



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών

Πτυχιακή Εργασία

**"Υλοποίηση ευρυζωνικών δικτύων πρόσβασης επόμενης γενιάς
Next GenerationAccess (NGA) - Η περίπτωση της Ελλάδας"**

ΜΑΖΑΡΑΚΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ, ΑΜ: 2158

ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ ΠΕΤΡΟΣ, ΑΜ: 2187

Επιβλέπων καθηγητής:

Αναπλ. Καθ. Μιχάλης Παρασκευάς

Πάτρα, 2020

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή
Πάτρα, .../05/2020

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
Παρασκευάς Μιχαήλ
Πολίτη Χριστίνα
Αντωνόπουλος Χρήστος

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Αφιερώνουμε την πτυχιακή μας εργασία στις οικογένειες μας ...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το τέλος της παρούσας πτυχιακής εργασίας σηματοδοτεί και το τέλος των προπτυχιακών μας σπουδών. Στο αυτό σημείο αισθανόμαστε την ανάγκη να απευθύνουμε ευχαριστίες στα άτομα που μας βοήθησαν και χωρίς τη βοήθειά τους πιθανόν να μην ήταν δυνατή η εκπόνησή της.

Καταρχάς, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή μας κ. Παρασκευά για την επίβλεψη της εργασίας, τις πολύτιμες συμβουλές του και την συμπαράστασή του ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Κλείνοντας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε από τα βάθη της καρδιάς μας τις οικογένειές μας που χωρίς την ψυχική και υλική βοήθειά τους και την αμέριστη συμπαράστασή τους όποτε την χρειαζόμασταν, δε θα ήταν δυνατό να ολοκληρώσουμε τις προπτυχιακές μας σπουδές.

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| ΑΦΙΕΡΩΣΗ..... | 3 |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 3 |
| Κατάλογος Εικόνων | 7 |
| Κατάλογος Πινάκων..... | 8 |
| Πρόλογος..... | 9 |
| Abstract..... | 10 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ– ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ –ΕΘΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ..... | 11 |
| 1.1 Ευρυζωνικότητα | 11 |
| 1.2 Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα..... | 13 |
| 1.3 Εισήγηση της ΕΕΤΤ για την εισαγωγή του VDSLVectoringστην Ελλάδα..... | 17 |
| 1.3.1 Όροι παροχής της τεχνολογίας Vectoring | 18 |
| 1.3.2 Διαδικασία Ανάθεσης..... | 20 |
| 1.3.3Ανάθεση Fiber To The Home (FTTH) | 29 |
| 1.3.4 Πρόσβαση στον Τοπικό Υποβρόχο (ToΥB)..... | 30 |
| 1.3.5 Προβλεπόμενοι χρόνοι παράδοσης | 32 |
| 1.3.6 Διαχείριση βλαβών ΤοΥB..... | 34 |
| 1.3.7 Συμφωνηθείσες Τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης | 35 |
| 1.3.8Επιτρεπόμενα σημεία εισαγωγής σημάτων xDSL στο δίκτυο πρόσβασης και φασματικά όρια λειτουργίας. | 36 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ VECTORING ΣΤΗΝ ΕΕ | 38 |
| 2.1 Γερμανία | 38 |
| 2.2Αυστρία..... | 40 |
| 2.3 Βέλγιο | 40 |
| 2.4 Δανία..... | 41 |
| 2.5 Ιρλανδία..... | 42 |
| 2.6 Ιταλία | 43 |
| 2.7 Ηνωμένο Βασίλειο | 43 |

| | |
|--|----|
| 2.8 Κύπρος..... | 45 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο:ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΥΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ (NGA) ΚΑΙ VDSL VECTORING..... | 47 |
| 3.1 Δίκτυα Πρόσβασης επόμενης Γενιάς (NGA)..... | 47 |
| 3.1.1 Τεχνολογία FTTC..... | 48 |
| 3.1.2 Τεχνολογία FTTB..... | 49 |
| 3.1.3 Τεχνολογία FTTH..... | 50 |
| 3.2 Τεχνολογία VDSLVectoring..... | 51 |
| 3.2.1 Δικτυακή υποδομή..... | 56 |
| 3.2.2 Μοντέλο αναφοράς Vectoring..... | 56 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΠΟΡΕΙΑ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΞΑΜΗΝΟ ΤΟΥ 2019..... | 58 |
| 4.1 Συνοπτική αναφορά..... | 58 |
| 4.2 Εξέλιξη ευρυζωνικών γραμμών..... | 59 |
| 4.3 Ανάλυση ευρυζωνικών γραμμών ανα τύπο πρόσβασης..... | 59 |
| 4.4. Ανάλυση ευρυζωνικών γραμμών ανά ταχύτητα πρόσβασης..... | 61 |
| 4.5. Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο (ΑΠΤΒ)..... | 63 |
| 4.6 Ευρυζωνικότητα στην Κινητή διασύνδεση..... | 64 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 66 |

Κατάλογος Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 Αναπαράσταση οικιακού δικτύου | 12 |
| Εικόνα 2 Χρονοδιάγραμμα Ανάθεσης | 21 |
| Εικόνα 3 Τοπικός Βρόχος και Τοπικός Υποβρόχος | 30 |
| Εικόνα 4 Υλοποίηση ΤοΥΒ..... | 32 |
| Εικόνα 5 Αρχιτεκτονικές Οπτικών Δικτύων Πρόσβασης | 48 |
| Εικόνα 6 Αρχιτεκτονική FTTC..... | 48 |
| Εικόνα 7 Αρχιτεκτονική FTTB..... | 50 |
| Εικόνα 8 Αρχιτεκτονική FTTH..... | 51 |
| Εικόνα 9 Παρεμβολές NEXT και FEXT | 53 |
| Εικόνα 10 Βασική Λειτουργία Vectoring | 54 |
| Εικόνα 11 Μοντέλο Αναφοράς Vectoring | 57 |

Κατάλογος Πινάκων

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1 Εξέλιξη Ευρυζωνικών Γραμμών..... | 14 |
| Πίνακας 2 Κάλυψη NGA στην Ε.Ε. | 15 |
| Πίνακας 3 Μέση Ταχύτητα Πρόσβασης στην Ε.Ε..... | 16 |
| Πίνακας 4 Καμπίνες Vectoring ΟΤΕ..... | 23 |
| Πίνακας 5 Πλήθος καμπινών NGA Β' Φάσης..... | 26 |
| Πίνακας 6 Πλήθος καμπινών NGA Γ' Φάσης..... | 27 |
| Πίνακας 7 Αστικά Κέντρα και καμπίνες 1ης Ανάθεσης..... | 28 |
| Πίνακας 8 Καμπίνες προς υλοποίηση FTTH..... | 29 |
| Πίνακας 9 Χρόνοι παράδοσης ΤοΥΒ σε ΗΕ..... | 33 |
| Πίνακας 10 Προφίλ Φασματικής Πυκνότητας Ισχύος VDSL..... | 36 |
| Πίνακας 11 Απόδοση VDSL2 με και χωρίς FEXT παρεμβολές..... | 52 |
| Πίνακας 12 Channel Matrix..... | 55 |
| Πίνακας 13 Εξέλιξη ευρυζωνικών γραμμών..... | 59 |
| Πίνακας 14 Κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανα τύπο πρόσβασης (Ιούνιος 2019)..... | 60 |
| Πίνακας 15 Εξέλιξη αριθμού ευρυζωνικών γραμμών ανα τύπο πρόσβασης..... | 61 |
| Πίνακας 16 Σύνολο γραμμών VDSL και ποσοστό επί των ευρυζωνικών γραμμών..... | 61 |
| Πίνακας 17 Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανα ονομαστική ταχύτητα (Ιούνιος 2019)..... | 62 |
| Πίνακας 18 Διαχρονική κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανα ταχύτητα πρόσβασης..... | 62 |
| Πίνακας 19 Εξέλιξη γραμμών ΑΠΤΒ..... | 64 |
| Πίνακας 20 Εξέλιξη ενεργών συνδρομητών κινητής ευρυζωνικότητας..... | 65 |
| Πίνακας 21 Εξέλιξη ενεργών συνδρομητών κινητής ευρυζωνικότητας ανά τύπο χρήσης υπηρεσιών δεδομένων..... | 65 |

Πρόλογος

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τα ευρυζωνικά δίκτυα επόμενης γενιάς (Next Generation Access Networks, NGA). Είναι η εκρηκτική ανάπτυξη του διαδικτύου όπου ο όγκος των δεδομένων σχεδόν διπλασιάζεται κάθε έξι μήνες. Έτσι δημιουργούνται υπηρεσίες (τηλεδιάσκεψη, τηλεϊατρική, video κατά παραγγελία) οι οποίες είναι απαιτητικές σε BW. Η ανάγκη για νέες μεθόδους πρόσβασης και οι περιορισμοί ως προς τα υπάρχοντα δίκτυα πρόσβασης ,την απόσταση αλλά και το εύρος ζώνης. Σκοπός είναι να προσεγγίσει η οπτική ίνα όσο το δυνατόν περισσότερο τον τελικό χρήστη. Το πλεονέκτημα της μελλοντικής αναβάθμισης αλλά και το χαμηλότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης καθιστούν την ίνα μια προφανή επιλογή. Τα οπτικά δίκτυα πρόσβασης χρονολογούνται από την δεκαετία του '80. Στο παρελθόν δεν απέκτησαν εμπορικό ενδιαφέρον λόγω του υψηλού κόστους και της σχετικά χαμηλής ζήτησης. Όμως η ανάπτυξη των δικτύων πρόσβασης όπως η πρόοδος στη βιομηχανία των οπτικών και η μείωση του κόστους. Η αρχιτεκτονική τους κατηγοριοποιείται με βάση το σημείο τερματισμού της οπτικής ίνας. Περιγράφονται από τον όρο Fiber to the x (FTTx). Δηλώνει την αντικατάσταση μέρους ή ολόκληρου του τμήματος της χάλκινης καλωδίωσης με καλώδια οπτικών ινών 1.Fiber to the Home (FTTH) 2.FibertotheBuilding (FTTB) 3.FibertotheNode /

Cabinet / Curb (FTTN – FTTCab - FTTC). Κυρίως θα μελετήσουμε την υλοποίηση τους στην Ελλάδα.

Abstract

In this thesis we will deal with Next Generation Access Networks (NGA)). It is the explosive growth of the internet where the volume of data almost doubles every six months. This creates services (teleconferencing, telemedicine, video on demand) that are demanding on BW. The need for new access methods and restrictions on existing access networks, distance and bandwidth. The aim is to reach the optical fiber as far as possible to the end user. The advantage of future upgrading and the lower operating and maintenance costs make fiber an obvious choice. Optical access networks date back to the 1980s. In the past, they did not gain commercial interest due to high costs and relatively low demand. But the development of access networks such as advances in the optical industry and cost reduction. Their architecture is categorized based on the point of termination of the optical fiber. They are described by the term Fiber to the x (FTTx). Declares the replacement of part or the whole of the copper wiring section with 1.Fiber to the Home (FTTH) 2.Fiber to the Building

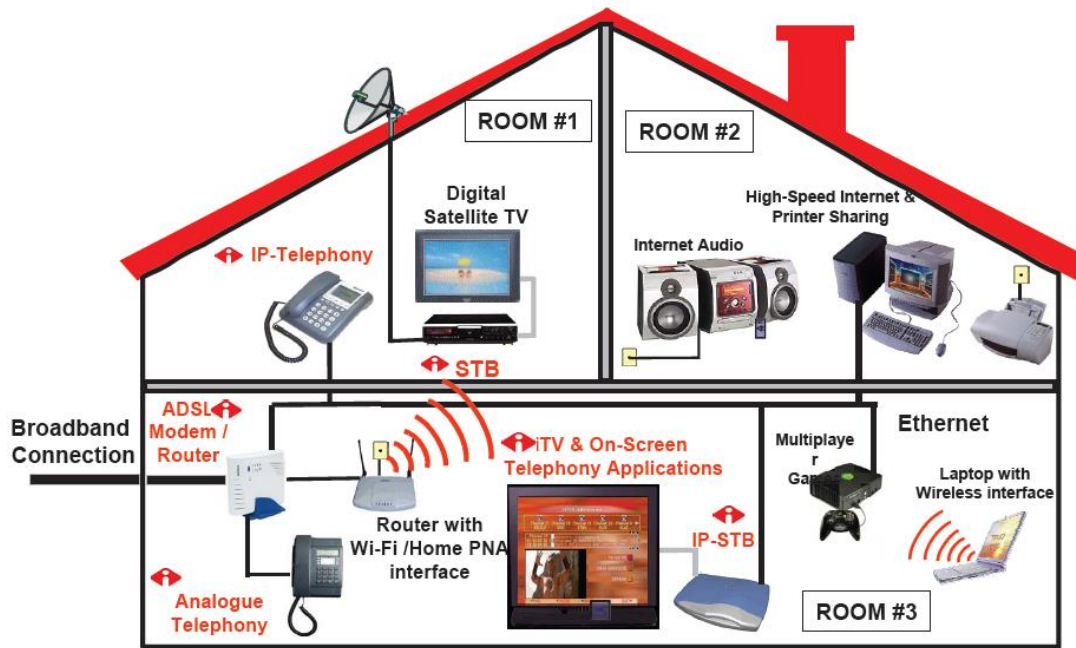
(FTTB) 3.Fiber to the Node / Cabinet / Curb (FTTN - FTTCab - FTTC). Mainly we will study their implementation in Greece.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ- ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ -ΕΘΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ

1.1 Ευρυζωνικότητα

Ο όρος «Ευρυζωνικότητα » μπορεί να αναφέρεται σε πολλαπλές πτυχές του δικτύου και των υπηρεσιών :

- Στην Υποδομή που χρησιμοποιείται για την παροχή υπηρεσιών προς τους χρήστες,
- Στην πρόσβαση υψηλής ταχύτητας στο Internet
- Στις υπηρεσίες και εφαρμογές που διατίθενται μέσω ευρυζωνικών δικτύων, όπως οι υπηρεσίες φωνής VoiP που μπορούν να ομαδοποιούνται σε ένα «triple-play» πακέτο με ευρυζωνική πρόσβαση στο Internet (IPTV)
- Νέες υπηρεσίες όπως υπηρεσίες web2.0, 5G



Εικόνα 1 Αναπαράσταση οικιακού δικτύου

Η ομαδοποίηση στις υπηρεσίες δεδομένων, φωνής και βίντεο με μία σύνδεση IP, μειώνει το κόστος του δικτύου αλλά παρουσιάζει μία σειρά προκλήσεων για τους παρόχους. Οι υπηρεσίες αυτές έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης με αυξημένες απαιτήσεις σε QoS (Quality of Service) με αποτέλεσμα να οδηγούν τους παρόχους στην σταδιακή αναβάθμιση των δικτύων τους. Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να παρέχουν το απαιτούμενο εύρος ζώνης για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών αλλά κάθε μία έχει περιορισμούς που αφορούν την αξιοπιστία, την κάλυψη του δικτύου, το εύρος ζώνης και φυσικά το κόστος.[1] Οι μεγάλες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης των νέων εφαρμογών που αναπτύσσονται με ιλιγγιώδεις ρυθμούς ανάγκασε την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα κατ'επέκταση να εκπονήσουν σχέδια και στρατηγικές ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας. Τα σχέδια αυτά περιλαμβάνουν ένα πλαίσιο δράσεων με στόχο να δημιουργηθούν οι συνθήκες οι οποίες θα δώσουν ώθηση στην ευρυζωνική πρόσβαση αλλά και θα βοηθήσουν πολίτες και επιχειρήσεις για τη μέγιστη αποκόμιση οφέλους από τις ψηφιακές τεχνολογίες. Με το Ψηφιακό Θεματολόγιο για την Ευρώπη (Digital Agenda for Europe – DAE), το οποίο αποτελεί μέρος της ευρύτερης ευρωπαϊκής στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Europe 2020 Strategy), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε

συγκεκριμένους στόχους για την πρόσβαση στο Internet με υψηλούς και υπέρ-υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης:

- Έως το 2013, διαθεσιμότητα βασικής ευρυζωνικής πρόσβασης για κάθε Ευρωπαίο πολίτη.
- Έως το 2020, διαθεσιμότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο με ρυθμούς μετάδοσης άνω των 30 Mbps για κάθε Ευρωπαίο πολίτη.
- Έως το 2020, τουλάχιστον το 50% των ευρωπαϊκών νοικοκυριών να έχουν ενεργή σύνδεση στο διαδίκτυο με ρυθμούς μετάδοσης άνω των 100 Mbps.

Το 2016 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στα πλαίσια της *Ενιαίας Ψηφιακής Αγοράς* (Digital Single Market – DSM), έθεσε επικαιροποιημένους στόχους *Προς την Ευρωπαϊκή Κοινωνία του Gigabit* για το 2025:

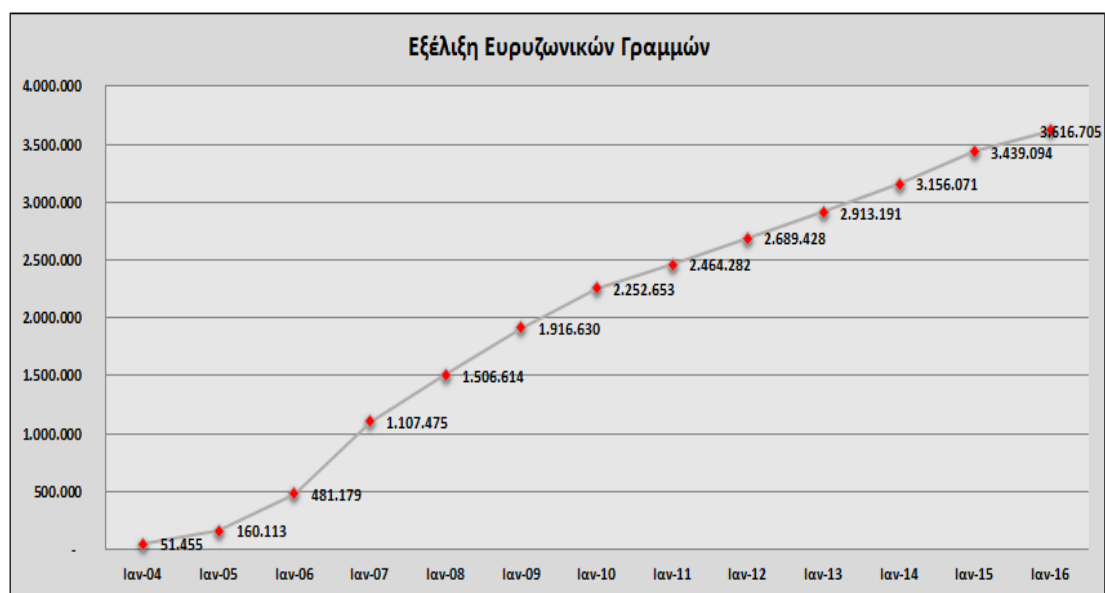
1. Όλες οι κοινωνικοοικονομικές κινητήριες δυνάμεις, όπως σχολεία, κόμβοι μεταφορών, δημόσιες υπηρεσίες και επιχειρήσεις έντονου ψηφιακού ενδιαφέροντος θα πρέπει να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο με συμμετρικούς ρυθμούς μετάδοσης 1 Gbps.
2. Όλα τα ευρωπαϊκά νοικοκυριά, σε αστικό ή αγροτικό περιβάλλον, θα πρέπει να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο με συμμετρικούς ρυθμούς μετάδοσης τουλάχιστον 100 Mbps, με δυνατότητα αναβάθμισης στο 1 Gbps.
3. Όλες οι ευρωπαϊκές πόλεις, καθώς και οι κύριοι αυτοκινητόδρομοι και σιδηρόδρομοι θα πρέπει να έχουν αδιάλειπτη κάλυψη 5G. [2]

1.2 Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα

Στην ελληνική αγορά ευρυζωνικής (σταθερής) πρόσβασης δραστηριοποιούνται πέντε αδειοδοτημένοι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι, ενώ στην αγορά κινητών τηλεπικοινωνιών δραστηριοποιούνται αντίστοιχα τέσσερις πάροχοι. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, το σύνολο των παρόχων κινητής δραστηριοποιείται και στον τομέα των σταθερών τηλεπικοινωνιών. Ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος ΟΤΕ αποτελούσε κρατικό μονοπώλιο μέχρι την απελευθέρωση της αγοράς, διαθέτει υπό την κυριότητά του το παραδοσιακό δίκτυο τηλεφωνίας, και αποτελεί πάροχο με Σημαντικά Ισχύ στην Αγορά (ΣΙΑ) σε σχετικές αγορές προϊόντων και υπηρεσιών στον τομέα των ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Ως εκ τούτου η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) έχει επιβάλει σε αυτόν μια σειρά από

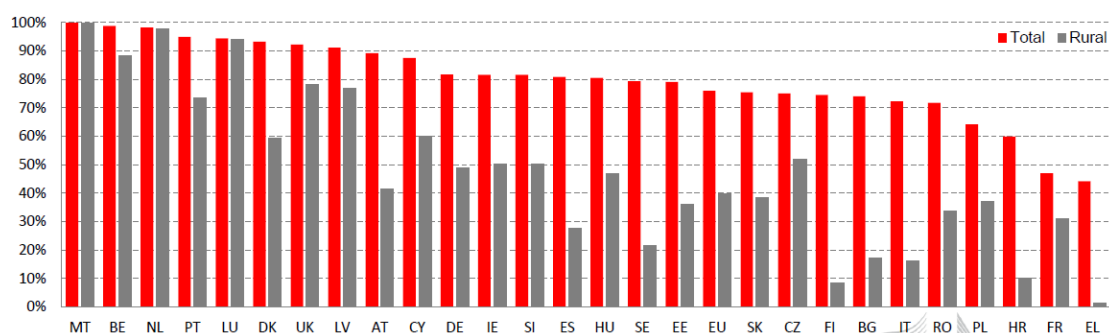
ρυθμιστικές υποχρεώσεις όπως υποχρέωση πρόσβασης στον τοπικό βρόχο και υποβρόχο, υποχρέωση αμεροληψίας, υποχρέωση διαφάνειας, υποχρέωση λογιστικού διαχωρισμού, υποχρέωση ελέγχου τιμών και κοστολόγησης κ.α. Το μερίδιο αγοράς του ΟΤΕ επί των ευρυζωνικών συνδρομητικών γραμμών βρέθηκε στο 44,96% για το β' εξάμηνο του 2016.[6]

Η ελληνική αγορά σταθερής ευρυζωνικής πρόσβασης χαρακτηρίζεται από την ιδιαιτερότητα της ύπαρξης μίας και μόνο οικογένειας τεχνολογιών, των xDSL, που στηρίζεται στην υποδομή του παραδοσιακού δικτύου τηλεφωνίας. Μέχρι τα μέσα του 2017, ο ΟΤΕ ήταν ο μόνος πάροχος που είχε αναπτύξει δίκτυο πρόσβασης επόμενης γενιάς με τεχνολογία VDSL, ενώ οι εναλλακτικοί πάροχοι περιοριζόταν στην παροχή υπηρεσιών από το Αστικό Κέντρο (τεχνολογίες ADSL, VDSL), κάνοντας παράλληλα χρήση χονδρικών προϊόντων φυσικής ή εικονικής πρόσβασης από τον ΟΤΕ. Δεν υπήρχε καμία άλλη εναλλακτική υποδομή για την παροχή πρόσβασης νέας γενιάς όπως «οπτική ίνα έως το κτίριο» (Fiber to the Home) ή δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης CableTV. Η κάλυψη σταθερής ευρυζωνικής πρόσβασης στην Ελλάδα στο τέλος του 2016 βρέθηκε στο 99%, ελαφρά πάνω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Η διείσδυση των σταθερών ευρυζωνικών γραμμών την ίδια στιγμή έφθασε το 33,3%, ποσοστό πολύ κοντινό με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Το πλήθος των σταθερών ευρυζωνικών γραμμών ανήλθε στα 3.616.705 συνεχίζοντας την ανοδική πορεία, όπως και φαίνεται και στον Πίνακα 1.



Πίνακας 1 Εξέλιξη Ευρυζωνικών Γραμμών

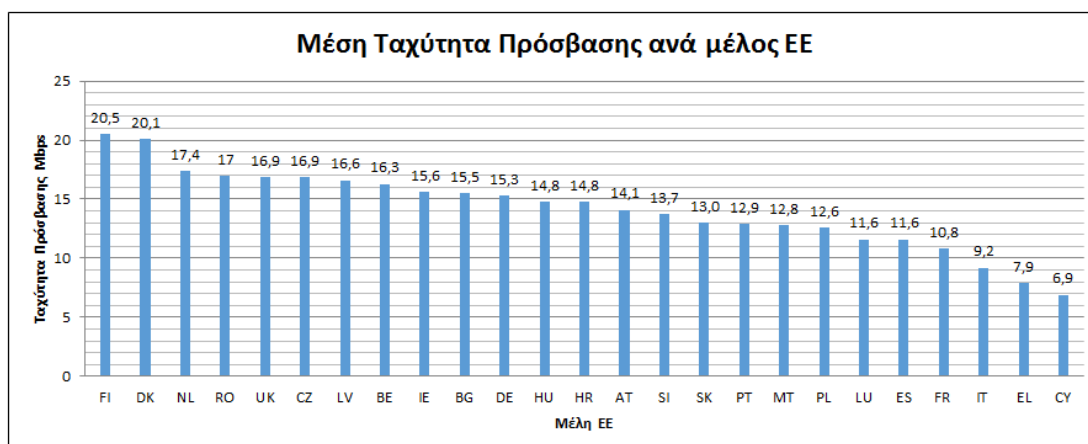
Παρότι η σταθερή ευρυζωνική κάλυψη βρίσκεται στα επιθυμητά επίπεδα δε συμβαίνει το ίδιο και με την κάλυψη σταθερής πρόσβασης επόμενης γενιάς (Next Generation Access – NGA). Συγκεκριμένα, η κάλυψη NGA στα τέλη του 2016 βρέθηκε στο 44%, 32 μονάδες χαμηλότερα από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Η κατάσταση είναι ακόμα δυσχερέστερη σε αγροτικές περιοχές όπου η κάλυψη NGA βρέθηκε στο 1% όταν ο ευρωπαϊκός μέσος όρος ήταν στο 40%. Ως αποτέλεσμα η Ελλάδα βρίσκεται στην τελευταία θέση της Ευρωπαϊκής Ένωσης τόσο σε συνολική κάλυψη NGA όσο και σε κάλυψη NGA σε αγροτικές περιοχές, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 1-2. Σε εξίσου χαμηλή θέση βρίσκεται η Ελλάδα και στη διείσδυση υπηρεσιών NGA όπου βρίσκεται στην προτελευταία θέση, ενώ η διείσδυση με ρυθμούς μετάδοσης άνω των 100 Mbps βρίσκεται σε μηδενικό επίπεδο, με την αντίστοιχη διείσδυση σε ευρωπαϊκό επίπεδο να ανέρχεται στο 11% στα μέσα του 2016.



