



Τμήμα Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων και Δικτύων

Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

ΛΙΤΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ

A.M.0039

Επιτροπή Κρίσης

Δρ. Παρασκευάς Μιχαήλ

Τριανταφύλου Βασίλης

Γιώργος Ασημακόπουλος

Επιστημονικός
Συνεργάτης ΤΕΣΥΔ

Καθηγητής Προϊστάμενος
ΤΕΣΥΔ

Καθηγητής Εφαρμογών
ΤΕΣΥΔ

.....

.....

.....

Επιβλέπων Πτυχιακής: Δρ. Παρασκευάς Μιχαήλ, Επιστημονικός Συνεργάτης
ΤΕΣΥΔ

Τμήμα Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων & Δικτύων

Ναύπακτος, 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ευρυζωνικά δίκτυα σήμερα προσδιορίζονται από την δυνατότητα της μεγάλης χωρητικότητας και της ταχείας μετάδοσης της πληροφορίας. Οι δυνατότητες που παρέχουν τα ευρυζωνικά δίκτυα επικοινωνίας είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Η χρήση τους αναμένεται να επηρεάσει σημαντικά την καθημερινή ζωή των πολιτών αφού τους ανοίγει το δρόμο για να συμμετάσχουν σε δράσεις δια βίου εκπαίδευσης, τηλειατρικής, συμμετοχής στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση, αγοράς προϊόντων μέσω Διαδικτύου κ.ά. Επιπλέον τους δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης σε υπηρεσίες και περιεχόμενο όπως η τηλεφωνία μέσω IP, η βιντεοδιάσκεψη, η εργασία από το σπίτι, η ψηφιακή τηλεόραση, το διαδικτυακό παιχνίδι κ.ά. τα οποία θα διαμορφώσουν καινούργια δεδομένα όσον αφορά την επικοινωνία και την ψυχαγωγία των ανθρώπων.

Στόχος της παρούσας πτυχιακής είναι αρχικά η καταγραφή και η ποιοτική σύγκριση των τεχνολογιών και μεθοδολογιών πρόσβασης των ευρυζωνικών δικτύων από άκρο σε άκρο. Περιγράφονται οι ενσύρματες και οι ασύρματες τεχνολογίες με τη μεγαλύτερη διάδοση παγκοσμίως. Αυτές είναι το xDSL, το Καλωδιακό Ίντερνετ (cable), οι τεχνολογίες Οπτικών Ινών (FTTx) οι τεχνολογίες παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών μέσω Ηλεκτροφόρων Καλωδίων (BPL) το Wi-Fi, το Wi-MAX, τα δίκτυα 3ης Γενιάς (3G), τα δίκτυα 4ης Γενιάς (4G)[LTE] τα Ασύρματα Δίκτυα Σταθερής Πρόσβασης (LMDS και MMDS) καθώς και τα Δορυφορικά Συστήματα παροχής ευρυζωνικής πρόσβασης (Internet over Satellite). Ακολουθεί αναφορά σε αναδυόμενες υπηρεσίες που ενδεχομένως να γνωρίσουν ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια.

Στο δεύτερο και τρίτο μέρος τη εργασίας παρουσιάζονται η πορεία της ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα και τα επιχειρηματικά μοντέλα ευρυζωνικής προσβάσεις.

Τέλος γίνεται Μελέτη βιωσιμότητας του δικτύου της Ναυπάκτου και τα συμπεράσματα αυτής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ευρυζωνική πρόσβαση, κωδικοποίηση, Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή, Καλωδιακό Ίντερνετ, Τεχνολογίες Οπτικών Ινών, Ευρυζωνικότητα πάνω από Ηλεκτροφόρα Καλώδια, Ασύρματη Πιστότητα, Παγκόσμια Διαλειτουργικότητα για την Μικροκυματική Πρόσβαση, Δίκτυα 3ης και 4ης Γενιάς, Ασύρματα Δίκτυα Σταθερής Πρόσβασης, Δορυφορικό Ίντερνετ, ευρυζωνικές υπηρεσίες, εξελίξεις στη Ελλάδα, επιχειρηματικά μοντέλα, cartex ,optex, Μελέτη Βιωσιμότητας δικτύων.

ABSTRACT

Today broadband networks are characterized by their possibility of big throughputs and the rapid transmission of information. The possibilities that the broadband networks provide, are particularly important. Their use is expected to influence considerably the daily life of citizens as they offer them the opportunity to participate in actions of life-education, telemedicine, electronic government, electronic commerce etc. Moreover it gives them the possibility of accessing services and content such as telephony over IP, videoconference, tele - working , IP television, online gaming etc. which will set new standards to the way people communicate and entertain.

This diploma thesis intends to present and compare widespread broadband technologies. At first modulation, multiplexing, coding and access techniques that are used by broadband technologies are described. Following the most common wired and wireless technologies worldwide are presented. These are xDSL Technologies, Cable Internet, Optical Fibre Technologies (FTTx), Broadband over Powerlines, Wi-Fi, the Wi-MAX, 3rd Generation networks (3G), 4rd Generation networks (4G) [LTE] Fixed Wireless Access Networks (LMDS and MMDS) as well as the Internet over Satellite Systems. Right after follows a description of technologies that potentially will be developed in the near future.

In the second part of the study presents the business models of broadband accesses

And in the third part of the paper presents the status of development of broadband in Greece. Finally we study the viability of the network of Lepanto and conclusions of this.

KEY WORDS

Broadband Access, modulation, coding, xDSL (Digital Subscriber Line), Cable, FTTx (Fiber To The x), BPL (Broadband over Powerlines), Wi-Fi, Wi-MAX, 3G-4G Networks, Fixed Wireless Access Networks, Internet over Satellite, broadband services, Greek evolutions, business models, captex ,optex, networks Feasibility Study.

Πίνακας περιεχομένων

1	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	15
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ.....	15
1.1	Τι είναι η ευρυζωνική πρόσβαση και γιατί είναι σημαντική.....	15
1.2	Ορισμός Ευρυζωνικής Πρόσβασης και Ευρυζωνικών Υπηρεσιών.....	16
1.3	Υποστηριζόμενες Τεχνολογίες.....	17
2	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	19
	ΕΝΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	19
2.1	Εισαγωγή.....	19
2.2	ΨΗΦΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ (Digital Subscriber Line)	19
2.3	Αρχιτεκτονικές Δικτύων	21
2.3.1	Παραδοσιακό Δίκτυο	21
2.4	Δίκτυο xDSL.....	24
2.4.1	Δομή του Δικτύου	24
2.4.2	Πολυπλέκτης Πρόσβασης στη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (DSLAM) .	25
2.4.3	Συνδεσμολογίες DSL	26
2.4.4	Ασύμμετρες παραλλαγές.....	26
2.4.5	Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line)	26
2.4.6	Χρήση του φάσματος.....	27
2.4.7	Διόρθωση σφαλμάτων.....	28
2.5	G. Lite ADSL.....	29
2.6	ADSL2 και ADSL2+	30
2.7	Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή Προσαρμοζόμενου Ρυθμού (RADSL: Rate Adaptive DSL) 32	
2.8	Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων (VDSL: Very high-bit-rate DSL).....	33
2.9	Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων 2 (VDSL2)	35

2.10	Ethernet στο πρώτο μίλι	36
2.11	Χρήση του Φάσματος στις VDSL τεχνολογίες.....	36
2.12	Επέκταση τοπικού βρόχου.....	37
2.13	Συμμετρικές Παραλλαγές	39
2.13.1	Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή Υψηλού Ρυθμού Μετάδοσης (HDSL: High bit rate DSL) 39	
2.13.2	2ης γενιάς HDSL(2nd generation HDSL).....	40
2.13.3	4ης γενιάς HDSL (4th generation HDSL)	40
2.14	Συμμετρική Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (SDSL: Symmetric DSL)	40
2.15	Συμμετρική Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή Υψηλού Ρυθμού Μετάδοσης (SHDSL: Symmetric High-Bitrate DSL)	41
2.16	Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών DSL (ISDN-DSL: integrated services digital network DSL)	43
2.17	Σύγκριση των τεχνολογιών xDSL.....	44
2.18	Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις του xDSL.....	46
2.19	Πηνία φόρτισης.....	46
2.20	Εξασθένηση σήματος.....	46
2.21	Παρεμβολές NEXT και FEXT	47
2.22	Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	48
3	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	49
	ΚΑΛΩΔΙΑΚΗ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ	49
3.1	Εισαγωγή.....	49
3.2	Ομοαξονικό Καλώδιο.....	49
3.3	Συμβατικό δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης - Αρχιτεκτονική Δένδρου-Κλαδιού	50
3.4	Αρχικά Δίκτυα HFC.....	51
3.5	Αμφίδρομο CATV Δίκτυο HFC	53
3.6	Διαδίκτυο Υψηλής Ταχύτητας.....	55
3.7	Καλωδικά Modem.....	57
3.8	Προδιαγραφές και πρότυπα	59
3.9	DOCSIS.....	59
3.10	DVB/DAVIC – Euromodem	61
3.11	Σύγκριση DSL – Cable.....	61
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	63

ΔΙΚΤΥΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ.....	63
4.1 Εισαγωγή.....	63
4.2 Οπτικές Ίνες.....	63
4.3 Αρχιτεκτονική Δικτύου FTTC.....	66
4.4 Ενεργό Οπτικό Δίκτυο (Active Optical Network, AON).....	67
4.5 Παθητικό Οπτικό Δίκτυο (Passive Optical Network, PON)	68
4.6 ΒΡΟΝ και GΡΟΝ	69
4.7 ΕΡΟΝ	70
4.8 WDM-PON.....	70
4.9 Υβριδικά TDM/WDM-PONs	71
5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	73
ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	73
5.1 Εισαγωγή.....	73
5.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Ασύρματων Δικτύων Ευρυζωνικής Πρόσβασης.....	73
5.3 Τι είναι το Wi-Fi;.....	75
5.4 Συστατικές Μονάδες.....	76
5.5 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ WiMAX.....	77
5.5.1 Εισαγωγή.....	77
5.5.2 Κινητό WiMAX IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)	78
5.6 ΔΙΚΤΥΑ 3 ^{ης} ΓΕΝΙΑΣ /ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ (3G/UMTS) 80	
5.6.1 Εισαγωγή.....	80
5.7 Long Term Evolution LTE.....	81
5.7.1 Εισαγωγικά Στοιχεία	81
5.7.2 Στόχοι της τεχνολογίας LTE	82
5.7.3 Υπηρεσίες στην τεχνολογία LTE.....	83
5.7.4 Αρχιτεκτονική Συστήματος	84
5.7.5 Βασικές Τεχνικές Μετάδοσης Πληροφορίας Στο LTE	84
5.8 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ (Internet over Satellite).....	88
5.8.1 Εισαγωγή.....	88
5.8.2 Οι Δορυφορικές Τροχιές	89
5.8.3 Είδη Συνδέσεων	90

5.9	Χαρακτηριστικά του Internet over Satellite	93
5.9.1	Καταστάσεις (modes) λειτουργίας	93
5.10	Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος ανάπτυξης	94
5.11	Ταχύτητες.....	95
5.12	Θέματα Ασφάλειας.....	96
5.13	Qos στο Internet over Satellite	96
5.14	Bandwidth	98
5.15	Συμπεράσματα.....	99
6	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	102
	ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	102
6.1	Εισαγωγή.....	102
6.2	Κινητές Επικοινωνίες 4ης Γενιάς (4G).....	102
6.3	Οπτικές Συνδέσεις ελεύθερου χώρου (Free Space Optics)	104
6.4	Πλέγματα ασύρματων δικτύων (Radio Mesh Networks)	105
7	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	108
	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	108
7.1	Εισαγωγή.....	108
7.2	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	108
7.3	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ.....	109
7.3.1	Μοντέλο αναφοράς	109
7.3.2	Σχέσεις.....	113
7.4	Μοντέλο αξίας	114
7.4.1	Ροές αξίας	114
7.4.2	Μοντελοποίηση αξίας	116
7.5	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	117
7.5.1	Βασικό μοντέλο παροχής υπηρεσιών.....	117
7.5.2	Μοντέλο για τη διανομή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη 119	
7.5.3	Δεσμοποίηση εξοπλισμού από τον πάροχο υπηρεσιών	120
7.5.4	Απευθείας διανομή από τον πωλητή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη 122	

7.6	Παροχή περιεχομένου	123
7.7	Μοντέλο κάθετης δεσμοποίησης	123
7.8	Μοντέλο χρέωσης μεταφοράς δεδομένων	125
7.9	Μοντέλο μεταπώλησης χωρητικότητας για περιεχόμενο.....	127
7.10	Σύνοψη.....	129
7.10.1	Μοντέλο παροχής περιεχομένου μεταξύ ισοτίμων (peer-to-peer, P2P)	130
7.10.2	Με διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων (Digital Rights Management - DRM)	130
7.10.3	Χωρίς διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων.....	130
7.10.4	Μοντέλο ευρείας μετάδοσης (broadcasting) περιεχομένου σε κινητά.	131
7.11	ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	134
7.11.1	Εισαγωγή.....	134
7.11.2	Σενάριο 1: Ίση πρόσβαση (Equal Access).....	136
7.11.3	Σενάριο 2: Πλήρης κρατικός έλεγχος μέσω κοινοπραξιών του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα (Full Public control through Public- Private Partnerships -PPPs)	137
7.11.4	Σενάριο 3: Κοινοπραξίες του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα χωρίς κρατικό έλεγχο (Public-Private Partnerships - PPPs orchestrated).....	138
7.11.5	Σενάριο 4: Δημόσιος Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών (Public Sector Telco)	139
7.11.6	Σενάριο 5: Μοναδικός ιδιωτικός πάροχος υπηρεσιών (Sole Private Provider).	141
8	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	142
	ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	142
8.1	Εισαγωγή.....	142
8.2	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	142
8.3	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	144
8.3.1	Τι ορίζεται ως CAPEX.....	144
8.3.2	Τι ορίζεται ως OPEX	146
8.4	ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	147
8.5	ΣΤΟΙΧΕΙΑ OPEX	148

8.5.1	Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών (υποδομών γενικότερα)	149
8.5.2	Άδειες εξοπλισμού και λογισμικού, υπεργολαβίες συντήρησης (maintenance outsourcing)	149
8.5.3	Πωλήσεις και μάρκετινγκ, απόκτηση πελατών	149
8.5.4	Παροχές σε πελάτες.....	150
8.5.5	Φροντίδα πελατών	150
8.5.6	Χρέωση και τιμολόγηση.....	150
8.5.7	Διαχείριση υπηρεσιών.....	150
8.5.8	Διαχείριση δικτύων.....	150
8.5.9	Ανάπτυξη προϊόντων/πλατφορμών	150
8.5.10	Ενοίκιο φυσικών δικτυακών πόρων	151
8.5.11	Roaming	151
8.5.12	Διασύνδεση (Interconnection)	151
8.5.13	Ετήσιο κόστος αδειών ραδιο-φάσματος	152
8.5.14	Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)	152
8.5.15	Περιεχόμενο.....	152
8.6	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ OPEX	152
8.6.1	Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών	153
8.6.2	Άδειες λογισμικού, υπεργολαβίες συντήρησης	154
8.6.3	Πωλήσεις και μάρκετινγκ, Απόκτηση πελατών	155
8.6.4	Παροχές σε πελάτες (εγκατάσταση/απεγκατάσταση)	156
8.6.5	Φροντίδα πελατών	156
8.6.6	Χρέωση και τιμολόγηση.....	156
8.6.7	Διαχείριση υπηρεσιών	157
8.6.8	Διαχείριση δικτύων.....	157
8.6.9	Ανάπτυξη προϊόντων/πλατφορμών	157
8.6.10	Ενοίκιο φυσικών δικτυακών πόρων	157
8.6.11	Roaming	157
8.6.12	Διασύνδεση (Interconnection)	158
8.6.13	Ετήσιο κόστος αδειών ραδιο-φάσματος	159
8.6.14	Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)	159
9	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	160

Ο ΡΥΘΜΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΣΕΙΝΔΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΠΑΡΜΕΝΕΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ, ΠΑΡΑ ΤΗ ΔΥΣΚΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΚΓΥΡΙΑ	160
9.1 Εισαγωγή.....	160
9.2 Εξέλιξη Ευρυζωνικών Συνδέσεων	161
9.2.1 Διάγραμμα 1: Βαθμός Διείσδυσης και Πλήθος Ευρυζωνικών Συνδέσεων 1η Ιουλίου 2002 - 1η Ιανουαρίου 2011	161
Διάγραμμα 2: Βαθμός Διείσδυσης Ευρυζωνικότητας στα κράτη μέλη της ΕΕ την 1/7/2010	162
9.2.2 Διάγραμμα 3: Αύξηση βαθμού διείσδυσης ευρυζωνικότητας στα κράτη μέλη της ΕΕ την περίοδο 1/7/2009 - 1/7/2010	163
9.3 Εξέλιξη Λιανικού Κόστους Πρόσβασης.....	164
9.3.1 Διάγραμμα 4: Εξέλιξη Μέσου Όρου Λιανικού Κόστους (σε €) Ευρυζωνικής Πρόσβασης	165
9.4 Κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανά ταχύτητα πρόσβασης.....	166
9.4.1 Διάγραμμα 5: Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών (ΑΡΥΣ και ΑΠΤΒ) ανά ονομαστική ταχύτητα (1/1/2011)	166
9.4.2 Διάγραμμα 6: Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών (ΑΡΥΣ λιανικής και χονδρικής) ανά ονομαστική ταχύτητα (1/1/2011)	167
9.4.3 Διάγραμμα 7: Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών (ΑΠΤΒ) ανά ονομαστική ταχύτητα (1/1/2011)	168
10 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	170
ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	170
10.1 Εισαγωγή.....	170
10.2 Συνοπτική περιγραφή του ΜΑΝ	170
10.2.1 Στοιχεία όδευσης.....	172
10.3 ΙΔΡΥΣΗ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Ε	174
10.3.1 Εισαγωγή.....	174
10.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Ε	175
10.4 ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	178
10.4.1 Εισαγωγή.....	178
10.4.2 Ανάλυση κόστους δημιουργίας, συντήρησης και επέκτασης του δικτύου της ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Ε	178
10.4.3 CAPEX.....	178
10.4.4 OPEX.....	184

10.4.5	Παραδοχές οικονομικής αναλύσεις.....	186
10.4.6	Υπολογισμός οικονομικών μεταβολών.....	186
10.4.7	Ανάλυση των εσόδων της Ναυπάκτου α.ε.....	186
10.4.8	Στοιχεία Αγοράς	187
10.4.9	Με βάση τις ανωτέρω θεωρήσεις έχουμε τους εξής υπολογισμούς:....	188
10.4.10	Στοιχεία συνδέσεων.....	188
10.4.11	Υπολογισμός συνολικών εσόδων	189
10.4.12	Ανάλυση κινδύνων	190
10.5	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ/ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΠΟΥ ΘΑ ΣΥΝΔΕΘΟΥΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	191
10.5.1	Φορείς δημοσίου.....	192
10.5.2	Πάροχοι.....	193
10.5.3	Ιδιώτες / επιχειρήσεις.....	193
10.6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	193
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ - ΠΗΓΕΣ	196

1 Κεφάλαιο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

1.1 Τι είναι η ευρυζωνική πρόσβαση και γιατί είναι σημαντική

Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών εξελίσσονται με ένα συνεχή και ραγδαίο ρυθμό. Τα τεχνολογικά άλματα που επιτεύχθηκαν τα τελευταία χρόνια, διευκόλυναν νέα επιχειρηματικά μοντέλα και εισήγαγαν σημαντικές αλλαγές σε εθνικό και παγκόσμιο οικονομικό επίπεδο.

Η βάση, πάνω στην οποία θα θεμελιωθεί η ανταγωνιστικότητα ενός κράτους στο σημερινό περιβάλλον υψηλής τεχνολογίας, αποτελείται ουσιαστικά από προηγμένες δικτυακές υποδομές υψηλής ποιότητας, οι οποίες θα προσφέρουν επαρκείς ρυθμούς μετάδοσης και αδιάλειπτη λειτουργία στους χρήστες καθώς και εύκολη δυνατότητα πρόσβασης στην πλειοψηφία του πληθυσμού. Τα δίκτυα «ευρυζωνικής πρόσβασης» εμφανίζονται ως αυτά που μπορούν να καλύψουν από τεχνολογικής σκοπιάς αυτές τις σύγχρονες απαιτήσεις.

Η σημασία τέτοιων υποδομών έχει αναγνωριστεί από όλα τα ανεπτυγμένα και από αρκετά αναπτυσσόμενα κράτη και η ανάπτυξή τους αποτελεί ένα σημαντικό στρατηγικό στόχο. Στις χώρες αυτές έχουν συσταθεί από το ίδιο το κράτος κατάλληλες Ομάδες Εργασίας για να ερευνήσουν τους κατάλληλους τρόπους επίτευξης ενός τέτοιου στόχου. Ένα αρχικό και σημαντικό βήμα για τον καθορισμό ενός ρεαλιστικού και υλοποιήσιμου σχεδίου ανάπτυξης τέτοιων υποδομών είναι ο ορισμός του τι είναι «ευρυζωνική πρόσβαση – (broadband access)» και «ευρυζωνικές υπηρεσίες – (broadband services)» ή για συντομία ευρυζωνικότητα.

Αρχικά, ο όρος «broadband», ήταν ένας τεχνικός όρος που αναφερόταν ουσιαστικά στην ποσότητα πληροφορίας που μπορούσε να μεταφερθεί ανάμεσα σε δύο επικοινωνούσες οντότητες μέσω ενός τηλεοπτικού καναλιού. Όμως, στην προσπάθεια διατύπωσης της «ευρυζωνικής πρόσβασης», οι διάφορες ομάδες εργασίας κατέληξαν σε ένα σύνολο διαφορετικών ορισμών, κυρίως λόγω της δυναμικής φύσης του τηλεπικοινωνιακού περιβάλλοντος, όπου οι εφαρμογές, οι υπηρεσίες αλλά και η τεχνολογία των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων βρίσκεται σε συνεχή αναδιαμόρφωση.

Για να επισημάνουμε τη διαφορετικότητα αυτών των ορισμών μπορούμε να αναφερθούμε στον ορισμό που δόθηκε στις Η.Π.Α. σύμφωνα με τον οποίο η «ευρυζωνική πρόσβαση» καθορίζεται αποκλειστικά από τους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, στον αντίστοιχο Καναδικό, που βασίζεται στα χαρακτηριστικά της υπηρεσίας που προσφέρεται στους χρήστες και στον Ιταλικό, που θεωρεί την «ευρυζωνική πρόσβαση» ως ένα τεχνολογικό περιβάλλον.

Εξετάζοντας καλύτερα τους ορισμούς που έχουν ήδη δοθεί, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι ο ζητούμενος ορισμός είναι άρρηκτα δεμένος και με μη-τεχνολογικά ζητήματα και θέτει σημαντικές νέες απαιτήσεις στην πολιτική ανάπτυξης μιας χώρας. Αναγνωρίζοντας την πολυπλοκότητα του εν λόγω ζητήματος και θέτοντας στόχο την εισαγωγή ενός ορισμού ευρείας αποδοχής ο οποίος θα διατηρεί τη σημασία του και στο μέλλον και θα λαμβάνει υπόψη του όχι μόνο τα τεχνολογικά αλλά και τα συνυφασμένα με αυτόν οικονομικά, κοινωνικά και ρυθμιστικά ζητήματα, προτείνεται ο ακόλουθος ορισμός της «ευρυζωνικότητας».

1.2 Ορισμός Ευρυζωνικής Πρόσβασης και Ευρυζωνικών Υπηρεσιών

Ευρυζωνικότητα ορίζεται με την ευρεία έννοια, το δυναμικό πλαίσιο που είναι συνυφασμένο με ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών, υπηρεσιών και πολιτικό-οικονομικών θεμάτων. Πρόκειται με άλλα λόγια για ένα προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο περιβάλλον αποτελούμενο από :

- την παροχή γρήγορων συνδέσεων στο Διαδίκτυο σε όσον το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, με ανταγωνιστικές τιμές (με τη μορφή καταναλωτικού αγαθού), χωρίς εγγενείς περιορισμούς στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό των επικοινωνούντων άκρων
- την κατάλληλη δικτυακή υποδομή που:
 1. επιτρέπει την κατανομημένη ανάπτυξη υπαρχόντων και μελλοντικών δικτυακών εφαρμογών και πληροφοριακών υπηρεσιών
 2. δίνει τη δυνατότητα αδιάλειπτης σύνδεσης των χρηστών σε αυτές
 3. ικανοποιεί τις εκάστοτε ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης, αναδραστικότητα και διαθεσιμότητα
 4. είναι ικανή να αναβαθμίζεται συνεχώς και με μικρό επιπλέον κόστος ώστε να εξακολουθεί να ικανοποιεί τις ανάγκες όπως αυτές αυξάνουν και μετεξελίσσονται με ρυθμό και κόστος που επιτάσσονται από την πρόοδο της πληροφορικής και της τεχνολογίας επικοινωνιών
- τη δυνατότητα του πολίτη να επιλέγει:
 1. ανάμεσα σε εναλλακτικές προσφορές σύνδεσης που ταιριάζουν στον εξοπλισμό του
 2. μεταξύ διαφόρων δικτυακών εφαρμογών και
 3. μεταξύ διαφόρων υπηρεσιών πληροφόρησης και ψυχαγωγίας και με πιθανή συμμετοχή του ίδιου του πολίτη στην παροχή περιεχομένου, εφαρμογών και υπηρεσιών

- το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο αποτελούμενο από πολιτικές, μέτρα, πρωτοβουλίες, άμεσες και έμμεσες παρεμβάσεις, αναγκαίες για την ενδυνάμωση της καινοτομίας, την προστασία του ανταγωνισμού και την εγγύηση σοβαρής ισορροπημένης οικονομικής ανάπτυξης ικανής να προέλθει από τη γενικευμένη συμμετοχή στην Ευρυζωνικότητα και την Κοινωνία της Πληροφορίας.

Ευρυζωνικά δίκτυα και υπηρεσίες είναι αυτά που εγγυώνται σε κάθε εποχή την απρόσκοπτη και διαφανή πρόσβαση όλων των πολιτών στην πληροφορία και τα συστήματα επικοινωνίας, για την εκπλήρωση των αναγκών τους. Επειδή το περιβάλλον αυτό χαρακτηρίζεται από μία διαρκή δυναμική και τελεί υπό διαμόρφωση, απουσιάζει από τον παραπάνω ορισμό οποιαδήποτε αναφορά σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά δικτύου, συγκεκριμένη τεχνολογία μετάδοσης και το σημαντικότερο: δεν προσδιορίζει συγκεκριμένο ρυθμό μετάδοσης πάνω από τον οποίο ένα δίκτυο χαρακτηρίζεται ευρυζωνικό. Βέβαια, ο ορισμός αυτός επιτρέπει τον αποκλεισμό κάποιων τεχνολογιών, όπως για παράδειγμα το ISDN, οι δυνατότητες των οποίων είναι περιορισμένες και μη επεκτάσιμες.

1.3 Υποστηριζόμενες Τεχνολογίες

Για την υλοποίηση ευρυζωνικών υποδομών έχουν υιοθετηθεί διεθνώς διάφορες τεχνολογίες εν ονόματι Ευρυζωνικές Τεχνολογίες. Διαχωρίζονται στις κάτωθι τέσσερις κατηγορίες:

- Ενσύρματες χαλκού : Είναι γνωστές και ως Ψηφιακές Γραμμές Συνδρομητή (x Digital Subscriber Line).
- Αυτές που χρησιμοποιούν οπτικές ίνες : Τεχνολογίες Ενεργού και Παθητικού Οπτικού Δικτύου (Active Optical Network και Passive Optical Network).
- Αυτές που χρησιμοποιούν τα ηλεκτροφόρα καλώδια: Είναι γνωστές και ως Επικοινωνίες Γραμμών Ισχύος (Power Lines Communications)
- Ασύρματες : Πρόκειται για τεχνολογίες όπου δεν χρησιμοποιούνται καλώδια. Διακρίνουμε την τεχνολογία Ασύρματων Τοπικών Δικτύων (Wireless Local Area Networks) την τεχνολογία Ασύρματης Σταθερής Πρόσβασης (Fixed Wireless Access), και την Δορυφορική Τεχνολογία.

2 Κεφάλαιο

ΕΝΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζουμε τις διαφορετικές ενσύρματες τεχνολογίες πρόσβασης που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση των ευρυζωνικών υποδομών.

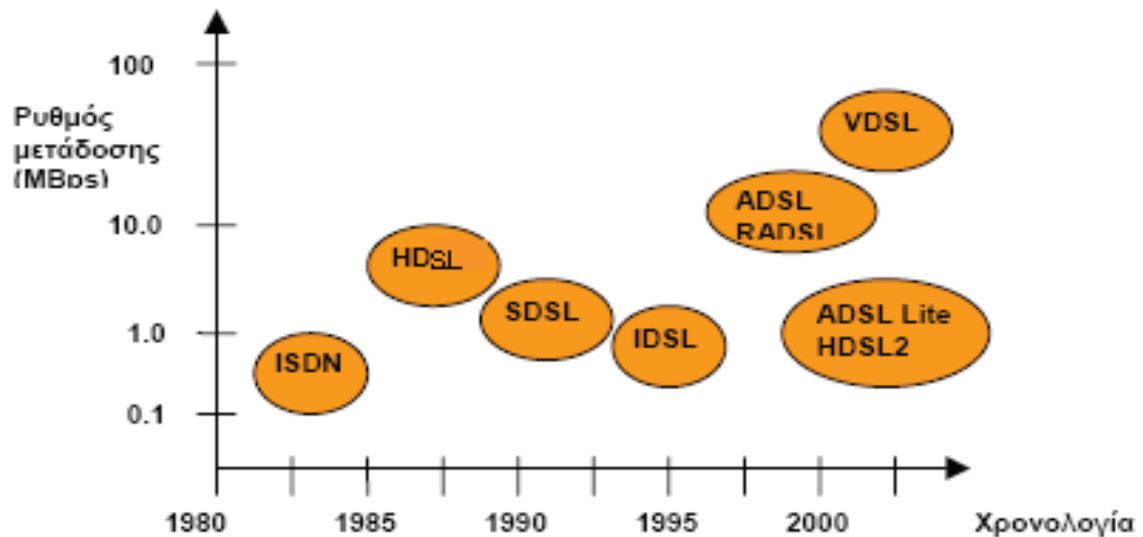
2.2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ (Digital Subscriber Line)

Το DSL – Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (Digital Subscriber Line) αποτελεί μια οικογένεια τεχνολογιών που συνδυάζουν πολύπλεξη (Multiplexing), απόπλεξη (Demultiplexing) και διαμόρφωση σήματος (Signal Modulation).

Η τεχνολογία DSL χρησιμοποιεί την υπάρχουσα τηλεφωνική εγκατάσταση των χάλκινων καλωδίων για τη μεταφορά δεδομένων σε σπίτια και επιχειρήσεις. Αξιοποιεί στο έπακρο τις δυνατότητες των καλωδίων αυτών και εγγυάται δικτυακές συνδέσεις υψηλών ταχυτήτων τόσο για οικιακούς χρήστες όσο και για επιχειρήσεις που δεν χρησιμοποιούν την τεχνολογία των καλωδίων οπτικών ινών. Η ανάπτυξη της είναι σχετικά πρόσφατη και εμφανίστηκε ως απάντηση των εταιρειών σταθερής τηλεφωνίας στο καλωδιακό και στο δορυφορικό ίντερνετ, αξιοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή χάλκινων καλωδίων. Το DSL φιλοδοξούσε να αντικαταστήσει την τεχνολογία του Ψηφιακού Δικτύου Ενοποιημένων Υπηρεσιών (ISDN) με την προϋπόθεση ότι ο χρήστης βρίσκεται σχετικά κοντά στο κέντρο του τηλεπικοινωνιακού φορέα. Εκμεταλεύεται το γεγονός ότι η τηλεφωνική σύνδεση (και κατ' επέκταση η σύνδεση στο ίντερνετ μέσω τηλεφώνου, dial-up) δεν χρησιμοποιεί παρά ένα πολύ μικρό φάσμα των συχνοτήτων των συνεστραμμένων ζευγών χάλκινων καλωδίων από τα οποία αποτελείται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό το τηλεφωνικό σύστημα σε όλον τον κόσμο. Έτσι εμφανίστηκε η δυνατότητα υποστήριξης τόσο δεδομένων όσο και φωνής, με τη μόνη διαφορά ότι, το μέρος της γραμμής που αφορά τη μεταφορά των δεδομένων είναι συνεχώς συνδεδεμένο, δηλαδή ενεργό.

Τα μέλη της οικογένειας DSL διακρίνονται μεταξύ τους, κυρίως, με βάση τον τρόπο που κατακερματίζουν το εύρος ζώνης της γραμμής, ώστε να παρέχουν συμμετρικές ή ασύμμετρες υπηρεσίες. Όλες οι τεχνολογίες DSL περιγράφονται από τον γενικό όρο xDSL. Οι κυριότερες από τις τεχνολογίες αυτές είναι οι εξής: Ασύμμετρο DSL (ADSL: Asymmetric DSL) , G.Lite ADSL, ADSL2, ADSL2+, Συμμετρικό DSL (SDSL: Symmetric DSL), Υψηλού ρυθμού μετάδοσης DSL (HDSL: High bit rate DSL), Προσαρμοζόμενου ρυθμού μετάδοσης DSL (RADSL: Rate Adaptive DSL), Πολύ Υψηλού ρυθμού μετάδοσης DSL (VDSL: Very high bit rate DSL), Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών DSL (ISDN-DSL) κλπ.

Στο σχήμα 4 παρουσιάζονται οι τεχνολογίες DSL ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής τους και το ρυθμό μετάδοσης που υποστηρίζουν.



Σχήμα 4: Ταξινόμηση των παραλλαγών DSL σε σχέση με την ημερομηνία υλοποίησης και τους προσφερόμενους ρυθμούς μετάδοσης

Τα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν οι τεχνολογίες DSL είναι τα εξής:

- Υψηλές παρεχόμενες ταχύτητες, σε σχέση με τις συνδέσεις PSTN και ISDN.
- Σταθερή (flat-rate) χρέωση, δηλαδή με ένα σταθερό πάγιο έχεις απεριόριστη χρήση του ίντερνετ.
- Ταυτόχρονη χρήση του τηλεφώνου και του ίντερνετ που οφείλεται στο γεγονός ότι οι δύο λειτουργίες καταλαμβάνουν διαφορετικό κομμάτι του φάσματος
- Εύκολο μοίρασμα της σύνδεσης σε περισσότερους από έναν υπολογιστές με χρήση του κατάλληλου ADSL router.
- Και τέλος ότι σε αντίθεση με τις συνδέσεις στο διαδίκτυο που χρησιμοποιούν αναλογικά μόντεμ και με τις οποίες ο συνδρομητής πρέπει να σχηματίζει κλήση για να συνδεθεί με τον παροχέα πρόσβασης κάθε φορά που θέλει να συνδεθεί, οι συνδέσεις DSL είναι πάντα διαθέσιμες, δηλαδή μόνιμες.

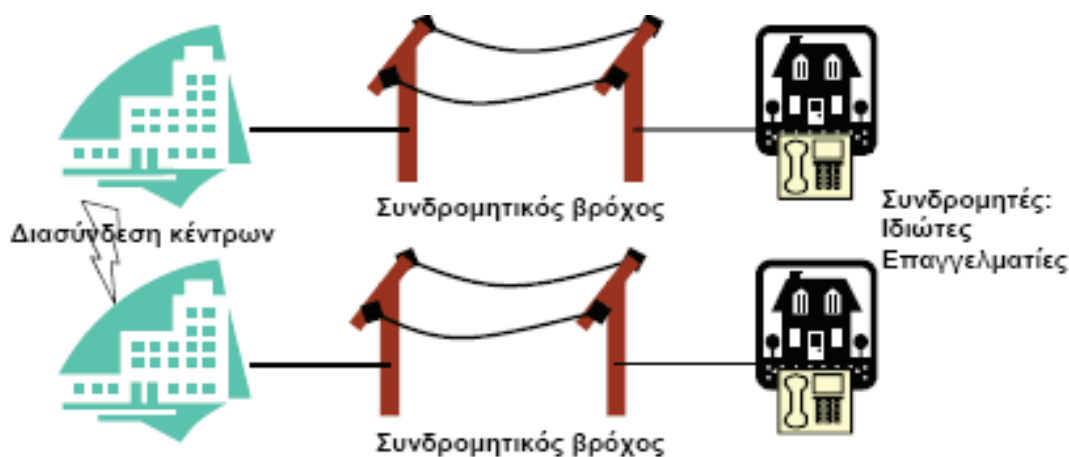
Το μόνο ίσως μειονέκτημα των DSL συνδέσεων είναι το υψηλό κόστος τους στα πρώτα στάδια της εξάπλωσης, αλλά αυτό σήμερα έχει αρχίσει να αλλάζει με την όλο και μεγαλύτερη διάδοση της τεχνολογίας DSL.

2.3 Αρχιτεκτονικές Δικτύων

2.3.1 Παραδοσιακό Δίκτυο

Για να εξετάσουμε τη φιλοσοφία και τον τρόπο λειτουργίας του DSL θα πρέπει πρώτα να γίνει μια υπενθύμιση του τρόπου λειτουργίας του υπάρχοντος τηλεπικοινωνιακού συστήματος, καθώς και του ιδιαίτερου τρόπου με τον οποίο λειτουργεί ο παραδοσιακός τρόπος σύνδεσης σε δίκτυο με τη χρήση του διαμορφωτή / αποδιαμορφωτή σήματος (Modem – Modulator/Demodulator).

Αρχικά θα αναφερθούμε στον τοπικό ή συνδρομητικό βρόχο (local loop), που είναι γνωστός και ως «τελευταίο μίλι» (last mile) και στην ουσία είναι το τελευταίο κομμάτι ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου και παρεμβάλλεται μεταξύ των κέντρων παροχής τηλεφωνικών και δικτυακών υπηρεσιών και των συνδρομητών. Όταν αναπτύσσονταν οι τηλεφωνικές υπηρεσίες στις αρχές του 20ου αιώνα το μόνο διαθέσιμο υλικό για την υλοποίηση των συνδεσμολογιών ήταν ο χαλκός. Επομένως τα δισύρματα ή τετρασύρματα χάλκινα καλώδια αποτέλεσαν και αποτελούν το κύριο υλικό μέσο κατασκευής των τοπικών βρόχων για παροχή τηλεφωνικών και δικτυακών υπηρεσιών. Εναλλακτικά, η εξυπηρέτηση της τηλεφωνίας στο δίκτυο πρόσβασης γίνεται με ασύρματες τεχνολογίες, ομοαξονικά καλώδια ή/και οπτικές ίνες. Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται ο συνδρομητικός βρόχος.



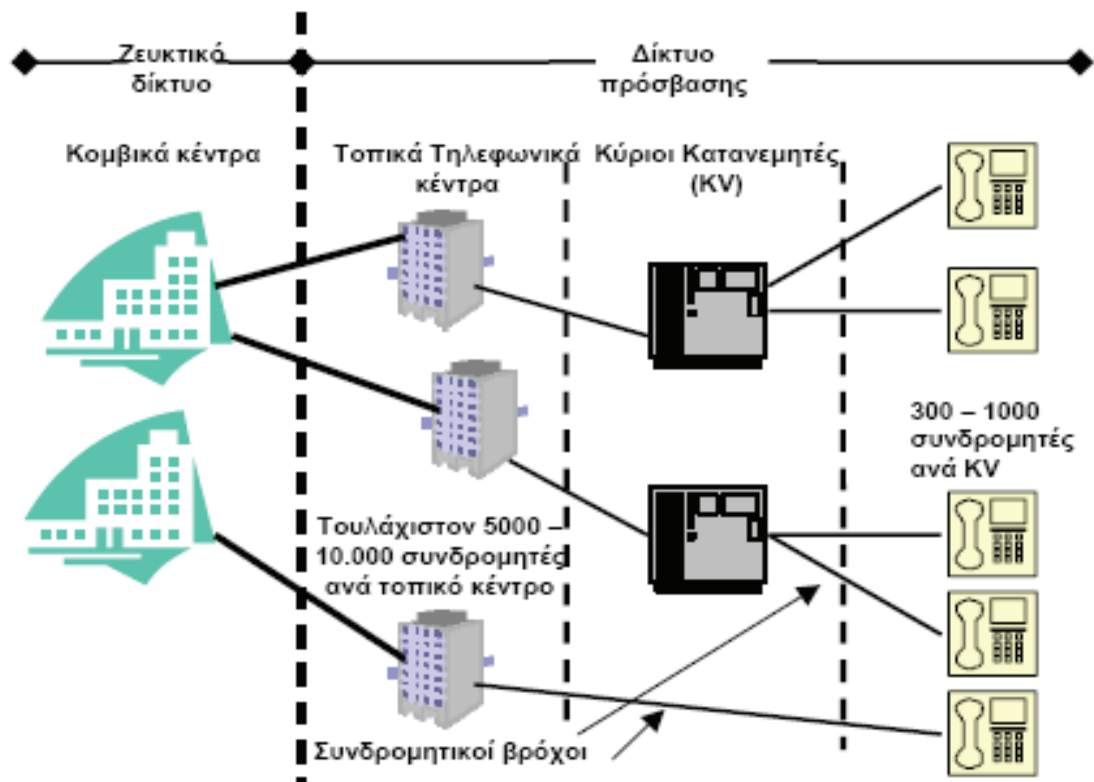
Σχήμα5: Συνδρομητικός Βρόχος

Ο τοπικός βρόχος αποτελεί βασικό συνδετικό συστατικό του δικτύου πρόσβασης των συνδρομητών στις τηλεφωνικές και δικτυακές υπηρεσίες του παρόχου. Τα άλλα συστατικά στοιχεία είναι:

- Ο κύριος κατανεμητής ή KV, που λειτουργεί ως ενδιάμεσος κόμβος μεταξύ του τηλεφωνικού κέντρου και του κτιρίου του συνδρομητή.

- Το τυπικό τηλεφωνικό κέντρο όπου γίνεται ο τερματισμός των τοπικών βρόχων στον MDF (Main Distribution Frame) και η μεταγωγή των κλήσεων στο ζευκτικό δίκτυο ή δίκτυο κορμού

Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται ο τρόπος σύνδεσης των συνδρομητών, των κύριων καταναμητών και των τηλεφωνικών κέντρων. Η σύνδεση επιτυγχάνεται μέσω ενσύρματων συνδρομητικών βρόχων.



Σχήμα 6: Σύνδεση συνδρομητών και τηλεπικοινωνιακών παρόχων

Σύμφωνα με έρευνες μέχρι σήμερα υπάρχουν εγκατεστημένοι περισσότεροι από 1 δισεκατομμύρια χάλκινοι συνδρομητικοί βρόχοι σε παγκόσμια κλίμακα. Από αυτή την παρατήρηση γίνεται κατανοητό ότι οι συνδρομητικοί βρόχοι αποτελούν πλέον μια τεράστια επένδυση, η οποία μπορεί να αποτελέσει μοχλό ανάπτυξης νέων δικτυακών τεχνολογιών, εκμεταλλευόμενες αποτελεσματικά το φυσικό αυτό μέσο. Η τηλεφωνία αναπτύχθηκε πάρα πολύ ικανοποιητικά χωρίς να χρησιμοποιήσει πλήρως όλο το φάσμα συχνοτήτων που μπορούν να υπάρξουν σε ένα χάλκινο σύρμα. Το υπόλοιπο φάσμα είναι διαθέσιμο και θα περιγράψουμε στη συνέχεια πώς η τεχνολογία DSL εκμεταλλεύεται αυτό το φάσμα για την παροχή ταχύτατων δικτυακών υπηρεσιών.

Όπως είναι γνωστό το υπάρχον τηλεφωνικό σύστημα στην Ελλάδα, αλλά και στις περισσότερες χώρες του κόσμου έχει περάσει στην εποχή της ψηφιακής μετάδοσης του ήχου. Αυτό σημαίνει ότι στο δίκτυο κορμού του τηλεφωνικού συστήματος χρησιμοποιούνται ψηφιακές γραμμές επικοινωνίας υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης (π.χ. γραμμές T1, T2,... ή E1, E2,... κλπ), πάνω στις οποίες πολυπλέκονται τα σήματα των συνδρομητών (σχήμα 7).



Σχήμα7: Σύστημα πολύπλεξης αναλογικών σε ψηφιακές γραμμές

Παρόλο που οι εταιρείες τηλεπικοινωνίας έχουν υποδομή ψηφιακού τύπου, οι οικιακές υποδομές των συνδρομητών παραμένουν αναλογικές, χρησιμοποιώντας συνεστραμμένα ζεύγη χάλκινων καλωδιώσεων, που είναι μικρότερου κόστους. Η χωρητικότητα των καλωδίων αυτών είναι της τάξεως του 1,1 MHz. Η μετάδοση φωνής όμως περιορίζεται σε ένα ελάχιστο τμήμα αυτής της χωρητικότητας (μόλις 4 KHz).

Το ίδιο ελάχιστο τμήμα των 4 KHz εκμεταλλεύεται και το παραδοσιακό Modem κατά τη σύνδεση ενός υπολογιστή στο Διαδίκτυο, με αποτέλεσμα όταν κάποιος είναι συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο να μην μπορεί να χρησιμοποιεί τις παραδοσιακές τηλεφωνικές υπηρεσίες φωνής.

Επιπλέον κατά την παλμοκωδική διαμόρφωση που πραγματοποιείται στον πλησιέστερο τηλεπικοινωνιακό κόμβο (CO – Central Office) για τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, η ταχύτητα περιορίζεται μόλις στα 56,6 Kbps, κάτι που αποτελεί όριο στην επίδοση του modem. Τα τελευταία χρόνια έχουν επιτευχθεί πολλές βελτιώσεις στην λειτουργία του modem όπως αποδοτικότερες τεχνικές συμπίεσης και διόρθωσης λαθών, που αποσκοπούν στην αύξηση της ταχύτητάς μετάδοσης δεδομένων, αλλά όλες αυτές οι τεχνικές απλώς προσεγγίζουν ικανοποιητικά το διατιθέμενο εύρος ζώνης των 4 kHz.

Το ISDN, αποτέλεσε πρόδρομο του DSL για δύο βασικούς λόγους:

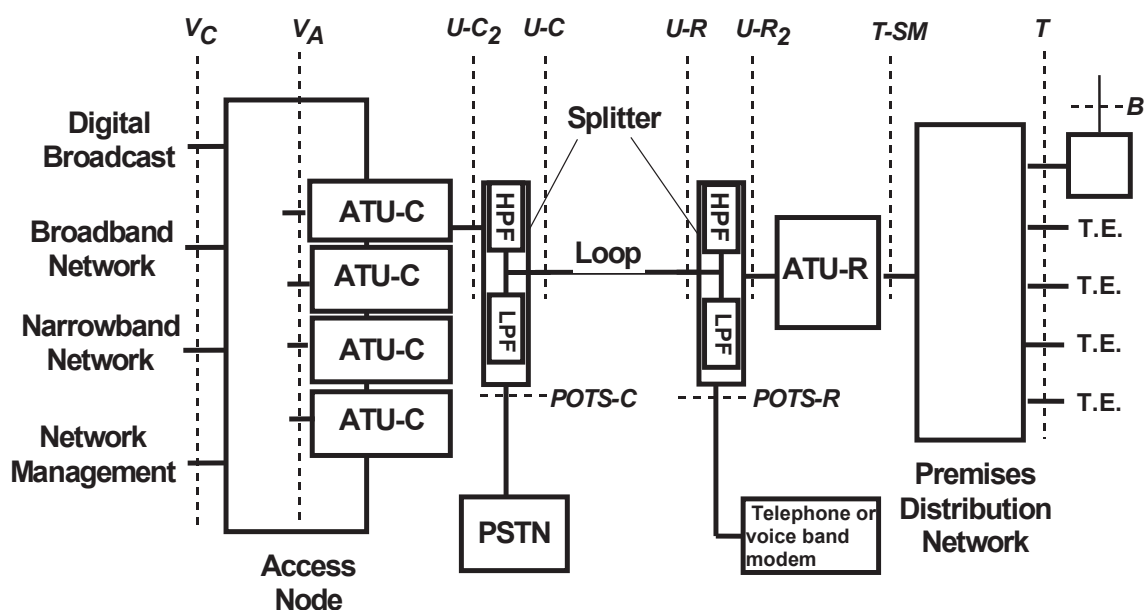
- Ήταν η πρώτη τεχνολογία που εκμεταλλεύτηκε μεγαλύτερο τμήμα του διαθέσιμου φάσματος στο χάλκινο καλώδιο του συνδρομητικού βρόχου σε σχέση με την αναλογική τηλεφωνία
- Στηρίζεται στον ψηφιακό κώδικα μετάδοσης πληροφορίας 2B1Q που χρησιμοποιείται και σήμερα σε κάποιες παραλλαγές της τεχνολογίας DSL όπως θα περιγράψουμε σε επόμενη ενότητα.

2.4 Δίκτυο xDSL

2.4.1 Δομή του Δικτύου

Η τεχνολογία DSL μετατρέπει όλα τα μειονεκτήματα του απλού modem και του ISDN σε πλεονεκτήματά της. Κατά πρώτο λόγο το DSL εκμεταλλεύεται όλο το εύρος ζώνης του συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίων της συνδεσμολογίας του συνδρομητή. Αυτό σημαίνει ότι δεδομένα και φωνή χρησιμοποιούν το σύνολο του 1.1 MHz του καλωδίου, πράγμα που σημαίνει υψηλούς ρυθμούς αποστολής και λήψης. Για να μπορέσει όμως το DSL να εκμεταλλευτεί όλο το εύρος του καλωδίου, αλλά και να αποστείλει δεδομένα και φωνή μέσα από την ίδια γραμμή απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό.

Στην εικόνα που ακολουθεί δίνεται η αρχιτεκτονική ενός ADSL δικτύου:



Σχήμα 8: Το xDSL δίκτυο

Η μονάδα ATU-C (ADSL transmission unit, CO side (πάροχος)) αποτελεί το μόντεμ στο σημείο τερματισμού του ADSL στο τηλεφωνικό κέντρο. Αντίθετα η μονάδα ATU-R (ADSL transmission unit, Remote side (συνδρομητής)) αποτελεί το μόντεμ στη συνδρομητική εγκατάσταση. Splitter είναι ο διαχωριστής σήματος που ξεχωρίζει τη φωνή από τα δεδομένα και μεταβιβάζει τις δύο ροές στα αντίστοιχα δίκτυα.

Το PDN (Premises distribution network), είναι το σύστημα διανομής για τη διασύνδεση των διαφορετικών μονάδων υπηρεσιών με το ATU-R. Access Node ονομάζεται ο κόμβος πρόσβασης και αποτελεί ουσιαστικά το σημείο συγκέντρωσης τόσο για τα δεδομένα ευρείας όσο και βασικής ζώνης. Στην πραγματικότητα οι μονάδες αυτές είναι τα DSLAM που θα εξετάσουμε αμέσως μετά. Μέσα στα Access Node βρίσκονται οι μονάδες ATU-C.

Στο σχήμα επιπλέον με PSTN (Public Switched Telephone Network) συμβολίζεται το παραδοσιακό δίκτυο τηλεφωνίας, με B η βοηθητική είσοδος δεδομένων (όπως σύνδεση μέσω δορυφόρου) προς τη μονάδα υπηρεσιών, με POTS-C η διεπιφάνεια μεταξύ του PSTN και του splitter στη μεριά του τηλεπικοινωνιακού κέντρου, με POTS-R η διεπιφάνεια μεταξύ του PSTN και του splitter στη μεριά του συνδρομητή, με U-C η διεπιφάνεια U στην πλευρά του CO, με U-C₂ η διεπιφάνεια U στην πλευρά του CO από τον splitter στο ATU-C, με U-R η διεπιφάνεια U στην πλευρά του συνδρομητή, με U-R₂ η διεπιφάνεια U στην πλευρά του συνδρομητή από τον splitter στο ATU-R, με V_A η διεπιφάνεια V στην πλευρά του CO, που αποτελεί τη λογική διεπαφή ανάμεσα στο ATU-C και τον κόμβο πρόσβασης (η διεπαφή αυτή μπορεί να υλοποιείται με σύγχρονη ή ασύγχρονη μετάδοση των δεδομένων (STM, ATM)), με V_C η διεπαφή μεταξύ του κόμβου πρόσβασης και το δίκτυο κορμού, η οποία μπορεί να υλοποιείται από μία ή περισσότερες φυσικές συνδέσεις. Τέλος με T-SM συμβολίζεται η διεπαφή μεταξύ ATU-R και PDN και με T η διεπαφή μεταξύ των PDN και των τερματικών εξοπλισμών (terminal equipment).

2.4.2 Πολυπλέκτης Πρόσβασης στη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (DSLAM)

Μια σημαντική συσκευή στο δίκτυο DSL, είναι ο πολυπλέκτης πρόσβασης στη ψηφιακή γραμμή συνδρομητή (DSLAM-Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Το DSLAM προσφέρει εξαιρετικά μεγάλες ταχύτητες στη μετάδοση δεδομένων πάνω από τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές χαλκού. Χωρίζει τα σήματα φωνής από τις υψηλών ταχυτήτων ροές δεδομένων, μέσω ενός διαχωριστή σήματος (splitter) και ελέγχει και δρομολογεί την κίνηση DSL μεταξύ του εξοπλισμού του συνδρομητή (router, modem, ή κάρτα διεπαφής δικτύου) και του δικτύου του τηλεπικοινωνιακού φορέα, αφού πρώτα αποκωδικοποιήσει το υπερπλεγματικό σήμα σε ψηφιακή μορφή.

Στην αντίθετη κατεύθυνση το DSLAM αποπολυπλέκει το σύνθετο σήμα που καταφθάνει από κάποιο δίκτυο και δρομολογεί τις διαφορετικές ροές με βάση τη διεύθυνση IP. Χαρακτηριστικό των DSLAM's είναι ότι μπορούν να υποστηρίξουν διάφορους τύπους δικτύων, όπως δίκτυα ATM, IP, Frame Relay, VPN's και το κλασικό PSTN. Η λειτουργία αυτή των DSLAM δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες της προτίμησής του. Η σύνδεση πολλών συνδρομητών DSL σε κάποιο δίκτυο υψηλών ταχυτήτων, πραγματοποιείται μέσα από τις λεγόμενες πόρτες ή θύρες DSL που βρίσκονται πάνω στα DSLAM's.

2.4.3 Συνδεσμολογίες DSL

Ανάλογα με το πού γίνεται ο διαχωρισμός της φωνής και των δεδομένων, και με τη συσκευή που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται δύο όροι:

Στην πρώτη περίπτωση, αν ο διαχωρισμός γίνεται στην πλευρά του συνδρομητή, χρησιμοποιείται ο όρος “Splitter Based” συνδεσμολογία, δηλ. Βασισμένη σε Διαχωριστή. Αυτή η περίπτωση απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό στην περιοχή του συνδρομητή. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται μια ψηφιακή συσκευή γνωστή ως Modem DSL, η οποία χρησιμοποιεί το διαχωριστή ώστε να ξεχωρίζει τη φωνή από τα δεδομένα σε ένα εισερχόμενο σήμα. Ο διαχωριστής πρέπει να υπάρχει τόσο στην περιοχή του συνδρομητή (οπότε ισχύει ο όρος από την περίπτωση του ADSL: ATU-R, ADSL Transceiver Unit – Remote), όσο και στο κεντρικό γραφείο τηλεπικοινωνίας (ATU-CO: ADSL Transceiver Unit – Central Office).

Στην δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιείται ο όρος «Χωρίς Διαχωριστή (Splitterless)». Σε αυτή τη περίπτωση, όλη η λειτουργία του διαχωρισμού των δεδομένων από τη φωνή πραγματοποιείται στις εγκαταστάσεις του κεντρικού τηλεπικοινωνιακού γραφείου.

2.4.4 Ασύμμετρες παραλλαγές

Οι ασύμμετρες παραλλαγές περιλαμβάνουν τις: ADSL, G.lite ADSL (η απλά G.lite), ADSL2, ADSL2+, RADSL, VDSL και VDSL2. Οι τυποποιημένες μορφές της ADSL (Πρότυπα ITU G.992.1, G.992.2, και ANSI T1.413-Issue 2) χρησιμοποιούν όλες την ίδια τεχνολογία, το Διακριτό Πολλαπλό Τόνο (Discrete Multi Tone - DMT). Στη συνέχεια θα εξετάσουμε όλες αυτές τις τεχνολογίες.

2.4.5 Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line)

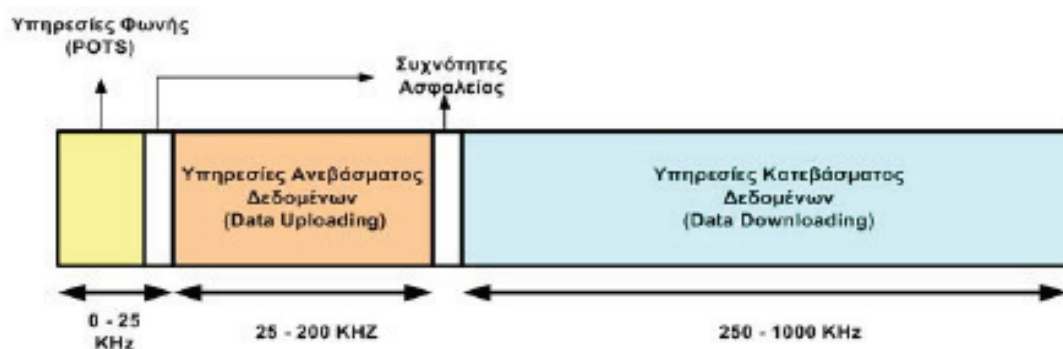
Η ασύμμετρη ψηφιακή γραμμή συνδρομητή (ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line) χρησιμοποιείται σήμερα σε μεγάλο βαθμό για οικιακή χρήση και για τις ανάγκες δικτύωσης μικρών επιχειρήσεων. Είναι αρκετά οικονομική λύση και από πλευράς επιδόσεων είναι πολύ ταχύτερη του ISDN. Ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις για υπηρεσίες υψηλών ταχυτήτων που μπορεί να έχει ο χρήστης και μπορεί να μεταφέρει δεδομένα με υψηλούς ρυθμούς. Έτσι, αποτελεί σήμερα μια από τις καλύτερες λύσεις για την υποστήριξη εφαρμογών όπως είναι τα πολυμέσα και εφαρμογές πραγματικού χρόνου (real time), όπως τηλεδιάσκεψη και άλλες. Όπως φαίνεται και στην επόμενη παράγραφο, το ADSL εκμεταλλεύεται όλο το εύρος ζώνης του συνεστραμμένου ζεύγους χάλκινων καλωδίων, απομονώνοντας τις υπηρεσίες φωνής από τις υπηρεσίες δεδομένων. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι ότι το ADSL επιτρέπει την συνεχόμενη σύνδεση στο διαδίκτυο – σε αντίθεση με το

παραδοσιακό Modem το οποίο πρέπει να διακόπτει την τηλεφωνική υπηρεσία – ενώ ταυτόχρονα η τηλεφωνική υπηρεσία είναι πάντοτε ελεύθερη προς χρήση.

2.4.6 Χρήση του φάσματος

Το ADSL χωρίζει το εύρος ζώνης του καλωδίου σε τρία μέρη (τεχνική FDM). Το πρώτο έχει εύρος από 0 έως 25 KHz και χρησιμοποιείται για τις παραδοσιακές υπηρεσίες φωνής. Δεδομένου ότι ο ήχος απαιτεί μόλις 4 KHz γίνεται αντιληπτό ότι το μεγαλύτερο μέρος συχνοτήτων χρησιμοποιείται για λόγους ασφαλείας, ώστε να μην υπάρχουν παρεμβολές ανάμεσα στις υπηρεσίες ήχου και δεδομένων. Το δεύτερο με εύρος από 25 έως 200 KHz αναλώνεται σε ροή δεδομένων από το χρήστη προς το τηλεπικοινωνιακό κέντρο [υπηρεσίες ανεβάσματος δεδομένων] (Upstream) και το τρίτο με εύρος από 250 έως 1100 KHz χρησιμοποιείται για ροή δεδομένων προς το χρήστη [υπηρεσίες κατεβάσματος δεδομένων] (Downstream). Η διαφορά των 50 KHz χρησιμοποιείται και εδώ ως περιθώριο ασφαλείας για να μην υπάρξουν παρεμβολές. Οι τιμές αυτές μπορούν να μεταβληθούν αν αυτό απαιτηθεί από την εφαρμογή. Δεδομένου ότι ο συνδρομητής έχει μεγαλύτερες ανάγκες για υπηρεσίες κατεβάσματος δεδομένων, το δεύτερο κανάλι (από 25 – 200 KHz) μπορεί να είναι αμφίδρομο, δηλαδή κομμάτι του να επικαλυφθεί από το κατέβασμα δεδομένων (τεχνική Echo Cancellation).

Ανεξάρτητα από την τεχνική που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό των καναλιών δεδομένων, το παραδοσιακό τηλεφωνικό κανάλι βρίσκεται απομονωμένο στις χαμηλότερες συχνότητες της γραμμής επικοινωνίας. Στο σχήμα 8 φαίνεται ενδεικτικά ένας τυπικός διαχωρισμός του φάσματος.



Σχήμα 8: Κατανομή εύρους ζώνης σύμφωνα με το ADSL Ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων

Οι ρυθμοί δεδομένων που παρέχει ένα modem ADSL είναι συμβατοί με τις τυποποιημένες ψηφιακές γραμμές επικοινωνίας της Αμερικής T1, T2, ..., T5 και τις αντίστοιχες ευρωπαϊκές E1, E2, ..., E5. Αυτό σημαίνει ότι στην αγορά κυκλοφορούν modem ADSL διαφόρων ταχυτήτων που να ανταποκρίνονται στις γραμμές επικοινωνίας.

Ο ρυθμός μετάδοσης για το κατέβασμα δεδομένων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το μήκος του συνεστραμμένου ζεύγους χάλκινων καλωδίων, το πάχος του καλωδίου, την ύπαρξη συνδεσμολογιών γεφύρωσης καλωδίων και τις ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των καλωδίων. Σε γενικές γραμμές, η εξασθένηση του σήματος αυξάνει όσο μεγαλώνουν το μήκος του καλωδίου και η συχνότητα και ελαττώνεται όσο αυξάνει το πάχος του καλωδίου. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει μερικές επιδόσεις που ADSL ανάλογα με τις ιδιότητες του καλωδίου, με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν σημεία γεφύρωσης καλωδίων.

Απόσταση σε km	Ταχύτητα	Πάχος Καλωδίου σε mm
2,7	8.448 Mbps	0,4
3,6	8.448 Mbps	0,5
3,6	6.312 Mbps	0,4
4,8	2.048 Mbps	0,5
4,8	1.544 Mbps	0,4
5,5	1.544 Mbps	0,5

Πίνακας 1: Επιδόσεις του ADSL σε σχέση με τις φυσικές ιδιότητες του καλωδίου και την απόσταση

Άρα σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι, η ADSL τεχνολογία μπορεί να παράσχει μέγιστες ταχύτητες από 1.544 Mbps (σε αποστάσεις μέχρι 5.5 Km) έως 8.448 Mbps (στα 3 Km περίπου) προς τη μία κατεύθυνση (downstream), και από 640 Kbps έως 1.54 Mbps προς την άλλη κατεύθυνση (upstream).

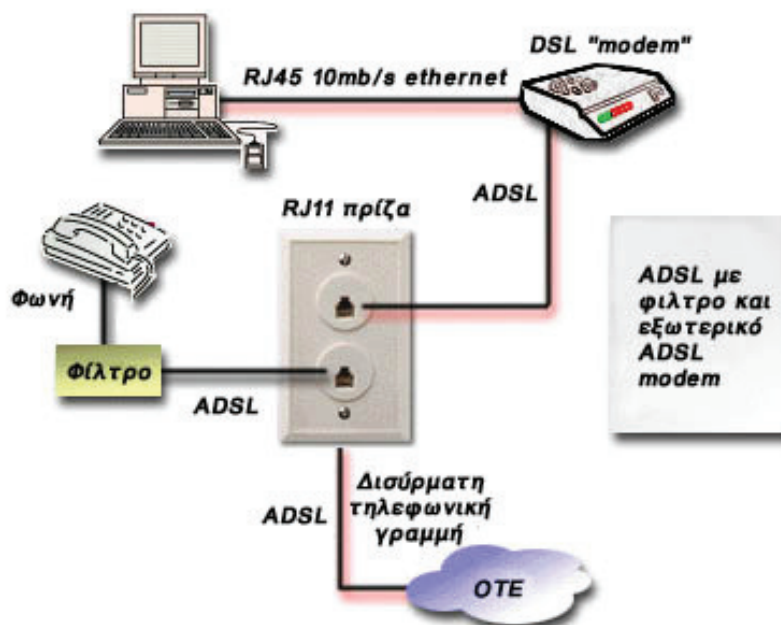
2.4.7 Διόρθωση σφαλμάτων

Η διόρθωση σφαλμάτων στο ADSL είναι ίδια με αυτή που πραγματοποιείται σε επίπεδο σύνδεσης δεδομένων και επίπεδο δικτύου. Το ADSL χρησιμοποιείται για να διακινεί πληροφορίες ευαίσθητες σε χρονικές καθυστερήσεις – π.χ. συμπιεσμένο βίντεο πραγματικού χρόνου – και για αυτό ενσωματώνει εξειδικευμένες τεχνικές διόρθωσης των σφαλμάτων που προκαλούνται από θόρυβο. Συγκεκριμένα, Ένα ADSL modem οργανώνει τα δεδομένα όλων των καναλιών σε ομάδες (block) που δημιουργούνται από την πολυπλεξία των καναλιών λήψης και των καναλιών αμφίδρομης επικοινωνίας. Σε κάθε ομάδα εφαρμόζεται ένας κώδικας διόρθωσης σφαλμάτων. Ο παραλήπτης στη συνέχεια διορθώνει τα σφάλματα που δημιουργούνται κατά την αποστολή των μπλοκ. Ο αριθμός των σφαλμάτων που θα διορθωθούν από τον παραλήπτη εξαρτάται από το μέγεθος της ομάδας και από περιορισμούς που επιβάλλει ο κώδικας που εφαρμόζεται. Στον χρήστη δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας υπερομάδων (superblock) στις οποίες μπορεί να εφαρμόζει κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων ανάμεσα στα bit των ομάδων που τις αποτελούν.

Έτσι, ακόμη και σε κινούμενη εικόνα (MPEG video) όπου τα σφάλματα μειώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητά της, επιτυγχάνονται πολύ μικροί ρυθμοί σφαλμάτων (BER μικρότερο του 10^{-9}).

2.5 G. Lite ADSL

Το πρότυπο G.lite αναπτύχθηκε για να καλύψει τις απαιτήσεις εκείνου του τμήματος της αγοράς που απευθύνεται στον καταναλωτή. Το G.Lite είναι μια παραλλαγή της ADSL με κύρια διαφορά το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιεί διαχωριστή σήματος (splitter) στο χώρο του συνδρομητή. Το DSL modem συνδέεται απευθείας με την τηλεφωνική γραμμή, όπως και οι τηλεφωνικές συσκευές (Σχήμα 9).



Σχήμα 9: Συνδεσμολογία στην G. Lite ADSL υλοποίηση

Το modem περιέχει ειδικά chips που διαχωρίζουν τα σήματα, αλλά λειτουργούν σε χαμηλότερη ισχύ ώστε να μη δημιουργούν παρεμβολές στα σήματα της φωνής. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μικρότερη σε σχέση με το splitter-based DSL και φτάνει τα 1.5 Mbps για κατέβασμα δεδομένων και τα 512 Kbps για ανέβασμα δεδομένων. Επιπλέον, οι τηλεφωνικές συσκευές απαιτούν την ύπαρξη ενός φίλτρου που θα παρεμποδίζει τα σήματα DSL (δεδομένων), τα οποία μπορεί να ακουστούν ως θόρυβος στη γραμμή και να παρεμβάλλουν την κανονική λειτουργία του τηλεφώνου. Σ' αυτήν την τεχνολογία, η μέγιστη απόσταση του συνδρομητή από το κοντινότερο τηλεπικοινωνιακό κέντρο είναι τα 5,5 km.

Το θετικό της προτυποποίησης της τεχνολογίας G.Lite από την ITU (G.992.2) είναι ότι έδωσε ώθηση στην κατασκευή DSL modems ή υπολογιστές με ενσωματωμένο εξοπλισμό, τα οποία να είναι συμβατά μεταξύ τους, ανεξαρτήτως παροχέα ή ακόμα και χώρας. Μ'αυτόν τον εξοπλισμό, η σύνδεση με το δίκτυο DSL γινόταν πολύ εύκολη και μπορούσε να γίνει από τους οικιακούς χρήστες χωρίς τη μεσολάβηση κάποιου τεχνικού. Παρ'όλα αυτά όμως, η ανάγκη των χρηστών για ταχύτερες μεγαλύτερης του 1.5Mbps καθώς και το γεγονός ότι οι εταιρείες κάνουν δοκιμές σε splitter-less τεχνολογίες οι οποίες αποδεικνύονται αποδοτικότερες του G.Lite, δείχνουν ότι αυτό το πρότυπο δεν θα χρησιμοποιηθεί ευρέως στο μέλλον.

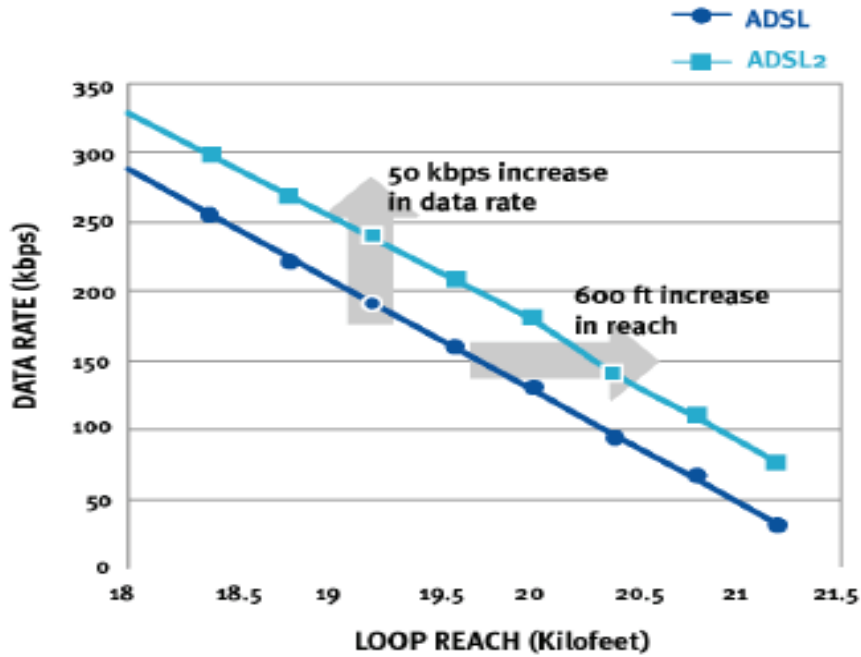
2.6 ADSL2 και ADSL2+

Τον Ιούλιο του 2002 η ITU ολοκλήρωσε τα G.992.3 και G.992.4, δύο νέα πρότυπα της τεχνολογίας ADSL που μαζί λέγονται ADSL2. Τον Ιανουάριο του 2003 το πρότυπο G.992.5 γνωστό σαν ADSL2plus ή ADSL2+ ήρθε να συμπληρώσει τη σειρά των προτύπων.

