|  |
| --- |
| http://share.uoa.gr/public/Documents/new-logo-2018/mag-left-greek-1.jpg |

"Ενημέρωση του κειμένου τεκμηρίωσης του τροποποιημένου μοντέλου”

του έργου

**“Επικαιροποίηση του τεχνοοικονομικού μοντέλου (bottom-up pure LRIC) υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα”**

Αναθέτουσα Αρχή:

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (EETT)

*Μάιος 2019*

Πίνακας περιεχομένων

[Πίνακας περιεχομένων 2](#_Toc9505247)

[1 Εισαγωγη 4](#_Toc9505248)

[2 Αξιολόγηση και επεξεργασία στοιχείων ζήτησης 5](#_Toc9505249)

[2.1 Αρχείο Market 5](#_Toc9505250)

[2.1.1 Ανάλυση και επεξεργασία στοιχείων ζήτησης 5](#_Toc9505251)

[2.1.2 Μεθοδολογία προβλέψεων 6](#_Toc9505252)

[2.1.3 Βασικά Μεγέθη 6](#_Toc9505253)

[2.1.4 Μεθοδολογία μοντέλων προβλέψεων 6](#_Toc9505254)

[3 Μέσο Σταθμικο Κόστος Κεφαλαίου 8](#_Toc9505255)

[4 Τροποποιήσεις για την εισαγωγη της Τεχνολογίασ 4G 12](#_Toc9505256)

[4.1 Νέα αρχιτεκτονική δικτύου κινητής τηλεφωνίας 12](#_Toc9505257)

[4.2 Αρχείο bottom\_up\_model 12](#_Toc9505258)

[4.2.1 Φύλλο εργασίας {List} 13](#_Toc9505259)

[4.2.2 Φύλλο εργασίας {Mkt} 13](#_Toc9505260)

[4.2.3 Φύλλο εργασίας {TechBC} 13](#_Toc9505261)

[4.2.4 Φύλλο εργασίας {Cov&Dem} 13](#_Toc9505262)

[4.2.5 Φύλλο εργασίας {DemCalc} 13](#_Toc9505263)

[4.2.6 Φύλλο εργασίας {ReaGrowth} 13](#_Toc9505264)

[4.2.7 Φύλλο εργασίας {NwDesPara} 14](#_Toc9505265)

[4.2.8 Φύλλο εργασίας {NwDes} 14](#_Toc9505266)

[4.2.9 Φύλλο εργασίας {RouFacs} 14](#_Toc9505267)

[4.2.10 Φύλλο εργασίας {DiscFacs} 15](#_Toc9505268)

[4.2.11 Φύλλο εργασίας {UnitCost} 15](#_Toc9505269)

[4.2.12 Φύλλο εργασίας {CostTrend} 15](#_Toc9505270)

[4.2.13 Φύλλο εργασίας {Res} 15](#_Toc9505271)

[4.2.14 Φύλλο εργασίας {Results} 15](#_Toc9505272)

[4.3 Αρχεία Market, HCA και econ 16](#_Toc9505273)

[5 Επιπλέον τροποποιήσεις λειτουργίας και κοστολόγησης του δικτύου 17](#_Toc9505274)

[5.1 Κοινό Backhaul των δικτυακών τεχνολογιών 17](#_Toc9505275)

[5.2 Κοινή χρήση ραδιοδικτύου (RAN Sharing) 18](#_Toc9505276)

[6 Αρτικόλεξο 20](#_Toc9505277)

# Εισαγωγη

Στο παρόν κείμενο παρουσιάζονται αναλυτικά και τεκμηριώνονται οι τροποποιήσεις που έγιναν στο μοντέλο bottom-up pure LRIC της ΕΕΤΤ με σκοπό την επικαιροποίησή του για τον καθορισμό των ανώτατων τιμών των υπό ρύθμιση τελών τερματισμού κλήσεων κινητής. Ακολούθως, παρατίθενται οι βασικές αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στο εν λόγω μοντέλο με σκοπό την επικαιροποίηση του:

1. Ενημέρωση στοιχείων ζήτησης και λοιπών παραμέτρων βάσει αξιολόγησης και επεξεργασίας των στοιχείων των δεδομένων που δόθηκαν από τους παρόχους για τα έτη 2012 έως 2018.
2. Δημιουργία μοντέλου αποδοτικού παρόχου και εκτίμηση προβλέψεων για τα δεδομένα που αναφέρονται από το 2018 και έπειτα.
3. Εκτίμηση μέσου σταθμικού κόστους κεφαλαίου (WACC).
4. Τροποποιήσεις για την εισαγωγή της τεχνολογίας 4G.
5. Τροποποιήσεις για να ληφθεί υπόψη το κοινό Backhaul των δικτυακών τεχνολογιών.
6. Τροποποιήσεις για να ληφθεί υπόψη η κοινή χρήση ραδιοδικτύου (RAN Sharing).

# Αξιολόγηση και επεξεργασία στοιχείων ζήτησης

## Αρχείο Market

Στο αρχείο Market.xls γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων ζήτησης σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία από τους παρόχους και την ΕΕΤΤ.

### Ανάλυση και επεξεργασία στοιχείων ζήτησης

Τα μερίδια αγοράς των παρόχων, οι συνολικοί χρήστες κινητής τηλεφωνίας και το ποσοστό διείσδυσης βασίστηκαν σε δεδομένα της ΕΕΤΤ για τα έτη 2008 έως 2017. Επίσης έγινε επανυπολογισμός της μέσης κίνησης (φωνής, μηνυμάτων, δεδομένων) ανά συνδρομητή για όλα τα έτη σύμφωνα με στοιχεία της ΕΕΤΤ καθώς και ο υπολογισμός και οι προβλέψεις του συνόλου των συνδρομητών του αποδοτικού παρόχου.

