



## ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ & ΔΙΑΔΟΣΗ

(8ου εξαμήνου)

### Επίδραση της Μορφολογίας του Εδάφους στη Διάδοση Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων

Ημερομηνία Παράδοσης: 6/05/2019

Αριθμός Ομάδας: Ομάδα 6

Μέλη της Ομάδας:

Ανδριανόπουλος Ευστάθιος, ΑΜ:03114113

Αποστολίδης Παναγιώτης, ΑΜ:03114051

Γραφάκος Παναγιώτης, ΑΜ:03115045

Λιβιτσάνος Γεώργιος, ΑΜ:03115735

Μπαλλάς Αριστοτέλης, ΑΜ:03114925

Τσαμπάζη Μαρία, ΑΜ:03115716

---

### ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Σκοπός της παρούσας εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη των φαινομένων διάδοσης Η/Μ πεδίου σε πραγματικό περιβάλλον στη ζώνη συχνοτήτων UHF και η εξοικείωσή μας με εξειδικευμένο λογισμικό(ATDI ICS Telecom®) για τη μελέτη αυτή. Απαιτούνται ψηφιακά χαρτογραφικά δεδομένα και γίνεται χρήση διεθνών προδιαγραφών και μοντέλων διάδοσης. Παράλληλα παρουσιάζονται μέθοδοι για την επίλυση προβλημάτων της λειτουργίας ασύρματου δικτύου μιας σύγχρονης εφαρμογής όπως είναι η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση.

### ΘΕΩΡΙΑ

Οι μηχανισμοί διάδοσης κυμάτων στην τροπόσφαιρα χωρίζονται σε αυτούς που εξαρτώνται από την μορφολογία του εδάφους και σε αυτούς που εξαρτώνται από τη μεταβολή της διηλεκτρικής σταθεράς στην τροπόσφαιρα με το υψόμετρο. Οι κύριοι μηχανισμοί της πρώτης κατηγορίας είναι α) η περίθλαση, β) η ανάκλαση και γ) η σκέδαση. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν α) η ομαλή και ανώμαλη διάθλαση, β) η ανώμαλη ανάκλαση και γ) η τροποσφαιρική σκέδαση. Αναλύονται οι μηχανισμοί που επηρεάζονται από το γεωγραφικό ανάγλυφο.

i) Ανάκλαση: Όταν ένα κύμα μεταδίδεται σε ένα μέσο και προσκρούει σε μέσο με διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες, τότε μέρος του κύματος ανακλάται. Το μοντέλο ανάκλασης εδάφους δύο ακτινών περιλαμβάνει την απευθείας διαδρομή της ακτίνας, καθώς και αυτή που ανακλάται από το έδαφος. Η περίπτωση αυτή υπάγεται στο γενικότερο φαινόμενο πολλαπλών διόδευσεων (multipath propagation), όπου το σήμα λήψεως είναι το άθροισμα των κυμάτων που

φτάνουν στο δέκτη από διαφόρους δρόμους και με διαφορετικές φάσεις. ii) Περίθλαση: εμφανίζεται, όταν παρεμβάλλεται αδιαπέραστο εμπόδιο στη διαδρομή του ραδιοκύματος από τον πόμπο πρός το δέκτη. Επομένως επάγονται πάνω στο εμπόδιο ρεύματα υψηλής συχνότητας, τα οποία αποτελούν πηγές δευτερογενούς πεδίου (πεδίου περίθλασης), σύμφωνα με την αρχή του Huygens. Η περίθλαση επιτρέπει τη μετάδοση σημάτων γύρω από την καμπύλη επιφάνεια της γής, πέραν του ορίζοντα, όπως επίσης και τη μετάδοση αυτών πίσω από εμπόδια. iii) Σκέδαση: εμφανίζεται στην περίπτωση όπου στη διαδρομή του ραδιοκύματος υπάρχουν αντικείμενα με διαστάσεις ίσες ή μικρότερες από το μήκος κύματος και έχει ως αποτέλεσμα την επανεκπομπή του προς πολλές κατευθύνσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ισχύς στο δέκτη να αυξάνεται.

Τύποι λήψης: Στην παρούσα άσκηση εξετάστηκε η περίπτωση σταθερής και φορητής λήψης. Σταθερή Λήψη (Fixed Reception): Ορίζεται η λήψη με μια κατευθυντική κεραία που βρίσκεται στο επίπεδο της ταράτσας. Φορητή λήψη (Portable Reception): Ο κινητός δέκτης βρίσκεται σε πολύ χαμηλό ύψος και κατα τη διάρκεια της λήψης (ακίνητος δέκτης).

Στην συγκεκριμένη άσκηση μελετάμε τα χαρακτηριστικά διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου σε μια ασύρματη ζεύξη. Είναι λοιπόν σκόπιμο να αναφέρουμε ορισμένα θεμελιώδη φαινόμενα που επιδρούν στην διάδοση του πεδίου.

Το πεδίο παράγεται σε ένα κέντρο εκπομπής και εκπέμπεται μέσω κατάλληλης κεραίας. Τα χαρακτηριστικά αυτής της κεραίας (κέρδος ισχύος, κατευθυντικό κέρδος, ύψος, είδος) καθορίζονται από την επιθυμητή υπηρεσία. Το πεδίο διαδίδεται σφαιρικά στον χώρο αλλά η τελική του μορφή εξαρτάται από τον ακτνοβολητή που χρησιμοποιήθηκε. Η περιοχή διάδοσης μπορεί να χωριστεί σε τρία τμήματα: την κοντινή περιοχή, την περιοχή Fresnel, και την μακρινή περιοχή. Για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές ιδιαίτερα σημαντική είναι η μακρινή περιοχή η οποία ξεκινάει από την απόσταση  $R_2$ , η οποία ορίζεται ως:

$$R_2 = \frac{2D^2}{\lambda}$$

Όπου, D η μέγιστη διάσταση της κεραίας και λ το μήκος κύματος ακτινοβολίας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρούμε ότι οι κεραίες έχουν ύψος 12m και εκπέμπουν στα 546 MHz (UHF). Έτσι η μακρινή περιοχή ξεκινάει στα 1.179 km.

Ακόμη και αν η παραπάνω δεν είναι μια ιδιαίτερα καλή εκτίμηση μπορούμε με ασφάλεια να πούμε ότι τα σημεία ενδιαφέροντος (δηλαδή η αστική περιοχή) θα βρίσκονται στην μακρινή περιοχή του πεδίου.

Γνωρίζουμε ότι στην μακρινή περιοχή οι εγκάρσιες συνιστώσες του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι ανεξάρτητες της ακτινικής συνιστώσας. Επιπλέον, σε αυτή την περιοχή γίνεται διάδοση ισχύος. Στην συνέχεια θα αναλύσουμε τους βασικούς μηχανισμούς διάδοσης.

Στην περίπτωση που ο δείκτης διάθλασης ( $n = c/v$ ) υποστεί απότομες μεταβολές, τότε είναι δυνατόν να υπάρξουν φαινόμενα ανάκλασης. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί εάν ένα κύμα προσπέσει σε ένα μέσο με διαφορετικές ιδιότητες. Όταν συμβαίνουν πολλαπλές ανακλάσεις κατά μήκος μιας ασύρματης ζεύξης, τότε διαφορετικές εκδοχές του σήματος φτάνουν στο δέκτη με κάποια χρονική καθυστέρηση αλλά και πιθανώς με διαφορετική φάση, λόγω διαφορετικής διαδρομής που ακολουθούν. Αυτό είναι το φαινόμενο της πολυδιαδρομικής μετάδοσης και η διασπορά που εισάγει στο χρόνο λήψης έχει ως αποτέλεσμα διαλείψεις (multipath fading).

Στην περίπτωση που το πεδίο συναντήσει κάποιο αδιαπέραστο εμπόδιο του παρουσιάζεται το φαινόμενο της περίθλασης. Τότε το πεδίο καμπυλώνεται γύρω από ένα τέτοιο αντικείμενο. Το μέτωπο του κύματος στα σημεία αυτά αποτελεί δευτερεύουσες πηγές ακτινοβολίας με αποτέλεσμα να υπάρχει συμβολή κυμάτων, άλλοτε ενισχυτική και άλλοτε αναιρετική. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται κυρίως σε αντικείμενα με ακμές όπως μπορεί να είναι η κορυφή ενός βουνού και έχει το μειονέκτημα ότι μπορεί να εισάγει αρκετά μεγάλες απώλειες στο πεδίο.

Όταν το πεδίο συναντήσει αντικείμενα με μικρότερες ή ίσες διαστάσεις από το μήκος κύματός του (όπως είναι οι τραχιές επιφάνειες και βλάστηση) εμφανίζεται το φαινόμενο της σκέδασης. Στην δική μας περίπτωση το μήκος κύματος ακτινοβολίας είναι:

$$\lambda = \frac{c}{f} = 0.549 \text{ m}$$

Σε μια τέτοια περίπτωση το πεδίο διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, εισάγοντας περισσότερη απόσβεση στο σήμα.

