

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σχεδιασμός Δικτύου
Δίκτυα SFN-MFN

Δημοσθένης Βουγιούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Αιγαίου

dnougiou@aegean.gr

ΕΚΠΑ

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Σχεδιασμός Δικτύου

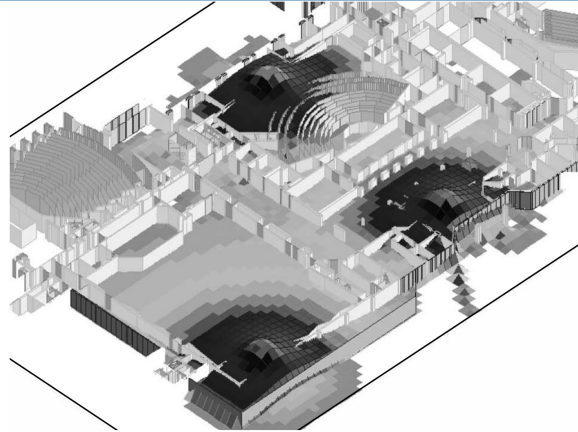
2

- Τα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε ένα φθινό αλλά επιρρεπές σε σφάλματα μέσο (αέρα) με περιορισμένο εύρος ζώνης
- Χρειαζόμαστε τα ασύρματα δίκτυα να είναι:
 - Λειτουργικά
 - Προσιτά
 - Επεκτάσιμα
 - Ευέλικτα
 - Εύχρηστα
 - Ασφαλή
 - Ανθεκτικά και αξιόπιστα
 - Αντιμετωπίζουν τις αυξανόμενες απαιτήσεις του χρήστη (π.χ. εύρος ζώνης)
 - Χαμηλό κόστος ιδιοκτησίας συμβατό με αυτούς τους στόχους
- Ο Σχεδιασμός Δικτύου είναι πολύ σημαντικό στοιχείο!

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Ραδιοκάλυψη

3



Μια προβλεπόμενη ραδιοκάλυψη για τρία σημεία πρόσβασης σε μια σύγχρονη μεγάλη αίθουσα διαλέξεων

(Courtesy of Wireless Valley Communications, Inc., ©2000, all rights reserved.)

Σχεδιασμός Δικτύου

4

- Καθορισμός της αρχιτεκτονικής του δικτύου
 - ▣ Ορισμός της ραδιοπρόσβασης
 - ▣ Ορισμός του δικτύου κορμού
 - ▣ Παροχή λεπτομερούς σχεδιασμού πρωτοκόλλων
- Μοντελοποίηση κίνησης
 - ▣ Απόφαση σχετικά με τις εφαρμογές φωνής και δεδομένων
- Μοντελοποίηση κινητικότητας
 - ▣ Αποτίμηση και σχεδιασμός της κινητικότητας
- Πλήρη σχέδια περιοχής
- Παροχή ανάλυσης απόδοσης και σημείων συμφόρησης (bottleneck)
- Καθορισμός σχεδίων ασφαλείας και εφεδρείας

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σχεδιασμός Δικτύου: Παράγοντες

5

- Υπηρεσίες και Κίνηση
 - ▣ Πόσο και πού;
 - ▣ Επίδραση στην ποιότητα του δικτύου, αποδοτικότητα και κόστος
- Ποια είναι η καλύτερη στρατηγική σχεδιασμού (με δεδομένη μια αβέβαιη πρόβλεψη της ζήτησης);
 - ▣ Κάλυψη vs. χωρητικότητας (cell breathing - UMTS)
 - ▣ Δυνατότητα χρήσης υπαρχόντων σημείων (π.χ. GSM)
- Αντιμετώπιση των περιορισμών του προϋπολογισμού και των ταμειακών ροών

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σχεδιασμός Ραδιοδικτύου

6

- Ο σχεδιασμός ραδιοδικτύου περιλαμβάνει:
 - ▣ Διαστασιολόγηση
 - ▣ Αναλυτική κάλυψη και σχεδιασμός χωρητικότητας
 - ▣ Βελτιστοποίηση δικτύου
- Η διαστασιολόγηση εκτιμά:
 - ▣ Μία προσέγγιση του αριθμού των σταθμών βάσεων
 - ▣ Τους σταθμούς βάσης και τις διαμορφώσεις τους
 - ▣ Άλλα στοιχεία του δικτύου
 - με βάση τις απαιτήσεις του παρόχου και τη ραδιοδιάδοση στην περιοχή
- Η διαστασιολόγηση πρέπει να πληρεί συγκεκριμένες απαιτήσεις για:
 - ▣ Κάλυψη
 - ▣ Χωρητικότητα
 - ▣ Ποιότητα υπηρεσιών (QoS)

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σχεδιασμός Ραδιοδικτύου

7

- Σχεδιασμός κάλυψης και χωρητικότητας
 - ▣ Προσδιορισμός των περιοχών κάλυψης, τις πληροφορίες τύπου περιοχής και τις συνθήκες διάδοσης
 - ▣ Προσδιορισμός των διαθέσιμες πληροφοριών σχετικά με το φάσμα και την πυκνότητα της κίνησης Determine the coverage regions, area type information and propagation conditions
 - ▣ Determine the available spectrum and traffic density information
- Σημείωση: Στα δίκτυα W-CDMA (π.χ. UMTS), η χωρητικότητα και η κάλυψη είναι στενά συνδεδεμένες
 - ▣ και οι δύο πρέπει να εξετάζονται ταυτόχρονα στη διαδικασία σχεδιασμού
- Βελτιστοποίηση δικτύου
 - ▣ Παροχή βέλτιστης πιθανότητα κάλυψης, πιθανότητα αποκλεισμού και ρυθμαπόδοση τελικού χρήστη

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Σχεδιασμός Ραδιοδικτύου

8

- Αποτελέσματα κατά τη διάρκεια σχεδιασμού ραδιοδικτύου:
 - ▣ Προσεγγιστικός αριθμός σταθμών βάσης και τοποθεσιών
 - ▣ Διαμόρφωση σταθμού βάσης
 - ▣ Επιλογή τοποθεσίας
 - ▣ Παράμετροι συγκεκριμένων κυψελών για RRM και ρύθμιση παραμέτρων RRM σε βέλτιστες τιμές
 - ▣ Ανάλυση σε θέματα χωρητικότητας, κάλυψης και QoS

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Αξιολόγηση της απόδοσης

9

- Πραγματοποιείται πριν από την εγκατάσταση ενός συστήματος
- Αξιολογεί τις δυνατότητες ενός συστήματος
- Αξιολογεί τους νέους μηχανισμούς που θα χρησιμοποιήσει το σύστημα
- **Σημείωση:** Σύστημα = μια συλλογή από συναφείς οντότητες που αλληλεπιδρούν μαζί για να πετύχουν έναν στόχο
 - ▣ Π.χ. για την παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που πληρούν συγκεκριμένες απαιτήσεις QoS

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Αξιολόγηση της απόδοσης

10

- Υπάρχουν δύο τρόποι για την επίτευξη αξιολόγησης απόδοσης οποιουδήποτε συστήματος
 - ▣ Δοκιμή με το πραγματικό σύστημα
 - ▣ Δοκιμή με ένα μοντέλο του συστήματος
- Δοκιμή με το πραγματικό σύστημα
 - ▣ Ρύθμιση του συστήματος και εκτέλεσή του
 - ▣ Συλλογή μετρήσεων που θα βοηθήσουν στην αξιολόγηση του συστήματος
 - ▣ Ακριβή αποτελέσματα, αλλά δαπανηρά
 - ▣ Συχνά το σύστημα δεν είναι διαθέσιμο

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Αξιολόγηση της απόδοσης

11

- Δοκιμή με ένα μοντέλο του συστήματος
 - ▣ Το μοντέλο μπορεί να είναι φυσικό ή αφηρημένο
 - αφηρημένο = αναπαράσταση του συστήματος που περιέχει δομικές, λογικές ή μαθηματικές σχέσεις
 - ▣ Το φυσικό μοντέλο αξιολογείται παρόμοια με ένα πραγματικό σύστημα
 - ▣ Το αφηρημένο μοντέλο μπορεί να αξιολογηθεί με δύο τρόπους:
 - Ανάλυση (μαθηματική ανάλυση)
 - Προσομοίωση
 - ▣ Μαθηματική ανάλυση
 - Δαπανηρή
 - Απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις
 - Συχνά πρέπει να γίνουν αρκετές προσεγγίσεις (για σύνθετα συστήματα) και είναι δύσκολο να γενικευθούν τα αποτελέσματα
 - ▣ Η προσομοίωση γίνεται όλο και πιο δημοφιλής

