

Κείμενο τεκμηρίωσης

Του κοστολογικού μοντέλου NGA Bottom-up μοντέλου LRIC+ με βάση το τρέχον κόστος

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2. ΑΡΧΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	8
2.1 Μερίδιο Αγοράς	11
2.2 Υπηρεσίες.....	12
2.2.1 Υπηρεσίες τύπου VULA/FTTC ή VLU/FTTC ή VPU light/FTTC.....	13
2.2.2 Υπηρεσίες τύπου VLU/FTTH ή VPU/FTTH.....	15
2.2.3 Υπηρεσίες Ολοκληρωμένης Κεντρικής Σύνδεσης Ο.Κ.ΣΥ. / Ο.Κ.ΣΥ.Α. / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ	17
2.2.4 Υπηρεσίες Συνεγκατάστασης και συναφών ευκολιών	19
2.2.5 Υπηρεσίες χονδρικής πρόσβασης σε παθητική φυσική υποδομή	20
2.2.6 Υπηρεσίες μισθωμένων γραμμών L2 WAP.....	22
2.2.7 Υπηρεσίες Χαλκού - Υπηρεσίες Α.ΡΥ.Σ./V-A.ΡΥ.Σ	23
2.2.8 Υπηρεσίες πρόσβασης Floor Box.....	23
2.3 Κοστολόγηση Υπηρεσιών Χαλκού	24
3. ΔΟΜΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	26
3.1 Γενική αρχιτεκτονική μοντέλου	26
3.2 Στοιχεία Αστικών Κέντρων και αντίστοιχων γεωγραφικών περιοχών	26
3.3 Παράμετροι Μοντέλου.....	29
3.4 Υλοποιούμενο Σενάριο Δικτύου	31
3.4.1 Σενάριο 1: Υλοποίηση δικτύου NGA.....	31
3.4.2 Σενάριο 2: Υλοποίηση δικτύου χαλκού με αντικατάσταση οπτικών στοιχείων με στοιχεία χαλκού	33
3.5 Επαναχρησιμοποίηση τεχνικών έργων υποδομής	35
3.6 Υπολογισμός συνολικών οδεύσεων και καλωδίων	36
3.7 Μοντελοποίηση εξοπλισμού καμπινών.....	38

3.8	Μοντελοποίηση εξοπλισμού ΑΚ.....	41
3.9	Επιμερισμός κόστους Δικτύου Κορμού	44
3.10	Μοντελοποίηση κίνησης ανά υπηρεσία	45
3.10.1	Υπηρεσίες L2 WAP	46
3.11	Building Entry Point & Floor Box	47
3.12	Μοντελοποίηση υπηρεσιών πρόσβασης Floor Box.....	47
3.12.1	Υπηρεσία Floor Box increment	48
3.12.2	Υπηρεσία Floor Box με τη νέα ΚΥΑ	50
3.12.3	Υπηρεσία Floor Box με υπάρχουσα εσωτερική καλωδίωση	51
3.12.4	Υπηρεσία Floor Box με το πρόγραμμα SMART READINESS.....	53
3.13	Μοντελοποίηση υπηρεσιών Συνεγκατάστασης και συναφών ευκολιών	54
3.14	Αντιστάθμιση πληθωρισμού	57
3.15	Routing Factors & Υπολογισμός Τιμών	57
4.	ΖΗΤΗΣΗ	61
4.1	Δεδομένα	61
4.2	Μεθοδολογία/Μοντέλα πρόβλεψης	61
4.2.1	Μοντέλο ζήτησης τηλεφωνικών συνδέσεων.....	62
4.2.2	Μοντέλο ζήτησης συνολικών ευρυζωνικών συνδέσεων.....	63
4.2.3	Προβλέψεις ζήτησης ανά ταχύτητα ανά δίκτυο.....	66
4.3	Ζήτηση μη ευρυζωνικών υπηρεσιών	71
5.	ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗΣ	72
5.1	Γεωγραφική ανάλυση	73
5.2	Οπτικά καλώδια και καλώδια χαλκού	79
6.	ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ	81
6.1	CAPEX κόστη	81
6.2	OPEX κόστη	83
6.3	Κοινά κόστη	85
6.4	Αποσβέσεις και διάρκεια ζωής παγίων	86
6.5	Κοστολόγηση εφάπαξ τελών υπηρεσιών.....	87
6.5.1	Εκπτώσεις όγκου εφάπαξ τελών υπηρεσιών	90

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1: Υλοποίηση FTTH.....	10
Σχήμα 2: Υλοποίηση FTTC.....	10
Σχήμα 3: Υλοποίηση τεχνολογιών χαλκού.....	11
Σχήμα 4: Μοντέλο non-VHCN. Αρχιτεκτονική FTTC.....	14
Σχήμα 5: Μοντέλο VHCN. Αρχιτεκτονική FTTH.....	16
Σχήμα 6: Μοντελοποίηση Ο.Κ.ΣΥ, Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. DSLAM Τοπική.....	18
Σχήμα 7: Μοντελοποίηση Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. BRAS.....	18
Σχήμα 8: Γενική Αρχιτεκτονική Μοντέλου.....	26
Σχήμα 9: Διάγραμμα ροής υπολογισμών οδεύσεων/χαντακιών.....	37
Σχήμα 10: Διάγραμμα ροής υπολογισμών υπόγειων και εναέριων καλωδίων.....	38
Σχήμα 11: Διάγραμμα ροής υπολογισμών οπτικών ινών και εξοπλισμού καμπινών FTTC.....	39
Σχήμα 12: Διάγραμμα ροής υπολογισμών οπτικών ινών ανά FTTH καμπίνα.....	40
Σχήμα 13: Διάγραμμα ροής υπολογισμών θεωρητικού μέγιστου οπτικών ινών ανά FTTH καμπίνα.....	41
Σχήμα 14: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού xDSL στο ΑΚ.....	42
Σχήμα 15: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού στο ΑΚ για το δίκτυο FTTC και χαλκού.....	43
Σχήμα 16: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού στο ΑΚ για το δίκτυο FTTH.....	43
Σχήμα 17: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού των L2 Switches στο ΑΚ.....	44
Σχήμα 18: Διάγραμμα ροής υπολογισμών κίνησης L2 WAP (SVO και SVC).....	46
Σχήμα 19: Διάγραμμα ροής υπολογισμών πλήθους Floor Box (ανά ΑΚ).....	49
Σχήμα 20: Διάγραμμα ροής υπολογισμών Floor Box με τη νέα ΚΥΑ.....	50
Σχήμα 21: Διάγραμμα ροής υπολογισμών Floor Box με υπάρχουσα εσωτερική καλωδίωση....	52
Σχήμα 22: Διάγραμμα ροής υπολογισμών Floor Box με το πρόγραμμα SMART READINESS.....	54
Σχήμα 23: Διάγραμμα ροής υπολογισμών επαυξητικού κόστους υπηρεσιών βάσει των Routing Factors.....	59
Σχήμα 24: Εξέλιξη ενεργών τηλεφωνικών συνδέσεων.....	63
Σχήμα 25: Εξέλιξη συνολικών ευρυζωνικών συνδέσεων και σταθερών γραμμών.....	65
Σχήμα 26: Εκτίμηση ζήτησης ανά ταχύτητα συνολικά.....	68
Σχήμα 27: Εκτίμηση συνδρομητών ανά τεχνολογία.....	70
Σχήμα 28: Εκτίμηση ζήτησης ανά ταχύτητα για χαλκό-xDSL.....	70
Σχήμα 29: Εκτίμηση ζήτησης ανά ταχύτητα για FTTC.....	71
Σχήμα 30: Επίπεδα FPs (Flexibility Points) και τμήματα δικτύου (segments).....	72
Σχήμα 31: Σχηματική αναπαράσταση των οδεύσεων GIS από το μοντέλο BU LRIC+ μισθωμένων γραμμών.....	73
Σχήμα 32: Αποτελέσματα GIS οδεύσεων χαλκού για ένα ΑΚ (μπλε-feeder, κόκκινο-distribution).....	74
Σχήμα 33: Αποτελέσματα GIS οδεύσεων FTTC για το ίδιο ΑΚ (μπλε-feeder, κόκκινο-distribution).....	75
Σχήμα 34: Σχηματική αναπαράσταση clusters που προέκυψαν από την ομαδοποίηση κτιρίων..	76
Σχήμα 35: GIS αναπαράσταση θέσης κτιρίων στο ΑΚ Καλαμάτας.....	77
Σχήμα 36: Αποτελέσματα clustering k-means και θέσεις καμπινών χαλκού (μαύρα σημεία).....	77
Σχήμα 37: Διαφοροποίηση κτιρίων βάσει οικιστικής πυκνότητας.....	77

Σχήμα 38: Clustering πυκνών αστικών περιοχών.....	78
Σχήμα 39: Τελικό αποτέλεσμα clustering περιοχής μικτής οικιστικής πυκνότητας.	78
Σχήμα 40: Αποτελέσματα GIS οδεύσεων FTTH για το ίδιο ΑΚ (μπλε-feeder, κόκκινο-distribution)	79

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Σύνοψη βασικών αρχών και μεθοδολογίας.....	8
Πίνακας 2: Αντιστοίχιση ονομασίας σεναρίων μοντέλου και υλοποίησης δικτύων	10
Πίνακας 3: Μερίδιο αγοράς FTTH ανά έτος	12
Πίνακας 4: Αντιστοιχία ονομασίας υπό ρύθμιση υπηρεσιών και μοντελοποιημένων υπηρεσιών FTTC.....	14
Πίνακας 5: Αντιστοιχία ονομασίας υπό ρύθμιση υπηρεσιών και μοντελοποιημένων υπηρεσιών FTTH.....	16
Πίνακας 6: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο NGA (VHCN).....	32
Πίνακας 7: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο Χαλκού	34
Πίνακας 8: Παράμετροι μοντέλου ζήτησης τηλεφωνικών συνδέσεων	62
Πίνακας 9: Παράμετροι μοντέλου ευρυζωνικών συνδέσεων	64
Πίνακας 10: Παράμετροι μοντέλου ασύρματων ευρυζωνικών συνδέσεων.....	65
Πίνακας 11: Παράμετροι Gompertz ανά ταχύτητα	67
Πίνακας 12: Παράμετροι μοντέλου xDSL.....	69
Πίνακας 13: Παράμετροι μοντέλου FTTH	69
Πίνακας 14: Παράμετροι μοντέλου Gompertz FTTC ανά ταχύτητα	71
Πίνακας 15: Τύποι καλωδίων και σωληνώσεων/αγωγών.....	80
Πίνακας 16: CAPEX κόστη υπόγειων καλωδίων χαλκού	81
Πίνακας 17: CAPEX κόστη εναέριων καλωδίων χαλκού	82
Πίνακας 18: CAPEX κόστη υπόγειων καλωδίων οπτικών ινών	82
Πίνακας 19: CAPEX κόστη χαντακίων	82
Πίνακας 20: OPEX ποσοστό επί του CAPEX ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου	84
Πίνακας 21: Διάρκεια ζωής ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου	86
Πίνακας 22: Διάρκεια ζωής επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων	87



1. Εισαγωγή

Στο παρόν έγγραφο περιγράφονται οι βασικές αρχές, η μεθοδολογία και οι παράμετροι που διέπουν την ανάπτυξη του διευρυμένου μοντέλου μακροπρόθεσμου επαυξητικού κόστους NGA Bottom-Up (BU LRIC+) που αναπτύχθηκε για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας του κοστολογικού μοντέλου, όπως αυτό είχε εγκριθεί με την ΑΠ ΕΕΤΤ 937/03/18.5.2020 (ΦΕΚ 2039/Β/30.5.2020) και ισχύει τροποποιηθέν και με βάση το Ενημερωμένο Κείμενο Αρχών, Μεθοδολογίας και Δομής του Μοντέλου.

Το παρόν κείμενο έχει γραφτεί σύμφωνα με τις τροποποιήσεις του μοντέλου, στις οποίες προέβη η ΕΕΤΤ λαμβάνοντας υπόψη τα σχόλια των συμμετεχόντων στις Δημόσιες Διαβουλεύσεις των αρχών και του μοντέλου που διεξήχθησαν στο χρονικό διάστημα 13.01.2025 έως 07.03.2025 και 15.07.2025 έως 13/10/2025 και μετά την κοινοποίηση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

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

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο βασίζεται στην ανάπτυξη ενός σύγχρονου αποδοτικού δικτύου VHCN κάνοντας χρήση σύγχρονων τεχνολογιών FTTH. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου μοντέλου συμφωνεί με τη Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με την προώθηση της συνδεσιμότητας gigabit μέσω του ρυθμιστικού πλαισίου (2024/539/ΕΕ).

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι βασικότερες αρχές, μεθοδολογίες και παράμετροι σύμφωνα με το κείμενο αρχών, μεθοδολογίας και δομής μοντελοποίησης του μοντέλου NGA Bottom-Up LRIC+. Στο μοντέλο υλοποιούνται δύο σενάρια VHCN και non-VHCN για τα αντίστοιχα δίκτυα FTTH και Χαλκού/FTTC.

Πίνακας 1: Σύνοψη βασικών αρχών και μεθοδολογίας

	VHCN / FTTH	Non-VHCN / Χαλκού & FTTC
Μεθοδολογία μοντελοποίησης	Αντικατάσταση οπτικών στοιχείων με στοιχεία χαλκού με κατάλληλες τεχνικές και κοστολογικές προσαρμογές	
Επιμερισμός κόστους	LRIC+	
Κοινό κόστος Overheads, G&A	EPMU, 10% βάσει benchmarking	
Αρχικό έτος κατασκευής δικτύου	2019	
Διάρκεια μοντελοποίησης	13 έτη (έως το 2032)	
Μέθοδος αποσβέσεων	Tilted Annuity	
Αντιστάθμιση Πληθωρισμού	Μεσοσταθμική τάση CAPEX για το σύνολο της διάρκειας μοντελοποίησης	
Αποτίμηση νέων παγίων	CCA, τρέχον κόστος	
Αποτίμηση επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων	Μέθοδος τιμαριθμοποίησης (indexation) για τεχνικά έργα υποδομής, από το Επιχειρησιακό Κοστολογικό Σύστημα (ΕΚΟΣ) του ΟΤΕ	
WACC	6,04% + 1,86% risk premium	6,04%
Πάροχος	Υποθετικός αποδοτικός πάροχος χονδρικής	
Μερίδιο αγοράς	100% το 2024 έως 80% το 2030	100%
Τεχνολογίες Πρόσβασης	FTTH με XGSPON, splitting ratio 1:64	Χαλκού και FTTC- VDSL Vectoring
Γεωγραφική Κάλυψη	Όλες οι περιοχές, πλην επιδοτούμενων	Όλες οι περιοχές: - FTTC στις καμπίνες βάσει αναθέσεων - χαλκός στις υπόλοιπες περιοχές
Εύρος δικτύου πρόσβασης	Έως το BEP ή το Floor Box	Έως το εσκαλίτ ή χαλύβδινο εντός του κτιρίου
Προσέγγιση μοντελοποίησης scorching	Modified Scorched Node - βελτιστοποίηση πλήθους ΑΚ - βελτιστοποίηση πλήθους και θέσεων καμπινών (scorched earth)	Scorched Node - υπάρχον πλήθος ΑΚ και καμπινών χαλκού ή FTTC

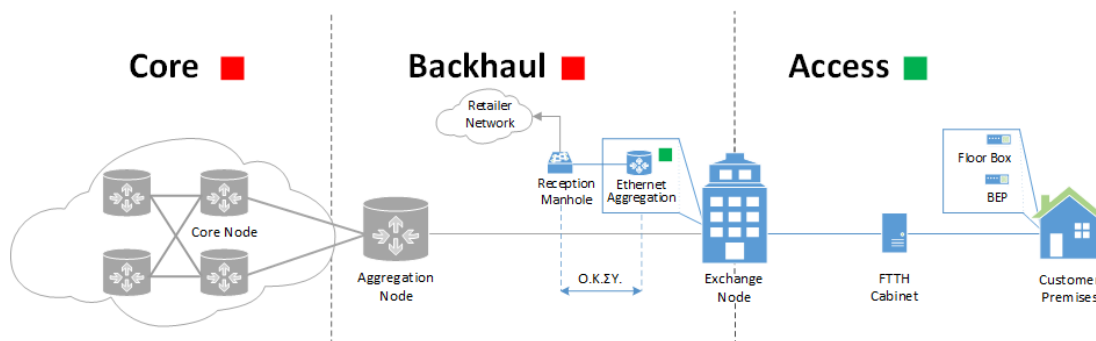
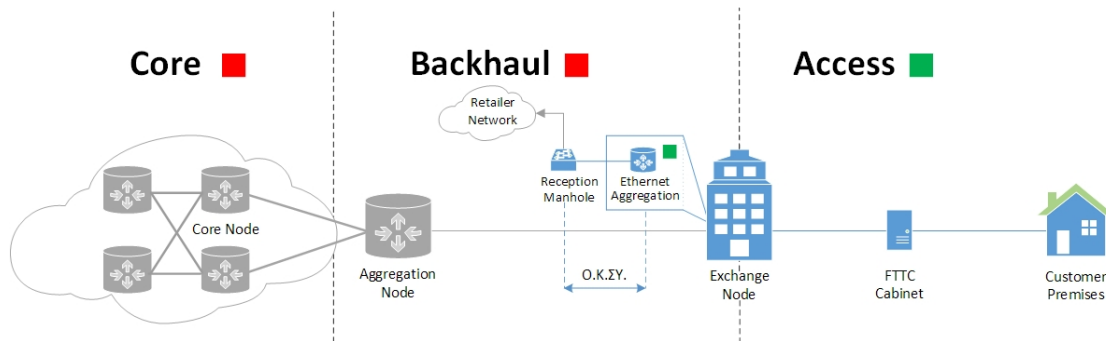
Εναέριο δίκτυο	Όχι	Ναι, στο τμήμα καμπίνα-κτίριο
Μοντελοποίηση υπηρεσιών πρόσβασης σε φυσική υποδομή (ΡΙΑ)	Σωληνώσεις: - ΑΚ-Καμπίνας ανά μέτρο Σκοτεινή ίνα: - ΑΚ-Καμπίνας ανά χιλιόμετρο - Καμπίνας-Κτιρίου μέσης απόστασης	Στύλοι
Μοντελοποίηση Υπηρεσιών Ο.Κ.ΣΥ.Α. / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ	Ναι	όχι
Μοντελοποίηση Υπηρεσιών μισθωμένων γραμμών L2 WAP	SVO (Συμμετρικό FTTH)	SVC (Συμμετρικό FTTC)
Υπολογισμός Οδεύσεων	Steiner Tree αλγόριθμοι επί του οδικού δικτύου	
Επαναχρησιμοποίηση	Χαντάκια χαλκού στο τμήμα ΑΚ-καμπίνα	FTTC: - Χαντάκια χαλκού στο τμήμα ΑΚ-καμπίνα Χαλκός επιδοτούμενων περιοχών: - Καλώδια και χαντάκια
Επανεπενδύσεις επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων	Όχι	Ναι 1% ετησίως στο εναέριο δίκτυο επιδοτούμενων περιοχών
Συνολική Ζήτηση	Όλοι οι συνδρομητές των μη επιδοτούμενων καμπινών - δεδομένης της σταδιακής ελαφράς μείωσης των σταθερών γραμμών - δεδομένου του μεριδίου αγοράς	FTTC: - Όλοι οι συνδρομητές FTTC καμπινών Χαλκός: - Όλοι οι συνδρομητές καμπινών χαλκού (εκτός των FTTC καμπινών) - δεδομένης της σταδιακής μείωσης των σταθερών γραμμών
Ζήτηση ανά ταχύτητα	50Mbps έως 3000Mbps Βάσει μοντέλων διάχυσης, δεδομένων και εκτιμήσεων παρόχων έως το 2028	FTTC: 24Mbps έως 200 Mbps Χαλκός: 24Mbps έως 50 Mbps Βάσει μοντέλων διάχυσης, δεδομένων και εκτιμήσεων παρόχων έως το 2028
Single play (μόνο φωνή) συνδρομητές στη ζήτηση	Ναι, στην ελάχιστη ταχύτητα	

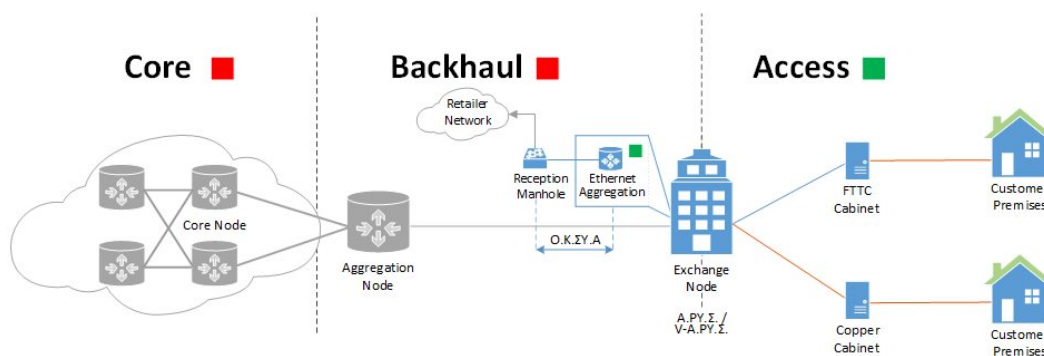
Σημειώνεται ότι στο μοντέλο έχουν διατηρηθεί από τις παλαιότερες εκδόσεις οι ονομασίες σεναρίων NGA και Copper, οι οποίες πλέον αντιστοιχούν στις υλοποιήσεις VHCN και non-VHCN δικτύων.

Πίνακας 2: Αντιστοίχιση ονομασίας σεναρίων μοντέλου και υλοποίησης δικτύων

	VHCN / FTTH	Non-VHCN / Χαλκού & FTTC
Ονομασία σεναρίου στο μοντέλο	NGA	Copper

Παρακάτω απεικονίζονται διαγραμματικά οι υλοποιήσεις των αρχιτεκτονικών FTTH, FTTC (VDSL Vectoring) και χαλκού. Επιπλέον, αποτυπώνεται το εύρος μοντελοποίησης του κάθε δικτύου όπως επιγράφηκε στο κείμενο αρχών, μεθοδολογίας και δομής μοντελοποίησης του μοντέλου NGA Bottom-Up LRIC+.


Σχήμα 1: Υλοποίηση FTTH

Σχήμα 2: Υλοποίηση FTTC



Σχήμα 3: Υλοποίηση τεχνολογιών χαλκού

2.1 Μερίδιο Αγοράς

Για τον υπολογισμό του μεριδίου αγοράς FTTH χρησιμοποιήθηκαν:

- Τα στοιχεία ζήτησης λιανικής και χονδρικής των υπηρεσιών ανά πάροχο ανά ΑΚ έως το τέλος του 2025
- Τα επενδυτικά σχέδια FTTH των παρόχων ανά ΑΚ, όπως έχουν γνωστοποιηθεί στην ΕΕΤΤ
- Οι παρακάτω τύποι υπολογισμού για το συνολικό μερίδιο αγοράς του υποθετικά αποδοτικού παρόχου το έτος μετά την ολοκλήρωση των επιχειρηματικών σχεδίων σύμφωνα με το κείμενο αρχών

Συνολικό Μερίδιο Αγοράς

$$= (\text{Ποσοστό Επικάλυψης}) \times (\text{Μερίδιο αγοράς στις περιοχές με επάλληλα FTTH δίκτυα}) + (1 - \text{Ποσοστό Επικάλυψης}) \times 100\%$$

όπου

Μερίδιο αγοράς στις περιοχές με επάλληλα FTTH δίκτυα

$$= \frac{(\text{γραμμες αυτοπαροχής}) + 50\% \times (\text{γραμμες χονδρικής})}{(\text{σύνολο γραμμών})}$$

Βάσει των ανωτέρω, το μερίδιο αγοράς το αποδοτικού παρόχου αναμένεται να κυμανθεί γύρω στο 80% το 2030. Δεδομένου ότι το μερίδιο αγοράς έχει τεθεί στο 100% το 2024, το μερίδιο

αγοράς για τα ενδιάμεσα έτη 2025-2029 προκύπτει με γραμμική παρεμβολή. Το μερίδιο αγοράς για τα έτη 2031 και 2032 διατηρείται ίσο με το μερίδιο του 2030.

Τα τελικά μερίδια αγοράς ανά έτος αποτυπώνονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Μερίδιο αγοράς FTTH ανά έτος

Έτος	Μερίδιο αγοράς FTTH
2019	100.0%
2020	100.0%
2021	100.0%
2022	100.0%
2023	100.0%
2024	100.0%
2025	96.7%
2026	93.3%
2027	90.0%
2028	86.7%
2029	83.3%
2030	80.0%
2031	80.0%
2032	80.0%

2.2 Υπηρεσίες

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται οι υπηρεσίες που υλοποιούνται και κοστολογούνται στο μοντέλο.

Οι υπηρεσίες (καθώς και τα αντίστοιχα τέλη) που παρέχονται μέσω του αποδοτικού 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 FTTH, FTTC ή χαλκό.

Επιπρόσθετα μοντελοποιούνται υπηρεσίες

- συμμετρικών ταχυτήτων μισθωμένων γραμμών L2 WAP,
- πρόσβασης σε παθητικές υποδομές,
- ολοκληρωμένης κεντρικής πρόσβασης Ο.Κ.ΣΥ.Α./ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ.,
- συνεγκατάστασης
- υπηρεσίες αδεσμοποίητης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο (LLU) και υποβρόχο (SLU)
- Α.ΡΥ.Σ./V-Α.ΡΥ.Σ. (BRAS)

2.2.1 Υπηρεσίες τύπου VULA/FTTC ή VLU/FTTC ή VPU light/FTTC

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 PoP του Παρόχου Πρόσβασης (ΠΠ) (Αποδοτικός πάροχος), 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 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).

The diagram illustrates a multi-layer network architecture. At the top left, a house icon represents the CPE (Customer Premises Equipment). Below it, a building icon represents the MSAN (Metropolitan Area Network). The network flows from the CPE through the MSAN, then through a series of aggregation points (MDF, ODF, OLT) to the BRAS (Broadband Remote Access Server) and finally to the IP NETWORK (OKSYA). The network is divided into three main segments: First Mile, Aggregation L3, and Central Exchange. The First Mile segment includes the CPE, MSAN, and the initial aggregation points. The Aggregation L3 segment includes the ODF, OLT, and BRAS. The Central Exchange segment includes the IP NETWORK (OKSYA). The diagram also shows the evolution of the network from FP1 to FP5, with FP1 being the initial state and FP5 being the final state. The network is labeled with various components and their locations, such as Escalit, Cabinet Location (KV), and Branching BOX. The network is also labeled with various protocols and standards, such as VPU, VPU light, and VLU.

Network Components and Flow:

- CPE (Customer Premises Equipment):** Represented by a house icon.
- MSAN (Metropolitan Area Network):** Represented by a building icon.
- MDF (Main Distribution Frame):** Represented by a rack icon.
- ODF (Optical Distribution Frame):** Represented by a rack icon.
- OLT (Optical Line Terminal):** Represented by a rack icon.
- BRAS (Broadband Remote Access Server):** Represented by a rack icon.
- IP NETWORK (OKSYA):** Represented by a cloud icon.

Network Segments:

- First Mile:** The segment from the CPE to the initial aggregation points.
- Aggregation L3:** The segment from the initial aggregation points to the BRAS.
- Central Exchange:** The segment from the BRAS to the IP NETWORK.

Network Evolution (FP1 to FP5):

- FP1:** Initial state with CPE and MSAN.
- FP2:** Addition of the first aggregation point (MDF).
- FP3:** Addition of the second aggregation point (ODF).
- FP4:** Addition of the third aggregation point (OLT).
- FP5:** Final state with all aggregation points and the BRAS.

Network Labels and Protocols:

- VPU = SL + VARYS + voice (LL)**
- VPU light = SL + VARYS = VJLA = VLU**
- (VARYS - AK) DSLAM@KV**
- (VARYS - BRAS) DSLAM@KV**

Legend:

- Fibre Cable:** Represented by a blue line.

Οι υπηρεσίες, όπως μοντελοποιούνται στο τεχνοοικονομικό μοντέλο, έχουν ονομαστεί βάσει της τεχνολογίας και του σημείου του δικτύου όπου παραδίδονται. Στον παρακάτω πίνακα δίδεται η αντιστοιχία με τις ονομασίες των ρυθμιζόμενων υπηρεσιών.

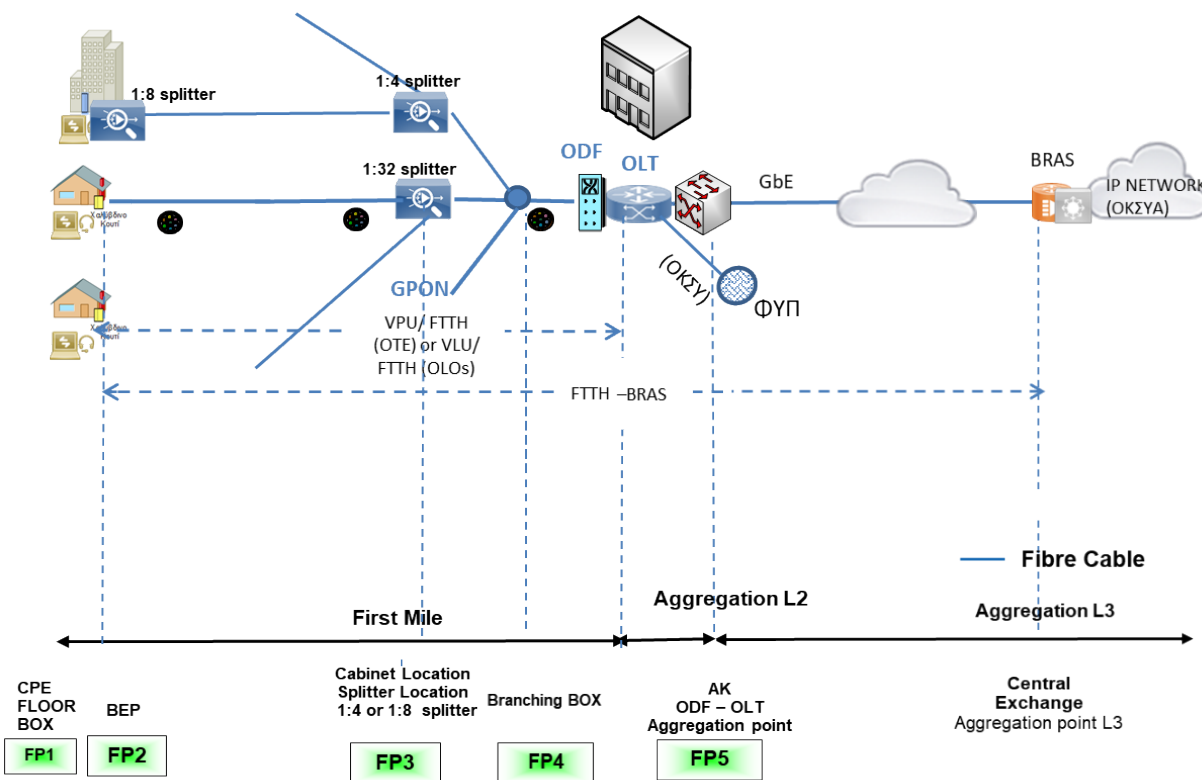
Υπηρεσίας μοντέλου	Ρυθμιζόμενης υπηρεσίες
FTTC Aggr	VLU FTTC
FTTC BRAS	VPU Light type B
FTTC Aggr + VPU Increment	VPU type C

Επισημαίνεται ότι στις παραπάνω υπηρεσίες περιλαμβάνεται το κόστος του χάλκινου τοπικού υποβρόχου, όπως υπολογίζεται από το δίκτυο του FTTC. Το κόστος VPU increment αφορά την επιβάρυνση VPU για την παροχή υπηρεσίας φωνής από το δίκτυο χαλκού στο τμήμα μεταξύ καμπίνας και αστικού κέντρου. Το κόστος ανά γραμμή της εν λόγω επαύξησης υπολογίζεται στο δίκτυο χαλκού και συμπεριλαμβάνει τα κόστη συστημάτων (τιμολόγησης, διαθεσιμότητας, IT, κ.ά.), το κόστος του MDF και το κόστος των χάλκινων καλωδιώσεων ως επαναχρησιμοποιήσιμα πάγια.

2.2.2 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 5. 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 50 Mbps, 100 Mbps, 200 Mbps 300 Mbps, 500Mbps, 1Gbps και 3Gbps. Οι ταχύτητες upstream που παρέχονται έχουν τεθεί στο 10% των αντίστοιχων ταχυτήτων downstream για τις υπηρεσίες

ονομαστικής ταχύτητας έως 200Mbps. Για τις υπηρεσίες από 300Mbps έως 3Gbps οι ταχύτητες upstream που παρέχονται έχουν τεθεί στο 50%.



