Διεξαγωγή Εθνικής Δημόσιας Διαβούλευσης της ΕΕΤΤ για το Τεχνοοικονομικό Bottom up μοντέλο LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA, σύμφωνα με τις οριζόμενες αρχές στην από 11-9-2013 Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2013/466/ΕΕ, σε εφαρμογή των υποχρεώσεων που έχουν επιβληθεί με τις ΑΠ ΕΕΤΤ 792/07/22.12.2016 (ΦΕΚ 4505/Β/30.12.2016) και ΑΠ ΕΕΤΤ 792/09/22.12.2016 (ΦΕΚ 4501/Β/30.12.2016), όπως εκάστοτε ισχύουν.

Μαρούσι, Απρίλιος 2018

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, ΕΕΤΤ

Πρόλογος

Η παρούσα δημόσια διαβούλευση διεξάγεται από την ΕΕΤΤ στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της από το ν.4070/2012, ως ισχύει τροποποιηθείς και ιδίως το άρθρο 17.

Με την παρούσα τίθεται σε δημόσια διαβούλευση η πρόταση της ΕΕΤΤ αναφορικά με το τεχνοοικονομικό bottom up μοντέλο LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA, σύμφωνα με τις οριζόμενες αρχές στην από 11-9-2013 Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2013/466/ΕΕ. Σημειώνεται ότι, η ΕΕΤΤ για την υποστήριξή της στο συγκεκριμένο έργο έχει ως ανάδοχο το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Οι ενδιαφερόμενοι καλούνται να υποβάλουν τα σχόλια τους απαντώντας στις σχετικές ερωτήσεις του κειμένου και κάνοντας σαφή αναφορά στις σχετικές παραγράφους των κειμένων, καθώς και στα φύλλα/κελιά των αρχείων excel.

Ως ημερομηνία έναρξης της δημόσιας διαβούλευσης ορίζεται η 23η Απριλίου 2019, ημέρα Τρίτη, και λήξης η 31η Μαΐου 2019, ημέρα Παρασκευή και ώρα 15:00. Οι απαντήσεις πρέπει να υποβληθούν επωνύμως, στην ελληνική γλώσσα, σε έντυπη και σε ηλεκτρονική μορφή μέχρι και την ημερομηνία λήξης της δημόσιας διαβούλευσης. Τυχόν ανώνυμες απαντήσεις δεν θα ληφθούν υπόψη. Οι απαντήσεις θα δημοσιευτούν αυτούσιες και επωνύμως στην ιστοσελίδα της ΕΕΤΤ. Σε περίπτωση που οι απαντήσεις περιέχουν εμπιστευτικά στοιχεία αυτά θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ειδικό Παράρτημα, προκειμένου να μην δημοσιευθούν.

Οι απαντήσεις πρέπει να φέρουν την ένδειξη:

«Δημόσια Διαβούλευση της ΕΕΤΤ για το τεχνοοικονομικό bottom up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA»

Οι απαντήσεις πρέπει να υποβάλλονται τόσο:

Α) στην ακόλουθη διεύθυνση:

ΕΕΤΤ

Λ. Κηφισίας 60,

15125 Μαρούσι

Αττική

Όσο και

Β) στη διεύθυνση Ηλ. Ταχυδρομείου: nga_bottom-up_model@eett.gr.

Κατά τη διάρκεια της Δημόσιας Διαβούλευσης είναι δυνατόν να παρέχονται από την ΕΕΤΤ διευκρινιστικές απαντήσεις σε ερωτήσεις των ενδιαφερομένων, οι οποίες πρέπει να υποβάλλονται επώνυμα και με σαφήνεια μόνο μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στη διεύθυνση: nga_bottom-up_model@eett.gr. Το παρόν κείμενο δεν δεσμεύει την ΕΕΤΤ ως προς το περιεχόμενο της ρύθμισης που θα επακολουθήσει.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Κείμενο Δημόσιας Διαβούλευσης

«Ανάπτυξη Τεχνοοικονομικού BOTTOM-UP LRIC+ μοντέλου για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας σύμφωνα με την σύσταση 2013/466/EU»

Αναθέτουσα Αρχή:

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ)

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ **5**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ **7**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ **8**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ **9**

2. ΑΡΧΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ **10**
2.1 Χαρακτηριστικά Αποδοτικού Δικτύου **10**
2.2 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας LRIC+ **12**
2.3 Αρχικό έτος και διάρκεια μοντελοποίησης **13**
2.4 Μέθοδοι Αποσβέσεων και Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων **13**
2.5 Μεσοσταθμικό κόστος κεφαλαίου **14**
2.6 Υπηρεσίες **17**
2.6.1 Υπηρεσίες τύπου VULA/FTTC ή VLU/FTTC ή VPU/FFTC 18
2.6.2 Υπηρεσίες τύπου VLU/FTTH ή VPU/FTTH 20
2.6.3 Υπηρεσία Ολοκληρωμένης Κεντρικής Σύνδεσης (Ο.Κ.ΣΥ.) 20
2.6.4 Υπηρεσίες χονδρικής πρόσβασης σε αγωγούς και υπηρεσίες dark fiber20
2.6.5 Υπηρεσίες Χαλκού - Υπηρεσίες Α.ΡΥ.Σ./V-Α.ΡΥ.Σ 21
2.7 Κοστολόγηση Υπηρεσιών Χαλκού **22**

3. ΔΟΜΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ **24**
3.1 Γενική αρχιτεκτονική μοντέλου **24**
3.2 Εξωτερικά Αρχεία **24**
3.3 Παράμετροι Μοντέλου **25**
3.4 Υλοποιούμενο Σενάριο Δικτύου **26**
3.4.1 Σενάριο 1: Υλοποίηση δικτύου NGA 26
3.4.2 Σενάριο 2: Υλοποίηση δικτύου χαλκού με αντικατάσταση οπτικών στοιχείων με στοιχεία χαλκού 28
3.5 Επιμερισμός Δικτύου Κορμού **31**
3.6 Επαναχρησιμοποίηση τεχνικών έργων υποδομής **31**
3.7 Building Entry Point & Floor Box **32**
3.8 Routing Factors & Υπολογισμός Τιμών **32**

4. ΖΗΤΗΣΗ **34**
4.1 Δεδομένα **34**

4.2 Μεθοδολογία/Μοντέλα πρόβλεψης 37

4.2.1 Μοντέλο ζήτησης ενεργών συνδέσεων..... 38

4.2.2 Μοντέλο ζήτησης συνολικών ευρυζωνικών συνδέσεων 39

4.2.3 Μοντέλο ζήτησης VDSL συνδέσεων 40

4.2.4 Μοντέλο ζήτησης ADSL συνδέσεων 42

4.2.5 Μοντέλο ζήτησης λοιπών ρυθμών/υπηρεσιών**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

4.3 Συνολικές προβλέψεις ζήτησης ..... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

5. ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗΣ 45

5.1 Γεωγραφική ανάλυση..... 46

5.2 Γεωμετρικό μοντέλο 53

5.3 Διαστασιοποίηση δικτύων NGA 57

5.4 Διαστασιοποίηση δικτύου χαλκού 59

5.5 Οπτικά καλώδια 60

6. ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ 61

6.1 CAPEX κόστη..... 61

6.2 OPEX κόστη 62

6.3 Κοινά κόστη 62

6.4 Αποσβέσεις..... 62

6.5 Κοστολόγηση εφάπαξ τελών υπηρεσιών 63

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1: Υλοποίηση FTTC 11
Σχήμα 2: Υλοποίηση FTTH 11
Σχήμα 3: Μοντέλο NGA. Αρχιτεκτονική FTTC 20
Σχήμα 4: Μοντέλο NGA. Αρχιτεκτονική FTTH 21
Σχήμα 5: Γενική Αρχιτεκτονική Μοντέλου 24
Σχήμα 6: Εξέλιξη ενεργών τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων 39
Σχήμα 7: Πραγματικά δεδομένα και προβλέψεις για την εξέλιξη των ευρυζωνικών συνδέσεων 40
Σχήμα 8: VDSL πρόσβαση 42
Σχήμα 9: ADSL πρόσβαση 42
Σχήμα 10: Συνολικές εκτιμήσεις εξέλιξης της ζήτησης (βασικό σενάριο) 43
Σχήμα 11: Επίπεδα FPs (Flexibility Points) και τμήματα δικτύου (segments) 45
Σχήμα 12: ΑΚ Αμπελόκηποι συντεταγμένες κτιρίων και αντίστοιχη τριγωνοποίηση της περιοχής 47
Σχήμα 13: Κάλυψη Χώρας από το σύνολο των περιγραμμάτων οικιστικών περιοχών βάσει στοιχείων από OpenStreetMaps. 48
Σχήμα 14: ΑΚ και καμπίνες εντός των διαθέσιμων οικιστικών περιοχών. 48
Σχήμα 15: Παράδειγμα υλοποίησης μεθόδου διαφορετικού εμβαδού ανά τμήμα δικτύου. 49
Σχήμα 16: Μεθοδολογία απεικόνισης γεωγραφικών δεδομένων στο γεωμετρικό μοντέλο ανά τμήμα δικτύου 51
Σχήμα 17: Δομή δικτύου σε επίπεδα από FP 53
Σχήμα 18: Γεωμετρικό μοντέλο Επίπεδά FP4-FP5 54
Σχήμα 19: Απεικόνιση του γεωμετρικό μοντέλου για το επίπεδο FP4-FP5 με διαφορετικό χρώμα οδεύσεων ανάλογα με τη χωρητικότητα του καλωδίου. 55
Σχήμα 20: Γεωμετρικό μοντέλο Επίπεδά FP4-FP5 Common Trench 56
Σχήμα 21: Επαναχρησιμοποίηση μεταξύ FTTC και FTTH δικτύου. 57
Σχήμα 22: Γεωμετρικό μοντέλο με διαχωρισμό των δικτυακών στοιχείων σε εντός και εκτός 550 μέτρων (Inner – Outer) 58

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Παράμετροι Υπολογισμού WACC του τεχνοοικονομικού bottom up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA 16
Πίνακας 2: Παράμετροι Υπολογισμού WACC τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα 17
Πίνακας 3: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο NGA 27
Πίνακας 4: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο Χαλκού 30
Πίνακας 5: Στοιχεία ζήτησης προϊόντων ευρυζωνικότητας (*Πηγή: ΕΕΤΤ, Πάροχοι*) 36
Πίνακας 6: Στοιχεία ζήτησης – Δεδομένα ευρυζωνικότητας προς μοντελοποίηση (*Πηγή: ΕΕΤΤ, Πάροχοι*) 36
Πίνακας 7: Γραμμές Τηλεφωνίας (*Πηγή: ΕΕΤΤ, Πάροχοι*) 36
Πίνακας 8: Παράμετροι μοντέλου ζήτησης ενεργών συνδέσεων 38
Πίνακας 9: Παράμετροι μοντέλου Log-Logistic για τις ευρυζωνικές συνδέσεις 40
Πίνακας 10: Παράμετροι μοντέλου ζήτησης VDSL συνδέσεων 41
Πίνακας 11: Μερίδιο αγοράς υπηρεσίας επί του συνόλου των συνδέσεων 43

1. Εισαγωγή

Στο παρόν έγγραφο περιγράφονται οι βασικές αρχές, η μεθοδολογία και οι παράμετροι που διέπουν την ανάπτυξη του διευρυμένου μοντέλου μακροπρόθεσμου επαυξητικού κόστους με βάση το υπόδειγμα Bottom-Up (BU LRIC+) που αναπτύχθηκε για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας σύμφωνα με τη σύσταση 2013/466/ΕΕ και με βάση το Ενημερωμένο Κείμενο Αρχών, Μεθοδολογίας και Δομής του Μοντέλου.

Επιπλέον παρουσιάζονται αναλυτικά η δομή και η λειτουργία του τεχνοοικονομικού μοντέλου, καθώς και τα επιμέρους μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ζήτησης, τη διαστασιοποίηση του δικτύου, τον υπολογισμό του κόστους κτήσης και απόσβεσης των παγίων στοιχείων του δικτύου, και τον υπολογισμό του κόστους παροχής των υπηρεσιών.

2. Αρχές Μοντελοποίησης

2.1 Χαρακτηριστικά Αποδοτικού Δικτύου

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο βασίζεται στην ανάπτυξη ενός σύγχρονου αποδοτικού δικτύου NGA κάνοντας χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για δίκτυα ευρείας ζώνης. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου μοντέλου συμφωνεί με τη Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τις συνεκτικές υποχρεώσεις αμεροληψίας και μεθόδους υπολογισμού του κόστους για την προαγωγή του ανταγωνισμού και τη βελτίωση του επενδυτικού περιβάλλοντος στην ευρυζωνικότητα (2013/466/ΕΕ).

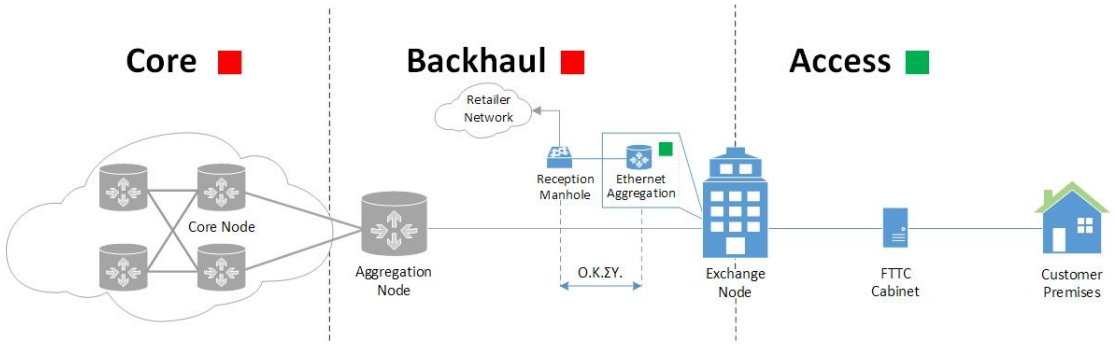
Ο ορισμός του δικτύου πρόσβασης γίνεται βάσει της προσέγγισης Modified Scorched Node, σύμφωνα με την οποία μοντελοποιείται ένα αποδοτικό NGA δίκτυο, που βασίζεται στις υπάρχουσες υποδομές, παρέχοντας όμως την απαραίτητη ευελιξία για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του δικτύου πρόσβασης. Στην παρούσα υλοποίηση, αυτό επιτυγχάνεται με την εύρεση των βέλτιστων θέσεων των καμπινών που ελαχιστοποιούν το κόστος των οδεύσεων του δικτύου.

Η γεωγραφική κάλυψη του δικτύου NGA περιλαμβάνει όλες τις περιοχές στις οποίες η κρατική ενίσχυση δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κάλυψή τους με δίκτυο NGA. Με αυτόν τον τρόπο, η ΕΕΤΤ μοντελοποιεί τα κόστη ενός υποθετικού αποδοτικού παρόχου, ο οποίος αναπτύσσει εξ' αρχής ένα δίκτυο που δύναται να επιτυγχάνει τους στόχους του Ψηφιακού Θεματολογίου για την Ευρώπη.

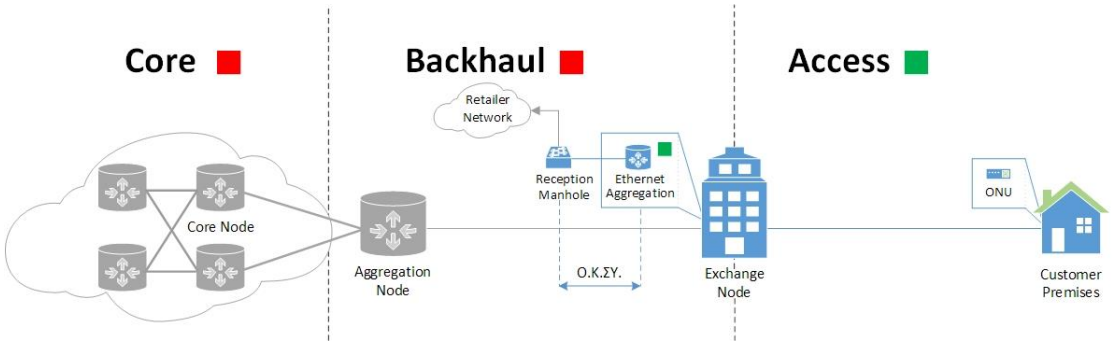
Όσον αφορά τον υπολογισμό κοστοστρεφών τιμών για τον βρόχο (LLU) και υποβρόχο (SLU), εφαρμόζεται η μεθοδολογία αντικατάστασης των οπτικών στοιχείων από στοιχεία χαλκού. Στο μοντέλο αντικατάστασης έχουν ενσωματωθεί υπολογισμοί κόστους για τις περιοχές που έχουν επιδοτηθεί με κύρια χρήση εναέριας καλωδίωσης χαλκού πάνω σε στύλους καθώς αυτή θεωρείται αποδοτική τεχνολογία που εφαρμόζεται στον ελλαδικό χώρο σε αυτές τις περιπτώσεις.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο δίκτυο πρόσβασης βασίζεται στα αποτελέσματα των διαδικασιών ανάθεσης καμπινών σε τηλεπικοινωνιακούς παρόχους για ανάπτυξη δικτύων NGA. Επομένως, για τις περιοχές που εξυπηρετούνται από τις καμπίνες, που βρίσκονται σε καλωδιακή απόσταση μεγαλύτερη των 550 μέτρων από τα ΑΚ θεωρείται ως αποδοτικό NGA δίκτυο ένα υβριδικό NGA δίκτυο το οποίο αποτελείται κυρίως από δίκτυο αρχιτεκτονικής FTTC (dominant technology)με FTTH σε πολύ μικρό ποσοστό. Όσον αφορά τις περιοχές που εξυπηρετούνται από τις καμπίνες που βρίσκονται σε καλωδιακή απόσταση μικρότερη των 550 μέτρων από τα ΑΚ, μοντελοποιείται η εξ' αρχής ανάπτυξη δικτύου αρχιτεκτονικής FTTH.

Παρακάτω απεικονίζονται διαγραμματικά οι υλοποιήσεις των αρχιτεκτονικών FTTC και FTTH:



Σχήμα 1: Υλοποίηση FTTC



.

Σχήμα 2: Υλοποίηση FTTH

Τα παραπάνω σχήματα δείχνουν ότι το σημείο όπου η πρόσβαση καθίσταται δυνατή στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους, που αιτούνται πρόσβαση στο δίκτυο NGA του αποδοτικού παρόχου είναι το σημείο στο οποίο πραγματοποιείται η διασύνδεση με σκοπό τη μεταφορά της κίνησης των συνδρομητών μέσω του κυκλώματος Ολοκληρωμένης Κεντρικής Σύνδεσης (Ο.Κ.ΣΥ.). Επίσης, το σημείο τερματισμού του ακραίου δικτύου στο χώρο του τελικού χρήστη διαφέρει ανάμεσα στα δίκτυα FTTC και FTTH, καθώς στην πρώτη περίπτωση το σημείο τερματισμού του ακραίου δικτύου χαλκού είναι το εσκαλίτ ή χαλύβδινο, το οποίο βρίσκεται εντός του κτιρίου του χρήστη και συνδέεται με χάλκινο καλώδιο μέχρι την καμπίνα FTTC, ενώ στη δεύτερη περίπτωση είναι είτε το Building Entry Point (BEP) είτε το Floor Box στα οποία καταλήγει οπτική ίνα που συνδέεται με την παθητική καμπίνα FTTH. Για την περίπτωση του FTTH, το βασικό μοντέλο περιλαμβάνει την πρόσβαση μέχρι το BEP. Ο υπολογισμός της τιμής του Floor Box θεωρείται πρόσθετο κόστος της υπηρεσίας πρόσβασης στο BEP. Για λόγους ομοιομορφίας εμφανίζεται και η συνολική τιμή των υπηρεσιών.

Τέλος, το αποδοτικό NGA δίκτυο αναπτύσσεται από έναν αποκλειστικό πάροχο χονδρικής πρόσβασης. Η υπόθεση αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι ο κάθε πάροχος που συμμετείχε στη διαδικασία των αναθέσεων έχει επιλέξει να αναπτύξει δίκτυο NGA ως επί το πλείστον σε διαφορετικές περιοχές (βάσει καμπινών) από τους άλλους παρόχους που συμμετείχαν στην εν λόγω διαδικασία.

Δεδομένου ότι ο υποθετικός αποδοτικός πάροχος κατέχει μερίδιο αγοράς 100% σε επίπεδο χονδρικής, το επίπεδο του μεριδίου αγοράς σε επίπεδο λιανικής δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα του μοντέλου, καθώς όλοι οι πάροχοι λιανικής (συμπεριλαμβανομένου του λιανικού άκρου του αποδοτικού παρόχου) προμηθεύονται υπηρεσίες χονδρικής από τον εν λόγω αποδοτικό πάροχο χονδρικής. Αντίθετα, για τους υπολογισμούς του μοντέλου έχει μεγάλη σημασία η διείσδυση των υπηρεσιών λιανικής, η οποία λόγω της μονοπωλιακής θέσης του αποδοτικού παρόχου χονδρικής, ταυτίζεται με τη διείσδυση των υπηρεσιών χονδρικής.

Αναφορικά με τη διείσδυση υπηρεσιών λιανικής, σημειώνεται ότι σε κάθε χρονική περίοδο το άθροισμα των χρηστών όλων των ταχυτήτων/υπηρεσιών παραμένει σχετικά σταθερό. Η μεθοδολογία που ακολουθείται για την πρόβλεψη της διείσδυσης των υπηρεσιών λιανικής περιλαμβάνει ενδελεχή εξέταση των σχετικών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα πλέον γνωστά μοντέλα διάχυσης, που έχουν αναπτυχθεί στη βιβλιογραφία και χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε σχετικές μελέτες. Η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου διάχυσης γίνεται ύστερα από συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων όλων των μοντέλων και περιγράφεται αναλυτικότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο (Κεφ. 4).

Τέλος, εφαρμόζεται σταδιακή μετάβαση των Single Play συνδρομητών σε ευρυζωνικές υπηρεσίες με βάση στοιχεία της αγοράς αλλά και των παρόχων.

2.2 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας LRIC+

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο που αναπτύχθηκε βασίζεται στη μέθοδο BU LRIC+ η οποία υπολογίζει το τρέχον κόστος σε προοπτική βάση με το οποίο θα επιβαρυνόταν ένας αποδοτικός φορέας εκμετάλλευσης δικτύου εάν κατασκεύαζε σήμερα ένα σύγχρονο δίκτυο με δυνατότητα παροχής υπηρεσιών πρόσβασης ενώ προσθέτει μια επαύξηση, αυστηρά για ανάκτηση των κοινών/μεριζόμενων δαπανών.

Το συνολικό κόστος παροχής πρόσβασης (προϊόν/υπηρεσία *i*) υπολογίζεται ως εξής (υποθέτοντας ότι προϊόν και επαύξηση ταυτίζονται):

$$TC(i) = ISFC(i) + ISVC(i) + (x(i)\%) * JC(i, j, \dots) + (y(i)\%) * CC \qquad Εξ.\ 1$$

όπου *TC(i)* είναι το συνολικό κόστος του προϊόντος-i (Total Cost of product-i), *ISFC(i)* είναι το ειδικό σταθερό επαυξητικό κόστος για το προϊόν-i (Increment Specific Fixed Cost for product-i), *ISVC(i)* είναι το ειδικό μεταβλητό επαυξητικό κόστος για το προϊόν-i (Increment Specific Variable Cost for product-i) και *x(i)%, y(i)%* είναι τα ποσοστά (κλείδες) επιμερισμού του μεριζόμενου (Joint Cost – *JC*) και κοινού κόστους (Common Cost – *CC*) αντίστοιχα.