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Αξιολόγηση της απόδοσης

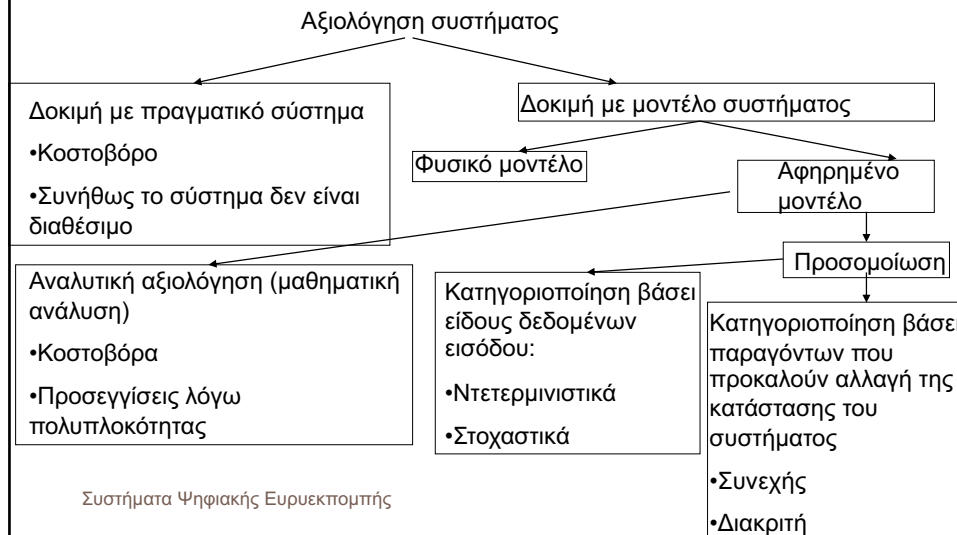
12

- Προσομοίωση
 - ▣ Τα μοντέλα προσομοίωσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων εισόδου που δέχονται
 - Ντετερμινιστικά
 - Στοχαστικά
 - ▣ Τα μοντέλα προσομοίωσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τους παράγοντες που προκαλούν την αλλαγή της κατάστασης του συστήματος
 - Συνεχής (βάσει χρόνου)
 - Διακριτή βάσει γεγονότων (εξακολουθεί να απαιτεί έναν μηχανισμό χρονικής διατήρησης για να προχωρήσει από το ένα γεγονός στο άλλο)

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Αξιολόγηση της απόδοσης

13



Συμπεράσματα

14

- Έλεγχος των υπάρχουσών εφαρμογών και την υποδομή τους
 - ▣ Ενσωμάτωση, όπως απαιτείται, σημείων ασύρματης πρόσβασης, δρομολογητές, πύλες, συσκευές ασφαλείας και ενδιάμεσα λογισμικά
- Καθορισμός των απαιτήσεων συνδεσιμότητας για το δίκτυο και τις κινητές συσκευές
 - ▣ Απρόσκοπτη ενσωμάτωση τρέχουσας και μελλοντική υποδομής IT
- Αξιολόγηση των μετρήσεων απόδοσης, επέκτασης και διαθεσιμότητας
 - ▣ Χρησιμοποίηση εργαλείων προσομοίωσης και μοντελοποίησης για τη διασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών
- Αξιολόγηση της χωρητικότητας του διακομιστή και της κάλυψης του δικτύου
- Εξακρίβωση των απαιτήσεων ασφάλειας και διαχείρισης
 - ▣ Παροχή της μέγιστης ασφάλειας για ολόκληρη την υποδομή δικτύου

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκτομπής

Πολυπλεξία

15

- Η τεχνική της πολυπλεξίας (multiplexing) μπορεί να ορισθεί ως η διαδικασία μεταφοράς περισσότερων από ένα σημάτων χρησιμοποιώντας την ίδια γραμμή επικοινωνίας.
- Αυτή η από κοινού χρήση των εγκατεστημένων γραμμών μεταφοράς, μειώνει δραστικά το κόστος εγκατάστασης του δικτύου, και επιτρέπει την καλύτερη εκμετάλλευση της χωρητικότητας του καναλιού.

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Πολυπλέκτης

16

- Ο πολυπλέκτης (multiplexer) είναι μια συσκευή που συνθέτει δύο ή περισσότερες γραμμές επικοινωνίας σε μια μόνο γραμμή επικοινωνίας εξόδου, προκειμένου να μεταδοθούν όλα ταυτόχρονα και χωρίς αλληλεπιδράσεις από αυτή.
- Υπάρχουν τρεις κατηγορίες πολυπλεκτών:
 - ▣ Με διαίρεση συχνότητας FDM (Frequency Division Multiplexers)
 - ▣ Με διαίρεση χρόνου TDM (Time Division Multiplexers)
 - ▣ Στατιστικοί πολυπλέκτες STDM (Statistical Time Division Multiplexers), που αποτελούν βελτιωμένη μορφή των TDM πολυπλεκτών

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Διαφορές FDM/TDM

- Η βασική διαφορά που υφίσταται ανάμεσα στην πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας και στην πολυπλεξία με διαίρεση χρόνου, είναι ο **διαφορετικός τρόπος** κατανομής του καναλιού στους σταθμούς του δικτύου.
- Στην πολυπλεξία επιμερισμού συχνότητας τα σήματα διαχωρίζονται στην περιοχή συχνοτήτων και εκπέμπονται ταυτόχρονα, ενώ στην πολυπλεξία επιμερισμού χρόνου, τα σήματα διαχωρίζονται χρονικά αλλά εκπέμπονται στην ίδια περιοχή συχνοτήτων, και χρησιμοποιώντας ολόκληρο το εύρος ζώνης του μέσου μετάδοσης.

Πλεονεκτήματα TDM σε σχέση με την FDM

- Το πρώτο σημείο, είναι η **καθαρά ψηφιακή φύση του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται** – και που σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει ένα **πολυπλέκτη** και ένα **συλλέκτη (buffer)** – η οποία οδηγεί σε αξιόπιστη κατασκευαστική απλότητα και σε αποδοτική λειτουργία (αυτό δεν ισχύει για τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στην πολυπλεξία επιμερισμού συχνότητας, και ο οποίος είναι καθαρά αναλογικός –διαμορφωτές αποδιαμορφωτές, γεννήτριες κ.λπ).
- Το δεύτερο σημείο αφορά την απουσία ανεπιθύμητων φαινομένων που εμφανίζονται στην πολυπλεξία επιμερισμού συχνότητας, όπως είναι η διασταύρωση σημάτων (συνακρόαση / cross-talk) και ο θόρυβος ενδοδιαμόρφωσης. Αυτά τα φαινόμενα οφείλονται στην ταυτόχρονη μετάδοση πολλών σημάτων σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων, κάτι που δε συμβαίνει στην πολυπλεξία επιμερισμού χρόνου, όπου σε κάθε χρονική στιγμή, μόνο ένα σήμα διαρρέει το κανάλι.

Επιπλέον χαρακτηριστικά

- Το κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα και των 2 τεχνικών είναι το γεγονός ότι, αν ένα τερματικό είναι τηλεπικοινωνιακά αδρανές, τότε η αντίστοιχη χωρητικότητα του καναλιού παραμένει αναξιοποίητη σε βάρος της οικονομίας του δικτύου.
- Τέλος, μειονέκτημα της πολυπλεξίας με διαίρεση χρόνου είναι ότι η ακρίβεια της μορφής του σήματος, η χρονική αστάθεια του και ο συγχρονισμός του καταλήγουν να γίνονται μεγάλα προβλήματα όταν έχουμε υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης σημάτων.

Στατιστική πολυπλεξία

- Η **στατιστική πολυπλεξία** αποτελεί μια βελτίωση της **πολυπλεξίας με διαίρεση χρόνου**, και έχει ως στόχο να μειώσει τα προβλήματα που παρουσιάζονται σε αυτή.
- Το πιο βασικό από αυτά τα προβλήματα είναι η αναποτελεσματική χρήση της χωρητικότητας της γραμμής εξόδου, σε περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχουν τερματικά που δεν στέλνουν δεδομένα στο κανάλι.

Στατιστική πολυπλεξία

- Επειδή η πολυπλεξία με διαίρεση χρόνου χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στη **σύγχρονη μετάδοση**, είναι προφανές πως εάν κάποιο τερματικό δεν έχει να στείλει δεδομένα, θα λάβει χώρα αποστολή εικονικών χαρακτήρων (dummy characters), προκειμένου να διατηρηθεί ο συγχρονισμός ανάμεσα στον πομπό και στο δέκτη.
- Αυτό όμως σημαίνει κακή διαχείριση της χωρητικότητας του καναλιού επικοινωνίας.

Στατιστική πολυπλεξία

- Σε αντίθεση με τη συνήθη πολυπλεξία με διαίρεση χρόνου όπου η χωρητικότητα της γραμμής εξόδου του πολυπλέκτη ισούται με το άθροισμα της χωρητικότητας των γραμμών εισόδου που συνδέονται σε αυτόν, στη στατιστική πολυπλεξία (statistical multiplexing), χρησιμοποιείται μια γραμμή εξόδου, με μικρότερη χωρητικότητα.
- Αυτή η μέθοδος ονομάζεται **συγκέντρωση (concentration)**, ενώ οι πολυπλέκτες οι οποίοι λειτουργούν με τον τρόπο αυτό, ονομάζονται στατιστικοί πολυπλέκτες ή συγκεντρωτές (concentrators).

Στατιστική πολυπλεξία

- Αυτοί οι πολυπλέκτες λειτουργούν με το μέσο όρο των ροών κίνησης δεδομένων των γραμμών εισόδου που συνδέονται σε αυτούς, και χρησιμοποιούνται κυρίως στην ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων όπου τα μηνύματα έρχονται από τα τερματικά με τυχαίο ρυθμό, και αποθηκεύονται προσωρινά μέχρι τελικά να σταλούν όλα μαζί, μέσα από τη μια και μοναδική γραμμή εξόδου.
- Επειδή το μήκος του κάθε μηνύματος γενικά μπορεί να είναι οποιοδήποτε, λαμβάνει χώρα προσθήκη επί του μηνύματος ενός προθέματος (prefix), που περιέχει τη διεύθυνση του αποστολέα και του παραλήπτη, καθώς επίσης και οτιδήποτε σχετικό με την προτεραιότητα διακίνησης του μηνύματος από σημείο σε σημείο.