Σχήμα 5: Μοντέλο VHCN. Αρχιτεκτονική FTTH

Οι υπηρεσίες όπως μοντελοποιούνται στο τεχνοοικονομικό μοντέλο έχουν ονομαστεί βάσει της τεχνολογίας και του σημείου του δικτύου όπου παρέχονται ή παραδίδονται. Στον παρακάτω πίνακα δίδεται η αντιστοιχία με τις ονομασίες των ρυθμιζόμενων υπηρεσιών.

Πίνακας 5: Αντιστοιχία ονομασίας υπό ρύθμιση υπηρεσιών και μοντελοποιημένων υπηρεσιών FTTH

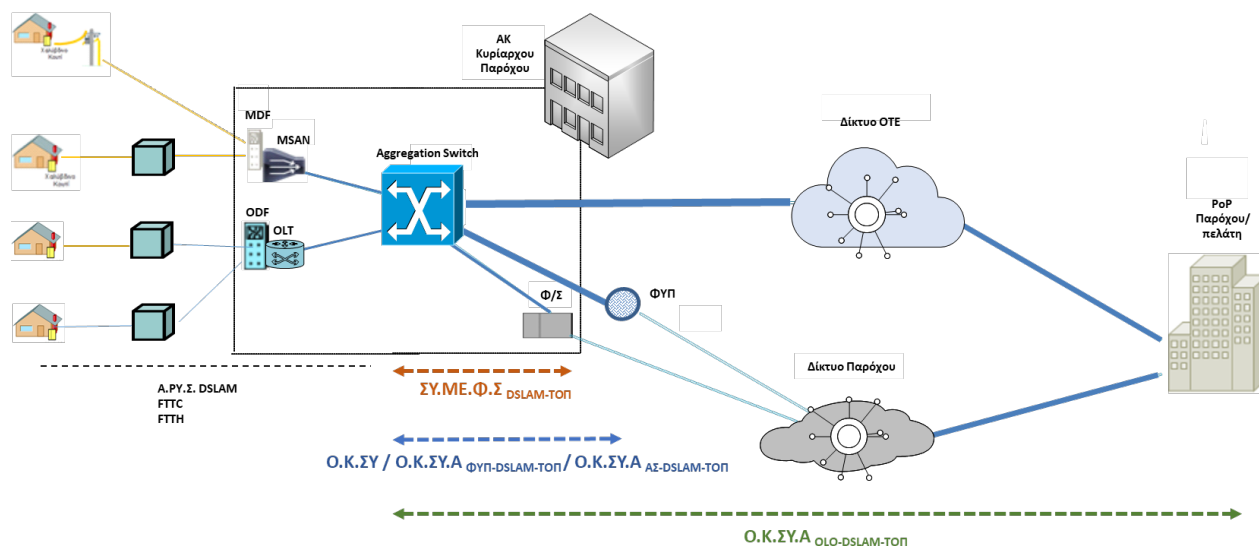
Υπηρεσίας μοντέλου	Ρυθμιζόμενης υπηρεσίες
FTTH BEP	VLU/FTTH BEP
FTTH BEP + Floor Box Increment	VLU/FTTH Floor Box
FTTH BRAS	VPU/FTTH BEP BRAS
FTTH BRAS + Floor Box Increment	VPU/FTTH Floor Box BRAS



2.2.3 Υπηρεσίες Ολοκληρωμένης Κεντρικής Σύνδεσης Ο.Κ.ΣΥ. / Ο.Κ.ΣΥ.Α. / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ

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 ΡοΡ) σε ένα «τοπικό» κύκλωμα. Αυτό «παραδίδεται» από τον ΠΠ στον ΠΥ μέσω οπτικής ίνας, σε φρεάτιο υποδοχής παρόχου (ΦΥΠ), που βρίσκεται έξω από το συγκεκριμένο ΡοΡ. Η υπηρεσία παρέχει τα φυσικά μέσα (optical transceivers, 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 100Gbps. Στο μοντέλο θεωρείται ότι η υπηρεσία Ο.Κ.ΣΥ. παρέχεται μόνο σε τοπικό επίπεδο.

Η κοστολόγηση της υπηρεσίας Ο.Κ.ΣΥ. περιλαμβάνει το κόστος του εξοπλισμού του L2 switch με τις αντίστοιχες κάρτες και το φρεάτιο υποδοχής παρόχου με τη σχετική υποδομή και καλωδιώσεις που συμπεριλαμβάνονται σε αυτό.

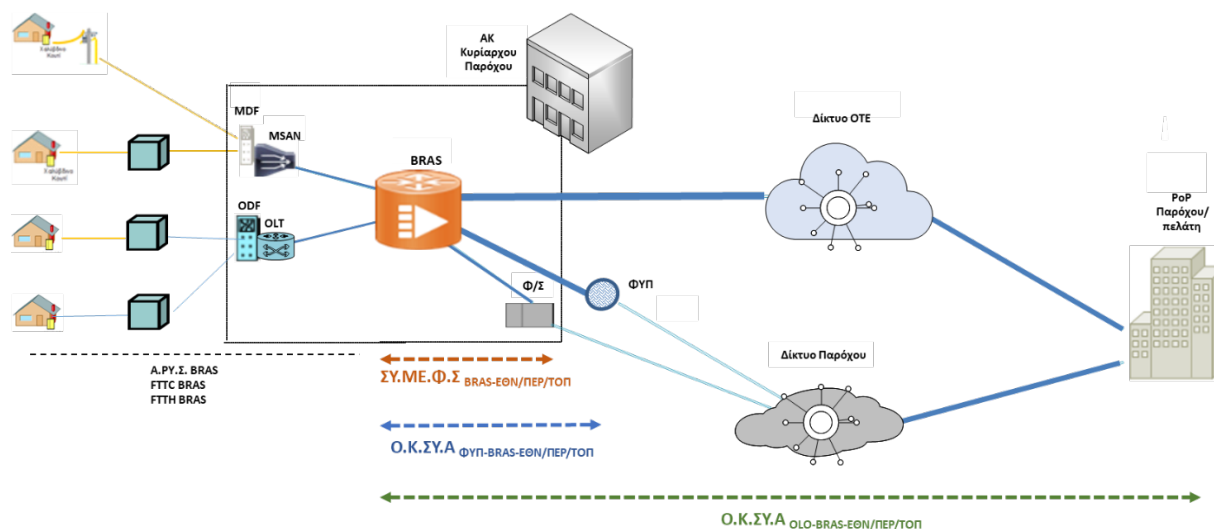


Σχήμα 6: Μοντελοποίηση Ο.Κ.ΣΥ, Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. DSLAM Τοπική

Επισημαίνεται ότι οι υπηρεσίες Ο.Κ.ΣΥ, Ο.Κ.ΣΥ.Α [ΦΥΠ-DSLAM-Τοπική], Ο.Κ.ΣΥ.Α [ΑΣ-DSLAM-Τοπική] και ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. [DSLAM-Τοπική] θεωρούνται κοστολογικά ισοδύναμες και ως εκ τούτου μοντελοποιούνται και κοστολογούνται ως μια υπηρεσία.

Η υπηρεσία Ο.Κ.ΣΥ.Α [ΟΛΟ-DSLAM-Τοπική] κοστολογείται με παρόμοιο τρόπο με τη διαφορά ότι αντί για το κόστος του ΦΥΠ, περιλαμβάνει το κόστος της μέσης όδευσης από το ΑΚ του ΠΠ μέχρι τις εγκαταστάσεις παρόχου (PoP) του ΠΥ.

Ομοίως οι υπηρεσίες Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. BRAS ΕΘΝΙΚΗ/ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ/ΤΟΠΙΚΗ παρέχονται για τη μεταφορά της κίνησης από το BRAS του ΠΠ στο του σημείου που επιλέγει να συνδεθεί ο ΠΥ (Χώρος Φυσικής Συνεγκατάστασης – ΦΣ ή Φρεάτιο Υποδοχής Παρόχων – ΦΥΠ ή εγκαταστάσεις παρόχου). Οι υπηρεσίες παραδίδονται σε εθνικό ή περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο, ανάλογα με την περιοχή κάλυψης που έχει επιλέξει ο ΠΥ.



Σχήμα 7: Μοντελοποίηση Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. BRAS

Στο μοντέλο οι υπηρεσίες που παραδίδονται σε περιφερειακό επίπεδο επιβαρύνονται επιπλέον με το κόστος των L3 Edge Routers, ενώ οι υπηρεσίες που παραδίδονται σε εθνικό επίπεδο επιβαρύνονται τόσο με το κόστος των L3 Edge Routers όσο και των L3 Core Routers του δικτύου. Επίσης οι υπηρεσίες επιβαρύνονται με το μέσο κόστος οδεύσεων (Core Trench Regional / National) και μεταφοράς (WDM Transmission Regional / National) ανάλογα με το επίπεδο παράδοσης (Περιφερειακό ή Εθνικό) όπως αυτά προκύπτουν από τη μοντελοποίηση του δικτύου κορμού στο μοντέλο BU LRIC+ Μισθωμένων Γραμμών.

2.2.4 Υπηρεσίες Συνεγκατάστασης και συναφών ευκολιών

Στο φύλλο εργασίας {Colocation} μοντελοποιούνται μεμονωμένα οι παρακάτω υπηρεσίες βάσει συγκεκριμένων υλικών και εργασιών ανά έτος:

- Φυσική Συνεγκατάσταση
 - Μηνιαία τέλη για Λειτουργικά Έξοδα Χρήσης Χώρου Φυσικής Συνεγκατάστασης ανά ικρίωμα
 - Μηνιαία Τέλη Ενοικίου Χρήσης Χώρου ΦΣ ανά ικρίωμα (Ζώνη Α, >30.000 παροχές)
 - Μηνιαία Τέλη Ενοικίου Χρήσης Χώρου ΦΣ ανά ικρίωμα (Ζώνη Β, 10.000 έως 30.000 παροχές)
 - Μηνιαία Τέλη Ενοικίου Χρήσης Χώρου ΦΣ ανά ικρίωμα (Ζώνη Γ, <10.000 παροχές)
 - Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Άρσης Βλάβης ΕΣΚΤ στο ΦΥΤΠ Καμπίνας σε Προαύλιο Χώρο Α/Κ ΟΤΕ (ανά 200 Ζεύγη)
- Σύνδεση ΚΟΙ σε χώρο Συνεγκατάστασης
 - Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης ΚΟΙ 96” Συνεγκατάστασης
 - Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης ανά ζεύγος ΚΟΙ Συνεγκατάστασης (Φυσική – Σύμμικτη – Εικονική) σε ΦΥΠ
- Απομακρυσμένη Συνεγκατάσταση σε Α/Κ με περισσότερους από 5000 συνδρομητές
 - Μηνιαίο τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης στο ΦΥΠ ανά 200 Ζεύγη ΕΣΚΤ
 - Μηνιαία τέλη χρήσης ζεύγους ΕΞΣΚ ανά μέτρο ($L \cdot N \cdot \text{Μηνιαίο Τέλος}$)
- Απομακρυσμένη Συνεγκατάσταση σε Α/Κ με λιγότερους από 5000 συνδρομητές
 - Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης στο Φ.Υ.Τ.Π. ανά 100 Ζεύγη ΕΣΚΤ
- ΣΥΜΜΙΚΤΗ (ΣΣ) - ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΕΣ)
 - Μηνιαίο τέλος για Λειτουργικά Έξοδα Χρήσης Χώρου Σύμμικτης Συνεγκατάστασης (ανά ικρίωμα)
 - Μηνιαίο Τέλος Υπηρεσιών Εικονικής Συνεγκατάστασης (ανά ικρίωμα)
- Εφεδρικά Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη (ΕΗΖ)
 - Μηνιαίο Τέλος χρήσης ΕΗΖ ΟΤΕ (ανά ικρίωμα)

Στον παρακάτω πίνακα δίδεται η αντιστοιχία με τις ονομασίες των ρυθμιζόμενων υπηρεσιών.

Υπηρεσίας μοντέλου	Ρυθμιζόμενης υπηρεσίες
--------------------	------------------------

	Φυσική Συνεγκατάσταση
Operational costs (Maintenance & Repair) per Rack - Physical Colocation	Μηνιαία τέλη για Λειτουργικά Έξοδα Χρήσης Χώρου Φυσικής Συνεγκατάστασης ανά ικρίωμα
Colocation Space cost per Rack – Zone A (> 30,000 lines)	Μηνιαία Τέλη Ενοικίου Χρήσης Χώρου ΦΣ ανά ικρίωμα (Ζώνη Α, >30.000 παροχές)
Colocation Space cost per Rack – Zone B (10,000 - 30,000 lines)	Μηνιαία Τέλη Ενοικίου Χρήσης Χώρου ΦΣ ανά ικρίωμα (Ζώνη Β, 10.000 έως 30.000 παροχές)
Colocation Space cost per Rack – Zone C (0 - 10,000 lines)	Μηνιαία Τέλη Ενοικίου Χρήσης Χώρου ΦΣ ανά ικρίωμα (Ζώνη Γ, <10.000 παροχές)
Operational costs (Maintenance & Repair) – 200 Copper Pair Cable at Cabinet	Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Άρσης Βλάβης ΕΣΚΤ στο ΦΥΤΠ Καμπίνας σε Προαύλιο Χώρο Α/Κ ΟΤΕ (ανά 200 Ζεύγη)
	Σύνδεση ΚΟΙ σε χώρο Συνεγκατάστασης
Operational costs (Maintenance & Repair) – Fiber Cable 96 at Colocation	Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης ΚΟΙ 96” Συνεγκατάστασης
Operational costs (Maintenance & Repair) – Fiber Pair at ORM	Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης ανά ζεύγος ΚΟΙ Συνεγκατάστασης (Φυσική – Σύμμικτη – Εικονική) σε ΦΥΠ
	Απομακρυσμένη Συνεγκατάσταση σε Α/Κ με περισσότερους από 5000 συνδρομητές
Operational costs (Maintenance & Repair) – 200 Copper Pair Cable at ORM	Μηνιαίο τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης στο ΦΥΠ ανά 200 Ζεύγη ΕΣΚΤ
Access-Rental to External Copper Cable per meter	Μηνιαία τέλη χρήσης ζεύγους ΕΞΣΚ ανά μέτρο (L*N*Μηνιαίο Τέλος)
	Απομακρυσμένη Συνεγκατάσταση σε Α/Κ με λιγότερους από 5000 συνδρομητές
Operational costs (Maintenance & Repair) – 100 Copper Pair Cable at ORM	Μηνιαίο Τέλος Συντήρησης και Αποκατάστασης Βλάβης στο Φ.Υ.Τ.Π. ανά 100 Ζεύγη ΕΣΚΤ
	ΣΥΜΜΙΚΤΗ (ΣΣ) - ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΕΣ)
Operational costs (Maintenance & Repair) per Rack - Shared Colocation	Μηνιαίο τέλος για Λειτουργικά Έξοδα Χρήσης Χώρου Σύμμικτης Συνεγκατάστασης (ανά ικρίωμα)
Operational costs (Maintenance & Repair) per Rack - Virtual Colocation	Μηνιαίο Τέλος Υπηρεσιών Εικονικής Συνεγκατάστασης (ανά ικρίωμα)
	Εφεδρικά Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη (ΕΗΖ)
Power Generator - Per Rack	Μηνιαίο Τέλος χρήσης ΕΗΖ ΟΤΕ (ανά ικρίωμα)

2.2.5 Υπηρεσίες χονδρικής πρόσβασης σε παθητική φυσική υποδομή

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 (κατάληψη και χρήση σωλήνα). Οι παρεχόμενες σωληνώσεις θεωρούνται διαμέτρου Ø10. Ομοίως, η διαθέσιμη ελεύθερη υποδομή οπτικών ινών από το ΑΚ έως την καμπίνα ή από την καμπίνα έως το κτίριο παρέχεται ως σκοτεινή ίνα (Dark Fiber) στο αντίστοιχο

τμήμα του δικτύου. Το κόστος αφορά τη δέσμευση και χρήση μίας σκοτεινής ίνας. Τα αντίστοιχα τέλη πρόσβασης σε σκοτεινή ίνα, υπολογίζονται σε δύο τμήματα:

- Τέλος πρόσβασης μεταξύ ΑΚ – καμπίνας ανά χιλιόμετρο.
- Τέλος πρόσβασης μεταξύ καμπίνας – κτιρίου μέσης απόστασης.

Το κόστος που επιμερίζεται στις εν λόγω υπηρεσίες αφορά το κόστος συστημάτων (τιμολόγησης, διαθεσιμότητας, IT κ.ά.) και το κόστος υποδομών (χαντακιών συμπεριλαμβανομένων σωληνώσεων, φρεατίων κ.ά.) στο αντίστοιχο τμήμα δικτύου μαζί με τα σχετικά κόστη (τέλη διέλευσης). Επιπλέον, στην περίπτωση της υπηρεσίας σκοτεινών ινών αποδίδεται και το αντίστοιχο κόστος καλωδίων οπτικών ινών. Το κόστος, συμπεριλαμβανομένου και του κόστους της εφεδρικής χωρητικότητας, μεταξύ υπηρεσιών εικονικών προϊόντων και υπηρεσιών πρόσβασης σε φυσική υποδομή υπολογίζεται με βάση το ποσοστό κατειλημμένης χωρητικότητας ανά υπηρεσία.

Επειδή το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης παλαιότερων πάγιων στοιχείων τεχνικών έργων υποδομής είναι περιορισμένο και οι αντίστοιχες οδεύσεις είναι μεμονωμένες, μη συνεχόμενες και διάσπαρτες (λίγα μέτρα ανά περίπτωση) στο δίκτυο FTTH, γίνεται υπολογισμός ενιαίου τέλους πρόσβασης σε σωληνώσεις ανά μέτρο στο τμήμα μεταξύ ΑΚ-καμπίνας. Το εν λόγω τέλος συμπεριλαμβάνει τόσο το κόστος της νέας υποδομής, όσο και της επαναχρησιμοποιούμενης. Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τα στοιχεία από το GIS, στο δίκτυο FTTH το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης παλαιότερων πάγιων στοιχείων τεχνικών έργων υποδομής επί των αντίστοιχων οδεύσεων χαλκού είναι σχετικά χαμηλό (περίπου 10%).

Επιπλέον, μοντελοποιείται υπηρεσία πρόσβασης σε στύλους, το κόστος της οποίας υπολογίζεται από το δίκτυο non-VHCN. Οι στύλοι επαναχρησιμοποιούνται στο δίκτυο FTTH αποκλειστικά για την παροχή πρόσβασης σε παθητική υποδομή σε άλλο πάροχο για ανύψωση εναέριων καλωδίων οπτικών ινών. Οι στύλοι δεν χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση εναέριας υποδομής FTTH από τον πάροχο χονδρικής, καθώς δεν αναμένεται υλοποίηση εναέριας υποδομής FTTH σε ευρεία κλίμακα. Ως εκ τούτου, το κόστος ανά στύλο επιμερίζεται ισομερώς (50%) μεταξύ του υπό μοντελοποίηση παρόχου (ιδιοκτήτη της υποδομής) και του παρόχου, στον οποίο παρέχεται η πρόσβαση σε παθητική υποδομή. Λόγω την επαναχρησιμοποίησης, το εν λόγω κόστος θα λαμβάνει υπόψη την υπολειπόμενη λογιστική αξία της υποδομής μετά την αφαίρεση της σωρευμένης απόσβεσης πλέον των επανεπενδύσεων για την αντικατάσταση στύλων λόγω φθοράς και καταστροφών.

Το ποσοστό επανεπενδύσεων σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία και δεδομένης της σταδιακής κατάργησης του δικτύου χαλκού τα επόμενα έτη (copper switch-off), έχει τεθεί σε 1% ετησίως (μεσοσταθμικά) επί των επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων του εναέριου δικτύου χαλκού.



Για τις υπηρεσίες πρόσβασης σε στύλους, πρόσβασης σε μικροσωλήνιο και πρόσβασης σε σκοτεινή ίνα μεταξύ ΑΚ – καμπίνας, τα αντίστοιχα τέλη αποτελούνται από το σταθερό μέρος που θα περιλαμβάνει τα επαυξητικά κοινά IT κόστη (Network Management, Billing, Provisioning, Eligibility και Other IT System), πλέον του μεταβλητού μέρους ανά στύλο ή μέτρο ή χιλιόμετρο αντίστοιχα.

2.2.6 Υπηρεσίες μισθωμένων γραμμών L2 WAP

Στο μοντέλο γίνεται υπολογισμός του μηνιαίου τέλους υπηρεσιών μισθωμένων γραμμών τύπου L2 WAP:

- Συμμετρική Εικονική Πρόσβαση Χαλκού (SVC – Symmetric Virtual Copper), η οποία αφορά στη σύνδεση ενός συνδρομητή μέσω της υφιστάμενης χάλκινης υποδομής (δίκτυο FTTC) με τον ενεργό εξοπλισμό (DSLAM) που είναι εγκατεστημένος σε υπαίθρια καμπίνα. Οι διαθέσιμες ταχύτητες είναι συμμετρικές 25Mbps για χρήση ενός ζεύγους χαλκού και 25Mbps, 50Mbps και 100Mbps με τεχνική bonding όπου χρησιμοποιούνται δύο ζεύγη χαλκού για την επίτευξη της αντίστοιχης ονομαστικής ταχύτητας στο uplink και downlink.
- Συμμετρική Εικονική Οπτική Πρόσβαση (SVO - Symmetric Virtual Optical), η οποία αφορά στη σύνδεση ενός συνδρομητή μέσω της υφιστάμενης υποδομής οπτικών ινών (δίκτυο FTTH) με το αντίστοιχο ΑΚ, όπου είναι εγκατεστημένο το OLT (Optical Line Termination), και εν συνεχεία η κίνηση μεταφέρεται στο L2 aggregation switch όπου συγκεντρώνεται η κίνηση των οπτικών κυκλωμάτων. Οι διαθέσιμες συμμετρικές ταχύτητες (uplink και downlink) είναι 25Mbps, 50Mbps, 100Mbps, 150Mbps, 200Mbps, 250Mbps, 300Mbps, 500Mbps, 1Gbps και 3Gbps.

Η υπηρεσία SVC αφορά στη σύνδεση ενός συνδρομητή μέσω της υφιστάμενης χάλκινης υποδομής (δίκτυο FTTC) με τον ενεργό εξοπλισμό (DSLAM) που είναι εγκατεστημένος σε υπαίθρια καμπίνα. Η κίνηση μεταφέρεται από τον ενεργό εξοπλισμό που βρίσκεται στην καμπίνα στο L2 aggregation switch. Επομένως, η υπηρεσία SVC μοιράζεται τις ίδιες υποδομές και το αντίστοιχο κόστος με την υπηρεσία VLU FTTC («FTTC Aggr» στο μοντέλο) πλέον του κόστους τερματικού εξοπλισμού χρήστη, SVC NTE (Network Termination Equipment).

Η υπηρεσία SVO αφορά στη σύνδεση ενός συνδρομητή μέσω της υφιστάμενης υποδομής οπτικών ινών (δίκτυο FTTH) με το αντίστοιχο ΑΚ, όπου είναι εγκατεστημένο το OLT (Optical Line Termination), και εν συνεχεία η κίνηση μεταφέρεται στο L2 aggregation switch όπου συγκεντρώνεται η κίνηση των οπτικών κυκλωμάτων. Ως εκ τούτου, η υπηρεσία SVO μοιράζεται

τις ίδιες υποδομές και το αντίστοιχο κόστος με την υπηρεσία VLU/FTTH BEP πλέον του κόστους τερματικού εξοπλισμού χρήστη, SVO NTE (Network Termination Equipment).

2.2.7 Υπηρεσίες Χαλκού - Υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ

Στο μοντέλο 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.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS από ΑΚ).

Σημειώνεται ότι οι υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. μοντελοποιούνται με βάση το δίκτυο χαλκού με τους αντίστοιχους συνδρομητές (μη συμπεριλαμβανομένων των FTTC) και δεν συνυπάρχουν με το VHCN δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι στο NGA σενάριο, όλοι οι χρήστες εξυπηρετούνται από το FTTH δίκτυο ανεξαρτήτως ταχύτητας υπηρεσίας.

Η κοστολόγηση των υπηρεσιών Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ περιλαμβάνει το αντίστοιχο κόστος υποδομών και εξοπλισμού (L2, L3 κ.ά) του αστικού κέντρου συμπεριλαμβανομένου εξοπλισμού για παροχή VDSL υπηρεσίας (unvectored), καθώς και του BRAS όπου παραδίδεται η υπηρεσία. Η ονομασία της υπηρεσίας στο τεχνοοικονομικό μοντέλο είναι «xDSL» και αφορά τις υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ τύπου Β, ενώ οι παρεχόμενες ταχύτητες είναι 24Mbps, 30Mbps και 50Mbps.

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.

2.2.8 Υπηρεσίες πρόσβασης Floor Box

Στο πλαίσιο της ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση 53538 ΕΞ 2023 - ΦΕΚ 7037/Β/13-12-2023), δημιουργούνται τέσσερις διακριτές κατηγορίες κτιρίων αναφορικά με τον τρόπο και τον φορέα υλοποίησης της ενδοκτιριακής καλωδίωσης:

- Κτίρια με ενδοκτιριακή καλωδίωση, η οποία έχει κατασκευαστεί από τον Πάροχο Πρόσβασης (προ εφαρμογής της νέας ΚΥΑ).
- Κτίρια με ενδοκτιριακή καλωδίωση, η οποία έχει κατασκευαστεί από τον Πάροχο Πρόσβασης μετά την εφαρμογή της νέας ΚΥΑ (53538 ΕΞ 2023 - ΦΕΚ 7037/Β/13-12-2023).
- Κτίρια με ενδοκτιριακή καλωδίωση, η οποία έχει κατασκευαστεί από τρίτο εγκαταστάτη
- Κτίρια με ενδοκτιριακή καλωδίωση, η οποία έχει κατασκευαστεί από τρίτο εγκαταστάτη στο πλαίσιο του προγράμματος επιδότησης SMART READINESS.

Ως εκ τούτου, υπολογίζονται τα παρακάτω τέλη Floor Box λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές της ΚΥΑ:

- Τέλος πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ο Πάροχος Πρόσβασης (προ εφαρμογής της νέας ΚΥΑ).
- Τέλος πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ο Πάροχος Πρόσβασης μετά την εφαρμογή της νέας ΚΥΑ.
- Τέλος πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ένας τρίτος εγκαταστάτης.
- Τέλος πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ένας τρίτος εγκαταστάτης στο πλαίσιο του προγράμματος επιδότησης SMART READINESS.

Οι υπολογισμοί βάσει της μεθοδολογίας LRIC+ με χρήση του πλήθους των floor box και των αντιστοιχων συνδρομητών πολυκατοικιών αφορούν το βασικό τέλος Floor Box Increment που σχετίζεται με την υπηρεσία προ εφαρμογής της νέας ΚΥΑ και χρησιμοποιείται ως επαύξηση επί του τέλους FTTH BEP και FTTH BRAS του μοντέλου.

Τα υπόλοιπα τρία τέλη Floor Box υπολογίζονται επί του βασικού Floor Box Increment.

2.3 Κοστολόγηση Υπηρεσιών Χαλκού

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

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

Το τεχνοοικονομικό μοντέλο βασίζεται στην πρώτη μεθοδολογική προσέγγιση για την κοστολόγηση των υπηρεσιών χαλκού.

Σχετικά με το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης του υφιστάμενου δικτύου χαλκού για την παροχή FTTH υπηρεσιών, η ΕΕΤΤ σημειώνει ότι το εν λόγω ποσοστό είναι περίπου 10% επί του δικτύου χαλκού (ή 13% επί του FTTH) και προκύπτει από την επικάλυψη των οδεύσεων του δικτύου FTTH και του δικτύου χαλκού στο τμήμα ΑΚ-καμπίνας (κύριο δίκτυο – Feeder), όπως αυτές προέκυψαν από τη μοντελοποίηση GIS.

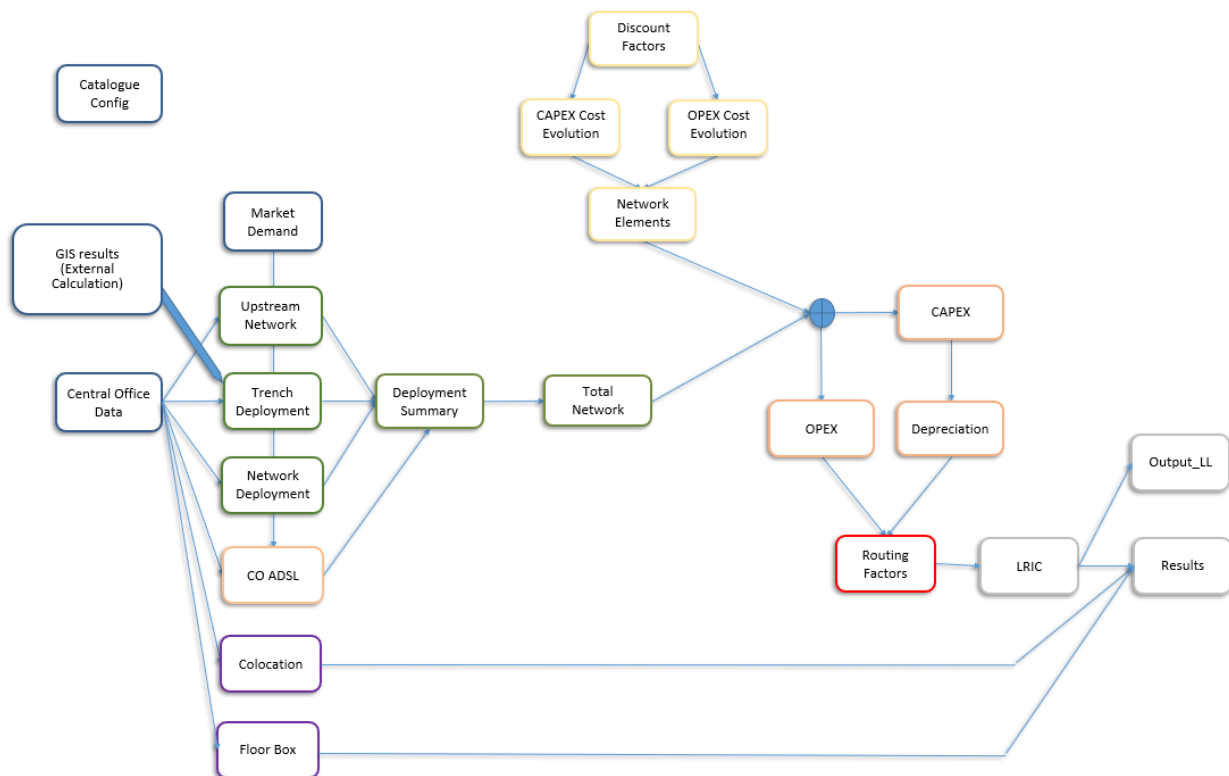
Σχετικά λεπτομερή στοιχεία από την ελληνική τηλεπικοινωνιακή αγορά, δεν κατέστη δυνατόν να συλλεχθούν, αλλά επιβεβαιώθηκε από τους παρόχους η σημαντικά περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση των παλιότερων υποδομών είτε των υποδομών χαλκού είτε των υποδομών FTTC. Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή αγορά, τα σχετικά ποσοστά επαναχρησιμοποίησης είναι υψηλότερα, αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί ρεαλιστικό να χρησιμοποιηθούν στην ελληνική πραγματικότητα.

Οι υπηρεσίες που κοστολογούνται στο δίκτυο χαλκού είναι η πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο (LLU), η πρόσβαση στον Τοπικό Υποβρόχο (SLU) και οι υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ τύπου Β (xDSL), όπως αναφέρθηκε ανωτέρω.

Σημειώνεται ότι για το SLU υπολογίζονται δύο τιμές, μία που αφορά τις περιοχές (καμπίνες) αμιγώς χαλκού και μία που αφορά τις περιοχές (καμπίνες) FTTC σύμφωνα με την αρχή της κοστοστρέφειας. Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι και στις δύο υλοποιήσεις το τμήμα δικτύου από την καμπίνα μέχρι το σημείο τερματισμού του δικτύου από την πλευρά του χρήστη καλύπτεται με χάλκινα καλώδια, ωστόσο το μοναδιαίο κόστος διαφέρει καθώς διαφέρουν οι χρήστες και η κάλυψη του κάθε δικτύου, και ως εκ τούτου εξάγονται οι δύο διαφορετικές τιμές, ήτοι SLU_{Copper} και SLU_{FTTC} , όπως περιγράφεται στο κείμενο αρχών.

3. Δομή μοντέλου και υλοποίηση

3.1 Γενική αρχιτεκτονική μοντέλου



Σχήμα 8: Γενική Αρχιτεκτονική Μοντέλου

Στο ανωτέρω σχήμα παρουσιάζεται η γενική αρχιτεκτονική του μοντέλου. Περαιτέρω λεπτομέρειες για κάθε φύλλο του μοντέλου παρέχονται στο αντίστοιχο εγχειρίδιο χρήσης.