2.3 Αρχικό έτος και διάρκεια μοντελοποίησης

Λαμβάνοντας υπόψη την εκπεφρασμένη εκτίμηση των παρόχων για ολοκλήρωση ενός μεγάλου τμήματος των επενδύσεών σε δίκτυα NGA στο τέλος του 2019 ορίζεται ως αρχικό έτος υλοποίησης του μοντέλου και έναρξης της ρυθμιστικής περιόδου το οικονομικό έτος 2019.

Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη τις υπόλοιπες αρχές του μοντέλου για τον υπολογισμό του κόστους των υπηρεσιών πρόσβασης, η διάρκεια μοντελοποίησης τίθεται στα 10 έτη.

2.4 Μέθοδοι Αποσβέσεων και Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων

Δύο πολύ σημαντικές παράμετροι που σχετίζονται με τις κεφαλαιουχικές επενδύσεις (CAPEX) για την υπό εξέταση μοντελοποίηση είναι: (α) η μεθοδολογία αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων, και (β) η μέθοδος αποσβέσεων που θα υιοθετηθεί.

Η αποτίμηση των περιουσιακών στοιχείων στο μοντέλο γίνεται βάσει της μεθόδου του τρέχοντος κόστους (Current Cost Accounting). Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, τα πάγια περιουσιακά στοιχεία αποτιμώνται στην τρέχουσα τιμή αγοράς ή στην τιμή αντικατάστασης (μέθοδος Absolute Valuation & MEA). Η τρέχουσα τιμή είναι καλύτερος δείκτης της αποδοτικότητας των περιουσιακών στοιχείων. Ωστόσο σε περιπτώσεις όπου η τρέχουσα τιμή αγοράς ή αντικατάστασης δεν είναι διαθέσιμη, τότε χρησιμοποιούνται εκτιμήσεις ή δείκτες συγκριτικής τιμολόγησης. Ειδικά για τα τεχνικά έργα υποδομής, η αξία των επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων (και της αντίστοιχης RAB) αποτιμάται βάσει της μεθόδου τιμαριθμοποίησης (μέθοδος indexation). Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του μητρώου παγίων του ΟΤΕ από τον τελευταίο κοστολογικό έλεγχο που διενεργήθηκε από την ΕΕΤΤ υπολογίζεται το ποσοστό αναπόσβεστης αξίας των τεχνικών έργων υποδομής. Το ποσοστό αυτό εφαρμόζεται επί της αρχικής αξίας που χρησιμοποιεί το μοντέλο για τα επαναχρησιμοποιούμενα πάγια. Σημειώνεται ότι σύμφωνα με τη Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τεχνικά έργα υποδομής θεωρούνται χαντάκια σωληνώσεις και στύλοι αλλά όχι τα μέσα μετάδοσης, δηλαδή τα χάλκινα καλώδια. Έχοντας υπολογίσει την αναπόσβεστη αξία των σχετικών παγίων, τα πάγια αυτά αποσβένονται όπως και τα υπόλοιπα στοιχεία του δικτύου.

Ο υπολογισμός της απόσβεσης των παγίων περιουσιακών στοιχείων γίνεται βάσει της tilted annuity μεθόδου. Η εν λόγω μέθοδος βασίζεται στην flat annuity, αλλά λαμβάνει υπόψη τις μελλοντικές τάσεις σχετικά με την τιμή των πάγιων περιουσιακών στοιχείων (cost trends of assets). Αν συμβολίζουμε με P την ετήσια μεταβολή του κόστους κτήσης των παγίων, ο τρόπος υπολογισμού της tilted annuity δίνεται από την παρακάτω μαθηματική σχέση:

$$Tilted\ Annuity = Initial\ Investment * (1+P)^{Current\ Year\ -1} * \frac{WACC - P}{1-(\frac{1+P}{1+WACC})^{lifetime}}$$

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι όταν η τιμή των παγίων δεν παραμένει σταθερή διαχρονικά, το ετήσιο ποσό απόσβεσης ενός παγίου θα μεταβάλλεται. Η εν λόγω προσέγγιση οδηγεί στην πλήρη ανάκτηση της αρχικής επένδυσης και του κόστους κεφαλαίου, ενώ η αντικατάσταση των παγίων δεν οδηγεί σε σημαντικές μεταβολές στο ετήσιο ποσό απόσβεσης καθώς λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή στο κόστος κτήσης τους.

2.5 Μεσοσταθμικό κόστος κεφαλαίου - WACC (Weighted Average Cost of Capital)

Η ΕΕΤΤ για τον υπολογισμό του μεσοσταθμικού κόστους κεφαλαίου (WACC) που απαιτείται τόσο στο τεχνοοικονομικό bottom-up μοντέλο LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA όσο και στην επικαιροποίηση του τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα, θεώρησε σκόπιμο να προβεί στην υιοθέτηση μιας κοινής μεθοδολογίας. Επίσης, σημειώνεται ότι αναμένεται να υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μια κοινή μεθοδολογία υπολογισμού του μεσοσταθμικού κόστους κεφαλαίου. Μετά την υιοθέτηση της κοινής μεθοδολογίας, η ΕΕΤΤ θα επανεξετάσει την μεθοδολογία υπολογισμού του WACC και εφόσον απαιτείται θα προβεί στην τροποποίηση της.

Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση του τεχνοοικονομικού bottom-up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA έχει υιοθετηθεί το WACC nominal pre-tax ενώ στην περίπτωση του τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα διατηρήθηκε το WACC real pre-tax δεδομένου ότι στο εν λόγω έργο γίνεται επικαιροποίηση του μοντέλου του 2012.

Για τον καθορισμό του μεσοσταθμικού κόστους κεφαλαίου, η ΕΕΤΤ θα χρησιμοποιήσει την μεθοδολογία του Μοντέλου Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model, CAPM).

Η ΕΕΤΤ, αρχικά, υπολόγισε το WACC nominal post-tax σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$WACC_{nominal\ post-tax} = R_e * \frac{E}{D+E} + R_d * \frac{D}{D+E} * (1-t)$$

Στην συνέχεια, η ΕΕΤΤ υπολόγισε το WACC nominal pre-tax σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$WACC_{nominal\ pre-tax} = \frac{WACC_{nominal\ post-tax}}{1-t}$$

Τέλος, ειδικά για την περίπτωση επικαιροποίησης του τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα, η ΕΕΤΤ υπολόγισε το WACC real pre-tax σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$WACC_{real\ pre-tax} = \frac{1 + WACC_{nominal\ pre-tax}}{1 + inflation} - 1$$

όπου:

R_f: Χρησιμοποιήθηκε το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου του 10ετούς ομολόγου του Ελληνικού δημοσίου από την Τράπεζα της Ελλάδος για την περίοδο Απρίλιο 2018 – Μάρτιο 2019[1].

R_p: Χρησιμοποιήθηκε το ασφάλιστρο κινδύνου της αγοράς βάσει του μέσου όρου του αντίστοιχου ασφαλίστρου κινδύνου 32 χωρών της Ευρωπαϊκής αγοράς σταθερής τηλεφωνίας και αντίστοιχα 25 χωρών της Ευρωπαϊκής αγοράς κινητής τηλεφωνίας, σύμφωνα με την έκθεση του BEREC «Regulatory Accounting in Practice 2018»[2]

β: Ο συντελεστής β αφορά τη διακύμανση της απόδοσης της μετοχής ενός παρόχου σε σχέση με τη διακύμανση της απόδοσης της χρηματιστηριακής αγοράς συνολικά. Λόγω έλλειψης στοιχείων υπολογισμού του β, χρησιμοποιήθηκε η τιμή benchmarking για το asset beta του κλάδου «Telecom (Wireless)» όσον αφορά την κινητή τηλεφωνία και «Telecom Services» στην περίπτωση της σταθερής τηλεφωνίας, από την σχετική μελέτη του Dr Damodaran[3] (Ιανουάριος 2019). Στη συνέχεια, επανυπολογίστηκε ο συντελεστής β levered με βάση το λόγο των Ξένων Κεφαλαίων προς Ίδια Κεφάλαια και τον ονομαστικό φορολογικό συντελεστή.

R_d: Το κόστος δανειακών κεφαλαίων υπολογίστηκε, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα στοιχείων, με τους ακόλουθους τρόπους: (α) ως το πηλίκο των δεδουλευμένων τόκων των μακροπρόθεσμων δανείων της χρήσης προς το ανεξόφλητο υπόλοιπο των μακροπρόθεσμων δανείων βάσει στοιχείων των οικονομικών καταστάσεων των παρόχων, (β) το κόστος των δανειακών κεφαλαίων όπως αναφέρεται στις οικονομικές καταστάσεις, ή (γ) με βάση στοιχεία που είχε η ΕΕΤΤ στη διάθεση της.

[1] Μέσος όρος του επιτοκίου σε μηνιαία βάση
[2] https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8310-berec-report-regulatory-accounting-in-practice-2018
[3] http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

E: Για τον υπολογισμό των Ιδίων Κεφαλαίων χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος έναρξης και λήξης Ιδίων Κεφαλαίων όπως απεικονίζεται στις οικονομικές καταστάσεις των εταιριών[4] για το έτος 2017. Στην περίπτωση εισηγμένης εταιρίας στο Χ.Α., ο υπολογισμός ιδίων κεφαλαίων βασίστηκε στον αριθμό μετοχών έτους 2017 επί την μέση τιμή της μετοχής για το 2017.

D: Για τον υπολογισμό των δανειακών κεφαλαίων, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος έναρξης και λήξης μακροχρόνιων δανειακών κεφαλαίων όπως απεικονίζεται στις οικονομικές καταστάσεις των εταιριών[5] για το έτος 2017.

t: Χρησιμοποιήθηκε ο ονομαστικός συντελεστής φόρου ο οποίος ανέρχεται σε 28% για το έτος 2019.

Inflation: χρησιμοποιήθηκε η πρόβλεψη πληθωρισμού της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Ελλάδα για το έτος 2019.

Οι τιμές των παραμέτρων για τον υπολογισμό του WACC και η τιμή του $WACC_{nominal\ pre\text{-}tax}$ στην περίπτωση του **<u>τεχνοοικονομικού bottom up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA</u>** παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1: **Παράμετροι Υπολογισμού WACC του τεχνοοικονομικού bottom up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA**

Στοιχεία WACC	Average 2017
R_f	4,15%
R_p	5,9%
β	1,59
R_e	13,51%
R_d	4,88%
D / (D+Emv)	53,93%

[4] Στην περίπτωση της Vodafone έχει χρησιμοποιηθεί η Ετήσια Χρηματοοικονομική Έκθεση 2018 που αφορά το διάστημα 1/4/2017-31/3/2018.

[5] Στην περίπτωση της Vodafone έχει χρησιμοποιηθεί η Ετήσια Χρηματοοικονομική Έκθεση 2018 που αφορά το διάστημα 1/4/2017-31/3/2018.

Emv / (D+Emv)	46,07%
Tax	28%
WACC (nominal, post-tax)	8,12%
WACC (nominal, pre-tax)	11,28%

Οι τιμές των παραμέτρων για τον υπολογισμό του WACC και η τιμή του $WACC_{real,\ pre\text{-}tax}$ στην περίπτωση του **<u>τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα</u>** παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: **Παράμετροι Υπολογισμού WACC τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα**

Στοιχεία WACC	**Average 2017**
R_f	4,15%
R_p	5,66%
β	1,48
R_e	12,504%
R_d	5,81%
D / (D+Emv)	53,65%
Emv / (D+Emv)	46,35%
Tax	28%
WACC (nominal, post-tax)	8,040%
WACC (nominal, pre-tax)	11,167%
Inflation	0,7%
WACC (real, pre-tax)	10,39%

2.6 Υπηρεσίες

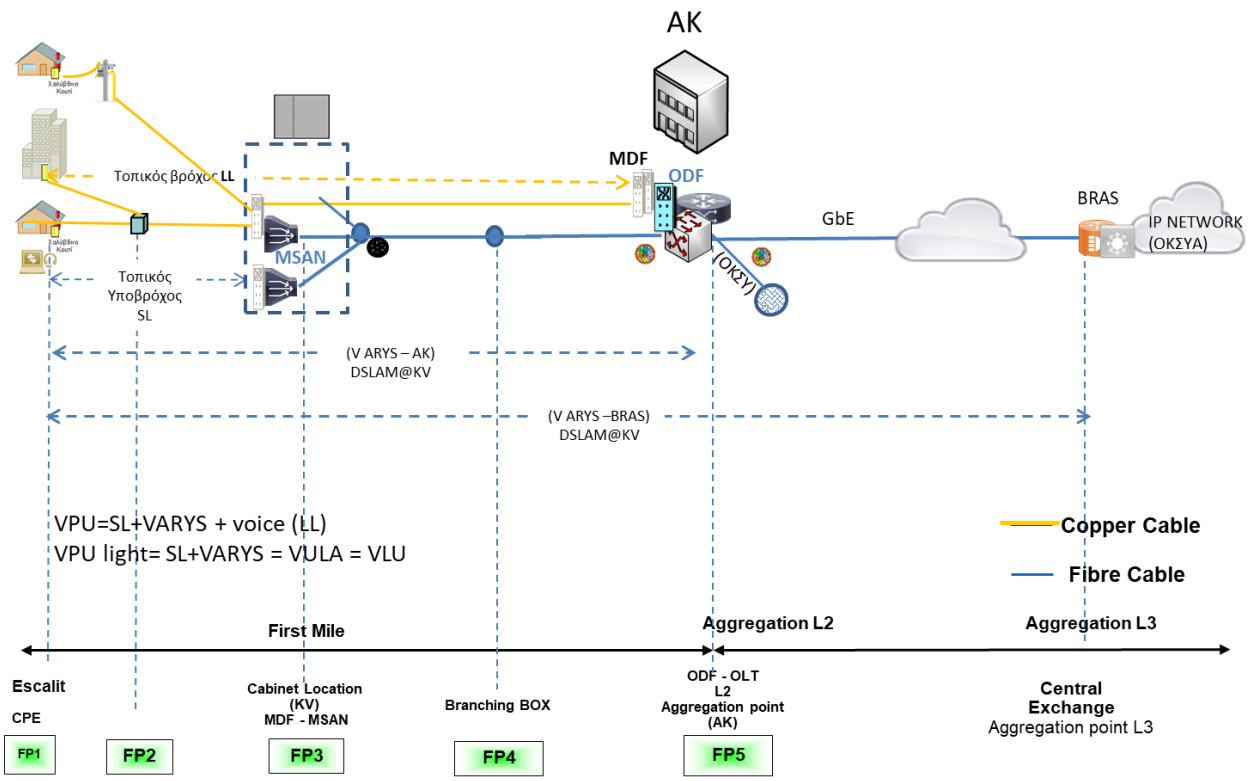
Οι υπηρεσίες (καθώς και τα αντίστοιχα τέλη) που παρέχονται μέσω του αποδοτικού NGA δικτύου είναι υπηρεσίες χονδρικών εικονικών προϊόντων με διακριτές τιμές

ανάλογα με την αρχιτεκτονική δικτύου και τα σχετικά τέλη (π.χ. τέλη σύνδεσης/μετάβασης). Τα προϊόντα αυτά είναι τύπου VULA (Virtual Unbundled Local Access – Εικονική Αδεσμοποίητη Τοπική Πρόσβαση) και αποτελούν ουσιαστικά υπηρεσία bitstream, με συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά, ώστε η εικονική πρόσβαση που προσφέρουν να ισοδυναμεί με φυσική πρόσβαση στον βρόχο/υποβρόχο. Οι πάροχοι μπορούν να προσφέρουν υπηρεσίες λιανικής με τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση του LLU/SLU χωρίς να απαιτείται επένδυση σε εξοπλισμό δικτύου πρόσβασης. Σημειώνεται ότι οι υπηρεσίες αυτές αναφέρονται και ως υπηρεσίες VLU (Virtual Loop Unbundled) και VPU light (Virtual Partially Unbundled light). Οι υπηρεσίες που μοντελοποιούνται εξαρτώνται από την αρχιτεκτονική των υποδομών (FFTC ή FFTH).

2.6.1 Υπηρεσίες τύπου VULA/FTTC ή VLU/FTTC ή VPU light/FFTC

Οι υπηρεσίες τύπου VULA/FTTC δίνουν τη δυνατότητα στον Πάροχο Υπηρεσίας (ΠΥ) να παρέχει στον Τελικό Χρήστη ευρυζωνικές συνδέσεις VDSL2 (vectored) μεταξύ του σημείου τερματισμού του ακραίου δικτύου χαλκού (εσκαλίτ) στο χώρο του Τελικού Χρήστη και του Αστικού Κέντρου (ΑΚ), όπου βρίσκεται το POP του Παρόχου Πρόσβασης (ΠΠ) (Αποδοτικός πάροχος) και στο οποίο συγκεντρώνεται η κίνηση των MSANs (όπου συνδέονται οι τελικοί χρήστες). Στο σημείο συγκέντρωσης ενδέχεται να παραδίδεται η κίνηση και από άλλα Αστικά κέντρα. Οι υπηρεσίες αυτές μπορεί ακόμη να παραδίδονται σε κόμβο BRAS του NGA δικτύου, στο οποίο δρομολογείται η κίνηση των MSAN της καμπίνας (KV), στην οποία συνδέεται ο τελικός χρήστης. Οι υπηρεσία φωνής σε όλες τις περιπτώσεις παρέχονται μέσω VOIP ενώ με την υπηρεσία τύπου VPU παρέχονται επιπλέον υπηρεσίες φωνής PSTN μέσω του υφιστάμενου χάλκινου δικτύου (LLU).

Σε κάθε περίπτωση σημεία οριοθέτησης της υπηρεσίας αποτελούν: προς το μέρος του τελικού χρήστη, το σημείο τερματισμού του ακραίου δικτύου χαλκού του Παρόχου SLU (εσκαλίτ) και προς τη μεριά του δικτύου, ο κόμβος συγκέντρωσης στο σχετικό PoP του Παρόχου Πρόσβασης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Η υπηρεσία VULA/FTTC μοντελοποιείται θεωρώντας ταχύτητες downstream: 24Mbps, 30 Mbps, 50 Mbps, 100 Mbps, 200 Mbps και 300Mbps (G-Fast). Οι ταχύτητες upstream είναι στο 10% των αντίστοιχων ταχυτήτων downstream.


AK
MDF
ODF
Τοπικός βρόχος LL
MSAN
Τοπικός Υποβρόχος SL
GbE
(ΟΚΖΥ)
BRAS
IP NETWORK (ΟΚΣΥΑ)
(V ARYS – AK) DSLAM@KV
(V ARYS –BRAS) DSLAM@KV
VPU=SL+VARYS + voice (LL)
VPU light= SL+VARYS = VULA = VLU
Copper Cable
Fibre Cable
First Mile
Aggregation L2
Aggregation L3
Escalit
CPE
Cabinet Location (KV) MDF - MSAN
Branching BOX
ODF - OLT L2 Aggregation point (AK)
Central Exchange
Aggregation point L3
FP1
FP2
FP3
FP4
FP5

Σχήμα 3: Μοντέλο NGA. Αρχιτεκτονική FTTC

2.6.2 Υπηρεσίες τύπου VLU/FTTH ή VPU/FTTH

Η υπηρεσία VLU/FTTH δίνει τη δυνατότητα στον ΠΥ να παρέχει στον Τελικό Χρήστη υψίρρυθμες ευρυζωνικές συνδέσεις μέσω του οπτικού δικτύου του ΠΠ. Σημεία οριοθέτησης της υπηρεσίας αποτελούν προς το μέρος του τελικού χρήστη, ο κατανεμητής οπτικών ινών, που αποτελεί το σημείο τερματισμού του οπτικού δικτύου του ΠΠ στο κτίριο του τελικού χρήστη του ΠΥ και προς τη μεριά του δικτύου, ο κόμβος συγκέντρωσης στο σχετικό PoP του ΠΠ. Παραστατικά αυτό φαίνεται στο Σχήμα 4. Το σημείο στο οποίο θα τερματίζεται το οπτικό δίκτυο πρόσβασης του ΠΠ, μπορεί να είναι είτε το σημείο εισόδου στο κτίριο (Building Entry Point-BEP) του τελικού χρήστη, είτε τα κουτιά ορόφου (floor boxes). Ο κόμβος συγκέντρωσης (Ethernet Aggregation) συγκεντρώνει κίνηση από έναν αριθμό κατοικιών μέσω ενός εκτεταμένου Δικτύου Οπτικών Ινών. Η σύνδεση μεταξύ του ενεργού εξοπλισμού κάθε κατοικίας και του κόμβου τερματισμού του οπτικού δικτύου (Optical Line Termination - OLT) γίνεται μέσω κατάλληλων οπτικών συνδέσεων. Εν συνεχεία κάθε κόμβος OLT συνδέεται μέσω επαρκών οπτικών διεπαφών με τον Κόμβο Συγκέντρωσης. Η υπηρεσία VULA/FTTH μοντελοποιείται σε ταχύτητες downstream 24 Mbps, 30 Mbps, 50 Mbps, 100 Mbps, 200 Mbps 300 Mbps, 500Mbps και 1Gbps. Οι ταχύτητες upstream είναι στο 10% των αντίστοιχων ταχυτήτων downstream.

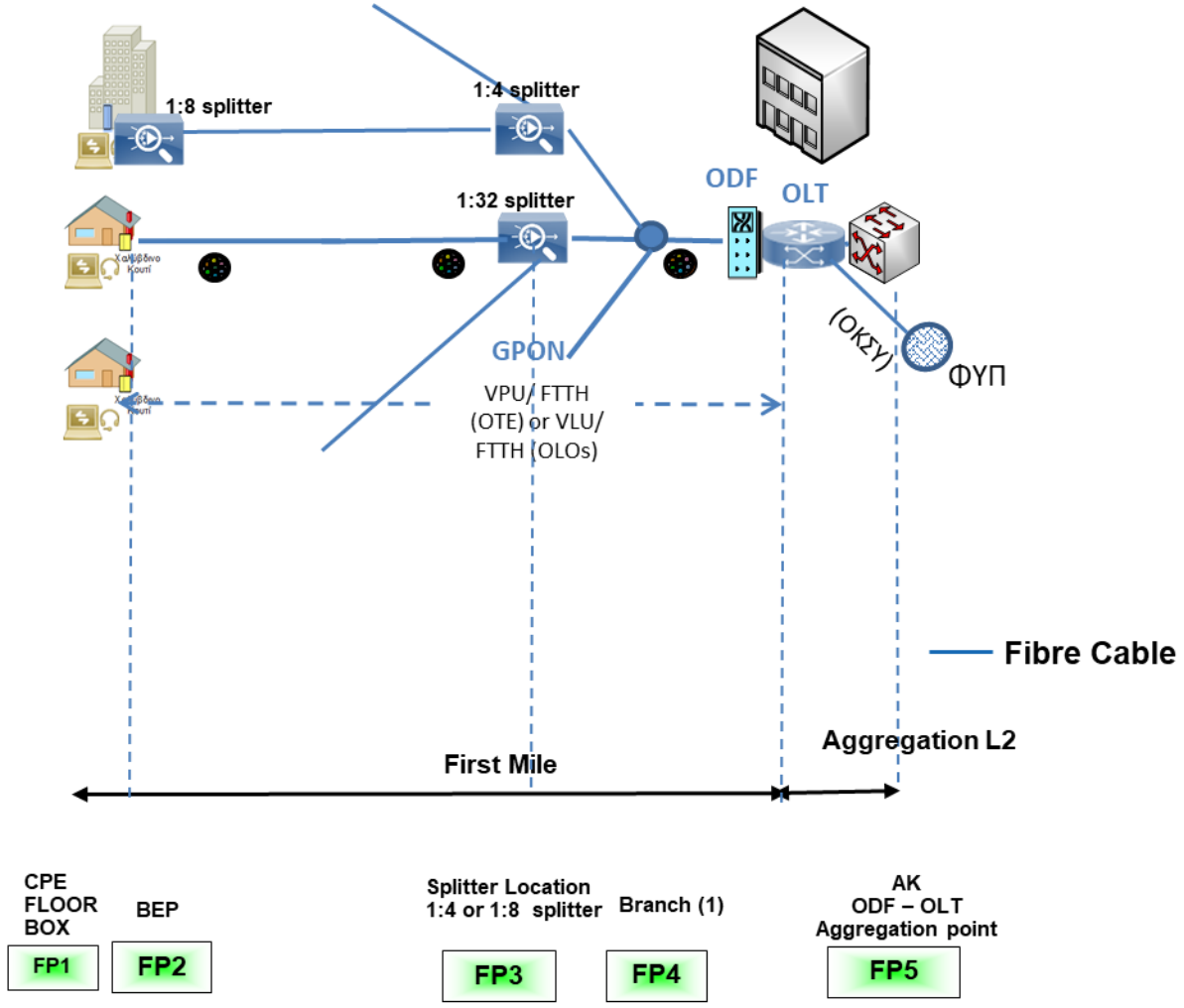
2.6.3 Υπηρεσία Ολοκληρωμένης Κεντρικής Σύνδεσης (Ο.Κ.ΣΥ.)