Διαφορές στατιστικής πολυπλεξίας και TDM

- Η βασική διαφορά που υφίσταται ανάμεσα στην πολυπλεξία TDM και στη στατιστική πολυπλεξία, είναι η τιμή της χωρητικότητας της μιας και μοναδικής γραμμής εξόδου του πολυπλέκτη, η οποία, στην περίπτωση της συνήθους πολυπλεξίας TDM, ισούται με το άθροισμα των χωρητικότητων των γραμμών εισόδου που συνδέονται στον πολυπλέκτη, ενώ στη στατιστική πολυπλεξία η χωρητικότητα αυτή έχει μικρότερη τιμή.
- Πιο συγκεκριμένα, ο πολυπλέκτης λειτουργεί με τον μέσο όρο των χωρητικότητων των γραμμών εισόδου, κάτι που σημαίνει πως για να λειτουργήσει σωστά αυτό το σχήμα, θα πρέπει ο μέσος φόρτος της γραμμής κάθε τερματικής διατάξης, να είναι σχετικά μικρός, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη μεταφορά δεδομένων από όλες τις τερματικές διατάξεις.
- Η στατιστική πολυπλεξία εφαρμόζεται πολύ πιο αποτελεσματικά στην ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων, όπου ο ρυθμός αποστολής δεδομένων από τις τερματικές διατάξεις προς τον πολυπλέκτη είναι τυχαίος και ακανόνιστος.

Διαφορές στατιστικής πολυπλεξίας και TDM

- Αυτό σημαίνει πως αν και στην πραγματικότητα ο ρυθμός αποστολής δεδομένων από τις τερματικές διατάξεις είναι ίσος με το μέσο όρο των ρυθμών μεταφοράς όλων των σταθμών, στην πράξη, εάν κάποιος άλλος σταθμός δεν στέλνουν δεδομένα, η τερματική διάταξη μπορεί να ζητήσει και να πάρει μεγαλύτερο ποσοστό χωρητικότητας του καναλιού.
- Με τον ίδιο τρόπο όμως ενδέχεται να λάβει χώρα μείωση της διαθέσιμης χωρητικότητας προς τον κάθε σταθμό, κάτι που γίνεται σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η κίνηση στο δίκτυο είναι αυξημένη.
- Αυτό βεβαίως δεν ισχύει στη συνήθη πολυπλεξία TDM, όπου ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από τον τερματικό σταθμό προς τον πολυπλέκτη, είναι σταθερός και προκαθορισμένος.

Ψηφιακή Τηλεόραση – Τι ισχύει στην Ελλάδα

26

- Χάρτης Συχνοτήτων
 - ΚΥΑ 42800/2012, Παράρτημα Δ, ΦΕΚ Β' 2704/2012
 - 156 σημεία εκπομπής
 - RPC1: 64QAM – FEC 3/4 – GI 1/8, Απαιτούμενο κατώφλι 54 dBμV/m
 - Λήψη με κεραία στην ταράτσα των κτιρίων
 - RPC2: 64QAM – FEC 3/4 – GI 1/8, Απαιτούμενο κατώφλι 80 dBμV/m
 - Λήψη με κεραία στο εξωτερικό κτιρίων, κινητή λήψη ή λήψη μειωμένης ποιότητας με κεραία στο εσωτερικό των κτιρίων
- Ψηφιακό Μέρισμα I και II
- Χωρητικότητα Πολυπλέκτη
 - 16,59 – 24,88 Mbps
 - Εξαρτάται από τον ρυθμό μετάδοσης της ψηφιακής πληροφορίας για κάθε κανάλι
- Μηχανισμός συμπίεσης κινούμενης εικόνας και ήχου
 - MPEG-4/H.264 AVC
 - Ο ρυθμός μετάδοσης της ψηφιακής πληροφορίας προς πολυπλεξία εξαρτάται από τη σχετική ρύθμιση του εξοπλισμού συμπίεσης

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Ψηφιακή Τηλεόραση – Τι ισχύει στην Ελλάδα

27

- ITU – Συνθήκη Γενεύης '06
- Καταμερισμός της επικράτειας σε 34 Allotments

357
Plan
Entries



Όλα
RPC2

RPC1

Ψηφιακή Τηλεόραση – Τι ισχύει στην Ελλάδα

28

- Πλήθος διαύλων (πολυπλεκτών) εθνικής κάλυψης
 - 4 σε κάθε περιοχή απονομής (allotment)
- Πλήθος διαύλων (πολυπλεκτών) περιφερειακής κάλυψης
 - 1 ή 2 και 3 μόνο στην Αττική
- Υποχρέωση του Παρόχου Δικτύου η διανομή σήματος από το κέντρο πολυπλεξίας μέχρι τα Κέντρα Εκπομπής
 - Δορυφορικό κύκλωμα, μισθωμένες γραμμές, ασύρματες ζεύξεις (ETSI TS 101 154)

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Ψηφιακή Τηλεόραση – Τι ισχύει στην Ελλάδα

29

- DIGEA
 - 4 πολυπλέκτες εθνικής εμβέλειας
 - 4 κανάλια HD από έναν πολυπλέκτη
 - 4 κανάλια SD από άλλον πολυπλέκτη
- EPT
 - Χρήση ενός πολυπλέκτη DIGEA εθνικής εμβέλειας για 5 τηλεοπτικά προγράμματα (EPT1, EPT2, EPT3, EPTHD, Κανάλι της Βουλής) σε 87 από τα 156 σημεία εκπομπής του χάρτη συχνότητων
 - Στα υπόλοιπα 69 σημεία εκπομπής η EPT χρησιμοποιεί δικό της πολυπλέκτη και δικούς της πομπούς
 - Ο δεύτερος πολυπλέκτης περιλαμβάνει τηλεοπτικά προγράμματα άλλων χωρών (PIK Sat, BBC World, TV5, DW) και εκπέμπεται από 14 σημεία εκπομπής στα μεγάλα αστικά κέντρα

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας

30

- Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας (EBU – 2016)
 - 7 Mbps: HD 720p/50 κωδικοποιητές σταθερού ρυθμού
 - 5,8 Mbps: HD 1080i/25 κωδικοποιητές σταθερού ρυθμού
 - 4,8 Mbps: HD 1080i/50 κωδικοποιητές μεταβλητού ρυθμού και στατιστική πολυπλεξία
- Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας (FCC)
 - 4 Mbps: HD
 - 1,5 Mbps: SD
- Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας (Netflix)
 - 5 Mbps: HD
 - 3 Mbps: SD
- Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας (CosmoteTV)
 - 7 Mbps: HD
 - 4 Mbps: SD

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Υλοποίηση Δικτύων DTB

31

- Η υλοποίηση δικτύων επίγειων ψηφιακών εκπομπών (Digital Terrestrial Broadcasting) μπορεί να γίνει με:
 - Δίκτυα MFN
 - Δίκτυα SFN
 - Συνδυασμό MFN – SFN
 - Δίκτυα MFN με χρήση SFN gap-fillers
 - Μικρά –dense- SFN Δίκτυα
- Η τελική επιλογή είναι συνάρτηση των διαθέσιμων συχνοτήτων, της επιθυμητής κάλυψης, του αριθμού των multiplexers καθώς και των επιμέρους εθνικών στρατηγικών.

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεεκπομπής

Υλοποίηση Δικτύων DTB

32

- DVB-T ή DVB-T2;
- Πόσα MUX ανά allotment (SFN);
- Ποιο ρυθμό μετάδοσης επιθυμεί η χώρα να αποδώσει; (System Variant)
- Υπολογισμός των παραμέτρων σχεδιασμού του χάρτη (τιμές κατωφλίου)
- Ποσοστό πληθυσμιακής κάλυψης;
- Πόσα SFN/allotment?
- Αναγνώριση θέσεων Κ.Ε. και παραμέτρων εκπομπής

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεεκπομπής

Υλοποίηση Δικτύων DTB

33

- Υπολογισμοί ραδιοκάλυψης
- Επίτευξη συγχρονισμού των Κ.Ε. ενός SFN
- Υπολογισμοί ποσοστών πληθυσμιακής κάλυψης και αύξηση των Κ.Ε. αν απαιτείται
- Απόδοση διαύλων στα SFN
- Υπολογισμοί ομοδιαυλικών παρεμβολών μεταξύ γεωγραφικά απομακρυσμένων SFN (Inter-Allotment Interference)
- Τροποποίηση αν απαιτείται εφαρμόζοντας επαναληπτική διαδικασία σχεδιασμού

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

MFN – SFN Δίκτυα

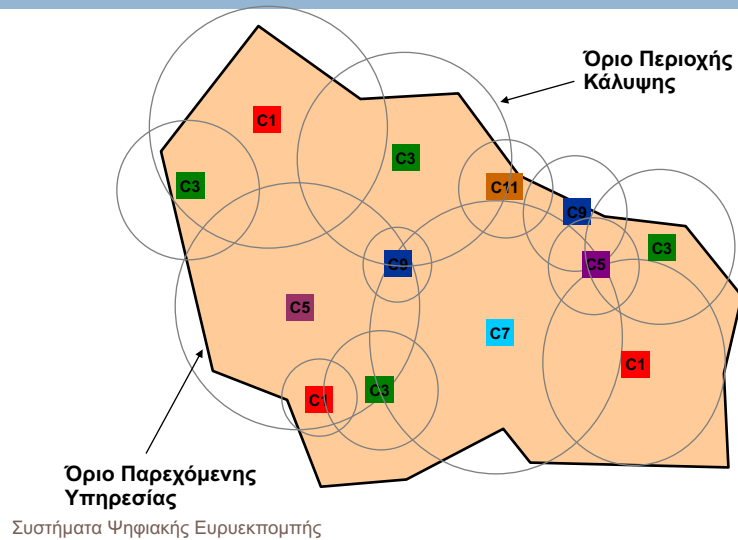
34

- Δύο βασικές μορφές υλοποίησης δικτύων Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης (Digital Terrestrial Television DTT)
 - ▣ **Multi Frequency Networks – MFN**: επιτρέπουν την εκπομπή ίδιων ή διαφορετικών προγραμμάτων ανά εκπομπό και σε διαφορετικές συχνότητες.
 - ▣ **Single Frequency Networks – SFN**: επιτρέπουν κατανεμημένη εκπομπή του ίδιου προγράμματος από πολλούς πομπούς που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα.