Η ADSL2 (ITU G.992.3 και G.992.4) τεχνολογία προσθέτει νέα χαρακτηριστικά και λειτουργικότητα που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης και της διαλειτουργικότητας, και προσθέτει υποστήριξη για τις νέες εφαρμογές, και υπηρεσίες. Μεταξύ των αλλαγών είναι βελτιώσεις στο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων στο μήκος της γραμμής, στην προσαρμογή του ρυθμού, στα διαγνωστικά, κλπ.

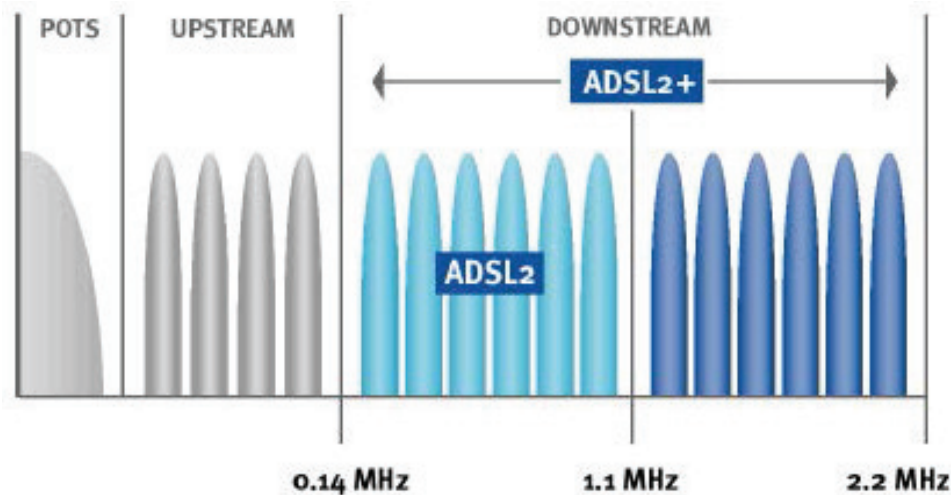
Το ADSL2 σχεδιάστηκε ειδικά για να βελτιώσει τον ρυθμό και το μήκος κάλυψης του ADSL κυρίως πετυχαίνοντας καλύτερη επίδοση σε μεγάλες γραμμές παρουσία παρεμβολών. Πετυχαίνει ρυθμούς κατεβάσματος της τάξης των 12Mbps και ρυθμούς ανεβάσματος της τάξης του 1Mbps, τα οποία εξαρτώνται και από την απόσταση και άλλους παράγοντες. Αυτό επιτυγχάνεται με βελτιωμένες τεχνικές διαμόρφωσης, μείωση της επικεφαλίδας στα πακέτα, αύξηση του κέρδους κωδικοποίησης και παρέχοντας καλύτερους αλγορίθμους επεξεργασίας σήματος.

Το Σχήμα 10 δείχνει τον ρυθμό και την κάλυψη που επιτυγχάνει το ADSL2 συγκρινόμενο με το ADSL. Προσφέρει 50 kbps περισσότερα για κατέβασμα και ανέβασμα και μία κάλυψη αυξημένη κατά 180 m, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 6% μεγαλύτερο από πριν.

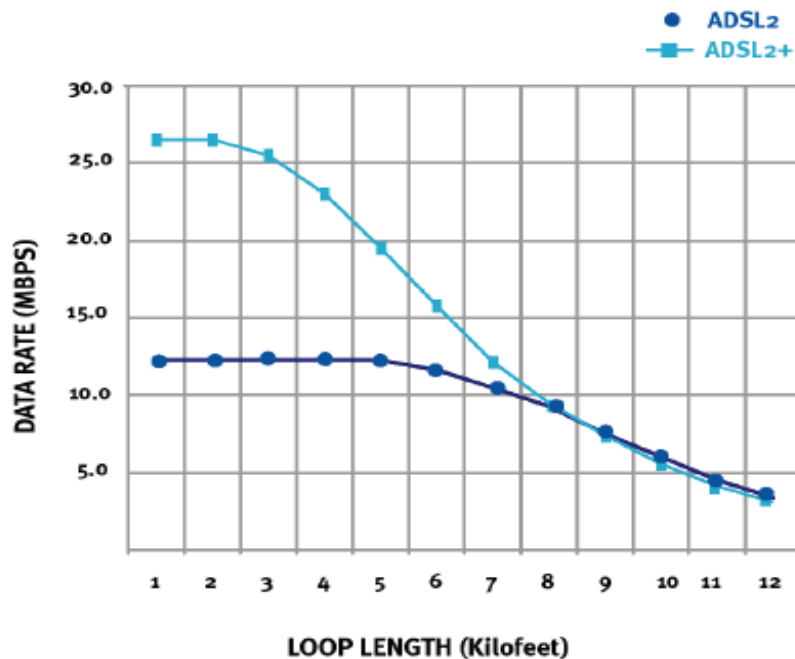


Σχήμα 10: Βελτίωση του ρυθμού και της πρόσβασης στο ADSL2

Η ADSL2+ (ITU G.992.5) τεχνολογία διπλασιάζει το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται για την λήψη δεδομένων και αντί για 1,1 Mhz χρησιμοποιεί 2,2 Mhz, επιτυγχάνοντας ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων έως και 24 Mbps σε τηλεφωνικές γραμμές μικρότερες από 2 χιλιόμετρα σε μήκος. Ο ρυθμός ανόδου είναι περίπου 1 Mbps και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του βρόχου.



Σχήμα 11: Το ADSL2+ διπλασιάζει το εύρος ζώνης για λήψη δεδομένων



Σχήμα 12: Το ADSL2+ διπλασιάζει το μέγιστο ρυθμό λήψης δεδομένων

Η ADSL2+ θα επιτρέψει στους φορείς παροχής πρόσβασης να εξελίξουν τα δίκτυά τους για να υποστηρίξουν τις προηγμένες υπηρεσίες όπως το βίντεο με έναν ευέλικτο τρόπο, με μια μοναδική λύση για όλων των ειδών τις εφαρμογές. Θα περιλάβει όλα τα χαρακτηριστικά και οφέλη απόδοσης του ADSL2 διατηρώντας την ικανότητα να επικοινωνήσει με παλαιότερο εξοπλισμό Υπό αυτήν τη μορφή, οι παροχείς θα είναι σε θέση να αναπτύξουν τις νέες, προηγμένες τεχνολογίες χωρίς να πρέπει να αντικαταστήσουν τον υπάρχοντα εξοπλισμό τους επιτρέποντας μια βαθμιαία μετάβαση στις προηγμένες υπηρεσίες.

2.7 Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή Προσαρμοζόμενου Ρυθμού (RADSL: Rate Adaptive DSL)

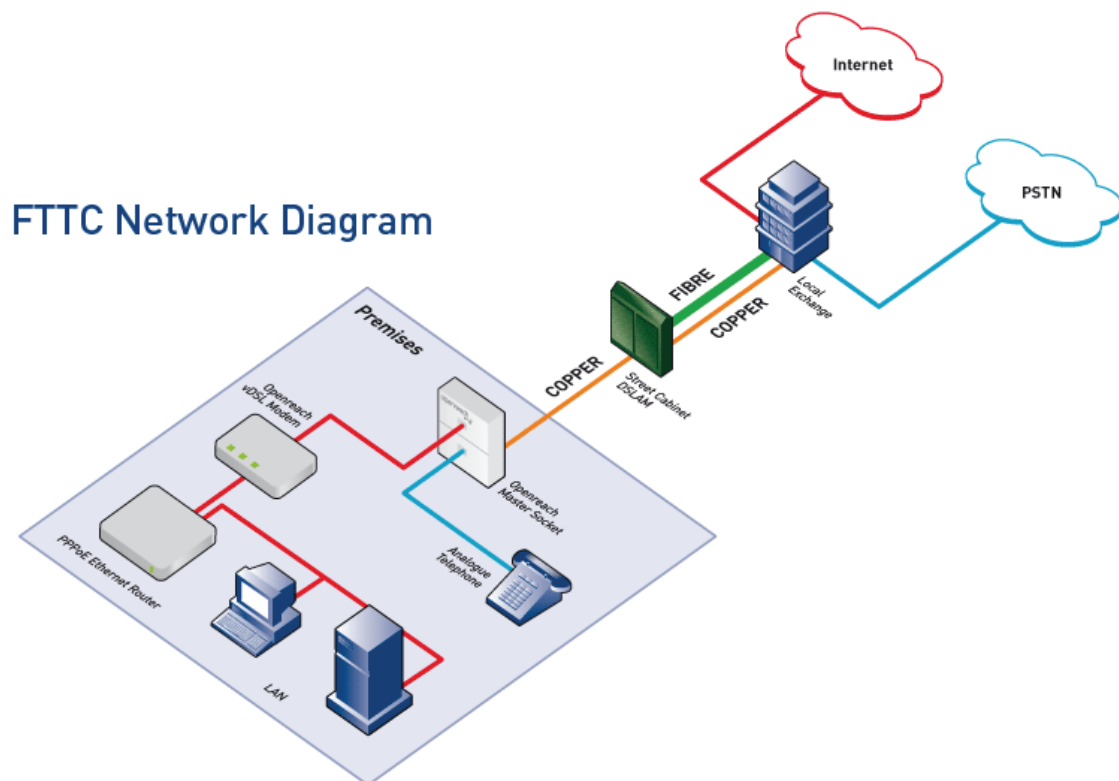
Η υπηρεσία RADSL είναι μια εναλλακτική περίπτωση της ADSL με τη διαφορά ότι μπορεί να προσαρμόζει το ρυθμό μετάδοσης ανάλογα με την ποιότητα της γραμμής μετάδοσης και το μήκος του τοπικού βρόχου. Η παραλλαγή αυτή δεν έχει προτυποποιηθεί. Σχεδιάστηκε για εφαρμογές βίντεο κατ' απαίτηση. Μπορεί επίσης να μεταβάλλει την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων ανάλογα με τις εφαρμογές, π.χ. απλά δεδομένα, πολυμεσικές εφαρμογές, φωνή κτλ.

Ένα κατάλληλο πρόγραμμα είναι αυτό που αποφασίζει για το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. Έχει δύο εναλλακτικές επιλογές: η πρώτη είναι να επιτρέψει σε μια γραμμή ρυθμούς μετάδοσης ικανούς να καλύψουν μια αναμενόμενη ζήτηση. Η δεύτερη επιλογή είναι η δυναμική προσαρμογή του ρυθμού μετάδοσης της γραμμής ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις της γραμμής.

Ο πιο συνηθισμένος συνδυασμός ρυθμών είναι 7 Mbps για κάθοδο δεδομένων και 1 Mbps για άνοδο δεδομένων.

2.8 Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων (VDSL: Very high-bit-rate DSL)

Η τεχνολογία VDSL αποτελεί μια εναλλακτική λύση της τεχνολογίας ADSL. Αναπτύχθηκε ώστε να μπορεί να εκμεταλλευτεί τις καινοτόμες υποδομές FTTN (Fiber To The Neighborhood) και FTTC (Fiber To The Curb). Πρόκειται για μια προσπάθεια των τηλεπικοινωνιακών εταιρειών να εξοπλίσουν τις γειτονιές των απλών χρηστών με καλώδια οπτικών ινών υψηλών χωρητικότητας, τα οποία μπορούν να μεταδίδουν σήματα σε μεγάλες αποστάσεις, χωρίς σφάλματα. Στο Σχήμα 13 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της τεχνολογίας FTTC σε ένα τηλεφωνικό δίκτυο.



Σχήμα 13: Παράδειγμα υποδομής FTTC

Σύμφωνα με την υποδομή FTTC, όπως αυτή φαίνεται στο Σχήμα 13, από τις εγκαταστάσεις των χρηστών ξεκινάνε καλώδια συνεστραμμένων ζευγών προς το κοντινότερο τηλεπικοινωνιακό κουτί, το οποίο μπορεί να μετατρέπει τα σήματα σε οπτικά και να τα πολυπλέκει σε ένα καλώδιο οπτικών ινών. Τα καλώδια οπτικών ινών από τα κουτιά διακλάδωσης καταλήγουν σε έναν κεντρικό σταθμό μεταγωγής όπου τα οπτικά σήματα πολυπλέκονται πάνω σε ένα ευρυζωνικό καλώδιο οπτικών ινών.

Το τελευταίο καλώδιο αποτελεί την γραμμή επικοινωνίας με το κεντρικό γραφείο τηλεπικοινωνίας (CO – Central Office).

Ανάλογες αρχιτεκτονικές με αυτή που απεικονίζεται στο Σχήμα 13, έχουν αναπτυχθεί και για τα δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης.

Βρίσκουν εφαρμογή για περιπτώσεις όπου οι εγκαταστάσεις των χρηστών είναι απομακρυσμένες από το κεντρικό τηλεπικοινωνιακό γραφείο, με αποτέλεσμα τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών να μην είναι αποδοτικά. Στην ορολογία του VDSL, όλα τα κομβικά σημεία που μεσολαβούν μεταξύ του κεντρικού τηλεπικοινωνιακού γραφείου και των εγκαταστάσεων του χρήστη είναι γνωστά με τον όρο Οπτικές Μονάδες Δικτύου (Optical Network Units - ONU).

Το μέσο μετάδοσης στην VDSL μπορεί να είναι καλώδιο οπτικών ινών, ομοαξονικό καλώδιο ή καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (για σχετικά μικρές αποστάσεις από 300 – 1800 μέτρα). Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του, το VDSL προσέφερε ασύμμετρες υπηρεσίες. Σήμερα έχει τη δυνατότητα παροχής τόσο ασύμμετρων όσο και συμμετρικών υπηρεσιών.

Η λειτουργία του VDSL μοιάζει με αυτή του RADSL, αν ληφθεί υπόψη η δυνατότητά του να καταχωρεί δυναμικά το εύρος ζώνης και συνεπώς της ταχύτητες ανόδου και καθόδου των δεδομένων. Μοιάζει όμως και με την λειτουργία του ADSL, αφού μπορεί να χωρίζει το καλώδιο UTP (Unshielded Twisted Pair) σε πολλαπλά κανάλια και να επιτρέπει την ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, η κατανομή των συχνοτήτων στο ασύμμετρο VDSL είναι η ακόλουθη:

- Παραδοσιακή τηλεφωνική υπηρεσία (POTS): 0 – 4 KHz.
- Υπηρεσίες ISDN: 4 – 80 KHz.
- Άνοδος Δεδομένων (Upstream): 300 – 700 KHz.
- Κάθοδος Δεδομένων (Downstream): > 1000 KHz.

Από τα παραπάνω είναι ξεκάθαρο ότι το VDSL μπορεί να υποστηρίξει και υπηρεσίες ISDN.

Το κατέβασμα των δεδομένων από το κεντρικό γραφείο τηλεπικοινωνίας προς την εγκατάσταση του συνδρομητή πραγματοποιείται με μια ποικιλία ταχυτήτων, ανάλογα με την απόσταση. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τους πιο συνηθισμένους ρυθμούς.

Ρυθμός (σε Mbps)	Απόσταση (σε μέτρα)
12.96 – 13.8	1500
25.92 – 27.6	1000
51.84 – 55.2	300

Πίνακας 2: Ρυθμοί Μετάδοσης στο VDSL

Από τον Πίνακα 2, είναι φανερό ότι για μικρότερες αποστάσεις επιτυγχάνεται μεγαλύτερος ρυθμός κατεβάσματος με μέγιστο ρυθμό τα 52 Mbps για αποστάσεις έως 300 μέτρα.

Οι ρυθμοί ανόδου δεδομένων από την εγκατάσταση του συνδρομητή προς το κεντρικό γραφείο τηλεπικοινωνίας κυμαίνονται τυπικά γύρω στα 2.3 Mbps, ενώ μπορεί να φτάσει σε περιπτώσεις συμμετρικές κίνησης μέχρι και τα 26 Mbps. Για την επίτευξη του συμμετρικού VDSL, βασική προϋπόθεση είναι το μικρό μήκος της γραμμής. Σε αυτήν την περίπτωση, η μέθοδος διαίρεσης των καναλιών ανόδου και καθόδου είναι η τεχνική καταστολής της ηχούς.

Όσον αφορά την κωδικοποίηση της γραμμής στο VDSL, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τέσσερις μέθοδοι. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

- CAP (Carrierless Amplitude / Phase).
- DMT (Discrete Multitone Technique).
- DWMT (Discrete Wavelength Multitone Technique).
- SLC (Simple Line Code).

Από τις ανωτέρω μεθόδους κωδικοποίησης, αυτή που χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον και είναι ευρείας αποδοχής στην κοινότητα του VDSL, είναι η DMT.

2.9 Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων 2 (VDSL2)

Το ADSL2+ επεκτείνεται αυτήν την περίοδο παγκοσμίως ως νέα επικρατούσα τάση ευρυζωνικής τεχνολογίας για τους οικιακούς και επαγγελματικούς πελάτες. Αλλά την ίδια στιγμή, η βιομηχανία προσανατολίζεται προς το επόμενο βήμα της εξέλιξης DSL: Το VDSL2. Αυτή η δεύτερη έκδοση της **Ψηφιακής Γραμμής Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων (VDSL)** υπόσχεται να παραδώσει 100Mbps συμμετρικής κίνησης σε μικρές αποστάσεις.

Το πεδίο του προτύπου VDSL2 είναι αρκετά ευρύ. Οι στόχοι του είναι να αυξήσει την απόδοση στους μεγαλύτερους βρόχους (περισσότερο απ' ό,τι το VDSL) ως μια εξέλιξη του ADSL2+, και στους μικρούς βρόχους, ως εξέλιξη του VDSL. Το VDSL καταλαμβάνει το φάσμα από 138kHz έως 12MHz. Το φάσμα του VDSL2 διευρύνθηκε και πρὸς τα πάνω και πρὸς τα κάτω, χρησιμοποιώντας συνολικό φάσμα από τα 25kHz έως τα 30MHz. Το κλειδί για την αυξανόμενη απόδοση στους μεγάλους βρόχους βρίσκεται στη χρήση του χαμηλού φάσματος από 25kHz έως 138kHz, ενώ το κλειδί για την αύξηση της απόδοσης στους μικρούς βρόχους βρίσκεται στη χρήση του υψηλού φάσματος από 12MHz έως 30MHz. Η βιομηχανία DSL πέρασε επιτυχώς από το ADSL στο ADSL2+, διπλασιάζοντας το φάσμα, διατηρώντας ή βελτιώνοντας την πυκνότητα γραμμών και μειώνοντας τις δαπάνες. Η μετάβαση από το ADSL2 στο VDSL2 από την άλλη, βοηθά στη μείωση της πυκνότητας γραμμών χάρη σε μία σημαντική αύξηση στο φάσμα. Μια μετάβαση από το VDSL στο VDSL2 μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς απώλεια στην πυκνότητα γραμμών.

Το μεγάλο εύρος ζώνης του VDSL2 δίνει στους τηλεπικοινωνιακούς φορείς τη δυνατότητα να προσφέρουν υπηρεσίες όπως πολλαπλά κανάλια διαδραστικής τυποποιημένης και υψηλής ευκρίνειας TV over IP (HDTV), βίντεο κατ' απαίτηση και τηλεδιάσκεψη πάνω από τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις χαλκού.

Οι υπηρεσίες TV γίνονται γρήγορα στρατηγικά σημαντικές στις τηλεπικοινωνιακές εταιρείες καθώς ο ανταγωνισμός με το καλωδιακό ίντερνετ, που υπόσχεται επίσης πολύ μεγάλες ταχύτητες, έχει ενταθεί.

Η προτυποποίηση του VDSL2 ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2004 και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2005 (G.993.2). Όπως και με το ADSL/2/plus η τεχνική διαμόρφωσης του VDSL2 είναι ο Διακριτός Πολλαπλός Τόνος (DMT). Φασματικά, είναι συμβατό με όλες τις προϋπάρχουσες υπηρεσίες και επιτρέπει την διαλειτουργικότητα μεταξύ τους.

2.10 Ethernet στο πρώτο μίλι

Ίσως η σημαντικότερη διαφορά του προτύπου VDSL2, που επηρεάζει και τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζεται το δίκτυο, είναι ότι χρησιμοποιεί το Ethernet ως τεχνολογία πολυπλεξίας (64/65 ενθυλάκωση) στο πρώτο μίλι. Η κατάργηση του ATM στο πρώτο μίλι σημαίνει ότι η αρχιτεκτονική πρόσβασης μπορεί να απλοποιηθεί σε μία σημείο-προς-σημείο αρχιτεκτονική πρόσβασης Ethernet που χρησιμοποιεί ιδεατά δίκτυα τοπικής περιοχής (VLAN) ως μηχανισμούς υπηρεσίας-παράδοσης σε ολόκληρο το δίκτυο πρόσβασης. Ένα άμεσο όφελος της αλλαγής είναι τα μειωμένα γενικά έξοδα. Η αποβολή των μόνιμων ιδεατών συνδέσεων (PVC), οι οποίες είναι ένα έμφυτο μέρος των λύσεων του ATM, σε συνδυασμό με την ταυτοποίηση που χρησιμοποιεί, την DHCP Option 82, μπορούν να μειώσουν δραστικά τα λειτουργικά έξοδα του δικτύου. Η απλουστευμένη δομή του δικτύου, επιτρέπει την τεχνολογία μεταγωγής πακέτου καθώς και υπηρεσίες με επιλεγόμενο QoS (Quality of Service).

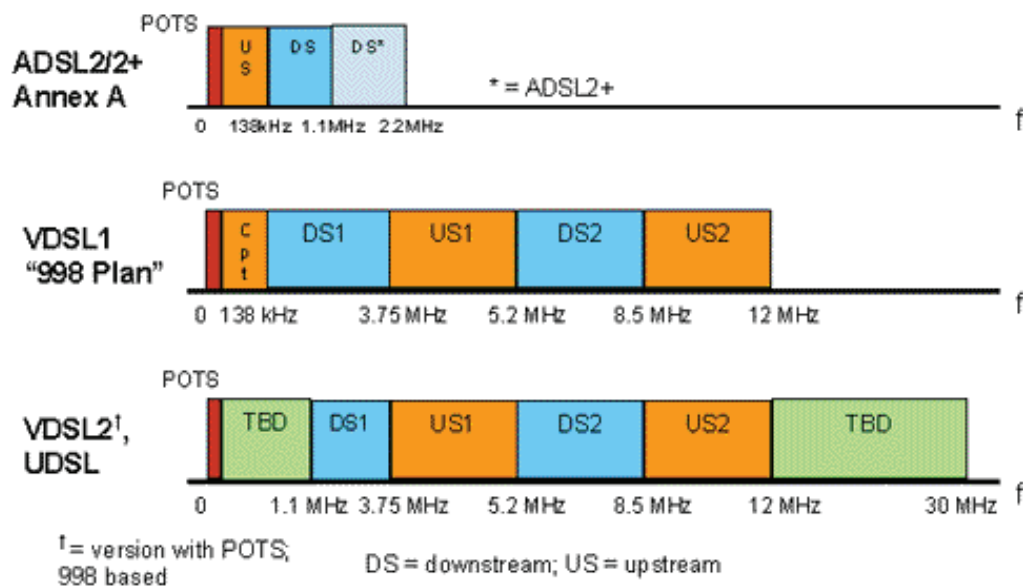
Για το QoS Η τυποποιημένη τεχνική ενθυλάκωσης 64/65-octet έχει τροποποιηθεί με ένα δικαίωμα προτίμησης που επιτρέπει στα υψηλής προτεραιότητας πλαίσια να διακόπτουν τη μετάδοση των πλαισίων χαμηλής-προτεραιότητας μέχρι αυτά να σταλούν. Η μετάδοση των πλαισίων χαμηλής-προτεραιότητας ξαναρχίζει αμέσως μετά.

Το γεγονός αυτό, είναι μείζονος σημασίας στο VDSL2, καθώς του επιτρέπει να παραδίδει ψηφιακή τηλεόραση πολύ υψηλής ποιότητας, σε συνδυασμό με τη μεταφορά φωνής και δεδομένων.

2.11 Χρήση του Φάσματος στις VDSL τεχνολογίες

Το ADSL, όπως προαναφέραμε, χωρίζει γενικά το εύρος ζώνης σε ένα σύστημα δύο-ζωνών όπου ένα μέρος του φάσματος συχνοτήτων χρησιμοποιείται για την προς τα πάνω μετάδοση και το δεύτερο μέρος χρησιμοποιείται για προς τα κάτω μετάδοση. Το VDSL, από την άλλη, έχει περισσότερες ζώνες για την προς τα πάνω και προς τα κάτω μετάδοση και επιτρέπει ένα μεγαλύτερο βαθμό ευελιξίας λαμβάνοντας υπόψη τους ρυθμούς μετάδοσης και τη συμμετρία μεταξύ ανόδου και καθόδου δεδομένων.

Δύο σχέδια ζωνών καθορίστηκαν το 2000, για να καλύψουν τις απαιτήσεις των εταιρειών για τη συμμετρία/ασυμμετρία (σχήμα 14). Το πρώτο (Band Plan 998) , διευκολύνει τις ασύμμετρες υπηρεσίες, ενώ το Band Plan 997 εξυπηρετεί συμμετρικές υπηρεσίες. Το VDSL υποστηρίζει ένα εύρος ζώνης μέχρι 12MHz ενώ στο VDSL2 αυτό μπορεί να επεκταθεί στα 30MHz. Για να είναι φασματικά συμβατό με το VDSL, το VDSL2 χρησιμοποιεί τις ίδιες ζώνες συχνοτήτων κάτω από τα 12MHz. Το VDSL2 μπορεί να χρησιμοποιήσει μέχρι 4.096 φέροντα. Ανάλογα με το φάσμα που χρησιμοποιείται, ένα φέρον υποδεικνύεται είτε για προς τα πάνω μετάδοση είτε για προς τα κάτω. Όπως στο ADSL, το χαμηλότερο μέρος του φάσματος διατίθεται για την τηλεφωνία (POTS ή ISDN) και ένας διαχωριστής με φίλτρο χρησιμοποιείται για να χωρίσει τις συχνότητες της τηλεφωνίας από τη VDSL2 ζώνη. Μια επιλογή "απόλυτου ψηφιακού τύπου" επίσης υπάρχει, όπου ουσιαστικά όλο το φάσμα μπορεί να χρησιμοποιείται για VDSL2.



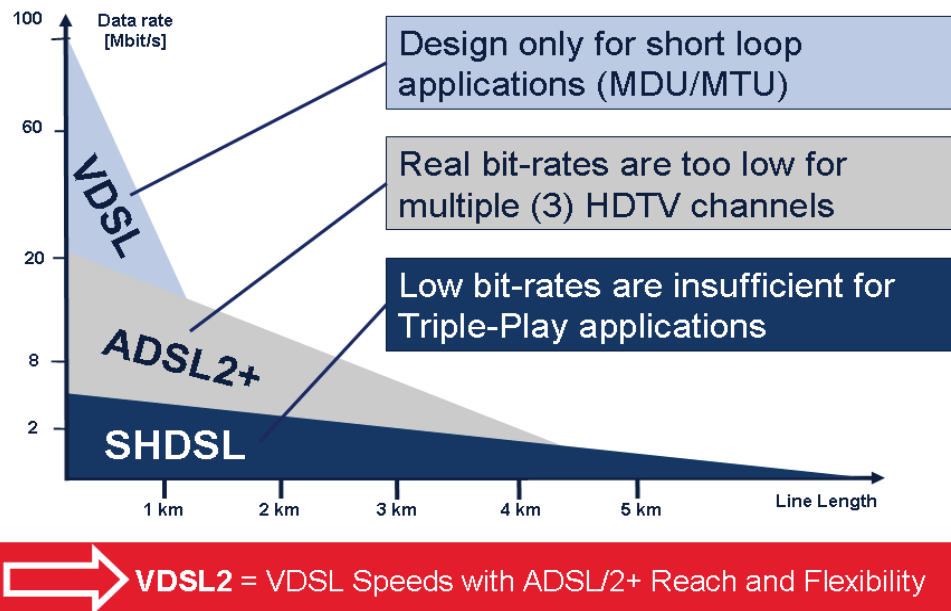
Σχήμα 14: Διαχωρισμός του φάσματος στις VDSL τεχνολογίες

2.12 Επέκταση τοπικού βρόχου

Ενώ στο VDSL το μήκος του τοπικού βρόχου είναι περιορισμένο στα περίπου 1500m για καλώδιο 0.4mm, το αντίστοιχο μήκος για το VDSL2 μπορεί να επεκταθεί στα περίπου 2400m. Η πρώτη προς τα πάνω ζώνη (που ορίζεται ως US0 στο παραπάνω σχήμα) του VDSL2 μπορεί να χρησιμοποιήσει τις ίδιες συχνότητες με το ADSL/2/plus. Αυτό επεκτείνει την κάλυψη του VDSL2 έναντι του VDSL.

Για αποστάσεις μεγαλύτερες των 2000-2400m, το ADSL2 παραμένει η πιο κατάλληλη επιλογή για πρόσβαση DSL.

Στο σχήμα 15, φαίνεται ποιες τεχνολογίες είναι καταλληλότερες ανάλογα με το μήκος του τοπικού βρόχου καθώς και το γεγονός ότι το VDSL2 έρχεται να καλύψει τις αδυναμίες που εμφάνιζε η κάθε τεχνολογία.



Σχήμα 15: Το VDSL2 προσφέρει ταχύτητες VDSL με κάλυψη και ευελιξία των ADSL/2+

Έτσι μπορούμε να πούμε ότι το VDSL2 είναι μια τεχνολογία που εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα των προηγούμενων τεχνολογιών και σε συνδυασμό με καινούργια χαρακτηριστικά, γίνεται η πλέον αποδοτική τεχνολογία DSL. Συγκεκριμένα, εκμεταλλεύεται τις υψηλές ταχύτητες του VDSL στους μικρούς βρόχους και τη φασματική του απόδοση, με τη χρήση πολλαπλών ζωνών για άνοδο και κάθοδο δεδομένων. Από το ADSL2+ εκμεταλλεύεται τους κανόνες κωδικοποίησης, την πλαισίωση, καθώς και την αυξημένη κάλυψη χάρη στη χρήση της φασματικής ζώνης US0. Το Ethernet στο πρώτο μίλι, δίνει τη δυνατότητα αποτελεσματικότερης σύνδεσης και υποστήριξης ποιότητας υπηρεσιών (QoS) και τέλος εισάγονται οι δυνατότητες συμμετρικής κίνησης στα 100/100 Mbps και η αύξηση του φάσματος στα 30 Mhz.



Σχήμα 16: VDSL2, Η σύγκλιση των τεχνολογιών DSL

2.13 Συμμετρικές Παραλλαγές

2.13.1 Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή Υψηλού Ρυθμού Μετάδοσης (HDSL: High bit rate DSL)

Η τεχνολογία HDSL είναι από τις πρώτες που αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 από την BellCore και έχει γίνει πρότυπο από την ETSI και την ITU (International Telecommunications Union). Δημιουργήθηκε με απώτερο σκοπό να εκμεταλλευτεί την υπάρχουσα τεχνολογία των ψηφιακών κυκλωμάτων T-1 και E-1. Οι γραμμές T-1 χρησιμοποιούνται στη Βόρεια Αμερική και την Ιαπωνία και μπορούν να πετύχουν ταχύτητες της τάξεως των 1.544 Mbps. Στην Ευρώπη, και σε πολλά άλλα μέρη του κόσμου, χρησιμοποιούνται τα E1 πρότυπα που παρέχουν μια ταχύτητα της τάξεως των 2.044 Mbps.

Η κωδικοποίηση γραμμής που αρχικά πραγματοποιούνταν ήταν η AMI (Alternate Mark Inversion). Αυτή απαιτούσε ένα εύρος ζώνης της τάξης του 1.5 MHz. Οι υψηλές συχνότητες που χρησιμοποιούνταν από την AMI οδηγούσαν στην εξασθένηση του σήματος, εξαιτίας της ευαισθησίας που εμφάνιζε σε φαινόμενα θορύβου. Αυτό σήμαινε ότι αν η τεχνολογία HDSL επιστράτευε την τεχνική AMI το σήμα μπορούσε να ταξιδέψει με ασφάλεια σε αποστάσεις μέχρι 1 Km. Πέρα από αυτές τις αποστάσεις ήταν αναγκαία η χρήση κάποιου επαναλήπτη (repeater) ή ενισχυτή (Amplifier) σήματος.

Μια εναλλακτική λύση στην κωδικοποίηση της γραμμής αποτέλεσε η τεχνική 2B1Q. Πρόκειται για μια τεχνική που έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για τις τεχνολογίες HDSL, SDSL και την ISDN BRI. Η 2B1Q είναι λιγότερο ευαίσθητη σε φαινόμενα εξασθένησης σήματος δεδομένου ότι περιορίζεται σε πολύ μικρότερες συχνότητες σε σχέση με την AMI. Με την 2B1Q μπορούν να επιτευχθούν ταχύτητες της τάξεως των 2,3 Mbps για αποστάσεις μέχρι 3.7 Km.

Συγκριτικά με την τεχνολογία ADSL, η HDSL προσφέρει απόλυτα συμμετρικές υπηρεσίες, δηλαδή το εύρος ζώνης και προς τις δύο κατευθύνσεις είναι το ίδιο, αλλά δεν παρέχει τυπική υπηρεσία τηλεφωνίας πάνω από την ίδια γραμμή. Για την επίτευξη της πλήρους αμφίδρομης μετάδοσης χρησιμοποιούνται 2 καλώδια συνεστραμμένων ζευγών, τα οποία μπορεί να γίνουν και τρία για υποστήριξη μέχρι και 2.048 Kbps. Αυτό είναι και ένα μειονέκτημα σε σχέση με το ADSL που χρησιμοποιεί μόνο ένα καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.

Κάποια βασικά πλεονεκτήματα του HDSL είναι τα ακόλουθα:

- Μεγάλη ανοχή σε οποιαδήποτε τροποποίηση του τοπικού βρόχου από την εταιρεία παροχής τηλεφωνικών υπηρεσιών
- Πλήρη συνεργασία με κυκλώματα T-1 και E-1, δεδομένου ότι το HDSL δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό.
- Δυνατότητα αντιμετώπισης περιπτώσεων αποτυχίας του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι το HDSL μπορεί να ανακάμψει όταν ένα από τα δύο καλώδια αποτύχει. Η χρήση μόνο του ενός καλωδίου περιορίζει τις επιδόσεις του συστήματος στο μισό.

2.13.2 2ης γενιάς HDSL(2nd generation HDSL)

Αυτή η εκδοχή παρέχει ταχύτητα 1.5 Mbps και προς τις δύο κατευθύνσεις, υποστηρίζει φωνή, δεδομένα και βίντεο και χρησιμοποιεί είτε ATM (asynchronous transfer mode) είτε frame relay πάνω από ένα συνεστραμμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων. Αυτό το πρότυπο του ANSI (American National Standards Institute) δίνει ένα σταθερό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων 1.5 Mbps και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το HDSL2 δεν παρέχει τυπική υπηρεσία τηλεφωνίας πάνω από την ίδιο ζεύγος καλωδίων. Το HDSL2 διαφέρει από την HDSL στο ότι χρησιμοποιεί ένα ζεύγος καλωδίων για να μεταφέρει 1.5 Mbps ενώ η ANSI HDSL χρησιμοποιεί δύο ζεύγη.

2.13.3 4ης γενιάς HDSL (4th generation HDSL)

Το HDSL4 είναι ουσιαστικά το ίδιο με το HDSL2 με τη διαφορά ότι επιτυγχάνει μεγαλύτερη απόσταση κατά περίπου 30% σε σχέση με το HDSL ή το HDSL2. Χρησιμοποιεί δύο ζευγάρια καλωδίων (4 αγωγοί), ενώ το HDSL2 χρησιμοποιεί ένα ζευγάρι καλωδίων.

2.14 Συμμετρική Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (SDSL: Symmetric DSL)

Η τεχνολογία SDSL είναι γνωστή και ως ψηφιακή γραμμή συνδρομητή απλού καλωδίου. Πρόκειται για την HDSL με τη μόνη διαφορά ότι χρησιμοποιείται ένα απλό καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών, αντί για δύο γι' αυτό και η μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων δεν μπορεί να ξεπερνά τα 3 km. Δεδομένου ότι η τοπική εγκατάσταση του συνδρομητή λαμβάνει υπόψη μόνο ένα καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών για σύνδεση με το τοπικό τηλεπικοινωνιακό γραφείο, γίνεται εύκολα

αντιληπτό ότι το SDSL είναι περισσότερο προσιτό στον απλό χρήστη από ότι το HDSL.

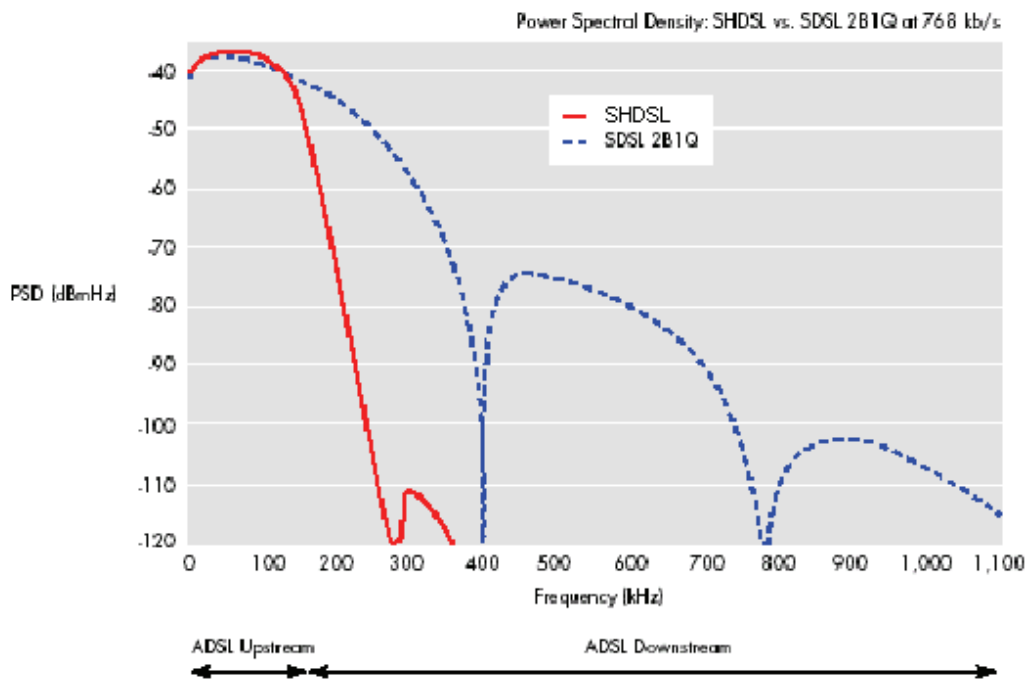
Οι επιδόσεις του SDSL παραμένουν οι ίδιες με αυτές του HDSL. Για να γίνει κάτι τέτοιο πρέπει η χωρητικότητα του τοπικής γραμμής να φθάσει στη μέγιστη δυνατή τιμή της. Για την δημιουργία των συμμετρικών ψηφιακών ζωνών ανόδου και καθόδου δεδομένων, χρησιμοποιείται η τεχνική καταστολής της ηχούς (echo cancellation), ενώ η κωδικοποίηση της πληροφορίας στη γραμμή μετάδοσης πραγματοποιείται με χρήση της μεθόδου 2B1Q.

Το SDSL μπορεί να επιτύχει ρυθμούς ανόδου και καθόδου δεδομένων από 128 Kbps μέχρι 2048 Kbps. Βρίσκει πολλές εφαρμογές σε επιχειρησιακό επίπεδο καθώς είναι μια από τις καλύτερες λύσεις για τη σύνδεση εξυπηρετητών στο Διαδίκτυο, για βίντεο-συνδιάσκεψη και για ανταλλαγή μεγάλου όγκου αρχείων. Αν και το κανάλι της παραδοσιακής τηλεφωνικής υπηρεσίας μπορεί να είναι διαχωρισμένο από αυτά των δεδομένων, συνήθως, η τηλεφωνική επικοινωνία δεν μπορεί να πραγματοποιείται ταυτόχρονα με τις υπηρεσίες δεδομένων. Κάτι τέτοιο δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα σε επιχειρησιακό επίπεδο εξαιτίας της ύπαρξης εναλλακτικών λύσεων, όπως το VoIP.

2.15 Συμμετρική Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή Υψηλού Ρυθμού Μετάδοσης (SHDSL: Symmetric High-Bitrate DSL)

Το SHDSL είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο αιχμής, συμμετρικού DSL. Ο εξοπλισμός SHDSL ακολουθεί την σύσταση G.991.2 της ITU, γνωστή επίσης ως G.shdsl, και εγκεκριμένη από την ITU-T το Φεβρουάριο του 2001. Πρόκειται για την πρώτη τεχνολογία συμμετρικού DSL πολλαπλού ρυθμού, η οποία προτυποποιήθηκε. Το SHDSL μπορεί να υποστηρίξει ρυθμούς από 192 Kbps μέχρι 2.312 Mbps πάνω από ένα ζευγάρι χάλκινων καλωδίων, ή ρυθμούς από 384 Kbps μέχρι 4.624 Mbps όταν χρησιμοποιούνται δύο ζεύγη καλωδίων. Ο ρυθμός γραμμής για το κάθε ζευγάρι πρέπει να είναι ο ίδιος.

Σε σχέση με το SDSL που χρησιμοποιεί την 2B1Q, το SHDSL χρησιμοποιεί έναν πιο εξελιγμένο αλγόριθμο για την κωδικοποίηση γραμμής, την TC-PAM (Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation). Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιεί 16 στάθμες κωδικοποίησης αντί των τεσσάρων του 2B1Q, αυξάνοντας έτσι την φασματική του απόδοσή.



Σχήμα 17: Η φασματική υπεροχή του G.shdsl σε σχέση με το SDSL

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η βελτίωση στη φασματική πυκνότητα ισχύος του SHDSL. Η φασματική πυκνότητα ισχύος αντιπροσωπεύει το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για να σταλεί η πληροφορία. Με μειωμένη την ποσότητα ενέργειας εντός μίας ζώνης συχνοτήτων, η πιθανότητα παρεμβολών με έναν συνδρομητή ADSL είναι σημαντικά μικρότερη ενώ απαιτείται και λιγότερη ισχύς. Έτσι το SHDSL δεν αποτελεί πρόβλημα σε βρόχους εξοπλισμένους με τεχνολογία ADSL και προκαλεί μικρότερες παρεμβολές πάνω στο ίδιο καλώδιο.

Το SHDSL παρέχει αυξημένες δυνατότητες στο μήκος του βρόχου πρόσβασης. Οι συμμετρικοί ρυθμοί των 2,312 Mbps μπορούν να επιτευχθούν σε αποστάσεις της τάξης των 3 χλμ. Και αυτοί των 192 kbps έως και στα 6 χλμ. σε ένα ενιαίο ζευγάρι καλωδίων AWG26. Η επιλογή των 4-καλωδίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επεκταθεί το μήκος πρόσβασης για τους ίδιους ρυθμούς, όπως για παράδειγμα για τα 2,3 Mbps να φτάσει τα 5 χλμ. Πέρα από αυτές τις αποστάσεις, το πρότυπο προβλέπει τη δυνατότητα χρήσης έως και οχτώ επαναληπτών ανά ζεύγος καλωδίων, επιτρέποντας μεταφορά δεδομένων σε ακόμα μεγαλύτερες αποστάσεις.

Άλλο χαρακτηριστικό του SHDSL είναι ότι δεν μεταφέρει φωνή όπως το ADSL, όμως νέες τεχνικές μεταφοράς φωνής πάνω από DSL μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν ψηφιοποιημένη φωνή και δεδομένα μέσω SHDSL. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι το SHDSL είναι ιδανικό για επιχειρήσεις καθώς η συμμετρική του τεχνολογία είναι κατάλληλη για εφαρμογές όπως VoIP, για επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων, τηλεδιάσκεψη, φιλοξενία διακομιστών, ιδεατά ιδιωτικά δίκτυα (PVN – Private Virtual Networks) για μοίρασμα δεδομένων και για πρόσβαση από απόσταση (Remote LAN Access).

DSL	Linecode	# of pairs	Payload per pair	Standards
HDSL	2B1Q or CAP	1, 2 or 3	776, 1160 or 2312 kbps	ETSI TS101135 ITU G.991.1 ANSI T1.4-TR28
SDSL	2B1Q or CAP	1	384 to 2312 kbps	Proprietary
HDSL-2	TC-PAM	1	1544 kbps	ANSI T1.418
HDSL-4	TC-PAM	2	776 kbps	ANSI T1.418
SHDSL	TC-PAM	1 or 2	192 to 2312 kbps	ITU G.991.2 ETSI TS102524 T1.422

Πίνακας 3: Συγκριτικός Πίνακας Συμμετρικών Τεχνολογιών DSL

2.16 Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών DSL (ISDN-DSL: integrated services digital network DSL)

Το IDSL είναι μια υβριδική τεχνολογία των DSL και ISDN, που υποστηρίζει συμμετρικούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων μέχρι 144 Kbps χρησιμοποιώντας τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές. Η κωδικοποίηση γραμμής που χρησιμοποιεί είναι η 2B1Q, ίδια με του ISDN. Η διαφορά του με το ISDN, είναι ότι αποφεύγει την χρησιμοποίηση του δικτύου τηλεφωνίας και των τηλεφωνικών κέντρων ISDN, ενώ χρησιμοποιεί το δίκτυο μετάδοσης δεδομένων και παρέχει μόνιμη σύνδεση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός DLC (Digital Loop Carrier), μια απομακρυσμένη διάταξη η οποία τοποθετείται συχνά για να απλοποιήσει τη διανομή της καλωδίωσης από την τηλεφωνική εταιρεία. Ενώ τα DLC's απλοποιούν τη διανομή παραδοσιακών υπηρεσιών φωνής, μπορούν να παρέχουν επίσης και DSL. Μ'αυτόν τον τρόπο, το IDSL δεν υποστηρίζει υπηρεσίες τηλεφωνίας παράλληλα με τη μεταφορά δεδομένων, συντελεί όμως στην αποσυμφόρηση των τηλεφωνικών κέντρων από τις κλήσεις ISDN για πρόσβαση στο διαδίκτυο. Η εγκατάσταση της κλήσης είναι άμεση και χρειάζεται ένα μόνο ζεύγος καλωδίων. Η μέγιστη απόσταση από το κέντρο μπορεί να φτάσει τα 15 χλμ.

Το γεγονός ότι το IDSL δεν είναι μία αρκετά διαδεδομένη τεχνολογία, την καθιστά αμέσως και πιο ακριβή, αν και οι ταχύτητες που προσφέρει μπορεί να είναι πολύ χαμηλότερες του ADSL. Το αυξημένο κόστος οφείλεται λιγότερο στο εύρος ζώνης και περισσότερο στην παροχή εξοπλισμού και εγκατάστασής του. Παρόλα αυτά, το IDSL μπορεί να είναι η μοναδική διαθέσιμη τεχνολογία σε περιπτώσεις που το τερματικό απέχει πολλά χιλιόμετρα από το κεντρικό γραφείο (CO).

2.17 Σύγκριση των τεχνολογιών xDSL

Στον παρακάτω πίνακα συγκρίνουμε τις διάφορες xDSL τεχνολογίες.

	Τεχνολογία	Download	Upload	Απόσταση
Ασύμμετρες Τεχνολογίες	ADSL	1.5 - 8 Mbps	16 – 1024 Kbps	1.544 Mbps - 5.5 km 2.048 Mbps - 4.8 km 6.312 Mbps - 3.6 km 8.448 Mbps - 2.7 km
	G. Lite ADSL	1.5 Mbps	512 Kbps	< 5.5 km
	Rate Adaptive DSL	7 Mbps	1 Mbps	< 5.5 km
	ADSL 2	12 Mbps	1 Mbps	< 6 km
	ADSL 2+	24 Mbps	1 Mbps	< 6 km
	VDSL	52.8 Mbps asymmetric 26 Mbps symmetric	2.3 Mbps	12.96 Mbps - 1.4 km 25.82 Mbps - 0.9 km 51.84 Mbps - 0.3 km
	VDSL 2	100 Mbps	100 Mbps	< 2.4 km
Συμμετρικές Τεχνολογίες	HDSL	1.544 Mbps duplex (2 UTP) 2.048 Mbps (3 UTP)		1.544 Mbps - 5.5 km 2.048 Mbps - 3.6 km
	SDSL	2.048 Mbps		< 3 km
	SHDSL	2.3 Mbps 1UTP 4.6 Mbps 2UTP		3 km 6 km
	ISDN-DSL	144 Kbps		15 km

Πίνακας 4: Σύγκριση xDSL Τεχνολογιών

Όπως έγινε αντιληπτό η καθεμία από τις παραπάνω τεχνολογίες καλύπτει διαφορετικές ανάγκες των χρηστών και στοχεύει σε διαφορετική αγορά.

Το ADSL είναι η πιο διαδεδομένη τεχνολογία ευρυζωνικής πρόσβασης με περίπου 150 εκατομύρια συνδρομητές παγκοσμίως σε ένα σύνολο 250 εκατομμυρίων συνδρομητών ευρυζωνικών τεχνολογιών (ποσοστό 60%), σύμφωνα με τα τελευταία στατιστικά του dsIForum (1ο τετράμηνο του 2006). Απευθύνεται κυρίως στους οικιακούς χρήστες που έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις για κατέβασμα δεδομένων και λιγότερες για ανέβασμα, αλλά και σε μικρές επιχειρήσεις. Με το ADSL παρέχεται μια γρήγορη πρόσβαση στο διαδίκτυο και οι χρήστες μπορούν να έχουν γρήγορη πρόσβαση σε διαδικτυακό περιεχόμενο, να κάνουν αγορές (e-commerce), να διαχειρίζονται τον τραπεζικό τους λογαριασμό (e-banking), να ανταλλάσσουν e-mails κλπ.

Παρόμοια χρησιμότητα έχει και η έκδοση G.Lite του ADSL η οποία επιπλέον είναι και πιο εύκολη στην υλοποίηση, αλλά προσφέρει πιο χαμηλές ταχύτητες από την ADSL (μέχρι 1.5 Mbps).

Οι παραλλαγές ADSL2 και ADSL2+, προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες στους συνδρομητές αφού οι ταχύτητες φτάνουν τα 12 και τα 24 Mbps αντίστοιχα, αυξάνοντας παράλληλα και την απόσταση που μπορεί να έχει ο συνδρομητής από το τηλεπικοινωνιακό κέντρο στα 6 km. Αυτό επιτυγχάνεται με καλύτερη αξιοποίηση του φάσματος και πιο ανεπτυγμένες τεχνικές μετάδοσης και κωδικοποίησης των δεδομένων. Άρα μπορούμε να πούμε ότι αυτές οι δύο τεχνολογίες είναι βελτίωση της τεχνολογίας ADSL.

Το VDSL παρουσιάζει μια τεχνική ομοιότητα με το ADSL. Μπορεί όμως να επιτύχει ταχύτητες πολλές φορές μεγαλύτερες και να φτάσει τα 52.8 Mbps. Το VDSL χρησιμοποιεί ακριβώς τις ίδιες τεχνικές μετάδοσης και αποσφαλμάτωσης με το ADSL αλλά το μειονέκτημα του είναι ότι οι αποστάσεις των χρηστών από τα τηλεπικοινωνιακά κέντρα δεν μπορούν να ξεπερνούν τα 1.4 Km. Με το VDSL οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση επιπλέον σε πολυμεσικό περιεχόμενο, όπως είναι το βίντεο κατ' απαίτηση, η καλωδιακή εκπομπή τηλεοπτικού σήματος σε υψηλή ανάλυση (HDTV), εφαρμογές τηλεδιάσκεψης και άλλες πολλές εφαρμογές. Το μόνο μειονέκτημα είναι η απαίτηση σε υποδομές οπτικών δικτύων (οπτικές ίνες και οπτικές μονάδες δικτύου) οι οποίες για πολλές περιοχές είναι ασύμφορες οικονομικά.

Το VDSL2, παρουσιάζεται ως η τεχνολογία αιχμής στην οικογένεια των ψηφιακών γραμμών συνδρομητή. Αξιοποιεί μεγαλύτερο μέρος του φάσματος από το VDSL και με νέες προηγμένες τεχνικές μπορεί να παρέχει ταχύτητες μέχρι και 100 Mbps συμμετρικά σε πολύ μικρές αποστάσεις αλλά και πιο χαμηλές ταχύτητες σε αποστάσεις μεγαλύτερες από αυτές του VDSL (μέχρι 2.4 km). Σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 2.4 km η VDSL2 υστερεί των τεχνολογιών ADSL2/2+.

Η HDSL αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει συγκεκριμένες υποδομές των εταιρειών τηλεφωνίας όπως τα κυκλώματα T1, T2..., E1, E2... για παροχή συμμετρικών υπηρεσιών. Υπήρξε μια καλή λύση όταν υπήρχαν απαιτήσεις συμμετρικής κίνησης, όπως μόνιμα συνδεδεμένοι εξυπηρετητές, αλλά μειονεκτούσε στο ότι έπρεπε να χρησιμοποιεί 2 ή 3 ζεύγη καλωδίων και δεν υποστήριζε υπηρεσία τηλεφωνίας.

Το SDSL αποτελεί ίδια τεχνολογία με το HDSL με τη διαφορά ότι χάρη σε πιο προηγμένες τεχνικές μετάδοσης, χρησιμοποιεί ένα ζεύγος καλωδίων και είναι πιο εύκολο στην υλοποίηση.

Τέλος το SHDSL είναι το πρότυπο αιχμής στις συμμετρικές τεχνολογίες καθώς αξιοποιεί με πιο εξελιγμένες τεχνικές το διαθέσιμο φάσμα και επιτυγχάνει μεγαλύτερους ρυθμούς δεδομένων σε πιο μεγάλες αποστάσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες τεχνικές.

Όσον αφορά το IDSL είναι μια τεχνολογία η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές απομακρυσμένες από τα τηλεπικοινωνιακά κέντρα (μέχρι 15 km) για να επιτευχθούν ταχύτητες καλύτερες από αυτές των pstn συνδέσεων, αλλά δεν μπορούμε να πούμε ότι παρέχουν ευρυζωνική σύνδεση, καθώς οι κύριες εφαρμογές τους αφορούν τη μεταφορά δεδομένων.

2.18 Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις του xDSL

Η ποιότητα υπηρεσιών των τεχνολογιών xDSL μπορεί να επηρεαστεί καταλυτικά από διάφορους παράγοντες που εμποδίζουν ή αλλοιώνουν την μετάδοση σήματος. Οι κυριότεροι από αυτούς τους παράγοντες είναι οι εξής :

- Η παρουσία πηνίων φόρτισης στο συνδρομητικό βρόχο
- Η εξασθένηση του σήματος
- Οι παρεμβολές
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε σε συντομία τον τρόπο που επηρεάζουν οι παραπάνω παράγοντες την ποιότητα του σήματος του DSL.

2.19 Πηνία φόρτισης

Τα πηνία φόρτισης αποτελούν «κατάλοιπα» της τεχνολογίας του περασμένου αιώνα και τοποθετούνταν σε χάλκινες γραμμές μεγάλου μήκους για να βελτιώσουν την ποιότητα του σήματος φωνής. Το πρόβλημα με τα πηνία φόρτισης είναι το γεγονός ότι δεν επιτρέπουν τη μετάδοση σήματος με εύρος φάσματος μεγαλύτερο των 4KHz. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην μπορεί να λειτουργήσει το DSL αφού το εύρος φάσματος λειτουργίας του σε όλες τις παραλλαγές τους είναι κατά πολύ μεγαλύτερο όπως είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους. Τα πηνία φόρτισης πρέπει να αφαιρεθούν ώστε να γίνει δυνατή η λειτουργία του DSL. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα του Οργανισμού Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος (OTE) δεν υπάρχουν πλέον πηνία φόρτισης στο δίκτυό του.

2.20 Εξασθένηση σήματος

Το πρόβλημα της εξασθένησης του τηλεπικοινωνιακού σήματος αποτελεί ένα σύνηθες πρόβλημα το οποίο εντείνεται όσο:

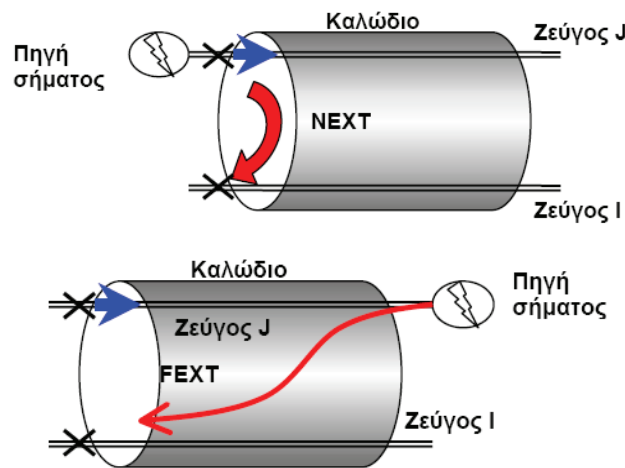
- αυξάνεται το μήκος του συνδρομητικού βρόχου
- μειώνεται η διατομή των καλωδίων
- αυξάνεται η συχνότητα λειτουργίας για τη μετάδοση σήματος.

Η εξασθένηση του σήματος δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί παρά μόνο αν η αποστάσεις μεταξύ του συνδρομητή και του τηλεφωνικού κέντρου είναι μικρότερες των 5.5 Km. Με μετρήσεις που έχουν γίνει κατά μέσο όρο το μήκος του χάλκινου καλωδίου από το τοπικό κέντρο του τηλεπικοινωνιακού παρόχου μέχρι το χώρο του συνδρομητή είναι 1500 μέτρα για τις πόλεις ενώ αυξάνει στα 2500 μέτρα για την επαρχία.

2.21 Παρεμβολές NEXT και FEXT

Οι παρεμβολές είναι ένα ακόμα σύνηθες πρόβλημα στη μετάδοση σήματος πάνω από χάλκινο καλώδιο. Οι παρεμβολές προέρχονται από γειτονικά ζεύγη καλωδίων και μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο ομάδες.

- Στις παρεμβολές που οφείλονται σε πηγή που βρίσκεται στο ίδιο άκρο ενός γειτονικού ζεύγους καλωδίου (near end crosstalk—NEXT)
- Στις παρεμβολές που οφείλονται σε πηγή που βρίσκεται στο απέναντι άκρο ενός γειτονικού ζεύγους καλωδίων (far end crosstalk – FEXT)



Σχήμα 18: Παρεμβολές NEXT και FEXT αντίστοιχα

Οι παρεμβολές NEXT είναι ανεξάρτητες του μήκους των γραμμών ενώ παρουσιάζονται συνήθως σε συστήματα που μεταδίδουν ταυτόχρονα και στις δύο κατευθύνσεις. Μπορούν να αποφευχθούν αν διαχωριστούν οι δύο κατευθύνσεις μετάδοσης είτε σε μη επικαλυπτόμενα χρονικά διαστήματα είτε σε μη επικαλυπτόμενες ζώνες συχνοτήτων.

Οι παρεμβολές FEXT μπορεί να εξασθενίσουν όσο και το κύριο σήμα που μεταδίδεται στην ίδια κατεύθυνση. Το φαινόμενο έχει μελετηθεί πολύ για τις χαμηλές συχνότητες των τηλεφωνικών γραμμών αλλά στις υψηλότερες συχνότητες του DSL οι παρεμβολές FEXT δεν έχουν χαρακτηριστεί ικανοποιητικά. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται η χρήση ειδικού εξοπλισμού σε συνδυασμό με την πραγματοποίηση χρονοβόρων μετρήσεων των γραμμών σε ένα πραγματικό δίκτυο για να προσδιοριστούν ακριβώς οι συνέπειές τους.

2.22 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Η μετάδοση σήματος xDSL επηρεάζεται σημαντικά από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Αυτές συνήθως προέρχονται:

- Από εκπομπές ραδιοφωνικών σταθμών AM
- Από λειτουργίες της τηλεφωνίας, που μερικές φορές προκαλούν σήματα στην περιοχή συχνοτήτων του DSL
- Από οικιακές συσκευές (κινητά τηλέφωνα, φούρνοι μικροκυμάτων).

Η συστηματική ύπαρξη τέτοιων ακτινοβολιών έχει ως συνέπεια τη μείωση του μέγιστου μήκους του τοπικού βρόχου, στο οποίο μπορούν να προσφερθούν υπηρεσίες xDSL.

3 Κεφάλαιο

ΚΑΛΩΔΙΑΚΗ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

3.1 Εισαγωγή

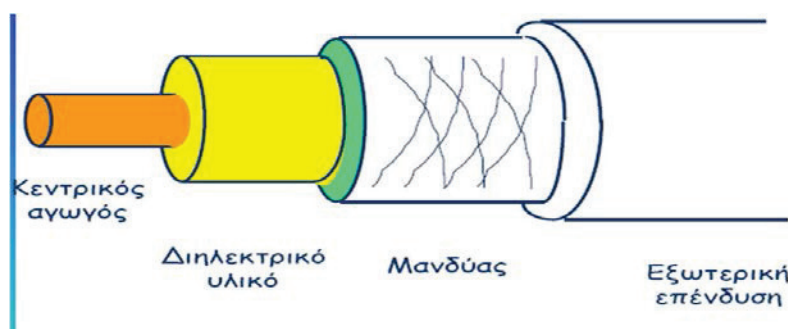
Τα δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης (CATV) χρησιμοποιούνταν για πολύ καιρό αποκλειστικά για τη μετάδοση τηλεοπτικών προγραμμάτων προς τους συνδρομητές, μέσω κυρίως των ομοαξονικών καλωδίων. Αν και τα δίκτυα ξεκίνησαν με δυνατότητα μονόδρομης μετάδοσης μόνο, με την αύξηση της ζήτησης για διαδραστικές υπηρεσίες ευρείας ζώνης, τα δίκτυα εξελίχθηκαν για να ικανοποιήσουν τις νέες ανάγκες.

Ανάμεσα στις διαφορετικές αρχιτεκτονικές δικτύου για καλωδιακή τηλεόραση, που μπορούσαν να παρέχουν αμφίδρομες υπηρεσίες στους συνδρομητές, μία υβριδική αρχιτεκτονική η οποία παρείχε οπτική ίνα μέχρι την γειτονιά των συνδρομητών και στη συνέχεια χρησιμοποιούσε την υπάρχουσα υποδομή των ομοαξονικών καλωδίων μέχρι τον χρήστη, φάνηκε να είναι η πιο υποσχόμενη.

Η τεχνολογία αυτή ονομάστηκε υβριδική οπτική-ομοαξονική (HFC, Hybrid Fiber Coaxial). Μέσω αυτής της αρχιτεκτονικής, οι τηλεοπτικές εταιρείες μπορούσαν να παρέχουν στους συνδρομητές τους και υπηρεσίες διαδικτύου υψηλής ταχύτητας.

3.2 Ομοαξονικό Καλώδιο

Τα υβριδικά ευρυζωνικά δίκτυα πρόσβασης οπτικής ίνας-ομοαξονικού καλωδίου, βασίζονται στα ομοαξονικά καλώδια, τα οποία μπορούν να μεταφέρουν μεγάλο αριθμό καναλιών στις ραδιοσυχνότητες (RF).



Σχήμα 1: Ομοαξονικό Καλώδιο

Στα σημεία απόληξης, κάθε φέρον διαμορφώνεται με ένα ψηφιακό ή αναλογικό σήμα πληροφορίας και στη συνέχεια όλα τα φέροντα πολυπλέκονται σε όλο το εύρος συχνοτήτων.

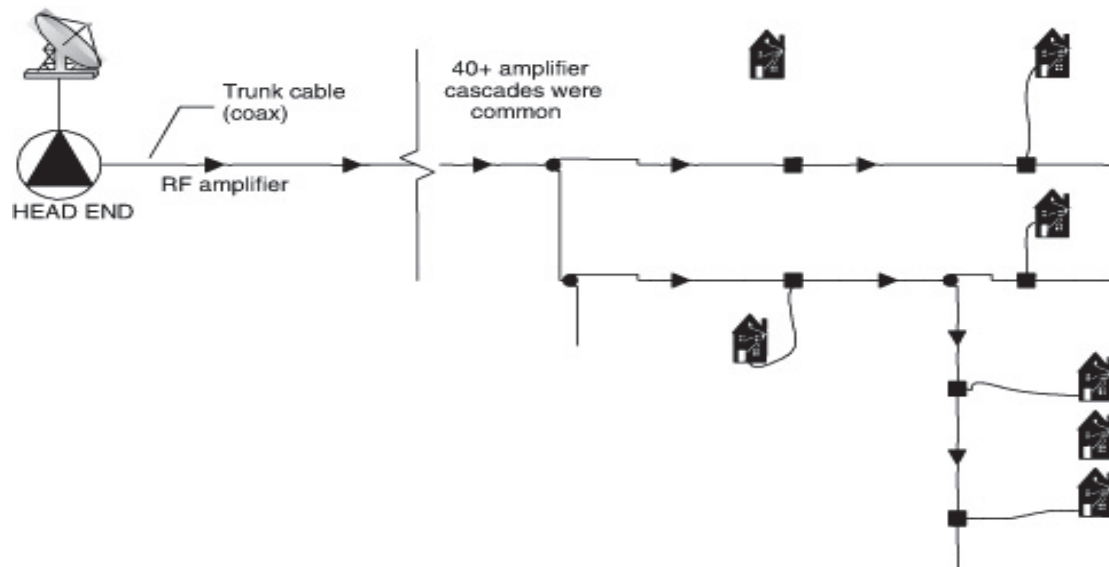
Στο φάσμα πραγματοποιείται, με τη βοήθεια φίλτρων, διαχωρισμός των συχνοτήτων έτσι ώστε να είναι εφικτή η ταυτόχρονη μετάδοση πληροφορίας και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το μέσο αυτό παρέχει μεγάλη χωρητικότητα και ευελιξία στη μεταφορά των σημάτων RF εντός ενός δικτύου.

Το ομοαξονικό καλώδιο δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές του καλωδιακού δικτύου, να χρησιμοποιούν αποκλειστικά κανάλια, για να παρέχουν υπηρεσίες στους συνδρομητές. Επιπλέον, μπορεί να μεταφέρει πολλαπλά φέροντα, ανεξαρτήτως του τρόπου διαμόρφωσης και των σημάτων βασικής ζώνης. Τέλος, σε γενικές γραμμές, υπάρχει μεγάλη ανοχή στις παρεμβολές του ελεύθερου χώρου και η χωρητικότητα μπορεί να φτάσει έως και πάνω από 1 GHz.

Οι απώλειες μετάδοσης εντός των ομοαξονικών καλωδίων μπορεί να είναι σημαντικές. Είναι ανάλογες της συχνότητας του φέροντος, και είναι απαραίτητη η χρήση RF-ενισχυτών όταν το καλώδιο διανύει μεγάλες αποστάσεις. Πρακτικά τοποθετείται ενισχυτής κάθε 60-600μ. Οπότε, αν και το θεωρητικό φασματικό όριο του καλωδίου είναι μεγαλύτερο του 1 GHz, στην πράξη, τα ενεργητικά και τα παθητικά στοιχεία του δικτύου (ενισχυτές, φίλτρα...) θέτουν ένα χαμηλότερο όριο εντός του οποίου γίνεται η μετάδοση σήματος.

3.3 Συμβατικό δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης - Αρχιτεκτονική Δένδρου-Κλαδιού

Το συμβατικό δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης (CATV), σχεδιάστηκε αρχικά για να βελτιστοποιήσει τη μονόδρομη, αναλογική μετάδοση του τηλεοπτικού προγράμματος στο σπίτι. Αποτελείται βασικά από συνδέσεις «δέντρου-κλαδιού», όπου το ομοαξονικό καλώδιο συνδέεται με ένα σημείο απόληξης (head end) και τερματικός εξοπλισμός τοποθετείται και στις δύο πλευρές της γραμμής. Η τοπολογία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την παροχή του ίδιου ακριβώς RF-φάσματος σε κάθε συνδρομητή εντός μίας συγκεκριμένης περιοχής. Αυτό σε γενικές γραμμές βόλεψε τις εταιρείες καλωδιακής τηλεόρασης, αλλά εισήγαγε κάποιους περιορισμούς. Ο πιο χαρακτηριστικός περιορισμός, ήταν η συσσώρευση του θορύβου και των παραμορφώσεων κατά μήκος της αλληλουχίας των ενισχυτών, οι οποίοι χρειάζονταν για την αντιστάθμιση των απωλειών. Έτσι προέκυψαν ζητήματα αξιοπιστίας και ποιότητας υπηρεσιών στο χώρο του συνδρομητή. Επιπλέον, για δεδομένο εύρος ζώνης, υπήρχαν πρακτικοί και θεωρητικοί περιορισμοί στον αριθμό των ενισχυτών που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, με αποτέλεσμα να αναγκαστούν οι εταιρείες στη χρήση μικρότερου εύρους ζώνης, έτσι ώστε να διατηρήσουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών.



