Ένας gap filler station θα αφαιρείται σε περίπτωση που καλύπτεται από λιγότερους από X σταθμούς (default τιμή 1) DVB-T.

- Ο υπολογισμός θα σταματήσει όταν η τιμή **number of points not covered** – **αριθμός σημείων που δεν καλύπτονται** είναι μικρότερος από τη δοθείσα τιμή.

## Παράμετροι προσομοίωσης



Σχήμα 35 : Επιλογές παραμέτρων προσομοίωσης του Gap Filler

Επιλέγουμε τις επιθυμητές τιμές **threshold**, **receiver antenna height** – ύψος κεραίας **παραλήπτη**, **maximum distance for calculation** – μέγιστη απόσταση προς υπολογισμό και το **μοντέλο διάδοσης** – **propagation model**.

**Σημείωση** : Οι gap fillers θεωρείται πως έχουν ίδιο ύψος κεραίας και threshold με αυτό που χρησιμοποιείται στις μετρήσεις κάλυψης .

Επιλέγουμε **Sort points to reach at...km** ώστε να ορίσουμε τη μέγιστη απόσταση ελέγχου για περιοχές που δεν καλύπτονται. Το κουμπί "**Same as max**" ορίζει την περιοχή ελέγχου ίση με την τιμή της μέγιστης απόστασης .

Η επιλογή **site searching sampling** μειώνει το πλήθος των pixels που σαρώνονται για επιτάχυνση της μέτρησης .

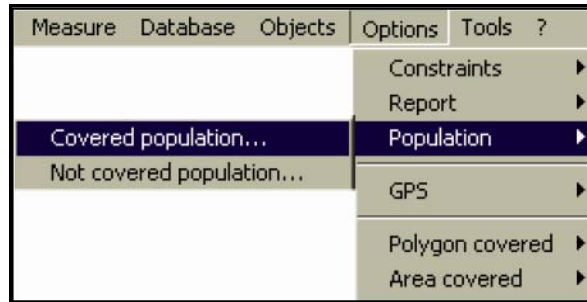
Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## 6.2 Πληθυσμιακή Ανάλυση

### Centroid Mode

Αυτή η Πληθυσμιακή Ανάλυση χρησιμοποιεί ένα αρχείο text που περιέχει μια λίστα των πόλεων προς ανάλυση, αναπριστώμενες ως **σημεία - points**.

Από την επιλογή : Options/Population/Covered Population



Σχήμα 36 : Επιλογή για την πληθυσμιακή ανάλυση

Η ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με το αρχείο **FRTOWN** (Γαλλική πόλη), ή με ένα αρχείο φτιαγμένο από το χρήστη **user file**, με την ακόλουθη μορφή : town, X, Y, Population (specify also the coordinate code).



Σχήμα 37 : Επιλογή αρχείων που χρησιμοποιούνται γιατην πληθυσμιακή ανάλυση

Για χρηστικούς λόγους μπορεί μπει ένα όριο field strength limit ώστε να μην εμφανίζονται όλες οι πόλεις στο χάρτη. Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να μπει όριο για το

Code, Town, Population, Level, [-15H/F], [-25H/F], [-35H/F], [-45H/F], [-55H/F], [+55H/F]

ελάχιστη τιμή του πληθυσμού της πόλης που θα προβληθεί.

Με βάση τον αριθμό των κατοίκων οι πόλεις εμφανίζονται στο χάρτη :

Για παράδειγμα η τιμή του πεδίου [-25H/F] αναπαριστά το πλήθος των ατόμων ηλικίας μεταξύ 15 και 25 ετών ,άνδρες και γυναίκες.

## Area Mode

Αυτή η πληθυσμιακή ανάλυση χρησιμοποιεί δύο διαφορετικά αρχεία :

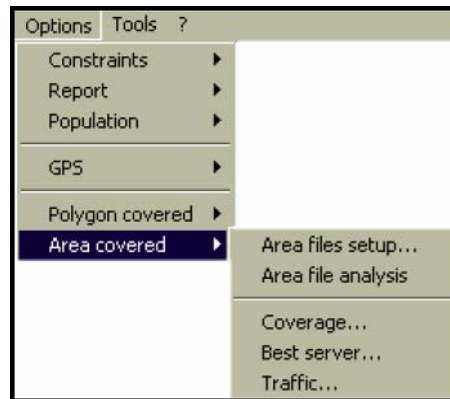
- αρχείο Csv : Η δομή αυτού τουαρχείου είναι η ακόλουθη :

```
Area text file name |IC2 index, Area name, Code, X centroid, Y centroid,  
Cooidcode, Population, Surface km², Code 2, Erlang demand(CPI):
```

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

- αρχείο Ic2 raster : Αυτό το raster αρχείο των 16 bits περιέχει το περίγραμμα των πόλεων που θα αναλυθούν .

Πηγαίνοντας στο μενού Options/Area Covered :



Σχήμα 38 : Επιλογή αρχείων για την ανάλυση μιας περιοχής

## Area Files setup

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει τα αρχεία csv και ic2 με βάση τα οποία θα γίνει η ανάλυση. Όταν επιλεγθεί το the ic2 επικαλύπτει το cartographic layer.

## Area File analysis

Φορτώνει την ανάλυση κάλυψης στις διαθέσιμες περιοχές στα αρχεία csv/ic2 . Μετά προβάλλεται μια λίστα αποτελεσμάτων .

Town	Code	Erlang	Population	Percentage outside map	Surface km <sup>2</sup>	Clutter 0 surface km <sup>2</sup>	C1	C2	C3	C4
------	------	--------	------------	------------------------	-------------------------	-----------------------------------	----	----	----	----

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Σχήμα 39 : Επιλογές για την ανάλυση μιας περιοχής

## Κάλυψη

- Linear distribution

Αν επιλεγθεί ,ο πληθυσμός μοιράζεται ομογενώς στην αντίστοιχη περιοχή .

- Clutter distribution

Area	Code	Percentage covered	Population	Percentage outside map	Area surface km <sup>2</sup>	District	Centroid (coverage value)
------	------	--------------------	------------	------------------------	------------------------------	----------	---------------------------

Σε αυτή την περίπτωση ,ο πληθυσμός επιμερίζεται με βάση το αρχείο clutter : ένα ποσοστό πληθυσμού δίνεται σε κάθε περιοχή .  
(το ποσοστό που δίνεται δε κάθε κωδικό clutter λαμβάνεται υπ' όψη ακόμα κι αν ο συγκεκριμένος κωδικός clutter δεν υπάρχει στα στο αρχείο .sol.

Μόλις γίνει αυτό προβάλλονται τα αποτελέσματα με τη μορφή :

## Best server

Station nb	Address	Covered area	Population covered	Total population	pc covered	Mode
------------	---------	--------------	--------------------	------------------	------------	------

Η ανάλυση μπορεί να διενεργηθεί χρησιμοποιώντας linear ή clutter distribution. Για κάθε σταθμό που θεωρείται best server,προβάλλονται αρκετά αποτελέσματα .

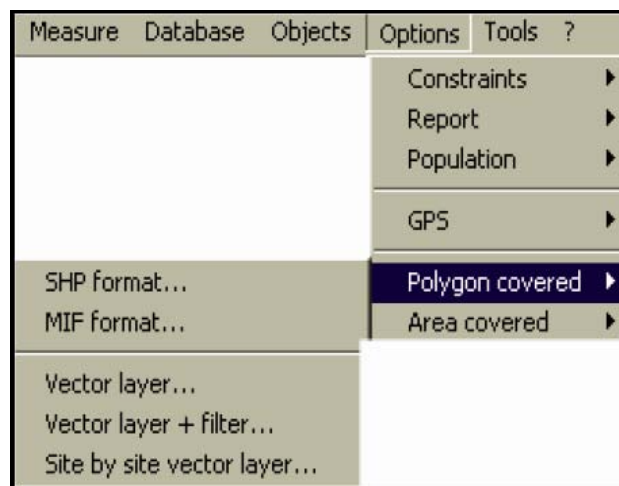
## Polygon mode

### Γενικές Παρατηρήσεις

Το εργαλείο **polygon** χρησιμοποιεί αρχεία μορφής vector :

- αρχεία Shape
- αρχεία Mif
- αρχεία Vec

(προσοχή : κάθε αρχείο vector πρέπει να περιέχει ένα μόνο πολύγωνο).



Σχήμα 40 : Επιλογή των αρχείων vector που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε

Σε περίπτωση χρήσης αρχείου vec, μπορεί να γίνει ανάλυση ανά κωδικό clutter code .

Polygon info	Population	Kbits/s	Erlang	Percentage covered	X	Y	Coordcode
--------------	------------	---------	--------	--------------------	---	---	-----------

## Βελτιστοποίηση Ισχύος - Power Optimization:

(Vector layer + filter)

### Επιλογή : Do not reduce power

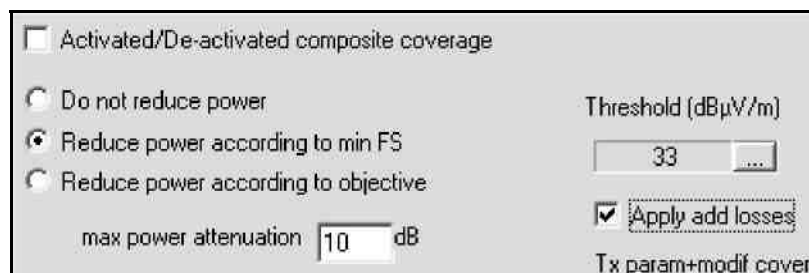
Πραγματοποιεί μια συνηθισμένη ανάλυση, αν θέλουμε ανά κωδικό clutter .

### Reduce power according to Min FS

Μειώνεται η ισχύς των σταθμών ,μέχρι ένα όριο βασισμένο την τιμή κατωφλίου ,χωρίς να μειώνεται ο αριθμός των pixels .

Η επιλογή **Apply add losses** αλλάζει τις παραμέτρους των σταθμών ώστε στις απώλειες να ληφθεί υπ' όψη η μείωση ισχύος .

Αν είναι ενεργοποιημένη η επιλογή **Stations activated/Deactivated**,οι απενεργοποιημένοι σταθμοί θα συνυπολογιστούν για τη σύνθετη κάλυψη - composite coverage, αλλά η ισχύς τους δε θα μεταβληθεί



Activated/De-activated composite coverage

Do not reduce power

Reduce power according to min FS

Reduce power according to objective

max power attenuation  dB

Threshold (dBμV/m)

Apply add losses

Tx param+modif cover

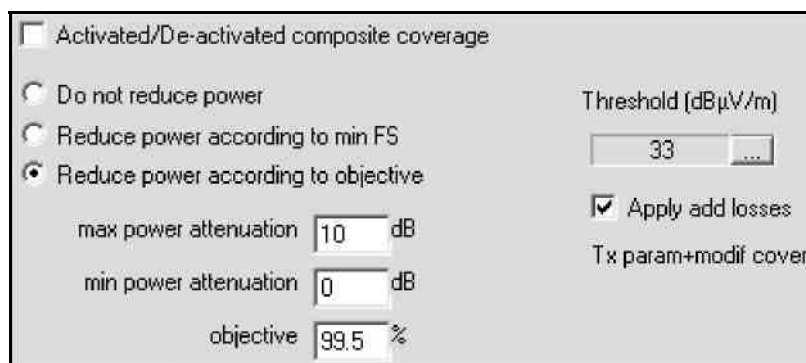
Σχήμα 41 : Επιλογές Βελτίστοποιήσης Ισχύος σύμφωνα με το Min FS

## Reduce power according to objective

Σε αυτή την περίπτωση ,η ισχύς (από και έως ένα όριο που ορίζει ο χρήστης) και το πλήθος των pixels που καλύπτονται (**σκοπός - objective %**) θα μειωθούν .

Η επιλογή **Apply add losses** αλλάζει τις παραμέτρους των σταθμών ώστε στις απώλειες να ληφθεί υπ' όψη η μείωση ισχύος .

Αν είναι ενεργοποιημένη η επιλογή **Stations activated/Deactivated**,οι απενεργοποιημένοι σταθμοί θα συνυπολογιστούν για τη σύνθετη κάλυψη - composite coverage, αλλά η ισχύς τους δε θα μεταβληθεί .



The screenshot shows a configuration window for power reduction. It includes a checkbox for 'Activated/De-activated composite coverage' which is unchecked. Below it are three radio button options: 'Do not reduce power', 'Reduce power according to min FS', and 'Reduce power according to objective', with the last one selected. To the right of these options is a 'Threshold (dBμV/m)' field with the value '33'. Below the radio buttons are three input fields: 'max power attenuation' with '10 dB', 'min power attenuation' with '0 dB', and 'objective' with '99.5 %'. On the right side, there is a checked checkbox for 'Apply add losses' and a label 'Tx param+modif cover'.

Σχήμα 42 : Επιλογές Βελτιστοποίησης Ισχύος σύμφωνα με το σκοπό

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## Ανάλυση Παρεμβολών για τεχνολογίες μετάδοσης

### Γενικές Παρατηρήσεις Ανάλυσης Παρεμβολών σε SFN mode

Στα δίκτυα SFN, ο υπολογισμός παρεμβολών λαμβάνει υπ' όψη το **protection ratio (C/I)** και το **time of arrival (ToA)**.

Γι το κριτήριο ToA, θεωρείται ένας “φρουρός” **guard interval (GI)**, που αντιστοιχεί σε διάρκεια χρόνου σε μs και ορίζεται από το χρήστη. Όταν κά’νουμε μελέτη ενός δικτύου SFN σε κάθε σημείο όπου επικαλύπτονται δύο πεδία τουλάχιστον, η διαφορά ToA ( $\Delta\text{ToA}$ ) δύο σημάτων παραθέτεται ως εξής :

- $\Delta\text{ToA} \leq \text{GI}$ ,

Δεν υπάρχει εμπλοκή αλλά “εποικοδομητική παρεμβολή” **constructive interference**, για παράδειγμα η ισχύς κάθε σήματος προστίθεται .

- $\Delta\text{ToA} > \text{GI}$ ,

Η διαφορά στην ισχύ του πεδίου ανάμεσα σε δύο σήματα στο σημείο αυτό συγκρίνεται με μια υπάρχουσα αναλογία C/I (για κάθε εύρος τιμών  $\Delta\text{ToA}$ , απαιτείται μια συγκεκριμένη τιμή C/I). Υπάρχει παρεμβολή σε ένα σημείο αν ο λόγος C/I είναι μικρότερος από την απαιτούμενη τιμή C/I που αντιστοιχεί στη διαφορά  $\Delta\text{ToA}$  ανάμεσα στα δύο σήματα .



$$\begin{aligned} \text{Time of arrival } \Delta\text{ToA} \\ = \text{ToA 1} - \text{ToA 2}. \end{aligned}$$

Αν  $\Delta\text{ToA} \leq \text{GI}$ , στο γημείο δεν υπάρχει παρεμβολή .

Αν  $\Delta\text{ToA} > \text{GI}$ , η διαφορά λαμβανόμενης ισχύος θα συγκριθεί με την τιμή του λόγου C/I που αντιστοιχεί στο  $\Delta\text{ToA}$  σε αυτό το σημείο .

Η τιμή guard interval ορίζεται ως ο διαιρέτης της διάρκειας ενός **time slot (TS)**. Το time slot εξαρτάται από τον αριθμό των φερόντων - carriers: για 2048 (2K) φέροντα, το αντίστοιχο time slot είναι 224 μs. Αν έχουμε 8192 (8K) φέροντα, το TS είναι 896 μs. Σε αυτή την τελευταία περίπτωση, ο guard interval θα είναι 896/4 ή 224 μs. Το μεταδιδόμενο σήμα θα έχει την ακόλουθη δομή :



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

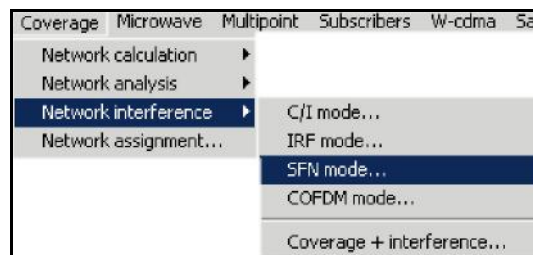
## Υπολογισμός Παρεμβολών - Interference calculation με το ICS Telecom

**Απομονώνουμε τους σταθμούς που αντιστοιχούν σε ίδιο SFN δίκτυο**

Πρώτα προχωράμε στην κάλυψη – coverage .

