



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων Έρευνας

Χρήστου Λαδά 6, Αθήνα

Τηλ: 210 - 727 5900

Fax: 210 - 727 5010

E-mail: rc@elke.uoa.gr

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Τηλ: 210 7275319 - Φαξ: 210 7275191

E-mail: dkats@di.uoa.gr

«Μελέτη ανάλυσης τριών (3) σεναρίων της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), σχετικά με την αναδιαμόρφωση των φασματικών περιοχών στα πλαίσια υλοποίησης του Έργου «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης - Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ», στη γεωγραφική Ζώνη 2»

ΑΝΑΘΕΤΟΥΣΑ ΑΡΧΗ: Κοινωνία της Πληροφορίας Α.Ε.

Παραδοτέο 2

Τελική έκδοση της μελέτης

Ιούλιος 2020

Πίνακας Περιεχομένων

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	4
1.1	Φιλοσοφία του έργου	4
1.2	Η Αναθέτουσα Αρχή – Εμπλεκόμενοι φορείς.....	4
1.3	Αντικείμενο του Έργου	4
1.4	Συνοπτική Ανάλυση του Παραδοτέου.....	5
2	Μεθοδολογική προσέγγιση για την υλοποίηση του έργου	5
2.1	Ολοκληρωμένη αντίληψη του έργου	5
3	Περίγραμμα της μελέτης	10
4	Αρχιτεκτονική Προσέγγιση Δόμησης του Δικτύου.....	12
4.1	Κόμβος τύπου D.....	14
4.2	Κόμβος τύπου E	15
5	Διαθέσιμα Στοιχεία.....	17
6	Διαδικασία Υλοποίησης.....	18
7	Κοστολόγηση Προτεινόμενων Λύσεων	21
7.1	Φάση Προμελέτης	22
7.2	Φάση Υλοποίησης.....	23
7.3	Τεχνοοικονομικό Μοντέλο	24
8	Χρονοδιάγραμμα μετακίνησης στην νέα χωροθέτηση	33
9	Συγκριτική αξιολόγηση των υπό μελέτη σεναρίων	35
10	Παραρτήματα	36
10.1	Κόμβοι ασύρματης πρόσβασης	36
10.2	Τεχνικά φυλλάδια εξοπλισμού	36
10.3	Υποστηρικτικό Υλικό	36
[1]	Τεχνοοικονομικό Μοντέλο για την επιλογή Σεναρίων	36
[2]	GIS χάρτες Rural Connect	36
[3]	Φωτογραφίες κόμβων προς αντικατάσταση (ενδεικτικές).....	36

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1 Υπουργική Απόφαση Περιορισμού των Δικαιωμάτων στη Ζώνη 3400-3800 MHz	8
Σχήμα 2 Σεναρία αναδιαμόρφωσης των φασματικών περιοχών 3400-3800 MHz	9
Σχήμα 3 Φυσική απεικόνιση Δικτύου	13
Σχήμα 4 Σχέδιο συχνοτήτων της ζώνης 3400-3800 MHz. (α) Υφιστάμενη (β) Πιθανές μετακινήσεις (Πηγή ΕΕΤΤ, Δημόσια Διαβούλευση, Απρίλιος 2020)	32
Σχήμα 5 Συμπληρωματικά Σεναρία 3400-3600 MHz	33

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Ζώνες (Lot) 1 (κίτρινο), 2 (πράσινο), 3 (κόκκινο)	6
Εικόνα 2 Θέσεις κόμβων τύπου D	14
Εικόνα 3 Θέσεις κόμβων τύπου E	16
Εικόνα 4 Κόμβοι και RRU	19
Εικόνα 5 Σύνολο κόμβων και κόμβων που χρειάζονται αντικατάσταση RRU στο σενάριο A ...	25
Εικόνα 6 Σύνολο κόμβων και κόμβων που χρειάζονται αντικατάσταση RRU στο σενάριο B ...	26
Εικόνα 7 Σύνολο κόμβων και κόμβων που χρειάζονται αντικατάσταση RRU στο σενάριο Γ ...	26
Εικόνα 8 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο A ..	27
Εικόνα 9 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο B ..	28
Εικόνα 10 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο Γ .	28
Εικόνα 11 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο Α, Ραδιοκάλυψη (Εύβοια)	29

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1 Καλυπτόμενοι οικισμοί ανά ζώνη	6
Πίνακας 2 Υποδομή Δικτύου Rural Connect	17
Πίνακας 3 Απαιτήσεις Υλικών ανά σενάριο	19
Πίνακας 4 Ποσότητες Υλικού ανά κωδικό	20
Πίνακας 5 Χρήση υλικού ανά σενάριο στο δίκτυο	21
Πίνακας 6 Πλήθος κόμβων ανά σενάριο όπου απαιτούνται τροποποιήσεις	25
Πίνακας 7 Εκτιμήσεις κόστους για εξοπλισμό και εργασίες αντικατάστασής	29
Πίνακας 8 Αποτελέσματα για το συνολικό κόστος ανά σενάριο	31

1 Εισαγωγή

1.1 Φιλοσοφία του έργου

Η ομάδα εργασίας θα αξιολογήσει και θα παρουσιάσει στην Αναθέτουσα Αρχή τις πιθανές τεχνολογικές λύσεις με βάση την ελληνική πραγματικότητα και τις υπάρχουσες δυνατότητες μέσα από την τεχνική και οικονομική σκοπιά, ώστε να υλοποιηθεί η προτεινόμενη νέα δράση κατά το βέλτιστο τρόπο. Το παρόν κείμενο αποτελεί την τελική έκδοση μελέτης σε συνέχεια των παρατηρήσεων επί των Παραδοτέων 1 & 2.

1.2 Η Αναθέτουσα Αρχή – Εμπλεκόμενοι φορείς

Το Έργο έχει αναλάβει ως αναθέτουσα Αρχή, εκ μέρους του Ελληνικού Δημοσίου, η Κοινωνία της Πληροφορίας. Α.Ε.

Οι εμπλεκόμενοι Φορείς του έργου είναι οι ακόλουθοι:

- Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης (Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων - ΓΓΤΤ)
- Κοινωνία της Πληροφορίας. Α.Ε. (ΚΤΠ Α.Ε.)
- RURAL CONNECT ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΕΣ (INTRAKAT) - (Γεωγραφική ζώνη 2)
- Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (Ε.Ε.Τ.Τ.).

1.3 Αντικείμενο του Έργου

Αντικείμενο του Έργου αποτελεί η ανάλυση των τριών (3) σεναρίων της ΕΕΤΤ, σχετικά με την αναδιαμόρφωση των φασματικών περιοχών που χρησιμοποιεί το Έργο «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης - Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ», στη γεωγραφική Ζώνη 2, λαμβάνοντας υπόψη το απαιτούμενο κόστος και χρόνο.

Το Έργο «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης - Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ» είναι μία Σύμπραξη μεταξύ του Δημόσιου και του Ιδιωτικού Τομέα της μορφής BOT (Build, Operate, Transfer) για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών χοντρικής στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους με την αξιοποίηση της υποδομής (δίκτυο) που θα αναπτυχθεί στο πλαίσιο του Έργου. Το Έργο έχει αναλάβει ως αναθέτουσα Αρχή εκ μέρους του Ελληνικού Δημοσίου η Κοινωνία της Πληροφορίας. Α.Ε. και υλοποιείται σε τρεις (3) Γεωγραφικές Ζώνες, όπου οι Ανάδοχοι (ΙΦΣ) είναι οι:

- Γεωγραφική ζώνη 1 : OTE RURAL NORTH ΑΕΕΣ

- Γεωγραφική ζώνη 2 : RURAL CONNECT ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΕΣ (ΙΝΤΡΑΚΑΤ)
- Γεωγραφική ζώνη 3 : ΟΤΕ RURAL SOUTH ΑΕΕΣ

1.4 Συνοπτική Ανάλυση του Παραδοτέου

Στο κεφάλαιο 2 αναπτύσσεται η μεθοδολογική προσέγγιση που θα ακολουθηθεί, στο κεφάλαιο 3 αναφέρεται το περίγραμμα της μελέτης, στο κεφάλαιο 4 η αρχιτεκτονική του δικτύου, στο κεφάλαιο 5 τα διαθέσιμα στοιχεία, στο κεφάλαιο 6 η διαδικασία υλοποίησης της νέας χωροθέτησης, στο κεφάλαιο 7 η κοστολόγηση και το τεχνοοικονομικό μοντέλο και στο κεφάλαιο 8 το χρονοδιάγραμμα μετακίνησης στη νέα χωροθέτηση. Τέλος, στο κεφάλαιο 9 αναπτύσσεται η συγκριτική αξιολόγηση των υπό μελέτη σεναρίων.

2 Μεθοδολογική προσέγγιση για την υλοποίηση του έργου

2.1 Ολοκληρωμένη αντίληψη του έργου

Η Κοινωνία της Πληροφορίας Α.Ε. στο πλαίσιο της ανάπτυξης και του εκσυγχρονισμού της Τηλεπικοινωνιακής υποδομής του Δημοσίου, οργάνωσε και υλοποίησε σε συνεργασία με την Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, το έργο «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης-Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ» (Rural Broadband).

Η δράση αυτή είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη και λειτουργία δημόσιων ευρυζωνικών υποδομών υψηλής ταχύτητας, σε «λευκές» αγροτικές και νησιωτικές περιοχές της χώρας, δηλαδή σε περιοχές όπου δεν υπήρχε επενδυτικό ενδιαφέρον από ιδιωτικές εταιρείες τηλεπικοινωνιών, λόγω της χαμηλής εμπορικής τους αξίας. Υλοποιήθηκε με στόχο την εξάλειψη του «ευρυζωνικού χάσματος» μεταξύ απομακρυσμένων, μειονεκτικών, παραδοσιακά «λευκών» αγροτικών περιοχών και την ταχύτερη επίτευξη της ψηφιακής τους σύγκλισης με τις προνομιούχες περιοχές της χώρας.

Η κάλυψη ανήλθε στο 45% της ελληνικής επικράτειας παρέχοντας οικονομικά προσιτές και αξιόπιστες υπηρεσίες συνδεσιμότητας, με εύρος ζώνης συμβατικά μέχρι 30 Mbps και δυνατότητα σταδιακής αύξησης της ταχύτητας έως 50 Mbps, σε περίπου 525.000 πολίτες των 5.077 δημοτικών διαμερισμάτων αγροτικών και παραμεθόριων ορεινών και νησιωτικών περιοχών της χώρας, μέχρι το τέλος του Έργου.

Οι οικισμοί που συνθέτουν το πεδίο εφαρμογής του Έργου ομαδοποιούνται σε τρεις (3) διακριτές γεωγραφικές ενότητες/ζώνες, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και τον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 1 Ζώνες (Lot) 1 (κίτρινο), 2 (πράσινο), 3 (κόκκινο)

Πίνακας 1 Καλυπτόμενοι οικισμοί ανά ζώνη

Ζώνη (Lot)	Νομοί	Πληθυσμός	Οικισμοί
1 (κίτρινο)	19	170.884	1.188
2 (πράσινο)	15	185.043	1.864
3 (κόκκινο)	17	169.360	2.025
		525.287	5.077

Η αναθέτουσα αρχή έθεσε ως προϋπόθεση την τεχνολογική ουδετερότητα (ασύρματες και ενσύρματες υποδομές) των εν λόγω υποδομών και με την προοπτική αξιοποίησής τους από τηλεπικοινωνιακούς παρόχους του ιδιωτικού τομέα.

Για την υλοποίηση των παραπάνω έγινε δέσμευση φάσματος 60 MHz στην περιοχή των 3400-3800 MHz για την αποκλειστική παροχή υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών μέσω των Δημόσιων Αγροτικών Δικτύων. Συγκεκριμένα το φάσμα αφορά τις συχνότητες 3670-3700 MHz και 3770-3800 MHz και τη δέσμευση τους για χρήση από τις Rural Connect/ OTE Rural North & South έως 10/04/2037.

Ωστόσο, σύμφωνα με την εντολή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προς την CEPT (Report 49)¹ καθώς και τις αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα δίκτυα 5G και τη ζώνη των 3400-3800 MHz^{2 3} κρίνεται σκόπιμη η υιοθέτηση νέας χωροθέτησης των συχνοτήτων των Δημόσιων Αγροτικών Δικτύων (ΔΑΔ) που θα εξασφαλίζει συνεχόμενα φασματικά τμήματα τόσο για Rural Connect όσο και για ανάπτυξη δικτύων 5G.

Η νέα χωροθέτηση στη φασματική ζώνη θα πρέπει να υλοποιηθεί σύντομα δεδομένων των αποτελεσμάτων της εντολής της Επιτροπής προς την CEPT, τα οποία πρέπει να εφαρμοστούν σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση και να υλοποιηθούν από τα κράτη μέλη χωρίς καθυστέρηση, λόγω της ταχέως αυξανόμενης ζήτησης για ασύρματες ευρυζωνικές υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας και του σημερινού χαμηλού επιπέδου χρήσης της ζώνης συχνοτήτων 3400-3800 MHz για ασύρματες ευρυζωνικές υπηρεσίες.