3.2 Στοιχεία Αστικών Κέντρων και αντίστοιχων γεωγραφικών περιοχών

Στο φύλλο εργασίας {Central Office Data} περιλαμβάνεται το σύνολο των στοιχείων ανά ΑΚ. Τα εν λόγω στοιχεία είναι:

- Πλήθος καμπινών εντός κι εκτός των 550 μέτρων καλωδιακής απόστασης (Inner και Outer Circle)
- Πλήθος καμπινών που έχουν ανατεθεί με τη διαδικασία των αναθέσεων με τεχνολογία VDSL Vectoring μοντελοποιούνται στο FTTC δίκτυο χαλκού

- Πλήθος επιδοτούμενων καμπινών, που επιδοτήθηκαν από το πρόγραμμα κρατικής ενίσχυσης «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε Αγροτικές «Λευκές» περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας και Υπηρεσίες Εκμετάλλευσης-Αξιοποίησης των Υποδομών» (έργο «Rural Broadband») και επιδοτούνται από το εν εξελίξει πρόγραμμα «Ultra Fast Broadband» (δράση UFBB). Οι εν λόγω καμπίνες δεν περιλαμβάνονται στην μοντελοποίηση δικτύου FTTH, αλλά συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο αντικατάστασης για τον υπολογισμό SLU και LLU με κύρια χρήση εναέριας καλωδίωσης χαλκού πάνω σε στύλους και θεωρώντας τόσο τις υπόγειες όσο και τις εναέριας υποδομές και καλωδιώσεις ως επαναχρησιμοποιούμενα πάγια.
- Πλήθος καμπινών FTTH, όπως υπολογίστηκαν από το GIS.
- Πλήθος ενεργών συνδρομητών, εντός/εκτός 550μ και επιδοτούμενων καμπινών, σύμφωνα με τα νεότερα στοιχεία της ΕΕΤΤ (τέλος 2024).
- Στοιχεία για το πλήθος των κτιρίων, των μονοκατοικιών, των νοικοκυριών ανά ΑΚ, καθώς και το μέσο πλήθος ορόφων ανά κτίριο.

Για τον υπολογισμό των κτιρίων και των κατοικιών που καλύπτει το κάθε αστικό κέντρο χρησιμοποιήθηκαν τα νεότερα διαθέσιμα στοιχεία της απογραφής της ΕΛΣΤΑΤ του 2021¹. Επιπλέον, αν και διατέθηκαν στοιχεία του 2024 από το κτηματολόγιο, δεν περιείχαν χρήσιμη αξιόπιστη πληροφορία για το πλήθος κτιρίων ανά γεωτεμάχιο και το πλήθος ορόφων ανά κτίριο. Επομένως, η ανάλυση για λόγους συνέπειας βασίστηκε αμιγώς στα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ.

Από τα στοιχεία κτιρίων ανά χρήση (κατοικίες, ξενοδοχεία, σχολεία, καταστήματα, γραφεία κτλ.) και του συνόλου κατοικιών ανά οικισμό προέκυψε ο μέσος όρος κατοικιών ανά κτίριο ανά οικισμό, που θεωρείται το βασικό επίπεδο ανάλυσης. 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 τους υπολογισμούς του μοντέλου από τα κτίρια εξαιρέθηκαν τα κτίρια «άλλης» χρήσης (599.350 από σύνολο 4.285.084) που διαθέτουν έως έναν όροφο (584.755 από τα 599.350), για τα οποία δεν είναι διαθέσιμες επιπλέον πληροφορίες για τον ρόλο τους. Παρατηρήθηκε ότι τα εν λόγω κτίρια είναι αυξημένα κυρίως σε αγροτικές περιοχές ενώ τα υλικά κατασκευής τους δεν χρησιμοποιούνται συνήθως σε κτίρια με ευρυζωνικές υπηρεσίες. Ως τούτου εκτιμάται ότι αφορούν κυρίως κτίσματα χωρίς τηλεφωνική γραμμή. Ωστόσο, τα κτίρια άλλης χρήσης με περισσότερα του ενός ορόφου εμφανίζονται περισσότερο σε αστικές περιοχές και συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο (14.459 από τα 599.350). Ο υπολογισμός συνοψίζεται στον παρακάτω τύπο που εφαρμόστηκε για κάθε δήμο της χώρας.

¹<https://www.statistics.gr/2021-build-tables> , πίνακες 1, 2, 3 και 4

$$\text{Κατοικίες/Κτίριο} = \frac{\text{Μη Κατοικίες} + \text{Κατοικίες}}{\text{Συνολο Κτιρίων} - \text{Κτίρια άλλης Χρήσης (έως έναν όροφο)}}$$

Τόσο οι μονοκατοικίες όσο και οι πολυκατοικίες και οι αντίστοιχοι όροφοι έχουν υπολογιστεί βάσει της κατηγοριοποίησης της ΕΛΣΤΑΤ σε μονοκατοικίες, διπλοκατοικίες και πολυκατοικίες. Έχει θεωρηθεί ότι οι μονοκατοικίες και οι διπλοκατοικίες έχουν μόνο έναν όροφο (το ισόγειο), προς αποφυγή εγκατάστασης floor box σε κτίρια με έως δύο επίπεδα βάσει της ΚΥΑ 53538/ΕΞ2023/23. Σημειώνεται, οι πυλωτές έχουν εξαιρεθεί από το πλήθος ορόφων προς αποφυγή εγκατάστασης floor box σε αυτές.

Η αντιστοίχιση των στοιχείων στα ΑΚ γίνεται μέσω των οικισμών και περιοχών που καλύπτουν οι αντίστοιχες καμπίνες του κάθε ΑΚ. Η αντιστοίχιση στοιχείων με καμπίνες γίνεται στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Εφόσον είναι εφικτό, οι καμπίνες αντιστοιχίζονται στο βασικό επίπεδο ανάλυσης, ήτοι οικισμούς, διαφορετικά αντιστοιχίζονται σε υψηλότερα επίπεδα ανάλυσης, δηλαδή δημοτικές κοινότητες, δημοτικές ενότητες και δήμους. Σε περιπτώσεις, όπου υπάρχουν περισσότερες της μιας καμπίνες σε μία περιοχή τότε ο επιμερισμός των κτιρίων στις καμπίνες γίνεται ανάλογα του πλήθους ενεργών συνδρομητών της καμπίνας. Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει το πλήθος κτιρίων, κατοικιών, και η μέση επιφάνεια κτιρίου ανά ΑΚ αθροίζοντας τα στοιχεία από τις αντίστοιχες καμπίνες. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται μαθηματικός λογισμός για τον υπολογισμό του μέσου πλήθους των ορόφων.

Επισημαίνεται ότι χρησιμοποιήθηκαν για το πλήθος κτιρίων μόνο στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ και όχι στοιχεία για το συνολικό πλήθος κτιρίων για ορισμένα αστικά κέντρα, όπου οι πάροχοι υλοποιούν FTTH. Παρατηρήθηκε ότι τα εν λόγω νούμερα αυξομειώνονται κατά την πορεία υλοποίησης του δικτύου των παρόχων. Επομένως, η καταμέτρηση του πλήθους κτιρίων σύμφωνα με τη μέθοδο της ΕΛΣΤΑΤ κρίνεται ότι οδηγεί σε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. 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.

Όσον αφορά το πλήθος των ΑΚ που περιλαμβάνονται στη λίστα, τα ΑΚ έχουν επιλεγεί ώστε να περιλαμβάνονται και τα ΑΚ του μοντέλου BU LRIC+ μισθωμένων γραμμών. Ωστόσο, λόγω της ανάγκης εξαίρεσης ορισμένων ΑΚ από τους υπολογισμούς του μοντέλου NGA BU LRIC+ (βάσει των στοιχείων που διατέθηκαν από τον ΟΤΕ), έχει προστεθεί κατάλληλη ένδειξη «Excluded» για τα εν λόγω ΑΚ.

Τέλος, κάποια ΑΚ αφαιρούνται ως passthrough στο πλαίσιο modified scorched node του FTTH δικτύου, καθώς οι αντίστοιχοι συνδρομητές FTTH θα εξυπηρετούνται από το OLT γειτονικού ΑΚ. Η βελτιστοποίηση αυτή είναι εφικτή δεδομένης της αυξημένης απόστασης του τμήματος πρόσβασης που επιτρέπεται από τις τεχνολογίες GPON. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από

τις εκτιμήσεις των παρόχων ότι στις αστικές περιοχές κάθε OLT δύναται να εξυπηρετεί από 2 έως και 3 ΑΚ κατά μέσο όρο.

Καθώς δεν ήταν εφικτός ο ακριβής προσδιορισμός των ΑΚ που θα είναι passthrough στις υλοποιήσεις των παρόχων, πραγματοποιήθηκε εκτίμηση των ΑΚ που θα εξυπηρετούνται από γειτονικά ΑΚ βάσει της μεταξύ τους χιλιομετρικής απόστασης 5 χιλιομέτρων (σε ευθεία), απόσταση που επιτρέπει να διατηρηθεί σε εύλογο μήκος το τμήμα πρόσβασης του κάθε ΑΚ. Ως εκ τούτου, στην παράμετρο «FTTH Passthrough ID» για ένα ΑΚ αποτυπώνεται ο κωδικός ενός γειτονικού ΑΚ που θα εξυπηρετήσει τους συνδρομητές του συγκεκριμένου passthrough ΑΚ.

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 εργασίας {Catalogue_Config}. Το αρχικό έτος υλοποίησης (2019) και τα έτη υλοποίησης (13 έτη) συμμορφώνονται με τα συμπεράσματα της Δημόσιας Διαβούλευσης της Μεθοδολογίας του μοντέλου.

Τα δομικά στοιχεία του δικτύου καθώς και οι κατηγορίες τους έχουν διατηρηθεί από τις προηγούμενες εκδόσεις του μοντέλου και σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν διατεθεί από τους παρόχους. Για την εξασφάλιση της αποδοτικής διαστασιοποίησης, ο εξοπλισμός αναλύεται σε επιμέρους δικτυακά στοιχεία (κάρτες, πόρτες κ.ά.) ανάλογα τη χωρητικότητα σύμφωνα με τα στοιχεία που διέθεσαν οι πάροχοι.

Για τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του δικτύου συγκέντρωσης (aggregation) και κορμού (core) χρησιμοποιείται ανάλογη λογική επιλέγοντας χωρητικότητες που εξασφαλίζουν αποδοτικότητα κόστους για τον αποδοτικό πάροχο. Επιπλέον, προβλέπεται παράμετρος μέγιστης χρήσης (maximum usage/utilization) της ονομαστικής χωρητικότητας του ενεργού εξοπλισμού του δικτύου κορμού.

Στην υλοποίηση δικτύου FTTH χρησιμοποιείται splitting ratio 1:64, το οποίο είναι σύμφωνο με τις υλοποιήσεις των παρόχων στον Ελλαδικό χώρο. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται XGSPON κάρτες για το OLT ακολουθώντας μια μελλοντοστραφή (forward looking) προσέγγιση για την κάλυψη των αναγκών των συνδρομητών. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι καμπίνες FTTH είναι πλήρως εξοπλισμένες με splitters 1:8 (συμπεριλαμβάνονται στο μοναδιαίο κόστος της καμπίνας) και στο μοντέλο υπολογίζονται οι επιπλέον splitters (κατά μέσο όρο 1:8) που απαιτούνται για την επίτευξη του συνολικού splitting ratio 1:64, δηλαδή κατά μέσο όρο έναν επιπλέον splitter ανά πολυκατοικία και έναν ανά 8 μονοκατοικίες.

Όσον αφορά τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης των τεχνικών έργων υποδομής του υφισταμένου δικτύου χαλκού αυτά υπολογίζονται ανά ΑΚ και τεχνολογία σύμφωνα με τους υπολογισμούς των GIS μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν. Ομοίως, για τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης των οδεύσεων (χαντακιών) του δικτύου κορμού από το δίκτυο πρόσβασης έχουν χρησιμοποιηθεί τα αποτελέσματα όπως αυτά προέκυψαν από τα μοντέλα GIS βάσει της επικάλυψης των τμημάτων Feeder με τις αντίστοιχες οδεύσεις του δικτύου κορμού. Επιπλέον, παρέχεται παράμετρος για τον επιμερισμό του αντίστοιχου κόστους στα κοινά τμήματα μεταξύ πρόσβασης και κορμού. Η παράμετρος αυτή έχει τεθεί ίση με 50%, λόγω ελλείψεως στοιχείων που θα δικαιολογούσαν τη μη ισοτίμη κατανομή του κόστους αυτού.

Τα ποσοστά της εναέριας υλοποίησης χαλκού σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές έχουν προκύψει από εκτίμηση της ΕΕΤΤ δεδομένης της εκτεταμένης εναέριας υλοποίησης στις εν λόγω περιοχές. Τα ποσοστά αυτά είναι 80% και 40% για αγροτικές και ημιαστικές περιοχές αντίστοιχα.

Το ποσοστό EPMU που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των γενικών εξόδων που δεν συνδέονται με αμιγώς δικτυακά στοιχεία (Overheads) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας συγκριτική αξιολόγηση (benchmarking) μοντέλων άλλων χωρών², συνδυαστικά με τα στοιχεία που διέθεσαν οι πάροχοι στο πλαίσιο της Δ.Δ. Καθώς το ποσοστό που προέκυψε, ήταν πολύ κοντά στο 10%, χρησιμοποιήθηκε η στρογγυλοποιημένη τιμή.

Επιπρόσθετα, στις παραμέτρους εισόδου συμπεριλαμβάνεται το WACC του χαλκού (nominal pre-tax), το risk premium για το WACC του FTTH, το ποσοστό ζήτησης χονδρικής (επί των συνολικών ενεργών συνδέσεων) υπηρεσιών που παραδίδονται στο BRAS, καθώς και παράμετροι που αφορούν το κόστος παγίων. Συγκεκριμένα, παρέχονται παράμετροι που διαφοροποιούν το κόστος υλοποίησης χαντακιών ανά τύπο αστικότητας της περιοχής (geotype) και παράμετροι που καθορίζουν το ποσοστό της αναπόσβεστης αξίας (επί της αρχικής αξίας των αντίστοιχων μη επαναχρησιμοποιήσιμων) για τα επαναχρησιμοποιήσιμα πάγια.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές για τα ποσοστά ζήτησης στο BRAS, τα ποσοστά εναέριας υλοποίησης και κόστους ανά τύπο αστικότητας έχουν διατηρηθεί από τις προηγούμενες εκδόσεις το μοντέλου.

Τέλος, στο μοντέλο συμπεριλαμβάνεται και μια παράμετρος ποσοστιαίας μείωσης περίπου 20% του κόστους σχεδιασμού δικτύου FTTH («Network Planning FTTH») συγκριτικά με το δίκτυο χαλκού, δεδομένου ότι το δίκτυο FTTH που διαστασιοποιείται στο σενάριο VHCN έχει μικρότερη κάλυψη συγκριτικά με το δίκτυο χαλκού και FTTC στο σενάριο non-VHCN.

² Στοιχεία από Αυστρία, Ελβετία, Κύπρο, Κροατία, Ιταλία, Σερβία, Σλοβακία και Σλοβενία

3.4 Υλοποιούμενο Σενάριο Δικτύου

Το μοντέλο υλοποιεί δύο βασικά δικτυακά σενάρια όπως αυτά διατυπώθηκαν στις αρχές του μοντέλου.

3.4.1 Σενάριο 1: Υλοποίηση δικτύου NGA

Υλοποιούμενες Καμπίνες

Ο αποδοτικός πάροχος υλοποιεί δίκτυο με το σύνολο των νέων FTTH καμπινών (scorched earth). Από την υλοποίηση εξαιρούνται όλες οι επιδοτημένες περιοχές και καμπίνες (Rural και UFBB).

Επαναχρησιμοποίηση τεχνικών έργων υποδομής υφιστάμενου χάλκινου δικτύου

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης και τα αντίστοιχα ποσοστά αναπόσβεστης αξίας (residual value, % of gross value) για το δίκτυα FTTH του σεναρίου NGA.

Πίνακας 6: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο NGA (VHCN)

Scenario			Network Segment															
			Feeder				Distribution						Drop					
			Trench/Duct		Cables		Trench/Duct		Cables		Poles		Trench/Duct		Cables		Poles	
			%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value
Architecture	FTTH	Rebuild	~87%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
		Reuse	~13%	10.36%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



Σημειώνεται ότι 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 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 FTTH υλοποίηση, δηλαδή, όλοι οι συνδρομητές που δεν υπάγονται σε επιδοτούμενες περιοχές. Για το σύνολο των συνδρομητών προβλέπεται χαμηλή μείωση κατ' έτος που αντιπροσωπεύει τη μετάβαση σε άλλα δίκτυα (π.χ. κινητής) καθώς και τη γήρανση και μείωση του πληθυσμού λόγω υπογεννητικότητας, που αναμένεται μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα να συμβάλουν στην μείωση των ενεργών συνδέσεων.

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

Υλοποιούμενες Καμπίνες

Στο σενάριο αυτό:

Α) γίνεται αντικατάσταση με καμπίνες χαλκού και FTTC (scorched node) όπως αυτές προέκυψαν από τις αναθέσεις.

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 όπως υπολογίζονται από το GIS οι επικαλύψεις στο τμήμα feeder για το FTTC.
- Σε καμπίνες που εντάσσονται σε επιδοτούμενες περιοχές, θεωρούνται επαναχρησιμοποιήσιμα πάγια τόσο τα τεχνικά έργα υποδομής όσο και τα χάλκινα καλώδια

Οι παράμετροι μοντελοποίησης συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 7: Παράμετροι Διαστασιοποίησης Σενάριο Χαλκού

Scenario COPPER			Network Segment															
			Feeder				Distribution						Drop					
			Trench/Duct		Cables		Trench/Duct		Cables		Poles		Trench/Duct		Cables		Poles	
			%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value	%	% of gross value
Architecture	FTTC	Rebuild	~87%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Reuse	~13%	10.36%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Copper	Rebuild	~51%	100%	~40%	100%	~35%	100%	~35%	100%	~20%	100%	~32%	100%	~32%	100%	~20%	100%
		Reuse (Subsidy)	~49%	10.36%	~60%	17.3%	~65%	10.36%	~65%	17.3%	~80%	9.43%	~68%	10.36%	~68%	17.3%	~80%	9.43%

Αριθμός Συνδρομητών

Με την αντικατάσταση των οπτικών στοιχείων, το σύνολο των συνδρομητών του δικτύου μεταφέρεται στο δίκτυο χαλκού. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη και οι συνδρομητές των επιδοτούμενων περιοχών. Με αυτή την προσέγγιση απλοποιείται η μοντελοποίηση διότι πλέον δεν είναι αναγκαίο να υλοποιηθεί η μετάβαση από το δίκτυο χαλκού στο δίκτυο FTTH.

Κατά αντιστοιχία με το Σενάριο 1, και στο Σενάριο 2 οι συνολικοί συνδρομητές μειώνονται αλλά με μεγαλύτερο ρυθμό, καθώς παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των συνδρομητών τα τελευταία έτη κυρίως στις επαρχιακές περιοχές και στις επιδοτούμενες. Εκτιμάται ότι η μείωση οφείλεται τόσο στις αιτίες που αναφέρθηκαν ανωτέρω όσο και στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών Fixed Wireless Access (FWA) και Δορυφορικής πρόσβασης. Η τάση που παρατηρήθηκε αναμένεται να μειωθεί αναλόγως με την πορεία δράσεων, όπως το UFBB, και την πρόσβαση σε FTTH υπηρεσίες στις εν λόγω περιοχές.

3.5 Επαναχρησιμοποίηση τεχνικών έργων υποδομής

Όπως αποτυπώνεται και στο φύλλο εργασίας {Trench_Deployment}, πέραν της 100% επαναχρησιμοποίησης των τεχνικών έργων υποδομής στην περίπτωση των επιδοτούμενων περιοχών, υπολογίζεται ενδογενώς από το γεωγραφικό μοντέλο GIS η επαναχρησιμοποίηση μεταξύ των δικτύων που υλοποιούνται και χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες.

Επαναχρησιμοποίηση από το δίκτυο Κορμού (Common with Core Network)

Αναφέρεται στην επαναχρησιμοποίηση χαντακιών μεταξύ τμημάτων Feeder (ΑΚ-καμπίνα) των δικτύων πρόσβασης (FTTH/FTTC/Χαλκός) και του δικτύου κορμού. Αυτά υπολογίζονται στο μοντέλο GIS με επικάλυψη των αντίστοιχων οδεύσεων του κάθε δικτύου μεμονωμένα με το δίκτυο κορμού. Τα κοινά αυτά χαντάκια αποδίδονται ισότιμα στα δύο τμήματα, δηλαδή με ποσοστό 50%. Για τις οδεύσεις του δικτύου κορμού έχουν χρησιμοποιηθεί τα δεδομένα του μοντέλου BU LRIC+ Μισθωμένων Γραμμών.

Επαναχρησιμοποίηση από το υφιστάμενο δίκτυο χαλκού (Common with other Access Network)

Αναφέρεται στην επαναχρησιμοποίηση χαντακιών Feeder μεταξύ διαφορετικών δικτύων. Υπολογίζονται μεταξύ FTTH Feeder και Feeder χαλκού, καθώς και μεταξύ

FTTC Feeder και Feeder χαλκού. Τα κοινά χαντάκια υπολογίζονται στο μοντέλο GIS με επικάλυψη των αντίστοιχων οδεύσεων. Τα χαντάκια αυτά κοστολογούνται στην εναπομείνουσα αξία των χαντακιών χαλκού.

Δεν γίνεται επαναχρησιμοποίηση μεταξύ των δικτύων FTTC και FTTH σύμφωνα με τα στοιχεία που διέθεσαν οι πάροχοι.

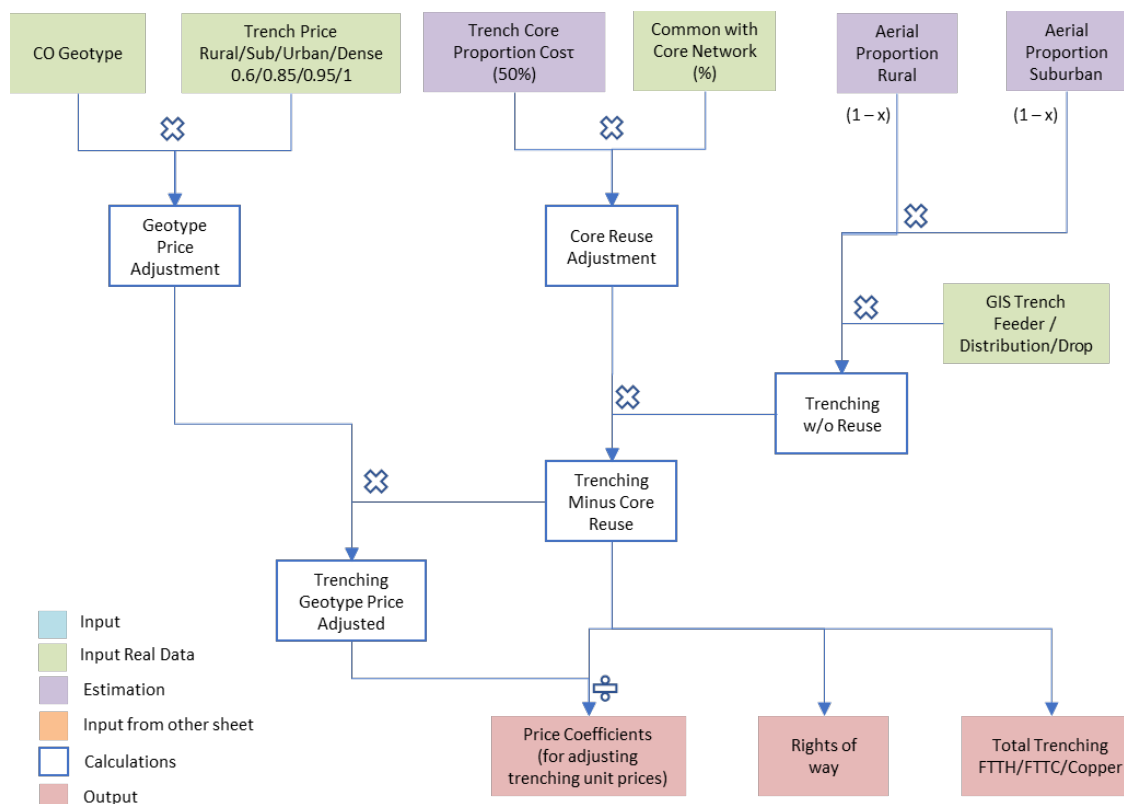
Επαναχρησιμοποίηση από διαφορετικό τμήμα του δικτύου (Common with Other Segment)

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). Τα κοινά χαντάκια υπολογίζονται στο μοντέλο GIS με επικάλυψη των αντίστοιχων οδεύσεων. Το κομμάτι επαναχρησιμοποίησης αφαιρείται από το Distribution τμήμα του δικτύου αφού «φιλοξενείται» ουσιαστικά από το Feeder τμήμα.

Ο λόγος που δεν υπολογίζεται τέτοιου τύπου επαναχρησιμοποίηση για το FTTC είναι ότι το δίκτυο διανομής (Distribution) αφορά χαντάκια χαλκού, ενώ το κομμάτι στο κύριο δίκτυο (Feeder τμήμα) αφορά οδεύσεις οπτικών ινών.

3.6 Υπολογισμός συνολικών οδεύσεων και καλωδίων

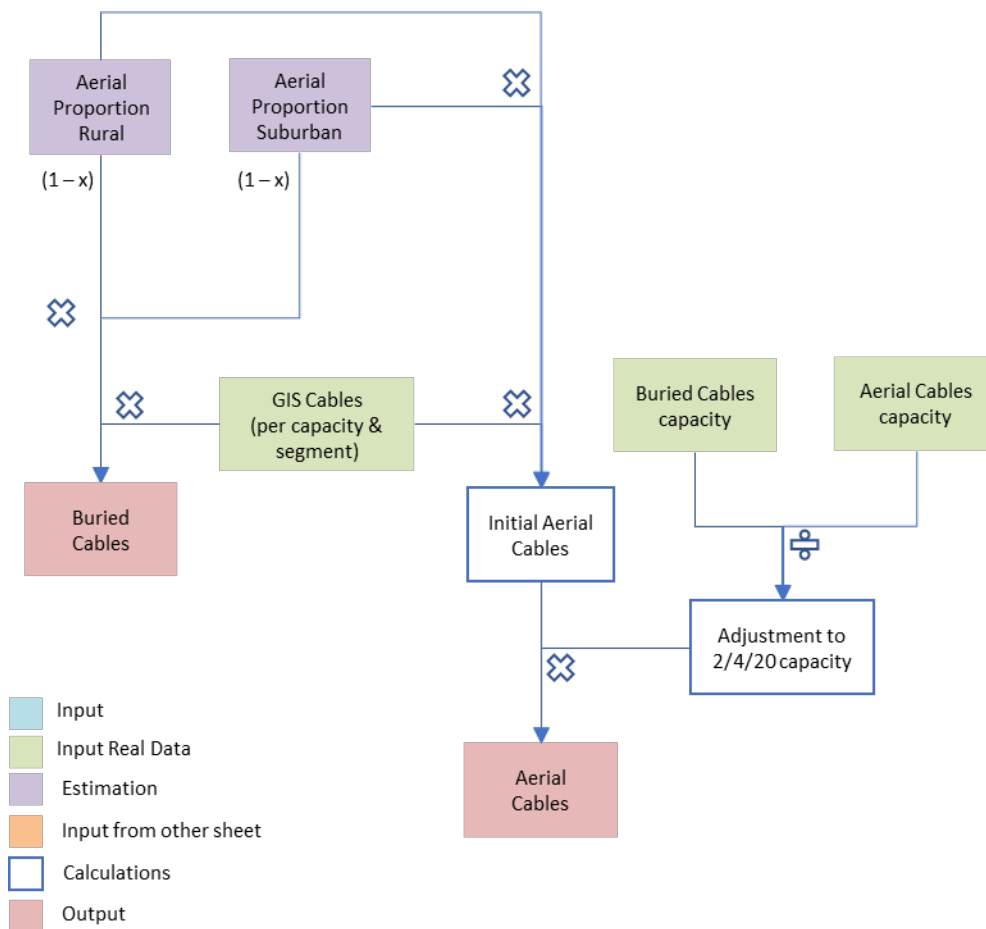
Ο υπολογισμός των οδεύσεων πραγματοποιείται στο φύλλο εργασίας {Trench_Deployment} και ακολουθεί τα βήματα που παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 9: Διάγραμμα ροής υπολογισμών οδεύσεων/χαντακιών

Οι παραπάνω υπολογισμοί πραγματοποιούνται για κάθε τμήμα των δικτύων FTTH, FTTC και χαλκού με δεδομένα ανά ΑΚ. Ως αποτέλεσμα, υπολογίζονται τα χαντάκια έχοντας αφαιρέσει την όποια επαναχρησιμοποίηση (ή επικαλύψεις), τα τέλη διέλευσης (για το Feeder) και οι συντελεστές/πολλαπλασιαστές μοναδιαίου κόστους χαντακιών ώστε να ληφθεί υπόψη ο τύπος αστικότητας των ΑΚ.

Ο υπολογισμός των υπόγειων και εναέριων καλωδίων βασίζεται στα υπολογισμένα από το GIS υπόγεια καλώδια ανά χωρητικότητα, τμήμα δικτύου ανά ΑΚ. Οι υπολογισμοί αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα. Σημειώνεται ότι οι παρακάτω υπολογισμοί αφορούν μόνο τα δίκτυα FTTC και χαλκού, διότι δεν υφίστανται εναέρια καλώδια FTTH.