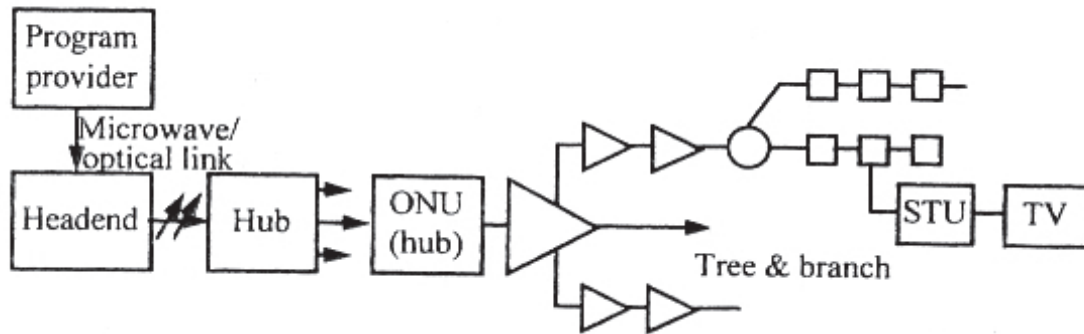
Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική Δέντρου-Κλαδιού Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.

Όλα αυτά είχαν ως αποτέλεσμα οι συνδρομητές μίας συγκεκριμένης περιοχής να έχουν το ίδιο ακριβώς φάσμα υπηρεσιών. Αυτό δεν ήταν πρόβλημα για την παροχή τηλεοπτικού προγράμματος, αλλά είναι πρόβλημα όταν ένας συνδρομητής θέλει να ζητήσει αποκλειστικές υπηρεσίες.

3.4 Αρχικά Δίκτυα HFC

Τα καλωδιακά δίκτυα άρχισαν να εξελίσσονται με την αξιοποίηση των ακτινών laser σε ευρυζωνικό περιβάλλον. Στην αρχή, οι ενδείξεις “on” και “off” χρησιμοποιούνταν για την αναπαράσταση των διαδικών “1” και “0” αντίστοιχα κατά τη μετάδοση. Η μεγάλη βελτίωση όμως ήρθε όταν το laser αφέθηκε στο “on” και πραγματοποιήθηκε διαμόρφωση στην ένταση του φωτός. Τα πλεονεκτήματα ήταν ο πολύ χαμηλός εσωτερικός θόρυβος που εμφανιζόταν, η εξαιρετικά γραμμική αντιμετώπιση των συχνοτήτων στη μετάδοση της πληροφορίας και, το κυριότερο, η μεγάλη ταχύτητα μετάδοσης πάνω από τις οπτικές ίνες.

Έτσι το ομοαξονικό καλώδιο στους κορμούς που ενώνει τα σημεία απόληξης με τα HUBS αντικαταστάθηκε με οπτικές ίνες, οι οποίες όμως μετέφεραν τα ίδια αναλογικά κανάλια CATV.

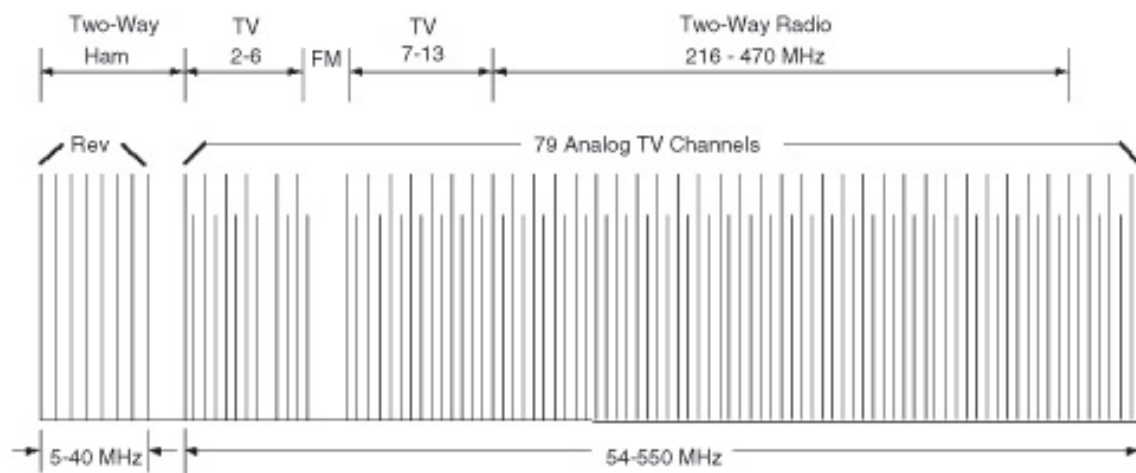


Σχήμα 3: Παράδειγμα Καλωδιακού δικτύου με οπτική ίνα και ομοαξονικό καλώδιο

Το σημείο απόληξης δέχεται προγράμματα από τους παρόχους μέσω μικροκυματικών ή οπτικών ζεύξεων και στη συνέχεια τα στέλνει στο πρώτο HUB, όπου το σήμα μεταδίδεται οπτικά. Ανάλογα με το πως είναι εξοπλισμένες οι συσκευές, το σημείο απόληξης μπορεί να διαχωρίσει τα τηλεοπτικά σήματα με οπτικό τρόπο και μετά να τα μεταβιβάσει στις Μονάδες Οπτικού Δικτύου (Optical Network Unit, ONU). Πέρα από τις Μονάδες Οπτικού Δικτύου, τα σήματα μεταφέρονται μέσω ομοαξονικών καλωδίων. Η χρήση των οπτικών μονάδων δικτύων, εισάγει την έννοια των υβριδικών δικτύων πρόσβασης οπτικής ίνας – ομοαξονικού καλωδίου (HFC).

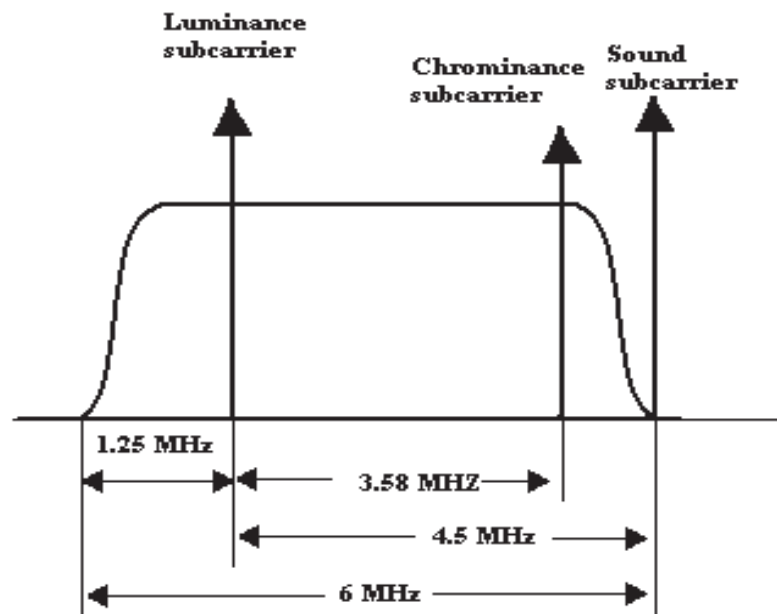
Οι Μονάδες Οπτικού Δικτύου, είναι τα οπτικά τερματικά στην περιοχή του συνδρομητή και τοποθετούνται είτε υπέργεια μέσα σε κουτιά, είτε υπόγεια. Πρόκειται για φωτοανιχνευτές που ρόλος τους είναι να μετατρέπουν τα οπτικά σήματα σε ηλεκτρικά, όμοια με αυτά που στάλθηκαν από τον παροχέα, καθώς και να παρέχουν ισχύ στους διάφορους ενισχυτές που τοποθετούνται στη δομή «δέντρου-κλαδιού» των ομοαξονικών καλωδίων.

Τα προγράμματα CATV των τηλεοπτικών δικτύων, χρησιμοποιούν ένα φάσμα συχνοτήτων των 450 MHz, που απλώνονται από τα 54 μέχρι τα 550 MHz.



Σχήμα 4: Τυπικό φάσμα ραδιοσυχνοτήτων αναλογικής καλωδιακής τηλεόρασης

Κάθε κανάλι έχει εύρος 6 MHz, όπως και το τηλεοπτικό σήμα NTSC για την Αμερική, και περιέχει τρία φέροντα για τη φωτεινότητα, το χρώμα και τον ήχο, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.



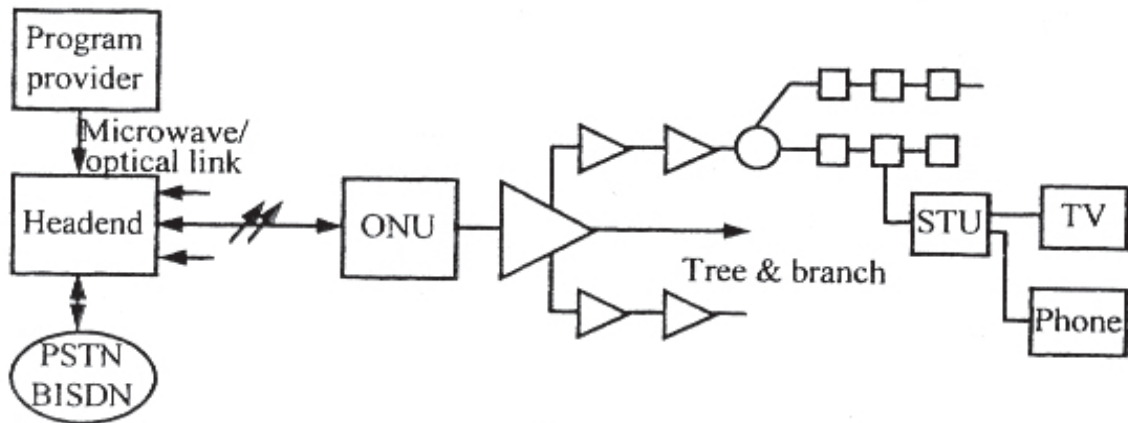
Σχήμα 5: Φάσμα συχνοτήτων τηλεοπτικού σήματος NTSC

Το σήμα βίντεο διαμορφώνεται κατά VSB-AM, ενώ το ακουστικό σήμα με διαμόρφωση FM.

3.5 Αμφίδρομο CATV Δίκτυο HFC

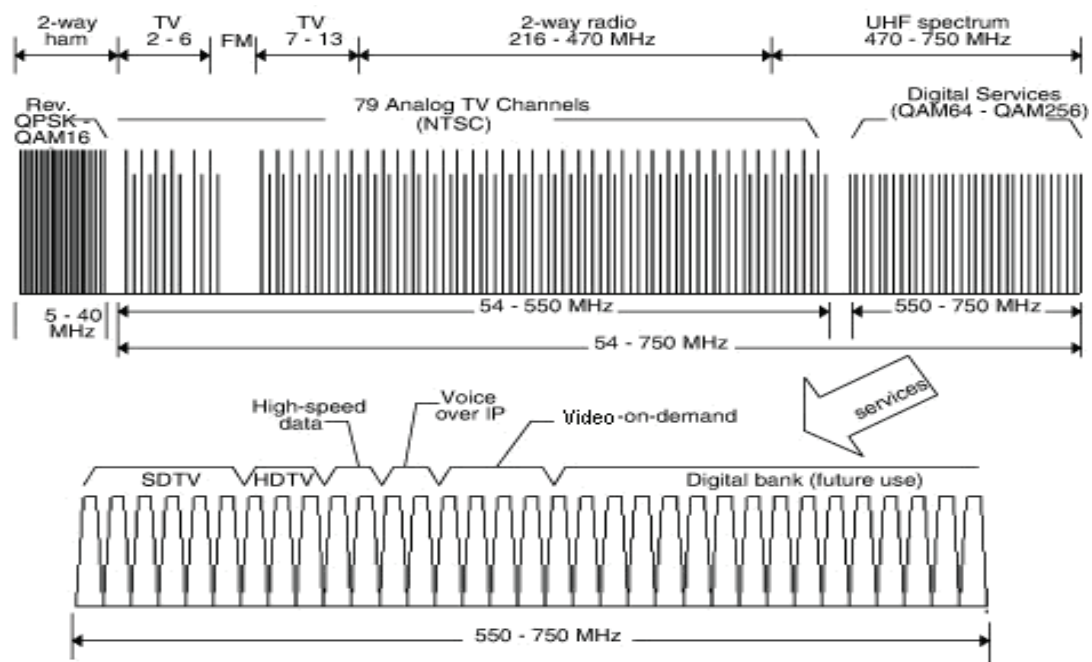
Το παραδοσιακό δίκτυο όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο και στις δύο μορφές του, μπορεί μόνο να μεταδώσει σήμα από το σημείο απόληξης προς τις τηλεοράσεις και μόνο μερικά σήματα ελέγχου προς την αντίθετη κατεύθυνση. Για να συμπεριλάβει αμφίδρομες υπηρεσίες, η αρχιτεκτονική του δικτύου πρέπει να τροποποιηθεί.

Στο υβριδικό δίκτυο πρόσβασης οπτικής ίνας – ομοαξονικού καλωδίου, απλές αμφίδρομες υπηρεσίες μπορούν να υποστηριχθούν, με λίγες μετατροπές στο υλικό. Με αναβάθμιση ή αντικατάσταση του εξοπλισμού μετάδοσης, των ενισχυτών και των επαναληπτών, είναι εφικτή η υποστήριξη της τηλεφωνίας PSTN. Τη μεγαλύτερη συμβολή όμως, όπως προαναφέρθηκε, την είχε η αντικατάσταση ενός μέρους των εγκαταστάσεων διανομής με καλώδια οπτικών ινών, οπότε και αυξήθηκε η ικανότητα των ομοαξονικών εγκαταστάσεων για διπλής κατεύθυνσης μεταφορά δεδομένων, χωρίς την ανάγκη να αντικατασταθούν οι μεμονωμένες συνδέσεις των συνδρομητών.



Σχήμα 6: Υβριδικό δίκτυο καλωδίου/οπτικής ίνας (αμφίδρομο)

Για να είναι λειτουργική αυτή η αρχιτεκτονική, πρέπει να γίνει μία σωστή απόδοση του φάσματος. Στο Σχήμα 7 φαίνεται ένα τυπικό μοίρασμα των συχνοτήτων, το οποίο μπορεί να διαφέρει ανάλογα τον πάροχο ή την περιοχή.



Σχήμα 7: Φάσμα για αμφίδρομες υπηρεσίες

Παρατηρούμε ότι οι συχνότητες για την αναλογική τηλεόραση παραμένουν οι ίδιες και οι συχνότητες από 5 μέχρι 40 MHz χρησιμοποιούνται για σήματα ελέγχου καθώς και για την προς τα πάνω ροή της τηλεφωνίας. Επιπλέον, πάνω από τα 550 MHz το φάσμα δεσμεύεται για ψηφιακές αμφίδρομες υπηρεσίες, όπως η τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV), η γρήγορη μεταφορά δεδομένων, η τηλεφωνία μέσω IP (VoIP), το Βίντεο κατ'απαίτηση (VoD), το ευρυζωνικό Ίντερνετ κ.ά.

Ο ρυθμός μετάδοσης των ψηφιακών δεδομένων, που μπορεί να επιτευχθεί για το δεδομένο εύρος ζώνης, εξαρτάται από το σχήμα διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, όταν γίνεται χρήση της QPSK διαμόρφωσης, επιτυγχάνεται ρυθμός μετάδοσης 8 Mbps για κάθε κανάλι των 6 MHz (τυπική τιμή για το ανέβασμα δεδομένων), ενώ για διαμόρφωση 256-QAM ή 16-VSB, επιτυγχάνονται ρυθμοί της τάξης των 30 με 43 Mbps (τυπικές τιμές για το κατέβασμα δεδομένων). Στον Πίνακα 5 φαίνονται οι διαφορετικοί ρυθμοί μετάδοσης που επιτυγχάνονται για διαφορετικά σχήματα διαμόρφωσης.

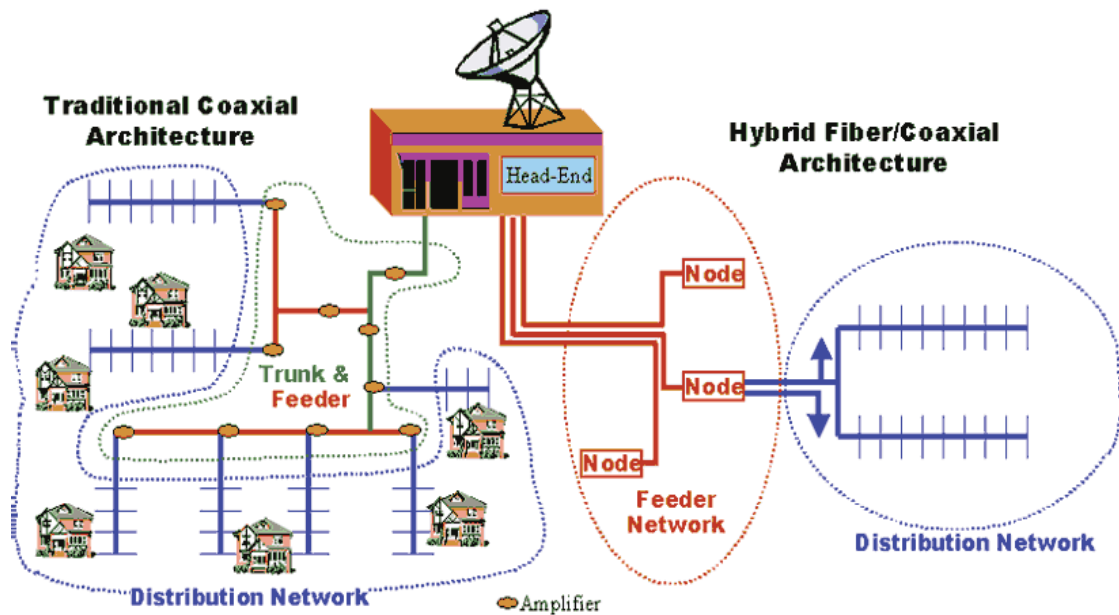
Σχήμα διαμόρφωσης	bps/Hz	Mbps ανά κανάλι 6-MHz
BPSK	1	4
QPSK	2	8
16-QAM	4	16
64-QAM	6	24-27
256-QAM, 16-VSB	8	30-43

Πίνακας 5: Ρυθμοί Μετάδοσης στα Καλωδιακά Συστήματα

Σε ένα τυπικό HFC δίκτυο, κάθε Οπτική Μονάδα Δικτύου μπορεί να εξυπηρετήσει από 200 μέχρι 2000 συνδρομητές. Οι υπηρεσίες που μπορεί να υποστηρίξει είναι περίπου 500 κανάλια φωνής, 80 αναλογικά κανάλια CATV και περί τα 300 διαμοιραζόμενα ψηφιακά αμφίδρομα κανάλια.

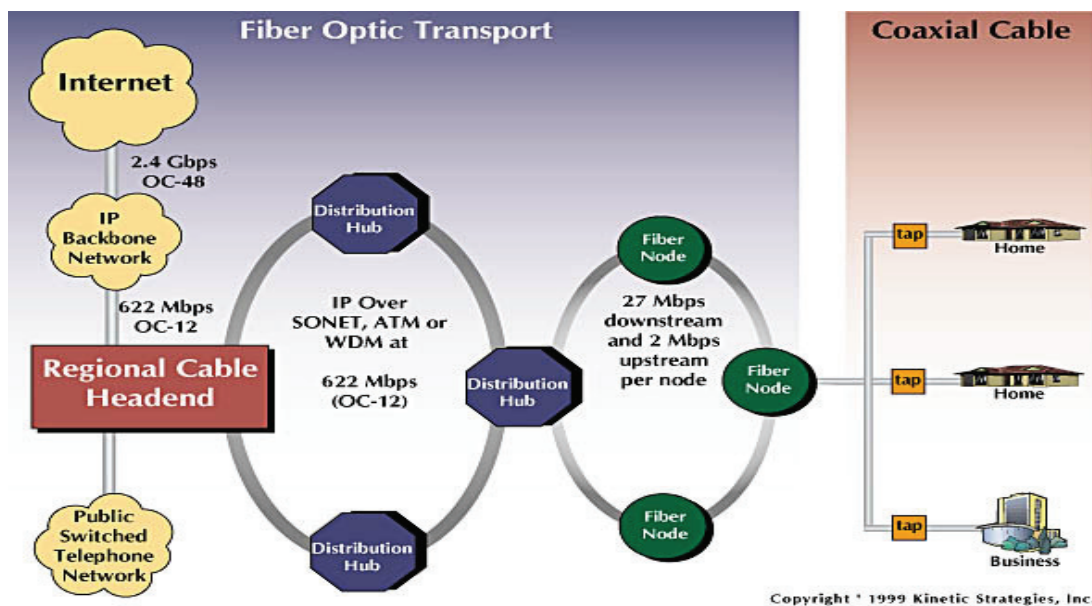
3.6 Διαδίκτυο Υψηλής Ταχύτητας

Όπως αναλύθηκε προηγουμένως, η χρήση των οπτικών μονάδων δικτύων μετατρέπει τις συνδέσεις δέντρου-κλαδιού σε κάτι πιο ισχυρό, την αρχιτεκτονική HFC.



Σχήμα 8: Τα HFC δίκτυα επιτρέπουν μικρότερες περιοχές εξυπηρέτησης

Αυτή η υποδομή χρησιμοποιείται από τους οργανισμούς καλωδιακής τηλεόρασης, για τη δημιουργία ενός δικτύου δεδομένων. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, ένα τυπικό παράδειγμα καλωδιακού δικτύου περιλαμβάνει ένα σημείο απόληξης περιοχής (regional cable headend) που εξυπηρετεί 200.000 με 400.000 σπίτια, το οποίο τροφοδοτεί τα hubs διανομής (distribution hubs) μέσω ενός οπτικού δακτυλίου καθένα από τα οποία εξυπηρετεί 20.000 με 40.000 σπίτια. Στα hubs διανομής, τα σήματα διαμορφώνονται σε αναλογικά φέροντα και μέσω οπτικών ινών, μεταφέρονται σε κόμβους που εξυπηρετούν 500 με 1.000 σπίτια ή επιχειρήσεις ο καθένας.



Σχήμα 9: Αρχιτεκτονική καλωδιακού Δικτύου

Αυτή η υποδομή δίνει τη δυνατότητα της κατάτμησης του αποκλειστικά ομοαξονικού τρόπου μετάδοσης των υπηρεσιών, σε μικρότερους κόμβους, από την Οπτική Μονάδα Δικτύου και έπειτα. Έτσι δημιουργούνται περιοχές περί των 500 νοικοκυριών, που δέχονται αποκλειστικές ποικιλίες υπηρεσιών. Το κομμάτι από τον οπτικό κόμβο μέχρι και το σπίτι εξακολουθεί να αποτελείται από ομοαξονικό καλώδιο.

Σημαντικό πλεονέκτημα επίσης αυτής της αρχιτεκτονικής για τις τηλεοπτικές εταιρείες, είναι η δυνατότητα εύκολης αναβάθμισης των υποδομών. Καθώς το φάσμα μπορεί να καταχωρηθεί κατά βούληση για διαφορετικές υπηρεσίες σε μία μικρή ομάδα συνδρομητών, η εταιρεία μπορεί να επενδύσει σε επιπλέον ψηφιακές υπηρεσίες στις ελεύθερες συχνότητες, χωρίς να διακόψει τις υπάρχουσες.

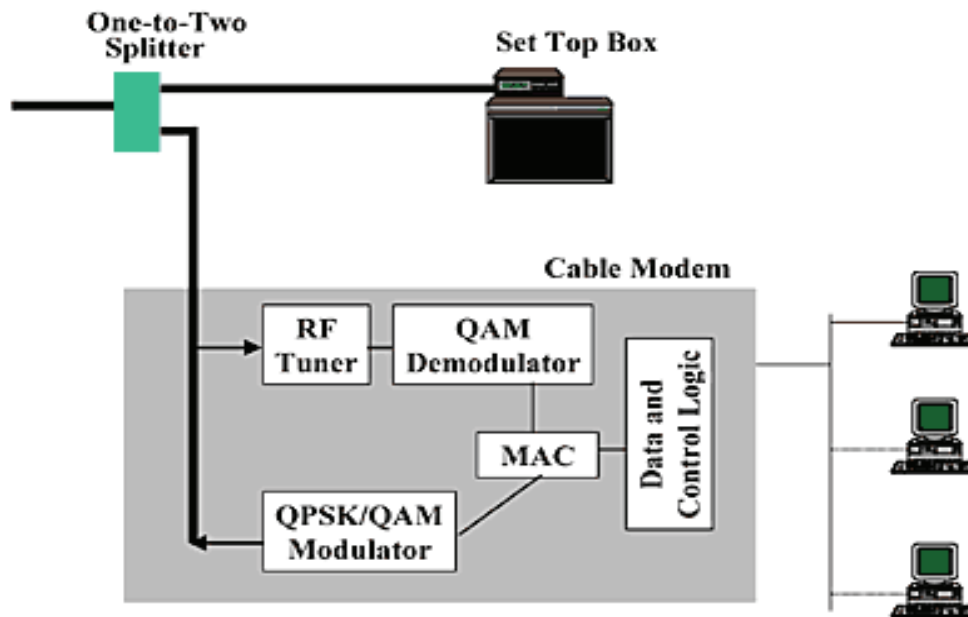
Έτσι οι εταιρείες μπορούν να δημιουργήσουν πολλαπλά διαφορετικά νοητά κυκλώματα, ανάλογα με τον τύπο των υπηρεσιών που θέλουν να μεταδώσουν.

Καθώς προχωράει η κατάτμηση των τοπικών κόμβων, το διαθέσιμο εύρος ζώνης αφιερώνεται σε όλο και λιγότερους χρήστες, δίνοντας τη δυνατότητα στους συνδρομητές να έχουν πρόσβαση σε όλο και πιο προηγμένες υπηρεσίες. Με τον τρόπο αυτό, οι εταιρείες μπορούν να αποσβέσουν τις επενδύσεις τους, αφού θα προσφέρουν υπηρεσίες μεγαλύτερου κόστους. Στην ύστατη περίπτωση που κάποιος συνδρομητής έχει πολύ μεγάλες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης, η οπτική ίνα μπορεί να φτάσει μέχρι το σπίτι (Fiber To The Home) ή τη δουλειά του (Fiber To The Business) και να του καλύψει τις απαιτήσεις. Δηλαδή βλέπουμε ότι η κατάτμηση των κόμβων μπορεί να γίνει σε περιοχές με αυξημένη ζήτηση για ευρυζωνικές υπηρεσίες και σε άλλες να μην γίνει καμία μετατροπή.

3.7 Καλωδικά Modem

Τα καλωδιακά modems είναι συσκευές που βρίσκονται στο χώρο του συνδρομητή και μετατρέπουν τη ψηφιακή πληροφορία σε διαμορφωμένο σήμα RF από το χρήστη προς το δίκτυο, ενώ εκτελούν την αντίστροφη διαμόρφωση προς την αντίθετη κατεύθυνση. Στην κάθοδο, το modem είναι ένας δέκτης RF 64/256 QAM ικανό να προσφέρει ρυθμούς μέχρι 38 Mbps περίπου σε ένα κανάλι 6 MHz. Αυτό σημαίνει ρυθμούς περίπου 500 φορές μεγαλύτερους από αυτούς των modem 56 kbps. Στην άνοδο τα δεδομένα είναι διαμορφωμένα κατά QPSK/16 QAM με ρυθμούς από 320 kbps μέχρι 10 Mbps. Οι ρυθμοί αυτοί μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις απαιτήσεις των οικιακών ή επαγγελματικών χρηστών.

Τα καλωδιακά modems έχουν επιτρέψει στους χρήστες να απολαμβάνουν μια σειρά υπηρεσιών υψηλής ταχύτητας, όλες με ταχύτητα πολύ υψηλότερη από αυτές που παρέχονται με τα συνηθισμένα τηλεφωνικά modems. Επίσης, η φύση των καλωδιακών modems (always on) επιτρέπει στους συνδρομητές να είναι πλήρως συνδεδεμένοι, 24 ώρες την ημέρα, με το internet χωρίς να παρεμποδίζονται οι υπηρεσίες της καλωδιακής τηλεόρασης, αφού τοποθετείται ένας διαχωριστής στην αρχή του καλωδίου.



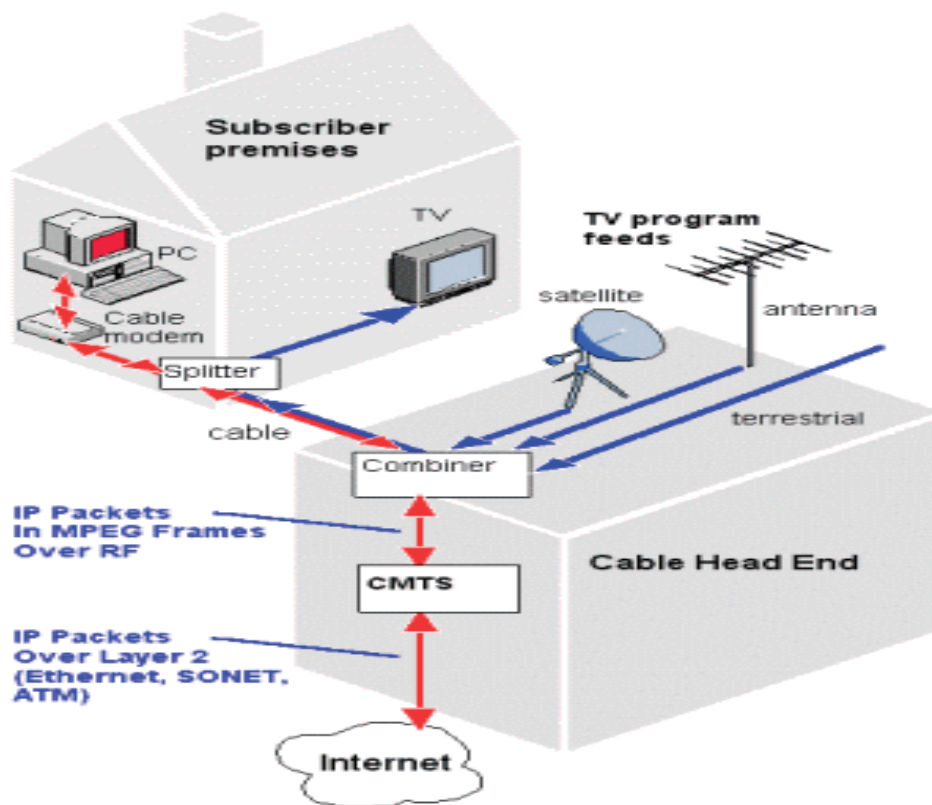
Σχήμα 10: Καλωδιακό Modem στην πλευρά του συνδρομητή

Επιπλέον, η ευρυζωνική σύνδεση που η πλατφόρμα των καλωδιακών modems παρέχει, δημιουργεί τη βάση για πολλές νέες υπηρεσίες και εφαρμογές. Οι νέες υπηρεσίες περιλαμβάνουν:

- αποδοτική υπηρεσία μετάδοσης φωνής πάνω από IP (VoIP)
- εντυπωσιακά δικτυακά διαδραστικά παιχνίδια σε πραγματικό χρόνο
- υψηλής ποιότητας, προσωπική βιντεοτηλεφωνία και
- κατόπιν παραγγελίας, παράδοση ψυχαγωγικού περιεχομένου από το Internet.

Μια άλλη συσκευή που καλείται Τερματικό Σύστημα Καλωδιακού Modem (Cable Modem Termination System, CMTS), βρίσκεται στο σημείο απόληξης από τη πλευρά του παροχέα και εκτελεί τις αντίστοιχες λειτουργίες. Το CMTS είναι ουσιαστικά το εξάρτημα που επιτρέπει στις εταιρείες να παρέχουν υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας, όπως το Ίντερνετ και το Voice over IP στους συνδρομητές, και είναι το αντίστοιχο των DSLAM της αρχιτεκτονικής DSL. Διαθέτει πόρτες για εισερχόμενη και εξερχόμενη κίνηση, οι οποίες δρομολογούν την κίνηση των δεδομένων.

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2002 The Computer Language Co. Inc.



Σχήμα 11: Το σύστημα καλωδιακού Modem

3.8 Προδιαγραφές και πρότυπα

Από τα μέσα της δεκαετίας του '90, οι προσπάθειες είναι εν εξελίξει από μια σειρά οργανισμών για να αναπτύξουν τα πρότυπα για τα καλωδιακά modem για χρήση στον τοπικό βρόχο πάνω από υβριδικά οπτικά – ομοαξονικά δίκτυα (HFC). Πιο πρόσφατα, δύο ανταγωνιστικά πρότυπα έχουν προκύψει: DOCSIS και EuroDOCSIS, που συντονίζονται από την CableLabs και την ITU στη Βόρεια Αμερική, και από το πρόγραμμα DVB στη Γενεύη (DVB/DAVIC και DVB/RCC), με υποστήριξη από το DAVIC (the Digital Audio Visual Council), το EuroCableLabs και την ECCA (European Cable Communications Association) και έχουν συμπεριληφθεί στις προδιαγραφές Eurobox/Euromodem.

3.9 DOCSIS

Οι παροχείς καλωδιακής τηλεόρασης και οι κατασκευαστές εξοπλισμού ενώθηκαν τυπικά τον Δεκέμβριο του 1995 για να ξεκινήσουν τη διαμόρφωση μιας ανοικτής προδιαγραφής. Η CableLabs συντόνισε τη διαδικασία, γνωστή ως Προδιαγραφές για τη μετάδοση Δεδομένων Πάνω από Διεπαφή Υπηρεσίας Καλωδιακής Τηλεόρασης (Data Over Cable Service Interface Specifications - DOCSIS).

Οι προδιαγραφές έχουν αποδειχθεί αρκετά επιτυχείς και έχουν οδηγήσει στις προδιαγραφές που περιγράφουν την επικοινωνία μεταξύ του καλωδιακού Modem και του CMTS.

Οι κύριοι παροχείς καλωδιακής τηλεόρασης σε Η.Π.Α και Καναδά ενεπλάκησαν, και αυτές οι προδιαγραφές έχουν εγκριθεί τυπικά ως εθνικά, περιφερειακά, και διεθνή πρότυπα από τους αναγνωρισμένους οργανισμούς τυποποίησης όπως η Κοινωνία για τους Μηχανικούς Τηλεπικοινωνιών (SCTE), το Ευρωπαϊκό Ίδρυμα Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI), και τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU).

Η πρώτη προσπάθεια κάτω από το DOCSIS - οι προδιαγραφές DOCSIS 1.0 1999 - περιέλαβε την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο για πρόσβαση στο διαδίκτυο με υψηλή ταχύτητα. Οι ρυθμοί που μπορούσαν να επιτευχθούν ήταν της τάξης των 38 Mbps για κατέβασμα δεδομένων και 5 Mbps για ανέβασμα δεδομένων.

Η δεύτερη γενιά - οι προδιαγραφές DOCSIS 1.1, 2001 - βελτίωσε την ευελιξία, την ασφάλεια, και τη ποιότητα υπηρεσιών (Quality of Service – QoS), παραμένοντας συμβατή με την έκδοση 1.0. Ο μέγιστος ρυθμός ανόδου δεδομένων έφτασε πλέον τα 10Mbps και καθόδου δεδομένων 38 Mbps. Το DOCSIS 1.1 επιτρέπει τον καθορισμό προτεραιότητας στη κυκλοφορία των πακέτων. Αυτό επιτρέπει στους φορείς πρόσβασης να δώσουν σε ορισμένα πακέτα (π.χ. φωνή) προτεραιότητα και να επιτρέπουν σε άλλη κυκλοφορία να στέλνεται με προτεραιότητα "καλύτερης προσπάθειας" (best effort), όπως καθορίζεται κάθε φορά από τη διαθεσιμότητα του εύρους ζώνης. Χαρακτηριστικό και των δύο αυτών πρώτων εκδόσεων είναι η χρήση καναλιού 3.2 MHz, για τη μετάδοση των δεδομένων στο μέσο. Επίσης χρησιμοποιούν διαμόρφωση 64-QAM ή 256-QAM για την κάθοδο των δεδομένων και QPSK ή 16-QAM για την άνοδο. Τέλος οι δύο πρώτες υλοποιήσεις (DOCSIS 1.0/1.1) χρησιμοποιούσαν πολυπλεξία TDMA για την πρόσβαση στο μέσο.

Η τρίτη γενιά - οι προδιαγραφές DOCSIS 2.0 - στοχεύει στην παροχή αυξημένης ρυθμοαπόδοσης προς το δίκτυο (ανέβασμα) για τις συμμετρικές υπηρεσίες. Το πλάτος του καναλιού διπλασιάζεται και γίνεται 6.4 MHz και τα σχήματα διαμόρφωσης που χρησιμοποιούνται πλέον, εκτός από τα υπάρχοντα, είναι τα 32-QAM ή 64-QAM ή 128-QAM για το ανέβασμα των δεδομένων.

Έτσι επιτυγχάνεται ρυθμός ανόδου μέχρι και 30 Mbps δηλ. 6 φορές μεγαλύτερη χωρητικότητα από το DOCSIS 1.0 και 3 φορές μεγαλύτερη από το DOCSIS 1.1. Η έκδοση αυτή είναι συμβατή με τις προηγούμενες προδιαγραφές DOCSIS 1.x και προσφέρει καλύτερη αποτελεσματικότητα απέναντι στις παρεμβολές χάρη στην πολυπλεξία TDMA και CDMA που χρησιμοποιεί.

Τέλος να αναφέρουμε ότι πριν λίγο καιρό, και συγκεκριμένα τον Απρίλιο του 2006, δημοσιεύτηκε η επόμενη γενιά των προδιαγραφών – DOCSIS 3.0 – που κύριο στόχο τους έχουν να πετύχουν μία σύνδεση των καναλιών (channel bonding), έτσι ώστε ένας συνδρομητής να μπορεί να χρησιμοποιεί πολλαπλά κανάλια ανόδου και καθόδου ταυτόχρονα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του. Αυτά δίνουν τη δυνατότητα κατεβάσματος δεδομένων στο συνδρομητή με ρυθμούς ακόμα και πάνω από 160 Mbps και ρυθμούς ανεβάσματος 120 Mbps ή και περισσότερο.

Επίσης παρέχεται υποστήριξη στο νέο Πρωτόκολλο Διαδικτύου v6 (IPv6), το οποίο αυξάνει τις πιθανές διευθύνσεις που μπορούν να αποδοθούν από τους παρόχους στους συνδρομητές τους, επιτρέποντάς τους να προσφέρουν περισσότερες υπηρεσίες βασισμένες σε IP συνδέσεις.

3.10 DVB/DAVIC – Euromodem

Πρόκειται για μια συλλογική προσπάθεια για την ανάπτυξη ενός παγκόσμιου προτύπου για καλωδιακά modem υψηλής ταχύτητας και υπογράφηκε στο φόρουμ ECCA τον Νοέμβριο του 1998. Το πρότυπο συμμορφώνεται πλήρως με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και με τις διάφορες προδιαγραφές DVB. Η κύρια διαφορά που εμφανίζεται, έχει να κάνει με το εύρος ζώνης του κάθε καναλιού που χρησιμοποιείται από τους παρόχους καλωδιακής τηλεόρασης στην Ευρώπη. Το κάθε κανάλι έχει εδώ εύρος 8 MHz για να υποστηρίξει το πρότυπο PAL-SECAM, σε αντίθεση με τα 6 MHz που χρησιμοποιείται από τις Αμερικάνικες εταιρείες. Τα σχήματα διαμόρφωσης είναι κι εδώ τα QPSK και 16-QAM για ανέβασμα δεδομένων και και τα 64-QAM και 256-QAM για το κατέβασμα δεδομένων.

Η ομάδα ECCA έχει εξετάσει δύο διαφορετικούς τύπους modem: κατηγορία A και κατηγορία B. Τα modem κατηγορίας A είναι σε θέση να λάβουν δεδομένα σε πολύ ψηλές ταχύτητες (μέγιστος ρυθμός 50.8 Mbps) και να εκπέμπουν με 3 Mbps. Αυτή η αύξηση, σε σχέση με τα περίπου 38 Mbps που υποστηρίζονται από τις προδιαγραφές DOCSIS, οφείλεται στην αύξηση του εύρους του καναλιού, που πλέον έχει τη δυνατότητα να στέλνει περισσότερα σύμβολα/δευτερόλεπτο. Έτσι είναι σε θέση να προσφέρουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο σε υψηλές ταχύτητες και υποστηρίζουν διάφορες τεχνολογίες ασφάλειας.

Η κατηγορία B είναι ο δεύτερος τύπος modem που εξετάζεται από την ομάδα. Επεκτείνει τη λειτουργία των συσκευών κατηγορίας A μέσω της υποστήριξης των χρονικά κρίσιμων υπηρεσιών όπως η βιντεοδιάσκεψη και η τηλεφωνία.

3.11 Σύγκριση DSL – Cable

Πολλές φορές οι καταναλωτές αναρωτιούνται ποια είναι η καλύτερη τεχνολογία για πρόσβαση στο ίντερνετ με υψηλή ταχύτητα. Δυστυχώς, η απάντηση είναι ότι ούτε το DSL αλλά ούτε και το καλωδιακό ίντερνετ υπερτερεί καθολικά. Οι ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων που μπορεί κανείς να πάρει από το DSL ή το καλωδιακό modem θα εξαρτηθούν εξ ολοκλήρου από τους τοπικούς προμηθευτές που βρίσκονται στην εκάστοτε περιοχή.

Συγκεκριμένα παραθέτουμε κάποια πλεονεκτήματα και κάποιους περιορισμούς όσον αφορά τα κύρια χαρακτηριστικά των δύο τεχνολογιών.

Ρυθμοί Μετάδοσης:

- ADSL: από 128 Kbps μέχρι 8 Mbps. Επίσης, στο DSL περιορίζεται το ανέβασμα τυπικά στα 128 ή 256 Kbps.

- Cable: Αν και μπορεί κανείς θεωρητικά να πάρει μέχρι 30 Mbps προς τα κάτω, ο μέσος ρυθμός είναι περίπου 500 έως 700 Kbps προς τα κάτω και 128 Kbps προς τα πάνω και εξαρτάται από την κίνηση που παρατηρείται ανάμεσα σε όλους τους συνδρομητές του κόμβου.

Διαμοιρασμός:

- ADSL: Το εύρος ζώνης είναι αποκλειστικό μεταξύ του χρήστη και του κοντινότερου τοπικού κέντρου, δεν μοιράζεται.
- Cable: Το εύρος ζώνης μοιράζεται από μια ομάδα χρηστών εντός μίας περιοχής ιδίων υπηρεσιών.

Ασφάλεια:

- ADSL: Υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια λόγω του αποκλειστικού δρόμου που προσφέρεται σε κάθε συνδρομητή.
- Cable: Μικρότερη ασφάλεια αφού το ίδιο μέσο μοιράζεται σε πολλούς χρήστες και υπάρχει κίνδυνος για επιθέσεις άρνησης υπηρεσίας (denial of service), υποκλοπής δεδομένων κλπ.

Απόσταση από το τοπικό κέντρο:

- ADSL: Όσο αυξάνεται η απόσταση του συνδρομητή από το τοπικό κέντρο, τόσο πέφτει ο ρυθμός δεδομένων που λαμβάνεται.
- Cable: Δεν υπάρχει καμία μεταβολή στο ρυθμό δεδομένων που λαμβάνουν οι χρήστες και το σήμα μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 160 χλμ. με χρήση ενισχυτών και ομοαξονικών καλωδίων.

4 Κεφάλαιο

ΔΙΚΤΥΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

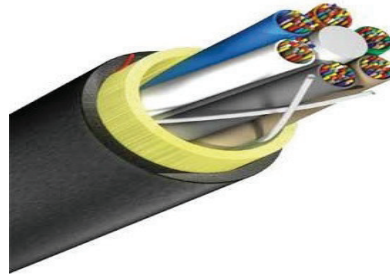
4.1 Εισαγωγή

Ενώ η αρχιτεκτονική HFC είναι η προσέγγιση των παρόχων καλωδιακής τηλεόρασης για την παροχή διαδραστικών υπηρεσιών, τα δίκτυα Οπτικής Ίνας μέχρι το Πεζοδόμιο (FTTC, Fiber to the Curb), είναι η τεχνολογία παροχής ευρυζωνικού περιεχομένου που χρησιμοποιούν οι τηλεπικοινωνιακές εταιρείες. Το FTTC είναι η φυσική κατάληξη στην εξέλιξη του τοπικού βρόχου. Με το FTTC, η οπτικοποίηση του δικτύου φτάνει μέχρι τη γειτονιά των χρηστών και επιτρέπει στις Οπτικές Μονάδες Δικτύου (ONU, Optical Network Unit) να επικοινωνούν με 20 ή και λιγότερους συνδρομητές, αριθμός κατά πολύ μικρότερος των 200 με 2000 συνδρομητών του Υβριδικού Οπτικού/Ομοαξονικού Δικτύου. Μόλις πραγματοποιηθεί το FTTC, ο δρόμος για τον τελικό προορισμό που είναι η Οπτική Ίνα Στο Σπίτι (FTTH, Fiber To The Home), θα είναι εύκολη υπόθεση.

Το FTTC ανήκει σε μία γενικότερη κατηγορία οπτικών δικτύων συνδρομητικού βρόχου, που ονομάζεται Οπτική Ίνα Στο Βρόχο (FITL, Fiber In The Loop). Αυτή η κατηγορία περιέχει ακόμη τις υλοποιήσεις Οπτική Ίνα Στο Γραφείο (FTTO, Fiber To The Office ή FTTB, Fiber To The Building), η οποία αναπτύσσεται αρκετά σε ορισμένες πόλεις και την Οπτική Ίνα Στο Σπίτι (FTTH, Fiber To The Home), η οποία θα είναι η τελευταία εξέλιξη του FTTC.

4.2 Οπτικές Ίνες

Οι οπτικές ίνες είναι λεπτές και διαφανείς ίνες, φτιαγμένες από γυαλί, και χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση του φωτός. Μια οπτική ίνα είναι ένας κυλινδρικός διηλεκτρικός κυματοδηγός που διαβιβάζει το φως κατά μήκος του άξονά του, με τη διαδικασία της ολικής εσωτερικής ανάκλασης. Η ίνα αποτελείται από έναν πυκνό πυρήνα, μέσω του οποίου μεταδίδεται το οπτικό σήμα στο τέρμα της ίνας. Όσο πιο στενός είναι ο πυρήνας, τόσο πιο γρήγορα μεταφέρεται το κύμα φωτός. Ο οπτικός πυρήνας περιβάλλεται από στρώμα γυάλινης επικάλυψης. Η επικάλυψη (cladding), η οποία περιβάλλει την οπτική ίνα κρατάει το φως στον πυρήνα, εμποδίζοντας το σήμα να διασκορπιστεί και να χάσει την ισχύ του. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς ο δείκτης διάθλασης του πυρήνα είναι μεγαλύτερος από αυτόν της επένδυσης. Η επικάλυψη με τη σειρά της περιβάλλεται από το εξωτερικό προστατευτικό υλικό, το οποίο προστατεύει την ίνα από τους περιβαλλοντικούς κινδύνους.

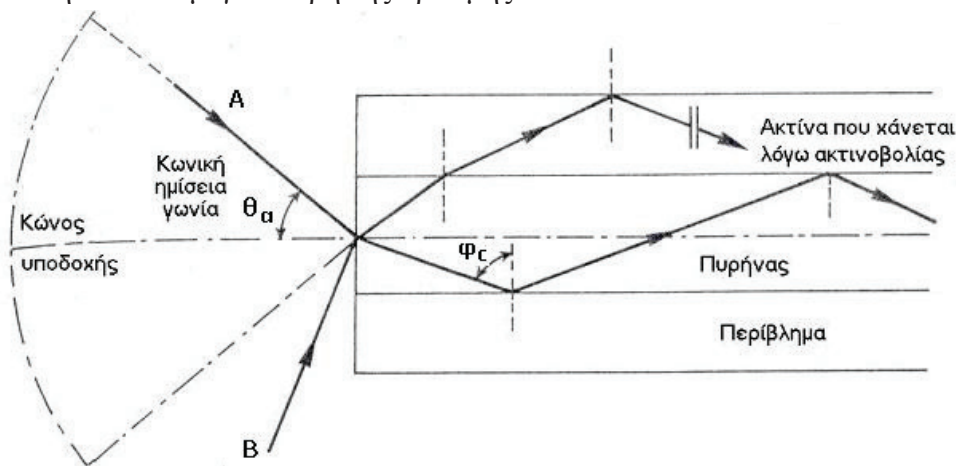


Σχήμα 1: Οπτική Ίνα

Η δέσμη φωτός εκπέμπεται στον πυρήνα της οπτικής ίνας και προσπίπτει με τέτοια γωνία στην επικάλυψη ώστε να υπάρχει ολική ανάκλαση και να μεταδίδεται σε όλο το μήκος της οπτικής ίνας. Η οπτική ίνα εγκλωβίζει όλη την ενέργεια της ακτίνας του φωτός.

Τα οπτικά σήματα εσωτερικά ανακλώμενα μπορούν να ταξιδέψουν μεγάλες αποστάσεις αφού ισχύει η αρχή της φυσικής «Όταν μία ακτίνα φωτός περνά από το ένα μέσο σε άλλο, η ακτίνα διαθλάται στη διαχωριστική επιφάνεια γυαλιού/αέρας». Η ποσότητα διάθλασης εξαρτάται από τις ιδιότητες των δύο μέσων. Για γωνίες πρόσπτωσης μεγαλύτερες από μία συγκεκριμένη κρίσιμη τιμή, το φως διαθλάται πίσω στο γυαλί και δεν διαφεύγει στον αέρα. Συνεπώς μια ακτίνα φωτός προσπίπτουσα με γωνία ίση ή μεγαλύτερη της κρίσιμης τιμής παγιδεύεται εντός της ίνας.

Με αυτό τον τρόπο η ακτίνα μπορεί να διαδοθεί για πολλά χιλιόμετρα, με σχεδόν μηδενική απώλεια. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να διαδίδονται πολλές διαφορετικές ακτίνες αρκεί να στέλνονται με διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης και η γωνία αυτή να είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης.



Σχήμα 2: Μετάδοση ακτίνων φωτός σε μία οπτική ίνα

Υπάρχουν πολλές γωνίες με τις οποίες το φως μπορεί να εισέλθει σε μια οπτική ίνα και να δημιουργήσει διαφορετικές γωνίες προσβολής της επικάλυψης οι οποίες αναφέρονται και ως τρόποι (modes). Ο αριθμός των τρόπων (modes) αυξάνει καθώς αυξάνει η διάμετρος του πυρήνα. Οι μονότροπες (single - mode) οπτικές ίνες έχουν συνήθως διάμετρο πυρήνα περίπου 10 μm ενώ οι πολύτροπες 50 - 100 μm .

Οι μονότροπες οπτικές ίνες, σε αντίθεση με τις πολύτροπες δεν διαχέουν τη δέσμη φωτός αλλά απαιτούν συγκέντρωση φωτός μεγάλης έντασης σε πυρήνα μικρής διαμέτρου, γεγονός που απαιτεί τη χρήση Laser. Η διάμετρος δηλαδή του πυρήνα να είναι στο επίπεδο του μήκους κύματος του εκπεμπόμενου οπτικού σήματος. Αναφέρεται και σαν ομοαξονική μετάδοση.

Και οι μονότροπες και οι πολύτροπες ίνες χρησιμοποιούνται στις επικοινωνίες, με τις πολύτροπες να χρησιμοποιούνται συνήθως για μικρές αποστάσεις (μέχρι 500 μ), και οι μονότροπες σε πίο μεγάλες αποστάσεις.

Δεδομένου ότι ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι περίπου 1.5, η ταχύτητα του φωτός στην ίνα είναι περίπου 200.000 km/s, ή δύο τρίτα της ταχύτητας του φωτός στο κενό.

Για τη σύγχρονη οπτική ίνα γυαλιού, η μέγιστη απόσταση μετάδοσης περιορίζεται όχι από την εξασθένηση, αλλά από τη διασπορά κατά μήκος της ίνας. Η διασπορά στις οπτικές ίνες προκαλείται από ποικίλους παράγοντες. Καταρχάς η διασυμβολική παρεμβολή, που προκαλείται από τις διαφορετικές αξονικές ταχύτητες των διαφορετικών εγκάρσιων τρόπων, περιορίζει την απόδοση των πολύτροπων ινών. Επειδή η μονότροπη ίνα υποστηρίζει μόνο έναν εγκάρσιο τρόπο, η διασυμβολική παρεμβολή δεν τις επηρεάζει. Για την μονότροπη ίνα η απόδοση περιορίζεται από τη χρωματική διασπορά, η οποία εμφανίζεται επειδή ο δείκτης του γυαλιού ποικίλλει ελαφρώς ανάλογα με το μήκος κύματος του φωτός, και το φως από τις πραγματικές οπτικές συσκευές αποστολής σημάτων έχει μη μηδενικό φασματικό πλάτος. Η διασπορά τρόπου πόλωσης, που μπορεί να περιορίσει την απόδοση των μονότροπων συστημάτων, εμφανίζεται επειδή αν και η μονότροπη ίνα μπορεί να στηρίξει μόνο έναν εγκάρσιο τρόπο, μπορεί να φέρει αυτόν τον τρόπο με δύο διαφορετικές πολώσεις, και οι μικρές ατέλειες ή οι διαστρεβλώσεις σε μια ίνα μπορούν να αλλάξουν τις ταχύτητες διάδοσης για τις δύο πολώσεις. Η διασπορά περιορίζει το εύρος ζώνης της ίνας επειδή ο μεταδιδόμενος οπτικός παλμός περιορίζει το ρυθμό στον οποίο οι παλμοί μπορούν να ακολουθήσουν το ένα άλλος στην ίνα και να είναι ακόμα διακριτοί στο δέκτη.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι οι απώλειες που επιτυγχάνονται στις οπτικές ίνες, είναι της τάξης των 0.2-0.3 db/km και το σήμα μπορεί να ταξιδέψει από 80 έως 140 χλμ. χωρίς να χρειαστεί αναγέννηση. Το συνολικό εύρος ζώνης που μπορεί να επιτευχθεί θεωρητικά, με χρήση προηγμένων μορφών πολυπλεξίας, είναι της τάξης των 300 THz. Αντίθετα στο ομοαξονικό καλώδιο, εμφανίζονται απώλειες της τάξης των 1000 db/km, γι' αυτό και χρειάζεται πολύ συχνότερα ενίσχυση, όπως είπαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, και το εύρος ζώνης που μπορεί να μεταφερθεί είναι της τάξης του 1 GHz.

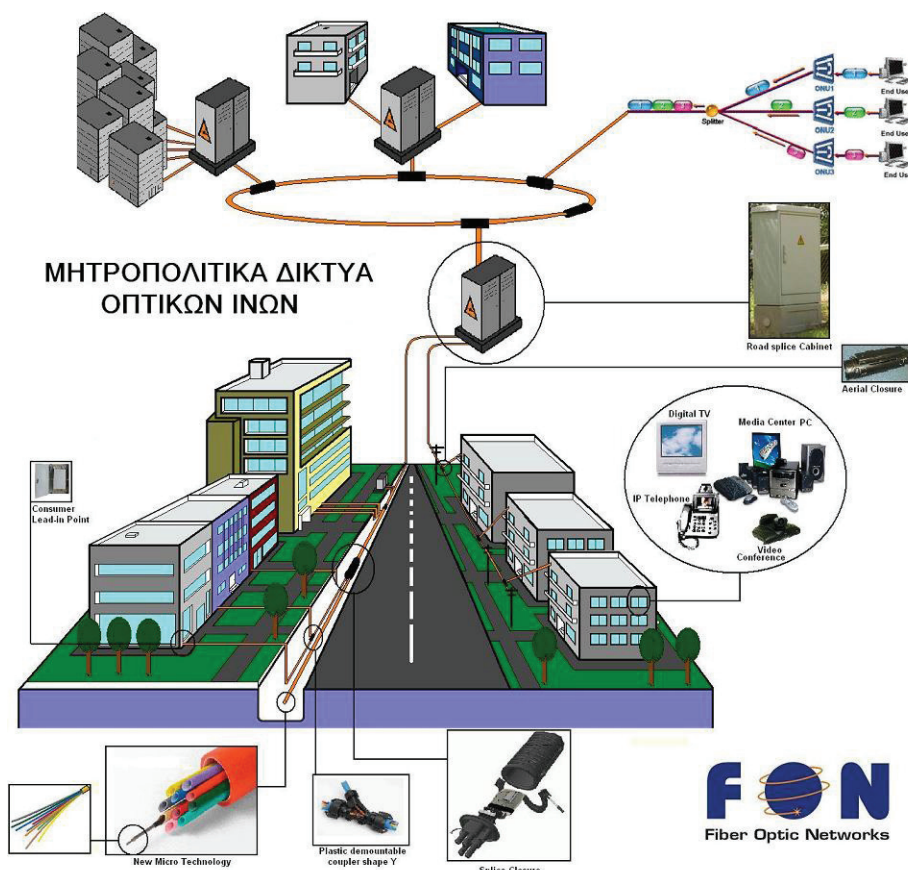
Τέλος να αναφέρουμε ότι για τη μετάδοση των σημάτων στις οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες πολυπλεξίας WDM, η οποία επιτρέπει την ταυτόχρονη μετάδοση μέχρι 128 καναλιών σε διαφορετικές συχνότητες, η DWDM, που μεταφέρει περισσότερα κανάλια και επιτρέπει την ταυτόχρονη αναγέννηση της πολυπλεγμένης ροής και η CWDM, η οποία παραδίδει πολλαπλάσια μήκη κύματος μέσω μιας οπτικής ίνας με μικρότερο κόστος και πολυπλοκότητα από τα συστήματα DWDM.

4.3 Αρχιτεκτονική Δικτύου FTTC

Προς το παρόν οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση ευρυζωνικού δικτύου κορμού και διανομής, καθώς είναι ουσιαστικά η μόνη τεχνολογία που μπορεί να υποστηρίξει τη συγκέντρωση ευρυζωνικών συνδέσεων πρόσβασης και να μεταφέρει τις μεγάλες ποσότητες δεδομένων με υψηλό ρυθμό που απαιτεί η παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών από κεντρικά σημεία διανομής προς τους συνδρομητές.

Για το λόγο αυτό είναι κοινή περίπτωση ο συνδυασμός υποδομών οπτικών ινών με άλλες ευρυζωνικές τεχνολογίες, όπου η υποδομή οπτικών ινών δημιουργείται και φτάνει μέχρι τις γειτονιές ή τα κτίρια των συνδρομητών και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται οι υπόλοιπες τεχνολογίες ευρυζωνικής πρόσβασης για να δημιουργηθεί το δίκτυο πρόσβασης που φτάνει μέχρι το χώρο του χρήστη.

Όσον αφορά την αρχιτεκτονική ενός δικτύου οπτικών ινών, σημειώνεται ότι αποτελείται από τρεις βασικές λογικές μονάδες: το δίκτυο κορμού, το δίκτυο διανομής και το δίκτυο πρόσβασης. Η λογική αυτή παρουσιάζεται καλύτερα στα σχήματα που ακολουθούν:



Σχήμα 3: Δίκτυο Οπτικών Ινών

Το δίκτυο κορμού αποτελείται από έναν αριθμό κόμβων οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους. Σημειώνεται ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ των κύριων κόμβων οι οποίοι βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους.

Το δίκτυο διανομής, παρέχει συνδέσεις σημείου-πολλαπλών σημείων μεταξύ των κύριων κόμβων και των κόμβων πρόσβασης. Στους κόμβους διανομής μπορεί να τοποθετηθεί ενεργός ή παθητικός εξοπλισμός για το διαχωρισμό του σήματος, οπότε λέμε ότι χρησιμοποιούμε Ενεργό Οπτικό Δίκτυο (AON, Active Optical Network) ή Παθητικό Οπτικό Δίκτυο (PON, Passive Optical Network) αντίστοιχα.

Τέλος, το δίκτυο πρόσβασης, που καταλήγει στις Οπτικές Μονάδες Δικτύου, αποτελεί τον οπτικό τερματισμό του σήματος. Από εκεί κι έπειτα το σήμα γίνεται ηλεκτρικό και μεταφέρεται μέσω χάλκινου καλωδίου στον συνδρομητή. Κάθε ΟΜΔ επικοινωνεί με 20 περίπου χρήστες. Αν αυτό το κομμάτι αναδιαταχθεί έτσι ώστε κάθε ΟΜΔ να επικοινωνεί με έναν χρήστη και μεταφερθεί η ΟΜΔ στο χώρο του χρήστη, θα έχει επιτευχθεί η τεχνολογία Οπτική Ίνα Στο Σπίτι (FTTH). Μέχρι τότε μπορούν να χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες ADSL/VDSL2 στο τελευταίο κομμάτι του δικτύου.

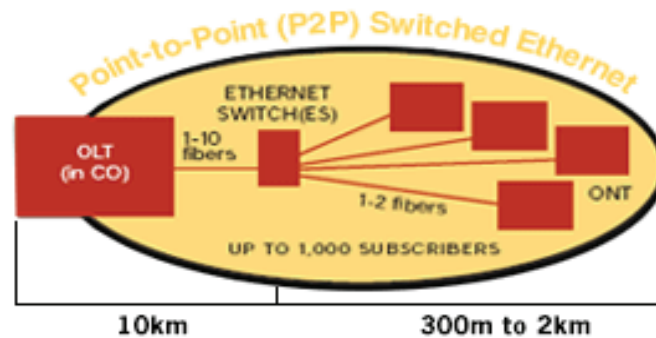
4.4 Ενεργό Οπτικό Δίκτυο (Active Optical Network, AON)

Η τεχνολογία AON χρησιμοποιεί διατάξεις ενεργού εξοπλισμού στους κόμβους διανομής. Η διαφορά της τεχνολογίας AON από την PON βρίσκεται στον τρόπο υλοποίησης της διάταξης όπου τερματίζει το δίκτυο διανομής και από την οποία ξεκινούν οι υψηλού εύρους ζώνης συνδέσεις και φτάνουν μέχρι το συνδρομητή. Στην τεχνολογία AON η διάταξη αυτή αποτελείται από ενεργό εξοπλισμό, δηλ. εξοπλισμό που απαιτεί ηλεκτρική τροφοδοσία και εκτελεί έξυπνες εργασίες δρομολόγησης δεδομένων. Ο εξοπλισμός αυτός μετατρέπει το οπτικό σήμα σε ηλεκτρικό και ξανά σε οπτικό οπότε, μέσα από την αναγέννηση, εξαλείφεται η εξασθένηση του οπτικού σήματος. Επίσης η τεχνολογία AON επιτρέπει τη δημιουργία οπτικών δακτυλίων όπου παρέχεται η δυνατότητα προστασίας του δικτύου μέσω της μετάδοσης του σήματος σε δυο διαδρομές (η προστασία συνίσταται στην εξασφάλιση της δυνατότητας μετάδοσης δεδομένων ακόμη και αν εμφανιστεί βλάβη στη μια διαδρομή).

Φυσικά απαιτείται από την πλευρά του χρήστη ο κατάλληλος εξοπλισμός τερματισμού των οπτικών ινών (Optical Network Unit – ONU) που παρέχει τη θύρα πρόσβασης στο οπτικό δίκτυο.

Τα ενεργά Οπτικά Δίκτυα, είναι μια προσέγγιση, που δεν είναι πολύ διαδεδομένη για το σχεδιασμό των κόμβων διανομής. Οι συνδέσεις point-to-point (P2P) μεταξύ των κύριων καταναμητών και των συνδρομητών, που χρησιμοποιούν κατεξοχήν την τεχνολογία IEEE 802.3ah EFM (Ethernet in the First Mile) για την πρόσβαση στο ευρυζωνικό περιεχόμενο. Οι συνδέσεις P2P δίνουν στους χρήστες μεγαλύτερο αποκλειστικό εύρος ζώνης, σε σχέση με τα διαμοιραζόμενα συστήματα και τη δυνατότητα πρόσβασης σε περισσότερο υλικό μελλοντικά.

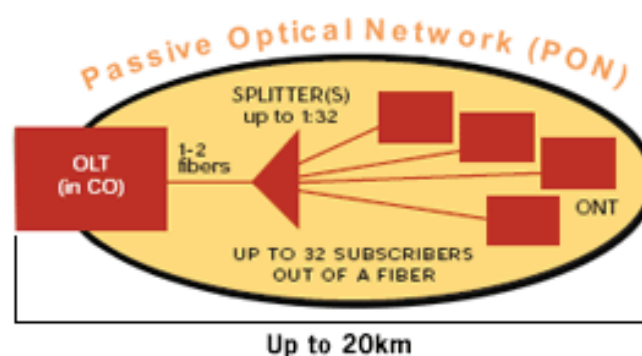
Η αναβάθμισή τους γίνεται εύκολα και επηρεάζει ένα χρήστη κάθε φορά και δεν απαιτούνται αλλαγές σε κεντρικές εγκαταστάσεις.



Σχήμα 4: Σημείο-προς-σημείο Switched Ethernet

4.5 Παθητικό Οπτικό Δίκτυο (Passive Optical Network, PON)

Όπως είπαμε και παραπάνω, τα Παθητικά Οπτικά Δίκτυα, είναι αυτά που στους κόμβους διανομής χρησιμοποιούν παθητικό εξοπλισμό. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούν διαχωριστές για την πολλαπλή μετάδοση ενός σήματος σε πολλές Οπτικές Μονάδες Δικτύου, τυπικά 32. Αποτελούνται από έναν Τερματιστή Οπτικής Γραμμής (Optical Line Termination, OLT) στο κεντρικό γραφείο του φορέα παροχής υπηρεσιών και τις οπτικές μονάδες δικτύου (ONUs) κοντά στους τελικούς χρήστες. Αυτό επιτρέπει την εξοικονόμηση σε οπτικές ίνες αλλά και σε εξοπλισμό κυρίων κατανεμητών, που χρησιμοποιείται στις σημείο-προς-σημείο συνδέσεις.



Σχήμα 5: Παθητικό Οπτικό Δίκτυο

Τα PONs έχουν μια τοπολογία δέντρου προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η κάλυψή τους με χρήση ελάχιστων διαχωριστών, μειώνοντας κατά συνέπεια τις απώλειες οπτικής ισχύος. Αυτό είναι σημαντικό, καθώς το παθητικό δίκτυο διανομής δεν έχει κανέναν ενισχυτή ή αναγεννητή.

Υπάρχουν τρεις τυποποιημένες εκδόσεις PON: Ethernet PON (EPON, IEEE 802.3ah), ATM PON και Broadband PON (APON-BPON, ITU-T G.983) και Gigabit PON (GPON, ITU-T G.984). Όλες χρησιμοποιούν δύο μήκη κύματος, ένα για την προς τα κάτω και ένα για την προς τα πάνω μετάδοση δεδομένων. Αυτά τα μήκη κύματος μοιράζονται χρονικά μεταξύ των χρηστών, με πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (TDMA - PONs). Το συνολικό διαθέσιμο εύρος ζώνης ανά χρήστη περιορίζεται έτσι από αυτό το μοίρασμα. Ένα τρίτο μήκος κύματος μπορεί προαιρετικά να χρησιμοποιηθεί για την προς τα κάτω μετάδοση αναλογικής τηλεόρασης (RF). Η Πολυπλεξία Μήκους Κύματος (WDM) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα PON για να αυξήσει τη συνολική χωρητικότητα του δικτύου. Ο πίνακας 6 συγκρίνει μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά των τεχνολογιών PON.

	EPON	BPON	GPON	WDM-PON
Standard	IEEE 802.3ah	ITU G.983	ITU G.984	None
Framing	Ethernet	ATM	GFP/ATM	Protocol Independent
Maximum Bandwidth	1 Gbit/s	622 Mbit/s	2.488 Gbit/s	1-10 Gbit/s per channel
Users/PON	16	32	64	100's
Average Bandwidth per User	60 Mbit/s	20 Mbit/s	40 Mbit/s	1-10 Gbit/s
Video	RF / IP	RF	RF / IP	RF / IP
Estimated Cost	Lowest	Low	Medium	High

Πίνακας 6: Σύγκριση των τεχνολογιών PON

4.6 BPON και GPON

Το 1995, οι πάροχοι των ΗΠΑ ένωσαν τις δυνάμεις τους στην FSAN για να προτυποποιήσουν την τεχνολογία PON. Τα αποτελέσματα των προσπαθειών τους τυποποιήθηκαν στις συστάσεις της ITU G.983 και G.984. Η ελλοχεύουσα τεχνολογία μετάδοσης για την πρώτη κατηγορία προτύπου βασίζεται στην ATM-ενθυλάκωση. Λόγω αυτού, ονομάστηκε ATM PON (APON). Το όνομα άλλαξε αργότερα σε Ευρυζωνικό PON (BPON) για να υπογραμμίσει ότι η κίνηση δεν περιορίζεται σε μεταδόσεις ATM μόνο. Τα πρότυπα BPON διευκρινίζουν τη λειτουργία από το φυσικό στρώμα μέχρι το OAM. Οι μέγιστες ταχύτητες είναι 622 Mbit/s προς τα κάτω και 155 Mbit/s προς τα πάνω.

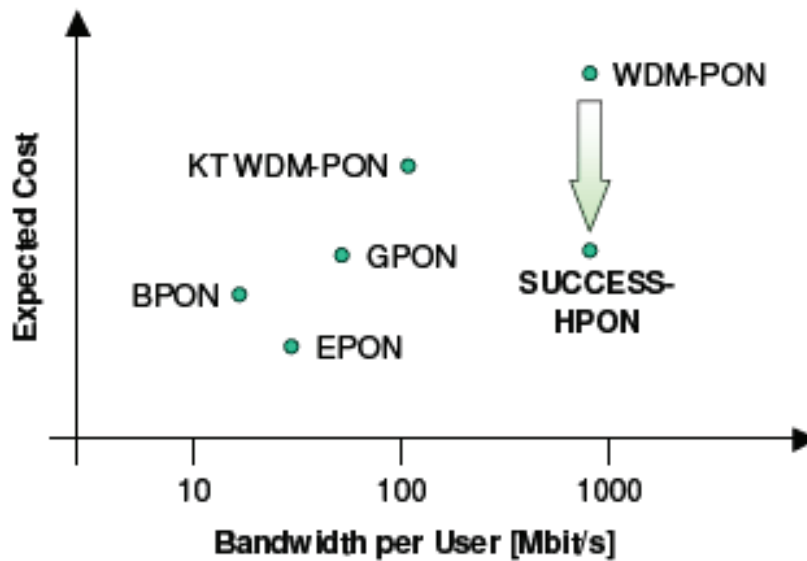
Καθώς η ενθυλάκωση της IP κυκλοφορίας σε πακέτα ATM δημιουργεί μεγάλο πλεόνασμα δεδομένων που οφείλονται στην επικεφαλίδα, και στην προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα πιο ευέλικτο πρότυπο, αναπτύχθηκε το GPON (Gigabit PON). Στο GPON, η ενθυλάκωση πραγματοποιείται μέσω ενός πρωτοκόλλου που λέγεται Generic Framic Protocol, μία ευέλικτη μέθοδο που επιτρέπει τη διαχείριση πληροφοριών μεταβλητού ρυθμού δεδομένων. Χρησιμοποιούνται μεγαλύτερα πακέτα μεταβλητού μήκους και προσφέρεται η δυνατότητα στα δεδομένα που είναι ευαίσθητα στην καθυστέρηση, όπως η φωνή και το βίντεο, να μπαίνουν σε προτεραιότητα και τα υπόλοιπα δεδομένα να ακολουθούν (Quality of Service, QoS). Το δίκτυο GPON παραδίδει μέχρι 2,488 Gbps ρυθμό δεδομένων και προς τις δύο κατευθύνσεις και είναι ικανό να προσφέρει υπηρεσίες triple play (φωνή, βίντεο, δεδομένα).