Τα υφιστάμενα χορηγηθέντα δικαιώματα χρήσης ραδιοσυχνοτήτων στη ζώνη 3400-3800 MHz δεν επαρκούν για την εξασφάλιση των αναγκαίων φασματικών τμημάτων για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών 4ης γενιάς (4G/LTE), για την πρώιμη ανάπτυξη δικτύων 5ης γενιάς (5G Non Standalone) και για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών 5ης γενιάς (5G New Radio) στη ζώνη 3400-3800 MHz.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να εφαρμόζονται, στον βαθμό που είναι απαραίτητο, οι νέοι εναρμονισμένοι τεχνικοί όροι στα υφιστάμενα δικαιώματα χρήσης του ραδιοφάσματος στη ζώνη 3400-3800 MHz, ώστε να εξασφαλίζεται η τεχνική συμβατότητα μεταξύ των υφιστάμενων και των νέων χρηστών της ζώνης, η αποδοτική χρήση του ραδιοφάσματος και η αποφυγή επιβλαβών παρεμβολών. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο σε συνεργασία με τους υφιστάμενους χρήστες της ζώνης 3400-3800 MHz, να δρομολογηθεί η κατάλληλη χωροθέτηση των υφιστάμενων δικαιωμάτων χρήσης ραδιοσυχνοτήτων, ώστε να εξασφαλιστεί το ελάχιστο

¹ 2014: Νέο πλαίσιο εναρμόνισης της ζώνης 3400-3800 MHz για δίκτυα 4G-MFCN (2014/276/EE, CEPT Report 49, Amended ECC/DEC/(11)06)

² 2016: Στρατηγικής σημασίας η ζώνη για ανάπτυξη δικτύων 5ης γενιάς (5G RSPG Opinion, European Commission 5G Action Plan)

³ 2018: Νέο πλαίσιο εναρμόνισης της ζώνης 3400-3800 MHz για δίκτυα 5G-MFCN (amend 2014/276/EE, CEPT Report 67, Revise ECC/DEC/(11)06)

απαιτούμενο συνεχόμενο φασματικό εύρος για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών 4ης γενιάς και 5ης γενιάς στη ζώνη 3400-3800 MHz.

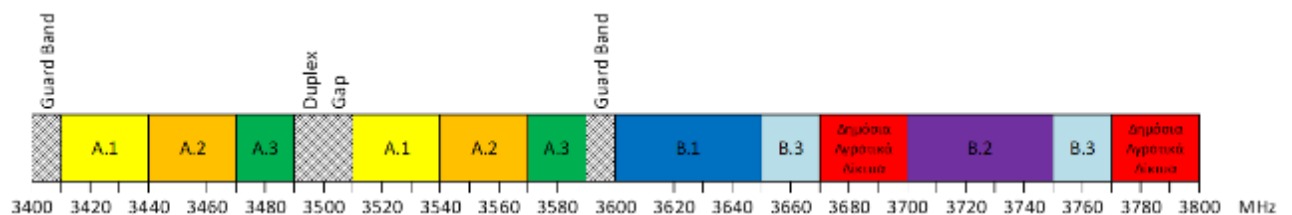
Στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα σχέδια διαυλοποίησης για τη ζώνη 3400-3800 MHz βάσει των απαιτήσεων για το συγχρονισμό των δικτύων TDD μεταξύ γειτονικών παρόχων σύμφωνα με τις παρατηρήσεις της ΕΕΤΤ και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Η ΕΕΤΤ, στο πλαίσιο της διαβούλευσης που έχει δημοσιεύσει για το 5G (Απρίλιος 2020), έχει προβεί στην περιγραφή τριών προτεινόμενων σεναρίων αναδιαμόρφωσης του φάσματος των Δημόσιων Αγροτικών Δικτύων, όπως αυτά περιγράφονται στο κείμενο της από 06.02.2020 δημόσιας διαβούλευσης της ΕΕΤΤ⁴.

Αναλυτικά: Το διαθέσιμο φάσμα στην υπό διαβούλευση ζώνη ραδιοσυχνοτήτων 3400-3800 MHz είναι:

- i. 280 MHz ελεύθερο φάσμα στη ζώνη συχνοτήτων 3400-3800 MHz.
- ii. 60 MHz (3670- 3700 MHz & 3770-3800 MHz) τα οποία έχουν δεσμευθεί από το Ελληνικό Δημόσιο με σκοπό την αποκλειστική παροχή υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών μέσω των Δημοσίων Αγροτικών Δικτύων (ΔΑΔ).
- iii. 60 MHz (3440-3470 MHz & 3540-3570 MHz) τα οποία χορηγήθηκαν το 2014 στον όμιλο ΟΤΕ.

Τα τρία υπό εξέταση σενάρια αφορούν στην μετακίνηση των 2 φασματικών περιοχών των ΔΑΔ (Δημόσια Αγροτικά Δίκτυα) από 3670-3700 MHz και 3770-3800 MHz σε συνεχόμενες φασματικές περιοχές. Η υπάρχουσα κατάσταση παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



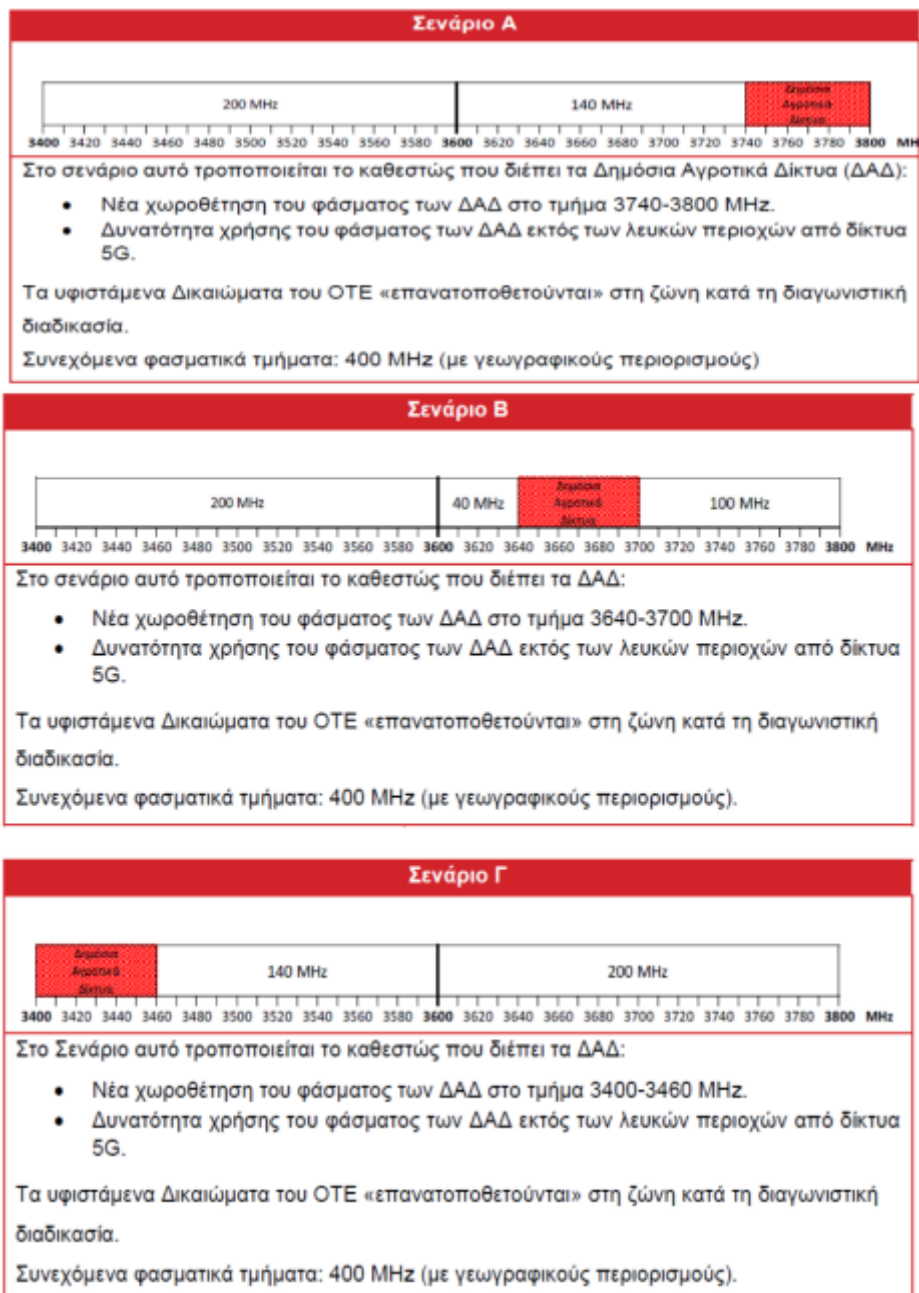
Σχήμα 1 Υπουργική Απόφαση Περιορισμού των Δικαιωμάτων στη Ζώνη 3400-3800 MHz

Τα σενάρια μετακίνησης σε συνεχόμενες φασματικές ζώνες έχουν ως εξής:

- A. 3740-3800 MHz (σενάριο Α),
- B. 3640-3700 MHz (σενάριο Β) και
- C. 3400-3460 MHz (σενάριο Γ).

⁴ https://www.eett.gr/opencms/opencms/admin/News_new/news_1130.html

Τα εν λόγω σενάρια νέας χωροθέτησης των ΔΑΔ για την Rural Connect παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 2 Σενάρια αναδιαμόρφωσης των φασματικών περιοχών 3400-3800 MHz

Σύμφωνα με το αντικείμενο του παρόντος έργου, η τεχνοοικονομική μελέτη αφορά :

- Καταγραφή του υπάρχοντος εξοπλισμού για την παροχή των υπηρεσιών των Δημόσιων Αγροτικών Δικτύων
- Μελέτη των τεχνικών απαιτήσεων για την αναβάθμιση ή/και αντικατάσταση του εξοπλισμού για την αναδιαμόρφωση της φασματικής περιοχής

- Ανάλυση κόστους για τις τρεις εναλλακτικές λύσεις, που προτάθηκαν από την ΕΕΤΤ
- Μελέτη για την απόφαση του βέλτιστου σεναρίου με στόχο τη βέλτιστη αξιοποίηση του φάσματος και την ελαχιστοποίηση του κόστους για την αναδιαμόρφωση της ζώνης 3400-3800 MHz.

3 Περιγραφή της μελέτης

Η μελέτη υλοποιεί αναλυτικά τα παρακάτω τμήματα:

- Καθορισμός των τεχνικών τροποποιήσεων και αντικατάστασης εξοπλισμού: Αφορά τον καθορισμό του τμήματος του Φυσικού Αντικειμένου του Έργου της Γεωγραφικής Ζώνης 2 του Έργου «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης - Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ», που θα πρέπει να αντικατασταθεί, ώστε να καταστεί λειτουργικό καθένα από τα προσδιορισθέντα σενάρια της ΕΕΤΤ, για την αναδιάρθρωση του φάσματος. Η ομάδα έργου συνέλεξε τα σχετικά στοιχεία εξοπλισμού και του αντίστοιχου κόστους σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς, την RURAL CONNECT και την ΚΤΠ ΑΕ. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τα δεδομένα για την περιγραφή, τεχνικά χαρακτηριστικά, τη θέση του εξοπλισμού καθώς και τα σχετικά κόστη. Επιπλέον, σε αυτό το στάδιο περιγράφονται οι τεχνικές τροποποιήσεις, οι αναβαθμίσεις και η αντικατάσταση που απαιτούνται σε κατάλληλα τμήματα του υπάρχοντος εξοπλισμού.
- Μελέτη για την τεχνοοικονομική ανάλυση των προτεινόμενων λύσεων: Παρουσιάζονται οι προτεινόμενες λύσεις και το αντίστοιχο συνολικό κόστος μετατόπισης του φάσματος, τόσο από πλευράς εξοπλισμού όσο και απαιτούμενων εργασιών, ώστε να καταστεί λειτουργικό καθένα από τα προσδιορισθέντα σενάρια της ΕΕΤΤ για την αναδιάρθρωση του φάσματος. Οι λύσεις παρουσιάζονται με γνώμονα την βελτιστοποίηση κόστους σε μεγάλη κλίμακα κάτω από συγκεκριμένες ποιοτικές απαιτήσεις που αφορούν την αξιοποίηση του φάσματος. Επίσης λαμβάνονται υπόψη οι νομοθετικές ρυθμίσεις και το ρυθμιστικό πλαίσιο για την υλοποίηση βέλτιστων σεναρίων. Η ομάδα έργου ανέπτυξε τεχνοοικονομικό μοντέλο, το οποίο για κάθε ένα από τα προτεινόμενα σενάρια της ΕΕΤΤ υπολογίζει το συνολικό κόστος αναδιάταξης της φασματικής ζώνης αξιοποιώντας τα στοιχεία που συλλέχθηκαν. Για τον καθορισμό του κόστους εγκατάστασης και μετάβασης τεχνικού συνεργείου χρησιμοποιούνται τα στοιχεία θέσεων των κόμβων πρόσβασης του δικτύου, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται κατάλληλη εκτίμηση κόστους του νέου εξοπλισμού και των προαπαιτούμενων εργασιών (μελετών κλπ).
- Κόστος διαχείρισης εξοπλισμού υπό αντικατάσταση: Αφορά τον καθορισμό του επιπλέον κόστους που ενδεχομένως χρειαστεί, ώστε ο εξοπλισμός που θα αποσπαστεί

να φυλαχθεί σε φυλασσόμενη αποθήκη από την RURAL CONNECT με κατάλληλη τήρηση αρχείου αντιστοίχισης με τον αντίστοιχο νέο εξοπλισμό για τήρηση των μακροχρόνιων υποχρεώσεων του συγχρηματοδοτούμενου έργου ΕΤΠΑ/ΠΑΑ (ΟΠΕΚΕΠΕ) και για όσο διάστημα διαρκούν αυτές, δηλαδή 5 έτη από την ολοκλήρωση της Σύμβασης Σύμπραξης (παρ. 53.3 Τήρηση Αρχείων της Σύμβασης Σύμπραξης του Έργου).

- Χρονοδιάγραμμα αναδιάταξης φάσματος: Περιλαμβάνει τον χρονοπρογραμματισμό της υλοποίησης μετατόπισης του φάσματος (προμήθεια εξοπλισμού και εργασιών αντικατάστασης/παραμετροποίησης κλπ) της RURAL CONNECT, της τροποποίησης σύμβασης RURAL CONNECT - ΚΤΠ και των απαιτούμενων νομοθετικών ρυθμίσεων (τροποποίηση Ν.4070/2012, άρθρο 21, παρ. 24 χορήγηση φάσματος ΔΑΔ=Δημόσια Αγροτικά Δίκτυα). Το προτεινόμενο Χρονοδιάγραμμα λαμβάνει υπόψη τις απαιτήσεις για διακοπή στο ελάχιστο δυνατό χρόνο των παρεχόμενων υπηρεσιών του έργου RURAL BROADBAND στη γεωγραφική ζώνη 2 (LOT2) με σταδιακή αντικατάσταση και roll-out ανά νομό/περιοχή και οριζόντιες ενέργειες προ της διακοπής. Επιπλέον, το χρονοδιάγραμμα σχεδιάζεται με σκοπό οι παρεχόμενες υπηρεσίες από το έργο RURAL BROADBAND στη γεωγραφική ζώνη 2 να παραμείνουν σύμφωνες με τις προδιαγραφές του έργου σε όρους κάλυψης πληθυσμού/οικισμών και ποιότητας υπηρεσιών.