**Ανοίγουμε τις επιλογές υπολογισμού παρεμβολών για SFN**

Επιλέγουμε : Coverage → Network interference → SFN mode

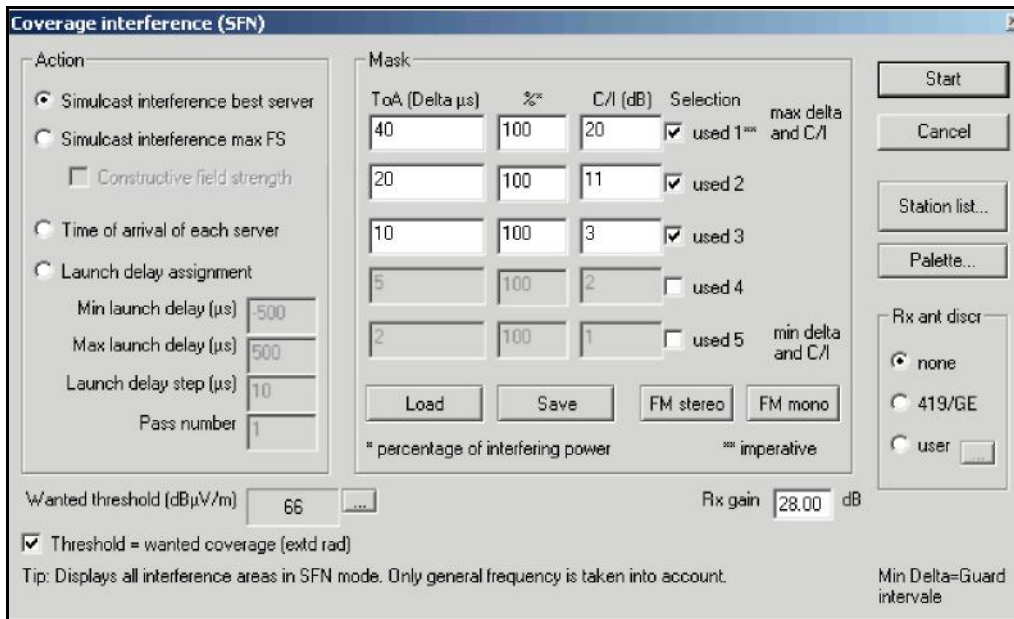


Σχήμα 43 : Επιλογή του υπολογισμού παρεμβολών για SFN



## Παρεμβολή Κάλυψης (SFN)

Αν η επιλογή **Threshold=Wanted Coverage (extd radius)** είναι τσεκαρισμένη, αυτή η λειτουργία θεωρεί ,στην περιοχή κάλυψης του επιθυμητού σταθμού ,ότι όλες οι τιμές ισχύος είναι ίσες με το threshold.



Σχήμα 44 : Πίνακας παραμέτρων προσομοίωσης της παρεμβολής κάλυψης (SFN)

- Simulcast interference best server

Αυτή η επιλογή χρησιμοποιείται στον υπολογισμό παρεμβολών σε δίκτυα SFN ανάλογα με τη  $\Delta ToA$  του κάθε pixel στην οθόνη. Ένα σημείο θεωρείται ότι έχει παρεμβολή όταν όλα τα λαμβανόμενα σήματα πάνω από το δοθέν threshold σε αυτό το σημείο έχουν παρεμβολή .Το αποτέλεσμα φαίνεται με ροζ χρώμα (code 255) για τις περιοχές με παρεμβολές,ενώ οι περιοχές χωρίς παρεμβολή φαίνονται με κάλυψη best server .

Για τον υπολογισμό παρεμβολών μπορούν να ληφθούν υπ'όψη και οι κατευθυντικές κεραίες των δεκτών με επιλογή στον υποπίνακα "**Rx ant discr**":



Μπορούμε να επιλέξουμε το πρότυπο "419/GE" σύμφωνα με την πρόταση ITU 419-3 ή το GENEVA 84, ή επιλέγοντας "User" ορίζουμε καποιο άλλο πρότυπο.

Στη διάρκεια του υπολογισμού τα λαμβανόμενα πεδία ισχύος από όλους τους σταθμούς εξασθενούν σύμφωνα με το ορισμένο πρότυπο του δέκτη (επισημαίνοντας τον σταθμό best server).

- Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.
- Simulcast interference SFN

Αυτή η επιλογή χρησιμοποιείται για να υπολογιστούν παρεμβολές σε δίκτυο SFN που εξαρτώνται από τον χρόνο άφιξης - time of arrival του κάθε pixel της οθόνης. Ένα σημείο θεωρείται πως έχει παρεμβολή αν υπάρχει παρεμβολή στο σήμα του best server signal. Το αποτέλεσμα φαίνεται με ροζ χρώμα (code 255) για τις περιοχές με παρεμβολές, οι περιοχές χωρίς παρεμβολές φαίνονται με διάγραμμα σύνθετης κάλυψης - composite coverage. Ενεργοποιώντας την επιλογή **Constructive field strength** η ισχύς των λαμβανόμενων πεδίων προστίθεται όταν η τιμή ΔΤοΑ είναι μικρότερη από αυτή του GI.

- Time of arrival of each server

Αυτή η επιλογή υπολογίζει και δείχνει τις τιμές ΤοΑ των λαμβανόμενων σημάτων όταν τα σήματα παρεμβάλλονται .

- Launch delay assignment

Αυτή η επιλογή απευθύνεται μόνο σε σύγχρονα SFN δίκτυα (για παράδειγμα Synchronous FM δίκτυο).

## Υποπίνακας Mask

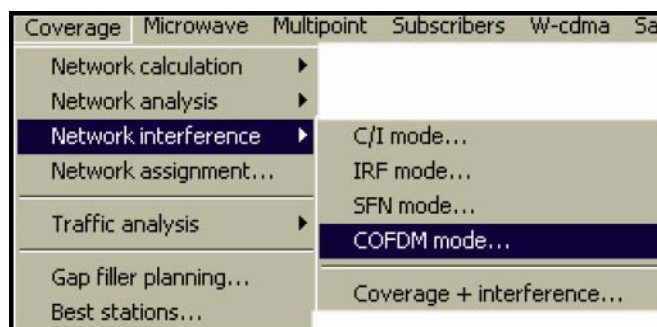
Εδώ ορίζονται οι τιμές των ΔΤοΑ και οι αντίστοιχοι λόγοι C/I . Η μικρότερη τιμή ΔΤοΑ αντιστοιχεί στο guard interval. Στη στήλη % ορίζεται το ποσοστό % της παρεμβάλλουσας ισχύος (μόνο για DVB). Πατώντας τα FM Stereo/FM Mono μπαίνουν αυτόματα οι σωστές τιμές για κάθε επιλογή .



## Ανάλυση Παρεμβολών για COFDM

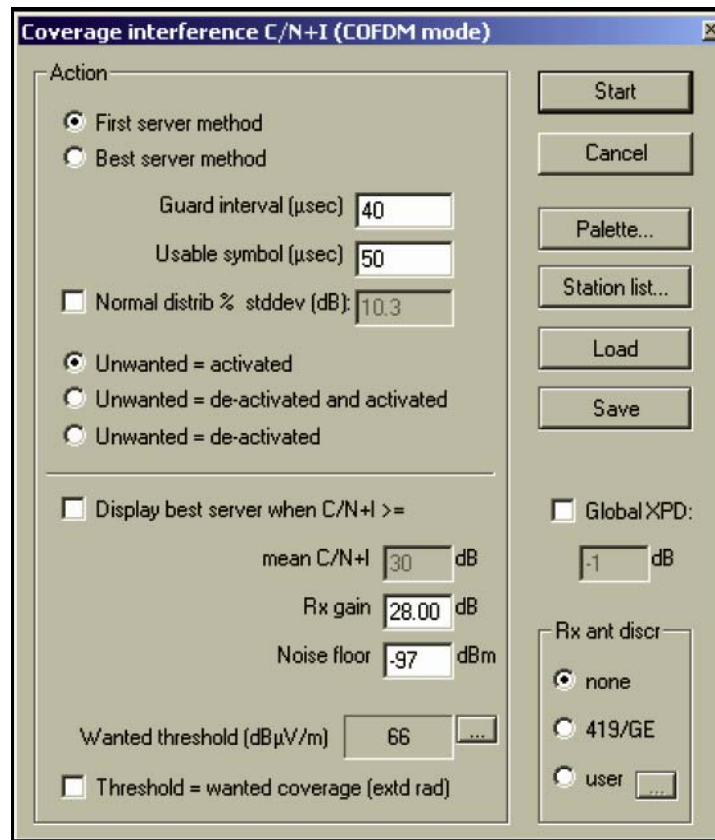
Αυτή η μέθοδος καλύπτει τους υπολογισμούς παρεμβολής C/N+I που αντιστοιχούν σε SFN με μέθοδο OFDM.

### Επιλέγουμε τον COFDM τύπο υπολογισμού παρεμβολών



Σχήμα 45 : Επιλογή του υπολογισμού παρεμβολών για COFDM

## Πίνακας COFDM



Σχήμα 46 : Παράμετροι του υπολογισμού παρεμβολών για COFDM

- First server method

Με αυτή την επιλογή θεωρείται πως το GI αρχίζει όταν ο πρώτος server λαμβάνεται με τιμή πάνω από το threshold .

- Best server method

Με αυτή την επιλογή θεωρείται πως το GI αρχίζει όταν ο πρώτος server λαμβάνεται με τιμή πάνω από το threshold .

Χρήση των "Usable symbol (µsec)" και "Guard interval (µsec)" :

➤ Περίπτωση 1:

Αν η τιμή ΔΤοΑ ανάμεσα στο επιθυμητό και το ανεπιθύμητο σήμα είναι  $\leq$  "Guard interval" τότε το ανεπιθύμητο πεδίο ισχύος προστίθεται στο επιθυμητό σήμα και το ανεπιθύμητο I δεν υπολογίζεται στο "(N+I)".

➤ Περίπτωση 2:

η τιμή ΔΤοΑ ανάμεσα στο επιθυμητό και το ανεπιθύμητο σήμα είναι  $>$  "Guard interval" και  $<$  "Guard interval+Usable symbol" τότε η ισοδύναμη ανεπιθύμητη ισχύς γίνεται :

$$I=P_b*(1-T),$$

με :

**P<sub>b</sub>**=μέγιστη ανεπιθύμητη ισχύς (maximum unwanted) power

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

$$T = ((T_s - T_i)/T_w),$$

όπου  $T_s = \text{"Guard interval+Usable symbol"}$ ,  $T_i = \Delta T_{\text{toA}}$ ,  $T_w = \text{Usable symbol}$

Για παράδειγμα αν  $T_i=65$ ,  $\text{Guard interval}=40$ ,  $\text{Usable symbol}=50$  τότε το επιθυμητό σήμα γίνεται :  $P_u+0\text{dB}$  και  $P_b=P_b-3\text{dB}$ .

➤ Περίπτωση 3:  $I=P_b$ .

- Μια **κανονική κατανομή (normal distribution)** σε μορφή ποσοστού % μπορεί να υπολογιστεί .

- Display Best Server when  $C/N+I \geq$

Βασισμένη στη μέση τιμή που έχει οριστεί για το  $C/N+I$ , το κέρδος για τον δέκτη, το κατώτατο όριο θορύβου (noise floor) που έχει επιλεγεί και το κατώφλι (threshold), εμφανίζεται στην οθόνη ένας χάρτης παρεμβολών σύμφωνα με τον καλύτερο σταθμό -a Best Server – όταν η τιμή του  $C/N+I$  είναι πάνω από μια δεδομένη τιμή .

- Κεραία του δέκτη .

Οι τρόποι υπολογισμού ώστε να ληφθούν υπ' όψη οι παράμετροι των κεραιών που έχουν οι δέκτες είναι ίδιοι με αυτούς που αναφέρθηκαν προηγουμένως .



[12]

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## 7. Σενάρια Προσομοίωσης και Αποτελέσματα Μετρήσεων

Στα σενάρια προσομοίωσης που θα ακολουθήσουν υπάρχουν 2 διαφορετικές τοποθεσίες από όπου γίνεται εκπομπή σήματος. Η μία τοποθεσία είναι στο Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης (Ηράκλειο) και η άλλη στο υπάρχον πάρκο κεραιών στο χωριό Ροδιά (Δυτικά της πόλης του Ηρακλείου), ενώ η ισχύς εκπομπής μας θα είναι 3W και 50W. Επίσης έχουμε δημιουργήσει ένα εικονικό «μονοπάτι» (δηλαδή έχουμε σημειώσει συγκεκριμένα σημεία) μέσα στην πόλη του Ηρακλείου που θα μας βοηθήσει στο να πάρουμε συγκεκριμένα αποτελέσματα για τα επιλεγμένα σημεία. Οι παράμετροι των χρηστών μέσα στο «μονοπάτι» κατά την προσομοίωση είναι οι εξής :

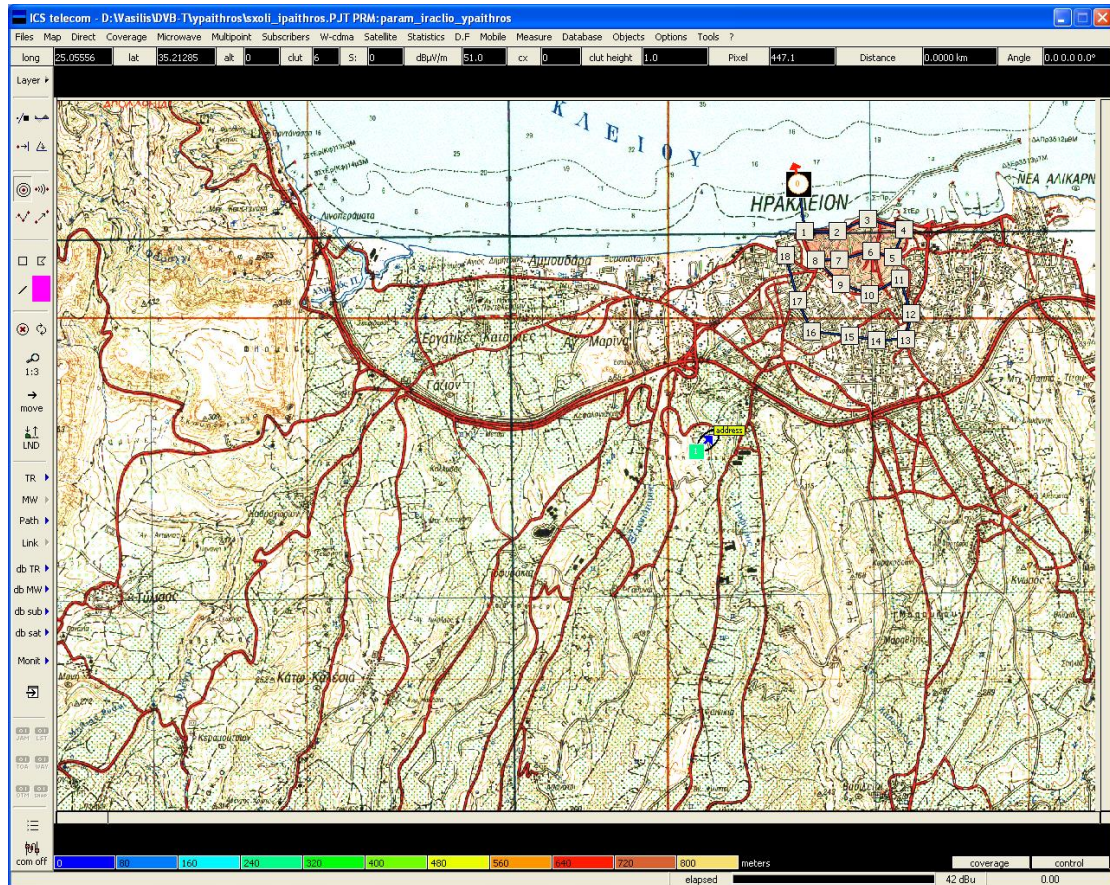
**Πίνακας 2 : Παράμετροι Προσομοίωσης των χρηστών που έχουμε δημιουργήσει**

Τοποθεσία Εκπομπής	Διαδρομή «μονοπατιού»
Ισχύς Εκπομπής	0.00001 W
Κέρδος Κεραίας	2 dB
Απώλειες Κεραίας	0 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Λήψης	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	1,5 m
Ταχύτητα Χρήστη	1 Km/h