Η Υπηρεσία Ο.Κ.ΣΥ. αφορά την τοπική διασύνδεση, η οποία συγκεντρώνει την κίνηση των τελικών χρηστών ενός Τηλεπικοινωνιακού ΠΥ από ένα ή περισσότερα DSLAMs/OLTs (που ανήκουν στο συγκεκριμένο PoP) σε ένα «τοπικό» κύκλωμα. Αυτό «παραδίδεται» από τον ΠΠ στον ΠΥ μέσω οπτικής ίνας, σε φρεάτιο (ΦΥΠ), που βρίσκεται έξω από το συγκεκριμένο PoP. Η υπηρεσία παρέχει τα φυσικά μέσα (optical tranceivers, οπτικό καλώδιο) και πρωτόκολλα επικοινωνίας (Ethernet) ώστε να μεταφέρεται η κίνηση από/προς το Δίκτυο του ΠΠ (αποδοτικός πάροχος) προς/από το δίκτυο του ΠΥ με ταχύτητες έως 10Gbps. Στο μοντέλο θεωρείται ότι η υπηρεσία Ο.Κ.ΣΥ. παρέχεται μόνο σε τοπικό επίπεδο.

2.6.4 Υπηρεσίες χονδρικής πρόσβασης σε αγωγούς και υπηρεσίες dark fiber

Για τη διασύνδεση του εξοπλισμού ενός παρόχου στην περιοχή μιας καμπίνας με τον εξοπλισμό του στην περιοχή του ΑΚ ο μοντελοποιημένος πάροχος παρέχει πρόσβαση σε σωλήνες/αγωγούς ή μικροσωλήνες. Οι παρεχόμενες σωληνώσεις θεωρούνται διαμέτρου Ø10 και θεωρείται από το μοντέλο ότι ανήκουν στη διαθέσιμη υποδομή σωλήνα/αγωγού Ø40. Το πλήθος των διαθέσιμων αγωγών προκύπτει από αναγωγή των διαθέσιμων αγωγών Ø40 σε ισοδύναμα πολλαπλάσια αγωγών Ø10. Ομοίως η διαθέσιμη ελεύθερη υποδομή οπτικών ινών από τον Τοπικό Κατανεμητή Μικτονόμησης ΚV έως το ΑΚ παρέχεται ως σκοτεινή ίνα σε αυτό το τμήμα του δικτύου. Το κόστος που

επιμερίζεται στις σκοτεινές ίνες είναι ανάλογο του πλήθους των διαθέσιμών ινών προς το σύνολο των οπτικών ινών στο κύριο δίκτυο.



Σχήμα 4: Μοντέλο NGA. Αρχιτεκτονική FTTH

2.6.5 Υπηρεσίες Χαλκού - Υπηρεσίες Α.ΡΥ.Σ./V-Α.ΡΥ.Σ

Λαμβάνοντας υπόψη και τα αναφερόμενα στην παράγραφο 37 της Σύστασης, περιλαμβάνονται και υπηρεσίες που παρέχονται μέσω δικτύου χαλκού, δηλαδή Υπηρεσίες αδεσμοποίητης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο και υποβρόχο και τέλη που σχετίζονται με αυτές (π.χ. τέλη σύνδεσης/μετάβασης), καθώς και υπηρεσίες που είναι δυνατόν να παρέχονται μέσω ενός δικτύου αποκλειστικά χαλκού (πχ υπηρεσίες Α.ΡΥ.Σ./V-Α.ΡΥ.Σ. από BRAS και από ΑΚ).

Σημειώνεται ότι οι υπηρεσίες Α.ΡΥ.Σ./V-Α.ΡΥ.Σ. μοντελοποιούνται με βάση το δίκτυο χαλκού και δεν συνυπάρχουν με το NGA δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι στο NGA σενάριο, όλοι οι χρήστες εξυπηρετούνται από τα FTTH/FTTC δίκτυα ανεξαρτήτως ταχύτητας υπηρεσίας. Συνεπώς δεν συνυπάρχει στα ΑΚ εξοπλισμός, που χρησιμοποιείται για τις δύο διαφορετικές προσεγγίσεις (δηλαδή NGA και αντικατάστασης).

Για τα τέλη που συνδέονται με τις υπηρεσίες NGA και χαλκού (π.χ. τέλη σύνδεσης/μετάβασης), ο σχετικός υπολογισμός του κόστους γίνεται από ξεχωριστά τεχνοοικονομικά μοντέλα (ως εφάπαξ κόστη), λαμβάνοντας υπόψη κυρίως τις απαιτήσεις σε διαχειριστικές και τεχνικές εργασίες. Τα τέλη αυτά ομαδοποιούνται σε κατηγορίες όταν μια τέτοια ομαδοποίηση είναι εφικτή.

2.7 Κοστολόγηση Υπηρεσιών Χαλκού

Για την απαιτούμενη προσαρμογή του υπολογιζόμενου κόστους υπηρεσιών χαλκού, η Σύσταση 2013/466/ΕΕ προτείνει τις ακόλουθες μεθοδολογικές προσεγγίσεις:

- Υπολογισμός της διαφοράς κόστους μεταξύ ενός προϊόντος πρόσβασης που βασίζεται, για παράδειγμα, σε FTTC/FTTH και ενός προϊόντος πρόσβασης που βασίζεται αποκλειστικά στον χαλκό, αντικαθιστώντας τα οπτικά στοιχεία με ικανοποιητικά τιμολογημένα στοιχεία χαλκού, κατά περίπτωση, στο τεχνολογικό μοντέλο NGA.
- Υπολογισμός του κατά περίπτωση κόστους χαλκού καταρτίζοντας μοντέλο για ένα επικαλυπτικό δίκτυο NGA, όπου δύο παράλληλα δίκτυα (χαλκού και οπτικών ινών, είτε FTTH είτε FTTC) μοιράζονται σε έναν βαθμό την ίδια τεχνική υποδομή.

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο βασίζεται στην πρώτη μεθοδολογική προσέγγιση από τις δύο που περιγράφονται στη παράγραφο 37 της Σύστασης 2013/466/ΕΕ για την κοστολόγηση των υπηρεσιών χαλκού.

Σχετικά με το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης του υφιστάμενου δικτύου χαλκού για την παροχή NGA υπηρεσιών, η ΕΕΤΤ σημειώνει ότι το εν λόγω ποσοστό διαφέρει σημαντικά μεταξύ FTTC και FTTH.

Ειδικότερα, ένας αποδοτικός πάροχος θα εκμεταλλευόταν στο μέγιστο δυνατό βαθμό το υφιστάμενο δίκτυο χαλκού για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής FTTC. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι στο τμήμα του δικτύου που ενώνει την καμπίνα με τον τερματικό εξοπλισμό του χρήστη, το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης των τεχνικών έργων υποδομής του χάλκινου δικτύου αγγίζει το 100% συμπεριλαμβανομένου του εναέριου δικτύου στις αγροτικές και ημιαστικές περιοχές. Αντίθετα, στο τμήμα του δικτύου ΑΚ – Καμπίνα (κύριο δίκτυο – Feeder) ο αποδοτικός πάροχος επαναχρησιμοποιεί εν μέρει τις υφιστάμενες τηλεπικοινωνιακές τεχνικές υποδομές σε ποσοστό της τάξης του 20%.

Σχετικά λεπτομερή στοιχεία από την ελληνική τηλεπικοινωνιακή αγορά παρόλο που ζητήθηκαν, δεν κατέστη δυνατόν να συλλεχθούν ώστε να γίνει καλύτερη εκτίμηση του παραπάνω ποσοστού. Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή αγορά, τα σχετικά ποσοστά επαναχρησιμοποίησης είναι υψηλότερα, αλλά δεν μπορεί να θεωρεί ρεαλιστικό να χρησιμοποιηθούν στην ελληνική πραγματικότητα.

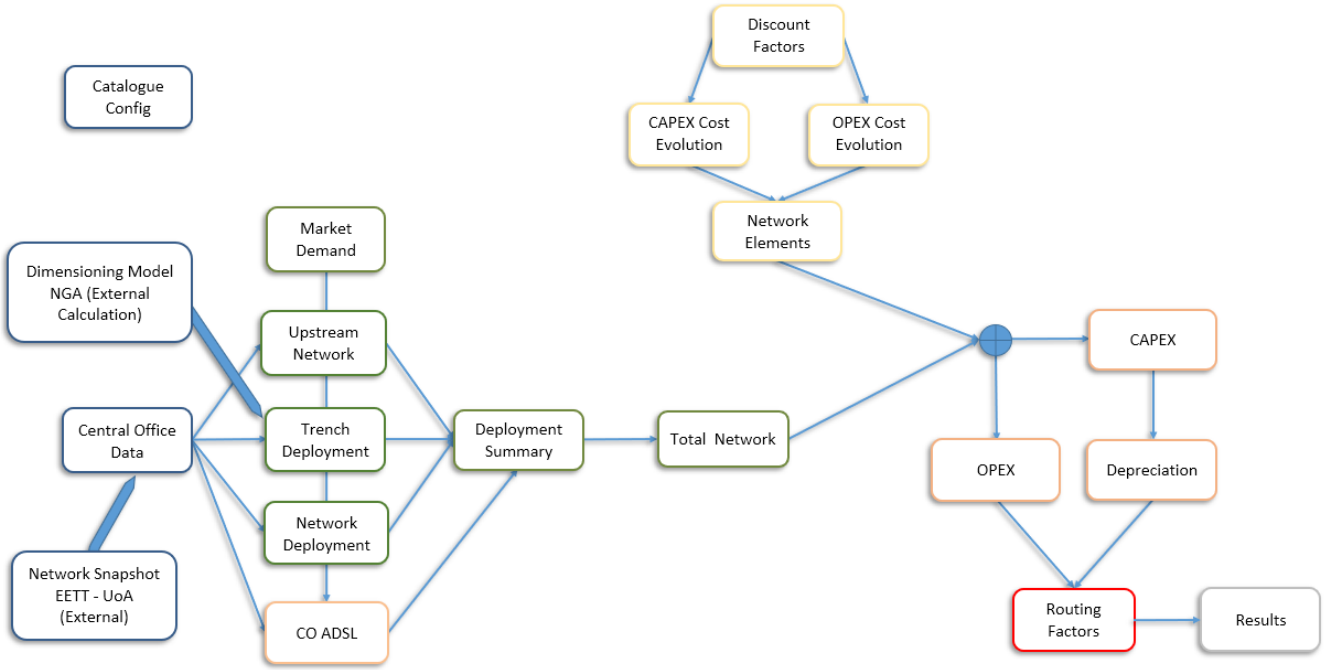
Για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής FTTH, ένας υποθετικά αποδοτικός πάροχος δημιουργεί νέες οδεύσεις για να ενώσει τις καμπίνες με τους τελικούς χρήστες. Ως εκ

τούτου, το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης των τεχνικών έργων υποδομής του τμήματος του δικτύου ΑΚ – Καμπίνα (κύριο δίκτυο – Feeder) είναι το ίδιο με αυτό της υλοποίησης FTTC (ήτοι 20% μεσοσταθμικά ως αρχική εκτίμηση), ενώ το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης του τμήματος του δικτύου Καμπίνας – Χρήστη (δίκτυο διανομής και ακραίο – distribution και drop) είναι μηδενικό καθώς δημιουργούνται νέες οδεύσεις.

Σημειώνεται ότι, το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης μεταξύ FTTC και FTTH που προκύπτει από την παράλληλη μοντελοποίηση των δύο τεχνολογιών δεν λαμβάνεται ως δεδομένο αλλά υπολογίζεται ενδογενώς από το μοντέλο διαστασιοποίησης.

3. Δομή μοντέλου και υλοποίηση

3.1 Γενική αρχιτεκτονική μοντέλου



Σχήμα 5: Γενική Αρχιτεκτονική Μοντέλου

Στο ανωτέρω σχήμα φαίνεται η γενική αρχιτεκτονική του μοντέλου.

3.2 Εξωτερικά Αρχεία

Το κυρίως τεχνοοικονομικό μοντέλο (NGA 2018) δέχεται ως αρχεία εισόδου τα εξής: α) το αρχείο αποτελεσμάτων του μοντέλου διαστασιοποίησης (Dimensioning Model NGA) και β) το αρχείο αναθέσεων των καμπινών (Network Snapshot EETT - UoA).

Τα παραπάνω εξωτερικά αρχεία δουλεύουν συμπληρωματικά με το κυρίως μοντέλο. Το αρχείο Network Snapshot EETT – UoA υπολογίζει τα τελικά αποτελέσματα των αναθέσεων με βασική λειτουργεία της διαδικασίας αυτής να αποτελεί η δυνατότητα δυναμικής διαμόρφωσης των υλοποιούμενων καμπινών σε περίπτωση όπου μη ανατεθειμένες καμπίνες συμμετάσχουν μελλοντικά σε προγράμματα επιδότησης (πχ στη δράση Ultra Fast Broadband - UFBB).

Οι καμπίνες, που επιδοτήθηκαν ήδη από το πρόγραμμα κρατικής ενίσχυσης «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές «Λευκές» περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης-Αξιοποίησης των Υποδομών» (έργο «Rural Broadband») ” δεν περιλαμβάνονται στην μοντελοποίηση δικτύου NGA αλλά συμπεριλαμβάνονται

στο μοντέλο αντικατάστασης για τον υπολογισμό SLU και LLU με κύρια χρήση εναέριας καλωδίωσης χαλκού πάνω σε στύλους.

Σημειώνεται ότι οι καμπίνες που δεν έχουν ανατεθεί με τη διαδικασία των αναθέσεων θεωρούνται οικονομικά βιώσιμες και υλοποιούνται με τεχνολογία VDSL Vectoring.

Τα αριθμητικά δεδομένα των καμπινών χρησιμοποιούνται και από το μοντέλο διαστασιοποίησης (αρχείο Dimensioning Model NGA), ώστε τυχόν αλλαγές στο μοντέλο να είναι συμβατές με το μοντέλο διαστασιοποίησης. Οι παραπάνω λειτουργίες περιγράφονται αναλυτικά στο εγχειρίδιο χρήσης ενώ οι βασικές λειτουργίες του μοντέλου αναλύονται παρακάτω

3.3 Παράμετροι Μοντέλου

Για τη μοντελοποίηση του δικτύου χρησιμοποιείται πληθώρα παραμέτρων η οποία αφορά ζητήματα υλοποίησης, διαστασιοποίησης αλλά και μεθοδολογικής προσέγγισης. Οι παράμετροι παρουσιάζονται συνοπτικά στο φύλλο Catalogue_Config του βασικού αρχείου .xls NGA 2018. Το αρχικό έτος υλοποίησης (2019) και τα έτη υλοποίησης (10 έτη) συμμορφώνονται με τα συμπεράσματα της Δημόσιας Διαβούλευσης της Μεθοδολογίας του μοντέλου.

Τα δομικά στοιχεία του δικτύου καθώς και οι κατηγορίες τους προέκυψαν με βάση τις απαντήσεις που λήφθηκαν από τους παρόχους στην πρώτη φάση του έργου, όταν και κλήθηκαν να απαντήσουν σε σειρά ερωτήσεων σχετικά με την υλοποίηση των δικτύων τους. Στις περιπτώσεις που δεν παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία (π.χ. για τις κάρτες των OLT, τις Passive Cabinets) αυτό οφείλεται στο ότι δεν περιέχονται στις απαντήσεις τον παρόχων στο ερωτηματολόγιο.

Έχουν ακολουθηθεί αλλά δεν επηρεάζουν τελικώς τα αποτελέσματα του μοντέλου οι τεχνικές οδηγίες που αφορούν την εγκαταστημένη χωρητικότητα[6] της καμπίνας. Αυτό συμβαίνει διότι ακολουθώντας την προσέγγιση της αντικατάστασης για την κοστολόγηση των υπηρεσιών χαλκού, δεν υλοποιείται μετάβαση (migration) από τον χαλκό στο NGA αλλά υιοθετείται η προσέγγιση ότι σε κάθε σενάριο συμμετέχουν όλοι οι συνδρομητές στο αντίστοιχο δίκτυο. Έτσι, στο NGA δίκτυο οι συνδρομητές έως 24 Mbps εξυπηρετούνται μέσω των καρτών vectoring και οι κάρτες «γεμίζουν» από τον πρώτο χρόνο με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αντίκτυπος του κανονισμού σταδιακής τοποθέτησης των καρτών vectoring. Η ίδια λογική υιοθετείται και στο σενάριο χαλκού, όπου όλοι οι συνδρομητές εξυπηρετούνται από το Αστικό Κέντρο από unvectored VDSL κάρτες.

[6] Τεχνικές προδιαγραφές και ελάχιστα χαρακτηριστικά του χονδρικού προϊόντος Εικονικής Τοπικής Αδεσμοποίητης Πρόσβασης (Virtual Local Unbundling – VLU), ΑΠ 859/6

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των δομικών δικτυακών στοιχείων, χρησιμοποιούνται παράμετροι που προέκυψαν από τα στοιχεία των παρόχων.

Για το FTTC Δίκτυο χρησιμοποιούνται MSAN μέσης χωρητικότητας σε συνδρομητές και με υψηλή χωρητικότητα οπισθόζευξης (backhauling) ακολουθώντας μια forward looking προσέγγιση για την κάλυψη των αναγκών των συνδρομητών. Στις καμπίνες είναι δυνατόν να εγκατασταθούν μέχρι δύο (2) MSAN τέτοιου τύπου επιτρέποντας χαμηλότερο κόστος σε πιο αραιοκατοικημένες περιοχές.

Στο σενάριο της αντικατάστασης και στην κοστολόγηση χαλκού, χρησιμοποιούνται μεγαλύτερα MSAN, καθώς όλοι οι συνδρομητές εξυπηρετούνται από το Αστικό Κέντρο μειώνοντας τις απαιτήσεις που ισχύουν όπως αναφέρθηκε για το FTTC.

Στην υλοποίηση δικτύου FTTH χρησιμοποιείται splitting ratio 1:32 το οποίο είναι σύμφωνο με τις υλοποιήσεις των παρόχων στον Ελλαδικό χώρο.

Για τα υπόλοιπά δομικά στοιχεία του δικτύου συγκέντρωσης (aggregation) και κορμού (core) χρησιμοποιείται ανάλογη λογική επιλέγοντας χωρητικότητες που εξασφαλίζουν αποδοτικότητα κόστους για τον αποδοτικό πάροχο.

Όσον αφορά τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης των τεχνικών έργων υποδομής του υφισταμένου δικτύου χαλκού και της εναέριας υλοποίησης σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές, χρησιμοποιούνται τα ποσοστά που προαναφέρθηκαν στην παράγραφο 2.7 Κοστολόγηση Υπηρεσιών Χαλκού.

Το ποσοστό που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των γενικών εξόδων που δεν συνδέονται με αμιγώς δικτυακά στοιχεία (Overheads) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας παράλληλα τα δεδομένα των παρόχων από το ερωτηματολόγιο καθώς και με συγκριτική αξιολόγηση (benchmarking) άλλων BU-LRIC+ μοντέλων.

3.4 Υλοποιούμενο Σενάριο Δικτύου

Το μοντέλο υλοποιεί 2 βασικά δικτυακά σενάρια όπως αυτά διατυπώθηκαν στην Δημόσια Διαβούλευση Μεθοδολογίας.

3.4.1 Σενάριο 1: Υλοποίηση δικτύου NGA

Υλοποιούμενες Καμπίνες

Ο αποδοτικός πάροχος υλοποιεί δίκτυο με το σύνολο των καμπινών όπως αυτές προέκυψαν από τις αναθέσεις (με την αντίστοιχη τεχνολογία ανάθεσης) καθώς και το σύνολο των μη ανατεθειμένων καμπινών (με τεχνολογία VDSL vectoring). Από την υλοποίηση εξαιρούνται όλες οι επιδοτημένες καμπίνες ενώ δίνεται η δυνατότητα να εξαιρεθούν μελλοντικά όσες καμπίνες εισαχθούν σε επιδοτούμενα για ανάπτυξη υποδομής προγράμματα (π.χ. UFBB).

Πίνακας 3: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο NGA

Scenario			**Network Segment**													
NGA			**Feeder**				**Distribution**						**Drop**			
			Trench/Duct		**Cables**		**Trench/Duct**		**Cables**		**Poles**		**Trench/Duct**		**Cables**	
			%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value
Architecture	FTTC	Rebuild	80%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
		Reuse	20%	16.34%	0%	0%	100%	16.34%	0%	0%	100%	10%	100%	16.34%	0%	0%
	FTTH	Rebuild	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	100%	100%
		Reuse	20%	16.34%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Σχετικά με τα υφιστάμενα καλώδια χαλκού και την παράγραφο (34) του προοιμίου της Σύστασης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σημειώνονται τα ακόλουθα:

«Σε αντίθεση με στοιχεία ενεργητικού όπως ο τεχνικός εξοπλισμός και το μέσο μετάδοσης (για παράδειγμα, οπτικές ίνες), τα στοιχεία ενεργητικού που αφορούν τεχνικά έργα υποδομής (για παράδειγμα, αγωγοί, τάφροι και ιστοί) είναι στοιχεία που είναι απίθανο να αναπαραχθούν. Οι τεχνολογικές αλλαγές, το επίπεδο του ανταγωνισμού και η ζήτηση λιανικής δεν αναμένεται να επιτρέψουν σε εναλλακτικούς φορείς εκμετάλλευσης να προχωρήσουν σε παράλληλα τεχνικά έργα υποδομής, τουλάχιστον όπου τα προϋπάρχοντα στοιχεία ενεργητικού που αφορούν τεχνικά έργα υποδομής μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός δικτύου NGA.»

Συνεπώς διαχωρίζονται τα μέσα μετάδοσης (καλώδια) από τα τεχνικά έργα υποδομής (τάφροι, σωληνώσεις και στύλοι) για τα οποία συνίσταται η προσέγγιση επαναχρησιμοποίησης στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Ακολουθώντας αυτή την σύσταση, τα καλώδια χαλκού τοποθετούνται στο δίκτυο μαζί με τα υπόλοιπα ως νέα δικτυακά στοιχεία.