Η Μελέτη ανάλυσης των προτάσεων (τριών σεναρίων) της Εθνικής Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), αναφορικά με την αναδιαμόρφωση των φασματικών περιοχών στα πλαίσια υλοποίησης του Έργου «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης - Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ», στη γεωγραφική Ζώνη 2 αποτελεί το τελικό παραδοτέο του παρόντος έργου.

4 Αρχιτεκτονική Προσέγγιση Δόμησης του Δικτύου

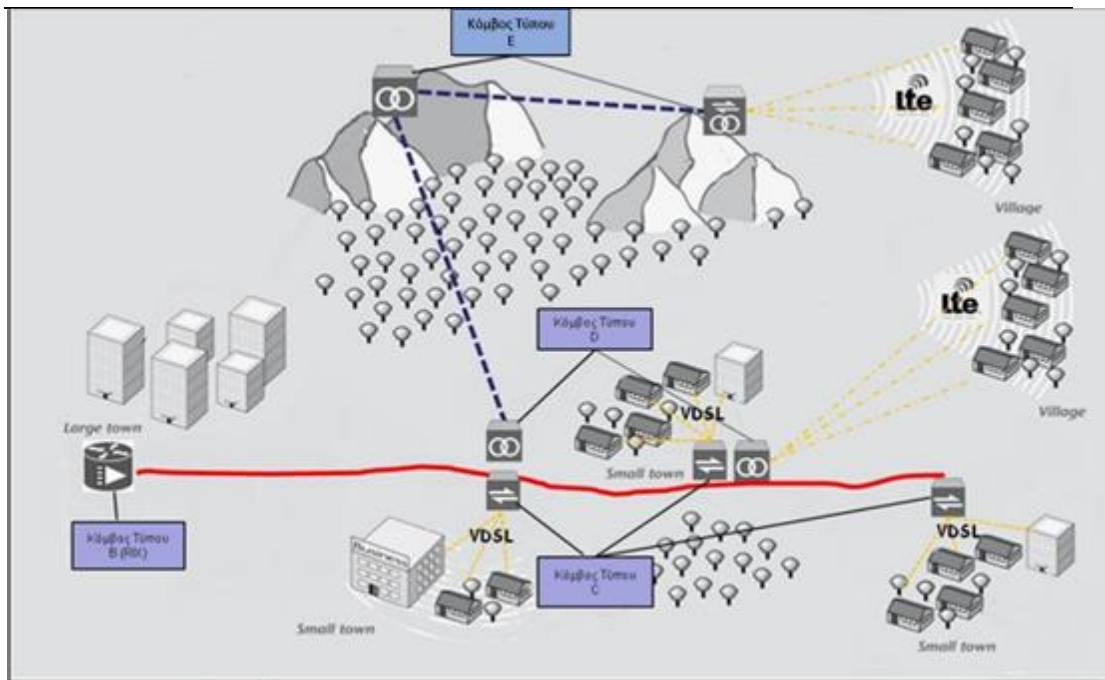
Η ομάδα έργου συνέλεξε τα σχετικά στοιχεία εξοπλισμού και του αντίστοιχου κόστους σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς, την RURAL CONNECT και την ΚΤΠ ΑΕ. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τα δεδομένα για την περιγραφή, τεχνικά χαρακτηριστικά, τη θέση του εξοπλισμού καθώς και τα σχετικά κόστη. Επιπλέον, περιγράφονται οι τεχνικές τροποποιήσεις, οι αναβαθμίσεις και η αντικατάσταση που θα απαιτηθούν σε κατάλληλα τμήματα του υπάρχοντος εξοπλισμού. Αναλυτικά σύμφωνα με την υπάρχουσα κατάσταση:

Η αρχιτεκτονική του υπό εξέταση δικτύου όπως επίσης και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του έχουν επιλεγεί σύμφωνα με την RURAL CONNECT, ώστε να προσφέρουν την βέλτιστη δυνατή λύση στις ακόλουθες τεχνικές προκλήσεις που σχετίζονται με το προφίλ των οικισμών των περιοχών παρέμβασης:

a. Παρουσιάζουν ως επί το πλείστον δυσμενή γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά για την ανάπτυξη δικτύου, αφού στην συντριπτική τους πλειονότητα οι οικισμοί αυτοί βρίσκονται σε νησιωτικές ή δύσβατες ορεινές αγροτικές περιοχές.

b. Παρουσιάζουν ως επί το πλείστον δυσμενή πληθυσμιακή συγκέντρωση και κατανομή αφού για παράδειγμα περισσότεροι από το 50% των οικισμών έχουν πληθυσμό μικρότερο από πενήντα κατοίκους.

Έχει επιλεγεί η χρήση μείγματος τεχνολογιών οι οποίες παρουσιάζουν ανά περίπτωση βέλτιστα χαρακτηριστικά. Πιο συγκριμένα έχουν γίνει οι ακόλουθες επιλογές όπως αποτυπώνεται σχηματικά στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 3 Φυσική απεικόνιση Δικτύου

- a. Για την ανάπτυξη του δικτύου οπισθόζευξης έχει χρησιμοποιηθεί:
- Δίκτυο οπτικών ινών ως φυσική υποδομή, με τεχνολογία μεταγωγής Metro Ethernet και MPLS, στον κύριο κορμό του δικτύου όπου τα γεωμορφολογικά στοιχεία το επιτρέπουν και το απαιτεί η πληθυσμιακή κατανομή των οικισμών.
 - Ασύρματο δίκτυο σημείου προς σημείο (Point to Point) με τεχνολογία μεταγωγής Metro Ethernet και MPLS για τον κορμό του δικτύου που τα γεωμορφολογικά στοιχεία άλλα και η πληθυσμιακή και γεωγραφική κατανομή των οικισμών δεν ευνοούν την ανάπτυξη δικτύου οπτικών ινών.
- b. Για την ανάπτυξη δικτύου πρόσβασης έχει χρησιμοποιηθεί:
- Ενσύρματης πρόσβασης τεχνολογία VDSL2 με χρήση αδεσμοποίητης πρόσβασης στον τοπικό υποβρόγχο για τους οικισμούς από τους οποίους διέρχεται δίκτυο οπτικών ινών και ο πληθυσμός τους δικαιολογεί την ανάπτυξη του σχετικού κόμβου πρόσβασης.
 - Τεχνολογία ασύρματης πρόσβασης τέταρτης γενιάς (TDD-LTE) στους οικισμούς όπου τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη ενσύρματου δικτύου πρόσβασης ή έχουν σχετικά μικρό πληθυσμό.

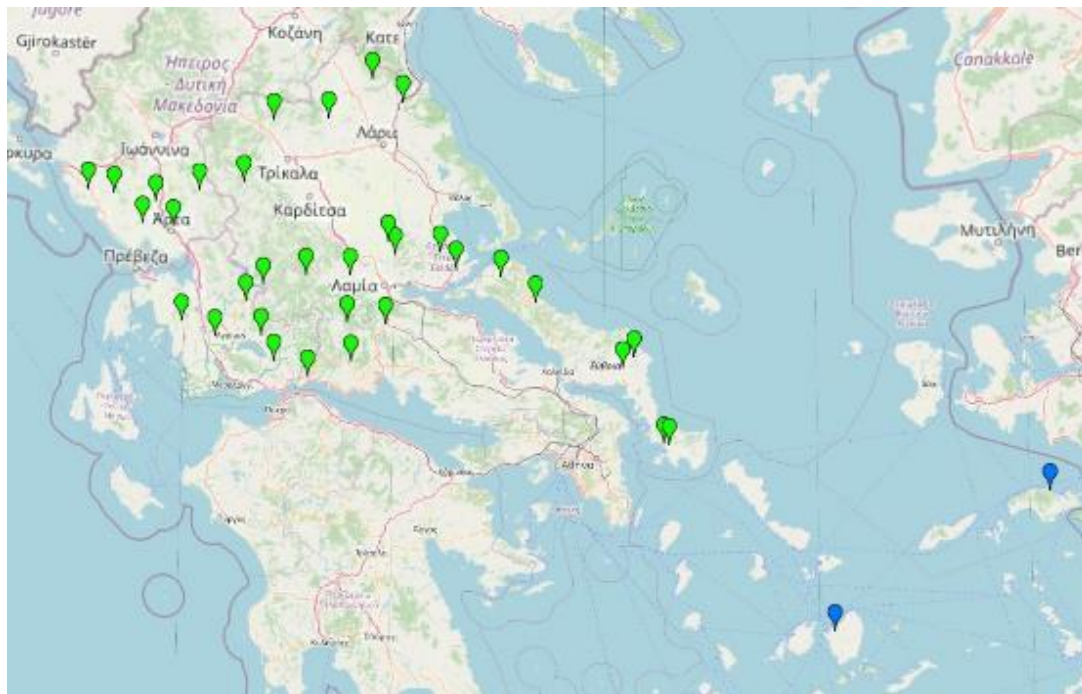
Βάσει των παραπάνω τεχνολογικών επιλογών και μεθοδολογίας σχεδίασης του δικτύου ορίζονται οι ακόλουθοι τύποι κόμβων που απαρτίζουν το προτεινόμενο δίκτυο και αναλύονται στις παραγράφους που ακολουθούν:

- A. Κόμβος τύπου A: Κεντρικός κόμβος διαχείρισης δικτύου (NOC)
- B. Κόμβος τύπου B: Περιφερικός κόμβος διασύνδεσης νησίδας (RIX)
- C. Κόμβος τύπου C: Κόμβος Ενσύρματης Πρόσβασης
- D. Κόμβος τύπου D: Κόμβος Συγκέντρωσης Ασύρματου Δικτύου και διασύνδεσης με δίκτυο οπτικών ινών ή και ασύρματης πρόσβασης**
- E. Κόμβοι τύπου E: Κόμβοι Ασύρματης Οπισθόζευξης ή και Ασύρματης Πρόσβασης**

Από τους ανωτέρω κόμβους στη διαδικασία της νέας χωροθέτησης ενδιαφερόμαστε για τους κόμβους τύπου D και E.

4.1 Κόμβος τύπου D

Οι κόμβοι τύπου D αποτελούν τους κόμβους άξονα (hubs) του ασύρματου δικτύου συγκέντρωσης μεταγωγής και πρόσβασης, δηλαδή αποτελούν το σημείο που ασύρματα δίκτυα συναντούν το δίκτυο οπτικών ινών όπως παρουσιάστηκαν στο Σχήμα 3. Οι θέσεις τους φαίνονται στην παρακάτω εικόνα⁵.



Εικόνα 2 Θέσεις κόμβων τύπου D

⁵ με πράσινο χρώμα αναπαρίστανται οι κόμβοι της ηπειρωτικής Ελλάδας και με μπλε χρώμα οι κόμβοι που βρίσκονται σε νησιά

Οι κόμβοι τύπου D μπορεί να είναι κόμβοι "Οπισθόζευξης", δηλαδή να προσφέρουν λειτουργικότητα μεταγωγής και συγκέντρωσης στους ασύρματους κόμβους που εξυπηρετούν (κόμβοι τύπου E), ή να είναι κόμβοι "Πρόσβασης & Οπισθόζευξης", δηλαδή επιπροσθέτως της λειτουργικότητας μεταγωγής και συγκέντρωσης προσφέρουν και υπηρεσίες ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης σε οικισμούς που καλύπτουν.

Οι κόμβοι τύπου D τοποθετούνται σε σημείο:

- a. που προσφέρει οπτική επαφή με τους ασύρματους κόμβους που εξυπηρετούν
- b. βρίσκεται πλησίον στην όδευση του δικτύου οπτικών ινών
- c. βρίσκεται κοντά σε υποδομές όπως δρόμος, ηλεκτρικό δίκτυο κλπ.

Μέσα στον χώρο του κόμβου τοποθετούνται, τα ακόλουθα:

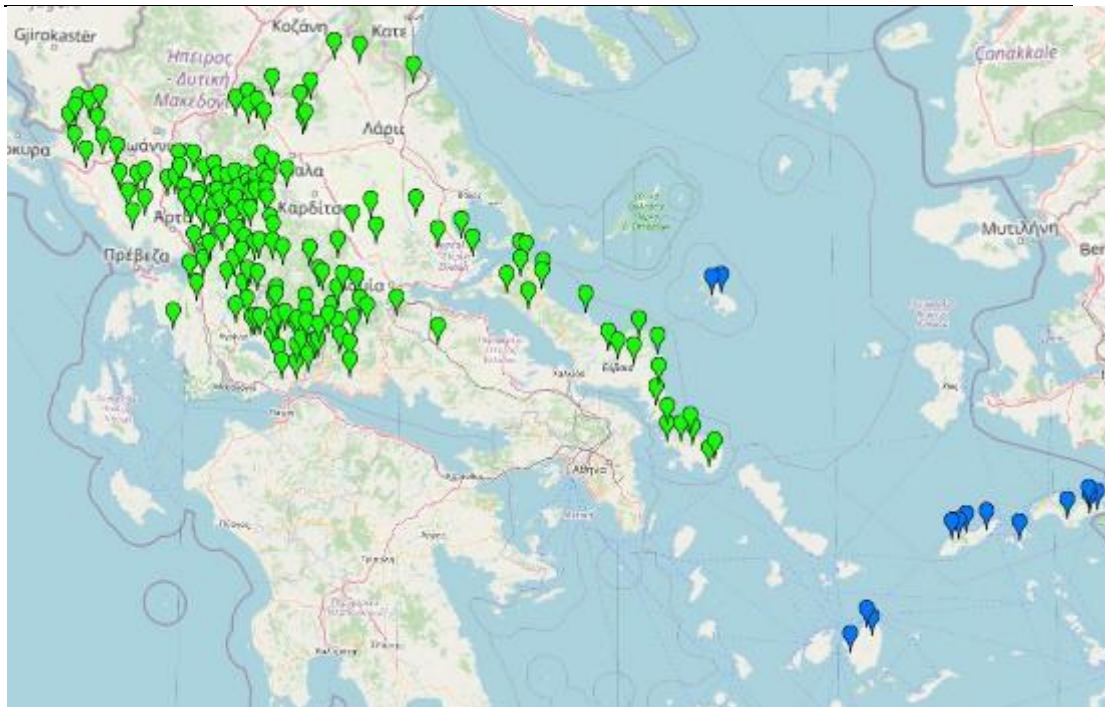
- a. Οικίσκος τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού ο οποίος στεγάζει:
 - i. Σύστημα αδιάλειπτης τροφοδοσίας (H/Z, μπαταρίες, UPS κλπ.)
 - ii. Σύστημα διαχείρισης και εποπτείας ασύρματου κόμβου
 - iii. Εξοπλισμός Ασύρματης Μεταγωγής και πολυπλεξίας
 - iv. Εξοπλισμός Ασύρματης πρόσβασης
 - v. Μεταγωγός κόμβου τύπου D
- b. Τηλεπικοινωνιακός ιστός στον οποίο εγκαθίστανται τα κεραιοσυστήματα και τα μικροκυματικά κάτοπτρα του κόμβου

Οι κόμβοι τύπου D διασυνδέονται με το οπτικό δίκτυο μέσω όδευσης οπτικού καλωδίου από το σημείο εγκατάστασης του κόμβου μέχρι το σημείο παρουσίας του οπτικού δικτύου.