To ποσοστό των 3G και 4G συνδρομητών του αποδοτικού παρόχου βασίστηκε σε στοιχεία των παρόχων ακολουθώντας την ετήσια αύξηση ή μείωση 3G και 4G συνδρομητών. Οι συνδρομητές VoLTE υπολογίστηκαν ως ποσοστό επί των 4G συνδρομητών.

Για την κίνηση φωνής του αποδοτικού παρόχου χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των παρόχων με κατάλληλες μεθόδους παρεμβολής (interpolation). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν για τα δεδομένα και τις προβλέψεις του αποδοτικού παρόχου η συνολική κίνηση των μεγεθών «incoming off-net voice», «outgoing off-net voice» και «outgoing on-net voice». Από τα μεγέθη αυτά σε συνδυασμό με τους συνολικούς συνδρομητές που υπολογίστηκαν προηγουμένως, προέκυψε η μέση κίνηση φωνής ανά συνδρομητή ανά έτος. Λόγω έλλειψης νέων στοιχείων ως προς το ποσοστό 2G/3G φωνής, διατηρήθηκε το ποσοστό του μοντέλου του 2012. Επισημαίνεται ότι η μέση κίνηση φωνής ανά συνδρομητή 3G προέκυψε διαιρώντας την κίνηση 3G φωνής προς το άθροισμα των συνδρομητών 3G και 4G (εκτός των VoLTE). Αυτό έγινε διότι το πλήθος των 3G συνδρομητών μειώνεται με πολύ μεγάλο ρυθμό ενώ αναμένεται οι 4G χρήστες να χρησιμοποιούν κυρίως το 3G δίκτυο έναντι του 2G δικτύου (τεχνική επιλογή λόγω προτεραιότητας).

Ομοίως, για το συνολικό αριθμό μηνυμάτων του αποδοτικού παρόχου έγινε χρήση των στοιχείων των παρόχων όπως και για την αναλογία 2G/3G μηνυμάτων.

Για την συνολική κίνηση δεδομένων ανά τεχνολογία (GPRS, UMTS-99, HSDPA, LTE) του αποδοτικού παρόχου χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των παρόχων. Στην περίπτωση της κίνησης δεδομένων HSDPA, η μέση κίνηση ανά συνδρομητή προκύπτει από τη συνολική κίνηση προς το άθροισμα συνδρομητών 3G και 4G.

Από την ανάλυση των δεδομένων και των προβλέψεων που προκύπτουν, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση των εξερχόμενων λεπτών προς άλλα δίκτυα (off-net) σε σχέση με την κίνηση εντός δικτύου (on-net). Το γεγονός αυτό προκαλεί μεγαλύτερη μείωση στα τέλη τερματισμού για τα έτη 2012 και έπειτα σε σχέση με το παλαιό μοντέλο. Επιπλέον, παρατηρείται σημαντική μείωση των τελών τερματισμού το έτος 2021 λόγω της αναμενόμενης αύξησης του ποσοστού της φωνής VoLTE, η οποία έχει σημαντικά μικρότερο κόστος.

Για τις προβλέψεις παρέχονται γενικού τύπου καμπύλες (Linear, Exponential, S-curve), καθώς και νέες ειδικές καμπύλες για συγκεκριμένα μεγέθη. Όλες οι καμπύλες πρόβλεψης είναι συγκεντρωμένες στο φύλλο εργασίας {Interpolation}.

### Μεθοδολογία προβλέψεων

Για τον προσδιορισμό των τελών τερματισμού κλήσεων χρησιμοποιείται ένα μοντέλο, το οποίο εξαρτάται από προβλέψεις ζήτησης διαφόρων μεγεθών για τα έτη 2018-2021. Παρακάτω αποτυπώνεται η μεθοδολογία εκτίμησης των διαφόρων μεγεθών για την εκάστοτε περίπτωση. Για τις προβλέψεις δίδονται οι σημειακές εκτιμήσεις (εκτιμήσεις τιμών), μέσω μαθηματικών μοντέλων που αναλύονται παρακάτω, και το διάστημα εμπιστοσύνης-πρόβλεψης με το επάνω και το κάτω όριο. Το επίπεδο εμπιστοσύνης-πρόβλεψης υπολογίζεται με μία πιθανότητα 95%, δηλαδή υπάρχει μία πιθανότητα 95% οι σημειακές τιμές να βρίσκονται μέσα σε αυτό το διάστημα. Τα όρια του διαστήματος πρόβλεψης χρησιμοποιούνται για τις περιπτώσεις αισιόδοξου και απαισιόδοξου σεναρίου.

### Βασικά Μεγέθη

1. Συνολικός αριθμός ενεργών χρηστών ανά τεχνολογία αθροιστικά για όλους τους παρόχους.
2. Συνολικός αριθμός εξερχόμενων λεπτών ομιλίας αθροιστικά για όλους τους παρόχους.
3. Λόγος εξερχόμενων λεπτών ομιλίας εντός δικτύου προς συνολικών εξερχόμενων λεπτών ομιλίας αθροιστικά για όλους τους παρόχους.
4. Λόγος εισερχόμενων λεπτών ομιλίας εκτός δικτύου προς εξερχόμενων λεπτών ομιλίας εκτός δικτύου αθροιστικά για όλους τους παρόχους.
5. Συνολικός αριθμός εξερχόμενων μηνυμάτων αθροιστικά για όλους τους παρόχους.
6. Συνολικός αριθμός δεδομένων κίνησης MB ανά τεχνολογία αθροιστικά για όλους τους παρόχους.
7. Ποσοστά μηνυμάτων SMS ανά τεχνολογία αθροιστικά για όλους τους παρόχους.

### Μεθοδολογία μοντέλων προβλέψεων

Για την ορθή χρήση του μοντέλου ήταν αναγκαίο, τα μεγέθη που αναφέρονται ανωτέρω να εισαχθούν στα φύλλα εργασίας άμεσα και ορισμένα μεγέθη να προσδιοριστούν με αναγωγή από τον υπολογισμό του μεγέθους ανά χρήστη για κάθε τεχνολογία.