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

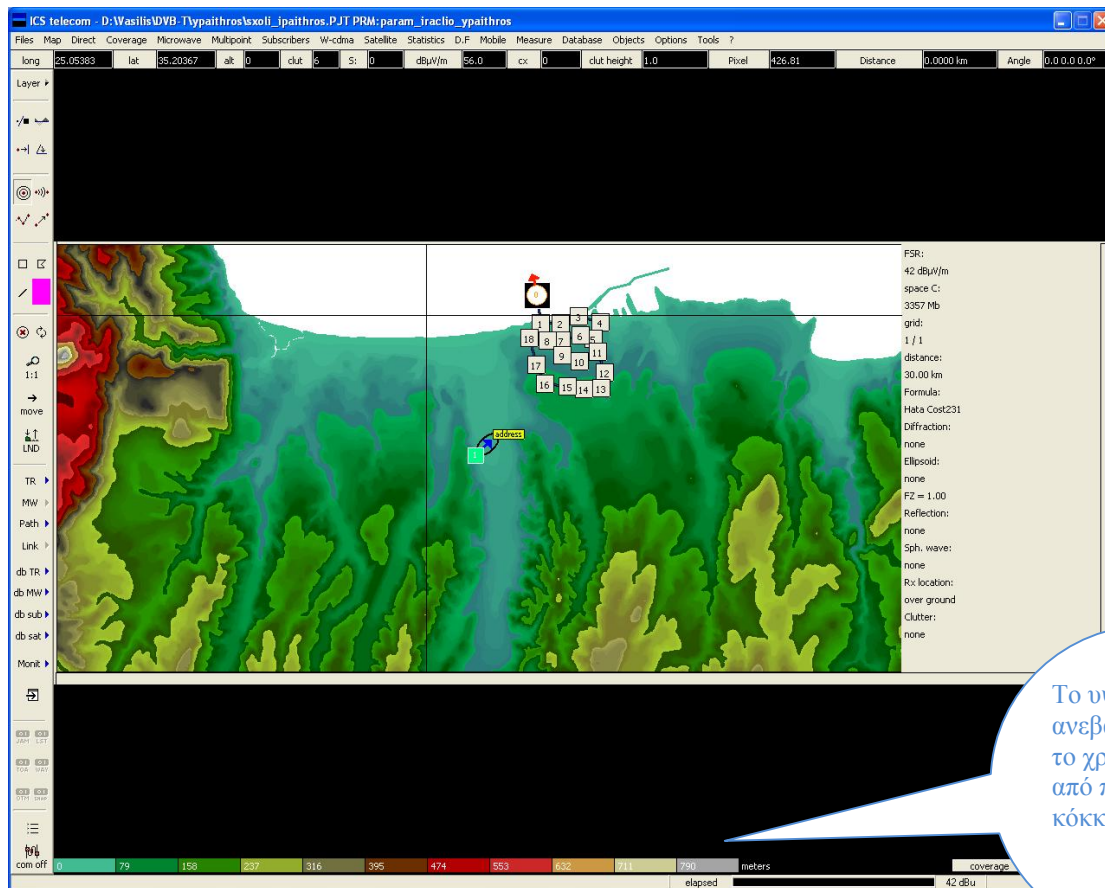
Οι 2 παραπάνω τοποθεσίες,όπως εμφανίζονται στο ICS Telecom φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν :

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



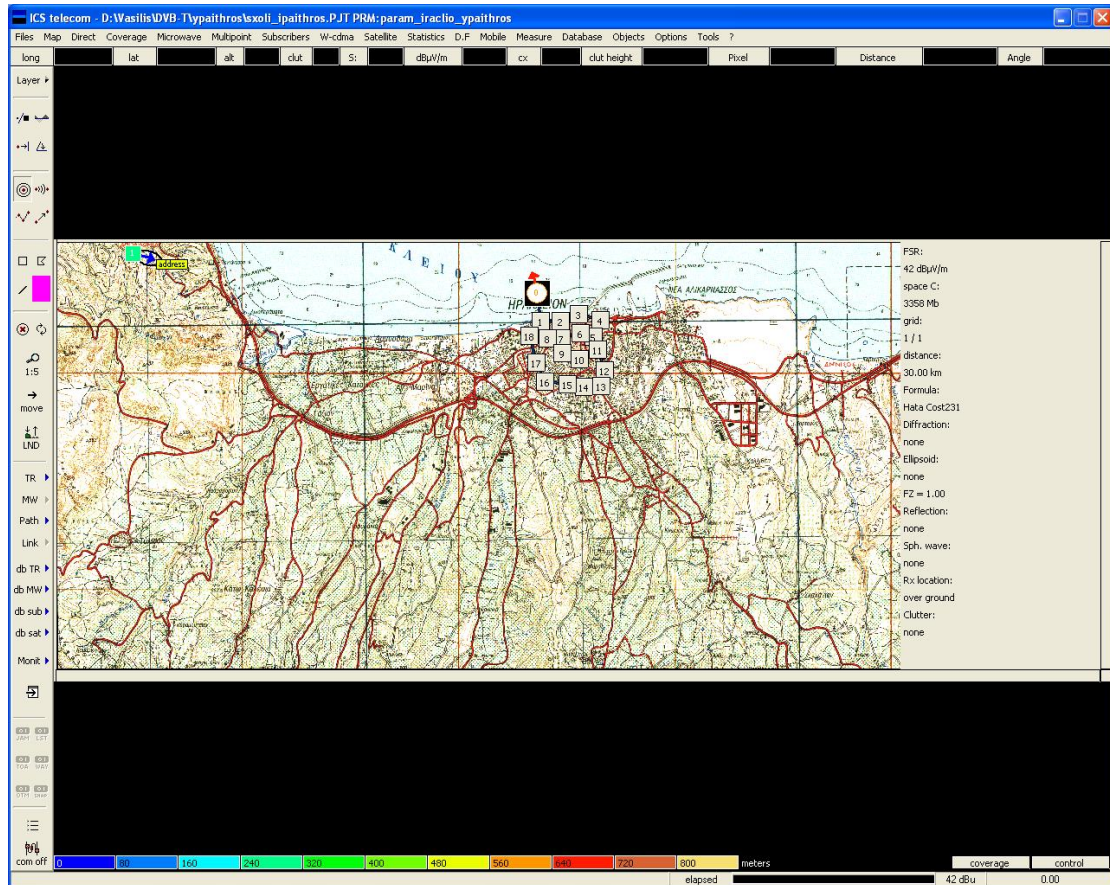
Σχήμα 47 : Χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στο Α.Τ.Ε.Ι και το εικονικό «μονοπάτι» μας

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



Σχήμα 48 : Υψομετρικός χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στο Α.Τ.Ε.Ι και το εικονικό «μονοπάτι» μας

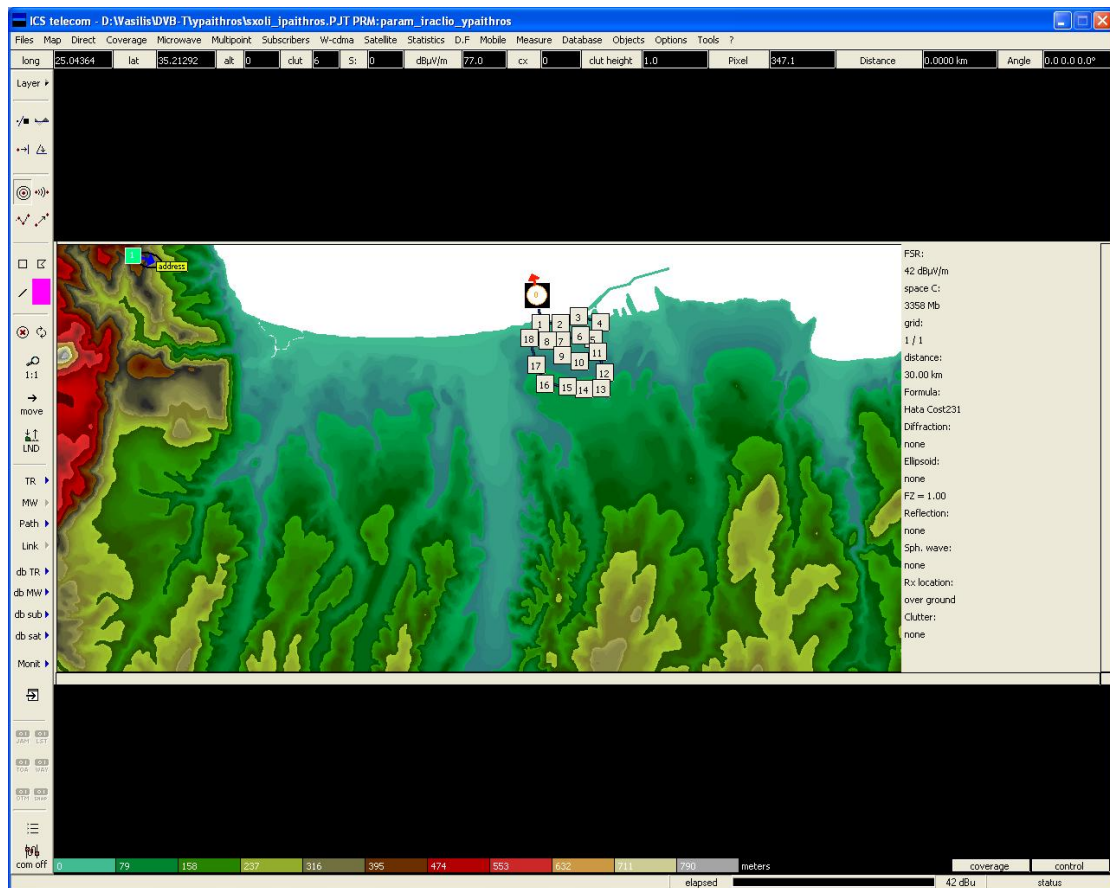
Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



Σχήμα 49 : Χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στη Ροδιά και το εικονικό «μονοπάτι» μας



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



Σχήμα 50 : Υψομετρικός χάρτης του Ηρακλείου, όπου εμφανίζεται η κεραία εκπομπής στη Ροδιά και το εικονικό «μονοπάτι» μας

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

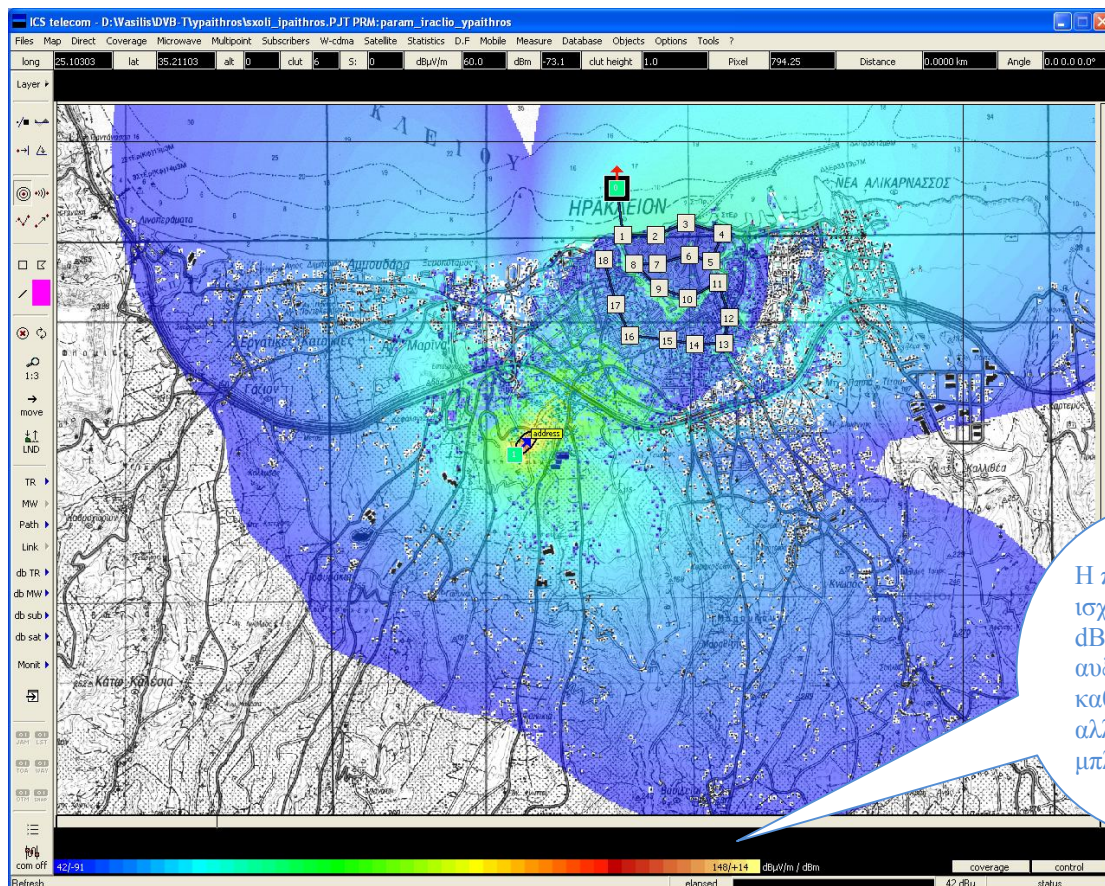
## 7.1. Σενάριο 1 :

Πίνακας 3 : Παράμετροι Προσομοίωσης 1<sup>ου</sup> Σεναρίου

Τοποθεσία Εκπομπής	Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης (Ηράκλειο)
Ισχύς Εκπομπής	50 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου*	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	2 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

### Αποτελέσματα Προσομοίωσης :



Σχήμα 51 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 1<sup>ου</sup> σεναρίου

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε πως με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει στο κέντρο του Ηρακλείου υπάρχει επαρκής κάλυψη, όμως στις περιοχές της Αμμουδάρας και της Νέας Αλικαρνασσού δεν έχουμε σήμα που να επιτρέπει σωστή λήψη από το χρήστη (περιοχές με γκρι χρώμα). Μια λύση θα ήταν η τοποθέτηση Gap Fillers σε επιλεγμένα σημεία στις περιοχές αυτές ώστε να αυξηθεί η ισχύς που λαμβάνουν οι χρήστες.

## 7.2. Σενάριο 2

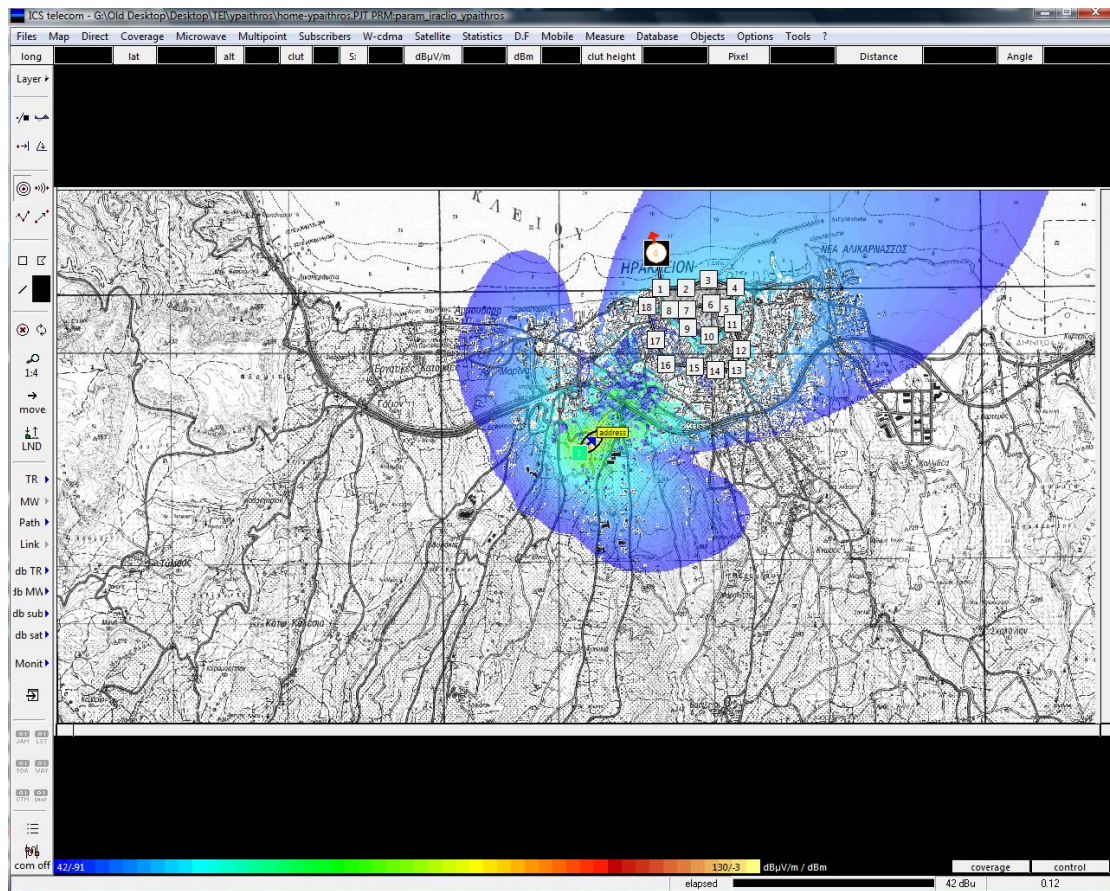
Πίνακας 4 : Παράμετροι Προσομοίωσης 2<sup>ο</sup> Σεναρίου