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Multi Frequency Networks - MFN

35



Multi Frequency Networks - MFN

36

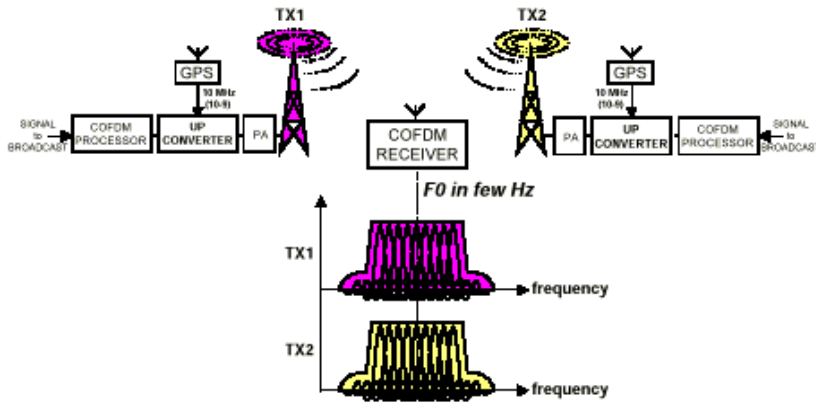
- Κάθε πομπός χρησιμοποιεί διαφορετική συχνότητα, ενεργεί 'ανεξάρτητα' και έχει την δικιά του περιοχή κάλυψης
- Η επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων είναι δυνατή για συγκεκριμένη απόσταση κατά περίπτωση
- Ίδια φιλοσοφία δικτύου με την υπάρχουσα κατάσταση (αναλογική τηλεόραση)
- Ένα μεγάλο μέρος του υπάρχοντος δικτύου μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί – ιδίως για σταθερή λήψη
- Διατήρηση μεγάλου μέρους του υπάρχοντος δικτύου αναλογικών εκπομπών για μεγάλο διάστημα

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Μονοσυχνοτικό Δίκτυο (SFN)

37

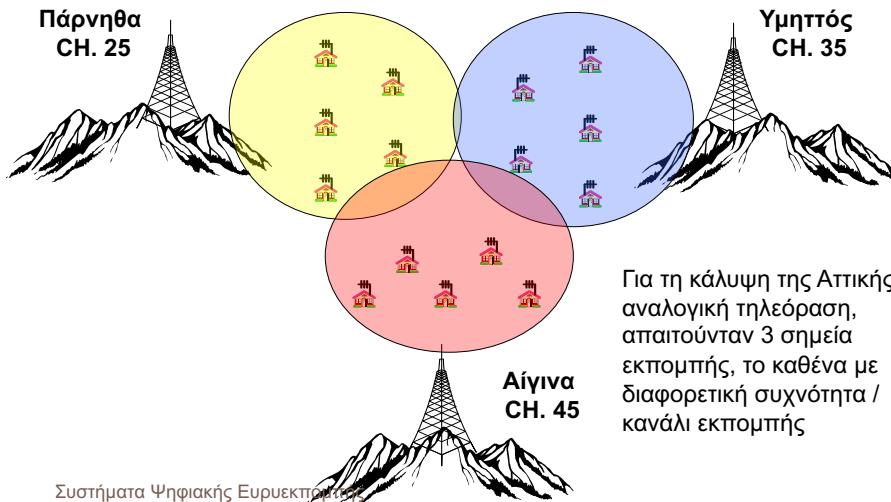
Single Frequency Network



Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

SFN για τοπική κάλυψη – παράδειγμα Αττικής

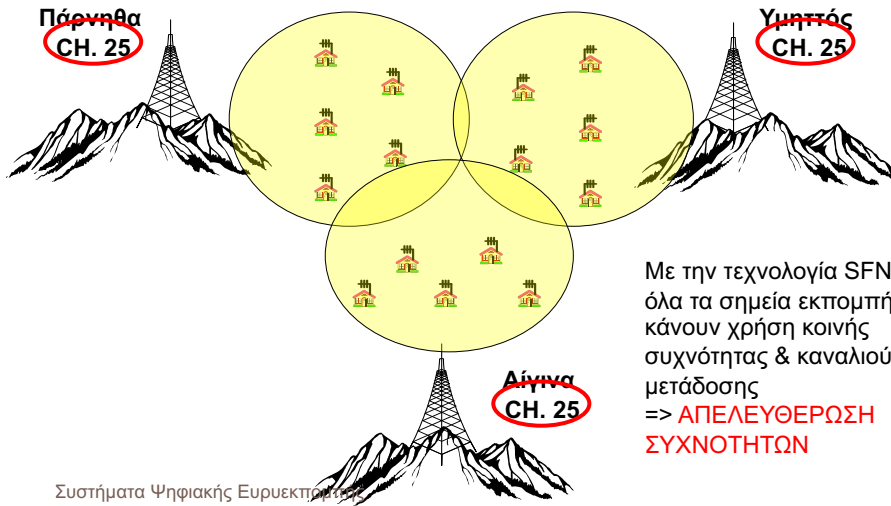
38



Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

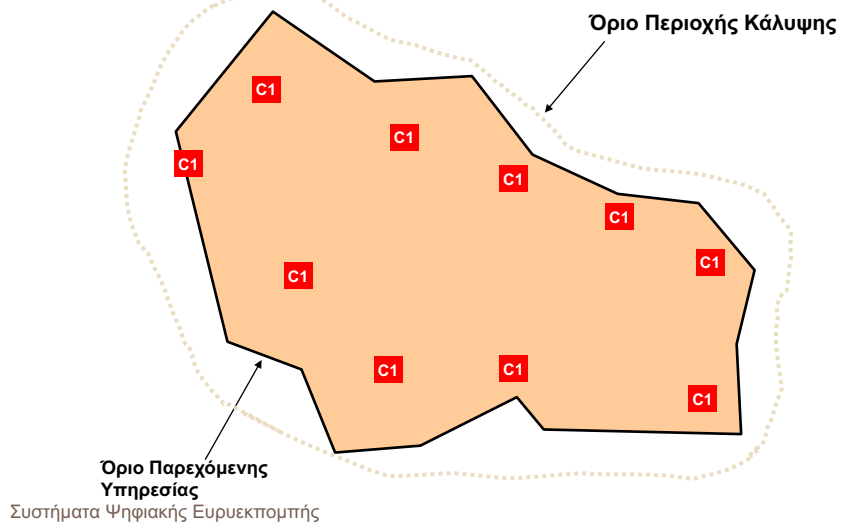
SFN για τοπική κάλυψη – παράδειγμα Αττικής

39



Single Frequency Networks – SFN

40



Single Frequency Networks – SFN

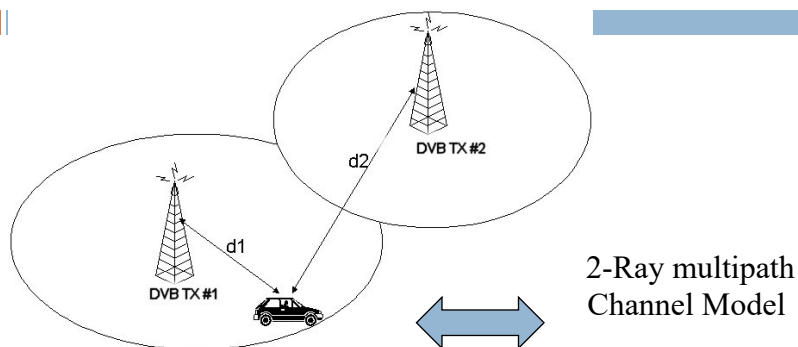
41

- Όλοι οι πομποί στο δίκτυο χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα.
- Όλοι οι πομποί συνεισφέρουν σε μία επιθυμητή περιοχή κάλυψης, δεν λειτουργούν 'αυτόνομα' και πρέπει να μεταφέρουν το ίδιο περιεχόμενο.
- Στην περιοχή κάλυψης πρέπει να είναι διαθέσιμη – ελεύθερη η ίδια συχνότητα.
- Η υπάρχουσα υποδομή δικτύου αναλογικών εκπομπών μπορεί να χρησιμοποιηθεί αλλά με την προσθήκη και νέων σταθμών.
- Η σωστή σχεδίαση SFN δικτύων δίνει πιο ομοιογενή κατανομή πεδίου για κινητή λήψη (portable & mobile)

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Single Frequency Networks – SFN