Αριθμός Συνδρομητών

Οι συνδρομητές του δικτύου είναι το σύνολο των εξυπηρετούντων από τις καμπίνες που συμμετέχουν στην NGA υλοποίηση, δηλαδή, όλοι οι συνδρομητές που δεν υπάγονται σε επιδοτούμενες περιοχές, εξαιρουμένων των single play συνδρομητών. Για το σύνολο των συνδρομητών προβλέπεται χαμηλή γραμμική μείωση κατ' έτος που αντιπροσωπεύει τη μετάβαση σε άλλα δίκτυα (π.χ. κινητής).

3.4.2 Σενάριο 2: Υλοποίηση δικτύου χαλκού με αντικατάσταση οπτικών στοιχείων με στοιχεία χαλκού

Υλοποιούμενες Καμπίνες

Στο σενάριο αυτό:

Α) γίνεται αντικατάσταση σε όσες καμπίνες συμμετέχουν στην NGA υλοποίηση του Σεναρίου 1.

Β) Συμπεριλαμβάνονται και οι επιδοτούμενες περιοχές και υπολογίζεται το επιπρόσθετο κόστος που προκύπτει στις υπηρεσίες χαλκού όπως προβλέπει η Δημόσια Διαβούλευση.

Επαναχρησιμοποίηση τεχνικών έργων υποδομής υφιστάμενου χάλκινου δικτύου

Όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση έργων υποδομής υλοποιούνται οι παρακάτω περιπτώσεις:

- Χρησιμοποιούνται τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης τεχνικών έργων υποδομής που υιοθετήθηκαν στο μοντέλο του NGA δικτύου ανωτέρω.
- Σε καμπίνες που εντάσσονται σε επιδοτούμενες περιοχές, θεωρούνται επαναχρησιμοποιήσιμα τόσο τα τεχνικά έργα υποδομής όσο και τα χάλκινα καλώδια

Οι παράμετροι μοντελοποίησης συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 4: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο Χαλκού

Scenario			**Network Segment**													
COPPER			**Feeder**				**Distribution**						**Drop**			
			Trench/Duct		**Cables**		**Trench/Duct**		**Cables**		**Poles**		**Trench/Duct**		**Cables**	
			%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value
Architecture	FTTC	Rebuild	80%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
		Reuse	20%	16.34%	0%	0%	100%	16.34%	0%	0%	100%	10%	100%	16.34%	0%	0%
	FTTH	Rebuild	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	100%	100%
		Reuse	20%	16.34%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Αριθμός Συνδρομητών

Με την αντικατάσταση των οπτικών στοιχείων, το σύνολο των συνδρομητών του NGA δικτύου μεταφέρεται στο δίκτυο χαλκού. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη και οι συνδρομητές single play και οι συνδρομητές των επιδοτούμενων περιοχών. Με αυτή την προσέγγιση απλοποιείται η μοντελοποίηση αφού πλέον δεν είναι αναγκαίο να υλοποιηθεί η μετάβαση από το δίκτυο χαλκού στο δίκτυο NGA. Αυτή η προσέγγιση είναι εναρμονισμένη με τη Σύσταση (παρ. 39 του προοιμίου) σύμφωνα με την οποία:

«Η μοντελοποίηση ενός ενιαίου αποδοτικού δικτύου NGA για προϊόντα πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και NGA αντισταθμίζει το πληθωριστικό αποτέλεσμα όγκου που προκύπτει κατά τη μοντελοποίηση ενός δικτύου χαλκού, σε περίπτωση που το κόστος σταθερού δικτύου κατανεμηθεί σε μειούμενο αριθμό ενεργών γραμμών χαλκού.»

Κατά αντιστοιχία με το Σενάριο 1 και στο Σενάριο 2 οι συνολικοί συνδρομητές μειώνονται με τον ίδιο ρυθμό.

3.5 Επιμερισμός Δικτύου Κορμού

Εν γένει, το Δίκτυο Κορμού δεν αποτελεί μέρος της βασικής μοντελοποίησης αλλά υλοποιείται τμήμα αυτού με στόχο την κοστολόγηση υπηρεσιών οι οποίες παραδίδονται στο BRAS/BNG. Υλοποιείται με αγορά δικτυακών στοιχείων κορμού που αναλογούν στις γραμμές οι οποίες παραδίδονται μετά το Σημείο Συγκέντρωσης (Layer 2 Aggregation) και στους υπολογισμούς περιλαμβάνονται μόνο αυτές. Ως εκ τούτου στο NGA Σενάριο οι συνδρομητές δεν επιβαρύνουν το δίκτυο κορμού και οι συνδρομητές του FTTC στο BRAS επιμερίζονται το σύνολο του κόστους.

3.6 Επαναχρησιμοποίηση τεχνικών έργων υποδομής

Πέραν της παραμετροποιημένης επαναχρησιμοποίησης των τεχνικών έργων υποδομής του υφιστάμενου δικτύου χαλκού, υπολογίζεται ενδογενώς από το Dimensioning Model NGA η επιπρόσθετη επαναχρησιμοποίηση μεταξύ των δικτύων που υλοποιούνται και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες.

Επαναχρησιμοποίηση από διαφορετικό τμήμα του δικτύου

Αναφέρεται στην επαναχρησιμοποίηση χαντακιών μεταξύ τμημάτων του ίδιου τύπου δικτύου (πχ FTTH). Αυτά υπολογίζονται είτε, στην περίπτωση του δικτύου FTTH, μεταξύ του κυρίως δικτύου του FTTH (Feeder FTTH) και του αντίστοιχου δικτύου διανομής (FTTH Distribution) είτε, στην περίπτωση του δικτύου χαλκού, μεταξύ του κυρίως δικτύου χαλκού (Copper Feeder) και του αντίστοιχου διανομής (Copper Distribution). Ο λόγος που δεν υπολογίζεται τέτοιου τύπου επαναχρησιμοποίηση για το

FTTC είναι ότι το δίκτυο διανομής (Distribution) επαναχρησιμοποιείται 100% από το υφιστάμενο δίκτυο χαλκού, ενώ το κομμάτι που επαναχρησιμοποιείται στο κύριο δίκτυο (Feeder τμήμα) όπως αναφέρθηκε είναι 20%.

Το κομμάτι επαναχρησιμοποίησης αφαιρείται από το Distribution τμήμα του δικτύου αφού «φιλοξενείται» ουσιαστικά από το Feeder.

Επαναχρησιμοποίηση από Διαφορετικό Δίκτυο

Αναφέρεται στην επαναχρησιμοποίηση χαντακιών μεταξύ διαφορετικών δικτύων. Υπολογίζονται μεταξύ FTTH Feeder και FTTC Feeder ενώ αφαιρείται από το FTTC καθώς εντός των 550 μέτρων από το Αστικό Κέντρο υλοποιείται μόνο FTTH του οποίου τις οδεύσεις χρησιμοποιεί το μοντέλο διαστασιοποίησης για τον υπολογισμό της σχετικής επαναχρησιμοποίησης.

Στο σενάριο χαλκού δεν εντοπίζεται επαναχρησιμοποίηση με άλλο δίκτυο καθώς δεν υλοποιούνται επάλληλα δίκτυα.

3.7 Building Entry Point & Floor Box

Για την υλοποίηση του δικτύου FTTH το κυρίως μοντέλο, όπως αναφέρεται στις Αρχές Μεθοδολογίας, υπολογίζει κόστη μέχρι και το Building Entry Point. Το κόστος της υπηρεσίας μέχρι το Floor Box υπολογίζεται ως επιπρόσθετο κόστος.

Βασικές παραδοχές για τους υπολογισμούς αυτούς είναι ότι το BEP εγκαθίσταται σε κάθε οικία, δηλαδή μονοκατοικίες (SDU – Single Dwelling Unit) και πολυκατοικίες (MDU – Multi Dwelling Unit) στην οποία κατοικούν ενεργοί χρήστες ενώ στην περίπτωση του Floor Box, τα οποία εγκαθίστανται μόνο σε πολυκατοικίες (MDU), θεωρείται ότι το BEP βρίσκεται στο επίπεδο 0 ή -1 και η τοποθέτηση Floor Box ξεκινά από το επίπεδο +1 του κτηρίου. Οι χρήστες ουσιαστικά κατανέμονται με ομοιομορφία στα σχετικά κτήρια και ορόφους. Το κόστος που προκύπτει από την υλοποίηση του Floor Box επιμερίζεται στους συνδρομητές FTTH οι οποίοι κατοικούν σε MDU.

3.8 Routing Factors & Υπολογισμός Τιμών

Οι παράμετροι Routing Factors αποτελούν το τελευταίο βήμα παραμετροποίησης του μοντέλου επιτρέποντας τον επιμερισμό κόστους δικτυακών στοιχείων στις υπάρχουσες υπηρεσίες.

Η διαδικασία επιμερισμού κόστους ακολουθεί 2 υπολογιστικά βήματα. Αρχικά η αναγνώριση των πόρων του δικτύου που συμμετέχουν στην υλοποίηση μιας γενικής κατηγορίας υπηρεσίας (π.χ. FTTC, FTTH) και στη συνέχεια ο επιμερισμός του συνολικού κόστους ανά ταχύτητα. Επομένως, αν κάποιο στοιχείο i συμμετέχει στην FTTC μοντελοποίηση, για το αντίστοιχο Routing Factor (RF) θα ισχύει $FTTC_RF_i = (0,1] \in \mathbb{R}$ ενώ αν δεν συμμετέχει καθόλου ισχύει $FTTC_RF_i = 0$. Στη συνέχεια το κόστος

επιμερίζεται στις επιμέρους υπηρεσίες (π.χ. FTTC 30, FTTC 200) βάσει πλήθους συνδρομητών (Line) ή χωρητικότητας (Capacity) υπηρεσίας ανάλογα το στοιχείο δικτύου.

Ο επιμερισμός υπολογίζεται με χρήση βαρών για τις δύο περιπτώσεις, δηλαδή Line και Capacity. Τα βάρη γραμμών (Line) αποτελούν ο μέσος όρος συνδρομητών της υποκατηγορίας υπηρεσίας π.χ. $Ενεργοί_Συνδρομητές_FTTC30/Ενεργοί_Συνδρομητές_FTTC$ ενώ τα βάρη χωρητικότητας είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος αν χρησιμοποιηθεί η χωρητικότητα υπηρεσιών για τον υπολογισμό. Έπειτα από τον επιμερισμό του κόστους ανά υπηρεσία και χωρητικότητα, τα συνολικά ποσά διαιρούνται με τους συνδρομητές που συμμετέχουν στην εν λόγω υπηρεσία. Απλούστερα, μόνο οι FTTH συνδρομητές επιβαρύνονται την παθητική καμπίνα FTTH και μόνο οι FTTC συνδρομητές την ενεργητική FTTC καμπίνα ενώ στην περίπτωση όπου ένα στοιχείο χρησιμοποιείται και από τα δύο επάλληλα δίκτυα NGA οι εκάστοτε συνδρομητές επιβαρύνονται ποσό αντίστοιχο της χρήσης του στοιχείου από κάθε τεχνολογία δικτύου.

Από τα ανωτέρω συμπεραίνεται, ότι για στοιχεία δικτύου που το κόστος τους επιμερίζεται βάσει αριθμού συνδρομητών (Line), μία υπηρεσία FTTC 30Mbps και μία υπηρεσία FTTC 200 Mbps θα επιμερίζονταν ίσο κομμάτι κόστους.

Γενικότερα, τα Routing Factors δεν αφορούν μόνο τον καθορισμό των στοιχείων που συμμετέχουν στην παροχή μιας υπηρεσίας αλλά και τον βαθμό στον οποίο συμμετέχουν.

4. Ζήτηση

Για τον προσδιορισμό των τιμών πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας χρησιμοποιούνται προβλέψεις ζήτησης διαφόρων μεγεθών για τα έτη 2019-2028. Στις παραγράφους που ακολουθούν αποτυπώνονται οι πηγές δεδομένων, ο τρόπος επεξεργασίας τους και η αξιοποίησή τους, η μεθοδολογία επιλογής μοντέλων πρόβλεψης της ζήτησης καθώς και η εκτίμηση των διαφόρων μεγεθών που συνδέονται με αυτές όπως και οι σχετικές εκτιμήσεις/προβλέψεις για τις υπηρεσίες, που αφορούν τα δίκτυα NGA.

4.1 Δεδομένα

Όλοι οι πάροχοι υπηρεσιών σταθερής πρόσβασης κλήθηκαν να παραδώσουν ιστορικά στοιχεία συνδρομητών, τα οποία συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν αθροιστικά στις επιμέρους υπηρεσίες για την αξιοποίησή τους στη επιλογή μοντέλων πρόβλεψης και στη δημιουργία προβλέψεων. Τα νέα προϊόντα ευρυζωνικότητας που αναδύονται περαιτέρω από τα δίκτυα νέας γενιάς (NGA), δε διαθέτουν ιστορικά δεδομένα κάτι που καθιστά τη διαδικασία της πρόβλεψης της ζήτησης τους αρκετά δύσκολη.

Τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα είναι οι συνολικές ενεργές γραμμές, οι συνδέσεις ADSL και VDSL χωρίς να γίνεται διαχωρισμός ανά ταχύτητα σύνδεσης. Για λόγους στατιστικής ευρωστίας, χρησιμοποιήθηκαν και αντίστοιχα δεδομένα παλαιοτέρων ετών όπου υπήρχαν διαθέσιμα

Από την εξέταση των δεδομένων, διαπιστώθηκε αδυναμία στους παρόχους, πλην του ΟΤΕ, να αποτυπώσουν την πλήρη εικόνα που τους ζητήθηκε για τα έτη 2007-2018. Για το λόγο αυτό διασταυρώθηκαν τα στοιχεία που παρασχέθηκαν και προσαρμόστηκαν με τις εξής βασικές παραδοχές:

Α) Το συνολικό πλήθος ενεργών γραμμών ισούται με το άθροισμα των συνολικών ενεργών γραμμών λιανικής πώλησης του κυρίαρχου παρόχου, συν των χονδρικών πωλήσεων ΑΡΥΣ, V-ΑΡΥΣ, VPU, VPU-Light, και τις πωλήσεις του αδεσμοποίητου βρόγχου (LLU).

Β) Ο συνολικός αριθμός χρηστών ADSL ισούται με των αριθμό χρηστών ADSL λιανικής πώλησης του ΟΤΕ συν τον αριθμό χρηστών χονδρικής ΑΡΥΣ καθώς και το πλήθος γραμμών αδεσμοποίητου βρόγχου LLU.

Γ) Ο συνολικός αριθμός χρηστών VDSL ισούται με των αριθμό χρηστών VDSL λιανικής πώλησης του ΟΤΕ, συν τον αριθμό χρηστών V-ΑΡΥΣ (συμπεριλαμβανομένου του VPU), συν τον αριθμό VPU-Light χρηστών.

Δ) Ο συνολικός αριθμός χρηστών ευρυζωνικότητας πάνω στον οποίο θα γίνει η πρόβλεψη θα ισούται με το άθροισμα Β+Γ ανωτέρω λαμβάνοντας υπόψη και τη σταδιακή μετάβαση των single play συνδρομητών σε υπηρεσίες double-play. Δηλαδή με το σύνολο του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5).

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 5 και Πίνακας 6) παρουσιάζονται τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα στην ΕΕΤΤ αλλά και συλλέχθηκαν από τους παρόχους ανά υπηρεσία από όπου προκύπτουν με κατάλληλες πράξεις τα μεγέθη που προαναφέρθηκαν. Σημειώνεται ότι οι τιμές μέρους των δεδομένων εμφανίζονται στρογγυλοποιημένες σε χιλιάδες.

Η κατηγορία ADSL όπως έχει αναφερθεί ισούται με το άθροισμά των: (α) ADSL λιανικής, (β) ΑΡΥΣ και (γ) LLU. Η κατηγορία VDSL αντίστοιχα ισούται με το άθροισμα: (α) VDSL λιανικής, (β) V-ΑΡΥΣ (συμπεριλαμβανομένου του VPU) και (γ) VPU light.

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται το σύνολο των ενεργών γραμμών που περιλαμβάνει: (α) τις PSTN, ISDN και VOIP λιανικές γραμμές, (β) το σύνολο όσων αναφέρονται στο (α) ως ενεργές γραμμές του κυρίαρχου παρόχου, (γ) τις ενεργές γραμμές όλων των παρόχων (άθροισμα του (β) συν τις γραμμές χονδρικής Πίνακας 5), (δ) τις γραμμές με χρήση μόνο τηλεφωνίας (single play) (διαφορά του (γ) ενεργών γραμμών όλων των παρόχων μείον τις συνολικές ευρυζωνικές (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Στοιχεία ζήτησης προϊόντων ευρυζωνικότητας (*Πηγή: ΕΕΤΤ, Πάροχοι*)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ADSL RET	0.3	0.7	7	44	155	488	825	864	1,061	1,102	1,089	1,164	1,051	1,265	1,347	1,407	1,396
VDSL RET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	43	93	150	219	349
FLLU	0	0	0	3	7	25	310	589	938	1,346	1,642	1,780	1,897	2,009	2,042	2,081	2,108
PLLU	0	0	0	0	0	0	0	57	49	33	23	15	10	7	5	4	3
ADSL WH	0	0	1	6	50	159	222	94	53	37	30	26	25	20	14	10	9
VDSL WH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12	38	76
VPU LIGHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SUM	**0.3**	**0.7**	**8**	**53**	**212**	**672**	**1,357**	**1,605**	**2,101**	**2,520**	**2,785**	**2,986**	**3,028**	**3,396**	**3,570**	**3,760**	**3,942**

Πίνακας 6: Στοιχεία ζήτησης – Δεδομένα ευρυζωνικότητας προς μοντελοποίηση (*Πηγή: ΕΕΤΤ, Πάροχοι*)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ADSL Total	0.3	0.7	8	53	211	670	1,326	1,540	2,002	2,381	2,618	2,805	2,792	3,100	3,204	3,294	3,304
VDSL Total	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	45	95	162	257	426

Πίνακας 7: Γραμμές Τηλεφωνίας (*Πηγή: ΕΕΤΤ, Πάροχοι*)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PSTN	5,608	5,413	5,200	5,079	4,928	4,778	4,510	4,110	3,745	3,306	2,918	2,670	2,485	2,378	2,299	1,783	1,244
ISDN	199	350	449	525	579	598	580	548	517	473	427	388	355	330	304	262	230
VOIP															79	609	1,162
OTE Active Subscriptions	5,807	5,763	5,649	5,604	5,506	5,376	5,089	4,658	4,262	3,780	3,344	3,058	2,840	2,708	2,681	2,655	2,636
All Providers	5,807	5,763	5,650	5,613	5,563	5,560	5,621	5,399	5,302	5,197	5,040	4,878	4,773	4,746	4,754	4,789	4,833
Single Play	5,806	5,762	5,642	5,560	5,351	4,888	4,264	3,794	3,201	2,677	2,255	1,892	1,745	1,350	1,184	1,029	891

4.2 Μεθοδολογία/Μοντέλα πρόβλεψης

Για τις ανάγκες της πρόβλεψης χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά μοντέλα διάχυσης/υιοθέτησης και επιλέχθηκε το πλέον κατάλληλο ανά τεχνολογία μοντέλο με βασικό κριτήριο επιλογής το ελάχιστο τετραγωνικό σφάλμα επί των πραγματικών δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιούνται ως ακολουθία εκπαίδευσης των μοντέλων.

Η προσαρμογή και τελική επιλογή των μοντέλων έγινε στις παρακάτω βασικές χρονικές ακολουθίες δεδομένων που προέκυψαν σύμφωνα με την επεξεργασία που αναφέρθηκε.

- Συνολική εξέλιξη τηλεφωνικών συνδέσεων
- Συνολική διείσδυση ευρυζωνικότητας
- Συνολική διείσδυση υπηρεσιών VDSL

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την προσαρμογή των μαθηματικών μοντέλων στα πραγματικά δεδομένα είναι η γραμμική παλινδρόμηση. Προκειμένου να προβλεφθεί το μέλλον για κάποιο μέγεθος χρησιμοποιούνται οι παρελθοντικές πραγματικές τιμές του υπό πρόβλεψη μεγέθους και προσαρμόζονται συναρτησιακοί τύποι βρίσκοντας τις παραμέτρους τους. Ο συναρτησιακός τύπος που προσαρμόζει καλύτερα τα πραγματικά δεδομένα, δηλαδή έχει το μικρότερο (απόλυτο/μέσο) τετραγωνικό σφάλμα, επιλέγεται ως κατάλληλος για την πρόβλεψη.

Οι βασικοί λόγοι που επιλέχθηκε να γίνει προσαρμογή (και στη συνέχεια πρόβλεψη) για τις τρεις προαναφερθείσες κατηγορίες και όχι ανά ταχύτητα σύνδεσης (30 Mbps, 50 Mbps, 100, 200 Mbps κλπ.) είναι οι ακόλουθοι:

- Δεν θεωρείται υιοθέτηση διαφορετικού καινοτομικού προϊόντος η επιλογή μεγαλύτερου ρυθμού ώστε να μοντελοποιηθεί διακριτά.
- Η μοντελοποίηση υπηρεσιών που δεν είναι ακόμα διαθέσιμες με τη χρήση μαθηματικών υποδειγμάτων δεν θα ήταν αξιόπιστη λόγω έλλειψης οποιοδήποτε πραγματικού δεδομένου.

Επιπρόσθετα διευκρινίζεται ότι οι υπηρεσίες που βασίζονται στο FTTH δεν δύνανται να μοντελοποιηθούν διακριτά ακριβώς για τους παραπάνω λόγους. Επίσης, στο δίκτυο που μοντελοποιείται η υιοθέτηση του FTTH από το τελικό χρήστη καθορίζεται αποκλειστικά από τη διαθεσιμότητα του παρόχου.