Τα ARIMA (autoregressive integrated moving average) μοντέλα επιλέχθηκαν βάσει της μεθοδολογίας Box-Jenkins[[1]](#footnote-1). Τα ARIMA μοντέλα είναι μία κατηγορία γραμμικών μοντέλων, που είναι ικανά να αναπαραστήσουν στάσιμες και μη στάσιμες χρονοσειρές. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, παρουσίασαν καλύτερη προσαρμογή διότι δεν περιλαμβάνουν ανεξάρτητες μεταβλητές στην κατασκευή τους και κάνουν καλύτερη χρήση της διαθέσιμης πληροφορίας, δηλαδή των δεδομένων που απέστειλαν οι πάροχοι.

Οι υπολογισμοί των μεγεθών έγιναν ως ακολούθως:

1. Συγκεντρώθηκαν οι συνολικοί χρήστες όλων των παρόχων, όπου στις επιμέρους τεχνολογίες έγινε αναγωγή βάση των στοιχείων των παρόχων που δήλωσαν δεδομένα αναλυτικά ανά τεχνολογία. Το μοντέλο που επιλέχθηκε είναι ένα μοντέλο διάχυσης, όπως των Norton-Bass[[2]](#footnote-2).
2. Συγκεντρώθηκαν τα συνολικά εξερχόμενα λεπτά ομιλίας όλων των παρόχων και επιλέχτηκε ένα μοντέλο διάχυσης και συγκεκριμένα το Logistic[[3]](#footnote-3).
3. Συγκεντρώθηκαν οι λόγοι από τα στοιχεία όλων των παρόχων και επιλέχθηκε ένα μοντέλο ARIMA(0,2,1) για την πρόβλεψη.
4. Συγκεντρώθηκαν οι λόγοι από τα στοιχεία όλων των παρόχων και επιλέχθηκε ένα μοντέλο ARIMA(0,1,1) για την πρόβλεψη.
5. Συγκεντρώθηκαν τα συνολικά μηνύματα όλων των παρόχων και επιλέχθηκε ένα μοντέλο ARIMA(2,1,0).
6. Συγκεντρώθηκαν τα συνολικά δεδομένα κίνησης για κάθε τεχνολογία. Για τις τεχνολογίες GPRS, Release-99 & HSPA εφαρμόστηκε από ένα AR(1) μοντέλο, ενώ στα 4G επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί παλινδρόμηση με χρήση λογαρίθμου στην χρήση MB ανά χρήστη σαν γραμμική συνάρτηση του χρόνου. Για τα έτη που δεν υπήρχαν δεδομένα, οι τιμές τους υπολογίστηκαν μέσω γραμμικής παρεμβολής ανάμεσα στα αμέσως γειτονικά έτη.
7. Τα SMS δίδονται ως ποσοστά ανά τεχνολογία 2G και 3G. Η συνεισφορά της τεχνολογίας 4G επιμερίστηκε στις υπόλοιπες δύο τεχνολογίες. Από τα δεδομένα προέκυψε ένα μοντέλο ARIMA(1,1,0).

# Μέσο Σταθμικο Κόστος Κεφαλαίου

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

Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση του τεχνοοικονομικού bottom-up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGA έχει υιοθετηθεί το WACC nominal pre-tax, ενώ στην περίπτωση του τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα διατηρήθηκε το WACC real pre-tax δεδομένου ότι στο εν λόγω έργο γίνεται επικαιροποίηση του μοντέλου του 2012. Η ΕΕΤΤ διατήρησε τον τρόπο μοντελοποίησης του υφιστάμενου τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα και δεν προέβη σε σημαντικές αλλαγές λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας που αναμένεται να είναι σε ισχύ τα τέλη τερματισμού που θα προκύψουν από το εν λόγω μοντέλο εν αναμονή έναρξης ισχύος του Eurorate.

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

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

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

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

όπου:

**Rf:** Χρησιμοποιήθηκε το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου του 10ετούς ομολόγου του Ελληνικού δημοσίου από την Τράπεζα της Ελλάδος για την περίοδο Απρίλιο 2018 – Μάρτιο 2019[[4]](#footnote-4).

**Rp:** Χρησιμοποιήθηκε το ασφάλιστρο κινδύνου της αγοράς βάσει του μέσου όρου του αντίστοιχου ασφαλίστρου κινδύνου 32 χωρών της Ευρωπαϊκής αγοράς σταθερής τηλεφωνίας και αντίστοιχα 25 χωρών της Ευρωπαϊκής αγοράς κινητής τηλεφωνίας, σύμφωνα με την έκθεση του BEREC «Regulatory Accounting in Practice 2018»[[5]](#footnote-5).

**β:** Ο συντελεστής β αφορά τη διακύμανση της απόδοσης της μετοχής ενός παρόχου σε σχέση με τη διακύμανση της απόδοσης της χρηματιστηριακής αγοράς συνολικά. Λόγω έλλειψης στοιχείων υπολογισμού του β, χρησιμοποιήθηκε η τιμή benchmarking για το asset beta του κλάδου «Telecom (Wireless)» όσον αφορά την κινητή τηλεφωνία και «Telecom Services» στην περίπτωση της σταθερής τηλεφωνίας, από την σχετική μελέτη του Dr Damodaran[[6]](#footnote-6) (Ιανουάριος 2019). Στη συνέχεια, επανυπολογίστηκε ο συντελεστής β levered με βάση το λόγο των Ξένων Κεφαλαίων προς Ίδια Κεφάλαια και τον ονομαστικό φορολογικό συντελεστή.