Πίνακας 2 Κάλυψη NGA στην Ε.Ε.

Η τεχνολογία VDSL αποτελεί τη μόνη τεχνολογία μέσω της οποίας παρέχεται πρόσβαση NGA στην Ελλάδα. Στο τέλος του 2016 το πλήθος των ενεργών VDSL γραμμών ανήλθε στις 220 χιλιάδες, αριθμός που αντιστοιχεί περίπου στο 7,6% επί των συνολικών συνδρομητικών γραμμών.

Στο Γράφημα 1-4 αποτυπώνονται οι πραγματικές ταχύτητες σύνδεσης ανά κράτος-μέλος της ΕΕ. Όπως φαίνεται η Ελλάδα βρίσκεται στην προτελευταία θέση με μέση πραγματική ταχύτητα σύνδεση τα 7,9 Mbps.[8]



Πίνακας 3 Μέση Ταχύτητα Πρόσβασης στην Ε.Ε.

Ως κύρια αιτία για την υστέρηση στην ελληνική αγορά σταθερής ευρυζωνικότητας θεωρείται η παρατεταμένη οικονομική ύφεση στην Ελλάδα. Ο κλάδος των τηλεπικοινωνιών ακολουθώντας το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον εισήλθε σε μια πολυετή περίοδο διαρκούς μείωσης κύκλου εργασιών και κερδών. Ενδεικτικά:

- Ο ενεργοί πάροχοι σταθερής μειώθηκαν από 14 το 2008 σε 5 το 2016, μέσω συγχωνεύσεων αλλά και εξόδου από την αγορά.
- Ο κύκλος εργασιών των παρόχων σταθερής μειώθηκε κατά 43% από το 2007 έως το 2014.
- Τα κέρδη των παρόχων σταθερής μειώθηκαν κατά 78% από το 2009 έως το 2013.
- Οι επενδύσεις των τηλεπικοινωνιακών παρόχων (συμπεριλαμβανομένης της κινητής) έπεσαν από τα 1,37 δισεκατομμύρια το 2009 στα 668 εκατομμύρια το 2015.

Όπως γίνεται σαφές τα χρόνια της ελληνικής οικονομικής ύφεσης, ο κλάδος των τηλεπικοινωνιών δέχτηκε ισχυρή πίεση παρότι:

- Οι πελάτες σταθερής ευρυζωνικής πρόσβασης υπερδιπλασιάστηκαν από το 2008 έως το 2015.
- Οι πελάτες συνδρομητικής τηλεόρασης, στην οποία δραστηριοποιούνται ενεργά οι τηλεπικοινωνιακές εταιρείες, ανήλθαν στο ένα εκατομμύριο όταν το 2012 ήταν κοντά στις 440 χιλιάδες.

- Η κίνηση δεδομένων κινητής αυξήθηκε από τα 4,2 PB το 2009 στα 36 PB το 2015.

1.3 Εισήγηση της ΕΕΤΤ για την εισαγωγή του VDSL Vectoring στην Ελλάδα

Το 2016 η ΕΕΤΤ υλοποιώντας την οδηγία της ΕΕ για την το πέρασμα των κρατών μελών στην ευρυζωνικότητα (βλ. *Προς την Ευρωπαϊκή Κοινωνία του Gigabit για το 2025*), εξέδωσε την απόφαση υλοποίησης της αναβάθμισης του δικτύου, μετά από διαβούλευση με τους παρόχους τον Δεκέμβριο του 2016. Η ΕΕΤΤ θεωρεί ότι η τεχνολογία Vectoring αποτελεί μια σχετικά γρήγορη και οικονομική μέθοδο αύξησης του ρυθμού μετάδοσης, που περιορίζει τις κοστοβόρες και χρονοβόρες διαδικασίες σκαψίματος των αρχιτεκτονικών FTTH/B και η οποία δύναται να αποτελέσει ένα ενδιάμεσο στάδιο προς την περαιτέρω εξάπλωση των δικτύων οπτικών ινών. Με την εισαγωγή της σκοπεύει στην ανάπτυξη υγιούς ανταγωνισμού στην αγορά, κυρίως σε επίπεδο υποδομών, και σε όφελος των καταναλωτών με πρόσβαση σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Το πρόβλημα ανταγωνισμού που καλείται να αντιμετωπίσει η συγκεκριμένη ρύθμιση, σύμφωνα πάντα με την ΕΕΤΤ, είναι η έλλειψη ανταγωνιστικών υποδομών στο δίκτυο πρόσβασης και η σημαντική ισχύς του ΟΤΕ στην αγορά τοπικής πρόσβασης, καθώς είναι ο μόνος πάροχος με ιδιόκτητο δίκτυο πρόσβασης στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας. Με την θέσπιση αποκλειστικού δικαιώματος εισαγωγής και χρήσης τεχνολογίας Vectoring εντός ενός Α/Κ για ορισμένο χρονικό διάστημα θεωρεί ότι διευκολύνει τους εναλλακτικούς παρόχους να επενδύσουν σε τεχνολογίες NGA χωρίς ο ΟΤΕ να έχει τη δυνατότητα να ανταποκριθεί με δικές του ανταγωνιστικές επενδύσεις. [39]. Η ΕΕΤΤ προχώρησε επίσης σε μια σειρά τροποποιήσεων του ρυθμιστικού πλαισίου όπως:

- Τροποποίηση της προσφοράς αναφοράς RBO για τον σαφή ορισμό προϊόντος τύπου VULA και δημιουργία bottom-up μοντέλου κόστους για την τιμολόγησή του.
- Τροποποίηση της προσφοράς αναφοράς RUO για τον περιορισμό της υποχρέωσης για παροχή SLU.
- Τροποποίηση του Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης.

1.3.1 Όροι παροχής της τεχνολογίας Vectoring

Για την εκκίνηση της διαδικασίας εισαγωγής ο ΟΤΕ ως πάροχος που διαθέτει υπό την κυριότητα του το ακραίο δίκτυο υποχρεούται να διαθέσει πληροφορίες σχετικά με το δίκτυο πρόσβασής του. Συγκεκριμένα για κάθε υπαίθρια καμπίνα ενεργού εξοπλισμού ΥΚΕΕ) και για κάθε υπαίθριο κατανεμητή καλωδίων (ΥΚΚ - ΚV) είναι υποχρεωμένος να υποβάλει τα παρακάτω στοιχεία:

1. Γεωγραφικές συντεταγμένες.
2. Κωδικός υπαίθριας καμπίνας ενεργού εξοπλισμού/ υπαίθριου κατανεμητή καλωδίων.
3. Υπερκείμενο Αστικό Κέντρο (Α/Κ) (ονομασία και μοναδικός κωδικός).
4. Καλωδιακή απόσταση σε σχέση με το Αστικό Κέντρο με χαρακτηρισμό ως μεγαλύτερη ή μικρότερη των 550 μέτρων
5. Απόσταση από το υπερκείμενο Α/Κ.
6. Δυνατότητα παροχής υπηρεσιών απομακρυσμένης συνεγκατάστασης και υπηρεσιών τοπικού υποβρόχου στον ΥΚΚ.
7. Γεωγραφική κάλυψη (αναλυτικά οι οδοί/διευθύνσεις που καλύπτει) και πληροφορία αναφορικά με την ΥΚΕΕ ή ΥΚΚ στην οποία ανήκει κάθε τοπικός υποβρόχος.
8. Υλοποίηση VDSL Vectoring σε υπαίθρια καμπίνα από τον ΟΤΕ ή από άλλο πάροχο.
9. Παρεχόμενες υπηρεσίες από την υπαίθρια καμπίνα ενεργού εξοπλισμού.
10. Μήνας ενεργοποίησης υπηρεσιών VDSL και VDSL Vectoring.
11. Συνολικό πλήθος ενεργών ζευγών χαλκού σε κάθε ΥΚΚ ή ΥΚΕΕ
12. Χαρακτηρισμός Α/Κ ανάλογα με την πυκνότητα του δικτύου (πυκνά αστικά, αστικά, ημιαστικά και αγροτικά) και μέσο μήκος ακραίων καλωδίων ανά κατηγορία Α/Κ.
13. Συνολικό πλήθος VDSL τοπικών υποβρόχων στην ΥΚΕΕ (εφόσον δεν έχει υλοποιηθεί Vectoring).
14. Συνολικό πλήθος VPU/VPU light προϊόντων ΥΚΕΕ.
15. Πλήθος ζευγών οπτικών ινών στην ΥΚΕΕ (στο κύριο δίκτυο, από την καμπίνα μέχρι το Α/Κ).

16. Διαθεσιμότητα αγωγών/σωληνώσεων/σκοτεινής ίνας προς την υπαίθρια καμπίνα.

Οι πάροχοι οι οποίοι συμμετέχουν στην εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring υποχρεούνται να παρέχουν αντίστοιχη πληροφόρηση. Συγκεκριμένα για κάθε ΥΚΚ και ΥΚΕΕ πρέπει να υποβάλουν τα παρακάτω στοιχεία:

1. Γεωγραφικές συντεταγμένες.
2. Κωδικός υπαίθριας καμπίνας ενεργού εξοπλισμού.
3. Υπερκείμενο Σημείο Παρουσίας (ονομασία και μοναδικός κωδικός).
4. Απόσταση από το υπερκείμενο Σημείο Παρουσίας.
5. Αντιστοίχιση με υπαίθρια καμπίνα/ΥΚΚ ΟΤΕ
6. Μήνας ενεργοποίησης υπηρεσιών VDSL Vectoring ή άλλης NGA τεχνολογίας και εικονικού προϊόντος.
7. Συνολικό πλήθος VULA προϊόντων στην υπαίθρια καμπίνα ενεργού εξοπλισμού.
8. Πλήθος ζευγών οπτικών ινών ΥΚΕΕ.
9. Διαθεσιμότητα αγωγών/σωληνώσεων/σκοτεινής ίνας προς την υπαίθρια καμπίνα.

Επιπλέον, η ΕΕΤΤ όρισε ότι για την υλοποίηση της τεχνολογίας Vectoring τίθεται ως προαπαιτούμενο η διασφάλιση της απρόσκοπτης διάθεσης των υπηρεσιών ADSL. Επίσης όρισε ότι θα επιτρέπεται η εισαγωγή άλλων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν τμήμα του χάλκινου δικτύου, από το Αστικό Κέντρο, την καμπίνα, ή εντός του κτιρίου, όπως για παράδειγμα η τεχνολογία G.Fast. Οι σχετικές ρυθμίσεις για τη συνύπαρξη αυτών των τεχνολογιών ρυθμίζονται μέσω του Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης.

Μια σημαντική παράμετρος που έθεσε η ΕΕΤΤ είναι η απαγόρευση υλοποίησης Vectoring σε υπαίθριες καμπίνες των οποίων η καλωδιακή απόσταση από το Αστικό Κέντρο του ΟΤΕ είναι μικρότερη των 550 μέτρων. Όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, πρόσβαση τύπου VDSL2 παρέχεται στην Ελλάδα και μέσω DSLAM εγκατεστημένο στον χώρο του Αστικού Κέντρου σε περιπτώσεις όπου η συνολική καλωδιακή απόσταση του δικτύου πρόσβασης (κύριου και απερχόμενου) είναι μικρότερη των 800 μέτρων. Με την απαγόρευση της υλοποίησης Vectoring σε αυτές τις αποστάσεις, το σύνολο των παρόχων μπορούν και εξακολουθούν να παρέχουν VDSL2 από το Αστικό Κέντρο. Επομένως η ΕΕΤΤ αποφάσισε τη μη

απαξίωση των επενδύσεων που έχουν ήδη κάνει οι πάροχοι σε ενεργό εξοπλισμό. Ως αντίβαρο ένα ποσοστό καταναλωτών δεν θα έχει άμεση πρόσβαση σε ταχύτητες μεγαλύτερες των 50 Mbps. Εφόσον η εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring συνεπάγεται περιορισμό της υποχρέωσης για πρόσβαση στον τοπικό υποβρόχο (SLU) η ΕΕΤΤ υποχρεώνει το σύνολο των παρόχων Vectoring για τη διάθεση χονδρικού προϊόντος τύπου VULA. Ο περιορισμός της υποχρέωσης SLU αναφέρεται στα Αστικά Κέντρα τα οποία ανατίθενται σε παρόχους σύμφωνα με την ακόλουθη διαδικασία και μόνο για τεχνολογίες οι οποίες είναι ασύμβατες με την τεχνολογία Vectoring. Σε περίπτωση όπου πάροχος αποδείξει τεχνικά ότι μπορεί να αξιοποιήσει τον τοπικό υποβρόχο χωρίς να επηρεάσει την απόδοση του συστήματος Vectoring, τότε ο πάροχος Vectoring οφείλει να συνεργαστεί μαζί του. Με αυτόν τον τρόπο προβλέπεται η χρήση Multi-operator Vectoring εάν και εφόσον αποδειχθεί τεχνικά εφικτό.

Τέλος, υπό το δεδομένο ότι ένας μέρος των KV του ΟΤΕ είναι περιορισμένης χωρητικότητας, η ΕΕΤΤ αποφάσισε την διαδικασία αντικατάστασης ή επέκτασής τους, ώστε να βρεθεί ο απαιτούμενος χώρος για τον τερματισμό του καλωδίου του παρόχου. Το σχετικό τίμημα προκύπτει κοστοστρεφώς και επιβαρύνει τον πάροχο που αιτείται η αντικατάσταση.[38]

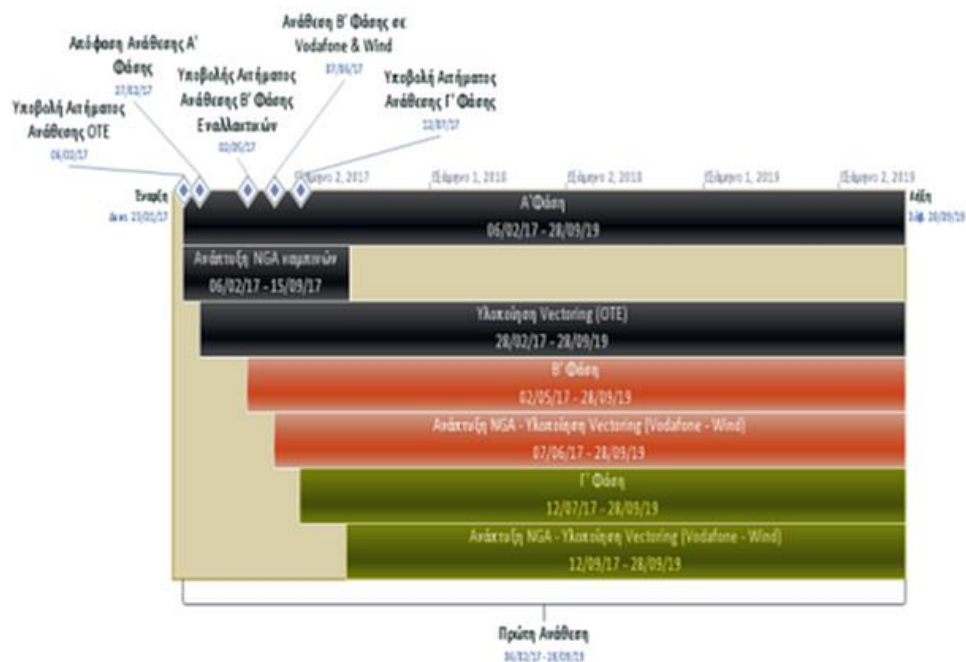
1.3.2 Διαδικασία Ανάθεσης

Η διαδικασία ανάθεσης, όπως ορίστηκε στην σχετική απόφαση της ΕΕΤΤ, περιλαμβάνει την πρώτη ανάθεση και τις αναθέσεις σε ετήσια βάση. Η πρώτη ετήσια ανάθεση ξεκινάει με τη λήξη της πρώτης ανάθεσης.

Η πρώτη ανάθεση διαρκεί τριάντα δύο μήνες και περιλαμβάνει τρεις φάσεις. Οι αναθέσεις πραγματοποιούνται ανά πάροχο ή σύμπραξη παρόχων σε επίπεδο Αστικού Κέντρου. Οι πάροχοι μπορούν να υλοποιήσουν οποιαδήποτε αρχιτεκτονική και τεχνολογία NGA μπορεί να προσφέρει ταχύτητες πρόσβασης μεγαλύτερες των 100 Mbps υπό την προϋπόθεση της τήρησης του Κανονισμού Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης.

Σε κάθε Αστικό Κέντρο δικαίωμα υλοποίησης τεχνολογίας Vectoring έχει μόνο ο πάροχος στον οποίο έχει ανατεθεί το εν λόγω Αστικό Κέντρο. Κατά τη διάρκεια της πρώτης ανάθεσης, κανένας άλλος πάροχος δεν μπορεί να αναπτύξει δίκτυο πρόσβασης με τεχνολογία Vectoring ακόμα και εάν πρόκειται για καμπίνες που δεν

συμπεριλαμβάνονται στα επιχειρηματικά πλάνα των παρόχων στους οποίους έχει ανατεθεί το Α/Κ. Η ΕΕΤΤ θεωρεί ότι η επιλογή του Α/Κ ως μονάδα ανάθεσης αποτελεί την τεχνικοοικονομικά βέλτιστη λύση καθώς η επένδυση σε μεγαλύτερο πλήθος γειτονικών υπαίθριων καμπινών οδηγεί σε χαμηλότερο κόστος ανά καμπίνα και αποτρέπει τον κατακερματισμό των επενδύσεων. Παράλληλα θεωρεί ότι εφόσον ο κάθε πάροχος δε θα έχει δικαίωμα να αιτηθεί κατά τη Γ΄ Φάση την ανάθεση καμπινών σε Αστικά Κέντρα που είχε αναλάβει στις προηγούμενες φάσεις, θα οδηγήσει τους επενδυτικούς του πόρους σε περιοχές που είχαν θεωρηθεί ως μη ελκυστικές και με αυτόν τον τρόπο θεωρεί ότι θα επιτευχθεί μεγαλύτερη κάλυψη.[39]



Εικόνα 2 Χρονοδιάγραμμα Ανάθεσης

Επιπλέον η ΕΕΤΤ υποστηρίζει ότι το αποκλειστικό δικαίωμα που αποκτά ένας πάροχος για την ανάπτυξη δικτύου ΝGA προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης δικτύων για τα οποία απαιτείται πιο κοστοβόρα και χρονοβόρα επένδυση, όπως για παράδειγμα η αρχιτεκτονική FTTH. Η ΕΕΤΤ θεωρεί ότι με αυτόν τον τρόπο προσδίδει στον πάροχο τον απαραίτητο χρόνο για να αναπτύξει το δίκτυό του χωρίς να αντιμετωπίσει ανταγωνισμό από κάποιον άλλον πάροχο που θα ανέπτυξε

ταχύτερα δίκτυο NGA εντός του ίδιου Αστικού Κέντρου σε καμπίνες που δεν συμπεριλαμβάνονται στο επιχειρηματικό πλάνο του. Ενώ αναγνωρίζει ότι ένα μέρος των συνδρομητών, που αντιστοιχούν στις καμπίνες που δεν συμπεριλαμβάνονται στο αντίστοιχο επιχειρηματικό πλάνο, θα στερηθεί την άμεση δυνατότητα πρόσβασης σε υπερ-υψίρρυθμες συνδέσεις, θεωρεί ότι το όφελος που δημιουργείται μακροπρόθεσμα για την λειτουργία του ανταγωνισμού και κατά συνέπεια και για τους καταναλωτές είναι μεγαλύτερο. Οι καμπίνες αυτές θα τεθούν ξανά στη διαθεσιμότητα των παρόχων προς επένδυση κατά τη διαδικασία των ετήσιων αναθέσεων. Οι πάροχοι που συμμετέχουν στη διαδικασία ανάθεσης καλούνται να καταθέσουν σχετικό αίτημα ανάθεσης περιοχών, επιχειρηματικό πλάνο εγκεκριμένο από το Διοικητικό Συμβούλιο για την ανάπτυξη δικτύου για την εισαγωγή Vectoring ή άλλης τεχνολογίας, ανάλυση πηγών χρηματοδότησης και επιστολή νόμιμου εκπροσώπου με δεσμευτική δήλωση για την πρόθεση υλοποίησης του υποβληθέντος επιχειρηματικού πλάνου. Οι πάροχοι διατηρούν το δικαίωμα να τροποποιήσουν το σχέδιο τους ως προς την επιλεγμένη αρχιτεκτονική/τεχνολογία, εφόσον μπορούν να το τεκμηριώσουν επαρκώς βάσει αντικειμενικών λόγων. Κάθε πάροχος ο οποίος δεν υλοποιεί ποσοστό μεγαλύτερο ή ίσο του 10% του συνολικού αριθμού καμπινών που του έχουν ανατεθεί στερείται το δικαίωμα υποβολής αιτήματος στην αμέσως επόμενη διαδικασία ανάθεσης.

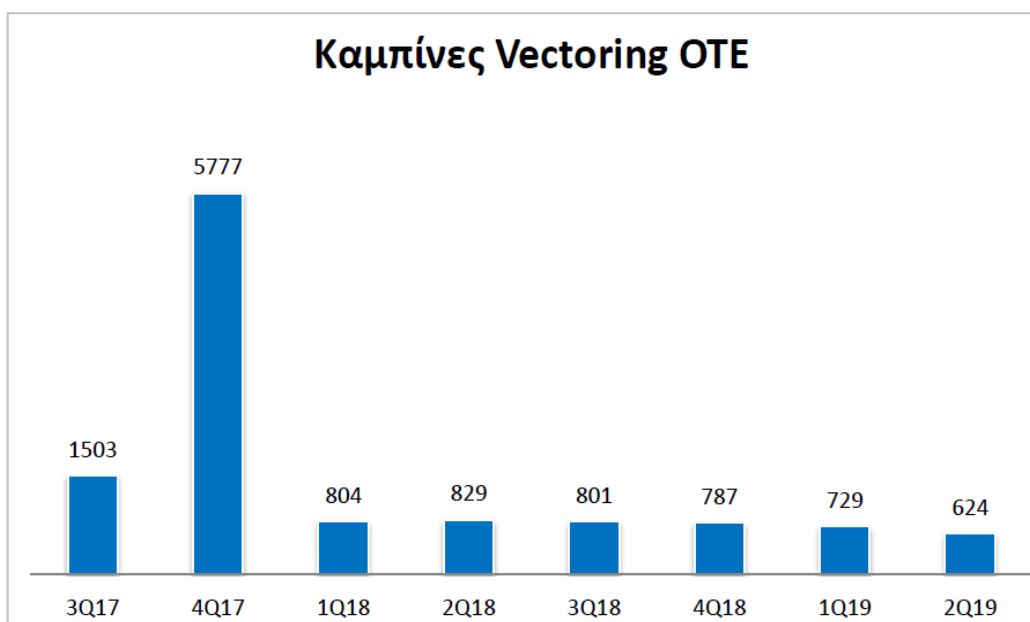
Πρώτη Ανάθεση – Α' Φάση

Η Α' φάση της πρώτης ανάθεσης ξεκίνησε επισήμως στις 6 Φεβρουαρίου 2017 και αφορά την ανάθεση Αστικών Κέντρων στον ΟΤΕ. Ο ΟΤΕ αρχικά διέθεσε προς την ΕΕΤΤ πληροφορίες σχετικές με το δίκτυο πρόσβασής του (στοιχεία όπως γεωγραφικές συντεταγμένες των ΥΚΚ και ΥΚΕΕ, τις αποστάσεις από τα υπερκείμενα Αστικά Κέντρα, την αναλυτική γεωγραφική κάλυψη κ.α). Εκτός από τις ήδη ενεργοποιημένες υπαίθριες καμπίνες, ο ΟΤΕ ενημέρωσε για τις καμπίνες που έχει προγραμματίσει να ενεργοποιήσει εντός 8 μηνών. Παράλληλα υπέβαλε το επιχειρηματικό του πλάνο σχετικά με το ποιες από τις καμπίνες (ενεργοποιημένες και προγραμματισμένες) επιθυμεί αναβαθμίσει με την τεχνολογία Vectoring εντός 31 μηνών, αναφέροντας επίσης το τρίμηνο εισαγωγής. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία ανάπτυξης του δικτύου NGA, οι καμπίνες που δεν χρησιμοποιήθηκαν για την

εισαγωγής τεχνολογίας Vectoring τίθενται ξανά στη διάθεση των παρόχων (συμπεριλαμβανομένου του ΟΤΕ) και μπορούν να τις αιτηθούν στο πλαίσιο των ετήσιων αναθέσεων.

Για να μπορέσει ο ΟΤΕ να αποκτήσει τα αποκλειστικά δικαιώματα για την εισαγωγή Vectoring σε ένα Αστικό Κέντρο, θα πρέπει μέχρι το πέρας του οκταμήνου να έχει αναβαθμίσει σε FTTC το 80% των ΥΚΚ του Αστικού Κέντρου με απόσταση μεγαλύτερη των 550 m.