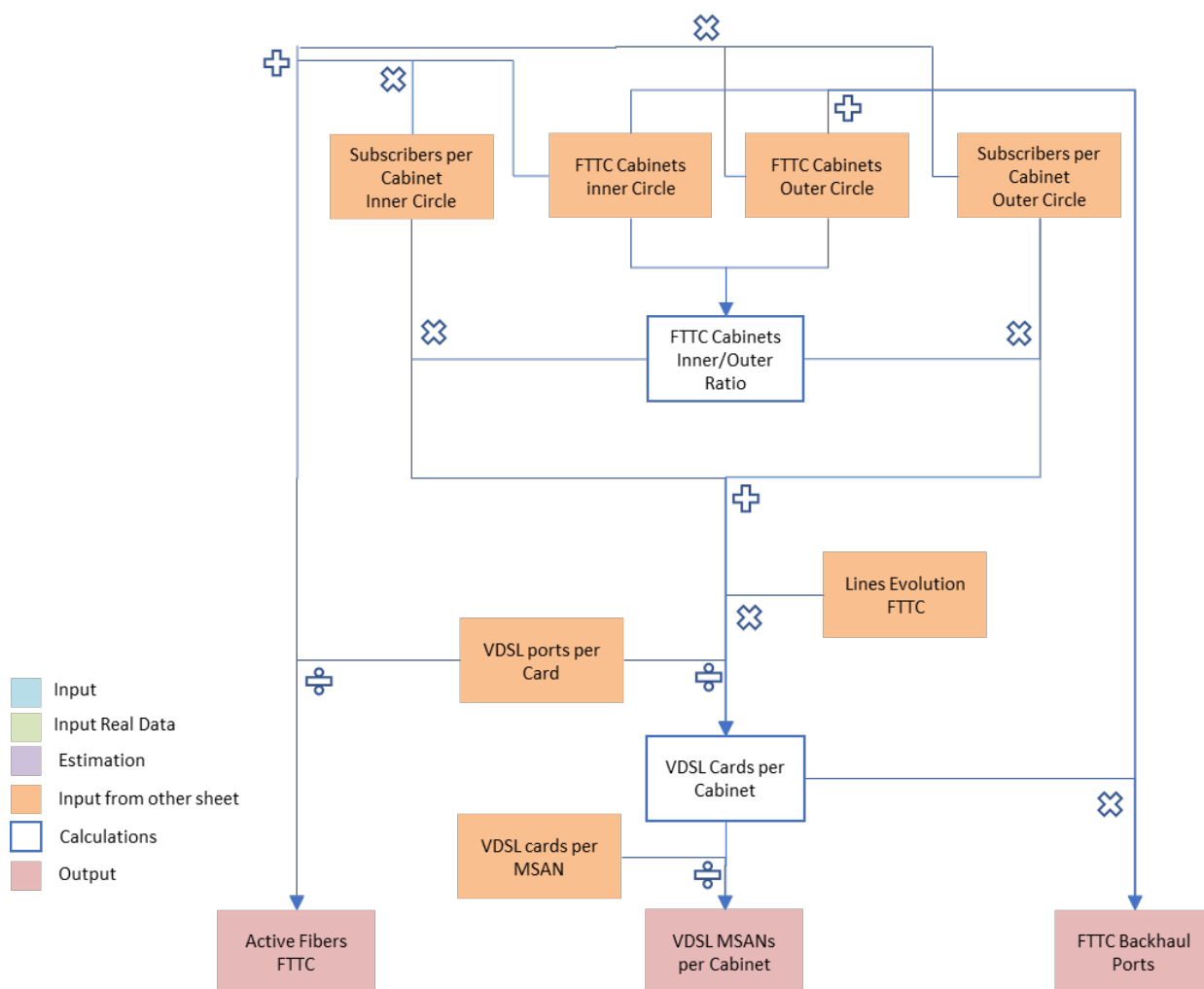


Σχήμα 10: Διάγραμμα ροής υπολογισμών υπόγειων και εναέριων καλωδίων

3.7 Μοντελοποίηση εξοπλισμού καμπινών

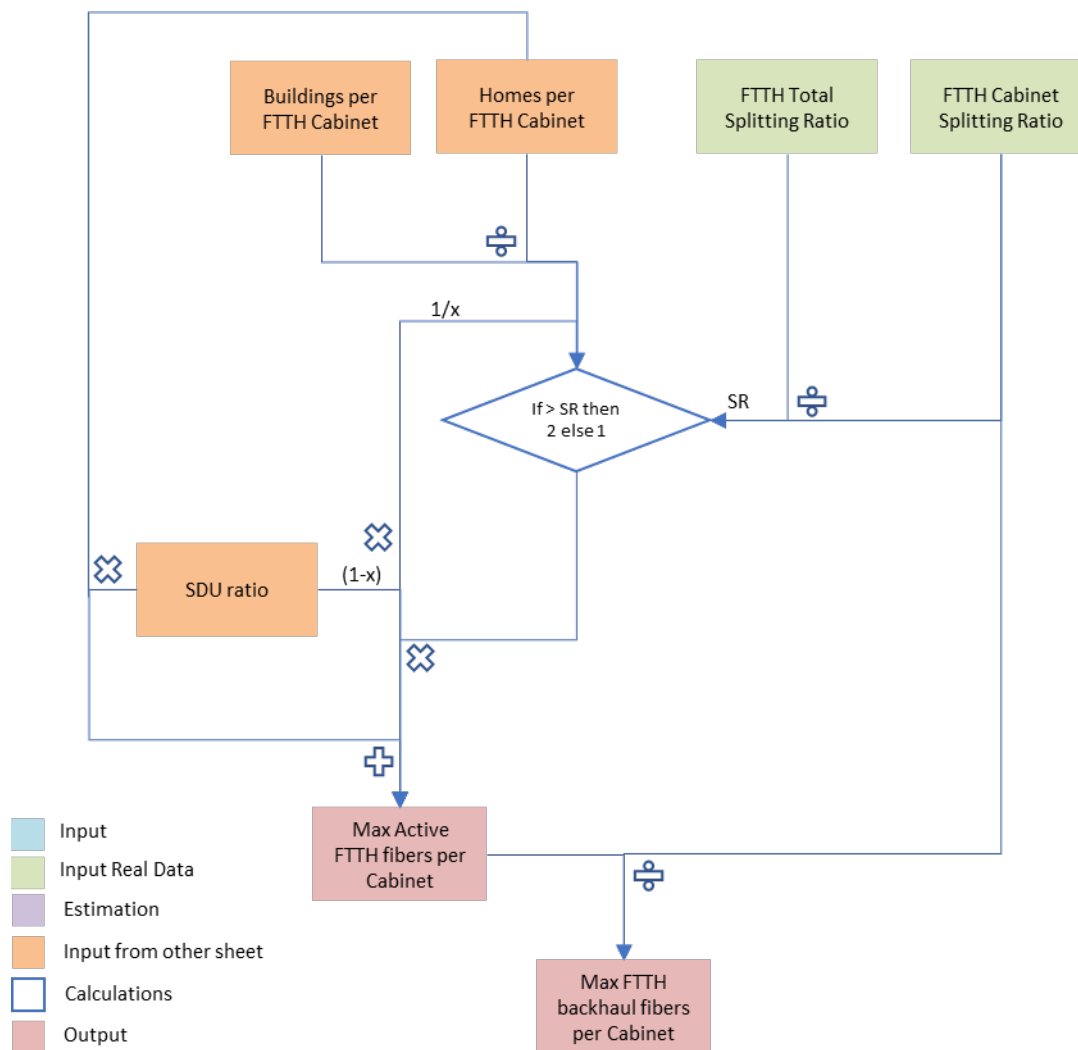
Ο υπολογισμός του εξοπλισμού και των καλωδίων ανά καμπίνα πραγματοποιείται στο φύλλο εργασίας {Network_Deployment} και περιλαμβάνει τον υπολογισμό καρτών VDSL/Vectoring και των αντίστοιχων MSAN, του πλήθους οπτικών καλωδίων οπισθόζευξης (προς το ΑΚ) τόσο για το FTTC όσο και το FTTH δίκτυο ανά ΑΚ.

Οι αντίστοιχοι υπολογισμοί αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήματα.



Σχήμα 11: Διάγραμμα ροής υπολογισμών οπτικών ινών και εξοπλισμού καμπινών FTTC

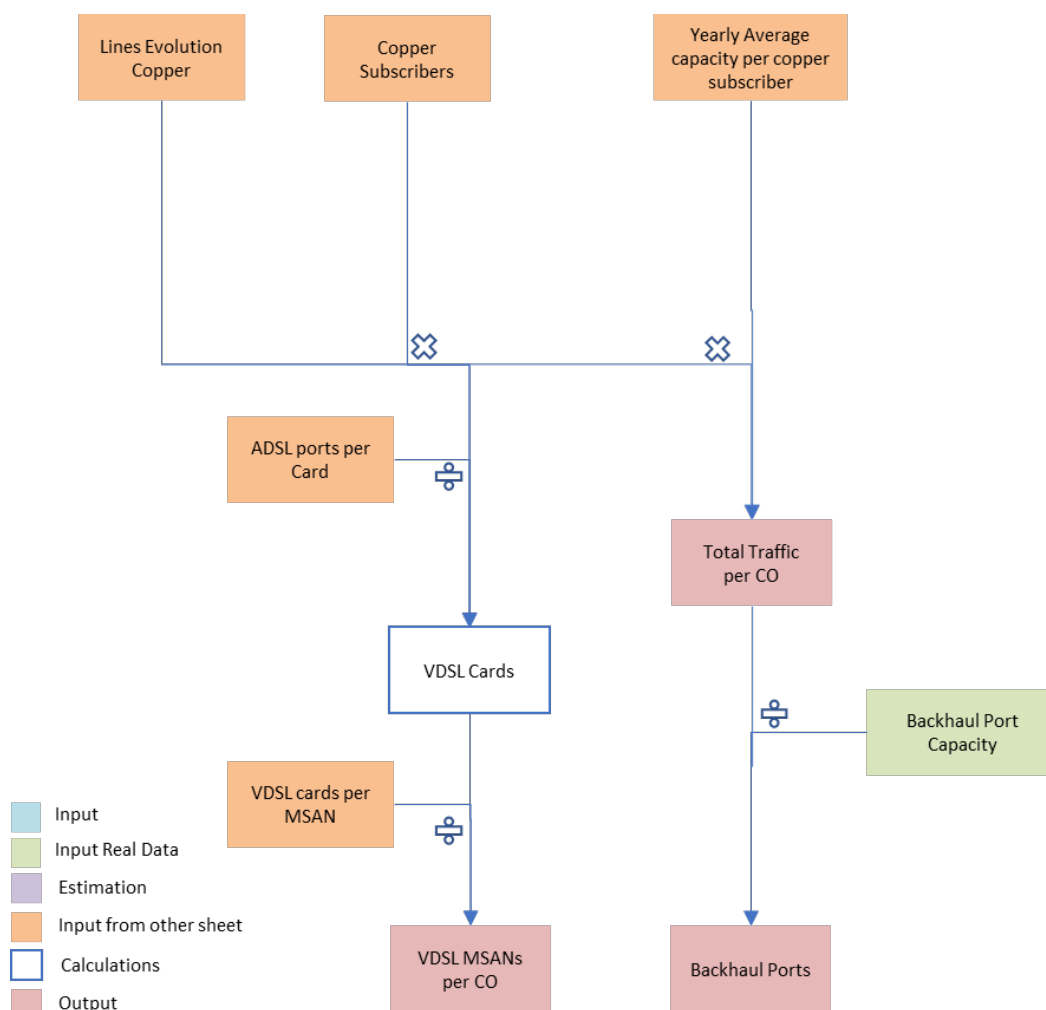




Σχήμα 13: Διάγραμμα ροής υπολογισμών θεωρητικού μέγιστου οπτικών ινών ανά FTTH καμπίνα

3.8 Μοντελοποίηση εξοπλισμού ΑΚ

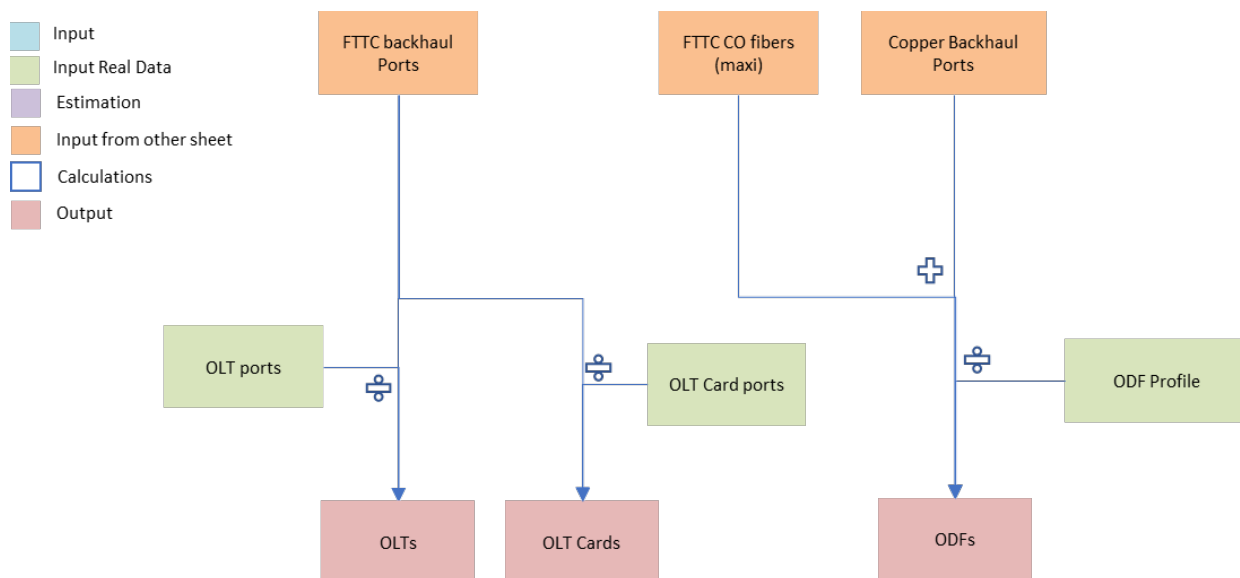
Ο υπολογισμός του πλήθους του εξοπλισμού VDSL (από ΑΚ) πραγματοποιείται στο φύλλο εργασίας {CO_ADSL}. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι σχετικοί υπολογισμοί.



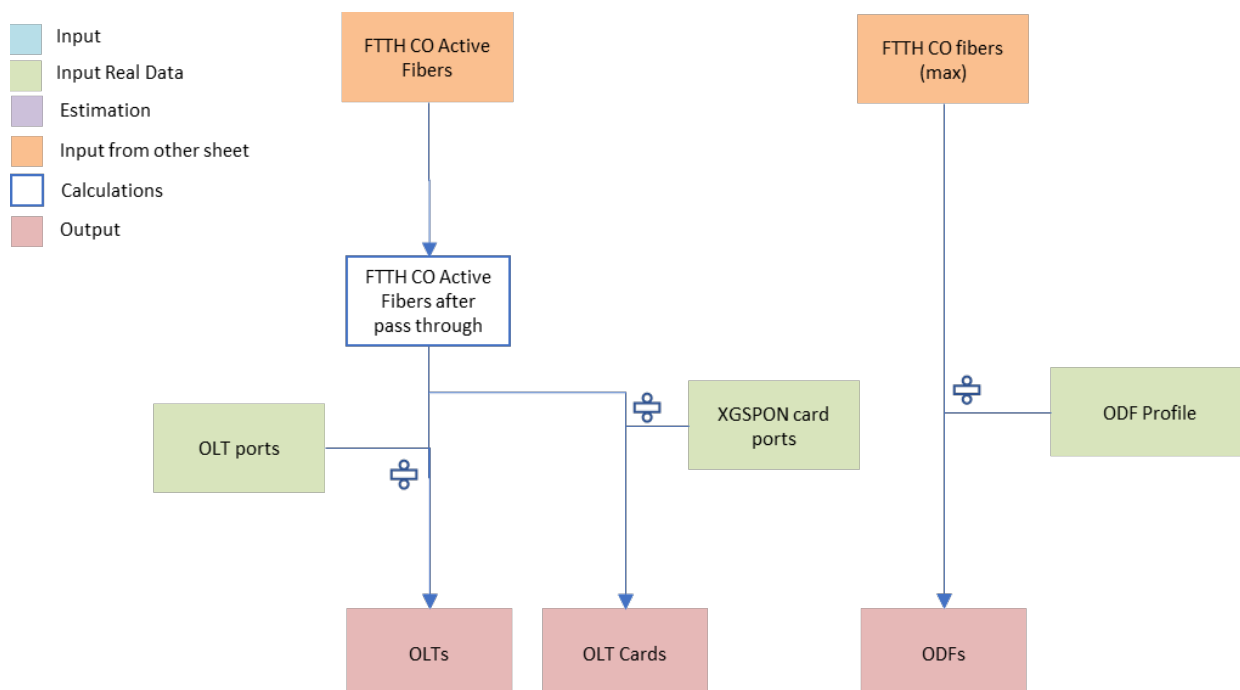
Σχήμα 14: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού xDSL στο ΑΚ

Ο υπολογισμός του εξοπλισμού στο ΑΚ πραγματοποιείται στο φύλλο εργασίας {Deployment_Summary} και περιλαμβάνει τον υπολογισμό του πλήθους των OLT και των καρτών GPON. Αξίζει να σημειωθεί ότι πλέον των OLTs υπολογίζονται και OLTs μικρότερης χωρητικότητας σε πλήθος καρτών, τα οποία αντικαθιστούν τα μεγαλύτερα OLTs σε ΑΚ, όπου είναι εφικτό.

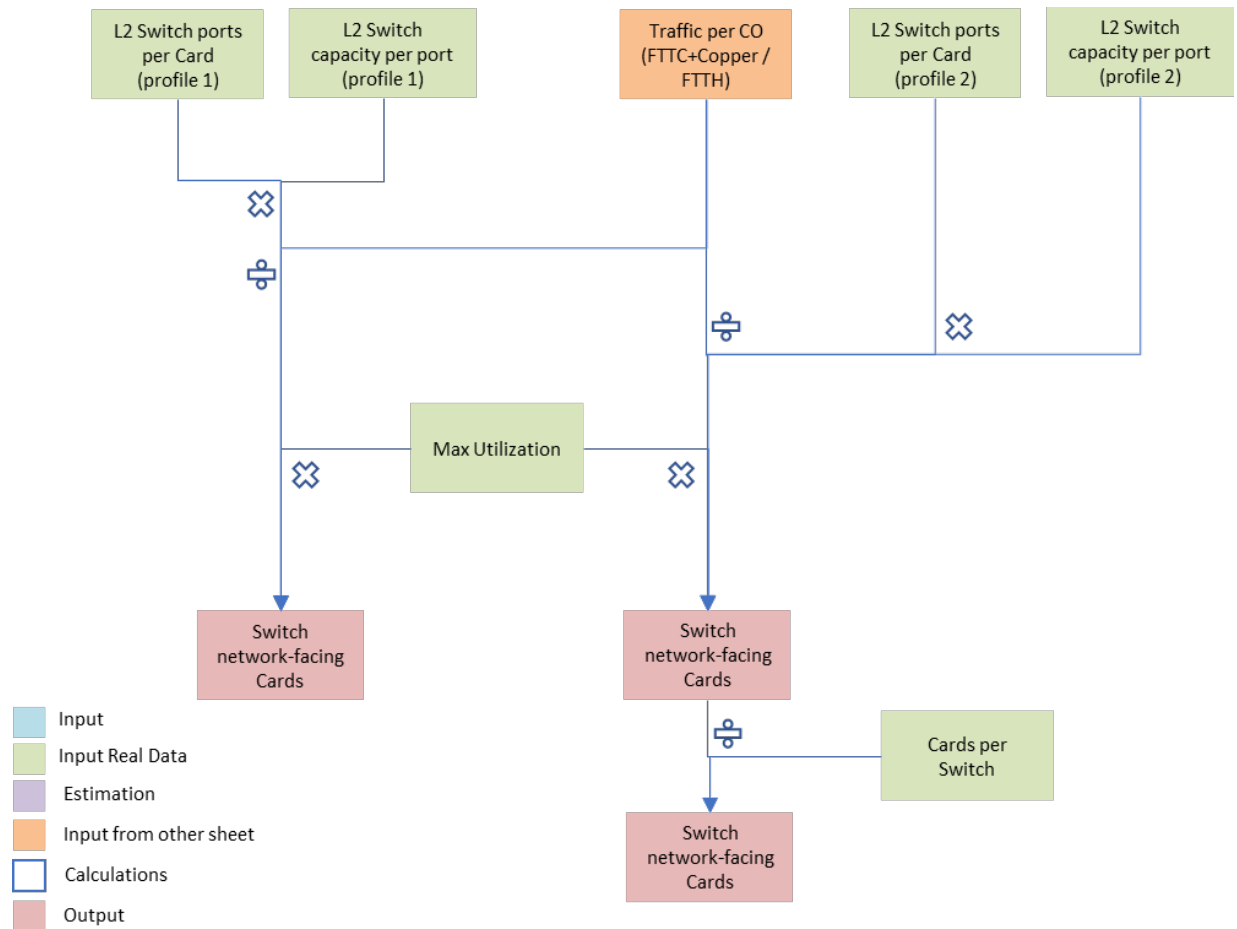
Επιπλέον, υπολογίζονται η κίνηση δεδομένων ανά ΑΚ και το αντίστοιχο πλήθος καρτών και Switches (μεταγωγέων) που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση της κίνησης. Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά οι υπολογισμοί ανά δίκτυο.



Σχήμα 15: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού στο ΑΚ για το δίκτυο FTTC και χαλκού



Σχήμα 16: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού στο ΑΚ για το δίκτυο FTTH



Σχήμα 17: Διάγραμμα ροής υπολογισμών εξοπλισμού των L2 Switches στο ΑΚ

Τέλος, στο φύλλο εργασίας {Upstream_Network} και περιλαμβάνει τον υπολογισμό του πλήθους των RADIUS Servers και των BRAS σύμφωνα με τη χωρητικότητα τους (σε πλήθος συνδρομητών) και το σύνολο των συνδρομητών (ανάλογα το σενάριο). Επιπλέον, υπολογίζονται η συνολική κίνηση δεδομένων και το αντίστοιχο πλήθος Core Layer 3 Routers (δρομολογητές) και Distribution Layer 3 Routers που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση της κίνησης. Επισημαίνεται, ότι για τα Routers χρησιμοποιείται x2 εφεδρεία (redundancy).

3.9 Επιμερισμός κόστους 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 και FTTH στο BRAS επιμερίζονται το σύνολο του κόστους του μοντελοποιημένου τμήματος του κορμού. Το ποσοστό των γραμμών που παραδίδονται στο BRAS ελέγχεται από την αντίστοιχη παράμετρο στο φύλλο εργασίας {Catalogue_Config}. Το ποσοστό αυτό έχει τεθεί σε 5% ήδη από τις προηγούμενες εκδόσεις του μοντέλου και σύμφωνα με τα στοιχεία που είχαν διατεθεί στην ΕΕΤΤ από τους παρόχους.

Επιπλέον, μέρος του κόστους του εξοπλισμού κορμού επιμερίζεται και στις υπηρεσίες Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ βάσει ονομαστικής ταχύτητας. Οι εν λόγω υπηρεσίες επιβαρύνονται και με το μέσο κόστος οδεύσεων (Core Trench Regional / National) και μεταφοράς (WDM Transmission Regional / National) ανάλογα με το επίπεδο παράδοσης (Περιφερειακό ή Εθνικό) όπως αυτά προκύπτουν από τη μοντελοποίηση του δικτύου κορμού στο μοντέλο BU LRIC+ Μισθωμένων Γραμμών.

3.10 Μοντελοποίηση κίνησης ανά υπηρεσία

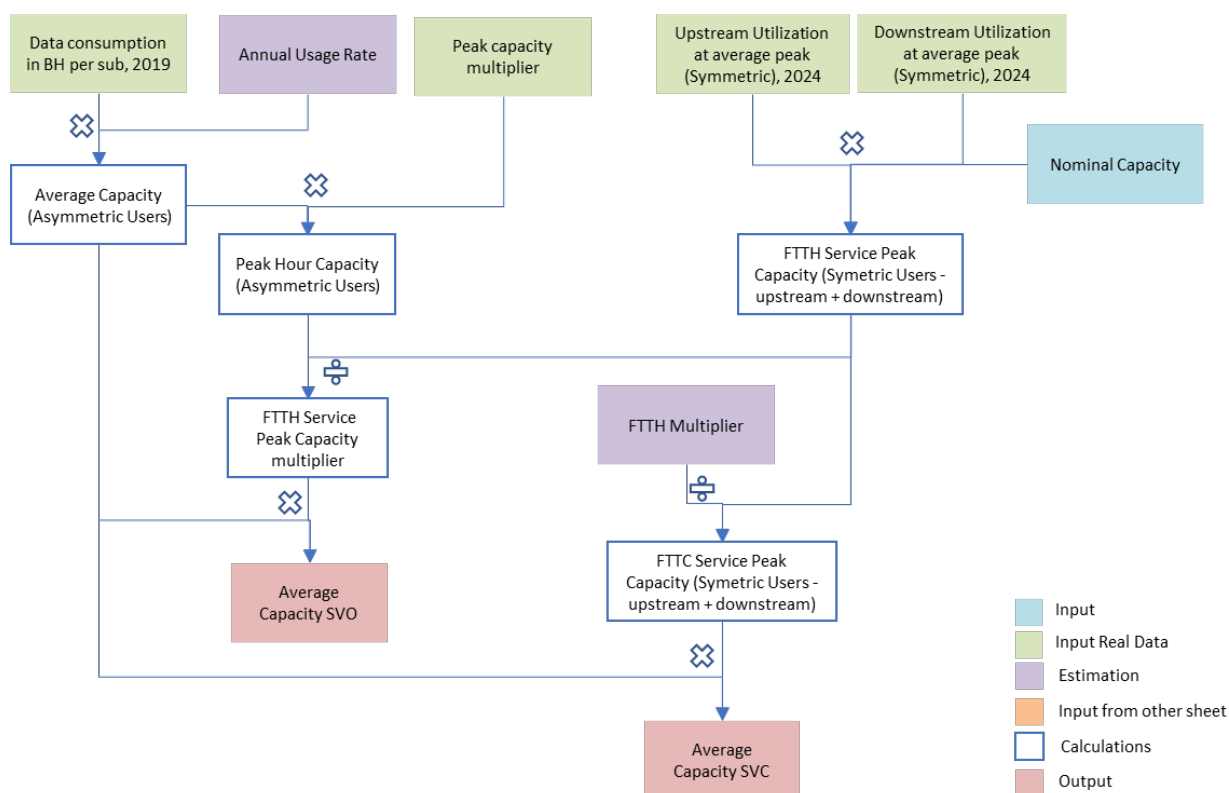
Επιπρόσθετα, για τη διαστασιοποίηση και επιμερισμό κόστους των δικτυακών στοιχείων του δικτύου κορμού και άλλων, τα οποία έχουν ως βασικό παράγοντα διαστασιοποίησης ή κοστολόγησης την κίνηση στο δίκτυο, χρησιμοποιήθηκαν οι εκτιμήσεις για τη μέση ταχύτητα των συνδρομητών ευρυζωνικών γραμμών, όπως αυτές είχαν προκύψει από προηγούμενες εκδόσεις του μοντέλου NGA BU LRIC+.

Ωστόσο, από το 2024 και έπειτα, το ποσοστό της ταχύτητας upstream επί της downstream αυξήθηκε σε 50% για τις υπηρεσίες FTTH 300Mbps και άνω. Επιπλέον, το «Annual Usage Rate» από 15% καθολικά για όλες τις υπηρεσίες τροποποιήθηκε σε ποσοστό ανά ονομαστική ταχύτητα και ανά έτος με έτος βάσης το 2019. Ο υπολογισμός βασίστηκε σε εκτιμήσεις παρόχων με κατάλληλες τροποποιήσεις, ώστε η συνολική κίνηση στο δίκτυο να ακολουθεί την πραγματική κίνηση βάσει των στοιχείων των παρόχων, δεδομένης της μετάβασης των συνδρομητών σε υψηλότερες ταχύτητες (ποσοστά ζήτησης ανά ταχύτητα). Σημειώνεται ότι βάσει των ανωτέρω, η μέση κίνηση των συνδρομητών FTTH αυξάνεται κατά τα μέσο όρο (από το 2019 έως το 2032) περίπου 20% ετησίως, ενώ των συνδρομητών χαλκού και FTTC περίπου 10% ετησίως.

Για τις υπηρεσίες Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ χρησιμοποιείται η ονομαστική ταχύτητα των κυκλωμάτων για τη διαστασιολόγηση και κοστολόγηση.

3.10.1 Υπηρεσίες L2 WAP

Για τις υπηρεσίες L2 WAP, ο υπολογισμός της μέσης κίνησης γίνεται βάσει της αναλογίας της μέγιστης χρήσης (Upstream Utilization at average peak) και της αντίστοιχης (peak capacity) των μη συμμετρικών υπηρεσιών FTTC και FTTH. Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται η ροή των αντίστοιχων υπολογισμών.



Σχήμα 18: Διάγραμμα ροής υπολογισμών κίνησης L2 WAP (SVO και SVC)

Βάσει των νεότερων διαθέσιμων εκτιμήσεων των παρόχων, η κίνηση δεδομένων εκτιμάται ότι θα είναι κατά μέσο όρο στο 3,8% της ονομαστικής ταχύτητας στο upstream (Upstream Utilization at average peak) και 15,8% στο downstream (Downstream Utilization at average peak) το 2024, αυξανόμενη με βάση τον ετήσιο ρυθμό αύξησης της κίνησης του μοντέλου. Επιπρόσθετα, λόγω των ποιοτικά ανώτερων τεχνικών χαρακτηριστικών των SVO γραμμών (τεχνολογίας FTTH) εν συγκρίσει με τις SVC γραμμές (τεχνολογίας FTTC VDSL) αντίστοιχων συμμετρικών ταχυτήτων, αναμένεται η μέγιστη κίνηση συνδρομητή SVO να είναι ελαφρώς αυξημένη κατά 10% περίπου εν συγκρίσει με την κίνηση SVC (FTTH Multiplier), και συγκεκριμένα:

- 5% για τις γραμμές των 25 Mbps,

- 10% για τις γραμμές των 50 Mbps,
- 15% για τις γραμμές των 100 Mbps

Αξίζει να σημειωθεί ότι για τις L2 WAP υπηρεσίες 25Mbps η σύγκριση και οι αντίστοιχοι υπολογισμοί γίνονται βάσει των υπαρχουσών υπηρεσιών 24Mbps του μοντέλου. Για τις L2 WAP υπηρεσίες 150Mbps και 250Mbps, λόγω της απουσίας αντίστοιχων μη συμμετρικών υπηρεσιών NGA, στους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται οι μέσες τιμές κίνησης μεταξύ των υπηρεσιών 100Mbps, 200Mbps και 300Mbps.

Επιπλέον, για τον υπολογισμό της κίνησης δεδομένων και των αντίστοιχων δικτυακών στοιχείων που απαιτούνται για την εξυπηρέτησή της στα Αστικά Κέντρα, η μέση κίνηση FTTC και FTTH προσαρμόζονται κατάλληλα ώστε να λαμβάνεται υπόψη η συνολική κίνηση των υπηρεσιών SVC και SVO αντίστοιχα.

3.11 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 (BEP). 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 0, εφόσον δεν υπάρχει πυλωτή, ή +1 του κτιρίου εφόσον υπάρχει πυλωτή. Οι χρήστες ουσιαστικά κατανέμονται με ομοιομορφία στα σχετικά κτίρια και ορόφους. Το κόστος που προκύπτει από την υλοποίηση του Floor Box επιμερίζεται στους συνδρομητές FTTH οι οποίοι κατοικούν σε MDU.

3.12 Μοντελοποίηση υπηρεσιών πρόσβασης Floor Box

Η μοντελοποίηση της βασικής υπηρεσίας Floor Box πραγματοποιείται κυρίως στο φύλλο εργασίας {Central_Office_Data}, όπου είναι συγκεντρωμένα τα δεδομένα και οι υπολογισμοί για τους ορόφους ανά πολυκατοικιών (MDU) και μονοκατοικιών (SDU) ανά ΑΚ. Οι υπολογισμοί των υπολοίπων πρόσθετων υπολογισμών για τις διάφορες παραλλαγές της υπηρεσίας πραγματοποιούνται στο φύλλο εργασίας {Floor Box},

3.12.1 Υπηρεσία Floor Box increment

Οι βασικοί υπολογισμοί για τέλος πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ο Πάροχος Πρόσβασης (προ εφαρμογής της νέας ΚΥΑ) υπολογίζεται κυρίως στο φύλλο εργασίας {Central_Office_Data}.

Οι εν λόγω υπολογισμοί περιλαμβάνουν τον υπολογισμό του πλήθους των συνδεδεμένων πολυκατοικιών (Active MDUs) ανά ΑΚ και συνολικά των αντίστοιχων Floor Box βάσει των στοιχείων για το πλήθος ορόφων, κτιρίων, νοικοκυριών και μονοκατοικιών ανά ΑΚ. Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται οι υπολογισμοί του πλήθους των Floor Box.

Ο υπολογισμός των MDUs βασίζεται στη προσέγγιση της ομοιόμορφης κατανομής. Επομένως, το πλήθος των ενεργών/συνδεδεμένων MDUs είναι ίσο με το συνολικό πλήθος των MDUs μιας περιοχής FTTH εκτός αν

$$\text{Ποσοστό ενεργών γραμμών} \times \text{Κατοικίες ανά πολυκατοικία} < 1$$

Οπότε το πλήθος των ενεργών/συνδεδεμένων MDUs υπολογίζεται αντίστοιχα με των SDUs ως εξής:

Ενεργά MDUs

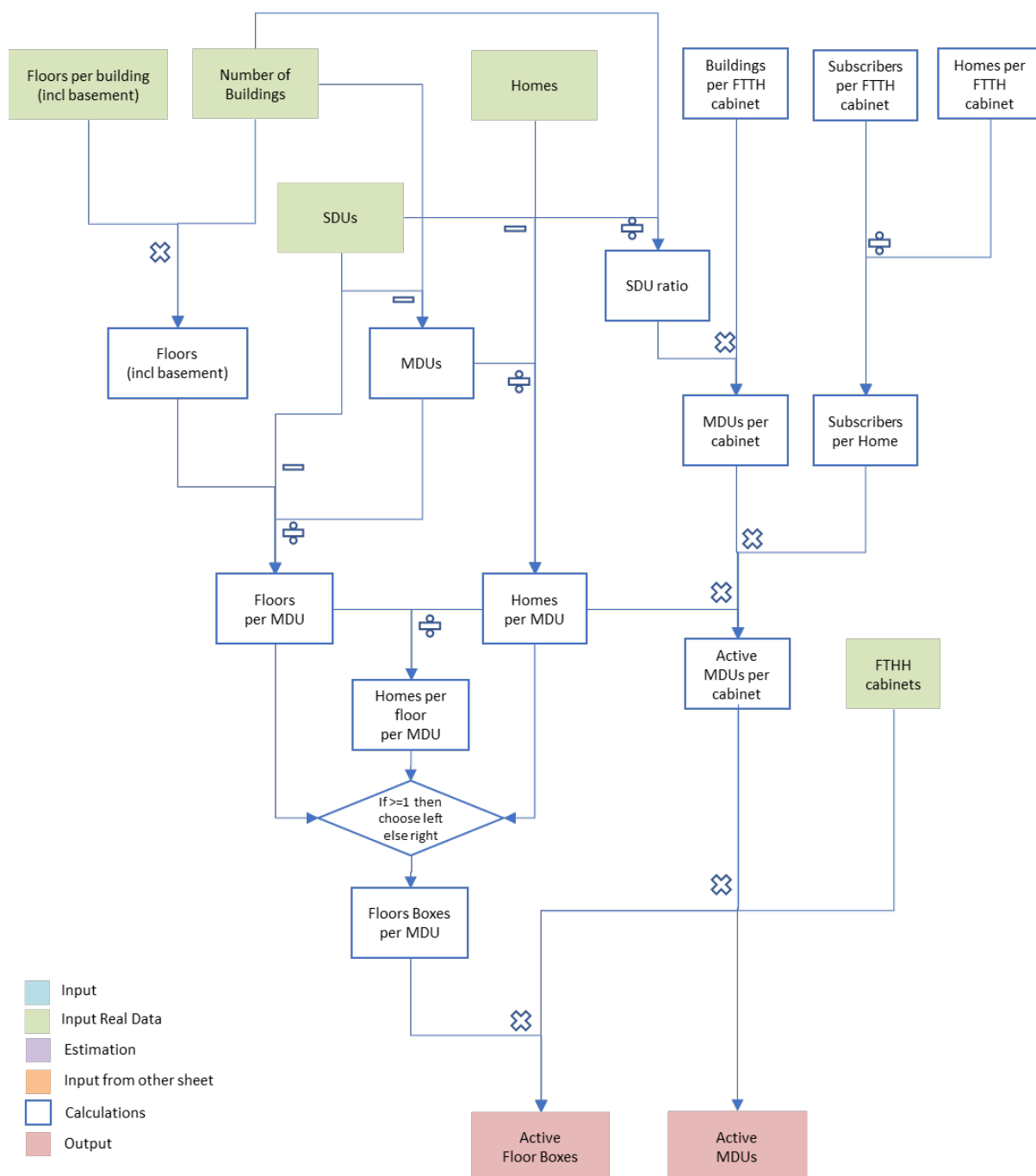
$$= \text{Ποσοστό ενεργών γραμμών} \times \text{Κατοικίες ανά πολυκατοικία} \times \text{Πλήθος MDUs}$$

όπου

$$\text{Ποσοστό ενεργών γραμμών} = \frac{\text{ενεργές γραμμές}}{\text{πλήθος κατοικιών}}$$

Για παράδειγμα, σε μία περιοχή με πολυκατοικίες με μέσο όρο 4 κατοικίες/διαμερίσματα το πλήθος των συνδεδεμένων πολυκατοικιών είναι μικρότερο του συνόλου των πολυκατοικιών μόνο στην περίπτωση που το ποσοστό ενεργών γραμμών είναι μικρότερο του 25% του συνόλου των κατοικιών.