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

**E:** Για τον υπολογισμό των Ιδίων Κεφαλαίων χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος έναρξης και λήξης Ιδίων Κεφαλαίων όπως απεικονίζεται στις οικονομικές καταστάσεις των εταιριών[[7]](#footnote-7) για το έτος 2017. Στην περίπτωση εισηγμένης εταιρίας στο Χ.Α., ο υπολογισμός ιδίων κεφαλαίων βασίστηκε στον αριθμό μετοχών έτους 2017 επί την μέση τιμή της μετοχής για το 2017.

**D:** Για τον υπολογισμό των δανειακών κεφαλαίων, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος έναρξης και λήξης μακροχρόνιων δανειακών κεφαλαίων όπως απεικονίζεται στις οικονομικές καταστάσεις των εταιριών[[8]](#footnote-8) για το έτος 2017.

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

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

Οι τιμές των παραμέτρων για τον υπολογισμό του WACC και η τιμή του WACCnominal pre-tax στην περίπτωση του **τεχνοοικονομικού bottom up μοντέλου LRIC+ για τον υπολογισμό των τιμών πρόσβασης σε δίκτυο χαλκού και σε δίκτυο NGΑ** παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

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

|  |  |
| --- | --- |
| Στοιχεία WACC | Average 2017 |
| Rf | 4,15% |
| Rp | 5,9% |
| β | 1,59 |
| Re | 13,51% |
| Rd | 4,88% |
| D / (D+Emv) | 53,93% |
| Emv / (D+Emv) | 46,07% |
| Tax | 28% |
| WACC (nominal, post-tax) | 8,12% |
| WACC (nominal, pre-tax) | 11,28% |

Οι τιμές των παραμέτρων για τον υπολογισμό του WACC και η τιμή του WACCreal, pre-tax στην περίπτωση του **τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα** παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

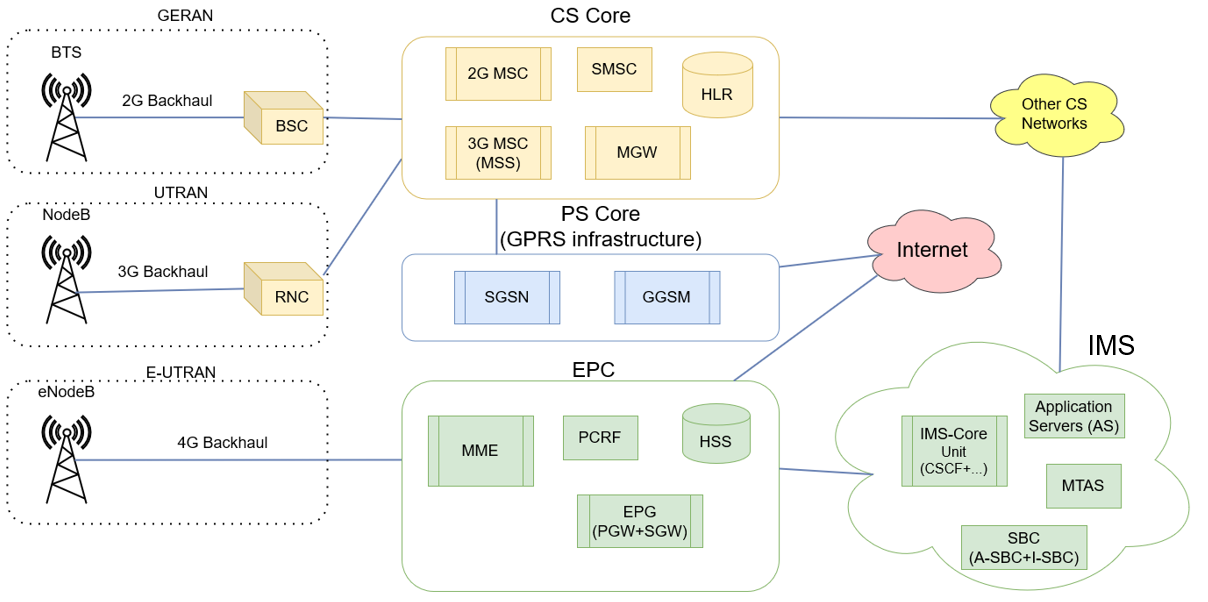
Πίνακας 2: Παράμετροι Υπολογισμού WACC τεχνοοικονομικού μοντέλου bottom-up pure LRIC υπολογισμού τελών τερματισμού σε κινητά δίκτυα

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

# Τροποποιήσεις για την εισαγωγη της Τεχνολογίασ 4G

## Νέα αρχιτεκτονική δικτύου κινητής τηλεφωνίας

Η προσθήκη του δικτύου 4G πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την αρχιτεκτονική (Σχήμα 1) όπου παρουσιάζονται τα κύρια στοιχεία των δικτύων 2G, 3G και 4G. Τα νέα δικτυακά στοιχεία του 4G περιλαμβάνουν νέες μικροκυματικές ζεύξεις και γραμμές υψηλής χωρητικότητας (από 48Mbit/s έως 400Mbit/s μικροκυματικές ζεύξεις και 100Mbit/s γραμμές) για το Backhaul του 4G, γραμμές έως 10Gbit/s για το δίκτυο κορμού, τα νέα δικτυακά στοιχεία του ραδιοδικτύου 4G (μάκρο και μίκρο κυψέλες 4G και αντίστοιχους εξοπλισμούς καναλιού) και τα νέα δικτυακά στοιχεία του EPC (Evolved Packet Core) και του IMS (IP Multimedia Subsystem).



Σχήμα 1 Αρχιτεκτονική του συνολικού δικτύου κινητής τηλεφωνίας

Το EPC περιλαμβάνει τα ΜΜΕ, PCRF, HSS και EPG, το οποίο ενσωματώνει τα SGW και PGW. Επιπλέον, στο EPC περιλαμβάνεται και το 4G Network Software. To IMS περιλαμβάνει τα IMS-Core Unit, τα SBC, τα MTAS και AS, όπου στο SBC συμπεριλαμβάνονται τα A-SBC και I-SBC, ενώ στο IMS-Core Unit συμπεριλαμβάνεται το CSCF και όλες οι υπόλοιπες λειτουργίες του IMS.