Στο επιχειρηματικό πλάνο του ΟΤΕ, όπως αυτό κατατέθηκε προς την ΕΕΤΤ, υπάρχει προγραμματισμός επέκτασης του δικτύου NGA σε 6.831 υπαίθριους καταναμητές καλωδίων (ΥΚΚ) εντός του οκταμήνου. Ο συνολικός αριθμός υπαίθριων καμπινών ενεργού εξοπλισμού (ΥΚΕΕ) θα ανέρχεται σε 12.975. Σε 11.854 καμπίνες εξ αυτών θα αναπτυχθεί τεχνολογία Vectoring στο διάστημα των 31 μηνών, σε 168 διαφορετικά κέντρα, με μέση σταθμισμένη κάλυψη στο 89%. Οι συνδρομητικές γραμμές που αναμένεται να επωφεληθούν ξεπερνούν τις 1.600.000. Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το πλήθος των ΥΚΕΕ στις οποίες θα αναπτυχθεί τεχνολογία Vectoring ανά εξάμηνο.



Πίνακας 4 Καμπίνες Vectoring ΟΤΕ

Η ανάθεση εγκρίθηκε από την ΕΕΤΤ με την απόφαση 800/03 στις 21/2/2017.

Πρώτη Ανάθεση – Β' Φάση

Η Β' φάση της πρώτης ανάθεσης ξεκίνησε στις 2 Μαΐου 2017 και αφορά την ανάπτυξη δικτύου NGA εκ μέρους των εναλλακτικών παρόχων, σε υπαίθριες καμπίνες εξαιρώντας:

- Τις υπαίθριες καμπίνες με απόσταση μικρότερη των 550 μέτρων από το υπερκείμενο Α/Κ.
- Τις καμπίνες που ανήκουν στα Α/Κ που έχουν ανατεθεί στον ΟΤΕ κατά την Α' φάση, ακόμα κι αν δεν περιλαμβάνονται στο επιχειρηματικό πλάνο για την ανάπτυξη NGA δικτύου.
- Τις καμπίνες που ανήκουν σε περιοχές που έχουν ενταχθεί στο έργο «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές Λευκές περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης-Αξιοποίησης των Υποδομών» (Έργο Rural Broadband).

Οι καμπίνες στις οποίες ο ΟΤΕ έχει αναπτύξει δίκτυο πρόσβασης για την παροχή VDSL ή κάποιος άλλος πάροχος έχει αποκτήσει υπηρεσίες τοπικού υποβρόχου δύνανται να ανατεθούν σε πάροχο. Θα πρέπει όμως να λάβει υπόψη του ότι οποιαδήποτε αρχιτεκτονική και τεχνολογία επιλέξει να αναπτύξει, θα πρέπει να είναι συμβατή με την τεχνολογία VDSL, όπως ορίζεται από τον Κανονισμό Διαχείρισης Φάσματος και Έγχυσης Ισχύος, έτσι ώστε ο πάροχος υπηρεσιών VDSL να μπορεί να συνεχίσει απρόσκοπτα να παρέχει τις σχετικές υπηρεσίες, χωρίς ωστόσο να μπορεί να τις αναβαθμίσει μέσω Vectoring.

Όπως και στην Α' φάση, οι πάροχοι υποβάλουν προς την ΕΕΤΤ τα επιχειρηματικά τους σχέδια για την ανάπτυξη δικτύου πρόσβασης για την παροχή VDSL Vectoring ή οποιασδήποτε άλλης συμβατής τεχνολογίας με ταχύτητες μεγαλύτερες των 100 Mbps, διαθέσιμες σε όλους τους τελικούς χρήστες οι οποίοι εμπίπτουν στα όρια της υπαίθριας καμπίνας. Τα υποβληθέντα επιχειρηματικά σχέδια καλύπτουν χρονικό διάστημα είκοσι οκτώ μηνών, μέσα στο οποίο θα πρέπει να είναι διαθέσιμες οι αντίστοιχες υπηρεσίες πρόσβασης. Τα αιτήματα και οι αναθέσεις πραγματοποιούνται σε επίπεδο Αστικού Κέντρου και θα πρέπει να καλύπτουν ποσοστό τουλάχιστον 50% των ΥΚΚ σε απόσταση μεγαλύτερη των 550 μέτρων. Οι καμπίνες ενός Αστικού

Κέντρου που δεν περιλαμβάνονται στο επιχειρηματικό σχέδιο του παρόχου, θα είναι διαθέσιμες προς όλους τους παρόχους στο πλαίσιο των ετήσιων αναθέσεων.[41]

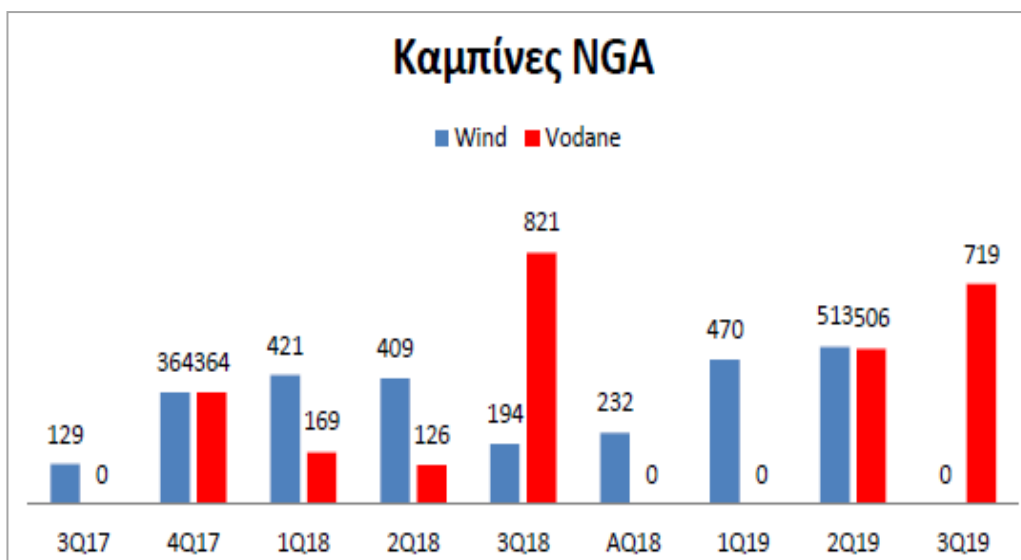
Στην περίπτωση όπου δυο πάροχοι αιτηθούν το ίδιο A/K, το κριτήριο για την ανάθεση είναι το πλήθος των υπαίθριων καμπινών που περιλαμβάνονται στο επιχειρηματικό σχέδιο. Σε περίπτωση ίσου αριθμού καμπινών η ανάθεση γίνεται με κριτήριο το χρόνοενεργοποίησης του δικτύου που θα καλύπτει τους τελικούς χρήστες του 50% των υπαίθριων καμπινών/κατανεμητών του A/K.

Οι πάροχοι που εκδήλωσαν ενδιαφέρον στη Β' φάση ήταν η Vodafone, Wind και Forthnet. Κατόπιν εξέτασης των αιτημάτων η ΕΕΤΤ ανακοίνωσε την απόφασή της (ΑΠ 813/004) στις 7 Ιουνίου 2017 στην οποία απέρριψε το αίτημα ανάθεσης της Forthnet. Παράλληλα προέβη στην ανάθεση Αστικών Κέντρων στις Vodafone και Wind. Οι δυο εταιρείες στις αιτήσεις τους συμπεριέλαβαν αρχιτεκτονικές FTTC αλλά και FTTH, και τεχνολογίες πέραν του Vectoring όπως Super Vectoring, G.Fast και GPON. [42]

Συγκεκριμένα ανατέθηκαν:

- Στην εταιρεία Vodafone 2.705 υπαίθριες καμπίνες σε 25 A/K. Σε 711 εξ αυτών προτίθεται να υλοποιήσει αρχιτεκτονικής FTTH. Η μέση σταθμισμένη κάλυψη βρίσκεται στο 79%.
- Στην εταιρεία Wind 2.732 υπαίθριες καμπίνες σε 23 A/K. Σε 260 εξ αυτών προτίθεται να υλοποιήσει αρχιτεκτονικής FTTH, ενώ σε 806 προτίθεται να αναπτύξει τεχνολογία G.Fast. Η μέση σταθμισμένη κάλυψη βρίσκεται στο 73%.

Στο Γράφημα 4-2 φαίνεται η πορεία ενεργοποίησης καμπινών NGA ανά τρίμηνο σύμφωνα με το επιχειρηματικό σχέδιο των δυο εταιρειών



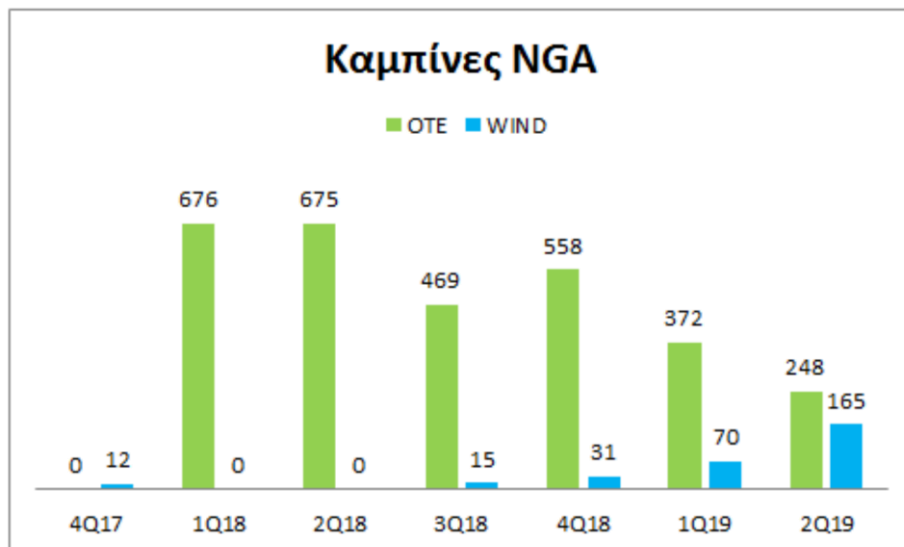
Πίνακας 5 Πλήθος καμπινών NGA Β' Φάσης

Πρώτη Ανάθεση – Γ' Φάση

Η Γ' φάση της πρώτης ανάθεσης ξεκίνησε ένα μήνα μετά την απόφαση της ανάθεσης της Β' φάσης με δικαίωμα συμμετοχής για το σύνολο των παρόχων, συμπεριλαμβανομένου του ΟΤΕ. Από τη διαδικασία αποκλείονται και πάλι όλες οικαμπίνες των Αστικών Κέντρων που έχουν ήδη ανατεθεί στις προηγούμενες φάσεις, οι καμπίνες περιοχών του έργου Rural Broadband καθώς και οι καμπίνες με καλωδιακή απόσταση μικρότερη των 550 μέτρων από το Αστικό Κέντρο, ενώ ισχύουν οι ίδιοι όροι για τις καμπίνες με ενεργοποιημένες υπηρεσίες VDSL ή τοπικού υποβρόχου. Το απαιτούμενο ποσοστό κάλυψης για Γ' φάση ορίστηκε στο 30% των ΥΚΚ σε χρονικό διάστημα 26 μηνών. Τα κριτήρια για την κατανομή των Α/Κ παραμένουν ίδια όπως στην προηγούμενη φάση. Σε περίπτωση ίσου προτεινόμενου ποσοστού κάλυψης σε ένα Αστικό Κέντρο, η ανάθεση γίνεται με βάση το χρόνο ενεργοποίησης του δικτύου που θα καλύπτει τους τελικούς χρήστες του 50% των υπαίθριων καμπινών/κατανεμητών του Αστικών Κέντρων. Κατόπιν σχετικών αιτημάτων των εταιρειών ΟΤΕ και Wind, η ΕΕΤΤ ανακοίνωσε την απόφασή της στις 29 Σεπτεμβρίου 2017 (ΑΠ. 828/12) η οποία προβλέπει την ανάθεση:

- Στην εταιρεία ΟΤΕ 2998 υπαίθριες καμπίνες σε 533 Α/Κ. Η μέση σταθμισμένη κάλυψη βρίσκεται στο 70%.

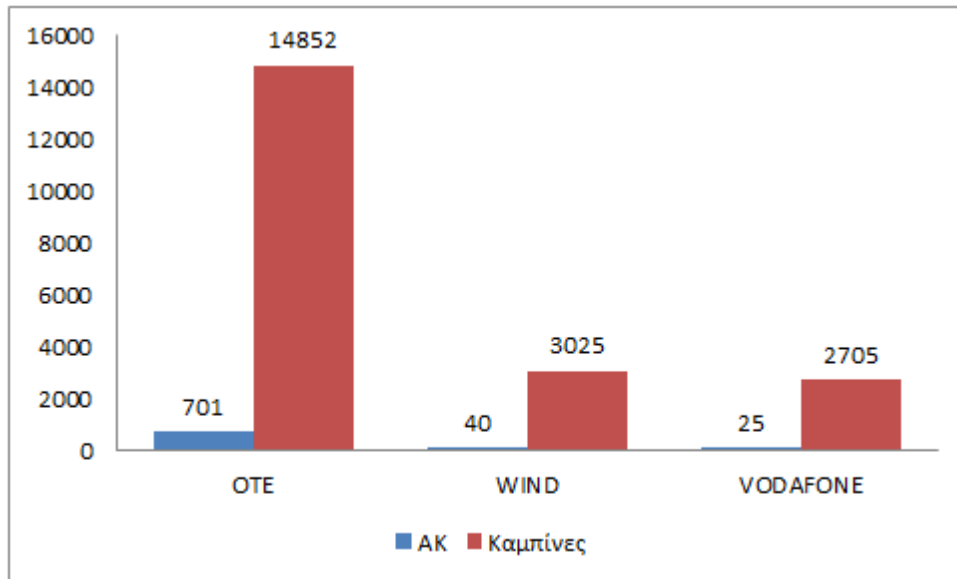
- Στην εταιρεία Wind 293 υπαίθριες καμπίνες σε 17 Α/Κ. Η μέση σταθμισμένη κάλυψη βρίσκεται στο 72%.[43]



Πίνακας 6 Πλήθος καμπινών NGA Γ΄ Φάσης

Όπως αναμενόταν από την ΕΕΤΤ τα Αστικά Κέντρα τα οποία ανατέθηκαν στα Γ΄ Φάση είναι μικρά Αστικά Κέντρα εκτός πυκνοκατοικημένων περιοχών.

Στα Γράφημα 4-4 παρουσιάζεται το συνολικό πλήθος Αστικών Κέντρων και υπαίθριων καμπινών που ανατέθηκαν ανά πάροχο κατά την πρώτη ανάθεση. Όπως φαίνεται, ο ΟΤΕ ανέλαβε την ανάπτυξη του δικτύου με μερίδιο 72,2% επί των υπαίθριων καμπινών. Συνολικά, θα αναπτυχθεί Vectoring σε Αστικά Κέντρα που αντιστοιχούν περίπου στο 30% του συνόλου της χώρας. Σύμφωνα με την ΕΕΤΤ, 2.600.000 συνδρομητικές γραμμές θα είναι έχουν την δυνατότητα υποστήριξης Vectoring ή εναλλακτικά το 60% των ενεργών ευρυζωνικών συνδέσεων.[44]



Πίνακας 7 Αστικά Κέντρα και καμπίνες 1ης Ανάθεσης

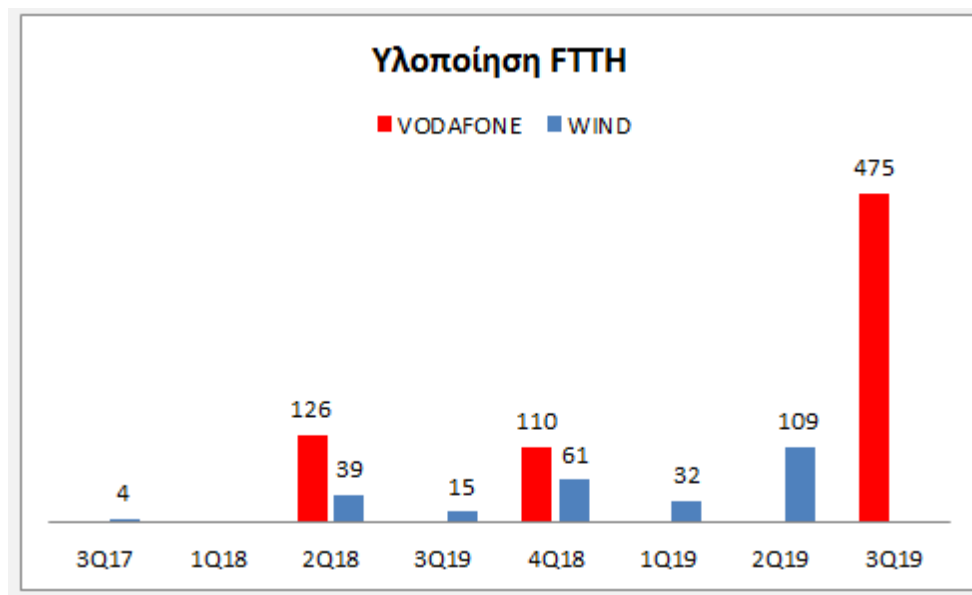
Ανάθεση σε Ετήσια Βάση

Αρχής γενομένης από το 2018, τον Μάιο κάθε έτους, οι πάροχοι (συμπεριλαμβανομένου του ΟΤΕ) θα καταθέτουν τα επιχειρηματικά τους σχέδια για την ανάπτυξη δικτύου NGA για την παροχή Vectoring ή άλλης τεχνολογίας σε υπαίθριες καμπίνες στις οποίες δεν έχει αναπτυχθεί ήδη NGA δίκτυο. Η ανάθεση γίνεται και πάλι ανά Αστικό Κέντρο με τη διαφορά ότι πλέον οι πάροχοι μπορούν να συμπεριλάβουν στα επιχειρηματικά τους σχέδια υπαίθριες καμπίνες που ανήκουν σε Αστικά Κέντρα των οποίων μέρος είχε ανατεθεί σε άλλον πάροχο σε προηγούμενη φάση ανάθεσης. Επιπλέον τίθενται στη διάθεση των παρόχων οι καμπίνες στις οποίες ο ΟΤΕ είχε εκ των προτέρων αναπτύξει τεχνολογία VDSL, στο βαθμό βέβαια που δεν τις έχει εντάξει στα επιχειρηματικά του σχέδια για την εισαγωγή Vectoring.

Τα κριτήρια για την κατανομή των Αστικών Κέντρων παραμένουν ίδια με τις προηγούμενες φάσεις, χωρίς να δίδεται προτεραιότητα σε πάροχο που έχει τυχόν αναπτύξει δίκτυο NGA στο ίδιο Αστικό Κέντρο σε προηγούμενο κύκλο ανάθεσης. Για αυτόν τον λόγο, για τον υπολογισμό της συνολικής κάλυψης δεν λαμβάνεται υπόψη η κάλυψη που έχει προκύψει από τους προηγούμενους κύκλους ανάθεσης.[38]

1.3.3 Ανάθεση Fiber To The Home (FTTH)

Στα πλαίσια του της πρώτης ανάθεσης οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι μπορούσαν να επιλέξουν τεχνολογία NGA για την αναβάθμιση του δικτύου πρόσβασης. Οι εταιρείες Vodafone και Wind συμπεριέλαβαν την αρχιτεκτονική FTTH στα επενδυτικά τους πλάνα. Συγκεκριμένα δεσμεύτηκαν ότι θα εγκαταστήσουν FTTH δίκτυο για να σε εξυπηρετήσουν χρήστες που συνδέονται σε 711 καμπίνες υπαίθριων καταναμητών, με χρήση τεχνολογίας GPON. [41]

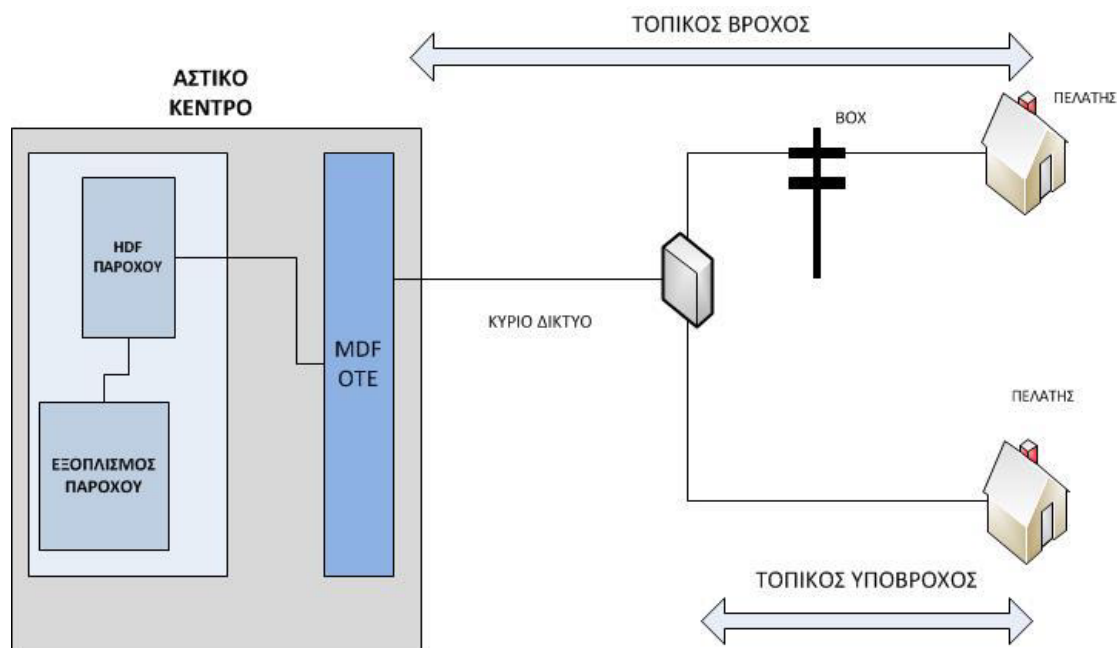


Πίνακας 8 Καμπίνες προς υλοποίηση FTTH

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι πάροχοι διατηρούν το δικαίωμα ανάπτυξης δικτύου FTTH σε Αστικά Κέντρα που έχουν ανατεθεί σε άλλο πάροχο στα πλαίσια των αναθέσεων καθώς και στην εγγύτητα των αστικών κέντρων που έχουν ανατεθεί στον ίδιο άλλο ή άλλο πάροχο. Η τεχνολογία FTTH δεν δημιουργεί παρεμβολές σε χάλκινα καλώδια, οπότε δε δημιουργείται καμία συνθήκη ασυμβατότητας με τεχνολογίες xDSL. Κατά αυτόν τον τρόπο, αναμένεται η ανάπτυξη του δικτύου FTTH να είναι ταχύτερη και μεγαλύτερη από ότι προβλέφθηκε κατά την πρώτη ανάθεση.