### Μοντελοποίηση Ραδιοκάλυψης

Προκειμένου μια ζεύξη να θεωρηθεί επιτυχημένη θα πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις.

- Να υπάρχει μια ελάχιστη στάθμη πεδίου στον δέκτη
- Να υπάρχει μέγιστος ωφέλιμος ρυθμός μετάδοσης και ελάχιστο Symbol Error Ratio

Με βάση τα χαρακτηριστικά διάδοσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως στόχος μας είναι να κάνουμε μια σωστή προσέγγιση, με βάση τις αποσβέσεις, για το αν η λαμβανόμενη στάθμη είναι υψηλότερη από την ευαισθησία του εκάστοτε δέκτη.

Αρχικά ορίζουμε κατάλληλα κέντρα εξυπηρέτησης, δηλαδή σταθμούς εκπομπής που καλύπτουν ικανοποιητικά μια ορισμένη περιοχή. Με βάση την υπηρεσία και την γεωγραφική τους θέση οι σταθμοί μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα ανάγλυφο.

Στην συνέχεια επιλέγονται τα σχήματα διαμόρφωσης και κωδικοποίησης τα οποία και καθορίζουν το μέγιστο ωφέλιμο ρυθμό αλλά και την στιβαρότητα της ζεύξης. Πιο συγκεκριμένα, χαμηλός ρυθμός κώδικα επιτυγχάνει σημαντική διορθωτική ικανότητα, αλλά εισάγει και μεγάλο πλεόνασμα ψηφίων (redundancy) με αποτέλεσμα μείωση του ωφέλιμου ρυθμού μετάδοσης.

Επιπλέον πρέπει να λάβουμε υπόψη και το είδος της λήψης. Ανάλογα με το αν είναι σταθερή (fixed), φορητή (portable) ή κινητή (mobile) το σήμα ακολουθεί διαφορετική κατανομή με αποτέλεσμα να απαιτείται διαφορετικός σηματοθορυβικός λόγος (SNR).

Πραγματοποιείται μελέτη της τηλεοπτικής κάλυψης με ψηφιακό σήμα μιας περιοχής με κέντρο την πόλη Teruel και των γύρω περιοχών. Θα απαιτηθούν τα ακόλουθα αρχεία: α) Ψηφιακά χαρτογραφικά δεδομένα: τα οποία φέρουν πληροφορία για το υψόμετρο κάθε pixel, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν της ιδιομορφίες του εδάφους της περιοχής εξυπηρέτησης. β) Απεικονιστικά χαρτογραφικά δεδομένα (Χάρτες, Αεροφωτογραφίες και δορυφορικές φωτογραφίες κ.τ.λ.), τα οποία βοηθούν περισσότερο στην αντίληψη της περιοχής εξυπηρέτησης. γ) Βάση δεδομένων βιοφυσικής κάλυψης της γης (clutter) περιλαμβάνει πληροφορίες για τη χρήση της γης για κάθε pixel των ψηφιακών χαρτογραφικών δεδομένων

(αστική, δασική και αγροτική περιοχή, κ.τ.λ.). Τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι πολύ χρήσιμα διότι ανάλογα με το clutter κάθε περιοχής, οι μηχανισμοί διάδοσης έχουν διαφορετική επίπτωση στο υπολογισμό της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.

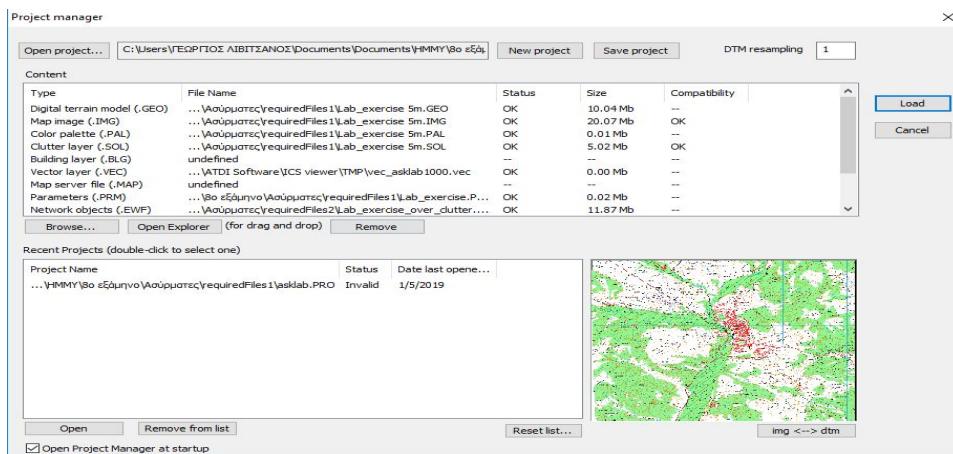
## Ερωτήσεις – Παραδοτέα της Άσκησης

### 1. Σχολιάστε τα αποτελέσματα των επιμέρους τμημάτων της άσκησης.

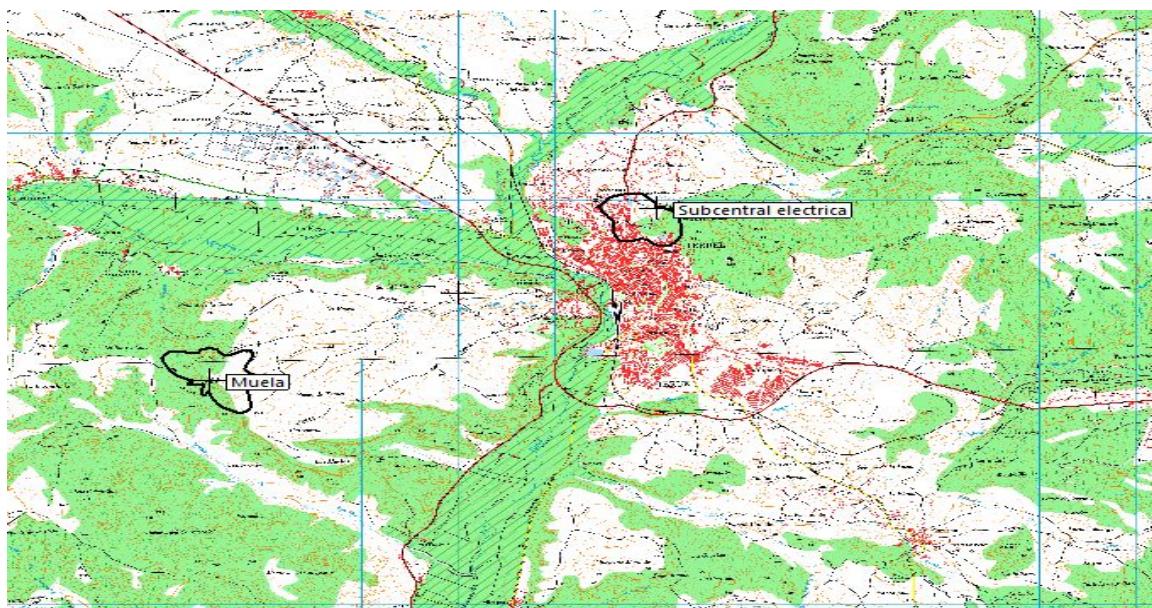
#### Μέρος 1ο:

Αρχικά θα μελετήσουμε την ραδιοκάλυψη με τα υπάρχοντα κέντρα εξυπηρέτησης, δηλαδή με το Muela και το Subcentral electrica για υπηρεσίες σταθερής λήψης(π.χ. Ψηφιακή τηλεόραση) οι οποίες έχουν ευαισθησία 48 dBμV/m. Θεωρούμε ότι οι δέκτες μας βρίσκονται υπεράνω εμποδίων που μπορεί να λειτουργήσουν ως σκεδαστές (over clutter).

