



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Αρχιτεκτονικές & παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας
σε περιβάλλον διαδικτυακής τηλεόρασης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος Μ. Σπηλιόπουλος

Επιβλέπων : Ιάκωβος Στ. Βενιέρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Αρχιτεκτονικές & παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας
σε περιβάλλον διαδικτυακής τηλεόρασης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος Μ. Σπηλιόπουλος

Επιβλέπων: Ιάκωβος Στ. Βενιέρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20^η Δεκεμβρίου 2013.

.....
Ιακωβος Στ. Βενιέρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δημητρα-Θ. Ι. Κακλαμάνη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

.....
Νικόλαος Κ. Ουζούνογλου
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013

.....

Γεώργιος Μ. Σπηλιόπουλος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος Μ. Σπηλιόπουλος, 2013.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν δώσει την δυνατότητα στο κλάδο των τηλεπικοινωνιών να μπορεί να προσφέρει στον τελικό χρήστη - συνδρομητή την δυνατότητα να απολαμβάνει όλο και περισσότερες υπηρεσίες.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να περιγράψει την γραμμική αρχιτεκτονική της πρωτοποριακής και ολοκληρωμένης πρότασης τηλεοπτικής ψυχαγωγίας, της διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV, μέσα από μία ευρυζωνική σύνδεση. Η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος μέσω διαφόρων τύπων ευρυζωνικής σύνδεσης χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο IP και ενός κλειστού δικτύου. Προσφέρεται σαν μέρος των τριπλών υπηρεσιών και είναι συνδυασμός υπηρεσιών φωνής, πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό και του τηλεοπτικού περιεχομένου.

Δίδεται η γενική περιγραφή της δομής ενός δικτύου διαδικτυακής τηλεόρασης και περιγράφονται τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής μετάδοσης περιεχομένου. Στη συνέχεια αναλύεται η υποδομή του δικτύου και της παρεχόμενης ευρυζωνικής πρόσβασης ενσύρματης, οπτικής και ασύρματης.

Έπειτα περιγράφονται τα μέρη της πλατφόρμας παροχής τριών υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης καθώς και των συστημάτων που υποστηρίζουν τις διαδικασίες για την παροχή της υπηρεσίας.

Επιπλέον γίνεται περιγραφή των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας οι οποίες δίνουν την δυνατότητα παροχής διαδραστικών και λοιπών προηγμένων υπηρεσιών προς τον τελικό χρήστη – συνδρομητή έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η ικανοποίηση των χρηστών και να ικανοποιηθούν οι προσδοκίες για την βέλτιστη τηλεοπτική εμπειρία.

Τέλος αναπτύσσονται οι μελλοντικές εξελίξεις στην παροχή τριών υπηρεσιών μέσω ευρυζωνικών δικτύων καθώς και οι εξελιγμένες δυνατές υπηρεσίες.

Το μέλλον της διαδικτυακής τηλεόρασης οδηγείται στην τηλεόραση κοινωνικών δικτύων και την κινητή ανάπτυξη των υπηρεσιών.

Λέξεις Κλειδιά:

Ευρυζωνική πρόσβαση, Γραμμή Συνδρομητή, Τεχνολογίες οπτικών ινών, διαδικτυακή τηλεόραση, τεχνολογίες πρόσβασης, Ποιότητα υπηρεσιών, τηλεοπτική εμπειρία χρήστη, υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας

ABSTRACT

Technological developments have given the opportunity to the telecom industry to offer the end user - subscriber a choice of services.

The scope of this thesis is to describe the linear architecture of innovative and comprehensive proposal TV entertainment and services of Internet Protocol TV - IPTV, on a broadband service. The transmission of video content through various broadband techniques using IP protocol over a managed network. It is offered as part of the triple play services (voice, Internet and video content).

It is given a general description of the structure of an IPTV core network, and also is provided a description of the advantages of digital content transmission. Then the infrastructure and broadband network access is described for wireline, optical and wireless.

Furthermore a description of the triple play services of IPTV delivery platform and their components in conjunction with the services supporting systems.

A description of the value added services is given as well, which gives the opportunity to provide advanced interactive and personalised services to the end user - subscriber and maximize user satisfaction and to meet expectations for ultimate TV experience. The promise is a personalized content and service that will be delivered to any device anytime and anywhere.

Finally is described the future developments that triple play services will provide over broadband networks in combination with the advanced personalised services.

The future of IPTV is driven to social TV and mobile services development.

Keywords:

Broadband Access, Digital Subscriber Line, Optical technologies, FTTx, Long Term Evolution, Internet Television, Network Access, Quality of Service, user experience, added value services

Ευχαριστίες

Με την ευκαιρία της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχ. Η/Υ του Ε.Μ.Π. θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους που με βοήθησαν να φτάσω μέχρι αυτό το σημείο.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Ιάκωβο Στ. Βενιέρη, για την βοήθεια την κατανόηση και την υπομονή του.

Στη συνέχεια τον Διδάκτορα. Σταύρο Ι. Παπαπαναγιώτου, για τις διορθώσεις και παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου, καθώς και για την πολύτιμη καθοδήγηση του.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους αυτούς με τους οποίους περάσαμε ευχάριστες αλλά και δύσκολες στιγμές κατά τη διάρκεια των σπουδών μας. Τους συμφοιτητές και φίλους-ες Αγγελική, Γεωργία, Αριάδνη, Δημήτρη και Κώστα. Επίσης, την φίλη μου Αθηνά για τις πολλές ευχάριστες στιγμές που περάσαμε αλλά και την υπομονή και βοήθεια της όποτε την χρειάστηκα. Σας ευχαριστώ όλους, για την αμέριστη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και κυρίως για όλα όσα περάσαμε και θα θυμόμαστε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου Ιωαννέτα, Χρύσω, Τρύφωνα και Μαρία για την υποστήριξη της προσπάθειας μου, την θετική καθοδήγηση, την υπομονή και την παρότρυνση.

Αφιερώνεται στη μνήμη του αγαπημένου μου θείου Παναγιώτη.

“Ένα ταξίδι χιλίων χιλιομέτρων αρχίζει με ένα βήμα.”

Λάο Τσε, 6ος αιώνας π.Χ., Κινέζος φιλόσοφος

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	1
1.1 Ορισμός διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV.....	1
1.2 Κυριότερες εξελίξεις	1
1.3 Μετεξέλιξη της παραδοσιακής τηλεόρασης.....	4
1.4 Παροχή υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης.....	5
1.5 Γενική περιγραφή της δομής ενός δικτύου IPTV	6
1.5.1 Κέντρο δεδομένων διαδικτυακής τηλεόραση	6
1.5.2 Δίκτυο ευρυζωνικής πρόσβασης	6
1.5.3 Τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV.....	7
1.5.4 Οικιακό δίκτυο	7
1.6 Τεχνική περιγραφή υπηρεσίας IPTV	7
1.7 Πλεονεκτήματα μετάδοσης μέσω πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης.....	9
1.8 Λόγοι ανάπτυξης της διαδικτυακής τηλεόρασης.....	11
1.9 Δυνατότητες διαδικτυακής τηλεόρασης	12
1.10 Τηλεοπτική ψυχαγωγία στο σπίτι	13
1.11 Πάροχοι υπηρεσιών τηλεόρασης.....	14
1.12 Βασικές κατηγορίες περιεχομένου διαδικτυακής τηλεόρασης.....	15
1.12.1 Διαχείριση Περιεχομένου	16
2. ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ IPTV 19	
2.1 Διανομή IPTV με διάφορες τεχνολογίες δικτύου	19
2.2 Ευρυζωνικά δίκτυα πρόσβασης IPTV	22
2.2.1 Δίκτυα xDSL	23
2.2.1.1 Ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή	23
2.2.1.1.1 Εξοπλισμός ADSL	25
2.2.1.1.2 Απαιτήσεις Δικτύου	27
2.2.1.1.2.1 Πλευρά Συνδρομητή:	27
2.2.1.1.2.2 Πλευρά Δικτύου.....	29
2.2.1.1.3 Δικτυακή υποδομή πολυπλεκτών Ψηφιακών Συνδρομητικών Γραμμών .	29
2.2.1.1.3.1 Πλευρά Δικτύου.....	30
2.2.1.1.4 Διασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας.....	31
2.2.1.1.4.1 Υλοποίηση μηχανισμών ποιότητας υπηρεσίας.....	32
2.2.1.1.4.2 Άλλοι μηχανισμοί ποιότητας υπηρεσίας.....	33
2.2.1.1.4.3 Μηχανισμοί ασφαλείας	33
2.2.1.1.4.4 Διευθυνσιοδότηση	34
2.2.1.1.4.5 Διαχείριση	34
2.2.1.1.5 Παράδειγμα αρχιτεκτονικής δικτύου πρόσβασης ADSL.....	34
2.2.1.1.6 Ασύμμετρη συνδρομητική γραμμή 2 ^{ης} γενιάς.....	38
2.2.1.2 VDSL Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων....	39
2.2.1.2.1 Διαφοροποίηση.....	44
2.2.1.2.2 Χρήση φάσματος στις VDSL τεχνολογίες.....	45

2.2.1.2.3	Επέκταση τοπικού βρόχου	46
2.2.1.2.4	Νεότερες Εξελίξεις.....	48
2.2.1.2.5	Τεχνολογίες Επιτάχυνσης DSL.....	48
2.2.1.2.6	Τι είναι η διανυσματική τεχνική.....	49
2.2.1.2.7	Πλεονεκτήματα DSL Vectoring	53
2.2.2	Δίκτυα Οπτικών ινών	54
2.2.2.1	Αρχιτεκτονική Δικτύου FTTC	54
2.2.2.2	Ενεργό Οπτικό Δίκτυο.....	56
2.2.2.3	Παθητικό Οπτικό Δίκτυο	57
2.2.2.3.1	BPON και GPON	58
2.2.2.3.2	EPON	59
2.2.2.3.3	WDM-PON	59
2.2.2.3.4	Υβριδικά TDM/WDM-PONs.....	60
2.2.3	IPTV μέσω ασυρμάτων δικτύων	60
2.2.3.1	Fixed WiMAX.....	60
2.2.3.1.1	Συχνότητες λειτουργίες του Fixed WiMAX.....	61
2.2.3.1.2	Πρωτόκολλα φυσικού επιπέδου και MAC επιπέδου.....	61
2.2.3.1.3	Φάσμα μετάδοσης.....	62
2.2.3.1.4	Αρχιτεκτονική δικτύου.....	63
2.2.3.1.5	Πλεονεκτήματα του WiMAX	64
2.2.3.2	Κινητό WiMAX.....	68
2.2.4	Άλλοι τρόποι μετάδοσης ψηφιακού περιεχομένου	69
2.2.4.1	Διαδικτυακή τηλεόραση μέσω δορυφόρου	69
2.2.4.1.1	Ποιότητα υπηρεσίας και δορυφορική ζεύξη.....	69
2.2.4.1.2	Πρότυπο εκπομπής ψηφιακού βίντεο και DVB-S.....	71
2.2.4.1.3	IPTV και πρότυπο εκπομπής ψηφιακού βίντεο.....	73
2.2.4.1.4	Δορυφορικό πρότυπο εκπομπής ψηφιακού βίντεο	74
2.2.4.1.5	Διανομή διαδικτυακής τηλεόρασης μέσω DVB-S	75
2.2.4.2	Διαδικτυακή τηλεόραση και δίκτυα κινητής.....	76
2.2.4.2.1	Διαδικτυακή τηλεόραση σε κυψελοειδές δίκτυο LTE	77
2.2.4.2.2	Περιγραφή LTE - Long Term Evolution	78
2.2.4.2.3	Πολυμεσική εκπομπή Υπηρεσία μετάδοσης - MBMS	82
2.2.4.2.4	Ανάπτυξη υπηρεσίας MBMS στο LTE	84
2.2.4.2.5	Αρχιτεκτονική συστήματος κινητής IPTV σε LTE	85
2.2.4.2.6	Εξελίξεις	88
2.3	Τεχνολογίες κορμού δικτύου IPTV	89
2.3.1	IP σε MPLS	90
2.3.2	Metro Ethernet.....	92

3. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΡΙΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

94

3.1	Παροχή τριών υπηρεσιών	94
3.2	Τεχνική περιγραφή.....	94
3.3	Πλατφόρμα διαδικτυακής τηλεόρασης.....	96
3.3.1	Υπό συνθήκη πρόσβαση / Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (CA/DRM).....	97

3.3.1.1	Υλοποίηση υπό συνθήκη Πρόσβαση / Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (CA/DRM)	99
3.3.2	Ροή περιεχομένου και Διανομή	101
3.3.2.1	Διακομιστές για τις υπηρεσίες κατ' απαίτηση (On-Demand Servers)	102
3.3.2.1.1	Διακομιστές Βιβλιοθήκης (Library servers)	102
3.3.2.1.2	Διακομιστής απευθείας εισαγωγής περιεχομένου (Ingestion server)	103
3.3.2.1.3	Διακομιστής προσωρινής αποθήκευσης (Cache Server)	103
3.3.2.1.4	Διακομιστής CUTV - CAP	104
3.3.2.2	Μηχανισμός υπηρεσίας μετάδοσης	104
3.3.2.3	Διακομιστής Ποιότητας Υπηρεσίας (QoS Server)	105
3.3.3	Μεσισμικό (Middleware)	106
3.3.3.1	Διακομιστής μεσισμικού	107
3.3.3.2	Απαιτήσεις διακομιστή μεσισμικού	107
3.3.3.3	Πελάτες μεσισμικού	108
3.3.4	Λειτουργίες μεσισμικού	109
3.3.4.1	Διαχείριση Περιεχομένου	109
3.3.4.2	Διαχείριση διακομιστή βίντεο	110
3.3.4.3	Διαχείριση τερματικής συσκευή υπηρεσίας IPTV	110
3.3.4.4	Συνδυασμοί συνδυασμών υπηρεσιών	110
3.3.4.5	Διαχείριση του βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)	111
3.3.4.6	Διαχείριση προσφορών	111
3.3.4.7	Διαχείριση συνδρομητών	111
3.3.4.8	Διαχείριση λογαριασμών	112
3.3.4.9	Διαχείριση ενοικιάσεων	113
3.3.4.10	Διαχείριση ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος	113
3.3.4.11	Διακομιστής διαχείρισης εκκίνησης και διαχείρισης IPTV-STB	114
3.3.5	Βοηθητικοί εξυπηρετητές	116
3.3.5.1	Διακομιστής TR-069	117
3.3.5.2	Διακομιστής πρωτοκόλλου δυναμικής ανάθεσης διευθύνσεων	118
3.3.5.3	Διακομιστής Ονομάτων χώρου	119
3.3.5.4	Διακομιστής NTP	119
3.3.6	Διακομιστές ασφαλείας	119
3.3.7	Συστήματα τιμολόγησης και υποστήριξης	120
3.3.8	Διαθεσιμότητα υπηρεσίας και Διαχείριση φορτίου	121
3.3.9	Διαχείριση παρακολούθησης, αναφοράς και συναγεμίων απόδοσης συστήματος	122
3.3.9.1	Παρακολούθηση-Αναφορά-Συναγεμιοι	123
3.3.9.2	Απόδοση	123

4. ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ 124

4.1	Υπηρεσίες για την Διαδικτυακή τηλεόραση	124
4.1.1	Υπηρεσίες μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (Broadcast services)	125
4.1.1.1	Μετάδοση τηλεόρασης	125
4.1.1.2	Μετάδοση ήχου	125
4.1.1.3	Υπηρεσίες παρακολούθησης με πληρωμή (Pay Per View - PPV)	125

4.1.1.4	Υπηρεσία σχετικής προβολής βίντεο κατ' απαίτηση (Near Video on Demand - NVoD)	125
4.1.2	Διαδραστικές On-demand Υπηρεσίες Βίντεο	126
4.1.2.1	Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)	126
4.1.2.2	Θέαση με χρονική ολίσθηση (Time Shifted TV - TSTV).....	127
4.1.2.3	Catch-Up TV (CUTV).....	127
4.1.2.4	Προσωπικοί Ψηφιακοί καταγραφείς Βίντεο (Personal Video Recorder (PVR) 127	
4.1.3	Υπηρεσίες Προστιθέμενης Αξίας	128
4.1.3.1	Περιήγηση στο διαδίκτυο / Ταχυδρομείο / Συνομιλία	128
4.1.3.2	Τηλεφωνία.....	128
4.1.3.3	Υπηρεσία Παιχνιδιών.....	128
5.	ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ.....	130
5.1.1	Εξελιγμένες υπηρεσίες.....	130
5.1.1.1.1	Μερισμικό.....	131
5.1.1.1.2	Κωδικοποίηση δικτύου και κυκλοφορία IP.....	132
5.1.1.1.3	Μηχανισμοί ασφαλείας	132
5.1.1.1.4	Διαφήμιση	133
5.1.1.2	Εξατομικευμένη συνδρομητική ταυτότητα.....	134
5.2	Εξατομικευμένη εμπειρία και διεπαφή χρήση	137
5.2.1	Δυνατότητες διεπαφής χρήση.....	138
5.2.2	Νέα Γραφική Διεπαφή Χρήστη.....	140
5.2.3	Νέα Φυσική Διασύνδεση	141
5.2.4	Τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV Η εξελισσόμενη αγορά	141
5.2.5	Τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV και μέλλον	142
5.3	IPTV στην εποχή του Youtube και του OTT βίντεο.....	145
5.4	Αντίκτυπος της IPTV στο βίντεο OTT	146
5.5	Διαδικτυακή τηλεόραση δικτύου ομότιμων κόμβων	148
5.6	Το μέλλον: IPTV σε έναν κόσμο κινητό, με έμφαση στην κοινωνικότητα	149
5.6.1	Κοινωνική Τηλεόραση Social TV	149
5.6.2	Εικονικός Πάροχος	150
5.6.3	Θεμελιώδη Δίκτυο	150
5.6.4	Ταυτότητα και ιδιωτικότητα	151
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	153
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	159

Ευρετήριο Σχημάτων

Γράφημα 1 - Συγκριτικό τύπων ανάλυσης	4
Γράφημα 2 - Απλοποιημένο διάγραμμα IPTV συστήματος.....	6
Γράφημα 3 - Τυπικό διάγραμμα αρχιτεκτονικής IPTV (ITU-G)	8
Γράφημα 4 - Ημερησία κατανομή & χρήση τηλεοπτικού περιεχομένου IPTV	16
Γράφημα 5 - Κύκλος ζωής περιεχομένου.....	16
Γράφημα 6 - Απόκτηση περιεχομένου	18
Γράφημα 7 - Εξοπλισμός οικιακού δικτύου	19
Γράφημα 8 - Καταμερισμός συχνοτήτων ADSL.....	24
Γράφημα 9 - IPTV σε αρχιτεκτονική ADSL.....	25
Γράφημα 10 - Συνδεσμολογία xDSL μόντεμ με φίλτρο	26
Γράφημα 11 - Διαχωρισμός σημάτων δεδομένων - φωνής.....	26
Γράφημα 12 - Σημεία συμφόρησης στο DSLAM	31
Γράφημα 13 - Μοντέλο λειτουργίας IPTV.....	35
Γράφημα 14 - Λειτουργία CPE στην IPTV	37
Γράφημα 15 - Καταμερισμός συχνοτήτων στη ADSL2+	39
Γράφημα 16 - Καταμερισμός συχνοτήτων VDSL2.....	40
Γράφημα 17 - Παράδειγμα υποδομής FTTC.....	41
Γράφημα 18 - Διαχωρισμός φάσματος στις VDSL τεχνολογίες.....	46
Γράφημα 19 - Το VDSL2 προσφέρει ταχύτητες VDSL με κάλυψη και ευελιξία των ADSL/2+	46
Γράφημα 20 - VDSL2, Η σύγκλιση των τεχνολογιών DSL.....	47
Γράφημα 21 - Οπτικός τροφοδότης δικτύου πρόσβασης.....	50
Γράφημα 22 - Δίκτυο οπτικών ινών	55
Γράφημα 23 - Σημείο προς σημείο switched ethernet.....	57
Γράφημα 24 - Παθητικό οπτικό δίκτυο	57
Γράφημα 25 - Σχέση κόστους και εύρος ζώνης των παθητικών οπτικών δικτύων	60
Γράφημα 26 - Μοντέλο επικοινωνιών WiMAX.....	61
Γράφημα 27 - IPTV διαμέσου ενός συστήματος WiMAX	64
Γράφημα 28 - Διαδικασία ενθυλάκωσης.....	74
Γράφημα 29 - Αρχιτεκτονική 3GPP LTE	79
Γράφημα 30 - Δομή στρώματος πρωτοκόλλου της διεπαφής ράδιο του LTE	81
Γράφημα 31 - Αρχιτεκτονική υπηρεσίας MBMS.....	83
Γράφημα 32 - Διαδικασία υπηρεσίας VoD IPTV.....	86

Γράφημα 33 - Υποδομή ενός πυρήνα δικτύου IPTV	90
Γράφημα 34 - Τοπολογία ενός MPLS πυρήνα δικτύου.....	91
Γράφημα 35 - Χρήση EVC για τη διασύνδεση του IPTV στο δίκτυο πυρήνα	92
Γράφημα 36 - Βασικά συστατικά πλατφόρμας IPTV	95
Γράφημα 37 - Δομή Πλατφόρμας IPTV.....	96
Γράφημα 38 – Κεντρική διαχείριση κλειδιών	100
Γράφημα 39 - Διαδικασία άμεσης εισαγωγής	100
Γράφημα 40 - Κρυπτογράφηση εκπομπής TV	101
Γράφημα 41 - Ροή περιεχομένου και διανομή (Streaming & Distribution).....	101
Γράφημα 42 - Εξυπηρετητές Λειτουργίας Ποιότητας Υπηρεσίας (QoS Servers) ..	106
Γράφημα 43 - Κίνηση Μεσισμικού (Middleware).....	108
Γράφημα 44 - Λειτουργία διακομιστή τερματικού εξοπλισμού χρήστη (STB server)	116
Γράφημα 45 - Αρχιτεκτονική TR-069	118
Γράφημα 46 - Μεσισμικό IPTV	131
Γράφημα 47 - Διάγραμμα αρχιτεκτονικής τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV ..	143

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1: Ρυθμοί μετάδοσης στο VDSL.....	42
Πίνακας 2: Συγκεντρωτικός πίνακας τεχνικών επιτάχυνσης DSL.....	49
Πίνακας 3: Πίνακας καναλιών καλωδίου	52
Πίνακας 4: Σύγκριση τεχνολογιών PON	58
Πίνακας 5: Απαιτήσεις απόδοσης LTE	78

1. Εισαγωγή - Γενική περιγραφή

1.1 Ορισμός διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV

Η διαδικτυακή τηλεόραση - IPTV είναι η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος μέσω ευρυζωνικής σύνδεσης που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας IP. Διακρίνεται από την ευρύτερη κατηγορία απλή Διαδικτυακή τηλεόραση - Internet Television καθώς χρησιμοποιεί ένα «κλειστό» δίκτυο και όχι το δημόσιο διαδίκτυο (Ιντερνετ). Οι υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV παρέχονται συνήθως πάνω από μια DSL πρόσβαση, ή πάνω από συνδέσεις οπτικών ινών [8]. Υπάρχει και η δυνατότητα μέσω καλωδιακής ή ασύρματης πρόσβασης [4], [9], [18].