Τα Floor Box εγκαθίστανται στη πολυκατοικία με την πρώτη συνδρομή FTTH εντός αυτής (ενεργό MDU) σύμφωνα με το υπάρχον ρυθμιστικό πλαίσιο. Το κόστος του εξοπλισμού αυτού επιμερίζεται μεταξύ των FTTH συνδρομητών.



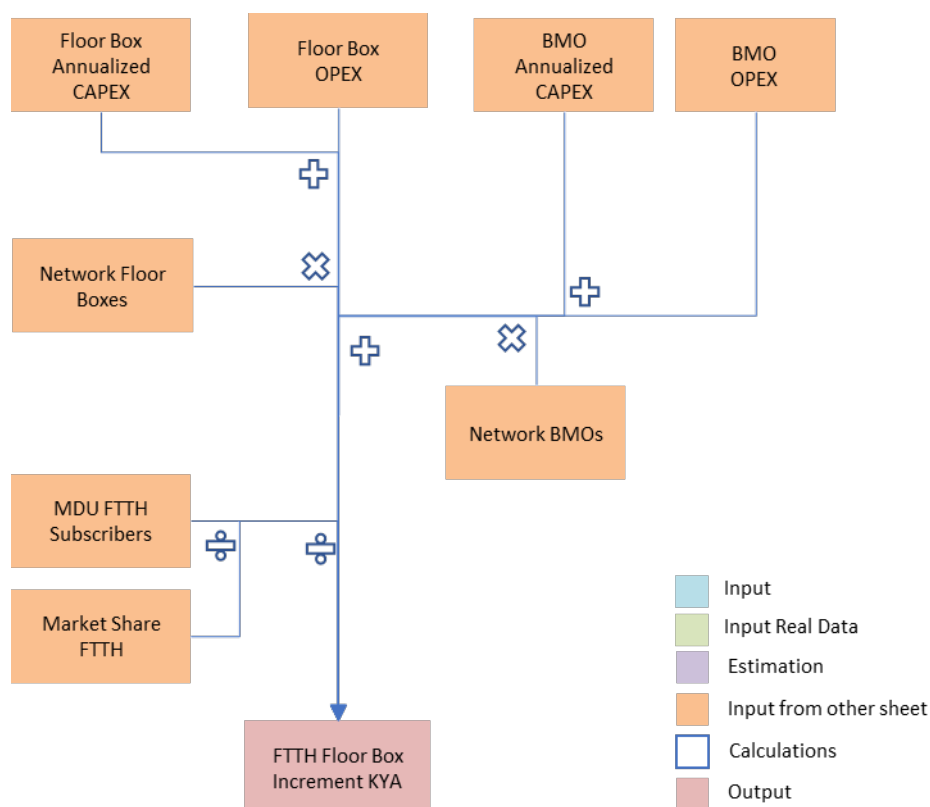
Σχήμα 19: Διάγραμμα ροής υπολογισμών πλήθους Floor Box (ανά ΑΚ)

Στα υπόλοιπα φύλλα εργασίας του μοντέλου, τα κόστη (annualized CAPEX και OPEX) ανά Floor Box επί το πλήθος των Floor Box διά το πλήθος συνδρομητών σε πολυκατοικίες δίνει το τελικό κόστος της υπηρεσίας Floor Box Increment.

3.12.2 Υπηρεσία Floor Box με τη νέα ΚΥΑ

Για τα κτίρια με ενδοκτιριακή καλωδίωση, η οποία έχει κατασκευαστεί από τον Πάροχο Πρόσβασης μετά την εφαρμογή της νέας ΚΥΑ (53538 ΕΞ 2023 - ΦΕΚ 7037/Β/13-12-2023), υπολογίζεται νέο τέλος πρόσβασης σε Floor Box. Το νέο τέλος ενσωματώνει και το κόστος του κεντρικού κατανεμητή (Building Main ODF – BMO).

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται οι υπολογισμοί του νέου τέλους πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ο Πάροχος Πρόσβασης μετά την εφαρμογή της νέας ΚΥΑ. Στο μοντέλο, το εν λόγω τέλος ονομάζεται «FTTH Floor Box Increment ΚΥΑ». Δεδομένων των προδιαγραφών και της δυνατότητας κοινής χρήσης της υποδομής βάσει της ΚΥΑ, ο αποδοτικός πάροχος θα μοιραστεί κοστοστρεφώς την εν λόγω υποδομή με άλλους παρόχους. Επομένως, δεν αναμένεται να επωμιστεί επιπρόσθετο κόστος και άρα τα αντίστοιχα τέλη Floor Box δεν αναμένεται να επηρεαστούν από το μερίδιο αγοράς.



Σχήμα 20: Διάγραμμα ροής υπολογισμών Floor Box με τη νέα ΚΥΑ

3.12.3 Υπηρεσία Floor Box με υπάρχουσα εσωτερική καλωδίωση

Το τέλος πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ένας τρίτος εγκαταστάτης. Στο μοντέλο η εν λόγω υπηρεσία ονομάζεται «FTTH Floor Box Increment (Pre-existing Cabling)».

Ο Πάροχος Πρόσβασης στο Floor Box κτιρίων που διαθέτουν υποδομή εσωτερικής καλωδίωσης οπτικών ινών προβαίνει σε ενέργειες ενσωμάτωσης και διασύνδεσης της υφιστάμενης υποδομής στο δίκτυό του, καθώς και σε τακτικές εργασίες σχετικές με τη συντήρηση και τη αποκατάσταση βλαβών του προεγκαταστημένου εξοπλισμού ώστε να διασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία της υποδομής.

Οι εργασίες αυτές διασύνδεσης και ενσωμάτωσης, οι οποίες αφορούν στην αποτύπωση της εγκατεστημένης υποδομής, τη δημιουργία σχεδίων «as built», τον έλεγχο ποιότητας της εγκατάστασης καθώς και την προκαλωδίωση του κεντρικού καταναμητή με το BEP του Παρόχου Πρόσβασης υπολογίζονται με την υπόθεση εργασίας ότι η χρέωση για «Μετάβαση τεχνικού» αφορά στο 100% των περιπτώσεων, όπου ο εγκαταστάτης δεν είναι ο εργολάβος του Παρόχου Πρόσβασης.

Τα σχετικά κόστη έχουν χωριστεί στις εξής κατηγορίες, ως εξής:

Κόστος Υλικού (κεφαλαιοποιημένο κόστος εργασιών):

- Δημιουργία as built & αποτύπωση δικτύου (Planning & Documentation)
- Έλεγχος (Testing)
- Προκαλωδίωση (Cabling)
- Μετάβαση (Transport)

Λειτουργικά Κόστη – Συντήρηση και Διαχείριση Βλαβών

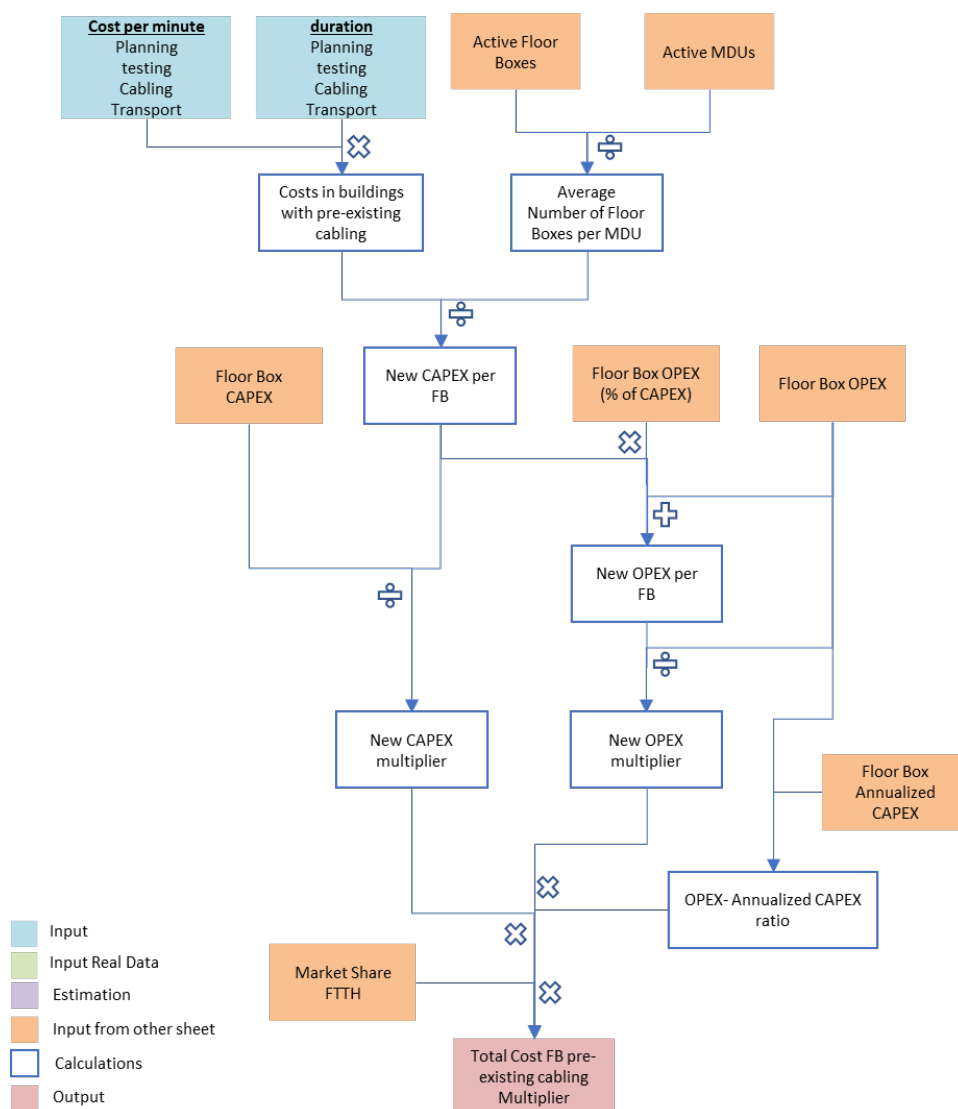
- Δημιουργία as built & αποτύπωση δικτύου (Planning & Documentation)
- Έλεγχος (Testing)
- Προκαλωδίωση (Cabling)
- Μετάβαση (Transport)

Οι ανωτέρω τιμές εργασιών είναι βασισμένες στις παρακάτω κατηγορίες κοστολογημένου ωρομισθίου εργασίας, ήτοι:

- Μελέτες και σχεδιασμός (Δημιουργία as built & αποτύπωση)
- Τεχνικές εργασίες (Έλεγχος και Προκαλωδίωση)
- Μετάβαση τεχνικού

Τα παραπάνω στοιχεία κόστους των σχετικών εργασιών (Υλικού), αποτελούν κόστος το οποίο κεφαλαιοποιείται το 2019. Το εν λόγω κόστος μαζί με το αντίστοιχο λειτουργικό κόστος (2%) και το λειτουργικό κόστος του Floor Box αποτελούν το συνολικό κόστος της υπηρεσίας. Για τον υπολογισμό των μηνιαίων τελών της υπηρεσίας υπολογίζονται κατάλληλοι πολλαπλασιαστές επί των αρχικών μηνιαίων τελών πρόσβασης Floor Box. Οι υπολογισμοί αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα.

Επισημαίνεται, ότι λόγω των προδιαγραφών βάσει της ΚΥΑ, το εν λόγω τέλος Floor Box δεν αναμένεται να επηρεαστεί από το μερίδιο αγοράς.



Σχήμα 21: Διάγραμμα ροής υπολογισμών Floor Box με υπάρχουσα εσωτερική καλωδίωση

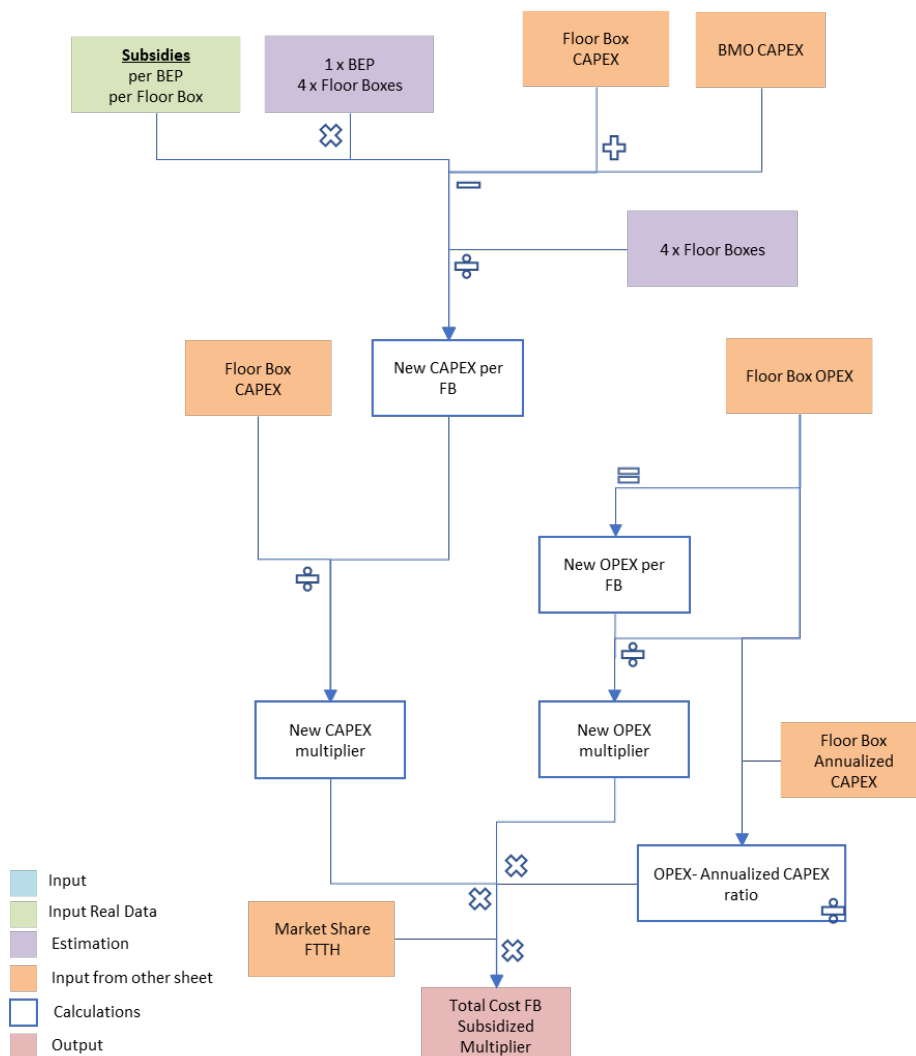
3.12.4 Υπηρεσία Floor Box με το πρόγραμμα SMART READINESS

Στη διακριτή περίπτωση επιδοτούμενων κτιρίων από το Πρόγραμμα Smart Readiness, πραγματοποιείται ο υπολογισμός μηνιαίου τέλους για την υπηρεσία Floor Box σε επιδοτούμενα κτίρια για να καλύψει το υπερβάλλον κόστος υλοποίησης, παράδοσης και συντήρησης της υπηρεσίας FTTH Floor Box, το οποίο δεν καλύπτεται από το ποσό επιδότησης της δράσης Smart Readiness.

Ο υπολογισμός του τέλους πρόσβασης σε Floor Box για τα κτίρια με ενδοκτιριακή υποδομή, για την περίπτωση όπου τις σχετικές υλοποιήσεις αναλαμβάνει ένας τρίτος εγκαταστάτης στο πλαίσιο του προγράμματος επιδότησης SMART READINESS γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω προσθήκες στο «Floor Box».

Κεφαλαιοποιημένο υπερβάλλον κόστος Floor Box, ανά όροφο, σε σύγκριση με το επιδοτούμενο κόστος της δράσης του Προγράμματος Smart Readiness, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ΑΠ 20603/29-09-2023 3η Τροποποίηση Προκήρυξης Προγράμματος «Smart Readiness» της Κοινωνίας της Πληροφορίας (€161,29 για Κεντρικό κατανεμητή (BEP) και €112,90 για Floor Box ανά όροφο). Θεωρούμε 4όροφο κτίριο για τον υπολογισμό του υπερβάλλοντος κόστους που δεν καλύπτεται από την επιδότηση. Επιπλέον, παραμένει το σύνολο των εργασιών εγκατάστασης και συντήρησης, δηλαδή ετήσιο OPEX μοντέλου NGA για την υπηρεσία Floor Box.

Για τον υπολογισμό των μηνιαίων τελών της υπηρεσίας υπολογίζονται κατάλληλοι πολλαπλασιαστές επί των αρχικών μηνιαίων τελών πρόσβασης Floor Box. Οι υπολογισμοί αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα. Επισημαίνεται, ότι λόγω των προδιαγραφών βάσει της ΚΥΑ, το εν λόγω τέλος Floor Box δεν αναμένεται να επηρεαστεί από το μερίδιο αγοράς.



Σχήμα 22: Διάγραμμα ροής υπολογισμών Floor Box με το πρόγραμμα SMART READINESS

3.13 Μοντελοποίηση υπηρεσιών Συνεγκατάστασης και συναφών ευκολιών

Τα κόστη των υπηρεσιών συνεγκατάστασης έχουν χωριστεί σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες, ως εξής:

Κόστη Υλικών

- Κάρτες Πρόσβασης
- Συντήρηση Κλιματισμού

- Συντήρηση συστημάτων UPS
- Καλώδια Οπτικής ίνας
- Περίβλημα συνδέσμου μονοκυκλωματικής διαχείρισης ίνας
- Οργανωτήρες συνένωσης μονοκυκλωματικής διαχείρισης
- Θερμοσυστελλόμενο κυκλικής οπής
- Θερμοσυστελλόμενος μανδύας
- Ηλεκτρολογικά συστήματα
- Σύστημα Πυρανίχνευσης
- Συστήματα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV)
- Υλικά συντήρησης Γεννήτριας Ρεύματος
- Υλικά βλαβοδιαχείρισης Γεννήτριας Ρεύματος

Λειτουργικά Κόστη

- Συστήματα κλιματισμού
- Συστήματα UPS
- Ηλεκτρολογικά συστήματα
- Γεννήτρια Ρεύματος
- Συστήματα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV)
- Σύστημα Διαχείρισης Πρόσβασης
- Σύστημα Πυρανίχνευσης
- Σημεία Πυρανίχνευσης
- Πυροσβεστήρες
- Υπηρεσίες καθαριότητας
- Διαχειριστικά Κόστη

Διαχείριση Βλαβών

- Άνοιγμα και κλείσιμο ΦΥΠ
- ΦΥΠ Άντληση υδάτων
- Μετάβαση συνεργείου
- Αντικατάσταση θερμοσυστελλόμενου
- Συνένωση ζευγών οπτικών ινών
- Δοκιμή MDF ΦΥΠ
- Συστήματα κλιματισμού
- Ηλεκτρολογικά συστήματα
- Γεννήτρια Ρεύματος
- Συστήματα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης CCTV
- Σύστημα Πυρανίχνευσης

Τα παραπάνω χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των τελών, ανάλογα με την φύση των εργασιών (συντήρηση/αποκατάσταση βλάβης/τέλη ενοικίου κλπ).

Όσον αφορά τις υποθέσεις του μοντέλου, έχει χρησιμοποιηθεί συντελεστής προσαρμογής συντήρησης για τα κόστη που περιλαμβάνονται ήδη στα τέλη συντήρησης καλωδίων της τάξης του 51%, καθώς και πιθανότητα βλάβης στο ΦΥΠ ίση με 6,25% το χρόνο σύμφωνα με στοιχεία που διατέθηκαν από τους παρόχους. Επισημαίνεται ότι τυχόν βλάβη στο ΦΥΠ έχει ως αποτέλεσμα εργασίες που αφορούν σχεδόν το σύνολο των καλωδιώσεων του ΦΥΠ. Σχετικά με τη ζήτηση, ο ετήσιος μέσος όρος πωληθέντων ινών θεωρείται ίσος με 10,8 , ενώ ο αντίστοιχος μέσος όρος πωληθέντων καλωδίων ίσος με 6,1. Οι ανωτέρω τιμές είναι βασισμένες στα στοιχεία του Κοστολογικού Ελέγχου του ΟΤΕ (ΕΚΟΣ). Για τις δε απαιτούμενες εργασίες έχουν χρησιμοποιηθεί τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες κοστολογημένου ωρομισθίου εργασίας, ήτοι:

- Χρήση Πληροφοριακών Συστημάτων
- Συντονισμός εργασιών
- Μελέτες και σχεδιασμός
- Τεχνικές εργασίες
- Διαχειριστικές εργασίες
- Ανειδίκευτη εργασία.

Οι τιμές ανά λεπτό εργασίας είναι βασισμένες στις αντίστοιχες τιμές που χρησιμοποιούνται για των υπολογισμό των εφάπαξ υπηρεσιών του μοντέλου NGA BU LRIC+. Επιπρόσθετα, ειδικά για τον υπολογισμό του μηνιαίου μισθώματος χρήσης χώρου Φ.Σ. ανά ικρίωμα έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία για το μέσο όρο χώρου συνεγκατάστασης ανά ΑΚ και του μέσου πλήθους ικριωμάτων. Τα στοιχεία αυτά αποτυπώνονται ανά ΑΚ βάσει των στοιχείων του ΕΚΟΣ στο φύλλο εργασίας {Central_Office_Data}. Επιπλέον, χρησιμοποιείται και το μέσο μίσθωμα χώρου ανά τετραγωνικό μέτρο ανάλογα με το μέγεθος του ΑΚ σε ενεργές γραμμές. Για τα εν λόγω μισθώματα έχουν χρησιμοποιηθεί τα στοιχεία του ΕΚΟΣ του έτους 2015, τα οποία πληθωρίζονται βάσει του 75% του δείκτη καταναλωτή, ποσοστό που αφορά την αγορά ακινήτων σύμφωνα με τη μεθοδολογία της ΕΛΣΤΑΤ (φύλλο εργασίας {Discount_Factors}). Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος χρήσης χώρου συμπεριλαμβάνεται και στο μηνιαίο τέλος Εικονικής και Σύμμικτης Συνεγκατάστασης.

Επισημαίνεται ότι για το κόστος των υλικών χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα CAPEX cost trends (σε ονομαστικούς όρους) ανάλογα την κατηγορία, ενώ για τα εργατικά κόστη χρησιμοποιείται επί της ουσίας η εξέλιξη του πληθωρισμού.

Όσον αφορά το τέλος χρήσης ζεύγους ΕΞΣΚ ανά μέτρο, η τελική τιμή υπολογίζεται κατά περίπτωση ως το μήκος του εξωτερικού καλωδίου χαλκού (L) επί το πλήθος των

ζευγών (N) επί το εν λόγω μηνιαίο τέλος ($L \cdot N \cdot \text{Μηνιαίο Τέλος}$). Ο υπολογισμός του μηνιαίου τέλους πραγματοποιείται στο σενάριο χαλκού ως το κόστος χαλκού ανά ζεύγος βάσει της τιμής του LLU διά το μέσο μήκος του τοπικού βρόχου.

Τέλος, για τον υπολογισμό του μηνιαίου τέλους χρήσης Εφεδρικού Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους (ΕΗΖ) ανά ικρίωμα στο κόστος έχουν συμπεριληφθεί και οι αποσβέσεις του σχετικού εξοπλισμού, ήτοι Γεννήτρια μέσης χωρητικότητας 120KVA στα Α/Κ όπου διατίθεται Φ/Σ. Το τελικό κόστος που επιμερίζεται στις υπηρεσίες χονδρικής είναι περίπου το 45% βάσει στοιχείων ζήτησης της αγοράς χονδρικής που διαθέτει της ΕΕΤΤ.

3.14 Αντιστάθμιση πληθωρισμού

Με σκοπό την αντιστάθμιση τυχόν παροδικών επιδράσεων του πληθωρισμού (inflation smoothing) ορισμένων ετών κατά τη διάρκεια της μοντελοποίησης, για τον υπολογισμό του κόστους απόκτησης και επαναγοράς των παγίων (CAPEX) γίνεται χρήση των μεσοσταθμικών σταθερών ονομαστικών τάσεων. Επίσης, η εν λόγω προσαρμογή επιτυγχάνει μείωση της επίδρασης του πληθωρισμού στις επαναγορές συναρτήσει του αρχικού έτους μοντελοποίησης.

Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται ο πίνακας ονομαστικών τάσεων κόστους «Cumulative Nominal Cost Trend» (φύλλο {CAPEX_Evolution}), ο οποίος βασίζεται στη μεσοσταθμική ονομαστική τάση ανά δικτυακό στοιχείο («Nominal Cost Trend per Element»), η οποία χρησιμοποιείται για τη μέθοδο απόσβεσης tilted annuity. Ο πίνακας «Cumulative Nominal Cost Trend» χρησιμοποιείται πλέον και για την απόκτηση των παγίων, μέσω του πίνακα «Cumulative Cost Trend Adjusted for Inflation», στον οποίο πραγματοποιείται η προσαρμογή του CAPEX κάθε δικτυακού στοιχείου στη διάρκεια της μοντελοποίησης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αντίστοιχη αντιστάθμιση πληθωρισμού δεν θα ήταν εύλογο να εφαρμοστεί για τα λειτουργικά κόστη (OPEX), διότι τα λειτουργικά κόστη συνήθως επηρεάζονται άμεσα από τις ετήσιες πληθωριστικές τάσεις.

3.15 Routing Factors & Υπολογισμός Τιμών

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

των στοιχείων που συμμετέχουν στην παροχή μιας υπηρεσίας όσο και στο βαθμό στον οποίο συμμετέχουν.

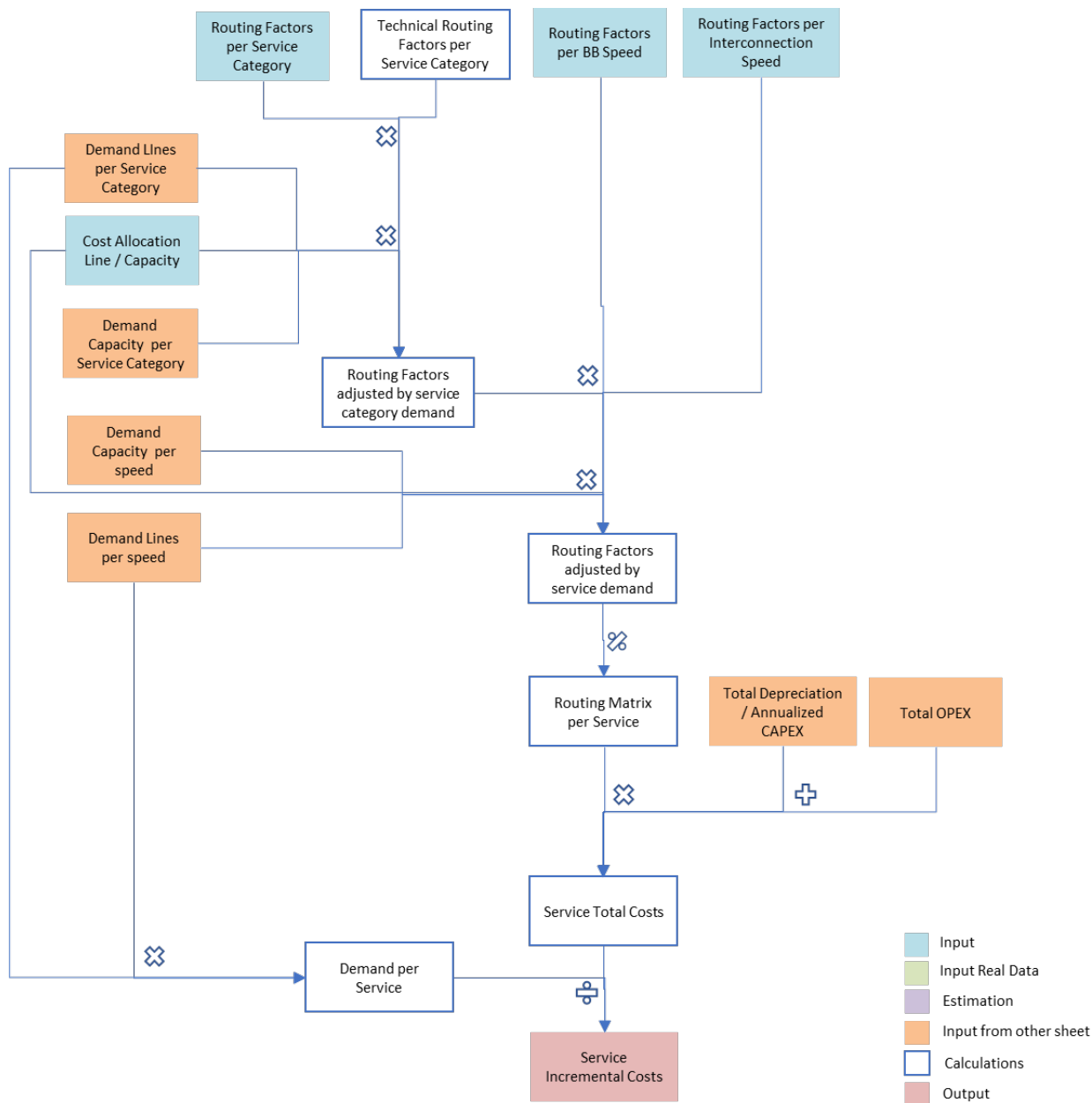
Οι υπολογισμοί ξεκινούν από τα βασικά Routing Factors ανά δικτυακό στοιχείο και κατηγορία υπηρεσίας («Routing Factors per Service Category»). Τα εν λόγω Routing Factors είναι αποτέλεσμα εκτίμησης της ΕΕΤΤ για τα δικτυακά στοιχεία που χρησιμοποιούνται από κάθε υπηρεσία. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά οι παρακάτω πίνακες Routing Factors:

- «Technical Routing Factors per Service Category» που περιλαμβάνει υπολογισμούς για τον επιμερισμό μεριζόμενου κόστους μεταξύ υπηρεσιών βάσει των τεχνικών υπολογισμών διαστασιοποίησης του μοντέλου.
- «Routing Factors per BB Speed», που περιλαμβάνει υπολογισμούς για τον επιμερισμό κόστους σε συγκεκριμένες ταχύτητες και συγκεκριμένα στις περιπτώσεις SVC bonding αλλά και των ταχυτήτων 1Gbps και άνω όπου απαιτείται μικρότερο (x2) splitting ratio.
- «Routing Factors per Interconnection Speed», που περιλαμβάνει υπολογισμούς για τον επιμερισμό κόστους σε συγκεκριμένες ταχύτητες των υπηρεσιών Ο.Κ.ΣΥ.Α. / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. Ο συγκεκριμένος πίνακας, αν και δεν έχει συμπληρωθεί με τιμές, έχει παραμείνει στο μοντέλο για λόγους πληρότητας.