Κάθε κόμβος τύπου D μέσω μεταγωγού κόμβου τύπου D, και χρησιμοποιώντας το δίκτυο οπτικών ινών και τεχνολογία Metro Ethernet/MPLS διασυνδέεται με τον οικείο κόμβο τύπου B.

4.2 Κόμβος τύπου E

Οι κόμβοι τύπου E μπορεί να είναι κόμβοι "Οπισθόζευξης", δηλαδή να προσφέρουν λειτουργικότητα μεταγωγής και συγκέντρωσης σε άλλους ασύρματους κόμβους τύπου E που εξυπηρετούν, ή να είναι κόμβοι "Πρόσβασης & Οπισθόζευξης", δηλαδή επιπροσθέτως της λειτουργικότητας μεταγωγής και συγκέντρωσης να προσφέρουν και υπηρεσίες ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης σε οικισμούς που καλύπτουν όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Οι θέσεις τους φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3 Θέσεις κόμβων τύπου E

Οι κόμβοι τύπου E τοποθετούνται σε σημείο που:

- a. προσφέρει οπτική επαφή με τους ασύρματους κόμβους που εξυπηρετούν
- b. προσφέρει οπτική επαφή με σημαντικό αριθμό οικισμών
- c. βρίσκεται κοντά σε υποδομές όπως δρόμος, ηλεκτρικό δίκτυο κλπ.

Οι κόμβοι τύπου E εγκαθίσταται σε διαμορφωμένο υπαίθριο χώρο ο οποίος περιφράσσεται. Μέσα στον χώρο τοποθετούνται, τα ακόλουθα:

- a. Οικίσκος τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού ο οποίος στεγάζει:
 - i. Σύστημα αδιάλειπτης τροφοδοσίας (H/Z, μπαταρίες, UPS κλπ.)
 - ii. Σύστημα διαχείρισης και εποπτείας ασύρματου κόμβου
 - iii. Εξοπλισμός Ασύρματης Μεταγωγής και πολυπλεξίας
 - iv. Εξοπλισμός Ασύρματης πρόσβασης
 - v. Μεταγωγός κόμβου τύπου D
- b. Τηλεπικοινωνιακός ιστός στον εγκαθίστανται τα κεραιοσυστήματα και τα μικροκυματικά κάτοπτρα του κόμβου

Κάθε κόμβος τύπου Ε διασυνδέεται μέσω ασύρματου συστήματος μεταγωγής και πολυπλεξίας με σχετικό κόμβο τύπου D ή Ε που τον εξυπηρετεί.

Όλες οι ανωτέρω πληροφορίες μπορούν να επαληθευτούν και μέσα από το GIS σύστημα της εταιρίας που βρίσκεται στην παρακάτω διεύθυνση, όπου η ομάδα εργασίας απέκτησε πρόσβαση <https://ruralconnect.terra.gr/RuralGisAsBuilt/>.

5 Διαθέσιμα Στοιχεία

Η Rural Connect στα πλαίσια του έργου «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές “Λευκές” Περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης-Αξιοποίησης των Υποδομών με ΣΔΙΤ» έχει υλοποιήσει και λειτουργεί την υποδομή που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2 Υποδομή Δικτύου Rural Connect

Τύπος Υποδομής	Ποσότητα
NOC Nodes (Type A)	1
RIX Nodes (Type B)	15
Wireline Access Nodes (Type C)	319
Wireless Hub Nodes (Type D)	35
Wireless Access Nodes near existing infrastructure (Type E)	178
Fiber optic routing length	3.163.318

Το δίκτυο ασύρματης πρόσβασης της Rural Connect είναι βασισμένο στην τεχνολογία LTE-TDD και χρησιμοποιεί δύο φασματικά τμήματα των 30MHz στην ζώνη 43.

Συγκεκριμένα στα πλαίσια του έργου η ελληνική πολιτεία έχει παραχωρήσει τα φασματικά τμήματα 3670 – 3700MHz και 3770 – 3800MHz (Ν. 4070/2012, Άρθρο 21) για χρήση από τα Δημόσια Αγροτικά Δίκτυα (ΔΑΔ).

Από τους διακόσιους δεκατρείς ασυρματικούς κόμβους (213) που φαίνονται στον Πίνακα 2 (κόμβοι τύπου D και E), διακόσιοι πέντε (205) υλοποιούν ασύρματο δίκτυο πρόσβασης LTE-TDD χρησιμοποιώντας συνολικά 495 τομείς σύμφωνα με τα στοιχεία στο φύλλο “WNodes” του επισυναπτόμενου αρχείου “Cost_Study.xlsb”. Οι οκτώ εκ του συνόλου των ασυρματικών κόμβων έχουν μηδενικό πλήθος τομέων, καθώς χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την οπισθόζευξη και όχι για τις λειτουργίες πρόσβασης.

Σύμφωνα με τα στοιχεία (φύλλο "InWirelessRDs") οι τομείς αυτοί προσφέρουν κάλυψη με ευρυζωνικές υπηρεσίες (Class A ή Class B σύμφωνα με την δήλωση κάλυψης) σε 1.098 οικισμούς στους οποίους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, διαμένουν 83.447 κάτοικοι σε 28.778 εκτιμώμενο αριθμό νοικοκυριών.

Επιπρόσθετα, εκτός της θέσεως και του τύπου των κόμβων, έχουν διατεθεί τα στοιχεία που αφορούν τον εγκατεστημένο εξοπλισμό κεραιοσυστημάτων (φύλλο "InAntennas") και πομποδεκτών (φύλλο "InRRUs") καθώς και τα αναλυτικά κόστη εξοπλισμού και εργασιών ανά κόμβο δικτύου (φύλλο "InEquipmentCost"). Τα εν λόγω στοιχεία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των απαραίτητων τεχνικών αλλαγών και του αντίστοιχου κόστους.

Η διαδικασία που περιγράφεται στην παρούσα μελέτη έχει ως στόχο την υλοποίηση για την μετακίνηση του ασύρματου δικτύου πρόσβασης της Rural Connect στην νέα χωροθέτηση με τρόπο που να εγγυάται την δηλωθείσα προσφερόμενη κάλυψη, αλλά και να διασφαλίζει την μελλοντική ανάπτυξη και εξέλιξη του δικτύου της Rural Connect. Σημειώνεται ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη και πιθανά μελλοντικά κόστη που προκύπτουν από τις απαιτήσεις επέκτασης και αναβάθμισης του δικτύου⁶ όπως επίσης και τις απαιτήσεις αντικατάστασης του πεπαλαιωμένου εξοπλισμού⁷. Ο κίνδυνος αυτός είναι υπαρκτός για τα σενάρια που είναι πολύ κοντά στη ζώνη των 3400 MHz που θέτουν πιο αυστηρές τεχνικές απαιτήσεις και πιθανόν ειδικό εξοπλισμό με μεγαλύτερο κόστος υλοποίησης.

6 Διαδικασία Υλοποίησης

Τα στοιχεία του ασύρματου δικτύου πρόσβασης που επηρεάζονται άμεσα από την φασματική ζώνη λειτουργίας είναι οι πομποδέκτες (Remote Radio Unit – RRU), τα κεραιοσυστήματα του σταθμού βάσης (Antenna) και ο τερματικός εξοπλισμός χρήστη (LTE CPE). Πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια του εξοπλισμού του ασύρματου δικτύου πρόσβασης το υλικό που επηρεάζεται σίγουρα από την μετακίνηση στην νέα χωροθέτηση, και για τα τρία σενάρια, είναι οι πομποδέκτες.

Η θέση των πομποδεκτών στον ιστό φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες. Σημειώνουμε ότι η ανάρτηση τους σε μεγάλο ύψος κοντά στην κεραία γίνεται για λόγους ελαχιστοποίησης των απωλειών. Η εγκατάστασή τους γίνεται μόνο από εξειδικευμένα συνεργεία. Εκτιμάται ότι κάθε

⁶ Στα πλαίσια της σύμβασης σύμπραξης η Rural Connect είναι υποχρεωμένη κατά την φάση Β (δεκαπενταετής λειτουργία του δικτύου) να επεκτείνει το δίκτυο ώστε να επιτύχει 95% πληθυσμιακή κάλυψη και να αναβαθμίσει το δίκτυο ώστε να προσφέρει υπηρεσίες Class A σε όλους τους καλυπτόμενους οικισμούς

⁷ Κατά την φάση Β (δεκαπενταετής λειτουργία του δικτύου) προβλέπεται τουλάχιστον ένα κύκλος ανανέωσης του εξοπλισμού (Network Renewal)

κόμβος θα είναι εκτός λειτουργίας για μία εργάσιμη ημέρα κατά τη διαδικασία αντικατάστασης των πομποδεκτών που απαιτείται για την υλοποίηση της νέας χωροθέτησης φάσματος.



Εικόνα 4 Κόμβοι και RRU

Η Rural Connect χρησιμοποιεί στο δίκτυο της τους πομποδέκτες του κατασκευαστή Huawei που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Ο πίνακας αυτός έχει εξαχθεί μετά το τελικό ορόσημο ελέγχου του έργου και μετά από επεξεργασία από την ομάδα έργου σύμφωνα με τις υπό εξέταση συχνότητες ανά σενάριο. Τα υλικά που αντικαθίστανται ανά σενάριο σύμφωνα με τις προδιαγραφές του υλικού παρουσιάζονται αναλυτικά ανά part number και ανά τύπο υλικού. Ο κάθε τύπος μοντέλου ανά part number λειτουργεί στις συγκεκριμένες συχνότητες.

Πίνακας 3 Απαιτήσεις Υλικών ανά σενάριο

Part Number	Τύπος Μοντέλου	Περιγραφή Υλικού	Αντικατάσταση		
			A (3740-3800)	B (3640-3700)	Γ (3400-3460)
02311HGU	WD5MPSRB1CA	LTE-TDD 3670-3700MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
02311HGV	WD5MPSRB1CB	LTE-TDD 3770-3800MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
02231FLW	QL4PRRU33500	RRU 3232 Module (3.5GHz)	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
02311PKP	WD5MRU327803	RRU3278 RRU (TX3600-3800MHz/RX36003800MHz)	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ

Η αντικατάσταση του υλικού που καταγράφεται στον παραπάνω πίνακα οφείλεται στην ασυμφωνία μεταξύ της ζώνης συχνοτήτων που επιλέγεται σε κάθε σενάριο και των συχνοτήτων λειτουργίας του εξοπλισμού.

Η ομάδα έργου εξέτασε τη δήλωση του κατασκευαστή και αναφέρεται ότι όλα τα παραπάνω υλικά βρίσκονται σε φάση ΕοΜ του κύκλου ζωής τους, δηλαδή για τα υλικά αυτά δεν μπορεί να εκτελεστεί σχετική παραγγελία προμήθειας. Ως εκ τούτου, τα RRU's θα πρέπει να αντικατασταθούν με νέου τύπου RRU's, αντιστοίχων δυνατοτήτων, ύστερα από νέα προμήθεια για να υποστηρίξουν τις ζώνες της νέας χωροθέτησης .

Στο δίκτυο της Rural Connect, όπως φαίνεται στο φύλλο "InRRUs" του επισυναπτόμενου αρχείου "Cost_Study.xlsx", έχει γίνει η προμήθεια συνολικά 412 RRU's με την ανάλυση ανά κωδικό που αναφέρεται παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4 Ποσότητες Υλικού ανά κωδικό

Part Number	Περιγραφή Υλικού	Σύνολο
02311HGU	LTE-TDD 3670-3700MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	105
02311HGV	LTE-TDD 3770-3800MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	50
02231FLW	RRU 3232 Module (3.5GHz)	3
02311PKP	RRU3278 RRU (TX3600-3800MHz/RX36003800MHz)	254
ΣΥΝΟΛΟ		412

Οι τεχνικές προδιαγραφές των νέων πομποδεκτών πρέπει να είναι τουλάχιστον αντίστοιχες του παραπάνω εξοπλισμού προς αντικατάσταση. Επομένως, οι τεχνικές προδιαγραφές πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον τα παρακάτω:

- Συχνότητες λειτουργίας 3.5GHz band 42 (3400MHz-3600MHz) ή 3.7GHz band 43 (3600MHz-3800MHz) με μέγιστο IBW 160MHz και μέγιστο OBW 80MHz.
- Ισχύς μέχρι 16W ανά RF channel
- Tx / Rx diversity 4x4

Κάθε κόμβος δικτύου έχει ένα (1) ή δύο (2) RRU όπως επιβεβαιώνεται και από τη λίστα με τα δομικά στοιχεία του δικτύου και την GIS επαλήθευση. Η χρήση κάθε RRU στο δίκτυο σύμφωνα με το BoM (Build of Material) και το GIS σύστημα της Rural Connect, η τοποθεσία που αυτό βρίσκεται και το εάν απαιτείται αντικατάσταση για κάθε σενάριο ξεχωριστά, παρουσιάζεται παρακάτω. Επισημαίνεται ότι σε λειτουργία βρίσκονται τα RRU's που έχουν χαρακτηρισμό

“Network”, ενώ τα υπόλοιπα αφορούν εξοπλισμό του εργαστηρίου ή εξοπλισμού στις αποθήκες της Rural Connect.