Η IPTV εμπεριέχει μια διαδικασία προετοιμασίας και διανομής περιεχομένου μέσω του IP δικτύου δεδομένων. Το περιεχόμενο που έχει αποκτηθεί από διάφορες πηγές αποκωδικοποιείται, αποκρυπτογραφείται εάν είναι απαραίτητο και κωδικοποιείται ψηφιακά, για μεταφορά του, μέσω IP συνήθως, με νέα μορφή συμπίεσης και κρυπτογράφησης. Οι ροές IPTV διανέμονται μέσω του IP δικτύου και προβάλλονται μέσω συσκευών που έχουν την δυνατότητα λήψης και προβολής αυτών.

Οι υπηρεσίες διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV παρέχονται από τηλεπικοινωνιακούς πάροχους ή άλλες εταιρείες παροχής προστιθέμενων υπηρεσιών στο διαδίκτυο, συνήθως σε συνδυασμό με ευρυζωνική σύνδεση και σε αρκετές περιπτώσεις με δυνατότητα παροχής υπηρεσίας τηλεφωνίας με την χρήση του πρωτοκόλλου IP. Στην επόμενη παράγραφο θα αναφερθούμε στις κυριότερες εξελίξεις στον τομέα της μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος.

1.2 Κυριότερες εξελίξεις

Οι σημαντικότερες εξελίξεις οι οποίες διαμόρφωσαν περαιτέρω την τηλεοπτική εμπειρία είναι οι εξής:

Προσωπική τηλεόραση. Στις αρχές του 1980 οι φθηνότεροι τηλεοπτικοί δέκτες και ανάπτυξη της οικιακού δικτύου διασκέδασης οδήγησαν τις οικογένειες να έχουν κάποιες φορές περισσότερες τηλεοράσεις από τα μέλη της οικογενείας. Τα μέλη της

οικογενείας έτσι είχαν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν τα επιθυμητά προγράμματα μεμονωμένα, έχοντας ο καθένας ελευθερία στην παρακολούθηση των επιθυμητών προγραμμάτων.

Χρονική μετατόπιση και αναπαραγωγή με ποικίλες δυνατότητες. Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη, ήταν η έλευση της συσκευής βίντεο εγγραφής και έτσι το όραμα παρακολούθησης των προσωπικών, φορητών (όχι κινητών) δυνατοτήτων προβολής και ανεξάρτητα του χρόνου προβολής, έγινε πραγματικότητα. Οι λειτουργίες της αναπαραγωγής με ποικίλες δυνατότητες όπως: η δυνατότητα παύσης (Pause), προώθησης (FW), γρήγορης προώθησης (FF) και γυρίσματος προς τα πίσω - επαναφοράς (RW) του προβαλλόμενου περιεχομένου επέτρεψαν στους τηλεθεατές να παρακάμψουν κάποια μέρη του περιεχομένου αυτού και να δημιουργήσουν μια προσωπική τηλεοπτική εμπειρία. Οι επιπλέον δυνατότητες που δίνονται είναι η θέαση κατ' απαίτηση (on-demand) ή πληρωμή ανά θέαση (PPV). Το Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD) που προσφέρεται από τους παρόχους βίντεο, επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στο αποθηκευμένο περιεχόμενο του παρόχου όποτε το θελήσουν, χωρίς να χρειάζεται να αναμένουν για να το δουν ή να το καταγράψουν.

Προσωπική επιλογή Βίντεο. Οι συσκευές εγγραφής βίντεο επιτρέπουν στον χρήστη να καταγράψει και να αποθηκεύει τα προγράμματα τα οποία προτιμά και να δημιουργεί εξατομικευμένες επιλογές προγραμμάτων. Επιπλέον, ορισμένοι κατασκευαστές μηχανημάτων ψηφιακών εγγραφών, ορισμένοι ιστότοποι ενοικίασης ταινιών και συσκευές που έχουν πρόσβαση μέσω διαδικτύου, παρέχουν αυτοματοποιημένες προτάσεις οι οποίες βασίζονται στις συνήθειες παρακολούθησης του χρήστη, τις προηγούμενες επιλογές παρακολούθησης και στις προτιμήσεις για παρόμοια προγράμματα από μία μεγάλη ομάδα τηλεθεατών οι οποίοι έχουν κοινές συνήθειες παρακολούθησης.

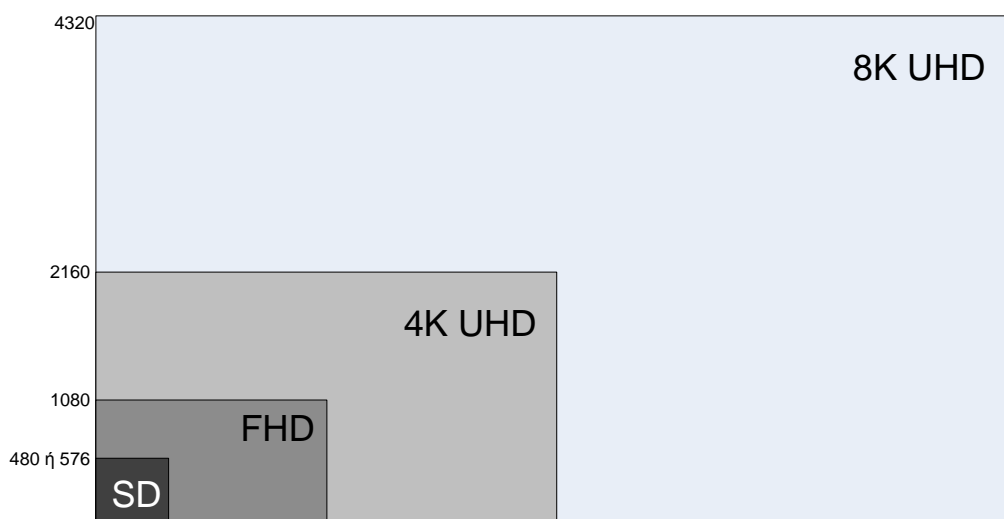
Επίγεια Ψηφιακή Τηλεόραση (DTV) - Διαχείριση περιεχομένου. Η DTV, όπως ορίζεται από την τυποποίηση Ψηφιακού Βίντεο Ευρυεκπομπής (DVB), εκπέμπει ελεύθερα περιεχόμενο μέσω της ατμόσφαιρας και των δορυφόρων. Η ψηφιακή τηλεόραση και η ευρεία διάδοση των αποθηκευτικών μέσων με την παράλληλη μείωση του κόστους και την αύξηση της χωρητικότητας δημιούργησαν την επόμενη επανάσταση την

ψηφιακή συσκευή εγγραφής (DVR). Η ψηφιακή συσκευή επιτρέπει την εγγραφή του τηλεοπτικού περιεχομένου, και παρέχει την δυνατότητα ποικίλων δυνατοτήτων αναπαραγωγής του περιεχομένου. Παράκαμψη διαφημίσεων ή γυρίσματος προς τα πίσω για επανάληψη της σκηνής, καλύτερες μηχανές αναζήτησης, αξιολογήσεις και προτάσεις είναι μέρος πια της τηλεοπτικής εμπειρίας. Οι συσκευές ψηφιακής εγγραφής έχουν πια αντικατασταθεί από τις συσκευές PVR (Personal Video Recording) οι οποίες υποστηρίζουν την δυνατότητα εγγραφής σε εξωτερικό αποθηκευτικό μέσο συνήθως USB. Η ραγδαία ανάπτυξη των συσκευών αυτών οφείλεται στο ότι έχουν την δυνατότητα να αποτελέσουν αποθηκευτικό χώρο όλων των ψηφιακών οπτικοακουστικών αρχείων.

Ψηφιακή Τηλεόραση – Υψηλής Ποιότητας Βίντεο. Η ψηφιακή τηλεόραση έχει οδηγήσει στην βελτίωση της ποιότητας της εικόνας βίντεο και μείωσης του αναλογικού θορύβου. Επιπλέον, η σημερινή αύξηση της δημοτικότητας της τεχνολογίας υψηλής ευκρίνειας (HD) έχει οδηγήσει στην μείωση των τιμών των HDTV τηλεοράσεων, και ιδίως των μεγάλων οθονών οικιακού κινηματογράφου. Τέλος η τεχνολογία 3D εξελίσσεται και βελτιώνεται συνεχώς ώστε να αυξήσει την τηλεοπτική εμπειρία [47].

Η τηλεοπτική βιομηχανία έχει αρχίσει να προετοιμάζεται για το επόμενο επίπεδο υψηλής ανάλυσης (HD), την υπέρ-υψηλή ανάλυση γνωστή ως 4K ή Ultra HD, που θα προσφέρει τέσσερις φορές υψηλότερη ανάλυση σε σχέση με την τωρινή υψηλότερη ανάλυση Full HD. Η ανάλυση Ultra HD έχει δυο αναλύσεις την 4K UHD (2160p) η οποία σημαίνει 3.840 x 2.160 pixel και 8K UHD (4320p) η οποία σημαίνει 7.680 x 4.320 pixel όταν το Full HD (1080p) είναι 1920 x 1080 pixel. Έχουμε δηλαδή τέσσερις φορές και δεκαέξι φορές αντίστοιχα τα πίξελς της ανάλυσης 1.920 x 1.080. Μεγάλες εταιρίες έχουν ξεκινήσει να προσφέρουν τις ανάλογες συσκευές.

Το αγγλικό γράμμα " p " στις αναλύσεις σημαίνει προοδευτική ή μη συμπλεγμένη σάρωση.



Γράφημα 1 - Συγκριτικό τύπων ανάλυσης

Στην Ιαπωνία, το υπουργείο Εσωτερικών Υποθέσεων και Επικοινωνιών σχεδίαζε αρχικά να λανσάρει την υπηρεσία 4K το 2016, αποφάσισε όμως να προχωρήσει νωρίτερα στην υλοποίηση του σχεδίου προκειμένου να τονώσει τη ζήτηση για νέο εξοπλισμό και κυρίως τηλεοράσεις. Η πρώτη μετάδοση τον Ιούλιο του 2014 θα καλύψει τον τελευταίο αγώνα του Παγκόσμιου Κυπέλλου Ποδοσφαίρου που θα πραγματοποιηθεί στη Βραζιλία. Δύο χρόνια νωρίτερα από ότι προγραμματιζόταν αρχικά σχεδιάζεται να ξεκινήσουν και οι πρώτες μεταδόσεις 8K το έτος 2016 [1].

Η ψηφιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας έχει ως στόχο την μεγιστοποίηση της ψυχαγωγίας του θεατή παρέχοντας νέες καινοτόμες τεχνολογίες, βελτιστοποιώντας την εμπειρία θέασης.