Τοποθεσία Εκπομπής	A.T.E.I Κρήτης (Ηράκλειο)
Ισχύς Εκπομπής	3 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	12 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

### Αποτελέσματα Προσομοίωσης :



Σχήμα 52 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 2<sup>ου</sup> σεναρίου

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε πως με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει στο κέντρο του Ηρακλείου δεν υπάρχει επαρκής κάλυψη, όπως επίσης και στις περιοχές της Αμμουδάρας και της Νέας Αλικαρνασσού όπου δεν έχουμε σήμα που να επιτρέπει σωστή λήψη από το χρήστη (περιοχές με γκρι χρώμα). Μια λύση θα ήταν η τοποθέτηση Gap Fillers σε επιλεγμένα σημεία στις περιοχές αυτές ώστε να αυξηθεί η ισχύς που λαμβάνουν οι χρήστες.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

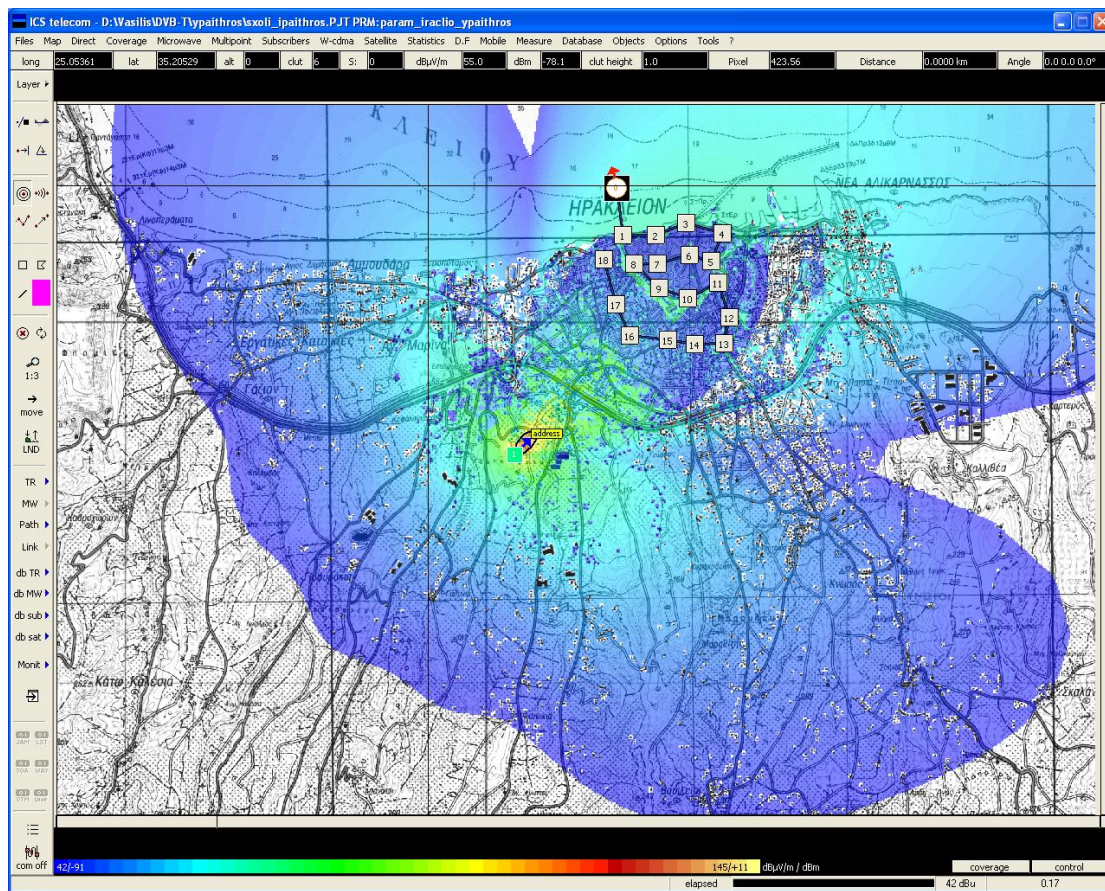
### 7.3. Σενάριο 3 :

Πίνακας 5 : Παράμετροι Προσομοίωσης 3<sup>ο</sup> Σεναρίου

Τοποθεσία Εκπομπής	A.T.E.I Κρήτης (Ηράκλειο)
Ισχύς Εκπομπής	50 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου*	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	12 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

### Αποτελέσματα Προσομοίωσης :



Σχήμα 53 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 3<sup>ο</sup> σεναρίου

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε πως, όπως και στο πρώτο σενάριο, με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει στο κέντρο του Ηρακλείου υπάρχει επαρκής κάλυψη, όμως στις περιοχές της Αμμουδάρας και της Νέας Αλικαρνασσοῦ δεν έχουμε σήμα που να επιτρέπει σωστή λήψη από το χρήστη (περιοχές με γκρι χρώμα). Η αύξηση του ύψους της κεραίας εκπομπής δείχνει να βελτιώνει πρακτικά τα αποτελέσματα της εκπομπής μας αλλά όχι στον επιθυμητό βαθμό. Και πάλι μια λύση θα ήταν η τοποθέτηση Gap Fillers σε επιλεγμένα σημεία στις περιοχές αυτές ώστε να αυξηθεί η ισχύς που λαμβάνουν οι χρήστες.

#### 7.4. Σενάριο 4 :

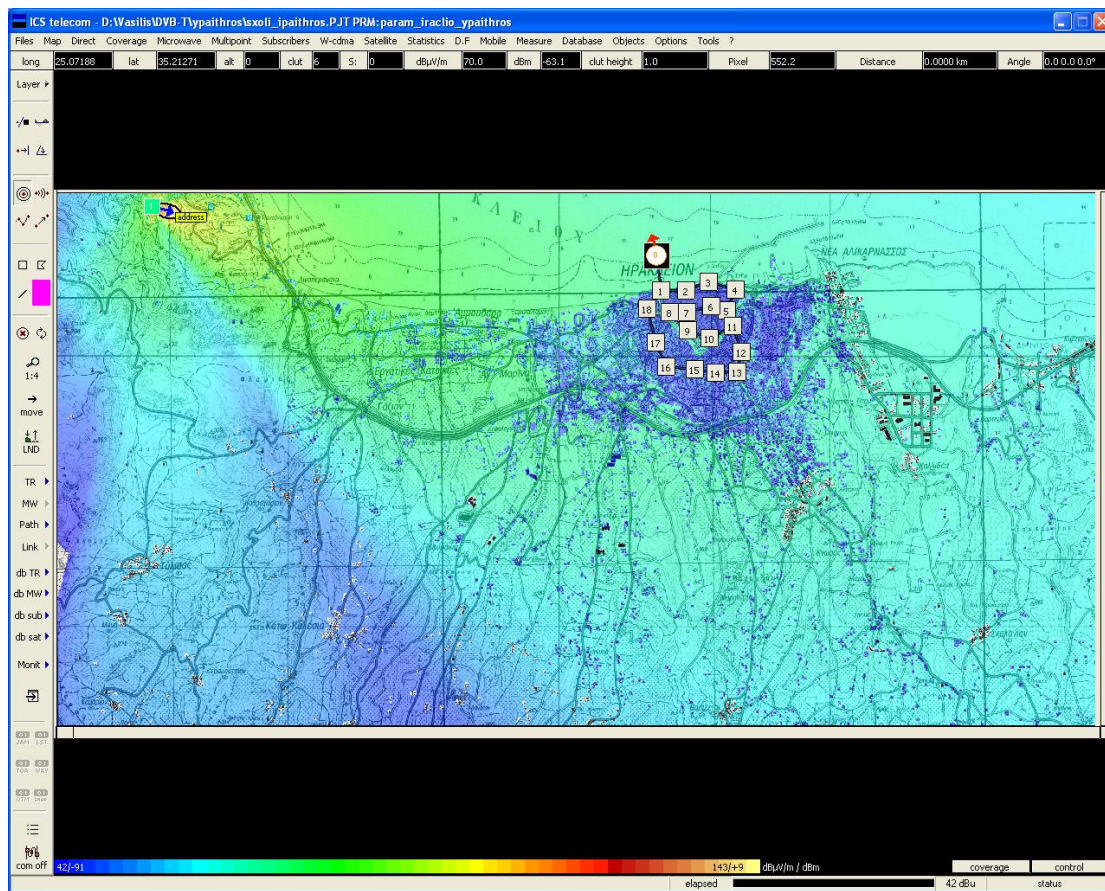
Πίνακας 6 : Παράμετροι Προσομοίωσης 4<sup>ου</sup> Σεναρίου

Τοποθεσία Εκπομπής	Ροδιά
Ισχύς Εκπομπής	50 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	12 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

### Αποτελέσματα Προσομοίωσης :



**Σχήμα 54 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4<sup>ου</sup> σεναρίου**

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε πως, σε αντίθεση με τα προηγούμενα δύο σενάρια, με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει υπάρχει επαρκής κάλυψη στην ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου, με εξαίρεση λίγες διάσπαρτες τοποθεσίες κοντά στο αεροδρόμιο, στην Καλλιθέα και το λόφο της Φορτέτσας κοντά στην Κνωσό (περιοχές με γκρι χρώμα). Οι εξαιρέσεις αυτές υφίστανται κυρίως λόγω των γεωγραφικών χαρακτηριστικών στις τοποθεσίες αυτές και είναι αναμενόμενες για κάποια σημεία.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

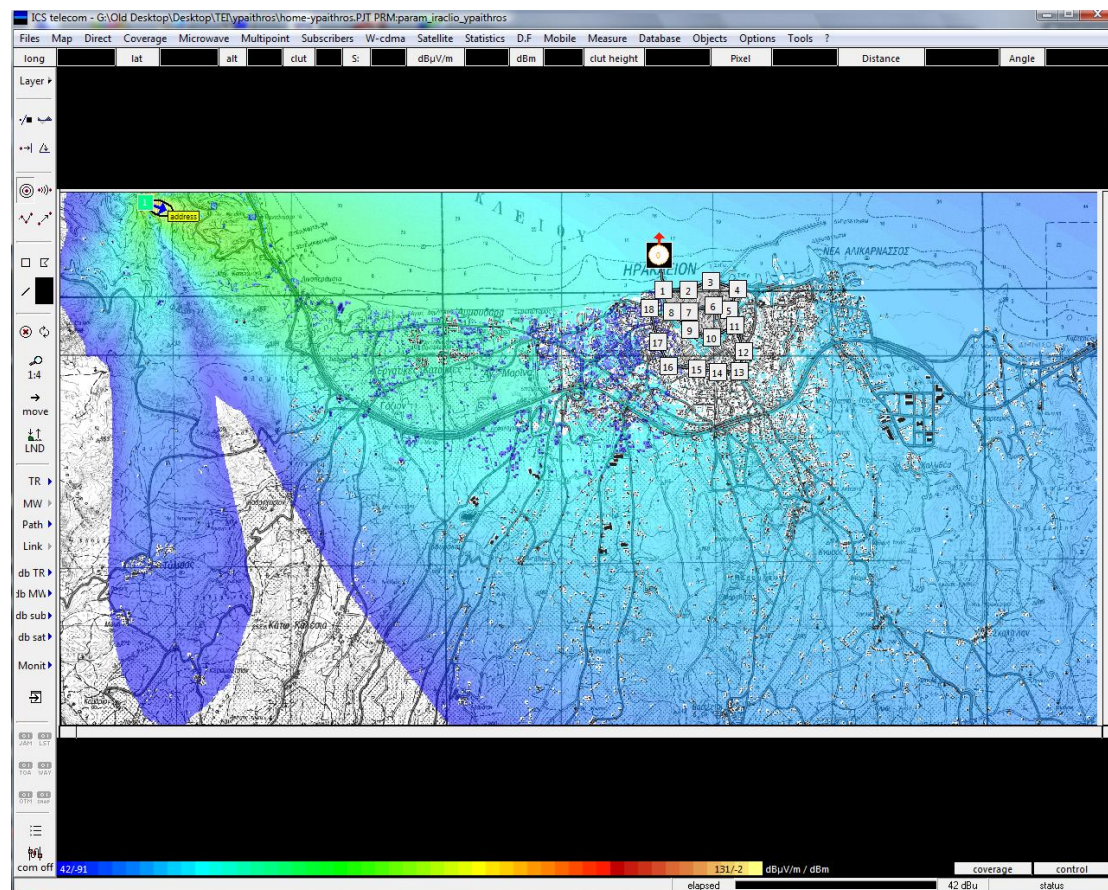
## 7.5. Σενάριο 5 :

Πίνακας 7 : Παράμετροι Προσομοίωσης 5<sup>ου</sup> Σεναρίου

Τοποθεσία Εκπομπής	Ροδιά
Ισχύς Εκπομπής	3 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	12 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

### Αποτελέσματα Προσομοίωσης :



Σχήμα 55 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 5<sup>ου</sup> σεναρίου



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε πως με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει στο κέντρο του Ηρακλείου δεν υπάρχει επαρκής κάλυψη, όπως επίσης και στην περιοχή της Νέας Αλικαρνασσού όπου δεν έχουμε σήμα που να επιτρέπει σωστή λήψη από το χρήστη (περιοχές με γκρι χρώμα). Αντίθετα στην περιοχή της Αμμουδάρας υπάρχει καλύτερη, αλλά όχι επαρκής, κάλυψη απ' ότι κατά την εκπομπή αντίστοιχης ισχύος από το Α.Τ.Ε.Ι. Μια λύση θα ήταν η τοποθέτηση Gap Fillers σε επιλεγμένα σημεία στις περιοχές αυτές ώστε να αυξηθεί η ισχύς που λαμβάνουν οι χρήστες.

## 7.6. Σενάριο 6 :

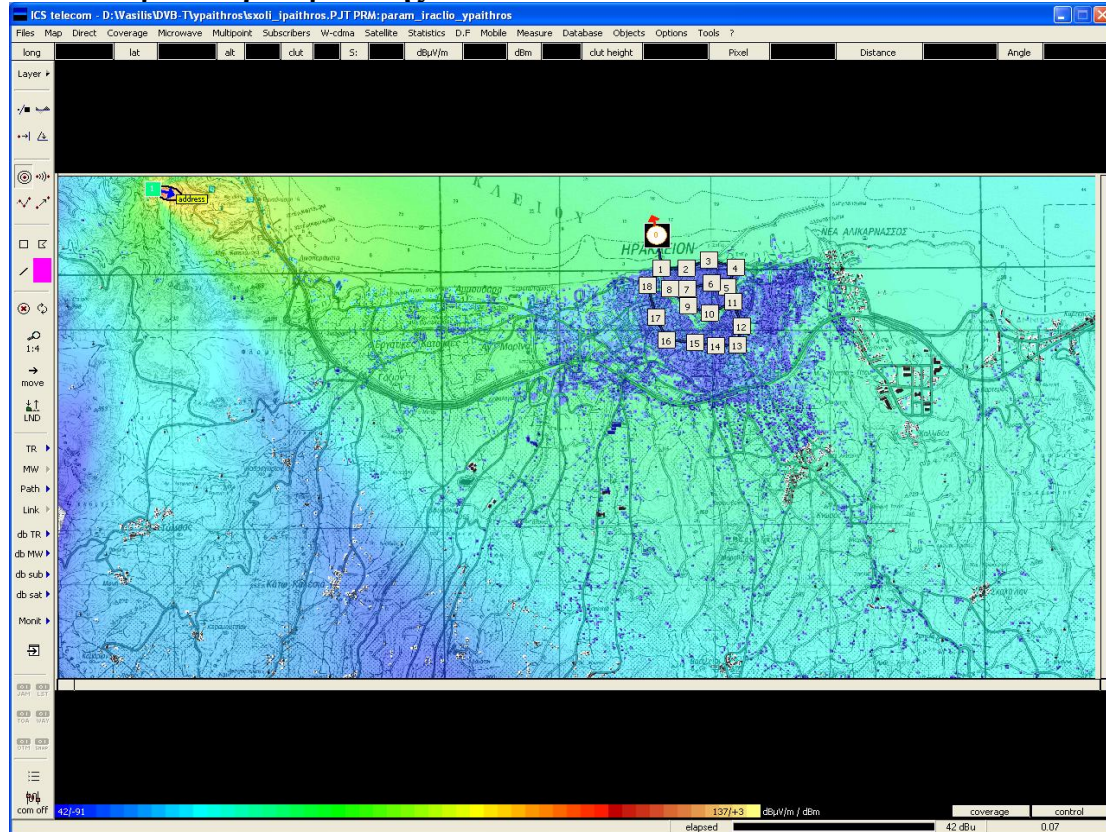
Πίνακας 8 : Παράμετροι Προσομοίωσης 6<sup>ου</sup> Σεναρίου

Τοποθεσία Εκπομπής	Ροδιά
Ισχύς Εκπομπής	50 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	25 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

### Αποτελέσματα Προσομοίωσης :



Σχήμα 56 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 6<sup>ου</sup> σεναρίου

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε πως, όπως και στο τρίτο σενάριο, με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει υπάρχει επαρκής κάλυψη στην ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου, με εξαίρεση λίγες διάσπαρτες τοποθεσίες κοντά στο αεροδρόμιο, στην Καλλιθέα και το λόφο της Φορτέτσας κοντά στην Κνωσό (περιοχές με γκρι χρώμα). Η αύξηση του ύψους της κεραίας εκπομπής δείχνει να βελτιώνει πρακτικά τα αποτελέσματα της εκπομπής μας αλλά και πάλι όχι στον επιθυμητο βαθμό.