Πίνακας 5 Χρήση υλικού ανά σενάριο στο δίκτυο

Χρήση	Part Number	Περιγραφή Υλικού	Ποσότητα προς Αντικατάσταση ανά Σενάριο		
			A (3740-3800)	B (3640-3700)	Γ (3400-3460)
Network	02311HGU	LTE-TDD 3670-3700MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	31	0	31
	02311HGV	LTE-TDD 3770-3800MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	0	3	3
	02311PKP	RRU3278 RRU (TX3600-3800MHz/RX3600-3800MHz)	0	0	237
Spare Parts Warehouse	02231FLW	RRU 3232 Module (3.5GHz)	1	0	0
	02311HGU	LTE-TDD 3670-3700MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	74	0	74
	02311HGV	LTE-TDD 3770-3800MHz 4 path Multi-mode Multi-carriers RRU eRRU3232	0	47	47
	02311PKP	RRU3278 RRU (TX3600-3800MHz/RX3600-3800MHz)	0	0	15
Lab Equipment	02231FLW	RRU3232 Module (3.5GHz)	2	0	0
	02311PKP	RRU3278 RRU (TX3600-3800MHz/RX3600-3800MHz)	0	0	2
ΣΥΝΟΛΟ			108	50	409

Όσον αφορά το πλήθος εξοπλισμού της Rural Connect, επισημαίνεται ότι η ποσότητα του εξοπλισμού είναι σύμφωνη με το φάκελο της τεχνικής προσφοράς στη ζώνη 2 (BoM) και ως εκ τούτου αποτελεί εξοπλισμό που θα πρέπει να είναι πλήρως συμβατός με τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου (ΔΑΔ στη ζώνη 2), όπως αυτές θα διαμορφωθούν από τη νέα χωροθέτηση του φάσματος. Ως εκ τούτου, η αντικατάσταση αφορά τόσο τον εξοπλισμό που είναι εν λειτουργία όσο και τον εξοπλισμό που αποτελεί περιουσιακό στοιχείο της εταιρείας, ώστε το σύνολο του εξοπλισμού να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του έργου και τις υποχρεώσεις που έχουν αναληφθεί από τη Rural Connect.

7 Κοστολόγηση Προτεινόμενων Λύσεων

Η κοστολόγηση ακολουθεί τις τιμές μονάδος του BoM με βάσει συγκεκριμένες υποθέσεις που θα περιγράψουν παρακάτω.

Η διαδικασία υλοποίησης της μετακίνησης του ασύρματου δικτύου πρόσβασης της Rural Connect στην νέα χωροθέτηση χωρίζεται σε δύο τουλάχιστον διακριτές φάσεις, την φάση της προμελέτης και την φάση της υλοποίησης. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός προτείνεται διότι:

- I. Οι εργασίες που πραγματοποιούνται στην φάση της προμελέτης θα πρέπει να επαναληφθούν για κάθε σενάριο ξεχωριστά. Δηλαδή αν ελεγχθούν δύο σενάρια θα πρέπει να γίνουν δύο διαφορετικές προμελέτες.
- II. Κατά το τέλος της φάσης προμελέτης θα είναι διαθέσιμα τα απαιτούμενα στοιχεία ώστε να μπορεί να γίνει με ακρίβεια η προσέγγιση, για το σενάριο που θα εξεταστεί, του κόστους μετακίνησης στην νέα χωροθέτηση αλλά και του σχετικού χρονοδιαγράμματος.

7.1 Φάση Προμελέτης

Κατά την φάση της προμελέτης θα πραγματοποιηθούν, για το επιλεγμένο σενάριο, οι παρακάτω ενέργειες με τη σειρά που αναφέρονται:

1. Διαβούλευση με τους κατασκευαστές εξοπλισμού, ώστε να γίνει ακριβής προσδιορισμός των υλικών και του εξοπλισμού εγκατάστασης και
2. Εργαστηριακή δοκιμή σε πλήρη λειτουργία και επιβεβαίωση της λειτουργικότητας της προτεινόμενης λύσης.

Κατά την εργαστηριακή δοκιμή σε πλήρη λειτουργία της λύσης θα πρέπει να υλοποιηθεί ένας τυπικός σταθμός βάσης σε εργαστήριο (της εταιρίας) με χρήση όλων των νέων στοιχείων του δικτύου καθώς και την επιβεβαίωση της διαλειτουργικότητας με τον παλιό εξοπλισμό που θα παραμείνει στους κόμβους (πχ κεραιές ανά τομέα). Οι λειτουργίες μεταξύ CPE και σταθμού βάσης θα πρέπει να ελεγχθούν για τις προσφερόμενες υπηρεσίες.

Απαιτείται η υλοποίηση ενός τομέα με τα νέα στοιχεία σε παραγωγικό κόμβο του δικτύου και διεξαγωγή μετρήσεων επίδοσης ραδιοκάλυψης. Θα πρέπει να δοκιμαστούν με ανάλογα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά (Line of Sight) όπως και στο πεδίο όπου εφαρμόζονται και να δημιουργηθεί μοντέλο path loss.

Είναι προφανές ότι θα πρέπει να υπάρχει παραχώρηση του φάσματος κατά τη διάρκεια των δοκιμών από την ΕΕΤΤ (πχ Στην Παιανία ή στο Εργαστήριο της Λαμίας).

Εν συνεχεία, θα δημιουργηθούν οι παραγγελίες προς τους προμηθευτές και θα υπολογιστεί ο εκτιμώμενος χρόνος παράδοσης, ώστε να εξαχθεί το τελικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του σεναρίου.

7.2 Φάση Υλοποίησης

Κατά την φάση της υλοποίησης θα πραγματοποιηθούν, με την σειρά που αναφέρονται, οι παρακάτω ενέργειες:

1. **Παραγγελία των υλικών** που έχουν προσδιοριστεί κατά τη συγκεκριμένη φάση της προμελέτης, συμπεριλαμβανομένων των υλικών που προκύπτουν σε κάθε σενάριο του τεχνοοικονομικού εργαλείου.
2. **Σχεδίαση ραδιοκάλυψης** στο σύνολο του δικτύου, διότι οι νέες συχνότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε σενάριο είναι πλέον 60MHz συνεχόμενα και όχι δύο ανεξάρτητα φάσματα από 30 MHz σύμφωνα με την νέα χωροθέτηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αν και, για τα σενάρια Α και Β, κάποιοι τομείς του δικτύου (περίπου οι μισοί) βρίσκονται ήδη μέσα στην νέα χωροθέτηση (αφού το μισό φάσμα παραμένει αμετακίνητο, 30MHz), η σχεδίαση θα πρέπει να επαναληφθεί και για αυτούς του τομείς, καθώς θα πρέπει να γίνει η βέλτιστη σχεδίαση και χρήση του φάσματος στην νέα χωροθέτηση στα 60MHz.

Επιπλέον, ακόμα και για εξοπλισμό που θα λειτουργεί σε ζώνες εύρους των 30MHz (στο σενάριο όπου μετακινούνται όλα τα RRU σε δύο νέες μπάντες των 30MHz) εφόσον ο εξοπλισμός είναι καινούργιος και διαφορετικός από τους προηγούμενους, ο πάροχος θα επαναλάβει τη μέτρηση για να πιστοποιήσει ότι ο οικισμός καλύπτεται και δε θα επιβαρυνθεί στο μέλλον από ρήτρες.

Στην φάση αυτή θα χρησιμοποιηθούν οι μετρήσεις επίδοσης ραδιοκάλυψης από το εργαστήριο και θα παραμετροποιηθεί το εργαλείο μελέτης ραδιοκάλυψης.

3. **Δημιουργία φακέλου υλοποίησης (Work Order)** σύμφωνα με τα αποτελέσματα σχεδίασης ραδιοκάλυψης όπως επίσης και σχετικών αρχείων διαμόρφωσης του εξοπλισμού. Η συγκεκριμένη ενέργεια θα πρέπει να γίνει για όλους τους τομείς του δικτύου.
4. **Αποξήλωση εξοπλισμού και εγκατάσταση νέου.** Η συγκεκριμένη ενέργεια θα πρέπει να γίνει για τα στοιχεία του δικτύου που αντικαθίστανται.
5. **Διαμόρφωση του εξοπλισμού** σύμφωνα με τους νέους φακέλους υλοποίησης και εφαρμογή των σχετικών αρχείων διαμόρφωσης. Η συγκεκριμένη ενέργεια θα πρέπει να γίνει για όλους τους τομείς του δικτύου σύμφωνα και με τα σχήματα συγχρονισμού που αναφέρονται στη ΔΔ της ΕΕΤΤ και θα αντικατασταθεί ο εξοπλισμός ισοδύναμης λειτουργικότητας.
6. **Διενέργεια μέτρησης επιτυχούς κάλυψης και παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών (Class A, Class B)**, σύμφωνα με την αρχική δήλωση κάλυψης και τις σχεδιαζόμενες αναβαθμίσεις. Η συγκεκριμένη ενέργεια θα πρέπει να γίνει για όλους τους οικισμούς που έχουν

δηλωθεί ότι καλύπτονται από το ασύρματο δίκτυο πρόσβασης LTE-TDD με βάση τη χρήση της φασματικής ζώνης των 60MHz.

Για τις ενέργειες της υλοποίησης απαιτείται παραχώρηση φάσματος από την ΕΕΤΤ της τρέχουσας χωροθέτησης και της νέας χωροθέτησης. Κάθε κόμβος θα παραμένει κλειστός για τουλάχιστον μία ημέρα.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι πιθανό να υπάρξει υποβάθμιση των ενεργών υπηρεσιών του δικτύου και προτείνεται να μην εφαρμοστούν ρήτρες.

7.3 Τεχνοοικονομικό Μοντέλο

Η ομάδα εργασίας υλοποίησε τεχνοοικονομικό μοντέλο πλήρως λειτουργικό και παραμετρικό για οποιοδήποτε σενάριο επιλέξει η αναθέτουσα αρχή, ακόμα κι αν αυτό το σενάριο είναι σε διαφορετικές φασματικές ζώνες από τις τρεις προτεινόμενες της ΕΕΤΤ. Επιπρόσθετα, δίνεται η δυνατότητα επιλογής δύο διαφορετικών ζωνών συχνοτήτων των 30 MHz έναντι μίας συνεχόμενης ζώνης των 60MHz.

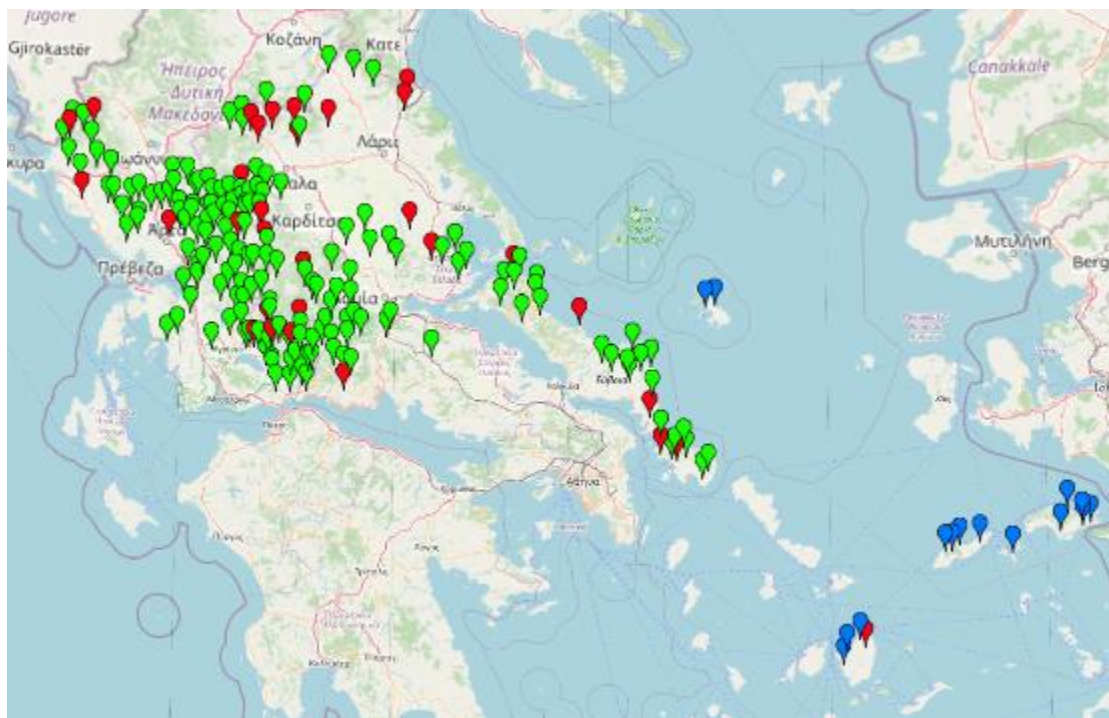
Η επιλογή σεναρίου και των αντίστοιχων συχνοτήτων στο μοντέλο ή ακόμα και τροποποίηση αυτών πραγματοποιείται στο φύλλο "Dashboard" του αρχείου του μοντέλου (Cost_Study.xlsb). Επιπλέον, είναι δυνατή η εξαγωγή σε αρχείο KML (για GIS, Google Earth κ.ά.) των θέσεων και των βασικών χαρακτηριστικών των κόμβων του κάθε σεναρίου. Επιπρόσθετα, δίνεται η δυνατότητα επιλογής χρήσης φίλτρων (φύλλο "Dashboard"), ώστε να συνυπολογίζεται το κόστος τους στο τελικό κόστος δεδομένης της φασματικής ζώνης του κάθε σεναρίου.