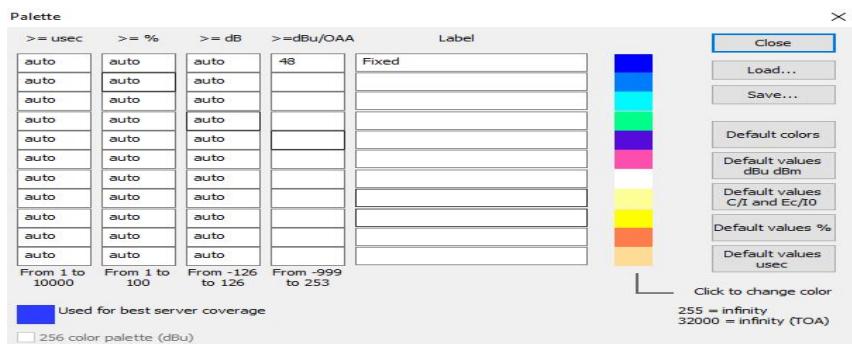
1)-2) Μέσω του Project Manager:



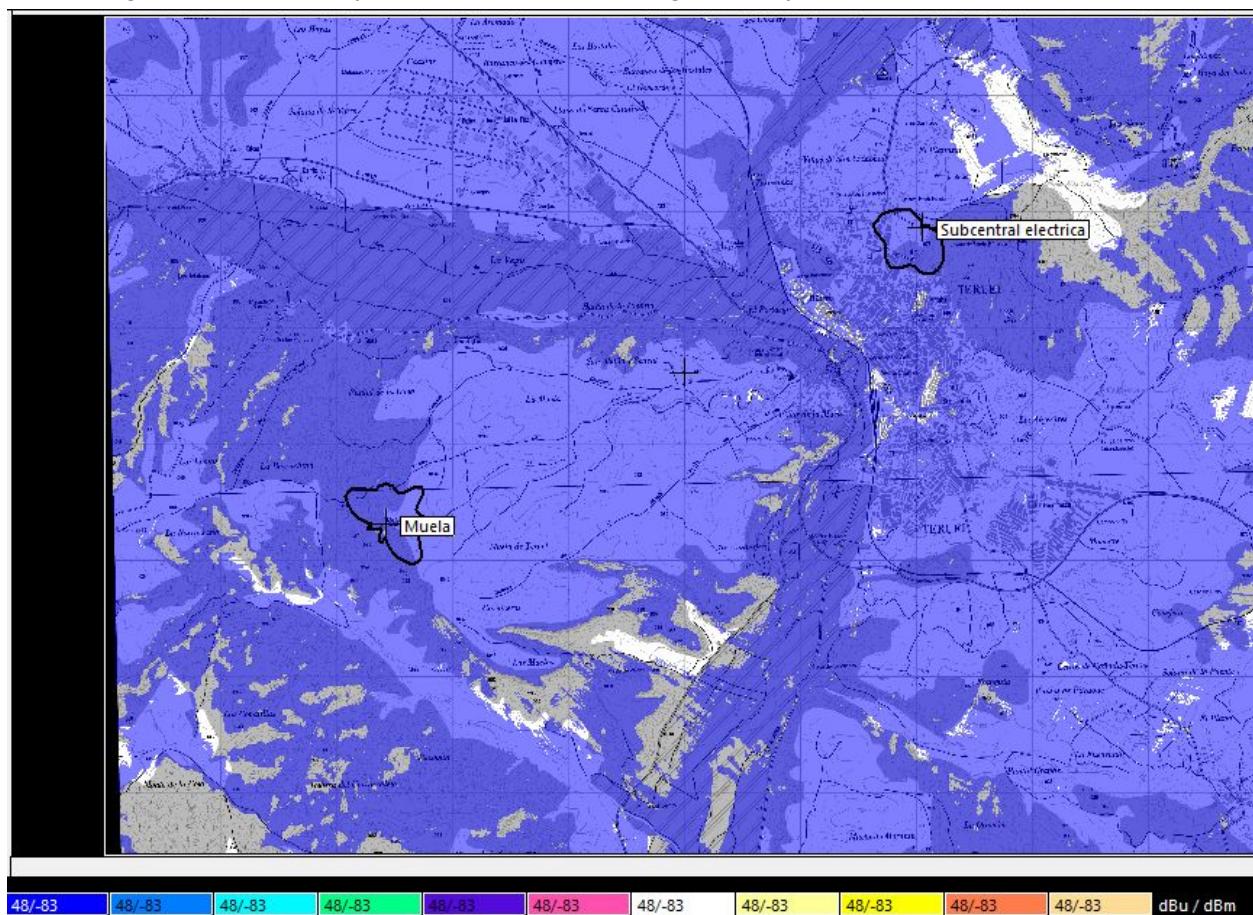
3)



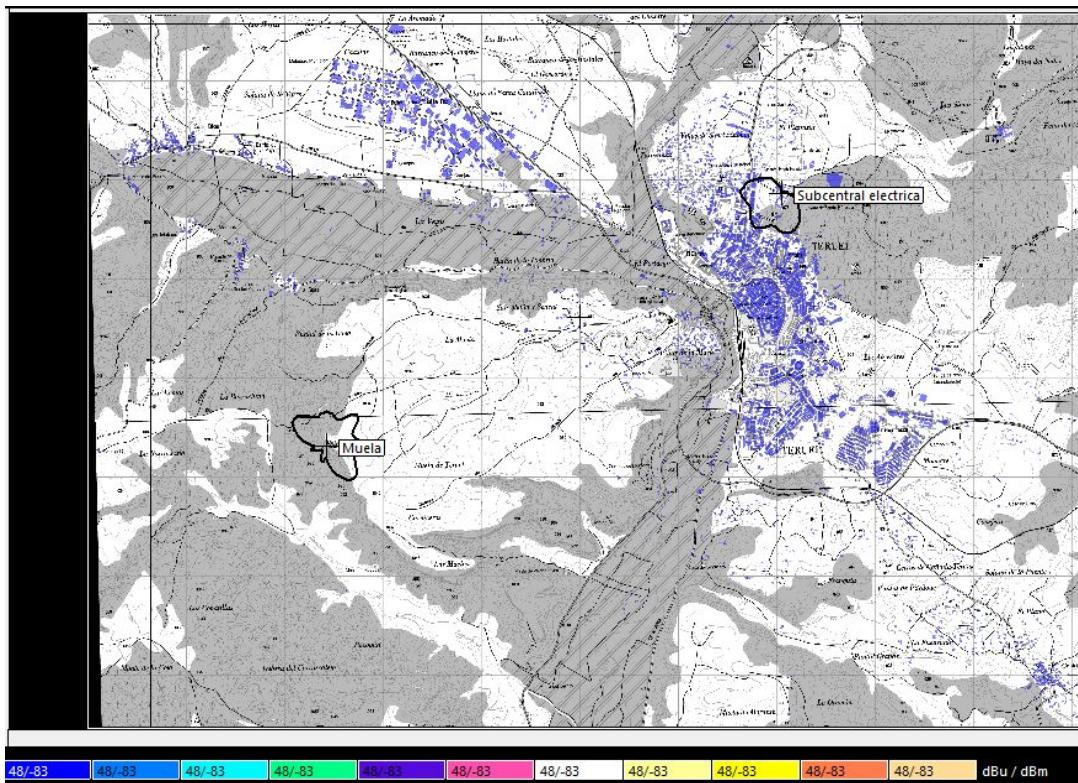
4)Επιλέγοντας Tools->User palette:



5)Coverage->Network analysis->Composite coverage display:



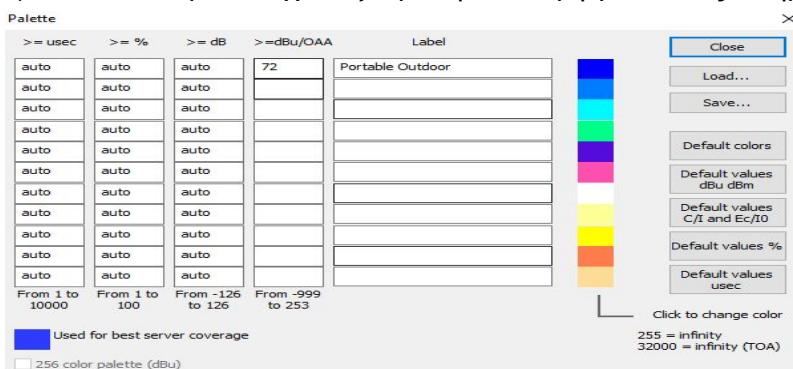
6)Map->Filter->Road/Roof filter:

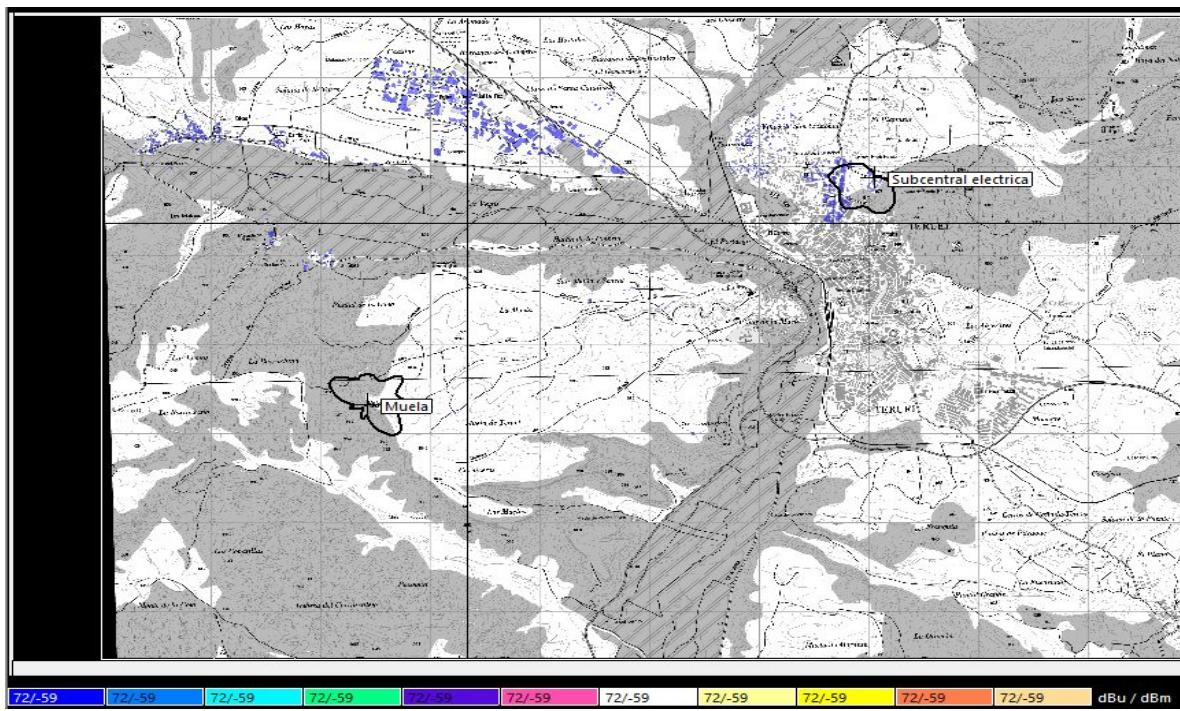
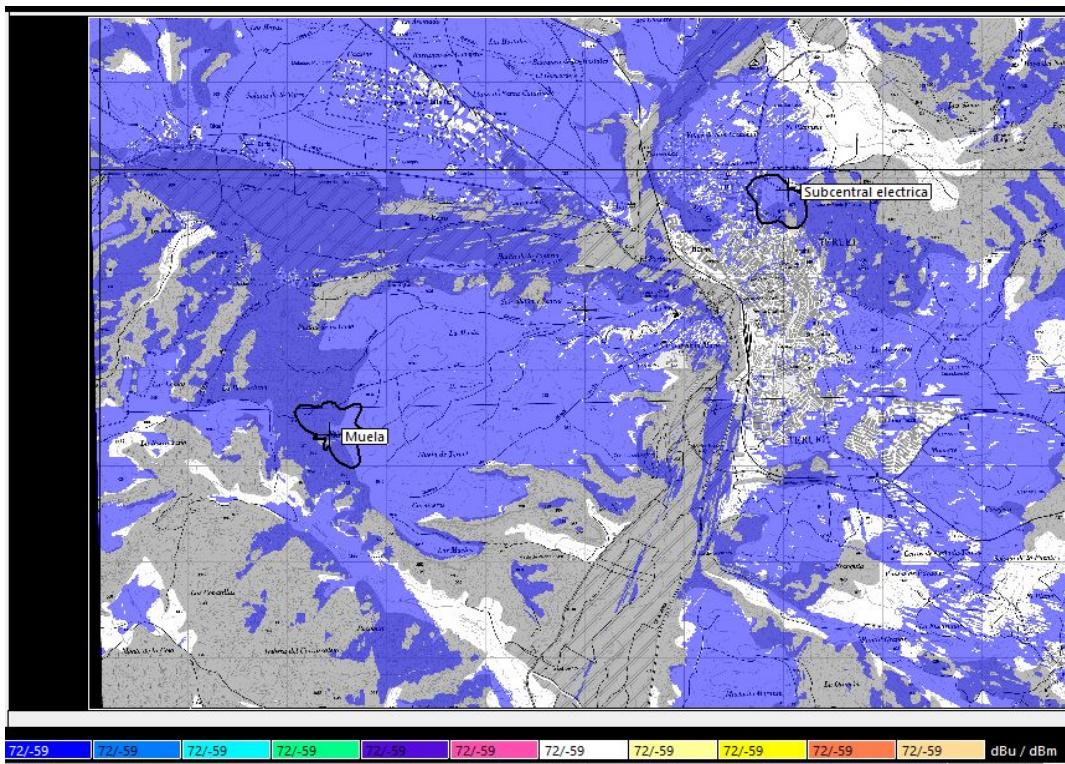


Η εξυπηρέτηση στο κέντρο της πόλης Teruel και στα προάστια της μπορούμε να πούμε πως είναι αρκετά ικανοποιητική αφού η ένταση πεδίου στα περισσότερα σημεία ξεπερνά το κατώφλι των 48 dBμV/m.

Στην συνέχεια θα μελετήσουμε την κάλυψη για υπηρεσίες φορητής λήψης (portable). Σε αυτή την περίπτωση η ευαισθησία του δέκτη αυξάνεται στα 72 dBμV/m και έτσι η ζεύξη ανάμεσα στους δέκτες και τα κέντρα εξυπηρέτησης γίνεται πιο απαιτητική.

7)Με τον ίδιο τρόπο σχεδιάζουμε την κάλυψη για τέτοιες υπηρεσίες:

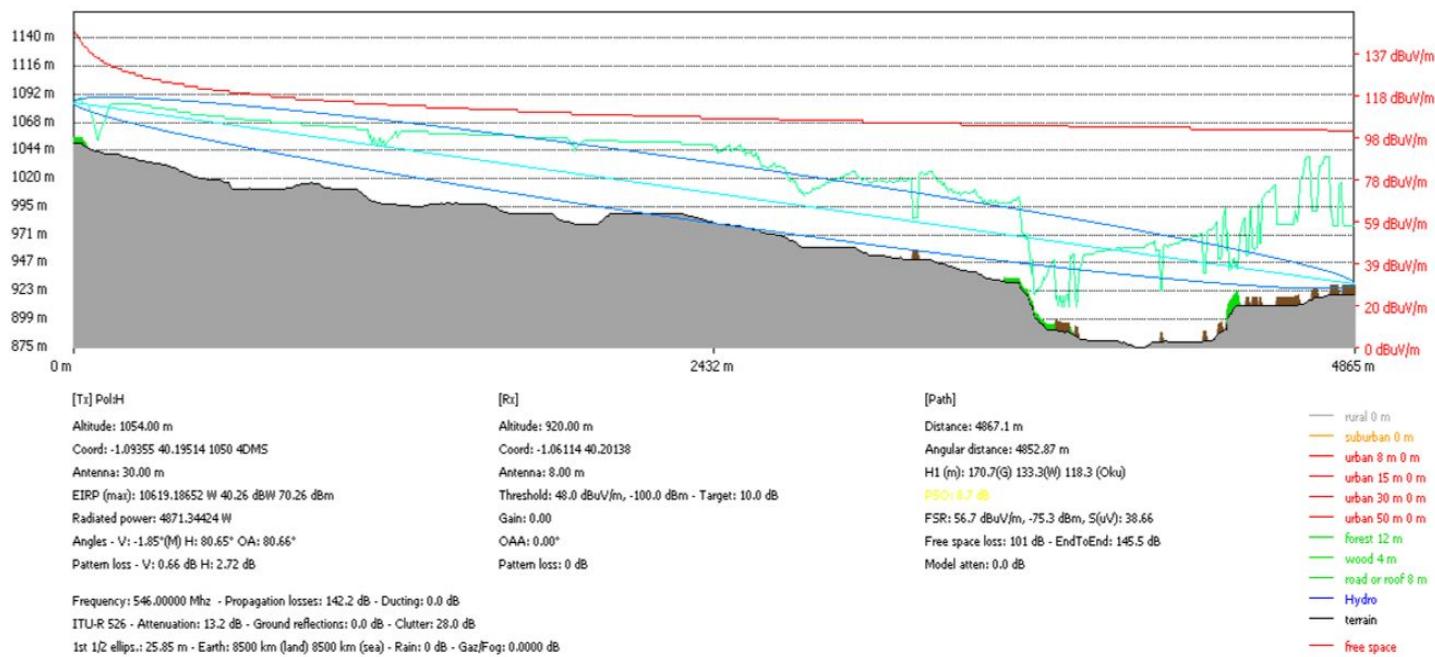




Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση της φορητής λήψης (κατώφλι 72 dBmV/m η κάλυψη έχει επιδεινωθεί αρκετά σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση, κυρίως στο κέντρο της πόλης, όπου η λήψη είναι εφικτή μόνο κοντά στο κέντρο εκπομπής

Subcentral electrica. Η κάλυψη στα προάστια είναι ακόμα ικανοποιητική, αλλά συνολικά δεν μπορεί να γίνει χρήση της ανωτέρω υπηρεσίας.

8) Τώρα θα μελετήσουμε τους λόγους της κακής κάλυψης, για ένα σημείο του χάρτη, με μία μηκοτομή, δηλαδή μια εγκάρσια τομή στο επίπεδο που ορίζει ο χάρτης. Σε αυτή την τομή εμφανίζεται η στάθμη του πεδίου συναρτήσει του ανάγλυφου του εδάφους της περιοχής. Το αποτέλεσμα που πήραμε είναι το εξής:



Με κόκκινο παρουσιάζονται οι απώλειες ελεύθερου χώρου, η ευθεία είναι η LOS, μια ελλειψοειδής γραμμή, σε απόχρωση του μπλε, ορίζει την πρώτη ζώνη Fresnel, ενώ με πολύ έντονο γαλάζιο παρατηρούμε το σήμα εκπομπής. Από το σήμα εκπομπής μπορούμε να διακρίνουμε την ελαφριά εξασθένηση λόγω της απόστασης και ιδιαίτερα την επιρροή που έχει η βλάστηση και τα κτίρια κοντά στην πόλη. Επίσης, τα προβλήματα στη διάδοση εντοπίζονται στην αλλαγή του terrain μετά τα μισά της διαδρομής, καθώς και στα κτίρια και τη βλάστηση (clutter), παρά το γεγονός ότι η προσομοίωση είναι over clutter τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτό (ανακλαση, περιθλαση, σκέδαση) προκαλούν αποσβέσεις. Λόγω λοιπόν σκεδάσεων, περιθλάσεων και ανακλάσεων το σήμα παρουσιάζει πολλές αυξομοιώσεις και καταλήγει στην υπηρεσία λήψης να έχει τιμή κοντά στα 58 dBmV/m, τιμή που γνωρίζουμε ότι δεν επαρκεί για τους δέκτες φορητής λήψης.