## Αρχείο bottom\_up\_model

Το αρχείο bottom\_up\_model.xls είναι το αρχείο στο οποίο έγιναν οι κυριότερες αλλαγές που αφορούν τις τεχνικές παραμέτρους για την εισαγωγή στο μοντέλο της τεχνολογίας 4G.. ;Eχουν προστεθεί και αντίστοιχοι υπολογισμοί για SMS στο 4G δίκτυο για λόγους πληρότητας του τεχνικού μοντέλου. Ωστόσο, η συγκεκριμένη υπηρεσία δεν συμμετέχει στα αποτελέσματα του μοντέλου λόγω μηδενικής ζήτησης. Παρακάτω γίνεται αναφορά και επεξήγηση των κυριότερων αλλαγών και τροποποιήσεων του μοντέλου.

### Φύλλο εργασίας {List}

Στο φύλλο αυτό προστέθηκαν στους πίνακες τα νέα δικτυακά στοιχεία και υπηρεσίες για το δίκτυο 4G και οι αντίστοιχες νέες υπηρεσίες και κατηγορίες κόστους.

### Φύλλο εργασίας {Mkt}

Προστέθηκαν είσοδοι για τις παραμέτρους ζήτησης συνδεδεμένοι με το αρχείο «Market.xls», η παράμετρος για ρυθμό δεδομένων των VoLTE κλήσεων και το ποσοστό της κίνησης δεδομένων κατερχόμενης ζεύξης (downlink) ως προς τη συνολική κίνηση. Το ποσοστό αυτό προέκυψε από το μέσο όρο των στοιχείων των απαντήσεων των παρόχων.

### Φύλλο εργασίας {TechBC}

Υπολογίστηκε το διαθέσιμο φάσμα του αποδοτικού παρόχου ανά τεχνολογία και φασματική ζώνη σύμφωνα με τα πραγματικά στοιχεία των παρόχων και αντίστοιχα το κόστος αδειών του φάσματος 4G αναλογικά με το φάσμα του αποδοτικού παρόχου. Επιπλέον υπολογίστηκαν βάσει των απαντήσεων των παρόχων (μέσοι όροι τιμών) οι πιθανότητες αποκλεισμού (blocking probabilities), η πληθυσμιακή κάλυψη, το ποσοστό της ημερήσιας κίνησης στην ώρα αιχμής, και οι χρόνοι ζωής των δικτυακών στοιχείων του 4G για τον αποδοτικό πάροχο. Η έκταση κάλυψης των κυψελών του 4G του αποδοτικού παρόχου υπολογίστηκε κατά αναλογία με τα στοιχεία των παρόχων.

Για τις υπόλοιπες παραμέτρους (ποσοστό μικροκυματικών ζεύξεων) χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των παραμέτρων του 3G ή παρέμειναν οι τιμές του παλαιού μοντέλου λόγω ελλείψεως στοιχείων από τους παρόχους.

### Φύλλο εργασίας {Cov&Dem}

Προστέθηκε ο αντίστοιχος υπολογισμός της πληθυσμιακής κάλυψης για το δίκτυο 4G.

### Φύλλο εργασίας {DemCalc}

Προστέθηκαν οι υπολογισμοί κίνησης για κάθε μέρος του δικτύου 4G και οι αντίστοιχοι παράγοντες δρομολόγησης (routing factors). Κάθε είδος κίνησης Χ που σχετίζεται με το δίκτυο 4G (VoLTE φωνή και 4G SMS) μετατρέπεται σε αντίστοιχη κίνηση πακέτων δεδομένων ώστε να χρησιμοποιηθεί για την διαστασιολόγηση του δικτύου.

### Φύλλο εργασίας {ReaGrowth}

Στο φύλλο αυτό προστέθηκαν εκτιμήσεις σχετικά με την χρήση του κάθε δικτυακού υλικού στο δίκτυο του 4G για τον αποδοτικό πάροχο ώστε να χρησιμοποιηθούν για τη διαστασιοποίηση.

### Φύλλο εργασίας {NwDesPara}

Σε αυτό το φύλλο εργασίας έγινε επικαιροποίηση των παραμέτρων χωρητικότητας των δικτυακών στοιχείων των 2G και 3G δικτύων σύμφωνα με τα νέα στοιχεία από τις απαντήσεις των παρόχων.

Επιπλέον, έγινε προσθήκη των παραμέτρων των νέων δικτυακών στοιχείων του 4G και εκτίμηση των τιμών τους. Για την διαστασιοποίηση του radio network γίνεται η υπόθεση βάση αντίστοιχης παραμέτρου ότι κάθε 4G channel kit (CK) αντιπροσωπεύει μία φέρουσα των 5MHz με αντίστοιχη χωρητικότητα. Χρησιμοποιείται επίσης η παράμετρος «peek.to.effective.4G», ώστε να γίνεται εκτίμηση της πραγματικής (effective) χωρητικότητας της κάθε κυψέλης 4G σε σχέση με την ανώτερη (peak), διότι η πραγματική χωρητικότητα της κυψέλης μειώνεται σε σχέση με την υπολογιζόμενη μέγιστη χωρητικότητα σε συνθήκες υψηλού φόρτου. Ιδιαίτερη σημασία για τη διαστασιολόγηση του backhaul του 4G έχουν οι παράμετροι «Link.Cap\_multiple.MW.Minimum.4G» και «Link.Cap\_multiple.Line.Minimum .4G», ώστε να αποκλείεται η χρήση παλαιού τύπου ζεύξεων στο δίκτυο 4G.