4.7 EPON

Μια ξεχωριστή προσπάθεια τυποποίησης PON άρχισε με βάση το IEEE Ethernet πρωτόκολλο. Η ιδέα εδώ ήταν να χρησιμοποιηθεί η τεράστια υποδομή Ethernet χαμηλού κόστους για να γίνει απλούστερη και πιο φθηνή τεχνολογία που χρησιμοποιείται στα PON. Το μειονέκτημα είναι ότι το Ethernet είναι κατασκευασμένο συνήθως για εκρηκτικού ρυθμού υπηρεσίες και όχι για υπηρεσίες σταθερού ρυθμού ή πολυπλεξίας TDM. Το EPON αναπτύχθηκε και τυποποιήθηκε ως το IEEE 802.ah πρότυπο. Το πρότυπο εστιάζει κυρίως στο φυσικό στρώμα μετάδοσης και έτσι η διαλειτουργικότητα των υψηλότερων στρωμάτων δεν είναι εγγυημένη. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης για το EPON είναι θεωρητικά τα 1,25 Gbit/s, αλλά λόγω της χρήσης της κωδικοποίησης 8B/10B, αυτός γίνεται ουσιαστικά 1 Gbit/s.

4.8 WDM-PON

Τα WDM-PON, όπως αναφέραμε ανωτέρω, χρησιμοποιούν ακριβό εξοπλισμό και, εκτός από τα μεγάλης απόστασης δίκτυα, το κόστος τους μοιράζεται σε μερικές δεκάδες χρηστών μόνο. Εντούτοις, μπορούν να παρέχουν ρυθμούς Gbit/s σε κάθε χρήστη, που τα TDM-PONs δεν μπορούν. Το ζήτημα όμως είναι πώς να γίνεται αυτό κατά τρόπο οικονομικά αποδοτικό.

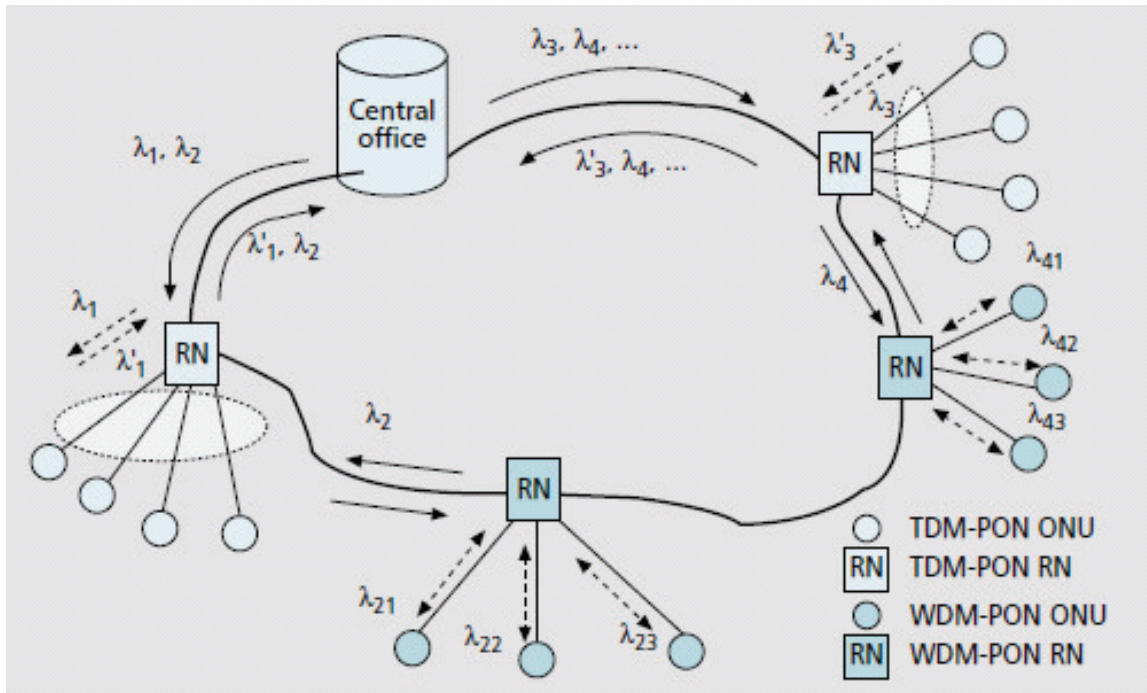


Σχήμα 6: Σχέση Κόστους και εύρος ζώνης των Παθητικών Οπτικών Δικτύων

4.9 Υβριδικά TDM/WDM-PONs

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών TDMA-PONs έχει ξεκινήσει. Αναμένεται ότι μέχρι το 2009 ο αριθμός των χρηστών θα είναι μεγαλύτερος από 10 εκατομμύρια παγκοσμίως. Λαμβάνοντας υπόψη τις υφιστάμενες υποδομές και τις αυξανόμενες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης, το ζήτημα θα είναι πώς να περάσουμε στην τεχνολογία WDM-PON με έναν εύκαμπτο και οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Κάποια υβριδικά TDM/WDM PON μοντέλα έχουν προταθεί, συμπεριλαμβανομένων των Hybrid PON της Samsung και του SUCCESS-DWA και του SUCCESS-HPON του Στάνφορντ.

Οι παραλλαγές SUCCESS-DWA και SUCCESS-HPON που προτάθηκαν από το πανεπιστήμιο του Stanford, παρέχουν μια ομαλή μετάβαση από τις υλοποιήσεις TDM στις WDM-PON. Το Σχήμα 7 δίνει τη θέση του SUCCESS-HPON ανάμεσα στις άλλες υλοποιήσεις PON. Παρέχει εύρος ζώνης συγκρίσιμο με τις απλές WDM-PON, αλλά σε χαμηλότερα κόστη. Αυτό επιτυγχάνεται καταργώντας την εγκατάσταση των laser στο χώρο των συνδρομητών και τοποθετώντας τους στους κύριους καταναμητές. Σ' αυτήν την περίπτωση, ένα συνεχές κύμα στέλνεται από τον κυριο καταναμητή στους συνδρομητές, με το οποίο θα διαμορφώσουν τα δεδομένα που θα στείλουν πίσω στο δίκτυο. Με την αφαίρεση των laser και την τοποθέτησή του στους κύριους καταναμητές, η εγκατάσταση γίνεται πολύ πιο φθηνή αφού μειώνονται οι απαραίτητες συσκευές που πρέπει να τοποθετηθούν στο σύστημα.



Σχήμα 7: Αρχιτεκτονική SUCCESS-HPON

5 Κεφάλαιο

ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Μία δεύτερη μεγάλη κατηγορία τεχνολογιών ευρυζωνικής πρόσβασης, είναι οι ασύρματες τεχνολογίες. Αυτές μπορούν να χωριστούν στα σταθερά και στα κινητά δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης, όπου στα σταθερά δίκτυα το τερματικό των χρηστών παραμένει ακίνητο, ενώ στα κινητά μπορεί να κινείται. Η διαφορά τους είναι ότι τα σταθερά δίκτυα είναι λιγότερο επιρρεπή στους περιορισμούς ποιότητας και εύρους ζώνης που εμφανίζονται στα κινητά δίκτυα.

5.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Ασύρματων Δικτύων Ευρυζωνικής Πρόσβασης

Τα δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης, χρησιμοποιούν ραδιοζεύξεις υψηλών συχνοτήτων, για να συνδέσουν δύο ή περισσότερα σημεία και να στείλουν ή να λάβουν δεδομένα, φωνή και βίντεο.

Τα **πλεονεκτήματα** που παρουσιάζουν αυτές οι τεχνολογίες, σε σχέση με τις ενσύρματες, είναι αρκετά. Καταρχάς, υπάρχουν πολλές περιοχές, που δεν έχουν πρόσβαση στον τοπικό βρόγχο με κάποιες ενσύρματες τεχνολογίες. Αυτές οι περιοχές μπορεί να είναι αγροτικές, περιοχές με χαμηλό πληθυσμό, απομακρυσμένες ή νησιά. Σε αυτά τα μέρη είναι ασύμφορο για μια τηλεπικοινωνιακή εταιρεία να επενδύσει σε υποδομές και εξοπλισμό και μια τέτοια προσπάθεια θα ήταν χρονοβόρα και με πολύ υψηλό κόστος. Τέτοιες περιοχές προσφέρονται για ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί γρηγορότερα από κάθε άλλη τεχνολογία.

Επίσης, οι ασύρματες τεχνολογίες είναι πιο ευέλικτες από τις άλλες τεχνολογίες. Επειδή οι περισσότερες τεχνολογίες είναι σχεδιασμένες για να υποστηρίξουν ασύμμετρη κίνηση από και προς το ίντερνετ, θα υπάρξουν προβλήματα όταν δημιουργηθεί η ανάγκη για συμμετρική κίνηση, όπως με τις αναδυόμενες εφαρμογές VoIP. Κι ενώ στις σταθερές τεχνολογίες γίνεται αναγκαίος ο ανασχεδιασμός του συστήματος, στις ασύρματες τεχνολογίες είναι δυνατό με ένα σχήμα μοιράσματος του καναλιού όπως το TDD (Time Division Duplex), να αποδοθεί μεγαλύτερο εύρος ζώνης προς την κατεύθυνση που ζητείται περισσότερο.

Άλλο χαρακτηριστικό των ασύρματων τεχνολογιών είναι ότι δεν εμφανίζεται η ανάγκη για βελτίωση της υπάρχουσας υποδομής συχνά καθώς και ο περιορισμός της απόστασης πρόσβασης, που εμφανίζονται στο xDSL. Επίσης δεν χρειάζονται ακριβά φίλτρα και διαχωριστές που χρησιμοποιούνται στις υλοποιήσεις HFC. Το μόνο που χρειάζεται είναι ένας πομποδέκτης στο χώρο του συνδρομητή, που θα είναι στραμμένος προς τον πομποδέκτη του σταθμού βάσης.

Οι ασύρματες υλοποιήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν γρήγορα καθώς δεν απαιτείται η τοποθέτηση ομοαξονικών καλωδίων ή χάλκινων γραμμών, που έχουν επιπλέον και υψηλό κόστος. Επίσης δεν χρειάζονται επενδύσεις σε εργασίες όπως σκάψιμο για την τοποθέτηση των καλωδίων. Με το που τοποθετείται ένας σταθμός βάσης, ο παροχέας μπορεί να ξεκινήσει να προσφέρει υπηρεσίες στους συνδρομητές του και να έχει γρήγορα κέρδος από την επένδυσή του.

Η δομή των ασύρματων δικτύων είναι κλιμακωτή. Αυτό σημαίνει ότι δεν χρειάζεται κάποια αλλαγή στο δίκτυο, για να προστεθούν νέοι συνδρομητές. Ακόμη μπορεί να γίνει αναβάθμιση στο δίκτυο ανά τμήματα, χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία των υπολοίπων τμημάτων.

Το ασύρματο δίκτυο τέλος, συντηρείται πιο εύκολα και τα προβλήματα απομονώνονται και διορθώνονται πιο εύκολα απ' ό,τι σε κάθε άλλη υποδομή. Επίσης είναι πιο αξιόπιστο καθώς δεν παρεμβάλλονται καλώδια ανάμεσα στον παροχέα και στο χρήστη, που θα μπορούσαν να κοπούν. Έτσι οι ασύρματες τεχνολογίες προσφέρουν πιο αξιόπιστες υπηρεσίες και σε χαμηλότερα κόστη.

Φυσικά υπάρχουν και διάφοροι **περιορισμοί** στην εγκατάσταση και λειτουργία των ασυρμάτων δικτύων που δεν συναντώνται στα ενσύρματα. Οι βασικότεροι περιορισμοί είναι οι εξής :

- *Κατανάλωση ισχύος* : Για να εκμεταλλευτούν οι χρήστες την κινητικότητα που τους προσφέρει το ασύρματο δίκτυο πρέπει να χρησιμοποιούν κινητούς σταθμούς (mobile stations). Αυτοί λειτουργούν με μπαταρίες και ο σχεδιασμός του δικτύου πρέπει να τους επιτρέπει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αυτονομία.
- *Χωρητικότητα μετάδοσης*: Ιδανικά η χωρητικότητα των ασύρματων δικτύων θα έπρεπε να είναι περίπου ίση με τη χωρητικότητα των ενσύρματων. Αυτό δε συμβαίνει στην πράξη, λόγω περιορισμών που επιβάλλει η ασύρματη μετάδοση. Αν και έχει παρατηρηθεί αρκετά μεγάλη αύξηση των ρυθμών μετάδοσης, η διαφορά είναι ακόμα μεγάλη. Το πρωτόκολλο πρόσβασης στο μέσο του ασυρμάτου δικτύου πρέπει να φροντίζει για την επίτευξη μέγιστης διέλευσης στο δίκτυο.
- *Παρεμβολές και αξιοπιστία* : Όπως σε κάθε ασύρματη μορφή μετάδοσης, έτσι και στην περίπτωση των ασυρμάτων δικτύων τίθενται τα ζητήματα των παρεμβολών και της αξιοπιστίας. Παρεμβολές μπορεί να προέρχονται από τους ίδιους τους σταθμούς του δικτύου στην προσπάθειά τους να μεταδώσουν ταυτόχρονα. Επίσης μπορεί να προέρχονται από άλλες συσκευές που χρησιμοποιούν το ίδιο φασματικό εύρος, ιδίως στην περίπτωση χρήσης ελεύθερων φασματικών μπάντων όπως η ISM. Τέλος, πηγή παρεμβολών είναι το φαινόμενο των διαλείψεων πολλαπλών διαδρομών. Τα παραπάνω πρέπει να αντιμετωπιστούν με χρήση κατάλληλων τεχνικών διαμόρφωσης, κωδικοποίησης και διόρθωσης λαθών.

- *Ασφάλεια επικοινωνιών* : Δεδομένα που κυκλοφορούν σε ένα ασύρματο δίκτυο είναι εύκολο να υποκλαπούν από οποιονδήποτε, αρκεί να διαθέτει τον κατάλληλο δέκτη και πρόσβαση στην περιοχή κάλυψης του δικτύου. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να χρησιμοποιείται κάποια μέθοδος κρυπτογράφησης των εκπεμπόμενων δεδομένων, κάτι που αυξάνει το κόστος και μειώνει την επίδοση του τελικού συστήματος.
- *Υποστήριξη κινητικότητας* : Το ασύρματο δίκτυο πρέπει να υποστηρίζει την μεταπομπή και τη δρομολόγηση της κίνησης σε κινούμενους χρήστες. Αυτό προσθέτει πολυπλοκότητα στη σχεδίασή του.
- *Κατανομή συχνотήτων* : Πρέπει να βρεθούν οι φασματικές περιοχές στις οποίες θα λειτουργούν τα διάφορα ασύρματα δίκτυα. Αυτό μπορεί να είναι αρκετά δύσκολο, ιδίως όταν στη διαδικασία εμπλέκονται ρυθμιστικές αρχές διαφόρων χωρών.
- *Ασφάλεια χρηστών* : Η ασφάλεια των χρηστών κατά τη χρήση κάθε είδους ασύρματων συσκευών είναι ένα θέμα που μελετάται διαρκώς. Στα ασύρματα δίκτυα ένας από τους λόγους περιορισμού της εκπεμπόμενης ισχύος είναι η προστασία των χρηστών.

5.3 Τι είναι το Wi-Fi;

Με την ανάπτυξη του προτύπου της IEEE 802.11, σχηματίστηκε το 1999 ένας μη κερδοσκοπικός διεθνής οργανισμός με μέλη κατασκευαστές προϊόντων 802.11. Σκοπός του είναι να πιστοποιήσει την διαλειτουργικότητα προϊόντων βασισμένων στο IEEE 802.11.



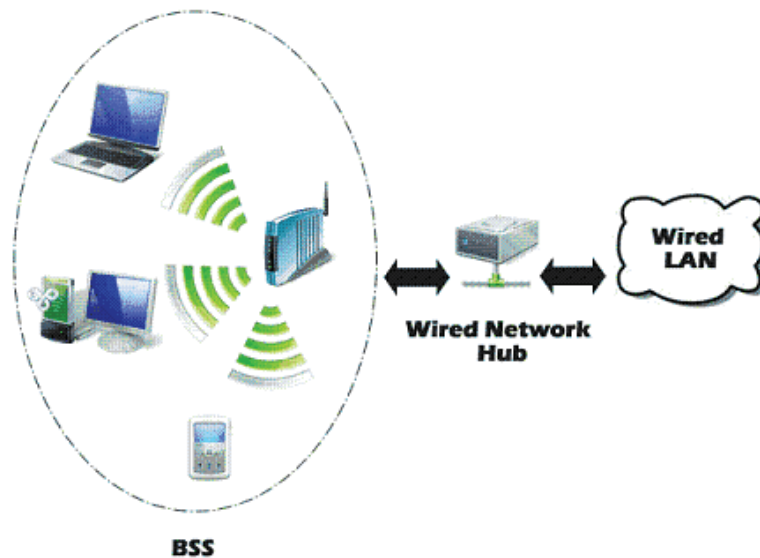
Σχήμα 1: Το λογότυπο της Wi-Fi πιστοποίησης

Η πιστοποίηση Wi-Fi σε μία συσκευή αποτελεί κατά συνέπεια μία εγγύηση για τον αγοραστή για την διαλειτουργικότητα της συσκευής. Επειδή δε πλέον όλοι οι κατασκευαστές φροντίζουν ώστε τα προϊόντα τους να επιτυγχάνουν την πιστοποίηση έχει επικρατήσει να αναφερόμαστε στο πρότυπο IEEE 802.11 με τον όρο Wi-Fi.

5.4 Συστατικές Μονάδες

Τα ασύρματα δίκτυα 802.11 αποτελούνται από τις κάτωθι βασικές μονάδες:

- **Σημείο πρόσβασης (Access Point - AP):** Το AP είναι η μονάδα που παίζει το ρόλο γέφυρας μεταξύ του ενσύρματου και του ασύρματου δικτύου. Λειτουργεί σαν σταθμός βάσης κάνοντας συγκέντρωση της κίνησης από τους ασύρματους σταθμούς και κατευθύνοντας την προς το υπόλοιπο δίκτυο και επίσης αναλαμβάνει τη μετάδοση πληροφορίας που προορίζεται από ένα ασύρματο σταθμό σε κάποιον άλλο, στην ίδια κυψέλη, μετατρέποντας κατάλληλα τα πλαίσια που ανταλλάσσονται μεταξύ αυτών. Άλλες λειτουργίες που αναλαμβάνει, είναι η αυθεντικοποίηση ενός καινούργιου σταθμού που ζητά πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο και η συσχέτιση μαζί του. Συνήθως τα AP είναι εξωτερικές συσκευές, αλλά υπάρχει η δυνατότητα με χρήση λογισμικού να είναι και κάποια PCI ή PCMCIA κάρτα υπολογιστή. Οι λειτουργίες που εκτελούνται σε ένα AP είναι ένα υπερσύνολο των λειτουργιών που εκτελούνται σε έναν ασύρματο σταθμό.
- **Σύστημα διανομής (Distribution System):** Το σύστημα διανομής ενώνει τα διάφορα AP του ίδιου δικτύου, επιτρέποντάς τους να ανταλλάσσουν πλαίσια. Το 802.11 δεν προσδιορίζει τον τρόπο που θα γίνεται αυτό.
- **Ασύρματο μέσο μετάδοσης (Wireless Medium):** Έχουν οριστεί διάφορα φυσικά στρώματα που χρησιμοποιούν είτε ραδιοσυχνότητες είτε υπέρυθρες ακτίνες για τη μετάδοση των πλαισίων μεταξύ των σταθμών του ασύρματου δικτύου.
- **Ασύρματοι Σταθμοί (Wireless Stations):** Οι σταθμοί αναλαμβάνουν τη λειτουργία της ραδιοεπικοινωνίας με το AP της κυψέλης στην οποία βρίσκονται. Μπορεί να είναι PCI, PCMCIA, ISA κάρτες σε ένα υπολογιστή, ή να πρόκειται για άλλου τύπου συσκευές, όπως τηλεφωνικές συσκευές με 802.11 λειτουργικότητα. Είναι απλούστεροι σε λειτουργικότητα από τους σταθμούς βάσης.
- **Επαναλήπτης (Repeater):** Οι συσκευές που μπορούν να λειτουργήσουν με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την κάλυψη από ένα AP. Ο αναμεταδότης είναι ένας φτηνός και απλός τρόπος να αυξήσουμε την κάλυψη από ένα σημείο πρόσβασης.



Σχήμα 2: Ένα ασύρματο δίκτυο κατά IEEE 802.11

Η βασική δομική μονάδα κάθε 802.11 δικτύου αποκαλείται Basic Service Set (BSS) και αποτελείται από μία ομάδα σταθμών που επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα όρια του BSS καθορίζονται από την περιοχή ραδιοκάλυψης, που ονομάζεται Basic Service Area (BSA). Ένας σταθμός σε ένα BSS μπορεί να επικοινωνεί με οποιονδήποτε άλλο σταθμό στο ίδιο BSS.

5.5 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ WiMAX

5.5.1 Εισαγωγή

Το 2001 η IEEE υιοθέτησε το πρότυπο 802.16 γνωστό και σαν WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Σκοπός της ομάδας εργασίας ήταν η προτυποποίηση μιας τεχνολογίας η οποία θα επέτρεπε την ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση (με σταθερούς ρυθμούς) στο τελευταίο μίλι, αντικαθιστώντας τις Ψηφιακές Γραμμές Συνδρομητή (DSL) και τις Καλωδιακές υλοποιήσεις (Cable). Όπως συμβαίνει με τα πρότυπα της σειράς 802 για ασύρματα τοπικά δίκτυα, έτσι και το 802.16, που ανήκει στην κατηγορία των Ασύρματων Μητροπολιτικών Δικτύων (Wireless Metropolitan Area Networks - WMAN), καθορίζει μια οικογένεια προτύπων με επιλογές για συγκεκριμένες ρυθμίσεις.

Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο, το Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο, μπορεί να προσφέρει πρόσβαση στο δίκτυο, σε σπίτια και επιχειρήσεις μέσω κεραιών οι οποίες επικοινωνούν με κεντρικούς Σταθμούς Βάσης.

Εντός των κτιρίων οι υπολογιστές μπορούν να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο συνδεδεμένοι σε δίκτυο Ethernet 802.2 ή ασύρματο δίκτυο Wi-Fi 802.11. Παρ' όλα αυτά, το πρότυπο έχει σαφείς προδιαγραφές και για άμεση σύνδεση ενός χρήστη με το δίκτυο κορμού, μέσω κάρτας η οποία θα αρχίσει να ενσωματώνεται και στους καινούργιους φορητούς υπολογιστές.

Η δημιουργία του Wi-MAX, δίνει μια εναλλακτική λύση στον τρόπο σύνδεσης με το δίκτυο. Επειδή τα ασύρματα συστήματα έχουν τη δυνατότητα μεγαλύτερης κάλυψης χωρίς μεγάλα κόστη τοποθέτησης, υπόσχονται μεγαλύτερη εξάπλωση του Διαδικτύου και πρόσβαση περισσότερων ανθρώπων σε αυτό.

5.5.2 Κινητό WiMAX IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)

Το κινητό WiMAX είναι μια ευρυζωνική ασύρματη λύση που επιτρέπει τη σύγκλιση των κινητών και των σταθερών ευρυζωνικών δικτύων μέσω μιας κοινής τεχνολογίας ασύρματης πρόσβασης Ευρείας Περιοχής και μιας ευέλικτης δικτυακής αρχιτεκτονικής. Το κινητό WiMAX, υιοθετεί την Ορθογωνική Διαιρέση Συχνότητας Πολλαπλής Πρόσβασης (OFDMA) για βελτιωμένη απόδοση στην πολυδιάδευση που εμφανίζεται στα περιβάλλοντα μη οπτικής επαφής (NLOS). Η Επεκτάσιμη OFDMA (Scalable OFDMA) εισήχθη επίσης στο υποπρότυπο IEEE 802.16e, για να υποστηρίξει τα διαφορετικά εύρη ζώνης καναλιών από 1.25 έως 20 MHz.

Αρχικά το κινητό WiMAX θα λειτουργεί στα 2.3, 2.5, 3.3 και 3.4-3.8 GHz. Η υποστήριξη περισσότερων ζωνών θα προστεθεί ανάλογα με τη ζήτηση της αγοράς. Το WiMAX Forum, υπολογίζει ότι τα πρώτα προϊόντα με την πιστοποίηση του Mobile WiMAX θα κυκλοφορήσουν το δεύτερο εξάμηνο του 2006 και το πρώτο τετράμηνο του 2007. Πολλοί σκέφτονται ότι με τη χρήση του SOFDMA, το 802.16-2005 θα περιθωριοποιήσει το 802.16-2004 πρότυπο, που χρησιμοποιεί 256 OFDM. Εντούτοις, αρκετοί κατασκευαστές σχεδιάζουν τη μετάβαση από την παλαιότερη έκδοση των προτύπων, στο πιο ισχυρό σχέδιο διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται στο κινητό WiMAX. Οι κατασκευαστές εργάζονται μέσω του φόρουμ WiMAX για να επιτύχουν τη συμβατότητα μεταξύ των παρόμοιων προφίλ συστημάτων.

Το SOFDMA θα είναι καλύτερο του 256 OFDM για συνδέσεις μη οπτικής πετυχαίνοντας τα εξής:

- Βελτίωση της κάλυψης μη οπτικής επαφής με τη χρησιμοποίηση των προηγμένων σχεδίων ποικιλομορφίας κεραιών, και των υβριδικών-Εκκλήσεων Αυτόματης Αναμετάδοσης (hARQ)
- Αυξανόμενο κέρδος συστήματος μέσω της πυκνότερης κατανομής του φάσματος, και βελτίωση της κάλυψης εσωτερικών χώρων

- Εισαγωγή των υψηλής απόδοσης τεχνικών κωδικοποίησης όπως η Τούρμπο Κωδικοποίηση και ο Μικρής Πυκνότητας Έλεγχος Ισοτιμίας (Low Density Parity Check, LDPC), ενισχύοντας την ασφάλεια και την απόδοση των συνδέσεων μη οπτικής επαφής.
- Η εισαγωγή των υποκαναλιών στην προς τα κάτω μετάδοση, θα επιτρέπει στους διαχειριστές να ανταλλάζουν το εύρος κάλυψης με την χωρητικότητα του καναλιού ή αντίστροφα
- Βελτίωση της κάλυψης με την εισαγωγή των προσαρμοστικών συστημάτων κεραιών (Adaptive Antenna Systems, AAS) και των συστημάτων πολλαπλής εισόδου πολλαπλής εξόδου (Multiple Input Multiple Output, MIMO)
- Εξάλειψη των εξαρτήσεων από το εύρος ζώνης των καναλιών χάρη στα κενά διαστήματα των υποφερόντων, που επιτρέπουν την ίση απόδοση κάτω από οποιοδήποτε εύρος καναλιών RF (1.25-14 MHz)
- Ο ενισχυμένος γρήγορος αλγόριθμος μετασχηματισμού Φουριέ (FFT) μπορεί να ανεχτεί μεγαλύτερες καθυστερήσεις, αυξάνοντας την ανοχή στις παρεμβολές λόγω πολλαπλών δρόμων.

Τα SOFDMA και OFDMA256 δεν είναι συμβατά κι έτσι ο περισσότερος εξοπλισμός θα πρέπει να αντικατασταθεί. Εντούτοις, μερικοί κατασκευαστές προσπαθούν να παρέχουν μια πορεία μετάβασης για τον παλαιότερο εξοπλισμό στο SOFDMA που θα διευκόλυνε τη μετάβαση εκείνων των δικτύων που έχουν κάνει ήδη επένδυση στο OFDMA256.

Η υποστήριξη των μεταπομπών είναι μια άλλη κρίσιμη προσθήκη στην τροποποίηση 802.16e για την κινητή πρόσβαση. Η δυνατότητα να διατηρηθεί μια σύνδεση κινούμενη στα σύνορα κυψελών, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κινητικότητα και θα περιληφθεί ως απαίτηση στο προφίλ των συστημάτων 802.16e. Στο πρότυπο 802.16-2004 αν και προβλέπεται η ικανότητα μεταπομπής, στα σχεδιαζόμενα προφίλ η υποστήριξη δεν είναι απαραίτητη.

Το πρότυπο 802.16e WiMAX θα υποστηρίξει διαφορετικούς τύπους μεταπομπής, που κυμαίνονται από σκληρούς (hard) έως μαλακούς (soft) και η επιλογή τους αφήνεται στον διαχειριστή. Οι σκληρές μεταπομπές χρησιμοποιούν έναν τύπο κόψιμο-πριν από την-επανασύνδεση. Σ'αυτήν την περίπτωση η συσκευή των χρηστών συνδέεται με έναν μόνο σταθμό βάσης οποιαδήποτε στιγμή, πράγμα που καθιστά το σύστημα πιο απλό στην υλοποίηση αλλά εισάγει μια μικρή αδράνεια στη σύνδεση του συνδρομητή, μέχρι να συνδεθεί στον νέο σταθμό.

Οι μαλακές μεταπομπές είναι παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιούνται σε μερικά κυψελοειδή δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και επιτρέπουν στη συσκευή των χρηστών να διατηρούν τη σύνδεση σε έναν σταθμό βάσης έως ότου συνδεθούν με έναν νέο (τύπος σύνδεση-πριν από-κόψιμο), μειώνοντας κατά συνέπεια την αδράνεια στη σύνδεση. Έτσι, ενώ εφαρμογές όπως η φωνή μέσω Διαδικτύου (VoIP) ή τα παιχνίδια επωφελούνται πολύ από τις μαλακές μεταπομπές, οι σκληρές μεταπομπές είναι ικανοποιητικές για τις υπηρεσίες δεδομένων.

Τα Επίπεδα Υπηρεσίας (QoS) καθώς και οι Συμφωνίες Επιπέδων Υπηρεσιών (Service Level Agreement, SLA) διατηρούνται κατά τη διάρκεια των μεταπομπών.

Οι δυνατότητες περιαγωγής στους παρόχους υπηρεσιών μπορούν να εφαρμοστούν και στα δύο πρότυπα 802.16-2004 και 802.16e WiMAX, αλλά είναι ιδιαίτερα πολύτιμοι για τη φορητή και την κινητή πρόσβαση.

Το φόρουμ WiMAX δε σκοπεύει να συμπεριλάβει τις απαιτήσεις περιαγωγής στο 802.16e προφίλ συστήματος, καθώς θεωρεί ότι είναι μια υπηρεσία πύο υψηλού επιπέδου και υπερβαίνει το σκοπό του προγράμματος πιστοποίησης, το οποίο εστιάζει στα στρώματα PHY και MAC. Η ομάδα εργασίας των παρόχων υπηρεσιών καθώς και η ομάδα εργασίας δικτύων εντός του φόρουμ WiMAX εργάζονται προς τον προσδιορισμό των λειτουργικών απαιτήσεων για μια πλατφόρμα περιαγωγής.

5.6 ΔΙΚΤΥΑ 3^{ης} ΓΕΝΙΑΣ /ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ (3G/UMTS)

5.6.1 Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία τόσο η Κυψελωτή Κινητή Τηλεφωνία όσο και το Διαδίκτυο έχουν γνωρίσει τρομακτική εξάπλωση παγκοσμίως. Η ανάγκη του ανθρώπου για κινητικότητα από τη μια, και η ανάγκη για πρόσβαση σε πληροφορία και υπηρεσίες από την άλλη, οδήγησε στη σύγκλιση των δυο παραπάνω «κόσμων» μέσα από τα Κινητά Δίκτυα 3^{ης} Γενιάς και συγκεκριμένα του Παγκόσμιου Συστήματος Κινητών Τηλεπικοινωνιών (UMTS).

Ο όρος UMTS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων "Universal Mobile Telecommunications System" (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών). Πρόκειται για την εξέλιξη των κινητών δικτύων δεύτερης γενιάς σε σχέση με την χωρητικότητα, την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων και την ύπαρξη νέων υπηρεσιών. Σήμερα, περισσότερα από εξήντα 3G/UMTS δίκτυα που χρησιμοποιούν την W-CDMA τεχνολογία λειτουργούν σε 25 χώρες. Για την οργάνωση του όλου εγχειρήματος έχει θεσπιστεί ειδικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία Third Generation Partnership Project (3GPP) του οποίου μέλημα είναι η παρακολούθηση και η καθοδήγηση των εξελίξεων στην συγκεκριμένη τεχνολογική περιοχή.

Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα των UMTS δικτύων ξεχωρίζουμε τους αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων και την ταυτόχρονη υποστήριξη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και φωνής. Πιο συγκεκριμένα, το UMTS δίκτυο στην αρχική του φάση, θεωρητικά προσφέρει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως και 384 kbps σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα του χρήστη. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος οι ρυθμοί μετάδοσης αυξάνουν φθάνοντας την τιμή των 2 Mbps.

Για λόγους πληρότητας, να αναφέρουμε απλά ότι ως πρώτη γενιά (1G) χαρακτηρίστηκαν τα κινητά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα που χρησιμοποιούσαν την αναλογική διαμόρφωση FM, ενώ ως δεύτερη γενιά (2G) η ψηφιακή τεχνολογία που ακολούθησε. Τεχνολογίες όπως το Παγκόσμιο Σύστημα για Κινητές επικοινωνίες (Global System for Mobile communications), το TDMA και το CDMA αποτελούν τρέχουσες τεχνολογίες μετάδοσης δεδομένων στα δίκτυα δεύτερης γενιάς και προσφέρουν ταχύτητες 9,6 Kbps για τη μετάδοση της φωνής. Υπάρχουν βέβαια και τεχνολογίες που προσφέρουν υψηλότερες ταχύτητες στα δίκτυα δεύτερης γενιάς όπως αυτή της Ράδιο-Υπηρεσίας Γενικών Πακέτων (General Packet Radio Service), που αποκαλείται και 2.5G, η οποία προσφέρει ταχύτητες μέχρι 115 Kbps, αλλά και η τεχνολογία Αυξημένου Ρυθμού Δεδομένων για την Εξέλιξη του GSM (Enhanced Data rates for GSM Evolution) που προσφέρει ταχύτητες 384 Kbps και που έχει ήδη ονομαστεί χαρακτηριστικά 2.75G, υποδηλώνοντας μια ενδιάμεση μεταβατική γενιά πριν το 3G.

5.7 Long Term Evolution LTE

5.7.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

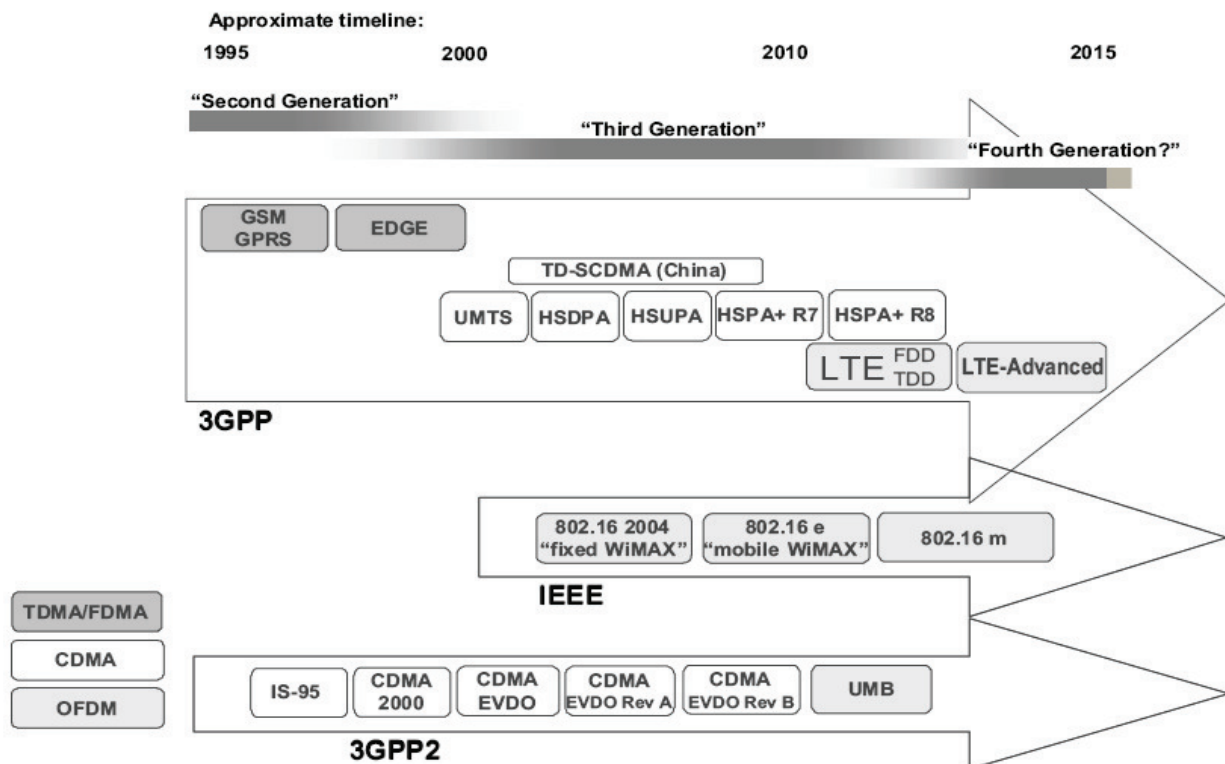
Το σύστημα LTE, το οποίο είναι ευρέως διαδεδομένο και ως 4G ή δίκτυα B3G (Beyond 3G) ή τέλος ως All-IP ασύρματα δίκτυα, σχεδιάστηκε εξ αρχής με στόχο την εξέλιξη της τεχνολογίας ραδιοπρόσβασης (radio access) έτσι ώστε όλες οι υπηρεσίες να στηρίζονται στη μεταγωγή πακέτων (packet switched) και όχι στη μεταγωγή κυκλώματος (circuit switched), όπως τα προϋπάρχοντα κινητά δίκτυα. Όσο αφορά στην αρχιτεκτονική του δικτύου, ο όρος LTE αντιπροσωπεύει την εξέλιξη της ραδιοπρόσβασης και καλείται Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), ενώ η εξέλιξη των συστατικών στοιχείων του δικτύου που δεν αποτελούν τη ραδιο-διεπαφή (non-radio aspects) καλύπτονται από τον όρο System Architecture Evolution (SAE) ο οποίος περιλαμβάνει και το Evolved Packet Core (EPC) δίκτυο. Οι δύο αυτοί όροι (LTE και SAE) συνθέτουν το Evolved Packet System (EPS).

Χαρακτηριστικά του δικτύου όπως η επίπεδη αρχιτεκτονική (flat architecture) καθώς και η χρήση της μεταγωγής πακέτων και του IP πρωτοκόλλου (Internet Protocol) για την επικοινωνία, συμβάλλουν καθοριστικά στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Οι πιο χαρακτηριστικοί από τους οποίους είναι η βελτίωση της ρυθμαπόδοσης και η μείωση της καθυστέρησης σε επίπεδο χρήστη, η καλύτερη αντιμετώπιση της κινητικότητας και η υποστήριξη handover ακόμα και σε άλλες σταθερής γραμμής ή ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης.

Επίσης, εξέχουσα σημασία στην εκπλήρωση των απαιτήσεων του δικτύου κατέχουν οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε φυσικό επίπεδο. Η Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) και η Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση της πολυπλοκότητας του συστήματος και του εξοπλισμού των χρηστών (User Equipment), επιτρέπουν ευέλικτη ανάπτυξη του

ραδιοφάσματος σε υπάρχοντα ή νέα φάσματα συχνοτήτων και τέλος καθιστούν δυνατή τη συνύπαρξη του με άλλες 3GPP Radio Access Technologies (RATs).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι τα «αντίπαλα» πρότυπα για το LTE είναι το Mobile WiMAX και το Ultra-Mobile Broadband (UMB). Το ερευνητικό πεδίο που σχετίζεται με το πρότυπο LTE ήδη γνωρίζει έντονη δραστηριότητα και αναμένεται να επηρεάσει την αγορά σταδιακά. Γραφικά, η χρονική εξέλιξη των τριών ανταγωνιστικών προτύπων (3GPP, 802.16 και 3GPP2) συνοψίζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1. Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης των κινητών προτύπων

5.7.2 Στόχοι της τεχνολογίας LTE

Η τεχνολογία LTE εστιάζει αποκλειστικά στη βελτιστοποίηση της μετάδοσης δεδομένων με μεταγωγή πακέτων, όπως είναι οι πολυμεσικές εφαρμογές. Επίσης, θέτει πολύ υψηλούς και φιλόδοξους στόχους προκειμένου να ξεπεράσει τα όρια των 14.4 Mbps και 5.8 Mbps που επιτυγχάνονται στο HSDPA και HSUPA αντίστοιχα.

Οι βασικότερες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί το πρότυπο LTE αναφέρονται στη συνέχεια :

- Εύρος Ζώνης: Κλιμακωτή χρήση φάσματος εύρους ζώνης της τάξης των 5, 10, 15 και 20 MHz. Επίσης, μπορεί να γίνει και χρήση εύρους ζώνης μικρότερου των 5 MHz (1.5 MHz και 2.5 MHz) για επιπλέον ευελιξία.
- Ρυθμοί Μετάδοσης: Επίτευξη μέγιστων ρυθμών μετάδοσης της τάξης των 100 Mbps στον κατερχόμενο και 50 Mbps στον ανερχόμενο σύνδεσμο για εύρος ζώνης ίσο με 20 MHz.
- Mode Λειτουργίας: Λειτουργία της τεχνολογίας LTE τόσο σε FDD όσο και TDD mode.
- Ρυθμαπόδοση: Επίτευξη 3-4 φορές μεγαλύτερης μέσης ρυθμαπόδοσης χρήστη ανά MHz στον κατερχόμενο σύνδεσμο και αντίστοιχα 2-3 φορές μεγαλύτερης για τον ανερχόμενο σύνδεσμο συγκριτικά με τις εκδόσεις 6 και 7 του προτύπου 3GPP (HSDPA και HSUPA).
- Αποδοτικότητα φάσματος: Επίτευξη 2-3 φορές μεγαλύτερης αποδοτικότητας φάσματος σε σχέση με την έκδοση 6 του προτύπου 3GPP (HSDPA).
- Καθυστέρηση: Σημαντική μείωση του χρόνου Round-Trip Time (RTT) από το χρήστη έως το σταθμό βάσης στα 5 ms - 10 ms.
- Κινητικότητα: Δυνατότητα βέλτιστης λειτουργίας του συστήματος για χαμηλές ταχύτητες κίνησης των χρηστών (0-15 χμ/ώρα) καθώς και δυνατότητα υποστήριξης χρηστών που κινούνται σε πολύ υψηλές ταχύτητες.
- Διαλειτουργικότητα: Δυνατότητα ταυτόχρονης λειτουργίας με μη-3GPP πρότυπα επικοινωνιών καθώς και με τα υπάρχοντα UTRAN/GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) συστήματα κινητών επικοινωνιών. Επίσης, υποστήριξη δυνατότητας handover από και προς τα συστήματα αυτά.
- Ποιότητα Υπηρεσίας: Υποστήριξη από άκρο σε άκρο ποιότητας υπηρεσίας QoS, για την υποστήριξη απαιτητικών υπηρεσιών σε Quality of Service (QoS) όπως είναι οι VoIP εφαρμογές.

5.7.3 Υπηρεσίες στην τεχνολογία LTE

Η τεχνολογία LTE επιτρέπει τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών διαδικτύου και μεταφοράς δεδομένων καθώς και την αύξηση των ρυθμών μετάδοσης δεδομένων στους κινητούς χρήστες. Μέσω της εξέλιξης της τεχνολογίας MBMS σε evolved MBMS επιτρέπει και την παροχή multicast υπηρεσιών ψηφιακού περιεχομένου, ταυτόχρονα με τις υπηρεσίες δεδομένων, πιο αποδοτικά και με περισσότερες δυνατότητες όσο αφορά στη χωρητικότητα και στον αριθμό των προσφερόμενων καναλιών. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία LTE ουσιαστικά παρέχει βελτιωμένη ποιότητα, υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και μικρότερη καθυστέρηση

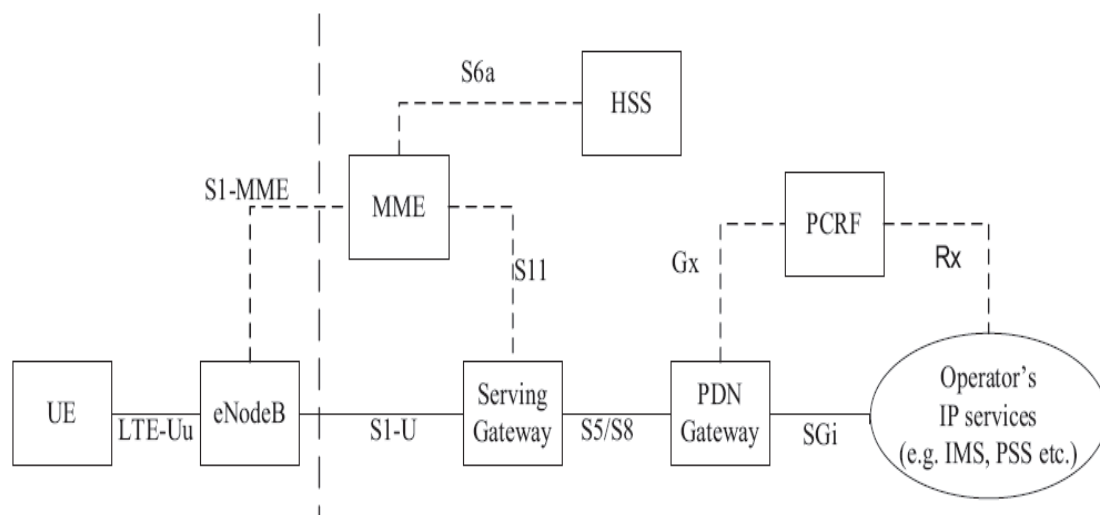
για τις υπηρεσίες που υποστηρίζονται από την τεχνολογία HSPA+ ενώ επιπρόσθετα δύναται να υποστηρίξει μέσω της τεχνολογίας evolved MBMS:

- Μετάδοση υψηλής ποιότητας περιεχόμενου σε πραγματικό χρόνο – Streaming υπηρεσίες ήχου και εικόνας: τηλεόραση, ραδιόφωνο. Το μεταδιδόμενο περιεχόμενο μπορεί να μεταφέρεται σε πραγματικό χρόνο ή να είναι αποθηκευμένο και να αναμεταδίδεται.

Υπηρεσίες παρεχόμενες/διαφοροποιούμενες ανά εντοπισμένη περιοχή εξυπηρέτησης - δυνατότητα συνδυασμού εθνικών και τοπικών προγραμμάτων τηλεόρασης ή άλλου περιεχομένου ανά γεωγραφική περιοχή, multicast μετάδοση τουριστικού περιεχομένου (video-clips, διαφημίσεις) με πληροφορίες για φεστιβάλ, εστιατόρια, ξενοδοχεία, μουσεία κ.ο.κ .

5.7.4 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Όπως προαναφέρθηκε το EPS δίκτυο αποτελείται από το δίκτυο κορμού (EPC) και το δίκτυο πρόσβασης (E-UTRAN). Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2, όσο αφορά στο δίκτυο κορμού αυτό αποτελείται από πολλές λογικές οντότητες, ενώ αντίθετα το δίκτυο πρόσβασης συντελείται από ένα και μοναδικό στοιχείο, τον evolved NodeB (eNodeB), ο οποίος συνδέεται με τους UEs. Επίσης απεικονίζονται οι διεπαφές που συνδέουν τις οντότητες αυτές μεταξύ τους.



Εικόνα 2. Στοιχεία του EPS δικτύου.

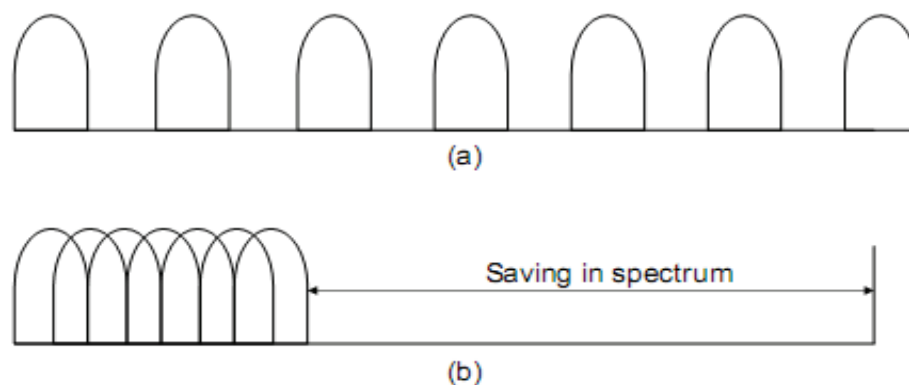
5.7.5 Βασικές Τεχνικές Μετάδοσης Πληροφορίας Στο LTE

Για την επίτευξη των στόχων, είναι προφανές ότι η τεχνολογία LTE πρέπει να βασιστεί σε βέλτιστες τεχνολογίες μετάδοσης πληροφορίας στο ασύρματο τμήμα του

δικτύου πρόσβασης. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις εξής τεχνολογίες: multicarrier τεχνολογία και τεχνολογία πολλαπλών κεραιών (multiple antenna technology).

5.7.5.1 Multicarrier τεχνολογία

Μία από τις κύριες τεχνολογίες που υιοθετεί η τεχνολογία LTE είναι το Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Κύριος λόγος υιοθέτησης του OFDM ως μοντέλου διαμόρφωσης για το LTE είναι η μεγάλη αντοχή που επιδεικνύει σε περιβάλλοντα εξασθένησης σήματος και παρεμβολών. Επίσης, ιδιαίτερης σημασίας είναι το γεγονός ότι επιτυγχάνει καλύτερη αξιοποίηση του εύρους ζώνης του καναλιού (Εικόνα 3), χωρίζοντας αυτό σε υποκανάλια (subchannels) που είναι μεν επικαλυπτόμενα αλλά ακολουθούν την αρχή της ορθογωνιότητας.

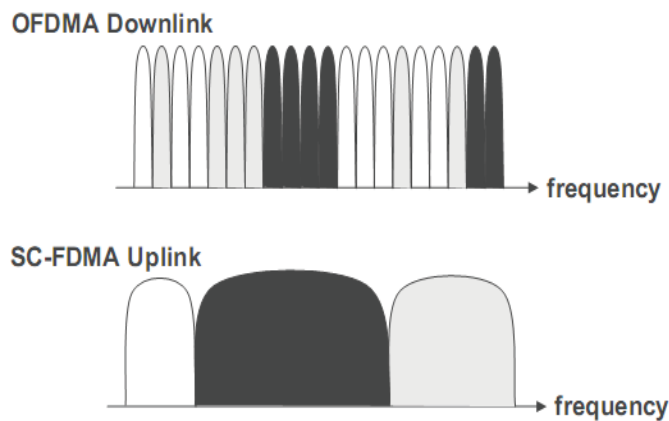


Εικόνα 3. a) Απλός διαχωρισμός εύρους ζώνης καναλιού b) OFDM διαχωρισμός εύρους ζώνης καναλιού

Αυτό απαλλάσσει τους κατασκευαστές από την ανάγκη να διαχωρίσουν τους φορείς (carriers) με τη χρήση guard-bands, αποφεύγοντας την άσκοπη σπατάλη του παρεχόμενου εύρους ζώνης.

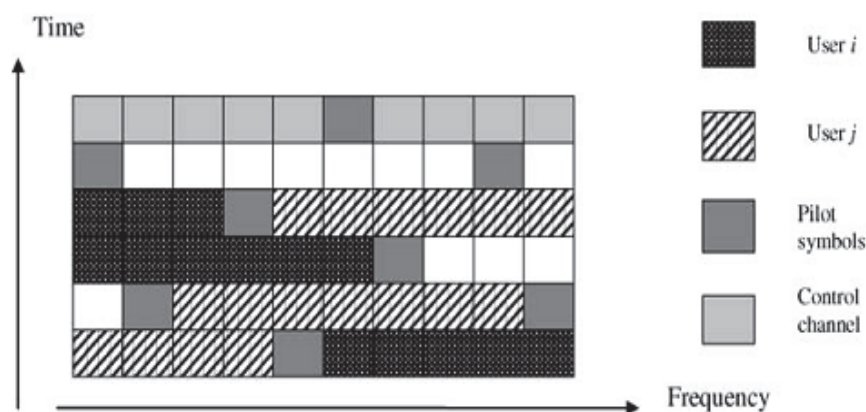
Ειδικότερα, για την περίπτωση της μετάδοσης δεδομένων στον κατερχόμενο σύνδεσμο χρησιμοποιείται η Orthogonal Frequency-Division Multiple Access (OFDMA) τεχνολογία, ενώ για την περίπτωση του ανερχόμενου συνδέσμου προτείνεται η χρήση της τεχνολογίας Single Carrier OFDM (SC-OFDM).

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4 και οι δύο αυτές τεχνολογίες χρησιμοποιούν το επίπεδο της συχνότητας σα μία νέα παράμετρο, προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία στη σχεδίαση.



Εικόνα 4. Τεχνολογίες πολλαπλής πρόσβασης στο LTE Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.

Η OFDMA είναι μια multiuser έκδοση του δημοφιλούς OFDM ψηφιακού modulation. Η πολλαπλή πρόσβαση επιτυγχάνεται στην OFDMA με την ανάθεση των υποσυνόλων των υπομεταφορέων (subcarrier) στους μεμονωμένους χρήστες. Αυτό, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5, επιτρέπει την ταυτόχρονη μετάδοση από διάφορους χρήστες, αλλά και τη μετάδοση των πιλοτικών συμβόλων (pilot symbols) και των δεδομένων των καναλιών ελέγχου (control channels) χωρίς παρεμβολές.



Εικόνα 5. Δέσμευση πόρων στο πεδίο του χώρο-χρόνου.

Όσο αφορά στο SC-OFDM και στον ανερχόμενο σύνδεσμο, χρήζει αναφοράς το γεγονός ότι η τεχνολογία LTE διαφοροποιείται από το πρότυπο WiMAX, το οποίο χρησιμοποιεί την OFDMA τεχνική για τον ανερχόμενο σύνδεσμο. Η OFDMA τεχνική, παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματά της, μπορεί να αποβεί ανασταλτικός παράγοντας για τη μπαταρία των κινητών συσκευών των χρηστών, καθώς απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ισχύος. Για το λόγο αυτό, στην τεχνολογία LTE υιοθετείται η

SC-OFDM τεχνική. Η SC-OFDM τεχνική παρουσιάζει ιδιαίτερα καλή απόδοση, αφού έχει και πολύ υψηλό λόγο Peak-to-Average Ratio (PAR) σήματος.

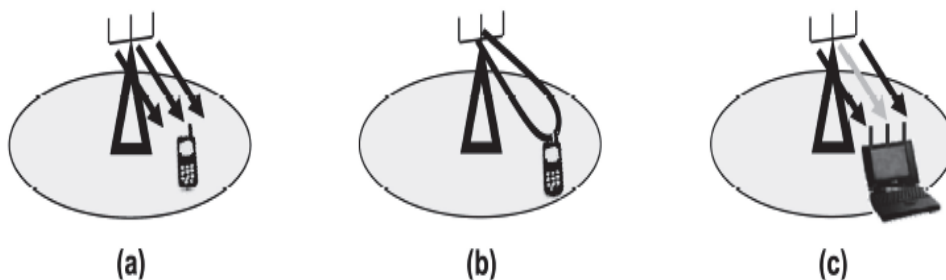
Ο λόγος PAR είναι πολύ κρίσιμη μετρική για τον ανερχόμενο σύνδεσμο, και σχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση ισχύος. Επιπλέον, η SC-OFDM τεχνική επιτρέπει υψηλή απόδοση και μικρή πολυπλοκότητα υλοποίησης της κεραίας του σταθμού βάσης. Εν γένει, η SC-OFDM τεχνική επιφέρει πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης στον ανερχόμενο σύνδεσμο, κυρίως όταν ο χρήστης βρίσκεται κοντά στο σταθμό βάσης.

5.7.5.2 Τεχνολογία πολλαπλών κεραιών

Μία ακόμη τεχνολογία που υπόσχεται ακόμη μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, αυξημένη κάλυψη δικτύου και αυξημένη χωρητικότητα στην τεχνολογία LTE είναι αυτή των πολλαπλών κεραιών. Η χρήση τους επιτρέπει την εκμετάλλευση του πεδίου του χώρου (spatial domain), έχοντας σαν αποτέλεσμα η απόδοση φάσματος να αυξάνει γραμμικά με την αύξηση των κεραιών εκπομπής και λήψης.

Η τεχνολογία πολλαπλών κεραιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το πλήθος των κεραιών που υπάρχουν στον πομπό και στο δέκτη (SIMO, MISO, MIMO), ή ανάλογα τον τρόπο σύνδεσης του συστήματος κεραιών με τον UE (Single-User για p-t-p και Multi-User για p-t-m). Όλοι αυτοί στηρίζονται σε τρεις βασικές αρχές οι οποίες παρουσιάζονται στην Εικόνα 6. και είναι οι ακόλουθες:

- Diversity gain. Χρήση της ποικιλομορφίας στο χώρο που παρέχεται από τις πολλαπλές κεραίες, έτσι ώστε να βελτιωθεί η ανθεκτικότητα της μετάδοσης ενάντια στην εξασθένιση από τις πολλαπλές διαδρομές (multipath fading).
- Array gain. Συγκέντρωση της ενέργειας σε μία ή περισσότερες κατευθύνσεις (επιτρέπει την ταυτόχρονη εξυπηρέτηση πολλαπλών χρηστών που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία MU-MIMO).
- Spatial Multiplexing gain. Μετάδοση πολλαπλών ροών (signal stream) σε ένα χρήστη σε πολλαπλά επίπεδα χώρου που έχουν δημιουργηθεί από τις διαθέσιμες κεραίες.



Εικόνα 6. Πλεονεκτήματα Πολλαπλών Κεραιών Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.

Πιο ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση της μετάδοσης πολλαπλής εισόδου- πολλαπλής εξόδου (Multiple Input- Multiple Output) στην οποία ωστόσο συχνά περικλείονται και οι SIMO και MISO σαν ειδικές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, η τεχνολογία MIMO συνίσταται στην ύπαρξη πολλαπλών κεραιών (κεραιοσυστημάτων) τόσο στον πομπό-σταθμό βάσης όσο και στο δέκτη-UE. Σε πρώτη φάση υποστηρίζεται η ύπαρξη MIMO κεραιοσυστημάτων 2x2 (δύο κεραιές στο σταθμό βάσης και δύο κεραιές στη συσκευή του χρήστη) για την επίτευξη υψηλής απόδοσης, ενώ είναι δυνατό να γίνει χρήση συστημάτων MIMO 4x4.

5.8 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ (Internet over Satellite)

5.8.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η ανάγκη για δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, που ακολούθησε τη ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση του Διαδικτύου, οδήγησε στην εμφάνιση ασύρματων λύσεων. Μία από αυτές τις λύσεις, είναι και οι δορυφορικές επικοινωνίες. Τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών επικοινωνιών, εκτός από τη δυνατότητα της επικοινωνίας, είναι ότι μπορούν να παράσχουν ευρυζωνική πρόσβαση σε απομακρυσμένες περιοχές, σε νησιά ή ακόμα και σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε τέτοιες περιοχές. Έτσι αποτελούν μια συμφέρουσα λύση στις περιοχές όπου η τεχνολογική υποδομή είναι ανεπαρκής ή οικονομικά ασύμφορη. Επιπλέον, στα πλεονεκτήματα μπορούν να προστεθούν το μεγάλο διαθέσιμο εύρος ζώνης που προσφέρουν καθώς και οι μεγάλες ταχύτητες στη μετάδοση των δεδομένων.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα τα οποία ο συνδρομητής θα πρέπει να συνεκτιμήσει στην επιλογή του Δορυφορικού Ίντερνετ. Αυτά είναι το μεγάλο κόστος που απαιτείται για την παροχή ευρυζωνικής αμφίδρομης σύνδεσης (τόσο στον εξοπλισμό όσο και στη συνδρομή), ο μεγάλος τερματικός εξοπλισμός που αποτελείται από ένα δορυφορικό πιάτο 90 εκατοστών και ένα ειδικό modem, η αδυναμία υποστήριξης εφαρμογών και υπηρεσιών πραγματικού χρόνου (real time) όπως αμφίδρομο βίντεο πραγματικού χρόνου και ήχο, online gaming κ.λ.π. λόγω των καθυστερήσεων που εμφανίζονται καθώς και η μεγάλη κατανάλωση ισχύος για την ικανοποιητική μεταφορά των δεδομένων.

5.8.2 Οι Δορυφορικές Τροχιές

Υπάρχουν τρεις περιοχές που μπορούν να τοποθετηθούν οι δορυφόροι με ασφάλεια. Οι δορυφόροι Γεωστατικής Γήινης Τροχιάς (GEO) τοποθετούνται σε ύψος 36.000 km περίπου στο επίπεδο του Ισημερινού και έχουν το χαρακτηριστικό ότι έχουν περίοδο τροχιάς 24 ώρες όσες δηλαδή και η γη γύρω από τον εαυτό της. Έτσι ένας δορυφόρος σε γεωστατική τροχιά φαίνεται από τη γη σαν να μην κινείται και δεν χρειάζεται πολύπλοκα επεξεργαστικά συστήματα για να υπολογίζεται συνεχώς η θέση του. Επιπλέον, με τρεις τέτοιους δορυφόρους σε απόσταση 120 μοιρών, είναι δυνατή η κάλυψη όλης της γης, εκτός των δύο πόλων. Τα μειονέκτηματά όμως είναι ότι παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο διάδοσης. Ο χρόνος διάδοσης ενός σήματος μέσω γεωστατικού δορυφόρου είναι μεταξύ 240 και 270ms. Σε συστήματα μετάδοσης φωνής αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ηχούς ενώ σε συστήματα μετάδοσης δεδομένων μπορεί να δημιουργήσει λάθη με αποτέλεσμα την ανάγκη ύπαρξης μηχανισμών απαλοιφής της ηχούς ή των λαθών. Επίσης, λόγω της μεγάλης απόστασής τους από την γη, το σήμα παρουσιάζει μεγάλη απώλεια κατά την μετάδοση καθώς η ισχύς του σήματος εξασθενεί αναλογικά με το τετράγωνο της απόστασης την οποία διανύει. Απαιτείται επομένως μεγαλύτερη ισχύ για μία αξιόπιστη μετάδοση. Ο περιορισμός αυτός έρχεται σε αντίθεση με την απαίτηση των σύγχρονων συστημάτων για χαμηλή κατανάλωση ισχύος και μικρό μέγεθος εξοπλισμού.

Οι δορυφόροι Μέσης Γήινης Τροχιάς (MEO) τοποθετούνται σε ύψος 5.000-15.000 km και από τη γη φαίνονται να κινούνται αργά, έχοντας περίοδο γύρω στις 6 ώρες. Έτσι θα πρέπει να παρακολουθείται η θέση τους καθώς κινούνται. Έχουν μικρότερο αποτύπωμα και απαιτούν πομπούς μικρότερης ισχύος από αυτούς που χρησιμοποιούνται στους GEO. Δεν χρησιμοποιούνται για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς προς το παρόν. Μια εφαρμογή που έχουν είναι το Παγκόσμιο Σύστημα Ανεύρεσης Θέσης (GPS – Global Positioning System) που χρησιμοποιεί 24 δορυφόρους MEO.

Οι δορυφόροι Χαμηλής Γήινης Τροχιάς (LEO) τοποθετούνται σε ύψος κάτω από 1500 km περίπου και έχουν πολύ μικρή περίοδο περιστροφής γύρω από τη γη. Έτσι απαιτούνται πολλοί τέτοιοι δορυφόροι για να έχουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Οι σταθμοί εδάφους δεν χρειάζεται να δώσουν στα σήματα πολύ ισχύ λόγω της πολύ μικρής απόστασης από την επιφάνεια της γης και δίνουν την δυνατότητα για μικρού μεγέθους τερματικό εξοπλισμό με μικρό χρόνο διάδοσης και μικρή απώλεια σήματος. Έχουν επίσης το πλεονέκτημα ότι οι δορυφόροι χρειάζονται πολύ λιγότερη ενέργεια για να τεθούν σε τροχιά. Αυτοί οι δορυφόροι κινούνται μέσα στην ατμόσφαιρα που είναι πολύ αραιή σε αυτά τα ύψη δημιουργώντας ελάχιστες τριβές. Χρησιμοποιούνται ήδη για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς (internet, κινητή τηλεφωνία) όπως και οι δορυφόροι GEO.

5.8.3 Είδη Συνδέσεων

Μπορούμε να διακρίνουμε 3 διαφορετικές μορφές σύνδεσης στο Internet over Satellite. Στη πρώτη περίπτωση ο τελικός χρήστης (ιδιώτης ή επιχείρηση), συνδέεται απευθείας μέσω ενός ιδιωτικού συστήματος αποστολής και λήψης δεδομένων με το δορυφόρο. Στη δεύτερη περίπτωση η δορυφορική σύνδεση προσφέρεται στον τελικό χρήστη μέσω ενός Internet Service Provider (ISP) ο οποίος έχει τη δική του δορυφορική σύνδεση, ενώ στην τρίτη περίπτωση ο Internet Service Provider (ISP), δε διαθέτει απευθείας δορυφορική σύνδεση αλλά συνδέεται με κάποια εταιρεία η οποία διαθέτει δορυφορική σύνδεση με κάποιο δορυφόρο.

Και στις τρεις μορφές σύνδεσης η απαιτούμενη κοινή υποδομή περιλαμβάνει:

1. Έναν uplink σταθμό μετάδοσης δεδομένων προς το δορυφόρο.
2. Μια πλατφόρμα προγραμμάτων δορυφορικής λήψης πολυμεσικών δεδομένων.
3. Μια ή περισσότερες δορυφορικές συνδέσεις.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε μιας από αυτές τις συνδέσεις θα περιγραφούν στη συνέχεια.

- **Αμφίδρομη Δορυφορική Σύνδεση απευθείας στον Τελικό Χρήστη.**

Η τεχνολογία DVB-RCS (Digital Video Broadcast – Return Channel Satellite) προσφέρει αμφίδρομες ευρυζωνικές υπηρεσίες μετάδοσης φωνής, δεδομένων, εικόνας και βίντεο μέσω του δορυφόρου. Το δίκτυο, το οποίο συνίσταται από το δορυφόρο, τον Κομβικό Σταθμό Εδάφους (HUB) και τα τερματικά των χρηστών (σταθερών και κινητών), διατάσσεται σε τοπολογία αστέρα και απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3: Το δίκτυο για αμφίδρομες δορυφορικές συνδέσεις.

Για τη μετάδοση τα σήματα υφίστανται δύο οδεύσεις οι οποίες είναι:

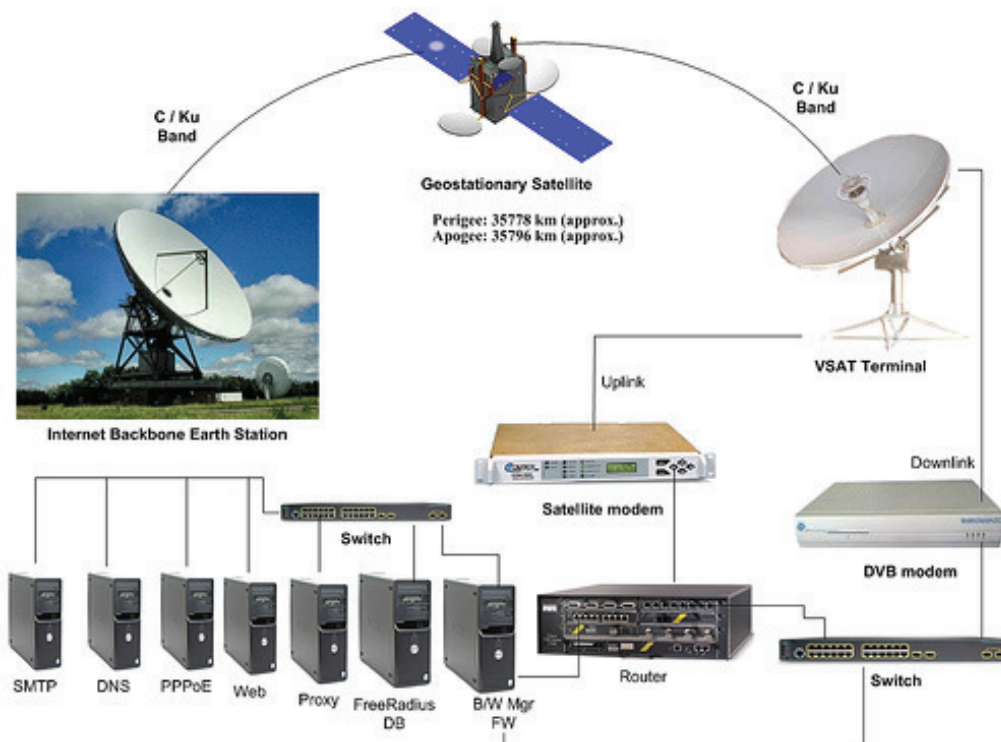
- το προωστικό κανάλι (forward channel) από τον Κεντρικό Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους στο δορυφόρο και στη συνέχεια προς το τερματικό
- το κανάλι επιστροφής (return channel) από το τερματικό προς το δορυφόρο και ύστερα στον Κεντρικό Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους

Το καινοτόμο σύστημα καναλιών επιστροφής διευκολύνει την αμφίδρομη επικοινωνία υψηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων και δίνει πλέον τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ο δορυφόρος για τη γρήγορη πρόσβαση στο Διαδίκτυο καθώς και για μεγάλες ανταλλαγές δεδομένων. Το σύστημα DVB-RCS το οποίο υποβλήθηκε στην τελική τυποποίηση από το ETSI το 2000, περιλαμβάνει το σύστημα δεδομένων DVB/MPEG-2 για την προωστική σύνδεση καθώς και το πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης MF-TDMA για τη σύνδεση επιστροφής. Πιο συγκεκριμένα, το φέρον μετάδοσης στην προωστική όδευση χρησιμοποιεί τη διαμόρφωση QPSK καθώς και συνδεδεμένους συνελικτικούς κώδικες Reed Solomon. Επιπλέον, μηνύματα σηματοδότησης μεταφέρονται στα επιμέρους τερματικά που αφορούν λάθη συχνότητας και συγχρονισμού καθώς και την κατανομή του εύρους ζώνης (θυρίδες χρόνου και συχνότητας). Αυτά τα μηνύματα μεταφέρονται μέσω ενός ή περισσότερων πολυπλεγμένων καναλιών ελέγχου του δικτύου. Επομένως, το κάθε δορυφορικό τερματικό για τη μετάδοσή του στο κανάλι επιστροφής δεν έχει σταθερή συχνότητα ούτε σταθερό εύρος φάσματος εκπομπής αλλά οι προαναφερθείσες παράμετροι καθορίζονται από τον Κεντρικό Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους. Επομένως, τα τερματικά λαμβάνουν πίνακες με πληροφορίες για την εύρεση των καναλιών ελέγχου τους και είναι παρόμοιοι με τον πίνακα πληροφοριών δικτύου (NIT), τον πίνακα περιγραφής υπηρεσιών (SDT), και τον πίνακα πληροφοριών γεγονότος (EIT) στη μετάδοση DVB. Αναφορικά με την πορεία επιστροφής από τον επιμέρους χρήστη μέσω ενός δορυφορικού τερματικού, το τελευταίο λειτουργεί ως δρομολογητής-πολυπλέκτης για τις διάφορες πηγές δεδομένων, προς το διαδραστικό κεντρικό

υπολογιστή στον Κεντρικό Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους χρησιμοποιώντας ένα σχέδιο πολλαπλής πρόσβασης, MF-TDMA. Το MF-TDMA επιτρέπει σε μία ομάδα τερματικών να επικοινωνεί με τον κεντρικό κόμβο χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες θυρίδες χρόνου/συχνότητας που απορρέουν από τη δυναμική ανάθεση εύρους ζώνης από τον κεντρικό σταθμό στα τερματικά με αποτέλεσμα την αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης.