Στο μοντέλο έχουν εισαχθεί τα διαθέσιμα στοιχεία για τους κόμβους, τον εξοπλισμό και όλα τα σχετικά κόστη του δικτύου στα φύλλα "InWirelessNodes", "InWirelessRDs", "InEquipmentCost", "InAntennas" και "InRRUs". Βάσει αυτών και της επιλογής σεναρίου πραγματοποιούνται κατάλληλοι υπολογισμοί στα φύλλα "WNodes", "WRDs", "WSectors" και "TotalEquipment" που οδηγούν στον προσδιορισμό του υλικού που χρειάζεται τροποποίηση, δηλαδή των τομέων που είναι εκτός της νέας ζώνης συχνοτήτων, των πομποδεκτών (RRUs) που θα πρέπει να αντικατασταθούν βάσει τεχνικών χαρακτηριστικών και των αντίστοιχων κόμβων.

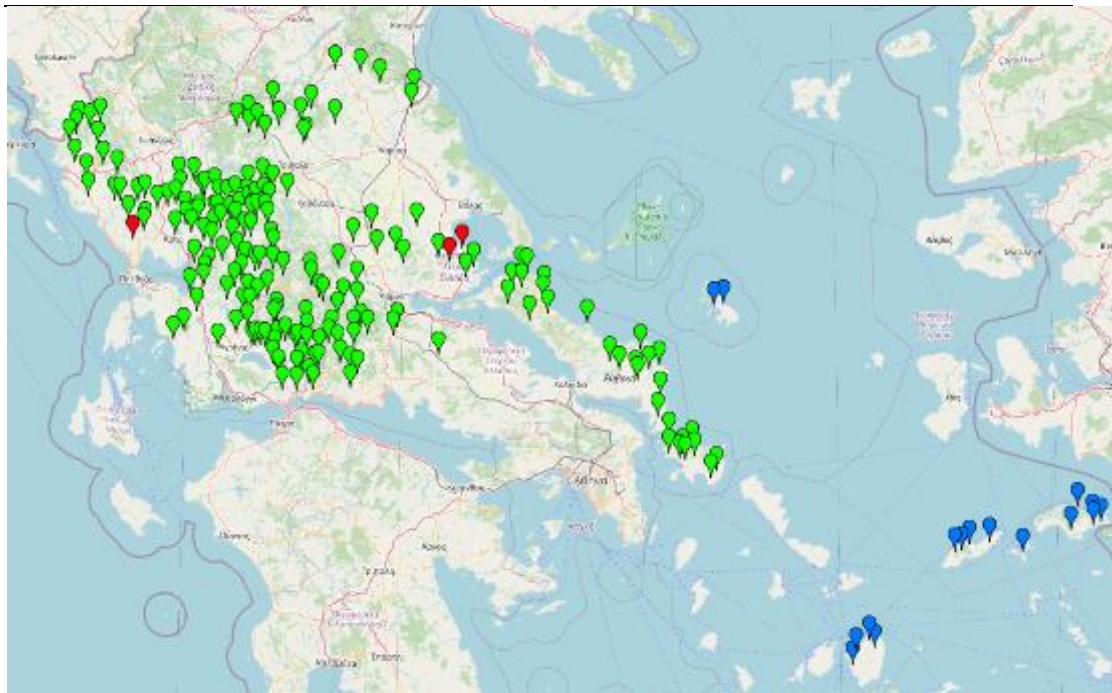
Πίνακας 6 Πλήθος κόμβων ανά σενάριο όπου απαιτούνται τροποποιήσεις

	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Κόμβοι με πομποδέκτες προς αντικατάσταση	31	3	205
Κόμβοι με τομείς εκτός νέας χωροθέτησης φάσματος	170	141	205

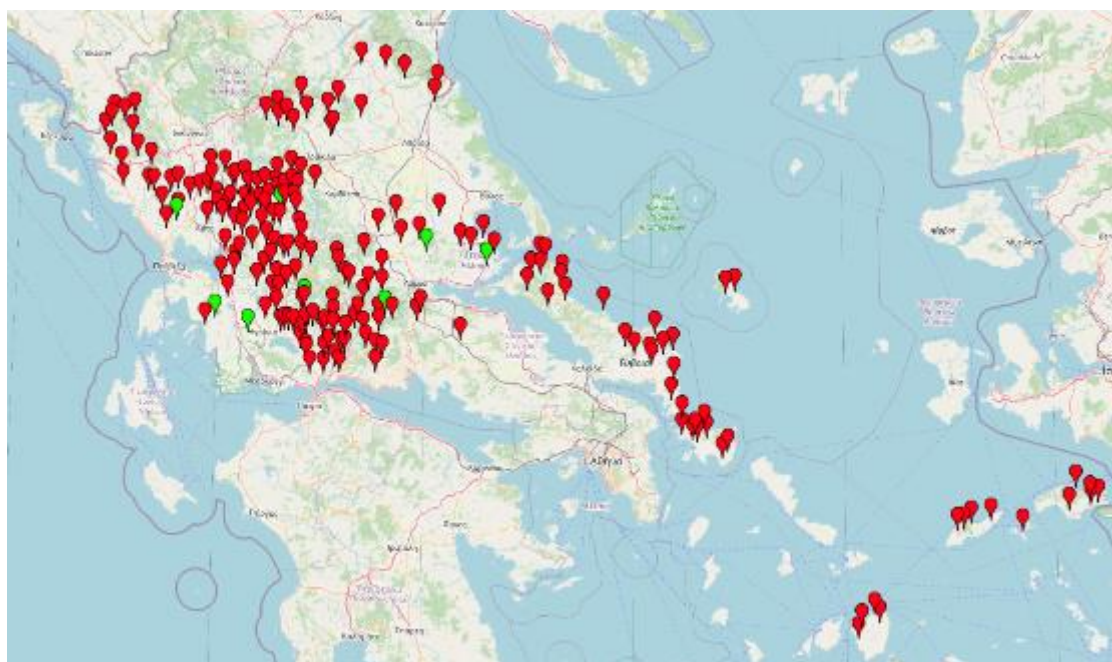
Στις παρακάτω εικόνες καταγράφονται το σύνολο των κόμβων (με πράσινο και μπλε χρώμα) και οι κόμβοι του δικτύου όπου θα χρειαστεί αντικατάσταση πομποδέκτη (με κόκκινο χρώμα) σε κάθε ένα από τα τρία προτεινόμενα σενάρια.



Εικόνα 5 Σύνολο κόμβων και κόμβων που χρειάζονται αντικατάσταση RRU στο σενάριο Α



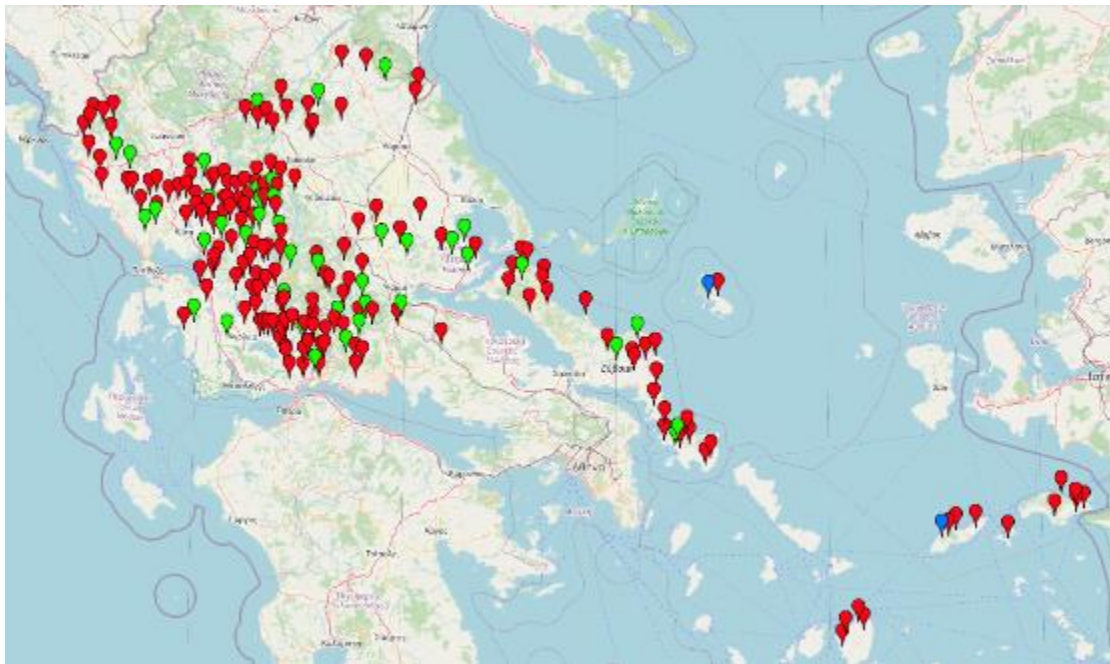
Εικόνα 6 Σύνολο κόμβων και κόμβων που χρειάζονται αντικατάσταση RRU στο σενάριο Β



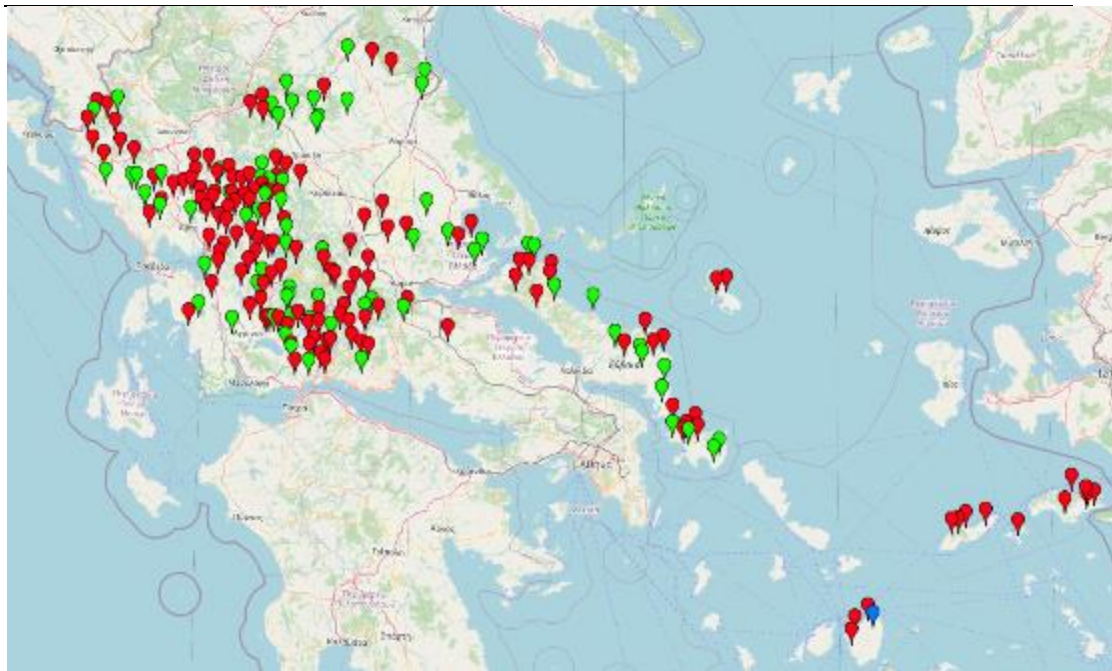
Εικόνα 7 Σύνολο κόμβων και κόμβων που χρειάζονται αντικατάσταση RRU στο σενάριο Γ

Παρατηρούμε ότι τόσο στο σενάριο Α όσο και στο Β το πλήθος κόμβων όπου χρειάζεται να γίνει αντικατάσταση των πομποδεκτών είναι σαφώς μικρότερο από το πλήθος των κόμβων στο σενάριο Γ. Σε κάθε περίπτωση όμως είναι απαραίτητος ο επανασχεδιασμός της ραδιοκάλυψης

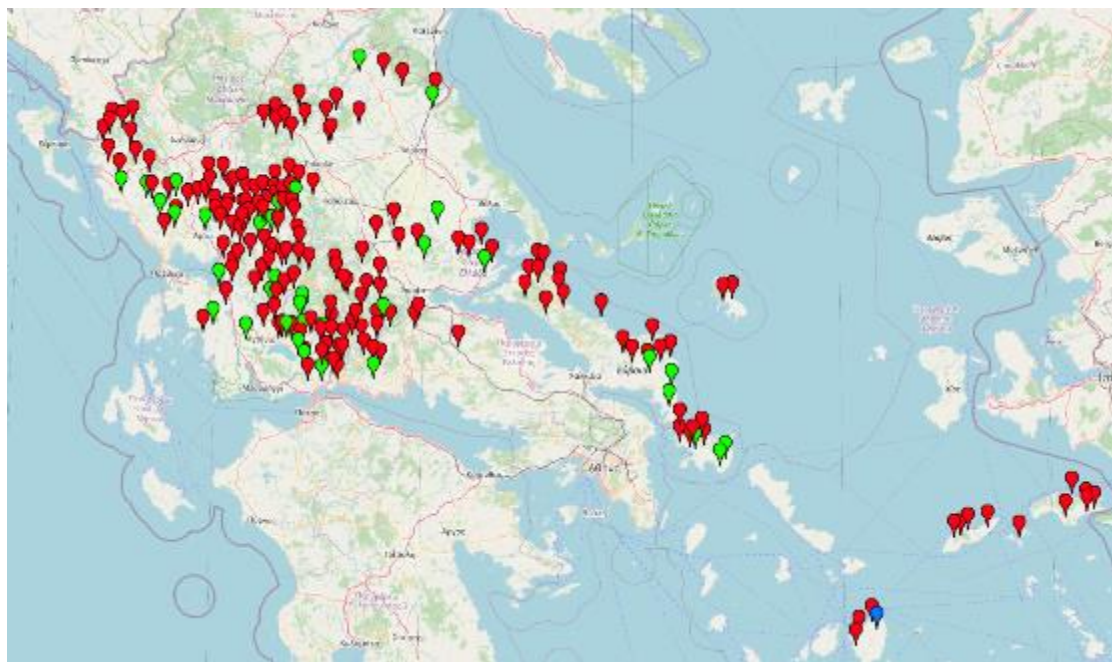
και η ρύθμιση του εξοπλισμού με κατάλληλες μετρήσεις στο σύνολο του δικτύου, ώστε να γίνει η όσο το δυνατόν βέλτιστη αξιοποίηση του φάσματος και παροχή του απαιτούμενου επιπέδου υπηρεσιών με το νέο εξοπλισμό. Αυτό οφείλεται στο μεγάλο πλήθος τομέων των οποίων οι συχνότητες λειτουργίας είναι εκτός της νέας χωροθέτησης συχνοτήτων και στα τρία υπό μελέτη σενάρια. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται οι κόμβοι του δικτύου, όπου οι συχνότητες λειτουργίας των τομέων είναι εκτός της νέας χωροθέτησης (με κόκκινο χρώμα) για κάθε ένα από τα τρία προτεινόμενα σενάρια. Επομένως, τροποποίηση στη συχνότητα λειτουργίας υφίσταται στην συντριπτική πλειοψηφία των τομέων των κόμβων του δικτύου, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την επανεξέταση και επανασχεδιασμό της ραδιοκάλυψης στο σύνολο του δικτύου. Ως εκ τούτου, το κόστος αυτό αναμένεται να είναι σταθερό μεταξύ των υπό εξέταση σεναρίων.