### 7.5. Συμπεράσματα από τα σενάρια προσομοίωσης

Από την προσομοίωση των έξι παραπάνω σεναρίων και τη μελέτη των αποτελεσμάτων της είναι φανερό πως το καλύτερο σενάριο είναι το τέταρτο αφού προσφέρει μεγάλη κάλυψη (που μπορεί να γίνει μεγαλύτερη με χρήση Gap Filler σε επιλεγμένες τοποθεσίες) ενώ επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο υπάρχων χώρος του

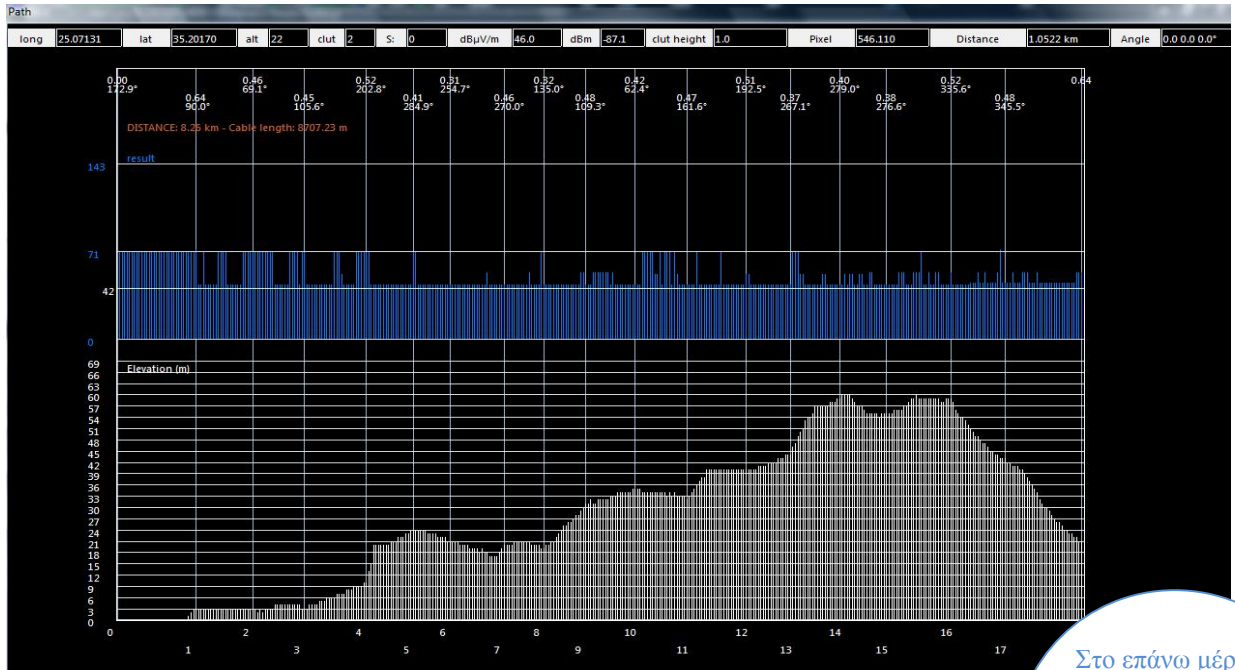
Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. πάρκου κεραιών της Ροδιάς. Με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιώντας την ίδια ισχύ μπορούμε να προσφέρουμε υπηρεσίες DVB-T σε περισσότερες περιοχές από ότι αν η εκπομπή γινόταν από το Α.Τ.Ε.Ι στο Ηράκλειο. Επίσης αποφεύγουμε την άσκοπη έκθεση ατόμων σε ακτινοβολία αφού το πάρκο κεραιών δεν είναι πολύ κοντά σε κατοικημένη περιοχή ενώ αντίθετα στην περιοχή του Α.Τ.Ε.Ι υπάρχουν αρκετοί κάτοικοι, σπουδαστές που παρακολουθούν μαθήματα μέσα στο Ίδρυμα καθώς και εργαζόμενοι σε αυτό. Άρα οι παράμετροι που προτείνονται για εκπομπή σήματος DVB-T είναι αυτές του 4<sup>ου</sup> σεναρίου.

Τοποθεσία Εκπομπής	Ροδιά
Ισχύς Εκπομπής	50 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	12 m

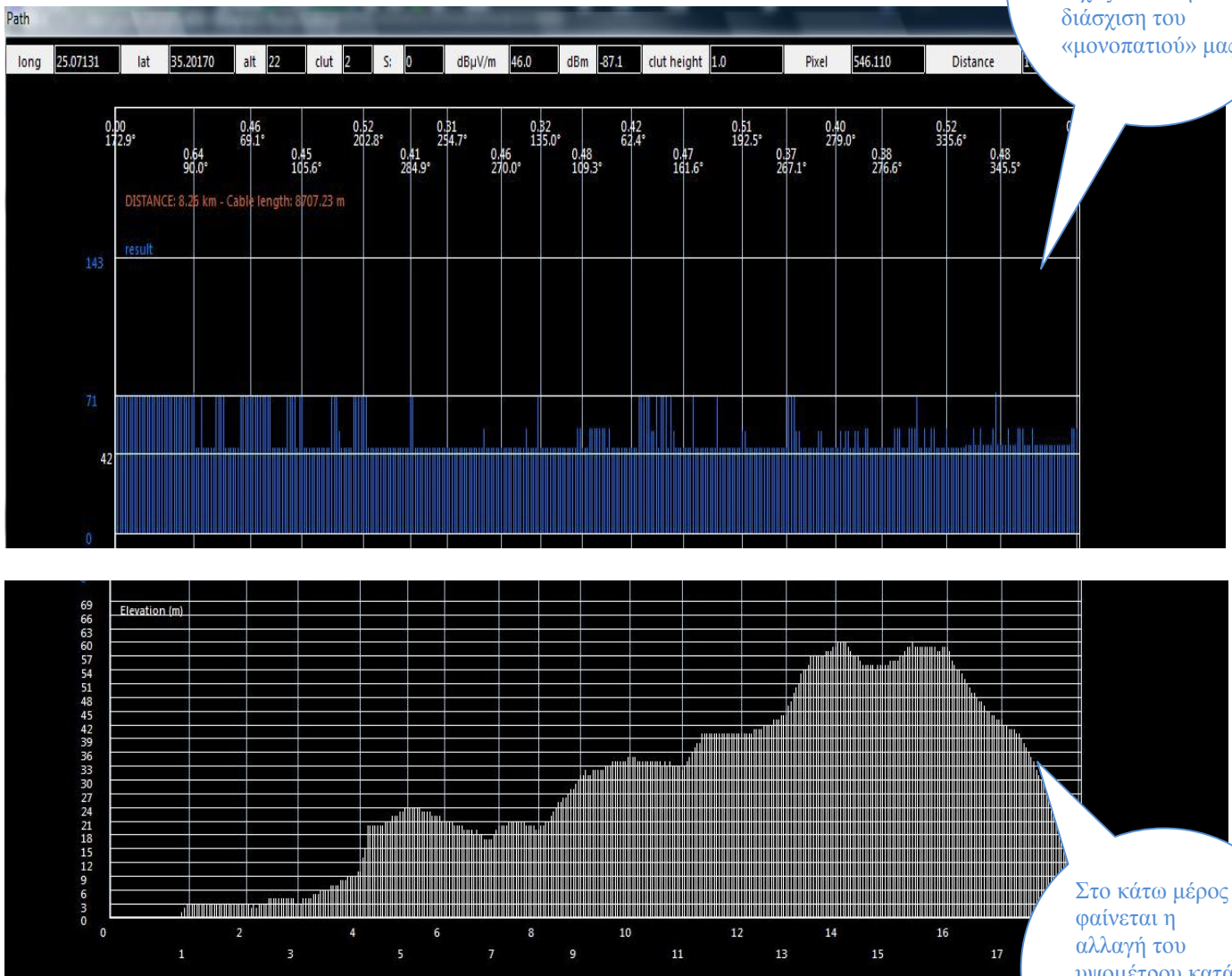
\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

Συγκεκριμένα στην περίπτωση του 4<sup>ου</sup> σεναρίου έχουμε τα εξής συγκεκριμένα αποτελέσματα σχετικά με τα σημεία του «μονοπατιού» που έχουμε σχεδιάσει μέσα στην πόλη του Ηρακλείου (περιοχή που μας ενδιαφέρει κυρίως).

# Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

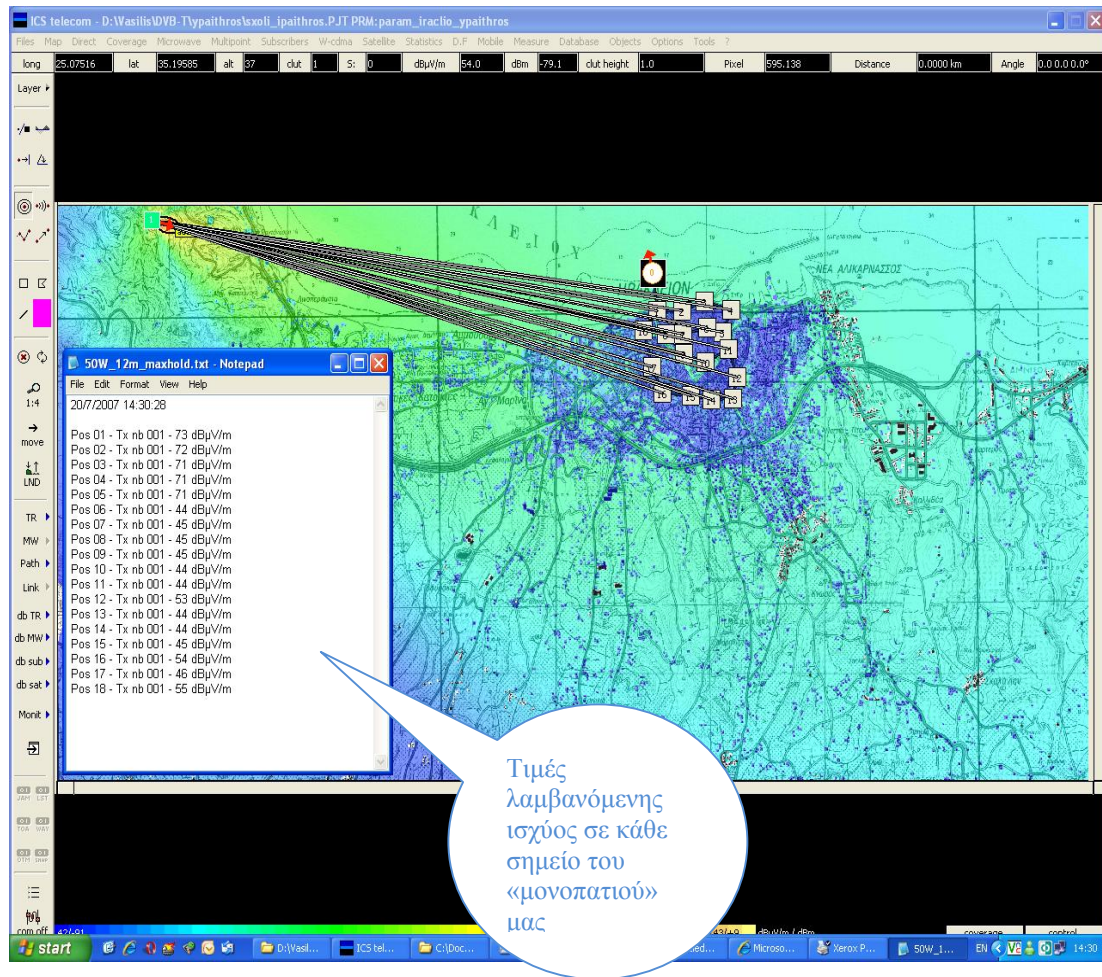


Σχήμα 57 : Λαμβανόμενη ισχύς και αλλαγή υψομέτρου στο «μονοπάτι» μας



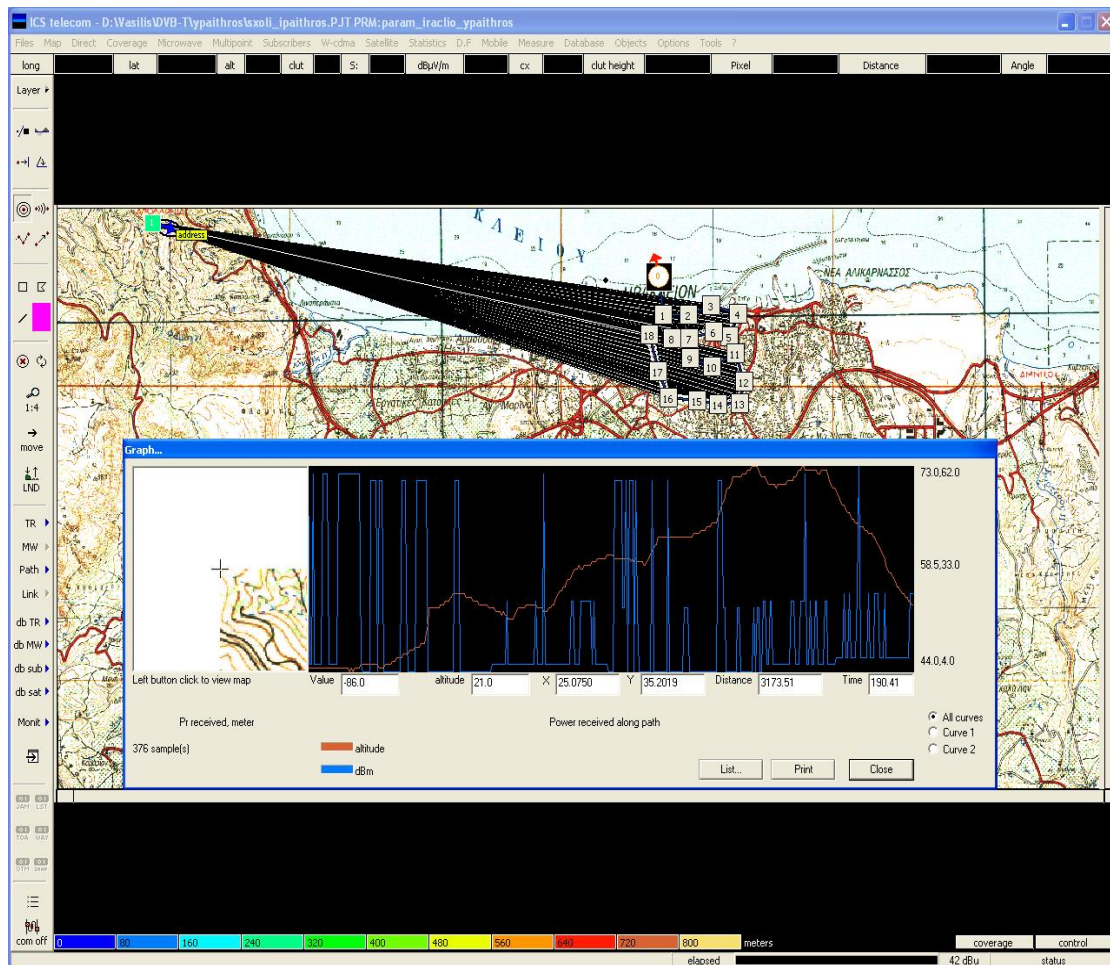
Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