- **Άμεση Δορυφορική Σύνδεση μέσω ISP.**

Σε αυτή την περίπτωση (Σχήμα 4) ο ISP διαθέτει ένα δορυφορικό πιάτο επικοινωνίας με το δορυφόρο. Η κλήση κάθε χρήστη που συνδέεται με τον Internet Provider φθάνει μέσω των τηλεφωνικών γραμμών από το modem του χρήστη στο διακομιστή του ISP. Αν τα δεδομένα που ο χρήστης ζητά βρίσκονται ήδη αποθηκευμένα στο διακομιστή τότε επιστρέφονται στο χρήστη. Διαφορετικά η αίτηση του χρήστη μεταφέρεται στο δορυφόρο. Μόλις τα δεδομένα που ο χρήστης αναζητά συγκεντρωθούν αποστέλλονται στον υπολογιστή του χρήστη.



Σχήμα 0: Σχηματικό άμεσης δορυφορικής σύνδεσης μέσω ISP

Παρατηρούμε λοιπόν ότι σε αυτή την περίπτωση δεν έχουμε μια καθαρά δορυφορική σύνδεση αλλά ένα συνδυασμό επίγειων και δορυφορικών συνδέσεων με αποτέλεσμα η απόδοση της σύνδεσης να επηρεάζεται από τους περιορισμούς των dial-up επίγειων συνδέσεων (όπως για παράδειγμα ταχύτητες που ο επιλεγμένος ISP προσφέρει και

την κίνηση στο Διαδίκτυο τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή). Φυσικά η απόδοση της σύνδεσης εξαρτάται και από τις ταχύτητες uplink και downlink που ο κάθε ISP μπορεί να προσφέρει. Οι ταχύτητες αυτές μπορούν να φθάνουν έως και τα 5Mbps για uplink, ενώ αγγίζουν τα 45Mbps για downlink. Η συνολική ταχύτητα μπορεί να προσδιοριστεί ως ένας μέσος όρος των ενδιάμεσων ταχυτήτων που παρατηρούνται και φυσικά αναφέρονται σε ιδανικές συνθήκες. Η ζήτηση σε δορυφορικό Internet τα προσεχή χρόνια θα παίξει μεγάλο ρόλο στη δημιουργία ανταγωνισμού ανάμεσα στους ISPs ανάλογα βέβαια με τις απαιτήσεις των χρηστών και τη δυνατότητά τους να πληρώνουν τις προσφερόμενες υπηρεσίες.

- **Έμμεση Δορυφορική Σύνδεση μέσω ISP**

Σε αυτή την περίπτωση ο ISP δε διαθέτει δορυφορικό πιάτο επικοινωνίας με το δορυφόρο αλλά συνδέεται είτε δορυφορικά είτε επίγεια με κάποια εταιρεία που διαθέτει απευθείας σύνδεση με κάποιο δορυφόρο. Η κλήση κάθε χρήστη που συνδέεται με τον Internet Provider φθάνει μέσω των τηλεφωνικών γραμμών από το modem του χρήστη στο διακομιστή του ISP.

Αν τα δεδομένα που ο χρήστης ζητά βρίσκονται ήδη αποθηκευμένα στο διακομιστή τότε επιστρέφονται στο χρήστη. Διαφορετικά η αίτηση του χρήστη μεταφέρεται στο διακομιστή της εταιρείας που παρέχει το δορυφόρο. Εκεί γίνεται εκ νέου ένας έλεγχος για το αν τα ζητούμενα δεδομένα βρίσκονται αποθηκευμένα στον εκεί διακομιστή. Αν ναι, τότε συλλέγονται και μεταδίδονται στον υπολογιστή του χρήστη. Διαφορετικά η αίτηση του χρήστη προωθείται για εξυπηρέτηση στο δορυφόρο. Η επιστροφή των δεδομένων μπορεί να γίνει και απευθείας μέσω του δορυφόρου στο χρήστη αν αυτός διαθέτει δορυφορική κεραία, διαφορετικά επιστρέφονται μέσα από επίγειες συνδέσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι και σε αυτή την περίπτωση έχουμε μια υβριδική σύνδεση επίγειων και δορυφορικών συνδέσεων με αποτέλεσμα η απόδοση της σύνδεσης να επηρεάζεται τόσο από τους περιορισμούς των dial-up επίγειων συνδέσεων όσο και από τα χαρακτηριστικά της δορυφορικής σύνδεσης της εταιρείας. Από τις δύο παραπάνω συνδέσεις σίγουρα καλύτερη και ταχύτερη εμφανίζεται η πρώτη αφού μειώνει τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των χρησιμοποιούμενων συνδέσεων.

5.9 Χαρακτηριστικά του Internet over Satellite

5.9.1 Καταστάσεις (modes) λειτουργίας

- **Κατάσταση Μεμονωμένης Διανομής (Unicast mode):**

Τα δεδομένα μεταδίδονται ύστερα από μια συγκεκριμένη κλήση του συνδρομητή. Αυτά μπορεί να είναι τα περιεχόμενα ενός site στο Ίντερνετ, προγράμματα, ή οποιοδήποτε ψηφιακό περιεχόμενο όπως ένα βίντεο ή ένα κομμάτι μουσικής. Ο Downlink server εξετάζει τους διακομιστές του. Αν τα ζητούμενα δεδομένα υπάρχουν και δε χρειάζεται να ανανεωθούν, μεταδίδονται στον συνδρομητή. Αλλιώς η αίτηση

αναμεταδίδεται στον Uplink server και τα δεδομένα μεταδίδονται είτε απευθείας ή αφού ανανεωθούν ή ανακτηθούν. Τα δεδομένα μεταδίδονται από τον Uplink στον Downlink server χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο δεδομένων του IoS. Αν τα δεδομένα χαθούν, τα χαμένα πακέτα δεδομένων ζητούνται για επανεκπομπή. Το μονοπάτι επανεκπομπής είναι συνήθως το ίδιο με αυτό από το οποίο ήρθε η αίτηση επανεκπομπής αλλά μπορεί να αλλάξει υπό τον έλεγχο του NMS (Network Management System), γλιτώνοντας έτσι εύρος ζώνης σε περιπτώσεις όπου πολλοί συνδρομητές ζητήσουν τα ίδια δεδομένα.

- **Αξιόπιστη κατάσταση Πολυδιανομής Αρχείων (File Multicast mode):**

Αυτό είναι ένα αξιόπιστο multicast mode αποθήκευσης και μεταγωγής (store and forward). Τα αρχεία βρίσκονται στο σύστημα αρχείων του Uplink server και μεταδίδονται με multicast. Οι επανεκπομπές χειρίζονται όπως στο unicast mode. Οι επανεκπομπές είναι υπό τον έλεγχο ενός χρονοπρογραμματιστή, ο οποίος με τη σειρά του ελέγχεται από τον κατάλογο του Uplink που περιέχει πληροφορίες χρονοπρογραμματισμού για κάθε multicast υπηρεσία που προσφέρεται.

- **Αξιόπιστη κατάσταση Πολυδιανομής Διαύλου (Pipe Multicast mode):**

Σε αυτήν την κατάσταση, τα δεδομένα μεταδίδονται πάνω από ένα καθορισμένου εύρους ζώνης δίαυλο (pipe). Τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν ασύγχρονα. Μια από τις χρήσεις αυτής της κατάστασης είναι να παρέχει μια γρήγορη και αξιόπιστη Ηλεκτρονική Ανταλλαγή Δεδομένων (EDI - Electronic Data Interchange) μεταξύ δύο εταιρειών.

- **Κατάσταση Carousel:**

Ένα Carousel, επανειλημμένως επανεκπέμπει δεδομένα σε προκαθορισμένα διαστήματα. Το μονοπάτι επιστροφής δεν είναι απαραίτητο, καθώς τα χαμένα πακέτα αναπληρώνονται από μεταγενέστερες εκπομπές. Η κατάσταση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την παράδοση δημοφιλών δεδομένων στις ώρες μη-αιχμής. Δεδομένα όπως δημοφιλή πακέτα λογισμικού, εγχειρίδια εταιρειών και ηλεκτρονικές εφημερίδες είναι ιδανικά για την εκπομπή σε carousel mode.

- **Κατάσταση Πολυδιανομής Ροής Δεδομένων (Stream Multicast mode):**

Αυτό είναι η μόνη μη αξιόπιστη κατάσταση μετάδοσης, που χρησιμοποιείται για την εκπομπή ανθεκτικής σε σφάλματα πληροφορίας πραγματικού χρόνου, όπως οι ροές (streams) ήχου και video. Στην κατάσταση αυτή, επιπλέον πρωτόκολλα ροών (streaming) μπορούν να υποστηριχθούν όπως το RTP. Η κατάσταση αυτή είναι κατάλληλη για την παράδοση ειδήσεων σε πραγματικό χρόνο στο υπολογιστικό κέντρο μιας εταιρείας, για υπηρεσίες πακέτων ειδήσεων που παρέχονται από ένα γραφείο υπηρεσιών ή για προγράμματα ενημέρωσης ειδικά για μια εταιρεία.

5.10 Απαιτούμενος εξοπλισμός και κόστος ανάπτυξης

Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι δορυφόροι στο Internet over Satellite είναι γεωστατικής τροχιάς (GEO). Αν και το κόστος τοποθέτησης τέτοιων δορυφόρων σε τροχιά γύρω από τη γη είναι μεγάλο, ο συνδυασμός με χαμηλού κόστους σταθμούς λήψης αποτελεί μια ανταγωνιστική πρόταση σε σχέση με τις προσφερόμενες επίγειες λύσεις των Ασυμμετρικών Ψηφιακών Συνδρομητικών Γραμμών (ADSL- Asymmetric Digital Subscriber Line), δεδομένου ότι αυτές δεν παρέχουν μετάδοση δεδομένων με πολυδιανομή και ευρυεκπομπή (multicast & broadcast). Η τοποθέτηση αυτών των γραμμών προϋποθέτει φυσικά τη δυνατότητα των τελικών χρηστών να μπορούν να πληρώσουν την εγκατάστασή τους.

Όπως προηγουμένως περιγράψαμε στα είδη συνδέσεων, δεν έχουμε καθαρά δορυφορικές συνδέσεις αλλά ένα συνδυασμό επίγειων και δορυφορικών δικτύων. Αυτό σημαίνει ότι ο τελικός χρήστης διατηρεί τον εξοπλισμό που ήδη έχει, μόντεμ και σύνδεση στο δίκτυο (μέσω ISP ή μισθωμένων γραμμών), προκειμένου να μπορεί να στέλνει δεδομένα προς το δορυφόρο, αφού αρκετές σημερινές συνδέσεις είναι μονόδρομες. Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα αφού δεν απαιτείται πλήρης αλλαγή των σημερινών χρησιμοποιούμενων συνδέσεων.

Το κόστος ανάπτυξης επομένως μπορεί να χωριστεί στο κόστος εξοπλισμού και προσφοράς υπηρεσιών επίγειων συνδέσεων (για παράδειγμα, περιλαμβάνει σύνδεση με κάποιο ISP και modem), και σε κόστος εξοπλισμού και προσφοράς δορυφορικών υπηρεσιών (για παράδειγμα, περιλαμβάνει σύνδεση με κάποια εταιρεία και δορυφορικό δέκτη).

Στα προηγούμενα σχήματα είδαμε την ύπαρξη μιας πλατφόρμας διαχείρισης πολυμεσικών δεδομένων για μετάδοση σε δορυφορικά κανάλια. Η πλατφόρμα αυτή είναι η Digital Video Broadcast (DVB), η οποία διαχειρίζεται αμφίδρομες υπηρεσίες Internet και άλλες υπηρεσίες, όπως εκπομπή MPEG2 DVB ροών πληροφορίας. Η πλατφόρμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης, τηλε-ενημέρωσης και γενικά υπηρεσιών που απαιτούν προσφορά εικόνας και ήχου υψηλής ποιότητας στους τελικούς χρήστες.

5.11 Ταχύτητες

Οι ταχύτητες που το Internet over Satellite υπόσχεται είναι αρκετά δελεαστικές, με αποτέλεσμα αρκετοί ISPs να επενδύουν σε αναπτυσσόμενες δορυφορικές λύσεις. Όμως δε θα πρέπει να ξεχνάμε ότι οι ταχύτητες αυτές αντιστοιχούν σε ιδανικές συνθήκες μεταφοράς δεδομένων, όπου δεν παρατηρείται συμφόρηση ή απώλεια πακέτων. Φυσικά είναι πολύ νωρίς να μιλάμε για συμφόρηση στα δορυφορικά δίκτυα με τη δεδομένη ζήτηση και χρήση αλλά δεν ξέρουμε τι θα γίνει τα επόμενα χρόνια. Οι απαιτήσεις των τελικών χρηστών για τις προσφερόμενες υπηρεσίες είναι αυτές που θα διαμορφώσουν τις συνθήκες. Στις μέρες μας οι ταχύτητες λήψης δεδομένων από ένα δορυφόρο στον υπολογιστή του τελικού χρήστη φθάνουν τα 45Mbps, ενώ οι ταχύτητες αποστολής δεδομένων από έναν σταθμό στο δορυφόρο περιορίζονται στα

5Mbps. Φυσικά η συνολική ταχύτητα επηρεάζεται από τη μορφή της σύνδεσης και μπορεί να εκφραστεί ως ο μέσος όρος των ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων σε όλες τις ενδιάμεσες συνδέσεις.

Δυο τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της καθυστέρησης μεταφοράς δεδομένων στα δορυφορικά δίκτυα είναι: α) η τεχνική της αποθήκευσης συχνά χρησιμοποιούμενων πακέτων δεδομένων στους διακομιστές (Intelligent Caching) και β) η αποστολή πακέτων χωρίς να είναι πάντα απαραίτητα η λήψη επιβεβαιώσεων, μειώνοντας το χρόνο που μεσολαβεί ανάμεσα στην αποστολή διαδοχικών πακέτων.

5.12 Θέματα Ασφάλειας

Σημαντικό θέμα προβληματισμού αποτελεί η εξασφάλιση της ασφάλειας των μεταδιδόμενων δεδομένων πάνω από δορυφορικά δίκτυα. Η ασύρματη φύση μετάδοσης των δεδομένων επιτρέπει την παρακολούθηση ενός καναλιού επικοινωνίας χωρίς να είναι δυνατή η ανίχνευση.

Μια προτεινόμενη λύση είναι η κρυπτογράφηση των δεδομένων από τον πομπό και η αποκρυπτογράφηση από το δέκτη, είτε με δημόσια είτε με ιδιωτικά κλειδιά, η οποία εξασφαλίζει ασφαλή μετάδοση των δεδομένων και αποφυγή υποκλοπών.

5.13 QoS στο Internet over Satellite

Η δυνατότητα των δορυφορικών δικτύων να καλύπτουν μεγάλες περιοχές, καθώς και χρήστες οι οποίοι βρίσκονται σε γεωγραφικά απομακρυσμένα σημεία, οδηγεί στην ανάπτυξη του Internet over Satellite. Αρκετοί επιστήμονες ασχολούνται με την επέκταση και βελτίωση του TCP πρωτοκόλλου ώστε να είναι δυνατή η αποδοτική χρήση του σε δορυφορικές συνδέσεις.

Το αυξημένο εύρος ζώνης που προσφέρουν τα δορυφορικά δίκτυα, θα οδηγήσει στη διέλευση μεγάλου αριθμού δεδομένων του Internet μέσω δορυφορικών κόμβων στα επόμενα χρόνια. Το μεγάλο γινόμενο *καθυστέρησης ανάδρασης x εύρος ζώνης* και η απώλεια πακέτων, που εμφανίζονται στις δορυφορικές συνδέσεις επηρεάζουν το Quality of Service (QoS) στο Internet over Satellite.

Η ανάπτυξη μηχανισμών που θα προσφέρουν QoS σε ένα πλήθος εφαρμογών αλλά και συνόλου χρηστών του Internet over Satellite αποτελεί αντικείμενο μελέτης αρκετών ερευνητών. Οι μηχανισμοί που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να καθορίσουν περιορισμούς όσον αφορά τα ακόλουθα πέντε χαρακτηριστικά του Quality of Service:

- **Ταχύτητα μετάδοσης.** Ο ελάχιστος αποτελεσματικός ρυθμός δεδομένων που πρέπει να παρέχεται μαζί με ένα ανεκτό ανώτατο όριο.
- **Όρια στην καθυστέρηση και διακύμανσή της.** Η μέγιστη αποτελεσματική διακοπή που επιτρέπεται, ειδικά για video και άλλα σήματα που μεταφέρουν πληροφορίες πραγματικού χρόνου.

Ρυθμός Μετάδοσης (Throughput). Το ποσό των δεδομένων τα οποία μεταδίδονται σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο.

- **Προγραμματισμός (Schedule).** Οι χρόνοι έναρξης και λήξης για μία αιτούμενη υπηρεσία.

Ρυθμός Λαθών (Loss rate). Ο μέγιστος αναμενόμενος ρυθμός απώλειας πακέτων σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα (ειδικά στις δορυφορικές συνδέσεις στις οποίες η απώλεια πακέτων μπορεί να οφείλεται είτε στη συμφόρηση είτε στη δημιουργία λαθών ή στις προβληματικές συνδέσεις).

Η απαίτηση για υψηλό QoS αυξάνει και το κόστος παροχής υπηρεσιών, το οποίο πρέπει να είναι ξεκάθαρο στους χρήστες, ώστε αυτοί να μην απαιτούν υψηλότερο επίπεδο υπηρεσιών από ότι πραγματικά χρειάζονται. Αυτό αυτόματα διαχωρίζει τους χρήστες σε ένα σύνολο διαφορετικών κλάσεων.

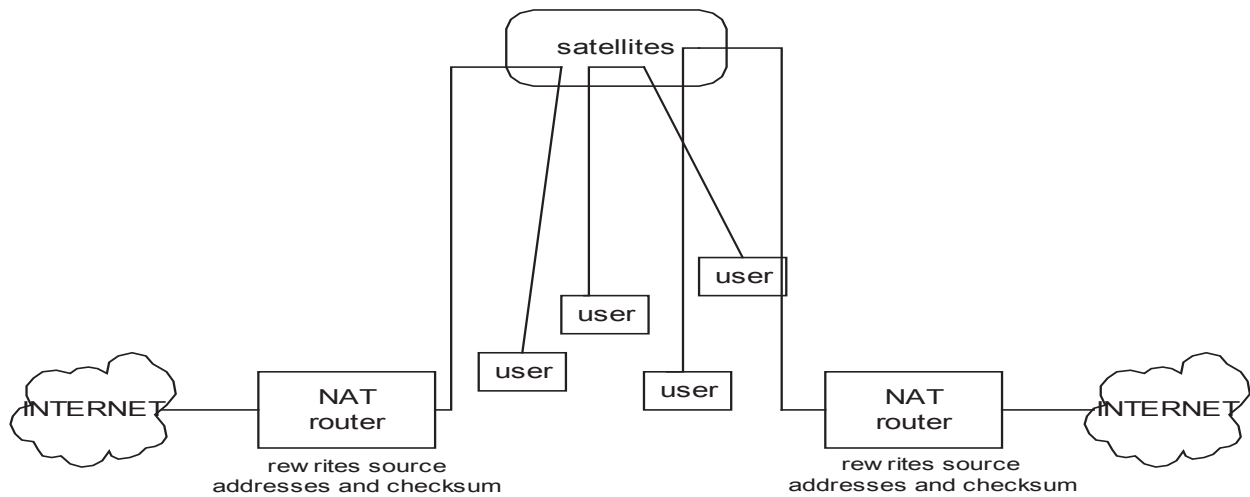
Κάθε κλάση χαρακτηρίζεται από ένα ανώτατο όριο στην καθυστέρηση μετάδοσης των δεδομένων, ένα ανώτατο όριο απώλειας πακέτων και ένα διαθέσιμο εύρος ζώνης για τις αιτούμενες υπηρεσίες, το οποίο μοιράζεται με έναν ιεραρχικό τρόπο ανάμεσα στους χρήστες της κλάσης.

Εξαιτίας της καθυστέρησης στη λήψη επιβεβαιώσεων στις δορυφορικές συνδέσεις, η ιεραρχική σύνδεση των χρηστών που ανήκουν σε μια κλάση, επιτρέπει τη χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης που ένας χρήστης δε χρησιμοποιεί για κάποιο χρονικό διάστημα, από τους άλλους χρήστες με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης του TCP πρωτοκόλλου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια αλγορίθμων που αποδίδουν «δίκαια» τους πόρους του δικτύου.

Σημαντικό θέμα έρευνας στο Internet over Satellite, αποτελεί και η δρομολόγηση των πακέτων δεδομένων. Οι δορυφόροι που δε βρίσκονται σε γεωστατική τροχιά αλλάζουν δυναμικά τις τοπολογίες των δορυφορικών δικτύων με αποτέλεσμα να χρειάζονται συχνή αλλαγή και οι πίνακες δρομολόγησης (routing tables). Η διατήρηση των πινάκων δρομολόγησης μέσα στους δορυφόρους δεν είναι συμφέρουσα καθώς δεν είναι εύκολη η ανανέωση και ενημέρωσή τους όταν οι δορυφόροι βρίσκονται σε τροχιά.

Μια καλή λύση είναι η χρησιμοποίηση ενός ιδιαίτερου τρόπου δρομολόγησης, όπως το Network Address Translation (NAT). Σε αυτή την τεχνική η αναγκαία πληροφορία για τη δρομολόγηση προέρχεται από το ίδιο το δίκτυο. Ο NAT router λαμβάνει τα δεδομένα και υπολογίζει κάθε φορά τις διευθύνσεις λήψης αλλά και προορισμού των πακέτων. Η διαδικασία είναι αμφίδρομη και παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

Αν και η NAT τεχνική λύνει το πρόβλημα δρομολόγησης στα δορυφορικά δίκτυα (καθώς και σε ιδιωτικά κινητά δίκτυα) το μόνο μειονέκτημα είναι η αυξημένη πολυπλοκότητα των υπολογισμών που εμπλέκονται σε αυτή. Λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να προσφέρει η ενσωμάτωση μηχανισμών για switching & routing μέσα στους ίδιους τους δορυφόρους, που θα χειρίζεται τη μεταξύ τους επικοινωνία και μεταφορά πακέτων δεδομένων. Αυτό ήδη αποτελεί ερευνητικό στόχο των επιστημόνων για τα επόμενα χρόνια.



Σχήμα 5: Δρομολόγηση NAT στα δορυφορικά δίκτυα

5.14 Bandwidth

Στα δορυφορικά κανάλια, οι κύριες εμπορικές ζώνες φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Ζώνη	Συχνότητα	Ζεύξη καθόδου (GHz)	Ζεύξη ανόδου (GHz)
C	4/6	3.7-4.2	5.925-6.425
Ku	11/14	11.7-12.2	14.0-14.5
Ka	20/30	17.7-21.7	27.5-30.5

Πίνακας 7: Εμπορικές ζώνες στις δορυφορικές επικοινωνίες

Η ζώνη C ήταν η πρώτη που αφιερώθηκε για εμπορική δορυφορική κίνηση. Σε αυτήν έχουν εκχωρηθεί 2 περιοχές συχνοτήτων, η χαμηλότερη για κατερχόμενη κίνηση (από το δορυφόρο) και η υψηλότερη για ανερχόμενη (προς τον δορυφόρο). Οι ζώνες αυτές έχουν κορεσθεί επειδή χρησιμοποιούνται επίσης από τηλεπικοινωνιακούς φορείς για επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις.

Η αμέσως επόμενη υψηλότερη ζώνη διαθέσιμη για τηλεπικοινωνιακούς φορείς είναι η ζώνη Ku. Η ζώνη αυτή δεν έχει ακόμη κορεσθεί και στις συχνότητες αυτές οι δορυφόροι μπορούν να τοποθετηθούν σε απόσταση 1 μοίρας. Ωστόσο το πρόβλημα που υπάρχει στη ζώνη αυτή είναι η βροχή, αφού το νερό είναι ένας ιδανικός απορροφητής των μικροκυμάτων. Οι μεγάλες καταιγίδες είναι ευτυχώς τοπικές, οπότε με χρήση αρκετών ευρέως διεσπαρμένων επίγειων σταθμών αντί του ενός, το πρόβλημα μπορεί να παρακαμφθεί με τίμημα τις επιπλέον κεραίες, τα επιπλέον καλώδια και τα επιπλέον ηλεκτρονικά που απαιτούνται για να γίνει η γρήγορη αλλαγή των σταθμών. Τέλος έχει εκχωρηθεί εύρος ζώνης και στη ζώνη Ka για εμπορική δορυφορική κίνηση, αλλά ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ιδιαίτερα δαπανηρός. Επιπλέον αυτών των εμπορικών ζωνών υπάρχουν αρκετές κυβερνητικές και στρατιωτικές ζώνες.

Συνήθως ένας δορυφόρος διαθέτει 12-20 αναμεταδότες, ο καθένας με ένα εύρος ζώνης 46-50 MHz. Ένας αναμεταδότης των 50 Mbps μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κωδικοποιηθεί ένας συρμός δεδομένων που θα αποτελείται από 800 δίαυλους ψηφιακής φωνής των 64 kbps ή και διάφοροι άλλοι συνδυασμοί.

Επίσης 2 αναμεταδότες μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικές πολώσεις του σήματος οπότε μπορούν να χρησιμοποιούν την ίδια περιοχή συχνοτήτων χωρίς παρεμβολές.

Επιπρόσθετα να αναφέρουμε ότι παλαιότερα η διαίρεση των αναμεταδοτών σε δίαυλους ήταν στατική, με χωρισμό του εύρους ζώνης σε καθορισμένες ζώνες συχνοτήτων (FDM) ενώ σήμερα χρησιμοποιείται επίσης η πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (TDM) λόγω της μεγαλύτερης ευελιξίας της.

5.15 Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας τα δορυφορικά δίκτυα με τα επίγεια ανακαλύπτουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός. Τα δορυφορικά δίκτυα υστερούν σημαντικά έναντι των επίγειων σε ορισμένους βασικούς παράγοντες όπως η εύκολη συντήρηση και επισκευή που παρέχουν τα επίγεια σε αντίθεση με τη χρονοβόρα, δύσκολη και πολυδάπανη επισκευή των δορυφορικών. Επίσης τα επίγεια επηρεάζονται λιγότερο από κάποιες καιρικές συνθήκες ενώ έχουν και πιο εύκολη διαχείριση. Η βροχή αποτελεί παράγοντα προβληματισμού στα δορυφορικά δίκτυα αφού προκαλεί σημαντικές παρεμβολές. Τέλος η διαχείριση και η αποτελεσματική εκμετάλλευση ενός δορυφορικού δικτύου είναι ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία που απαιτεί σκληρή δουλειά και σε ορισμένες περιοχές τα θέματα είναι ακόμη ανοικτά προς έρευνα.

Εστιάζοντας τώρα στα πλεονεκτήματα των δορυφορικών δικτύων καταλήγουμε ότι υπερτερούν έναντι των επίγειων στο γεγονός ότι προσφέρουν περισσότερο εύρος ζώνης στον τελικό χρήστη. Θεωρητικά το εύρος ζώνης μιας οπτικής ίνας είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός δορυφορικού καναλιού, όμως οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται σήμερα μόνο σε δίκτυα κορμού και στη συνέχεια, στον τελικό χρήστη, καταλήγει η παλαιά τεχνολογία (χαλκός) με αποτέλεσμα ο χρήστης να μην εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα των οπτικών ινών άμεσα.

Επίσης ένα δεύτερο πλεονέκτημα των δορυφορικών δικτύων είναι ότι έχουν μια φυσική ικανότητα μετάδοσης. Ένα μήνυμα μπορεί να σταλεί από ένα δορυφόρο σε παρά πολλούς χρήστες ταυτόχρονα και με σχετικά μικρό κόστος αφού δεν παίζει ρόλο πόσοι θα παραλάβουν το μήνυμα (έχει το ίδιο κόστος με το να είχε σταλεί σε ένα παραλήπτη) και κατά συνέπεια αποκτούν προβάδισμα για εφαρμογές που απαιτείται πολυδιανομή (multicast).

Επιπρόσθετα τα δορυφορικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς σε περιπτώσεις πολέμων ή άλλες όπου απαιτείται η γρήγορη ανάπτυξη τηλεπικοινωνιών. Στις στρατιωτικές βέβαια εφαρμογές εφαρμόζονται διάφορες εξειδικευμένες τεχνικές για κρυπτογράφηση σήματος και απόκρυψη της μετάδοσης. Τέλος τα δορυφορικά δίκτυα έχουν εφαρμογή σε περιπτώσεις που η υποδομή είναι ανύπαρκτη και η ανάπτυξή της πολυδάπανη.

6 Κεφάλαιο

ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

6.1 Εισαγωγή

Εκτός από τις τεχνολογίες που αναλύσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχουν και διάφορες άλλες πιθανές τεχνολογίες ευρυζωνικής πρόσβασης που είναι προς το παρόν στο στάδιο των "καλών ιδεών" και απασχολούν διάφορα προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης. Με αυτές τις ιδέες, από τη μία πλευρά, είναι απαραίτητο να είμαστε προσεκτικοί. Υπάρχει κίνδυνος να πιστέψει κανείς υπερβολικά σε μια "ιδανική" μελλοντική λύση, παραγκωνίζοντας λιγότερο υποσχόμενες, αλλά διαθέσιμες και σίγουρες λύσεις.

Οι υποστηρικτές των νέων τεχνολογιών μπορεί, και σωστό είναι, να είναι ενθουσιώδεις, όμως τα ενδεχόμενα οφέλη δεν είναι ακόμη αποδεδειγμένα και πιθανώς να χρειάζεται ακόμη αρκετός χρόνος για τη μετάβαση σε αυτές. Από την άλλη πλευρά, είναι απαραίτητο να υπάρχουν κι αυτοί που σκέφτονται και χρησιμοποιούν κάποιες φουτουριστικές τεχνολογίες, για να τονίσουν τα οφέλη χρήσης αυτών των τεχνολογιών και να δώσουν την απαραίτητη ώθηση στη χρήση τους όταν γίνουν διαθέσιμες στο ευρύ κοινό.

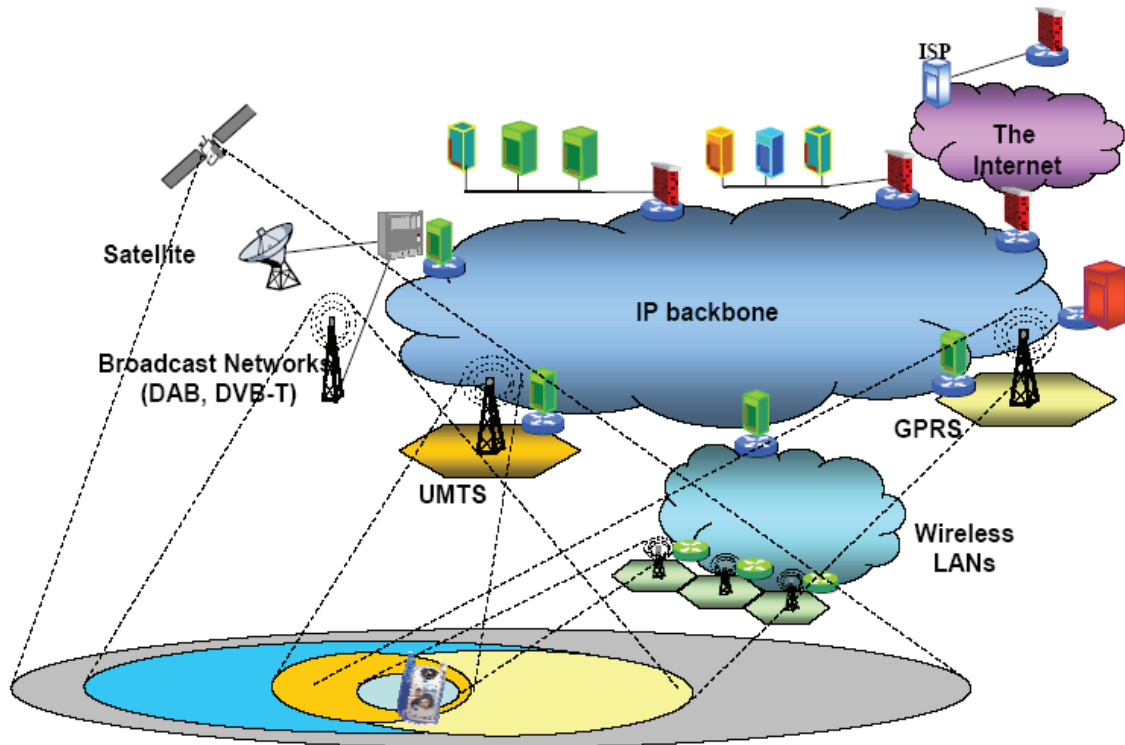
6.2 Κινητές Επικοινωνίες 4ης Γενιάς (4G)

Οι τεχνολογίες κινητών επικοινωνιών τέταρτης γενιάς (4G) θα είναι ο διάδοχος της τεχνολογίας πρόσβασης τρίτης γενιάς (3G), που συναντάμε σήμερα. Το 4G στοχεύει να παράσχει στο τερματικό των χρηστών εύρη ζώνης πολλών Megabit ακόμα και όταν αυτοί είναι σε κίνηση, με χρήση διαφόρων εναλλακτικών τεχνολογιών.

Τα δίκτυα 4^{ης} Γενιάς είναι σε στάδιο μελέτης ακόμη και φαίνεται να έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον αρκετών εταιρειών, ιδιαίτερα στην Ιαπωνία, όπου ορισμένες επιχειρήσεις έχουν εξαγγείλει την ανάπτυξη δικτύων 4G μέχρι το 2010, στα οποία οι χρήστες θα απολαμβάνουν ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων μέχρι 100 Mbps καθώς κινούνται και μέχρι 1 Gbps ώντας ακίνητοι. Πιστεύεται πως, αν και ούτε σήμερα χρησιμοποιούνται πλήρως οι δυνατότητες του 3G, η ύπαρξη μιας τόσο γρήγορης πλατφόρμας μεταφοράς δεδομένων θα δημιουργήσει νέες υπηρεσίες που θα εκμεταλλεύονται αυτές τις δυνατότητες.

Τα δίκτυα αυτά βασίζονται στην ιδέα της καθολικής διασύνδεσης διαφορετικών τεχνολογιών πρόσβασης και της δυνατότητας μεταπομπής από το ένα δίκτυο στο άλλο χωρίς διακοπές στην επικοινωνία.

Αυτές οι τεχνολογίες πρόσβασης μπορεί να είναι το Wi-Fi, το Wi-MAX, το UMTS, το EDGE, οι δορυφορικές επικοινωνίες ή οποιαδήποτε άλλη μελλοντική ασύρματη τεχνολογία.



Σχήμα 1: Το όραμα των δικτύων 4G Υψηλού Ύψους Πλατφόρμες (HAP, High Altitude Platforms).

Μία υψηλού ύψους πλατφόρμα, ή HAP, είναι ένας τηλεκατευθυνόμενος εναέριος φορέας (Σχήμα 2) που παραμένει σχετικά στάσιμος σε υψηλό ύψος από τη γη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις επικοινωνίες, για πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών, για έλεγχο της οδικής κυκλοφορίας αλλά και για την παροχή ευρυζωνικού περιεχομένου. Λόγω της σχετικά μικρής απόστασής τους από τη γη σε σχέση με τους δορυφόρους (20 χλμ έναντι μέχρι 40.000 χλμ) θα μπορούσαν ακόμη και να χρησιμοποιηθούν για την παροχή κινητών τηλεπικοινωνιών, χωρίς την ανάγκη για κεραιές βασισμένες στο έδαφος και χωρίς τις μεγάλες καθυστερήσεις που εισάγονται στις δορυφορικές επικοινωνίες.



Σχήμα 2: Zeppelin που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πλατφόρμα υψηλού ύψους

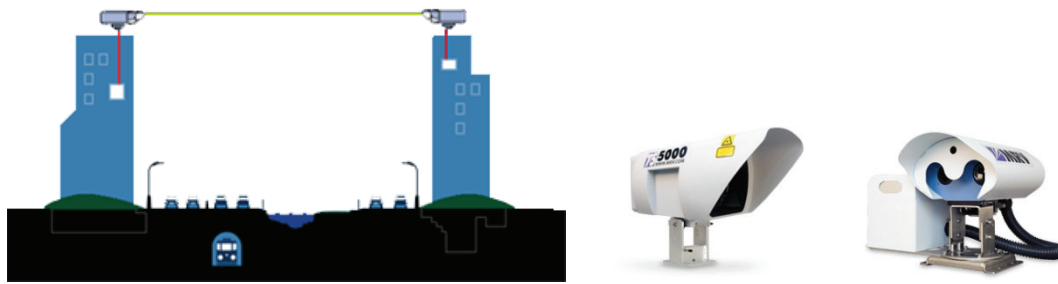
Όσον αφορά την ευρυζωνική πρόσβαση, οι πλατφόρμες αυτές μπορούν να καταστούν πολύ δελεαστικές για τις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες, σε μία περίοδο που το ελεύθερο προς διάθεση φάσμα αρχίζει να περιορίζεται. Οι πλατφόρμες αυτές μπορούν να επικοινωνούν με μία ζώνη 200 MHz στις συχνότητες 47-48 GHz ή/και στα 28 GHz, που τους έχουν καταχωρηθεί. Σ' αυτές τις χιλιοστο-κυματικές ζώνες που υπάρχει η απαίτηση για σύνδεση οπτικής επαφής μεταξύ του πελάτη και του σταθμού βάσης, η ανάπτυξη υποδομών σε επίγειο περιβάλλον θα ήταν ασύμφορη και για περιβαλλοντικούς και για οικονομικούς λόγους, αφού το δίκτυο με τους σταθμούς βάσης θα έπρεπε να είναι πολύ πυκνό. Αντίθετα το δίκτυο HAP είναι μια λύση πολύ ικανοποιητική για αυτούς τους περιορισμούς αφού μία μόνο πλατφόρμα μπορεί να καλύψει και να παρέχει υπηρεσίες σε μία μεγάλη περιοχή.

Ο ρυθμός μετάδοσης που μπορούν να επιτύχουν οι πλατφόρμες υψηλού ύψους είναι τουλάχιστον 2 Mbps διαθέσιμα στον πελάτη. Για την ακόμα πιο γρήγορη μεταβίβαση των δεδομένων είναι απαραίτητη η χρήση κατευθυντικών κεραιών και στην πλευρά του χρήστη και επάνω στην πλατφόρμα, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται ταχύτητες μέχρι και 40 Mbps. Μια ιδέα επίσης είναι η χρήση πολλών κεραιών επάνω στην πλατφόρμα για τη δημιουργία κυψελωτών δικτύων στη γη και κάλυψη μεγάλων περιοχών, με δυνατότητα μεταπομπής μεταξύ των κυψελών.

6.3 Οπτικές Συνδέσεις ελεύθερου χώρου (Free Space Optics)

Οι οπτικές συνδέσεις ελεύθερου χώρου (FSO) είναι μια τεχνολογία τηλεπικοινωνιών που χρησιμοποιεί το φως για να μεταδώσει δεδομένα ανάμεσα σε δύο σημεία. Η τεχνολογία αυτή είναι χρήσιμη όταν η φυσική σύνδεση του σημείου εκπομπής με το σημείο λήψης είναι δύσκολη, παραδείγματος χάριν σε πόλεις όπου η τοποθέτηση οπτικών ινών είναι ακριβή. Οι οπτικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται επίσης στις επικοινωνίες μεταξύ διαστημικών σκαφών, δεδομένου ότι έξω από την ατμόσφαιρα δεν υπάρχουν παραμορφώσεις του σήματος. Οι οπτικές συνδέσεις χρησιμοποιούν συνήθως υπέρυθρες ακτίνες λέιζερ. Με τις ακτίνες αυτές πραγματοποιείται μια πολύ απλή μορφή οπτικών επικοινωνιών ελεύθερου χώρου.

Οι ρυθμοί μετάδοσης που μπορούν να επιτευχθούν αγγίζουν τα 2.5 Gbps για τη μετάδοση δεδομένων, φωνής και βίντεο ταυτόχρονα σε συνθήκες οπτικής επαφής. Ένα πολύ χαρακτηριστικό σημείο αυτής της τεχνολογίας είναι ότι δεν χρειάζεται καμία άδεια για τη χρήση του φάσματος στις συχνότητες που χρησιμοποιεί, χαρακτηριστικό ιδιαίτερα δελεαστικό για όσες εταιρίες θέλουν να επενδύσουν στη συγκεκριμένη τεχνολογία. Οι αποστάσεις που καλύπτονται είναι της τάξης των 4 χλμ, ενώ σε ιδιαίτερες περιπτώσεις μπορούν να φτάσουν και τα 10 χλμ (στρατιωτικές εφαρμογές). Οι αποστάσεις και οι ρυθμοί μετάδοσης πάντως εξαρτώνται ιδιαίτερα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.



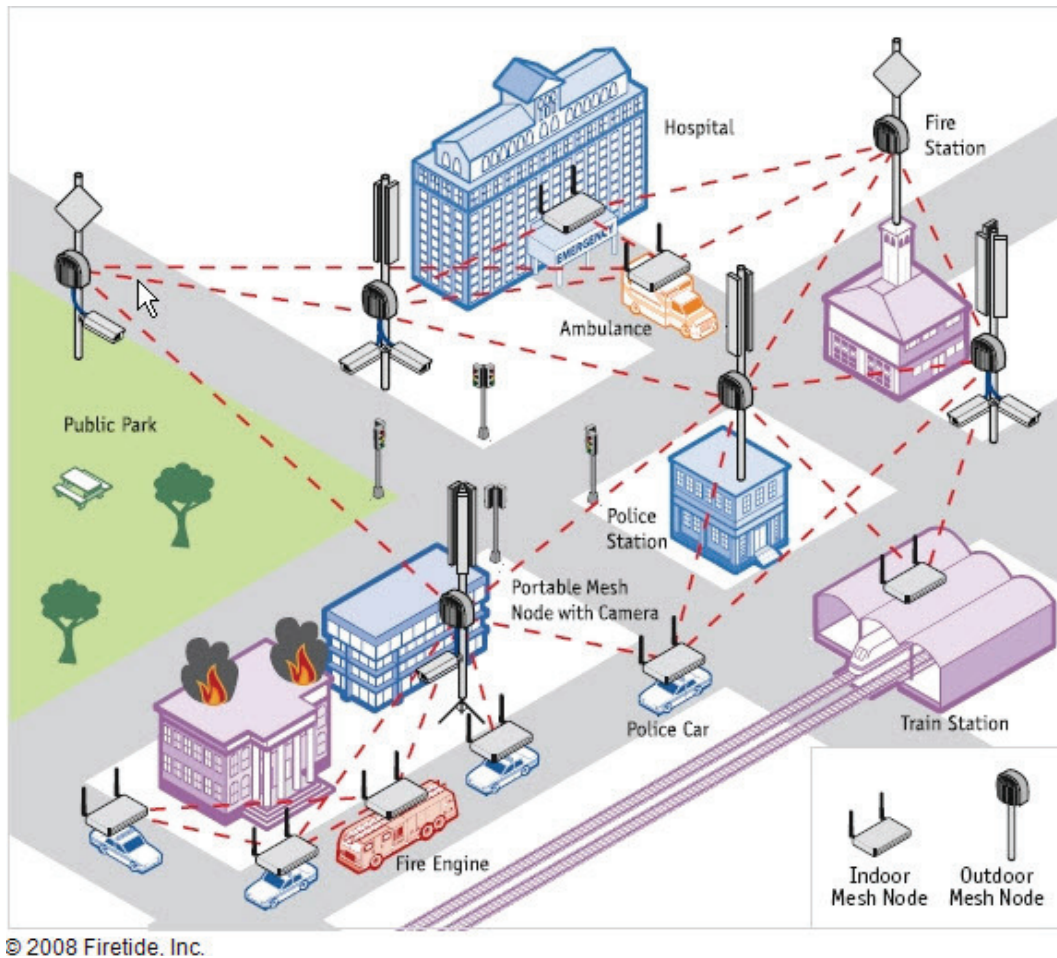
Σχήμα 3: Οπτική σύνδεση μεταξύ δύο σημείων

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει αυτή η τεχνολογία είναι πολλά. Καταρχάς η δημιουργία της σύνδεσης γίνεται πολύ γρήγορα. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως δεν απαιτείται άδεια χρήσης του φάσματος, καθώς λειτουργεί σε ελεύθερες ζώνες (license free). Παρέχει υψηλή ασφάλεια στη μετάδοση και υψηλούς ρυθμούς μεταβίβασης δεδομένων. Οι παρεμβολές από το χιόνι και τη βροχή είναι μικρές σε σχέση με άλλες τεχνολογίες. Επιτρέπει αμφίδρομες επικοινωνίες και δεν εισάγονται σημαντικές παρεμβολές. Επομένως όλα αυτά δείχνουν ότι αυτή η τεχνολογία μπορεί να αξιοποιηθεί όλο και περισσότερο στο μέλλον για γρήγορη μεταφορά δεδομένων.

6.4 Πλέγματα ασύρματων δικτύων (Radio Mesh Networks)

Τα πλέγματα ασύρματων δικτύων είναι ένα δίκτυο πλέγματος που υλοποιείται πάνω από ασύρματα τοπικά δίκτυα (LAN).

Αυτός ο τύπος υποδομής Διαδικτύου είναι αποκεντρωτικός, σχετικά ανέξοδος, και πολύ αξιόπιστος και ελαστικός, καθώς κάθε κόμβος μεταδίδει μόνο μέχρι τον επόμενο κόμβο. Οι κόμβοι ενεργούν ως επαναλήπτες για να διαβιβάσουν δεδομένα από γειτονικούς κόμβους σε άλλους που βρίσκονται πάρα πολύ μακριά, με συνέπεια ένα δίκτυο να μπορεί να επεκταθεί σε μεγάλες αποστάσεις, ειδικά πάνω από τραχείς ή δύσκολες εκτάσεις. Τα δίκτυα πλέγματος είναι επίσης εξαιρετικά αξιόπιστα, καθώς κάθε κόμβος συνδέεται με περισσότερους από έναν κόμβο. Έτσι εάν ένας κόμβος αποκοπεί από το δίκτυο, λόγω ζημιάς του υλικού ή οποιουδήποτε άλλου λόγου, οι γείτονές του βρίσκουν απλά μια άλλη διαδρομή. Μεγαλύτερη χωρητικότητα μπορεί να επιτευχθεί με απλή πρόσθεση περισσότερων κόμβων. Τα δίκτυα πλέγματος μπορούν να περιλαμβάνουν είτε σταθερές είτε κινητές συσκευές που τοποθετούνται εντός συγκεκριμένων αποστάσεων μεταξύ τους.



Σχήμα 4: Δίκτυο πλέγματος

Η αρχή λειτουργίας αυτών των δικτύων είναι παρόμοια με τον τρόπο που μεταδίδονται τα πακέτα στο καλωδιακό Διαδίκτυο - τα δεδομένα από κόμβο σε κόμβο μέχρι να φτάσουν σε έναν δεδομένο προορισμό. Οι δυναμικές ικανότητες δρομολόγησης που περιλαμβάνονται σε κάθε κόμβο επιτρέπουν αυτό να συμβαίνει. Για να εφαρμοστούν αυτές οι ικανότητες δρομολόγησης, κάθε κόμβος πρέπει να διαβιβάσει τις πληροφορίες δρομολόγησης του σε κάθε κόμβο με τον οποίο είναι συνδεδεμένος, "σχεδόν σε πραγματικό χρόνο". Κάθε κόμβος καθορίζει έπειτα τι να κάνει με τα δεδομένα που λαμβάνει - είτε τα μεταδίδει προς τον επόμενο είτε τα κρατάει. Ο αλγόριθμος δρομολόγησης που χρησιμοποιείται πρέπει να προσπαθεί πάντα να εξασφαλίσει ότι τα δεδομένα ακολουθούν την πιο κατάλληλη (γρηγορότερη) διαδρομή για να φτάσουν στον προορισμό τους.

Η επιλογή της ραδιο-τεχνολογίας για τα ασύρματα δίκτυα πλέγματος είναι κρίσιμη. Σε ένα παραδοσιακό ασύρματο δίκτυο όπου τα τερματικά συνδέονται με ένα μοναδικό σημείο πρόσβασης, κάθε τερματικό πρέπει να μοιραστεί ένα σταθερό κομμάτι του εύρους ζώνης.

Με την τεχνολογία πλέγματος και τις προσαρμοστικές ιδιότητες που παρέχονται, τα τερματικά του δικτύου πλέγματος θα συνδεθούν μόνο με άλλα τερματικά που είναι σε μια καθορισμένη σειρά. Το πλεονέκτημα είναι ότι, όσο περισσότερα τερματικά συνδέονται στο δίκτυο τόσο περισσότερο εύρος ζώνης διατίθεται, με δεδομένο ότι ο αριθμός των ενδιάμεσων κόμβων κρατιέται χαμηλός.

Για να αποτραπεί η αυξανόμενη κίνηση μέσω άλλων κόμβων και να ακυρωθούν τα πλεονεκτήματα των πολλαπλών πομποδεκτών εντός του δικτύου, ένας χαρακτηριστικός τύπος αρχιτεκτονικής για ένα κινητό δίκτυο πλέγματος περιλαμβάνει και αρκετούς σταθερούς σταθμούς βάσης που λειτουργούν σαν πύλες σε υπηρεσίες, στο Διαδίκτυο και σε άλλους σταθερούς σταθμούς βάσης και μέρος της κίνησης δρομολογείται μέσω αυτών. Αυτή η παροχή, ουσιαστικά, εύρους ζώνης που προσφέρουν οι σταθμοί βάσης πρέπει να είναι ουσιαστική ώστε το δίκτυο να λειτουργήσει αποτελεσματικά. Εντούτοις, ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των ασύρματων δικτύων πλέγματος είναι ο πάροχος του δικτύου αρκεί να προσφέρει μια ελάχιστη υποδομή σταθμών βάσεων, και μετά επιτρέπει στους χρήστες να επεκτείνουν οι ίδιοι το δίκτυο.

Δεδομένου ότι αυτή η ασύρματη υποδομή Διαδικτύου έχει τη δυνατότητα να είναι πολύ φτηνότερη από τις παραδοσιακές υποδομές, πολλές ομάδες ασύρματων κοινοτήτων δικτύων δημιουργούν ήδη τα ασύρματα δίκτυα πλέγματός τους και προσφέρουν σύνδεση με το Διαδίκτυο στους χρήστες τους.

7 Κεφάλαιο

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

7.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται αρχικά βασικές έννοιες σχετικές με επιχειρηματικά μοντέλα. Έπειτα, αναλύονται συγκεκριμένες έννοιες που χρησιμοποιούνται στα επιχειρηματικά μοντέλα στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και αναφέρονται σχετικά παραδείγματα. Τέλος, αναφέρονται σενάρια για την αξιοποίηση ευρυζωνικών δικτυακών υποδομών.

7.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Γενικά έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι επιχειρηματικών μοντέλων. Ο ορισμός του επιχειρηματικού μοντέλου που χρησιμοποιείται εδώ είναι ο εξής:

Ένα «επιχειρηματικό μοντέλο» αποτελείται από ροές υπηρεσιών και πληροφορίας, περιλαμβάνοντας τις περιγραφές των διαφόρων παικτών της αγοράς, τους ρόλους και τις σχέσεις αυτών, τη σχετική τους θέση σε ένα δίκτυο αξίας, καθώς και την κοστολογική τους δομή και τις πηγές εσόδων τους.

Επιπλέον ορισμοί που χρησιμοποιούνται σε ένα επιχειρηματικό μοντέλο είναι οι εξής:

- **Παίκτης (player):** Μια οντότητα η οποία συμμετέχει σε ένα επιχειρηματικό μοντέλο. Μπορεί να είναι (α) μια επιχειρηματική οντότητα, η οποία παρέχει υπηρεσίες, ή (β) ένας πελάτης, ο οποίος αγοράζει υπηρεσίες.
- **Ρόλος (role):** Η λειτουργία ενός παίκτη σε ένα επιχειρηματικό μοντέλο. Ένας παίκτης μπορεί να πάρει έναν ή περισσότερους διαφορετικούς ρόλους.
- **Σχέση (relationship):** Απεικονίζει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ δύο ρόλων/παικτών/επιπέδων σε ένα σύστημα. Αυτή η ανταλλαγή πληροφοριών μπορεί να είναι δύο τύπων (α) τεχνική (ροή δεδομένων, ροή ελέγχου κ.λπ.), ή (β) επιχειρηματική (ροή χρημάτων, συμβόλαια κ.λπ.).
- **Κάθετη δεσμοποίηση (vertical bundling):** Αναφέρεται στην έκταση στην οποία ένας παίκτης ελέγχει την παραγωγή και τη διανομή υπηρεσιών στην αλυσίδα αξίας. Ο όρος αυτός, είναι γνωστός και ως «κάθετη ολοκλήρωση». Παράδειγμα κάθετης δεσμοποίησης αποτελεί ένας πάροχος υπηρεσιών φωνής, ο οποίος έχει ολοκληρώσει τις λειτουργίες του παρόχου υπηρεσιών και δικτύου, διατηρώντας έτσι τον πλήρη έλεγχο της αλυσίδας αξίας.

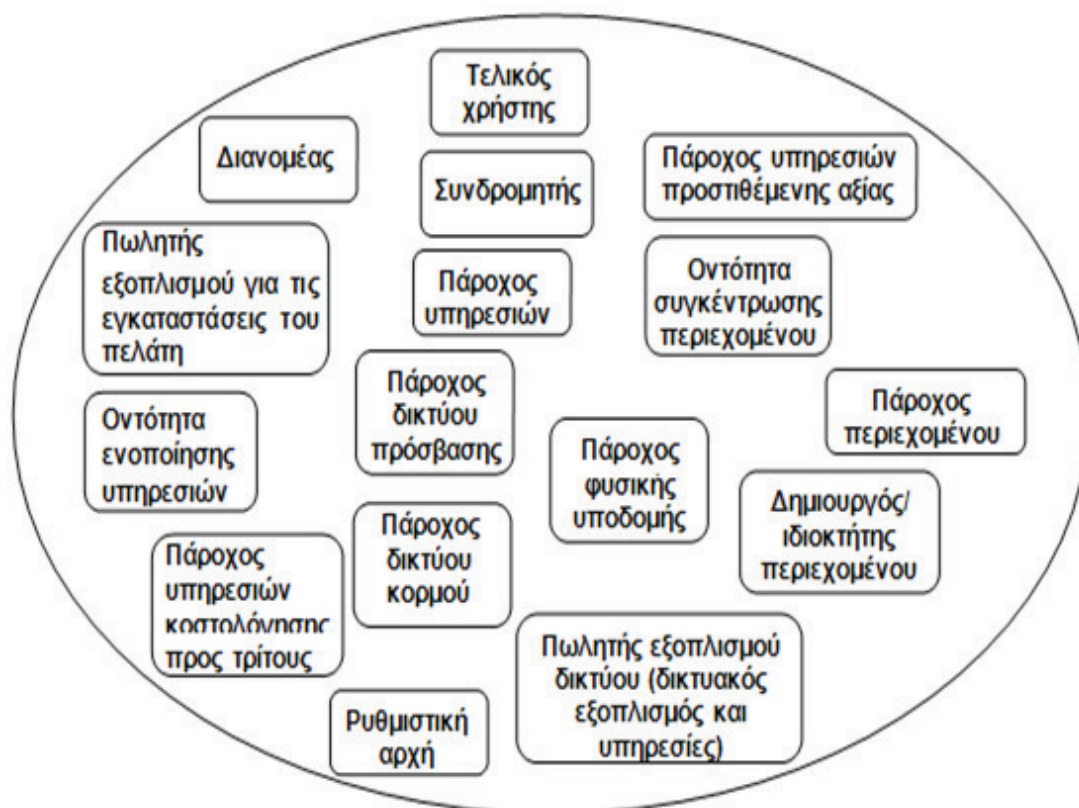
- **Μοντέλο εσόδων:** Το μοντέλο εσόδων περιγράφει τις ροές των εσόδων τα οποία είναι διαθέσιμα για έναν παίκτη σε ένα επιχειρηματικό μοντέλο. Παραδείγματα μοντέλων εσόδων είναι τα μοντέλα χρέωσης της συνδρομής.

7.3 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

7.3.1 Μοντέλο αναφοράς

Προκειμένου να γίνουν σαφείς οι βασικές έννοιες των επιχειρηματικών μοντέλων που εφαρμόζονται στο χώρο των τηλεπικοινωνιών, σχεδιάστηκε αρχικά ένα γενικό μοντέλο αναφοράς. Στο μοντέλο αυτό απεικονίζονται (α) οι δυνητικοί ρόλοι των σχετικών παικτών, και (β) οι σχέσεις μεταξύ τους. Παρακάτω, παρουσιάζονται εξειδικευμένα παραδείγματα επιχειρηματικών μοντέλων στις τηλεπικοινωνίες.

Στο Σχήμα 1, φαίνονται οι ρόλοι των οντοτήτων που συμμετέχουν σε ένα τηλεπικοινωνιακό οικοσύστημα.



Σχήμα 1: Ρόλοι σε ένα τηλεπικοινωνιακό οικοσύστημα

Ρόλος	Περιγραφή
Πάροχος φυσικής υποδομής	Αυτός που κατέχει τη φυσική υποδομή (OSI επίπεδο 1 - οπτικές ίνες ή καλώδια χαλκού) και την επινοικιάζει στους παρόχους δικτύου. Η φυσική υποδομή μπορεί να αναφέρεται σε κάθε είδος δικτύου (π.χ. κορμού, πρόσβασης ή και τα δύο).
Πάροχος δικτύου πρόσβασης	Αυτός που κατέχει και διαχειρίζεται τον ενεργό εξοπλισμό (OSI επίπεδα 2 και 3) του τοπικού δικτύου (τοπικού βρόχου), π.χ. DSL ή κινητοί σταθμοί βάσης, προσφέροντας υπηρεσίες μεταφοράς στον πάροχο υπηρεσιών. Ο πάροχος δικτύου πρόσβασης μπορεί να ταυτίζεται με τον κάτοχο της φυσικής υποδομής (επίπεδο 1) του τοπικού βρόχου.
Πάροχος δικτύου κορμού	Αυτός που κατέχει και διαχειρίζεται τον ενεργό (δικτυακό) εξοπλισμό (OSI επίπεδα 2 και 3) του δικτύου κορμού και προσφέρει χωρητικότητα στον πάροχο δικτύου πρόσβασης ή σε παρόχους υπηρεσιών. Ο πάροχος δικτύου κορμού μπορεί να ταυτίζεται με τον κάτοχο της φυσικής υποδομής (επίπεδο 1) του δικτύου κορμού.
Πωλητής εξοπλισμού δικτύου	Η οντότητα της κατηγορίας αυτής παρέχει (είτε κατασκευάζοντας η ίδια, είτε χρησιμοποιώντας άλλες κατασκευαστικές εταιρείες) δικτυακό εξοπλισμό και τον διανέμει στους παρόχους δικτύου (πρόσβασης και κορμού), καθώς και στους παρόχους υπηρεσιών.

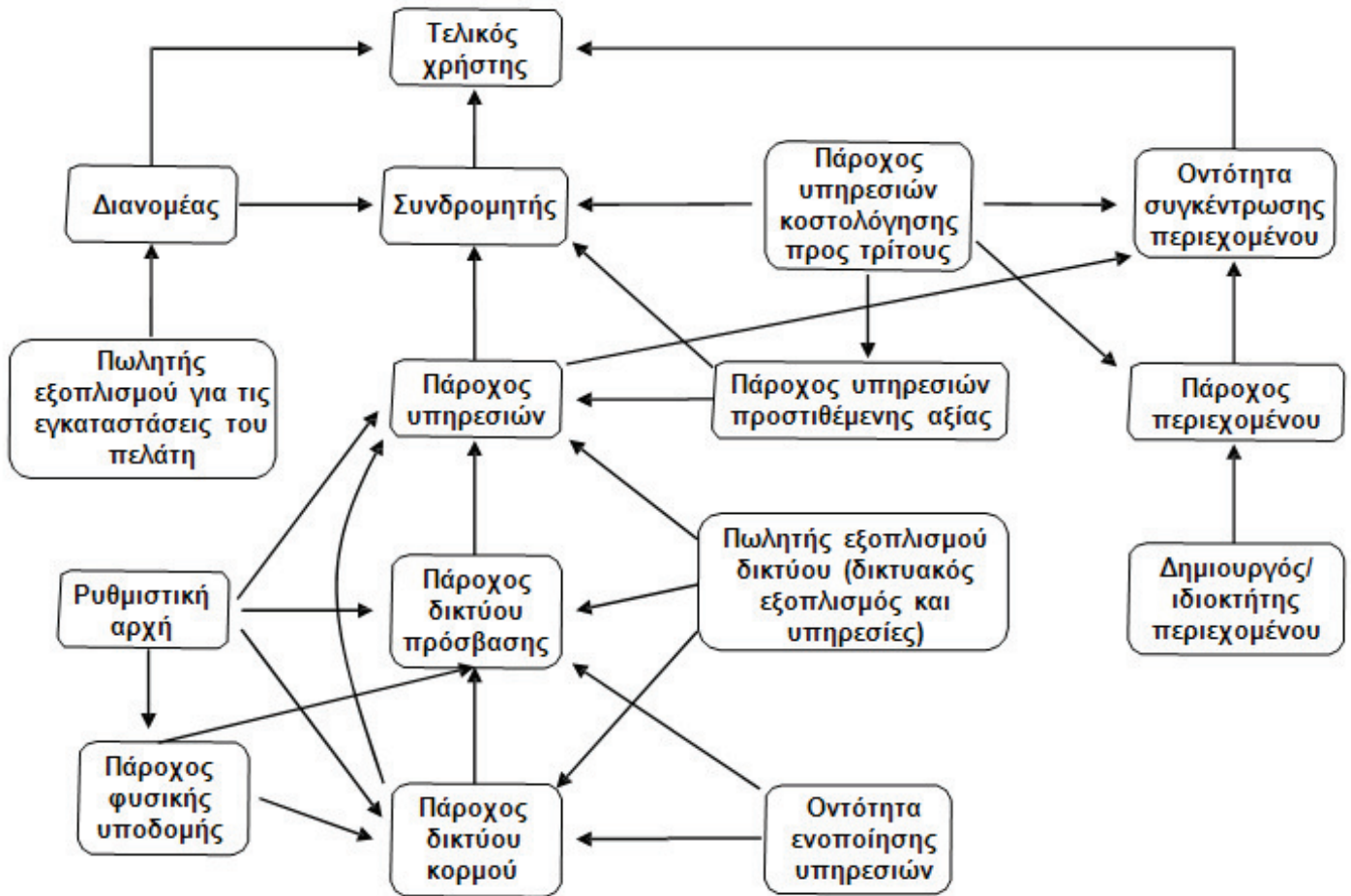
Πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη	Αυτός ο οποίος παρέχει εξοπλισμό για τις εγκαταστάσεις του πελάτη (π.χ. Η/Υ) στον τελικό χρήστη. Η οντότητα αυτή μπορεί να προσφέρει και αντίστοιχο λογισμικό και υλικό (π.χ. λειτουργικά συστήματα και μπαταρίες) για την ορθή λειτουργία του παρεχόμενου εξοπλισμού.
Διανομέας	Αυτός ο οποίος δραστηριοποιείται ως λιανικός πωλητής, εμπορευόμενος εξοπλισμό για τις εγκαταστάσεις του πελάτη ή/και συνδρομές σε υπηρεσίες. Η διανομή μπορεί να γίνεται μέσω καταστήματος ή ηλεκτρονικά.
Πάροχος υπηρεσιών	Η οντότητα αυτή παρέχει τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες (π.χ. φωνή) στους συνδρομητές, πάνω από τηλεπικοινωνιακά δίκτυα. Ο πάροχος υπηρεσιών δεν είναι υποχρεωτικά και ιδιοκτήτης των δικτύων αυτών, αλλά μπορεί να κάνει συμφωνίες για υπηρεσίες προσυμφωνημένου επιπέδου με τους παρόχους των δικτύων πρόσβασης και κορμού. Άλλες βασικές ευθύνες του παρόχου υπηρεσιών περιλαμβάνουν: (α) διαχείριση του προφίλ των συνδρομητών, απόκτηση νέων συνδρομητών και καταβολή αποζημιώσεων, (β) προσφορά υπηρεσιών ασφαλείας και (γ) χρέωση των συνδρομητών για τη χρήση υπηρεσιών. Ο πάροχος υπηρεσιών μπορεί επίσης να μεταπωλεί τη χωρητικότητα του δικτύου που χρησιμοποιεί σε τρίτους (π.χ. σε οντότητες συγκέντρωσης περιεχομένου).
Πάροχος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας	Η συγκεκριμένη οντότητα παρέχει υπηρεσίες συμπληρωματικές από τη φύση τους, ή προσθέτουν αξία στις βασικές υπηρεσίες που προσφέρονται από τον πάροχο υπηρεσιών.

Πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης προς τρίτους	Αυτός που παρέχει υπηρεσίες κοστολόγησης στους παρόχους υπηρεσιών, στους παρόχους υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και στις οντότητες συγκέντρωσης περιεχομένου. Ο ρόλος αυτός δρα ως οικονομικός μεσάζοντας μεταξύ δύο ή περισσότερων παρόχων υπηρεσιών. Σε αντάλλαγμα, παίρνει μέρος των εσόδων των παρόχων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν π.χ. οι τράπεζες.
Ρυθμιστική αρχή	Ο ρόλος της ρυθμιστικής αρχής είναι να συντάσσει και να επιβάλει κανόνες και οδηγίες απαραίτητες για τη δημιουργία ανταγωνιστικής αγοράς και τεχνολογικού περιβάλλοντος, καθώς επίσης και να δρα ως μεσάζοντας μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών, των συνδρομητών και των παρόχων δικτύων. Η ρυθμιστική αρχή έχει ουδέτερο ρόλο στο τηλεπικοινωνιακό οικοσύστημα και δρα ως εκπρόσωπος του κράτους.
Οντότητα ενοποίησης υπηρεσιών	Η συγκεκριμένη οντότητα παρέχει μια πλατφόρμα υπηρεσιών που προσφέρει υπηρεσίες και πρόσβαση συνδρομητών σε εφαρμογές, χωρίς να απαιτείται εκτεταμένη γνώση του υποκείμενου τηλεπικοινωνιακού συστήματος.
Παραγωγός/ιδιοκτήτης περιεχομένου	Μια τέτοια οντότητα (επιχείρηση ή άτομο) αναπτύσσει και συντηρεί εφαρμογές περιεχομένου, π.χ. παιχνίδια, μουσική κ.λπ. Το περιεχόμενο μπορεί είτε να ανήκει στην ίδια, είτε σε κάποιον, για λογαριασμό του οποίου αναπτύσσει το περιεχόμενο αυτό.
Πάροχος περιεχομένου	Η οντότητα αυτή δημοσιεύει και πουλάει το περιεχόμενο που αναπτύσσει η ίδια ή άλλοι παραγωγοί περιεχομένου. Επιπλέον δραστηριότητες του παρόχου περιεχομένου περιλαμβάνουν διαφήμιση, έρευνα αγοράς κ.λπ.

Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Η συγκεκριμένη οντότητα δρα ως μεσάζοντας μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών και των παρόχων περιεχομένου, προκειμένου να παρέχει ένα χαρτοφυλάκιο περιεχομένου (π.χ. παιχνίδια, μουσική, ήχοι κλήσεων για κινητά κ.λπ.). Η οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου παίρνει το περιεχόμενο από τους παρόχους περιεχομένου και το μορφοποιεί κατάλληλα, ανάλογα με το περιβάλλον χρήσης (δυνατότητες τερματικών, τοποθεσία, προσωπικές προτιμήσεις κ.λπ.). Συνήθως προσφέρει διάφορους τύπους περιεχομένου σε ένα σημείο (π.χ. σε ένα δικτυακό τόπο), συνδυάζοντας μουσική, βίντεο, ταινίες, βιβλία κ.λπ.
Συνδρομητής	Αυτός που πληρώνει για το περιεχόμενο και τις υπηρεσίες που προσφέρονται στο τηλεπικοινωνιακό οικοσύστημα, έχοντας άμεση σχέση με τον πάροχο. Η οντότητα αυτή δεν είναι απαραίτητο να είναι ο τελικός χρήστης των προσφερόμενων υπηρεσιών και περιεχομένου. Ο συνδρομητής μπορεί να ταξινομηθεί (α) ανάλογα με τον τρόπο πληρωμής (προ-πληρωμή ή όχι), ή (β) ανάλογα με το είδος του (ιδιώτης ή επιχείρηση).
Τελικός χρήστης	Ο τελικός καταναλωτής υπηρεσιών

7.3.2 Σχέσεις

Για το σχεδιασμό των επιχειρηματικών μοντέλων, είναι πολύ σημαντική η κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των επιχειρηματικών οντοτήτων, οι οποίες έχουν έναν ή περισσότερους ρόλους. Οι σχέσεις αυτές, για τους ρόλους που περιγράφει ο Πίνακας 1 και για το μοντέλο αναφοράς, φαίνονται στο Σχήμα 2. Η κατευθύνσεις των βελών δείχνουν τις ροές αξίας (των «υπηρεσιών» που προσφέρονται, με την ευρεία έννοια).