42



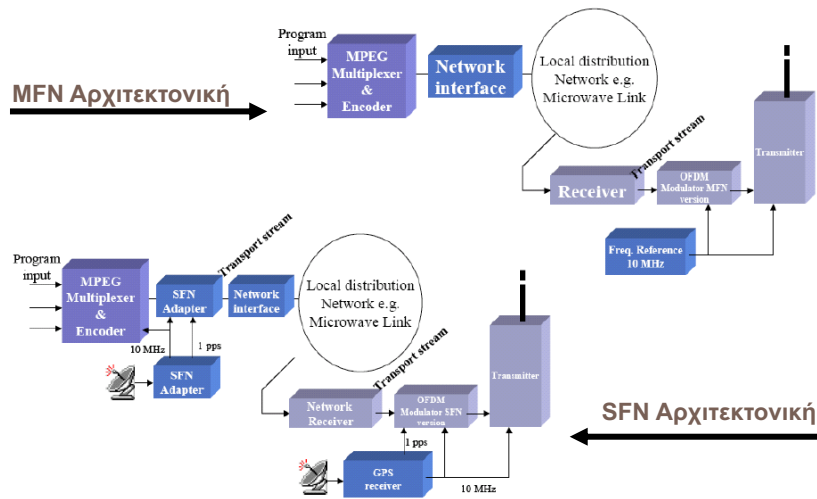
$$\Delta\tau = \frac{d_2 - d_1}{c}$$

- Εμφανίζεται ως δίαυλος με πολύ μεγάλη χρονική διασπορά
- Ισχυρή παρεμβολή (Self-Interference)

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Υποδομή Δικτύου MFN – SFN

43



Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής
Πηγή: SCOPUS NETWORK TECHNOLOGIES – A new approach to DVB terrestrial systems

Μεικτά δίκτυα MFN – SFN

44

- Μέσα σε ένα δίκτυο κεντρικών σταθμών τύπου MFN, δευτερεύοντες σταθμοί μικρότερης ισχύος συμπληρώνουν την κάλυψη λειτουργώντας στην ίδια συχνότητα με τον κεντρικό σταθμό που ανήκουν.
- Είναι η επικρατέστερη τελικά επιλογή σε όλη την Ευρώπη σήμερα.
- Υλοποιούνται ποικιλοτρόπως και ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε χώρας.
- Επικρατέστερο σενάριο υλοποίησης: δομή δικτύου MFN για εθνική κάλυψη και μικρότερες δομές SFN για τοπική κάλυψη.

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σύγκριση MFN – SFN

45

- Στοιχεία διαφοροποίησης των δικτύων MFN-SFN
- Δίκτυα SFN:
 - αποτελεσματικότερη διαχείριση συχνοτήτων – εξοικονόμηση φάσματος.
 - δυνατότητες διαμόρφωσης OFDM, στο δέκτη συνεισφέρουν επικοδομητικά περισσότερα του ενός σήματα – «Κέρδος Δικτύου».
 - ομοιόμορφη κατανομή σήματος στην περιοχή κάλυψης για τον ίδιο αριθμό πομπών και χαμηλότερη συνολική ισχύ από ότι στα MFN.
 - απαιτούν συγχρονισμό των πομπών προβλήματα ενδοπαρεμβολής.

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Σύγκριση MFN – SFN

46

- Στοιχεία διαφοροποίησης των δικτύων MFN-SFN
- Δίκτυα MFN:
 - αυξημένη ισχύ σε σχέση με αναλογικά και SFN
 - χρησιμοποίηση πολλών συχνοτήτων και κάλυψη μεγάλων περιοχών
 - παρόμοια κάλυψη με τα υπάρχοντα αναλογικά δίκτυα – δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης υπάρχουσας υποδομής.
 - ευνοούν τον τοπικό προγραμματισμό
 - δεν χρειάζονται συγχρονισμό των πομπών

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκπομπής

Εμπειρία στον σχεδιασμό δικτύων

47

- Τα δίκτυα που λειτουργούν σήμερα στην Ευρώπη αφορούν υλοποιήσεις κυρίως MFN με αμέσως συνηθέστερη επιλογή τα μεικτά δίκτυα
 - MFN σε συνδυασμό με μικρά SFN με τα εξής χαρακτηριστικά:
 - Αριθμός Multiplexers : 6
 - Σύστημα : OFDM 8k
 - Φάσμα συχνοτήτων : UHF
 - Guard Interval : 1/8
 - Διαμόρφωση : 64-QAM, με επόμενη την 16-QAM
 - ERP : 10 – 20 dB χαμηλότερη από τις αναλογικές

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σχεδιασμός Δικτύων

48

Σχεδιασμός δικτύων σε τρία επίπεδα:

- Πρώτο Επίπεδο Σχεδιασμού
 - Το είδος υπηρεσίας: DVB-T, T-DAB
 - Το είδος λήψης: σταθερή, φορητή, κινητή
 - Το ποσοστό κάλυψης: ολική, αστική, τοπική
 - Τα υφιστάμενα ή μελλοντικά δίκτυα που θα προστατευθούν
- Δεύτερο Επίπεδο Σχεδιασμού
 - Χαρακτηριστικά του DVB-T
 - Χαρακτηριστικά δικτύου: κεραιές, αποστάσεις σταθμών
- Τρίτο Επίπεδο Σχεδιασμού
 - Το είδος των δικτύων που θα υλοποιηθούν: MFN/SFN

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Σχεδιασμός Δικτύων SFN

49

- Παράγοντες διαφοροποίησης ως προς τα δίκτυα MFN και τα υφιστάμενα αναλογικά κατά το σχεδιασμό δικτύων SFN:
 - ▣ Κέρδος Δικτύου : Στατιστικό – Προσθετικό
 - Μπορεί να φτάσει και τα 12dB για κάλυψη από τρεις πομπούς
 - ▣ Θέσεις Σταθμών : Σε αλληλεξάρτηση με το επιλεγμένο Guard Interval (GI)
 - ▣ Self Interference : Σε αλληλεξάρτηση με το επιλεγμένο Guard Interval (GI)

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

GI – Εμπειρική προσέγγιση

50

- Για να μειωθεί επαρκώς η ενδογενής παρεμβολή, η επιλογή του GI πρέπει να επιτρέπει στο σήμα να μεταδοθεί μεταξύ δύο γειτονικών σταθμών :

Παράμετροι	Τύπος εκπομπής							
	2k (1705 φέροντα)				8k (6817 φέροντα)			
Φέροντα	2k (1705 φέροντα)				8k (6817 φέροντα)			
Δ/T_u	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Ωφέλιμη διάρκεια συμβόλου T_u	224 μ s				896 μ s			
Διάρκεια Διαστήματος φύλαξης Δ	56 μ s	28 μ s	14 μ s	7 μ s	224 μ s	112 μ s	56 μ s	28 μ s
Μέγιστη απόσταση μεταξύ 2 πομπών SFN	17 km	8 km	4 km	2 km	67 km	34 km	17 km	8 km
Ρυθμός μετάδοσης Συστήματος 4QAM κ/σ 2/3 (Mbps)	19,91	22,12	23,42	24,13	19,91	22,12	23,42	24,13

Προκαταρκτική Μελέτη SFN στην Ελλάδα (2006)

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

52

- Προκαταρκτική Μελέτη για τον σχεδιασμό δικτύου SFN στην Ελλάδα με στόχο:
 - ▣ Πληθυσμιακή Κάλυψη 70%
 - ▣ Χρήση υπάρχουσας υποδομής
 - ▣ Απελευθέρωση συχνοτήτων
- Βήματα Υλοποίησης:
 - ▣ Καθορισμός Ψηφιακού Περιεχομένου και αντίστοιχου ρυθμού μετάδοσης.
 - ▣ Επιλογή κωδικοποίησης
 - ▣ Εξαγωγή ελάχιστων τιμών έντασης πεδίου επιθυμητού σήματος και καθορισμός λόγων προστασίας (Protection Ratio) από παρεμβάλλοντα σήματα.

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

53

- Καθορισμός Ψηφιακού Περιεχομένου και αντίστοιχου ρυθμού μετάδοσης

Εικόνα MPEG-2 MP@ML 725x576x25 (PAL)	Τυπική ⇒ 4 Mbits/s Απαιτητική ⇒ 6 Mbits/s
Ήχος MPEG layer II (Joint stereo/stereo)	384 Kbits/s
Teletext κ.ά.	100 Kbits/s
Δίαυλος ελέγχου	500 Kbits/s

- Το προτεινόμενο σχήμα **πολυπλεξίας** θα περιλαμβάνει τα εξής:
 - 3 προγράμματα εικόνας (1 αθλητικό, 2 τυπικά) ⇒ 14Mbits/s
 - 3 διαύλους ήχου ⇒ 1,2 Mbits/s
 - 3 διαύλους Teletext ⇒ 0,3 Mbits/s
 - 1 δίαυλο ελέγχου ⇒ 0,5 Mbits/s
- **Σύνολο** ⇒ **16 Mbits/s**

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκτομής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

54

- Επιλογή Κωδικοποίησης

Modulation	bits per sub-carrier	Code rate	Guard Interval			
			1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	2	1/2	4.98	5.53	5.85	6.03
		2/3	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	4	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	18.1
		5/6	16.59	18.43	19.52	20.11
		7/8	17.42	19.35	20.49	21.11
64-QAM	6	1/2	14.93	16.59	17.56	18.1
		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

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκτομής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

55

□ Χαρακτηριστικά Συστήματος

Διαμόρφωση	COFDM
Τύπος δικτύου	SFN
Κανάλι (κεντρική συχνότητα)	21 (474 MHz)
Εύρος ζώνης καναλιού	8 MHz
Αριθμός φερόντων	6817 (8k)
Κωδικοποίηση	16-QAM
Ρυθμός κώδικα FEC	5/6
Διάστημα φύλαξης	1/4
Ωφέλιμο bitrate	16,59 Mbits/s