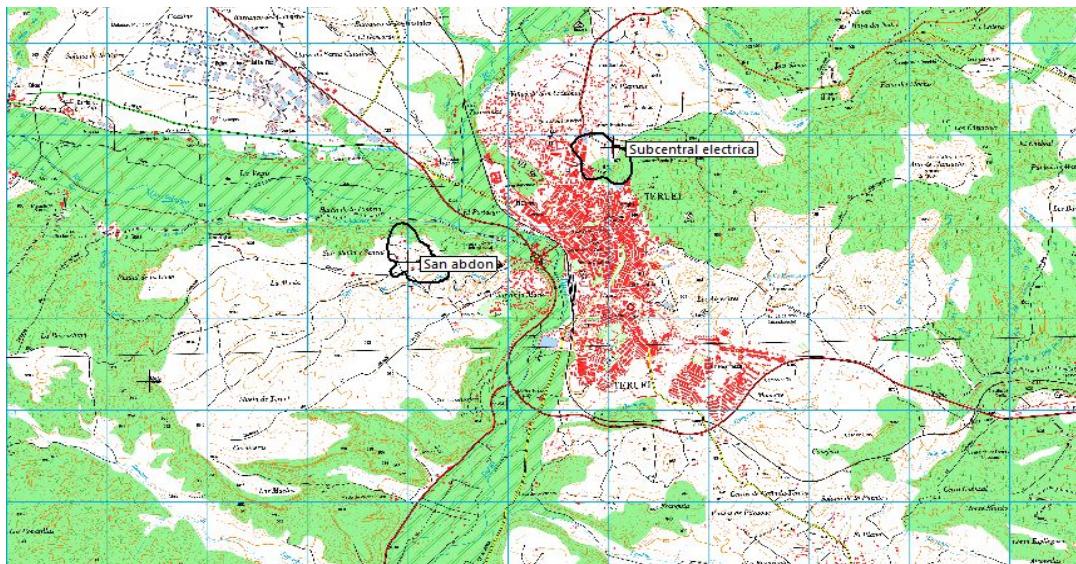
## Μέρος 2ο:

Συχνή αιτία όταν η κάλυψη δεν είναι επιθυμητή μπορεί να είναι η κακή τοποθέτηση των κέντρων εξυπηρέτησης. Γι' αυτό και μπορεί να είναι επιθυμητή η αλλαγή της θέσης των

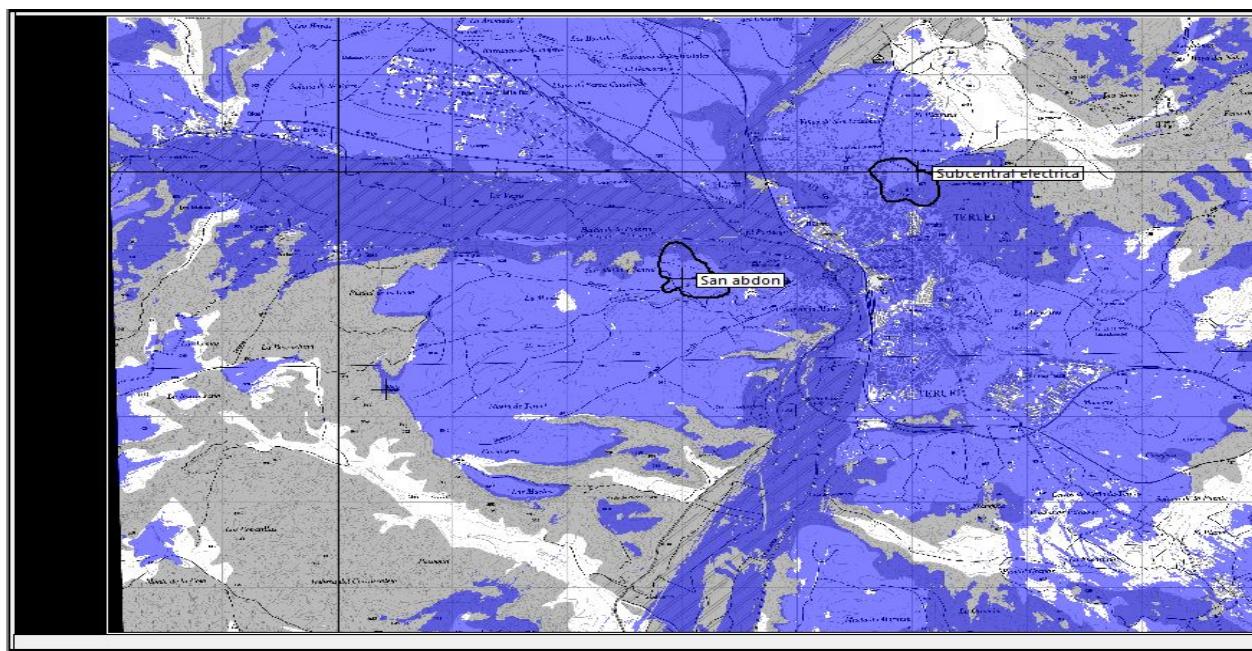
κέντρων εξυπηρέτησης ή/και των χαρακτηριστικών τους. Έτσι, στη συνέχεια ενεργοποιούμε το κέντρο εξυπηρέτησης San Abdon και απενεργοποιούμε το κέντρο Muela. Αυτό το κέντρο χαρακτηρίζεται από πολύ μικρότερη ονομαστική ισχύ (20 W έναντι 1500 W), είναι πιο κοντά στην πόλη, αλλά βρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο. Αρχικά, θα μελετήσουμε την περίπτωση υπηρεσιών σταθερής λήψης.

1)-2) ίδια με 4)-5) από Μέρος 1o

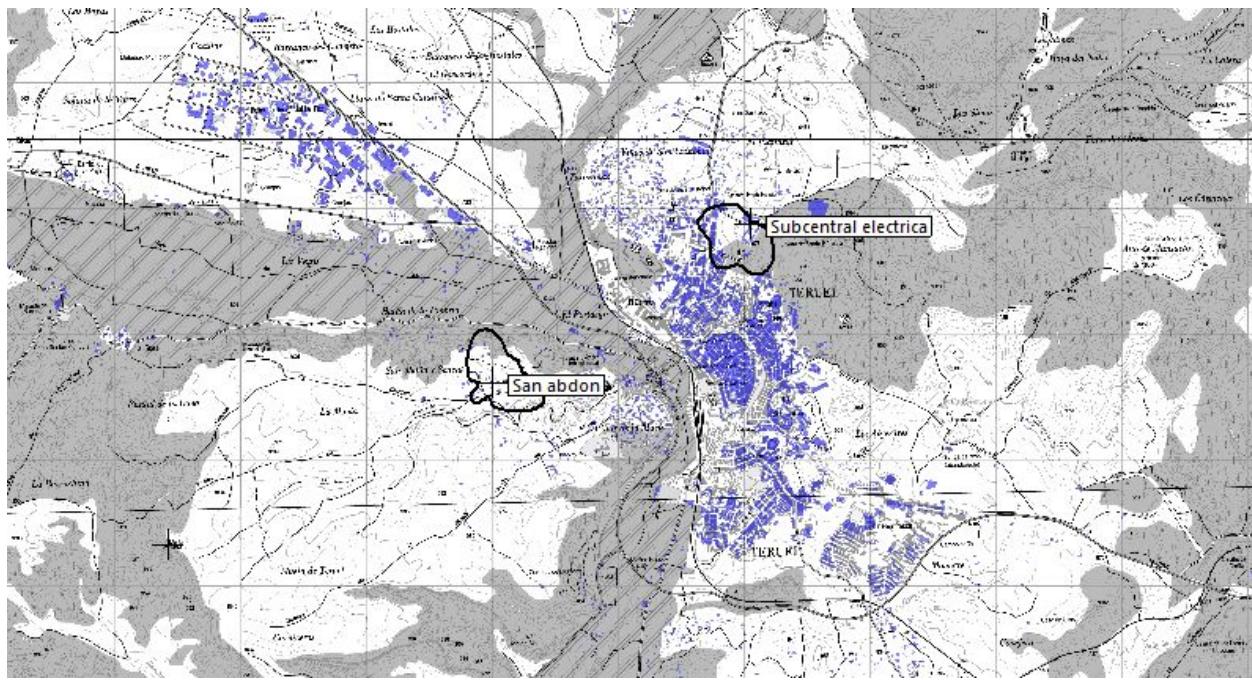
3)