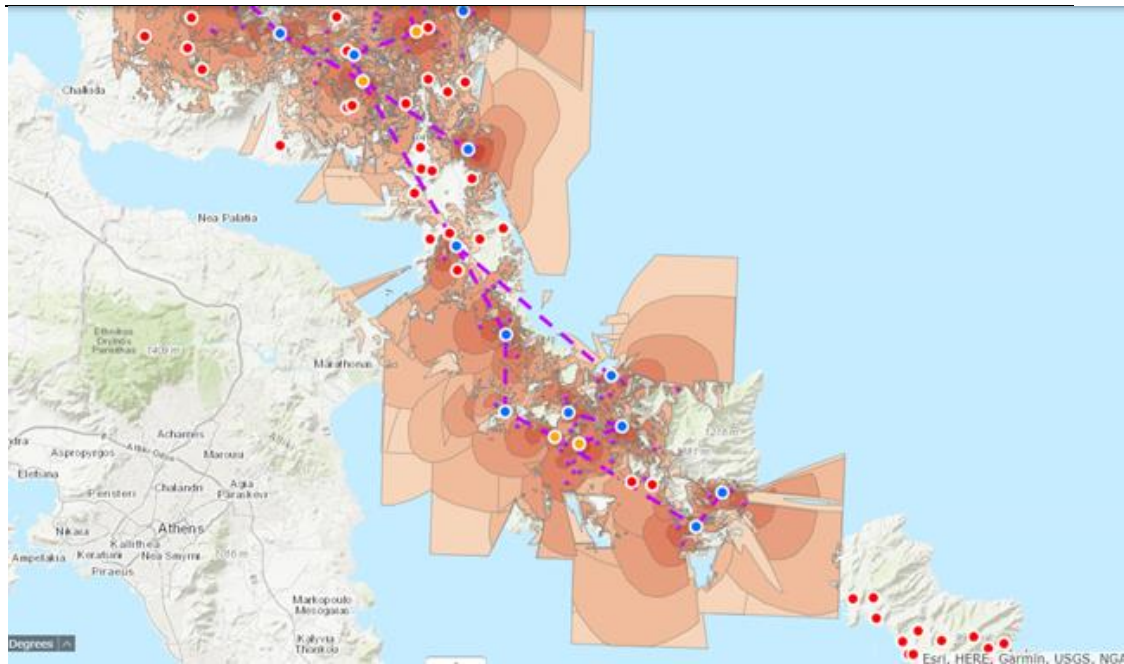
Εικόνα 8 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο Α



Εικόνα 9 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο Β



Εικόνα 10 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο Γ



Εικόνα 11 Κόμβοι δικτύου με τομείς εκτός της νέας χωροθέτησης φάσματος στο σενάριο Α, Ραδιοκάλυψη (Εύβοια)

Σύμφωνα με τα ανωτέρω και με βάση τις εκτιμήσεις κόστους για την προμελέτη, την προμήθεια νέων πομποδεκτών, του κόστους εγκατάστασης, σχεδίασης ραδιοκάλυψης και μετρήσεων ανά κόμβο υπολογίζεται το συνολικό κόστος σε κάθε σενάριο.

Πίνακας 7 Εκτιμήσεις κόστους για εξοπλισμό και εργασίες αντικατάστασής

	Κόστος
Προμελέτη	60.000,00 €
Εξοπλισμός πομποδέκτη (ανά RRU)	9.712,03 €
Μελέτη Ραδιοκάλυψης (ανά κόμβο)	453,26 €
Υπηρεσίες Σχεδίασης και δημιουργίας φακέλων εργασίας (ανά κόμβο)	453,26 €
Υπηρεσίες Εγκατάστασης και Διαμόρφωσης κόμβων (ανά κόμβο)	2.946,18 €
Μετρήσεις ραδιοκάλυψης / επιβεβαίωση σχεδίασης (ανά κόμβο)	679,89 €

Συγκεκριμένα το κόστος προμελέτης εκτιμάται σε 60.000€, ενώ το κόστος πομποδεκτών υπολογίζεται ως μέσος όρος επί του 80% του κόστους εξοπλισμού του ασύρματου δικτύου πρόσβασης όπως είχε καθοριστεί κατά την φάση της προσφοράς (Μεμονωμένα στοιχεία

εξοπλισμού "NodeLTE1Sector", "NodeLTE2Sector", "NodeLTE2SectorPlus", "NodeLTE3Sector" και "NodeLTE4Sector"). Τα «Μεμονωμένα Στοιχεία Εξοπλισμού» και το ποσοστό 80%, που αποτελεί εκτίμηση βασισμένη στο ΒοΜ, δεν αναφέρονται στο συνολικό κόστος του ασύρματου δικτύου πρόσβασης, αλλά στο CAPEX κόστος του LTE εξοπλισμού (πομποδέκτες, κεραιές, κ.ά) ανά κόμβο μη συμπεριλαμβανομένων τεχνικών εργασιών και εγκατάστασης που αποτυπώνονται ως ξεχωριστά κόστη.

Αναλυτικά:

$$RRU_{cost} = 80\% * \frac{1}{5} * \left(\frac{\frac{NodeLTE1Sector_{cost}}{1_{RRU}} + \frac{NodeLTE2Sector_{cost}}{1_{RRU}} + \frac{NodeLTE2SectorPlus_{cost}}{2_{RRUs}} + \frac{NodeLTE3Sector_{cost}}{2_{RRUs}} + \frac{NodeLTE4Sector_{cost}}{2_{RRUs}}}{2_{RRUs}} \right)$$

Επιπλέον, στο τελικό κόστος ανά RRU λαμβάνεται υπόψη μέση ετήσια τάση μείωσης του κόστους του εξοπλισμού με τιμή -3%. Το εν λόγω ποσοστό είναι σύνηθες σε μοντέλα κοστολόγησης δικτύων κινητής τηλεφωνίας όπου αφορά την τάση κόστους του ενεργού εξοπλισμού.

Ομοίως, τα κόστη σχετικά με τη σχεδίαση ραδιοκάλυψης, των φακέλων υλοποίησης, των μετρήσεων και της εγκατάστασης νέου εξοπλισμού υπολογίζονται ως ποσοστά επί του μεμονωμένου στοιχείου εξοπλισμού "NodeInstallCommisionDEFG". Το στοιχείο "NodeInstallCommisionDEFG" αφορά τις υπηρεσίες σχεδίασης, εγκατάστασης, παραμετροποίησης του εξοπλισμού και επιβεβαίωσης της σχεδίασης για κάθε ασύρματο κόμβο. Συγκεκριμένα:

το κόστος μελέτης ραδιοκάλυψης εκτιμάται ως

$$Radio \& Coverage \ Planning_{cost} = 10\% * NodeInstallCommisionDEFG_{cost}$$

το κόστος υπηρεσιών σχεδίασης και δημιουργίας φακέλων εργασίας

$$Work \ Order \ \& \ Management_{cost} = 10\% * NodeInstallCommisionDEFG_{cost}$$

το κόστος υπηρεσιών εγκατάστασης και διαμόρφωσης κόμβων

$$Installation \ \& \ Node \ configuration_{cost} = 65\% * NodeInstallCommisionDEFG_{cost}$$

το κόστος μετρήσεων ραδιοκάλυψης και επιβεβαίωσης σχεδίασης

$$Radio \ Measurements \ and \ configuration_{cost} = 15\% * NodeInstallCommisionDEFG_{cost}$$

Τέλος, στο συνολικό κόστος προστίθεται το κόστος φύλαξης σε αποθήκη του εξοπλισμού που θα αντικατασταθεί. Οι σχετικές εκτιμήσεις και υπολογισμοί αποτυπώνονται στο φύλλο "TotalCost" του μοντέλου.

Τα τελικά αποτελέσματα του μοντέλου για κάθε ένα από τα τρία προτεινόμενα σενάρια παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 8 Αποτελέσματα για το συνολικό κόστος ανά σενάριο

	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Κόστος εξοπλισμού	1.048.899,43 €	485.601,59 €	3.972.220,97 €
Κόστος μελετών και σχεδίασης	385.213,14 €	385.213,14 €	385.213,14 €
Κόστος εγκατάστασης	91.331,63 €	8.838,55 €	603.967,25 €
Κόστος φύλαξης σε αποθήκη	30.000,00 €	30.000,00 €	30.000,00 €
Συνολικό Κόστος	1.555.444,20 €	909.653,27 €	4.991.401,36 €

Αξίζει να σημειωθεί ότι για το σενάριο Γ και συγκεκριμένα για τις συχνότητες 3400 – 3420 MHz ενδέχεται να απαιτηθούν αυστηρές τεχνικές προδιαγραφές για τη λειτουργία του εξοπλισμού και την εξασφάλιση της ποιότητας υπηρεσιών των Δημόσιων Αγροτικών Δικτύων, εφόσον λειτουργούν στρατιωτικά συστήματα ραδιοεντοπισμού (radar) στις συχνότητες κάτω των 3400MHz.

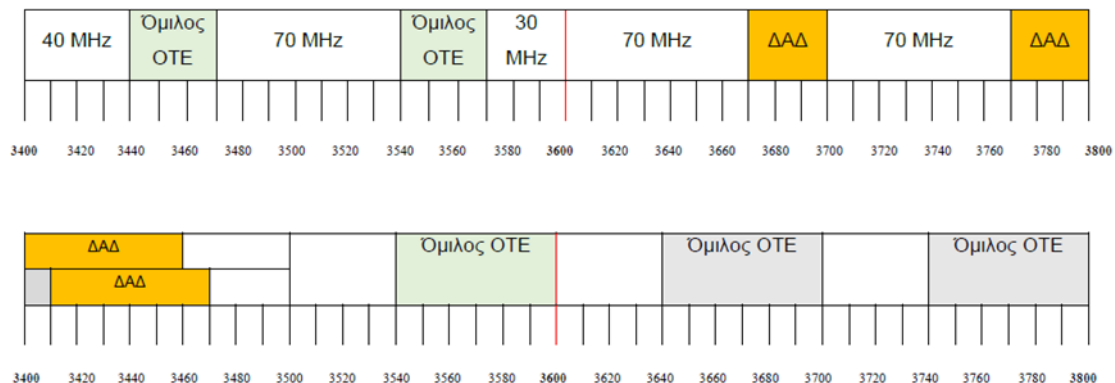
Σύμφωνα με το κείμενο της Δημόσιας Διαβούλευσης της ΕΕΤΤ (Απρίλιος 2020) «*Το εύρος 3400-3420 MHz έχει επί του παρόντος περιορισμένη χρησιμότητα εξαιτίας των αυστηρών ορίων εκπομπής εντός της ζώνης κάτω των 3400 MHz με σκοπό την προστασία των συστημάτων ραδιοεντοπισμού*». Ταυτόχρονα αναφέρεται ότι «*διερευνώντας παράλληλα το ενδεχόμενο επιβολής κατάλληλων όρων χρήσης στο τμήμα 3400-3420 για την προστασία των στρατιωτικών συστημάτων ραδιοεντοπισμού που λειτουργούν κάτω των 3400 MHz*». Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω είναι πιθανόν να απαιτηθεί ειδικός εξοπλισμός για την αντιμετώπιση τυχόν παρεμβολών, που θα έχει ως αποτέλεσμα τόσο την αύξηση του κόστους για τη μετακίνηση του δικτύου στη νέα χωροθέτηση όσο και το υψηλό κόστος μελλοντικής επέκτασης και αναβάθμισης του δικτύου σύμφωνα με τις δεσμεύσεις της Rural Connect στα πλαίσια της σύμβασης σύμπραξης για τη φάση Β (δεκαπενταετής λειτουργία του δικτύου).

Το ακριβές κόστος που μπορεί να αποφέρουν τυχόν παρεμβολές από τα στρατιωτικά συστήματα ραδιοεντοπισμού δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια χωρίς γνώση της θέσης, κάλυψης και προδιαγραφών των στρατιωτικών συστημάτων και μετρήσεων επί του πεδίου στις συχνότητες

κοντά στα 3400MHz. Παρακάτω γίνεται προσδιορισμός του μέγιστου κόστους που θα προκύψει στην περίπτωση όπου χρειαστεί να γίνει προμήθεια φίλτρων.