Σχήμα 58 : Λαμβανόμενη ισχύς σε κάθε συγκεκριμένο σημείο του «μονοπατιού» μας

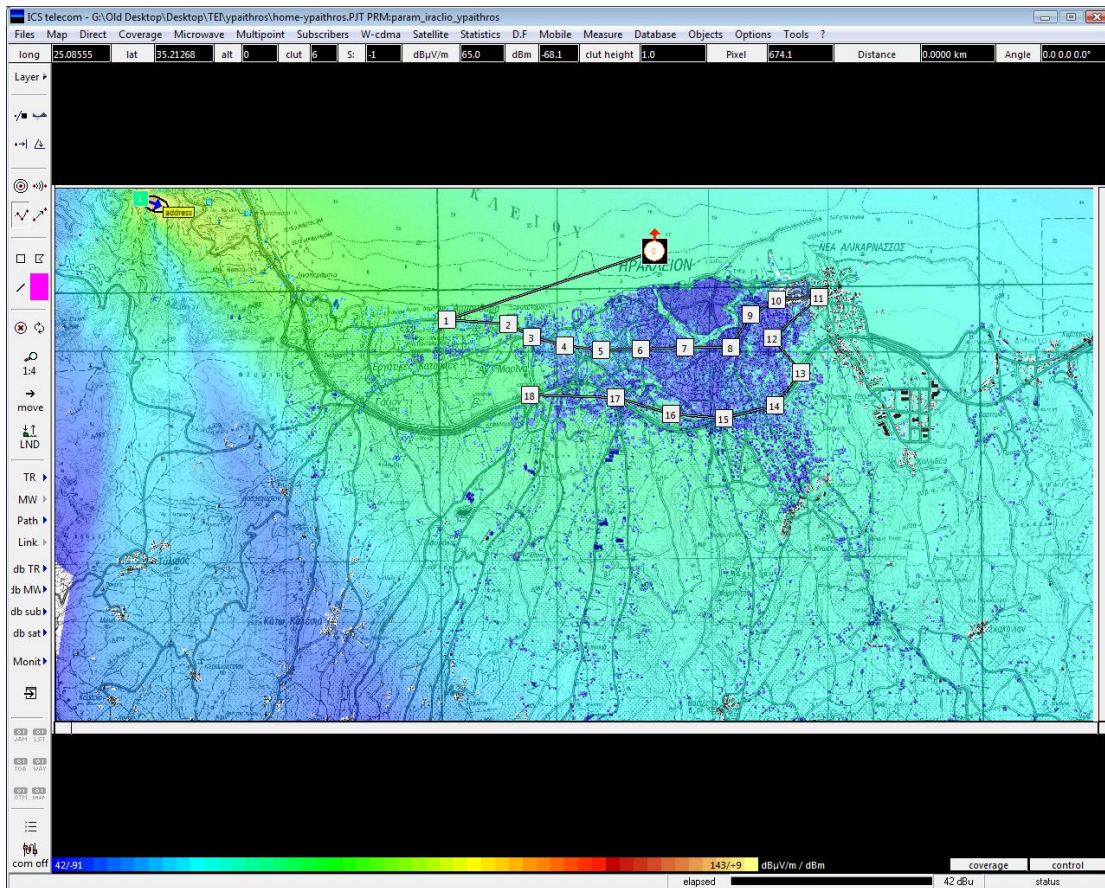
Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



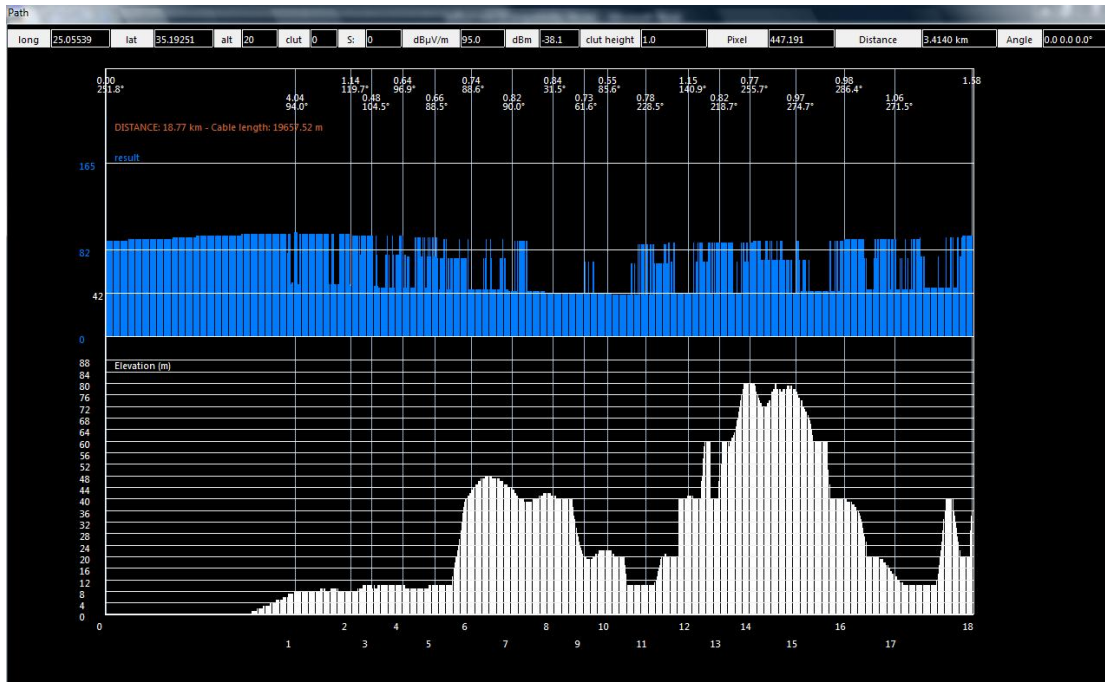
**Σχήμα 59 : Ισχύς (σε dBm) που φτάνει στο «μονοπάτι» μας (μπλε χρώμα) παράλληλα με το υψόμετρο κάθε σημείου (πορτοκαλί χρώμα).**

Αφού έχουμε επιλέξει αυτό το σενάριο για επισταμένη μελέτη, δημιουργούμε ένα άλλο εικονικό «μονοπάτι» το οποίο διατρέχει μεγαλύτερη διαδρομή και καλύπτει την ευρύτερη περιοχή της πόλης του Ηρακλείου και όχι μόνο το κέντρο της.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



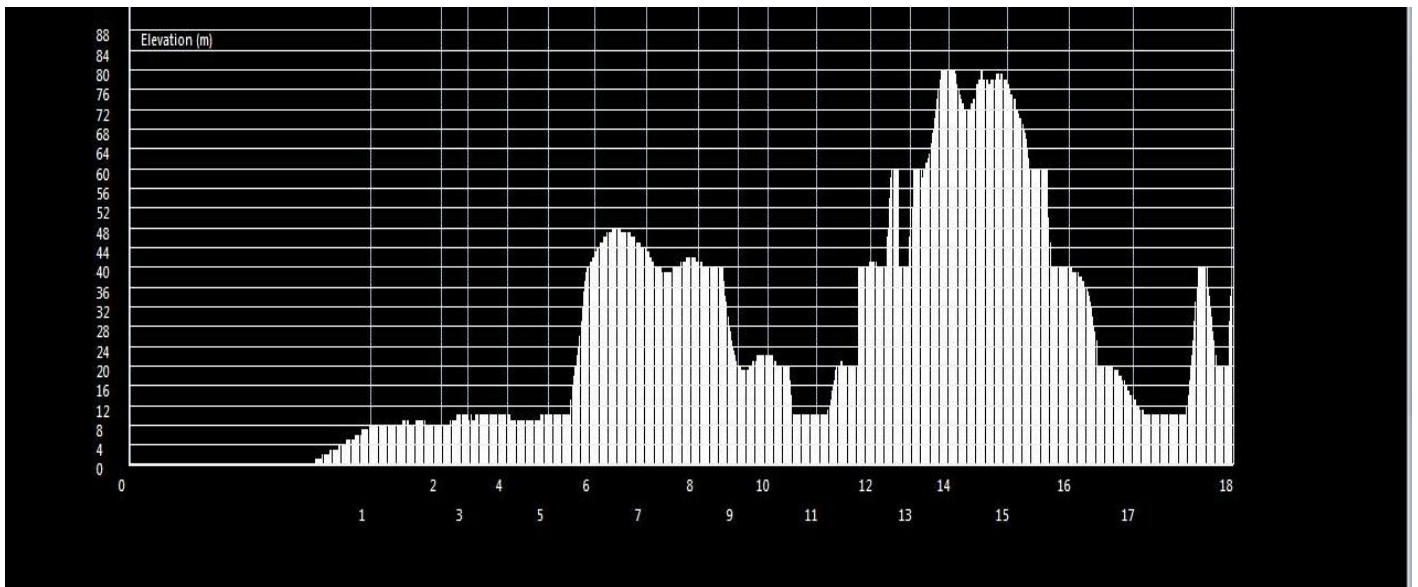
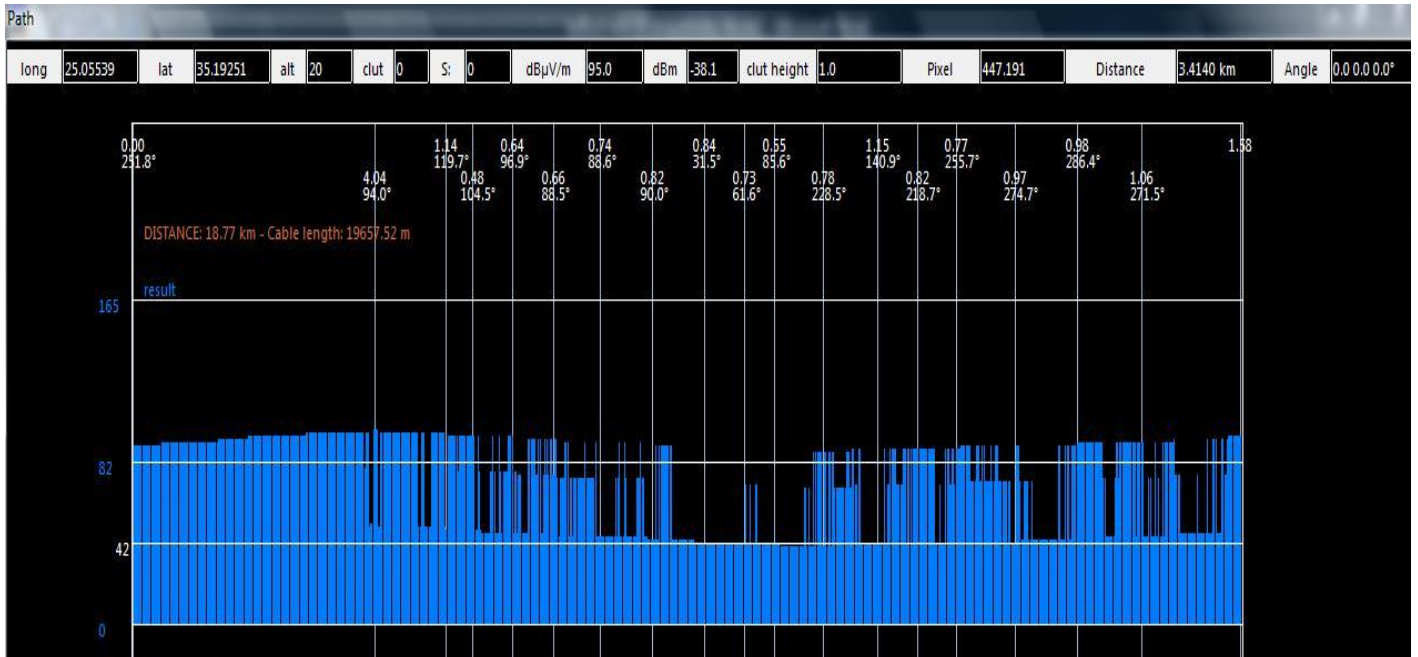
Σχήμα 60 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4<sup>ου</sup> σεναρίου, με το «μονοπάτι» μας να διατρέχει την ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου



Σχήμα 61 : Λαμβανόμενη ισχύς και αλλαγή υψομέτρου στο νέο «μονοπάτι» μας

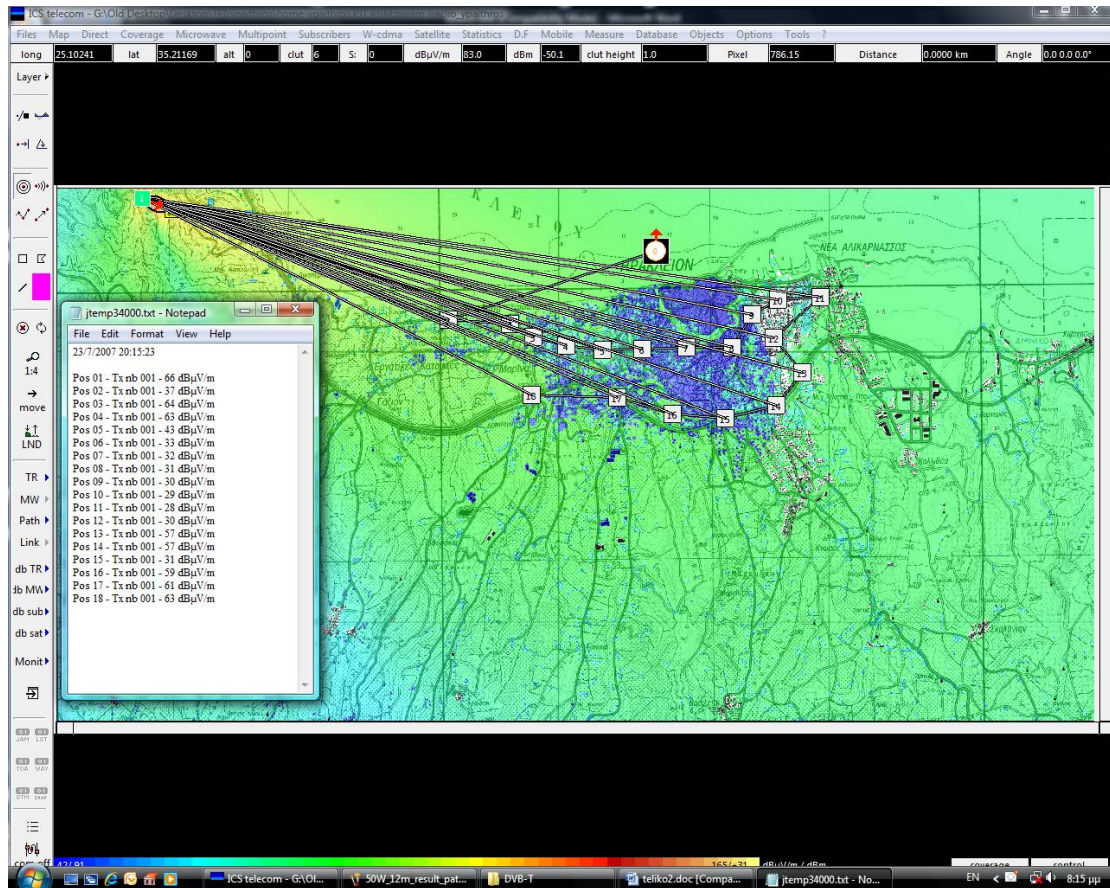
Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
 Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



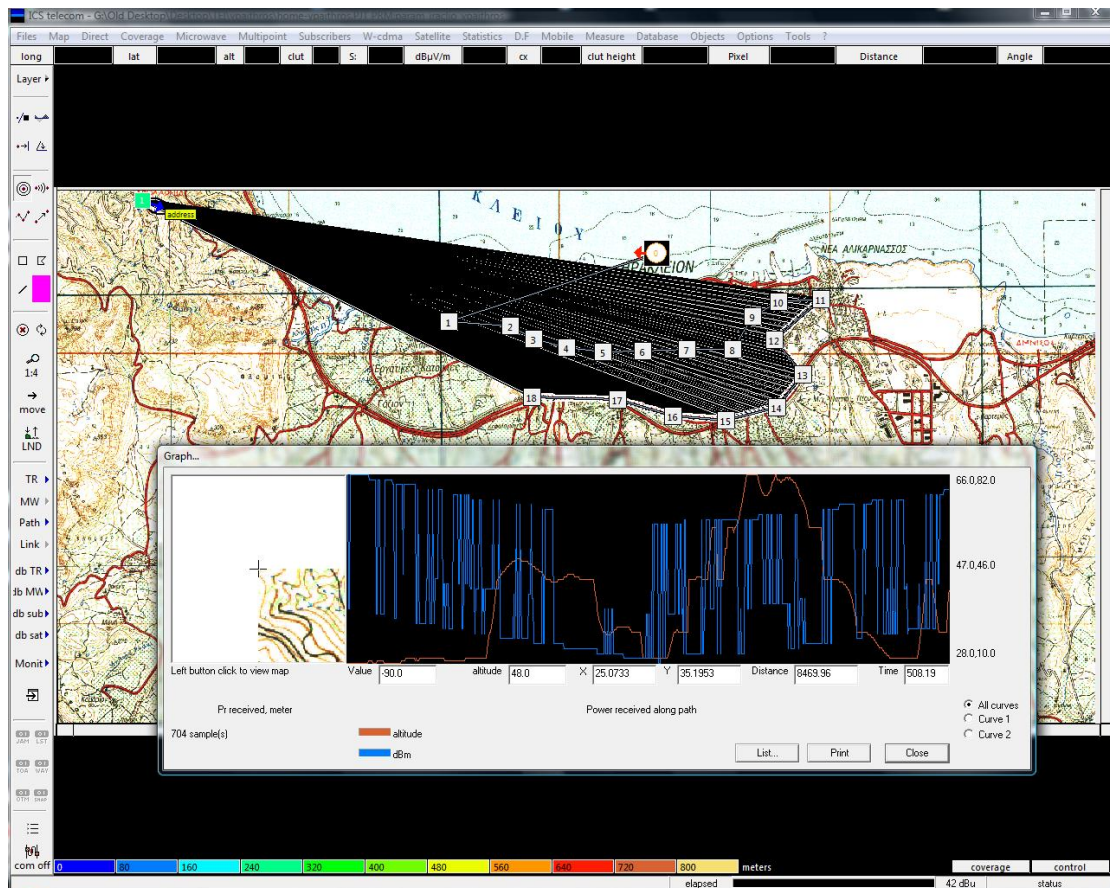


Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



Σχήμα 62 : Λαμβανόμενη ισχύς σε κάθε συγκεκριμένο σημείο του νέου «μονοπατιού» μας

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.