1.3 Μετεξέλιξη της παραδοσιακής τηλεόρασης

Εξέλιξη της παραδοσιακής τηλεόρασης είναι η διαδικτυακή τηλεόραση - IPTV η οποία περιλαμβάνει όλα τα εξελικτικά στάδια της παραδοσιακής τηλεόρασης που προηγήθηκαν. Αν και η IPTV χρησιμοποιεί διαφορετική τεχνολογία παράδοσης από την εναέρια, την καλωδιακή ή την δορυφορική ευρυεκπομπή, δεν είναι ένα επαναστατικό τεχνολογικό βήμα αλλά προσφέρει τις δοκιμασμένες και πετυχημένες υπηρεσίες. Η IPTV μπορεί να θεωρηθεί ως ισοδύναμο καλωδιακής ή δορυφορικής τηλεόρασης η οποία παραδίδεται μέσω του πρωτοκόλλου διαδικτύου IP, προσφέροντας στους συνδρομητές της μετάδοση ευρυεκπομπής ή και κατ' απαίτηση, χρησιμοποιώντας ψηφιακούς εγγραφείς περιεχομένου και οικιακά δίκτυα, μέσω

ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (xDSL), οπτικών ή ασυρμάτων δικτύων. Παρά το συμβατικό μοντέλο υπηρεσίας, η IPTV ανταγωνίζεται επιθετικά την τηλεοπτική αγορά επεκτείνοντας την παραδοσιακή αγορά τηλεόρασης προσθέτοντας νέους συμμετέχοντες στην προστιθέμενη αξία της αλυσίδας διανομής βίντεο.

Η διαδικτυακή τηλεόραση - IPTV δίνει τη δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών μέσων και τεχνολογιών για την επίτευξη και ικανοποίηση των θεατών και της αύξησης των επιχειρηματικών εργασιών των κατασκευαστών υλικού εξοπλισμού και των παρόχων υπηρεσιών.

1.4 Παροχή υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης

Οι υπηρεσίες της διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV συμπεριλαμβάνουν την παροχή:

- ψηφιακού τηλεοπτικού περιεχομένου
- καινοτόμων υπηρεσιών τηλεόρασης όπως θέαση με χρονική ολίσθηση, γονικός έλεγχος, παρακολούθηση επί πληρωμή, προσωπική εγγραφή βίντεο κ.α
- Κατ' απαίτηση βίντεο με δυνατότητες ίδιες με αυτές που προσφέρει μια συσκευή αναπαραγωγής DVD όπως παύση (Pause), προώθηση (FW), γρήγορης προώθηση (FF) και γυρίσματα προς τα πίσω – επαναφορά (RW)
- άλλων υπηρεσιών ψυχαγωγίας / περιεχομένου (μουσική, παιχνίδια, πρόσβαση στο διαδίκτυο)

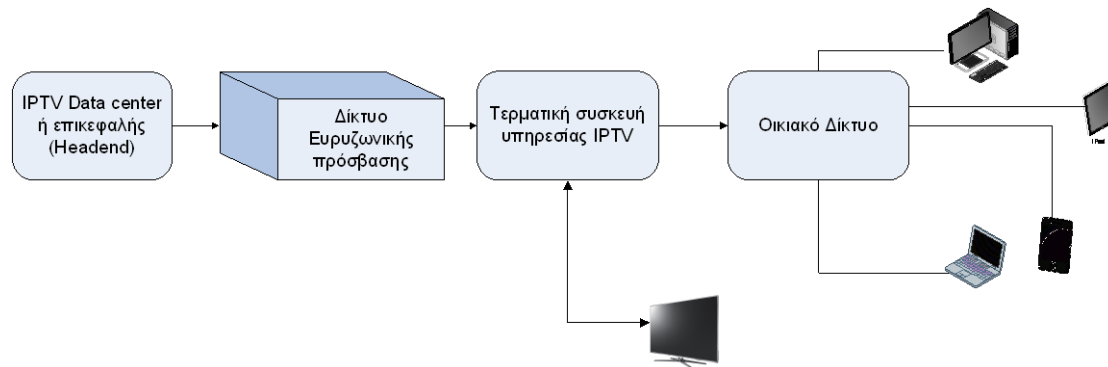
Κάνοντας χρήση των δυνατοτήτων που προσφέρει το πρωτόκολλο IP μπορούν και προσφέρονται μια σειρά λειτουργίες προτιθέμενης αξίας όπως, ποικιλία περιεχομένου και ευκολία πρόσβασης, καθιστώντας έτσι την παροχή υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης μια αναβαθμισμένη και ολοκληρωμένη εμπειρία ψυχαγωγίας, που παρέχεται στον τελικό χρήστη μέσω της συσκευής τηλεόρασης. Παράλληλα δίνει την δυνατότητα για παροχή διαδραστικών υπηρεσιών με υπηρεσίες όπως διαμοίραση εικόνων, βιντεοεπικοινωνία, άμεσης συνομιλίας - chatting, κ.α. ολοκληρώνοντας τις υπηρεσίες ψυχαγωγίας και όχι μόνο, που μπορεί να παρέχονται στον τελικό χρήστη.

Μπορεί να ειπωθεί σε γενικές γραμμές ότι η παροχή υπηρεσιών διαδραστικής τηλεόρασης ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία τηλεοπτικής ψυχαγωγίας στο χώρο του

σπιτιού (home entertainment) κατά βάση, αλλά και σε άλλους δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους εκτός του κινηματογράφου.

1.5 Γενική περιγραφή της δομής ενός δικτύου IPTV

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα απλοποιημένο διάγραμμα της IPTV στο οποίο διακρίνονται και αναλύονται τα παρακάτω στοιχεία [4], [9], [18]:



Γράφημα 2 - Απλοποιημένο διάγραμμα IPTV συστήματος

1.5.1 Κέντρο δεδομένων διαδικτυακής τηλεόραση

Το στοιχείο αυτό γνωστό και ως IPTV Data center ή επικεφαλής (Headend). Παίρνει περιεχόμενο από διάφορες πηγές, όπως η τοπική τηλεόραση, διάφορους παραγωγούς, καλωδιακά, επίγεια και δορυφορικά κανάλια. Με την λήψη του περιεχομένου βίντεο, μέρος του υλισμικού (hardware), όπως κωδικοποιητές, εξυπηρετητές βίντεο περιεχομένου, δρομολογητές IP, και αποκλειστικό υλισμικό σε θέματα ασφαλείας αναλαμβάνουν να προετοιμάσουν το περιεχόμενο βίντεο για διανομή σε ένα IP δίκτυο. Επιπρόσθετα, ένα σύστημα διαχείρισης συνδρομητών απαιτείται για να οργανώσει τα προφίλ των συνδρομητών και τις σχετιζόμενες οφειλές τους. Η φυσική θέση του κέντρου δεδομένων διαδικτυακής τηλεόρασης, εξαρτάται από την υποδομή του δικτύου που χρησιμοποιείται από τον πάροχο της υπηρεσίας.

1.5.2 Δίκτυο ευρυζωνικής πρόσβασης

Η διανομή των IPTV υπηρεσιών απαιτεί κυρίως συνδέσεις ένα προς ένα. Στην περίπτωση όμως αύξησης των συνδρομητών, οι συνδέσεις ένα προς ένα αυξάνονται δραματικά και έτσι μεγαλώνουν οι απαιτήσεις σε χωρητικότητα με αποτέλεσμα αυτό να είναι ασύμφορο. Με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των τελευταίων ετών,

οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι μπορούν να ικανοποιήσουν, ως ένα μεγάλο βαθμό, αυτήν την απαίτηση για χωρητικότητα. Σε αυτό βοήθησε η εισαγωγή διαφόρων μέσων μετάδοσης και τεχνικών, στην υποδομή των δικτύων, όπως τα δίκτυα τηλεπικοινωνιακών φορέων που βασίζονται σε οπτικές ίνες και τα οποία είναι τα πλέον κατάλληλα για να υποστηρίξουν την μεταφορά του περιεχομένου του IPTV τα ονομαζόμενα και δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης (Broadband access network).

1.5.3 Τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV

Οι τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV (IPTV - STB) είναι εκείνες οι συσκευές που χρησιμοποιούν οι συνδρομητές - τελικοί χρήστες για να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες της IPTV. Το IPTV - STB συνδέει το συνδρομητή - τελικό χρήστη στο δίκτυο και είναι υπεύθυνο για την αποκωδικοποίηση του περιεχομένου βίντεο και για την επεξεργασία της ροής των δεδομένων βίντεο που φθάνουν σε αυτό. Οι τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV υποστηρίζουν τεχνολογίες που ελαχιστοποιούν ή εξαλείφουν τις επιδράσεις που έχουν τα διάφορα προβλήματα του δικτύου στο περιεχόμενο υπηρεσίας IPTV. Γενικά, όπως υπάρχει σημαντική βελτίωση στις τεχνολογίες των ευρυζωνικών δικτύων πρόσβασης, αντίστοιχη βελτίωση και τεχνολογική ανάπτυξη υπάρχει και στις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV.

1.5.4 Οικιακό δίκτυο

Ένα οικιακό δίκτυο (Home network) συνδέει διάφορες ψηφιακές συσκευές μέσα σε μια περιορισμένη γεωγραφικά περιοχή, συνήθως τον οικιακό χώρο. Βελτιώνει την επικοινωνία και επιτρέπει το διαμοιρασμό των ψηφιακών πηγών. Ο στόχος ενός οικιακού δικτύου είναι να προσφέρει πρόσβαση σε πληροφορίες, όπως φωνή, ήχο, δεδομένα, ψυχαγωγία και σε διάφορες ψηφιακές συσκευές στο σπίτι. Ένα οικιακό δίκτυο προσφέρει διαμοιρασμό περιφερειακών συσκευών, όπως εκτυπωτών και ψηφιοποιητών καθώς, και διαμοιρασμό της ευρυζωνικής σύνδεσης του διαδικτύου[9].

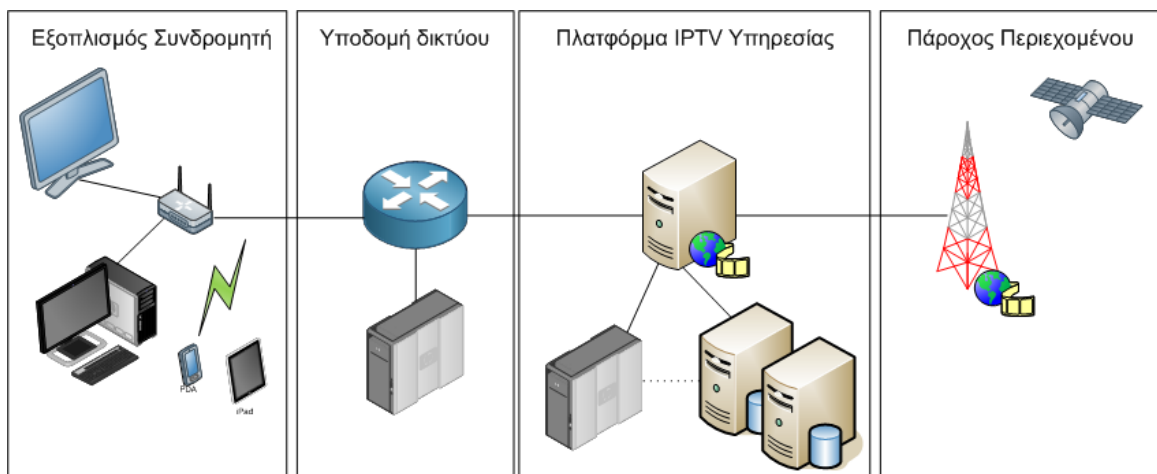
1.6 Τεχνική περιγραφή υπηρεσίας IPTV

Στόχος της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV είναι η παροχή τηλεοπτικού περιεχομένου καθώς και άλλων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας διαμέσου της υποδομής που υφίσταται, για τον τελικό χρήστη. Στις περισσότερες περιπτώσεις η συνηθέστερη υποδομή δικτύου είναι χαλκός ή κάποιες φορές και

οπτική ίνα. Η λειτουργία των υπηρεσιών αυτών επικεντρώνεται στην προώθηση περιεχομένου βίντεο καθώς και μίας σειράς άλλων, διαφορετικών τύπων περιεχομένου προς το συνδρομητή. Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης έχει άμεση σχέση με τα ειδικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που προσφέρονται στους καταναλωτές.