1.3.4 Πρόσβαση στον Τοπικό Υποβρόχο (ToΥB)

Η πρόσβαση στον Τοπικό Υποβρόχο (ToΥB) παρέχει στον εναλλακτικό πάροχο τη δυνατότητα χρήσης του καλωδίου που συνδέει τον τοπικό καταναμητή μικτονομής του ΟΤΕ με τον τελικό χρήστη μέσω εκμίσθωσης για την παροχή λιανικών υπηρεσιών. Η πρόσβαση σε υπηρεσίες Τοπικού Υποβρόχου (ToΥB) κρίνεται αναγκαία για τους εναλλακτικούς παρόχους για την ανάπτυξη αρχιτεκτονικής FTTC, καθώς θεωρείται οικονομικά ασύμφορο να αναπτύξουν νέο ιδιόκτητο χάλκινο δίκτυο διανομής. Η υποχρέωση για παροχή ToΥB είχε ήδη επιβληθεί στον ΟΤΕ από το 2006 ωστόσο η ζήτηση της συγκεκριμένης υπηρεσίας ήταν σχεδόν μηδενική, καθώς κανένας εναλλακτικός πάροχος δεν είχε επενδύσει σε δίκτυο πρόσβασης πέραν του Αστικού Κέντρου. Με την εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring αναπτύσσεται η ζήτηση για πρόσβαση ToΥB, η οποία μάλιστα θα πρέπει να υλοποιηθεί με ταχύτατους ρυθμούς λόγω του χρονοδιαγράμματος των αναθέσεων.[45]

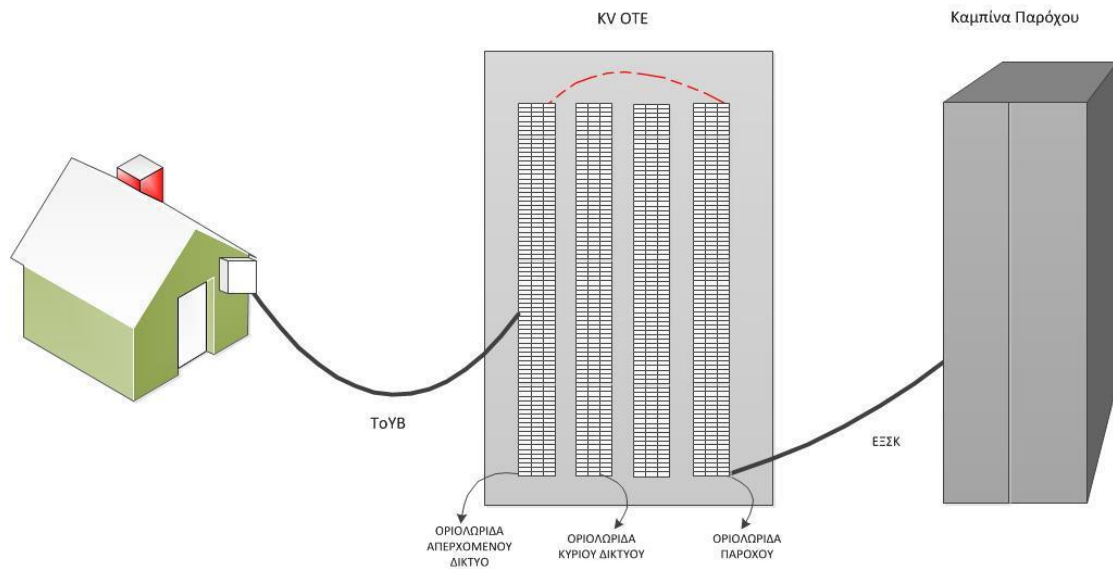


Εικόνα 3 Τοπικός Βρόχος και Τοπικός Υποβρόχος

Οι τεχνολογικοί περιορισμοί που τίθενται από το Vectoring ως προς την συνύπαρξη vectored και non-vectored συνδρομητικών γραμμών απαιτούν αναπροσαρμογή στους όρους διάθεσης της υπηρεσίας. Συγκεκριμένα, η ΕΕΤΤ στην απόφασή της για την εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring όρισε ότι στις υπαίθριες καμπίνες που περιλαμβάνονται στο πλαίσιο αναθέσεων μόνο ο πάροχος στον οποίο έχει ανατεθεί η ανάπτυξη Vectoring μπορεί να προμηθευτεί υπηρεσίες ToΥB. Οι υπόλοιποι πάροχοι

θα προμηθεύονται υπηρεσίες τύπου VULA. Η αποκλειστικότητα στην πρόσβαση στον ΤοΥΒ ισχύει ανεξάρτητα της αρχιτεκτονικής ή της τεχνολογίας την οποία θα υλοποιήσει ο πάροχος. Σε περίπτωση που δεύτερος πάροχος θελήσει να υλοποιήσει Vectoring στην ίδια καμπίνα (multi-operator Vectoring) φέρει ο ίδιος την ευθύνη για την τεκμηρίωση της τεχνολογικής συμβατότητας.[38]. Επιπλέον, στις σχετικές ρυθμίσεις για την παροχή ΤοΥΒ δεν υπήρχε καμία πρόβλεψη για την περίπτωση όπου εναλλακτικοί πάροχοι καταθέσουν μαζικά αιτήματα για την παροχή ΤοΥΒ. Η ταχεία υλοποίηση των Τοπικών Υποβρόχων και οι σαφείς ορισμοί και χρόνοι των απαραίτητων διαδικασιών αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την έγκαιρη ολοκλήρωση των επιχειρηματικών πλάνων των παρόχων. Για αυτούς τους λόγους η ΕΕΤΤ ανακοίνωσε και ολοκλήρωσε δημόσια διαβούλευση για την τροποποίηση της «Προσφοράς Αναφοράς ΟΤΕ για την Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο & Σχετικές Υπηρεσίες» όπου καθορίζονται και οι διαδικασίες παροχής ΤοΥΒ. Εντός του KV του ΟΤΕ φιλοξενούνται οι οριολωρίδες κύριου και απερχόμενου δικτύου όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Στην πρώτη και στην τρίτη κατά σειρά εξ αριστερών οριολωρίδα τερματίζονται τα καλώδια του απερχόμενου δικτύου ενώ στην δεύτερη τερματίζονται τα καλώδια κύριου δικτύου. Για την παροχή υπηρεσιών μέσω της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής δικτύου (π.χ. κλασική τηλεφωνία, ADSL) απαιτούνται τα παρακάτω:

- Σύνδεση από τον ΚΚΜ του ΟΤΕ μέχρι την οριολωρίδα κυρίου δικτύου στο KV.
- Σύνδεση της οριολωρίδας κυρίου δικτύου με την κατάλληλη θέση (όριο) στην οριολωρίδα απερχόμενου δικτύου μέσω μικτονόμησης.
- Σύνδεση από το όριο της οριολωρίδας απερχόμενου δικτύου μέχρι το κουτί τερματισμού στο κτίριο του τελικού χρήστη.
- Σύνδεση του ορίου τερματισμού της απερχόμενου δικτύου με το κατάλληλο όριο του τελικού χρήστη μέσω μικτονόμησης.



Εικόνα 4 Υλοποίηση ΤοΥΒ

Στην περίπτωση της πρόσβασης στον Τοπικό Υποβρόχο ο εναλλακτικός πάροχος χρησιμοποιεί μια επιπλέον οριολωρίδα που φιλοξενείται μέσα στο KV ΟΤΕ. Από εκεί, μέσω μικτονομήσεων συνδέεται με τα κατάλληλα όρια των τελικών χρηστών στην οριολωρίδα απερχόμενου δικτύου αποκτώντας πρόσβασης στον Τοπικό Υποβρόχο. Η οριολωρίδα παρόχου συνδέεται με τον εξοπλισμό του παρόχου στην υπαίθρια καμπίνα του μέσω Εξωτερικού Συνδετικού Καλωδίου. Για της πρόσβαση στις υπηρεσίες ΤοΥΒ προαπαιτείται η ύπαρξη Απομακρυσμένης Συνεγκατάστασης. Για να αποκτήσει πρόσβαση στον τοπικό υποβρόχο ο πάροχος πρέπει να καταθέσει αίτηση στο Π.Σ. ΟΤΕ. Οι αιτήσεις διαχωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- Αίτηση παροχής ΠΤοΥΒ
- Αίτηση παροχής ΑΝΤοΥΒ

Η αίτηση παροχής Πλήρους Τοπικού Υποβρόχου (ΠΤοΥΒ) αναφέρεται στην παροχή ΤοΥΒ ο οποίος είναι ενεργός κατά την κατάθεση της αίτησης, χρησιμοποιείται δηλαδή για την παροχή υπηρεσίας στον τελικό χρήστη από τον ίδιο ή άλλο πάροχο (συμπεριλαμβανομένου ΟΤΕ). Αντίστοιχα, η αίτηση παροχής Ανενεργού Τοπικού Υποβρόχου αναφέρεται στην παροχή ΤοΥΒ που είναι ανενεργός κατά τη κατάθεση της αίτησης.

1.3.5 Προβλεπόμενοι χρόνοι παράδοσης

Μέρος της Προσφοράς Αναφοράς αποτελεί η Βασική Συμφωνία Επιπέδου Υπηρεσιών Τοπικού Βρόχου/Υποβρόχου (Basic SLA) η οποία περιγράφει το ελάχιστο υποχρεωτικό επίπεδο ποιότητας της υπηρεσίας, τα χρονοδιαγράμματα για την παράδοσή της και την αποκατάσταση βλαβών καθώς και τις μεθόδους υπολογισμού ρητρών στην περίπτωση μη εκπλήρωσης των προηγούμενων. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι χρόνοι παράδοσης για τις υπηρεσίες ΤοΥΒ, σε Εργάσιμες Ημέρες με έναρξη την καταχώρηση της αίτησης.

| ΥΠΗΡΕΣΙΑ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ |
|--|-------------------------|
| Παράδοση Ανενεργού ΤοΥΒ (ΑΝΤοΥΒ) | 12 |
| Παράδοση Ενεργού ΤοΥΒ (ΕΝΤοΥΒ) | 10 |
| Μετάβαση ΜΤοΒ σε ΠΤοΥΒ | 10 |
| Μετάβαση ΠΤοΥΒ σε ΠΤοΥΒ | 10 |
| Μετάβαση ΠΤοΒ σε ΠΤοΥΒ | 10 |
| Μετάβαση ΧΕΠ σε ΠΤοΥΒ | 10 |
| Κατάργηση ΤοΥΒ | 8 |
| Αλλαγή ορίου ΤοΥΒ (που δεν σχετίζεται με βλάβη). | 10 |

Πίνακας 9 Χρόνοι παράδοσης ΤοΥΒ σε ΗΕ

Για την καλύτερη και έγκαιρη πληροφόρηση του ΟΤΕ σχετικά με τα αιτήματα ΤοΥΒ η Προσφορά Αναφοράς ορίζει διαδικασία υποβολής προβλέψεων εκ μέρους των παρόχων ώστε να αποφευχθούν καθυστερήσεις στην υλοποίηση των αιτημάτων. Συγκεκριμένα, οι πάροχοι είναι υποχρεωμένοι ανά τρίμηνο να υποβάλουν τις προβλέψεις του για αιτήματα ανά μήνα και η υπέρβαση του 10% της πρόβλεψης θα θέτει τα επιπλέον αιτήματα εκτός Βασικής Συμφωνίας και θα απαλλάσσει τον ΟΤΕ από την υποχρέωση καταβολής ρήτρας.

Ειδικότερα για τις μεταβάσεις ΤοΒ σε ΤοΥΒ ορίζεται ως ημερήσιο ανώτατο όριο ανά πάροχο οι δέκα αιτήσεις ανά Αστικό Κέντρο ή οι δέκα αιτήσεις ανά ΤΚΜ για έως δυο ΤΚΜ ανά αστικό κέντρο (σύνολο είκοσι αιτήσεις). Η συγκεκριμένη παράμετρος αφορά κατά κόρον τις διαδικασίες εισαγωγής της τεχνολογίας Vectoring καθώς με την ολοκλήρωση της υποδομής σε ένα ΤΚΜ ο πάροχος ενδέχεται να ζητήσει τη μαζική μετάβαση των συνδρομητών του από υπηρεσίες ΤοΒ σε υπηρεσίες ΤοΥΒ. Οι διαδικασίες υλοποίησης ΤοΥΒ είναι πιο χρονοβόρες σε σχέση με την

υλοποίηση ΤοΒ καθώς απαιτείται η μετάβαση τεχνικών ΟΤΕ στον χώρο του ΤΚΜ. Η ΕΕΤΤ όρισε αυτό το ανώτερο όριο ώστε να διασφαλιστεί η δυνατότητα του ΟΤΕ να ανταπεξέλθει στο βάρος εργασιών που θα προκύψει από ενδεχόμενες μαζικές μεταβάσεις χωρίς να υποστεί μη αναλογικές ρήτρες. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη ότι για κάθε Αστικό Κέντρο θα αιτείται αποκλειστικά ένας πάροχος, έθεσε το όριο των είκοσι αιτήσεων ανά Αστικό Κέντρο για δυο ΤΚΜ, με στόχο την ταχεία μετάβαση των συνδρομητών του παρόχου. Επίσης σε πολλές περιπτώσεις μια ΥΚΕΕ εξυπηρετεί τους συνδρομητές που αντιστοιχούν σε δυο διαφορετικά γειτονικά ΤΚΜ. Πρακτικά, μετά την ενεργοποίηση της υπαίθριας καμπίνας ενεργού εξοπλισμού, το πλήθος των πελατών του παρόχου θα δύναται να μεταβαίνουν σε υπηρεσίες ΤοΥΒ με μέγιστο ρυθμό είκοσι συνδρομητών την ημέρα. [45]

1.3.6 Διαχείριση βλαβών ΤοΥΒ

Ο ΟΤΕ υποχρεούται να διατηρεί τους βρόχους και υποβρόχους στην κατάσταση που απαιτείται για την υποστήριξη των παρεχόμενων υπηρεσιών. Στα πλαίσια της Προσφοράς Αναφοράς περιγράφονται οι διαδικασίες αποκατάστασης βλαβών, οι χρόνοι αποκατάστασης καθώς και οι σχετικές ρήτρες. Στην περίπτωση που προκύψει διακοπή ή δυσλειτουργία σε υπηρεσίες πελάτη, ο πάροχος οφείλει να προβεί στους απαραίτητους ελέγχους στις εγκαταστάσεις του και στις εγκαταστάσεις του τελικού χρήστη, όπου θα πρέπει να πραγματοποιήσει τις παρακάτω μετρήσεις, αφού απομονώσει τον ΤοΥΒ:

1. Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης μεταξύ α αγωγού – γης (R_{ae})
2. Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης μεταξύ β αγωγού – γης (R_{be})
3. Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης μεταξύ α αγωγού – β αγωγού (R_{ab})
4. Μέτρηση των ξένων ηλεκτρικών τάσεων μεταξύ α αγωγού – γης ($V_{\zeta ab}$)
5. Μέτρηση των ξένων ηλεκτρικών τάσεων μεταξύ β αγωγού – γης ($V_{\zeta ae}$)
6. Μέτρηση των ξένων ηλεκτρικών τάσεων μεταξύ α αγωγού – β αγωγού ($V_{\zeta be}$)
7. Μέτρηση της χωρητικότητας μεταξύ α αγωγού – β αγωγού (C_{ab})
8. Μέτρηση της χωρητικότητας μεταξύ α αγωγού – γης (C_{ae})
9. Μέτρηση της χωρητικότητας μεταξύ β αγωγού – γης (C_{be})

Σε περίπτωση που κρίνει ότι η βλάβη εντοπίζεται σε χώρο ευθύνης ΟΤΕ προβαίνει στην αναγγελία της βλάβης στο Π.Σ. ΟΤΕ όπου ο πάροχος ενημερώνει για τις υπηρεσίες που λαμβάνει ο πελάτης του, παρέχει πληροφορίες για τα συμπτώματα της βλάβης, τις μετρήσεις και τις ενέργειες που έχει επιτελέσει, καθώς και την εκτίμησή του για το σημείο ύπαρξης βλάβης. Ο ΟΤΕ ενημερώνει για το παράθυρο τεσσάρων ωρών κατά το οποίο θα πραγματοποιηθεί η επίσκεψη του συνεργείου του, αν κάτι τέτοιο απαιτηθεί. Κατά την επίσκεψή του επαναλαμβάνει τις παραπάνω μετρήσεις ξεκινώντας από τον υπαίθριο κατανεμητή. Σε περίπτωση όπου οι μετρήσεις είναι εντός ορίων ο ΟΤΕ κλείνει τη βλάβη υπό ευθύνη του παρόχου, χρεώνοντας το αντίστοιχο τέλος άσκοπης μετάβασης. Αν κατά τον έλεγχο της βλάβης στον υπαίθριο κατανεμητή ο ΟΤΕ δεν λαμβάνει τις υπηρεσίες xDSL που έχει δηλώσει ο πάροχος τότε η βλάβη ολοκληρώνεται με υπαιτιότητα παρόχου. Εφόσον ο πάροχος έχει δηλώσει εναλλακτικό όριο ΕΞΣΚ ΤοΥΒ κατά την αναγγελία της βλάβης, ο ΟΤΕ προβαίνει σε αλλαγή ορίου χρεώνοντας το αντίστοιχο τέλος αλλαγής ορίου και όχι τέλος άσκοπης μετάβασης. Σε περίπτωση όπου ο ΟΤΕ εντοπίσει πρόβλημα στο δίκτυο ευθύνης του, από τον υπαίθριο κατανεμητή έως το σημείο τερματισμού στις εγκαταστάσεις του τελικού χρήστη, καταβάλει κάθε τεχνικά δυνατή προσπάθεια ώστε να αρθεί η συγκεκριμένη βλάβη. Ως έσχατη τεχνική λύση μπορεί να αξιοποιηθεί η αλλαγή ζεύγους υποβρόχου. Μετά την άρση βλάβης ο ΟΤΕ επαναλαμβάνει τις μετρήσεις και τις κοινοποιεί στο Π.Σ. κατά το «κλείσιμο» της βλάβης. Ο πάροχος δύναται να μην αποδεχθεί την άρση βλάβης ή αντίστοιχα την υπαιτιότητά του, και να ζητήσει συνδυαστικό ραντεβού κατά το οποίο η πλευρά η οποία φέρει την υπαιτιότητα της βλάβης χρεώνεται με τέλος άσκοπης μετάβασης. Ο χρόνος για την άρση βλάβης στον ΤοΥΒ ορίζεται η μία ΕΗ στα πλαίσια της Βασικής Συμφωνίας. [45].

1.3.7 Συμφωνηθείσες Τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης

Στα πλαίσια της εισαγωγής της τεχνολογίας Vectoring, η ΕΕΤΤ συμπεριέλαβε στην λίστα με τα πρότυπα στα οποία οφείλουν να συμμορφώνονται οι τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης το πρότυπο ITU-T G.993.5 “Self-FEXT cancelation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers”.

Επιπλέον για την τεχνολογία G.fast συμπεριέλαβε τα πρότυπα:

- ITU G.9700 “Fast access to subscriber terminals (G.fast) –Power spectral density specification”
- ITU G.9701 “Fast access to subscriber terminals (G.fast) –Physical layer specification” [50]

1.3.8 Επιτρεπόμενα σημεία εισαγωγής σημάτων xDSL στο δίκτυο πρόσβασης και φασματικά όρια λειτουργίας.

Τα επιτρεπόμενα σημεία εισαγωγής σημάτων xDSL ορίζονται ως:

- Ο κύριος κατανεμητής (MDF) στο Αστικό Κέντρο του ΟΤΕ στην κατερχόμενη ζεύξη.
- Ο τοπικός (LDF) και ο ενδιάμεσος (IDF) κατανεμητής στην ανερχόμενη και κατερχόμενη ζεύξη.
- Το σημείο εισαγωγής σημάτων εντός του κτιρίου στην κατερχόμενη ζεύξη.
- Το σημείο σύνδεσης του τερματικού εξοπλισμού του τελικού χρήστη στην ανερχόμενη ζεύξη. [50]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα προφίλ, τα σχήματα κατανομής φάσματος (band plan) και η φασματική πυκνότητα ισχύος τα οποία επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στα πλαίσια του Κανονισμού για την τεχνολογία VDSL2 στα σημεία των MDF και LDF. Η φασματική πυκνότητας ισχύος (PSD – Power Spectral Density) εκφράζει την κατανομή ισχύος ενός σήματος στο πεδίο της συχνότητας.

| Σημείο Εισαγωγής | Προφίλ | Σχήμα Κατανομής Φάσματος | Φασματική Πυκνότητα Ισχύος |
|------------------|--------|--------------------------|--|
| MDF | 8b | 998 | 998-M2x-A (B8-4) 998-M2x-B (B8-6) |
| | 12a | 998 | 998-M2x-A (B8-4) 998-M2x-B (B8-6) |
| | 17a | 998ADE17 | 998ADE17-M2x-A (B8-11) 998ADE17-M2x-B (B8-12) |
| LDF | 12a | 998 | 998-M2x-A (B8-4) 998-M2x-B (B8-6) |
| | 17a | 998ADE17 | 998ADE17-M2x-A (B8-11) 998ADE17-M2x-B (B8-12) |
| | 35b | 998ADE35 | 998ADE35-M35-A (B8-21) 998ADE17-M2x-B (B8-12) |

Πίνακας 10 Προφίλ Φασματικής Πυκνότητας Ισχύος VDSL

Στον υπαίθριο κατανεμητή επιτρέπεται η εισαγωγή σημάτων G.Fast με προφίλ 106a, υπό την προϋπόθεση ότι στο ίδιο σημείο έκχυσης δεν έχει εγκατασταθεί VDLS2 με προφίλ 35b. Στην περίπτωση αυτή η λειτουργία του G.Fast περιορίζεται σε φασματικές περιοχές άνω των 19 MHz. Στο σημείο εισαγωγής σημάτων κατερχόμενης ζεύξης εντός κτιρίου επιτρέπεται αποκλειστικά η τεχνολογία G.Fast με προφίλ 106a με τη λειτουργία να περιορίζεται στις φασματικές περιοχές άνω των 30 MHz. Η χρήση τεχνολογίας G.Fast σε συγκεκριμένο σημείο/κτίριο επιτρέπεται από ένα σημείο έκχυσης κάθε φορά και συγκεκριμένα στο σημείο εισαγωγής σήματος εντός του κτιρίου. Σε περίπτωση όπου πάροχος Α διαθέτει υπηρεσία G.Fast από υπαίθριο κατανεμητή με οδική απόσταση μεγαλύτερη των 50 μέτρων, και ειδοποιηθεί από πάροχο Β για την εγκατάσταση G.Fast εξοπλισμού εντός του κτιρίου, τότε υποχρεούται εντός 30 ημερών να απενεργοποιήσει την υπηρεσία του. Σε κάθε κτίριο ή σημείο εισαγωγής, η παροχή υπηρεσιών G.Fast γίνεται από έναν και μόνο πάροχο, αυτόν που εγκατέστησε πρώτος τον απαιτούμενο εξοπλισμό. [50].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ VECTORING ΣΤΗΝ ΕΕ

Η τεχνολογία Vectoring εφαρμόζεται σε μια σειρά από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε ως κύριο δίκτυο εξάπλωσης υπηρεσιών NGA, είτε για να καλύψει αραιοκατοικημένες περιοχές όπου η εξάπλωση της οπτικής ίνας έως τις εγκαταστάσεις του πελάτη (FTTB/FTTH) θεωρείται μη βιώσιμη. Σύμφωνα με μελέτη του BEREC για το NGA roll-out η τεχνολογία Vectoring βρίσκει εφαρμογή σε μια σειρά από χώρες όπως η Ολλανδία, Κύπρος, Τσεχία, Λετονία, Λουξεμβούργο, Σλοβακία, Σλοβενία, Ελβετία, Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Βέλγιο και Ελλάδα.[52]. Συνοπτικά αναφέρουμε την κατάσταση στις χώρες αυτές.

2.1 Γερμανία

Στη Γερμανία, η Deutsche Telekom αποτελεί τον πάροχο ΣΙΑ και κατέχει στην ιδιοκτησία της το παραδοσιακό δίκτυο πρόσβασης. Η DT ξεκίνησε την αναβάθμιση του δικτύου της για την παροχή VDSL το 2006, ενώ το 2010 ανακοίνωσε την πρόθεσή της για την ανάπτυξη FTTH/B αρχιτεκτονικής που θα κάλυπτε το 10% των χρηστών. Το συγκεκριμένο σχέδιο δεν ευδοκίμησε καθώς υπήρχε ανταγωνιστική πίεση από το δίκτυο καλωδιακής (CableTV), του οποίου η κάλυψη ξεπερνάει το 60%[7, Germany Annex]. Με σκοπό να αποφύγει τη χρονοβόρα διαδικασία της αναβάθμισης του δικτύου που απαιτούν οι αρχιτεκτονικές FTTH/B και με δεδομένο ότι στο δίκτυο διανομής δεν υπήρχαν σωλήνες, η DT στράφηκε προς τη λύση του Vectoring με αποτέλεσμα στο τέλος του 2016 το 20% των VDSL2 γραμμών να είναι vectored.[53]

Το 2012 η DT ανακοίνωσε τη νέα στρατηγική της η οποία περιελάμβανε επέκταση του δικτύου FTTC και εισαγωγή τεχνολογίας Vectoring σε υπαίθριες καμπίνες σε ακτίνα μεγαλύτερη των 550 μέτρων από τα αντίστοιχα αστικά κέντρα (Central Office - CO). Το 2013 η γερμανική ρυθμιστική αρχή BNetzA έδωσε την σχετική άδεια εφαρμόζοντας πολιτική «first-come first-served», ήρε την υποχρέωση ΤοΥΒ υπό την προϋπόθεση παροχής προϊόντος τύπου bitstream.

Η ρυθμιστική αντιμετώπιση του συνόλου των παρόχων είναι έως ένα βαθμό συμμετρική καθώς δίνει στους υπόλοιπους εναλλακτικούς παρόχους τη δυνατότητα να αναπτύξουν τεχνολογία Vectoring σε ένα σημαντικό πλήθος καμπινών καθώς και δικαίωμα αποκλειστικής εκμετάλλευσης. Στον αντίποδα, ο εναλλακτικός πάροχος δεν έχει τη δυνατότητα να «τερματίσει» την παροχή ενεργών ΤοΥΒ και να αναλάβει υποβρόχους που λειτουργούσαν υπό την DT, ενώ η DT μπορεί να το πράξει υπό προϋποθέσεις. [54]

Η κατάργηση της υποχρέωσης ΤοΥΒ αφορά τις ζώνες συχνοτήτων άνω των 2,2 MHz, κάτι το οποίο συνεπάγεται ότι άλλοι πάροχοι, πέραν του παρόχου Vectoring, μπορούν να προσφέρουν υπηρεσίες ADSL. Η άρνηση για παροχή ΤοΥΒ γίνεται κατά περίπτωση υπό τους παρακάτω όρους:

- Η DT να έχει εγκαταστήσει τεχνολογία Vectoring σε μια υπαίθρια καμπίνα ή να έχει ανακοινώσει την εγκατάσταση σε διάστημα 12 μηνών.
- Η DT να παρέχει προϊόν bitstream. Το προϊόν bitstream δεν εξειδικεύτηκε για τις ανάγκες του Vectoring, οπότε απλώς εξακολούθησε η υποχρέωση για την παροχή του με 900 σημεία παράδοσης (handovers).

Για να μπορέσει η DT να τερματίσει την παροχή ενεργών ΤοΥΒ που βρίσκονται υπό την εκμετάλλευση άλλων παρόχων θα πρέπει:

1. Σε μια δεδομένη περιοχή, η DT να έχει εγκαταστήσει περισσότερες Vectoring καμπίνες από τις εγκατεστημένες VDSL2 ή Vectoring καμπίνες άλλου παρόχου και τουλάχιστον το 75% των κτιρίων να είναι συνδεδεμένα με επάλληλες υποδομές σταθερού δικτύου.
2. Να παρέχει χονδρικό προϊόν πρόσβασης L2. Το κόστος του προϊόντος θα καθορίζεται από την BNetzA και θα περιλαμβάνει το κόστος ΤοΥΒ, κόστος ηλεκτρικού ρεύματος, λειτουργικά κόστη αλλά όχι κόστη συγκέντρωσης δικτύου και κόστη DSLAM.
3. Να έχει ανακοινώσει τον τερματισμό τουλάχιστον ένα έτος νωρίτερα και να αναλάβει τα κόστη μετάβασης.
4. Η υπαίθρια καμπίνα να μην έχει εγκατασταθεί με κρατική χρηματοδότηση.