4)



5)



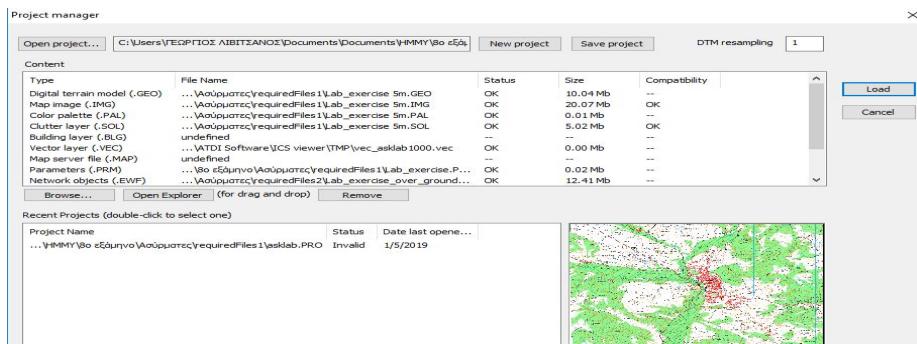
Βλέπουμε ότι η κάλυψη είναι περίπου ίδια με την περίπτωση του κέντρου "Muela" αντί για το "San abdon" στο κέντρο της πόλης και τα προάστια. Δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές αλλά η κάλυψη είναι ελαφρώς χειρότερη (κυρίως στις πιο απομακρυσμένες από το κέντρο περιοχές).

### Μέρος 3ο:

Σε αυτό το σημείο δεν θα μελετήσουμε την κάλυψη 10 m από την γη (over clutter) αλλά μόλις 2 m (over ground). Είναι προφανές ότι η κάλυψη μας σε αυτό το σημείο θα είναι χειρότερη, αφού στους υπολογισμούς μας θα πρέπει να εισάγουμε και την επίδραση εμποδίων που δεν λάβαμε προηγουμένως υπ' όψιν. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε καθώς και τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

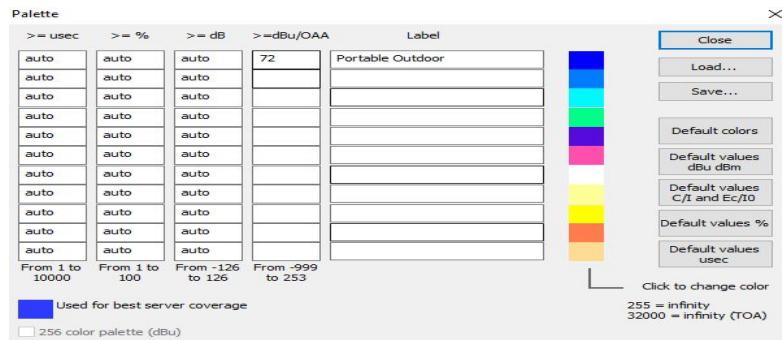
Αφότου έχουμε λάβει υπόψιν τις απώλειες λόγω clutter, η απαιτούμενη στάθμη για υπηρεσία φορητής σταθερής λήψης είναι  $48 \text{ dBmV/m}$ .

### 1) Μέσω του Project manager:

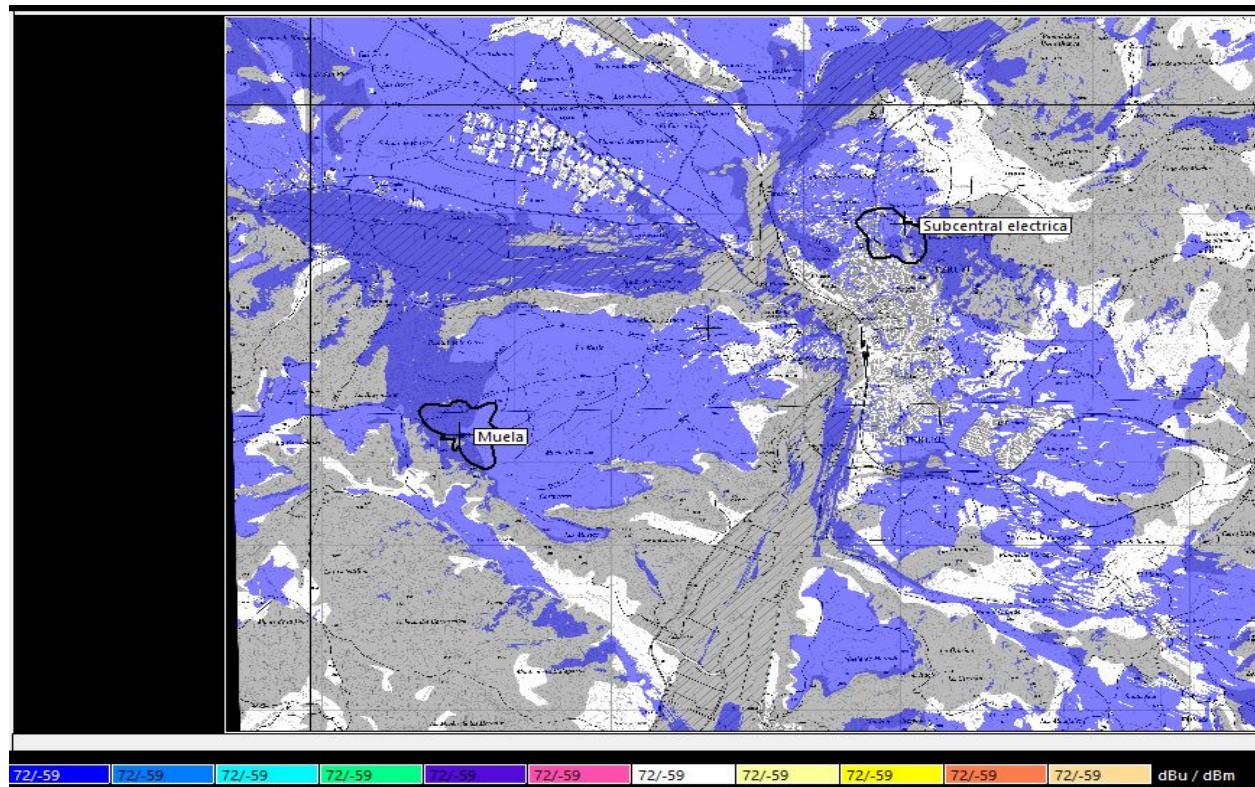


2) ίδιο με το 3) από Μέρος 1ο

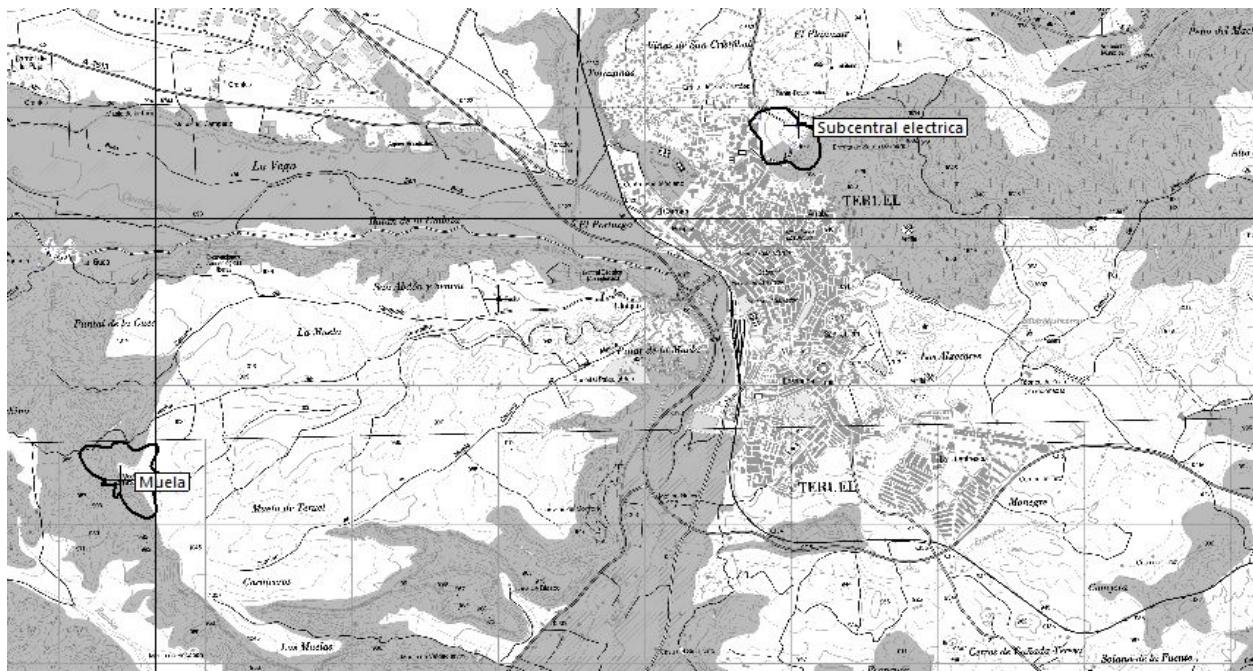
3)