Σχήμα 2: Ρόλοι και σχέσεις μεταξύ αυτών στο μοντέλο αναφοράς

7.4 Μοντέλο αξίας

7.4.1 Ροές αξίας

Στο μοντέλο **αλυσίδας αξίας (value chain)** κάθε φορέας προσθέτει με το ρόλο του αξία στις σχέσεις του με τους άλλους εμπλεκόμενους φορείς. Ο συνδυασμός των εμπλεκόμενων φορέων και της θέσης αυτών στην αγορά καλείται αλυσίδα αξίας.

Παρόλο που το μοντέλο αλυσίδας αξίας είναι ευρέως διαδεδομένο, κρίνεται πιο κατάλληλο για εφαρμογή στη βιομηχανία κατασκευών, παρά για τις εταιρείες υπηρεσιών.

Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει μοντελοποιηθεί πολύ κοντά στην αναλογία της γραμμής συναρμολόγησης, είναι δηλαδή πολύ γραμμικό, μονοκατευθυντικό και σειριακό.

Στη βιβλιογραφία έχουν δειχθεί οι περιορισμοί της χρήσης του μοντέλου αλυσίδας αξίας στις βιομηχανίες υπηρεσιών και διαμεσολάβησης (π.χ. ασφάλειες, τράπεζες, νοσοκομεία, τηλεπικοινωνίες κ.λπ.). Σύμφωνα με τις γνώμες ειδικών, η λογική της αλυσίδας αξίας δεν περικλείει τη λογική της δημιουργίας αξίας στο χώρο των τηλεπικοινωνιών. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η εφαρμογή της λογικής δημιουργίας **δικτυακής αξίας**.

Το **δίκτυο αξίας (value network)** ορίζεται ως ένα δίκτυο σχέσεων, το οποίο δημιουργεί οικονομικές, και όχι μόνο, αξίες, μέσω δυναμικών ανταλλαγών μεταξύ δύο ή περισσότερων συμμετεχόντων. οι ανταλλαγές μπορεί να είναι αντιληπτές ή μη.

Πρακτικά, για να μοντελοποιηθεί το οικοσύστημα των τηλεπικοινωνιών, πρέπει να υιοθετηθεί ένα δίκτυο αξίας. Τα παραδείγματα επιχειρηματικών μοντέλων υιοθετούν το δίκτυο αξίας.

Ένα δίκτυο αξίας δημιουργεί οικονομική αξία μέσω σύνθετων δυναμικών ανταλλαγών μεταξύ επιχειρήσεων, πελατών, προμηθευτών και στρατηγικών εταίρων. Τα δίκτυα αυτά λειτουργούν στη βάση ανταλλαγής, όπου 3 διαφορετικές ροές αξίας πρέπει να εντοπιστούν.

Κάθε μία ροή ακολουθεί τη μετακίνηση των αντικειμένων αξίας που ανταλλάσσονται μεταξύ των παικτών που εμπλέκονται στο δίκτυο αξίας.

Με άλλα λόγια, πρέπει να εντοπιστούν:

- **Αλυσίδες αξίας** - Ροές αγαθών, υπηρεσιών και κερδών που περιλαμβάνουν άμεσες ανταλλαγές για υπηρεσίες επί πληρωμή, παράδοση αγαθών, υπηρεσιών, συμβολαίων και τιμολογίων, καθώς και επιστροφές αποδείξεων, παραγγελιών, αιτήσεων για προτάσεις, επιβεβαιώσεων ή πληρωμών.
- **Ροή αξίας της γνώσης** - Μια λογική ροή αξίας που απεικονίζει την ανταλλαγή στρατηγικών πληροφοριών, σχεδιασμού γνώσης, επεξεργασίας γνώσης, συνεργατικού σχεδιασμού, ανάπτυξης πολιτικής κ.λπ.
- **Ροή απροσδιόριστης αξίας** - Μια ροή αξίας απροσδιόριστου κέρδους. Αυτές είναι αξίες οι οποίες δε μπορούν να αποτιμηθούν χρηματικά και τα κέρδη τα οποία εκτείνονται πέρα από πραγματικές υπηρεσίες, π.χ. κοινωνική συναίσθηση, αφοσίωση του πελάτη, προώθηση της εικόνας μιας εταιρείας κ.λπ.

Οι ροές αξίας δεν είναι μονοκατευθυντικές, αλλά πολλαπλών σημείων σε πολλαπλά σημεία και ανεξάρτητες η μία από την άλλη.

Κυκλοφορούν και επανέρχονται σε σύνθετες συναλλαγές που περικλείουν πολλές συνδέσεις ή αλυσίδες αξίας. Προκειμένου να δημιουργήσει κάποιος ένα «δυνατό» επιχειρηματικό πλάνο, το οποίο θα οδηγήσει σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, όλες οι ροές πρέπει να γίνουν αντιληπτές και να αναλυθούν.

7.4.2 Μοντελοποίηση αξίας

Για τη μοντελοποίηση αξίας, είναι σημαντικό να συσχετιστούν τα αναγνωρισμένα στοιχεία αξίας και οι παραγωγοί αξίας. Διαφορετικοί παίκτες στο δίκτυο αξίας παρέχουν διαφορετικά στοιχεία αξίας. Π.χ. η συνδεσιμότητα (connectivity) και η κινητικότητα (mobility) παρέχονται σαφώς από τους παρόχους δικτύου, ενώ η ασφάλεια παρέχεται σε πολλά διαφορετικά επίπεδα. ο Πίνακας 2 αντιστοιχίζει τα στοιχεία αξίας στους διάφορους ρόλους.

Τελικός χρήστης			Ασφάλεια και ποιότητα παροχής υπηρεσιών (QoS)				Παρουσία και επίγνωση περιβάλλοντος	
Πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη	Συνδεσιμότητα	Κινητικότητα και δυνατότητα πρόσβασης		Προσωποποίηση	Ηλεκτρονικές και	Συγκλίνοσες υπηρεσίες		Ευκολία χρήσης
Πάροχος υπηρεσιών								
Πάροχος δικτύου πρόσβασης								
Πάροχος δικτύου κορμού								
Πάροχος φυσικής υποδομής								
Πάροχος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας				Ηλεκτρονικές και				
Πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης προς τρίτους								

Πάροχος περιεχομένου / οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου				Προσ ωποπ οίηση				
Παραγωγός / ιδιοκτήτης περιεχομένου								

Πίνακας 2: Πάροχοι αξίας

7.5 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται μια σειρά Επιχειρηματικών Μοντέλων (EM), τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και βασίζονται στο μοντέλο αναφοράς, . Για κάθε μοντέλο, περιγράφονται οι συμμετέχοντες παίκτες, οι σχέσεις αλληλεπίδρασης και οι οδηγοί κόστους (έξοδα).

Η κατεύθυνση των βελών στη σχηματική απεικόνιση των επιχειρηματικών μοντέλων εκφράζει τη ροή υπηρεσιών. Η ροή κερδών ακολουθεί την αντίθετη κατεύθυνση. Σε μερικές περιπτώσεις, υπάρχει κατανομή κερδών μεταξύ δύο παικτών, η οποία είναι και αμφίδρομη. Στα σχήματα που ακολουθούν, η έλλειψη απεικονίζει έναν παίκτη, ο οποίος μπορεί να πάρει έναν ή περισσότερους ρόλους. Τα παραλληλόγραμμα μέσα στις ελλείψεις απεικονίζουν τους ρόλους.

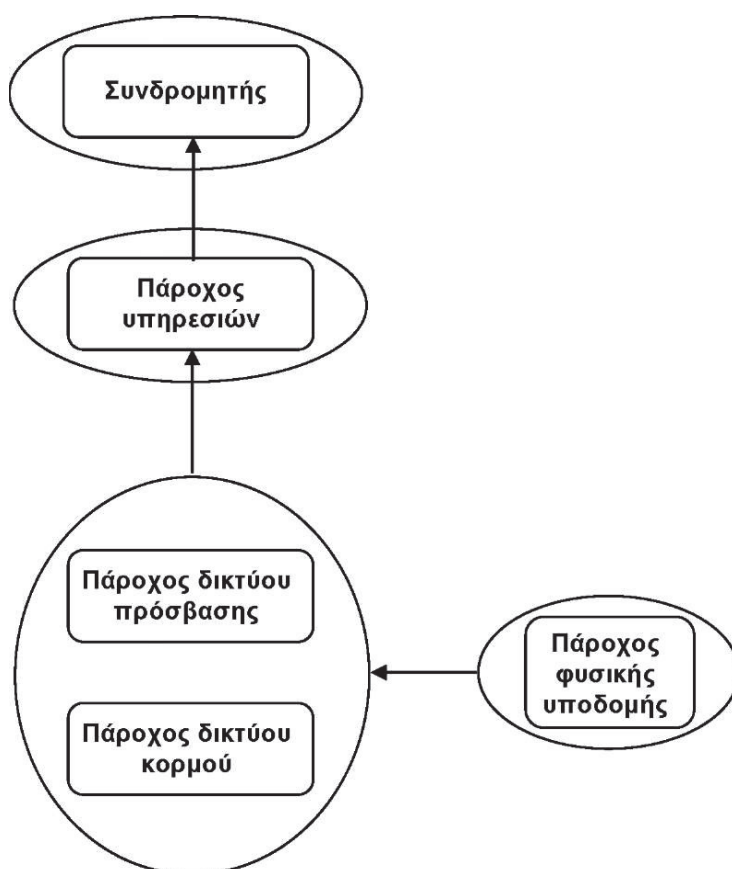
7.5.1 Βασικό μοντέλο παροχής υπηρεσιών

Το συγκεκριμένο επιχειρηματικό μοντέλο περιγράφει ένα βασικό σενάριο παροχής υπηρεσιών, στο οποίο ο χρήστης αγοράζει υπηρεσίες από τον πάροχο υπηρεσιών και έτσι γίνεται συνδρομητής για τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Ο συνδρομητής μπορεί να είναι είτε ιδιώτης, είτε επιχείρηση. Ο πάροχος υπηρεσιών δρα ως ο κύριος παίκτης προς τον συνδρομητή, παρέχοντας υπηρεσίες όπως φωνή, πρόσβαση στο διαδίκτυο κ.λπ. Προκειμένου να προσφέρει τις υπηρεσίες του στους πελάτες, ο πάροχος υπηρεσιών αγοράζει υπηρεσίες δικτύου κορμού και πρόσβασης από τους αντίστοιχους παρόχους δικτύου.

Στο παρόν σενάριο υπάρχουν δύο τύποι υπηρεσιών προσυμφωνημένου επιπέδου:

1. Ένας συνδρομητής κάνει ένα συμβόλαιο ή μια συμφωνία για υπηρεσία προσυμφωνημένου επιπέδου με τον πάροχο υπηρεσιών. Το συμβόλαιο μπορεί να είναι δύο τύπων, προπληρωμής ή κανονικής πληρωμής, ανάλογα με τη μορφή της συνδρομής. Στην περίπτωση της κανονικής πληρωμής, ο συνδρομητής χρεώνεται από τον πάροχο υπηρεσιών σε μηνιαία βάση για βασικές υπηρεσίες σύνδεσης και επικοινωνίας. Ο πάροχος υπηρεσιών μπορεί να υιοθετήσει διαφορετικά μοντέλα χρέωσης για τις υπηρεσίες που προσφέρει. Οι υπηρεσίες κοστολόγησης διευθετούνται από τον ίδιο τον πάροχο υπηρεσιών, και αποτελούν επομένως για αυτόν λειτουργικά κόστη (Operational Cost - OPEX).
2. Μια συμφωνία για υπηρεσίες προσυμφωνημένου επιπέδου έχει γίνει μεταξύ του παρόχου υπηρεσιών και του παρόχου δικτύου (κορμού και πρόσβασης). Η συμφωνία περιλαμβάνει παρακολούθηση και συντήρηση του δικτύου, ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service - QoS), αξιοπιστία και ανοχή στα σφάλματα, χρεώσεις κ.λπ.

Το Σχήμα 3, απεικονίζει το περιγραφόμενο μοντέλο. Στο σχήμα αυτό, ο πάροχος δικτύου αναλαμβάνει τους ρόλους του παρόχου δικτύου πρόσβασης και κορμού.



Σχήμα 3: Βασικό μοντέλο παροχής υπηρεσιών

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών	Μηνιαίο τέλος για συνδεσιμότητα από το συνδρομητή	Κόστη διαχείρισης και χρέωσης του συνδρομητή
		Μεταβλητό τέλος για υπηρεσίες επικοινωνίας από το συνδρομητή	Κόστος υπηρεσιών προσυμφωνημένου επιπέδου
Πάροχος δικτύου	Πάροχος δικτύου κορμού και πάροχος δικτύου πρόσβασης	Έσοδα υπηρεσιών προσυμφωνημένου επιπέδου από τον πάροχο υπηρεσιών	Αγορά δικτυακού εξοπλισμού και κόστη συντήρησης
Πάροχος φυσικής υποδομής	Πάροχος φυσικής υποδομής	Έσοδα από την επινοικίαση των φυσικών υποδομών στους παρόχους δικτύου	Κόστη διαχείρισης, συντήρησης και επέκτασης της φυσικής υποδομής

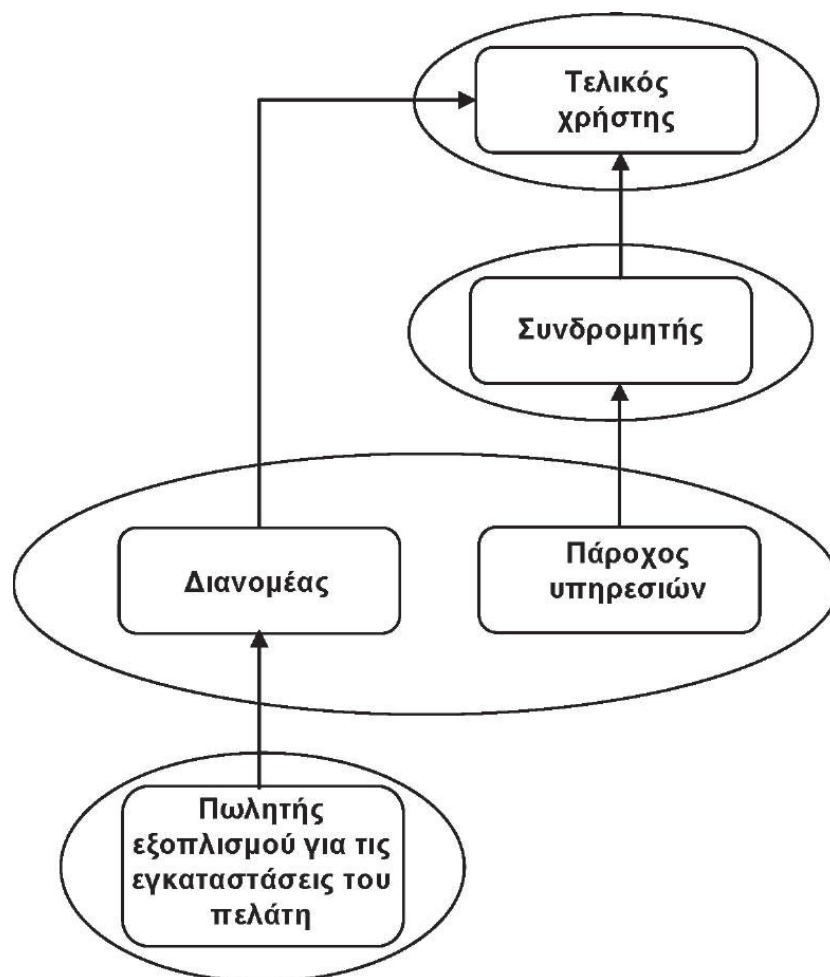
Πίνακας 3: Βασικό μοντέλο παροχής υπηρεσιών: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους

7.5.2 Μοντέλο για τη διανομή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη

Το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιείται για τη λιανική πώληση εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη στον τελικό χρήστη. Ο εξοπλισμός αυτός μπορεί να διανεμηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους: (α) δεσμοποίηση εξοπλισμού από τον πάροχο υπηρεσιών ή (β) απευθείας διανομή από τον πωλητή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη.

7.5.3 Δεσμοποίηση εξοπλισμού από τον πάροχο υπηρεσιών

Η μέθοδος αυτή παρατηρείται κυρίως στην περίπτωση των υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας, όπου ο πάροχος εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη πουλάει απευθείας τον εξοπλισμό στον πάροχο υπηρεσιών, ο οποίος με τη σειρά του τον διανέμει (τον τερματικό εξοπλισμό κινητής τηλεφωνίας στην περίπτωση αυτή) κατευθείαν στον τελικό χρήστη. Το κόστος του τερματικού εξοπλισμού περιλαμβάνεται στο κόστος της βασικής συνδρομής. Ο πάροχος υπηρεσιών αναλαμβάνει επιπλέον το ρόλο του διανομέα, και επομένως αποτελεί τον παίκτη κλειδί. Ο πάροχος υπηρεσιών, σύμφωνα με αυτό το σενάριο, μπορεί να παρέχει επιπλέον οικονομικές διευκολύνσεις στον συνδρομητή.



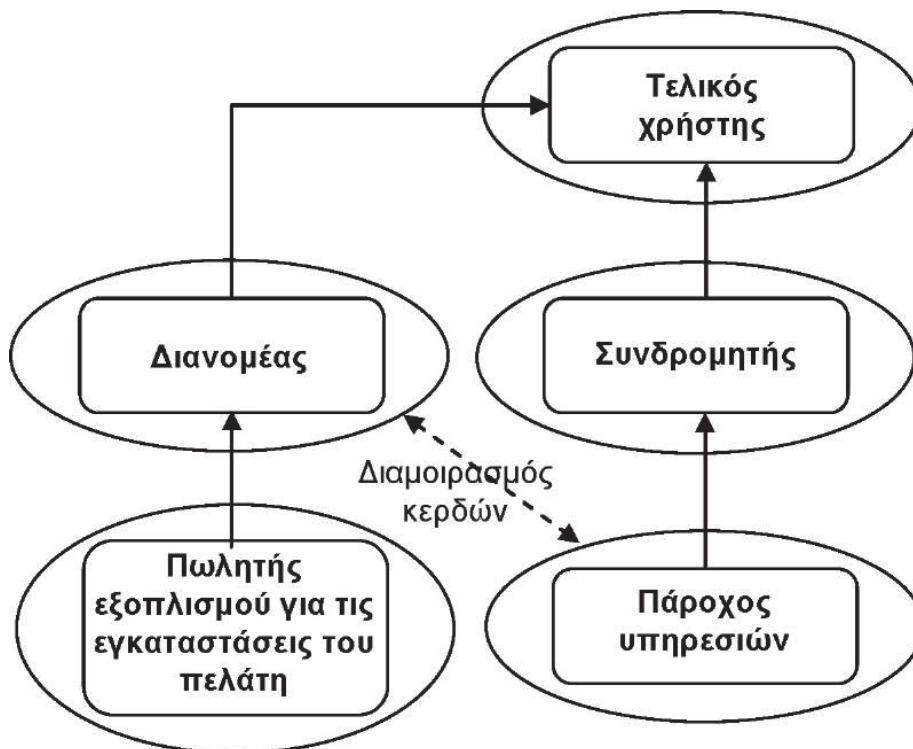
Σχήμα 4: Δεσμοποίηση εξοπλισμού από τον πάροχο υπηρεσιών

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών, Διανομέας	Μηνιαίο τέλος για συνδεσιμότητα από το συνδρομητή	Κόστος οργάνωσης του δικτύου διανομής
		Μεταβλητό τέλος για υπηρεσίες επικοινωνίας από το συνδρομητή	Κόστος αγοράς εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη
		Έσοδα από την αγορά εξοπλισμού από τον τελικό χρήστη	Κόστος επιχορηγούμενου εξοπλισμού, διαχειριστικό κόστος
Πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη	Πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη	Έσοδα από την αγορά εξοπλισμού από τον πάροχο υπηρεσιών	Έξοδα κατασκευής εξοπλισμού

Πίνακας 4: Δεσμοποίηση εξοπλισμού: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους

7.5.4 Απευθείας διανομή από τον πωλητή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη

Στην περίπτωση αυτή, η διανομή εξοπλισμού γίνεται απευθείας από τον πωλητή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη, όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 5. Αυτή είναι η πάγια μέθοδος διανομής που ακολουθείται στο χώρο των σταθερών γραμμών (fixed-line). Εδώ, ο πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη και ο πάροχος υπηρεσιών μπορούν να έχουν ίση ή και μεγαλύτερη δύναμη ο ένας από τον άλλο, ανάλογα με τον έλεγχο πάνω στο δίκτυο διανομής και το συνδρομητή αντίστοιχα. Είναι δυνατό να υπάρχουν συμφωνίες για το διαμοιρασμό των εσόδων μεταξύ του διανομέα και του παρόχου υπηρεσιών.



Σχήμα 5: Απευθείας διανομή από τον πωλητή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη.

Ο Πίνακας 5, αναφέρει τις ροές εσόδων και τους οδηγούς κόστους για τους παίκτες κλειδιά στο συγκεκριμένο επιχειρηματικό μοντέλο.

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών	Τέλη για συνδεσιμότητα και υπηρεσίες από το συνδρομητή	Κόστος διαχείρισης και απόκτησης συνδρομητών, κόστος υπηρεσιών προσυμφωνημένου επιπέδου
Πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη	Πωλητής εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη	Έσοδα από την αγορά εξοπλισμού από το διανομέα	Έξοδα κατασκευής εξοπλισμού
Διανομέας	Διανομέας	Έσοδα από την αγορά εξοπλισμού από τους τελικούς χρήστες	Κόστος αγοράς εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη
		Έσοδα από τη διανομή συνδρομών	Κόστος οργάνωσης του δικτύου διανομής

Πίνακας 5: Απευθείας διανομή από τον πωλητή εξοπλισμού για τις εγκαταστάσεις του πελάτη: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους.

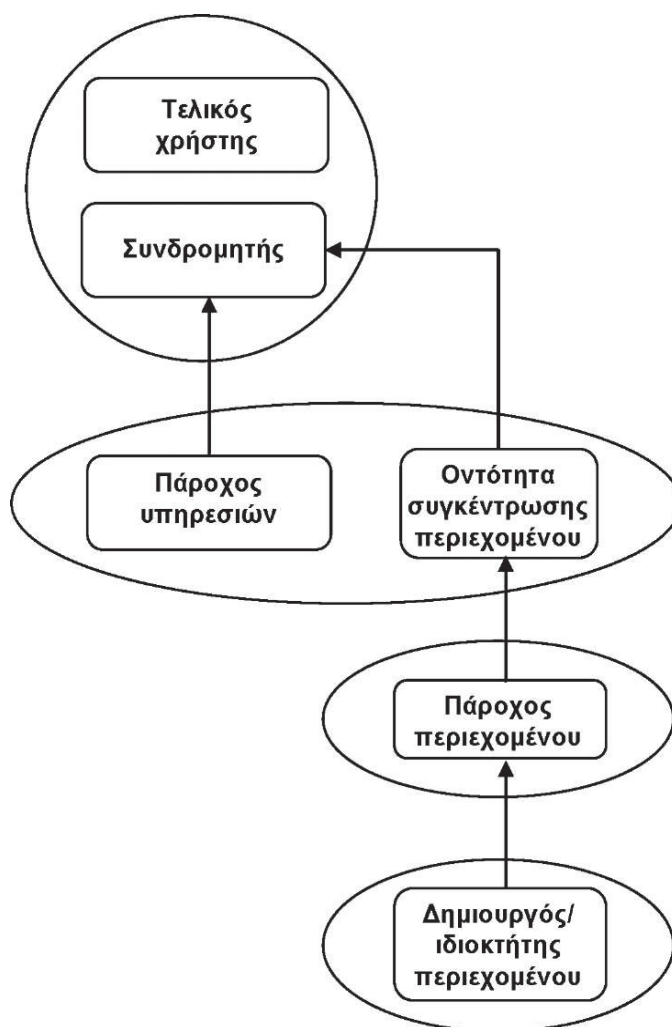
7.6 Παροχή περιεχομένου

Η παροχή περιεχομένου μπορεί να γίνεται ακολουθώντας (α) το μοντέλο κάθετης δεσμοποίησης, (β) το μοντέλο χρέωσης μεταφερόμενων δεδομένων, ή (γ) το μοντέλο μεταπώλησης χωρητικότητας για περιεχόμενο.

7.7 Μοντέλο κάθετης δεσμοποίησης

Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται για την παροχή περιεχομένου από έναν πάροχο υπηρεσιών.

Ο πάροχος υπηρεσιών αγοράζει περιεχόμενο από σχετικούς παίκτες της αγοράς (παρόχους ή δημιουργούς περιεχομένου), αναλαμβάνοντας έτσι τον επιπλέον ρόλο της οντότητας συγκέντρωσης περιεχομένου. Ο πάροχος υπηρεσιών είναι ο παίκτης κλειδί στο συγκεκριμένο μοντέλο, έχοντας απευθείας σχέση με το συνδρομητή, παρέχοντάς του περιεχόμενο και χρεώνοντας τον για τις προσφερόμενες υπηρεσίες. Θεωρώντας και το ρόλο της οντότητας ολοκλήρωσης περιεχομένου, ένας πάροχος υπηρεσιών μπορεί να κερδίσει μεγαλύτερο έλεγχο του δικτύου αξίας. Αυτό είναι γνωστό και ως «κάθετη δεσμοποίηση».



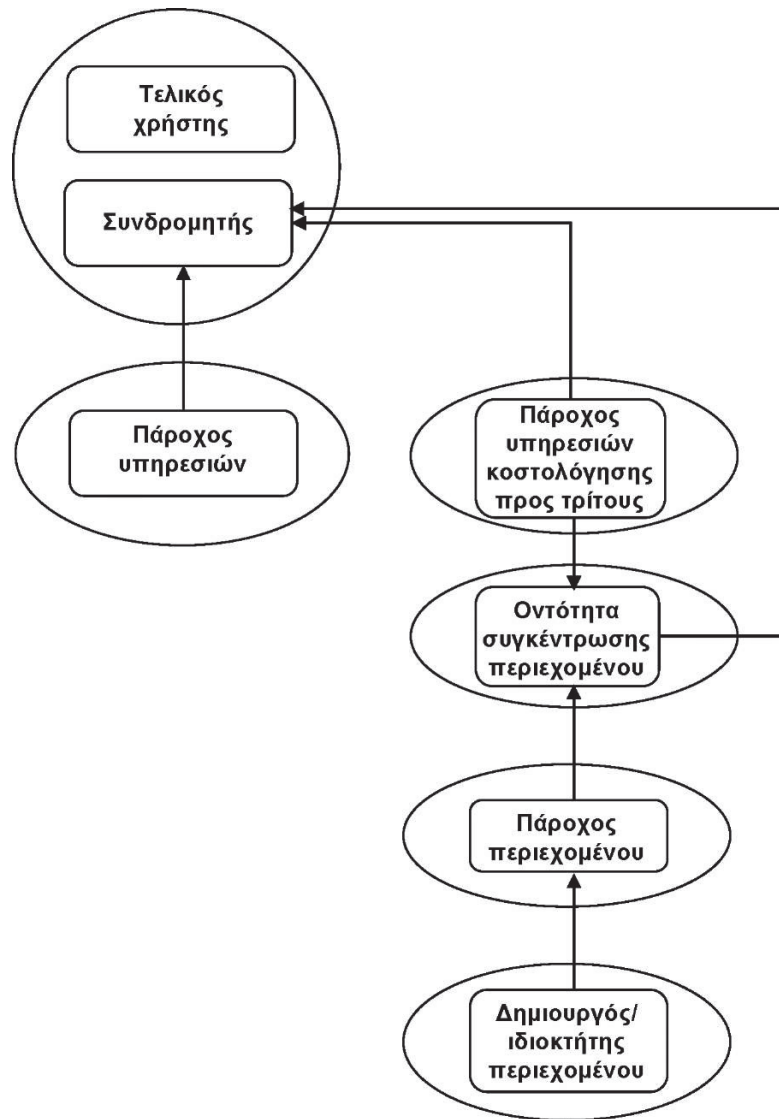
Στο Σχήμα 6, φαίνεται το μοντέλο, ενώ ο Πίνακας 6, αναφέρει τις ροές εσόδων και τους οδηγούς κόστους για τους βασικούς παίκτες.

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών, οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Έσοδα από τη συνδρομή για περιεχόμενο	Αγορά περιεχομένου και κόστος συγκέντρωσης
		Τέλος συνδεσιμότητας	Κόστος παροχής χωρητικότητας

Πίνακας 6: Μοντέλο κάθετης δεσμοποίησης: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους.

7.8 Μοντέλο χρέωσης μεταφοράς δεδομένων

Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται για την παροχή περιεχομένου από τρίτους (π.χ. οντότητες συγκέντρωσης περιεχομένου). Εδώ, οι «τρίτοι» προσφέρουν περιεχόμενο στους συνδρομητές μέσω του παρόχου υπηρεσιών. Οι τρίτοι έχουν άμεση σχέση με τον συνδρομητή, αποτελώντας έτσι παίκτες κλειδιά. Ένας πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης προς τρίτους (π.χ. μια τράπεζα) παρέχει υπηρεσίες χρέωσης εκ μέρους της οντότητας συγκέντρωσης περιεχομένου. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, ο πάροχος υπηρεσιών χρεώνει τους συνδρομητές του για την αντίστοιχη μεταφορά δεδομένων, εξ' ου και το όνομα του μοντέλου. Η οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου και ο πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης προς τρίτους αποτελούν τους παίκτες κλειδιά.



Σχήμα 7: Μοντέλο χρέωσης μεταφερόμενων δεδομένων

Ο Πίνακας 7 αναφέρει τις ροές εσόδων και τους οδηγούς κόστους για τους βασικούς παίκτες.

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Έσοδα από τη χρήση περιεχομένου	Κόστος αγοράς περιεχομένου και συγκέντρωσης αυτού
Πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης προς τρίτους	Πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης προς τρίτους	Έσοδα από την υπηρεσία κοστολόγησης από την οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Κόστος παροχής υπηρεσιών κοστολόγησης
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών	Έσοδα από τη χρήση δεδομένων από τους συνδρομητές	Κόστος παροχής χωρητικότητας

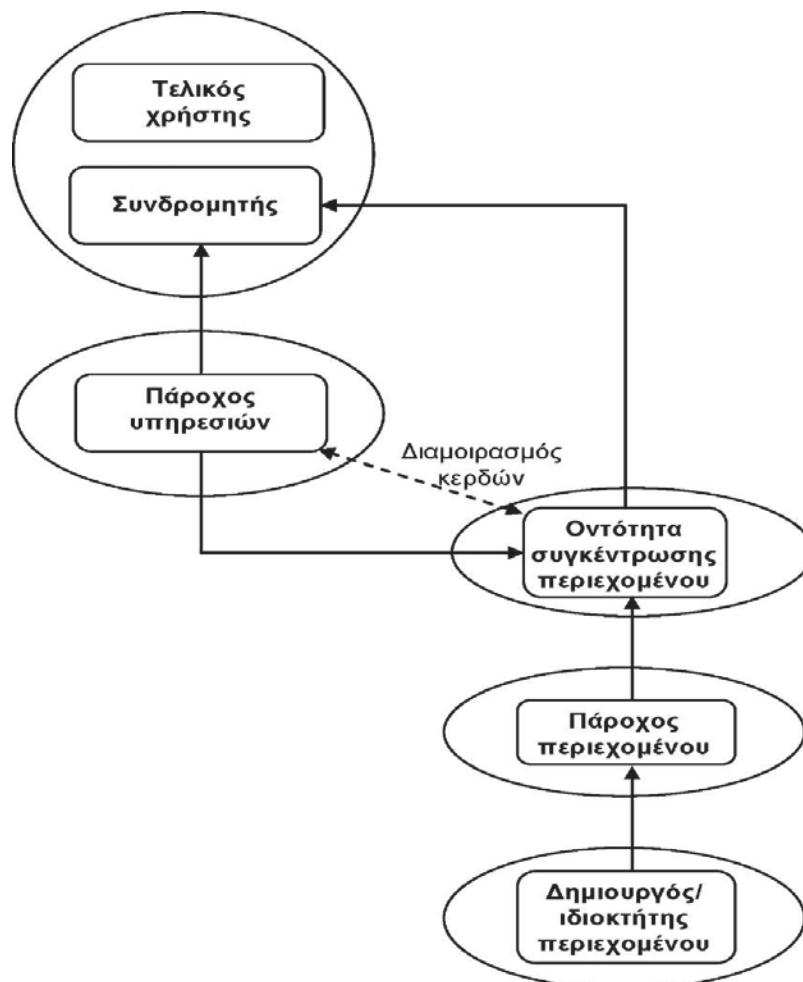
Πίνακας 7: Μοντέλο χρέωσης μεταφερόμενων δεδομένων: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους.

7.9 Μοντέλο μεταπώλησης χωρητικότητας για περιεχόμενο

Στο μοντέλο αυτό, ο τρίτος (π.χ. η οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου), παρέχει περιεχόμενο στους συνδρομητές χρησιμοποιώντας τη χωρητικότητα του δικτύου ενός παρόχου υπηρεσιών. Στην περίπτωση αυτή, ο πάροχος υπηρεσιών μεταπωλεί ένα μέρος της χωρητικότητάς του και παρέχει παράλληλα υπηρεσίες κοστολόγησης εκ μέρους της οντότητας συγκέντρωσης περιεχομένου.

Η τελευταία πληρώνει για τις υπηρεσίες κοστολόγησης και για τη διάθεση της χωρητικότητας τον πάροχο υπηρεσιών. Επίσης, μπορεί να εφαρμόζεται ένα μοντέλο διαμοιρασμού κερδών μεταξύ των δύο αυτών παικτών για τη χρήση του περιεχομένου. Το εφαρμοζόμενο μοντέλο εξαρτάται από το είδος του περιεχομένου που παρέχεται.

Το Σχήμα 8, παρουσιάζει το περιγραφόμενο μοντέλο. Ο Πίνακας 8, αναφέρει τις ροές εσόδων και οδηγούς κόστους για τους παίκτες κλειδιά.



Σχήμα 8: Μοντέλο μεταπώλησης χωρητικότητας για περιεχόμενο.

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών	Έσοδα από την υπηρεσία κοστολόγησης από την οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Κόστος παροχής υπηρεσιών κοστολόγησης
		Έσοδα από τη μεταπώληση της χωρητικότητας	Κόστος παροχής χωρητικότητας
Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Έσοδα από τη χρήση περιεχομένου (τα έσοδα αυτά μπορεί να μοιράζονται μεταξύ του παρόχου υπηρεσιών και της οντότητας συγκέντρωσης περιεχομένου)	Κόστος αγοράς περιεχομένου και συγκέντρωσης αυτού

Πίνακας 8: Μοντέλο μεταπώλησης χωρητικότητας για περιεχόμενο: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους.

7.10 Σύνοψη

Το περιεχόμενο που παρέχεται με βάση τα επιχειρηματικά μοντέλα που περιγράφηκαν στις παραπάνω ενότητες διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση. Παραδείγματα περιεχομένου αποτελούν τα νέα, η διασκέδαση, τα παιχνίδια κ.λπ. Η παροχή δύο ή περισσότερων ειδών περιεχομένου μπορεί να χρησιμοποιεί το ίδιο επιχειρηματικό μοντέλο.

Παρόλα αυτά, μπορεί να διαφέρει στο είδος της τεχνολογίας στις σχετικές λειτουργίες και σχέσεις. Παραδείγματα υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας συμπεριλαμβάνουν τοπικό περιεχόμενο, υπηρεσίες παρουσίας κ.λπ.

Μερικά μοντέλα εσόδων που χρησιμοποιούνται από παίκτες κλειδιά για την παροχή περιεχομένου είναι τα εξής:

- Τέλος βασισμένο στη συναλλαγή
- Πάγιο τέλος
- Τέλος χρήσης
- Τέλος αγοράς άδειας (License fee)
- Τέλος βασισμένο στην αξία, π.χ. τοπικά εξειδικευμένο περιεχόμενο

7.10.1 Μοντέλο παροχής περιεχομένου μεταξύ ισοτίμων (peer-to-peer, P2P)

Η κίνηση μεταξύ ισοτίμων (P2P) έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, καταλαμβάνοντας σημαντικό μέρος της χωρητικότητας των δικτύων κορμού και πρόσβασης. Μέχρι στιγμής, το P2P περιεχόμενο διανέμεται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

7.10.2 Με διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων (Digital Rights Management - DRM)

Το επιχειρηματικό μοντέλο στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να ακολουθήσει ένα εκ των επιχειρηματικών μοντέλων της ενότητας EM3 - Μοντέλα παροχής περιεχομένου - ανάλογα με το ποιος παρέχει το περιεχόμενο. Ο επιπλέον κανόνας ο οποίος εφαρμόζεται στο παρόν μοντέλο είναι ο ρόλος του παρόχου DRM (θέματα δικαιωμάτων). Αυτόν το ρόλο μπορεί να αναλάβει ο πάροχος υπηρεσιών ή κάποιος τρίτος, όπως για παράδειγμα ένας πάροχος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας, μια οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου ή ένας πάροχος υπηρεσιών κοστολόγησης, με κατάλληλα μοντέλα διαμοιρασμού των εσόδων μεταξύ των παικτών.

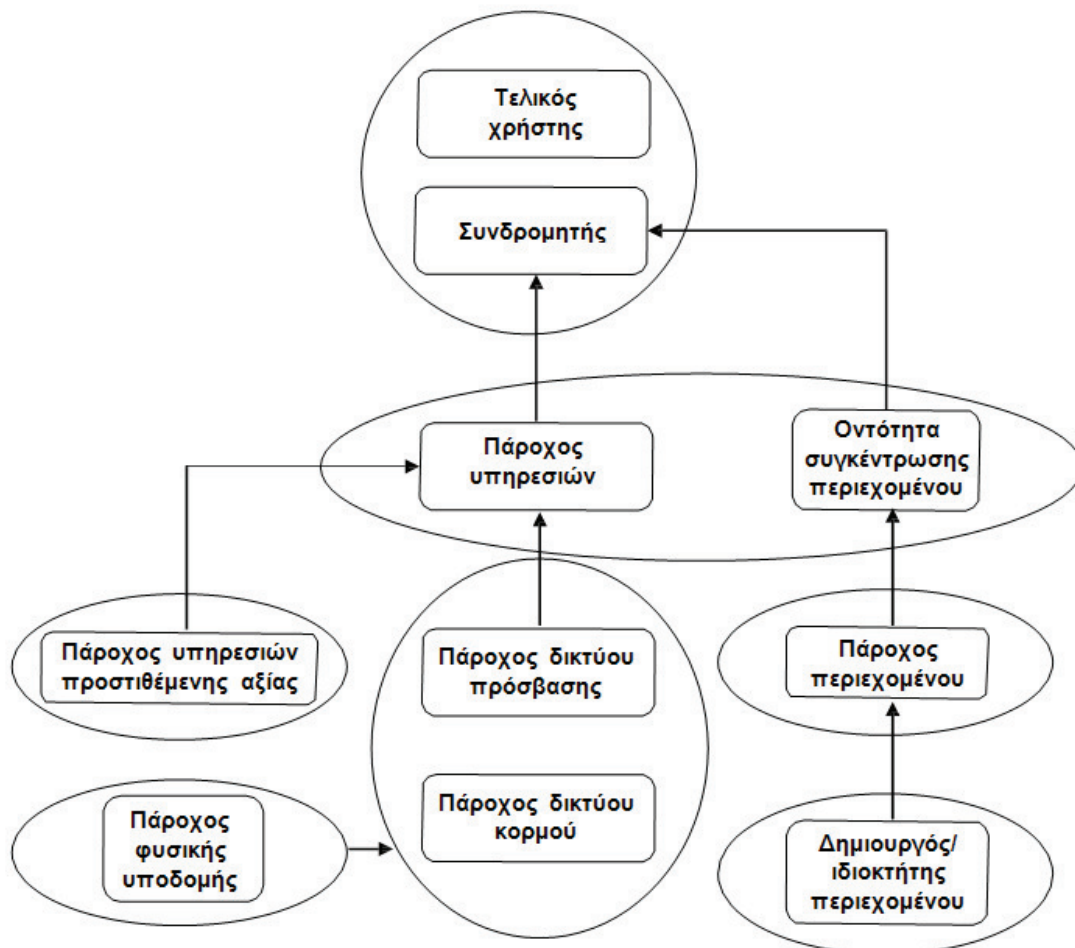
7.10.3 Χωρίς διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων

Για το σενάριο αυτό δεν υπάρχει ξεκάθαρο επιχειρηματικό μοντέλο. Τυπικά, το P2P περιεχόμενο θα εμφανιζόταν για τον πάροχο υπηρεσιών ως δεδομένα για μεταφορά, στην οποία περίπτωση, αυτός μπορεί να χρεώνει το συνδρομητή βασισμένος σε κάποιο μοντέλο εσόδων.

Οι ιδιοκτήτες περιεχομένου θεωρούν, μέχρι στιγμής, το P2P ως απειλή, αλλά αυτό μπορεί να αλλάξει. Μερικές έρευνες έχουν δείξει ότι το P2P μπορεί να είναι μια αποτελεσματική διαφήμιση για εμπορικό περιεχόμενο. Π.χ. οι παραγωγοί ταινιών θα μπορούσαν να αυξήσουν τις πωλήσεις ταινιών DVD διανέμοντας δωρεάν τις ταινίες σε χαμηλότερη ανάλυση ή ένα μόνο κομμάτι των ταινιών αυτών. Καθώς το DRM εξαπλώνεται όλο και περισσότερο, είναι πιθανόν το P2P να γίνει ένα σημαντικό κανάλι διαφήμισης για την πλήρη διάθεση εμπορικού περιεχομένου.

7.10.4 Μοντέλο ευρείας μετάδοσης (broadcasting) περιεχομένου σε κινητά

Το συγκεκριμένο επιχειρηματικό μοντέλο στην περίπτωση της ευρείας μετάδοσης σε κινητά είναι το ίδιο όπως το μοντέλο αναφοράς (παρ. 2.2.1), αλλά συνήθως οι παίκτες που αναλαμβάνουν τους ρόλους είναι διαφορετικοί. Π.χ. το δίκτυο δεν είναι το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, αλλά ένα εξειδικευμένο δίκτυο ευρείας μετάδοσης. Ως κανάλι επιστροφής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κινητά δίκτυα. Το μεταδιδόμενο περιεχόμενο μπορεί να είναι το ίδιο που μεταδίδεται στην παραδοσιακή τηλεόραση ή επιπλέον υπηρεσίες δεδομένων (π.χ. πληροφορίες για τον καιρό, πακέτα λογισμικού, ενημερώσεις λογισμικού κ.λπ.). Οι υπηρεσίες που μεταδίδονται ευρέως (broadcasting) είναι οικονομικά συμφέρουσες όταν υπάρχει μεγάλη ζήτηση από πολλούς χρήστες για την ίδια πληροφορία την ίδια χρονική στιγμή (π.χ. τηλεόραση).



Σχήμα 9: Μοντέλο ευρείας μετάδοσης (broadcasting) περιεχομένου σε κινητά

Το Σχήμα 9, απεικονίζει το μοντέλο, και συγκεκριμένα, μόνο το μέρος που αφορά την παράδοση περιεχομένου. Το κανάλι επιστροφής χρησιμοποιεί τα κινητά δίκτυα, σύμφωνα π.χ. με το EM2.

Τυπικά, οι πάροχοι υπηρεσιών ευρείας μετάδοσης δρουν και ως οντότητες συγκέντρωσης περιεχομένου, συγκεντρώνοντας π.χ. πολλά προγράμματα τηλεόρασης ή ροές δεδομένων στο κανάλι μετάδοσης. Το δίκτυο μετάδοσης μπορεί να λειτουργείται από έναν άλλο παίκτη, ο οποίος πουλά χονδρικά χωρητικότητα στον πάροχο υπηρεσιών.

Ο Πίνακας 9 αναφέρει τις ροές εσόδων και τους οδηγούς κόστους για το συγκεκριμένο μοντέλο.

Παίκτης	Ρόλοι	Ροές εσόδων	Οδηγοί κόστους
Πάροχος υπηρεσιών	Πάροχος υπηρεσιών + Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου	Μηνιαία έσοδα για συνδρομές περιεχομένου	Μηνιαίο/ετήσιο ή βασισμένο στη χρήση κόστος για εξασφάλιση χωρητικότητας
			Κόστος δικαιωμάτων του περιεχομένου που μεταδίδεται
		Εισφορές βασισμένες στη χρήση για περιεχόμενο που πωλείται απευθείας στους καταναλωτές	Κόστος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας
			Απόκτηση πελατών, διαφήμιση, παροχές, κοστολόγηση

Πάροχος δικτύου	Πάροχος δικτύου κορμού και πρόσβασης	Μηνιαίες/ετήσιες ή βασισμένες στη χρήση εισφορές για εξασφάλιση χωρητικότητας	Κόστος παροχής χωρητικότητας του δικτύου κορμού
			Κόστος κατασκευής και συντήρησης του εξοπλισμού (OSI επίπεδο 2 και 3) του δικτύου ευρείας μετάδοσης (κορμού και διανομής)
Πάροχος φυσικής υποδομής	Πάροχος φυσικής υποδομής	Έσοδα από την επικοινωνία των φυσικών υποδομών στους παρόχους δικτύου	Κόστη διαχείρισης, συντήρησης και επέκτασης της φυσικής υποδομής (OSI επίπεδο 1)
Πάροχος περιεχομένου	Πάροχος περιεχομένου	Έσοδα από τη χονδρική πώληση περιεχομένου	Κόστος αγοράς δικαιωμάτων από τους παραγωγούς περιεχομένου
Δημιουργός/ ιδιοκτήτης περιεχομένου	Δημιουργός/ ιδιοκτήτης περιεχομένου	Έσοδα από την πώληση των δικαιωμάτων του περιεχομένου στους παρόχους	Επενδύσεις (χρόνος και χρήμα) για τη δημιουργία νέου περιεχομένου
Πάροχος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας	Πάροχος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας	Έσοδα από την πώληση υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας στους παρόχους υπηρεσιών	Επενδύσεις (χρόνος και χρήμα) για τη δημιουργία νέων υπηρεσιών

Πίνακας 9: Μοντέλο ευρείας μετάδοσης (broadcasting) περιεχομένου σε κινητά: Ροές εσόδων και οδηγοί κόστους

7.11 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

7.11.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται μερικά επιχειρηματικά μοντέλα για την αξιοποίηση ευρυζωνικών δικτυακών υποδομών. Η διαφοροποίηση των επιχειρηματικών μοντέλων μεταξύ τους έγκειται στο βαθμό στον οποίο ολοκληρώνονται ορισμένοι παράγοντες σε κάθε μοντέλο.

Συγκεκριμένα:

- Ολοκλήρωση ιδιοκτησίας: Μέχρι ποιο σημείο τα διαφορετικά λειτουργικά στρώματα αναπτύσσονται κάτω από κοινή ιδιοκτησία;
- Ολοκλήρωση στόχου: Μέχρι ποιο σημείο εκτελούνται οι στόχοι με αμοιβαίο συντονισμό, πριν εισέλθει ο ανταγωνισμός (π.χ. co-location, εργασία σε ομάδες κ.λπ.);
- Ολοκλήρωση γνώσης: Μέχρι ποιο σημείο οι εμπλεκόμενοι φορείς έχουν γνώση σχετικά με τις δραστηριότητες των άλλων εμπλεκόμενων φορέων;

Ο βαθμός ολοκλήρωσης των παραπάνω παραγόντων καθορίζεται με τη μελέτη και έρευνα των παρακάτω σημείων αντίστοιχα:

- Ο βαθμός στον οποίο ο ίδιος φορέας έχει πολλαπλούς ρόλους στο επιχειρηματικό μοντέλο.
- Ο βαθμός στον οποίο διαφορετικοί συμμετέχοντες ευθυγραμμίζουν τις δραστηριότητες τους για την ολοκλήρωση ενός στόχου.
- Ο βαθμός στον οποίο διαφορετικοί συμμετέχοντες έχουν γνώση ο ένας για τις δραστηριότητες του άλλου.

Τα στοιχεία που εμπλέκονται στα επιχειρηματικά μοντέλα για την αξιοποίηση ευρυζωνικών δικτυακών υποδομών, την παροχή και εκμετάλλευση των οποίων αναλαμβάνουν οι εμπλεκόμενοι φορείς, είναι τα παρακάτω:

- Συσκευές
- Πύλες
- Περιεχόμενο
- Υπηρεσίες
- Πλατφόρμες υπηρεσιών
- Υποδομή πρόσβασης

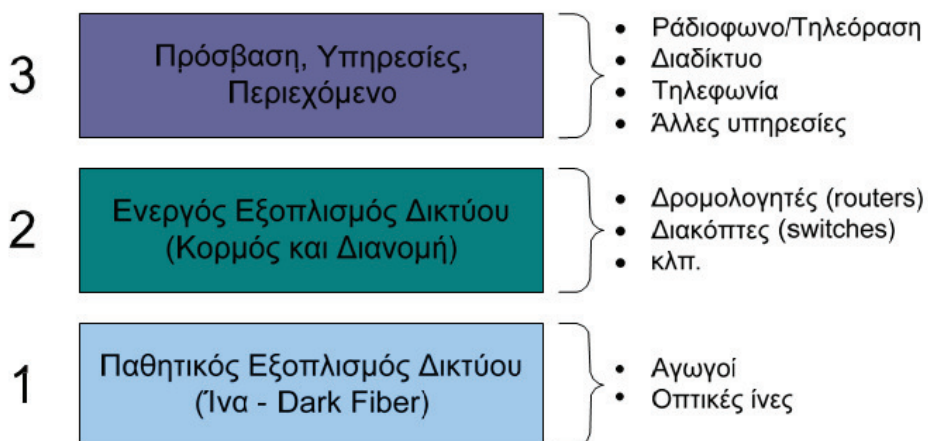
Οι επιχειρηματικές διαδικασίες ομαδοποιούνται σε δύο φάσεις:

- Φάση ανάπτυξης: άθροιση ζήτησης, προώθηση, προχρηματοδότηση, έναρξη, συντονισμός προτύπων, σχέδιο, υλοποίηση.

- Φάση εμπορικής εκμετάλλευσης: Λειτουργία, συντήρηση, διαφήμιση, πωλήσεις, CRM, τιμολόγηση.

Στην Σενάρια που ακολουθούν περιγράφονται συνοπτικά παραδείγματα επιχειρηματικών μοντέλων. Το Σχήμα 10 παρουσιάζει τα τρία βασικά επίπεδα ενός επιχειρηματικού μοντέλου:

- Το πρώτο επίπεδο αφορά τον παθητικό εξοπλισμό του δικτύου, δηλαδή τους αγωγούς, τις οπτικές ίνες κ.λπ. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στο ποιος φορέας (ιδιωτική ή δημόσια επιχείρηση, κ.λπ.) παρέχει και εκμεταλλεύεται την βασική υποδομή του ευρυζωνικού δικτύου.
- Το δεύτερο επίπεδο αφορά τον ενεργό εξοπλισμό του δικτύου. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στο ποιος φορέας παρέχει και εκμεταλλεύεται την ενεργή υποδομή του ευρυζωνικού δικτύου.
- Το τρίτο επίπεδο αναφέρεται στο ποιος ελέγχει το δίκτυο, καθώς και τις υπηρεσίες και το περιεχόμενο που προσφέρονται πάνω από αυτό.



Σχήμα 10: Τα βασικά επίπεδα ενός επιχειρηματικού μοντέλου για την αξιοποίηση ευρυζωνικών δικτυακών υποδομών.

Με βάση το Σχήμα 10 παρουσιάζονται μερικά σενάρια επιχειρηματικών μοντέλων που δείχνουν το πώς οι δημόσιοι οργανισμοί και οι ιδιωτικοί πάροχοι υποδομών, εξοπλισμού και υπηρεσιών μπορούν να συνεργαστούν προς όφελος του τελικού χρήστη.

7.11.2 Σενάριο 1: Ίση πρόσβαση (Equal Access)

Στο συγκεκριμένο σενάριο (Σχήμα 11) στόχος είναι η διασφάλιση ίσης πρόσβασης στον παθητικό εξοπλισμό του δικτύου. Συγκεκριμένα:

- Στο πρώτο επίπεδο δραστηριοποιείται μια οντότητα, η οποία προσφέρει κοστοστρεφώς τον παθητικό εξοπλισμό του δικτύου στον πάροχο του ενεργού εξοπλισμού. Επειδή η παθητική υποδομή πρέπει να προσφέρεται κοστοστρεφώς, η οντότητα πρέπει να είναι μια εταιρεία κοινής ωφέλειας ή η δημοτική αρχή (υπό τη μορφή μιας δημόσιας, μη κερδοσκοπικής επιχείρησης).
- Στο δεύτερο επίπεδο δραστηριοποιούνται πολλοί πάροχοι, ο οποίοι προσφέρουν τον ενεργό εξοπλισμό του δικτύου.
- Στο τρίτο επίπεδο δραστηριοποιούνται επίσης πολλοί πάροχοι υπηρεσιών, που δρουν ανταγωνιστικά και προσφέρουν ευρυζωνικές υπηρεσίες στους χρήστες.



Σχήμα 11: Σενάριο ίσης πρόσβασης.

Η οντότητα που δραστηριοποιείται στο πρώτο επίπεδο, κατασκευάζει την παθητική υποδομή και στη συνέχεια, την επινοικιάζει σε μια εταιρεία ή κοινοπραξία εταιρειών που λειτουργεί το δίκτυο. Η εταιρεία λειτουργίας του δικτύου παρέχει με τη σειρά της τον ενεργό εξοπλισμό και προσφέρει ευρυζωνική πρόσβαση στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους και τους παρόχους περιεχομένου. Τέλος, οι πάροχοι υπηρεσιών πληρώνουν ένα μηνιαίο τέλος ανά χρήστη στην εταιρεία λειτουργίας του δικτύου.

Ο ρόλος της οντότητας που δραστηριοποιείται στο επίπεδο 1 σε αυτό το επιχειρηματικό μοντέλο, είναι να παρακινήσει τον ανταγωνισμό σε επίπεδο παροχής υπηρεσιών και περιεχομένου. Η οντότητα αυτή, με το να επενδύει σε παθητική υποδομή και λόγω του μη-κερδοσκοπικού χαρακτήρα της που επιτρέπει κοστοστρεφή χρέωση της παθητικής υποδομής, μειώνει το κόστος για τους παρόχους υπηρεσιών και επομένως το οικονομικό κατώφλι για να μπει κάποιος στην αγορά. Μέσα από την εταιρεία διαχείρισης του δικτύου εξασφαλίζεται ότι οι πάροχοι υπηρεσιών και περιεχομένου θα ανταγωνίζονται μεταξύ τους.

Υπάρχουν δύο σημαντικές παραλλαγές στο επιχειρηματικό μοντέλο ίσης πρόσβασης:

1. Η πρώτη παραλλαγή προκύπτει όταν υπάρχει ήδη σημαντική ευρυζωνική υποδομή στην περιοχή και δεν είναι αναγκαίες νέες επενδύσεις. Σε αυτή την περίπτωση ο ρόλος της δημοτικής αρχής είναι να λειτουργεί ως ενορχηστρωτής με το να εξασφαλίζει τη δημιουργία μιας ακμάζουσας αγοράς για ευρυζωνικές υπηρεσίες και περιεχόμενο. Συχνά, οι δημοτικές αρχές και οι ιδιοκτήτες της υπάρχουσας υποδομής δημιουργούν ένα κοινό φορέα (κοινοπραξία), ο οποίος και διαχειρίζεται την υποδομή. Η ενεργή υποδομή και η παροχή υπηρεσιών συνήθως διαχειρίζονται από έναν ή περισσότερους παρόχους υπηρεσιών, κατόπιν συμφωνίας με τον κοινό φορέα.
2. Η δεύτερη παραλλαγή προκύπτει όταν η δημοτική αρχή αναλαμβάνει και τη διαχείριση της ενεργής υποδομής μαζί με τη διαχείριση της παθητικής υποδομής.

Το επιχειρηματικό μοντέλο ίσης πρόσβασης προϋποθέτει ότι ένας μεγάλος αριθμός από παρόχους υπηρεσιών και περιεχόμενου είναι διαθέσιμοι και ανταγωνίζονται μεταξύ τους. Αυτό δεν είναι πάντα εφικτό, καθώς η δημιουργία μιας ενεργής αγοράς σε ευρυζωνικές υπηρεσίες και περιεχόμενο παίρνει κάποιο χρονικό διάστημα να δημιουργηθεί. Επίσης, το επιχειρηματικό μοντέλο ίσης πρόσβασης υποθέτει πως το ευρυζωνικό δίκτυο θα αποφέρει γρήγορα ικανοποιητικά κέρδη (δηλαδή θα δημιουργηθεί γρήγορα κρίσιμη μάζα πελατών), προκειμένου να υποστηρίξει μεγάλο αριθμό ανταγωνιστριών εταιρειών.

7.11.3 Σενάριο 2: Πλήρης κρατικός έλεγχος μέσω κοινοπραξιών του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα (Full Public control through Public- Private Partnerships -PPPs)

Το συγκεκριμένο σενάριο (Σχήμα 12) εμπλέκει την δημοτική αρχή σε όλα τα μέρη του ευρυζωνικού δικτύου, δηλαδή στην παθητική υποδομή, στην ενεργή υποδομή και στις υπηρεσίες. Με τον τρόπο αυτό, διασφαλίζεται η κρατική παρέμβαση και ο έλεγχος σε όλα τα επίπεδα, μέσω της συμμετοχής του κράτους σε κοινοπραξίες του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα.



Σχήμα 12: Πλήρης κρατικός έλεγχος μέσω κοινοπραξιών του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα.

Το μοντέλο αυτό μπορεί να επιλεγεί γιατί είτε η δημοτική αρχή δεν είναι έτοιμη να επιτρέψει έστω ένα προσωρινό μονοπώλιο για την παροχή υπηρεσιών, είτε γιατί δεν το επιτρέπει η νομοθεσία. Επίσης, το μοντέλο αυτό μπορεί να επιλεγεί όταν δεν υπάρχει προθυμία από παρόχους υπηρεσιών να επενδύσουν (π.χ. σε απομακρυσμένες ή αγροτικές περιοχές).

Πλεονέκτημα του παρόντος μοντέλου είναι η απλοποίηση της διαχείρισης του συνολικού έργου, εφόσον εμπλέκεται ένας μόνο οργανισμός. Από την άλλη πλευρά, μειονεκτήματα του μοντέλου αφορούν τη μη προαγωγή του ανταγωνισμού στην παροχή υπηρεσιών και περιεχομένου, με αποτέλεσμα οι πελάτες να έχουν λιγότερες επιλογές, την ύπαρξη περιορισμένων καινοτομικών στοιχείων, καθώς και την απουσία της πίεσης των τιμών. Τέλος, στο μοντέλο αυτό απαιτείται από την δημοτική αρχή να λειτουργεί ως πάροχος τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, τομέας στον οποίο δεν έχει εμπειρία.

7.11.4 Σενάριο 3: Κοινοπραξίες του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα χωρίς κρατικό έλεγχο (Public-Private Partnerships - PPPs orchestrated)

Στο συγκεκριμένο σενάριο (Σχήμα 13) δημιουργείται μια δημόσια - ιδιωτική κοινοπραξία για τον έλεγχο του παθητικού εξοπλισμού του δικτύου, καθώς και των υπηρεσιών που παρέχονται. Στην κοινοπραξία αυτή ο Δήμος συμμετέχει με μικρό ποσοστό, συνήθως μικρότερο του 20%, ενώ οι υπόλοιποι συμμετέχοντες είναι ιδιωτικοί φορείς και εταιρείες. Το ενεργό μέρος τους δικτύου το κατέχει και το διαχειρίζεται αποκλειστικά μια ιδιωτική εταιρεία.



Σχήμα 13: Κοινοπραξίες του Δημόσιου και του Ιδιωτικού τομέα χωρίς κρατικό έλεγχο

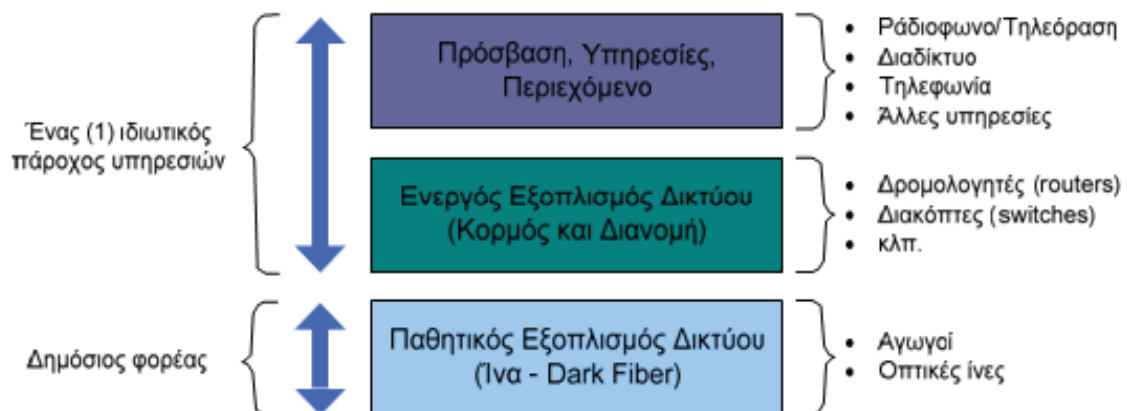
7.11.5 Σενάριο 4: Δημόσιος Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών (Public Sector Telco)

Στο συγκεκριμένο σενάριο (Σχήμα 14) στόχος είναι η εκμετάλλευση του παθητικού και του ενεργού μέρους του δικτύου από μια δημόσια εταιρεία κοινής ωφέλειας. Πιο συγκεκριμένα:

- Στο πρώτο και το δεύτερο επίπεδο δραστηριοποιείται μια εταιρεία κοινής ωφέλειας ή η δημοτική αρχή (υπό τη μορφή μιας δημόσιας, μη κερδοσκοπικής επιχείρησης), η οποία στην περίπτωση αυτή προσφέρει τον παθητικό και τον ενεργό εξοπλισμό του δικτύου.
- Στο τρίτο επίπεδο δραστηριοποιούνται πολλές ιδιωτικές εταιρείες που δρουν ανταγωνιστικά, προσφέροντας ευρυζωνικές υπηρεσίες στους χρήστες.



Σχήμα 14: Δημόσιος Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών.



Σχήμα 15: Μοναδικός ιδιωτικός πάροχος υπηρεσιών

7.11.6 Σενάριο 5: Μοναδικός ιδιωτικός πάροχος υπηρεσιών (Sole Private Provider).

Στο μοντέλο αυτό, ο ενεργός δικτυακός εξοπλισμός, η διαχείριση του δικτύου, καθώς και οι υπηρεσίες παρέχονται από έναν και μόνο ιδιωτικό πάροχο. Ένας δημόσιος φορέας (π.χ. ο Δήμος) έχει στην ιδιοκτησία του τον παθητικό δικτυακό εξοπλισμό.

Το πλεονέκτημα αυτού του μοντέλου είναι ότι το όλο εγχείρημα γίνεται εμπορικά βιώσιμο σε σημαντικά μικρότερα επίπεδα κόστους ανά πελάτη. Βέβαια, στους πελάτες παρέχονται περιορισμένες υπηρεσίες και δεν υπάρχει οικονομικό όφελος από τον ανταγωνισμό στις τιμές (γιατί δεν υφίσταται ανταγωνισμός). Για τους λόγους αυτούς, η δημοτική αρχή πρέπει να διασφαλίσει ότι το μονοπώλιο στις υπηρεσίες θα υφίσταται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, κατά την διάρκεια του οποίου ο μοναδικός πάροχος υπηρεσιών θα δημιουργήσει ένα ικανοποιητικό αριθμό πελατών, ώστε να μπορεί κατόπιν να είναι βιώσιμη μια ανταγωνιστική αγορά. Προφανώς, ο καθορισμός αυτού του χρονικού διαστήματος είναι ένας κρίσιμος παράγοντας, καθώς επίσης και η μετάβαση στο μοντέλο ανοικτής πρόσβασης, για την οποία θα πρέπει να καθοριστούν προσεκτικά νομικά και άλλα σχετικά θέματα.

8 Κεφάλαιο

ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

8.1 Εισαγωγή

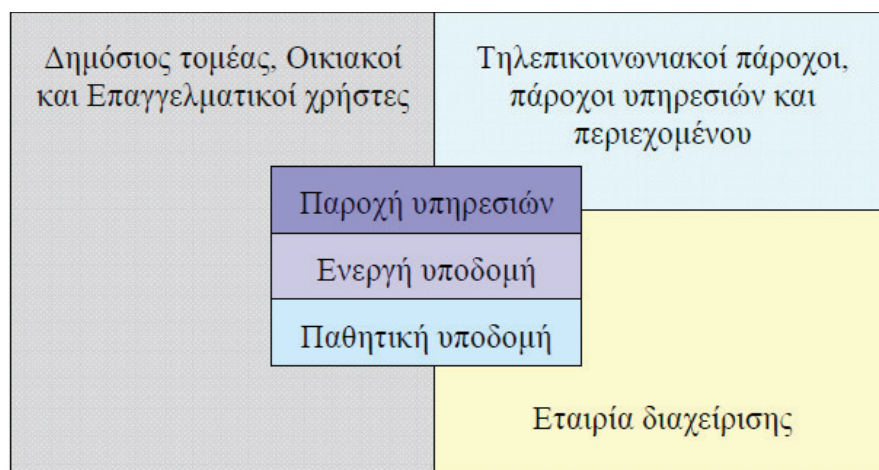
Κρίνεται σκόπιμο πριν παρατεθεί η ανάλυση των επιχειρηματικών μοντέλων για την αξιοποίηση ευρυζωνικών δικτυακών υποδομών, να γίνει μια σύντομη παρουσίαση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας ενός ευρυζωνικού δικτύου και το πως αυτό επιμερίζεται. Μέσα από την ανάλυση του κόστους ενός ευρυζωνικού δικτύου θα γίνουν καλύτερα κατανοητά τα επιχειρηματικά μοντέλα τα οποία θα παρουσιαστούν στην συνέχεια. Όπως και γενικότερα, έτσι και στην περίπτωση των ευρυζωνικών δικτύων, το αντίστοιχο κόστος χωρίζεται σε δύο μέρη, το κόστος κατασκευής του δικτύου, γνωστό και ως CAPEX (από την σύμπτυξη των όρων Capital Expense) και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του δικτύου γνωστό και ως OPEX (από την σύμπτυξη των όρων Operational Expense). Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει συνοπτικά τα συστατικά ενός ευρυζωνικού μητροπολιτικού δικτύου, περιγράφει τους ορισμούς για τα CAPEX και OPEX, αναφέρει αναλυτικά τα στοιχεία που συνιστούν το OPEX καθώς και τους παράγοντες που το επηρεάζουν και μοντέλα που μπορούν να συνεισφέρουν στον υπολογισμό του.

8.2 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Ένα ευρυζωνικό δίκτυο αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά (Σχήμα 1):

- **Παθητική υποδομή (Passive Infrastructure):** Αποτελεί την φυσική υποδομή η οποία χρησιμοποιείται για την παροχή ευρυζωνικής πρόσβασης και συνήθως αποτελείται από αγωγούς (σωληνώσεις), φρεάτια, καλώδια οπτικών ινών και οπτικούς κατανεμητές. Πολλές δημοτικές αρχές διαθέτουν υποδομές που θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν δικτυακή υποδομή (π.χ. σωληνώσεις άλλων δημοσίων δικτύων, όπως ύδρευσης), οι οποίες μπορούν να μειώσουν δραματικά το κόστος δημιουργίας ευρυζωνικών δικτύων.

- **Ενεργή υποδομή (Active Infrastructure):** Η ενεργή υποδομή αποτελείται από στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται για την μετάδοση δεδομένων πάνω από την παθητική υποδομή. Τέτοια στοιχεία είναι π.χ. μεταγωγείς και δρομολογητές.
- **Παροχή υπηρεσιών (Service Offerings):** Είναι οι υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται στους πελάτες, όπως για παράδειγμα πρόσβαση στο Διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες (10 Mbps ή περισσότερο), high definition TV, τηλεφωνία με χρήση βίντεο, βίντεο κατά απαίτηση κ.λπ.
- **Εταιρεία λειτουργίας του δικτύου:** Η εταιρεία αυτή εκμεταλλεύεται την παθητική υποδομή, και ίσως και την ενεργή υποδομή του δικτύου. Ανάλογα με το επιχειρηματικό μοντέλο, η εταιρεία αυτή προσφέρει υπηρεσίες πρόσβασης σε άλλες εταιρείες, οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες στους πελάτες ή μπορεί να παρέχει και η ίδια απευθείας υπηρεσίες στους πελάτες. Επίσης η εταιρεία αυτή μπορεί να είναι ο ιδιοκτήτης της παθητικής υποδομής ή μπορεί να έχει σχετικό συμβόλαιο με τον ιδιοκτήτη της υποδομής.
- **Πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και πάροχοι περιεχομένου:** Οι εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες και περιεχόμενο στους τελικούς χρήστες.
- **Δημόσιος τομέας, οικιακοί και εταιρικοί χρήστες:** Αποτελούν του τελικούς χρήστες και αποτελούνται από όλες τις επιχειρήσεις, του κατοίκους και τους οργανισμούς του δημόσιου τομέα στην περιοχή την οποία εξυπηρετεί το ευρυζωνικό δίκτυο.