### Φύλλο εργασίας {NwDes}

Η διαστασιολόγηση του δικτύου 4G χωρίζεται σε τέσσερα μέρη, το radio access δίκτυο, το EPC (Evolved Packet Core), το IMS (IP Multimedia Subsystem) για την υπηρεσία VoLTE και το Core Transmission. Ο υπολογισμός της κίνησης στο 4G δίκτυο γίνεται μόνο σε Mbit/s σε αντίθεση με τα 2G και 3G δίκτυα, για τα οποία χρησιμοποιούνται μετρήσεις της κίνησης και σε Erlang.

Όπως και για το radio access δίκτυο του 3G, για το 4G χρησιμοποιείται ο υπάρχων αριθμός sites των 2G και 3G (το μέγιστο μεταξύ των δύο) για την αναβάθμιση σε 4G αντί της απόκτησης νέας εγκατάστασης.

Για το EPC η διαστασιοποίηση γίνεται με βάση τη συνολική κίνηση 4G (κίνηση δεδομένων, αριθμό συνδρομητών 4G και κίνηση VoLTE) ενώ για το IMS, η διαστασιοποίηση γίνεται βάσει της κίνησης VoLTE και των συνδρομητών VoLTE.

Στο core transmission γίνεται υπολογισμός της μέσης κίνησης μεταξύ κόμβων (IMS και EPC) και αντίστοιχα υπολογίζονται τα απαιτούμενα μισθωμένων γραμμών (χωρητικότητας 5Gbit/s), ενώ για ένα μέρος της κίνησης χρησιμοποιούνται μικροκυματικές ζεύξης μεγάλης χωρητικότητας (400Mbit/s). Τέλος γίνεται και υπολογισμός γραμμών μεγάλης χωρητικότητας (10Gbit/s) για την σύνδεση των πόλεων/κόμβων.

### Φύλλο εργασίας {RouFacs}

Στο φύλλο έγινε συγκέντρωση των παραγόντων δρομολόγησης (routing factors) του κάθε δικτυακού στοιχείου ανά υπηρεσία του 4G χωρίς να γίνουν αλλαγές στις παραμέτρους των άλλων δικτύων.

### Φύλλο εργασίας {DiscFacs}

Σε αυτό το φύλλο εργασίας ενημερώθηκαν οι τιμές του πληθωρισμού για τα έτη 2012 έως 2018 σύμφωνα με τα στοιχεία που παρείχε η ΕΛΣΤΑΤ το 2019. Για τις τιμές του πληθωρισμού των ετών 2019 έως 2024 έχουν χρησιμοποιηθεί οι προβλέψεις του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (IMF - International Monetary Fund) για το μέσο ετήσιο πληθωρισμού της Ελλάδος. Επιπλέον, έχει προστεθεί ο δείκτης Τιμών Καταναλωτή (CPI - Consumer Price Index), με έτος αναφοράς το 2019. Το έτος 2019 έχει επιλεγεί ως έτος αναφοράς διότι το WACC που χρησιμοποιείται στο επικαιροποιημένο μοντέλο έχει υπολογιστεί βάσει δεδομένων του εν λόγω έτους. Το CPI χρησιμοποιείται στο φύλλο εργασίας {Results} για τον υπολογισμό των τελικών αποτελεσμάτων, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι αλλαγές του πληθωρισμού.

### Φύλλο εργασίας {UnitCost}

Στο φύλλο αυτό προστέθηκαν τα CAPEX και OPEX κόστη των δικτυακών στοιχείων του 4G και έγινε ενημέρωση της εκτίμησης των λειτουργικών εξόδων του στοιχείου «IP Transmission» για να πλησιάσει στις σημερινές πραγματικές τιμές. Η αλλαγή αυτή δεν επηρέασε τα τελικά αποτελέσματα του μοντέλου, διότι το συγκεκριμένο δικτυακό στοιχείο δεν εξαρτάται από την κίνηση φωνής.

### Φύλλο εργασίας {CostTrend}

Σε αυτό το φύλλο προστέθηκαν εκτιμήσεις σχετικά με το κόστος για τα νέα στοιχεία του δικτύου 4G.

### Φύλλο εργασίας {Res}

Σε αυτό το φύλλο προστέθηκαν οι αντίστοιχοι υπολογισμοί για το 4G.

### Φύλλο εργασίας {Results}

Σε αυτό το φύλλο προστέθηκε το κόστος του VoLTE στα αποτελέσματα των τελών τερματισμού με βάση τη εφαρμογή της μεθοδολογίας pureLRIC. Τα αποτελέσματα λαμβάνουν υπόψη την ετήσια μεταβολή του CPI (πληθωρισμός με έτος αναφοράς το 2019.