4)

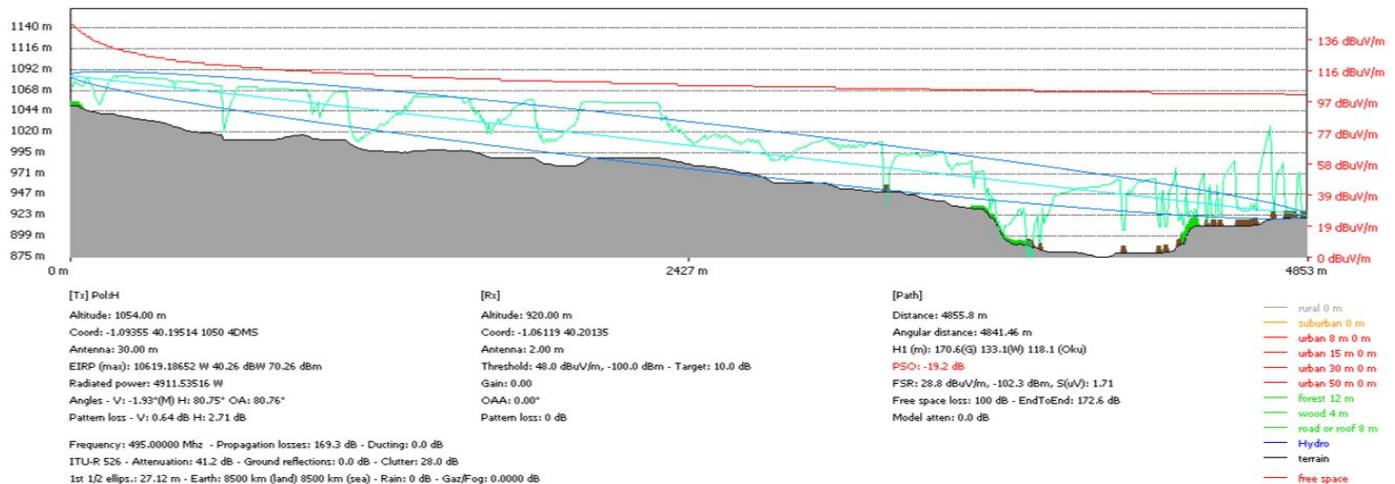


5)



Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει κάλυψη στην περίπτωση του "over ground" για κατώφλι 72 dBmV/m και Road/Roof filter για την αστική περιοχή! Υπάρχει αρκετά περιορισμένη κάλυψη.

6) Όπως και προηγουμένως παρουσιάζουμε την μηκοτομή σε ένα σημείο που δεν υπάρχει ικανοποιητική κάλυψη.



Παρατηρούμε ότι τώρα η μηκοτομή είναι χειρότερη, αφού έχουμε χειρότερη εξασθένηση, καθώς τώρα παίρνουμε την ισχύ του πεδίου στο επίπεδο του εδάφους, άρα έχουμε έντονες απώλειες λόγω clutter. Πιο συγκεκριμένα ακόμα και εκτός της αστικής περιοχής το σήμα εκπομπής παρουσιάζει αρκετές αυξομοιώσεις, αφού υπάρχουν αρκετά εμπόδια όπως βλάστηση. Τελικά στον δέκτη το σήμα έχει τιμή μόλις περίπου 25 dBmV/m που είναι πολύ χαμηλότερη από το απαιτούμενο κατώφλι, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει κάλυψη.

## **2. Γιατί πέραν ενός εμποδίου (π.χ. βουνό) το ηλεκτρικό πεδίο δε μηδενίζεται;**

Πέραν ενός εμποδίου, η διάδοση οφείλεται στο φαινόμενο της περίθλασης και το ηλεκτρικό πεδίο δεν μηδενίζεται εξαιτίας του φαινομένου αυτού. Στην περίπτωση του βουνού, οι ακμές του λειτουργούν ως δευτερεύοντες ακτινοβολητές και με αυτόν τον τρόπο τα ηλεκτρικά κύματα διαδίδονται και πέραν αυτού. Αυτό ισχύει σύμφωνα με την αρχή του Huygens, καθώς με την πρόσπτωση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο εμπόδιο επτάγονται πάνω σε αυτό ρεύματα υψηλής συχνότητας, με αποτέλεσμα να δρουν ως πηγές δευτερογενούς πεδίου. Στην περιοχή γύρω από το εμπόδιο η ένταση του πεδίου ισούται με το διανυσματικό άθροισμα των δευτερευόντων συνιστώσων του

## **3. Για ποιο λόγο απαιτείται η χρήση του clutter στη σταθερή λήψη;**

Η βάση δεδομένων βιοφυσικής κάλυψης ή clutter, περιλαμβάνει πληροφορίες για τη χρήση γης για κάθε pixel των ψηφιακών χαρτογραφικών δεδομένων (αστική, δασική, αγροτική, κ.λ.π). Η σταθερή λήψη είναι ο πιο κοινός και διαδεδομένος τρόπος λήψης. Γνωρίζουμε ότι, η οριακή τιμή (κατώφλι) της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, ώστε να μπορεί να λάβει ένας δέκτης σήμα είναι τα 48 dBmV/m. Βλέπουμε λοιπόν, ότι είναι απαραίτητος ο ακριβής υπολογισμός του πεδίου για την παραπάνω τιμή. Αν δεν γνωρίζαμε την κάλυψη της υπό μελέτης περιοχής, δεν θα μπορούσαμε να αποφανθούμε με ακρίβεια αν η ένταση του πεδίου που φτάνει στους δέκτες σταθερής λήψης είναι μεγαλύτερη ή ίση των 48 dBmV/m και άρα αν οι τηλεοράσεις θα λαμβάνουν σήμα. Οι υπόλοιπες threshold τιμές, π.χ 72 dBmV/m στην περίπτωση της φορητής λήψης, χρησιμοποιούνται ώστε να είμαστε σίγουροι ότι στα 2m πάνω από την επιφάνεια της γης η τιμή της έντασης του πεδίου θα είναι τουλάχιστον 48 dBmV/m που είναι και η οριακή τιμή λήψης. Αν είμαστε σίγουροι λοιπόν, ότι οι δέκτες σταθερής λήψης λαμβάνουν σήμα, λόγω του "overhead", οι υπόλοιποι δέκτες μπορεί να λαμβάνουν αλλά μπορεί και όχι. Άρα, καταλήγουμε ότι η χρήση clutter στη σταθερή λήψη είναι απαραίτητη. Αν δε λάβουμε υπόψη το clutter, σε αρκετά σημεία όπου η ένταση είναι αρχικά πάνω από το κατώφλι, με την παρουσία clutter θα μειωθεί κάτω από το απαιτούμενο όριο, και σε μια τέτοια περίπτωση η θα κάναμε λάθος εκτίμηση.

## **4.Ποιο από τα κέντρα εκπομπής Muela και San Abdón επιλέγετε για την κάλυψη της πόλης; Ισχύει το ίδιο και για την κάλυψη της ευρύτερης περιοχής; Σχολιάστε τα υπέρ και τα κατά της διατήρησης ενός υπάρχοντος κέντρου ή της δημιουργίας ενός νέου και τεκμηριώστε τις απαντήσεις σας με απεικονίσεις των προσομοιώσεων.**

Προκειμένου να επιλέξουμε το κατάλληλο κέντρο εκπομπής για την κάλυψη της πόλης θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν τόσο την δυνατότητα κάλυψης του κάθε κέντρου αλλά και τα οικονομικά κέρδη - κόστος κατασκευής που θα προκύψουν απ' το καθένα. Και τα δύο κέντρα έχουν επαρκή κάλυψη για το κέντρο της πόλης (αντίστοιχα σχήματα στο ερώτημα 1)) και η αντικατάσταση του σταθμού Muela από τον σταθμό San Abdón δε διαφοροποιεί ουσιαστικά την κάλυψη της περιοχής. Ωστόσο, το San Abdón έχει ασθενέστερη κάλυψη στα προάστια. Για τις απομακρυσμένες περιοχές, εφόσον το κέντρο και τα προάστια καλύπτονται αρκετά καλά, ο

Muela που είναι και περισσότερο απομακρυσμένος (αισθητικό κομμάτι), προσφέρει ικανοποιητική κάλυψη χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης νέου σταθμού. Απ' την άλλη, για την φορητή λήψη κανένα από τα δύο κέντρα δεν επαρκεί.

Όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα το San Abdon έχει σαφέστατα μικρότερη ισχύ εκπομπής, (2 τάξεις μεγέθους χαμηλότερη) κάτι που αντανακλά και το κόστος για την τροφοδότηση του σταθμού και τα ενεργειακά οφέλη. Ωστόσο, παραμένει άγνωστο το κόστος κατασκευής τους νέου αυτού κέντρου εκπομπής. Ως εκ τούτου δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλές συμπέρασμα ως προς την επιλογή μας. Αν το κόστος κατασκευής είναι σχετικά μικρό και η απόσβεση του μπορεί να γίνει αρκετά γρήγορα τότε θα επιλέγαμε να κατασκευαστεί το νέο κέντρο εκπομπής. Διαφορετικά κάτι τέτοιο δεν συνίσταται, το κέντρο Muela ήδη πληροί τις προδιαγραφές (και δεν υπάρχουν άλλοι σταθμοί που να εξυπηρετούν την ευρύτερη περιοχή).

##### **5.Σχολιάστε τις διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις προσομοιώσεις φορητής λήψης πάνω από το clutter και πάνω από το έδαφος. Πού οφείλονται; Τεκμηριώστε τις απαντήσεις σας με τη χρήση των μηκοτομών που αποθηκεύσατε.**

Εάν λάβουμε υπ' όψη τις μηκοτομές του πρώτου ερωτήματος παρατηρούμε ότι στην περίπτωση της λήψης over ground (δηλαδή 2 μέτρα πάνω από το έδαφος) έχουμε πολύ περισσότερες αυξομοιώσεις του σήματος εκπομπής Αν και στη φορητή λήψη πάνω από clutter έχουμε καλύτερη κάλυψη, δεν είναι ικανοποιητική αρκετά. Αυτό οφείλεται στα περισσότερα εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη.

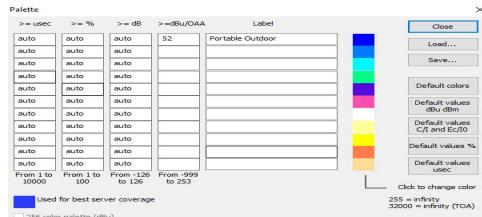
Επιπλέον, στην προσομοίωση πάνω από το έδαφος, τα εμπόδια στη πρώτη ζώνη Fresnel είναι περισσότερα λόγω της διαφοράς ύψους στο σημείο λήψης σε σχέση με την περίπτωση over clutter. Στην προσομοίωση πάνω από το έδαφος, το σήμα υπόκειται ανάκλαση, περίθλαση και σκέδαση, φαινόμενα που δημιουργούν πολυδιαδρομική μετάδοση και σημαντικές απώλειες. Κατά την προσομοίωση πάνω από τα εμπόδια clutter, οι απώλειες που εισάγουν αυτά είναι μικρότερες (καθαρότερη ζώνη Fresnel), αλλά παρόλο αυτά οφείλουμε να αυξήσουμε το κατώφλι ώστε να καλύπτουμε ικανοποιητικά και τους χρήστες στην επιφάνεια του εδάφους. Η επιπλέον απόσβεση στην over ground περίπτωση είναι περίπου όσο η απόσβεση που εισάγει το clutter. Εμείς όμως αυξάνουμε το κατώφλι μας και όποια διαφορά ευθύνεται στη μειωμένη κάλυψη στην περίπτωση πάνω από το έδαφος

Επιπλέον, στην περίπτωση λήψης over clutter οι αυξομοιώσεις αυτές παρουσιάζονται μόνο στην αστική περιοχή ενώ στην over ground παρουσιάζονται σε όλο το εύρος της μηκοτομής.

##### **6. Στην περίπτωση που ο δέκτης φορητής λήψης έχει εσωτερική κεραία με ενισχυτή που έχουν συνολικό κέρδος 20 dB πώς διαφοροποιούνται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων; Απεικονίστε τις προσομοιώσεις έντασης πεδίου χρησιμοποιώντας το κατάλληλο φίλτρο για να απομονώσετε την πόλη Teruel, καθώς και την παλέτα χρωματισμού που χρησιμοποιήσατε. Χρησιμοποιήστε όποια μέθοδο προσομοίωσης φορητής λήψης επιθυμείτε.**

Για την περίπτωση του “over clutter”, με ενεργοποιημένα τα κέντρα εκπομπής “Muela” και “Subcentral electrica” και για φορητή λήψη με 72 dBmV/m(αντίστοιχα δηλαδή με την

προσομοίωση του ερωτήματος 1->Μέρος 1o->7), δεδομένου ότι η εσωτερική κεραία έχει κέρδος

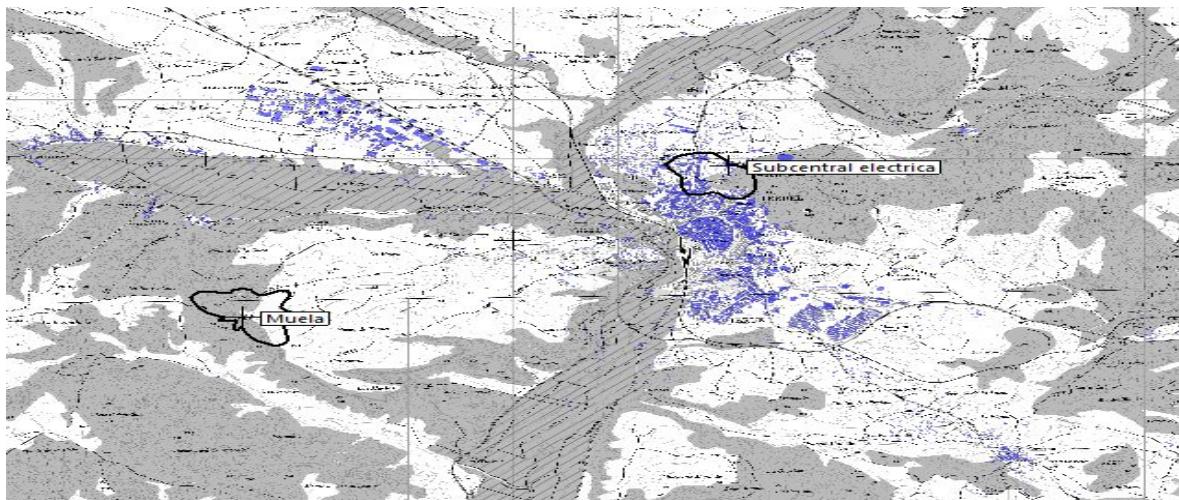


20 dB, ρυθμίζουμε ώς εξής:

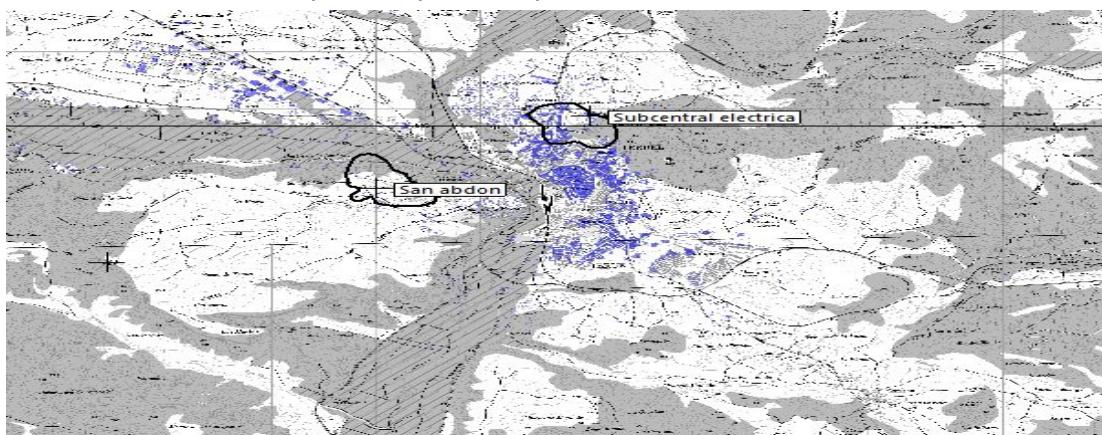
Στην περίπτωση που οι φορητοί δέκτες έχουν κεραία με ενισχυτή 20 dB, τότε αυτό θα πρέπει να συνυπολογιστεί στο απαιτούμενο κατώφλι έντασης πεδίου. Αν επιλέξουμε την περίπτωση διάδοσης over clutter το νέο κατώφλι είναι

$$72 \text{ dB } \mu\text{V/m} - 20 \text{ dB} = 52 \text{ dB } \mu\text{V/m.}$$

Η κάλυψη στην πόλη Teruel θα είναι:



Η χρήση ενισχυτών βοηθά σημαντικά στη λήψη καθώς η ραδιοκάλυψη περιλαμβάνει το σύνολο σχεδόν της πόλης και των προαστίων. Συνεπώς, η διαφορά με την αντίστοιχη περίπτωση με κατώφλι είναι ευδιάκριτη! Αν χρησιμοποιηθεί το κέντρο "San Abdon" αντί του "Muela":



Παρατηρούμε "χειρότερη" κάλυψη σε σχέση με πριν κυρίως στα προάστια και όχι στο κέντρο της πόλης.

Αν επιλέγαμε την περίπτωση διάδοσης over ground, το νέο κατώφλι θα ήταν  
 $48 \text{ dB } \mu\text{V/m} - 20 \text{ dB} = 28 \text{ dB } \mu\text{V/m}$