Σχετικά με τους υπολογισμούς στον πίνακα «Technical Routing Factors per Service Category», στην περίπτωση των υπηρεσιών FTTC και χαλκού, οι υπολογισμοί αποτυπώνουν το πλήθος των δικτυακών στοιχείων που αντιστοιχούν στα δύο δίκτυα βάσει της διαστασιοποίησης στο μοντέλο. Στην περίπτωση των υπηρεσιών PIA για τον ορθό επιμερισμό του κόστους των δικτυακών που κοστολογούνται ανά γραμμή («Line») στους υπολογισμούς περιλαμβάνεται κατάλληλη προσαρμογή βάσει των γραμμών των συνδρομητών. Ως εκ τούτου, για τις εν λόγω υπηρεσίες αποτυπώνεται στα routing factors το πλήθος ενεργών γραμμών, στο οποίο αντιστοιχεί μία μονάδα ζήτησης των υποδομών αυτών.

Οι παραπάνω πίνακες πολλαπλασιάζονται με την αντίστοιχη ζήτηση ανάλογα με τον οδηγό κόστους για τον επιμερισμό («Cost Allocation») που έχει επιλεγεί για κάθε δικτυακό στοιχείο. Στο πίνακα «Routing Matrix per Service» τα αποτελέσματα των ανωτέρω υπολογισμών μετατρέπονται σε ποσοστά χρήσης/επιμερισμού κόστους του κάθε υπηρεσίας επί των δικτυακών στοιχείων.

Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 23: Διάγραμμα ροής υπολογισμών επαυξητικού κόστους υπηρεσιών βάσει των Routing Factors

Όσον αφορά τους επιλεγμένους οδηγούς κόστους στον πίνακα «Cost Allocation», γίνεται η υπόθεση ότι το κόστος των δικτυακών στοιχείων παθητικού εξοπλισμού επιμερίζεται βάσει γραμμής (ή μονάδα ζήτησης) σε αντίθεση με τον ενεργό εξοπλισμό, το κόστος του οποίου επιμερίζεται βάσει χωρητικότητας. Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι η πλέον κατάλληλη όταν αφορά παθητικό εξοπλισμό, του οποίου η διαστασιοποίηση δεν έχει άμεση συσχέτιση με την κίνηση, αλλά κυρίως εξαρτάται

από κανόνες διαστασιοποίησης, όπως η τοπολογία και η γεωγραφικότητα του δικτύου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όλοι οι πίνακες μετά την προσαρμογή βάσει ζήτησης εξαρτώνται από το έτος εξόδου του μοντέλου.

Στο φύλλο εργασίας {LRIC} παρουσιάζεται το επαυξητικό κόστος ανά υπηρεσία και δικτυακό στοιχείο για το έτος εξόδου του μοντέλου έχοντας πρώτα διαιρέσει το κόστος της κάθε υπηρεσίας ανά δικτυακό στοιχείο (πίνακα «Service Total Costs») με την αντίστοιχη ζήτηση.

Τα μηνιαία τέλη ανά υπηρεσία υπολογίζονται στο φύλλο εργασίας {Results} αθροίζοντας τα επαυξητικά κόστη. Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται και ο υπολογισμός των τελικών τελών με χρήση του ποσοστού των overheads επί της ετήσιας επένδυσης βάσει της προσέγγισης EPMU με ποσοστιαία προσαύξηση για όλες τις υπηρεσίες κατά το ποσοστό των Business Overheads.

Επιπρόσθετα, το κόστος του VPU increment υπολογίζεται ξεχωριστά των υπολοίπων υπολογισμών του δικτύου χαλκού, διότι προϋποθέτει τη μετατροπή, μέσω αυτοματοποιημένης διαδικασίας με κώδικα, όλων των σχετικών καλωδίων χαλκού σε επαναχρησιμοποιήσιμα πάγια.

4. Ζήτηση

Για τον προσδιορισμό των τιμών πρόσβασης χαλκού και οπτικής ίνας χρησιμοποιούνται προβλέψεις ζήτησης διαφόρων μεγεθών για τα έτη 2025-2032. 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.

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 στην επιλογή μοντέλων πρόβλεψης και στη δημιουργία προβλέψεων.

Από την εξέταση των δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι σχεδόν το σύνολο των παρόχων διέθεσαν τόσο ιστορικά στοιχεία, αλλά και προβλέψεις ζήτησης των ευρυζωνικών υπηρεσιών και του χαλκού έως το 2028. Επιπλέον, δόθηκαν και τα αντίστοιχα στοιχεία ανά ταχύτητα για τις υπηρεσίες xDSL (APYΣ, V-APYΣ), FTTC και FTTH. Τα δεδομένα αυτά ελέγχθηκαν σε αντιπαράβολή με τα στοιχεία που διαθέτει η ΕΕΤΤ και δεν παρατηρήθηκαν αισθητές διαφορές. Ως εκ τούτου, τα εν λόγω στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν στο σύνολό τους λαμβάνοντας υπόψη και τις σχετικές προβλέψεις των παρόχων.

Για τη ζήτηση των υπηρεσιών χαλκού, την εξέλιξη του πλήθους των ενεργών συνδρομητών και των συνδρομητών αμιγώς τηλεφωνικών υπηρεσιών (single play / voice only) χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της τελευταίας 20ετίας, ενώ για τις υπηρεσίες FTTC / VDSL και FTTH χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της τελευταίας 10ετίας.

Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκαν και διαθέσιμα δεδομένα ρυθμιστικών αρχών για την πορεία της ευρυζωνικότητας σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

4.2 Μεθοδολογία/Μοντέλα πρόβλεψης

Για τις ανάγκες της πρόβλεψης χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά μοντέλα διάχυσης/υιοθέτησης και επιλέχθηκε το πλέον κατάλληλο μοντέλο ανά τεχνολογία

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 (single play / voice only)
- Συνολική διείσδυση ευρυζωνικότητας
- Διείσδυση υπηρεσιών ADSL/VDSL από ΑΚ ανά ταχύτητα
- Διείσδυση υπηρεσιών FTTC ανά ταχύτητα
- Διείσδυση υπηρεσιών FTTH ανά ταχύτητα

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.

4.2.1 Μοντέλο ζήτησης τηλεφωνικών συνδέσεων

Τα δεδομένα των τηλεφωνικών συνδέσεων (single play / voice only) παρουσιάζουν πτώση μετά το έτος 2001. Το μοντέλο ζήτησης που προσεγγίζει καλύτερα τα ιστορικά δεδομένα είναι το ανάστροφο στο χρόνο Log-Gompertz μοντέλο (λογαριθμικό στον χρόνο). Ο συναρτησιακός τύπος του λογιστικού μοντέλου είναι:

$$ActiveLines(t) = S * e^{-e^{(b * \log(t - YearRef) - e)}}$$

Όπου:

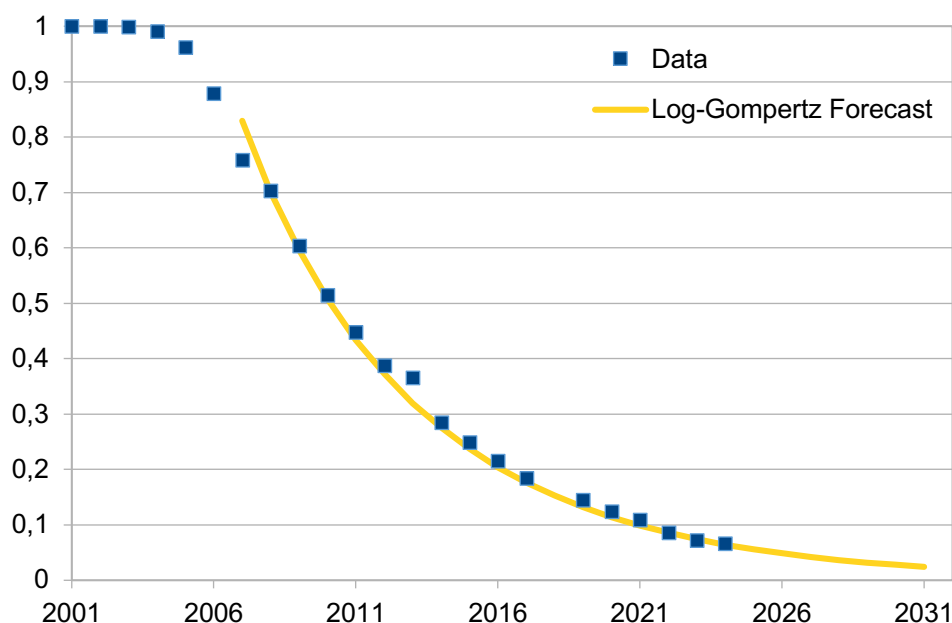
- S είναι η τιμή κορεσμού, ίση με 100% αφού στο παρελθόν όλοι ήταν συνδρομητές τηλεφωνίας
- t το έτος
- YearRef το έτος αναφοράς της χρονοσειράς ίσο με το 2006 και
- b και e συντελεστές που προσδιορίζουν τον ρυθμό υιοθέτησης.

Πίνακας 8: Παράμετροι μοντέλου ζήτησης τηλεφωνικών συνδέσεων

Παράμετρος	Τιμή
------------	------

YearRef	2006
S	100%
b	0,9285
e	1,6755

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται η χρονοσειρά των δεδομένων και η αντίστοιχη πρόβλεψη.



Σχήμα 24: Εξέλιξη ενεργών τηλεφωνικών συνδέσεων

4.2.2 Μοντέλο ζήτησης συνολικών ευρυζωνικών συνδέσεων

Από τα διαθέσιμα μοντέλα που εξετάστηκαν ως υποψήφια για παλινδρόμηση, διερευνήθηκαν τα Logistic, Gompertz και Bass. Εξετάστηκαν, επίσης, και συνδυασμοί αυτών, όπως ένα μοντέλο Gompertz που διαδέχεται ένα Logistic.

Από τις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες που εξετάστηκαν όσον αφορά το συνολικό αριθμό ευρυζωνικών συνδέσεων, παρατηρείται ότι σε ορισμένες χώρες το μοντέλο Logistic προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα, ενώ σε άλλες η Gompertz προσφέρει ακριβέστερη προσομοίωση. Δεν διαπιστώνεται κάποιο μοντέλο που να υπερέχει συστηματικά έναντι των υπολοίπων. Η αναζήτηση συνδυαστικών μοντέλων κρίθηκε σκόπιμη, καθώς η οικονομική κρίση της περιόδου 2008-2012 επηρέασε τη

διάχυση των ευρυζωνικών υπηρεσιών σε πολλές χώρες, με το φαινόμενο να καθίσταται εμφανές στην απεικόνιση των χρονοσειρών. Στην Ελλάδα, αν και η επίδραση δεν είναι ιδιαίτερα έντονη, εντούτοις ήταν αισθητή. Κατά συνέπεια, τα απλά μοντέλα παλινδρόμησης επηρεάζονται από τα ιστορικά δεδομένα, οδηγώντας, κατά κανόνα, σε υποεκτιμήσεις των μελλοντικών τιμών.

Στα αποτελέσματα της ανάλυσης διαπιστώθηκε ότι το μοντέλο Gompertz προσαρμόζεται καλύτερα στα ελληνικά δεδομένα για τις συνολικές γραμμές ευρυζωνικότητας, με το πλέον κατάλληλο να είναι ένα διαδοχικό μοντέλο δύο Gompertz ($Gompertz_1 + Gompertz_2$). Ο τύπος της Gompertz είναι

$$Gompertz(t) = S * \exp(-b * \exp(-c * t))$$

Όπου:

- S είναι η τιμή κορεσμού,
- t το έτος,
- b και c συντελεστές που προσδιορίζουν τον ρυθμό υιοθέτησης.

Πίνακας 9: Παράμετροι μοντέλου ευρυζωνικών συνδέσεων

Παράμετροι	Τιμές Gompertz1	Τιμές Gompertz2
S	2.759.200	1.908.700
b	34,9061	31,3853
c	0,5364	0,2423

Σχετικά με τις υπηρεσίες ασύρματης ευρυζωνικότητας, όσον αφορά την ασύρματη σταθερή ευρυζωνικότητα (Fixed Wireless Access - FWA και satellite), θεωρείται ότι κατά το δεύτερο έτος υιοθέτησης (έτος 2025) υπάρχουν περίπου 130.000 συνδρομητές, ενώ έως το 2032 ο αριθμός αυτός αναμένεται να ανέλθει σε περίπου 200.000.

Η διεύρυνση της τεχνολογίας FWA σε ευρωπαϊκές χώρες έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την Ιταλία, όπου η διεύρυνση σε διάστημα περίπου 10 ετών, αυξήθηκε από 2% σε 12 - 13%, ενώ σε άλλες χώρες όπως Γαλλία, Ισπανία, Γερμανία και Ιρλανδία το ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ 2% και 4%. Για τις υπηρεσίες ασύρματης ευρυζωνικότητας επιλέγεται ένα απλό logistic μοντέλο.

$$Logistic(t) = \frac{S}{1 + \exp\left(\frac{-t - c}{b}\right)}$$

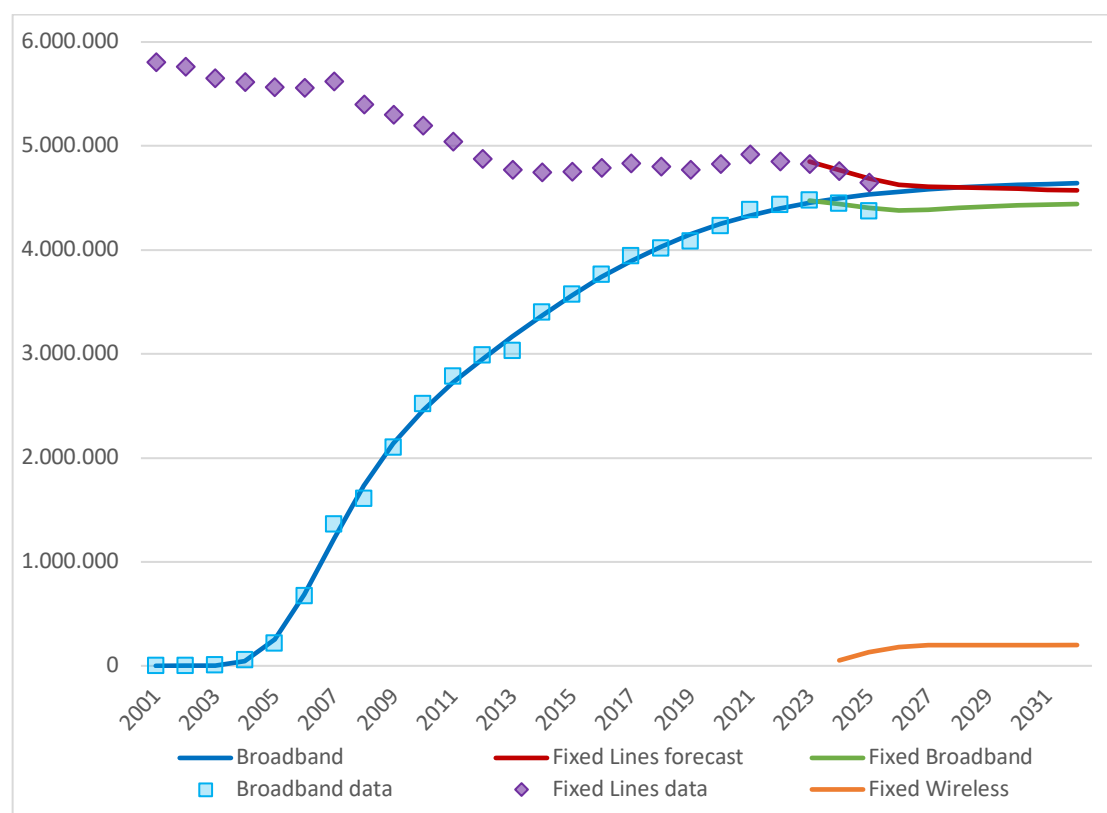
Όπου:

- S είναι η τιμή κορεσμού,
- t το έτος,
- b και c συντελεστές που προσδιορίζουν τον ρυθμό υιοθέτησης.

Πίνακας 10: Παράμετροι μοντέλου ασύρματων ευρυζωνικών συνδέσεων

Παράμετροι	Τιμές
S	200,000
b	0,6052
c	2,6253

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζονται οι χρονοσειρές των δεδομένων συνολικών γραμμών σταθερής (fixed lines) και ευρυζωνικών γραμμών (Broadband) και οι αντίστοιχες προβλέψεις.



Σχήμα 25: Εξέλιξη συνολικών ευρυζωνικών συνδέσεων και σταθερών γραμμών

Το τελικό πλήθος σταθερών συνδέσεων δίνεται από τον τύπο

$$\text{Fixed Lines} = \text{Single Play} + \text{Fixed Broadband}$$

Όπου

$$\text{Fixed Broadband} = \text{Broadband} - \text{Fixed Wireless}$$

Τα δεδομένα υποδεικνύουν μείωση του συνολικού αριθμού ευρυζωνικών συνδέσεων από το έτος 2023 και μετά. Βάσει των διαθέσιμων στοιχείων εκτιμάται ότι 4.000.000 συνδρομητές θα μπορούν, σε βάθος χρόνου, να εξυπηρετούνται από δίκτυα FTTH. Οι υπόλοιπες ευρυζωνικές γραμμές θεωρήθηκε ότι φθίνουν για δημογραφικούς λόγους και θα κατανεμηθούν έως το έτος 2028 μεταξύ ασύρματης σταθερής ευρυζωνικότητας και υπηρεσιών χαλκού (UFBB, Rural). Ωστόσο, η αυξητική κάλυψη του FTTH αναμένεται να αναστρέψει αυτή την τάση σε βάθος χρόνου.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ³ και της Eurostat, ενδέχεται να υπάρξει μελλοντικά μείωση του αριθμού των νοικοκυριών με τη Eurostat να παρουσιάζει πτωτική τάση τα τελευταία 4 έτη⁴. Ταυτόχρονα ο πληθυσμός της χώρας βρίσκεται σε φθίνουσα πορεία από το 2011 και μέσα σε 14 χρόνια έχει μειωθεί κατά 700.000 άτομα⁵, γεγονός που δύναται να επηρεάσει τον αριθμό των σταθερών συνδέσεων.

4.2.3 Προβλέψεις ζήτησης ανά ταχύτητα ανά δίκτυο

Η πρόβλεψη της ζήτησης πραγματοποιήθηκε ανά ταχύτητα ανά δίκτυο (FTTC, FTTH, χαλκού-xDSL). Για την πρόβλεψη της εξέλιξης της ζήτησης για τις διαφορετικές ταχύτητες και την εκτίμηση του αριθμού των χρηστών κάθε υπηρεσίας, αξιοποιήθηκε η συνολική πρόβλεψη των συνδέσεων ανά τεχνολογία η οποία επιμερίζεται ανά ταχύτητα και ανά έτος. Οι βασικές παραδοχές επιμερισμού της ζήτησης σε υπηρεσίες βασίσθηκε στις παρακάτω παραδοχές:

- Οι συνδέσεις ADSL και VDSL 24 έως και 50 Mbps μειώνονται σε βάθος 5ετίας
- Το σύνολο των συνδέσεων ρυθμού ανώτερου των 300 Mbps υποστηρίζονται από τους κόμβους FTTH θα συνεχίσουν να αυξάνονται και με μεγαλύτερο ρυθμό έναντι των μικρότερων ταχυτήτων

³ ΕΛΣΤΑΤ, Α01. Απογραφή Πληθυσμού-Κατοικιών 2021. «Κανονικές κατοικίες κατά κατάσταση κατοικίας (κατοικούμενες, κενές), περίοδο κατασκευής και τύπο κτιρίου που βρίσκεται η κατοικία»

⁴ Eurostat, Private households by household composition, number of children and age of youngest child, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfst_hhnhtych/default/table?lang=en&category=labour.employ.lfst_hh.lfst_hh_n

⁵ Eurostat, Population on 1 January by age and sex, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_pjan__custom_18752716/default/table

- Οι ρυθμοί έως 300 Mbps θα αποτελούν τους βασικούς ρυθμούς εξυπηρέτησης των χρηστών την επόμενη 3ετία

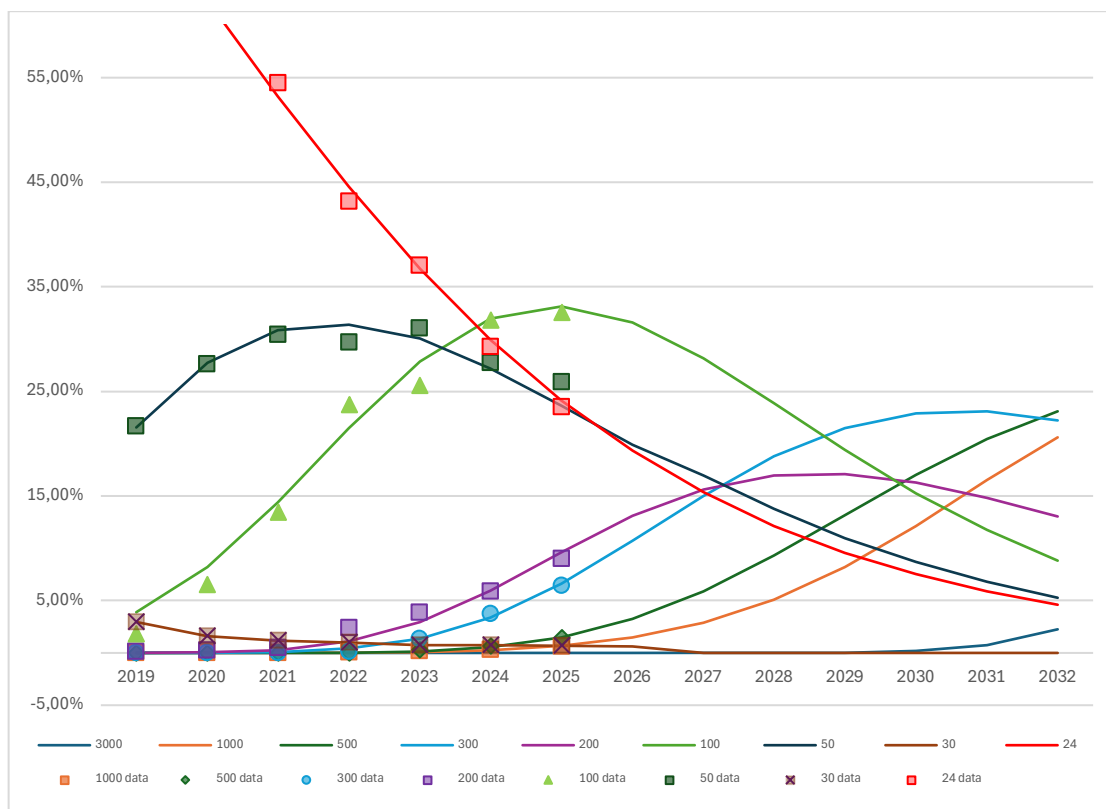
Επιπλέον, για την πρόβλεψη των υπηρεσιών ευρυζωνικότητας ανά ταχύτητα χρησιμοποιήθηκε οικονομετρικό μοντέλο βάσει δεδομένων από 11 ευρωπαϊκές χώρες⁶, στις οποίες ήταν διαθέσιμα επαρκή στοιχεία από τον αντίστοιχο ρυθμιστή. Το οικονομετρικό μοντέλο ρυθμίστηκε πάνω στους δύο συντελεστές των Logistic ή Gompertz, όπου ο συντελεστής κορεσμού για κάθε υπηρεσία ανά ταχύτητα θεωρήθηκε αξιωματικά ίσος με 1, δεδομένου ότι κάθε υπηρεσία αντικαθίσταται μελλοντικά από νεότερη.

Η λογική του μοντέλου είναι να αποτυπώσει μια μέση τάση διείσδυσης για κάθε χώρα, ρυθμισμένη χρονικά ώστε να ανταποκρίνεται στα στοιχεία της Ελλάδας, η οποία υστερεί χρονικά στη διείσδυση των υπηρεσιών υψηλών ταχυτήτων. Για την Ελλάδα, η πρόβλεψη βάσει Gompertz φαίνεται να προσεγγίζει καλύτερα τα ιστορικά στοιχεία της Ελλάδας και άρα επιλέχθηκε ως βασική πρόβλεψη η Gompertz με συντελεστή διάδοσης 0,13, τιμή που ευθυγραμμίζεται με τις ιστορικές τάσεις για 30 Mbps και 100 Mbps.

Πίνακας 11: Παράμετροι Gompertz ανά ταχύτητα

	b	c
30	55.66	0.126
50	171.85	0.132
100	922.22	0.15
200	2612.4	0.175
300	627.49	0.132
500	460.31	0.114
1000	199.23	0.087
3000	5500	0.13

⁶ Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ιρλανδία, Ισπανία, Ολλανδία, Σλοβενία, Σουηδία και Φινλανδία.



Σχήμα 26: Εκτίμηση ζήτησης ανά ταχύτητα συνολικά

Από τα παραπάνω ποσοστά προκύπτει και η ζήτηση ανά ταχύτητα για το δίκτυο FTTH αθροίζοντας τις ταχύτητες 30Mbps και 24Mbps στην ελάχιστη ταχύτητα 50Mbps. Το δίκτυο FTTH μοντελοποιείται με πανελλαδική κάλυψη (πλην των επιδοτούμενων περιοχών) και άρα χρησιμοποιείται το προφίλ προτίμησης/ζήτησης ταχύτητας του συνόλου των συνδρομητών της Ελλάδας για το FTTH και όχι μόνο της συνδρομητικής βάσης FTTH με αναγωγή στο σύνολο της χώρας. Η τελευταία μέθοδος θα οδηγούσε σε ασυμβατότητα των τεχνικών αποτελεσμάτων του μοντέλου με τα πραγματικά στοιχεία του δικτύου, όπως αυτό διαμορφώνεται στη Ελλάδα από τη ζήτηση και την αντίστοιχη κίνηση.

Σχετικά με τη ζήτηση υπηρεσιών FTTC ανά ταχύτητα, επιχειρείται αρχικά ο προσδιορισμός του συνολικού αριθμού συνδρομητών FTTC, ανεξαρτήτως ταχύτητας από τον συνολικό αριθμό συνδρομητών σταθερής ευρυζωνικότητας (Fixed Broadband). Για τον σκοπό αυτό εφαρμόζεται ανεστραμμένο (reverse) μοντέλο Logistic για τους συνδρομητές xDSL, το οποίο, στον χρονικό ορίζοντα του έτους 2032, προσδιορίζει το μερίδιό τους σε ποσοστό περίπου 4% του συνόλου των σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων. Το μοντέλο είναι

$$Logistic(t) = \frac{S}{1 + \exp\left(\frac{-t - c}{b}\right)}$$

με παραμέτρους

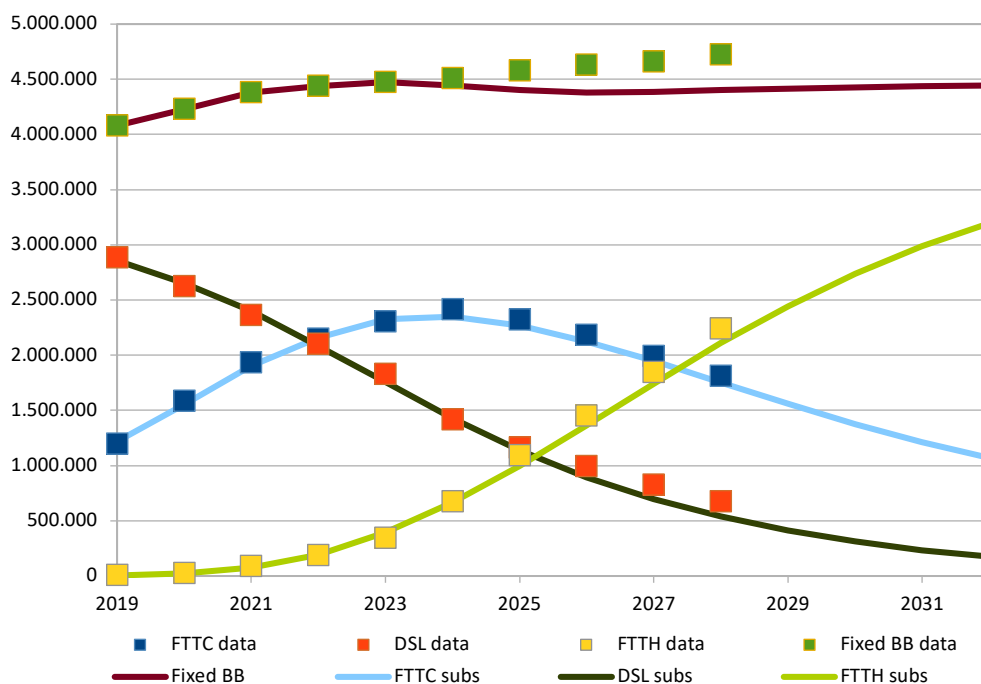
Πίνακας 12: Παράμετροι μοντέλου xDSL

Παράμετροι	Τιμές
S	34.5666
b	6,6193
c	1,0514

Ο αριθμός των συνδρομητών FTTC προκύπτει τελικά ως το υπόλοιπο μετά την αφαίρεση των συνδρομητών FTTH και xDSL, που υπολογίστηκε ανωτέρω, από το συνολικό πλήθος συνδρομητών Fixed Broadband. Το σύνολο των συνδρομητών FTTH ακολουθεί Gompertz με παραμέτρους

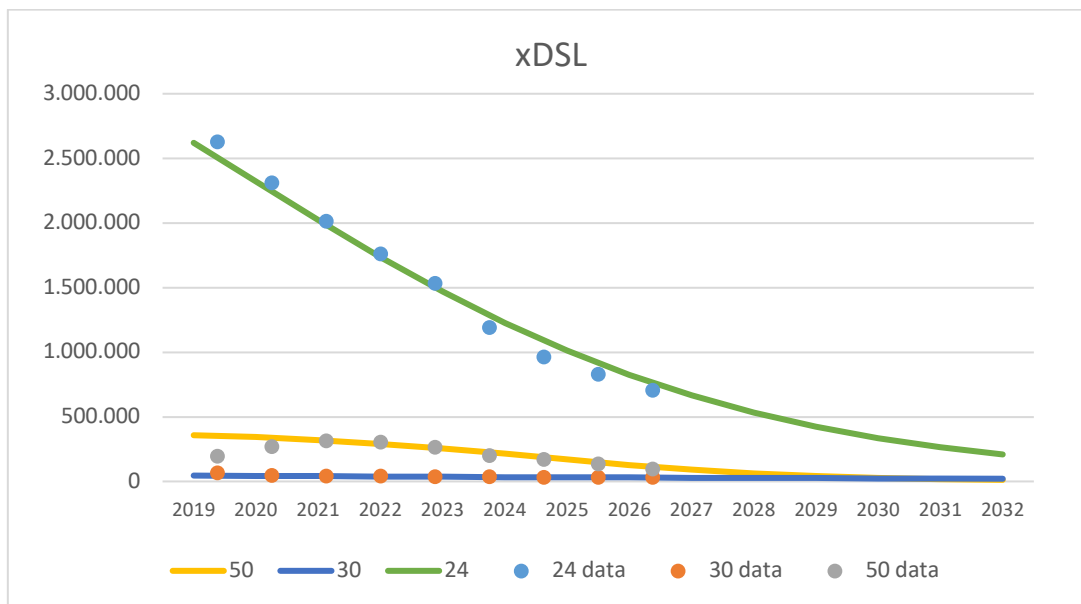
Πίνακας 13: Παράμετροι μοντέλου FTTH

Παράμετροι	Τιμές
S	0,89534093
b	339,599
c	0,1312

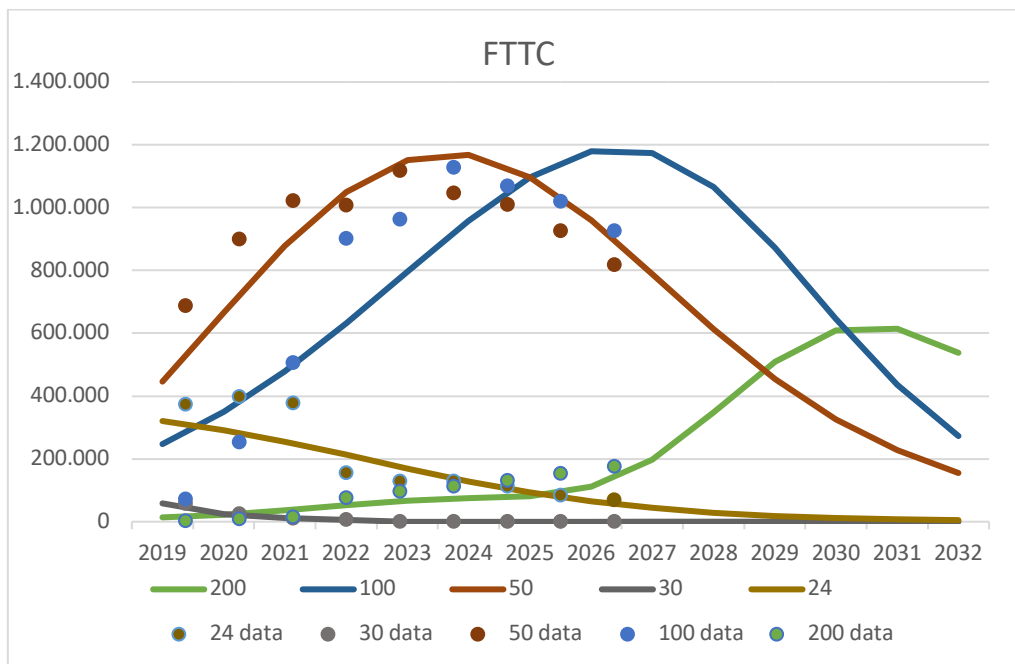


Σχήμα 27: Εκτίμηση συνδρομητών ανά τεχνολογία

Στη συνέχεια οι συνδρομητές xDSL και FTTC επιμερίζονται στις ταχύτητες με χρήση Gompertz με τις παραμέτρους που προκύπτουν από την παλινδρόμηση.