Παρακάτω παρουσιάζεται μία τυπική αρχιτεκτονική των διαφόρων επιμέρους πεδίων που αναφέρεται στην διαδικτυακή τηλεόραση, η οποία μας δίνει μια ξεκάθαρη εικόνα όσον αφορά την περιγραφή των τεχνικών δυνατοτήτων της και την επεκτασιμότητα της [4], [18], [31], [44].

Τα βασικά συστατικά μιας αρχιτεκτονικής διαδικτυακής τηλεόρασης παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 3 - Τυπικό διάγραμμα αρχιτεκτονικής IPTV (ITU-G)

Η τεχνική λύση της IPTV περιλαμβάνει συνοπτικά τέσσερα βασικά τμήματα δικτύου, για την παράδοση του περιεχομένου της διαδικτυακής τηλεόρασης στους τελικούς χρήστες: το οικιακό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται για την διανομή του τηλεοπτικού προγράμματος στις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV - STB καθώς και σε άλλες συσκευές λήψης και προβολής, το τμήμα πρόσβασης το οποίο μετακινεί το τελικό περιεχόμενο εντός του τμήματος δικτύου κορμού, το τμήμα της πλατφόρμας IPTV όπου γίνεται η επεξεργασία του περιεχομένου, και το τμήμα απόκτησης περιεχομένου το οποίο συγκεντρώνει διάφορα είδη περιεχομένου από διάφορους παρόχους για προώθηση στον τελικό χρήστη συνδρομητή στο τελευταίο τμήμα του οικιακού δικτύου.

1.7 Πλεονεκτήματα μετάδοσης μέσω πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης

Η διαδικτυακή τηλεόραση είναι μία τεχνολογία άμεσα συνδεδεμένη με την ψηφιακή εκπομπή, συνεπώς χρειάζεται να γίνει μία σύντομη αναφορά την ψηφιακή αναμετάδοση, η οποία παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- Βελτιωμένη εμπειρία τηλεθέασης.

Η εμπειρία τηλεθέασης βελτιώνεται με καλύτερη ποιότητα εικόνας, καλύτερο ήχο, εκατοντάδες νέα κανάλια, διάφορες κάμερες και οπτικές γωνίες και δυνατότητα πρόσβασης σε διάφορα παιχνίδια και επιλογές, κ.α.

- Βελτιωμένη κάλυψη.

Τα αναλογικά και τα ψηφιακά σήματα εξασθενούν όσο αυξάνεται η απόσταση από τον πομπό. Παρόλα αυτά, στα αναλογικά συστήματα αναμετάδοσης τηλεόρασης όσο αυξάνεται η απόσταση από τον πομπό, η εικόνα γίνεται χειρότερη για τους θεατές. Κάτι τέτοιο όμως δεν συμβαίνει στα ψηφιακά συστήματα μετάδοσης, όπου εκεί η ποιότητα της εικόνας παραμένει σταθερή και δεν μεταβάλλεται από την απόσταση, και το σήμα μεταδίδεται αυτούσιο μέσα στα επιτρεπτά όρια απόστασης.

- Αυξημένη χωρητικότητα και νέες προσφορές υπηρεσιών.

Η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για την μετάδοση του τηλεοπτικού σήματος, έδωσε την δυνατότητα στους παρόχους της υπηρεσίας μπορούν να μεταφέρουν μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών σε σχέση με τις αναλογικές τεχνολογίες. Με την ψηφιακή τηλεόραση, το περιεχόμενο συμπιέζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να καταλαμβάνει μόνο ένα μικρό μέρος του συνολικής χωρητικότητας της σύνδεσης, σε αντίθεση με τα αναλογικά συστήματα μετάδοσης, όπου το ίδιο το περιεχόμενο για να μεταδοθεί, θα καταλάμβανε το μεγαλύτερο μέρος της χωρητικότητας της σύνδεσης.

Δίνεται έτσι η δυνατότητα η εναπομένουσα χωρητικότητα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες υπηρεσίες όπως: Βίντεο κατ' απαίτηση (VOD) – ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (email) ή και άλλες υπηρεσίες, όπως πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό - διαδραστική μόρφωση - ηλεκτρονικό εμπόριο μέσω τηλεόρασης, κ.α.

-

- Αυξημένη ευελιξία πρόσβασης.

Παραδοσιακά ήταν πιθανό να παρακολουθήσει κάποιος αναλογικό περιεχόμενο εκπομπής τηλεόρασης μόνο σε μία τηλεόραση. Τώρα με τις ψηφιακές τεχνολογίες το περιεχόμενο βίντεο θα μπορεί επίσης να προβάλλεται σε μία πληθώρα συσκευών, από κινητά τηλέφωνα μέχρι και ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα αναλογικά συστήματα αντικαθίστανται συνεχώς με τα νέα ψηφιακά. Η μετάβαση από την αναλογική τηλεόραση στην ψηφιακή θα δώσει ένα κίνητρο στους παρόχους να αναβαθμίσουν τα δίκτυα μετάδοσής τους και στους παραγωγούς να προχωρήσουν στην μαζική παραγωγή προϊόντων που θα υποστηρίζουν τη νέα τεχνολογία. Ενώ πριν από μερικά χρόνια ήταν πρακτικό να χρησιμοποιούνται ραδιοφωνικές συχνότητες (radio frequency - RF) για να μεταφέρεται το σήμα της ψηφιακής τηλεόρασης στους χρήστες, τώρα με τις πρόσφατες βελτιώσεις στις μεθόδους συμπίεσης και στις ευρυζωνικές τεχνολογίες, πολλοί πάροχοι της υπηρεσίας έχουν ήδη στραφεί στην χρησιμοποίηση IP δικτύων για να μεταδίδουν το σήμα της ψηφιακής τηλεόρασης στους καταναλωτές.

- Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)

Η διαδικτυακή τηλεόραση εκτός από την πρόσβαση που δίνει στους συνδρομητές σε διάφορα κανάλια τηλεόρασης, προσφέρει και περιεχόμενο VOD για προβολή. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές υπηρεσίες της τηλεόρασης, όπου τα προγράμματα εκπέμπονται σύμφωνα με ένα ημερήσιο ή εβδομαδιαίο πρόγραμμα, στην IPTV προσφέρεται και η δυνατότητα του Βίντεο κατ' απαίτηση – VoD. Οι συνδρομητές - χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν και να προβάλλουν την εκπομπή της αρεσκείας τους, όποια στιγμή εκείνοι επιθυμούν. Το περιεχόμενο του βίντεο κατ' απαίτηση βρίσκεται σε μία βιβλιοθήκη ταινιών και αποθηκευμένων προγραμμάτων.

Γενικά, το περιεχόμενο βίντεο κατ' απαίτηση αποτελεί μία πρόκληση για όλους τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους που έχουν εισέλθει στην παροχή υπηρεσιών IPTV, και αυτό γιατί απαιτεί μεγάλο εύρος ζώνης και κατάλληλη δικτυακή υποδομή έτσι ώστε να υποστηρίζεται μια τέτοια υπηρεσία [8].

1.8 Λόγοι ανάπτυξης της διαδικτυακής τηλεόρασης

Οι κυριότεροι λόγοι που συνέβαλλαν στην ανάπτυξη της υπηρεσίας IPTV και στην στροφή των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών και των παρόχων σε αυτήν την τεχνολογία είναι:

- Ψηφιοποίηση της τηλεόρασης.

Οι περισσότεροι δορυφορικοί, επίγειοι, καλωδιακοί τηλεοπτικοί πάροχοι έχουν πλέον στραφεί στην αλλαγή του αναλογικού εξοπλισμού τους με ψηφιακό. Επιπρόσθετα, τα περισσότερα στούντιο παραγωγής βίντεο περιεχομένου χρησιμοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες για να εγγράφουν και να αποθηκεύουν το περιεχόμενο. Όλοι αυτοί οι παράγοντες ενθάρρυναν την υιοθέτηση της μετάδοσης του περιεχομένου βίντεο μέσω IP δικτύων.

- Βελτιώσεις στις τεχνολογίες συμπίεσης.

Η διανομή περιεχομένου βίντεο μέσω ενός IP δικτύου δεν είναι κάτι καινούριο, αφού πολλοί διαδικτυακοί τόποι, λειτουργούν την υπηρεσία ροής βίντεο - video streaming εδώ και πολλά χρόνια. Όμως το βίντεο αυτό ήταν συνήθως πολύ χαμηλής ποιότητας λόγω των περιορισμών που επέβαλλε η χωρητικότητα δικτύου. Με τον όλο και αυξανόμενο αριθμό των χρηστών με γρήγορες συνδέσεις (π.χ. συνδέσεις xDSL), καθώς και με τις καινούριες βελτιωμένες τεχνικές συμπίεσης, η μετάδοση περιεχομένου τηλεόρασης μέσω IP συνδέσεων έχει γίνει πιο εύκολη υπόθεση.

- Εμπορικοί και επιχειρηματικοί λόγοι.

Ο αυξανόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των τηλεπικοινωνιακών παρόχων οδήγησε στην προσφορά, υπηρεσιών IPTV στους πελάτες τους. Στην ουσία οι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί προσπαθούν να κερδίσουν καινούριους πελάτες με την λεγόμενη τριπλή υπηρεσία (triple-play - τηλεφωνία, ADSL σύνδεση και IPTV).

- Αύξηση αριθμού ευρυζωνικών συνδέσεων.

Η διείδυση του διαδικτύου στα περισσότερα σπίτια έχει φέρει την ανάγκη για μεγαλύτερες ταχύτητες στην πρόσβαση. Αυτή η ανάγκη έχει ικανοποιηθεί από τις ευρυζωνικές συνδέσεις, κυρίως από τις ADSL, καθώς και από άλλα δίκτυα όπως οπτικών ινών και ασυρμάτων δικτύων). Η υιοθέτηση των γρήγορων συνδέσεων από τις περισσότερες οικίες αποτελεί ένα ισχυρό κίνητρο και βάση για τους

περισσότερους καταναλωτές για να αρχίσουν να γίνονται συνδρομητές στην υπηρεσία IPTV.

- Εμφάνιση ψηφιακών σπιτιών.