4.2.1 Μοντέλο ζήτησης ενεργών συνδέσεων

Τα δεδομένα των ενεργών συνδέσεων παρουσιάζουν πτώση μετά το έτος 2001 και όπως φαίνεται τα τελευταία χρόνια σταθεροποιούνται σε νέο επίπεδο. Το μοντέλο ζήτησης που προσεγγίζει καλύτερα τα ιστορικά δεδομένα είναι το λογιστικό μοντέλο διάχυσης (logistic model), ξεκινώντας από τις 5,8 εκ. και καταλήγοντας στις 4,8 εκ γραμμές. Ο συναρτησιακός τύπος του λογιστικού μοντέλου είναι:

$$ActiveLines(t) = S1 + (S2 - S1)/(1 + \exp(\frac{(t - YearRef) - alpha}{beta}))$$

Όπου:

S1 είναι η τιμή κορεσμού,

S2 είναι η αρχική τιμή,

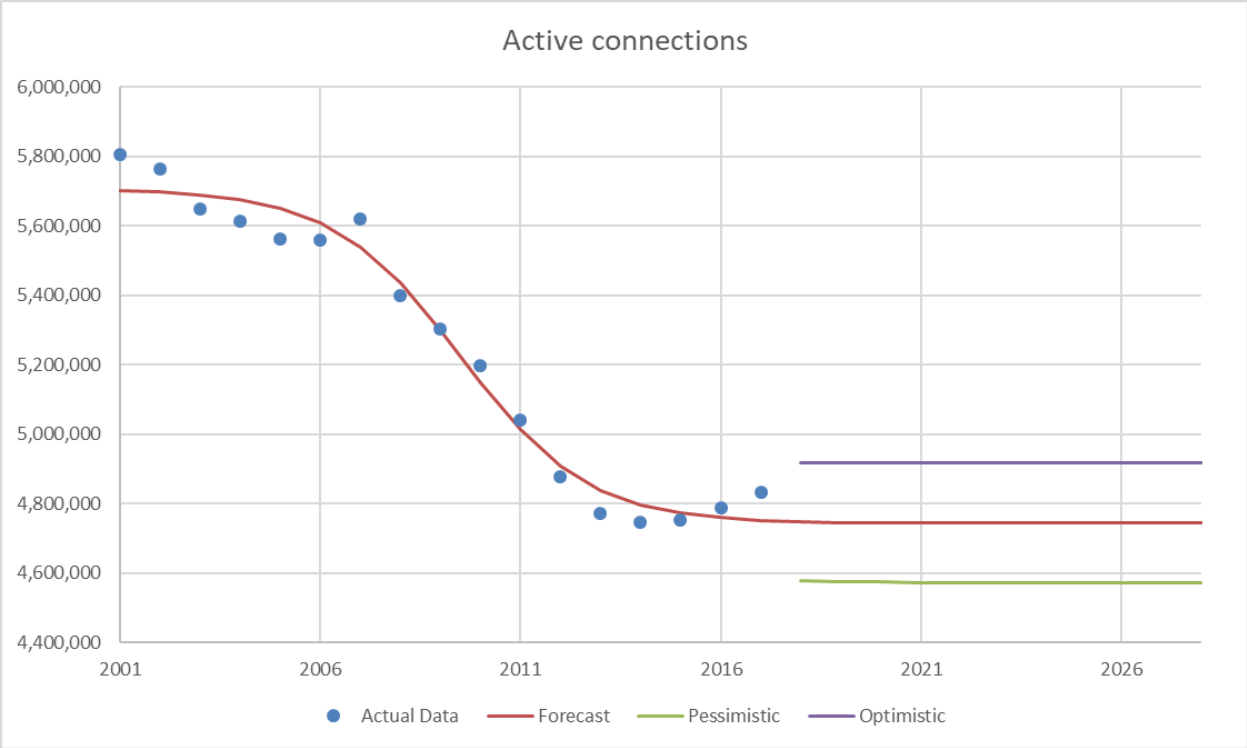
YearRef το έτος αναφοράς της χρονοσειράς και

alpha και beta συντελεστές που προσδιορίζουν τον ρυθμό υιοθέτησης των ενεργών γραμμών.

Πίνακας 8: Παράμετροι μοντέλου ζήτησης ενεργών συνδέσεων

Παράμετρος	Τιμή
YearRef	2000
S1	4.743.890
S2	5.705.690
alpha	9,48923
beta	1,59014

Στον προηγούμενο πίνακα (Πίνακας 8) παρουσιάζονται οι παράμετροι του μοντέλου ζήτησης ενεργών συνδέσεων και τα αποτελέσματα των συντελεστών. Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 6) Για τον προσδιορισμό του αισιόδοξου και απαισιόδοξου σεναρίου χρησιμοποιήθηκε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης ή 5% επίπεδο σημαντικότητας.



Σχήμα 6: Εξέλιξη ενεργών τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων

4.2.2 Μοντέλο ζήτησης συνολικών ευρυζωνικών συνδέσεων

Για την πρόβλεψη της ζήτησης του συνόλου των ευρυζωνικών γραμμών χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά μοντέλα ζήτησης όπως τα μοντέλα Bass, Gompertz, Logistic και Log-Logistic. Το μοντέλο που περιγράφει καλύτερα τα πραγματικά δεδομένα ζήτησης και επιλέχθηκε για την πρόβλεψη ήταν το μοντέλο Log-Logistic, που περιγράφεται από την παρακάτω σχέση:

$$Broadband(t) = S1 + (S2 - S1)/(1 + \exp\left(alpha * \ln\left(\frac{t - YearRef}{beta}\right)\right))$$

Όπου:

S1 είναι η τιμή κορεσμού,

S2 είναι η αρχική τιμή,

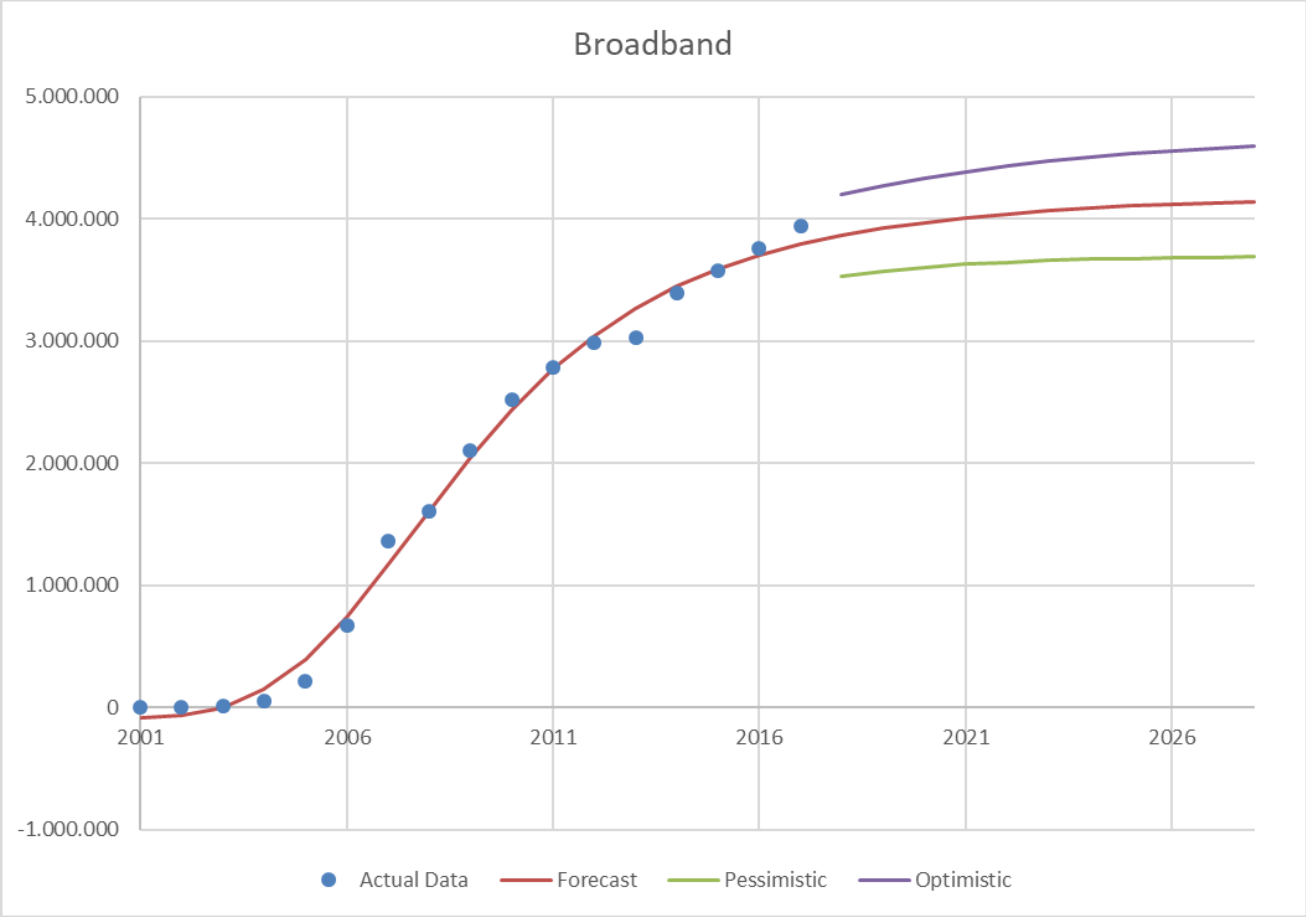
YearRef το έτος αναφοράς της χρονοσειράς και

alpha και beta συντελεστές που προσδιορίζουν τον ρυθμό υιοθέτησης των ευρυζωνικών συνδέσεων.

Οι παράμετροι συντελεστές παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 9) ενώ η πρόβλεψη στο Σχήμα 7, όπως επίσης και το αισιόδοξο και απαισιόδοξο σενάριο.

Πίνακας 9: Παράμετροι μοντέλου Log-Logistic για τις ευρυζωνικές συνδέσεις

Παράμετρος	Τιμή
YearRef	2000
S1	4.225.270
S2	-89.694,6
alpha	3,47903
beta	9,05772



Σχήμα 7: Πραγματικά δεδομένα και προβλέψεις για την εξέλιξη των ευρυζωνικών συνδέσεων

4.2.3 Μοντέλο ζήτησης VDSL συνδέσεων

Για τις συνδέσεις VDSL, το μοντέλο που περιγράφει καλύτερα τα πραγματικά δεδομένα ζήτησης είναι το λογιστικό μοντέλο, που περιγράφεται από την παρακάτω σχέση:

$$VDSLLines(t) = S1 + (S2 - S1)/(1 + \exp(\frac{(t - YearRef) - alpha}{beta}))$$

Όπου:

S1 είναι η τιμή κορεσμού,

S2 είναι η αρχική τιμή,

YearRef το έτος αναφοράς της χρονοσειράς και

alpha και beta συντελεστές που προσδιορίζουν τον ρυθμό υιοθέτησης των ενεργών γραμμών.

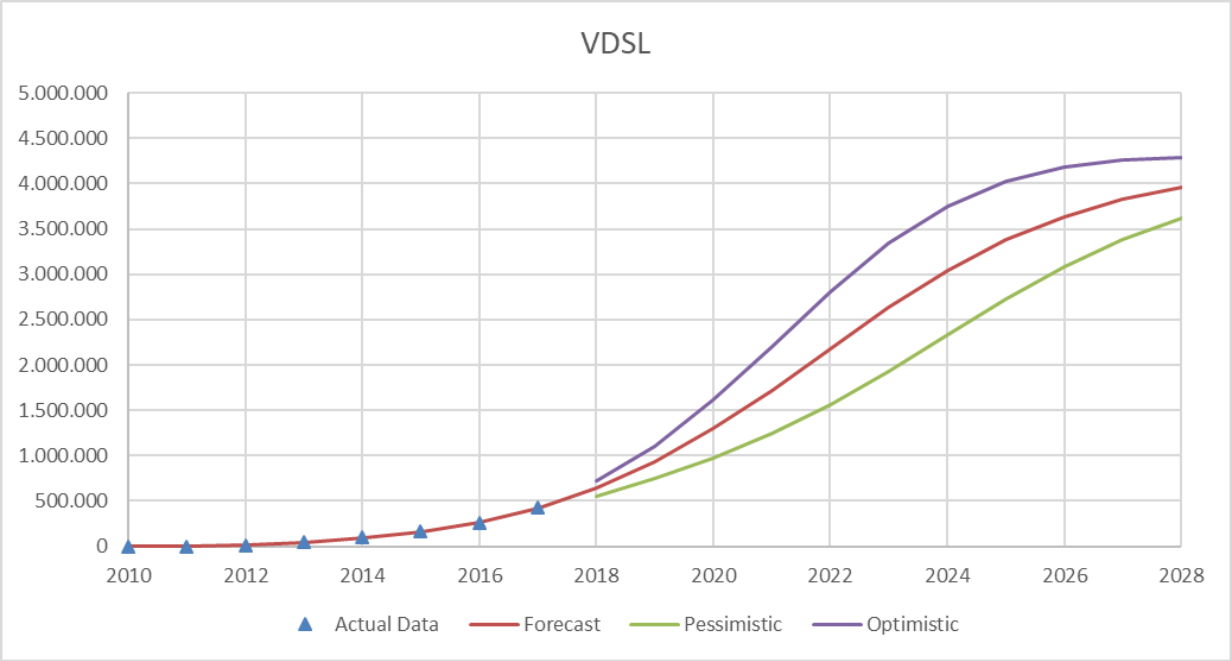
Καθώς τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για τις VDSL συνδέσεις είναι περιορισμένα, δεν είναι δυνατή η ορθή πρόβλεψη του σημείου κορεσμού καθώς δεν έχει προσεγγισθεί ακόμα το σημείο καμπής της ζήτησης που είναι ίσο με το 50%. Συνεπώς απαιτήθηκε η *ex ante* εκτίμηση του σημείου κορεσμού των VDSL συνδέσεων S1 το οποίο ταυτίσθηκε με το αντίστοιχο σημείο κορεσμού των συνολικών συνδέσεων ευρυζωνικότητας S1 (Πίνακας 9) .

Με τη χρήση των πραγματικών δεδομένων, υπολογίζονται οι υπόλοιπες παράμετροι του μοντέλου που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 10) .

Πίνακας 10: Παράμετροι μοντέλου ζήτησης VDSL συνδέσεων

Συντελεστές	VDSL
YearRef	2011
S1	4.225.270
S2	-50.711,6
alpha	10,7933
beta	2,29583

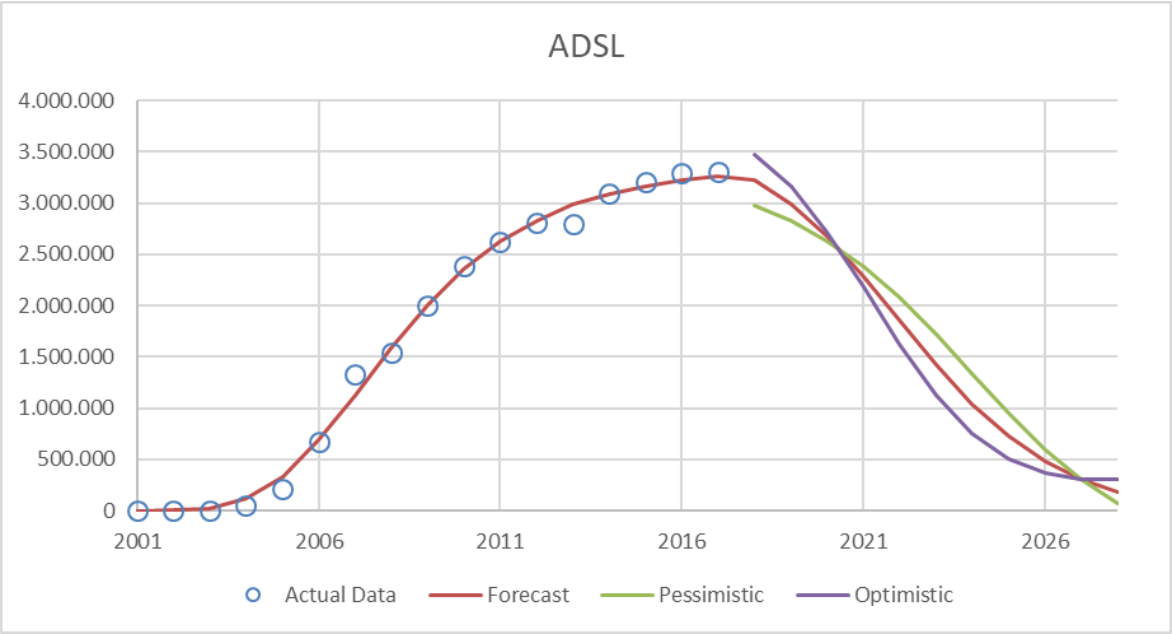
Όσον αφορά τις προβλέψεις της εξέλιξης των συνδέσεων VDSL παρουσιάζονται στο Σχήμα 8.



Σχήμα 8: VDSL πρόσβαση

4.2.4 Μοντέλο ζήτησης ADSL συνδέσεων

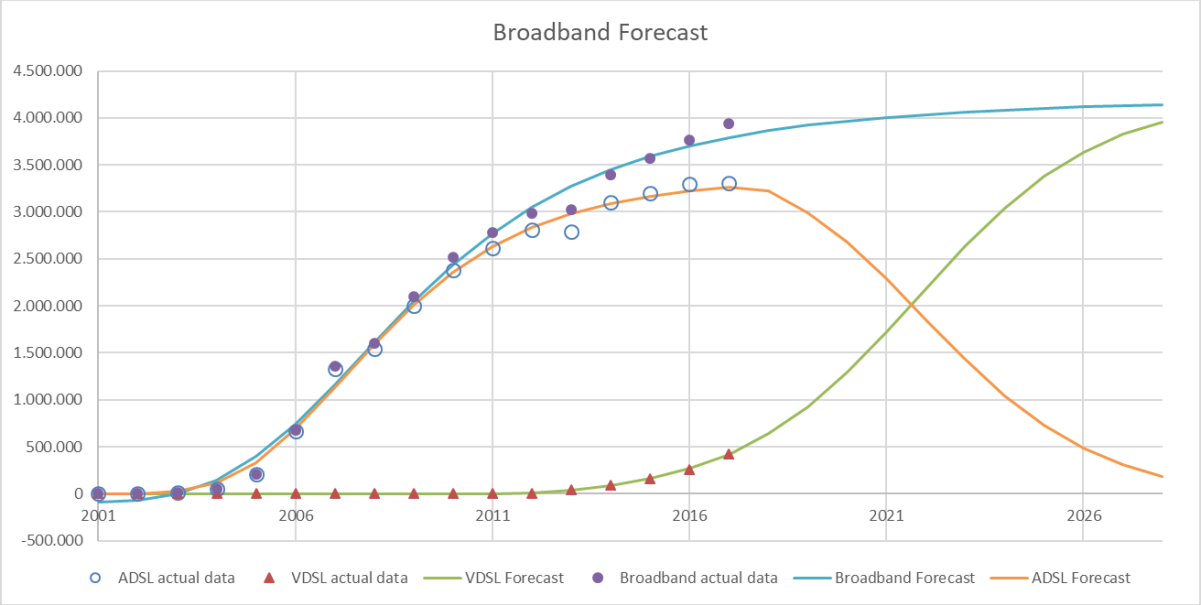
Όσον αφορά στην πρόβλεψη των υπηρεσιών που βασίζονται στο ADSL, αυτές υπολογίζονται εμμέσως μέσω της αφαίρεσης του αριθμού των συνδέσεων VDSL από το συνολικό αριθμό ευρυζωνικών συνδέσεων και παρουσιάζονται στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9: ADSL πρόσβαση

4.2.5 Συνολικές Προβλέψεις και Μοντέλο ζήτησης λοιπών ρυθμών/υπηρεσιών

Η συνολική εκτίμηση για τις βασικές τεχνολογίες που αφορούν το μοντέλο παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 10).



Σχήμα 10: Συνολικές εκτιμήσεις εξέλιξης της ζήτησης (βασικό σενάριο)

Για την πρόβλεψη της εξέλιξης της ζήτησης για τα διαφορετικά προϊόντα και υπηρεσίες που θα προσφέρονται από το δίκτυο NGA και την εκτίμηση του αριθμού των χρηστών κάθε υπηρεσίας, αξιοποιήθηκε η συνολική πρόβλεψη των συνδέσεων VDSL η οποία επιμερίζεται ανά ρυθμό και ανά έτος σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί. Οι βασικές παραδοχές επιμερισμού της ζήτησης σε υπηρεσίες βασίσθηκε στις παρακάτω παραδοχές:

- Οι συνδέσεις ADSL και VDSL 30 Mbps μειώνονται σε βάθος 6-7 χρόνων
- Το σύνολο των συνδέσεων ρυθμού ανώτερου των 300 Mbps υποστηρίζονται από τους κόμβους FTTH που ανέρχονται στο 20% των συνολικών κόμβων
- Οι ρυθμοί 50 και 100 Mbps αποτελούν τους βασικούς ρυθμούς εξυπηρέτησης οικιακών και επαγγελματικών χρηστών

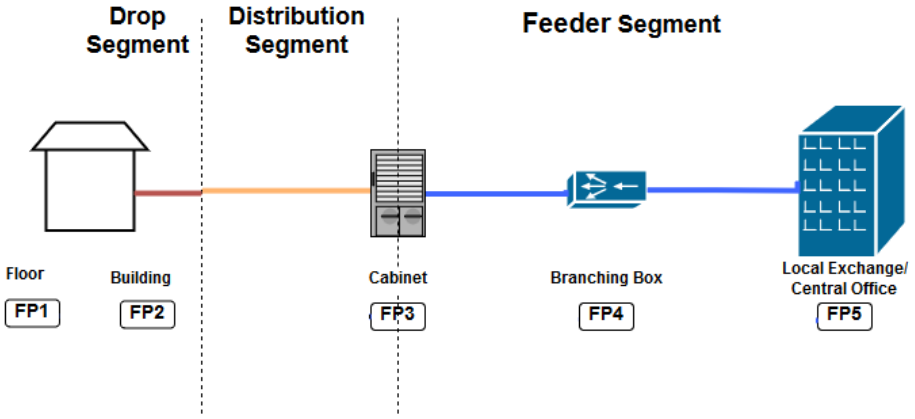
Πίνακας 11: Μερίδιο αγοράς υπηρεσίας επί του συνόλου των συνδέσεων

Μερίδιο αγοράς υπηρεσίας	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
Demand_1G	0.00%	0.30%	0.70%	1.20%	2.10%	3.10%	4.30%	5.80%	7.20%	8.10%
Demand_500	0.00%	0.50%	1.10%	1.80%	3.40%	4.50%	5.50%	7.00%	8.10%	9.00%
Demand_300	0.00%	0.50%	1.30%	2.50%	3.30%	4.10%	4.70%	5.30%	5.80%	6.00%
Demand_200	0.50%	0.80%	1.00%	1.60%	2.60%	3.70%	4.90%	6.90%	8.10%	9.00%
Demand_100	0.70%	2.50%	4.40%	8.10%	13.10%	22.80%	28.40%	34.50%	38.00%	42.90%
Demand_50	11.80%	19.50%	24.50%	36.10%	45.50%	50.50%	48.30%	39.00%	32.80%	25.00%
Demand_30	10.60%	11.40%	9.80%	7.30%	6.00%	4.50%	2.50%	1.00%	0.00%	0.00%
Demand_ADSL	76.40%	64.50%	57.20%	41.40%	24.00%	6.80%	1.40%	0.50%	0.00%	0.00%

5. Μοντέλο διαστασιοποίησης

Για την διαστασιοποίηση των δικτύων πρόσβασης που μοντελοποιούνται, χρησιμοποιήθηκε το γεωμετρικό μοντέλο δενδροειδούς δομής και πολλαπλών επιπέδων (flexibility points). Το μοντέλο διαστασιοποίησης εφαρμόζεται ανά αστικό κέντρο με εισόδους γεωγραφικά στοιχεία και στοιχεία χρήσης γης, τα οποία είναι το εμβαδό της συνολικής καλυπτόμενης περιοχής από το αστικό κέντρο (CO Area) και το εμβαδό της οικιστικής περιοχής (Residential Area). Τα εμβαδά προέκυψαν από γεωγραφική ανάλυση με χαρτογραφικά στοιχεία και τις συντεταγμένες των αστικών κέντρων, καμπινών και των διευθύνσεων των καλυπτόμενων κτιρίων σύμφωνα με τα στοιχεία που διαθέτει η ΕΕΤΤ. Επιπλέον, το μοντέλο δέχεται ως είσοδο το πλήθος των κατοικιών, το πλήθος των κτιρίων και τη μέση επιφάνεια των κτιρίων στην περιοχή που καλύπτει το αστικό κέντρο. Τα δεδομένα αυτά προέκυψαν από ανάλυση των στοιχείων απογραφής της ΕΛ.ΣΤΑΤ. του 2011, τα οποία αφορούν το πλήθος των κτιρίων που καλύπτονται ανά αστικό κέντρο.