Σχήμα 28: Εκτίμηση ζήτησης ανά ταχύτητα για χαλκό-xDSL



Σχήμα 29: Εκτίμηση ζήτησης ανά ταχύτητα για FTTC

Πίνακας 14: Παράμετροι μοντέλου Gompertz FTTC ανά ταχύτητα

	S	b	C
24 Mbps	322,290,000	4.2085	0.0149
50 Mbps	1,276,300	0.0007	0.1386
100 Mbps	1,274,900	0.0004	0.1483
200 Mbps	1,587,600	27.7519	0.0590

Σημειώνεται ότι στο μοντέλο θεωρούμε ότι οι ταχύτητες κάτω των 50Mbps θα σταματήσουν να προσφέρονται από το 2027, με μετάβαση όλων των συνδρομητών τουλάχιστον στα 50Mbps.

Επισημαίνεται επίσης ότι για υπηρεσίες όπου τα στοιχεία ζήτησης είναι ελάχιστα ή μη διαθέσιμα και δεν κατέστη δυνατή η εκτίμηση της ζήτησης, οι τιμές της ζήτησης έχουν τεθεί ίσες με τη μονάδα (1), ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός του κόστους της υπηρεσίας. Αυτή η προσέγγιση αποτρέπει την απόδοση σημαντικού μεριδίου κόστους των υπολοίπων υπηρεσιών στις εν λόγω υπηρεσίες που παρουσιάζουν μικρή ή σχεδόν μηδενική ζήτηση.

4.3 Ζήτηση μη ευρυζωνικών υπηρεσιών

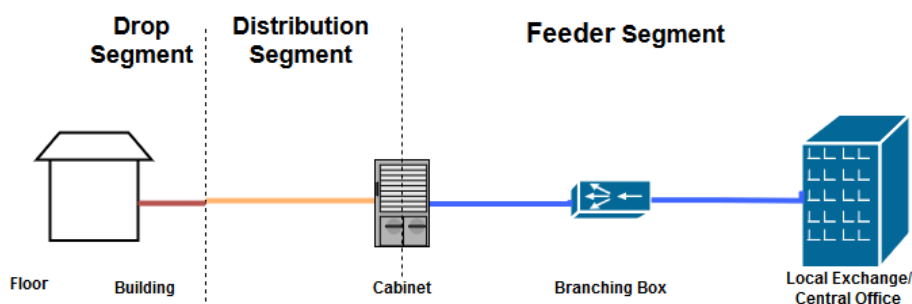
Για τις υπόλοιπες υπηρεσίες του μοντέλου όπως οι υπηρεσίες ΡΙΑ, Ο.Κ.ΣΥ.Α / ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. όπου οι όγκοι ζήτησης είναι σχεδόν μηδενικοί θεωρούμε την αντίστοιχη ζήτηση στο μοντέλο ίση με τη μονάδα.

Για τη ζήτηση των υπηρεσιών Ο.Κ.ΣΥ και L2 WAP, οι τελικές τιμές έχουν βασιστεί στα στοιχεία και τις προβλέψεις των παρόχων με κατάλληλες μεθόδους παρεμβολής (extrapolation) για τα έτη από το 2028 έως το 2032.

5. Μοντέλο διαστασιοποίησης

Για την διαστασιοποίηση των δικτύων πρόσβασης που μοντελοποιούνται, χρησιμοποιήθηκε το γεωγραφικό μοντέλο GIS με αλγόριθμους βέλτιστων δέντρων Steiner Tree επί του οδικού δικτύου.

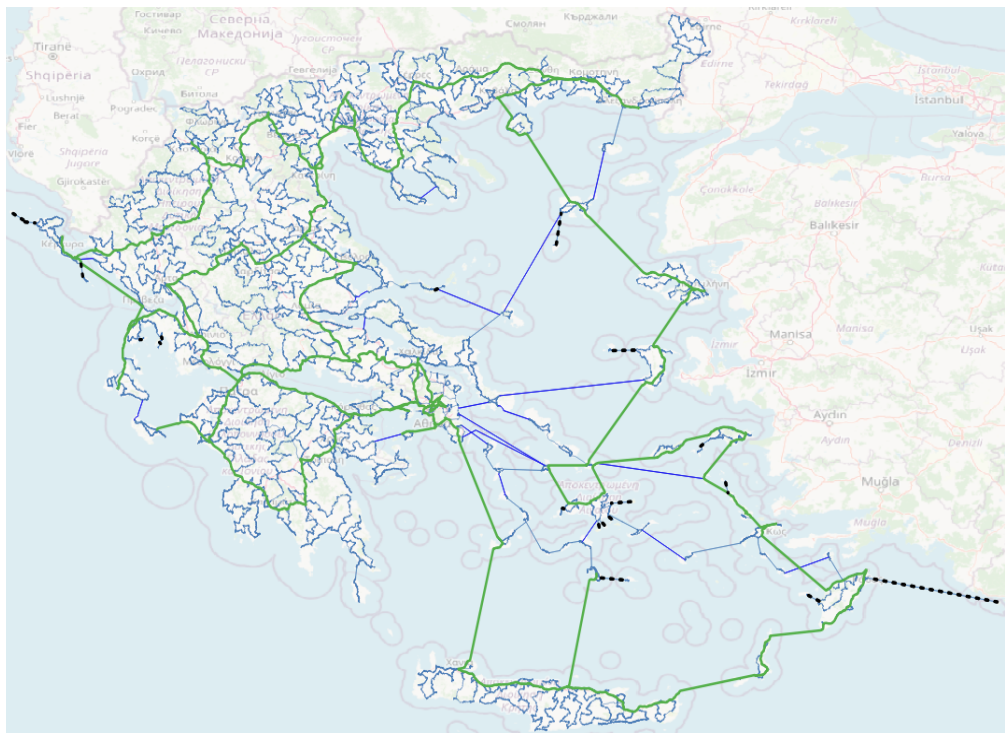
Το μοντέλο διαστασιοποίησης παράγει ως έξοδο για κάθε Αστικό Κέντρο το μήκος των χαντακίων και το μήκος των καλωδίων ανά χωρητικότητα σε οπτικές ίνες και ζεύγη χαλκών ανά δίκτυο (δίκτυο FTTC, FTTH και χαλκού) και τμήματος δικτύου (Feeder, Distribution, Drop segment).



Σχήμα 30: Επίπεδα FPs (Flexibility Points) και τμήματα δικτύου (segments)

Επιπλέον, υπολογίζεται ενδογενώς το ποσοστό κοινών χαντακίων (επαναχρησιμοποίησης) μεταξύ των τμημάτων (segments) του κάθε δικτύου (Internal Sharing), π.χ. FTTH feeder και FTTH distribution, και μεταξύ των δικτύων FTTC / FTTH με το δίκτυο χαλκού και το δίκτυο κορμού (External Sharing). Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο διαστασιοποίησης δεν συμμετέχει στον υπολογισμό των Floor Box, ο οποίος πραγματοποιείται στο κυρίως μοντέλο.

Σχετικά με τις οδεύσεις του δικτύου κορμού, δεν πραγματοποιήθηκε διαστασιοποίηση τους στο πλαίσιο του παρόντος μοντέλου. Ωστόσο, στο μοντέλο διαστασιοποίησης εκτελούνται υπολογισμοί για την εκτίμηση της επαναχρησιμοποίησης των χαντακίων του δικτύου κορμού από το δίκτυο πρόσβασης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι οδεύσεις GIS από το μοντέλο BU LRIC+ μισθωμένων γραμμών.



Σχήμα 31: Σχηματική αναπαράσταση των οδεύσεων GIS από το μοντέλο BU LRIC+ μισθωμένων γραμμών

Επιπλέον, το Drop τμήμα υπολογίζεται ως ένα μέσο μήκος ανά κτίριο, το οποίο είναι πέντε (5) μέτρα για πυκνές αστικές περιοχές (Dense Urban), έξι (6) μέτρα για αστικές (Urban), δώδεκα (12) μέτρα για ημιαστικές (Suburban) και δεκαεπτά (17) μέτρα για αγροτικές (Rural). Οι τιμές αυτές έχουν διαμορφωθεί βάσει εκτιμήσεων παρόχων, δειγματοληπτικών ελέγχων στο GIS και λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι οι οδεύσεις του τμήματος Distribution στο GIS μοντέλο υπολογίζονται διατρέχοντας μπροστά από κάθε κτίριο, διότι δεν υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία για τη θέση της εισόδου κάθε κτιρίου.

5.1 Γεωγραφική ανάλυση

Στην πρώτη φάση της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το ελληνικό κτηματολόγιο για τον προσδιορισμό των θέσεων των κτιρίων. Ωστόσο, καθώς η κάλυψη του κτηματολογίου δεν ήταν πλήρης για όλες τις περιοχές, πραγματοποιήθηκε συμπλήρωση των δεδομένων με χρήση Microsoft Layer⁷, το

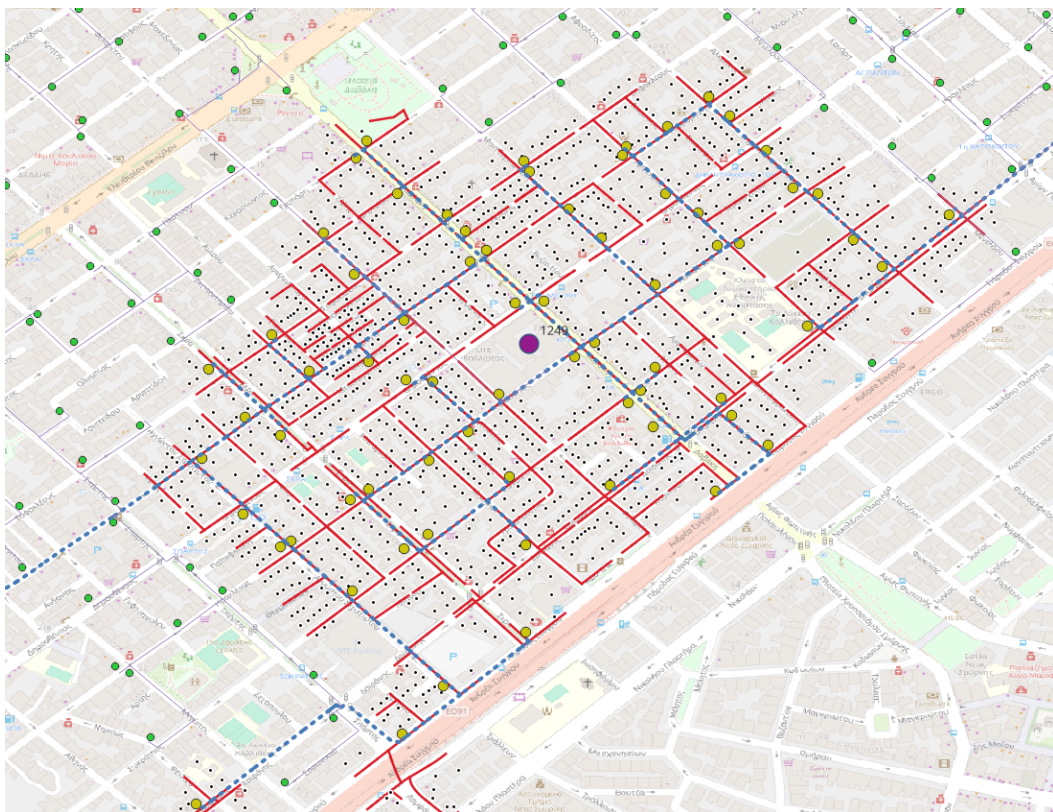
⁷ <https://planetarycomputer.microsoft.com/dataset/ms-buildings>

οποίο ενσωματώνει πληροφορίες για τη θέση των κτιρίων, θέτοντας ένα μέγιστο όριο ακτίνας 1,3 χιλιομέτρων από κάθε τηλεπικοινωνιακή καμπίνα.

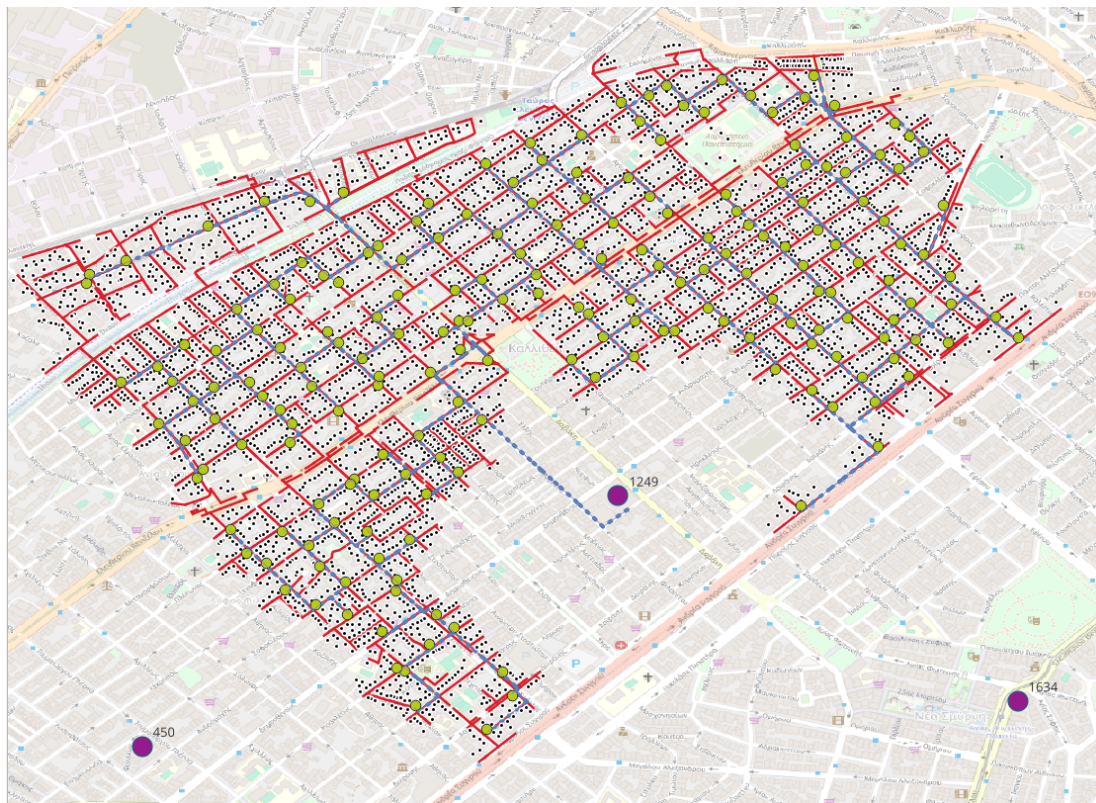
Ειδικότερα, αξιοποιήθηκαν:

- Δεδομένα γεωτεμαχίων από το κτηματολόγιο.
- Microsoft Layer για τη συμπλήρωση των κτιριακών δεδομένων στις περιοχές χωρίς ολοκληρωμένο κτηματολόγιο.
- στοιχεία για τις θέσεις των αστικών κέντρων (ΑΚ) του ΟΤΕ, καθώς και για τις καμπίνες τεχνολογίας χαλκού και FTTC.

Για τη βελτιστοποίηση των οδεύσεων χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι Steiner Tree, που εφαρμόστηκαν πάνω στο οδικό δίκτυο, τόσο για τις συνδέσεις από τα αστικά κέντρα προς τις αντίστοιχες καμπίνες, όσο και από τις καμπίνες προς τα πλησιέστερα κτίρια.

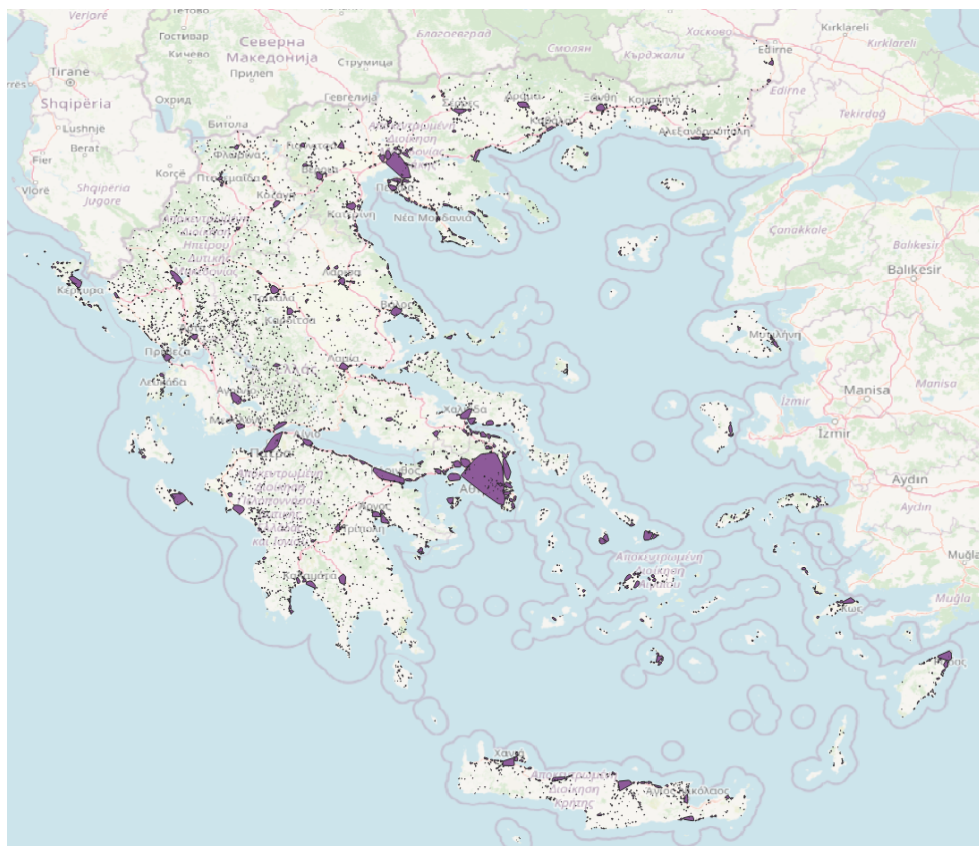


Σχήμα 32: Αποτελέσματα GIS οδεύσεων χαλκού για ένα ΑΚ (μπλε-feeder, κόκκινο-distribution)



Σχήμα 33: Αποτελέσματα GIS οδεύσεων FTTC για το ίδιο ΑΚ (μπλε-feeder, κόκκινο-distribution)

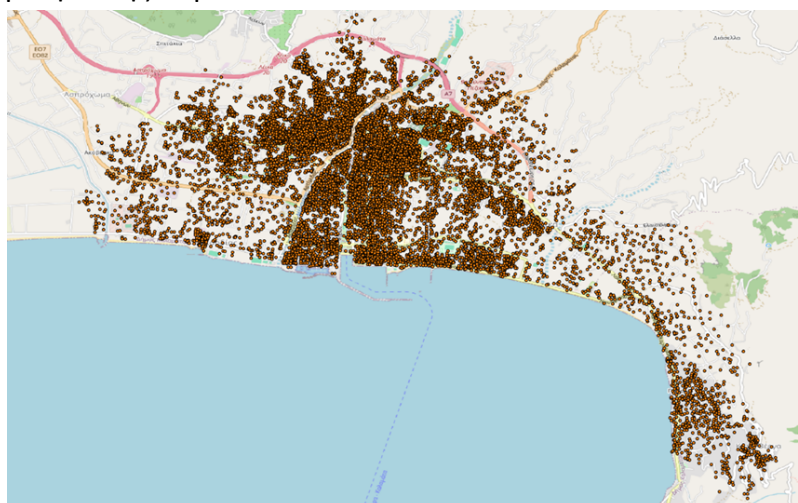
Στο πλαίσιο του σχεδιασμού του δικτύου FTTH, εφαρμόστηκε ιεραρχική ομαδοποίηση (clustering) όλων των κτιρίων της Ελλάδας με τη χρήση του αλγορίθμου ST-DBSCAN, που είναι βασισμένος στην πυκνότητα (density-based clustering). Από τη διαδικασία αυτή προέκυψαν περίπου 7.000 clusters. Με βάση αυτά τα clusters υπολογίστηκε το πλήθος των απαραίτητων καμπινών FTTH, λαμβάνοντας υπόψη τον μέγιστο αριθμό κτιρίων ανά καμπίνα βάσει του splitting ratio 1:64 καθώς και του περιορισμού των 24 ινών ανά καμπίνα (στο feeder).



Σχήμα 34: Σχηματική αναπαράσταση clusters που προέκυψαν από την ομαδοποίηση κτιρίων

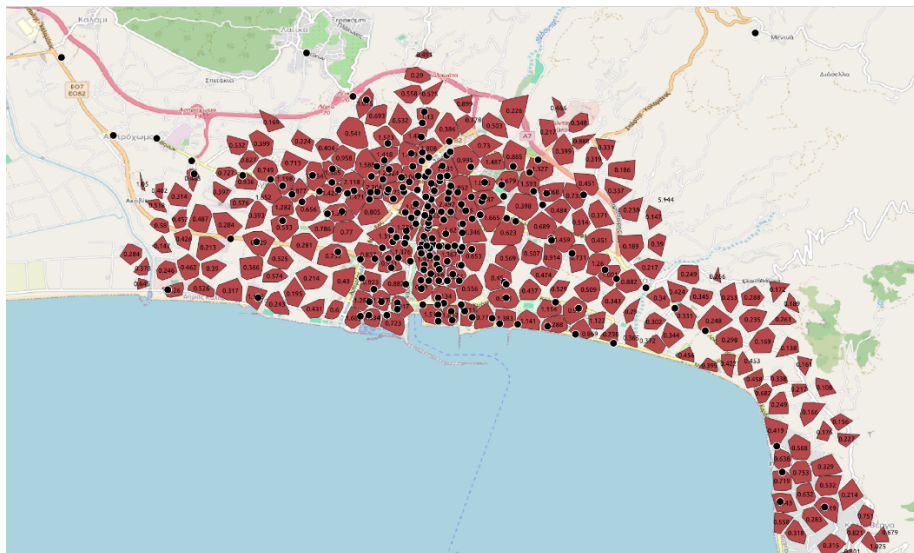
Για τη βελτιστοποίηση του clustering και της αντίστοιχης τοποθέτησης νέων καμπινών σε περιπτώσεις μικτού αστικού-αγροτικού περιβάλλοντος, εκτελέστηκαν τα εξής βήματα:

1. Αναγνώριση θέσης κτιρίων



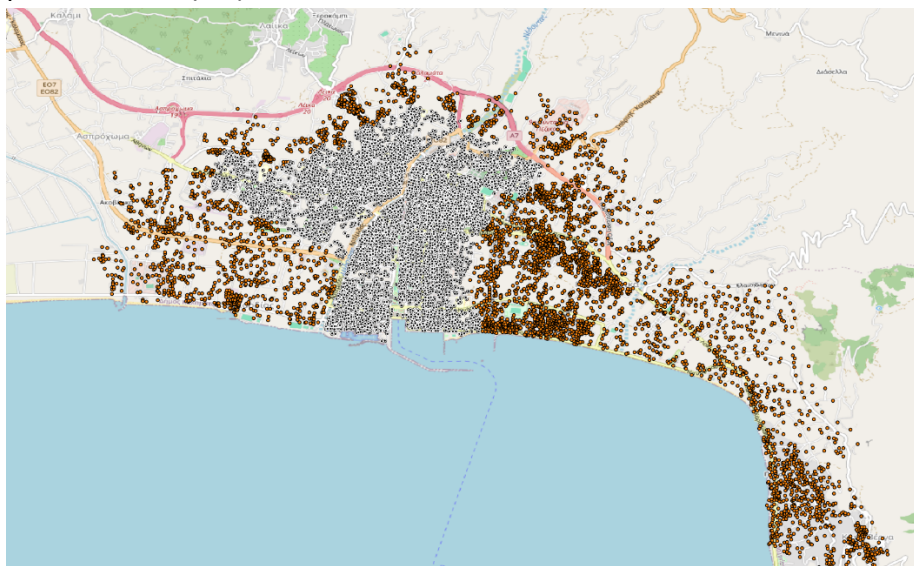
Σχήμα 35: GIS αναπαράσταση θέσης κτιρίων στο ΑΚ Καλαμάτας

- Υπολογισμός clusters ποιότητας (πλήθος κτιρίων ανά εμβαδό/στρέμμα) με χρήση k-means clustering αλγορίθμου.



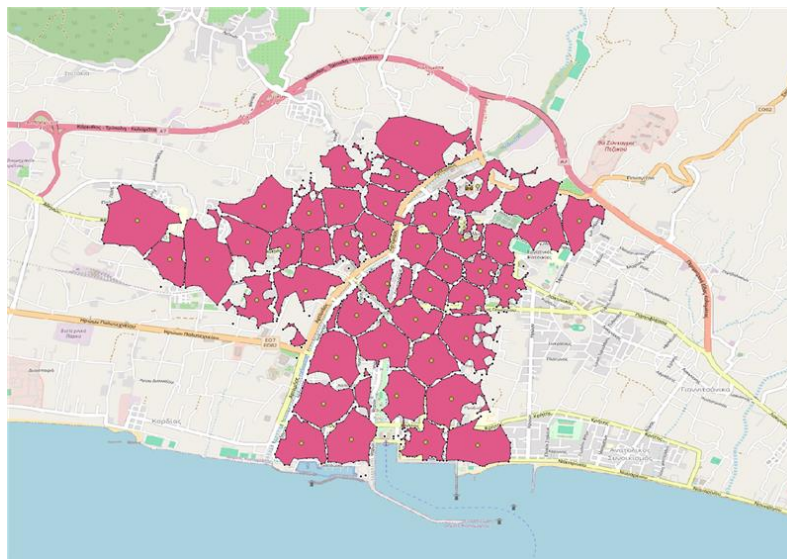
Σχήμα 36: Αποτελέσματα clustering k-means και θέσεις καμπινών χαλκού (μαύρα σημεία)

- Διαχωρισμός κτιρίων αστικού περιβάλλοντος και αγροτικού περιβάλλοντος βάσει πυκνότητας.



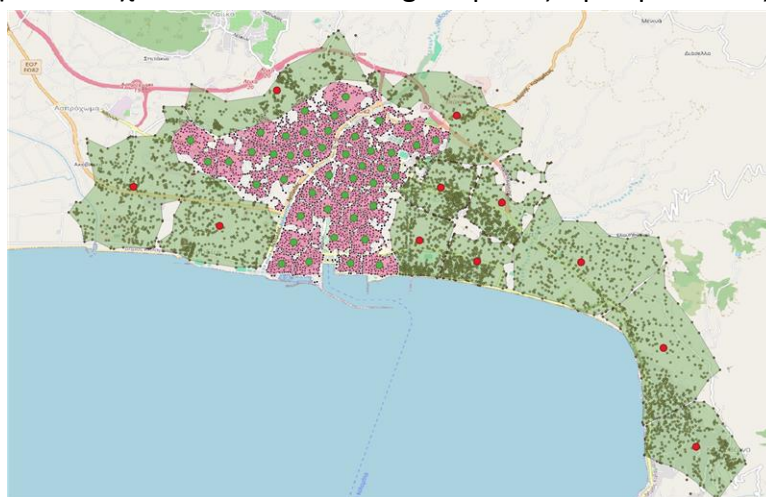
Σχήμα 37: Διαφοροποίηση κτιρίων βάσει οικιστικής πυκνότητας

- Εκτέλεση k-means clustering αποκλειστικά για τις πυκνότερες αστικές περιοχές βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών των FTTH καμπινών και υπολογισμός περιγραμμάτων βάσει διαφοράς concave και convex περιοχών.



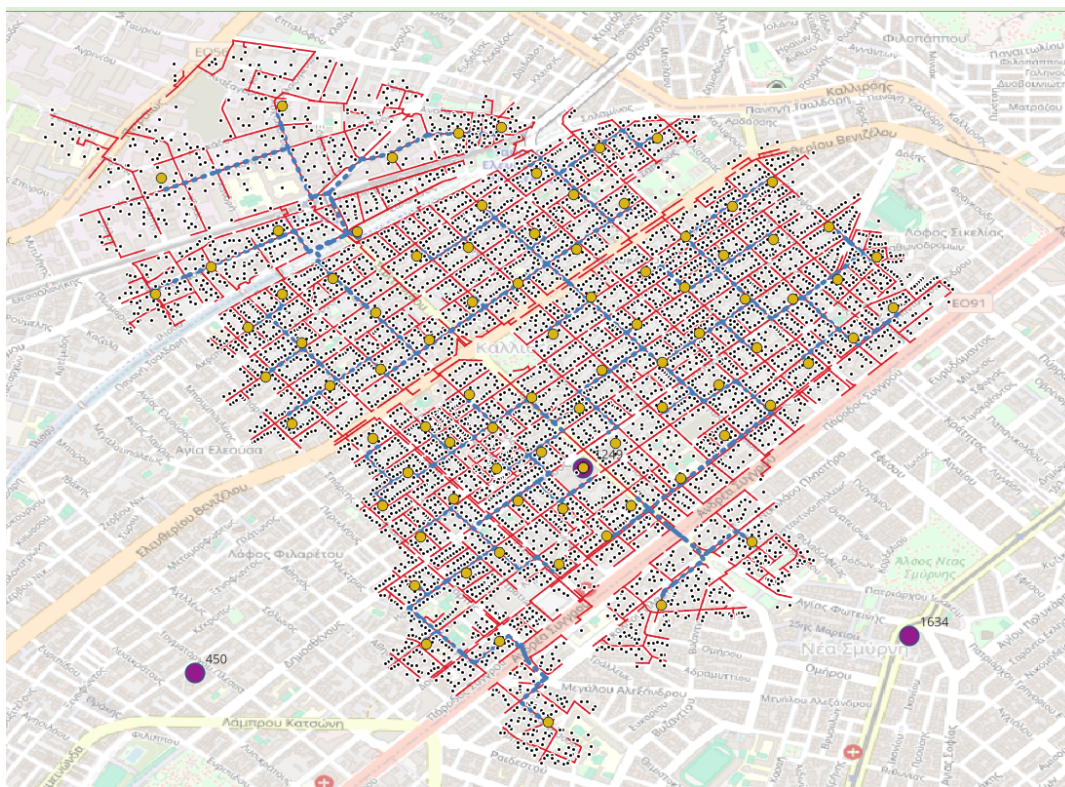
Σχήμα 38: Clustering πυκνών αστικών περιοχών.

5. Εκτέλεση αντίστοιχου k-means clustering και για τις λιγότερο πυκνές περιοχές.



Σχήμα 39: Τελικό αποτέλεσμα clustering περιοχής μικτής οικιστικής πυκνότητας.

Τέλος, για τη βέλτιστη διαδρομή των οπτικών ινών εφαρμόστηκαν εκ νέου οι αλγόριθμοι Steiner Tree στο οδικό δίκτυο.



Σχήμα 40: Αποτελέσματα GIS οδεύσεων FTTH για το ίδιο ΑΚ (μπλε-feeder, κόκκινο-distribution)

5.2 Οπτικά καλώδια και καλώδια χαλκού

Τα καλώδια υπολογίζονται με αλγόριθμους βέλτιστων διαδρομών (shortest path) από το ΑΚ μέχρι τις καμπίνες και από την κάθε καμπίνα μέχρι τα κτίρια πάνω από τις οδεύσεις / χαντάκια που υπολογίστηκαν προηγουμένως.

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).