Τα περισσότερες οικίες και ο τρόπος ζωής των ανθρώπων αλλάζουν και επηρεάζονται από την ψηφιακή τεχνολογία. Γενικά πολλές αλλαγές οφείλονται σε μια πληθώρα νέων τεχνολογιών που εισέρχονται στον οικιακό χώρο και βοηθούν κάνοντας τη ζωή των ανθρώπων ευκολότερη και συμβάλλουν και στη διασκέδασή τους. Ψηφιακές συσκευές σχετικές με την ψυχαγωγία είναι διάφορες παιχνιδομηχανές (ηλεκτρονικά παιχνίδια), ψηφιακά ηχοσυστήματα, αποκωδικοποιητές, τερματικές συσκευές υπηρεσιών, set-top boxes και επίπεδες τηλεοράσεις. Επίσης, η δραματική πτώση των τιμών των υπολογιστών οδήγησε στην εισαγωγή τους σε όλο και περισσότερα νοικοκυριά. Όλα αυτά οδηγούν στα ονομάζομενα «ψηφιακά νοικοκυριά» και όλοι αυτοί οι λόγοι είναι αυτοί που οδηγούν στην ολοένα και μεγαλύτερη απαίτηση για τεχνολογίες τύπου IPTV.

- Μετάβαση από την βασική στην υψηλής ανάλυσης τηλεόραση

Η τηλεόραση υψηλής ανάλυσης (HDTV) είναι στην ουσία τηλεόραση υψηλής ανάλυσης και ευκρίνειας. Είναι μία τεχνολογία η οποία φέρνει επανάσταση στην τεχνολογία της τηλεόρασης και θα αντικαταστήσει τη συμβατική βασικής ανάλυσης τηλεόραση (SDTV). Η αυξανόμενη ζήτηση για κανάλια HDTV οδηγεί στην εμφάνιση όλο και περισσότερων HDTV καναλιών και εκπομπών. Η υψηλής ανάλυσης ποιότητα απαιτεί μεγαλύτερη χωρητικότητα για τη μεταφορά. Η IPTV μπορεί να δώσει μια καλή λύση για το διαμοιρασμό του περιεχομένου HDTV.[46]

1.9 Δυνατότητες διαδικτυακής τηλεόρασης

Από την πλευρά του πάροχου της υπηρεσίας, η IPTV υλοποιεί την απόκτηση, επεξεργασία και ασφαλή μεταφορά του περιεχομένου βίντεο μέσω ενός δικτύου IP. Οι τύποι των παρόχων αυτής της υπηρεσίας ποικίλλουν, από παρόχους καλωδιακής τηλεόρασης και δορυφορικής τηλεόρασης μέχρι και μεγάλους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους καθώς και διαχειριστές ιδιωτικών δικτύων σε διάφορα μέρη του κόσμου. Η IPTV έχει πολλές δυνατότητες, όπως:

- Υποστήριξη για διαδραστική τηλεόραση. Οι δυνατότητες της IPTV επιτρέπουν στους παρόχους να παρέχουν στους συνδρομητές - χρήστες της υπηρεσίας διάφορες διαδραστικές εφαρμογές. Οι εφαρμογές που διαμοιράζονται μέσω της IPTV μπορεί να περιλαμβάνουν εκτός από την βασική υπηρεσία ζωντανή τηλεόραση, HDTV ή τηλεόραση πολύ υψηλής ευκρίνειας, διαδραστικά παιχνίδια, καθώς και υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό.

- Τηλεόραση χρονικής ολίσθησης. Σε συνδυασμό με ένα ψηφιακό εγγραφέα βίντεο, η IPTV μπορεί να υλοποιήσει την χρονική ολίσθηση ενός προγράμματος, το οποίο είναι στην ουσία ένας μηχανισμός για την εγγραφή και αποθήκευση περιεχομένου IPTV για τηλεθέαση σε επιλεγμένο χρόνο.

- Εξατομίκευση (Personalization). Το σύστημα IPTV υποστηρίζει την επικοινωνία και προς τις δύο κατευθύνσεις και επιτρέπει στους χρήστες να βλέπουν αυτό που επιθυμούν την χρονική στιγμή που το επιθυμούν.

- Μικρές απαιτήσεις σε χωρητικότητα δικτύου. Αντί να στέλνεται κάθε κανάλι σε κάθε χρήστη, οι τεχνολογίες IPTV επιτρέπουν στους παρόχους να στέλνουν με συνεχή ροή περιεχομένου το κανάλι μόνο στον χρήστη που ζήτησε να το δει. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στους χειριστές του δικτύου να διατηρούν χωρητικότητα στο δίκτυο και έτσι να αποτρέπεται η άσκοπη υπερφόρτωση του δικτύου.

- Δυνατότητα πρόσβασης από πολλές συσκευές. Το περιεχόμενο που μεταφέρει η IPTV δεν περιορίζεται μόνο για τηλεοράσεις. Οι πελάτες - συνδρομητές μπορούν να έχουν πρόσβαση στο περιεχόμενο IPTV και από τους υπολογιστές τους ή και από άλλες φορητές συσκευές π.χ. ταμπλέτες.

1.10 Τηλεοπτική ψυχαγωγία στο σπίτι

Η εξέλιξη της τεχνολογίας, η αύξηση της ταχύτητας και χωρητικότητας των δικτύων, η εξέλιξη των οικιακών και τερματικών συσκευών έχουν δημιουργήσει ένα ευρύτερο ανταγωνιστικό πλαίσιο, στο οποίο εμπλέκονται εταιρίες με διαφορετική επιχειρηματική δραστηριότητα, αλλά με κοινό στόχο: να κυριαρχήσουν στην αγορά της τηλεοπτικής ψυχαγωγίας στο σπίτι (Home entertainment). Όλα τα παραπάνω, σε

συνδυασμό με τη σύγκλιση δικτύων και συσκευών δημιουργούν συνθήκες έντονου ανταγωνισμού που συνηθίζεται να αποκαλείται “The Battle Of The Living Room”.

Η τηλεοπτική ψυχαγωγία στο χώρο του σπιτιού, κατά βάση, αλλά και σε άλλους δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους εκτός κινηματογράφου κατηγοριοποιείται ως εξής:

- Τηλεοπτικά Κανάλια

Είναι το πιο διαδεδομένο μέσο ψυχαγωγίας, το οποίο έχει ξεκινήσει στις αρχές του προηγούμενου αιώνα όπως είδαμε. Μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με μέσο ή την τεχνολογία μετάδοσης: επίγεια αναλογικά ή ψηφιακά, δορυφορικά, IPTV. Ανάλογα με το μοντέλο διάθεσης: ελεύθερο ή συνδρομητικό και ανάλογα με το περιεχόμενο: γενικό, ειδησεογραφικό, θεματικό, αθλητικό, κινηματογραφικό κ.α.

- Ταινίες κατ’ απαίτηση

Είναι ένας τρόπος θέασης κινηματογραφικών ταινιών κατά κύριο λόγο αλλά και άλλων μαγνητοσκοπημένων θεαμάτων που ξεκίνησε με την εξάπλωση των αναλογικών κασετών VHS και μετέπειτα το ψηφιακών οπτικών δίσκων DVD. Διακρίνεται στην ενοικίαση DVD, αγορά DVD και Βίντεο κατ’ απαίτηση μέσω του διαδικτύου.

1.11 Πάροχοι υπηρεσιών τηλεόρασης

Περιλαμβάνει τις επιχειρήσεις οι οποίες αγοράζουν το περιεχόμενο από τους παραγωγούς - παρόχους περιεχομένου και δημιουργούν τα μπουκέτα υπηρεσιών. Οι δραστηριότητες τους αφορούν:

- Διαχείριση προγραμμάτων προκειμένου να διαμορφώσουν τα διαφορετικά μπουκέτα ή πακέτα (σύνολο τηλεοπτικών καναλιών ή υπηρεσιών).
- Ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης συνδρομητών και προϊόντων, ώστε να μπορούν να προσφέρουν λύσεις πακέτων και να τιμολογούν ανάλογα (μόνο οι πάροχοι συνδρομητικής τηλεόρασης).
- Ανάπτυξη του συστήματος εξυπηρέτησης πελατών.

1.12 Βασικές κατηγορίες περιεχομένου διαδικτυακής τηλεόρασης

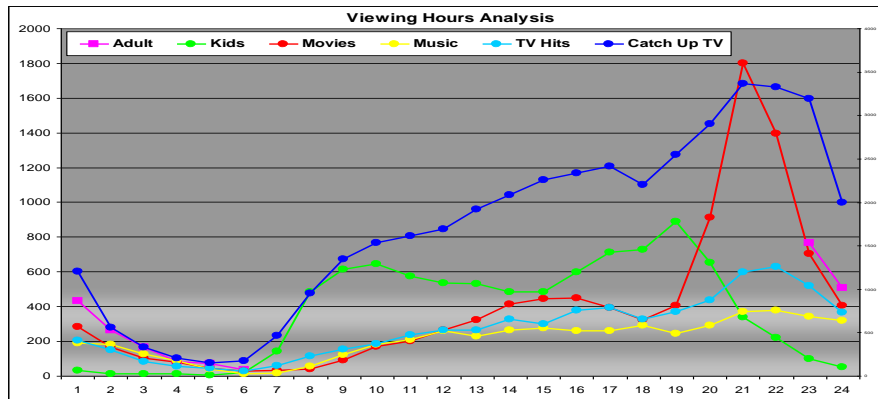
Ακολούθως αναφέρονται οι βασικές κατηγορίες περιεχομένου κάθε μια από τις οποίες μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω:

- Κινηματογραφικές ταινίες
- Τηλεοπτικές σειρές
- Cartoons και λοιπά παιδικά
- Ντοκιμαντέρ
- Αθλητικά
- Μουσικό περιεχόμενο
- Αισθησιακές ταινίες
- Reality Show
- Ειδησεογραφικό περιεχόμενο

Κάθε κατηγορία στοχεύει σε διαφορετική αγορά και έχει διαφορετική συνεισφορά στη στρατηγική του κάθε παρόχου IPTV. Μερικά χαρακτηριστικά των κατηγοριών και των αντίστοιχων στρατηγικών είναι τα εξής [4], [18]:

- Οι κινηματογραφικές ταινίες συνεισφέρουν σημαντικά στην προσέλκυση πελατών και εσόδων αλλά δεν έχουν μεγάλο περιθώριο κέρδους, σε σχέση με τις αισθησιακές.
- Οι παιδικές ταινίες ενισχύουν την πιστότητα των οικογενειών με παιδιά και βοηθούν στην δημιουργία σταθερής πελατειακής βάσης της υπηρεσίας.
- Τα αθλητικά είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα κατηγορία αλλά και με τα πιο ακριβά δικαιώματα. Για το λόγο αυτό πολλοί από τους παρόχους της υπηρεσίας δεν έχουν εμπλακεί στην αγορά αθλητικών δικαιωμάτων λόγω του πολύ υψηλού κόστους και του αναμφίβολου θετικού αποτελέσματος στις συνδέσεις πελατών IPTV.
- Η υπηρεσία IPTV στοχεύει κυρίως σε οικογένειες με παιδιά. Έτσι, ο σωστός συνδυασμός κατηγοριών τηλεοπτικού περιεχομένου, ταινιών, παιχνιδιών και άλλων υπηρεσιών που θα καλύπτουν συνολικά τις προτιμήσεις των μελών της οικογένειας είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες επιτυχίας της υπηρεσίας.

Παρακάτω ακολουθεί ένα δείγμα ημερήσιας κατανομής και χρήσης τηλεοπτικού περιεχομένου IPTV που περιγράφει πώς συνδυάζονται για το σύνολο των χρηστών τα διαφορετικά είδη περιεχομένου [5].