Σχήμα 1. Συστατικά ενός Ευρυζωνικού Δικτύου

8.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το κόστος ενός ευρυζωνικού δικτύου, όπως και κάθε δικτύου, χωρίζεται σε δύο μέρη, το κόστος κατασκευής του ευρυζωνικού δικτύου (CAPEX) και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του ευρυζωνικού δικτύου (opex).

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται αναλυτικότερα οι όροι CAPEX και OPEX.

8.3.1 Τι ορίζεται ως CAPEX

Ως CAPEX ορίζονται οι δαπάνες/κόστη που σχετίζονται με την κατασκευή ή την επέκταση του πάγιου ενεργητικού (δηλαδή των σταθερών πόρων, όπως για παράδειγμα η υποδομή του δικτύου), οι οποίες υπόκεινται σε μείωση κατά τη διάρκεια της οικονομικής ζωής ενός προγράμματος/έργου. Στην συνέχεια, υπάρχει μια υπόλοιπη αξία που συνδέεται σε αυτές τις δαπάνες.

Το CAPEX είναι απαραίτητο για την δημιουργία νέων ή τη βελτίωση των υπάρχουσών υπηρεσιών, αλλά και για την αναβάθμιση των δραστηριοτήτων των εταιριών. Η ανάλυση του CAPEX βασίζεται γενικά στις φυσικές και λογικές απαιτήσεις σε πόρους. Η κατασκευή ενός δικτύου, η υλοποίηση δικτυακών συσκευών, και η απόκτηση συστημάτων λογισμικού (ή υλικού) που επιτρέπουν τις ιδιαίτερες προσφορές υπηρεσιών, παραδείγματος χάριν, περιλαμβάνουν σημαντικά χρηματικά ποσά για την αγορά απαραίτητων συσκευών ή ενός πληροφοριακού συστήματος.

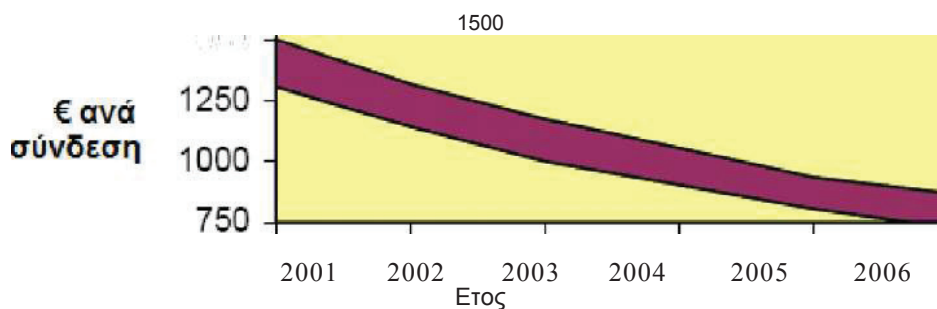
Με άλλα λόγια, στα ευρυζωνικά δίκτυα το CAPEX αποτελείται από τα παρακάτω:

- Παθητικός εξοπλισμός (σωληνώσεις, μικρο-σωληνώσεις, φρεάτια, οπτικές ίνες, κατανεμητές, κ.λπ.).
- Ενεργός εξοπλισμός (μεταγωγείς, δρομολογητές, transceivers κ.λπ.).
- Εργασίες (εκσκαφές, συγκολλήσεις, αποκαταστάσεις κ.λπ.).

Οι τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν οδηγήσει σε σημαντική μείωση του κόστους υλοποίησης ευρυζωνικών δικτύων, ενδεικτικά αναφέρουμε ότι τα τελευταία 5 χρόνια το κόστος αυτό έχει μειωθεί κατά 40% και αυτό για τους παρακάτω λόγους:

- Διαθεσιμότητα end-to-end λύσεων για την υλοποίηση ευρυζωνικών δικτύων.
- Εισαγωγή της τεχνολογίας tube-in-tube με την χρήση μικρο-σωληνώσεων όπου οι οπτικές ίνες εισάγονται λίγο πριν χρησιμοποιηθούν και όχι από την αρχή της υλοποίησης του ευρυζωνικού δικτύου.
- Νέας γενιάς υψηλής χωρητικότητας συσκευές διασύνδεσης.

Στο Σχήμα 2 φαίνεται η μείωση του CAPEX τα τελευταία χρόνια.

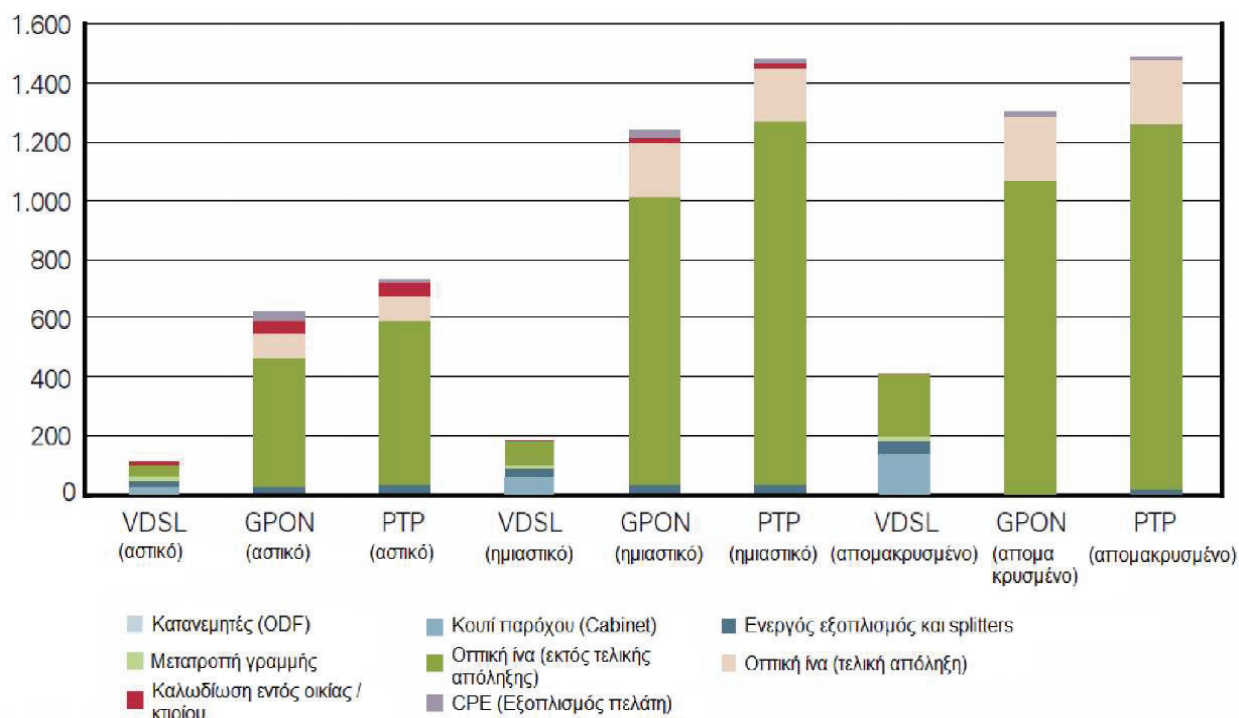


Σχήμα 2. Ρυθμός μείωσης του CAPEX

Στο Σχήμα 2 δίνεται μία ενδεικτική κατανομή των διαφόρων κοστών CAPEX από τα στοιχεία τηλεπικοινωνιακών παρόχων που έχουν αναπτύξει ευρυζωνικά δίκτυα στην Ευρώπη. Ο κατακόρυφος άξονας δείχνει το αρχικό κόστος εγκατάστασης ανά πελάτη που θα περάσει το δίκτυο. Η σύγκριση αφορά 3 βασικές τεχνολογίες: μία παραλλαγή xDSL (και συγκεκριμένα VDSL), την αρχιτεκτονική GPON για FTTx δίκτυα και την αρχιτεκτονική Point-to-Point για FTTx δίκτυα.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, ένας βασικός παράγοντας προσδιορισμού του αρχικού κόστους εγκατάστασης είναι ο βαθμός πυκνότητας των πελατών στη συγκεκριμένη περιοχή, και ειδικότερα αν πρόκειται για πυκνοκατοικημένο (αστικό) περιβάλλον, αγροτική / ημιαστική περιοχή ή για ιδιαίτερα απομακρυσμένη περιοχή.

Τα βασικά κόστη που υπολογίζονται στο Σχήμα 2 αφορούν το κόστος των εγκαταστάσεων ODF (κατανεμητών), τη μετατροπή της γραμμής (στην περίπτωση που πρόκειται για xDSL τεχνολογία), το κόστος της καλωδίωσης εντός των εγκαταστάσεων του πελάτη, το κόστος για το κουτί του παρόχου στο δρόμο (cabinet), τον εξοπλισμό πελάτη (CPE - Customer Premises Equipment), το κόστος ενεργού εξοπλισμού και παθητικών διαχωριστών (splitters), και το κόστος απόκτησης και τοποθέτησης της οπτικής ίνας, διαχωρισμένο στο τμήμα τελικής απόληξης.



Σχήμα 3. Κατανομή κόστους CAPEX.

8.3.2 Τι ορίζεται ως OPEX

Ως OPEX ορίζονται οι δαπάνες/κόστη που είναι απαραίτητες για τη διεύθυνση της επιχείρησης ή του εξοπλισμού, και απολύτως αναγκαία για να διατηρήσουν τις προσφερόμενες υπηρεσίες συνεχώς και αδιάλειπτα ενεργές. Αυτές οι δαπάνες δεν προορίζονται για να επεκτείνουν το πάγιο ενεργητικό και δεν υπόκεινται στην μείωση. Μόλις γίνουν, αυτές οι δαπάνες δεν έχουν καμία υπόλοιπη αξία (residual value).

Στο παρόν κείμενο, γενικά, ως OPEX ορίζονται όλα τα στοιχεία δαπανών τα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται στο CAPEX. Στην πραγματικότητα, τα όρια ανάμεσα στο CAPEX και το OPEX δεν είναι πάντα σαφώς καθορισμένα. Ορισμένες δαπάνες, όπως εκείνες που είναι σχετικές με το λογισμικό, είναι στα όρια ανάμεσα στο CAPEX και το OPEX, επειδή συσχετίζονται και με το ένα και με το άλλο.

Τα κόστη για την αγορά συστημάτων υλικού και λογισμικού ορίζονται ως CAPEX, αλλά η λειτουργία και η συντήρηση αυτών των συστημάτων, οι δαπάνες που σχετίζονται με το εργατικό δυναμικό και οι (περιοδικές) δαπάνες ανανέωσης αδειών (license costs) συμπεριλαμβάνονται στο OPEX.

Έτσι λοιπόν, στα ευρυζωνικά δίκτυα, το OPEX συμπεριλαμβάνει τα παρακάτω:

- Κόστος το οποίο σχετίζεται με τον χρήστη, για παράδειγμα κεντρική προετοιμασία (όπως βάσεις δεδομένων, χρεώσεις, ενεργοποίηση port, κ.λπ.), εγκατάσταση εξοπλισμού (κόστος το οποίο υφίσταται μόνο μία φορά), χρέωση (επαναλαμβανόμενο κόστος), κέντρο λειτουργίας δικτύου (επαναλαμβανόμενο κόστος), κλπ.
- Κόστος το οποίο σχετίζεται με τον εξοπλισμό, για παράδειγμα προληπτική συντήρηση (επαναλαμβανόμενο κόστος), αντιμετώπιση λαθών και προβλημάτων (επαναλαμβανόμενο κόστος), κατανάλωση ενέργειας (επαναλαμβανόμενο κόστος), κόστος χρήσης χώρων (επαναλαμβανόμενο κόστος), κλπ.

Σε επόμενη παράγραφο παρουσιάζονται όλοι οι παράγοντες που συνεισφέρουν στο OPEX. Η επιλογή των παραγόντων γίνεται έτσι ώστε να συνάδει με τις δαπάνες που συνήθως υφίστανται σε μια επιχείρηση τηλεπικοινωνιών.

8.4 ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

Προκειμένου να κρατηθεί χαμηλά το CAPEX θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- Προσεκτικός σχεδιασμός του δικτύου (planning)
- Προσεκτικός σχεδιασμός σχετικά με τα απαιτούμενα υλικά (logistics)
- Χρήση ευέλικτων τεχνικών (π.χ. υλοποίηση του δικτύου με χρήση μικρο-σωληνώσεων)
- Ισχυρή διεύθυνση του δικτύου οδηγεί σε μείωση του CAPEX/πελάτη.

Προκειμένου να κρατηθεί χαμηλά το OPEX θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- Χρήση self service portals
- Χρήση outsourcing για τις υπηρεσίες που έχουν σχέση με το περιεχόμενο
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Ισχυρή διεύθυνση του δικτύου, η οποία οδηγεί σε μείωση του OPEX/πελάτη
- Χρήση «ασφαλών» πολιτικών στην εγκατάσταση οπτικών ινών (π.χ. υλοποίηση του δικτύου με χρήση μικρο-σωληνώσεων)
- Χρήση εξοπλισμού με μεγάλη διάρκεια ζωής. Αυτό σχετίζεται και με το CAPEX, καθώς ενδεχόμενη χρήση τέτοιου εξοπλισμού μεγαλώνει το CAPEX.

Το συνολικό κόστος για την δημιουργία ενός ευρυζωνικού δικτύου εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως:

- Εξοπλισμός ο οποίος θα δίνεται στους τελικούς χρήστες: Θα παρέχεται εξοπλισμός μαζί με την υπηρεσία; Αυτό μπορεί να αυξήσει μέχρι και 20% το κόστος της αρχικής επένδυσης.
- Θα υπάρχει χρέωση κόστους διασύνδεσης στο δίκτυο: Εάν υπάρχει χρέωση κόστους διασύνδεσης μπορεί να υπάρχει σημαντική μείωση της χρηματοδότησης που απαιτείται.
- Συντήρηση και έλεγχος του δικτύου: Μπορεί να γίνει outsource;

Στην πράξη το ποσό της χρηματοδότησης του δικτύου εξαρτάται σημαντικά από το ποσό το οποίο είναι διατεθειμένοι οι χρήστες του δικτύου να πληρώσουν για την χρήση και αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ώστε να υπάρχει υψηλή διείσδυση και κατά συνέπεια χαμηλό CAPEX και OPEX ανά διασυνδεδεμένο χρήστη.

Για την χρηματοδότηση δημιουργίας ευρυζωνικών δικτυακών υποδομών υπάρχουν διάφορες δυνατότητες:

- Επιχορήγηση (εθνική, κοινοτική κ.λ.π.) - ιδανική περίπτωση γιατί δεν απαιτεί αποπληρωμή.
- Μακρόχρονος δανεισμός - οι δημοτικές αρχές θεωρούνται αξιόπιστες και μπορούν να πάρουν μακροχρόνια δάνεια.
- Μετοχικό κεφάλαιο - ο χρηματοδότης θα λάβει ως «ανταμοιβή» μέρος της επιχείρησης. Συνήθως στα δημοτικά δίκτυα αυτό δεν ξεπερνά το 5~10%.
- Δημοτική και ιδιωτική σύμπραξη (Public Private Partnership - PPP): Σε αυτή την περίπτωση η δημοτική αρχή μοιράζεται το κόστος δημιουργίας του δικτύου με μία ή περισσότερες ιδιωτικές εταιρείες. Συνήθως η υποδομή του δικτύου παραμένει στην δημοτική αρχή, ενώ οι υπηρεσίες παρέχονται από τις ιδιωτικές εταιρείες για μια σχετικά μεγάλη χρονική περίοδο ώστε να αποσβέσουν την επένδυση τους. Ενώ είναι μια ελκυστική επιλογή, στην πράξη είναι δύσκολο να επιτευχθεί για δημοτικά δίκτυα.

8.5 ΣΤΟΙΧΕΙΑ OPEX

Το σύνολο των στοιχείων OPEX που περιγράφονται στη συνέχεια πρέπει να καλύψει όλους τους σχετικούς ρόλους, όπως τον διαχειριστή υπηρεσιών, τον διαχειριστή δικτύων, τον υπεύθυνο υπηρεσιών, τον πάροχο υπηρεσιών κ.λπ. Τα στοιχεία πρέπει να είναι εφαρμόσιμα (και να ισχύουν) για όλα τα είδη δραστηριοτήτων τηλεπικοινωνιακών επιχειρήσεων (κινητή, σταθερή, convergent) και για τους κυρίαρχους παρόχους, αλλά και για τις νέες εταιρείες.

Ακόμα, τα στοιχεία αυτά πρέπει να καλύψουν τα διαφορετικά είδη έργων που ασχολούνται, είτε με την δημιουργία νέων υπηρεσιών/προϊόντων, είτε με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών/πλατφορμών.

Οι παρακάτω ενότητες περιγράφουν τα κύρια στοιχεία OPEX. Για κάθε στοιχείο, παρατίθενται μερικά παραδείγματα των χαρακτηριστικών και των τομέων εφαρμογής. Οι δαπάνες για τεχνολογίες πληροφορικής έχουν κατανεμηθεί στα διάφορα στοιχεία, και έτσι, δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο που να αντιστοιχεί αποκλειστικά σε τεχνολογίες πληροφορικής. Πολλά από τα στοιχεία μπορούν επίσης να δοθούν ως υπεργολαβίες (outsourced), οπότε OPEX για αυτά σημαίνει η πληρωμή σε εξωτερικούς παράγοντες.

Τα στοιχεία OPEX που απαριθμούνται στην συνέχεια σχετίζονται με ανάλυση ταμειακών ροών (cash flow analysis).

8.5.1 Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών (υποδομών γενικότερα)

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Όλες τις επαναλαμβανόμενες δαπάνες που είναι περιοδικά απαραίτητες για την απρόσκοπτη λειτουργία δικτύων και υπηρεσιών.
- Την προληπτική συντήρηση και επιδιόρθωση.
- Οι νέες επενδύσεις (επανεπενδύσεις) λόγω ξεπερασμένου εξοπλισμού, αντιμετωπίζονται ως CAPEX. Επανεπένδυση σημαίνει μετάβαση σε νεότερη έκδοση του εξοπλισμού, συνήθως με αναβαθμισμένες λειτουργικότητες.
- Το κόστος απόσυρσης (δηλαδή ο παροπλισμός του παλαιού εξοπλισμού) μπορεί να θεωρηθεί ως OPEX ή να περιληφθεί στο CAPEX.

8.5.2 Άδειες εξοπλισμού και λογισμικού, υπεργολαβίες συντήρησης (maintenance outsourcing)

Περιλαμβάνει για παράδειγμα ετήσιες δαπάνες από τον πάροχο στον προμηθευτή εξοπλισμού μετά την αγορά του εξοπλισμού (συμφωνία συντήρησης και περιοδικές δαπάνες αδειών).

8.5.3 Πωλήσεις και μάρκετινγκ, απόκτηση πελατών

Αυτό το στοιχείο προορίζεται να καλύψει και τις δραστηριότητες που αφορούν την λιανική και χονδρική αγορά της επιχείρησης, σχετικά με:

- Μάρκετινγκ
- Διαφημίσεις
- Καμπάνιες
- Διαπραγματεύσεις SLA
- Επιδότησεις (για παράδειγμα παροχές σε προμηθευτές τηλεφωνικών συσκευών)

8.5.4 Παροχές σε πελάτες

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Εγγραφή/καταχώρηση πελατών
- Εγκατάσταση και επανεγκατάσταση των πελατών
- Ενεργοποίηση των συσκευών των πελατών

8.5.5 Φροντίδα πελατών

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Εξυπηρέτηση πελατών, χειρισμός των καταγγελιών κ.λπ.
- Λειτουργία γραφείων βοήθειας
- Λειτουργία διαχείρισης σχέσεων πελατών (Customer Relationship Management, CRM)
- Συχνά μπορεί να δοθεί υπεργολαβία και μπορεί να βασιστεί σε προσωπικά ή/και πληροφοριακά συστήματα

8.5.6 Χρέωση και τιμολόγηση

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Τρόποι μέτρησης, συλλογή δεδομένων, κ.λπ.
- Χρέωση
- Τιμολόγηση
- Λογιστική και έλεγχος (τακτική υποβολή έκθεσης σε τμήματα διαχείρισης πιο υψηλού επιπέδου)

8.5.7 Διαχείριση υπηρεσιών

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Διαχείριση προϊόντων (από αρμόδιο πρόσωπο)
- Επίβλεψη και έλεγχος των υπηρεσιών και της ποιότητας
- Διαχείριση SLA

8.5.8 Διαχείριση δικτύων

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Διαχείριση θεμάτων που αφορούν αστοχίες, ρυθμίσεις, λογιστική, απόδοση και ασφάλεια (Faults, Configuration, Accounting, Performance, and Security, FCAPS)
- Επίβλεψη και έλεγχος των στοιχείων του δικτύου
- Λειτουργία συστημάτων υποστήριξης λειτουργίας (Operation Support Systems, OSS)

8.5.9 Ανάπτυξη προϊόντων/πλατφορμών

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Σχεδιασμός δικτύων

- Σχεδιασμός και ανάπτυξη υπηρεσιών
- Σχεδιασμός SLA

8.5.10 Ενοίκιο φυσικών δικτυακών πόρων

Τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι σχετικά με τους παρόχους υπηρεσιών ή τους εικονικούς χειριστές (virtual operators) που δεν κατέχουν τις δικτυακές πλατφόρμες, ή τις υποδομές, αλλά τις ενοικιάζουν από άλλους. Επίσης οι παραδοσιακοί πάροχοι πρέπει συχνά να πληρώσουν για μερικούς από αυτούς τους πόρους, αν και συνήθως σε μικρότερο βαθμό.

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Αδεσμοποίηση τοπικού βρόγχου (local loop unbundling - LLU)
- Χονδρική πώληση (π.χ. πρόσβαση DSL)
- Μισθωμένες γραμμές
- Σκοτεινή ίνα
- Co-location, φιλοξενία (hosting)
- Ιστός για τους σταθμούς βάσεων
- Κινητή πρόσβαση
- SAN (Storage area network)

8.5.11 Roaming

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Το κόστος για τη συμφωνία roaming και το κόστος τακτοποίησης (settlement cost): Το κόστος που επισύρεται στη διαπραγμάτευση και τη διαχείριση των συμφωνιών περιαγωγής και των οικονομικών τακτοποιήσεων.
- Σφαιρική δοκιμή roaming: Το κόστος που επισύρεται στη διεξαγωγή των δοκιμών διαλειτουργικότητας για το roaming σε διαφορετικά δίκτυα και τεχνολογίες.
- Συντήρηση VHE (Virtual home environment): Το κόστος που επισύρεται από τη συντήρηση του VHE, και είναι απαραίτητο για την παροχή του ίδιου εξατομικευμένου προφίλ σε πολλά διαφορετικά δίκτυα και τερματικά για έναν εισερχόμενο συνδρομητή.

8.5.12 Διασύνδεση (Interconnection)

Οι δαπάνες διασύνδεσης περιλαμβάνουν κυρίως τις δαπάνες τερματισμού που επιβάλλονται από έναν χειριστή δικτύων, αρμόδιο για την ολοκλήρωση μιας κλήσης ή συνόδου που δημιουργήθηκε σε ένα άλλο δίκτυο.

8.5.13 Ετήσιο κόστος αδειών ραδιο-φάσματος

Αποτελεί το ετήσιο κόστος για τις άδειες συχνότητας για το UMTS, WiMAX κ.λπ., ενώ δεν περιλαμβάνει τις one-time πληρωμές.

Μερικά ρυθμιστικά πλαίσια επιτρέπουν τη δυνατότητα εκμίσθωσης του φάσματος από έναν πάροχο σε έναν τρίτο. Σε μια τέτοια περίπτωση θα μπορούσε να είναι, για παράδειγμα, δυνατή η εκμίσθωση του φάσματος σε έναν MVNO (Mobile Virtual Network Operator) από ένα χειριστή δικτύων. Στην περίπτωση αυτή, το κόστος για την μίσθωση του φάσματος, θεωρείται ως OPEX για τον MVNO, ενώ το κόστος που αναλαμβάνεται από το χειριστή δικτύων για την αγορά της άδειας θεωρείται ως CAPEX.

8.5.14 Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Κόστος για τις πληροφορίες και τον ρυθμιστή
- Συμπληρωματικό κόστος λόγω του αντίκτυπου αλλαγών που επισύρονται από ρυθμιστικές αποφάσεις
- Πρόστιμα βασισμένα στις αποφάσεις των ρυθμιστικών αρχών

8.5.15 Περιεχόμενο

Είναι το κόστος για την αγορά αδειών από έναν τρίτο (ιδιοκτήτη περιεχομένου) για την διανομή περιεχομένου.

8.6 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΑ OPEX

Η παρούσα ενότητα προσδιορίζει τους κύριους παράγοντες και παρουσιάζει απλούς τύπους για τον υπολογισμό των δαπανών OPEX, για τα στοιχεία που καθορίστηκαν προηγουμένως.

Αυτοί οι τύποι είναι γενικού επιπέδου και δεν υπεισέρχονται σε λεπτομέρειες συγκεκριμένων επιχειρησιακών περιπτώσεων. Οι επιχειρησιακές περιπτώσεις πρέπει να προσαρμόσουν και να καθορίσουν αυτούς τους τύπους βασισμένους στις διαθέσιμες πληροφορίες.

8.6.1 Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών

Οι δαπάνες συντήρησης έχουν οριστεί ως όλες οι δαπάνες σχετικές με την επίλυση των φυσικών προβλημάτων στο δίκτυο, όπως οι αποκοπές οπτικών ινών ή η αστοχία εξοπλισμού. Μπορεί να υπολογιστεί ως το συνολικό ποσό των δαπανών για την αντικατάσταση συσκευών και εξοπλισμού και των δαπανών για την πληρωμή του προσωπικού συντήρησης. Το πρώτο μέρος καλύπτει τις δαπάνες των αστοχιών των δικτυακών συσκευών και των βλαβών του εξοπλισμού, ενώ το δεύτερο περιλαμβάνει τις δαπάνες εργασίας και εξαρτάται προφανώς από τον απαραίτητο αριθμό προσωπικού.

Αυτές οι δαπάνες μπορούν να υπολογιστούν ως δαπάνες εργατικού δυναμικού. Επομένως, για κάθε αναλυθέν πρόγραμμα, θα ήταν χρήσιμο να αξιολογηθεί ο χρόνος μεταξύ των αστοχιών και ο χρόνος απασχόλησης που απαιτείται κατά μέσο όρο για να επισκευαστεί ένας δεδομένος τύπος εξοπλισμού. Αυτά τα στοιχεία θα πρέπει να δοθούν από τους κατασκευές και τους προμηθευτές εξοπλισμού.

Ωστόσο, μια εναλλακτική λύση είναι η χρήση ενός μοντέλου που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού έργου AC226-OPTIMUM¹.

Τα κόστη συντήρησης διαχωρίζονται σε δύο ομάδες M1 και M2, οι οποίες είναι μέρη των παραδοσιακών δαπανών OA&M (Operation, Administration & Maintenance-Λειτουργία, Διαχείριση και Συντήρηση), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.

- M1: Αντιπροσωπεύει το κόστος των συσκευών/τμημάτων που χρειάζονται επισκευή. Αυτό το συστατικό οδηγείται από τις επενδύσεις.
- M2: Αντιπροσωπεύει το κόστος της εργασίας επισκευής.

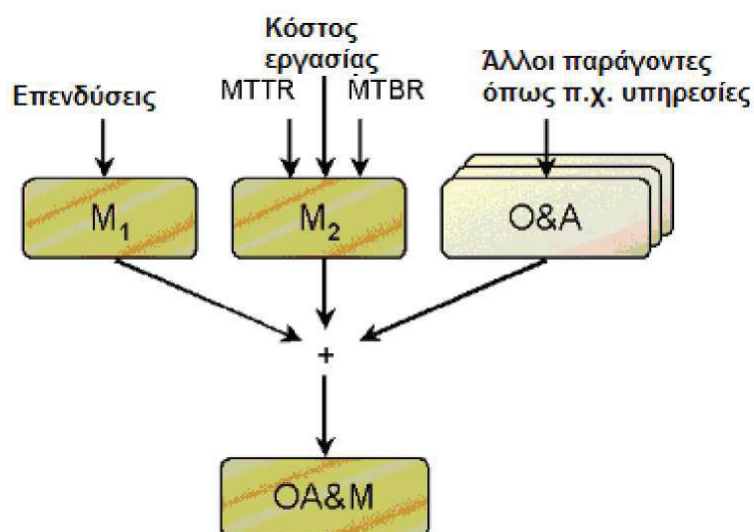
Οι συνολικές δαπάνες συντήρησης που απαιτούνται από οποιοδήποτε μοναδιαίο τμήμα το έτος i είναι:

$$M_i = (M1+M2)_i = ((V_{i-1} + V_i)/2) * (P_i * R_{class} + P1 * (MTTR/MTBR))$$

όπου:

- Το V_i είναι ο όγκος εξοπλισμού το έτος i
- Το P_i είναι η τιμή του στοιχείου δαπανών το έτος i
- Το R_{class} είναι το ποσοστό δαπανών συντήρησης
- Το $P1$ είναι το κόστος μιας ώρας απασχόλησης
- MTTR (Mean Time To Repair) είναι ο μέσος χρόνος για την επισκευή του εν λόγω στοιχείου δαπανών
- MTBR (Mean Time Between Repairs) είναι ο μέσος χρόνος μεταξύ των αστοχιών του εν λόγω στοιχείου δαπανών

¹ <http://www.telenor.no/fou/prosjekter/optimum>



Σχήμα 4. Το μοντέλο συντήρησης του έργου OPTIMUM

8.6.2 Άδειες λογισμικού, υπεργολαβίες συντήρησης

Αυτό το στοιχείο καλύπτει τις ετήσιες δαπάνες του χειριστή προς τον προμηθευτή λογισμικού, μετά την αγορά του τελευταίου (δαπάνες συμφωνίας και αδειών συντήρησης).

Η σχετική σύμβαση συντήρησης λογισμικού με τους προμηθευτές περιλαμβάνει ετήσιες αμοιβές ή/και αναβαθμίσεις που υπολογίζονται με βάση:

- Το χρόνο απασχόλησης για την αναβάθμιση (χρόνος αναβάθμισης)
- Τη συχνότητα αναβαθμίσεων (Frequency of upgrades - FOU)
- Τον αριθμό στοιχείων δικτύων που ελέγχονται

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

- **Κόστος συντήρησης λογισμικού** = ετήσιο κόστος (παράγοντες: πελάτες, κόμβοι, δικτυακή κίνηση κ.λπ.).

ή/και

- **Κόστος συντήρησης λογισμικού** = χρόνος αναβάθμισης * κόστος χρόνου απασχόλησης * FOU * αριθμό στοιχείων δικτύων που ελέγχονται.

8.6.3 Πωλήσεις και μάρκετινγκ, Απόκτηση πελατών

Αυτό το στοιχείο προορίζεται να καλύψει τις δραστηριότητες που αφορούν την λιανική και χονδρική αγορά της επιχείρησης, σχετικά με:

- Το μάρκετινγκ, τις διαφημίσεις και τις καμπάνιες: Το OPEX για το μάρκετινγκ, τις διαφημίσεις κ.λπ. εξαρτάται κατά πολύ από την εκάστοτε περίπτωση (χονδρική, για λίγους πελάτες ή λιανική, για μαζική αγορά). Αυτό το στοιχείο OPEX αποτελείται από τις δαπάνες εργατικού δυναμικού (δηλ. το χρόνο εργασίας του προσωπικού μάρκετινγκ που απασχολείται σε κάθε περίπτωση με βάση το μέσο κόστος του εργατικού δυναμικού) και τις δαπάνες για την αγορά διαφημιστικού χρόνου στα μέσα επικοινωνίας.
- Τις διαπραγματεύσεις SLA: Οι δαπάνες εξαρτώνται από τη διάρκεια της προετοιμασίας και της διαπραγμάτευσης (που και εξαρτάται κατά πολύ από την υπηρεσία, τον πελάτη και γενικότερα την περίπτωση) και το κόστος του εργατικού δυναμικού.
- Τις επιδοτήσεις (παροχές σε προμηθευτές): Το OPEX για επιδοτήσεις είναι ο αριθμός των επιδοτούμενων μονάδων (π.χ. τηλεφωνικές συσκευές) επί την μέση επιδότηση ανά μονάδα. Η επιχορήγηση θα μπορούσε να είναι π.χ. μειωμένη τιμή της τηλεφωνικής συσκευής, ή η δωρεάν προσφορά συσκευών αναπαραγωγής DVD κ.λπ. Ο πάροχος που επιδοτεί τις τηλεφωνικές συσκευές θα προσπαθήσει να κερδίσει αυτό το OPEX είτε με αυξημένα τιμολόγια ή με πιο μεγάλη διάρκεια συμβολαίων με τους πελάτες.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

- **Κόστος μάρκετινγκ** = Κόστος ανά πιθανό πελάτη * μέγεθος της πιθανής βάσης πελατών
- **Κόστος απόκτησης πελατών** = (Πλήθος πελατών στο τέλος του έτους - Πλήθος πελατών στην αρχή του έτους + churned² πελάτες) * κόστος απόκτησης πελατών ανά πελάτη
- **Ρυθμός τερματισμού συνδρομών³** = Απώλεια πελατών / [(Πλήθος πελατών στο τέλος του έτους + Πλήθος πελατών στην αρχή του έτους)/2]
- **Κόστος επιδότησης** = Αριθμός νέων (επιδοτούμενων) πελατών * κόστος επιχορήγησης ανά πελάτη.

² Πελάτες οι οποίοι τερματίζουν την συνδρομή στην υπηρεσία

8.6.4 Παροχές σε πελάτες (εγκατάσταση/απεγκατάσταση)

Το OPEX για την εγκατάσταση των πελατών μπορεί να υπολογιστεί ως ο αριθμός νέων πελατών κάθε έτους επί το μέσο κόστος εγκατάστασης ανά νέο πελάτη.

Το OPEX για την επανεγκατάσταση των πελατών μπορεί να υπολογιστεί ως αριθμός πελατών οι οποίοι τερματίζουν την συνδρομή στην υπηρεσία (churned πελατών) κάθε έτος επί το μέσο κόστος επανεγκατάστασης ανά churned πελάτη.

Το μέσο κόστος εγκατάστασης/επανεγκατάστασης μπορεί να έχει κάποια συγκεκριμένη συμπεριφορά, δηλαδή μείωση κατά τη διάρκεια του χρόνου λόγω των οικονομικών κλίμακας.

Οι παροχές περιλαμβάνουν επίσης την αρχική ρύθμιση των υπηρεσιών, την αποσύνδεση ενός πελάτη, τη διαγραφή δεδομένων από τη βάση πελατών κλπ.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

- **Κόστος παροχών** = (Πλήθος πελατών στο τέλος του έτους - Πλήθος πελατών στην αρχή του έτους + churned πελάτες) * κόστος παροχών ανά πελάτη.

ή

- **Κόστος παροχών για ένα πελάτη** = κόστος εγκατάστασης + κόστος για εργασίες στην βάση δεδομένων +...+...

8.6.5 Φροντίδα πελατών

Η φροντίδα πελατών είναι ένα τυπικό στοιχείο όπου ισχύουν δεδομένες συμπεριφορές, δηλ. τα κόστη μονάδας μειώνονται με την πάροδο του χρόνου και τον αυξανόμενο όγκο.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

- **Κόστος φροντίδας πελατών** = μέσο πλήθος πελατών ανά έτος * κόστος μονάδας(t), όπου t ο χρόνος. ^ή
- **Κόστος φροντίδας πελατών** = μέσο πλήθος πελατών ανά έτος * προσωπικό για την φροντίδα πελατών ανά πελάτη * ετήσιο κόστος εργατικού δυναμικού.

8.6.6 Χρέωση και τιμολόγηση

Οι δαπάνες χρέωσης και τιμολόγησης μπορούν να υπολογιστούν με βάση τα κόστη μονάδας (τιμή ανά πελάτη).

Πιο συγκεκριμένα ισχύει η παρακάτω σχέση:

- **Κόστος χρέωσης και τιμολόγησης** = μέσο πλήθος πελατών ανά έτος * κόστος μονάδαςΟ), όπου t ο χρόνος.

8.6.7 Διαχείριση υπηρεσιών

Αυτό το στοιχείο εξαρτάται πάρα πολύ από την εκάστοτε περίπτωση και οδηγείται συνήθως από τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των υπηρεσιών. Άρα:

- **Κόστος διαχείρισης υπηρεσιών** = Κόστος διαχείρισης υπηρεσίας 1 + Κόστος διαχείρισης υπηρεσίας 2 + ... + Κόστος διαχείρισης υπηρεσίας n.

8.6.8 Διαχείριση δικτύων

Στην συγκεκριμένη περίπτωση το βασικό στοιχείο είναι το πλήθος των δικτυακών συσκευών. Άρα:

- **Κόστος διαχείρισης δικτύων** = P(πλήθος προσωπικού, πλήθος συστημάτων διαχείρισης δικτύων, πλήθος δικτυακών συσκευών).

8.6.9 Ανάπτυξη προϊόντων/πλατφορμών

Συνήθως το πλήθος και η πολυπλοκότητα των υπηρεσιών που αναπτύσσονται εσωτερικά (in-house) διαδραματίζουν τον σημαντικότερο ρόλο σε αυτό το στοιχείο:

- **Κόστος ανάπτυξης προϊόντων/πλατφορμών** = P(πλήθος μηχανικών, πλήθος υπηρεσιών, πολυπλοκότητα των υπαρχουσών και νέων υπηρεσιών).

8.6.10 Ενοίκιο φυσικών δικτυακών πόρων

Εδώ, οι παράγοντες εξαρτώνται πολύ από την επιχειρησιακή περίπτωση:

- Πλήθος πελατών (χονδρική εκμετάλλευση ADSL, αδεσμοποίηση τοπικού βρόγχου)
- Δικτυακή κίνηση (μισθωμένες γραμμές)
- Αριθμός περιοχών (ιστών για σταθμούς βάσεων)

Συνεπώς, ο υπολογισμός του κόστους εξαρτάται από την εκάστοτε περίπτωση. Το κόστος μονάδας προέρχεται συχνά από τους τιμοκαταλόγους των εταιριών.

8.6.11 Roaming

Όπως προαναφέρθηκε το roaming περιλαμβάνει τα ακόλουθα κόστη:

- Το κόστος για τη συμφωνία roaming και το κόστος τακτοποίησης (settlement cost): Το κόστος συμφωνίας και τακτοποίησης που επισύρεται ανά δίκτυο roaming εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό εισερχόμενων και εξερχόμενων συνδρομητών. Το συνολικό κόστος αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των συνεργαζόμενων δικτύων roaming. Επίσης επισύρονται συμπληρωματικές δαπάνες λόγω του προσωπικού που συμμετέχει στη διαπραγμάτευση και τη διαχείριση των συμφωνιών και των τακτοποιήσεων.

- Σφαιρική δοκιμή roaming: Σημαντικός παράγοντας για το OPEX είναι στην συγκεκριμένη περίπτωση ο αριθμός των διαφορετικών τεχνολογιών και δικτύων roaming τα οποία συμμετέχουν. Οι δαπάνες οφείλονται κυρίως στο προσωπικό που συμμετέχει στη δοκιμή.
- Συντήρηση VHE (Virtual home environment): Σημαντικός παράγοντες είναι ο αριθμός εισερχόμενων συνδρομητών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το OPEX για roaming, εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό εισερχόμενων και εξερχόμενων συνδρομητών.

Οι διαφορετικοί τύποι τεχνολογιών και τερματικών δικτύων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως παράγοντες.

Για λόγους απλοποίησης, το OPEX για roaming θα μπορούσε να υπολογιστεί ως το κόστος ανά εισερχόμενους συνδρομητές επί το συνολικό πλήθος των εισερχόμενων συνδρομητών συν το κόστος ανά εξερχόμενους συνδρομητές επί το συνολικό πλήθος των εξερχόμενων συνδρομητών για έναν πάροχο.

Άρα:

Κόστος roaming = κόστος ανά εισερχόμενους συνδρομητές * συνολικό πλήθος των εισερχόμενων συνδρομητών + κόστος ανά εξερχόμενους συνδρομητές * το συνολικό πλήθος των εξερχόμενων συνδρομητών για έναν πάροχο.

8.6.12 Διασύνδεση (Interconnection)

Για τις δαπάνες διασύνδεσης, ο κύριος παράγοντας είναι ο όγκος κίνησης στην διασύνδεση. Από την πλευρά ενός παρόχου, η κίνηση διασύνδεσης μπορεί να είναι είτε εισερχόμενη είτε εξερχόμενη. Ο όγκος κίνησης εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της βάσης συνδρομητών του παρόχου ή/και το προφίλ του κάθε χρήστη. Για παράδειγμα, ένας πάροχος με μια μικρή βάση συνδρομητών μπορεί να παρουσιάσει υψηλότερη εξερχόμενη από ότι εισερχόμενη κίνηση. Αυτό θα σήμαινε υψηλότερο OPEX για τον πάροχο.

Οι καθαρές δαπάνες διασύνδεσης από έναν πάροχο μπορούν να υπολογιστούν ως κόστος ανά μονάδες κίνησης (σε λεπτά, Mbytes, γεγονότα κ.λπ.) επί το καθαρό ποσό εισερχόμενης και εξερχόμενης κίνησης.

Άρα:

Κόστος διασύνδεσης = (κόστος ανά μονάδα κυκλοφορίας) * (συνολική εισερχόμενη κίνηση - συνολική εξερχόμενη κίνηση).

Οι τιμές είναι συχνά διαφορετικές στις διαφορετικές κατευθύνσεις (π.χ. κυρίαρχος πάροχος/μη-κυρίαρχος πάροχος). Οι δαπάνες διασύνδεσης μπορούν επίσης να ποικίλουν ανάλογα με τη γεωγραφική θέση όπως οι εθνικές και οι διεθνείς συνδέσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το ποσό εθνικής και διεθνούς κίνησης και τα αντίστοιχα κόστη τους θα πρέπει να εξεταστούν ξεχωριστά για τον υπολογισμό των συνολικών δαπανών διασύνδεσης που επισύρονται.

8.6.13 Ετήσιο κόστος αδειών ραδιο-φάσματος

Για το κόστος του ραδιο-φάσματος, ο κύριος παράγοντας είναι η βάση συνδρομητών και ο όγκος κυκλοφορίας που παράγεται από τους συνδρομητές. Με βάση αυτά τα δεδομένα υπολογίζεται το φάσμα που απαιτείται. Ο υπολογισμός του κόστους εξαρτάται από τις συμφωνίες μίσθωσης που μπορούν να προσφερθούν για 15-20 έτη ή και λιγότερο, με μια ετήσια σταθερή αμοιβή ή με εφάπαξ αμοιβή για όλη την διάρκεια της άδειας.

8.6.14 Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)

Ο σημαντικότερος παράγοντας για το OPEX που αφορά σε κανονισμούς είναι οι δαπάνες για προσωπικό που ασχολείται με υποβολή εκθέσεων και συλλογή πληροφοριών, καθώς επίσης και οι δαπάνες που περιλαμβάνονται στη συμμόρφωση με τις ρυθμιστικές αποφάσεις.

9 Κεφάλαιο

Ο ΡΥΘΜΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΣΕΙΝΔΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΠΑΡΜΕΝΕΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ, ΠΑΡΑ ΤΗ ΔΥΣΚΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΓΚΥΡΙΑ

9.1 Εισαγωγή

Η ευρυζωνική διείσδυση στην Ελλάδα ανέρχεται στα επίπεδα του 19,9% την 1η Ιανουαρίου 2011. Το συνολικό μέγεθος των σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων ανέρχεται σε 2.252.653 παρουσιάζοντας αύξηση κατά 17,5% σε σχέση με το αντίστοιχο διάστημα του προηγούμενου έτους και κατά 7% σε σχέση με το προηγούμενο εξάμηνο.

Σε ό,τι αφορά την αύξηση του βαθμού ευρυζωνικής διείσδυσης στα κράτη μέλη της ΕΕ κατά το διάστημα από 1/7/2009 έως και 1/7/2010, στην Ελλάδα καταγράφεται σχεδόν διπλάσια αύξηση από το μέσο ευρωπαϊκό όρο, κατατάσσοντας τη χώρα στην πρώτη θέση της ΕΕ και επιβεβαιώνοντας τη μεγάλη δυναμική ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας στο διάστημα αυτό.

Σε γενικές γραμμές, η πτωτική τάση του μέσου όρου των τιμών συνεχίστηκε και στο 2ο εξάμηνο του 2010. Ο αριθμός των συνδρομητών που χρησιμοποιούσαν συνδυαστικά πακέτα ήταν στο τέλος του 2ου εξαμήνου του 2010 1.719.990 (1.609.806 πακέτα double play, 110.184 πακέτα triple play), δηλαδή το 76,3% των ευρυζωνικών συνδέσεων στην Ελλάδα προέρχονται από τα πακέτα αυτά έναντι 56,8% ένα χρόνο πριν, γεγονός που φανερώνει τη σαφή προτίμηση των καταναλωτών προς αυτά.

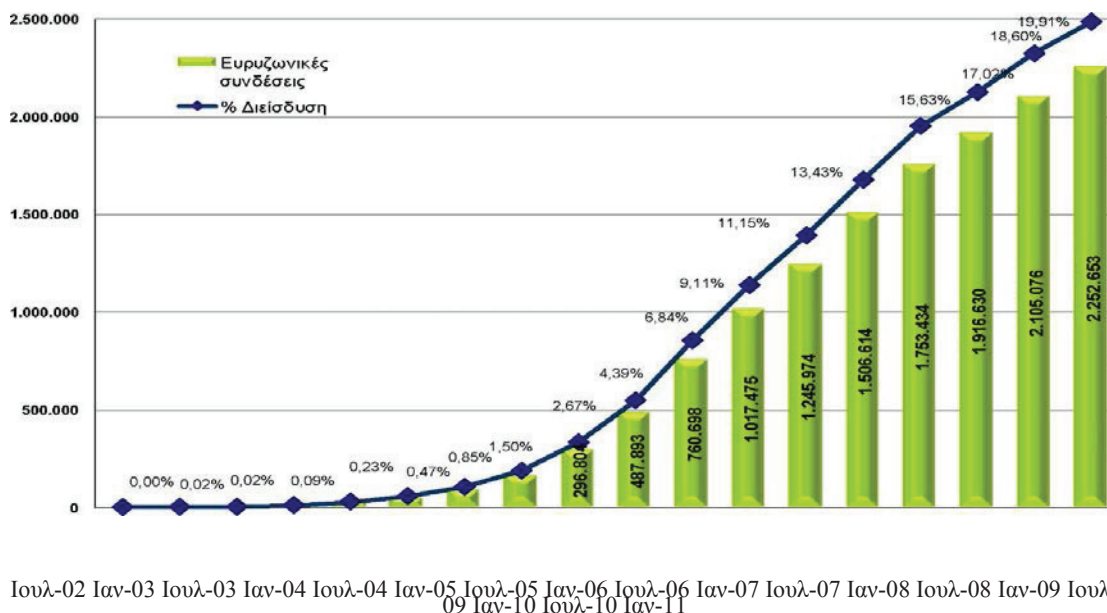
Ραγδαία αύξηση του αριθμού των ενεργών συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας που κάνουν χρήση ευρυζωνικού internet μέσω 3G κινητών τηλεφώνων. Η αύξηση των ενεργών συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας με σύνδεση μέσω δικτύου 3G αγγίζει το 140% σε σχέση με το 1ο εξάμηνο του 2010.

Η ζήτηση στο εξάμηνο αναφοράς δεν φάνηκε να επηρεάζεται ιδιαίτερα από την αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον. Ως συνέπεια και της επιθετικής τιμολογιακής πολιτικής των παρόχων αλλά και της αποδοχής του ψηφιακού περιβάλλοντος από ευρύτερες πληθυσμιακές ομάδες, οι προοπτικές για το 1ο και 2ο τρίμηνο του 2011 διαγράφονται θετικές, υπό την προϋπόθεση ότι η ζήτηση θα εξακολουθήσει να μην επηρεάζεται από την οικονομική κρίση. Με βάση τις παραπάνω παραδοχές υπολογίζεται ότι η διείσδυση ευρυζωνικότητας στη χώρα μας θα ξεπεράσει το 20,6% και το 21,3% το 1ο και 2ο τρίμηνο του 2011 αντίστοιχα.

9.2 Εξέλιξη Ευρυζωνικών Συνδέσεων

Η ευρυζωνική διείσδυση στην Ελλάδα ανέρχεται στα επίπεδα του 19,9%⁴ την 1^η Ιανουαρίου 2011 (Διάγραμμα 1). Το συνολικό μέγεθος των σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων ανέρχεται σε 2.252.653 παρουσιάζοντας αύξηση κατά 17,5% σε σχέση με το αντίστοιχο διάστημα του προηγούμενου έτους και κατά 7% σε σχέση με το προηγούμενο εξάμηνο. Η συντριπτική πλειοψηφία των ευρυζωνικών γραμμών είναι τεχνολογίας DSL, ήτοι 2.244.057. Ακόμη, υπάρχουν περί των 8.596 ευρυζωνικών συνδέσεων λοιπών τεχνολογιών (ευρυζωνικές μισθωμένες γραμμές, γραμμές οπτικών ινών, σταθερής ασύρματης πρόσβασης και δορυφορικές ευρυζωνικές).

9.2.1 Διάγραμμα 1: Βαθμός Διείσδυσης και Πλήθος Ευρυζωνικών Συνδέσεων 1η Ιουλίου 2002 - 1η Ιανουαρίου 2011



Πηγή: Παρατηρητήριο για την ΚτΠ (επεξεργασία στοιχείων EETT)

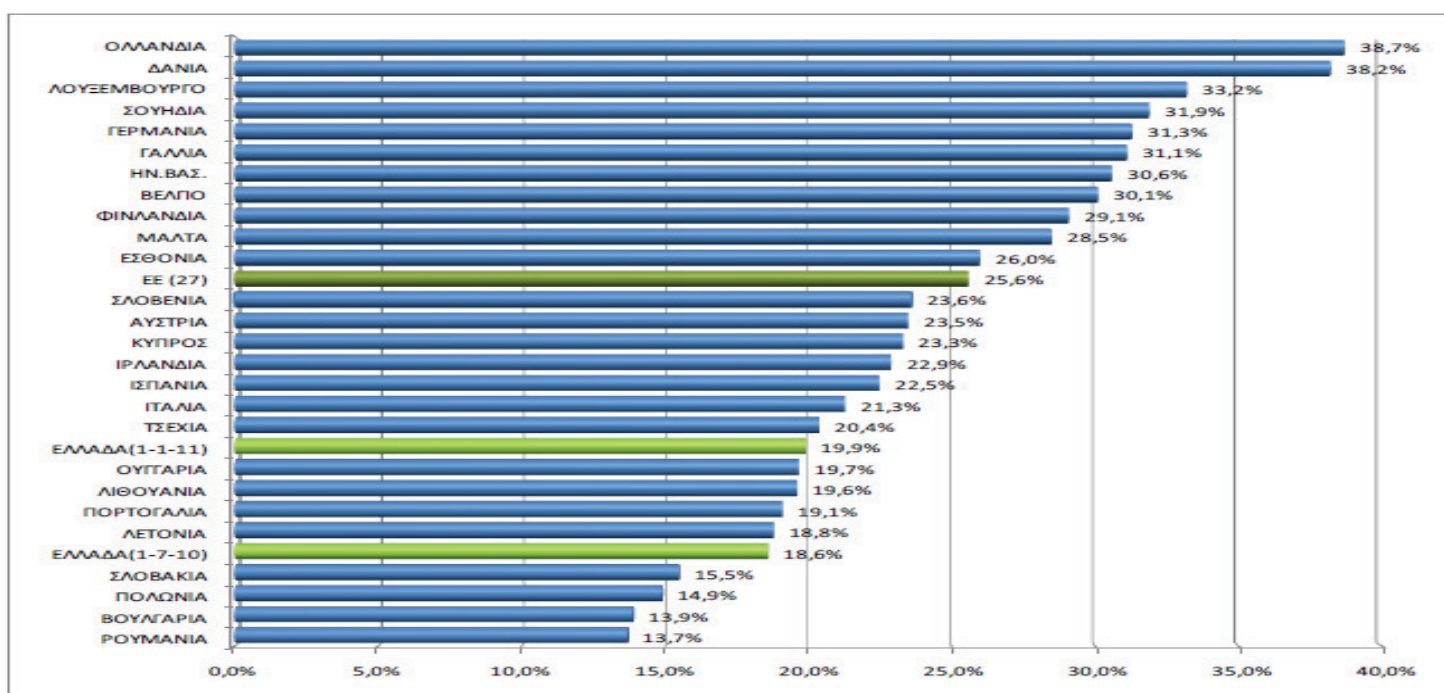
Η δυναμική της ζήτησης παρουσιάζει μείωση το 2ο εξάμηνο του 2010 σε σχέση με το προηγούμενο. Συγκεκριμένα, κάθε μήνα του τελευταίου εξαμήνου πραγματοποιούνται κατά μέσο όρο περί τις 24.596 νέες συνδέσεις (έναντι 31.407 το 1ο εξάμηνο του 2010).

Πηγή: EETT⁵ Υπενθυμίζεται ότι η ποσοστιαία ευρυζωνική διείσδυση ορίζεται σε συνδέσεις ανά 100 κατοίκους

Το μέγεθος αυτό αντιστοιχεί σε περισσότερες από 1.118 νέες συνδέσεις σε ημερήσια βάση για κάθε μια από τις 5 εργάσιμες ημέρες της εβδομάδας (έναντι 1.427 το 1ο εξάμηνο του 2010). Συνεπώς, καταγράφεται μείωση της τάξης του 21,7% στο μέγεθος που εκφράζει το μέσο πλήθος νέων συνδέσεων ανά μήνα. Πάντως αξίζει να αναφερθεί ότι η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στο 3ο τρίμηνο του 2010, όπου πραγματοποιήθηκαν μόλις 49.206 νέες συνδέσεις (25,8% λιγότερες από το 2ο τρίμηνο του 2010), ενώ κατά το 4ο τρίμηνο του 2010 οι νέες συνδέσεις αυξήθηκαν περίπου 100% σε σχέση με το 3ο τρίμηνο. Πιθανότατα η μειωμένη ζήτηση νέων συνδέσεων των τριμήνων 2 & 3 να οφείλεται και στην κρίσιμη οικονομική συγκυρία, η οποία οδήγησε και σε λήψη οικονομικών μέτρων κατά την περίοδο αυτή, καθώς και στη θερινή ραστώνη που περικλείεται μεταξύ αυτού του διαστήματος και όπου παραδοσιακά καταγράφονται λιγότερες συνδέσεις.

Σε ό,τι αφορά την εγχώρια ευρυζωνική επίδοση σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη, με βάση τα στοιχεία που δημοσιοποιήθηκαν στην τελευταία έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Broadband access in the EU: situation at 1 July 2010», η Ελλάδα καταλαμβάνει την 23η θέση στα 27 κράτη μέλη σε όρους ευρυζωνικής διείσδυσης την 1.7.2010 (Διάγραμμα 2) και δεν βελτιώνει την κατάταξή της σε σχέση με το 1ο εξάμηνο του 2010.

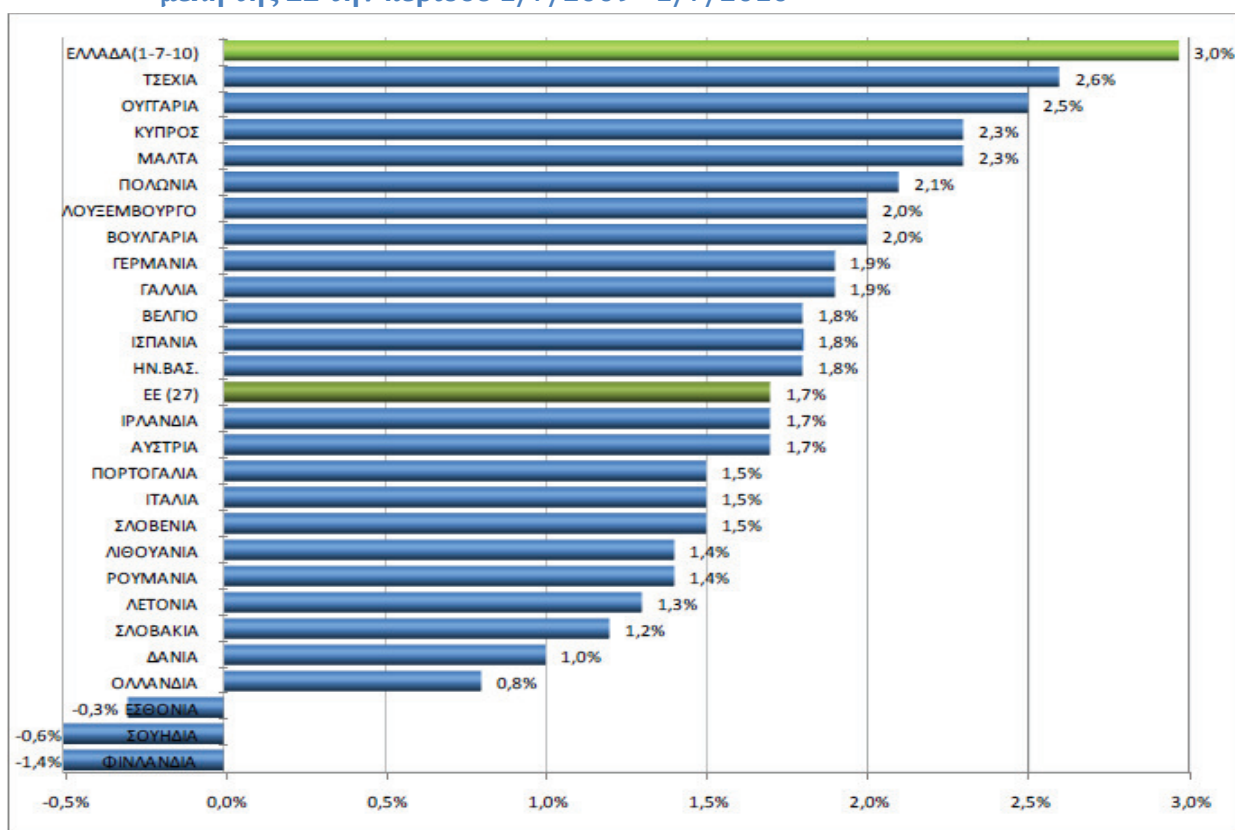
Διάγραμμα 2: Βαθμός Διείσδυσης Ευρυζωνικότητας στα κράτη μέλη της ΕΕ την 1/7/2010



Πηγή: Communications Committee, Broadband access in the EU: situation at 1 July 2010

Σε ό,τι αφορά την αύξηση του βαθμού ευρυζωνικής διείσδυσης στα κράτη μέλη της ΕΕ κατά το διάστημα από 1/7/2009 έως και 1/7/2010, στην Ελλάδα καταγράφεται σχεδόν διπλάσια αύξηση από το μέσο ευρωπαϊκό όρο κατατάσσοντας τη χώρα στην πρώτη θέση της ΕΕ και επιβεβαιώνοντας τη μεγάλη δυναμική ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας στο διάστημα αυτό (Διάγραμμα 3).

9.2.2 Διάγραμμα 3: Αύξηση βαθμού διείσδυσης ευρυζωνικότητας στα κράτη μέλη της ΕΕ την περίοδο 1/7/2009 - 1/7/2010



Πηγή: Communications Committee, Broadband access in the EU: situation at 1 July 2010

Γενικότερα στην ΕΕ-27, η αύξηση κατά 1,7% στο βαθμό διείσδυσης ευρυζωνικότητας κατά το τελευταίο έτος (έναντι 1,9% το διάστημα 1/7/2008-1/7/2009) συνιστά σημαντική μείωση στο ρυθμό αύξησης και αποτελεί το χαμηλότερο των τελευταίων οκτώ ετών. Το γεγονός αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι σε κάποιες χώρες η αγορά έχει περάσει στο στάδιο της ωριμότητας, η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. Φινλανδία, Σουηδία) συνδυάζεται και με αντικατάσταση των σταθερών συνδέσεων από συνδέσεις κινητής ευρυζωνικότητας (οι οποίες δεν προσμετρώνται στο δείκτη ευρυζωνικής διείσδυσης).

9.3 Εξέλιξη Λιανικού Κόστους Πρόσβασης

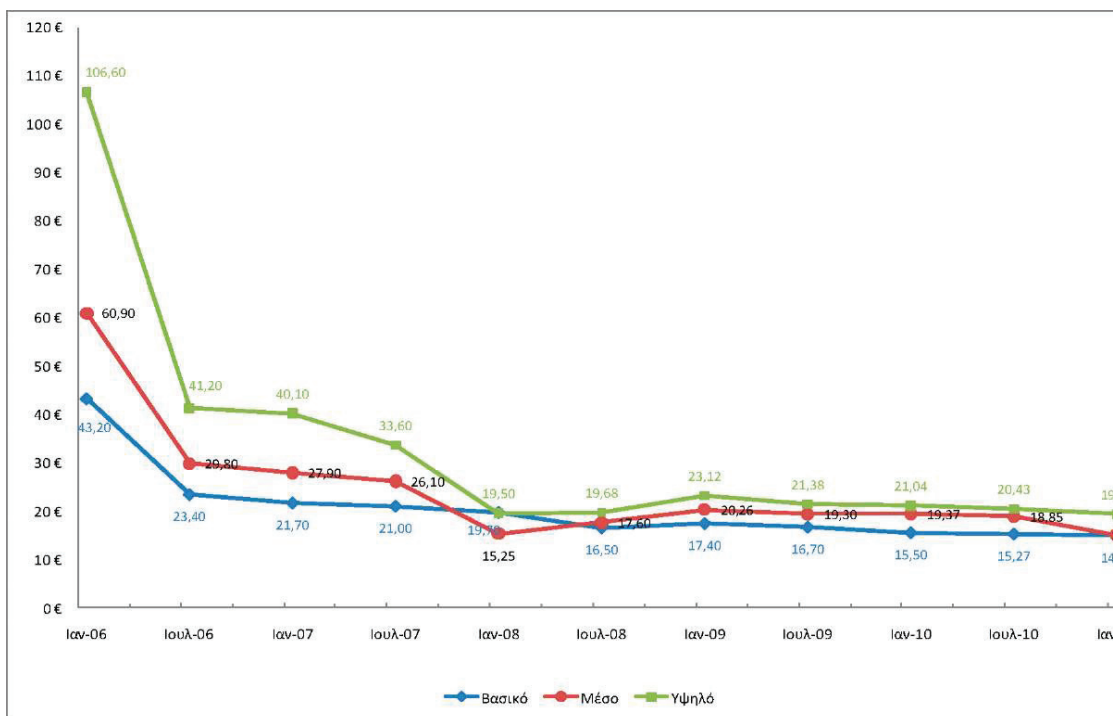
Εδώ και τουλάχιστον 4 χρόνια οι σχετικές με την ευρυζωνική διαδικτυακή πρόσβαση προσφορές προϊόντων εντάσσονται σε τρεις κύριες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται εκείνες οι προσφορές που αφορούν μόνο σε παροχή ευρυζωνικής διαδικτυακής πρόσβασης. Στη δεύτερη κατηγορία εντοπίζονται εκείνες που συνδυάζουν ευρυζωνική σύνδεση και υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας (double play), ενώ στην τρίτη κατηγορία εντοπίζονται αυτές που συνδυάζουν και υπηρεσίες ψυχαγωγίας, κυρίως τηλεοπτικής (triple play). Στην παρούσα αναφορά το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην πρώτη κατηγορία προσφορών για λόγους σύγκρισης στοιχείων με τις προηγούμενες αναφορές.

Και σε αυτό το εξάμηνο αναφοράς, η διάταξη των προσφορών πακέτων ευρυζωνικής πρόσβασης γίνεται σε 3 ομάδες με βάση τα εύρη των ονομαστικών ταχυτήτων καταβίβασης. Η βασική πρόσβαση περιλαμβάνει τα πακέτα έως και τα 2 Mbps, η μέση πρόσβαση τα πακέτα έως και 10 Mbps και η υψηλή πρόσβαση τα πακέτα έως και 24 Mbps.

Σε γενικές γραμμές, η πτωτική τάση του μέσου όρου των τιμών συνεχίστηκε και στο 2^ο εξάμηνο του 2010:

1. στο βασικό πακέτο πρόσβασης το λιανικό κόστος μειώθηκε κατά 2,4%
2. στο μέσο πακέτο πρόσβασης το λιανικό κόστος μειώθηκε κατά 20,4%
3. στο υψηλό πακέτο πρόσβασης το λιανικό κόστος μειώθηκε κατά 5,6%

9.3.1 Διάγραμμα 4: Εξέλιξη Μέσου Όρου Λιανικού Κόστους (σε €) Ευρυζωνικής Πρόσβασης



Πηγή: Παρατηρητήριο για την ΚτΠ

Μελετώντας το Διάγραμμα 4 και την εξέλιξη του λιανικού κόστους πρόσβασης παρατηρούμε ότι το μεσαίο πακέτο πρόσβασης παρουσιάζει το τελευταίο εξάμηνο αισθητή μείωση (20,4%), και σχεδόν φτάνει το κόστος του βασικού πακέτου. Στις άλλες δύο κατηγορίες πακέτων πρόσβασης, οι τιμές παραμένουν περίπου στα ίδια επίπεδα με το 1^ο εξάμηνο του 2010. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι πλέον οι πάροχοι, αλλά και το καταναλωτικό κοινό, εστιάζουν την προσοχή τους στα συνδυαστικά πακέτα⁶ (double play, triple play) και στα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που αυτά προσφέρουν και κατά συνέπεια ο ανταγωνισμός μεταφέρεται στις τιμές αυτών. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι σε ορισμένες περιπτώσεις με ένα επιπλέον κόστος 3 - 4 ευρώ περίπου επί του βασικού ή μέσου πακέτου πρόσβασης μπορεί ο καταναλωτής να αγοράσει το αντίστοιχο πακέτο double play. Ο αριθμός των συνδρομητών που χρησιμοποιούσαν συνδυαστικά πακέτα ήταν στο τέλος του 2^{ου} εξαμήνου του 2010 1.719.990⁷ (1.609.806 πακέτα double play, 110.184 πακέτα triple

⁶ Τα μεγέθη που παρουσιάζονται αφορούν συνδυαστικά πακέτα τα οποία περιλαμβάνουν και ευρυζωνική πρόσβαση στο διαδίκτυο

⁷ Πηγή ΕΕΤΤ βάσει στοιχείων που έχουν υποβάλλει οι αδειοδοτημένοι πάροχοι

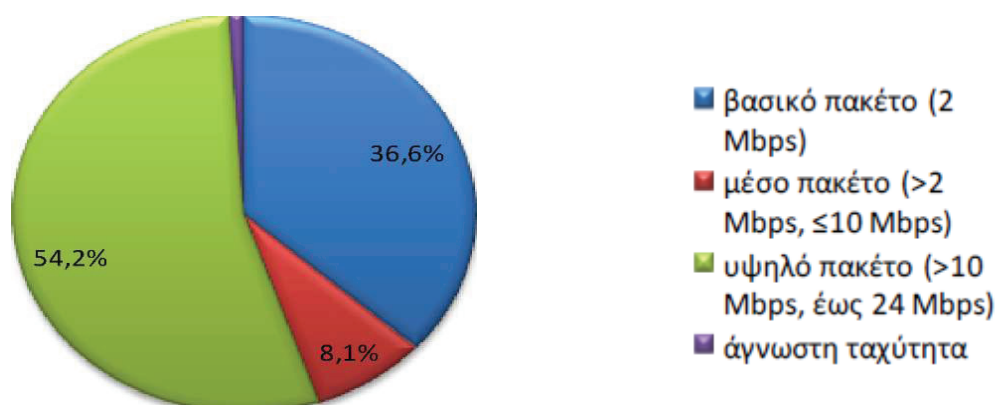
play), δηλαδή το 76,3% των ευρυζωνικών συνδέσεων στην Ελλάδα προέρχονται από τα πακέτα αυτά έναντι 56,8% ένα χρόνο πριν, γεγονός που φανερώνει τη σαφή προτίμηση των καταναλωτών προς αυτά.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με βάση στοιχεία της ΕΕΤΤ, για το 2^ο εξάμηνο του 2010, στο πακέτο ευρυζωνικής πρόσβασης <2Mbps συγκεντρώνεται περίπου το 36,6% των ενεργών συνδέσεων (έναντι 42% το προηγούμενο εξάμηνο), στο πακέτο ευρυζωνικής πρόσβασης >2 - 10Mbps ανήκει περίπου το 8,1% (έναντι 5,9% το προηγούμενο εξάμηνο), ενώ στο πακέτο πρόσβασης >10Mbps συγκεντρώνεται το 54,2% (έναντι 51,9% το προηγούμενο εξάμηνο). Η αύξηση των συνδέσεων στο υψηλό πακέτο πρόσβασης σε σχέση με τα υπόλοιπα, δεν οφείλεται τόσο στην καταναλωτική τάση, όσο στις ενέργειες του κυρίαρχου πάροχου (ΟΤΕ) να αναβαθμίσει τις ταχύτητες των συνδέσεων του μέσου πακέτου με ταχύτητες ίσες του υψηλού

9.4 Κατανομή ευρυζωνικών γραμμών ανά ταχύτητα πρόσβασης

Η κατανομή των συνολικών ευρυζωνικών γραμμών ανά ονομαστική ταχύτητα πρόσβασης την 1^η Ιανουαρίου 2011 στην Ελλάδα, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5:

9.4.1 Διάγραμμα 5: Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών (ΑΡΥΣ και ΑΠΤΒ) ανά ονομαστική ταχύτητα (1/1/2011)

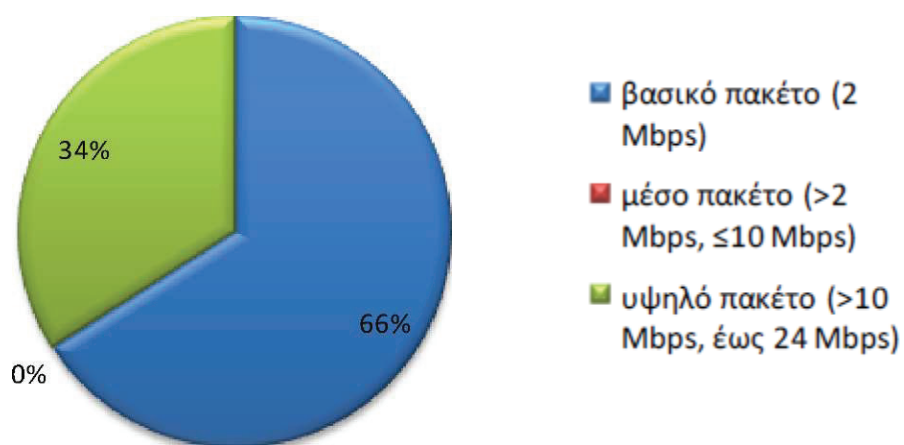


Πηγή: Παρατηρητήριο για την ΚτΠ (επεξεργασία στοιχείων ΕΕΤΤ)

Όπως παρατηρούμε στο Διάγραμμα 5 η πλειονότητα των συνδέσεων ανήκουν στο υψηλό πακέτο, συνεχίζοντας την αυξητική τάση των τελευταίων ετών.