Ως εκ τούτου, θεωρούμε εύλογο να ληφθεί υπόψη η δημιουργία ζώνης προστασίας 10MHz μετακινώντας την ζώνη συχνοτήτων των δημόσιων αγροτικών δικτύων σε συχνότητες μεγαλύτερες των 3410 MHz με σκοπό να εξασφαλιστεί τόσο η απρόσκοπτη λειτουργία των στρατιωτικών συστημάτων ραδιοεντοπισμού όσο και το επίπεδο υπηρεσιών των Δημόσιων Αγροτικών Δικτύων, δεδομένου του κόστους και βέλτιστης αξιοποίησης του διαθέσιμου φάσματος.

Σχετικά με τη γεωγραφική ζώνη 2 (LOT2) για σταθμούς βάσης non-AAS και AAS της Περίπτωσης Γ του Πίνακα 6 (Εκτελεστική Απόφαση 2019/235/ΕΕ⁸), όπως εκάστοτε ισχύει, αναφέρεται ότι: “Κράτη μέλη χωρίς χρήση παρακείμενων ζωνών συχνοτήτων ή με χρήση η οποία δεν χρειάζεται επιπλέον προστασία”. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν στρατιωτικά συστήματα ραδιοεντοπισμού κάτω των 3400 MHz στην γεωγραφική ζώνη 2, ή πλησίον αυτής, τότε για τους προαναφερόμενους λόγους μπορεί να επιλεγεί η περίπτωση Γ για τα ΔΑΔ.



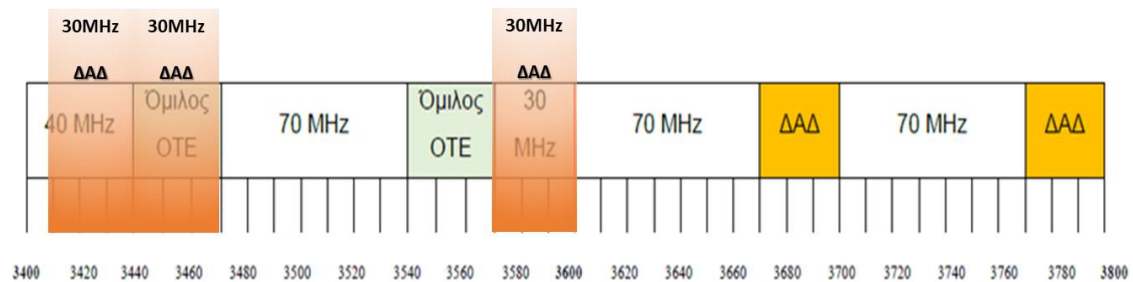
Σχήμα 4 Σχέδιο συχνοτήτων της ζώνης 3400-3800 MHz. (α) Υφιστάμενη (β) Πιθανές μετακινήσεις (Πηγή ΕΕΤΤ, Δημόσια Διαβούλευση, Απρίλιος 2020)

Το ανωτέρω σενάριο παρουσιάζεται παρακάτω για δύο πιθανές συχνότητες (είτε 3410-3440 και οποιαδήποτε άλλη συχνότητα των 30MHz, είτε συνεχόμενη με την με την ζώνη 3410-3440 είτε ανεξάρτητη, για παράδειγμα στα 3570-3600MHz). Η επιλογή της ζώνης 3410-3440 MHz έχει το επιπλέον πλεονέκτημα ότι η διαδικασία των αρχικών δοκιμών μπορεί να πραγματοποιηθεί πριν την ανακήρυξη του υπερθεματιστή και άρα πριν την οριστική μετακίνηση του ΟΤΕ σε κάποια άλλη ζώνη των 60MHz. Η ομάδα εργασίας εκτιμά ότι αυτό θα βοηθήσει χρονικά στην μείωση του συνολικού χρόνου μετάβασης για την Rural Connect. Σημειώνουμε ότι και τα δύο

⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019D0235&qid=1595964941587&from=EL#d1e35-138-1>

αυτά σενάρια (έστω Γ2) έχουν το ίδιο κόστος με το Σενάριο Γ με μετακίνηση του συνόλου των κόμβων και προσφέρουν στη νέα χωροθέτηση 100 MHz συνεχόμενο φάσμα (Σχήμα 5). Τα σενάρια αυτά επιβάλλουν και την επιβεβαίωση από τον ΟΤΕ για τη χρήση ή μη του φάσματος στις περιοχές που δραστηριοποιείται η RC, διότι όπου δε γίνεται χρήση (για παράδειγμα λόγω Συνδρομητικών Αγροτικών Ραδιοδικτύων - ΣΑΡ) θα ήταν δυνατόν να επιταχυνθεί η διαδικασία των δοκιμών.

Επιπλέον και σε σχέση με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού για την προστασία στρατιωτικών συστημάτων ραδιοεντοπισμού κάτω των 3400 MHz, η χρήση ειδικών φίλτρων για το σύνολο των RRU (μέγιστο 409) στο σενάριο Γ μπορεί να οδηγήσει το κόστος της μετακίνησης στα 6,422,901 € (worst case scenario), υπολογίζοντας το κόστος του κάθε φίλτρου στα 3500 ευρώ. Επισημαίνεται ότι η πραγματική ανάγκη για ειδικά φίλτρα θα είναι μικρότερη και θα αφορά RRUs των υφιστάμενων κόμβων που βρίσκονται σε περιοχές με στρατιωτικό σύστημα ραδιοεντοπισμού και εφόσον διαπιστωθεί/αποδειχτεί επιβλαβής παρεμβολή. Τα εν λόγω φίλτρα εκτιμάται ότι μπορούν να είναι διαθέσιμα εντός δύο μηνών από την παραγγελία και συνυπολογίζοντας ένα μήνα για την μεταφορά τους, εκτιμάται ότι θα μπορούν να παραδοθούν εντός τριών μηνών.



Σχήμα 5 Συμπληρωματικά Σενάρια 3400-3600 MHz

Σύμφωνα με το πιθανό εκτιμώμενο χρόνο της διαδικασίας της επιλογής των υπερθεματιστών η πρόσβαση στο φάσμα που κατέχει τώρα ο ΟΤΕ υπολογίζεται για τον Νοέμβριο του 2020.

8 Χρονοδιάγραμμα μετακίνησης στην νέα χωροθέτηση

Όπως αναφέρεται ανωτέρω για την υλοποίηση της μετακίνησης του ασύρματου δικτύου πρόσβασης της Rural Connect στην νέα χωροθέτηση απαιτούνται δύο ανεξάρτητες φάσεις, η φάση της προμελέτης και η φάση της υλοποίησης.

Η εκτιμωμένη διάρκεια της φάσης της προμελέτης είναι ένας ημερολογιακός μήνας, το οποίο θεωρείται εύλογο χρονικό διάστημα βάσει όσων έχουν περιγραφεί στην ενότητα 7.1 του παρόντος.

Ωστόσο, το εν λόγω χρονικό διάστημα μπορεί να επιμηκυνθεί από τους ακόλουθους παράγοντες:

- a. Μη άμεση διαθεσιμότητα δειγμάτων του νέου εξοπλισμού προς έλεγχο.
- b. Αποτυχία ελέγχων και επανάληψη της διαδικασίας με άλλο εναλλακτικό εξοπλισμό.
- c. Μη διαθεσιμότητα φάσματος για την περίοδο των ελέγχων (απαιτείται το φάσμα της τρέχουσας χωροθέτησης και το φάσμα της νέας χωροθέτησης) στο εργαστηριακό πεδίο, όπως π.χ. στην περιοχή της Παιανίας ή της Λαμίας.
- d. Καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τις εργασίες στο πεδίο (μετρήσεις επίδοσης).

Η φάση υλοποίησης με βάση τους κόμβους που πρέπει να αναβαθμιστούν και με βάση τη θέση τους και την επανάληψη των μετρήσεων εκτιμάται σε:

- a. Πέντε ημερολογιακούς μήνες για το σενάριο Α.
- b. Τέσσερις ημερολογιακούς μήνες για το σενάριο Β.
- c. Επτά με οκτώ ημερολογιακούς μήνες για το σενάριο Γ.

Ο παραπάνω εκτιμώμενος χρόνος μπορεί να επιμηκυνθεί σημαντικά από τους ακόλουθους παράγοντες:

- a. Χρόνος παράδοσης του εξοπλισμού από τον κατασκευαστή. Ο χρόνος αυτός μπορεί να αφαιρεθεί από τον ανωτέρω συνολικό χρόνο της προηγούμενης παραγράφου, αν η διαδικασία της μετακίνησης πραγματοποιηθεί παράλληλα με την επιλογή των υπερθεματιστών (5G).
- b. Καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τις εργασίες στο πεδίο.
- c. Συμμόρφωση με τις απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσιών, για τις όποιες ενεργές υπηρεσίες του δικτύου, κατά την περίοδο των ενεργειών μετάβασης του παραγωγικού δικτύου στην νέα χωροθέτηση.
- d. Μη διαθεσιμότητα φάσματος για την περίοδο της μετάβασης (απαιτείται το φάσμα της τρέχουσας χωροθέτησης και το φάσμα της νέας χωροθέτησης).

Επιπλέον, ο κάθε κόμβος που θα αναβαθμιστεί θα πρέπει να τεθεί εκτός λειτουργίας για μία εργάσιμη ημέρα. Ως εκ τούτου, θεωρείται εύλογο να μην εφαρμοστούν οι ανάλογες ρήτρες.

Όσον αφορά τη διαθεσιμότητα του φάσματος, επισημαίνεται ότι στην περίπτωση του σεναρίου Γ θα πρέπει να δοθεί πρόσβαση στη RC στη ζώνη 3440-3470MHz (Όμιλος ΟΤΕ) κατά τη διάρκεια της φάσης της προμελέτης σε περιοχή δοκιμών (πχ Παιανία) και κατά τη διάρκεια της φάσης

υλοποίησης σε όλο το LOT2 μέχρι τη δημοπρασία του φάσματος για τα δίκτυα 5G. Επιπρόσθετα, οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι που θα αποκτήσουν τα δικαιώματα χρήσης του φάσματος στις εν λόγω ζώνες στο πλαίσιο της δημοπρασίας, θα πρέπει να παρέχουν πρόσβαση στην RC για τις τρέχουσες ζώνες των ΔΑΔ έως ότου ολοκληρωθεί η φάση υλοποίησης.

9 Συγκριτική αξιολόγηση των υπό μελέτη σεναρίων

Τα υπό εξέταση σενάρια Α, Β, Γ και τα εναλλακτικά του σεναρίου Γ, (σενάριο Γ2 με τις δύο ζώνες των 30MHz) παρουσιάζουν τις εξής βασικές διαφορές:

1. Τα σενάρια με την αντικατάσταση των περισσότερων κόμβων διαρκούν πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Γ και Γ2).
2. Το σενάριο Α είναι μέσου κόστους και τοποθετεί την RC στο άνω άκρο της ζώνης και με ανεκτή διάρκεια υλοποίησης (5 μήνες), που μπορεί να μειωθεί αν η παραγγελία του νέου εξοπλισμού πραγματοποιηθεί και πριν τη δημοπρασία του φάσματος.
3. Το σενάριο Β απαιτεί το μικρότερο κόστος, αλλά τοποθετεί την RC μεταξύ των νέων υπερθεματιστών στη ζώνη συχνοτήτων. Επιπρόσθετα, δεδομένων των αποτελεσμάτων της Δημόσιας Διαβούλευσης της ΕΕΤΤ⁹ (Ιούνιος 2020) σχετικά με τη δημιουργία ζώνης ασφαλείας 20 MHz (3400-3420 MHz) για τα δίκτυα 5G και τη διάθεση τμημάτων συνεχούς φάσματος που βρίσκονται εξολοκλήρου σε μία υποζώνη (3400-3600 MHz ή 3600-3800MHz), το σενάριο Β δεν επιτρέπει την εφαρμογή των ανωτέρω θέσεων.
4. Το Σενάριο Γ και το σενάριο Γ2 είναι τα σενάρια με το μεγαλύτερο κόστος και αν χρησιμοποιηθεί η ζώνη από 3410 έως 3440 MHz κάποιες από τις δοκιμές θα δύναται να πραγματοποιηθούν πριν την μετακίνηση του ΟΤΕ από τη ζώνη. Πάλι υπάρχει η δυνατότητα να εκμεταλλευτεί η RC το διάστημα της δημοπρασίας ώστε να προχωρήσει σε προμελέτη και επιμέρους δοκιμές μέχρι να μετακινηθεί ο ΟΤΕ από τις ζώνες που κατέχει. Σημειώνουμε το κόστος για φίλτρα ή ειδικό εξοπλισμό για την επίπτωση των παρεμβολών κοντά στη ζώνη των 3400 MHz, όπως αναλύθηκε ανωτέρω, σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιηθεί επαρκής ζώνη προστασίας, τουλάχιστον 10 MHz ή σε κάθε περίπτωση όπου αυτή η ανάγκη διαπιστωθεί τεκμηριωμένα.
5. Στην περίπτωση δημιουργίας ζώνης ασφαλείας (φύλαξης) 10 MHz στην περιοχή 3400-3410 MHz, τα σενάρια Γ και Γ2 επιτυγχάνουν τη βέλτιστη αξιοποίηση του φάσματος, διότι επιτρέπεται η δημιουργία μεγάλων τμημάτων συνεχόμενου φάσματος, ακόμα και στην περίπτωση όπου στη διαδικασία νέας αδειοδότησης του φάσματος στη ζώνη 3400-3800 MHz συμμετέχουν άνω των τριών παρόχων.

⁹ https://www.eett.gr/opencms/opencms/admin/News_new/news_1237.html

10 Παραρτήματα

10.1 Κόμβοι ασύρματης πρόσβασης

Σε αρχείο Excel

10.2 Τεχνικά φυλλάδια εξοπλισμού

Επισυνάπτονται αρχεία PDF.

10.3 Υποστηρικτικό Υλικό

- [1] Τεχνοοικονομικό Μοντέλο για την επιλογή Σεναρίων
- [2] GIS χάρτες Rural Connect
- [3] Φωτογραφίες κόμβων προς αντικατάσταση (ενδεικτικές)