**Σχήμα 63 : Ισχύς (σε dBm) που φτάνει στο νέο «μονοπάτι» μας (μπλε χρώμα) παράλληλα με το υψόμετρο κάθε σημείου (πορτοκαλί χρώμα).**

Συμπερασματικά λοιπόν, οι παράμετροι προσομοίωσης του 4<sup>ου</sup> σεναρίου καλύπτουν τις ανάγκες μας για καλή κάλυψη του κέντρου της πόλης του Ηρακλείου αλλά και της ευρύτερης περιοχής γύρω από αυτό με ελάχιστες εξαιρέσεις σε πιο απομακρυσμένες περιοχές που χαρακτηρίζονται από «δύσκολα» γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Στα σημεία αυτά όπου δεν υπάρχει επαρκής κάλυψη μπορούμε να προχωρήσουμε στη χρησιμοποίηση Gap Fillers ώστε να λαμβάνουν επαρκές σήμα οι κάτοικοι σε όλες τις επιθυμητές περιοχές. Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας μια κεραία εκπομπής σε ύψος 10 m στην περιοχή Φασκομηλιά (ανάμεσα στο Μαραθίτη και τα Σπήλια) με τις εξής παραμέτρους :

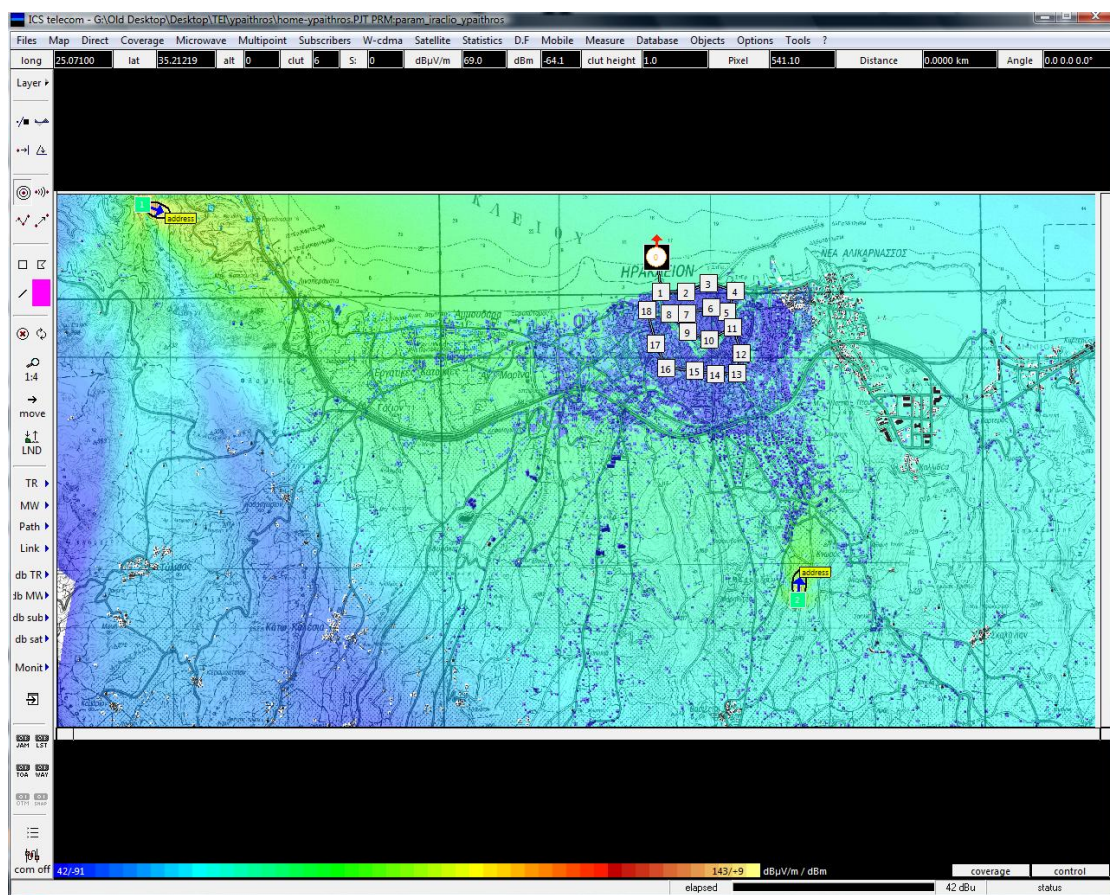
Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

**Πίνακας 9 : Παράμετροι Προσομοίωσης του Gap Filler στη Φασκομηλιά**

Τοποθεσία Εκπομπής	Φασκομηλιά
Ισχύς Εκπομπής	2 W
Κέρδος Κεραίας	9 dB
Απώλειες Κεραίας	3 dB
Τύπος Διαμόρφωσης	16 QAM 2/3
Αριθμός Carriers	8 K (6817)
Συχνότητα Εκπομπής	40 UHF (626 MHz)
Τιμή Κατωφλίου *	42 dBμV/m
Ύψος Κεραίας Εκπομπής	10 m

\* Τιμή Κατωφλίου : Κατώτατη Τιμή Ισχύος που φτάνει στο χρήστη και γίνεται δεκτή ώστε να υπάρχει καλή λήψη σήματος.

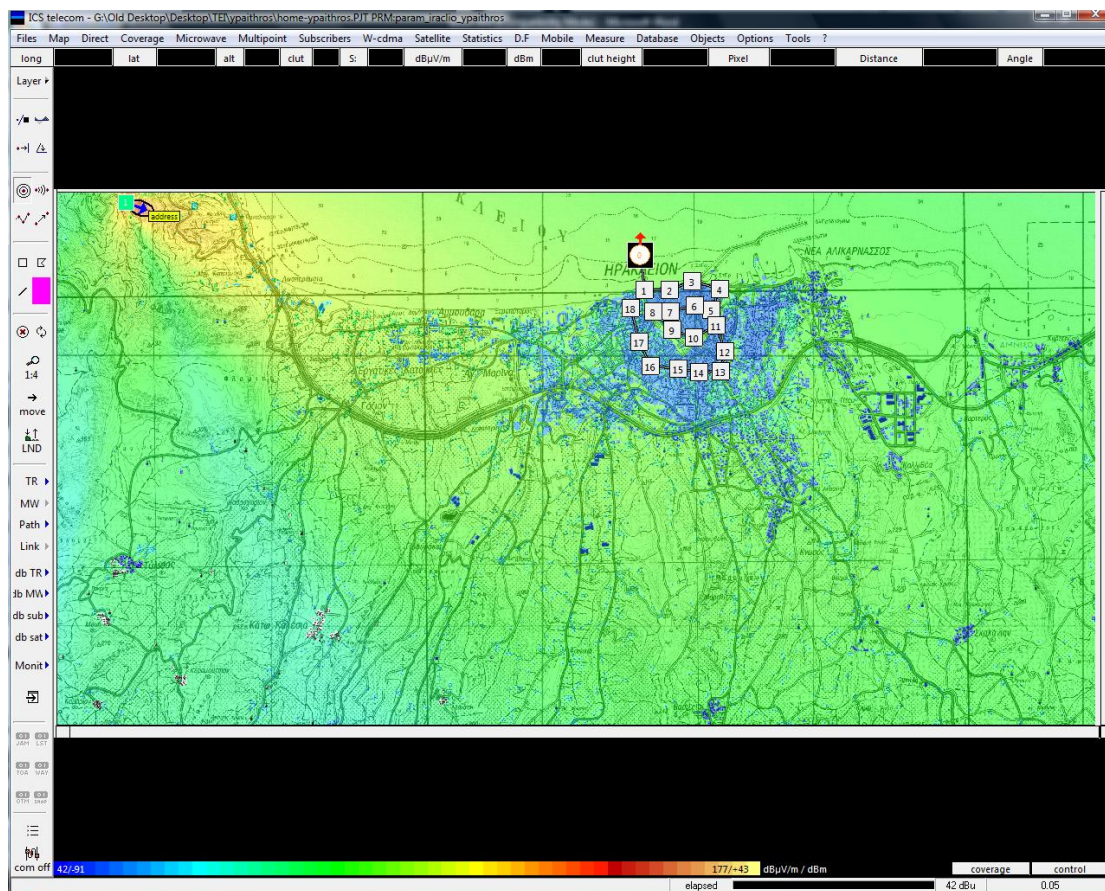


**Σχήμα 64 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4<sup>ου</sup> σεναρίου με Gap Filler στην περιοχή Φασκομηλιά**

είχαμε πλήρη κάλυψη της περιοχής Φορτέτσα, το αποτέλεσμα αυτό ήταν απαγορευτικό με τις προηγούμενες ρυθμίσεις λόγω του γεωγραφικού προσανατολισμού της συνοικίας αυτής. Αντίστοιχα αποτελέσματα μπορούμε να

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης. επιτύχουμε για οποιαδήποτε άλλη περιοχή μας ενδιαφέρει ακολουθώντας την ίδια διαδικασία.

Επίσης από τις προσομοιώσεις είναι προφανές πως αν θεωρήσουμε ότι η κεραία των χρηστών δεν είναι σε ύψος 1,5 m αλλά στα 15 m, δηλαδή πρόκειται για κεραιές που βρίσκονται σε πολυκατοικίες κι όχι σε κινούμενους στο δρόμο χρήστες, τότε μόνο η αρχική κεραία μας του 4<sup>ου</sup> σεναρίου προσφέρει επαρκή κάλυψη στην ευρύτερη πόλη του Ηρακλείου.



**Σχήμα 65 : Πυκνότητα Ισχύος στο Ηράκλειο, κατά την προσομοίωση του 4<sup>ου</sup> σεναρίου με την κεραία των χρηστών σε ύψος 15 m**

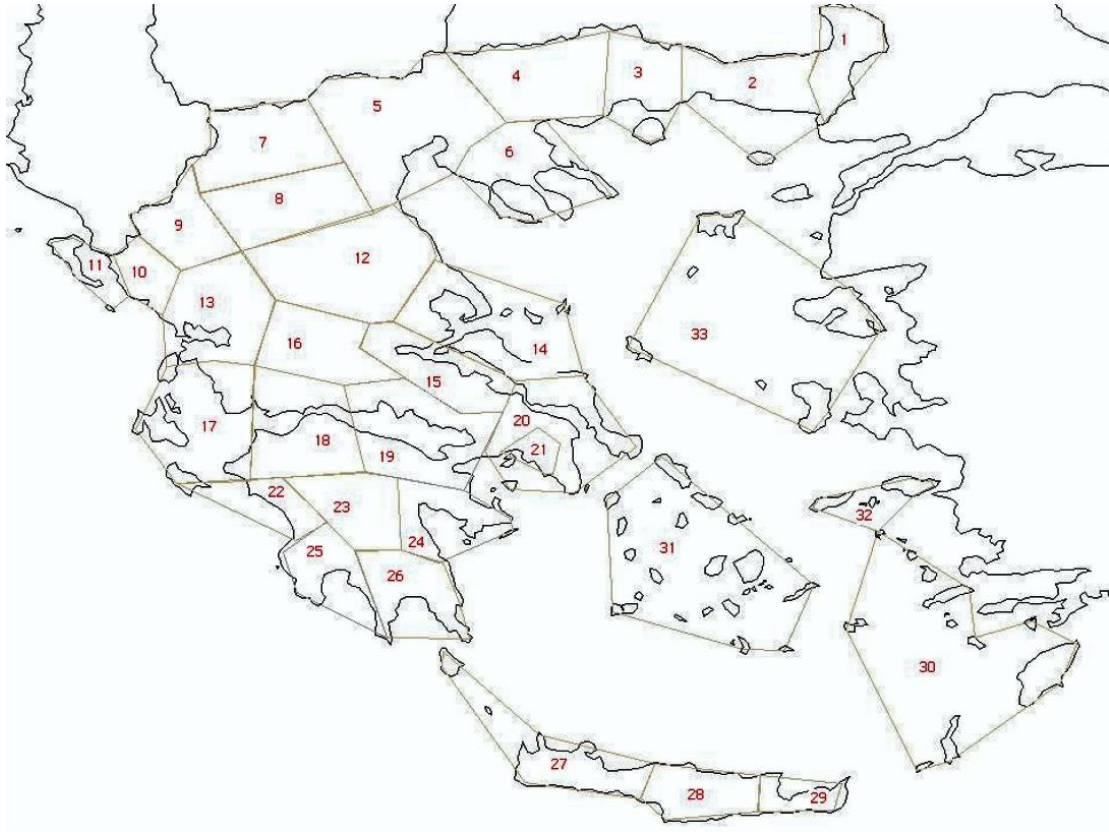
Μελλοντικά θα μπορούσε, στα πλαίσια μιας άλλης τέτοιας εργασίας, να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων που βρίσκουμε από την προσομοίωση με πειραματικά αποτελέσματα που θα παρθούν κατά τη διάρκεια εκπομπής DVB-T σήματος στο Ηράκλειο.