Τον Σεπτέμβριο του 2016, κατόπιν διαβούλευσης με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η BNetzA ανακοίνωσε μέτρα για την εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring στην εγγύτητα των CO (<550μ) διατηρώντας την πολιτική «first come - first served». Η συγκεκριμένη απόφαση συνεπάγεται την άρση της υποχρέωσης LLU εκ μέρους της

DT για την παροχή υπηρεσιών VDSL2, εκτός εάν κάποιος πάροχος μπορεί να προσφέρει σε συγκεκριμένο κέντρο μεγαλύτερη κάλυψη από την DT. Το ποσοστό των κέντρων στα οποία μπορεί εναλλακτικός πάροχος να εγκαταστήσει Vectoring εκτιμάται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο 30%. Σε κάθε περίπτωση η πρόσβαση στο LLU υποκαθίσταται από προϊόν τύπου VULA που οφείλει να πληροί τα τεχνικά χαρακτηριστικά που έχει θέσει η Επιτροπή. [55]

2.2 Αυστρία

Η A1 αποτελεί τον πάροχο ΣΙΑ στην Αυστρία με μερίδιο αγοράς που ξεπερνούσε το 58% στο τέλος του 2016. Οι υπηρεσίες που βασίζονται σε τεχνολογία xDSL δέχονται ανταγωνιστική πίεση από το δίκτυο καλωδιακής καθώς κι από ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης όπως το LTE. Παράλληλα, η αγορά χαρακτηρίζεται από χαμηλό κίνητρο των καταναλωτών να πληρώσουν για μεγαλύτερες ταχύτητες. Τα παραπάνω οδήγησαν την A1 να στραφεί σε επενδύσεις FTTC με χρήση Vectoring και σε μικρότερες επενδύσεις FTTB με G.Fast.[7,Austria Annex]. Η ρυθμιστική πολιτική της Αυστρίας γύρω από το Vectoring είναι ασύμμετρη καθώς μόνο η A1 έχει δικαίωμα εγκατάστασης εξοπλισμού Vectoring. Το δικαίωμα αυτό εκτείνεται τόσο στις υπαίθριες καμπίνες όσο και στα CO. Η A1 έχει το δικαίωμα κατά περίπτωση άρνησης παροχής LLU και SLU υπό τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Να έχει εγκαταστήσει τεχνολογία Vectoring σε μια υπαίθρια καμπίνα ή CO ή να έχει ανακοινώσει την εγκατάσταση σε διάστημα 16 εβδομάδων.
- Να παρέχει προϊόν VULA με handovers στα υπερκείμενα CO.

Ωστόσο, η A1 δεν δικαιούται να τερματίσει την παροχή υφιστάμενων βρόχων. Συγκεκριμένα αν σε ένα CO υπάρχει έστω και ένας αδεσμοποίητος βρόχος για την παροχή VDSL2 τότε η A1 δεν μπορεί να εισάγει τεχνολογία Vectoring. Δεν υπάρχει αντίστοιχη πρόβλεψη για τους υποβρόχους καθώς η ζήτηση ToYB είναι μηδενική. Η κατά περίπτωση κατάργηση της υποχρέωσης για LLU/SLU αφορά τις συχνότητες άνω των 2,2 MHz και ως εκ τούτου οι εναλλακτικοί πάροχοι μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες ADSL.[54]

2.3 Βέλγιο

Το Βέλγιο είναι μια από τις χώρες με την υψηλότερη πληθυσμιακή κάλυψη ευρυζωνικών υπηρεσιών NGA εντός της ΕΕ. Η κάλυψη VDSL2 ξεπερνάει το 90%, ενώ η κάλυψη του δικτύου καλωδιακής το 95%. Στο τέλος του 2016, το 51% των νοικοκυριών λάμβανε ευρυζωνικότητα μέσω καλωδιακού δικτύου έναντι 48,6% μέσω xDSL.[7, Belgium Annex]. Η ανταγωνιστική πίεση από την καλωδιακή, σε συνδυασμό με την απουσία σωληνώσεων στο δίκτυο πρόσβασης, οδήγησε τη Proximus (πρώην Belgacom), τον πάροχο ΣΙΑ, στην απόφαση να επενδύσει σε αρχιτεκτονική FTTC με χρήση Vectoring. Η ρυθμιστική πολιτική γύρω από το Vectoring χαρακτηρίζεται ως ασύμμετρη καθώς επιτρέπει μόνο στην Proximus την εγκατάσταση εξοπλισμού Vectoring. Η βέλγικη αγορά τηλεπικοινωνιών έχει την ιδιαιτερότητα της πολύ χαμηλής ζήτησης σε προϊόντα φυσικού μέσου στην πρόσβαση (Full LLU, Shared LLU) καθώς οι εναλλακτικοί πάροχοι εξυπηρετούν μέσω bitstream και resaling σε ποσοστό που φτάνει το 90%. Η ζήτηση για SLU είναι μηδενική και δεν ενδέχεται να αυξηθεί. Η υποχρέωση παροχής SLU καταργήθηκε εντελώς για όλο το φάσμα συχνοτήτων, ενώ στο CO, η άρση της υποχρέωσης παροχής LLU αφορά τις συχνότητες άνω των 2,2 MHz και τις υπηρεσίες VDSL2. Η άρση της υποχρέωσης LLU/SLU προϋποθέτει τη διάθεση προϊόντος τύπου VULA.[54]

2.4 Δανία

Στη Δανία το δίκτυο πρόσβασης χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες (στο τέλος του 2016):

- Δίκτυο DSL με μερίδιο αγοράς 44,4%.
- Δίκτυο CableTV με μερίδιο αγοράς 29,19%.
- Δίκτυο FTTB/H με μερίδιο αγοράς 24,7%.

Η συνολική κάλυψη του NGA δικτύου έφτανε την ίδια περίοδο στο 93%. Η εταιρεία TDC είναι πάροχος ΣΙΑ με μερίδιο αγοράς στο 54,7%. Η TDC έχει υπό την κυριότητά της δίκτυα και των τριών κατηγοριών, με τα δίκτυα FTTH να περιορίζονται κυρίως στην Κοπεγχάγη, ενώ το δίκτυο FTTC έχει αναβαθμιστεί με την τεχνολογία Vectoring.[7, Denmark Annex]

Η ρυθμιστική πολιτική για την εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring χαρακτηρίζεται ως ασύμμετρη καθώς η TDC φέρει το αποκλειστικό δικαίωμα για την χρήση Vectoring. Ωστόσο, η παράλληλη δραστηριοποίησή της σε δίκτυα CableTV θα

μπορούσε να οδηγήσει στην τακτική εισαγωγής του Vectoring μόνο στις περιοχές όπου δεν έχει αναπτύξει δίκτυο CableTV. Για να αποδυναμώσει το συγκεκριμένο αντικίνητρο η DBA, η ρυθμιστική αρχή της Δανίας, εισήγαγε την εξής ρύθμιση: κάθε εναλλακτικός πάροχος μπορεί να αιτηθεί προς τη TDC την εγκατάσταση εξοπλισμού Vectoring σε περιοχή όπου ο ίδιος επιθυμεί. Το συνολικό roll-out για την ανάπτυξη του δικτύου πραγματοποιείται με μια αναλογία αποφάσεων για τις περιοχές ορισμένη στο 65-35 υπέρ της TDC. Ως αντίβαρο, ο αιτών πάροχος είναι υποχρεωμένος να εκμισθώσει το 10% των συνδρομητικών γραμμών ώστε να περιοριστεί το ρίσκο της επένδυσης για την TDC. Η εισαγωγή της τεχνολογίας Vectoring πραγματοποιείται είτε από τις υπαίθριες καμπίνες είτε από μικρά Central Office. Η TDC ανακοινώνει το προγραμματισμένο roll-out σε τριμηνιαία βάση, έξι μήνες πριν την εγκατάσταση. Η υποχρέωση για SLU/LLU αίρεται κατά περίπτωση υπό την προϋπόθεση της εγκατάστασης Vectoring και όταν η χρήση του υποβρόχου/βρόχου επηρεάζει την απόδοση του Vectoring, καθώς και υπό τον όρο της παροχής προϊόντος τύπου VULA με handover σε σημείο επιλογής του παρόχου. Για τον τερματισμό υφιστάμενων ΤοΥΒ/ΤοΒ η TDC οφείλει να μεταβιβάσει τους τελικούς χρήστες σε υπηρεσίες VULA αναλαμβάνοντας το αντίστοιχο κόστος, αλλά και καταβάλλοντας ένα είδος αποζημίωσης στον πάροχο για την ακύρωση των επενδύσεών του. Σε περίπτωση όπου η εισαγωγή Vectoring έγινε από τον πάροχο, η TDC απαλλάσσεται από τα παραπάνω.

2.5 Ιρλανδία

Στην Ιρλανδία οι κυρίαρχες τεχνολογίες στο δίκτυο πρόσβασης είναι το DSL και το δίκτυο καλωδιακής CableTV. Η κάλυψη των υπηρεσιών ευρυζωνικότητας φθάνει το 96% και των υπηρεσιών NGA το 82%.

Η Eircom είναι πάροχος ΣΙΑ με σχετικά μικρό μερίδιο, της τάξης του 35%, στη λιανική αγορά ευρυζωνικής πρόσβασης. Η Eircom έχει αναβαθμίσει το δίκτυό της με την αρχιτεκτονική FTTC έχοντας παράλληλα εισάγει την τεχνολογία Vectoring από τις υπαίθριες καμπίνες της.[7, Ireland Annex]. Πλέον, στην Ιρλανδία υλοποιείται η επέκταση της εισαγωγής Vectoring από σημεία Central Office. Για τη συγκεκριμένη διαδικασία έχει επιλεγθεί συμμετρική ρυθμιστική πολιτική, επιτρέποντας σε

εναλλακτικούς παρόχους να αναπτύξουν εξοπλισμό για παροχή Vectoring. Η εισαγωγή Vectoring από το CO απαγορεύεται εφόσον υπάρχουν δυο ή περισσότεροι πάροχοι που να προσφέρουν υπηρεσίες VDSL απευθείας από το συγκεκριμένο CO (exchange VDSL – eVDSL). Η απαραίτητη άρση της υποχρέωσης LLU γίνεται κατά περίπτωση και υπό τον όρο να έχει ενεργοποιηθεί τεχνολογία Vectoring ή να έχει προγραμματιστεί εντός 3 μηνών.[Access Reference Offer / eircom Limited]. Η άρση της υποχρέωσης βρόχου/υποβρόχου συνδυάζεται με την υποχρέωση παροχής προϊόντος τύπου VULA με handover σε επίπεδο Metro Ethernet PoP.

2.6 Ιταλία

Η πολιτική που επέλεξε να ακολουθήσει η ρυθμιστική αρχή της Ιταλίας AGCOM αποτελεί την πλέον ιδιαίτερη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Συγκεκριμένα η AGCOM επέτρεψε την εισαγωγή τεχνολογίας Vectoring στο δίκτυο πρόσβαση χωρίς ωστόσο να άρει την υποχρέωση SLU. Αντ' αυτού όρισε με απόφασή της το 2013 ότι σε περίπτωση που εναλλακτικός πάροχος αιτηθεί εγκαίρως την πρόσβαση σε SLU με σκοπό την παροχή υπηρεσιών Vectoring σε περιοχή όπου ο πάροχος SIA Telecom Italia σκοπεύει να εισάγει τεχνολογία Vectoring, τότε οι δυο πάροχοι οφείλουν να συνεργαστούν για την από κοινού την εγκατάσταση.[56]. Η συγκεκριμένη απόφαση αναφέρεται επί της ουσίας στην χρήση Multi-operator Vectoring (MOV). Μέχρι τα μέσα του 2017, η AGCOM σε συνεργασία με τους τρεις κυριότερους τηλεπικοινωνιακού πάροχους της Ιταλίας αλλά και κατασκευαστικούς οίκους, έχει οργανώσει σχέδιο δοκιμών με στόχο να διερευνηθεί η εφικτότητα του MOV σε εθνικό επίπεδο για την από κοινού λειτουργία δύο ή και τριών παρόχων. [56]

2.7 Ηνωμένο Βασίλειο

Στο Ηνωμένο Βασίλειο η κάλυψη ευρυζωνικότητας βρίσκεται στο 100% και η κάλυψη NGA ξεπερνάει το 92%. Η British Telecom αποτελεί πάροχο ΣΙΑ και κατέχει ένα ποσοστό της τάξης του 36% της συνδρομητικής βάσης προσφέροντας κυρίως υπηρεσίες μέσω xDSL τεχνολογιών. Το 80% των πελατών εξυπηρετούνται μέσω xDSL ενώ το 19% εξυπηρετείται μέσω δικτύου CableTV.[7,UK Annex]

Το 2013 η BT ανακοίνωσε την έναρξη δοκιμαστικών μετρήσεων με σκοπό την εισαγωγή Vectoring στο δίκτυο πρόσβασης. Το 2014 η βρετανική ρυθμιστική αρχή OFCOM ανακοίνωσε την απόφασή της για το Vectoring, η οποία ωστόσο περιορίστηκε σε μορφή οδηγιών δίνοντας την έγκριση στη BT να εισάγει την τεχνολογία και θέτοντας ένα γενικό πλαίσιο διαχείρισης της υποχρέωσης για παροχή SLU. Πιο συγκεκριμένα έδωσε την ευχέρεια στην BT να αρνηθεί την παροχή τοπικού υποβρόχου σε μια υπαίθρια καμπίνα εάν έχει ήδη ενεργοποιήσει Vectoring σε αυτή. Παράλληλα όμως θα πρέπει να επιδείξει ότι έχει κάνει όλα τα απαραίτητα βήματα ώστε να μπορέσει να εξυπηρετήσει το αίτημα για SLU, χωρίς να επηρεάσει την παρεχόμενη στους πελάτες της υπηρεσία, χωρίς κάτι τέτοιο να καταστεί τελικώς εφικτό. Η συγκεκριμένη πρόβλεψη από τον OFCOM εισήχθη έχοντας λάβει υπόψη το ενδεχόμενο του Multi-operator Vectoring. Η διαδικασία απόρριψης αιτήματος SLU γίνεται μεταξύ των δυο πλευρών, ενώ σε περίπτωση όπου ο εναλλακτικός πάροχος θεωρήσει ότι κάποιο εύλογο αίτημά του απορρίφθηκε μπορεί να καταφύγει στην OFCOM. Σε κάθε περίπτωση η BT είναι υποχρεωμένη να παρέχει χονδρικό προϊόν τύπου VULA.[57]. Στην περίπτωση όπου σε μια υπαίθρια καμπίνα υπάρχει ήδη ενεργή υπηρεσία SLU, η BT μπορεί να ενεργοποιήσει Vectoring αλλά δεν μπορεί να τερματίσει την παροχή SLU. Ως εκ τούτου, είτε θα απολαμβάνει περιορισμένα ή μηδενικά οφέλη από την χρήση Vectoring, είτε θα πρέπει να εξερευνήσει δυνατότητα για συνεργασία μέσω MOV. Η ρυθμιστική αντιμετώπιση του Vectoring στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι ασύμμετρη. Οι εναλλακτικοί πάροχοι έχουν την δυνατότητα να εισάγουν τεχνολογία Vectoring αλλά δεν έχουν την δυνατότητα αποκλειστικής χρήσης των τοπικών υποβρόχων της υπαίθριας καμπίνας για την παροχή υπηρεσιών VDSL (vectored ή non-vectored). Αν ένας πάροχος ενεργοποιήσει Vectoring σε υπαίθρια καμπίνα, η BT μπορεί και αυτή να ενεργοποιήσει υπηρεσίες (vectored ή non-vectored) στην ίδια καμπίνα. Αντιστρόφως όπως αναφέρεται παραπάνω, αν η BT ενεργοποιήσει πρώτη Vectoring σε καμπίνα, μπορεί να αρνηθεί την παροχή SLU αποκτώντας δικαιώματα αποκλειστικής εκμετάλλευσης. Εν τέλει, η διαδικασία εισαγωγής Vectoring δεν επεκτάθηκε όσο αναμενόταν και η BT έχει στραφεί πλέον στην τεχνολογία G.Fast σε αρχιτεκτονική δικτύου FTTB. Παράλληλα προχωράει στην εισαγωγή τεχνολογίας Long Reach VDSL από υπαίθριες καμπίνες. Η τεχνολογία LR-VDSL χρησιμοποιεί χαμηλές περιοχές συχνοτήτων και υψηλή ισχύ, υποσχόμενο με αυτόν τον τρόπο ταχύτητες άνω των 20 Mbps σε αποστάσεις 2 km από την υπαίθρια καμπίνα. Ωστόσο, η

λειτουργία στις χαμηλές συχνότητες επηρεάζει την απόδοση των ADSL γραμμών. Για αυτό το λόγο, με απόφαση της εντός του 2017 η OFCOM εισήγαγε τη δυνατότητα άρσης της υποχρέωσης LLU. Για κάθε αίτημα της BT για ενεργοποίηση LR-VDSL σε ένα Central Office θα εξετάζει μια σειρά παραμέτρων όπως τα οφέλη της μετάβασης, το πλήθος των παρόχων, των καμπινών και των συνδρομητών που επηρεάζονται, το χονδρικό προϊόν που θα παρέχει η BT για να αντικαταστήσει το LLU. Σε κάθε περίπτωση η BT οφείλει να καλύψει όλα τα έξοδα που θα προκύψουν από τυχούσα εγκεκριμένη μετάβαση, συμπεριλαμβανομένης της αντικατάστασης του εξοπλισμού των πελατών.[58]

2.8 Κύπρος

Στην Κύπρο η κάλυψη ευρυζωνικότητας βρίσκεται στο 100% ενώ η κάλυψη NGA στο 88%. Κυρίαρχη τεχνολογία στο δίκτυο πρόσβασης είναι η οικογένεια xDSL, ενώ το δίκτυο CableTV παρέχει κάλυψη στο 57% των νοικοκυριών. Η CYTA αποτελεί πάροχο ΣΙΑ με μερίδιο αγοράς μεγαλύτερο του 60%. Προσφέρει υπηρεσίες xDSL ενώ έχει ανακοινώσει τα σχέδια της για επενδύσεις σε δίκτυα FTTB/H κυρίως σε πυκνές αστικές περιοχές.[7, 0Cyprus Annex]. Η τεχνολογία Vectoring στην Κύπρο προορίζεται κυρίως για την εξυπηρέτηση αραιοκατοικημένων περιοχών. Η ρυθμιστική αρχή ΓΕΡΗΕΤ με απόφασή της ορίζει τις διαδικασίες που απαιτούνται ώστε η CYTA να μπορέσει να εφαρμόσει Vectoring σε υπαίθριες καμπίνες αστικών και αγροτικών περιοχών. Στις αστικές περιοχές, για την εισαγωγή Vectoring και κατά συνέπεια για την άρση της υποχρέωσης SLU, η CYTA οφείλει να έχει τη σύμφωνη γνώμη όποιου πιθανού παρόχου εκμεταλλεύεται τον τοπικό υποβρόχο και έχει εγκαταστήσει ενεργό εξοπλισμό.

Στις αγροτικές περιοχές εφόσον υπάρχει πάροχος που να εκμεταλλεύεται τον τοπικό υποβρόχο και έχει εγκαταστήσει ενεργό εξοπλισμό, για να μπορέσει η CYTA να εισάγει Vectoring και να απαλλαγεί από την υποχρέωση SLU, θα πρέπει:

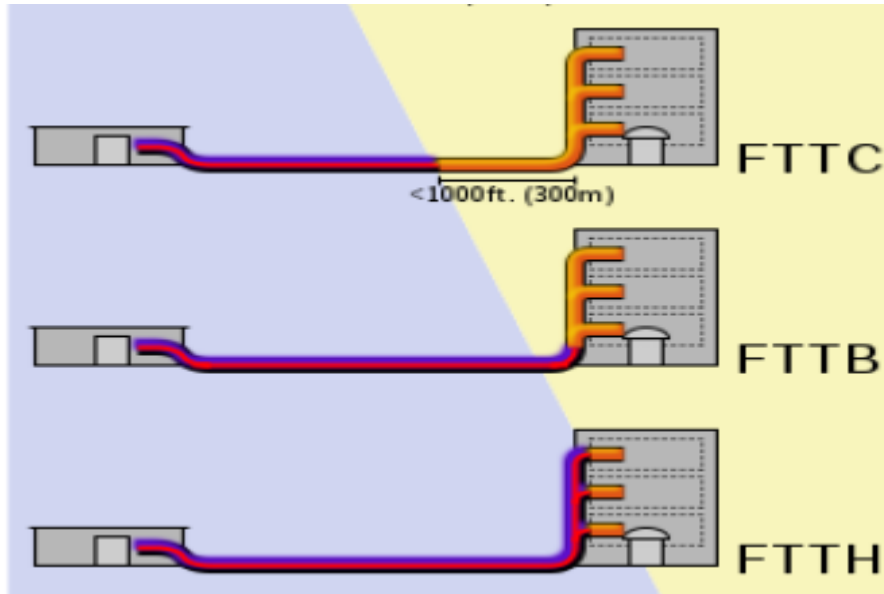
- Να ενημερώσει το ΓΕΡΗΕΤ για την εφαρμογή Vectoring τουλάχιστον 9 μήνες νωρίτερα.
- Εφόσον λάβει την έγκριση του ΓΕΡΗΕΤ να ενημερώσει την αγορά και να δεσμεύσει του τοπικούς καταναεμητές για 9 μήνες, στο διάστημα των οποίων μπορεί να αρνείται οποιοδήποτε αίτημα για τοπικό υποβρόχο.

- Να αποζημιώσει όλους τους εναλλακτικούς παρόχους που έχουν ήδη πρόσβαση στον υποβρόχο των επηρεασμένων καταναμητών για την απομάκρυνση του εξοπλισμού τους που προσφέρει υπηρεσίες VDSL και να δώσει στους παρόχους την επιλογή να μετάνουν δωρεάν τους λιανικούς τους πελάτες σε υπηρεσίες εικονικής πρόσβασης.[59]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο:ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΥΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ (NGA) ΚΑΙ VDSL VECTORIZING

3.1 Δίκτυα Πρόσβασης επόμενης Γενιάς (NGA)

Το σύνολο των προδιαγραφών του παραδοσιακού δικτύου πρόσβασης υπακούει στις ανάγκες εξυπηρέτησης της μετάδοσης φωνής, όπως είναι για παράδειγμα η επιλογή των χάλκινων καλωδίων ως φορέα μετάδοσης, ή η απόσταση που χωρίζει τους τελικούς χρήστες από τα Αστικά Κέντρα. Οι δυο αυτές παράμετροι διαδραμάτισαν, και διαδραματίζουν ακόμα, σημαντικό ρόλο στις αποφάσεις των τηλεπικοινωνιακών παρόχων για την εξέλιξη των δικτύων πρόσβασης, καθώς ο συνδυασμός τους αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών ρυθμών μετάδοσης στον τελικό χρήστη. Ως δίκτυα πρόσβασης επόμενης γενιάς (NGA) ορίζονται συνήθως τα δίκτυα που μπορούν να παρέχουν πρόσβαση στον τελικό χρήστη με ρυθμούς μετάδοσης υψηλότερους των 24 Mbps. Για την καθολική επίτευξη αυτών των ρυθμών μετάδοσης επιβάλλεται η εξάπλωση των οπτικών ινών πέραν του δικτύου κορμού και του μητροπολιτικού δικτύου και στο δίκτυο πρόσβασης, αντικαθιστώντας εν μέρει ή συνολικά τα χάλκινα καλώδια. Τα καλώδια οπτικών ινών έχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα σε σχέση με τα χάλκινα καλώδια: επιτρέπουν υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης, έχουν μηδενική εξασθένηση για αποστάσεις εντός πόλεων, δεν επηρεάζονται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Κι ενώ λοιπόν θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως το ιδανικό φυσικό μέσο για τη μετάδοση δεδομένων και στο δίκτυο πρόσβασης, η διαδικασία της αντικατάστασης των χάλκινων καλωδίων απαιτεί υψηλές επενδύσεις και σημαντικό χρόνο υλοποίησης. Το όφελος από την εγκατάσταση οπτικής ίνας στους ρυθμούς μετάδοσης βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με το πόσο κοντά θα φθάσει η οπτική ίνα στον τελικό χρήστη. Από την άλλη πλευρά όσο επεκτείνεται το αποτύπωμα της οπτικής ίνας εντός της πόλης, τόσο αυξάνονται τα έξοδα για κατασκευαστικές και χωματουργικές εργασίες, καθώς και το πλήθος των απαραίτητων οπτικών τερματικών. Στα πλαίσια αυτού του συμβιβασμού μεταξύ προσφερόμενων ρυθμών μετάδοσης και απαιτούμενων επενδυτικών κεφαλαίων έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές αρχιτεκτονικές οπτικών δικτύων πρόσβασης, με κριτήριο το όριο της οπτικής ίνας προς τον τελικό χρήστη.

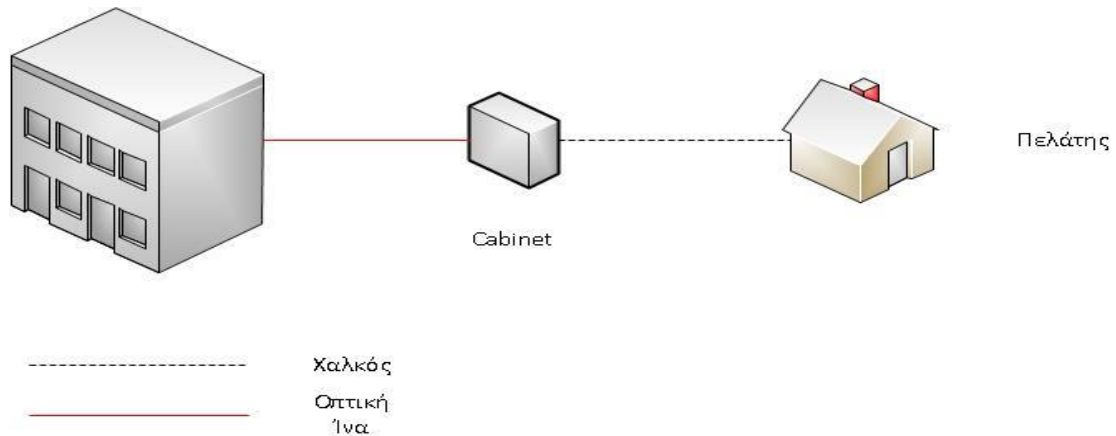


Εικόνα 5 Αρχιτεκτονικές Οπτικών Δικτύων Πρόσβασης

Οι τεχνολογίες αυτές αναφέρονται συχνά ως FTTx (fiber to the x), με τη μεταβλητή x να αλλάζει με βάση το σημείο τερματισμού της οπτικής ίνας.[12]

3.1.1 Τεχνολογία FTTC

Το αρκτικόλεξο FTTC προκύπτει από την έκφραση «fiber to the cabinet», δηλαδή οπτική ίνα μέχρι την καμπίνα. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3, το κύριο δίκτυο που συνδέει το Αστικό Κέντρο με τον τοπικό καταναεμητή υλοποιείται με τη χρήση οπτικών καλωδίων. Το δίκτυο διανομής, από τον τοπικό καταναεμητή έως το κουτί τερματισμού, εξακολουθεί να αξιοποιεί το υφιστάμενο δίκτυο χαλκού.