## Αρχεία Market, HCA και econ

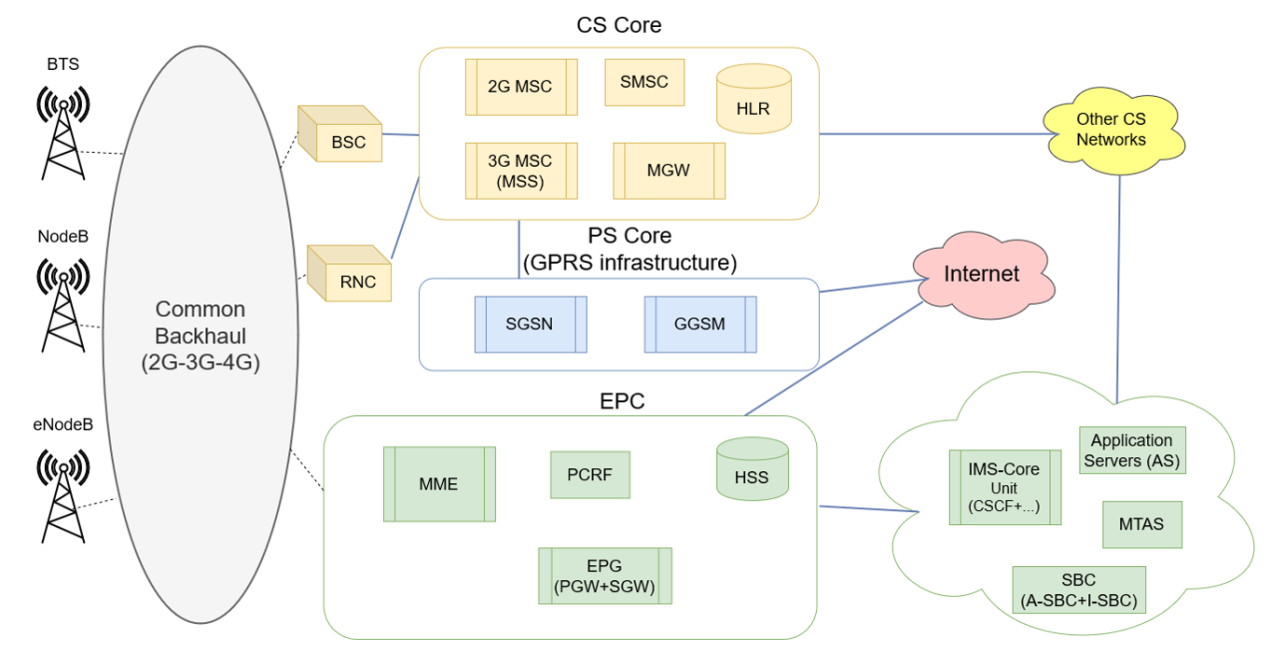
Για τα αρχεία «HCA.xls» και «econ.xls» οι τροποποιήσεις περιλαμβάνουν κυρίως προσθήκες επιπλέον γραμμών, φύλλων εργασίας και κάποιων πινάκων για το 4G σε αντιστοιχία με τα ήδη υπάρχοντα δικτυακά στοιχεία και πίνακες των δικτύων 2G και 3G καθώς έχουν αυξηθεί τα δικτυακά στοιχεία κατά 100.

Στο αρχείο «Market.xls» έγιναν οι υπολογισμοί που περιγράφηκαν στην ενότητα ζήτησης του παρόντος.

# Επιπλέον τροποποιήσεις λειτουργίας και κοστολόγησης του δικτύου

## Κοινό Backhaul των δικτυακών τεχνολογιών

Σύμφωνα με τα στοιχεία των παρόχων που αφορούν δικτυακά στοιχεία, πλέον το μεγαλύτερο μέρος της κίνησης του ραδιοδικτύου των τεχνολογιών 2G, 3G και 4G μεταφέρεται προς τα BSC, RSC και EPC μέσω κοινού Backhaul (μικροκυματικών ζεύξεων και γραμμών). Η χρήση κοινού backhaul ξεκίνησε σταδιακά από τα έτη 2013 με 2014 σύμφωνα με τα στοιχεία των παρόχων.



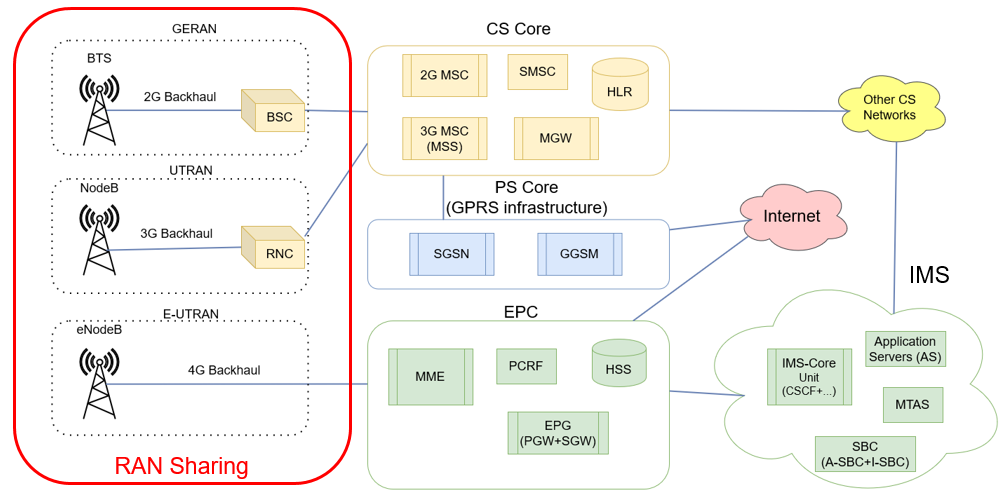
Σχήμα 2 Αρχιτεκτονική του δικτύου κινητής τηλεφωνίας με προσθήκη κοινού Backhaul.

Στο αρχείο «bottom\_up\_model.xls» του μοντέλου έχει προστεθεί πίνακας με το ποσοστό του κοινού Backhaul στο φύλλο εργασίας {TechBC}. Το ποσοστό αυτό χρησιμοποιείται στο φύλλο εργασίας {NwDes}, όπου γίνεται η διαστασιοποίηση, και βάσει αυτού χρησιμοποιούνται οι μικροκυματικές ζεύξεις και γραμμές υψηλής χωρητικότητας του 4G για τη μεταφορά κίνησης 2G και 3G. Για το σκοπό αυτό η διαστασιοποίηση της κίνησης 2G και 3G ανάγεται σε ισοδύναμη κίνηση πολλαπλάσια των 2Mbit/s και τα routing factors των δικτυακών στοιχείων του κοινού Backhaul (ζεύξεις και γραμμές) υπολογίζονται με αναγωγή όλης της κίνησης σε πακέτα δεδομένων (Mbit/s). Το ποσοστό του κοινού Backhaul έχει οριστεί να ξεκινάει από 10% το 2014 και να φτάνει γραμμικά το 70% το 2021.