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκτομπής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

56

□ Επιλογή ελάχιστων τιμών έντασης πεδίου και C/N

Modulation	Code rate	Gaussian channel	Ricean channel	Rayleigh channel
8 MHz variants				
QPSK	1/2	3.1	3.6	5.4
	2/3	4.9	5.7	8.4
	3/4	5.9	6.8	10.7
	5/6	6.9	8	13.1
	7/8	7.7	8.7	16.3
16-QAM	1/2	8.8	9.6	11.2
	2/3	15.61	11.6	14.2
	3/4	12.5	13	16.7
	5/6	13.5	14.4	19.3
64-QAM	1/2	14.4	14.7	16
	2/3	16.5	17.1	19.3
	3/4	18	18.6	21.7
	5/6	19.3	20	25.3
Ευρεκτομπής		20.1	21	27.9

Συστήματα Ψηφιακής Ευρεκτομπής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

57

FIXED RECEPTION		
Frequency	f (MHz)	474
Min. C/N required by system	C/N (dB)	14.4
Min. receiver signal input power	P_{smin} (dBW)	-113.8
Min. equivalent receiver input voltage	U_{smin} (dBμV)	25.0
Feeder loss	L_f (dB)	3
Antenna gain relative to half wave dipole	G_a (dB)	10
Effective antenna aperture	A_e (dBm ²)	-2.8
Min. power flux density at receiving location	Φ_{min} (dBW/m ²)	-108.0
Min. field strength at receiving location	E_{min} (dBμV/m)	37.8
Allowance for man made noise	P_{mnm} (dB)	0
Location probability: 70%		
Location correction factor	C_l (dB)	2.9
Min. median power flux density at 10m a.g.l. 50% of time and 50% of locations	Φ_{med} (dBW/m ²)	-105.1
Min. median field strength at 10m a.g.l. 50% of time and 50% of locations	E_{med} (dBμV/m)	40.7
Location probability: 95%		
Location correction factor	C_l (dB)	9
Min. median power flux density at 10m a.g.l. 50% of time and 50% of locations	Φ_{med} (dBW/m ²)	-98.9
Min. median field strength at 10m a.g.l. 50% of time and 50% of locations	E_{med} (dBμV/m)	46.9

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

58

- Protection Ratio για προστασία DVB-T από DVB-T

Modulation	Code rate	Gaussian Channel	Rice channel	Rayleigh channel
QPSK	1/2	5	6	8
QPSK	2/3	7	8	11
16-QAM	1/2	10	11	13
16-QAM	2/3	13	14	16
16-QAM	3/4	14	15	18
64-QAM	1/2	16	17	19
64-QAM	2/3	19	20	23
64-QAM	3/4	20	21	25

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

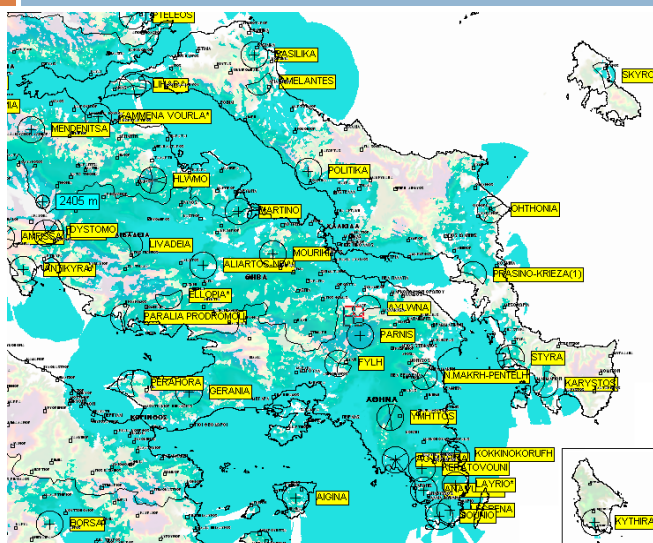
Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

59

- Ο αλγόριθμος υλοποίησης του δικτύου SFN και της μελέτης ραδιοκάλυψης βασίστηκε στις εξής παραμέτρους:
 - ▣ Minimum Field strength
 - ▣ Απόσταση πομπών
 - ▣ Protection Ratios
 - ▣ Κανάλι εκπομπής
 - ▣ Μοντέλο διάδοσης: Hata Extended/Epstein Peterson diffraction

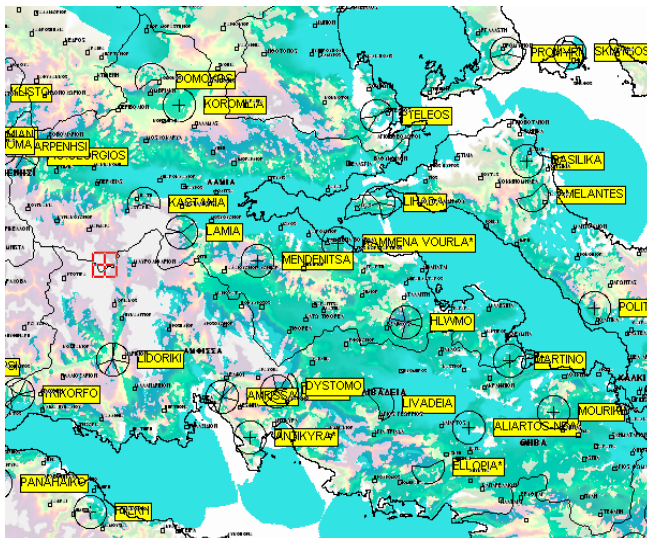
Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Στερεά Ελλάδα (1)



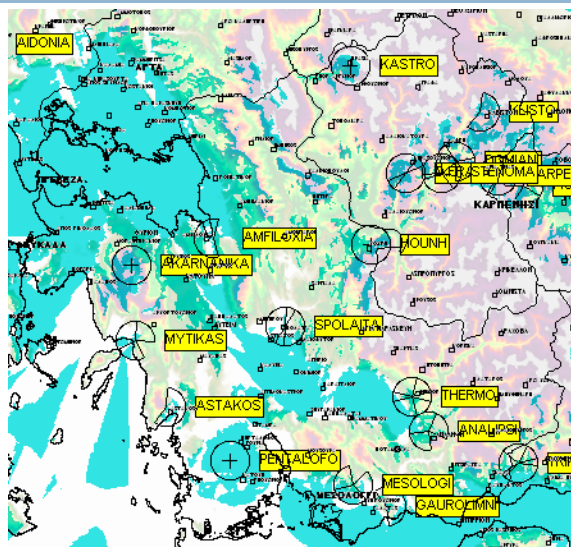
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΑΤΤΙΚΗ	
AIGINA	19953
YMHITTOΣ	19953
PARNIS	10000
KERATOVOUNI	1000
LEGRENA	1000
NEA MAKRRH-PENTELH	1000
KOKKINOKORYFH	501
LAYRIO	501
ANAVYSSOS	100
AYLWNA	100
SOUNIO	100
KYTHIRA	100
HYDRA	20
AG.MARINA	10
FYLH	10
ΕΥΒΟΙΑ	
AMELANTES	5012
LIHADA	1000
OHTHONIA	1000
PRASINO-KRIEZA	1000
STYRA	1000
KARYSTOS	501
POLITIKA	501
VASILIKA	501
SKYROS	100

Στερεά Ελλάδα (2)



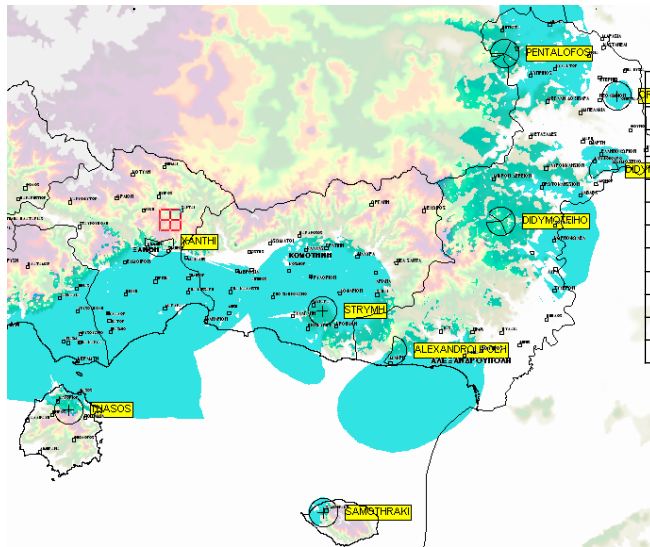
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΒΟΙΩΤΙΑ	
DISTOMO	1000
LIVADEIA	1000
MOURIKI	1000
ELLOPIA	501
ALIARTOS-NEW	50
ANTIKYRA	20
ΦΩΚΙΑ	
LIDORIKI	1995
AMFISSA	1000
DESFINA	1000
TRIKORFO	1000
ΦΘΙΩΤΙΑ	
HLWMO	10000
KASTANIA	1995
LAMIA	1995
MENDENITSA	1000
DOMOKOS	501
KOROMILIA	501
MARTINO	501
AG.GEORGIOS	100
KAMMENA VOURLA	100

Στερεά Ελλάδα (3)