Το μοντέλο διαστασιοποίησης παράγει ως έξοδο για κάθε αστικό κέντρο το μήκος των χαντακιών και το μήκος των καλωδίων ανά χωρητικότητα σε οπτικές ίνες και ζεύγη χαλκών ανά δίκτυο (δίκτυο FTTC, FTTH και χαλκού) και τμήματος δικτύου (Feeder, Distribution, Drop segment).



Σχήμα 11: Επίπεδα FPs (Flexibility Points) και τμήματα δικτύου (segments)

Επιπλέον, υπολογίζεται το ποσοστό κοινών χαντακιών (επαναχρησιμοποίησης) μεταξύ των τμημάτων (segments) του κάθε δικτύου (Internal Sharing), π.χ. FTTC feeder και FTTC distribution, και μεταξύ των δικτύων FTTC και FTTH (External Sharing) π.χ. FTTC feeder και FTTH feeder. Τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης αφορούν τμήματα δικτύων ίδιου τύπου, δηλαδή μόνο μεταξύ τμημάτων δικτύων NGA ή μόνο μεταξύ τμημάτων του δικτύου χαλκού. Η επαναχρησιμοποίηση μεταξύ των δικτύων NGA με το υφιστάμενο δίκτυο χαλκού αποτελεί παράμετρο εισόδου του κυρίως μοντέλου και οι αντίστοιχοι υπολογισμοί πραγματοποιούνται στο κυρίως μοντέλο, όπως εξηγήθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

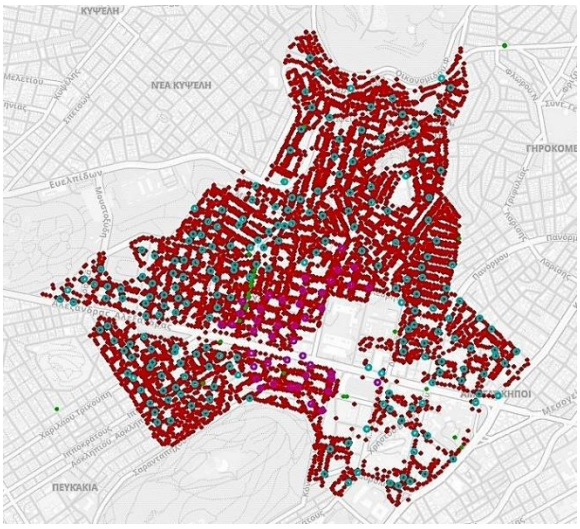
Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο διαστασιοποίησης δεν συμμετέχει στον υπολογισμό των Floor Box, ο οποίος πραγματοποιείται στο κυρίως μοντέλο.

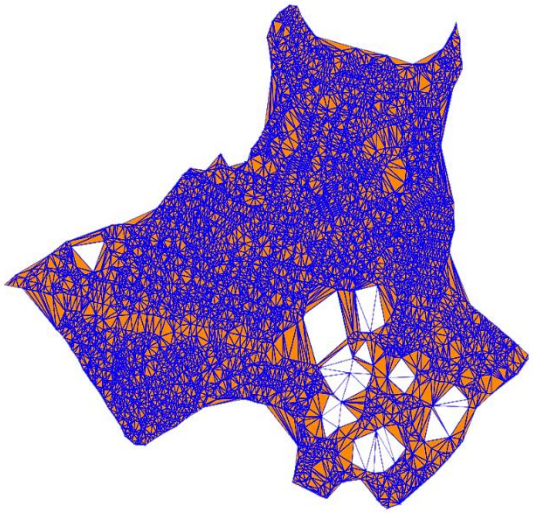
Επιπλέον, το μοντέλο διαστασιοποίησης δεν συμμετέχει σε υπολογισμούς που αφορούν τα δικτυακά στοιχεία του δικτύου κορμού. Ωστόσο, στο μοντέλο διαστασιοποίησης πραγματοποιούνται υπολογισμοί για την εκτίμηση της επαναχρησιμοποίησης των χαντακιών του δικτύου κορμού από το δίκτυο πρόσβασης.

5.1 Γεωγραφική ανάλυση

Για τον υπολογισμό του εμβαδού των περιοχών που καλύπτει το κάθε αστικό κέντρο χρησιμοποιήθηκαν αποτελέσματα από τρεις μεθοδολογίες, ανάλογα με το τμήμα του δικτύου (Feeder, Distribution, Drop segment) και τα διαθέσιμα δεδομένα ανά αστικό κέντρο.

Με τη πρώτη μέθοδο υπολογίστηκαν οι συντεταγμένες των διευθύνσεων των κτιρίων που καλύπτει κάθε καμπίνα ενός αστικού κέντρου σύμφωνα με τα στοιχεία που διαθέτει η ΕΕΤΤ. Η μετατροπή διευθύνσεων σε συντεταγμένες έγινε με την παράλληλη χρήση υπηρεσιών παροχής χαρτογραφικών δεδομένων (Nominatim API του OpenStreetMap και ArcGIS). Από τις συντεταγμένες υπολογίστηκε με Delaunay τριγωνοποίηση[7] το σχήμα οικιστικών περιοχών τεμαχισμένο σε τρίγωνα. Το εμβαδό της οικιστικής περιοχής, δηλαδή το εμβαδό που καταλαμβάνει το σύνολο των κτιρίων, υπολογίζεται ως το άθροισμα του εμβαδού των τριγώνων.





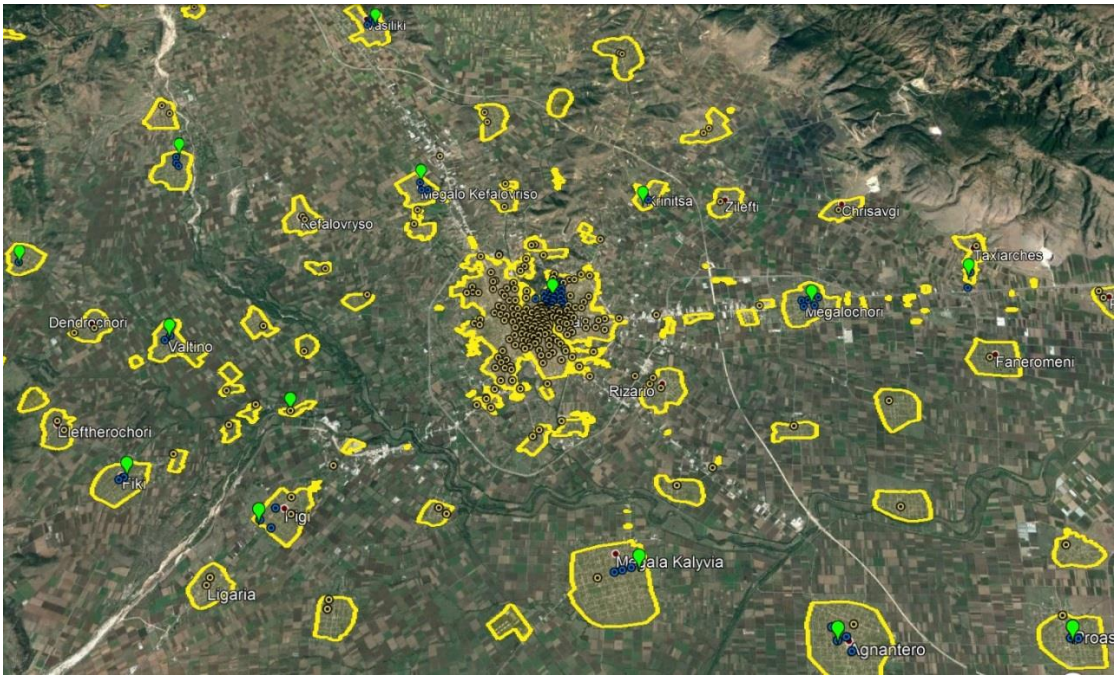
[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Delaunay_triangulation

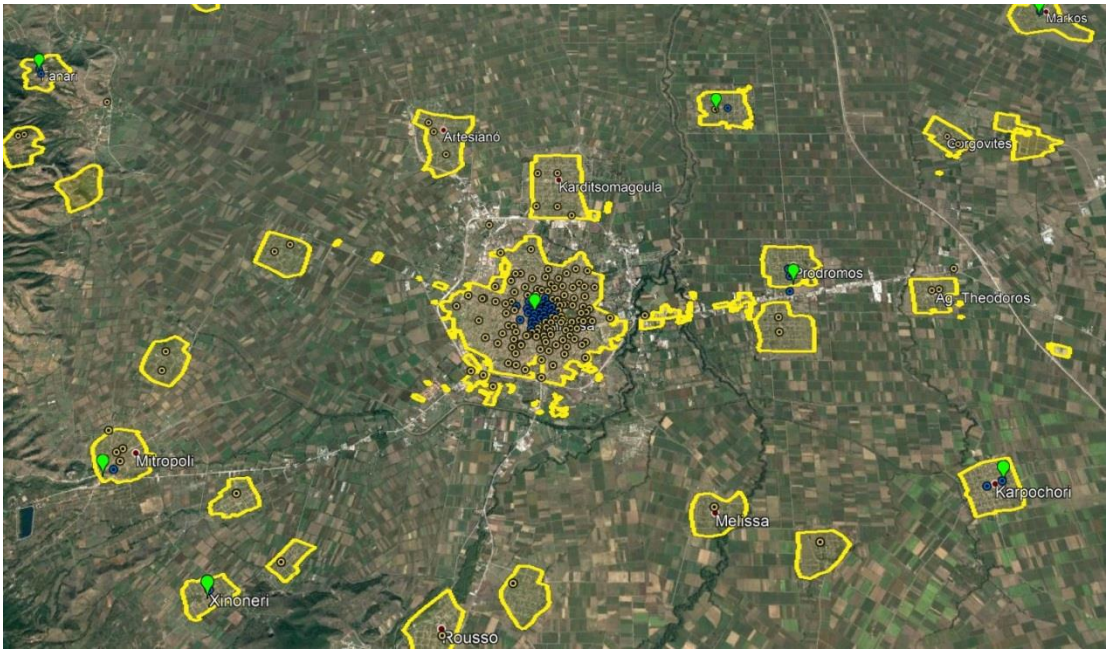
Σχήμα 12: ΑΚ Αμπελόκηποι συντεταγμένες κτιρίων και αντίστοιχη τριγωνοποίηση της περιοχής

Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιήθηκε στις περιπτώσεις μεγαλύτερων σφαλμάτων, λόγω μη εύρεσης αρκετών συντεταγμένων διευθύνσεων ή/και έλλειψης στοιχείων για τις διευθύνσεις των κτιρίων που καλύπτουν οι καμπίνες ειδικά στις ημιαστικές και αγροτικές περιοχές. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν τα περιγράμματα των οικιστικών, εμπορικών και βιομηχανικών περιοχών που είναι διαθέσιμα από την υπηρεσία OpenStreetMaps με συμπλήρωση ορισμένων εκ των περιγραμμάτων που λείπουν στις μεγάλες αστικές, ημιαστικές περιοχές και στις αγροτικές περιοχές. Το εμβαδό των περιγραμμάτων επιμερίστηκε στις καμπίνες που βρίσκονται εντός τους σύμφωνα τα στοιχεία που διατέθηκαν από την ΕΕΤΤ για τις συντεταγμένες των καμπινών και των αστικών κέντρων. Για τις καμπίνες που δεν δίνονται συντεταγμένες ή/και δεν βρίσκονται εντός κάποιου περιγράμματος, η οικιστική περιοχή που καλύπτουν υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των οικιστικών περιοχών των καμπινών του ίδιου αστικού κέντρου ή των οικιστικών περιοχών των καμπινών του ίδιου δήμου στον οποίο ανήκει η καμπίνα.

Επισημαίνεται ότι οι συντεταγμένες των καμπινών λαμβάνονται υπόψη μόνο για τον υπολογισμό του εμβαδού των περιοχών που καλύπτουν, ώστε να χρησιμοποιηθούν από το γεωμετρικό μοντέλο στο οποίο οι καμπίνες θα κατανεμηθούν ομοιόμορφα εντός της οικιστικής περιοχής.

Σχήμα 13: Κάλυψη Χώρας από το σύνολο των περιγραμμάτων οικιστικών περιοχών βάσει στοιχείων από OpenStreetMaps.

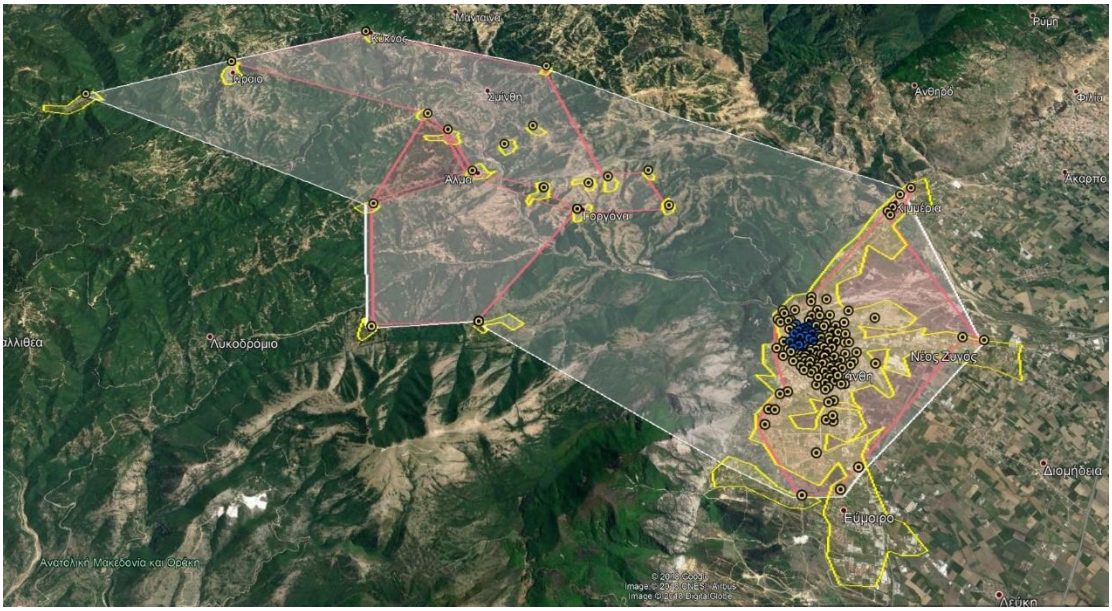




Σχήμα 14: ΑΚ και καμπίνες εντός των διαθέσιμων οικιστικών περιοχών.

Οι δύο προηγούμενες μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν από κοινού ως συμπληρωματικές για τον υπολογισμό του εμβαδού της οικιστικής περιοχής κάθε αστικού κέντρου, το οποίο θεωρείται ότι είναι το εμβαδό που καταλαμβάνουν τα κτίρια στο Distribution τμήμα του δικτύου πρόσβασης (καμπίνες έως τα κτίρια). Στις αστικές και πυκνές αστικές περιοχές το εμβαδό

αυτό συνήθως αποτελεί και το σύνολο της περιοχής που καλύπτει το αστικό κέντρο, άρα και το Feeder τμήμα του δικτύου. Ωστόσο, στις αγροτικές και ημιαστικές περιοχές η συνολική περιοχή που καλύπτει το αστικό κέντρο είναι συνήθως μεγαλύτερη της οικιστικής περιοχής λόγω μεγάλης επιφάνειας που δεν χρησιμοποιείται για οικιστικούς σκοπούς (χωράφια, λόφοι, βουνά, δάση κ.α.). Με αυτό το δεδομένο, χρησιμοποιήθηκε μια επιπλέον μέθοδος υπολογισμού περιοχών όπου τοποθετήθηκαν οι καμπίνες και το αντίστοιχο αστικό κέντρο στο χάρτη σύμφωνα με τις συντεταγμένες τους και υπολογίστηκαν με Delaunay τριγωνοποίηση το εμβαδό που καλύπτουν όλες οι καμπίνες και το εμβαδό που καλύπτουν οι καμπίνες με όριο απόστασης μεταξύ τους ίσο με τη μέση απόσταση των καμπινών από το αντίστοιχο αστικό κέντρο. Έτσι υπολογίζεται το συνολικό μέγεθος της περιοχής που καλύπτει το αστικό κέντρο και μέγεθος της περιοχής που καλύπτουν ομάδες καμπινών (cabinet clusters). Στις περιοχές όπου αυτά τα εμβαδά υπολογίζονται μικρότερα από την επιφάνεια της οικιστικής περιοχής, κυρίως σε πυκνές αστικές και αστικές περιοχές, τα εμβαδά αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη και λαμβάνεται υπόψη το εμβαδό των οικιστικών περιοχών.

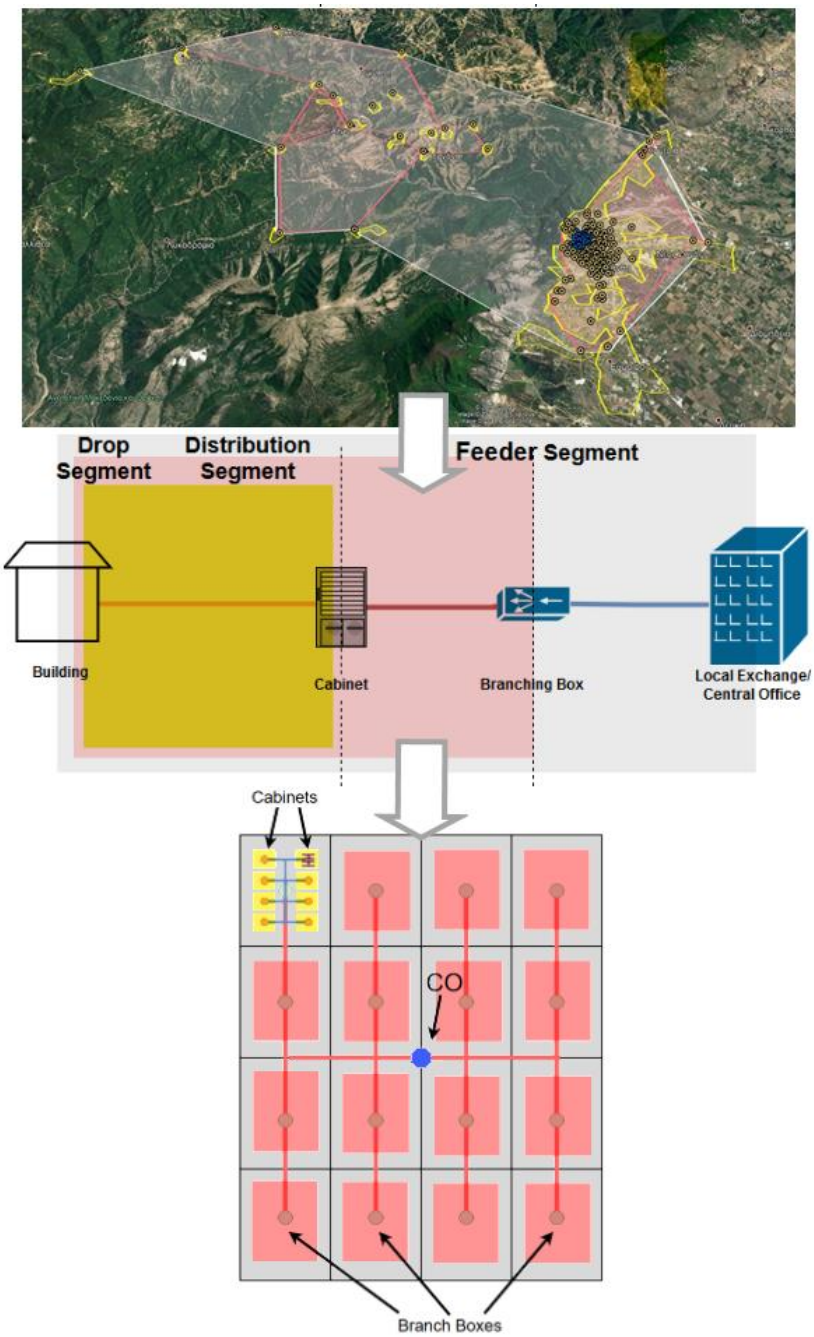


Σχήμα 15: Παράδειγμα υλοποίησης μεθόδου διαφορετικού εμβαδού ανά τμήμα δικτύου.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε για να ληφθεί υπόψη η διαφορά οικιστικής πυκνότητας της περιοχής που καλύπτει το Feeder τμήμα του δικτύου ενός αστικού κέντρου (αστικό κέντρο έως τις καμπίνες). Το Feeder τμήμα είναι συνήθως αραιό σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές, σε σχέση με την οικιστική πυκνότητα της περιοχής που καλύπτει το Distribution τμήμα του δικτύου (καμπίνα έως τα κτίρια).

Τα παραπάνω εμβαδά (συνολική περιοχή, περιοχή ομάδων καμπινών και οικιστική) χρησιμοποιούνται από το μοντέλο διαστασιοποίησης ως ισοδύναμες περιοχές παραλληλόγραμμου σχήματος. Το αστικό κέντρο τοποθετείται στο

κέντρο της ισοδύναμης συνολικής περιοχής (Total Area), ενώ τα κτίρια και οι καμπίνες τοποθετούνται ομοιόμορφα στην έκταση της ισοδύναμης οικιστικής περιοχής (Distribution Area) που καλύπτει το αστικό κέντρο. Τα σημεία συγκέντρωσης καλωδίων (Branch Boxes) από τις καμπίνες τοποθετούνται σε μια ισοδύναμη περιοχή (Feeder Area) που υπολογίζεται συναρτήσει του εμβαδού των εκτάσεων που περικλείουν οι συντεταγμένες ομάδων καμπινών (cabinet clusters) και του εμβαδού της οικιστικής περιοχής.



Σχήμα 16: Μεθοδολογία απεικόνισης γεωγραφικών δεδομένων στο γεωμετρικό μοντέλο ανά τμήμα δικτύου.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι οι καμπίνες και τα κτίρια τοποθετούνται ομοιόμορφα στην έκταση της οικιστικής περιοχής που καλύπτει το αστικό κέντρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι καμπίνες ενός αστικού κέντρου να εξυπηρετούν το ίδιο πλήθος κτιρίων και κατοικιών.

Για τον υπολογισμό των κτιρίων και των κατοικιών που καλύπτει το κάθε αστικό κέντρο χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της απογραφής της ΕΛ.ΣΑΤ του 2011[89]. Από τα στοιχεία κτιρίων ανά χρήση (κατοικίες, ξενοδοχεία, σχολεία, καταστήματα, γραφεία κτλ.) και του συνόλου κατοικιών ανά δήμο (καλλικρατικό) προέκυψε ο μέσος όρος κατοικιών ανά κτίριο ανά δήμο. Τα κτίρια με αποκλειστική χρήση ως γραφεία, καταστήματα, εργοστάσια και λοιπές υπηρεσίες (μη κατοικίες) έχουν θεωρηθεί ότι καταλαμβάνουν πλήρως ένα κτίριο και θεωρείται ότι χρησιμοποιούν μια γραμμή και συμπεριλαμβάνονται στο πλήθος κατοικιών ως μία κατοικία. Επιπλέον, για τον υπολογισμό από τα κτίρια αφαιρέθηκαν τα κτίρια «άλλης» χρήσης (486.417 από σύνολο 4.105.637) για τα οποία δεν είναι διαθέσιμες επιπλέον πληροφορίες. Ο υπολογισμός συνοψίζεται στον παρακάτω τύπο που εφαρμόστηκε για κάθε δήμο της χώρας.

$$\boldsymbol{Κατοικίες/Κτίριο = \frac{Μη\ Κατοικίες + Κατοικίες}{Συνολο\ Κτιρίων - Κτίρια\ άλλης\ Χρησης}}$$

Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε η μέση επιφάνεια κτιρίου ανά δήμο χρησιμοποιώντας τους πίνακες κατοικιών κατά επιφάνεια ($μ^2$) και κτιρίων κατά πλήθος ορόφων, από όπου προέκυψαν η μέση επιφάνεια κατοικίας ανά δήμο και το μέσο πλήθος ορόφων κτιρίου ανά δήμο. Από αυτά υπολογίστηκε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο η μέση επιφάνεια κτιρίου ανά δήμο ως η μέση επιφάνεια ορόφου του κτιρίου.

$$\boldsymbol{Επιφάνεια/Κτίριο = Επιφάνεια/Όροφο = \frac{Κατοικίες/Κτίριο * Επιφάνεια/Κατοικία}{Όροφοι/Κτίριο}}$$

Τα παραπάνω εμβαδά, κτίρια και επιφάνειες κτιρίων αντιστοιχίζονται στα αστικά κέντρα ανάλογα με τους δήμους και το πλήθος των καμπινών ανά δήμο που έχει το κάθε αστικό κέντρο. Έτσι προκύπτει το πλήθος κτιρίων, κατοικιών, και η μέση επιφάνεια κτιρίου ανά αστικό κέντρο.