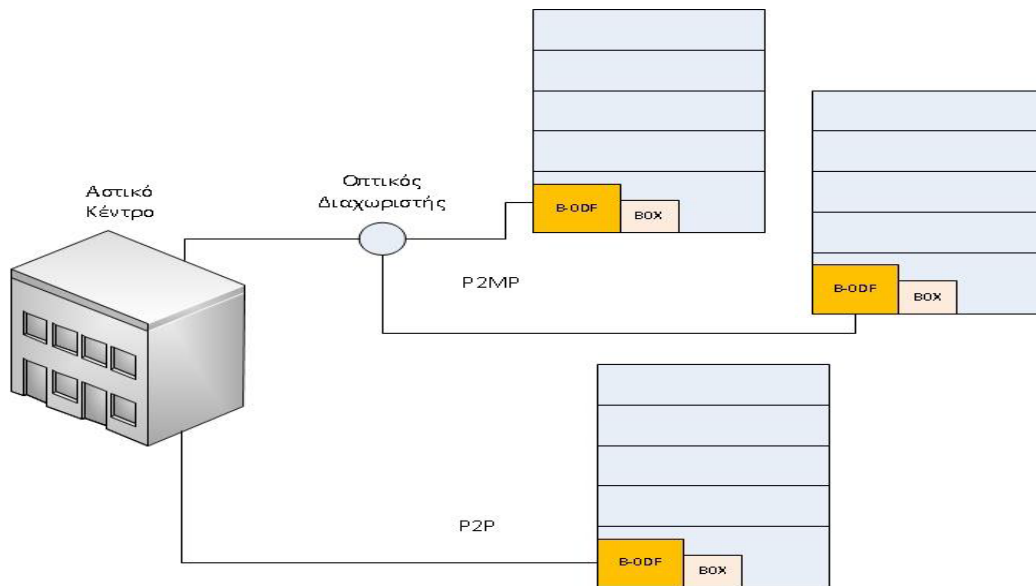


Εικόνα 6 Αρχιτεκτονική FTTC

Για την ανάπτυξη δικτύου FTTC απαιτείται η εγκατάσταση υπαίθριων καμπινών οι οποίες θα φιλοξενήσουν ενεργό εξοπλισμό. Σε κάποιες περιπτώσεις οι υπαίθριες καμπίνες ενεργού εξοπλισμού (ΥΚΕΕ) φιλοξενούν και τον τοπικό καταναμητή. Επιπλέον, στις υπαίθριες καμπίνες εγκαθίστανται οπτικοί καταναμητές, μονάδες οπτικού τερματισμού, εξοπλισμός ηλεκτρικής τροφοδοσίας καθώς και ενεργός εξοπλισμός για την παροχή σειράς υπηρεσιών φωνής και δεδομένων. Η αρχιτεκτονική FTTC είναι το πρώτο βήμα επέκτασης των οπτικών καλωδίων στο δίκτυο πρόσβασης. Η αξιοποίηση του υφιστάμενου δικτύου διανομής δημιουργεί οικονομικά οφέλη για τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους, αλλά παράλληλα εισάγει περιορισμούς στην ταχύτητα πρόσβασης. Το μήκος χαλκού από την υπαίθρια καμπίνα έως τον τελικό χρήστη μπορεί να κυμαίνεται από μερικά μέτρα για τους γειτονικούς στην καμπίνα πελάτες έως περισσότερα από 1500 μέτρα για τους πλέον απομακρυσμένους. Στην Ελλάδα το 95% των γραμμών του δικτύου διανομής των πυκνών αστικών και αστικών περιοχών είναι μικρότερο των 300m, ενώ στις ημιαστικές περιοχές, το 95% των γραμμών είναι μικρότερο των 900m. [13]

3.1.2 Τεχνολογία FTTB

Το αρκτικόλεξο FTTB προκύπτει από την έκφραση «fiber to the building», δηλαδή οπτική ίνα μέχρι το κτίριο. Σε αυτήν την περίπτωση το οπτικό καλώδιο εκκινεί από το Αστικό Κέντρο και καταλήγει σε οπτικό καταναμητή που βρίσκεται εντός του κτιρίου και πλησίον του κουτιού τερματισμού. Επομένως το χάλκινο μέρος του δικτύου περιορίζεται αποκλειστικά στην εσωτερική καλωδίωση του κτιρίου, όπου ο όρος κτίριο αναφέρεται κυρίως σε πολυκατοικίες.

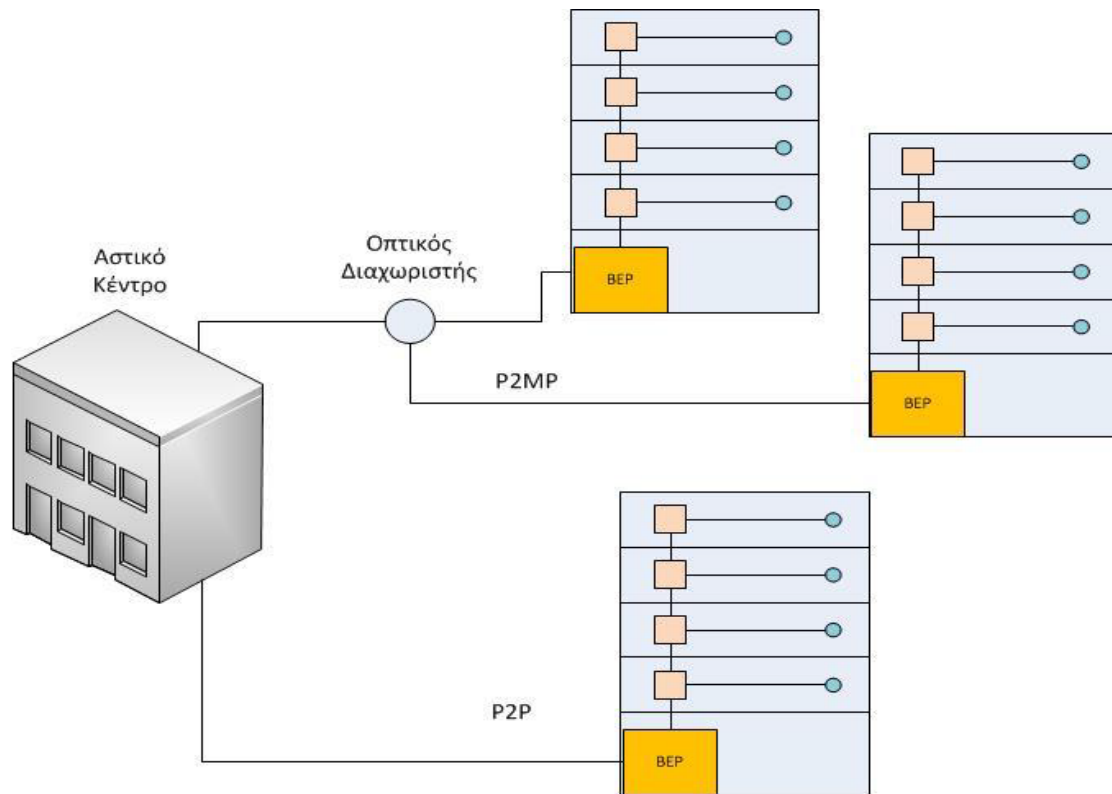


Εικόνα 7 Αρχιτεκτονική FTTH

Η καμπίνα με τον ενεργό εξοπλισμό τοποθετείται εντός του κτιρίου και ηλεκτροδοτείται από την παροχή του κτιρίου. Περιλαμβάνει έναν οπτικό καταναμητή (Building Optical Distribution Frame - B-ODF) και τον απαραίτητο εξοπλισμό για την παροχή ευρυζωνικής πρόσβασης. [10]

3.1.3 Τεχνολογία FTTH

Το αρκτικόλεξο FTTH προκύπτει από την έκφραση «fiber to the home», δηλαδή οπτική ίνα μέχρι το σπίτι του συνδρομητή. Η αρχιτεκτονική FTTH αποτελεί την ολοκλήρωση του οπτικού δικτύου πρόσβασης, καθώς τα χάλκινα καλώδια αντικαθίσταντο από οπτικά ακόμα και εντός του κτιρίου. Το οπτικό καλώδιο ξεκινάει από το Αστικό Κέντρο και καταλήγει στο σημείο εισαγωγής του κτιρίου (Building Entry Point) είτε μικρότερα floor boxes, στα οποία είναι εγκατεστημένοι οι οπτικοί καταναμητές. Εκεί πραγματοποιείται η διασύνδεση με το εσωτερικό οπτικό δίκτυο, το οποίο καταλήγει σε στις ONT εντός των διαμερισμάτων του κτιρίου.[14]. Για την υλοποίηση FTTH απαιτείται εσωτερική οπτική καλωδίωση, η οποία μπορεί είτε να προϋπάρχει σε κτίρια σύγχρονης κατασκευής, είτε να προστεθεί επιφέροντας επιπλέον κόστος. [10]

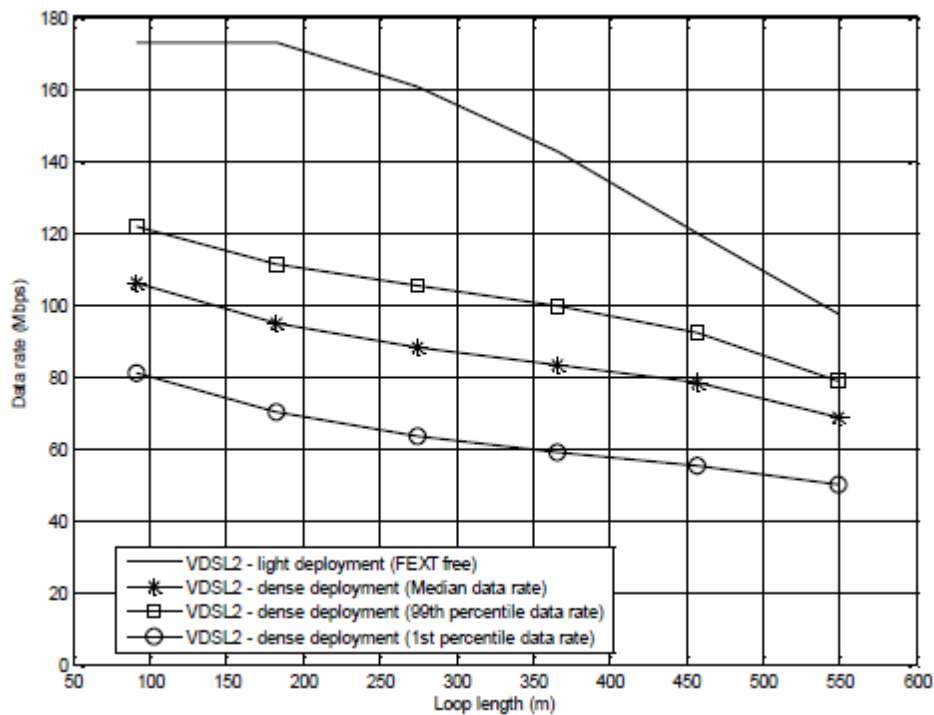


Εικόνα 8 Αρχιτεκτονική FTTH

3.2 Τεχνολογία VDSL Vectoring

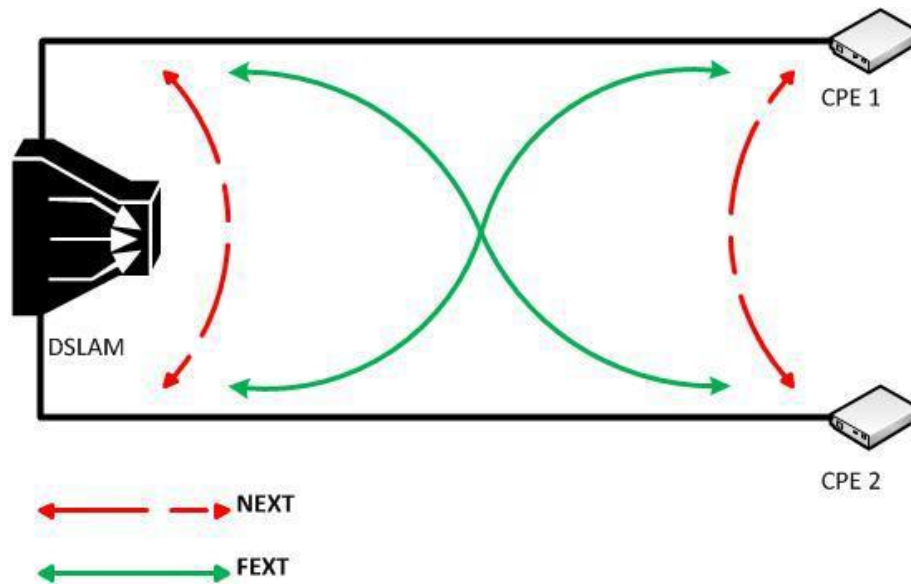
Το σύστημα VDSL2 υπόκειται σε έναν συμβιβασμό «ρυθμού μετάδοσης – καλωδιακής απόστασης»: όσο μεγαλώνει η απόσταση του τελικού χρήστη από το DSLAM, τόσο μειώνεται ο ρυθμός μετάδοσης που μπορεί να επιτευχθεί. Ο συγκεκριμένος περιορισμός είναι εγγενής του δικτύου χαλκού και δε δύναται να αντιμετωπιστεί. Οπότε, για να επιτευχθούν μεγαλύτεροι ρυθμοί μετάδοσης σε δεδομένο καλωδιακό μήκος, θα πρέπει να αντιμετωπιστεί ο δεύτερος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση μιας VDSL2 γραμμής, δηλαδή οι παρεμβολές που παράγονται από γειτονικές VDSL2 γραμμές. Οι παρεμβολές αυτές μειώνουν σημαντικά το bitrate που παρέχεται μέσω μιας VDSL2 γραμμής, ενώ η μείωση είναι μεγαλύτερη όσο αυξάνονται οι VDSL2 γραμμές εντός της ίδιας δέσμης καλωδίων. Η σχέση μεταξύ πλήθους γραμμών και παρεμβολών καθιστά μη προβλέψιμη την απόδοση της υπηρεσίας, καθώς η ενεργοποίηση μιας επιπλέον

γραμμής εντός της δέσμης μπορεί να αλλάξει σημαντικά την απόδοση όλων των γραμμών.



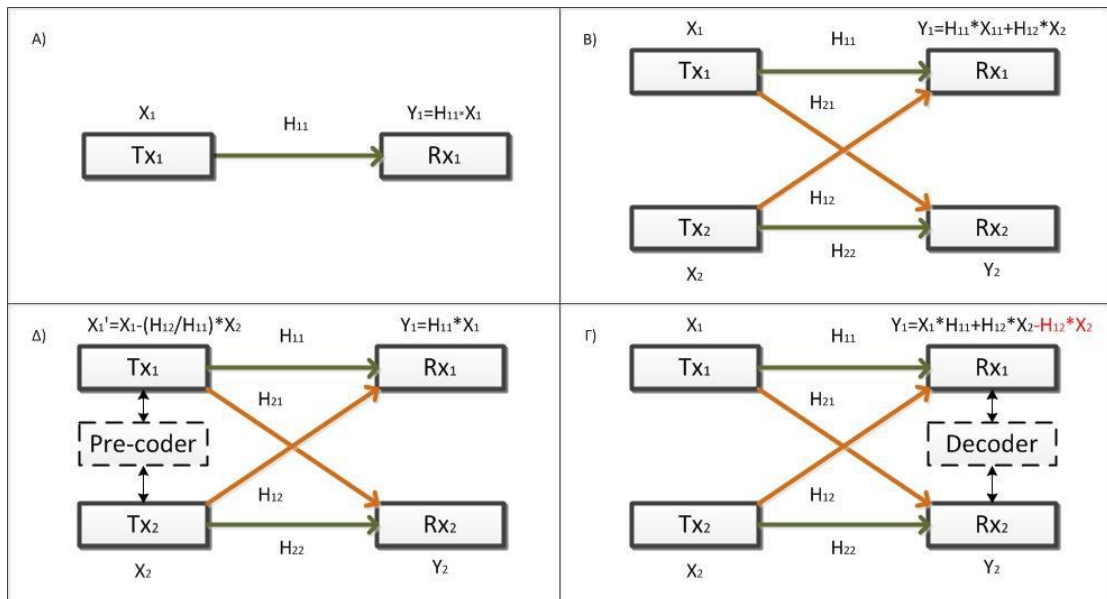
Πίνακας 11 Απόδοση VDSL2 με και χωρίς FEXT παρεμβολές

Οι παρεμβολές μεταξύ γειτονικών ζευγών στις γραμμές DSL διαχωρίζονται σε παρεμβολές κοντινού άκρου (near-end crosstalk, NEXT) και στις παρεμβολές αντίθετου άκρου (far-end crosstalk, FEXT). Στην περίπτωση των παρεμβολών NEXT, σήματα πηγής Tx1 τα οποία μεταδίδονται μέσω ζεύγους χαλκού επιδρούν σε γειτονικό ζεύγος δημιουργώντας παρεμβολές που φτάνουν σε πηγή Rx2 η οποία βρίσκεται στο ίδιο άκρο. Στην περίπτωση των παρεμβολών FEXT ο δέκτης που πλήττεται βρίσκεται στο αντίθετο άκρο. Πιο συγκεκριμένα σε ένα σύστημα xDSL, οι παρεμβολές NEXT δημιουργούνται μεταξύ σημάτων upstream και downstream διαφορετικών ζευγών, ενώ οι παρεμβολές FEXT δημιουργούνται είτε μεταξύ σημάτων upstream διαφορετικών ζευγών είτε μεταξύ σημάτων downstream διαφορετικών ζευγών



Εικόνα 9 Παρεμβολές NEXT και FEXT

Κάνοντας χρήση πολυπλεξίας διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Duplexing - FDD), τα σήματα ανόδου και τα σήματα καθόδου μεταδίδονται σε διαφορετική ζώνη συχνοτήτων. Συνεπώς, η επίδραση των NEXT παρεμβολών μειώνεται δραστικά με τη χρήση των κατάλληλων φίλτρων. Αντιθέτως τα σήματα των FEXT παρεμβολών δεν μπορούν να περιοριστούν με τη χρήση φίλτρων καθώς πομπός και δέκτης των αντίθετων άκρων λειτουργούν στην ίδια ζώνη συχνοτήτων. Στόχος της τεχνολογίας Vectoring είναι η εξουδετέρωση των παρεμβολών FEXT εντός μιας ομάδας γραμμών (self-FEXT cancelation), η οποία θα οδηγήσει σε σημαντική αύξηση του λόγου SNR (Signal-to-Noise Ratio) και κατά συνέπεια σε αύξηση του ρυθμού μετάδοσης. Στην Εικόνα 3.2 παρουσιάζεται η βασική αρχή λειτουργίας ενός συστήματος Vectoring, στην απλουστευμένη μορφή ενός δικτύου που αποτελείται από δύο γραμμές ζευγών χάλκινου καλωδίου, καθεμία από τις οποίες συνδέουν πομπό Tx με δέκτη Rx.[25]



- A) Γραμμή μετάδοσης
- B) 2 γραμμές μετάδοσης με παρεμβολές FEXT
- Γ) 2 γραμμές μετάδοσης ροής ανόδου με χρήση Vectoring
- Δ) 2 γραμμές μετάδοσης ροής καθόδου με χρήση Vectoring

Εικόνα 10 Βασική Λειτουργία Vectoring

Γίνεται εύκολα σαφές ότι το σύστημα Vectoring χρειάζεται να «γνωρίζει» τις συναρτήσεις μεταφοράς μεταξύ όλων των αλληλοεπιδρώντων γραμμών καθώς και να διαχειρίζεται τη λειτουργία του συνόλου των πομποδεκτών του συστήματος. Το σύνολο των γραμμών που βρίσκονται υπό τον έλεγχο ενός συστήματος Vectoring ονομάζεται vectored group[26]. Κάθε γραμμή χαρακτηρίζεται από συναρτήσεις μεταφοράς διαφορετικές για κάθε άλλη υπάρχουσα γραμμή εντός του συστήματος. Επιπλέον, οι συναρτήσεις μεταφοράς μεταξύ των γραμμών είναι διαφορετικές για κάθε συχνότητα f_i . Υπενθυμίζεται ότι το VDSL2 χρησιμοποιεί Διακριτή Πολυτονική Διαμόρφωση (Discrete Multi Tone – DMT), μια τεχνική διαμόρφωσης πολλαπλού φέροντος όπου το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων W διαχωρίζεται σε $K=W/Df$ υπο-κανάλια (subcarriers) και το σήμα διαμορφώνεται σε κάθε υπό-κανάλι με την κεντρική συχνότητας f_i . Επομένως σε ένα σύστημα N γραμμών, η παρεμβολή FEXT κάθε γραμμής αποτελείται από $(N-1)*K$ συνιστώσες.[27]. Στον Πίνακα 3-1 αναπαρίσταται ένας Πίνακας Καναλιών (Channel Matrix) ο οποίος ορίζει την αλληλεπίδραση γραμμής i σε γραμμή j σε επίπεδο υπο-καναλιού για δέσμη 10 γραμμών. Το σήμα που μεταδίδεται σε μια γραμμή επηρεάζεται από τις υπόλοιπες εννέα γραμμές και επηρεάζει τις υπόλοιπες εννέα γραμμές με τρόπο που περιγράφεται από τις συναρτήσεις μεταφοράς. Θεωρώντας ότι μια κεντρική μονάδα

ελέγχου (Vectoring Control Entity – VCE) γνωρίζει τους πίνακες καναλιών για κάθε γραμμή VDSL2 και για κάθε συχνότητα, μπορεί να ελέγξει κατάλληλα τους pre-coder και decoder ώστε να εξουδετερώσει τις FEXT παρεμβολές. Για την εκμάθηση του πίνακα καναλιών, η VCE χρειάζεται να συλλέγει πληροφορίες μέσω μηχανισμών αναφοράς σφαλμάτων από το σύνολο των δεκτών του συστήματος.

| | | Interfering Lines | | | | | | | | | |
|------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | #1 | #2 | #3 | #4 | #5 | #6 | #7 | #8 | #9 | #10 |
| Interfered Lines | #1 | | H ₂₁ | H ₃₁ | H ₄₁ | H ₅₁ | H ₆₁ | H ₇₁ | H ₈₁ | H ₉₁ | H ₁₀₁ |
| | #2 | H ₁₂ | | H ₃₂ | H ₄₂ | H ₅₂ | H ₆₂ | H ₇₂ | H ₈₂ | H ₉₂ | H ₁₀₂ |
| | #3 | H ₁₃ | H ₂₃ | | H ₄₃ | H ₅₃ | H ₆₃ | H ₇₃ | H ₈₃ | H ₉₃ | H ₁₀₃ |
| | #4 | H ₁₄ | H ₂₄ | H ₃₄ | | H ₅₄ | H ₆₄ | H ₇₄ | H ₈₄ | H ₉₄ | H ₁₀₄ |
| | #5 | H ₁₅ | H ₂₅ | H ₃₅ | H ₄₅ | | H ₆₅ | H ₇₅ | H ₈₅ | H ₉₅ | H ₁₀₅ |
| | #6 | H ₁₆ | H ₂₆ | H ₃₆ | H ₄₆ | H ₅₆ | | H ₇₆ | H ₈₆ | H ₉₆ | H ₁₀₆ |
| | #7 | H ₁₇ | H ₂₇ | H ₃₇ | H ₄₇ | H ₅₇ | H ₆₇ | | H ₈₇ | H ₉₇ | H ₁₀₇ |
| | #8 | H ₁₈ | H ₂₈ | H ₃₈ | H ₄₈ | H ₅₈ | H ₆₈ | H ₇₈ | | H ₉₈ | H ₁₀₈ |
| | #9 | H ₁₉ | H ₂₉ | H ₃₉ | H ₄₉ | H ₅₉ | H ₆₉ | H ₇₉ | H ₈₉ | | H ₁₀₉ |
| | #10 | H ₁₁₀ | H ₂₁₀ | H ₃₁₀ | H ₄₁₀ | H ₅₁₀ | H ₆₁₀ | H ₇₁₀ | H ₈₁₀ | H ₉₁₀ | |

Πίνακας 12 Channel Matrix

διαδικασία για την εκμάθηση των παρεμβολών που δημιουργεί και δέχεται κάθε γραμμή είναι δυναμική και επαναλαμβάνεται όποτε απαιτηθεί, ενώ η διαμόρφωση των σημάτων αποστολής και λήψης συμβαίνει σε ζωντανό χρόνο. Η διαδικασία αυτή απαιτεί μεγάλη επεξεργαστική ισχύ στην VCE. Για παράδειγμα, σε μια δέσμη καλωδίων 200 ενεργών VDSL2 γραμμών 4096 DMT τόνων με bitrate 4000 bps απαιτούνται 2.600 δισεκατομμύρια MAC (multiply-accumulate) διεργασίες ανά δευτερόλεπτο[28]. Ένα σύστημα Vectoring μέσω της τεχνικής self-FEXT cancelation αντιμετωπίζει αποκλειστικά τις παρεμβολές FEXT που προκύπτουν από τις γραμμές που εντάσσονται στο vectored group. Ο θόρυβος υπόβαθρου και άλλες διάφορες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του συστήματος και πρέπει να αντιμετωπιστούν με εναλλακτικούς μηχανισμούς. Η σημαντικότερη παράμετρος ωστόσο είναι η αδυναμία ενός Vectoring συστήματος να εξουδετερώσει παρεμβολές που προέρχονται από συνδρομητικές γραμμές μη εντασσόμενες στο σύστημα. Στην προσπάθεια ενίσχυσης της τεχνολογίας Vectoring