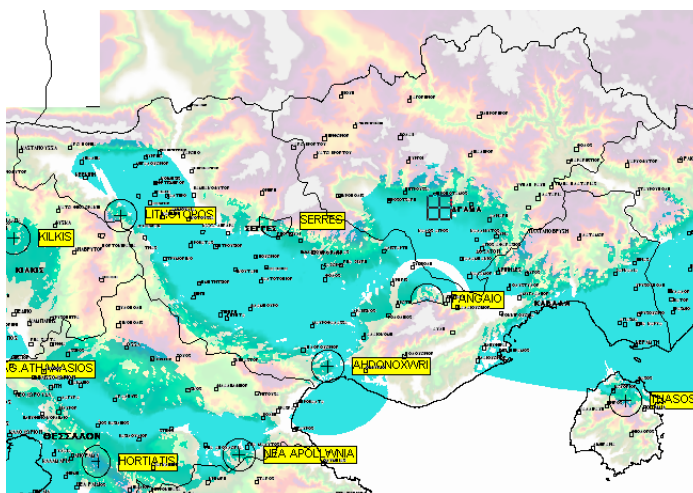
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑ	
AKARNANIKIA	10000
AMFILOHIA	100
ANALIPSI	1000
ASTAKOS	100
HOUNH	100
MESOLOGI	100
MYTIKAS	100
PENTALOFO	501
SPOLAITA	100
THERMO	100
ΕΥΡΥΠΤΑΝΙΑ	
KARPENHSI	1000
D.FRAGISTA	501
KLISTO	501
STENOMA	501
DOMIANI	100

Θράκη



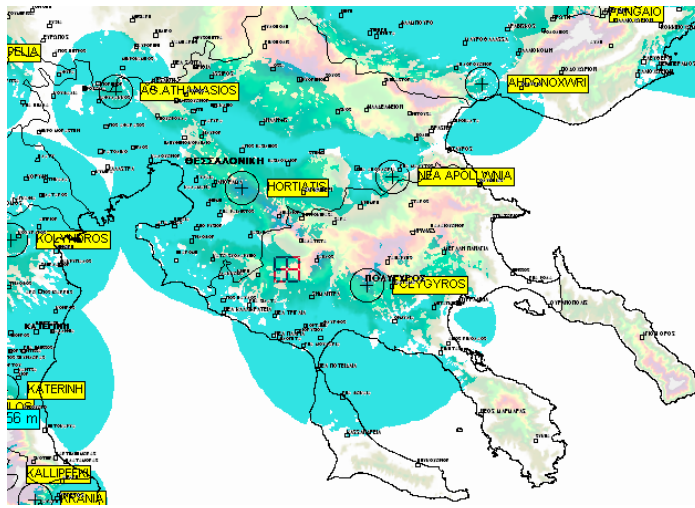
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΕΒΡΟΣ	
ALEXANDROUPOLH	5012
DIDYMOTEIHO	5012
PENTALOFOS	5012
DIDYMOTEIHO	501
ORESTIADA	501
SAMOTHRAKI	20
ΡΟΔΟΠΗ	
STRYMH	1000
ΞΑΝΘΗ	
XANTHI	5012

Μακεδονία (1)



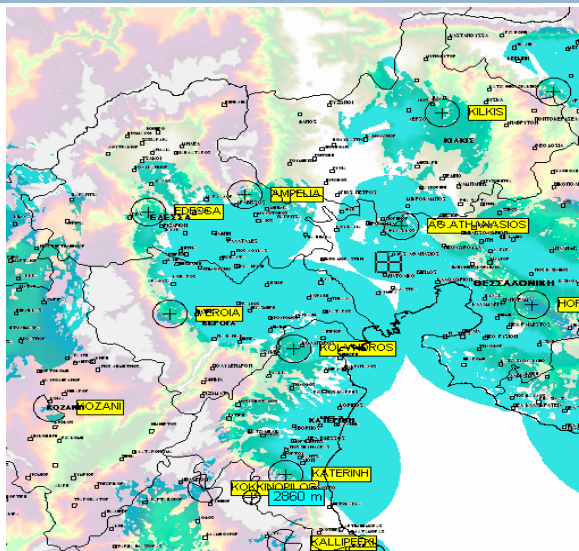
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΣΕΡΡΕΣ	
AHDONOXWRI	1000
LITHOTOPOS	501
SERRES	501
ΚΑΒΑΛΑ	
THASOS	5012
PANGAIO	1000

Μακεδονία (2)



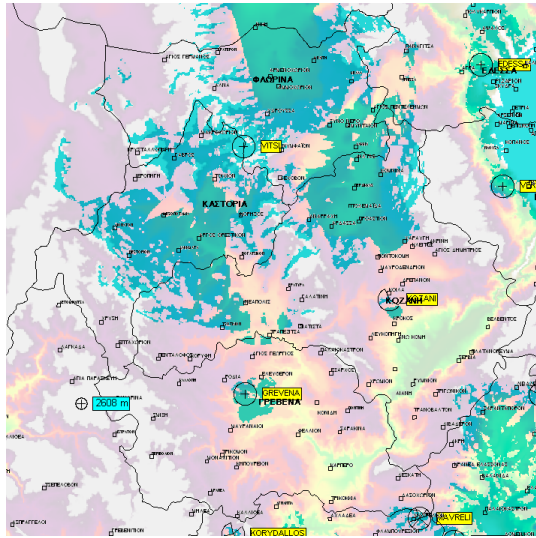
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	
AG.ATHANASIOS	10000
HORTIATIS	5012
NEA APOLLWNIA	501
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ	
POLYGYROS	5012

Μακεδονία (3)



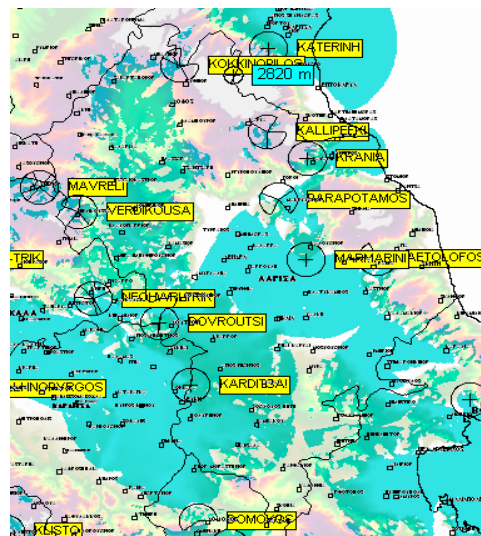
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΚΙΛΚΙΣ	
KILKIS	1000
ΗΜΑΘΙΑ	
VEROIA	501
ΠΕΛΛΑ	
EDDESSA	501
AMPELIA	501
ΠΙΠΙΑ	
KOLYNDROS	5012
KATERINH	1000

Μακεδονία (4)



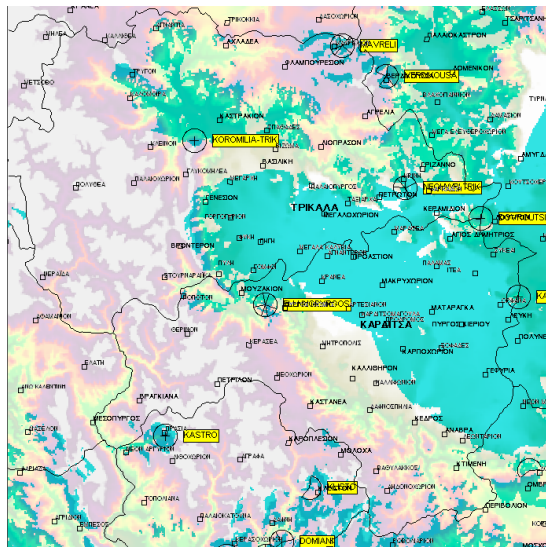
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΓΡΕΒΕΝΑ	
GREVENA	501
ΚΟΖΑΝΗ	
KOZANI	50
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	
VITSI	5012

Θεσσαλία (1)



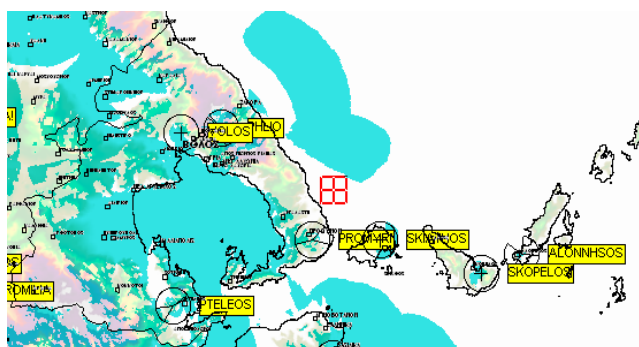
ΛΑΡΙΣΑ	
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
VERDIKOUSΑ	1995
KOKKINOPILOS	1000
ΑΕΤΟΛΟΦΟΣ	100
KALLIPEFKI	100
MΑΡΜΑΡΙΝΙ	100
PARAPOTAMOS	20

Θεσσαλία (2)



Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΤΡΙΚΑΛΑ	
DOVROUTSI	5012
KOROMILIA-TRIK	1000
MAVRELI	100
NEOHWRI-TRIK	100
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	
KARDITSA	1995
ELLHNOPIRGOS	1000

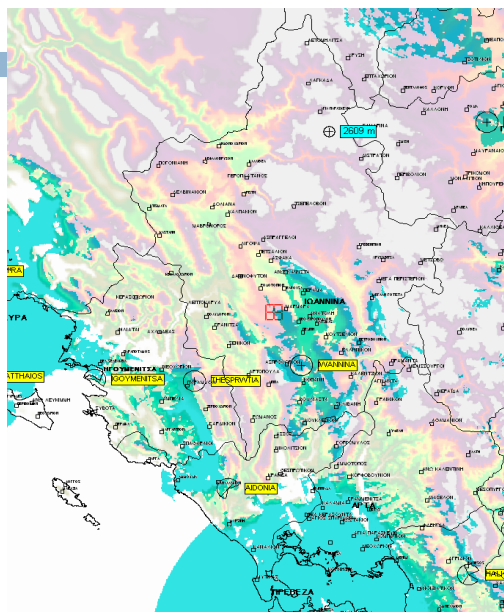
Θεσσαλία (3)