[8] http://www.statistics.gr/census-buildings-2011 , πίνακες 1, 2 και 4
[9] http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM05/2011 , πίνακας B17

Επισημαίνεται ότι χρησιμοποιήθηκαν για το πλήθος κτιρίων μόνο στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ και όχι στοιχεία για το πλήθος κτιρίων για ορισμένα (διακόσια πενήντα τρία) αστικά κέντρα από τις απαντήσεις του ΟΤΕ. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΤΕ με τον όρο κτίρια γίνεται αναφορά σε διακριτές διευθύνσεις και όχι διαφορετικά κτίσματα όπως στα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. Επομένως, η καταμέτρηση του πλήθους κτιρίων σύμφωνα με τη μέθοδο της ΕΛ.ΣΤΑΤ κρίνεται ότι οδηγεί σε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα για τον υπολογισμό των οδεύσεων. Επίσης, η ταυτόχρονη χρήση ορισμένων στοιχείων (πλήθους κτιρίων) που προκύπτουν με διαφορετικές μεθόδους καταγραφής πιθανόν να επηρέαζε αρνητικά τη συνέπεια του συνόλου των στοιχείων της γεωγραφικής ανάλυσης.

Το τελικό μέγεθος της οικιστικής περιοχής που χρησιμοποιεί το μοντέλο για το Distribution τμήμα υπολογίζεται κατά 80% από την μέση επιφάνεια κτιρίου επί του συνόλου των κτιρίων και κατά 20% από τα εμβαδά οικιστικής περιοχής που προέκυψαν από τις δύο πρώτες μεθόδους υπολογισμού επιφανειών. Σκοπός της παραπάνω ποσόστωσης είναι να ληφθεί υπόψη η πυκνότητα κτισμάτων στις οικιστικές περιοχές. Τα ποσοστά προκύπτουν από δειγματοληπτικές δοκιμές και αποτελέσματα με εργαλεία γεωγραφικών μοντέλων GIS σε συγκεκριμένα αστικά κέντρα. Επιπλέον, το Drop τμήμα υπολογίζεται ως ένα μέσο μήκος ανά κτίριο, το οποίο είναι ένα (1) μέτρο για αστικές (Urban) και πυκνές αστικές περιοχές (Dense Urban), τρία (3) μέτρα για ημιαστικές (Suburban) και εννέα (9) μέτρα για αγροτικές (Rural). Οι τιμές αυτές λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι οι οδεύσεις του τμήματος Distribution στο γεωμετρικό μοντέλο, υπολογίζονται διατρέχοντας μπροστά από κάθε κτίριο.

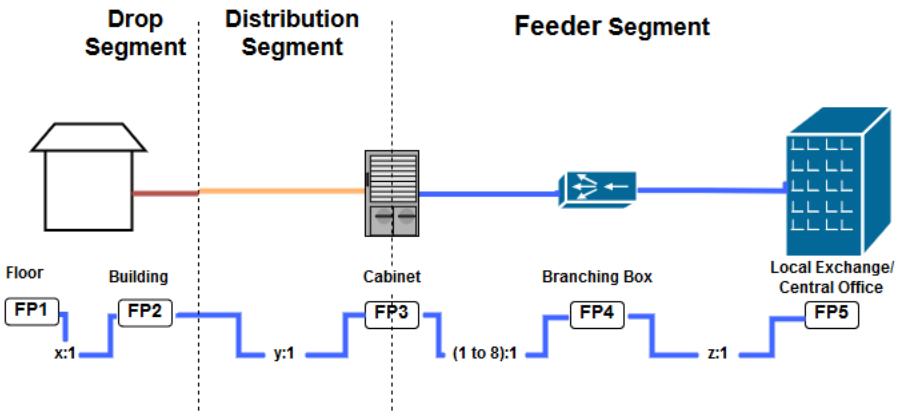
Αν και οι οδεύσεις του Distribution τμήματος διέρχονται μπροστά από όλα τα κτίρια, το Drop τμήμα προστίθεται μόνο στα κτίρια τα οποία έχουν ενεργούς συνδρομητές. Τα κτίρια με ενεργούς συνδρομητές υπολογίζονται από τα συνολικά κτίρια σύμφωνα με την αναλογία μεταξύ ενεργών συνδρομητών προς το σύνολο των κατοικιών ανά αστικό κέντρο. Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιήθηκε διότι δεν είναι γνωστό πόσα και ποια ακριβώς είναι η θέση των κτιρίων που δεν διαθέτουν ενεργούς συνδρομητές.

Τέλος, η προσαρμογή (calibration) των παραμέτρων του μοντέλου που αφορούν το εμβαδό βασίστηκε σε δείγμα αποτελεσμάτων GIS για τριάντα τέσσερα (34) αστικά κέντρα για το Distribution και Drop τμήμα και σε δείγμα χιλίων εννιακοσίων τριανταπέντε (1935) αστικών κέντρων για το Feeder τμήμα. Η προσαρμογή του Feeder τμήματος είχε ως αποτέλεσμα πολλαπλασιαστές ανά αστικό κέντρο για τα αστικά κέντρα του δείγματος και πολλαπλασιαστές επί του εμβαδού ανά τύπο αστικότητας (geotype) για τα αστικά κέντρα εκτός δείγματος GIS, ώστε τα αποτελέσματα του γεωμετρικού

μοντέλου να ταυτίζονται με τα αποτελέσματα GIS του δείγματος με ακρίβεια +-1%. Τα αποτελέσματα GIS υπολογίστηκαν με χρήση της εφαρμογής ανοιχτού κώδικα QGIS με υπολογισμό των οδεύσεων με αλγόριθμο Steiner Tree[10].

5.2 Γεωμετρικό μοντέλο

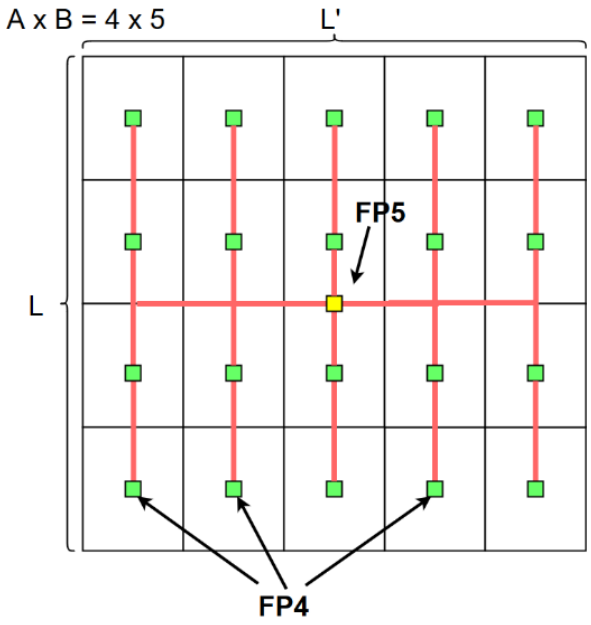
Στο γεωμετρικό μοντέλο το δίκτυο έχει δενδροειδή δομή και αποτελείται από επίπεδα με flexibility points (FP), όπου κάθε FP αντιστοιχεί σε κάποιο στοιχείο του δικτύου. Στη συγκεκριμένη υλοποίηση έχουν χρησιμοποιηθεί τα FP5, FP4, FP3, FP2 που αντιστοιχούν στο αστικό κέντρο (Central Office), στα σημεία συγκέντρωσης καλωδίων των καμπινών (Branch Boxes), στις καμπίνες (Cabinets) και στα κτίρια (Buildings) (Σχήμα 17). Επομένως, το Feeder τμήμα του δικτύου αποτελείται από τα επίπεδα FP5 (σύνδεση ενός FP5 με τα FP4) και FP4 (σύνδεση ενός FP4 με τα FP3), ενώ το Distribution τμήμα αποτελείται από το επίπεδο FP3 (σύνδεση ενός FP3 με τα FP2). Το Drop τμήμα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, υπολογίζεται ως ένα μέσο μήκος σκαψίματος ανά κτίριο που καλύπτει το αστικό κέντρο.



Σχήμα 17: Δομή δικτύου σε επίπεδα από FP

Σε κάθε ένα από τα τρία επίπεδα (FP5, FP4 και FP3) το αντίστοιχο FP τοποθετείται στο κέντρο της περιοχής που καλύπτει και συνδέεται με τοπολογία αστέρα-πλέγματος (star-mesh) με τα FPs χαμηλότερου επιπέδου, τα οποία έχουν τοποθετηθεί ομοιόμορφα στο επίπεδο, δηλαδή καλύπτουν ίσου μεγέθους υπο-περιοχές και έχουν τοποθετηθεί στο αντίστοιχο κέντρο της υπο-περιοχής. Στην τοπολογία star-mesh που χρησιμοποιούμε, σκάβεται ανά περιοχή μια κύρια όδευση και κάθετα σε αυτή δευτερεύουσες οδεύσεις.

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Steiner_tree_problem



Σχήμα 18: Γεωμετρικό μοντέλο Επίπεδά FP4-FP5

Το κάθε επίπεδο και οι υπο-περιοχές του έχουν σχήμα παραλληλόγραμμου με διαστάσεις που προκύπτουν από το εμβαδό της περιοχής που καλύπτει το αντίστοιχο FP (π.χ. αστικό κέντρο), το εμβαδό της περιοχής που καλύπτουν τα FPs χαμηλότερου επιπέδου (π.χ. καμπίνες) και το πλήθος των FPs σε κάθε πλευρά του επιπέδου (π.χ. 2x3 ή 4x4 ή άλλο).

Το μήκος των χαντακιών σε κάθε επίπεδο υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$\boldsymbol{T = L \cdot B \cdot \frac{(A-1)}{A} + L' \cdot \frac{(B-1)}{B}}$$

Όπου, *T* το μήκος των χαντακιών,

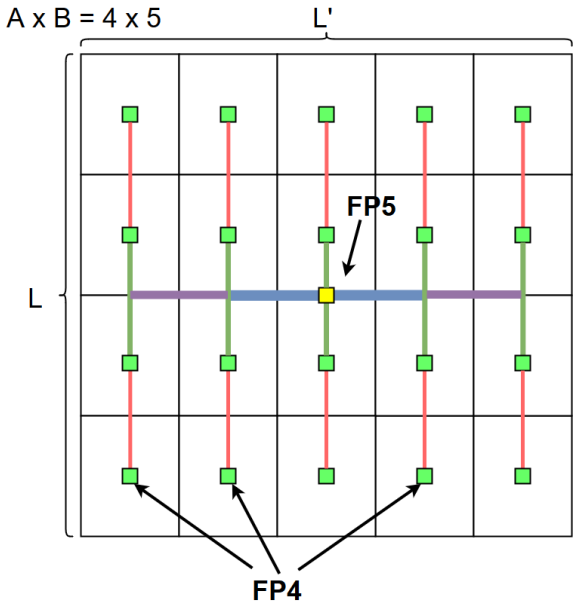
L και *L'* τα μήκη των πλευρών του επιπέδου και αντίστοιχα

A και *B* το πλήθος των FPs χαμηλότερου επιπέδου σε κάθε πλευρά του επιπέδου.

Τα *A* και *B* για κάθε FP υπολογίζονται βάσει του μέσου πλήθους κτιρίων ανά καμπίνα (FP2 ανά FP3), του μέσου πλήθους καμπινών (μέγιστο 8) ανά Branch Box (FP3 ανά FP4) και του συνολικού πλήθους των Branch Boxes που έχει το αστικό κέντρο (FP4 ανά FP5).

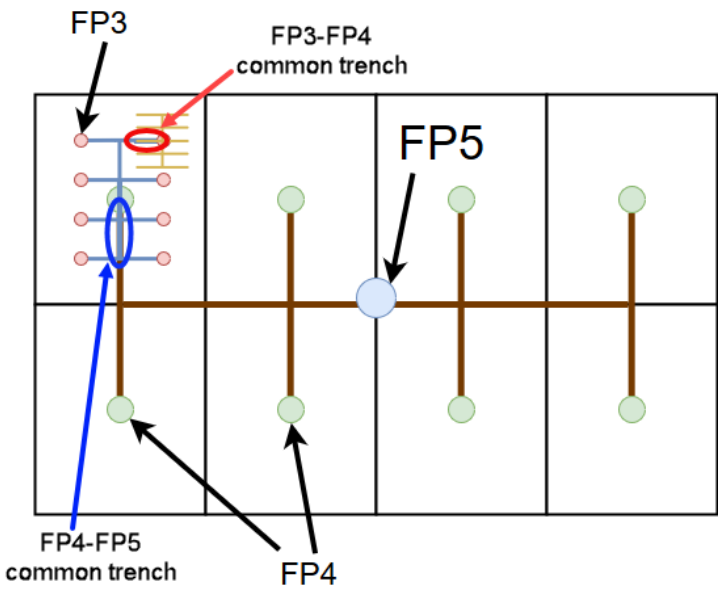
Για τον υπολογισμό των καλωδίων σε κάθε χαντάκι υπάρχει μόνο ένα καλώδιο εάν η χωρητικότητα του καλωδίου είναι αρκετή, ή πολλαπλάσια αυτού εάν η χωρητικότητα του δεν επαρκεί. Επομένως, για τον υπολογισμό

του μήκους των καλωδίων, χρησιμοποιείται κώδικας VBA (Visual Basic for Applications) του MS Excel, ο οποίος δεδομένων των *L*, *L'*, *A*, *B*, της χωρητικότητας του καλωδίου (σε οπτικές ίνες ή ζεύγη χαλκού) και των οπτικών ινών ή ζευγών χαλκού που καταλήγουν σε κάθε FP μικρότερου (επόμενου) επιπέδου δημιουργεί δισδιάστατο πίνακα στο μέγεθος του επιπέδου (*A*x*B*), τον οποίο διατρέχει και υπολογίζει το μήκος που απαιτείται για τη συγκεκριμένη χωρητικότητα καλωδίου. Ο υπολογισμός αυτός επαναλαμβάνεται ανά επίπεδο για κάθε είδος καλωδίου που διαθέτουμε στη λίστα των δομικών στοιχείων του μοντέλου.



Σχήμα 19: Απεικόνιση του γεωμετρικό μοντέλου για το επίπεδο FP4-FP5 με διαφορετικό χρώμα οδεύσεων ανάλογα με τη χωρητικότητα του καλωδίου.

Τέλος, γίνεται υπολογισμός με κώδικα VBA του κοινού μέρους οδεύσεων (επαναχρησιμοποίησης χαντακιών) μεταξύ των επιπέδων FP5, FP4 και FP3, ώστε να υπολογιστεί το κοινό μέρος μεταξύ του Feeder και του Distribution τμήματος του δικτύου (Internal Sharing). Ο υπολογισμός γίνεται με αλγόριθμο όμοιο με τη μέθοδο υπολογισμού καλωδίων διατρέχοντας τον πίνακα του κάθε επιπέδου και υπολογίζοντας τα κοινά χαντάκια μεταξύ των επιπέδων.



Σχήμα 20: Γεωμετρικό μοντέλο Επίπεδά FP4-FP5 Common Trench

Από τα αποτελέσματα του αλγορίθμου, τα μήκη του κάθε τμήματος του δικτύου προκύπτουν ως εξής:

$$\boldsymbol{TotalFeeder_{Trench} = FP5_{Trench} + FP4_{Trench} - FP5FP4_{commonTrench}}$$

$$\boldsymbol{TotalDistribution_{Trench} = FP3_{Trench}}$$

$$\boldsymbol{FeederDistribution_{commonTrench} = FP3FP4_{commonTrench} + FP3FP5_{commonTrench}}$$

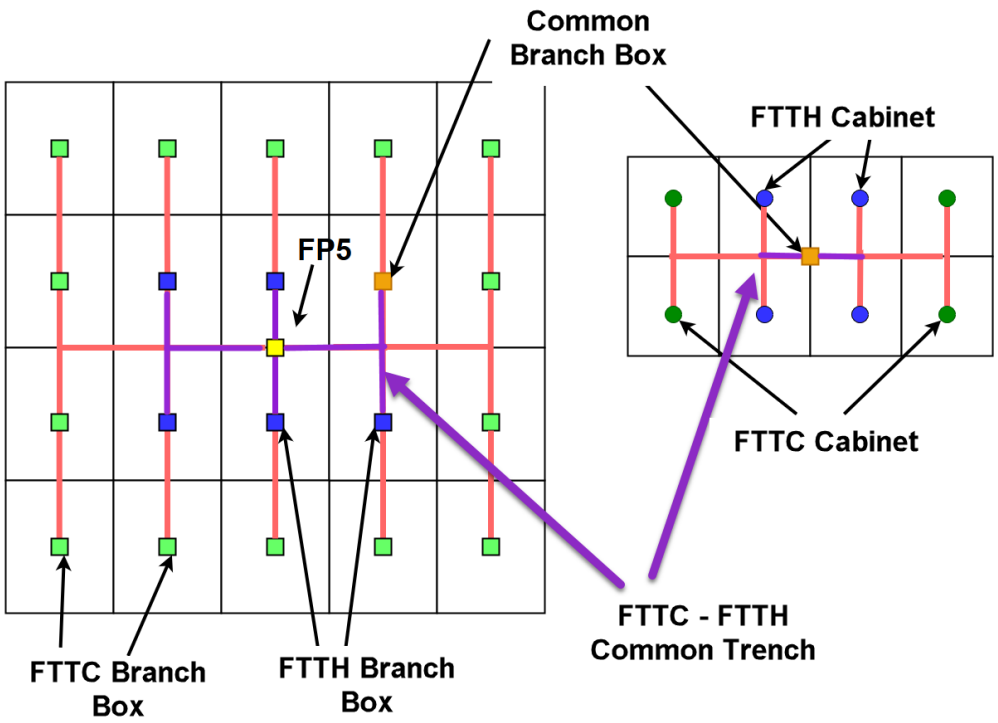
$$\boldsymbol{Distribution_{Trench} = FP3_{Trench} - FeederDistribution_{commonTrench}}$$

όπου «$TotalFeeder_{Trench}$» είναι το συνολικό μήκος όδευσης έχοντας αφαιρέσει τα κοινά μέρη μεταξύ FP5 και FP4, «$TotalDistribution_{Trench}$» είναι η συνολική όδευση στο Distribution τμήμα συμπεριλαμβανομένων του κοινού μέρους με το Feeder τμήμα ($FeederDistribution_{commonTrench}$) και «$Distribution_{Trench}$» είναι η τελική όδευση στο Distribution τμήμα μετά την αφαίρεση του κοινού μέρους με το Feeder τμήμα. Η διαφορά μεταξύ TotalDistribution και Distribution όδευσης έγκειται στο γεγονός ότι το μέγεθος των χαντακιών του Distribution έχουν μέγεθος που διαφέρει από το μέγεθος των χαντακιών του Feeder, τα οποία είναι μεγαλύτερα. Επομένως, τα κοινά με το Feeder χαντάκια αφαιρούνται από το συνολικό Distribution, διότι θεωρούνται μεγέθους Feeder. Τέλος, γίνεται η παραδοχή ότι το Drop τμήμα δεν έχει κοινά χαντάκια με τα άλλα δύο τμήματα του δικτύου.

Οι παραπάνω υπολογισμοί επαναχρησιμοποίησης χαντακιών αφορούν τις παρακάτω περιπτώσεις:

- Μεταξύ Feeder δικτύου χαλκού και Distribution δικτύου χαλκού
- Μεταξύ Feeder δικτύου FTTH και Distribution δικτύου FTTH

Μεταξύ Feeder δικτύου FTTC και Feeder δικτύου FTTH ο υπολογισμός των κοινών οδεύσεων γίνεται με αλγόριθμο όμοιας μεθοδολογίας (διατρέχοντας πίνακα ίδιων διαστάσεων με το FP επίπεδο) και υπολογίζεται ως το άθροισμα της κοινής όδευσης από το αστικό κέντρο μέχρι τα Branch Boxes (FTTC και FTTH) στο επίπεδο FP5 και της κοινής όδευσης προς τις καμπίνες εντός του επιπέδου FP4 που αφορά το κοινό Branch Box, εάν αυτό υπάρχει.



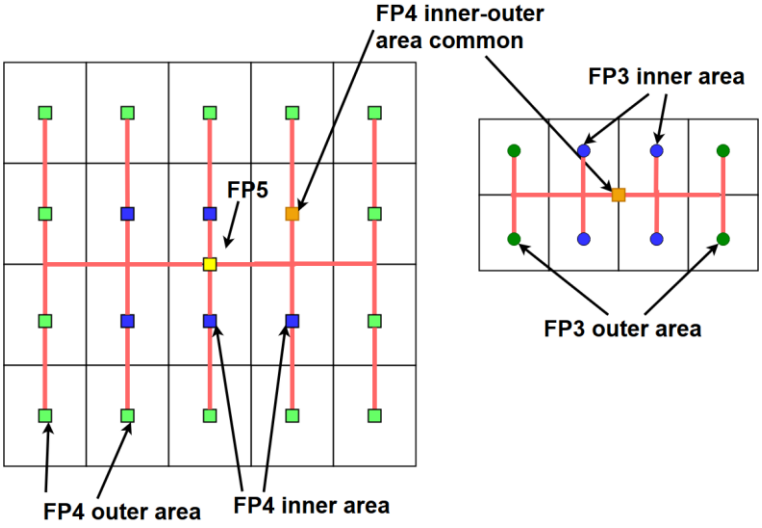
Σχήμα 21: Επαναχρησιμοποίηση μεταξύ FTTC και FTTH δικτύου.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, δεν υπολογίζεται η επαναχρησιμοποίηση μεταξύ των δικτύων NGA με το δίκτυο χαλκού καθώς αυτό αποτελεί παράμετρο του κυρίως μοντέλου στο οποίο γίνονται οι σχετικοί υπολογισμού.

5.3 Διαστασιοποίηση δικτύων NGA

Η διαστασιοποίηση των δικτύων NGA γίνεται υπολογίζοντας τις οδεύσεις συμπεριλαμβανομένων όλων των καμπινών και διαχωρίζοντας τα δικτυακά στοιχεία, δηλαδή Branch Boxes και καμπίνες, εντός και εκτός της περιοχής των 550 μέτρων (Inner Area). Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΕΤΤ για το πλήθος των καμπινών που είναι εντός ή εκτός των 550 μέτρων καλωδιακής απόστασης. Στη συνέχεια αφαιρούνται οι καμπίνες που εξαιρούνται από τη μοντελοποίηση, όπως οι επιδοτούμενες και

τα αντίστοιχα Branch Boxes ώστε να υπολογιστούν οι οδεύσεις και τα μήκη καλωδίων για τις υπόλοιπες καμπίνες που είναι FTTC ή FTTH τεχνολογίας. Στο σενάριο υπολογισμού του δικτύου χαλκού οι επιδοτούμενες καμπίνες, συμμετέχουν στον υπολογισμό σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν.