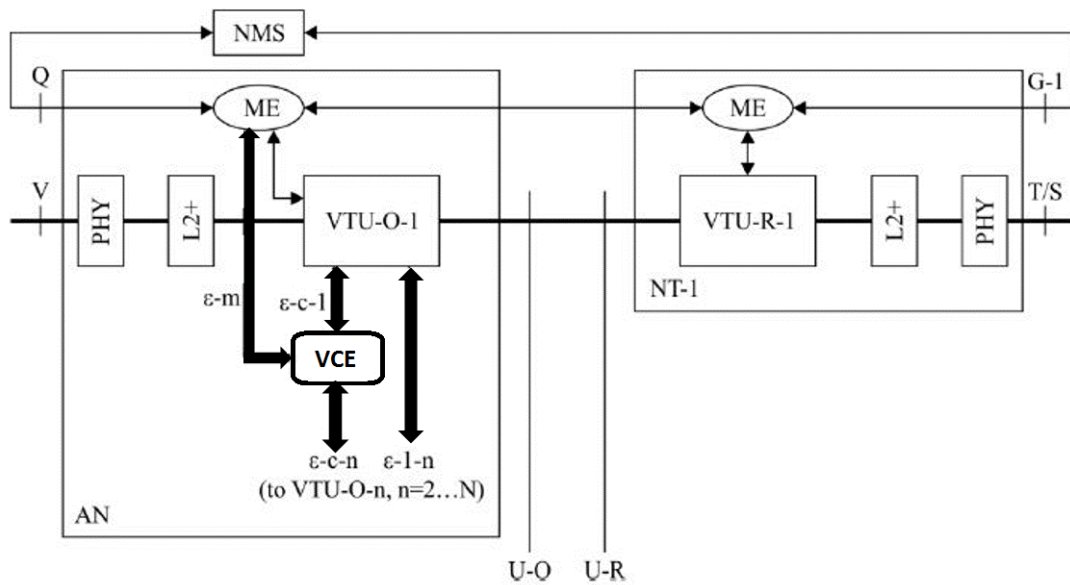
η ITU δημοσίευσε το πρότυπο G.993.5: Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers. [29]

3.2.1 Δικτυακή υποδομή

Η τεχνολογία Vectoring αποτελεί επί της ουσίας ενίσχυση του VDSL2. Χρησιμοποιεί την ίδια υποδομή, χωρίς να απαιτεί επιπλέον επενδύσεις στο δίκτυο οπτικών ινών. Βασίζεται στην αρχιτεκτονική FTTC και αξιοποιεί μέρος του δικτύου χαλκού και συγκεκριμένα τον Τοπικό Υποβρόχο (sub-loop), δηλαδή το ζεύγος καλωδίων χαλκού από τον Τοπικό Κατανεμητή Μικτονόμησης (Local Distribution Frame – LDF) έως τις εγκαταστάσεις του πελάτη. Επίσης μπορεί να παρέχεται και απευθείας από το Αστικό Κέντρο όπως το VDSL2. Σε σχέση με την υποδομή του VDSL2 οι απαιτούμενες επενδύσεις αφορούν τον εξοπλισμό Vectoring στο DSLAM του παρόχου και την αλλαγή στον τερματικό εξοπλισμό στο χώρο των πελατών (CPE). Συνήθως, τα VDSL2 CPEs απαιτούν απλώς μια αναβάθμιση λογισμικού ώστε να υποστηρίξουν τεχνολογία Vectoring, ενώ στα DSLAM ανάλογα από την υφιστάμενη υλοποίηση που έχει επιλέξει κάποιος πάροχος, για την παροχή VDSL2 υπηρεσίας μπορεί να διατηρήσει το ίδιο πλαίσιο και να αντικαταστήσει κάρτες και controller, ή να χρειαστεί να αλλάξει το σύνολο του εξοπλισμού.

3.2.2 Μοντέλο αναφοράς Vectoring

Εικόνα 3-3 παρουσιάζεται το μοντέλο αναφοράς ενός συστήματος Vectoring. Με έντονη σκίαση αναπαρίστανται οι διαφορές από ένα σύστημα VDSL2. Ο κόμβος πρόσβασης (access node – AN), τοποθετημένος στην υπαίθρια καμπίνα ή στο αστικό κέντρο του παρόχου, λειτουργεί ως πομποδέκτης για μια σειρά τερματικών (network terminations –NTs). Αντικειμενικός σκοπός του συστήματος είναι η συντονισμένη αποστολή (downstream vectoring) και η συντονισμένη λήψη (upstream vectoring) σημάτων από τις ενταγμένες γραμμές προς τον AN. Αυτή η συνεργασία απαιτεί μια διεπαφή μεταξύ των VDSL πομποδεκτών στην πλευρά της καμπίνας (VDSL terminal unit at the ONU side – VTU-O). Θεωρώντας ότι στο σύστημα υπάρχουν N γραμμές, ορίζεται ως VTU-O-n ο πομποδέκτης που αντιστοιχεί στη γραμμή n, με $n=1,2,\dots,N$. Η διεπαφή μεταξύ του VTU-O-1 και του VTU-O-n ονομάζεται ε-1-n.



Εικόνα 11 Μοντέλο Αναφοράς Vectoring

Η συντονισμένη διαχείριση του γραμμών εκτελείται από το Σύστημα Διαχείρισης Δικτύου (Network Management System – NMS) επικοινωνώντας με τη Μονάδα Διαχείρισης (Management Entity –ME) του AN μέσω της Q-διεπαφής. Οι πληροφορίες διαχείρισης κάθε μεμονωμένης γραμμής μεταβιβάζονται από τη ME στη VCE του vectored group μέσω της διεπαφής e-m. Η VCE ελέγχει τους πομποδέκτες VTU-O-n μέσω της διεπαφής e-c-n.[29]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΠΟΡΕΙΑ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΞΑΜΗΝΟ ΤΟΥ 2019

4.1 Συνοπτική αναφορά

Η αναφορά που ακολουθεί, αποτυπώνει τη πορεία της ευρυζωνικής αγοράς στην Ελλάδα κατά το πρώτο εξάμηνο του 2019.

1. Το σύνολο των ευρυζωνικών συνδέσεων ξεπέρασε τα 4 εκατομμύρια. Οι ευρυζωνικές συνδέσεις στα μέσα του 2019 ανήλθαν σε 4.042.165 (διείσδυση 37,6% στον πληθυσμό).

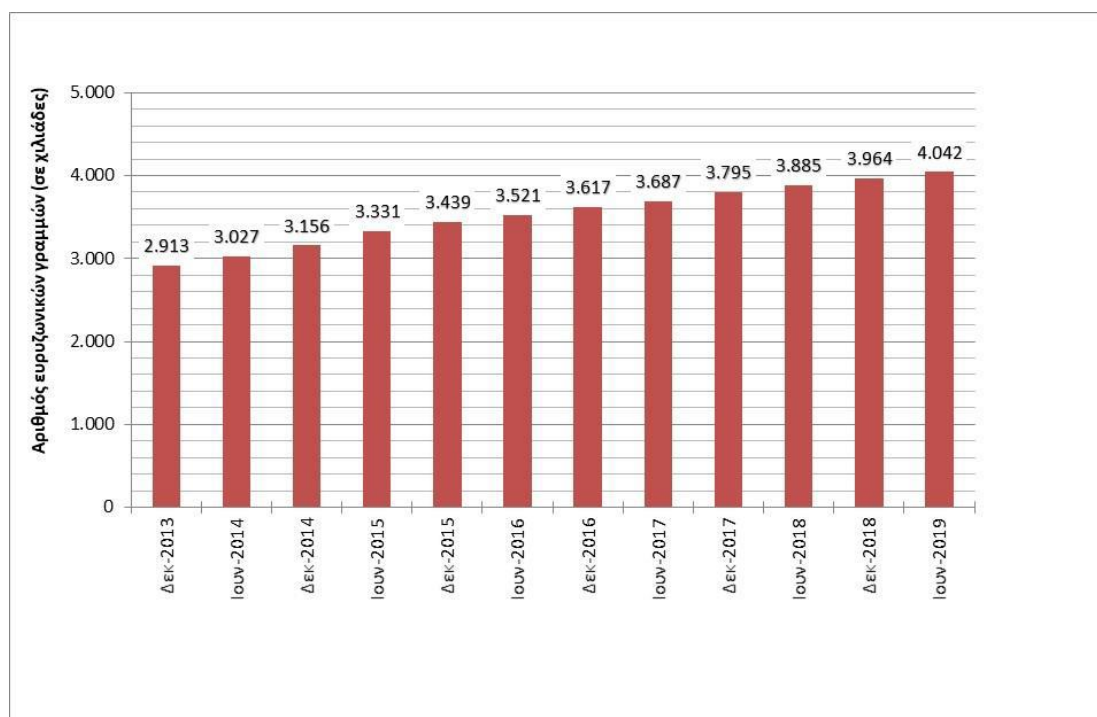
2. Μικρή αύξηση των γραμμών ΑΠΤΒ με ταυτόχρονη ανάπτυξη των προϊόντων εικονικής ευρυζωνικής πρόσβασης. Η Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο (ΑΠΤΒ), στο τέλος του έτους, έφτασε τις 2.162.771 γραμμές (2.142.511 τον Δεκέμβριο του 2018), καταγράφοντας αύξηση 20.260 γραμμών κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου του 2019. Επιπρόσθετα, οι γραμμές ΑΠΤΒ που διατέθηκαν από τον ΟΤΕ προς τους παρόχους για ανάπτυξη δικτύου VDSL Vectoring (παροχή εικονικών προϊόντων VPU,VLU) έφθασαν τις 216.353 γραμμές (151.516 τον Δεκέμβριο του 2018). Το ποσοστό των ευρυζωνικών γραμμών μέσω ΑΠΤΒ επί του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών της χώρας στα τέλη του 2018 υποχώρησε στο 48,28% έναντι 49,23% στο τέλος του 2018. Το σύνολο των γραμμών λιανικής του ΟΤΕ παρουσίασε νέα αύξηση (1.921.059, έναντι 1.871.036 στο τέλος του 2018). Το ποσοστό τους επί του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών τον Ιούνιο του 2019 έφθασε το 47,53% (έναντι 47,2% στο τέλος του 2018). Οι γραμμές ΑΡΥΣ, V-ΑΡΥΣ (χονδρικής) σημείωσαν αύξηση φτάνοντας τις 157.718 γραμμές (3,9% επί των ευρυζωνικών γραμμών) έναντι 129.870 τον Δεκέμβριο του 2018. Οι γραμμές λοιπών τεχνολογιών παραμένουν σε χαμηλό ποσοστό (κάτω του 0,30% του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών).

3. Συνεχιζόμενη ανάπτυξη δικτύων νέας γενιάς (NGA) και ευρυζωνικών υποδομών σε αγροτικές περιοχές. Στα μέσα του 2019, οι πάροχοι είχαν προμηθευτεί 36.658 υποβρόχους (ToYB) από τον ΟΤΕ (έναντι 12.633 στα τέλη του 2018), προκειμένου να αναπτύξουν αρχιτεκτονικές δικτύων νέας γενιάς (NGA). Παράλληλα, συνεχίστηκε η διάθεση προϊόντων χονδρικής ευρυζωνικής πρόσβασης σε αγροτικές περιοχές με γραμμές που ξεπέρασαν τις 18.000.

4. Άνοδος του ποσοστού των γραμμών υψηλών ταχυτήτων. Οι γραμμές υπερ-υψηλών ταχυτήτων (100 Mbps και άνω) αντιπροσωπεύουν πλέον το 1,1% των ευρυζωνικών γραμμών της χώρας. Αντίστοιχα οι γραμμές υψηλών ταχυτήτων (30 Mbps και άνω), συνιστούν ποσοστό 22,2%.

4.2 Εξέλιξη ευρυζωνικών γραμμών

Οι ευρυζωνικές συνδέσεις στο τέλος του 2018 ανήλθαν σε 4.042.165, σημειώνοντας αύξηση 1,96% κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου του 2019. Η ευρυζωνική διείσδυση στον πληθυσμό ανήλθε σε 37,6% έναντι 36,8% στο τέλος του 2018.

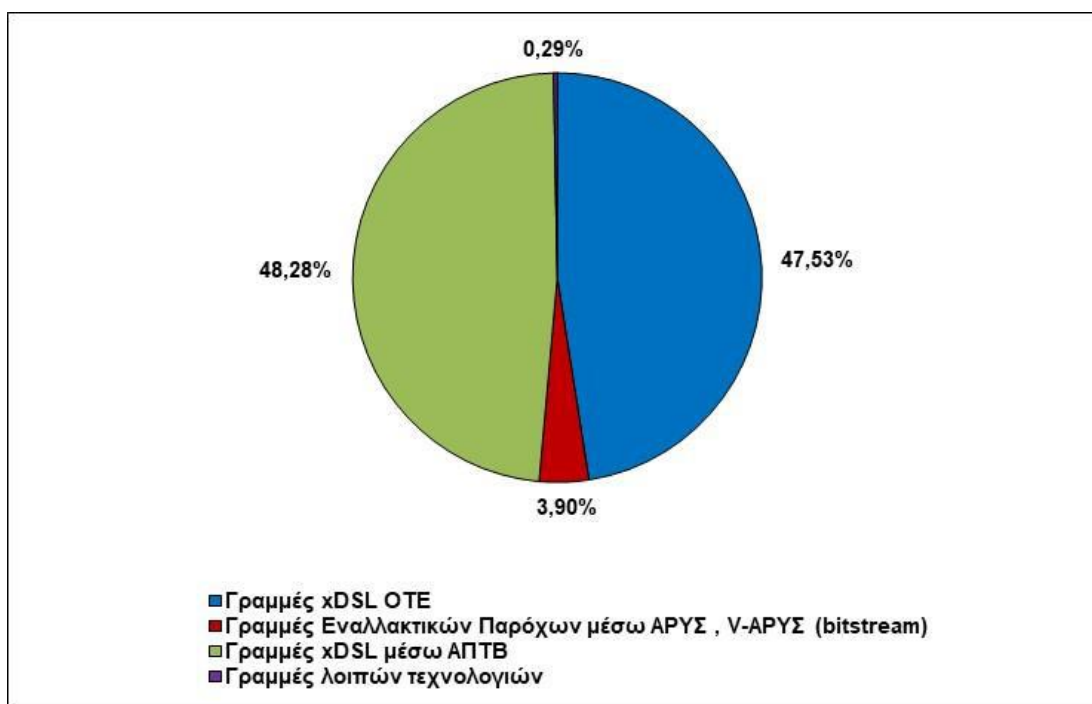


Πίνακας 13 Εξέλιξη ευρυζωνικών γραμμών

4.3 Ανάλυση ευρυζωνικών γραμμών ανα τύπο πρόσβασης

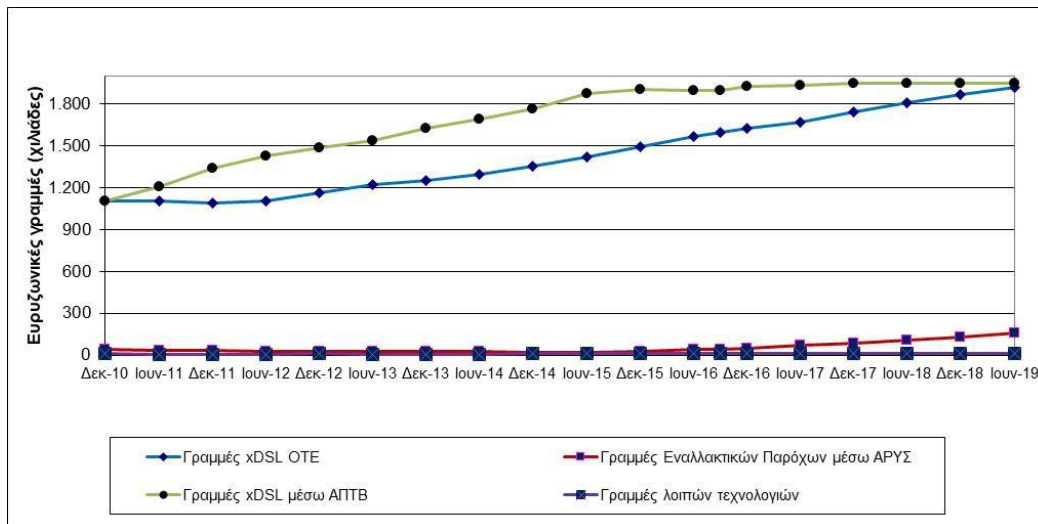
Στο τέλος του 2018 οι γραμμές xDSL μέσω ΑΠΤΒ ανήλθαν σε 2.102.398, έναντι 2.074.235 στο τέλος του 2017. Το μερίδιό τους επί του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών υποχώρησε στο 48,28% έναντι 49,23% στα τέλη του 2018 (Διαγράμματα 2 και 3). Εξ' αυτών, 150.714 γραμμές (122.496 το Δεκέμβριο του 2018) παρέχονται ως εικονικά προϊόντα VPU1 και 65.639 (29.020 το Δεκέμβριο του 2018) ως προϊόντα

χονδρικής ευρυζωνικής πρόσβασης VLU, η εξέλιξη των οποίων παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3. Οι ευρυζωνικές γραμμές λιανικής του ΟΤΕ έφθασαν τις 1.921.059, παρουσιάζοντας αύξηση 2,7% σε σχέση με τον Δεκέμβριο του 2018 (1.871.036 γραμμές). Το μερίδιό τους επί του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών ανήλθε σε 47,53% (47,2% στα τέλη του 2018). Από τις γραμμές λιανικής του ΟΤΕ, οι 665.972 (518.278 το Δεκέμβριο του 2018) αφορούν γραμμές VLU οι οποίες σε ποσοστό άνω του 97% προέρχονται από ίδια υποδομή του ΟΤΕ. Οι γραμμές ΑΡΥΣ, V-ΑΡΥΣ χονδρικής (bitstream) έφθασαν τις 157.718 (129.870 στο τέλος του 2018). Το ποσοστό τους επί του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών σημείωσε αύξηση (3,90% έναντι 3,28% στα τέλη του 2018) ως αποτέλεσμα της αύξησης του αριθμού των προϊόντων VPU. Οι ευρυζωνικές γραμμές λοιπών τεχνολογιών εξακολουθούν να παραμένουν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (κάτω του 0,30%).

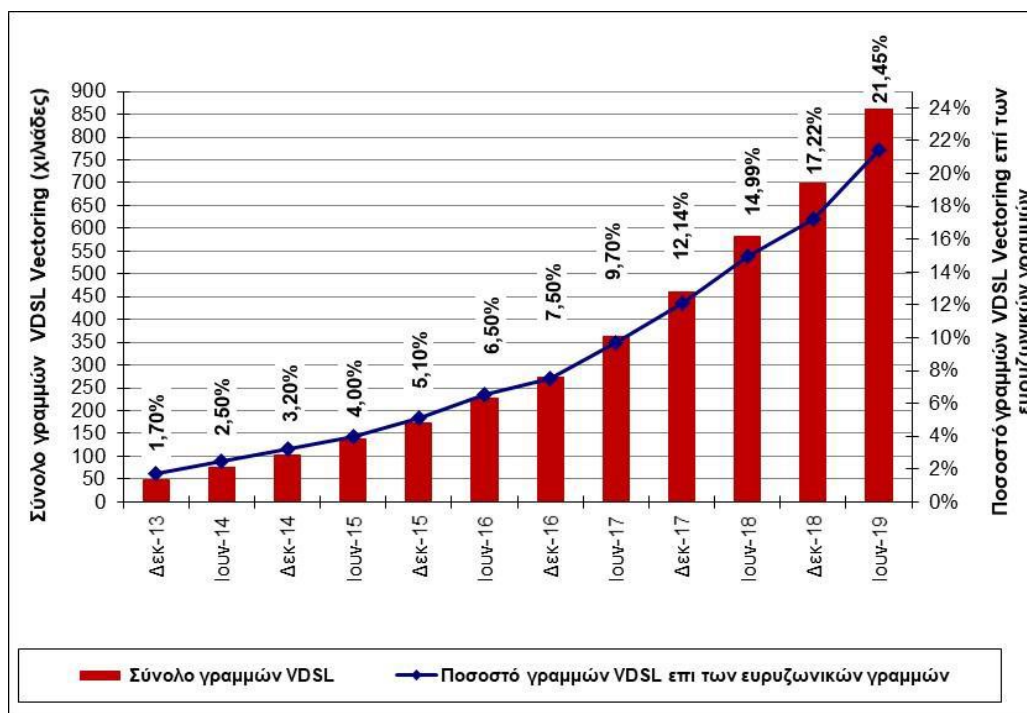


Πίνακας 14 Κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανα τύπο πρόσβασης (Ιούνιος 2019)

Σημειώνεται ότι κατά την παροχή του προϊόντος VPU (Virtual Partially Unbundled), συνυπάρχουν 2 τεχνολογίες, ήτοι παροχή υπηρεσιών φωνής μέσω τοπικού βρόχου και υπηρεσιών VDSL μέσω της υπηρεσίας V-ΑΡΥΣ. Για το λόγο αυτό, στον υπολογισμό του αριθμού των γραμμών VDSL που παρέχουν οι πάροχοι μέσω του προϊόντος VPU, προσμετράται μόνο ο αριθμός των γραμμών V-ΑΡΥΣ, ενώ εξαιρούνται οι αντίστοιχες γραμμές τοπικού βρόχου.



Πίνακας 15 Εξέλιξη αριθμού ευρυζωνικών γραμμών ανα τύπο πρόσβασης

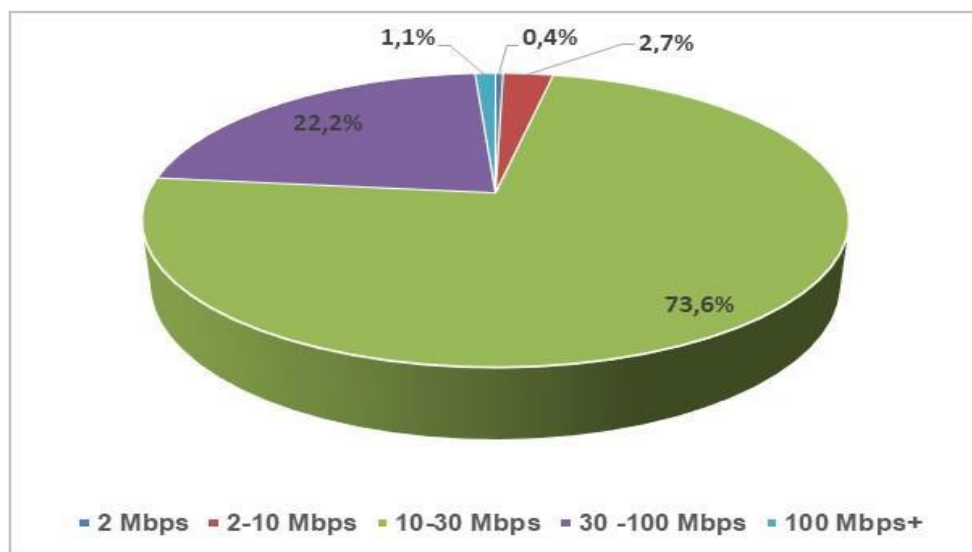


Πίνακας 16 Σύνολο γραμμών VDSL και ποσοστό επί των ευρυζωνικών γραμμών

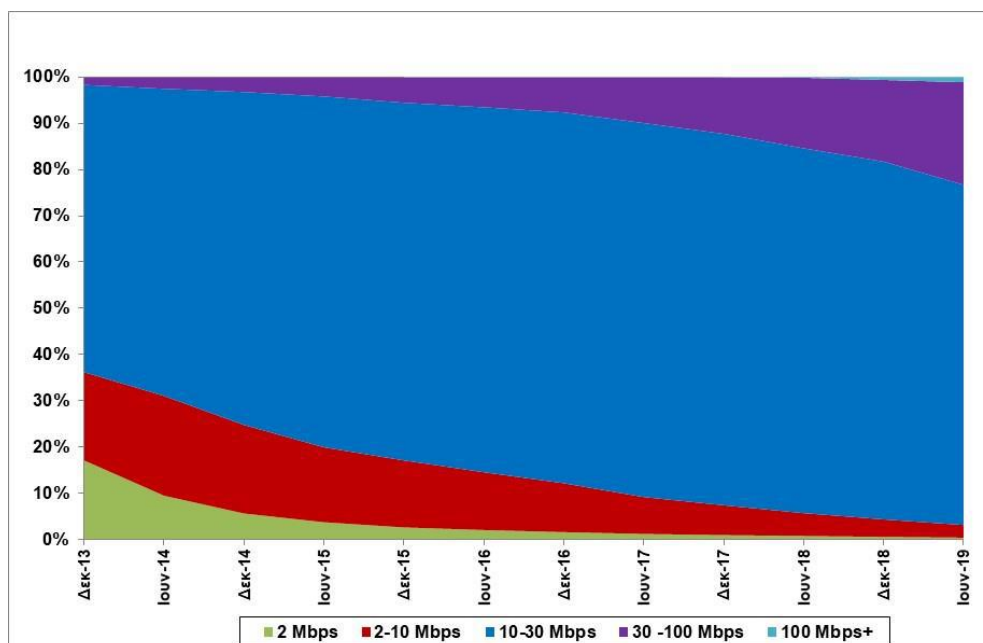
4.4. Ανάλυση ευρυζωνικών γραμμών ανά ταχύτητα πρόσβασης

Στο Διάγραμμα 5 παρουσιάζεται η κατανομή του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών ανά ταχύτητα πρόσβασης στα μέσα του 2019. Η πλειονότητα των γραμμών (άνω του 96%) αντιστοιχεί σε ονομαστικές ταχύτητες (download) άνω των 10Mbps.