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

## Παράρτημα

Πίνακας 10 : Υπόμνημα χάρτη κατανομής συχνотήτων στην Ελλάδα, ανά περιοχή :



Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
EVROS	7	1
EVROS	25	
EVROS	27	
EVROS	32	
EVROS	33	
EVROS	35	
EVROS	56	
EVROS	47	
EVROS	51	
EVROS	58	
EVROS	62	
EVROS	63	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ

Σπουδαστής : Σελίμης Βασίλης  
Εισηγητής : Μαρκάκης Βαγγέλης

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

PLAKA	10	2
PLAKA	24	
PLAKA	27	
PLAKA	30	
PLAKA	31	
PLAKA	33	
PLAKA	36	
PLAKA	43	
PLAKA	59	
PLAKA	66	

<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
THASSOS	6	3
THASSOS	22	
THASSOS	23	
THASSOS	37	
THASSOS	39	
THASSOS	41	
THASSOS	47	
THASSOS	54	
THASSOS	61	
THASSOS	64	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
PAGGAIO	7	4
PAGGAIO	26	
PAGGAIO	32	
PAGGAIO	35	
PAGGAIO	40	
PAGGAIO	52	
PAGGAIO	53	
PAGGAIO	60	
PAGGAIO	63	
PAGGAIO	65	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
THESSALONIKI	5	5
THESSALONIKI	24	
THESSALONIKI	27	
THESSALONIKI	30	
THESSALONIKI	36	
THESSALONIKI	43	
THESSALONIKI	48	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

THESSALONIKI	51	
THESSALONIKI	55	
THESSALONIKI	56	
THESSALONIKI	59	
THESSALONIKI	62	
THESSALONIKI	66	

Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
XALKIDIKI	11	6
XALKIDIKI	25	
XALKIDIKI	54	
XALKIDIKI	29	
XALKIDIKI	31	
XALKIDIKI	34	
XALKIDIKI	38	
XALKIDIKI	46	
XALKIDIKI	49	
XALKIDIKI	50	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
FLORINA	7	7
FLORINA	8	
FLORINA	23	
FLORINA	26	
FLORINA	32	
FLORINA	34	
FLORINA	35	
FLORINA	40	
FLORINA	44	
FLORINA	47	
FLORINA	49	
FLORINA	52	
FLORINA	61	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
METAKSAS	6	8
METAKSAS	25	
METAKSAS	28	
METAKSAS	29	
METAKSAS	39	
METAKSAS	41	
METAKSAS	50	
METAKSAS	54	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

METAKSAS	60	
METAKSAS	64	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
IOANNINA	10	9
IOANNINA	24	
IOANNINA	25	
IOANNINA	30	
IOANNINA	31	
IOANNINA	34	
IOANNINA	49	
IOANNINA	52	
IOANNINA	54	
IOANNINA	62	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
THESPROTIA	9	10
THESPROTIA	21	
THESPROTIA	22	
THESPROTIA	33	
THESPROTIA	41	
THESPROTIA	45	
THESPROTIA	59	
THESPROTIA	66	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
KERKYRA	9	11
KERKYRA	29	
KERKYRA	30	
KERKYRA	34	
KERKYRA	37	
KERKYRA	53	
KERKYRA	54	
KERKYRA	56	
KERKYRA	61	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
LARISSA	7	12
LARISSA	22	
LARISSA	31	
LARISSA	35	
LARISSA	38	
LARISSA	40	
LARISSA	42	
LARISSA	52	



Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

LARISSA	53	
LARISSA	63	
LARISSA	65	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
AKARNANIKA	6	13
AKARNANIKA	23	
AKARNANIKA	27	
AKARNANIKA	28	
AKARNANIKA	32	
AKARNANIKA	39	
AKARNANIKA	43	
AKARNANIKA	46	
AKARNANIKA	51	
AKARNANIKA	64	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
BOLOS	6	14
BOLOS	21	
BOLOS	58	
BOLOS	29	
BOLOS	37	
BOLOS	41	
BOLOS	44	
BOLOS	47	
BOLOS	51	
BOLOS	62	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
LAMIA	10	15
LAMIA	23	
LAMIA	25	
LAMIA	32	
LAMIA	33	
LAMIA	35	
LAMIA	49	
LAMIA	57	
LAMIA	60	
LAMIA	63	
LAMIA	64	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
KARPENISI	5	16
KARPENISI	24	
KARPENISI	26	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

KARPENISI	29	
KARPENISI	30	
KARPENISI	36	
KARPENISI	37	
KARPENISI	47	
KARPENISI	55	
KARPENISI	61	
KARPENISI	62	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
AINOS	8	17
AINOS	21	
AINOS	22	
AINOS	33	
AINOS	36	
AINOS	45	
AINOS	57	
AINOS	59	
AINOS	60	
AINOS	66	

Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
PATRA	7	18
PATRA	22	
PATRA	24	
PATRA	25	
PATRA	29	
PATRA	31	
PATRA	34	
PATRA	35	
PATRA	42	
PATRA	44	
PATRA	53	
PATRA	54	
PATRA	61	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
KORINTHOS	9	19
KORINTHOS	38	
KORINTHOS	43	
KORINTHOS	48	
KORINTHOS	51	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

KORINTHOS	56	
KORINTHOS	59	
KORINTHOS	63	
KORINTHOS	64	
KORINTHOS	65	
KORINTHOS	66	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
ΑΤΤΙΚΙ	5	20
ΑΤΤΙΚΙ	11	
ΑΤΤΙΚΙ	22	
ΑΤΤΙΚΙ	27	
ΑΤΤΙΚΙ	30	
ΑΤΤΙΚΙ	31	
ΑΤΤΙΚΙ	34	
ΑΤΤΙΚΙ	36	
ΑΤΤΙΚΙ	50	
ΑΤΤΙΚΙ	52	
ΑΤΤΙΚΙ	54	
ΑΤΤΙΚΙ	61	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
ΑΘΗΝΑ	7	21
ΑΘΗΝΑ	23	
ΑΘΗΝΑ	24	
ΑΘΗΝΑ	32	
ΑΘΗΝΑ	38	
ΑΘΗΝΑ	49	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
ΠΥΡΓΟΣ	5	22
ΠΥΡΓΟΣ	11	
ΠΥΡΓΟΣ	26	
ΠΥΡΓΟΣ	30	
ΠΥΡΓΟΣ	38	
ΠΥΡΓΟΣ	40	
ΠΥΡΓΟΣ	46	
ΠΥΡΓΟΣ	47	
ΠΥΡΓΟΣ	49	
ΠΥΡΓΟΣ	52	
ΠΥΡΓΟΣ	56	
ΠΥΡΓΟΣ	64	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
ΤΡΙΠΟΛΙ	10	23

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

TRIPOLI	21	
TRIPOLI	23	
TRIPOLI	24	
TRIPOLI	28	
TRIPOLI	41	
TRIPOLI	42	
TRIPOLI	45	
TRIPOLI	50	
TRIPOLI	60	
TRIPOLI	62	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
NAFPLIO	6	24
NAFPLIO	33	
NAFPLIO	35	
NAFPLIO	37	
NAFPLIO	39	
NAFPLIO	44	
NAFPLIO	46	
NAFPLIO	53	
NAFPLIO	55	
NAFPLIO	57	
NAFPLIO	58	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
KALAMATA	6	25
KALAMATA	37	
KALAMATA	29	
KALAMATA	31	
KALAMATA	32	
KALAMATA	44	
KALAMATA	48	
KALAMATA	53	
KALAMATA	55	
KALAMATA	58	
KALAMATA	63	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
SPARTI	11	26
SPARTI	22	
SPARTI	27	
SPARTI	30	
SPARTI	33	
SPARTI	36	
SPARTI	40	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

SPARTI	52	
SPARTI	57	
SPARTI	61	
SPARTI	64	
SPARTI	25	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
W.CRETE	7	27
W.CRETE	21	
W.CRETE	24	
W.CRETE	31	
W.CRETE	34	
W.CRETE	35	
W.CRETE	38	
W.CRETE	46	
W.CRETE	49	
W.CRETE	54	
W.CRETE	56	
W.CRETE	59	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
C.CRETE	10	28
C.CRETE	25	
C.CRETE	37	
C.CRETE	39	
C.CRETE	41	
C.CRETE	44	
C.CRETE	53	
C.CRETE	57	
C.CRETE	61	
C.CRETE	64	

Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
E.CRETE	6	29
E.CRETE	27	
E.CRETE	31	
E.CRETE	33	
E.CRETE	35	
E.CRETE	36	
E.CRETE	38	
E.CRETE	46	
E.CRETE	54	
Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

DODEKANISA	9	30
DODEKANISA	21	
DODEKANISA	24	
DODEKANISA	32	
DODEKANISA	39	
DODEKANISA	42	
DODEKANISA	50	
DODEKANISA	52	
DODEKANISA	56	
DODEKANISA	59	

Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
----------------	---------	--------------

KYKLADES	8	31
KYKLADES	26	
KYKLADES	29	
KYKLADES	32	
KYKLADES	43	
KYKLADES	47	
KYKLADES	51	
KYKLADES	60	
KYKLADES	62	
KYKLADES	59	

Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
----------------	---------	--------------

SAMOS	7	32
SAMOS	27	
SAMOS	31	
SAMOS	34	
SAMOS	35	
SAMOS	36	
SAMOS	38	
SAMOS	44	
SAMOS	65	
SAMOS	61	
SAMOS	67	

Allotment name	Channel	ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ
----------------	---------	--------------

LESVOS	9	33
LESVOS	21	
LESVOS	25	
LESVOS	33	
LESVOS	39	
LESVOS	42	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

LESVOS	46	
LESVOS	53	
LESVOS	56	
LESVOS	64	
<b>Allotment name</b>	<b>Channel</b>	<b>ΣΗΜΕΙΟ ΧΑΡΤΗ</b>
KASTELLORIZO	8	34
KASTELLORIZO	25	
KASTELLORIZO	27	
KASTELLORIZO	35	
KASTELLORIZO	41	
KASTELLORIZO	49	
KASTELLORIZO	51	
KASTELLORIZO	53	

## Αρτικόλεξο

<b>C</b>	
<b>CEPT</b>	<b>Center for Environmental Planning and Technology</b>
<b>C/N</b>	<b>Carrier to Noise</b>
<b>CBR</b>	<b>Constant Bit Rate</b>
<b>D</b>	
<b>DAB</b>	<b>Digital Audio Broadcasting</b>
<b>DAVIC</b>	<b>Digital Audio Visual Council</b>
<b>DEM</b>	<b>Digital Elevation Model</b>
<b>DVB</b>	<b>Digital Video Broadcasting</b>
<b>DVB-T</b>	<b>Terrestrial</b>
<b>DVB-S</b>	<b>Satellite</b>
<b>DVB-C</b>	<b>Cable</b>
<b>E</b>	

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

<b>ERO</b>	<b>European Radiocommunication Office</b>
<b>E.P.T</b>	<b>Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση</b>
<b>E.B.U</b>	<b>European Broadcasting Union</b>
<b>E.E</b>	<b>Ευρωπαϊκή Ένωση</b>
<b>ETSI</b>	<b>European Telecommunication Standardization Institute</b>
<b>F</b>	
<b>FEC</b>	<b>Forward Error Correction</b>
<b>G</b>	
<b>GI</b>	<b>Guard Interval</b>
<b>GSM</b>	<b>Global System for mobile Communications</b>
<b>H</b>	
<b>HDTV</b>	<b>High Definition TV</b>
<b>I</b>	
<b>ITU</b>	<b>International Telecommunications Union</b>
<b>ISO</b>	<b>International Organization for Standardization</b>
<b>IP</b>	<b>Internet Protocol</b>
<b>M</b>	
<b>MAC</b>	<b>Medium Access Control</b>
<b>MFN</b>	<b>Multi Frequency Networks</b>
<b>MPEG</b>	<b>Motion picture Experts Group</b>
<b>MPE</b>	<b>Multi Protocol Encapsulation</b>
<b>O</b>	
<b>OFDM</b>	<b>Orthogonal Frequency Division Multiplex</b>
<b>P</b>	
<b>PID</b>	<b>Packet Identifier</b>
<b>PSTN</b>	<b>public Switched Telephone Network</b>
<b>PES</b>	<b>Packetized Elementary Stream</b>
<b>Q</b>	
<b>QAM</b>	<b>Quadrature Amplitude Modulation</b>
<b>QPSK</b>	<b>Quadrature Phase Shift Keying</b>
<b>R</b>	
<b>RS</b>	<b>Reed-Solomon</b>
<b>RAM</b>	<b>Random Access Memory</b>



<b>S</b>	
<b>SNR</b>	<b>Signal to Noise Ratio</b>
<b>SFN</b>	<b>Single Frequency Networks</b>
<b>T</b>	
<b>ToA</b>	<b>Time of Arrival</b>
<b>TPS carriers</b>	
<b>TS</b>	<b>Time Slot</b>
<b>TCP/IP</b>	<b>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</b>
<b>U</b>	
<b>ULE</b>	<b>Ultra-Light Encapsulation</b>
<b>UMTS</b>	<b>Universal Mobile Telecommunications System</b>
<b>UHF</b>	<b>Ultra High Frequencies</b>
<b>V</b>	
<b>VHF</b>	<b>Very High Frequencies</b>
<b>W</b>	
<b>WLAN</b>	<b>Wireless Local Area Network</b>

## Βιβλιογραφία

1. Γαρδίκης Γ., "Παροχή υπηρεσιών TCP/IP σε συστήματα επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T)", Διδακτορική Διατριβή (Ε.Μ.Π).
2. Πάλλης Ε.Μ., "Σημειώσεις Θερινού Σχολείου για την Επίγεια Ψηφιακή Τηλεόραση" (Ε.ΚΕ.Φ.Ε Δημόκριτος).
3. Στεφανάτος Σ., "Μέθοδοι εκτίμησης καναλιού με χρήση πιλοτικών υπο-φερουσών σε συστήματα πολυπλεξίας με ορθογώνια διαίρεση συχνότητας." (Ε.Κ.Π.Α).
4. ATDI. [Ηλεκτρονικό] (white papers). <http://www.atdi.com>.
5. Πομπόρτσης Α., Τσουλφάς Α. "Προσομοίωση Δικτύων Υπολογιστών", Εκδόσεις Τζιόλα.
6. Ξύλουρης Γ., "Σημειώσεις Αμφίδρομης Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης".
7. Πάλλης Ε.Μ "Ημερίδα Ινστιτούτου Οπτικοακουστικών Μέσων (Ι.Ο.Μ.) Ψηφιακή Τηλεόραση : Το Αύριο είναι Σήμερα"
8. EN 300 429 V1.2.1 (1998-04), Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems
9. EN 301 192 V1.2.1 (1999-01), Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting
10. Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών,. [Ηλεκτρονικό] <http://www.yme.gr>.
11. ABE, "DVB-T Digital Terrestrial Broadcasting (Explanatory and Technical Handbook),.

Χρήση του ICS TELECOM για την προσομοίωση εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης.

12. **ATDI.** *"Broadcast\_dedicated\_functions", ICS Telecom.*
13. **Laven Philip, Director-Technical Department, E.B.U.** *"Digital Switchover & RRC-06".*
14. **Τοτόμη Α.,** *"Μελέτη,σχεδίαση,υλοποίηση και αξιολόγηση δικτύου παροχής αμφίδρομων διαδραστικών υπηρεσιών με τη χρήση πλατφόρμας επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης", Πτυχιακή Εργασία (Τ.Ε.Ι Κρήτης).*
15. **Μποτονάκη Φ.,** *"Μελέτη ανάπτυξης δικτύου κινητών επικοινωνιών τρίτης γενιάς σε αστική περιοχή", Πτυχιακή Εργασία (Τ.Ε.Ι Κρήτης).*
16. **Tanenbaum A.S,** *"Δίκτυα Υπολογιστών".*
17. **Reimers U.,** *"DVB, The Family of International Standards for Digital Broadcasting".*
18. **Wikipedia.** [Ηλεκτρονικό] [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_terrestrial\\_television.html](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_terrestrial_television.html).
19. **Δρ Πάντος Γ.,** *"Επεξεργασία και μετάδοση Ψηφιακών Σημάτων (Κωδικοποίηση Διαύλου-Block Coding Techniques)".*
20. **Κοιλανιώτη Μαριλένα,** *"Πρωτόκολλα μεταφοράς ψηφιακών δεδομένων σε επίγεια και δορυφορικά δίκτυα", Μεταπτυχιακό Μάθημα:Τεχνολογίες Διαδικτύου και Δικτύων Ευρείας Ζώνης" (Ε.Μ.Π).*
21. **Ing Jochen Schiller, Prof. Dr.** *"Mobile Communications", Chapter 6:Broadcast Systems (Freie Univesitat Berlin).*
22. **Garry Walton (Dera), Kevin Hodson (Delta Communication Ltd).** *"Digital Video Broadcastin (DVB)".*
23. **Dennis McCaughey, Ph.D.** *"Concepts of Multimedia Processing and Tranmission", IT 481, Lecture#11, George Mason University.*
24. **Pham Nhu Hai, ITU Radiocommunication Bureau.** *"Planning for DVB-T and T-DAB services,Practical Considerations, Regional Information Meeting and Workshop related to the RRC-06 for the Administrations of the Arab countries.*
25. **Carrasco, J.M. Zabalegui & R.** *"Combined Equalisation and decoding for OFDM over wireless fading channels", Thesis Presentation, Mondragon Unibertisatea.*
26. **Narayanan, Jing Jiang & Krishna R.** *"Soft Decision Decoding Algorithms of Reed-Solomon Codes", Department of Electrical Engineering, Texas A&M University.*
27. **Pickford, Neil.** *"Television Broadcasting into the Digital Era", Lecture 5 DTTB Transmission Error Correction, University of Canberra.*
28. **Project, ATHENA.** [Ηλεκτρονικό] <http://www.ist-athena.org/Deliverables/Athena%20Deliverable%0D1.1.pdf>.
29. **Στρατάκης Δημήτρης,** Σημειώσεις Εργαστηρίου *"Κινητές και Προσωπικές Τηλεπικοινωνίες", Τ.Ε.Ι Κρήτης*
30. **EN 300 744** Final draft V1.5.1 (2004-06), Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television
31. **TR 101 190** V1.1.1 (1997-12), Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects
32. **TR 101 290** V1.2.1 (2001-05), Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems
33. **EN 300 421** V1.1.2 (1997-08), Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services