Σχήμα 22: Γεωμετρικό μοντέλο με διαχωρισμό των δικτυακών στοιχείων σε εντός και εκτός 550 μέτρων (Inner – Outer)

Για τον χαρακτηρισμό της καλωδιακής απόστασης των καμπινών των αντίστοιχων Branch Boxes (μικρότερη ή μεγαλύτερη των 550μ.), θεωρείται ότι τα δικτυακά στοιχεία που ανήκουν στην περιοχή εντός των 550 μέτρων απέχουν τη μικρότερη καλωδιακά απόσταση από το κέντρο του επιπέδου, δηλαδή αν σύμφωνα με τα πραγματικά στοιχεία N καμπίνες είναι εντός των 550 μέτρων, στο γεωμετρικό μοντέλο γίνεται η παραδοχή ότι οι N πιο κοντινές καμπίνες στο αστικό κέντρο είναι αυτές που αντιστοιχούν στην περιοχή εντός των 550μ. Ομοίως για τα αντίστοιχα Branch Boxes. Για παράδειγμα, αν από τις 160 καμπίνες οι 48 είναι εντός των 550 μέτρων θεωρούνται ότι τα 6 πιο κοντινά (σ.σ. μέγιστα 8 καμπίνες ανά Branch Box) στο αστικό κέντρο από τα 20 Branch Box του αστικού κέντρου είναι εντός των 550 μέτρων και περιέχουν καμπίνες εντός των 550 μέτρων. Στην περίπτωση κοινού Branch Box, που περιέχει δηλαδή καμπίνες εντός και εκτός των 550 μέτρων (π.χ. 44 καμπίνες εντός 550 μέτρων από το σύνολο των 160, σύμφωνα με τα πραγματικά στοιχεία), οι πιο κοντινές καλωδιακά καμπίνες στο Branch Box θεωρούνται καμπίνες εντός των 550 μέτρων. Με αυτό τον τρόπο διαχωρίζονται οι δύο περιοχές σύμφωνα με την καλωδιακή απόσταση των 550 μέτρων τόσο ως προς τις καμπίνες όσο και προς τα Branch Boxes, ώστε να καθοριστεί αν η όδευση που καταλήγει σε κάθε δικτυακό στοιχείο ανήκει στο δίκτυο FTTC ή στο δίκτυο FTTH.

Όσον αφορά τις καμπίνες εκτός των 550 μέτρων που έχουν ανατεθεί ως FTTH, θεωρείται ότι αυτές είναι οι πιο κοντινές στο αστικό κέντρο στη περιοχή εκτός των 550 μέτρων, δεδομένου ότι η επέκταση του FTTH δικτύου όσο το δυνατόν πιο κοντά στο αστικό κέντρο οδηγεί σε πιο αποδοτικό δίκτυο FTTH από πλευράς μηκών καλωδίων και όδευσης. Επιπλέον, για την αφαίρεση επιδοτούμενων καμπινών, θεωρείται ότι ο αποδοτικός πάροχος δεν υλοποιεί και συνεπώς επιδοτείται για τις πιο απομακρυσμένες καμπίνες εντός των 550 μέτρων και τις πιο απομακρυσμένες εκτός των 550 μέτρων. Αντίστοιχη θεώρηση γίνεται για τα Branch Boxes εφόσον αυτά δεν συνδέονται με καμία καμπίνα (η οποία δεν αφαιρείται).

Τέλος για το δίκτυο FTTH, σύμφωνα και με τα στοιχεία των παρόχων εφαρμόζονται δύο σημεία splitting ratio, στην καμπίνα και στο BEP του κτιρίου. Τα σημεία αυτά έχουν splitting ratio 1/4 και 1/8 ή αντίστοιχα 1/8 και 1/4 ανάλογα με το πλήθος των κατοικιών ανά κτήριο. Για παράδειγμα αν το κτίριο έχει παραπάνω από τέσσερεις κατοικίες τότε εφαρμόζεται 1/4 στην καμπίνα και 1/8 στο BEP. Το συνολικό splitting ratio είναι σε κάθε περίπτωση 1/32.

5.4 Διαστασιοποίηση δικτύου χαλκού

Για τη διαστασιοποίηση του δικτύου χαλκού, γίνεται αντικατάσταση των καλωδίων οπτικών ινών και με καλώδια χαλκού διατηρώντας ίδιο το συνολικό μήκος των οδεύσεων, όπως υπολογίστηκε για τα δίκτυα FTTH και FTTC. Ωστόσο, το πλήθος ζευγών χαλκού στο Feeder τμήμα του δικτύου ισούται με το πλήθος των ζευγών χαλκού στο Distribution τμήμα του δικτύου σε αντίθεση με τα δίκτυα NGA που μία οπτική ίνα του Feeder αντιστοιχεί σε περισσότερους χρήστες (Splitting Ratio) στο Distribution τμήμα. Επομένως, τα καλώδια του χαλκού που χρησιμοποιούνται έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα (σε ζεύγη χαλκού) από τα καλώδια οπτικών ινών που χρησιμοποιούνται για το NGA και δεν γίνεται άμεση αντιστοίχιση με αυτά, αλλά επανυπολογισμός των καλωδίων σύμφωνα με τις νέες αυξημένες χωρητικότητες πάνω στις ίδιες οδεύσεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα καλώδια του χαλκού στο feeder τμήμα του δικτύου διαστασιοποιούνται ανάλογα με τις ενεργές συνδέσεις κι όχι με αναλογία 1:1 με το σύνολο των ζευγών χαλκού που είναι διαθέσιμα στο Distribution τμήμα. Η ελάχιστη αναλογία των ζευγών χαλκού του Feeder με του Distribution είναι κατ' ελάχιστο 2:3 σε περιπτώσεις πολύ μικρού πλήθους ενεργών συνδέσεων.

Τόσο στο δίκτυο χαλκού όσο και στα δίκτυα NGA, σε κάθε κατοικία τερματίζει ένα καλώδιο ζεύγους χαλκού ή ζεύγους οπτικών ινών αντίστοιχα.

5.5 Οπτικά καλώδια

Η οπτική καλωδίωση στο μοντέλο FTTH περιλαμβάνει διάφορους τύπους οπτικών καλωδίων με διαφορετικό αριθμό ζευγών ινών, ανάλογα με το τμήμα του δικτύου που χρησιμοποιείται. Τα μεγαλύτερα καλώδια κατά μέσο όρο (μεγάλος αριθμός ζευγών) χρησιμοποιούνται στο κύριο δίκτυο (Feeder). Τα καλώδια συγκεντρώνονται σε μεγαλύτερα στα σημεία ευελιξίας (FP), όπως φαίνεται στα ανωτέρω σχήματα.

Στο κυρίως δίκτυο (Feeder) χρησιμοποιούνται οπτικά καλώδια με 96 (8x12) έως 768 (8x96) ζεύγη οπτικών ινών. Στο δίκτυο διανομής (Distribution) χρησιμοποιούνται οπτικά καλώδια από 1 ζεύγος και πάνω. Αυτά τα μεγέθη καλωδίων συμμορφώνονται με τους τύπους που υπάρχουν στους εμπορικούς καταλόγους. Τα καλώδια οπτικών ινών είναι υπερδιαστασιολογημένα (δηλ. ένας αριθμός ινών δεν θα χρησιμοποιηθεί τη στιγμή της εγκατάστασης). Οι πλεονάζουσες οπτικές ίνες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για λόγους συντήρησης ή για να καλύψουν τη μελλοντική ζήτηση χωρίς να χρειάζεται να αναπτυχθούν νέα καλώδια αλλά και για παροχή χονδρικής (dark fiber). Στο σημείο ευελιξίας FP2 τα καλώδια διανομής διαχωρίζονται στα ζεύγη των χρηστών (ακραίο δίκτυο - Drop). Τα καλώδια αυτά είναι τύπου άμεσης ταφής κυρίως 2 ή 4 ζευγών. Τα οπτικά καλώδια θεωρείται ότι τοποθετούνται σε σωλήνες (τυπικής διαμέτρου 40mm - Φ40) και ότι ομαδοποιούνται με τη βοήθεια μικροσωληνώσεων. Έτσι επιτρέπεται μελλοντικά η προσθήκη κι άλλων καλωδίων και η παροχή σχετικών υπηρεσιών χονδρικής (microduct).

Όταν τα οπτικά καλώδια αντικαθίστανται από καλώδια χαλκού, στο κυρίως δίκτυο, ανάλογα με τη χωρητικότητα, χρησιμοποιούνται καλώδια των 100, 200, 300, 400, 500 και 1000 ζευγών. Στο τμήμα διανομής και στο ακραίο καλώδια χρησιμοποιούνται καλώδια από 4 ζεύγη και άνω. Στην περίπτωση που το δίκτυο διανομής είναι εναέριο, χρησιμοποιούνται αυτοστήρικτα καλώδια κυρίως των 20 ζευγών και στο ακραίο δίκτυο καλώδια κυρίως των 2 ή 4 ζευγών. Σε κάθε περίπτωση για τα μεγέθη καλωδίων λαμβάνονται υπόψη οι τύποι που υπάρχουν στους εμπορικούς καταλόγους.

6. Κοστολόγηση

6.1 CAPEX κόστη

Η επιλογή κάθε μοναδιαίου κόστους για κάθε στοιχείο δικτυακού εξοπλισμού στο μοντέλο βασίζεται σε μια διαδικασία συνεκτίμησης των δεδομένων των παρόχων παράλληλα με τα δεδομένα από τις πηγές του Αναδόχου οι οποίες προκύπτουν από στοιχεία από τον ιδιωτικό τομέα, καθώς και από αντίστοιχα μοντέλα και reports του εξωτερικού. Για κάθε μοναδιαίο κόστος των παρόχων, εάν αυτό αναφέρεται σε προηγούμενο του αρχικού έτους μοντελοποίησης, γίνεται αναγωγή στο αρχικό έτος υλοποίησης λαμβάνοντας υπόψιν πληθωρισμό (πηγή: IMF) καθώς και το αντίστοιχο Cost trend για την κατηγορία που εμπίπτει το κάθε δικτυακό στοιχείο.

Τα Cost Trends έχουν προκύψει μέσω Benchmarking ενώ για τις περιπτώσεις ρεύματος και καλωδίων χαλκού χρησιμοποιούνται στοιχεία από την Eurostat και την Παγκόσμια Τράπεζα αντίστοιχα.

Τα CAPEX Overheads υπολογίζονται ως 28.9%[11] επί της συνολικής επένδυσης του δικτύου και στη συνέχεια αντιμετωπίζονται όπως κάθε άλλο στοιχείο του δικτύου. Τα CAPEX Overheads συμπεριλαμβάνουν τις κατηγορίες Other Common Costs, Direct Other Costs, Indirect Access Costs και Indirect Other Costs. Καθώς υπολογίζεται ως ποσοστό και για την αποφυγή υπολογιστικών σφαλμάτων (dependencies) και ασυνέπεια μοντελοποίησης στην εφαρμογή του λογιστικού φύλλου, αποδίδεται κόστος 0€ στα Overheads στο οποίο στη συνέχεια προστίθεται το 28.9% της επένδυσης, δίνοντας μας το επιθυμητό ποσό. Έχοντας μοντελοποιηθεί ως ξεχωριστό στοιχείο δικτύου στην συνέχεια αποσβένεται όπως και όλα τα υπόλοιπα.

Όσον αφορά τα Access Common Costs και Other Common Costs θεωρούνται μέρος των Overheads και για αυτό τον λόγο έχουν μηδενιστεί όμως έχουν παραμείνει ως παραμετροποιήσιμα στοιχεία του δικτύου που δεν συμμετέχουν στο κόστος.

Όσον αφορά τον χρόνο ζωής των στοιχείων ο προσδιορισμός τους γίνεται με τον ίδιο τρόπο που προσδιορίζονται οι μοναδιαίες αξίες κτήσης (δηλ συνυπολογίζοντας τα δεδομένα των παρόχων και τις πηγές του Αναδόχου).

[11] Όπως έχει αναφερθεί στην ενότητα 3.3, το ποσοστό που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των γενικών εξόδων (Overheads) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας παράλληλα τα δεδομένα των παρόχων από το ερωτηματολόγιο καθώς και με συγκριτική αξιολόγηση (benchmarking) άλλων BU-LRIC+ μοντέλων

6.2 OPEX κόστη

Η επιλογή του μοναδιαίου κόστους στο μοντέλο για κάθε δικτυακό στοιχείο γίνεται με όμοιο τρόπο όπως και στον υπολογισμό του μοναδιαίου Capex. Σε περίπτωση όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για κάποιο δικτυακό στοιχείο τότε το λειτουργικό κόστος (OPEX) που αφορά αυτό το δικτυακό στοιχείο προκύπτει ως παραμετροποιήσιμο ποσοστό επί της αξίας κτήσης αυτού. Το ποσοστό που χρησιμοποιείται είναι το 5%, το οποίο αποτελεί μια συνήθης τιμή σε Bottom-Up μοντελοποιήσεις για τον υπολογισμό μοναδιαίου λειτουργικού κόστους ενώ για ορισμένα παθητικά στοιχεία του δικτύου πρόσβασης χρησιμοποιείται ποσοστό 4%. Σημειώνεται ότι η μεθοδολογική προσέγγιση αυτή παρακάμπτεται για στοιχεία δικτύου που δεν περιλαμβάνονται διακριτά στο μοντέλο (overheads) ή για τα οποία η μέθοδος αυτή κρίνεται ότι δεν καλύπτει τις απαιτήσεις της μοντελοποίησης. Παραδείγματος χάριν τα λειτουργικά κόστη των μπαταριών αναφέρονται σε πιθανές βλάβες και χρησιμοποιείται το προαναφερθέν ποσοστό, ενώ η κατανάλωση ρεύματος υπολογίζεται ως ξεχωριστό δικτυακό στοιχείο χωρίς CAPEX αλλά με δικό του μοναδιαίο OPEX.

Όσον αφορά τα Overheads, Access Common Costs και Other Common Costs ισχύει ότι ακριβώς αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο σχετικά με το CAPEX.

6.3 Κοινά κόστη

Η μοντελοποίηση του κοινού κόστους πραγματοποιείται με βάση τα στοιχεία των παρόχων και επιμερίζεται στις υπηρεσίες του δικτύου. Ειδικότερα, κοινά κόστη αναγνωρίζονται ως ξεχωριστά δικτυακά στοιχεία όπως φαίνεται και στην λίστα στοιχείων του μοντέλου Common και Miscellaneous. Δεν υπάρχει κάποια διαφορά στον τρόπο αντιμετώπισης των δύο αυτών κατηγοριών. Όπως περιγράφηκε ανωτέρω, τα Overheads αποτελούν κοινό κόστος το οποίο υπολογίζεται ως ποσοστό επί της επένδυσης σε CAPEX και OPEX επίπεδο. Ακόμα ως κοινά κόστη λογίζονται στοιχεία όπως Πληροφορικά Συστήματα, Σχεδιασμός Δικτύου και άλλα.

Ο τρόπος που αυτά επιμερίζονται στις διάφορες υπηρεσίες προκύπτει από την χρήση των Routing Factors. Στο σενάριο του NGA δικτύου, έχουμε δύο παράλληλα δίκτυα FTTC και FTTH και ως εκ τούτου οι συνδρομητές τους επιμερίζονται τα κόστη που τους αναλογούν. Στους συνδρομητές του FTTC δικτύου αποδίδεται ποσοστό που προκύπτει από τον λόγο των συνδρομητών FTTC προς τους συνολικούς συνδρομητές του NGA δικτύου. Φυσικά το υπόλοιπο μέρος αποδίδεται στους συνδρομητές του FTTH.

6.4 Αποσβέσεις

Ο υπολογισμός της απόσβεσης των παγίων περιουσιακών στοιχείων γίνεται βάσει της tilted annuity μεθόδου. Η εν λόγω μέθοδος βασίζεται στην flat

annuity, αλλά λαμβάνει υπόψη τις μελλοντικές τάσεις σχετικά με την τιμή των πάγιων περιουσιακών στοιχείων (cost trends of assets) όπως αναφέρθηκε ανωτέρω. Επιπλέον για τα πάγια που αφορούν τα επαναχρησιμοποιήσιμα τεχνικά έργα υποδομής χρησιμοποιούνται στοιχεία από το μητρώο παγίων του κυρίαρχου παρόχου όπου υπολογίζεται το ποσοστό της αναπόσβεστης αξίας. Αυτά στην συνέχεια αποσβένονται όπως και τα υπόλοιπα στοιχεία του δικτύου.

6.5 Κοστολόγηση εφάπαξ τελών υπηρεσιών

Για τον υπολογισμό των εφάπαξ τελών για τις υπηρεσίες των αγορών 3α και 3β (όπως πχ τέλη σύνδεσης) χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που συμπληρώθηκαν από τους τρεις Παρόχους (COSMOTE, VODAFONE, WIND) που απάντησαν και στα σχετικά ερωτηματολόγια.

Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι υπολογισμού του κόστους των υπηρεσιών.

Για την παροχή των υπηρεσιών απαιτούνται οι ακόλουθες εργασίες:

- Χρήση Πληροφοριακού Συστήματος – 1
- Συντονισμός ενεργειών/εργασιών/συνεργείων – 2
- Μελέτες – 3
- Μετάβαση Τεχνικού – 4
- Υλοποίηση Τεχνικών Εργασιών – 5
- Μετρήσεις Ποιότητας – 6
- Διάφορες Διαχειριστικές εργασίες – 7
- Λοιπές Εργασίες – 8

Για κάθε εργασία χρησιμοποιείται ο τύπος

$$Λεπτά_Απασχόλησης_i * €_ανά_Λεπτό_Απασχόλησης_i$$

Όπου $i = \{1, 2, \dots, 8\}$ για την κάθε επιμέρους εργασία ανωτέρω.

Μέθοδος Υπολογισμού 1

Η πρώτη μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί **τον μέσο όρο από τις υπολογισμένες τελικές τιμές κόστους της κάθε υπηρεσίας του κάθε Παρόχου.**

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_1: AVERAGE(Cosmote_Value; Vodafone_Value; Wind_Value)

Ο τύπος υπολογισμού για την τιμή κόστους ανά υπηρεσία για τον κάθε Πάροχο είναι:

$$\sum_{i=1}^{8} Λεπτά_Απασχόλησης_i * €_ανά\ _Λεπτά_Απασχόλησης_i + €_Υλικά$$

Η δεύτερος μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί όλες τις πιθανές ενέργειες που δηλώθηκαν από τουλάχιστον έναν Πάροχο. Στην περίπτωση που υπάρχουν δεδομένα από περισσότερο περισσότερους του ενός Παρόχου, χρησιμοποιείται **ο αντίστοιχος μέσο όρος των δηλωθέντων από τους Παρόχους τόσο για τους χρόνους εργασιών όσο και για το κόστος εργασιών**. Ακολούθως υπολογίζουμε την τιμή κόστους ανά υπηρεσία μέσω του τύπου υπολογισμού που ακολουθεί.

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_2:

$$\sum_{i=1}^{8} AVERAGE(Λεπτά_Απασχόλησης_i) * AVERAGE(€_ανά\ _Λεπτά_Απασχόλησης_i) + €_Υλικά$$

Όπου AVERAGE ο μέσος όρος και των τριών παρόχων για την εκάστοτε εργασία

Η τρίτη μέθοδος υπολογισμού χρησιμοποιεί, όπως και η δεύτερη μέθοδος υπολογισμού, όλες τις πιθανές ενέργειες που δηλώθηκαν από τουλάχιστον έναν Πάροχο. Στην περίπτωση που υπάρχουν δεδομένα από περισσότερους του ενός Παρόχου, χρησιμοποιείται ο αντίστοιχος **μέσος όρος** των δηλωθέντων από τους Παρόχους **για τους χρόνους εργασιών** και **η μικρότερη τιμή των δηλωθέντων για το κόστος εργασιών**. Ακολούθως υπολογίζουμε την τιμή κόστους ανά υπηρεσία μέσω του ανωτέρου τύπου υπολογισμού που ακολουθεί.

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_3:

$$\sum_{i=1}^{8} AVERAGE(Λεπτά_Απασχόλησης_i) * MIN(€_ανά_Λεπτά_Απασχόλησης_i) + €_Υλικά$$

Όπου AVERAGE ο μέσος όρος και των τριών παρόχων και MIN η ελάχιστη τιμή εκ των τριών παρόχων

Οι ανωτέρω μεθοδολογίες αφορούν όλα τα εφάπαξ κόστη των αγορών 3α και 3β. Κατά το διάστημα της συλλογής στοιχείων από τους παρόχους δεν κατέστη δυνατόν να δοθούν στοιχεία για την αγορά 3β από τους παρόχους. Στο πλαίσιο αυτό, κάποιες τιμές υπηρεσιών, για τις οποίες δεν δόθηκαν

δεδομένα από τους παρόχους, έχουν υπολογιστεί κατ' αναλογία με αντίστοιχες υπηρεσίες έχοντας χρησιμοποιήσει εκτιμήσεις για Ανθρωποπροσπάθεια και κόστος με βάσει την βέλτιστη μεθοδολογία υλοποίησης για κάθε προσφερόμενη υπηρεσίας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των τριών μεθοδολογιών, **για κάθε κατηγορία ενέργειας καταλήγουμε σε μια προτεινόμενη τιμή κόστους ανθρωποώρας** λαμβάνοντας υπόψη το είδος εργασίας και τα προφίλ των εργαζομένων που τις εκτελούν. Σε σχέση με τον χρόνο Ανθρωποπροσπάθειας της κάθε επιμέρους κατηγορίας εργασιών για κάθε υπηρεσία, **χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τιμών των αντίστοιχων προτάσεων των Παρόχων αλλά έγιναν και προσαρμογές για περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές**, λαμβάνοντας υπόψη και τα υφιστάμενα μοντέλα υπολογισμού του κόστους των υπηρεσιών αυτών.

Για κάθε υπολογισμό κόστους υπηρεσίας έχει χρησιμοποιηθεί ένα overhead ποσοστό που καλύπτει τα κοινά κόστη που πρέπει να προστεθούν πάνω στην υπολογιζόμενη τιμή της κάθε υπηρεσίας για όλες τις μεθόδους, σύμφωνα με τα δηλωθέντα δεδομένα του κάθε Παρόχου. Το overhead ποσοστό διαφέρει ανάλογα τις υπηρεσίες καθώς σε κάποιες υπηρεσίες θεωρείται ότι δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα είδη common costs . Έχουν χρησιμοποιηθεί 2 κατηγορίες ποσοστών: α) 35% για τις περιπτώσεις υπηρεσιών που υπολογίζεται το σύνολο των common costs και β) 22% για τις περιπτώσεις υπηρεσιών που υπολογίζεται μέρος των common costs. Τα ποσοστά αυτά βασίζονται στα ελεγμένα στοιχεία του ΕΚΟΣ του ΟΤΕ και αφορούν λοιπές λειτουργικές δαπάνες (αναλώσιμα υλικά, έξοδα διοίκησης, έξοδα μεταφορικών μέσων & εργαλείων ή οργάνων κλπ) ως ποσοστό επί των δαπανών μισθοδοσίας.