Στις υπόλοιπες ταχύτητες (έως 10Mbps) (download) αντιστοιχεί ποσοστό 3,1%, με τις γραμμές χαμηλών ονομαστικών ταχυτήτων (έως 2Mbps) να συνιστούν ποσοστό χαμηλότερο του 0,5%. Σημαντική είναι η αύξηση του ποσοστού των γραμμών υψηλών ταχυτήτων (30 Mbps και άνω), οι οποίες συνιστούν πλέον το 23,3% των ευρυζωνικών γραμμών της χώρας (έναντι 18,3% στο τέλος του 2018), με τις γραμμές των 100Mbps και άνω, να συνιστούν ποσοστό 1,1%. Η διαχρονική εξέλιξη όλων των ευρυζωνικών γραμμών ανά κατηγορία ταχύτητας πρόσβασης παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 6.



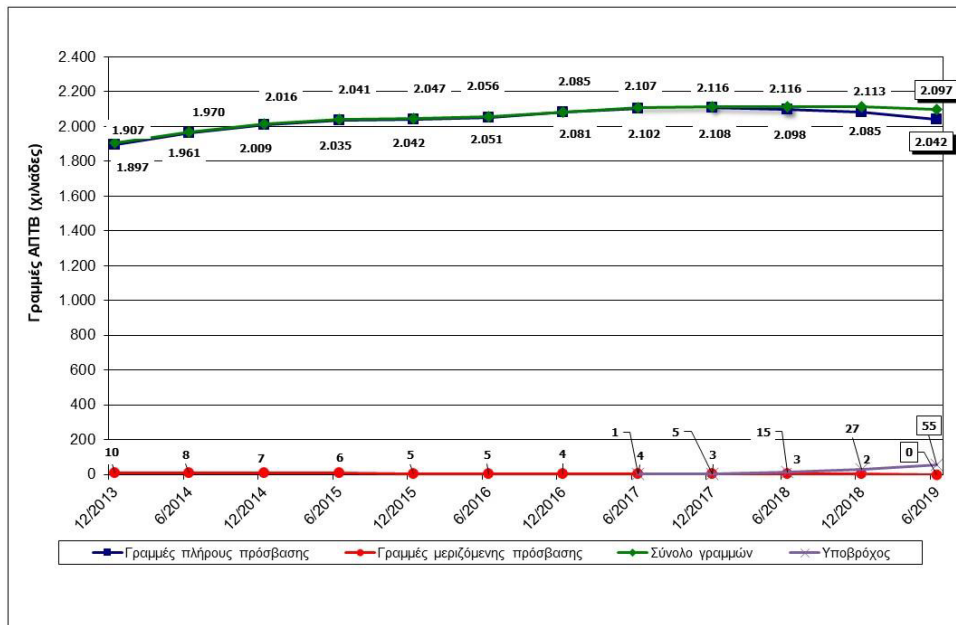
Πίνακας 17 Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανα ονομαστική ταχύτητα (Ιούνιος 2019)



Πίνακας 18 Διαχρονική κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανα ταχύτητα πρόσβασης

4.5. Αδειοδοτούμενη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο (ΑΠΤΒ)

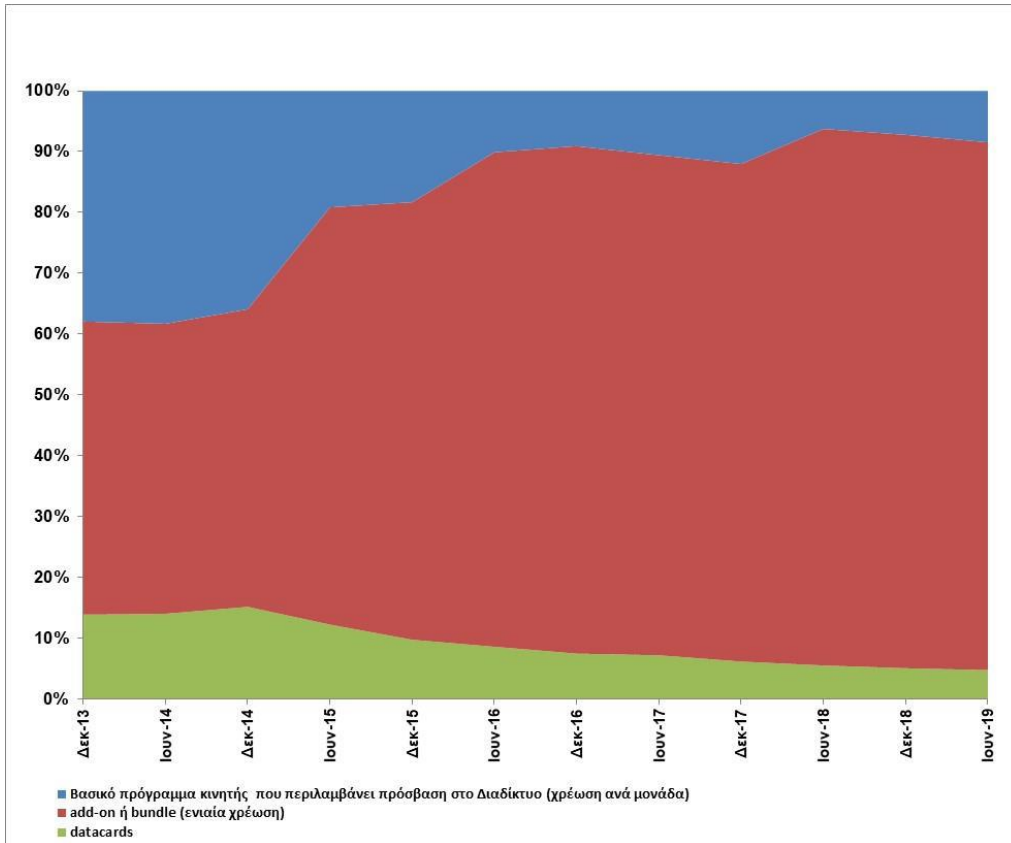
Οι γραμμές ΑΠΤΒ πλήρους πρόσβασης (full access LLU) στα μέσα του 2019 έφθασαν τις 2.042.100 έναντι 2.084.854 στα τέλη του 2018. Οι υποβρόχοι πλήρους πρόσβασης (sub-LLU full) ανήλθαν σε 55.023 (26.920 στα τέλη του 2018). Από αυτούς, 36.658 έχουν προμηθευτεί οι πάροχοι για την ανάπτυξη αρχιτεκτονικής δικτύων νέας γενιάς (NGA) και οι υπόλοιποι 18.365 διατίθενται για την ανάπτυξη ευρυζωνικών προϊόντων σε αγροτικές περιοχές. Οι γραμμές ΑΠΤΒ μεριζόμενης πρόσβασης μηδενίστηκαν. Τα μεγέθη αυτά παρουσιάζονται εξελεγκτικά στο Διάγραμμα 7 (στο διάγραμμα δεν περιλαμβάνονται οι γραμμές που διατίθενται από τον ΟΤΕ και τους άλλους παρόχους για ανάπτυξη εικονικών προϊόντων VLU). Για το ίδιο διάστημα, οι αδειοδοτημένοι πάροχοι, αναφέρουν ότι διαθέτουν εμπορικά σε πελάτες τους 1.996.304 γραμμές ΑΠΤΒ πλήρους πρόσβασης, 1.318 γραμμές μεριζόμενης πρόσβασης και 38.066 υποβρόχους. Σύμφωνα με δηλώσεις των παρόχων, οι σχετικές αποκλίσεις μεταξύ των στοιχείων τους και των αντίστοιχων γραμμών χονδρικής που δηλώνονται από τον ΟΤΕ οφείλονται σε βρόχους που βρίσκονται σε διαδικασία κατάργησης ή δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα η διαδικασία ενεργοποίησής τους. Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερόμενα, εκτιμάται ότι ποσοστό 5,2% γραμμών πλήρους πρόσβασης χονδρικής που αναφέρεται από τον ΟΤΕ, δεν χρησιμοποιείται για την λιανική παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών Διαδικτύου από τους παρόχους (π.χ. διατίθεται αποκλειστικά για την παροχή υπηρεσιών τηλεφωνίας ή χρησιμοποιείται για άλλους σκοπούς πέραν της παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών ή εμπίπτει σε κάποια από τις περιπτώσεις που αναφέρονται προηγουμένως).



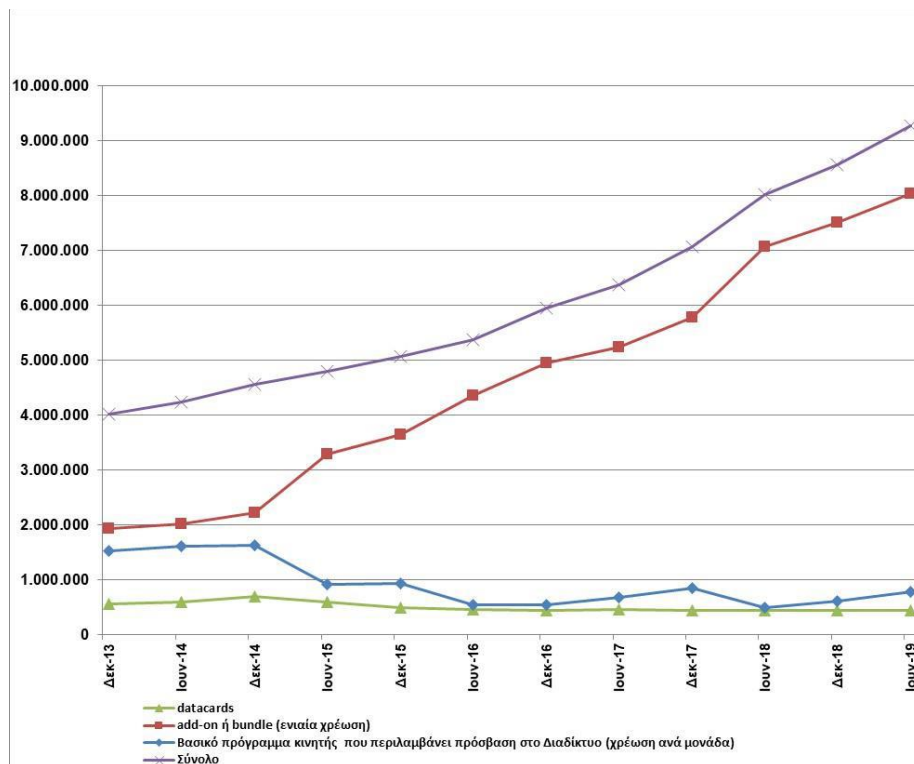
Πίνακας 19 Εξέλιξη γραμμών ΑΠΤΒ

4.6 Ευρυζωνικότητα στην Κινητή διασύνδεση

Το σύνολο των ενεργών συνδρομητών κινητών τηλεπικοινωνιών, που έκαναν χρήση υπηρεσιών δεδομένων στο Διαδίκτυο στο τέλος του 2018, ανέρχεται σε 9.273.133 έναντι 8.563.362 στο τέλος του 2018 (Διαγράμματα 8 και 9), καταγράφοντας πληθυσμιακή διείσδυση 86%. Από αυτούς, οι 785.091 έκαναν χρήση καρτών για πρόσβαση στο Διαδίκτυο (datacards) και οι 8.041.195 είτε προμηθεύτηκαν πακέτο δεδομένων Διαδικτύου επιπρόσθετα σε πακέτο κινητής τηλεφωνίας (add-on) είτε έκαναν χρήση υπηρεσιών δεδομένων Διαδικτύου μέσω προγραμμάτων κινητής που, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο με ενιαία χρέωση (bundle). Τέλος, οι υπόλοιποι 446.847 έκαναν χρήση υπηρεσιών δεδομένων μέσω προγραμμάτων κινητής που, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο (χρέωση ανά μονάδα). Κατά το πρώτο εξάμηνο του 2019, η μέση κατανάλωση δεδομένων ανά συνδρομητή ανά μήνα υπολογίζεται σε 1,699 GB.[60]



Πίνακας 20 Εξέλιξη ενεργών συνδρομητών κινητής ευρυζωνικότητας



Πίνακας 21 Εξέλιξη ενεργών συνδρομητών κινητής ευρυζωνικότητας ανά τύπο χρήσης υπηρεσιών δεδομένων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ‘Arielle Sumits,"The History and Future of Internet Traffic",8-2015,available at <https://blogs.cisco.com/sp/the-history-and-future-of-internet-traffic>’.
- [2] ‘Cisco,"Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021",6-2017’.
- [3] ‘Cisco White Paper,"The Zettabyte Era: Trends and Analysis",6-2017,available at <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html>’.
- [4] ‘ITU,"Impact of Broadband on the Economy", 4-2012’.
- [5] ‘Γενική Γραμματεία Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, “Εθνικό Σχέδιο Ευρυζωνικής Πρόσβασης Επόμενης Γενιάς 2014-2020”, 6-2015’.
- [6] ‘ΕΕΤΤ, “Πορεία Ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα, Β’ Εξάμηνο 2016”, 5-2017”’.
- [7] ‘European Commission,"Europe’s Digital Progress Report 2017”’.
- [8] ‘Akamai,"State of the Internet, Q1 2017 report”’.
- [9] ‘ΕΕΤΤ, “Επισκόπηση αγορών ηλεκτρονικών επικοινωνιών και ταχυδρομικών υπηρεσιών 2015”’.
- [10] ‘Χ. Βασιλόπουλος, Δ. Κωτούλας, Δ. Ξενικός, Π. Βούδας, Γ. Χελιώτης Γ. Αγαπίου, Τ. Δούκογλου,"Δίκτυα Πρόσβασης Νέας Γενιάς", Εκδόσεις Κλειδάριθμος,2010’.
- [11] ‘ΕΕΤΤ, “Αδεσμοποίητη πρόσβαση στο τοπικό βρόχο”, available at http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Telecoms/LocalNetworkAccess/FAQS/#5’.
- [12] ‘Jackson Mark,"The Definition of UK Superfast Next Generation Broadband",9-2010, available at https://www.ispreview.co.uk/articles/10_Definition_of_UK_Superfast_NGA_Broadband/’.
- [13] ‘ITU-T,"FS-VDSL Focus Groups Technical Specification Part 1: Operaton requirements",6-2002’.

- [14] ‘ΕΕΤΤ, ΑΠ 835/09: “Τροποποίηση της εγκριθείσας με την ΑΠ ΕΕΤΤ 675/09/11.12.2012 Προσφοράς Αναφοράς πλήρους και μεριζόμενης αδεσμοποίητης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο και υποβρόχο και τις σχετικές υπηρεσίες, ως ισχύει, αναφορικά με το χονδρικό προϊόν Εικονικά Μερικά Αδεσμοποίητου Βρόχου (Virtual Partially Unbundled, VPU) σε αρχιτεκτονική FTTH (VPU/ FTTH)”,11-2017’.
- [15] ‘Ι. Βενιέρης,"Δίκτυα Ευρείας Ζώνης: Τεχνολογίας και εφαρμογές με έμφαση στο διαδίκτυο",Εκδόσεις Τζιόλα, 2013’.
- [16] ‘Kazovsky, L. G. et al.,"Broadband Optical Access Networks." 1st ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.,2011’.
- [17] ‘Gorshe, S., Raghavan, A., Starr, T. & Galli, S., 2014. Broadband Access: Wireline and Wireless - Alternatives for Internet Services. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2014’.
- [18] ‘IEEE, “Std 802.3ah-2004 - IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks”’.
- [19] ‘IEEE, ‘IEEE Std 802.3av-2009 (Amendment to IEEE Std 802.3-2008) - IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- ”’.
- [20] ‘ITU-T, ‘G.984.1 : Gigabit-capable passive optical networks (GPON)”’.
- [21] ‘ITU-T, “G.987.1 : 10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON)”’.
- [22] ‘ITU-T, “G.989.1 : 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2)”’.
- [23] ‘Huawei,’Next-Generation PON Evolution’,2010, available at http://www.huawei.com/ilink/en/download/HW_077443’.
- [24] ‘Colmegna, Galli, Goldberg,“Methods for Supporting Vectoring when Multiple Service Providers Share the Cabinet Area,”4-2012,FASTWEB-ASSIA White Paper on Vectoring’.
- [25] ‘Huawei,"Vectoring Technology White Paper ",08-2015’.
- [26] ‘Peter Silverman,"An Overview of G.993.5 Vectoring",5-2012,Broadband Forum Market Report 257 Issue 1.’
- [27] ‘V. Oksman et al,"The ITU-T’s New G.vector Standard Proliferates 100 Mb/s DSL",9-2010,IEEE Communications Magazine 0163-6804/10 p.140’.
- [28] ‘St. Vanhastel, P. Spruyt,"Boosting VDSL2 Bit Rates with Vectoring", available at <https://insight.nokia.com/boosting-vdsl2-bit-rates-vectoring>’.
- [29] ‘ITU-T, G.993.5 “Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers”,1-2015’.
- [30] ‘Frank van der Putten, Alcatel Lucent, answer to BIPT 18.02.2011’.

- [31] ‘K. Russel, P. Spruyt, St. Vanhastel, “Vplus gets more out of VDSL2 Vectoring”, available at <https://insight.nokia.com/vplus-gets-more-out-vdsl2-vectoring>’.
- [32] ‘St. Vanhastel, P. Spruyt, “VDSL2 Vectoring in Multi-operator Environment – Separating Fact from Fiction” available at <https://insight.nokia.com/vdsl2-vectoring-multi-operator-environment-separating-fact-fiction>’.
- [33] ‘K. Kerpez et al, “Compatibility of Vectored and Non-Vectored VDSL2”, IEEE Conference on Information Sciences and Systems (CISS), Princeton, NJ, Mar. 21 -23, 2012’. Εισαγωγή της Τεχνολογίας Vectoring στην Ελλάδα: Τεχνολογική και Ρυθμιστική προσέγγιση Χ. Ντούπης 105
- [34] ‘NICC Standards Limited, “Vectoring – use cases and impact assessment”, 3-2015, NICC ND1516 V1.1.1’.
- [35] ‘T.Plückebaum, St. Jay, KH. Neumann, “Benefits and regulatory challenges of VDSL Vectoring (and VULA)”, RSCAS 2014/69 – European University Institute Working Papers’.
- [36] ‘M. Timmers et al, “G. Fast: Evolving the Copper Access Network”, IEEE Communications Magazine 2013 0163-6804/13 p.74’.
- [37] ‘M. Timmers et al, “System Design of Reverse-powered G.Fast”, IEEE Communications Magazine 2012 978-1-4577-2053-6/12/ p.6869’.
- [38] ‘ΕΕΤΤ, ΑΠ: 792/07 “Ορισμός Εθνικής αγοράς χονδρικής τοπικής πρόσβασης σε σταθερή θέση, καθορισμός επιχειρήσεων με σημαντική ισχύ στην εν λόγω αγορά και υποχρεώσεις αυτών (4ος Κύκλος Ανάλυσης)”, Dec. 2016.
- [39] ‘Φραγκουλόπουλος Στρ., “Πρόταση της ΕΕΤΤ αναφορικά με την εισαγωγή της τεχνολογίας VDSL vectoring στο δίκτυο πρόσβασης νέας γενιάς (NGA) στο Σχέδιο Μέτρων που κοινοποιεί στην ΕΕ, το BEREC και τις λοιπές Ρυθμιστικές Αρχές”, Επικοινωνίες εν τάχει, Τεύχος 47’, Sep. 2016.
- [40] ‘ΕΕΤΤ, ΑΠ:800/03 “Ανάθεση στον ΟΤΕ των ΑΚ για τα οποία έχει εκδηλώσει ενδιαφέρον για εισαγωγή της τεχνολογίας vectoring στο πλαίσιο της διαδικασίας της Α’ Φάσης της Πρώτης Ανάθεσης περιοχών για την ανάπτυξη δικτύου VDSL Vectoring, όπως ορίζεται στο Παράρτημα 3 της ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/22.12.2016”, 21-2-2-17’.
- [41] ‘ΕΕΤΤ, ΑΠ:813/04 “Ανάθεση στους αιτηθέντες παρόχους των περιοχών των Αστικών Κέντρων (ΑΚ) ΟΤΕ για τις οποίες εκδήλωσαν ενδιαφέρον για υλοποίηση δικτύων πρόσβασης νέας γενιάς (NGA) στο πλαίσιο της διαδικασίας της Β’ Φάσης της Πρώτης Ανάθεσης περιοχών για την ανάπτυξη δικτύου VDSL Vectoring, όπως

ορίζεται στο Παράρτημα 3 της ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/22.12.2016 (ΦΕΚ 4505/Β/30.12.2016) / (Β' Απόφαση Ανάθεσης)", 07-06-2016'.

[42] 'Φραγκουλόπουλος Στρ., "Ενέργειες της ΕΕΤΤ στο πλαίσιο της διαδικασίας VDSL Vectoring", Επικοινωνίες εν τάχει, Τεύχος 49'.

[43] 'ΕΕΤΤ, ΑΠ:828/12 "Ανάθεση στους αιτηθέντες παρόχους των περιοχών των Αστικών Κέντρων (ΑΚ) ΟΤΕ για τις οποίες εκδήλωσαν ενδιαφέρον για υλοποίηση δικτύων πρόσβασης νέας γενιάς (NGA) στο πλαίσιο της διαδικασίας της Γ' Φάσης της Πρώτης Ανάθεσης περιοχών για την ανάπτυξη δικτύου VDSL Vectoring, όπως ορίζεται στο Παράρτημα 3 της ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/22.12.2016 (ΦΕΚ 4505/Β/30.12.2016) / (Γ' Απόφαση Ανάθεσης)", 9-2017'.

[44] 'Φραγκουλόπουλος Στρ. , Φραγκουλοπούλου Σ., "Αναμενόμενη ανάπτυξη δικτύων πρόσβασης NGA στην Ελλάδα, βάσει της διαδικασίας εισαγωγής της τεχνολογίας VDSL Vectoring", Επικοινωνίες εν τάχει, Τεύχος 50'.

[45] 'ΕΕΤΤ, ΑΠ:806/5 "Τροποποίηση και κωδικοποίηση της εγκριθείσας με την ΑΠ ΕΕΤΤ: 675/09/11-12-2012 Προσφοράς Αναφοράς πλήρους και μεριζόμενης αδεσμοποίητης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο και υποβρόχο και τις σχετικές υπηρεσίες, ως ισχύει σήμερα, αναφορικά με την παροχή ΤοΥΒ και Συναφών Ευκολιών, σε εφαρμογή της ΑΠ ΕΕΤΤ 781/03/13.10.2016", 4-2017'.

[46] 'Policy Dept. of European Parliament, "Network Neutrality Revisited: Challenges and Responses in the EU and in the US", 12-2014'.

[47] 'Reichl, Wolfgang; Ruhle, Ernst-Wolfgang; Lundborg, Martin; Ehrler, Matthias, "Virtual unbundling: The basis for competition in next generation access networks", 23rd European Regional Conference of the International Telecommunication Society, 4-2012.'

[48] 'BEREC, BoR (16) 162, "Common Position on Layer 2 Wholesale Access Products", 10-2016'.

[49] 'ΕΕΤΤ, ΑΠ:808/002 "Τεχνικές προδιαγραφές και ελάχιστα χαρακτηριστικά του χονδρικού προϊόντος Εικονικής Τοπικής Αδεσμοποίητης Πρόσβασης (Virtual Local Unbundling – VLU)", 27-04-2017'.

[50] 'ΕΕΤΤ, ΑΠ:801/8 "Κανονισμός Διαχείρισης και Έγχυσης Ισχύος στο Δίκτυο Πρόσβασης", 3-2017'.

[51] 'Rob F.M. van den Brink, "The art of Spectral Management Downstream power back-off for VDSL2", TNO White Paper on DSL, 10-2009'.

[52] ‘BEREC, BoR (16) 96,"Draft Challenges and drivers of NGA rollout and infrastructure competition",6-2016’.

[53] ‘Bundesnetzagentur,"Annual Report 2016 Markets in the digital revolution"’.

[54] ‘BEREC,BoR (14) 122,"Case Studies on Regulatory Decisions regarding Vectoring in the European Union",9-2014’.

[55] ‘Bundesnetzagentur,"Bundesnetzagentur officially announces final decision on vectoring",9-2016,available at https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2016/160901_vectoring.html’.

[56] ‘AGCOM,"Consultazione pubblica concernente l’identificazione ed analisi dei mercati dei servizi di accesso alla rete fissa-Allegato B"’.

[57] ‘European Commission,"Commission Decision concerning Case UK/2014/1608: Wholesale broadband access market",2014’. Εισαγωγή της Τεχνολογίας Vectoring στην Ελλάδα: Τεχνολογική και Ρυθμιστική προσέγγιση

X. Ντούπης 106

[58] ‘Jackson Mark,"BT Openreach Say LR-VDSL Could Push “Fibre Broadband” to 99% of the UK",ISPReview,5-2017, available at <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2017/05/bt-openreach-say-lr-vdsl-push-fibre-broadband-99-uk.html>’.

[59] ‘ΓΕΡΗΕΤ, “Απόφαση αναφορικά με τον Ορισμό Σχετικής Αγοράς, την Ανάλυση για την ύπαρξη αποτελεσματικού ανταγωνισμού και τον καθορισμό Παροχέα με ΣΙΑ και την επιβολή ρυθμιστικών μέτρων σε σχέση με την αγορά Χονδρικής Τοπικής Παροχής Πρόσβασης σε σταθερή θέση (αγορά 3α)”’.

[60] ‘ΕΕΤΤ, “Πορεία Ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα, Α’ Εξάμηνο 2019”’