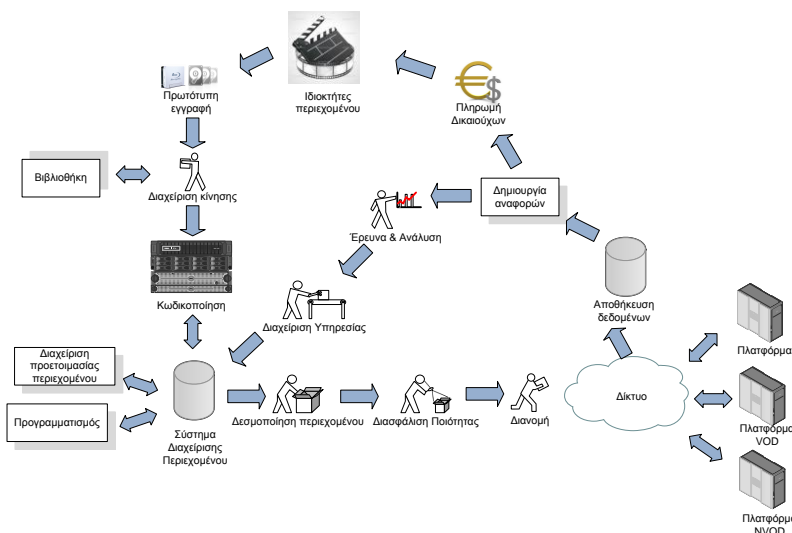


Γράφημα 4 - Ημερησία κατανομή & χρήση τηλεοπτικού περιεχομένου IPTV

1.12.1 Διαχείριση Περιεχομένου

Η διαχείριση του περιεχομένου (Content Management) είναι μια πολύπλοκη και σύνθετη αλυσίδα πολλών εργασιών που αποτελεί τον κορμό της υπηρεσίας IPTV. Ξεκινάει από την απόκτηση του περιεχομένου και τις διαπραγματεύσεις με τους προμηθευτές περιεχομένου και καταλήγει σε αυτό που βλέπει ο χρήστης στον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος και στο μενού της υπηρεσίας σε καθημερινή βάση.

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα απεικονίζονται οι λειτουργίες ενός παρόχου υπηρεσίας IPTV σε σχέση με τη διαχείριση περιεχομένου.



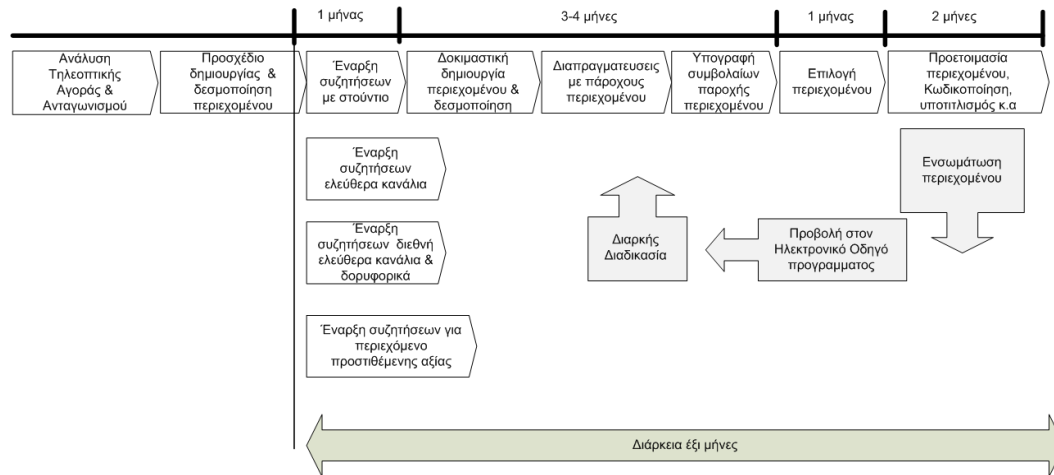
Γράφημα 5 - Κύκλος ζωής περιεχομένου

Αναλυτικότερα οι βασικές λειτουργίες - εργασίες που περιλαμβάνονται στην διαχείριση περιεχομένου είναι οι ακόλουθες:

- Απόκτηση περιεχομένου
- Διαχείριση συμβολαίων και δικαιωμάτων
- Επιλογή περιεχομένου που προσφέρεται από το διαθέσιμο, βάση των συμφωνιών
- Παραλαβή και αποστολή του περιεχομένου
- Προετοιμασία του περιεχομένου (κωδικοποίηση, υποτιτλισμός, μεταγλώττιση, πρόσθετα στοιχεία πληροφοριών, κλπ.)
- Διαχείριση του περιεχομένου σε όλα τα στάδια, από την απόκτηση μέχρι τη μεταφόρτωση στην πλατφόρμα και μέχρι να την αφαίρεση του από το προσφερόμενο περιεχόμενο της υπηρεσίας (tracking of content life cycle).
- Ποιοτικός έλεγχος του περιεχομένου σύμφωνα με τα πρότυπα ποιότητας και μορφοποίηση πριν την μεταφόρτωση στην πλατφόρμα
- Δεσμοποίηση περιεχομένου και δημιουργία μπουκέτων
- Διαχείριση περιεχομένου βιβλιοθήκης
- Μοντελοποίηση περιεχομένου, σχεδιασμός και τιμολογιακή πολιτική
- Ανάλυση στατιστικών χρήσης της υπηρεσίας και δημιουργία αναφορών για βελτίωση της υπηρεσίας
- Σχέσεις περιεχομένου: Πληρωμή δικαιωμάτων και λογιστικά, Έλεγχος πληροφορίας απόδοσης πάροχου περιεχομένου, Συνεχής βελτίωση των όρων μέσω επαναδιαπραγμάτευσης.
- Διαχείριση διανομής εσόδων και διακανονισμοί με τους παρόχους περιεχομένου
- Προωθητικές ενέργειες μέσα από την ήδη προβαλλόμενη υπηρεσία για αύξηση της χρήσης και ταυτόχρονη προώθηση περιεχομένου και υπηρεσιών

- Στρατηγική και βελτιστοποίηση ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος και διεπαφής χρήστη (EPG/GUI) για μεγιστοποίηση της ικανοποίησης του συνδρομητή –τελικού χρήστη.

Η πιο χρονοβόρα διαδικασία είναι αυτή της συμφωνίας με τα κινηματογραφικά στούντιο που ακόμα και με βοήθεια από κάποιον εξειδικευμένο μεσολαβητή μπορεί να διαρκέσει ακόμα και έξι μήνες [9].



Γράφημα 6 - Απόκτηση περιεχομένου

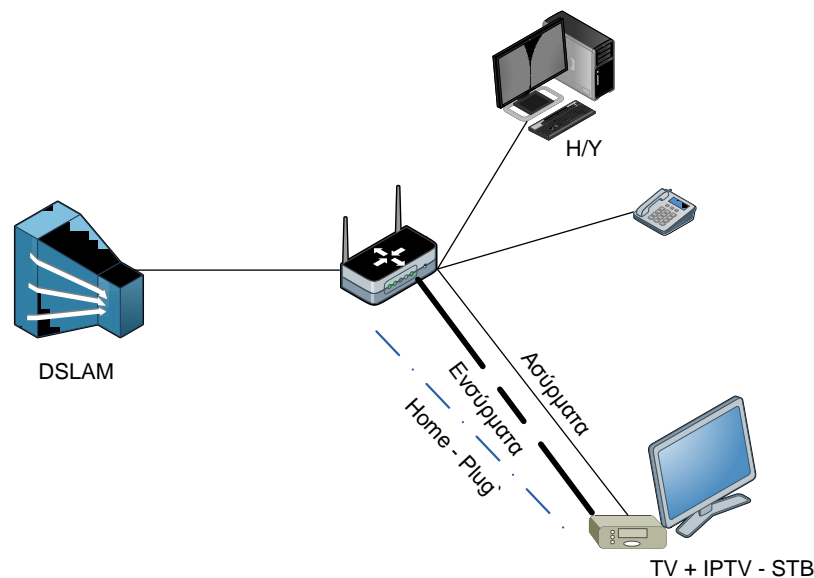
2. Δίκτυα και αρχιτεκτονικές διανομής περιεχομένου IPTV

2.1 Διανομή IPTV με διάφορες τεχνολογίες δικτύου

Η ανάπτυξη των υπηρεσιών, οδήγησε στην γρήγορη ανάπτυξη όλων των επιμέρους τεχνολογιών με αποτέλεσμα την ραγδαία ανάπτυξη υποδομών. Ένα δίκτυο IPTV μετά την απόκτηση του περιεχομένου χωρίζεται σε τρία επιπλέον κύρια μέρη αρχίζοντας από το τέλος: το οικιακό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται για την διανομή του τηλεοπτικού περιεχομένου στα IPTV - STB καθώς και σε άλλες συσκευές λήψης και προβολής εντός του χώρου του συνδρομητή, το δίκτυο πρόσβασης το οποίο καλύπτει την απόσταση από τον χώρο του συνδρομητή έως το δίκτυο του παρόχου (last mile) και διανέμει το περιεχόμενο στις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV και το δίκτυο κορμού το οποίο ενώνει το δίκτυο πρόσβασης με την πλατφόρμα της υπηρεσίας IPTV [8], [28].

i) Οικιακά δίκτυα

Τα οικιακά δίκτυα αρχικά σχεδιάστηκαν για σύνδεση υπολογιστών στο σπίτι, ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως για την διανομή τηλεοπτικού σήματος σε IPTV – STB καθώς και σε άλλες συσκευές. Το δίκτυο αυτό αποτελείται τον ακόλουθο εξοπλισμό:



Γράφημα 7 - Εξοπλισμός οικιακού δικτύου

- CPE: Η τερματική συσκευή χρήστη CPE δίνει πρόσβαση στο συνδρομητή μέσω του δικτύου χαλκού του παρόχου στο δίκτυο της υπηρεσίας IPTV. Για την επικοινωνία αυτή στηρίζεται στο πρότυπο ADSL2+ G992.5 ή το VDSL
- IPTV STB – IPTV Set Top Box: Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV – STB επικοινωνεί με την συσκευή τηλεόρασης και με την συσκευή CPE και μετατρέπει το ψηφιακό περιεχόμενο της υπηρεσίας του IPTV σε περιεχόμενο στην οθόνη. Είναι το μοναδικό σημείο επαφής του χρήστη με την υπηρεσία της IPTV. Οποιαδήποτε υπηρεσία είναι διαθέσιμη στον χρήστη μέσω αυτού.