## Κοινή χρήση ραδιοδικτύου (RAN Sharing)

Σύμφωνα με τα στοιχεία των παρόχων που αφορούν τα δικτυακά στοιχεία και τη διαστασιοποίηση του δικτύου, ένα μεγάλο μέρος του ραδιοδικτύου (Radio Access Network) είναι πλέον κοινό. Στα στοιχεία γίνεται αναφορά κοινής χρήσης μικροκυματικών ζεύξεων και γραμμών με αυξανόμενα ποσοστά ανά έτος και ανάλογα τη χωρητικότητα των ζεύξεων και των γραμμών. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε κοινή χρήση στα BSC και RNC υψηλής χωρητικότητας που διαθέτουν οι πάροχοι.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, προστέθηκε στο μοντέλο ο υπολογισμός των τελών με χρήση κοινού ραδιοδικτύου (RAN Sharing) που περιλαμβάνει τους σταθμούς βάσης BSC/RNC, τις κυψέλες και τον εξοπλισμό τους BTS/NodeB/eNodeB, το Backhaul (μικροκυματικές ζεύξεις και γραμμές) συμπεριλαμβανομένου του κοινού Backhaul. Η κοινή χρήση ραδιοδικτύου γίνεται μεταξύ δύο παρόχων, αλλά το ποσοστό RAN Sharing υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των στοιχείων όλων (τριών) των παρόχων.



Σχήμα 3 Αρχιτεκτονική του δικτύου κινητής τηλεφωνίας με χρήση κοινού ραδιοδικτύου με άλλο πάροχο.

Στο αρχείο «bottom\_up\_model.xls» του μοντέλου έχει προστεθεί πίνακας με το ποσοστό του Ran Sharing στο φύλλο εργασίας {TechBC}. Το ποσοστό αυτό χρησιμοποιείται για όλα τα δικτυακά στοιχεία που συμμετέχουν στο RAN Sharing. Επιλογή των δικτυακών στοιχείων του RAN Sharing μπορεί να αλλάξει από τον πίνακα «RAN Sharing Flag» του φύλλου {TechBC} όπου τα δικτυακά στοιχεία του RAN Sharing έχουν τιμή ίση με τη μονάδα, ενώ όσα εξαιρούνται έχουν τιμή ίση με το μηδέν. Το ποσοστό του RAN Sharing χρησιμοποιείται στα φύλλο {UnitCost}, {TotalInv} και {TotalOPEX}, όπου υπολογίζεται το ποσοστό του κόστους που είναι κοινό μεταξύ των δύο παρόχων ανά δικτυακό στοιχείο και αφαιρείται το κόστος που αντιστοιχεί στον άλλο πάροχο (50% επί του κοινού κόστους) από τα συνολικά CAPEX και OPEX ανά δικτυακό στοιχείο.

# Αρτικόλεξο

Πίνακας 1 - Αρκτικόλεξα

| **Αρκτικόλεξο** | **Περιγραφή** |
| --- | --- |
| ARIMA | Autoregressive Integrated Moving Average |
| AS | Application Server |
| A-SBC | Access Session Border Control |
| BSC | Base Station Controller |
| BTS | Base Transceiver Station |
| CAPEX | Capital Expenditures |
| CK | Channel Kit |
| CS | Circuit Switched |
| CSCF | Call Session Control Function |
| eNode B | E-UTRAN Node B |
| EPC | Evolved Packet Core |
| EPG | Evolved Packet Gateway |
| GGSN | Gateway GPRS Support Node |
| GPRS | General Packet Radio Service |
| GSM | Global System for Mobile communication |
| GSN | GPRS support node |
| HCA | Historical Cost Accounting |
| HLR | Home Location Register |
| HSDPA | High Speed Downlink Packet Access |
| HSPA | High Speed Packet Access |
| HSS | Home Subscriber Server |
| IMS | IP Multimedia subsystem |
| I-SBC | Interconnect Session Border Control |
| LRIC | Long Run Incremental Cost |
| LTE | Long Term Evolution, used as synonym for E-UTRAN |
| MGW | Media Gateway |
| MME | Mobility Management Entity |
| MMS | Multimedia Messaging Service |
| MMSC | Multimedia Messaging Service Centre |
| MSC | Mobile Switching Centre |
| MSS | Network switching subsystem |
| MTAS | Multimedia Telephony Application Server |
| MTR | Mobile Termination Rates |
| NodeB | UMTS BTS |
| OPEX | Operating Expenditures |
| pcrf | Policy and Charging Rules Function |
| PGW | PDN Gateway |
| PS | Packet Switched |
| RAN | Radio Access Network |
| RNC | Radio Network Controller |
| SBC | Session Border Control |
| SGSN | Serving GPRS Support Node |
| SGW | Serving Gateway |
| SMS | Short Message Service |
| SMSC | Short Message Service Centre |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunication System |
| UTRAN | Universal Terrestrial Radio Access Network |
| VoLTE | Voice over LTE |
| WACC | Weighted Average Cost of Capital |
| ΕΛ.ΣΤΑΤ | Ελληνική Στατιστική Αρχή |

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Box%E2%80%93Jenkins\_method](https://en.wikipedia.org/wiki/Box–Jenkins_method) [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://pdfs.semanticscholar.org/a030/faf95a67497226b9f00bdaf354e2e95f6ac7.pdf> [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_function> [↑](#footnote-ref-3)
4. Μέσος όρος του επιτοκίου σε μηνιαία βάση [↑](#footnote-ref-4)
5. <https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8310-berec-report-regulatory-accounting-in-practice-2018> [↑](#footnote-ref-5)
6. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html> [↑](#footnote-ref-6)
7. Στην περίπτωση της Vodafone έχει χρησιμοποιηθεί η Ετήσια Χρηματοοικονομική Έκθεση 2018 που αφορά το διάστημα 1/4/2017-31/3/2018. [↑](#footnote-ref-7)
8. Στην περίπτωση της Vodafone έχει χρησιμοποιηθεί η Ετήσια Χρηματοοικονομική Έκθεση 2018 που αφορά το διάστημα 1/4/2017-31/3/2018. [↑](#footnote-ref-8)