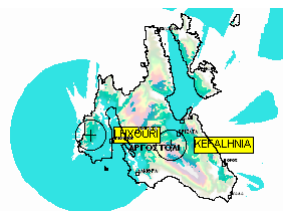
ΜΑΥΡΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ	
Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
PHLIO	5012
PHLIO	1000
VOLOS	200
PROMYRI	100
PTELEOS	100
ALONNHSOS	20
SKIATHOS	20
SKOPELOS	20

Ήπειρος

Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	
IWANNINA	5012
ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑ	
IGOYMENTSA	1000
THESPRWTIA	1000
ΠΡΕΒΕΖΑ	
AIDONIA	501



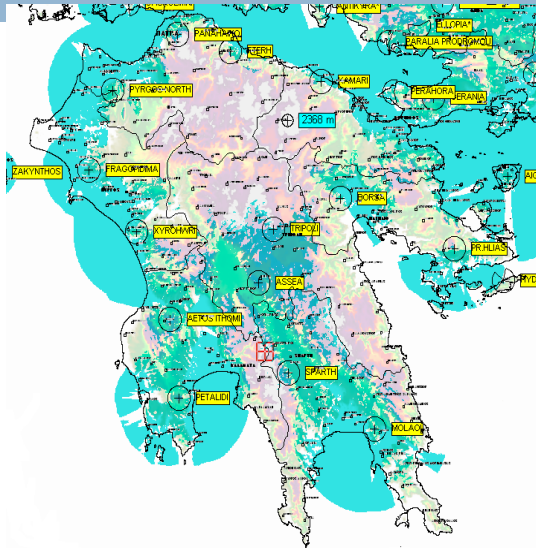
Ιόνιο



Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΚΕΡΚΥΡΑ	
KERKYRA	1995
AG.MATTHAIOS	501
ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑ	
KEFALHNA	1000
LHXOURI	1000
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	
ZAKYNTHOS	100

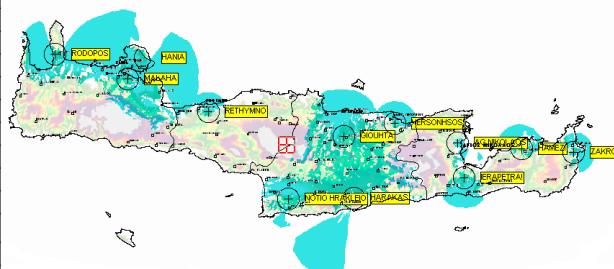
Πελοπόννησος

Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	
GERANIA	1000
PERAHORA	1000
KAMARI	501
ΑΧΑΪΑ	
FTERH	1000
PANAHAIKO	1000
ΗΛΕΪΑ	
PYRGOS NORTH	1995
FRAGOPIDIMA	1995
XYROHWRI	1000
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	
AETOS ITHOMI	1000
PETALIDI	1000
ΛΑΚΩΝΙΑ	
MOLAOI	1995
SPARTH	1000
ΑΡΚΑΔΙΑ	
ASSEA	10000
TRIPOLI	5012
ΑΡΓΟΛΙΑ	
BORSA	1000
PR.HLIAS	1000



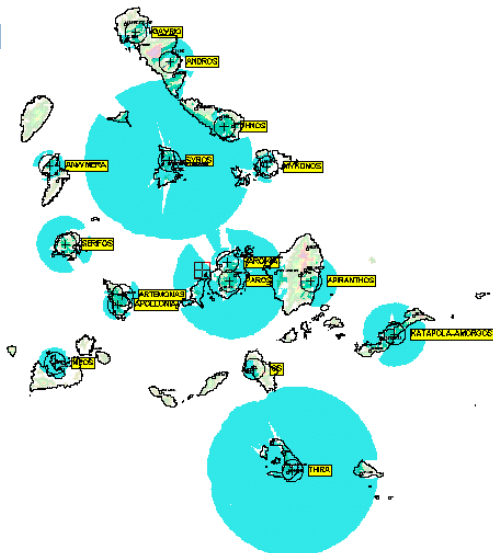
Κρήτη

Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΧΑΝΙΑ	
HANIA	5012
MALAHA	5012
RODOPOS	501
ΡΕΘΥΜΝΟ	
RETHYMNO	200
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	
HARAKAS	5012
GIOUHTA	1995
HERSONHSOS	100
NOTIO HRAKLEIO	100
ΛΑΣΙΘΙ	
HAMEZI	100
IERAPETRA	100
ZAKROS	100
AG.NIKOLAOS	50



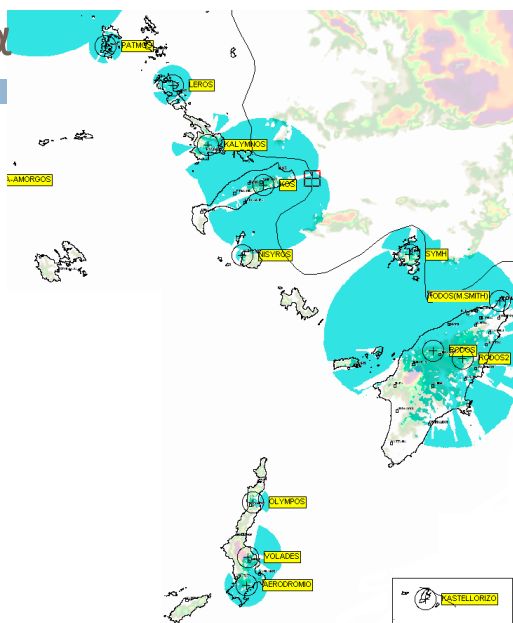
Κυκλάδες

Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
SYROS	10000
THIRA	5012
PAROS	501
APIRANTHOS	100
ARTEMONAS	100
ΚΑΤΑΠΟΛΑ-AMORGOS	100
MILOS	100
MYKONOS	100
PAROIKIA	100
SERIFOS	100
ANDROS	50
ANW MERA	50
THNOS	50
APOLLONIA	20
GAVRIO	20
IOS	20



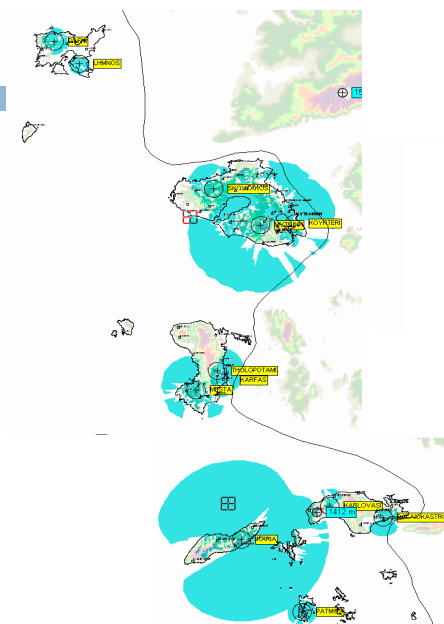
Δωδεκάνησα

Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
RODOS	10000
RODOS2	501
KOS	501
KALYMNOS	200
VOLADES	100
OLYMPOS	100
RODOS(M.SMITH)	100
SYMH	100
LEROS	100
PATMOS	100
AERODROMIO	50
NISYROS	20
KASTELLORIZO	10



Βόρειο Αιγαίο

Όνομα σταθμού	E.R.P. (W)
ΛΕΣΒΟΣ	
ΜΥΤΙΛΙΝΗ	5012
ΚΟΥΡΤΕΡΙ	501
ΔΑΦΝΙ	100
ΣΚΟΥΤΑΡΟΣ	100
ΛΗΜΝΟΣ	50
ΣΑΜΟΣ	
ΙΚΑΡΙΑ	1995
ΠΑΛΑΙΟΚΑΣΤΡΟ	200
ΚΑΡΛΟΒΑΣΙ	100
ΧΙΟΣ	
ΚΑΡΦΑΣ	100
ΘΟΛΟΠΟΤΑΜΙ	100
ΜΕΣΤΑ	50



Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

78

□ Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα

	Αναλογική TV	DVB-T
Σταθμοί:	1510 εγκατεστημένοι	181 εκ των οποίων:
	217 προγραμματισμένοι	134 σε ιστό της EPT 47 νέοι σταθμοί
Ισχύς:		
e.r.p. από 10 kW έως 500kW	37 σταθμοί	2 σταθμοί με e.r.p. 20kW
e.r.p. από 100W έως 10 kW	478 σταθμοί	157 σταθμοί
e.r.p. μικρότερη από 100W	999 σταθμοί	22 σταθμοί
Κανάλια Εκπομπής:	3-12, 21-66	21

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής

Υλοποίηση SFN στην Ελλάδα

79

- Ποσοστά κάλυψης
 - ▣ Πληθυσμιακή κάλυψη: 86,6%
 - ▣ Γεωγραφική κάλυψη: 40%
- Παράμετροι που δεν ελήφθησαν υπόψη κατά το σχεδιασμό του δικτύου:
 - ▣ Προσθετικό Κέρδος Δικτύου
 - ▣ Ορεινές περιοχές
 - ▣ Περιοχές Συνόρων
 - ▣ Παρεμβολή από / σε υπάρχοντα αναλογικά κανάλια

Συστήματα Ψηφιακής Ευρυεκπομπής