Βέβαια όπως θα δούμε και παρακάτω (Διαγράμματα 6 & 7), το αποτέλεσμα αυτό αποδίδεται κυρίως στις γραμμές ΑΠΤΒ και στους εναλλακτικούς παρόχους. Η κατανομή των ευρυζωνικών γραμμών τύπου ΑΡΥΣ⁸ (λιανικής και χονδρικής) ανά ονομαστική ταχύτητα πρόσβασης παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 6:

9.4.2 Διάγραμμα 6: Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών (ΑΡΥΣ λιανικής και χονδρικής) ανά ονομαστική ταχύτητα (1/1/2011)



Πηγή: Παρατηρητήριο για την ΚΤΠ (επεξεργασία στοιχείων ΕΕΤΤ)

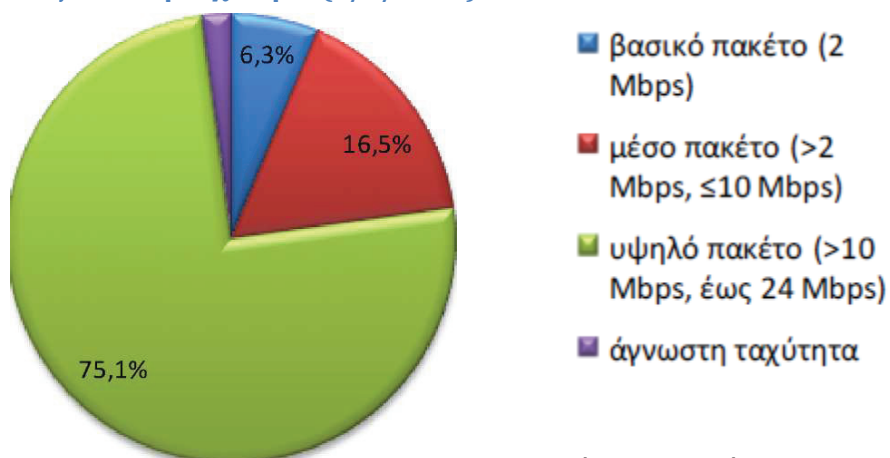
Στο παραπάνω Διάγραμμα παρατηρούμε ότι περίπου τα 2/3 των γραμμών ΑΡΥΣ παραμένουν στο βασικό πακέτο με μικρή μεταβολή από το 1^ο εξάμηνο του 2010 (70%).

Αντίστοιχα, η κατανομή των ευρυζωνικών γραμμών τύπου ΑΠΤΒ⁹ (πλήρους ή μεριζόμενης πρόσβασης) ανά ονομαστική ταχύτητα πρόσβασης παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 7:

⁸ ΑΡΥΣ: Ασύμμετρου Ρυθμού Σύνδεση, αφορά ευρυζωνικές συνδέσεις του ΟΤΕ

⁹ Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο, αφορά ευρυζωνικές συνδέσεις των εναλλακτικών παρόχων

9.4.3 Διάγραμμα 7: Ποσοστιαία κατανομή ευρυζωνικών γραμμών (ΑΠΤΒ) ανά ονομαστική ταχύτητα (1/1/2011)



Πηγή: Παρατηρητήριο για την ΚτΠ (επεξεργασία στοιχείων ΕΕΤΤ)

Όπως προαναφέραμε, παρατηρούμε (Διάγραμμα 7) την πλειοψηφία (75,1%) των συνδρομητών των εναλλακτικών παρόχων να επιλέγουν υψηλό πακέτο πρόσβασης. Σε αρκετές περιπτώσεις αυτό μπορεί να αποτελεί τη μοναδική διαθέσιμη επιλογή ή προσφέρεται σε πολύ ανταγωνιστικό κόστος σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες πακέτων.

10 Κεφάλαιο

ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ

10.1 Εισαγωγή

Το Μητροπολιτικό Ευρυζωνικό Δίκτυο Οπτικών Ινών του Δήμου Ναυπάκτου διασύνδεει 25 σημεία με χρήση 1 κύριου κόμβου και 5 κόμβων πρόσβασης. Ο προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 348.396,60 €, πλέον του ΦΠΑ, (σύνολο 414.592,00 €). Το σύνολο των εκσκαφών (συνολικό μήκος χαντακιού δικτύου), είναι τουλάχιστον 5,81 Km.

10.2 Συνοπτική περιγραφή του MAN

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ονομαστικά όλοι οι φορείς οι οποίοι θα αποτελέσουν τα σημεία σύνδεσης του Μητροπολιτικού Δικτύου του Δήμου Ναυπάκτου.

Αριθμός Σημείου	Ονομασία Φορέα που συνδέεται στο MAN	Διεύθυνση
Σ1	1ο Ενιαίο Λύκειο, 1ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου	Γ. Αθάνα 49
Σ2	Αναπτυξιακή Ναυπάκτου (AN-NA)	Ασημακοπούλου 4-6
Σ3	2ο Ενιαίο Λύκειο, 2ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου	Ν. Τσάρα 9
Σ4	2ο Δημοτικό Σχολείο Ναυπάκτου	Θέρμου 60
Σ5	1ο ΤΕΕ, 2ο ΤΕΕ Ναυπάκτου	Ν. Τσάρα 6-7
Σ6	Παπαχαραλάμπειος Δημόσια Αίθουσα	Α. Κοζώνη 7
Σ7	Τεχνική Υπηρεσία Ναυπάκτου	Α. Νόβα 9
Σ8	Δημαρχείο Ναυπάκτου	Ι. Τζαβέλλα 37
Σ9	Ιερά Μητρόπολη Ναυπάκτου	Γ. Αθάνα 1

Σ10	Οικία Τζαβέλα (22η ΕΒΑ)	Λιμάνι – Οικία Τζαβέλλα
Σ11	ΔΕΥΑ, Οικονομική Υπηρεσία Ναυπάκτου	Τέρμα παρόδου Αν. Κοζώνη
Σ12	Τζαμί Λιμένος (Βυζαντική Συλλογή)	Λιμάνι – Φωρμίονος 5
Σ13	Γραφείο Πολεοδομικών Εφαρμογών	Λ. Βύρωνα & Φιλικής Εταιρίας
Σ14	Ι.Κ.Α. Ναυπάκτου	Λ. Βύρωνα & Π. Ρήγα
Σ15	1ο Δημοτικό Σχολείο Ναυπάκτου	Μανάσση 4
Σ16	Κ.Ε.Π. Ναυπάκτου	Κάθοδος Δωριέων - Γρίμποβο
Σ17	3ο Δημοτικό Σχολείο Ναυπάκτου	Διος 9
Σ18	Πυροσβεστική Υπηρεσία	Αφροδίτης 11
Σ19	6ο Δημοτικό Σχολείο Ναυπάκτου	Λυγιά Ναυπάκτου
Σ20	ΤΕΙ	Ε.Ο. Ναυπάκτου – Ιτέας, Γέφυρα Βαριά
Σ21	Ειρηνοδικείο - Βιβλιοθήκη	Πάροδος Αν. Κοζώνη
Σ22	ΔΟΥ Ναυπάκτου	Πάροδος Αν. Κοζώνη
Σ23	Κέντρο Υγείας	Ε.Ο. Ναυπάκτου – Ιτέας, Ξηροπήγαδο
Σ24	Κτίριο Ναυπακτία	Λιμάνι
Σ25	3ο Γυμνάσιο Ναυπάκτου	Λυγιά Ναυπάκτου

Πίνακας 45: Σημεία σύνδεσης του Μητροπολιτικού Ευρυζωνικού Δικτύου Οπτικών Ινών του Δήμου Ναυπάκτου

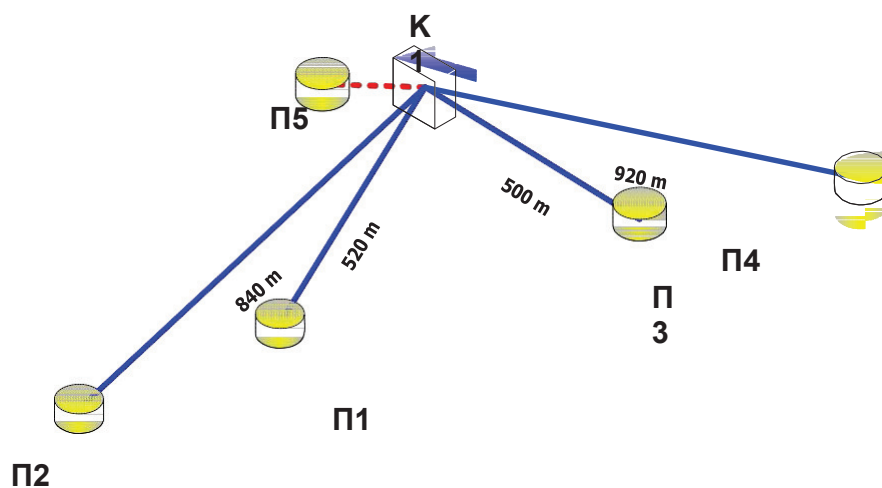
Στον παρακάτω πίνακα απαριθμούνται οι κόμβοι και τα σημεία που διασυνδέονται με χρήση ασύρματης τεχνολογίας:

Κύριοι Κόμβοι	Κόμβοι Διανομής	Κόμβοι Πρόσβασης	Σύνολο σημείων που συνδέονται με ασύρματη ζεύξη
1	0	5	4

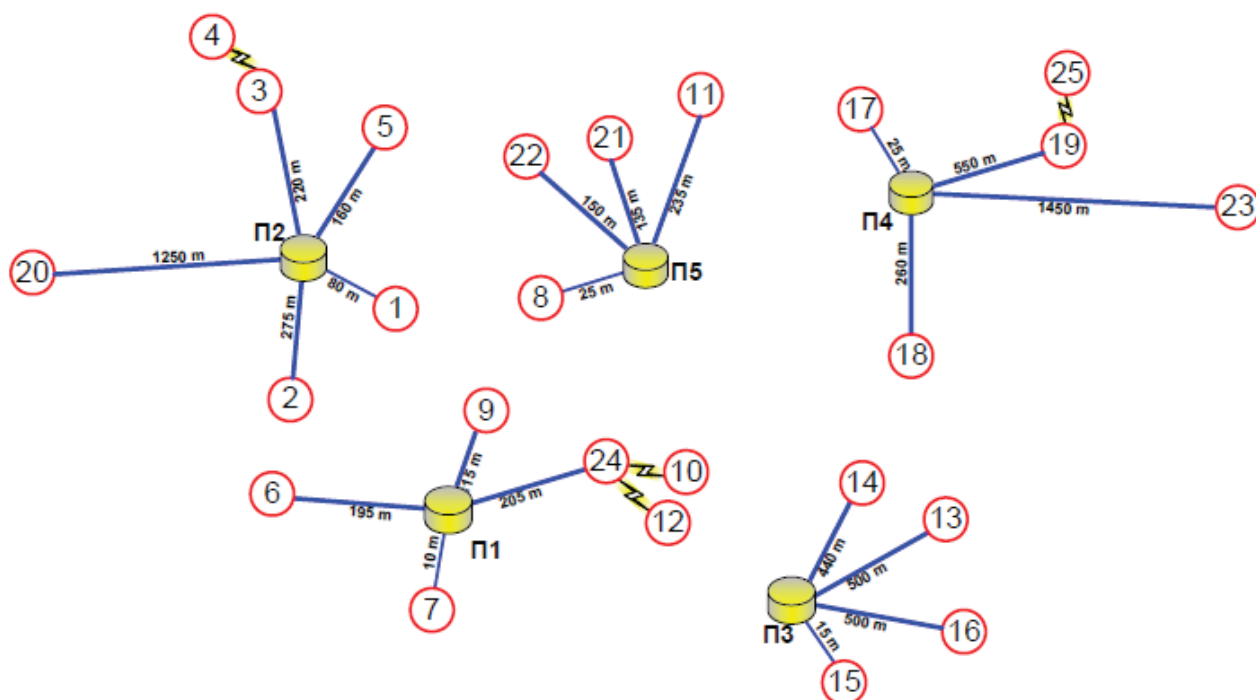
Πίνακας 46: Κόμβοι του Μητροπολιτικού Ευρυζωνικού Δικτύου Οπτικών Ινών του Δήμου Ναυπάκτου

10.2.1 Στοιχεία όδευσης

Η λογική αναπαράσταση του MAN στα 2 επίπεδα δικτύου (δίκτυο πρόσβασης και δίκτυο σύνδεσης φορέων) αποτυπώνεται στα παρακάτω σχήματα.



Σχήμα 44: Λογική αναπαράσταση Δικτύου Πρόσβασης του MAN Ναυπάκτου.



Σχήμα 45: Λογική αναπαράσταση Δικτύου Σύνδεσης φορέων του MAN Ναυπάκτου

Στο Σχήμα 46 αποτυπώνεται σε χάρτη του Δήμου Ναυπάκτου η όδευση του δικτύου οπτικών ινών.

Η αποτύπωση επίσης περιλαμβάνει:

1. Τους φορείς του δημοσίου που θα συνδεθούν στο MAN, οι οποίοι αναπαρίστανται ως αριθμημένα σημεία (η αρίθμηση αντιστοιχεί στον Αριθμό Σημείου στον πίνακα της προηγούμενης παραγράφου),
2. Τους κόμβους (Κύριος κόμβος και κόμβοι Πρόσβασης) του δικτύου οπτικών ινών, και
3. Τα σημεία που συνδέονται με χρήση ασύρματης τεχνολογίας και τις αντίστοιχες ζεύξεις.



Σχήμα 46: Απεικόνιση της Όδεσης του ΜΑΝ Ναυπάκτου σε Χάρτη της Πόλης

10.3 ΙΔΡΥΣΗ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Ε

10.3.1 Εισαγωγή

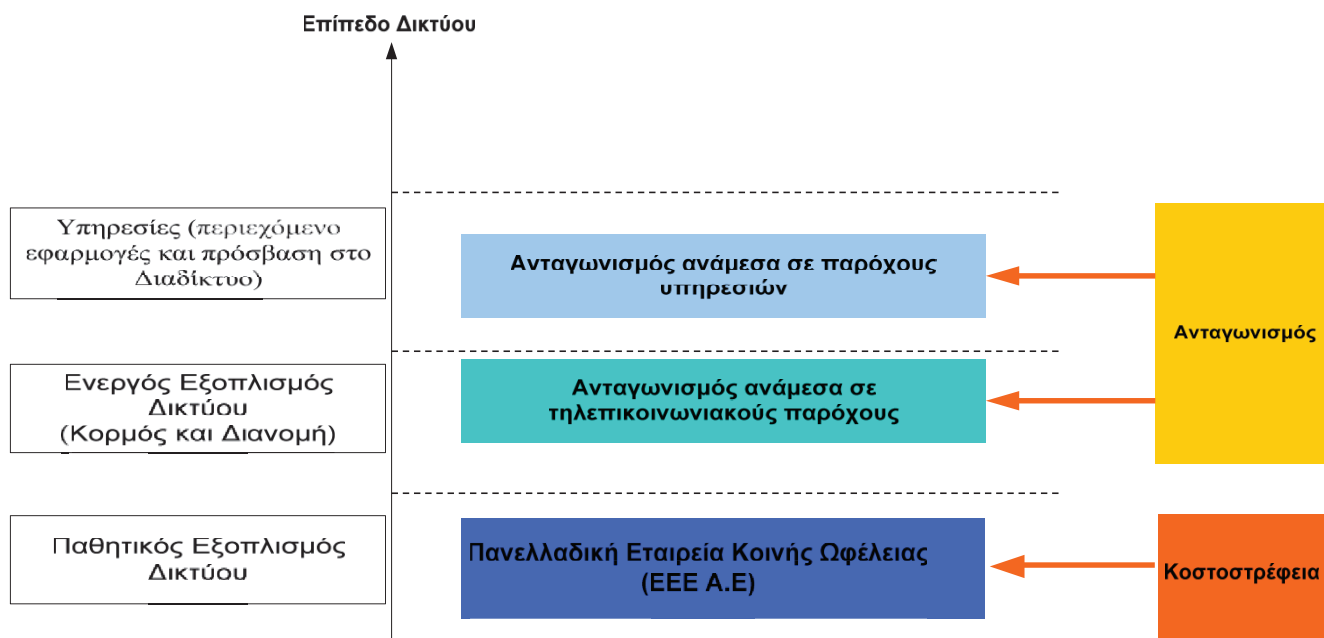
Σε αυτό το ενότητα γίνεται παρουσίαση τελικής πρότασης, δηλαδή της εταιρείας Ναυπάκτου α.ε της οποίας οι αρμοδιότητες θα περιλαμβάνουν διαχείριση, συντήρηση, επέκταση και διασύνδεση των ευρυζωνικών δικτύων, ενημέρωση των πολιτών, μελέτη και καταγραφή των τοπικών αναγκών, και διαβούλευση με τους φορείς. Συγκεκριμένα, η εταιρεία αυτή θα είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία των ευρυζωνικών υποδομών σε περιοχές της χώρας όπου δεν υπάρχουν υποδομές δικτύων οπτικών ινών, και να παρέχει μέρος της υποδομής αυτής στους παρόχους κοστοστρεφώς. Αντικείμενο της εταιρείας είναι η εκμετάλλευση, διαχείριση, συντήρηση και επέκταση (σε διάφορες φάσεις) του παθητικού εξοπλισμού (φυσικό επίπεδο) των ευρυζωνικών μητροπολιτικών δικτύων.

Η ανάλυση της τελικής πρότασης εστιάζεται στη συνέχεια στα παρακάτω:

- Περιγραφή της Ναυπάκτου α.ε: Περιλαμβάνει το όραμα, το αντικείμενο, το οργανωτικό σχήμα και το καταστατικό σύστασης και λειτουργίας της Ναυπάκτου α.ε.
- Μελέτη βιωσιμότητας του δικτύου: Περιλαμβάνει την ανάλυση κόστους δημιουργίας, συντήρησης και επέκτασης του δικτύου της Ναυπάκτου α.ε, καθώς και την ανάλυση των εσόδων της Ναυπάκτου α.ε, ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του δικτύου. Επιπλέον αναφέρονται το επιχειρηματικό ρίσκο και θέματα τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής.
- Οικονομικά οφέλη για ενδεικτικές υπηρεσίες/οργανισμούς που θα συνδεθούν στο δίκτυο της Ναυπάκτου α.ε: Περιλαμβάνει την περιγραφή των οικονομικών οφελών για τους εν δυνάμει πελάτες της Ναυπάκτου α.ε (ιδιωτικών τηλεπικοινωνιακών παρόχων του επιπέδου 2 που πρόκειται να εγκαταστήσουν ενεργό εξοπλισμό), των δημόσιων υπηρεσιών/οργανισμών που θα συνδεθούν στο δίκτυο της Ναυπάκτου α.ε και των ιδιωτών/επιχειρήσεων που θα χρησιμοποιούν ευρυζωνικές υπηρεσίες.

10.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Ε

Το προτεινόμενο επιχειρηματικό μοντέλο απεικονίζεται σχηματικά στο Σχήμα 15.



Σχήμα 15: Το προτεινόμενο επιχειρηματικό μοντέλο

Στα δύο ανώτερα επίπεδα (υπηρεσίες και ενεργός εξοπλισμός δικτύου) δραστηριοποιούνται ιδιωτικές εταιρείες, ενώ στο πρώτο επίπεδο (παθητικός εξοπλισμός δικτύου) δραστηριοποιείται της Ναυπάκτου α.ε.

Ο Πίνακας 16 παρουσιάζει συγκεντρωτικά το προτεινόμενο επιχειρηματικό μοντέλο για την αξιοποίηση των ευρυζωνικών υποδομών. Συγκεκριμένα αναφέρονται οι παίκτες, οι ρόλοι, τα κόστη (CAPEX και OPEX), καθώς και τα έσοδα σε κάθε επίπεδο (υπηρεσίες, ενεργός εξοπλισμός δικτύου, παθητικός εξοπλισμός δικτύου).

Επίπεδο	Παίκτες	Ρόλοι	CAPEX	OPEX
1. Υπηρεσίες (περιεχόμενο εφαρμογές και πρόσβαση στο Διαδίκτυο)	Ιδιωτικές εταιρείες	Πάροχος υπηρεσιών Οντότητα ενοποίησης υπηρεσιών Πάροχος υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας Οντότητα συγκέντρωσης περιεχομένου Πάροχος περιεχομένου Δημιουργός/Ιδιοκτήτης περιεχομένου	(Δεν υφίσταται)	Πωλήσεις και μάρκετινγκ, απόκτηση πελατών Παροχές σε πελάτες Φροντίδα πελατών Χρέωση και τιμολόγηση Διαχείριση υπηρεσιών Ανάπτυξη προϊόντων/πλατφορμών Περιεχόμενο Ενοίκιο φυσικών δικτυακών πόρων Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)
2. Ενεργός εξοπλισμός δικτύου	Ιδιωτικές εταιρείες	Πάροχος δικτύου πρόσβασης Πάροχος δικτύου κορμού (μόνο στα OSI Layers 2 και 3)	Ενεργός εξοπλισμός δικτύου (μεταγωγείς κ.λπ.)	Πωλήσεις και μάρκετινγκ, απόκτηση πελατών Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών Άδειες λογισμικού, υπεργολαβίες συντήρησης

Επίπεδο	Παίκτες	Ρόλοι	CAPEX	OPEX	Ροές εσόδων
				πελατών Παροχές σε πελάτες Φροντίδα πελατών Διαχείριση δικτύων Ενοίκιο φυσικών δικτυακών πόρων Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)	
3. Παθητικός εξοπλισμός δικτύου	Πανελλαδική εταιρεία κοινής ωφέλειας	Πάροχος δικτύου κορμού (μόνο στο επίπεδο 1)	Παθητικός εξοπλισμός (σωληνώσεις, μικρο- σωληνώσεις οπτικές ίνες) Εργασίες (εκσκαφές, αποκαταστάσεις, κ.λπ.)	Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών Χρέωση και τιμολόγηση Παροχές σε πελάτες Φροντίδα πελατών Κανονισμοί/Ρυθμίσεις (Regulation)	Έσοδα από το ενοίκιαση φυσικών δικτυακών πόρων κοστοστρεφώς

Πίνακας 16: Προτεινόμενο επιχειρηματικό μοντέλο για την αξιοποίηση των ευρυζωνικών υποδομών

10.4 ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ

10.4.1 Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζει τη μελέτη βιωσιμότητας του δικτύου. Περιλαμβάνει την ανάλυση κόστους δημιουργίας, συντήρησης και επέκτασης του δικτύου της Ναυπάκτου Α.Ε, καθώς και την ανάλυση των εσόδων της Ναυπάκτου Α.Ε, ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του δικτύου. Επιπλέον, αναφέρονται το επιχειρηματικό ρίσκο και επιπλέον θέματα τα οποία αξίζουν ιδιαίτερης προσοχής.

10.4.2 Ανάλυση κόστους δημιουργίας, συντήρησης και επέκτασης του δικτύου της ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Ε

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το κόστος ενός ευρυζωνικού δικτύου (και γενικότερα μιας επένδυσης) χωρίζεται σε δύο μέρη, στο κόστος κατασκευής (CAPEX – Capital Expense) και στο κόστος λειτουργίας και συντήρησης (OPEX – Operational Expense).

Στις ενότητες που ακολουθούν, αναλύονται και υπολογίζονται τα απαιτούμενα κόστη.

10.4.3 CAPEX

Το δίκτυο οπτικών ινών της Ναυπάκτου έχει ένα αρκετά σημαντικό αρχικό κόστος κατασκευής και εγκατάστασης παθητικού εξοπλισμού, το οποίο κατ' εκτίμηση αγγίζει το 70% του συνολικού κόστους. Το CAPEX για την κατασκευή του παθητικού εξοπλισμού δικτύου καλύπτεται σε πρώτη φάση στα πλαίσια της πρόσκλησης Π93 και περιλαμβάνει:

- Το κόστος δημιουργίας του δικτύου, το οποίο περιλαμβάνει τις εργασίες εκσκαφής, τη δημιουργία φρεατίων, την προμήθεια και εγκατάσταση μικροσωληνώσεων/σωληνώσεων και την προμήθεια και εγκατάσταση οπτικών ινών.
- Το κόστος δημιουργίας των κόμβων του δικτύου, το οποίο περιλαμβάνει την προμήθεια και εγκατάσταση των χώρων στέγασης των κόμβων (για εξωτερικούς κόμβους του δικτύου), την προμήθεια και εγκατάσταση ικριωμάτων παθητικού εξοπλισμού, ικριωμάτων ενεργού εξοπλισμού, τον απαραίτητο ενεργό εξοπλισμό, διατάξεις κλιματισμού, διατάξεις UPS και συστήματα ελέγχου πρόσβασης.

- Το κόστος τοποθέτησης παθητικού εξοπλισμού στους χρήστες, το οποίο περιλαμβάνει την προμήθεια και εγκατάσταση επιτοίχιων κιβωτίων τερματισμού. Επίσης, ανάλογα με την πολιτική η οποία θα ακολουθηθεί, μπορεί να προβλέπεται και η εγκατάσταση ενεργού εξοπλισμού σε επιλεγμένους χρήστες.
- Το κόστος εγκατάστασης τυχόν ασύρματου εξοπλισμού για τη διασύνδεση σημείων στο δίκτυο ασύρματα. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης ιστών για εγκατάσταση κεραίων, κεραίες, καθώς και τον απαραίτητο ενεργό εξοπλισμό.

Το συνολικό κόστος δημιουργίας του οπτικού δικτύου προκύπτει από το άθροισμα των παραπάνω επιμέρους κοστών. Συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό του κόστους δημιουργίας ενός οπτικού δικτύου μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω πίνακες. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές που δίνονται σε αυτούς τους πίνακες είναι ενδεικτικές και ίσχυαν τον Αύγουστο του 2006.

A/A	Είδος	Μονάδα Μέτρησης	Κόστος Μονάδος (με ΦΠΑ)
1	Σκαπτικά		
	Χαντάκια Χ1	m	21,0 €
	Χαντάκια Χ2	m	22,3 €
	Χαντάκια Χ3	m	15,0 €
	υπέργια όδευση	m	21,8 €
2	Φρεάτια		
	Φ1 (μεγάλο) - 120x80x75 (cm)	πλήθος	600,0 €
	Φ1 (μικρό) - 60x60x65 (cm)	πλήθος	423,0 €
	Φ2 ΣΕ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟ	πλήθος	293,0 €
3	Σωλήνες		
	Φ40mm/(32mm	m	1,3 €
	Φ50mm/44mm	m	1,4 €
4	Οπτική Καλωδίωση		
	Κ3/2 για μικροσωλήνα Μ2	m	1,0 €
	Κ3/4 για μικροσωλήνα Μ2	m	1,0 €

Κεφάλαιο 10

	Κ3/8 για μικροσωλήνα Μ2	m	1,1 €
	Κ3/12 για μικροσωλήνα Μ2	m	1,2 €
	Κ2/4 για μικροσωλήνα Μ1	m	1,0 €
	Κ2/8 για μικροσωλήνα Μ1	m	1,3 €
	Κ2/12 για μικροσωλήνα Μ1	m	1,3 €
	Κ2/24για μικροσωλήνα Μ1	m	1,5 €
	Κ2/36για μικροσωλήνα Μ1	m	1,8 €
	Κ2/48για μικροσωλήνα Μ1	m	1,8 €
	Κ2/72για μικροσωλήνα Μ1	m	2,2 €
5	Μικροσωληνώσεις		
	1-μικροσωληνώση 10/8mm (Μ1)	m	1,3 €
	4-μικροσωληνώσεις 10/8mm (Μ1)	m	2,5 €
	5-μικροσωληνώσεις 10/8mm (Μ1)	m	2,8 €
	7-μικροσωληνώσεις 10/8mm (Μ1)	m	3,3 €
	24-μικροσωλήνες 5/3,5mm (Μ2)	m	3,9 €
	12-μικροσωληνώσεις 5/3,5 mm (Μ2)	m	2,3 €
	4-μικροσωληνώσεις 5/3,5 mm (Μ2)	m	1,3 €
	Διακλαδωτήρες Μικροσωληνώσεων (ΤΑΥ)	Πλήθος	20,7 €
	Διακλαδωτήρες Μικροσωληνώσεων (ΠΙ)	Πλήθος	27,8 €
6	Μούφες		
	ΜΟΥΦΕΣ 24 ΙΝΩΝ	Πλήθος	417,0 €
	ΜΟΥΦΕΣ 72 ΙΝΩΝ	Πλήθος	939,0 €
7	Συγκολλήσεις - Τερματισμοί		
	ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ	Πλήθος	11,0 €
	ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥΣ ΣΕ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ ΠΟΥ ΚΟΣΤΟΛΟΓΟΥΝΤΑΙ	Πλήθος	11,0 €

Πίνακας 15: Ενδεικτικό κόστος δημιουργίας δικτύου οπτικών ινών.

Κεφάλαιο 10

Α/Α	Είδος	Μονάδα Μέτρησης	Κόστος Μονάδος (με ΦΠΑ)
1	Ενεργός Εξοπλισμός Μεταγωγείς		
	Media convertors	Πλήθος	276,79 €
	Switch χρηστών (αποδέκτες Gbps ή ίνα)	Πλήθος	933,45 €
	Switch κόμβων πρόσβασης 12 ports + SFP	Πλήθος	7.939,40 €
	Switch κύριων κόμβων (24 ports) + SFP	Πλήθος	41.372,21 €
	Switch ασύρματων σημείων	Πλήθος	462,75 €
2	Λοιπός εξοπλισμός κόμβων (Παθητικός Εξοπλισμός)		
	FOT PatchCords (LC-LC patch singlemode patch cord 5m)	Πλήθος	22,46 €
	PigTails (12x)	Πλήθος	85,46 €
	XC PatchCords ΣΥΝΔΕΤΙΚΕΣ ΧΟΡΔΕΣ CROSS CONNECT 5m.	Πλήθος	14,52 €
	Patch panels 12LC - 1U (ODF Πλαίσια Οπτικής Διανομής και Τερματισμού 12 συνδέσμων για τελικό χρήστη)	Πλήθος	221,70 €
	Patch panels 48LC - 1U (ODF Πλαίσια Οπτικής Διανομής και Τερματισμού 48 συνδέσμων - Connectors για ΚΠ)	Πλήθος	454,00 €
	Patch panels 72LC - 1U (ODF Πλαίσια Οπτικής Διανομής και Τερματισμού 72 συνδέσμων για ΚΔ)	Πλήθος	634,00 €
	Patch panels 72 LC - 1U (ODF 72 συνδέσμων για ΚΚ)	Πλήθος	634,00 €
	Racks ενεργού εξοπλισμού (39U εξωτερικός όγκος) ΚΚ	Πλήθος	1.540,00 €
	Racks ενεργού εξοπλισμού (39U εξωτερικός όγκος) ΚΠ	Πλήθος	1.048,00 €
	Racks παθητικού εξοπλισμού (39U εξωτερικός όγκος) ΚΔ+ΚΡ+ΚΚ - ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ	Πλήθος	913,00 €
	Racks ενεργού εξοπλισμού (39U εξωτερικός όγκος) ΧΡΗΣΤΩΝ - ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ	Πλήθος	690,00 €
	IFC καλώδιο 50m για εσωτερική χρήση σε σημεία	Πλήθος	65,00 €

Κεφάλαιο 10

	Επιτοίχια κιβώτια χρηστών	Πλήθος	509,00 €
3	Χώροι και εξοπλισμός		
	Ισοθερμικός οικίσκος Εξωτερικού χώρου ΜΙΚΡΟΣ ΟΙΚΙΣΚΟΣ για στεγάση ΚΠ (1600X1500X600) ΧΩΡΙΣ Α/Σ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ (ΜοΑΠ)	Πλήθος	5.650,00 €
	Ισοθερμικός οικίσκος Εξωτερικού χώρου ΜΙΚΡΟΣ ΟΙΚΙΣΚΟΣ για Συστεγασμένους ΚΔ και ΚΠ ΤΥΠΟΣ Α (2100X2100X600) ΧΩΡΙΣ Α/Σ ΚΑΙ ΜοΑΠ	Πλήθος	7.380,00 €
	Ισοθερμικός οικίσκος Εξωτερικού χώρου ΜΙΚΡΟΣ ΟΙΚΙΣΚΟΣ για Συστεγασμένους ΚΔ και ΚΠ ΤΥΠΟΣ Β (1600X2100X600) ΧΩΡΙΣ Α/Σ ΚΑΙ ΜοΑΠ	Πλήθος	6.560,00 €
	Ισοθερμικός οικίσκος Εξωτερικού χώρου- ΜΕΓΑΛΟΣ ΟΙΚΙΣΚΟΣ για Συστεγασμένους ΚΚ,ΚΔ και ΚΠ (3170X2570X2810) ΧΩΡΙΣ Α/Σ ΚΑΙ ΜοΑΠ	Πλήθος	17.250,00 €
	Οικίσκος Εξωτερικού χώρου για Στέγαση Ασύρματου εξοπλισμού (1200X1500X600)	Πλήθος	5.180,00 €
	Α/Σ (ΜΟΝΟΝ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΟ ΟΙΚΙΣΚΟ ΕΞ ΧΩΡΟΥ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟΣ ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΔΕΝ ΕΧΕΙ HEAT EXCHANGER)	Πλήθος	586,50 €
	UPS κύριου κόμβου ΚΑΙ Η/Σ	Πλήθος	11.000,00 €
	UPS κόμβου πρόσβασης	Πλήθος	2.000,00 €
	Συστήματα ασφαλείας (authentication)	Πλήθος	644,00 €
4	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΌ ΚΛΟΠΗ ΤΩΝ ΚΚ, ΚΔ,ΚΠ (ΛΟΥΚΕΤΑ, ΚΛΕΙΔΑΡΙΕΣ)	Πλήθος	130,0 €
5	Διαμόρφωση χώρων κόμβων		
	Κύριος Κόμβος / Κόμβος Διανομής / Κόμβος Πρόσβασης ΕΩΣ 10 Μ2	Πλήθος	4.190,00 €
	Κύριος Κόμβος / Κόμβος Διανομής / ΕΩΣ 15 Μ2	Πλήθος	5.580,00 €
	Κύριος Κόμβος ΕΩΣ 25 Μ2	Πλήθος	8.370,00 €

Πίνακας 16: Ενδεικτικό κόστος δημιουργίας κόμβων δικτύων.

A/A	Είδος	Μονάδα Μέτρησης	Κόστος Μονάδος (με ΦΠΑ)
1	Επιτοίχιο κιβώτιο τερματισμού		
	1. Επιτοίχιο κιβώτιο τερματισμού 4 οπτικών ινών	Τεμάχιο	300,0 €
	2. Επιτοίχιο κιβώτιο τερματισμού 8 οπτικών ινών	Τεμάχιο	350,0 €
	3. Συγκολλήσεις (spllices)		2,0 €
2	Λοιπός παθητικός εξοπλισμός		
	1. Οπτική καλωδίωση σε εσωτερικό κτιρίου	Τεμάχιο	300,0 €
3	Ενεργός εξοπλισμός		
	1. Ethernet Μεταγωγείς Μεγάλων Χρηστών	Τεμάχιο	1.000,0 €
	2. Μετατροπείς από οπτικό σε UTP με SFP	Τεμάχιο	300,0 €

Πίνακας 17: Ενδεικτικό κόστος εγκατάστασης εξοπλισμούς στους χρήστες.

A/A	Είδος	Μονάδα Μέτρησης	Κόστος Μονάδος (με ΦΠΑ)
1	Ιστός		
	Ιστός ανάρτησης κεραιών Ασύρματης Βάσης	Τεμάχιο	496,00 €
	Ιστός ανάρτησης κεραιών Ασύρματου Συνδεδόμενου Σημείου	Τεμάχιο	1.928,00 €
2	Ενεργός εξοπλισμός		
	Εξοπλισμός Ασύρματης Βάσης (WiFi)	Τεμάχιο	2.331,00 €
	Εξοπλισμός Ασύρματης Βάσης (Wimax)	Τεμάχιο	4.232,00 €
	Εξοπλισμός Ασύρματου Συνδεδόμενου Χρήστη (WiFi)	Τεμάχιο	2.455,00 €
	Εξοπλισμός Ασύρματου Συνδεδόμενου Χρήστη (Wimax)	Τεμάχιο	1.616,00 €

Πίνακας 18: Ενδεικτικό κόστος διασύνδεσης χρηστών με ασύρματα δίκτυα

10.4.4 OPEX

Εκτός του κόστους εγκατάστασης και επέκτασης, η λειτουργία του δικτύου επισύρει κόστη OPEX όπως:

- Συντήρηση του εξοπλισμού και των συσκευών: Οι δαπάνες συντήρησης έχουν οριστεί ως όλες οι δαπάνες σχετικές με την επίλυση των φυσικών προβλημάτων στο δίκτυο, όπως οι αποκοπές οπτικών ινών ή η αστοχία εξοπλισμού. Μπορεί να υπολογιστεί ως το συνολικό ποσό των δαπανών για την αντικατάσταση εξοπλισμού και των δαπανών για την πληρωμή του προσωπικού συντήρησης. Το πρώτο μέρος καλύπτει τις δαπάνες των αστοχιών των δικτυακών συσκευών, ενώ το δεύτερο περιλαμβάνει τις δαπάνες εργασίας και εξαρτάται προφανώς από τον απαραίτητο αριθμό προσωπικού.
- Χρέωση και τιμολόγηση: Οι δαπάνες χρέωσης και τιμολόγησης μπορούν να υπολογιστούν με βάση τα κόστη μονάδας (τιμή ανά πελάτη).
- Παροχές σε πελάτες: Το κόστος για την εγκατάσταση των πελατών μπορεί να υπολογιστεί ως ο αριθμός νέων πελατών κάθε έτους επί το μέσο κόστος εγκατάστασης ανά νέο πελάτη.
- Φροντίδα πελατών: Η φροντίδα πελατών είναι ένα τυπικό στοιχείο όπου ισχύουν δεδομένες συμπεριφορές, δηλ. τα κόστη μονάδας μειώνονται με την πάροδο του χρόνου και τον αυξανόμενο όγκο.

Το μέσο κόστος ανά χιλιόμετρο για την υλοποίηση ενός δικτύου οπτικών ινών ως εξής:

$$\begin{aligned}
 & \text{Κόστος ανά χιλιόμετρο} \\
 & \text{δικτύου} = \\
 & = \text{Συνολικό κόστος Ναυπάκτου} / \text{Συνολικά χιλιόμετρα} \\
 & \text{δικτύου} = \\
 & = 414.592,00 \text{ Ευρώ} / 5,81 \text{ Km} = \\
 & = 71.358,3477 \text{ Ευρώ} / \text{Km}
 \end{aligned}$$

Γενικά το κόστος συντήρησης ενός δικτύου μπορεί να υπολογιστεί ως ένα ποσοστό του κόστους υλοποίησης αυτού. Λαμβάνοντας υπόψη την παραδοχή ότι το κόστος συντήρησης ενός δικτύου ανά έτος αποτελεί το 2% του κόστους δημιουργίας αυτού (σύμφωνα με την εμπειρία από την υλοποίηση παρόμοιων δικτύων), και χρησιμοποιώντας τα στοιχεία τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω, μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος συντήρησης ως εξής:

$$\begin{aligned} & \text{Κόστος συντήρησης ανά χιλιόμετρο δικτύου / έτος} = \\ & \text{Κόστος δημιουργίας ανά χιλιόμετρο δικτύου} * 0,02 / \text{έτος} = \\ & 71.358,3477 * 0,02 \text{ Ευρώ / Km} \\ & / \text{Έτος} = \\ & 1.427,16 \text{ Ευρώ / Km} \\ & / \text{Έτος} \end{aligned}$$

Συμφωνά με τα τρέχοντα δεδομένα (4/2007) ένα πιο αντιπροσωπευτικό κόστος υλοποίησης δικτύου είναι της τάξης των **50.000,00 Ευρώ / KM**.

Όσον αφορά το κόστος επέκτασης, αυτό μπορεί να χωριστεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες: (α) στο κόστος για την επέκταση του δικτύου σε περιοχές στις οποίες δεν υφίσταται καθόλου δίκτυο (π.χ. περιοχές οι οποίες μπαίνουν στο σχέδιο πόλεως) και (β) το κόστος για την επέκταση του δικτύου σε περιοχές που ήδη υφίσταται ένα κομμάτι του δικτύου (π.χ. επέκταση του δικτύου πρόσβασης).

Όσον αφορά το κόστος επέκτασης του δικτύου σε περιοχές στις οποίες δεν υφίσταται καθόλου δίκτυο αυτό μπορεί να υπολογιστεί από τα στοιχεία τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω και αφορούν το κόστος δημιουργίας του δικτύου εκ του μηδενός.

Όσον αφορά την επέκταση του δικτύου σε περιοχές που ήδη υφίσταται ένα κομμάτι του δικτύου, το κόστος έχει μεγάλη διακύμανση ανάλογα με το βαθμό διεύθυνσης του υπάρχοντος δικτύου και την επέκταση η οποία πρόκειται να γίνει. Π.χ. μια επέκταση του δικτύου που αφορά το δίκτυο πρόσβασης και το δίκτυο διανομής έχει υψηλό κόστος, ενώ μια επέκταση για τη διασύνδεση μιας ομάδας χρηστών σε υφιστάμενο δίκτυο πρόσβασης θα είναι πολύ χαμηλό.

10.4.5 Παραδοχές οικονομικής αναλύσεις

- Το κόστος κατασκευής του δικτύου Ο.Ι. ανά χιλιόμετρο θεωρείται ίσο με 50.000€/km.
- Το κόστος συντήρησης του δικτύου οπτικών ινών ανά χιλιόμετρο θεωρείται ίσο με 1.000€/km (2% του κόστους κατασκευής).
- Το μέσο μήκος οπτικού βρόχου θεωρείται ίσο 1,3km
- Υποθέτοντας ότι στην περιοχή θα δραστηριοποιηθούν δύο τουλάχιστον πάροχοι (σε παροχή υπηρεσιών που απαιτούν FTTCabinet, π.χ. VDSL), οι οποίοι θα ζητήσουν να χρησιμοποιήσουν το δίκτυο, ο μέσος αριθμός οπτικών ζευγών ανά καλώδιο που θα ενοικιαστούν εκτιμάται ίσος με 1,5.
- Η διάρκεια της απόσβεσης θεωρείται ίση με 25 έτη
- Η πάγια χρέωση για την παροχή κάθε νέας σύνδεσης θεωρείται ίση με 1.500€

10.4.6 Υπολογισμός οικονομικών μεταβολών

Με βάση τις παραδοχές υπολογίζεται ότι:

- Το κόστος κατασκευής οπτικού βρόχου (από ΚΑΦΑΟ μέχρι το τηλεπικοινωνιακό κέντρο) είναι ίσο με $50.000€/km \times 1,3km = 65.000€$
- Το ετήσιο κόστος κατασκευής του οπτικού βρόχου είναι ίσο με $65.000€ / 25 \text{ έτη} = 2.600€$
- Το ετήσιο συνολικό κόστος ή ισοδύναμα χρέωση (κατασκευής και συντήρησης) του οπτικού βρόχου είναι ίσο με $(2.600€ + 1.000€) / 1,5 = 2.400€$
- Το μηνιαίο συνολικό κόστος ή ισοδύναμα χρέωση του οπτικού βρόχου είναι ίσο με $3.600€ / 1,5 / 12 = 200€$

10.4.7 Ανάλυση των εσόδων της Ναυπάκτου α.ε

Τα έσοδα του δικτύου της Ναυπάκτου θα αποτελούνται από τα παρακάτω:

- Ενοικίαση φυσικών δικτυακών πόρων στους δικτυακούς παρόχους. Η τιμολόγηση και η χρέωση του δικτύου θα γίνεται κοστοστρεφώς ώστε να μπορούν να επικρατήσουν συνθήκες ανταγωνισμού και να εξασφαλιστεί η παροχή υπηρεσιών προς τους τελικούς χρήστες σε χαμηλές τιμές. Τα έσοδα από την ενοικίαση των φυσικών δικτυακών πόρων θα καλύπτουν το κόστος λειτουργίας της Ναυπάκτου Α.Ε και το κόστος συντήρησης των δικτύων της Ναυπάκτου Α.Ε (OPEX).
- Έσοδα από το εφάπαξ τέλος σύνδεσης στο δίκτυο. Το τέλος αυτό θα καλύπτει κατά ένα μέρος της απαραίτητες εργασίες και εξοπλισμό για τη σύνδεση του χρήστη και κατά ένα άλλο μέρος την επέκταση του δικτύου.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η επιλογή του εφάπαξ τέλους σύνδεσης θα πρέπει να γίνει με προσοχή, ώστε να μην είναι ιδιαίτερα υψηλό (και κατά συνέπεια αποθαρρυντικό) για το χρήστη και να μην αποτελεί έτσι εμπόδιο στη διείσδυση της ευρυζωνικότητας.

- Εθνική ή/και κοινοτική χρηματοδότηση. Η εθνική ή/και κοινοτική χρηματοδότηση θα χρησιμοποιείται για την επέκταση του δικτύου στα πρότυπα επέκτασης των άλλων υποδομών κοινής ωφέλειας. Κάποια παραδείγματα εθνικής χρηματοδότησης είναι:
 - ο Χρηματοδότηση από το Δ' ΚΠΣ.
 - ο Χρηματοδότηση από τον νέο αναπτυξιακό νόμο.
 - ο Πρότυπα Καινοτόμα Σχεδία Ανάπτυξης τα οποία θα αξιοποιηθούν μέσω Συνολικών Επιχορηγήσεων (Global Grants - <http://www.ggea.gr/globalgrants/>).

10.4.8 Στοιχεία Αγοράς

- **Πληθυσμός:** Ο συνολικός πληθυσμός του δήμου Ναυπάκτου, είναι ίσος με **27.570** και θεωρείται σταθερός για την πενταετία.
- **FTTC Μερίδιο Αγοράς:** Σχετικά με τον αριθμό των συνδρομητών, οι οποίοι θα εκδηλώσουν ενδιαφέρον να συνδεθούν με οπτική σύνδεση από ΚΑΦΑΟ μέχρι το τηλεπικοινωνιακό κέντρο από τις διαθέσιμες της ΔΕΕ, εκτιμάται ότι θα είναι **10%** το **2010** και θα αυξάνεται με ρυθμό **5%** για τα επόμενα 4 έτη (οι υπόλοιποι θα συνεχίσουν να συνδέονται όπως και σήμερα).
- **Βαθμός Ευρυζωνικής Διείσδυσης:** Λαμβάνοντας υπόψη τις πλέον πρόσφατες έρευνες του Παρατηρητηρίου της Κοινωνίας της Πληροφορίας εκτιμάται ότι ο βαθμός διείσδυσης της ευρυζωνικότητας (broadband penetration) θα αυξηθεί εντός της επόμενης πενταετίας αρχίζοντας από **16%** και καταλήγοντας σε **22%**.
- **Βαθμός Αποχώρησης Συνδρομητών:** Στην παρούσα μελέτη ο βαθμός αποχώρησης συνδρομητών αναμένεται πολύ χαμηλός και θεωρείται ίσος με **0%**.

10.4.9 Με βάση τις ανωτέρω θεωρήσεις έχουμε τους εξής υπολογισμούς:

- **Αριθμός συνδρομητών στο τέλος του έτους = Πληθυσμός x Βαθμός Ευρυζωνικής Διείσδυσης x FTTC Μερίδιο Αγοράς x (1 - Βαθμός Αποχώρησης Συνδρομητών)**
- **Μέσος ετήσιος αριθμός συνδρομητών = Αριθμός συνδρομητών στο τέλος του προηγούμενου έτους x (Αριθμός συνδρομητών στο τέλος του τρέχοντος έτους - Αριθμός συνδρομητών στο τέλος του προηγούμενου έτους)/2.**
- **Ετήσια Αύξηση συνδρομητών = Αριθμός συνδρομητών στο τέλος του τρέχοντος έτους - Αριθμός συνδρομητών στο τέλος του προηγούμενου έτους.**

10.4.10 Στοιχεία συνδέσεων

- **Ετήσια χρέωση οπτικού βρόχου:** Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ετήσια χρέωση του οπτικού βρόχου είναι ίση με **2.400€**, όπως υπολογίστηκε ανωτέρω, για την ρεαλιστικότερη προσέγγιση της, θεωρείται ένας **συντελεστής μείωσης συνδρομητικών τελών** ανά έτος ίσος με **3%**. Επομένως η ετήσια χρέωση οπτικού βρόχου για το διάστημα 2011 – 2014 δίνεται από τον τύπο:
 - **Ετήσια χρέωση οπτικού βρόχου τρέχοντος έτους = Ετήσια χρέωση οπτικού βρόχου προηγούμενου έτους x (1 - Συντελεστής Μείωσης Συνδρομητικών Τελών).**
- **Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών:** Θεωρώντας την τεχνολογική προσέγγιση FTTC, κάθε ΚΑΦΑΟ εξυπηρετεί ένα αριθμό τελικών συνδρομητών. Με μία αρχική εκτίμηση του αριθμού των εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών για το 2010 ίσου με **100**, ο αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών για το διάστημα 2011 – 2014 λαμβάνει υπόψη του τον **Βαθμό Ευρυζωνικής Διείσδυσης** και δίνεται από τον τύπο:
 - **Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών τρέχοντος έτους = Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών προηγούμενου έτους + (Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών προηγούμενου έτους x Βαθμός Ευρυζωνικής Διείσδυσης)**
- **Αριθμός νέων συνδέσεων:** Δίνεται από τον τύπο:
 - **Αριθμός νέων συνδέσεων = Ετήσια Αύξηση συνδρομητών / Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών.**

- **Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών:** Θεωρώντας την τεχνολογική προσέγγιση FTTC, κάθε ΚΑΦΑΟ εξυπηρετεί ένα αριθμό τελικών συνδρομητών. Με μία αρχική εκτίμηση του αριθμού των εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών για το 2010 ίσου με **100**, ο αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών για το διάστημα 2011 – 2014 λαμβάνει υπόψη του τον **Βαθμό Ευρυζωνικής Διείσδυσης** και δίνεται από τον τύπο:
 - **Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών τρέχοντος έτους = Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών προηγούμενου έτους + (Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών προηγούμενου έτους x Βαθμός Ευρυζωνικής Διείσδυσης)**
- **Αριθμός νέων συνδέσεων:** Δίνεται από τον τύπο:
 - **Αριθμός νέων συνδέσεων = Ετήσια Αύξηση συνδρομητών / Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών.**

10.4.11 Υπολογισμός συνολικών εσόδων

- **Έσοδα από ενοικίαση σε παρόχους:** Αφορά τα έσοδα από την ενοικίαση φυσικών δικτυακών πόρων στους δικτυακούς παρόχους και δίνεται από τον τύπο:
 - **Έσοδα από ενοικίαση σε παρόχους = Μέσος ετήσιος αριθμός συνδρομητών x Ετήσια χρέωση οπτικού βρόχου / Αριθμός εξυπηρετούμενων τελικών συνδρομητών**
- **Έσοδα από πάγια τέλη σύνδεσης:** Αφορά τα έσοδα από τα πάγια σύνδεσης νέων συνδρομητών και δίνεται από τον τύπο:
 - **Έσοδα από πάγια τέλη σύνδεσης = Πάγια χρέωση για νέα σύνδεση x Αριθμός νέων συνδέσεων**
- **Έσοδα από συνδέσεις φορέων των ΜΑΝ:** Αφορά τα έσοδα από τις συνδέσεις των φορέων του δημόσιου τομέα των ΜΑΝ και των φορέων εκπαίδευσης των ΜΑΝ και δίνεται από τον τύπο:
 - **Έσοδα από συνδέσεις φορέων των ΜΑΝ = Ετήσια χρέωση φορέων δημόσιου τομέα + Ετήσια χρέωση φορέων εκπαίδευσης**
- **Έσοδα από επιδοτήσεις:** Αφορά τα έσοδα από εθνική ή/και κοινοτική χρηματοδότηση. Στην παρούσα μελέτη αυτά τα έσοδα θεωρούνται μηδενικά, ώστε να εξεταστεί το δυσμενέστερο σενάριο εσόδων.

10.4.12 Ανάλυση κινδύνων

Η υλοποίηση δικτύων οπτικών ινών επισύρει διάφορους κινδύνους, οι οποίοι μπορεί να είναι οικονομικής και τεχνολογικής φύσης.

Για να μελετηθούν οι κίνδυνοι οικονομικής φύσης, θα πρέπει να διαχωριστεί η υλοποίηση του δικτύου σε δύο τμήματα, στην υλοποίηση της παθητικής υποδομής του οπτικού δικτύου (που αποτελεί αντικείμενο της Ναυπάκτου) και στην υλοποίηση του ενεργού εξοπλισμού και των υπηρεσιών (η οποία, σύμφωνα με το επιχειρηματικό μοντέλο το οποίο προτείνεται για την Ναύπακτο , θα παρέχεται ανταγωνιστικά από άλλες εταιρείες).

Η υλοποίηση της παθητικής υποδομής μοιάζει αρκετά με την υλοποίηση των υποδομών δημόσιων αγαθών (όπως η ύδρευση και η αποχέτευση για παράδειγμα). Αποτελεί μια επένδυση μακράς διάρκειας (long term), η οποία απαιτεί επένδυση μεγάλων κεφαλαίων στην αρχή του έργου, ενώ έχει μεγάλο χρόνο ζωής (lifecycle). Ένας τυπικός χρόνος ζωής μιας παθητικής υποδομής είναι τουλάχιστον 20 χρόνια και μπορεί να θεωρηθεί μια επένδυση, η οποία θα αποπληρωθεί σε διάστημα 15-20 ετών.

Η δημιουργία της παθητικής υποδομής ενός οπτικού δικτύου θεωρείται δημόσιο αγαθό και γι' αυτό τον λόγο θα πρέπει να εποπτεύεται, ώστε να εξασφαλίζεται η καθολική πρόσβαση και το χαμηλό κόστος για του τελικούς χρήστες. Για να εξασφαλιστούν τα παραπάνω, η δημιουργία υποδομής λαμβάνει συνήθως υποστήριξη από το Δημόσιο (όπως στην περίπτωση της Π93), π.χ. μέσω της χρηματοδότησης υποδομών σε περιοχές, οι οποίες αναμένεται να μην είναι κερδοφόρες ή να είναι χαμηλού κέρδους. Οι υποδομές αυτές θεωρούνται οικονομικές επενδύσεις χαμηλού ρίσκου (σε σχέση με τις επενδύσεις σε ενεργό εξοπλισμό και υπηρεσίες) και είναι ελκυστικές σε επενδυτές οι οποίοι ενδιαφέρονται για μακρόχρονες ασφαλείς επενδύσεις.

Αντίθετα η επένδυση σε ευρυζωνικό ενεργό εξοπλισμό και υπηρεσίες αποτελεί μια επένδυση «υψηλής τεχνολογίας» (high tech) με σημαντικά μικρότερο κύκλο ζωής (της τάξης των 5-7 ετών). Η επένδυση αυτή παρέχει προστιθεμένη αξία στους πολίτες και τις επιχειρήσεις και επιτρέπει την επίτευξη μεγαλύτερων κερδών, αλλά το οικονομικό ρίσκο είναι σημαντικά μεγαλύτερο σε σχέση με την υλοποίηση παθητικής υποδομής (και κατά συνέπεια, τα δάνεια τα οποία χρηματοδοτούν την εγκατάσταση ενεργού εξοπλισμού και την ανάπτυξη υπηρεσιών είναι σημαντικά ακριβότερα).

Τα παραπάνω ενισχύουν την πολιτική την οποία ακολουθεί η Ναύπακτο σύμφωνα με την οποία διαχωρίζεται η διαχείριση της παθητικής υποδομής από τον ενεργό εξοπλισμό και την ανάπτυξη υπηρεσιών.

Με αυτήν την τακτική εξασφαλίζεται χαμηλότερο κόστος και διαχωρίζεται το οικονομικό ρίσκο ανάμεσα σε υψηλό (για τον ενεργό εξοπλισμό και τις υπηρεσίες) και χαμηλό (για την παθητική υποδομή).

Το μειονεκτήματα και οι πιθανοί κίνδυνοι της πολιτικής που ακολουθεί η Ναύπακτο περιλαμβάνει το γεγονός ότι απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις από τους δικτυακούς παρόχους και τους παρόχους υπηρεσιών για την παροχή σχετικών υπηρεσιών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επένδυση που θα κληθούν να κάνουν οι πάροχοι θα είναι μια επένδυση σχετικά υψηλού κινδύνου μπορεί να οδηγήσει στο γεγονός κάποια μητροπολιτικά οπτικά δίκτυα να μη θεωρηθούν ιδιαίτερα ελκυστικά από τους παρόχους. Το παραπάνω γεγονός θα έχει ως συνέπεια κάποια μητροπολιτικά οπτικά δίκτυα (ιδιαίτερα στις μικρές πόλεις) να ελκύσουν είτε λίγους παρόχους (οπότε δε θα υπάρχει ανταγωνισμός), είτε, στην χειρότερη περίπτωση, κανέναν πάροχο. Για να αντιμετωπιστεί ο παραπάνω κίνδυνος θα πρέπει να αυξηθεί η προβολή των ευρυζωνικών υπηρεσιών (κάτι το οποίο ήδη γίνεται μέσα από τα έργα της Πρόσκληση 84 της ΚτΠ) προς τους πολίτες, ώστε να γίνουν ξεκάθαρα τα πλεονεκτήματα τους και να αυξηθεί η ζήτηση ευρυζωνικών υπηρεσιών. Τα παραπάνω, σε συνέργια με το γεγονός ότι η Ναύπακτο θα παρέχει τις υποδομές της κοστοστρεφώς (με αποτέλεσμα η παροχή των υπηρεσιών προς τους πολίτες να γίνεται με χαμηλό κόστος) θα ωθήσει τη ζήτηση για ευρυζωνικές υπηρεσίες και θα προσελκύσει ικανό αριθμό παρόχων για τα μητροπολιτικά οπτικά δίκτυα της Ναυπάκτου.

Ένας άλλος κίνδυνος είναι το γεγονός ότι η Ναύπακτο θα πρέπει να αποκτήσει εμπειρία και ικανά στελέχη σε τεχνολογικά θέματα και θέμα προώθησης των υποδομών της. Ο παραπάνω κίνδυνος θα αντιμετωπιστεί με την προσέλκυση ικανών στελεχών στο δυναμικό της ΕΕΕ και την χρήση outsourcing στους τομείς τους οποίους η Ναύπακτο δε μπορεί να χειριστεί αυτόνομα (π.χ. συντήρηση δικτύου).

10.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ/ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΠΟΥ ΘΑ ΣΥΝΔΕΘΟΥΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ

Η κατασκευή των μητροπολιτικών δικτύων οπτικών ινών, σε συνδυασμό με τη διάθεση αντίστοιχων ευρυζωνικών υπηρεσιών, αναμένεται να προωθήσουν τον υγιή ανταγωνισμό σε φορείς, εταιρείες και επιχειρήσεις.

Ειδικότερα, ως έμμεσα αποτελέσματα αναμένονται:

- Η βελτίωση της λειτουργίας του δημόσιου τομέα και ειδικότερα των τομέων υγείας, παιδείας και δημόσιας διοίκησης.

- Η τόνωση του ανταγωνισμού και η αύξηση της επιχειρηματικότητας στην ευρύτερη περιοχή της περιφέρειας.
- Η μείωση των αποθαρρυντικών παραγόντων για επενδύσεις στην περιφέρεια από ιδιωτικές εταιρείες.

Συγκεκριμένα, για καθέναν από τους φορείς που εμπλέκονται, τα οφέλη είναι τα παρακάτω:

10.5.1 Φορείς δημοσίου

Με το δίκτυο της Ναυπάκτου Α.Ε, πλήθος φορέων του δημοσίου θα αποκτήσει πρόσβαση σε ευρυζωνικές υποδομές και υπηρεσίες. Επιπλέον, στους φορείς του δημοσίου δίνεται η ικανότητα να αναβαθμίζουν συνεχώς και με μικρό κόστος την ευρυζωνική τους υποδομή, ενώ θα μπορούν να κάνουν χρήση προηγμένων δικτυακών τεχνολογιών, με τις δυνατότητες ανάπτυξης που αυτές συνεπάγονται.

Το κυριότερο οικονομικό όφελος που θα αποκομίσουν οι δημόσιοι φορείς είναι η σημαντική μείωση των τηλεπικοινωνιακών τους τελών με τη χρήση της τεχνολογίας VoIP για τις μεταξύ τους τηλεφωνικές συνδιαλέξεις.

Επιπλέον, οικονομικά οφέλη απορρέουν από τους νέους τρόπους εργασίας που θα υιοθετηθούν λόγω των διαθέσιμων ευρυζωνικών δικτύων. Ενδεικτικά αναφέρεται η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αντί για φαξ, η μειωμένη χρήση χαρτιού μέσω ψηφιοποίησης αρχείων και ανταλλαγή αυτών με ηλεκτρονικό τρόπο, οι μειωμένες μετακινήσεις υπαλλήλων και αποστολές εγγράφων από υπηρεσία σε υπηρεσία και η ταχύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών μέσω χρήσης υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (αποτελεσματικότερη διαχείριση πόρων).

Επίσης, θα υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης σε κεντρικούς εξυπηρετητές, για την αποθήκευση, επεξεργασία και ανάκτηση δεδομένων, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα των δημόσιων υπηρεσιών.

Γενικότερα, οι δημόσιοι φορείς δεν θα είναι πια απομονωμένοι, αλλά θα συμμετέχουν στην κοινωνία της γνώσης, με ευκολότερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση της πληροφορίας, γρηγορότερη διεκπεραίωση των υπηρεσιών και έχοντας τη δυνατότητα εφαρμογής και αφομοίωσης καλών πρακτικών από φορείς δημοσίου άλλων χωρών της Ευρώπης.

10.5.2 Πάροχοι

Οι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί που θα χρησιμοποιήσουν την ευρυζωνική υποδομή της Ναυπάκτου Α.Ε για να προσφέρουν ευρυζωνικές υπηρεσίες, έχουν το προφανές οικονομικό όφελος ότι θα επικοινωνούν κοστοστρεφώς μια υποδομή, ολοκληρωμένη σε μεγάλο βαθμό. Με τον τρόπο αυτό μειώνουν κατά πολύ την αρχική τους επένδυση, και ταυτόχρονα το ρίσκο στο οποίο εμπλέκονται με την επέκταση των δικτύων τους σε περιοχές της περιφέρειας.

10.5.3 Ιδιώτες / επιχειρήσεις

Οι πολίτες και οι επιχειρήσεις θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ευρυζωνικές συνδέσεις και ευρυζωνικές υπηρεσίες με χαμηλό κόστος, απολαμβάνοντας όλα τα οφέλη που επακολουθούν της ευρυζωνικής ανάπτυξης.

10.6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε παρουσίαση της Ναυπάκτου εταιρείας της οποίας οι αρμοδιότητες θα περιλαμβάνουν διαχείριση, συντήρηση, επέκταση και διασύνδεση των ευρυζωνικών δικτύων, ενημέρωση των πολιτών, μελέτη και καταγραφή των τοπικών αναγκών, και διαβούλευση με τους φορείς.

Αντικείμενο της εταιρείας είναι η εκμετάλλευση, διαχείριση, συντήρηση και επέκταση (σε διάφορες φάσεις) του παθητικού εξοπλισμού (φυσικό επίπεδο) των ευρυζωνικών μητροπολιτικών δικτύων

Το όραμα της εταιρείας μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

«Η Ευρυζωνικότητα θα αποτελέσει τα επόμενα χρόνια δημόσιο αγαθό σε όλη την Ελλάδα με χρήση των δικτύων οπτικών ινών της».

θα έχει διπλό ρόλο:

- Την εποπτεία διαχείρισης και συντήρησης του δικτύου
- Την εποπτεία και το σχεδιασμό των επεκτάσεων του δικτύου

Όπως προαναφέρθηκε, τελικός στόχος της είναι η επέκταση του δικτύου της να πραγματοποιηθεί σε διάφορες φάσεις, έτσι ώστε να παρέχει μακροπρόθεσμα δίκτυο οπτικών ινών (παθητικό εξοπλισμό) σε κάθε νοικοκυριό, όπως συμβαίνει σε κάθε υποδομή που θεωρείται δημόσιο αγαθό.

Επίσης παρουσιάστηκε σύντομη μελέτη βιωσιμότητας του δικτύου η οποία περιλαμβάνει την ανάλυση κόστους δημιουργίας, συντήρησης και επέκτασης του δικτύου της, καθώς και την ανάλυση των εσόδων της, ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του δικτύου.

Μια τέτοια πρόταση δημιουργίας μιας εταιρείας σε ένα μικρό δίκτυο δεν είναι βιώσιμη διότι το κόστος λειτουργίας είναι μεγαλύτερο από τα προσδοκώμενα έσοδα.

Αντ' αυτού θα προτείναμε τη σύσταση μιας Πανελλήνιας Εταιρείας οι όποια θα αναλάμβανε όλα τα μητροπολιτικά δίκτυα της Ελλάδος.

Η συγκεκριμένη πρόταση έχει ήδη βρει Ανταπόκριση και ειδή έχει δρομολογηθεί η υλοποίησή της, με τη βοήθεια από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα που χρηματοδοτείται από την «Ψηφιακή Σύγκλιση», στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ, από το ΕΤΠΑ και από Εθνικούς Πόρους. Προϋπολογισμός (με Φ.Π.Α.) 6.979.020,00 €.

(http://www.ktpae.gr/index.php?option=com_ktpcontests&task=Details&id=381&Itemid=13).

Η κατασκευή των μητροπολιτικών δικτύων οπτικών ινών, σε συνδυασμό με τη διάθεση αντίστοιχων ευρυζωνικών υπηρεσιών, αναμένεται να προωθήσουν τον υγιή ανταγωνισμό σε φορείς, εταιρείες και επιχειρήσεις. Ειδικότερα, ως έμμεσα αποτελέσματα αναμένονται:

- Η βελτίωση της λειτουργίας του δημόσιου τομέα και ειδικότερα των τομέων υγείας, παιδείας και δημόσιας διοίκησης.
- Η τόνωση του ανταγωνισμού και η αύξηση της επιχειρηματικότητας στην ευρύτερη περιοχή της περιφέρειας.
- Η μείωση των αποθαρρυντικών παραγόντων για επενδύσεις στην περιφέρεια από ιδιωτικές εταιρείες.

BIBΛIOΓPAΦIKES ANAΦOPES - ΠHΓES

- Ιάκωβος Στ. Βενιέρης, «Δίκτυα Ευρείας Ζώνης», Εκδόσεις Τζιόλα, 2003
- Ιάκωβος Στ. Βενιέρης, Ευγενία Νικολούζου, «Τεχνολογίες Διαδικτύου», Εκδόσεις Τζιόλα, 2003
- «Σύγχρονα Τηλεπικοινωνιακά Πρωτόκολλα – ADSL»
- www.dslforum.org
- Π.Γ. Κωττής, «Διαμόρφωση και Μετάδοση Σημάτων», Εκδόσεις Τζιόλα, 2005
- Π. Κωττής, Χ. Καψάλης, «Δορυφορικές Επικοινωνίες», Εκδόσεις Τζιόλα, 2003
- Andrew S. Tanenbaum, «Δίκτυα Υπολογιστών – 3η Έκδοση», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2000
- Wikipedia
- «Ευρυζωνικές τεχνολογίες πανεπιστημιακές σημειώσεις», ΧΡΗΣΤΟΣ Ι. ΜΠΟΥΡΑΣ
- Cable Data Network Architecture:
- <http://www.cabledatacomnews.com/cm/cmic/diagram.html>
- Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας <http://www.grnet.gr/>
- Δράσεις για την Ανάπτυξη της Ευρυζωνικότητας
<http://www.broadband.gov.gr/content.asp?ContentID=70>
- FTTH Standards, Deployments and Research Issues, by David Gutierrez, Kyeong Soo Kim, Salvatore Rotolo, Fu-Tai An, Leonid G. Kazovsky
- FTTP Architecture Options
- Οπτικές Ίνες - Δίκτυα Οπτικών Ινών
- Optical fiber, Wikipedia
- http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber
- Η Προώθηση της Ευρυζωνικότητας στην Δυτική Ελλάδα
- http://www.ktpae.gr/index.php?option=com_ktpcontests&task=Details&id=381&Itemid=13
- Προώθηση της Ευρυζωνικότητας – Δυτική Ελλάδα, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες – WiMAX,

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ - ΠΗΓΕΣ

- <http://ru6.cti.gr/broadband/el/wimax.php>
- [6] Wikipedia, “WiMAX”
- <http://en.wikipedia.org/wiki/WiMax>

- http://ru6.cti.gr/broadband/el/fiber_optics.php
- Το Αλφαβητάρι της Ασύρματης Δικτύωσης, Ιανουάριος 2005, Γιαννακός Νικήτας, Κοτσιφίδης Νικόλαος, Πανουσίου Σωκράτης, Πεϊκίδης Ιωάννης
- IEE: www.ieee.org
- Wireless Ethernet: www.wirelessethernet.com
- Wireless Lan Alliance: www.wlana.com
- <http://www.3gpp.org/>
- «Προώθηση της Ευρυζωνικότητας στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας», Υποέργο 1: Αυτεπιστασία, «Μελέτη για την Άθροιση της Ζήτησης Ευρυζωνικών Υπηρεσιών στην Περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας»
- Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας,
- Κοινωνία της Πληροφορίας, Ψηφιακή Στρατηγική 2006-2013

- Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο www.sch.gr
- Δράσεις για την Ανάπτυξη της Ευρυζωνικότητας
<http://www.broadband.gov.gr/content.asp?ContentID=70>
- Παρατηρητήριο για την ΚτΠ (επεξεργασία στοιχείων ΕΕΤΤ)
- “IEEE 802.16 and WiMAX Broadband Wireless Access for Everyone”, Intel White Paper, 2004
- Stallings W., “Επικοινωνίες Υπολογιστών και Δεδομένων”, Έκτη Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2003, ISBN: 9608050545

Τμήμα Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων & Δικτύων
Ναύπακτος, 2012

ΛΙΤΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