Στο κυρίως δίκτυο (Feeder) χρησιμοποιούνται οπτικά καλώδια με 96, 24 και 12 οπτικές ίνες. Στο δίκτυο διανομής (Distribution) χρησιμοποιούνται οπτικά καλώδια από 2 οπτικές ίνες και άνω. Τα καλώδια αυτά στο Drop είναι τύπου κυρίως 2 ή 4 ινών. 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, 1000 και 2000 ζευγών. Στο τμήμα διανομής και στο ακραίο δίκτυο 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.

Τα βασικά είδη καλωδιώσεων και αγωγών που χρησιμοποιούνται παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 15: Τύποι καλωδίων και σωληνώσεων/αγωγών

	Δίκτυο NGA	Δίκτυο Χαλκού
Feeder χαντάκι	Σωληνώσεις Φ40	Σωληνώσεις Φ110
Distribution χαντάκι	Σωληνώσεις Φ40 Μικροσωλήνια Φ10	Άμεσης ταφής
Drop χαντάκι	5mm σωλήνωση	Άμεσης ταφής
Καλώδια	2, 4, 8, 12, 24, 96 ίνες	2, 4, 10, 20, 50, 100, 200, 400, 1000, 2000 ζεύγη χαλκού

Τέλος, η περίσσεια καλωδίων οπτικών ινών στα δίκτυα FTTH και FTTC θεωρείται ότι είναι τουλάχιστον 2 ίνες από τις 12 ή 24 και τις 12 ίνες αντίστοιχα που καταλήγουν από το ΑΚ στις FTTH και FTTC καμπίνες.

6. Κοστολόγηση

6.1 CAPEX κόστη

Για τον προσδιορισμό του CAPEX για κάθε στοιχείο δικτυακού εξοπλισμού στο μοντέλο, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση τα δεδομένα των παρόχων όπως αυτά αποτυπώθηκαν στα σχετικά ερωτηματολόγια εν συγκρίσει και με benchmarking στοιχεία από Ευρωπαϊκά μοντέλα και προμηθευτές εξοπλισμού. Σε περιπτώσεις όπου παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλίσεις στα στοιχεία που παρείχαν οι πάροχοι τότε χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα στοιχεία του benchmarking για τη διαμόρφωση του κόστους με κατάλληλη προσαρμογή στις ιδιότητες (χωρητικότητα) του εκάστοτε δικτυακού στοιχείου. Για κάθε μοναδιαίο κόστος των παρόχων, εάν αυτό αναφέρεται σε προηγούμενο του αρχικού έτους μοντελοποίησης, γίνεται αναγωγή στο αρχικό έτος υλοποίησης λαμβάνοντας υπόψιν τον πληθωρισμό, καθώς και το αντίστοιχο Cost trend για την κατηγορία που εμπίπτει το κάθε δικτυακό στοιχείο.

Τα Cost Trends που δίδονται ως είσοδος στο μοντέλο, αφορούν το κόστος των δικτυακών στοιχείων σε πραγματικούς όρους και έχουν υπολογιστεί, ώστε τα τελικά Nominal Cost Trends να είναι σε συμφωνία με τα αντίστοιχα Benchmarking στοιχεία. Επιπλέον, για τις περιπτώσεις ρεύματος και καλωδίων χαλκού έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία από την Eurostat και την Παγκόσμια Τράπεζα αντίστοιχα.

Στους παρακάτω πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα κόστη των βασικότερων δικτυακών στοιχείων, δηλαδή χαντακίων και καλωδίων, όπως προέκυψαν από τη μεθοδολογία που περιεγράφηκε ανωτέρω.

Πίνακας 16: CAPEX κόστη υπόγειων καλωδίων χαλκού

Χωρητικότητα	Τιμές μοντέλου (m)
Copper Cable 2	1.00 €
Copper Cable 4	1.17 €
Copper Cable 10	1.81 €
Copper Cable 20	2.27 €
Copper Cable 50	4.31 €
Copper Cable 100	7.86 €
Copper Cable 200	11.43 €
Copper Cable 400	16.72 €
Copper Cable 1000	29.93 €
Copper Cable 2000	42.42 €

Πίνακας 17: CAPEX κόστη εναέριων καλωδίων χαλκού

Τύπος καλωδίου	Τιμές μοντέλου (m)
Aerial Copper Cable 2	5.82 €
Aerial Copper Cable 4	6.49 €
Aerial Copper Cable 20	8.41 €

Πίνακας 18: CAPEX κόστη υπόγειων καλωδίων οπτικών ινών

Τύπος καλωδίου	Τιμές μοντέλου (m)
FTTH Fiber Cable 2	0.83 €
FTTH Fiber Cable 4	1.19 €
FTTH Fiber Cable 8	1.69 €
FTTH Fiber Cable 12	2.01 €
FTTH Fiber Cable 24	2.54 €
FTTH Fiber Cable 48	3.08 €
FTTH Fiber Cable 96	3.66 €
FTTC Fiber Cable 12	2.01 €
FTTC Fiber Cable 24	2.54 €
FTTC Fiber Cable 48	3.08 €
FTTC Fiber Cable 96	3.66 €

Πίνακας 19: CAPEX κόστη χαντακίων

Τύπος υποδομής	Τιμές μοντέλου (m)
Optical Fiber Feeder	20.00 €
Optical Fiber Distribution	17.00 €
Optical Fiber Drop	14.00 €
Copper Feeder	40.00 €
Copper Distribution	30.00 €
Copper Drop	20.00 €

Επισημαίνεται ότι τα κόστη χαντακίων περιλαμβάνουν όλα τα σχετικά κόστη συμπεριλαμβανομένων των φρεατίων, διακλαδωτήρων πολυσωλήνιων, πλαισίων στήριξης των πολυσωλήνιων, συστημάτων πολυσωλήνιων, την ενδεικτική ταινία, την αποκατάσταση, την παρακολούθηση και την παραγωγή των σχεδίων. Υπενθυμίζεται ότι τα παραπάνω κόστη χαντακίων προσαρμόζονται κατάλληλα ανάλογα το είδος

περιοχής (geotype) βάσει ποσοστών, τα οποία έχουν διατηρηθεί από την προηγούμενη έκδοση του μοντέλου.

Αντίστοιχα, τα καλώδια συμπεριλαμβάνουν όλα τα σχετικά κόστη (συγκολλήσεων, μικτονομήσεων, τερματισμού, μετρήσεων κ.ά.). Στην περίπτωση των καλωδίων οπτικών ινών όλα τα σχετικά κόστη, συμπεριλαμβανομένων του κόστους εργασιών εγκατάστασης και υλικών, συγκολλήσεων, απαραίτητων μετρήσεων.

Επιπλέον, στο μοντέλο αποτυπώνονται ως ξεχωριστό πάγιο το κόστος τελών δικαιωμάτων διέλευσης (Rights of Way) χαντακίων (συμπεριλαμβανομένων των φρεατίων) και καμπινών. Τα δικαιώματα διέλευσης υπολογίζονται μόνο για το feeder τμήμα του δικτύου σε συμφωνία με τη σχετική νομοθεσία (παρ. 9 του άρθρου 28, του ν. 4070/2012). Για την ενσωμάτωση των φρεατίων στο κόστος, έχει υιοθετηθεί η μεθοδολογία που προτάθηκε από πάροχο στα σχετικά ερωτηματολόγια κόστους, σύμφωνα με την οποία το κόστος 3,66€/μέτρο προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη 0,40695€/μέτρο για χαντάκια και 244,17€/φρεάτιο που τοποθετούνται ανά 45 μέτρα, με το 40% των φρεατίων να τοποθετούνται κοντά σε καμπίνες εξαιρώντας τα από τα αντίστοιχα τέλη. Συμπερασματικά, ο υπολογισμός των τελών για τα χαντάκια του μοντέλου είναι ο εξής:

$$0,40695\text{€} + \frac{244,17\text{€}}{45} * 60\% = 3,66\text{€}$$

Σε αντιστοιχία με τα παραπάνω δικτυακά στοιχεία, υπάρχουν στο μοντέλο τα επαναχρησιμοποιούμενα πάγια με την ένδειξη «[REA]» (Reusable Assets).

Επισημαίνεται ότι στο μοντέλο περιλαμβάνονται δικτυακά στοιχεία που ενσωματώνουν το κόστος συστημάτων (Τιμολόγησης, διαθεσιμότητας, λοιπών IT κ.ά) σχετικών με τις υπηρεσίες χονδρικής, τα οποία είναι κατάλληλα κοστολογημένα σύμφωνα με τις υπηρεσίες αυτές. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται επιμέρους δικτυακά στοιχεία του αστικού κέντρου, όπως τα δικτυακά στοιχεία «Air Conditioning Unit» και «Power Supply Unit + Backup» που συμπεριλαμβάνει τα κόστη τροφοδοτικών, UPS, πινάκων και ανορθωτικών και για την ηλεκτροδότηση και ομαλή λειτουργία του ενεργού εξοπλισμού του αστικού κέντρου. Άλλα συστήματα, όπως ασφαλείας και πυρόσβεσης, έχουν συμπεριληφθεί στο κόστος του A/K («Site»).

6.2 ΟΡΕΧ 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 ακριβή 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.

Τα ποσοστά που χρησιμοποιούνται για τα περισσότερα δικτυακά στοιχεία του μοντέλου συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 20: OPEX ποσοστό επί του CAPEX ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου

Κατηγορία δικτυακού στοιχείου	OPEX (% of CAPEX)
Συστήματα και πλατφόρμες	9%
Ενεργός εξοπλισμός δικτύου κορμού εξαρτώμενος από πλήθος γραμμών	10%
Ενεργός εξοπλισμός δικτύου κορμού εξαρτώμενος από κίνηση	20%
Υποδομές και δαπάνες Αστικού Κέντρου	20%
Εξοπλισμός Αστικού Κέντρου	8%
Παθητικός εξοπλισμός	2% - 3%
Χαντάκια	1,5%
Υπόγεια καλώδια	2%
Εναέρια καλώδια και εξοπλισμός	7%

Τα παραπάνω ποσοστά έχουν προκύψει από εκτίμηση βάσει των στοιχείων των παρόχων στα ερωτηματολόγια και στοιχείων benchmarking.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβάνεται στα ποσοστά OPEX τα οποία διαμορφώθηκαν κατάλληλα, ώστε να λαμβάνουν υπόψη και την κατανάλωση ενέργειας του ενεργού εξοπλισμού. Εξαιρέση αποτελούν τα λειτουργικά κόστη του εξοπλισμού των ενεργών καμπινών του δικτύου FTTC, όπου το προαναφερθέν ποσοστό και αφορά τυχόν βλάβες και συντήρηση, ενώ η κατανάλωση ρεύματος υπολογίζεται ως ξεχωριστό δικτυακό στοιχείο με το δικό του μοναδιαίο OPEX. Η μέση ετήσια κατανάλωση ρεύματος για τις εν λόγω καμπίνες υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Power Consumption} = \text{Cabinets} * 1000\text{€/cab}$$

Το αντίστοιχο OPEX των δικτυακών στοιχείων SVC NTE και SVO NTE έχει τεθεί στο 8% του CAPEX, διότι πρόκειται για ενεργό εξοπλισμό με το κόστος κατανάλωσης ενέργειας να το επωμίζεται ο τελικός χρήστης, αλλά με αυξημένες απαιτήσεις διαθεσιμότητας και βλαβοδιαχείρισης στο πλαίσιο του SLA των εν λόγω υπηρεσιών. Δεδομένου ότι η τεχνολογία χαλκού και συγκεκριμένα η τεχνολογία VDSL2 bonding έχει υιοθετηθεί σε πολύ μικρή κλίμακα, δεν αναμένεται να εξελιχτεί περαιτέρω και θα αντικατασταθεί από τεχνολογίες οπτικών ινών, το CAPEX του SVC NTE είναι πιθανό να εμφανίσει ελαφρά αυξητικές τάσεις σε πραγματικούς όρους στο μέλλον. Ως εκ

τούτου, το CAPEX cost trend έχει τεθεί σε +1% σε πραγματικούς όρους. Αντιθέτως, το SVO NTE αφορά την τεχνολογία οπτικών ινών FTTH, η οποία εξελίσσεται και το μερίδιό της στην αγορά συνεχώς αυξάνεται. Επομένως, το αντίστοιχο CAPEX trend έχει τεθεί σε -1.5% σε πραγματικούς όρους.

6.3 Κοινά κόστη

Το κοινό κόστος που σχετίζεται με τα γενικά εταιρικά κόστη (Business Overheads) ή γενικά και διαχειριστικά κόστη (General & Administrative), επιμερίζεται στις υπηρεσίες του δικτύου σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Equi-Proportional Mark-Up (EPMU). Τα εν λόγω overheads αφορούν όλες τις δραστηριότητες και υπηρεσίες του παρόχου, δεν έχουν άμεση συσχέτιση με το δίκτυο και τη παροχή των επιμέρους υπηρεσιών (non-network common costs) και περιλαμβάνουν: το κόστος των οχημάτων, το κόστος των εργαλείων και εργαστηρίων, το κόστος οργάνωσης αποθήκης υλικών, το κόστος των γραφείων των κατά τόπους τεχνικών ομάδων, το κόστος των γραφείων μελετών και σχεδίασης, το κόστος για το κέντρο διαχείρισης και υποστήριξης των συστημάτων IT, το κόστος γραμματειακής υποστήριξης, κόστη που σχετίζονται με τις υποστηρικτικές λειτουργίες (HR, Finance and Accounting, Legal κλπ), καθώς και το κόστος οργάνωσης των γραφείων της διοίκησης, κόστη τα οποία δεν μοντελοποιούνται σε κανένα άλλο σημείο του μοντέλου.

Το ύψος (ποσοστό) των overheads δίνεται ως παράμετρος εισόδου στο μοντέλο, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.3, και εφαρμόζεται ως EPMU στα τελικά αποτελέσματα του μοντέλου. Το ποσοστό υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας συγκριτική αξιολόγηση (benchmarking) μοντέλων άλλων χωρών⁸, συνδυαστικά με τα στοιχεία που διέθεσαν οι πάροχοι στο πλαίσιο της Δ.Δ. Καθώς το ποσοστό που προέκυψε, ήταν πολύ κοντά στο 10%, χρησιμοποιήθηκε η στρογγυλοποιημένη τιμή. Το ποσοστό αποτυπώνεται στο φύλλο παραμέτρων εισόδου του μοντέλου {Catalogue_Config}.

Επισημαίνεται ότι ως κοινά κόστη για κάποια υποσύνολα των υπηρεσιών του μοντέλου λογίζονται και στοιχεία όπως πληροφορικά συστήματα, συστήματα τιμολόγησης και διαθεσιμότητας, Σχεδιασμός Δικτύου και άλλα τα οποία όμως μοντελοποιούνται πλήρως ως κόστη άμεσα σχετιζόμενα με τη μοντελοποίηση του δικτύου. Ο τρόπος που αυτά επιμερίζονται στις διάφορες υπηρεσίες προκύπτει από την χρήση των Routing Factors και την αντίστοιχη ζήτηση των υπηρεσιών. Τα εν λόγω κόστη δεν έχουν συμπεριληφθεί στον υπολογισμό των overheads που εφαρμόζονται ως EPMU.

⁸ Στοιχεία από Αυστρία, Ελβετία, Κύπρος, Κροατία, Ιταλία, Σερβία, Σλοβακία και Σλοβενία

6.4 Αποσβέσεις και διάρκεια ζωής παγίων

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.

Συγκεκριμένα, το ποσοστό/συντελεστής αναπόσβεστης αξίας για τα χαντάκια προέκυψε από τον λόγο NRC/GRC (Net Replacement Cost/Gross Replacement Cost) σύμφωνα με τα στοιχεία του ελεγμένου μητρώου παγίων του ΕΚΟΣ του 2019 για τις τάφρους με ή χωρίς σωλήνες. Ομοίως, για τα χάλκινα καλώδια και τους στύλους εναερίων καλωδίων. Σημειώνεται ότι στο πλαίσιο του ΕΚΟΣ χρησιμοποιείται η μέθοδος indexation για τα πάγια που ορίζει σχετικώς η Σύσταση 2013/466/EU. Επισημαίνεται ότι χρησιμοποιούνται οι σχετικές τιμές για Net Replacement Cost και Gross Replacement Cost δεδομένης της ανάγκης χρήσης αποτίμησης Current cost Accounting και όχι το Net Book Value και το Gross Book Value, τα οποία αντιστοιχούν σε αποτίμηση Historic cost Accounting. Τα εν λόγω επαναχρησιμοποιήσιμα πάγια στην συνέχεια αποσβένονται όπως και τα υπόλοιπα στοιχεία του δικτύου σύμφωνα με τη μέθοδο του tilted annuity.

Όσον αφορά τη διάρκεια ζωής των στοιχείων ο προσδιορισμός τους γίνεται με τον ίδιο τρόπο που προσδιορίζονται οι μοναδιαίες αξίες κτήσης, δηλαδή συνυπολογίζοντας τα δεδομένα των παρόχων, τα στοιχεία του ελεγμένου μητρώου παγίων του ΕΚΟΣ, στοιχεία benchmarking άλλων ευρωπαϊκών μοντέλων και σχόλια των συμμετεχόντων στη Δημόσια Διαβούλευση. Οι διάρκειες ζωής των βασικότερων κατηγοριών δικτυακών στοιχείων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 21: Διάρκεια ζωής ανά κατηγορία δικτυακού στοιχείου

Κατηγορία δικτυακού στοιχείου	Διάρκεια ζωής
Συστήματα και πλατφόρμες	5
Ενεργός εξοπλισμός δικτύου κορμού	8
Υποδομές Αστικού Κέντρου	23
Ενεργός Εξοπλισμός Αστικού Κέντρου	8
Παθητικός εξοπλισμός Αστικού Κέντρου	10 - 15
Παθητικές καμπίνες	15

Ενεργές καμπίνες	13
Ενεργός εξοπλισμός καμπινών	8
Παθητικός οπτικός εξοπλισμός (splitters, BEP, Floor Box)	15
Χαντάκια, σχετικές υποδομές (φρεάτια)	36
Υπόγεια καλώδια χαλκού	20
Υπόγεια καλώδια ινών	25
Εναέρια καλώδια και εξοπλισμός (στύλοι)	15

Σημειώνεται ότι η διάρκεια ζωής έχει τεθεί ίση με 25 έτη, υψηλότερη από την αντίστοιχη διάρκεια ζωής των καλωδίων χαλκού, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από σχετικές μελέτες της ITU⁹ για τη διάρκεια ζωής των οπτικών ινών.

Τέλος, η διάρκεια ζωής των επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων διαφοροποιείται από τη διάρκεια των αντίστοιχων μη επαναχρησιμοποιήσιμων, διότι αφορά την υπολειπόμενη/εναπομένουσα διάρκεια ζωής των εν λόγω παγίων δεδομένου ότι ένα μεγάλο μέρος της αξίας τους έχει ήδη αποσβεστεί. Οι εναπομένουσες διάρκειες ζωής όπως προέκυψαν από τον υπολογισμό παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 22: Διάρκεια ζωής επαναχρησιμοποιήσιμων παγίων

Επαναχρησιμοποιήσιμα πάγια	Εναπομένουσα διάρκεια ζωής
Χαντάκια, σχετικές υποδομές (φρεάτια) και δικαιώματα διέλευσης	15
Υπόγεια καλώδια χαλκού	5
Εναέρια καλώδια χαλκού	4
Στύλοι εναερίου δικτύου χαλκού	4

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 παρόχους που απάντησαν και στα σχετικά ερωτηματολόγια, στοιχεία από το ελεγμένο ΕΚΟΣ του ΟΤΕ. Σημειώνεται ότι η πλειονότητα των παραμέτρων έχουν διατηρηθεί από τις προηγούμενες εκδόσεις του μοντέλου με ελάχιστες προσθήκες.

⁹ ITU-T, "Guidance on optical fibre and cable reliability," ITU-T G-series Recommendations – Supplement 59, 2nd ed., Feb. 2018, Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union:

"All tests focus on optical reliability and monitor fibre or cable attenuation during the course of the test to see whether any change occurs. If the change is under the recommended threshold, the optical cable is expected to operate in the field for a reasonable period of time (typically 20-30 years) without significant degradation in transmission properties."

Γενικότερα χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι υπολογισμού του κόστους των υπηρεσιών εφόσον υπήρξαν νέα στοιχεία από τους παρόχους.

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

$$\text{Λεπτά_Απασχόλησης}_i * \text{€_ανά_Λεπτό_Απασχόλησης}_i$$

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.**

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

$$\sum_{i=1}^8 \text{Λεπτά_Απασχόλησης}_i * \text{€_ανά_Λεπτά_Απασχόλησης}_i + \text{€_Υλικά}$$

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.** Ακολουθώντας υπολογίζουμε την τιμή κόστους ανά υπηρεσία μέσω του τύπου υπολογισμού που ακολουθεί.

Τύπος Υπολογισμού Μεθόδου_2:

$$\sum_{i=1}^8 \text{AVERAGE}(\text{Λεπτά_Απασχόλησης}_i) * \text{AVERAGE}(\text{€_ανά_Λεπτά_Απασχόλησης}_i) + \text{€_Υλικά}$$

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**. Ακολουθώς 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

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των τριών μεθοδολογιών, για κάθε κατηγορία ενέργειας προκύπτει 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 μεταξύ υπηρεσιών που απαιτούν παρόμοιες εργασίες, λαμβάνοντας υπόψη και τα υφιστάμενα μοντέλα υπολογισμού του κόστους των υπηρεσιών αυτών από το ΕΚΟΣ του ΟΤΕ.

Για τις νέες υπηρεσίες που δεν δόθηκαν δεδομένα από τους παρόχους, έχουν υπολογιστεί κατ' αναλογία με αντίστοιχες υπηρεσίες έχοντας χρησιμοποιήσει εκτιμήσεις για Ανθρωποπροσπάθεια και κόστος με βάση την βέλτιστη μεθοδολογία υλοποίησης για κάθε προσφερόμενη υπηρεσία. Για όλες τις υπόλοιπες υπηρεσίες διατηρήθηκαν οι παράμετροι των προηγούμενων εκδόσεων του μοντέλου σε περίπτωση απουσίας νέων στοιχείων.

Για κάθε υπηρεσία έχει χρησιμοποιηθεί ένα overhead ποσοστό που καλύπτει τα κοινά κόστη που πρέπει να προστεθούν πάνω στην υπολογιζόμενη τιμή της κάθε υπηρεσίας. Το overhead ποσοστό είναι κοινό για όλες τις υπηρεσίες, αφορά λοιπές λειτουργικές δαπάνες (αναλώσιμα υλικά, έξοδα διοίκησης, έξοδα μεταφορικών μέσων & εργαλείων ή οργάνων κλπ) και ισούται με το ποσοστό των overhead που χρησιμοποιείται στο κυρίως μοντέλο και προέκυψε σύμφωνα με μεθοδολογία που περιγράφεται στην ενότητα 6.3.

Επίσης, σημειώνεται ότι για τον προσδιορισμό εφάπαξ τελών για τα έτη μετά το 2019 λαμβάνεται υπόψη η σχετική πρόβλεψη του πληθωρισμού.

Επιπλέον, στο φύλλο εργασίας {Parameters} του αρχείου υπολογισμού των εφάπαξ τελών, περιλαμβάνονται παράμετροι οι οποίες είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό ορισμένων εκ των εφάπαξ τελών και χρησιμοποιούνται είτε ως πολλαπλασιαστές επί του κόστους των βασικών εργασιών ή επί του συνολικού κόστους (εργασιών, υλικών και λοιπών εργασιών). Οι εν λόγω παράμετροι είναι:

- Συντελεστής Προσαύξησης Εξαιρέσιμης Απασχόλησης
- Συντελεστής Προσαύξησης Υπερωριακής Απασχόλησης
- Συντελεστής Προσαύξησης Νυχτερινής Απασχόλησης
- Μ.Ο. οπτικών ινών ανά καλώδιο
- Μ.Ο. ικριωμάτων
- Μ.Ο. οπτικών ινών ανά φρεάτιο
- Μ.Ο. παρόχων ανά ΦΣ
- Μ.Ο. Πωλημένων Καλωδίων 100" (80%)

Οι τιμές που έχουν επιλεγεί για τις παραμέτρους αυτές έχουν βασιστεί σε στοιχεία του ΕΚΟΣ.

Τέλος έχουν προστεθεί στα μοντέλα εφάπαξ τα εφάπαξ τέλη των υπηρεσιών συνεγκατάστασης και συναφών ευκολιών, τα εφάπαξ τέλη των υπηρεσιών L2 WAP, καθώς και τα εφάπαξ τέλη των υπηρεσιών πρόσβασης σε παθητική υποδομή.

6.5.1 Εκπτώσεις όγκου εφάπαξ τελών υπηρεσιών

Στο υπολογισμό των εφάπαξ τελών συμπεριλαμβάνονται τέλη μαζικών μεταβάσεων/ενεργοποιήσεων σε ορισμένα εκ των εφάπαξ τελών, τα οποία αφορούν τα κόστη των αντίστοιχων υπηρεσιών εντός της περιοχής ενός Αστικού Κέντρου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παρόπλισης του δικτύου χαλκού (copper switch-off). Επιπλέον, υπολογίζονται και αντίστοιχα εφάπαξ τέλη πολλαπλών αιτημάτων δεδομένου ότι αποφασίζεται από κοινού ο προγραμματισμός και ρυθμός των αιτημάτων.

Τα τέλη που θα υπολογιστούν είναι τα εξής:

Εφάπαξ Τέλη Πολλαπλών Αιτημάτων

- Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης Πλήρους Τοπικού Βρόχου
- Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης Ενεργού Τοπικού Υποβρόχου

- Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης υπηρεσιών VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος σύνδεσης υπηρεσιών VLU/FttH (καλύπτει και FTTH/BRAS)
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VLU/FttH (ΤΠ1) σε υπηρεσίες VLU/FttH (ΤΠ2)
- Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας σε υπηρεσίες VLU/FttH και αλλαγή σειριακού αριθμού ONT
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από Πλήρη τοπικό βρόχο σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες WLR σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από Πλήρη τοπικό υποβρόχο σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS [AK] σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS [KV] σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VPU τύπου DSLAM σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VLU/FttC (ΤΠ1) σε υπηρεσίες VLU/FttC (ΤΠ2)
- Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Τέλος Μελέτης Εφικτότητας στύλου
- Τέλος Ανύψωσης Καλωδίου και τερματισμού καλωδίου επί στύλου ΟΤΕ (ανά 4 ίνες)
- Τέλος Ελέγχου Εγκατάστασης εξοπλισμού Παρόχου σε Στύλους ΟΤΕ (ανά στύλο)

Εφάπαξ Τέλη Μαζικών Μεταβάσεων

- Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης Πλήρους Τοπικού Βρόχου
- Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης Ενεργού Τοπικού Υποβρόχου
- Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης υπηρεσιών VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος σύνδεσης υπηρεσιών VLU/FttH (καλύπτει και FTTH/BRAS)
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VLU/FttH (ΤΠ1) σε υπηρεσίες VLU/FttH (ΤΠ2)
- Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας σε υπηρεσίες VLU/FttH και αλλαγή σειριακού αριθμού ONT
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από Πλήρη τοπικό βρόχο σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες WLR σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από Πλήρη τοπικό υποβρόχο σε υπηρεσίες VLU/FttC

- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS [AK] σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS [KV] σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VPU τύπου DSLAM σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VLU/FttC (ΤΠ1) σε υπηρεσίες VLU/FttC (ΤΠ2)
- Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Εφάπαξ τέλος Σύνδεσης/Μεταφοράς ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ. [DSLAM-Τοπική]
- Τέλος αλλαγής ταχύτητας Ο.Κ.ΣΥ.Α./ΣΥ.ΜΕ.Φ.Σ
- Εφάπαξ τέλος πρόσβασης υπηρεσιών ΟΚΣΥ
- Εφάπαξ τέλος ενεργοποίησης υπηρεσιών ΟΚΣΥ
- Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας υπηρεσιών ΟΚΣΥ

Ο υπολογισμός των εκπτώσεων στα ανωτέρω τέλη εδράζεται στη μείωση του απαιτούμενου χρόνου και κόστους ανά αίτημα και βασίζεται στη θεωρία της καμπύλης εκμάθησης (Learning Curve Theory), η οποία προβλέπει ότι η επαναλαμβανόμενη εκτέλεση παρόμοιων εργασιών οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της παραγωγικότητας. Η μαθηματική διατύπωση της θεωρίας είναι η εξής:

$$T_n = T_1 * n^b$$

όπου:

- T_n : ο απαιτούμενος χρόνος για την εκτέλεση της n-οστής επανάληψης της εργασίας,
- T_1 : ο απαιτούμενος χρόνος για την πρώτη επανάληψη (στο παράδειγμα της εικόνας, 5 λεπτά),
- n: ο αριθμός της επανάληψης της εργασίας,
- b: ο συντελεστής μάθησης, που συνήθως είναι αρνητικός και δείχνει τη βελτίωση του χρόνου εκτέλεσης της εργασίας με το πέρασμα του χρόνου.

Ο συντελεστής μάθησης που έχει θεωρηθεί ανά εργασία είναι:

- Χρήση Πληροφοριακού Συστήματος: -30%
- Συντονισμός ενεργειών/εργασιών/συνεργείων: -25%
- Μελέτες: -20%
- Μετάβαση Τεχνικού: -110%
- Υλοποίηση Τεχνικών Εργασιών: -20%
- Μετρήσεις Ποιότητας: -20%

- Διάφορες Διαχειριστικές εργασίες: -25%
- Λοιπές Εργασίες: -20%

Ως εκ τούτου, θεωρούμε αντίστοιχη εξοικονόμηση χρόνου λόγω διεκπεραίωσης πολλαπλών αιτημάτων που αφορούν εργασίες, οι οποίες εκτελούνται διαδοχικά σε σχετικά μικρό χρονικό εύρος σε κοντινή γεωγραφική περιοχή, ώστε να επιτυγχάνονται οικονομίες κλίμακας.

Τα τέλη πολλαπλών αιτημάτων έχουν προκύψει θεωρώντας ως πλήθος αιτημάτων τα εξής:

- Τουλάχιστον 3 αιτήματα για τα
 - Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης Πλήρους Τοπικού Βρόχου
 - Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης Ενεργού Τοπικού Υποβρόχου
 - Εφάπαξ τέλος αποσύνδεσης υπηρεσιών VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος σύνδεσης υπηρεσιών VLU/FttH (καλύπτει και FTTH/BRAS)
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VLU/FttH (ΤΠ1) σε υπηρεσίες VLU/FttH (ΤΠ2)
 - Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας σε υπηρεσίες VLU/FttH και αλλαγή σειριακού αριθμού ONT
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από Πλήρη τοπικό βρόχο σε υπηρεσίες VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες WLR σε υπηρεσίες VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από Πλήρη τοπικό υποβρόχο σε υπηρεσίες VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS [AK] σε υπηρεσίες VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες Α.ΠΥ.Σ./V-A.ΠΥ.Σ. BRAS [KV] σε υπηρεσίες VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VPU τύπου DSLAM σε υπηρεσίες VLU/FttC
 - Εφάπαξ τέλος μετάβασης από υπηρεσίες VLU/FttC (ΤΠ1) σε υπηρεσίες VLU/FttC (ΤΠ2)
 - Εφάπαξ τέλος αλλαγής ταχύτητας σε υπηρεσίες VLU/FttC
- Τουλάχιστον 5 αιτήματα για τα
 - Τέλος Μελέτης Εφικτότητας στύλου
 - Τέλος Ανύψωσης Καλωδίου και τερματισμού καλωδίου επί στύλου ΟΤΕ (ανά 4 ίνες)

- Τέλος Ελέγχου Εγκατάστασης εξοπλισμού Παρόχου σε Στύλους ΟΤΕ (ανά στύλο)

Τα τέλη μαζικών μεταβάσεων αφορούν τις μεταβάσεις που εκτελούνται σε ΑΚ, στα οποία έχει ξεκινήσει η διαδικασία copper switch-off. Βάσει του αντίστοιχου πλήθους συνδρομητών και των χρονοδιαγραμμάτων που προβλέπονται στις σχετικές διαδικασίες, εκτιμάται ότι οι μεταβάσεις μπορεί να είναι 5 με 8 φορές περισσότερες από τις αντίστοιχες πολλαπλές μεταβάσεις πριν το copper switch-off. Το πλήθος των επαναλήψεων ανά ημέρα σε επίπεδο αστικού κέντρου και καμπίνας έχουν υπολογιστεί βάσει της χρονικής διάρκειας του copper switch-off (βάσει των αποφάσεων της ΕΕΤΤ) και του πλήθους των ενεργών γραμμών στα μεγαλύτερα ΑΚ, όπου θα πραγματοποιηθεί το switch-off τα επόμενα έτη.

Τα τέλη πολλαπλών μεταβάσεων υπολογίζονται στο φύλλο {Multiple_requests} του αρχείου υπολογισμού των εφάπαξ τελών και τα τέλη μαζικών μεταβάσεων στο φύλλο {Bulk_requests}.