Οι παραπάνω συσκευές είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους όπως φαίνεται στο παραπάνω γράφημα 7. Επιπρόσθετα οι διασυνδέσεις προς τα έξω θα πρέπει να παρέχουν το απαραίτητο εύρος ζώνης για τη μεταφορά υπηρεσιών βίντεο. Πιθανές τεχνολογίες για την υλοποίησή τους είναι οι Ethernet, Wireless Lan και Power Line Adapters (Home Plugs). Η πιο προφανής από τις παραπάνω, η χρήση Ethernet, μπορεί να συναντήσει δυσκολίες στην εφαρμογή της όταν το CPE και IPTV - STB βρίσκονται απομακρυσμένα μεταξύ τους. Κάτι τέτοιο είναι ιδιαίτερα συνηθισμένο σε παλιά σπίτια λόγω περιορισμών στην εσωτερική καλωδίωση. Εκεί οι λύσεις υπόλοιπες λύσεις λύνουν τα προβλήματα δικτύωσης αλλά με αυξημένο κόστος.

ii) Δίκτυο Πρόσβασης

Το δίκτυο πρόσβασης υλοποιεί το κομμάτι της διασύνδεσης το οποίο καλύπτει την απόσταση από το χώρο του συνδρομητή έως το δίκτυο του παρόχου παροχής υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης το ονομαζόμενο και ως “last mile”, ικανοποιώντας παράλληλα τις απαιτήσεις για ομαλή λειτουργία της υπηρεσίας. Η IPTV αρχικά ακολούθησε την ανάπτυξη της ευρυζωνικής πρόσβασης στα τηλεφωνικά δίκτυα χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Ψηφιακής Γραμμής Συνδρομητή (DSL). Αρχικά η ευρυζωνική πρόσβαση στηρίχθηκε στην Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL) αλλά κινείται γρήγορα προς την Πολύ Υψηλής ταχύτητας DSL έκδοση 2 (VDSL 2) ώστε να παρέχει τις ταχύτητες που απαιτούνται για μια σωστή υπηρεσία IPTV. Οι τεχνολογίες DSL συνυπάρχουν με το τηλεφωνικό σήμα πάνω στα συνεστραμμένα ζεύγη χαλκού. Δεδομένα υψηλής ταχύτητας μεταδίδονται ψηφιακά σε υψηλότερες συχνότητες από την συνηθισμένη μετάδοση φωνής. Με την ταχέως αυξανόμενη ζήτηση για περιεχόμενο υψηλής ανάλυσης (HD),

οι IPTV υλοποιήσεις χρησιμοποιούν μια ποικιλία από άλλα δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης κυρίως FTTH.

Η πιο κλασσική περίπτωση υλοποίησης είναι το δίκτυο πρόσβασης να βασίζεται σε πολυπλέκτες ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (DSLAMs) τα οποία υποστηρίζουν την βασική πια ADSL2+ καθώς και τις πιο νέες τεχνολογίες για την επικοινωνία με τους συνδρομητές και κυρίως σε Gigabit Ethernet για το υπόλοιπο δίκτυο. Οι περισσότερες υλοποιήσεις έργων τηλεόρασης πρωτοκόλου διαδικτύου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο έχουν αυτή την μορφολογία.

Επιπροσθέτως η IPTV όλο και περισσότερο συνδέεται με την μελλοντική πολλά υποσχόμενη παράδοση περιεχομένου μέσω ασυρμάτων ευρυζωνικών δικτύων.

iii) Δίκτυο Κορμού

Η IPTV όπως είδαμε είναι μια διαχειριζόμενη υπηρεσία η οποία παρέχει Ποιότητα υπηρεσίας (QoS) και συνήθως μεταδίδεται στο δίκτυο κορμού μέσω οπτική ίνας και χρησιμοποιώντας τεχνολογία MPLS. Η κατακόρυφη αύξηση της κίνησης βίντεο με την πάροδο του χρόνου θα αναγκάσει ακόμα και το δίκτυο κορμού να αποκτήσει πιο αποτελεσματικούς τρόπους μετάδοσης της βίντεο πληροφορίας. Αν και αυτό εξακολουθεί να είναι αντικείμενο έρευνας, οι επιλογές περιλαμβάνουν την καλύτερη χρήση του υφιστάμενου εύρους ζώνης μέσω της κωδικοποίησης δικτύου καθώς και πιο αποτελεσματικές οπτικές συσκευές.

Γενικά, η IPTV έχει γίνει ένα δημοφιλές μέσο για την μεταφορά υπηρεσιών ψηφιακής τηλεόρασης στους συνδρομητές. Όμως, λόγω της φύσης του IPTV, απαιτείται ένα αξιόπιστο και υψηλής ταχύτητας δίκτυο για την μεταφορά των δεδομένων του με ταχύτητα από και προς τους συνδρομητές. Ο κύριος σκοπός αυτού του δικτύου είναι να μεταφέρει τα bits των δεδομένων μεταξύ του IPTV - STB του συνδρομητή - τελικού χρήστη και του κέντρου δεδομένων IPTV του παρόχου της υπηρεσίας. Αυτό χρειάζεται να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεάζεται η ποιότητα του βίντεο καθώς και του ρυθμού μετάδοσης του βίντεο που εκπέμπεται στον συνδρομητή IPTV. Η επιλογή της αρχιτεκτονικής του δικτύου IPTV που απαιτείται εξαρτάται από τον πάροχο.

Μία πληθώρα λύσεων σε επίπεδο δικτύων, συμπεριλαμβανομένων καλωδιακών συστημάτων, δικτύων κινητής τηλεφωνίας, ασύρματων δικτύων, και δορυφορικών δικτύων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν υπηρεσίες IPTV σε ένα

μέρος του συνολικού δικτύου. Η μεταφορά του περιεχομένου βίντεο σε όλους αυτούς τους διαφορετικούς τύπους δικτύου έχει πολλές προκλήσεις και είναι κάτι αρκετά δύσκολο. Το κεφάλαιο αυτό επικεντρώνεται στην αναφορά των υποδομών δικτύου που χρησιμοποιούνται από το IPTV για την μεταφορά των δεδομένων και στην περιγραφή τους.

2.2 Ευρυζωνικά δίκτυα πρόσβασης IPTV

Βασική παράμετρος της διαδικτυακής τηλεόρασης είναι ότι πρέπει να παρέχεται μεγάλη χωρητικότητα σε εύρος ζώνης μεταξύ του δικτύου κορμού (core network) και του φυσικού χώρου που βρίσκεται ο συνδρομητής της υπηρεσίας (last mile). Οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την συνοψίζονται στην συνέχεια[2]:

- Δίκτυα xDSL
- Δίκτυα οπτικών ινών
- Ασύρματα δίκτυα
- Άλλα δίκτυα

Τα περισσότερα επιχειρηματικά μοντέλα τηλεόρασης πρωτοκόλου διαδικτύου έχουν στηριχθεί στο xDSL, λόγω του ότι οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι ήταν οι πρώτοι που δραστηριοποιήθηκαν στην μορφή αυτή τηλεόραση. Είναι κατανοητό ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις στην αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόγχου καθώς και η δυνατότητα προσφοράς υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας οδήγησαν στην ευρύτατη χρήση του xDSL στην ανάπτυξη των επιχειρηματικών μοντέλων της διαδικτυακής τηλεόρασης. Ένας άλλος, επίσης, λόγος ήταν η απελευθέρωση της αγοράς των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, που ανάγκασε τους παρόχους ηλεκτρονικών υπηρεσιών να αρχίσουν να προσφέρουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας πάνω από υποδομές που είχαν ήδη, για να μπορέσουν να περιορίσουν τις απώλειες της συνδρομητικής τους βάσης.

2.2.1 Δίκτυα xDSL

2.2.1.1 Ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή

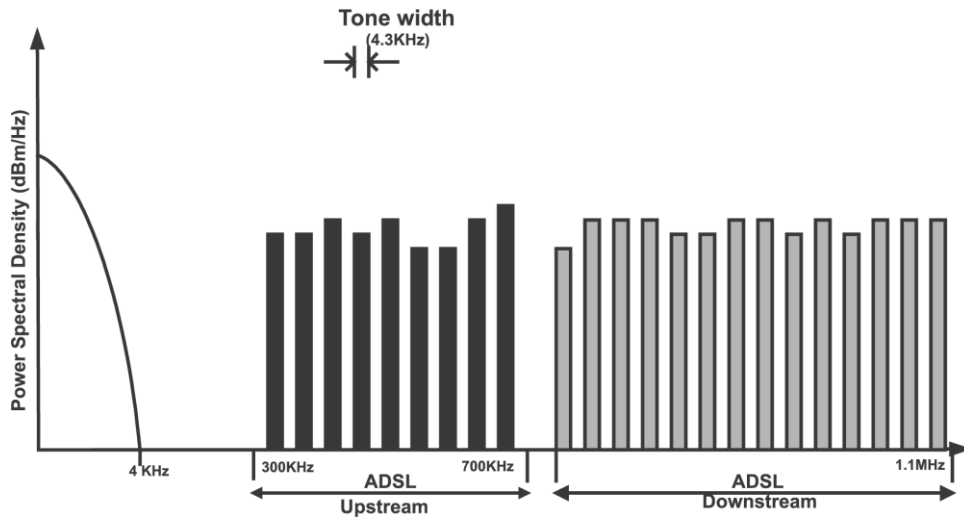
Η τεχνολογία ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) είναι πιο διαδεδομένη μορφή της xDSL που χρησιμοποιείται σε δίκτυα τηλεπικοινωνιών σε ολόκληρο τον κόσμο.

Η ADSL είναι μία σημείο προς σημείο τεχνολογία. Αυτό το χαρακτηριστικό της, δίνει τη δυνατότητα στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους να υποστηρίζουν υπηρεσίες που απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης, όπως το IPTV μέσα από τις υπάρχουσες γραμμές μετάδοσης σήματος. Ονομάζεται “asymmetric” γιατί μια ADSL ζεύξη έχει διαφορετικό ρυθμό μετάδοσης προς τις δύο κατευθύνσεις.

Χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές, η ADSL έχει όριο κάτω ζεύξης - download (από το κέντρο προς το συνδρομητή) 8 Mbps και όριο άνω ζεύξης - upload 1,5 Mbps (από το συνδρομητή προς το κέντρο). Έτσι μία ADSL σύνδεση μπορεί να υποστηρίξει 2 κανάλια βασικής ανάλυσης (SD) τηλεόρασης και μία γρήγορη σύνδεση στο Internet.

Το κύριο μειονέκτημα της ADSL είναι υπάρχει όριο στη διαθεσιμότητά της ανάλογα με την απόσταση από το κέντρο του παρόχου. Η ADSL, με απλά λόγια, επηρεάζεται από την απόσταση, έτσι οι συνδρομητές που είναι κοντά στο κέντρο δεδομένων απολαμβάνουν καλύτερη ποιότητα της υπηρεσίας σε σχέση με αυτούς που είναι πιο μακριά. Μία σύνδεση ADSL έχει όριο περίπου τα 5 με 6 χιλιόμετρα από το κοντινότερο το κέντρο του παρόχου για να μπορεί να παρέχει εγγυημένη ποιότητα υπηρεσίας.

Λόγω του ότι το ADSL βασίζεται στην εκμετάλλευση απλών παραδοσιακών τηλεφωνικών γραμμών, οι οποίες σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν απλά την μετάδοση χαμηλών συχνοτήτων φωνής, η κίνηση υψηλών συχνοτήτων που στέλνεται σε μία τηλεφωνική γραμμή συνήθως δέχεται παραμόρφωση και παρεμβολές. Η κατανομή του εύρους ζώνης μιας τηλεφωνικής γραμμής βοηθάει στο να ελαχιστοποιούνται οι παρεμβολές και να αυξάνονται οι ρυθμοί μετάδοσης. Ο καταμερισμός ενός ADSL κυκλώματος αναθέτει τα χαμηλότερα 4 kHz για την ήδη υπάρχουσα τηλεφωνία, ενώ τα κανάλια εκπομπής – upstream και λήψης δεδομένων – downstream βρίσκονται στις συχνότητες 26 kHz – 1.1 MHz.[3], [8].



Γράφημα 8 - Καταμερισμός συχνοτήτων ADSL

Ο ADSL εξοπλισμός περιλαμβάνει μία ψηφιακή σύνδεση στο PSTN δίκτυο. Παρόλα αυτά, το σήμα το οποίο μεταδίδεται στη σύνδεση αυτή διαμορφώνεται ως ένα αναλογικό σήμα. Τα ADSL κυκλώματα πρέπει να χρησιμοποιούν αναλογικά σήματα γιατί ο τοπικός βρόχος του δικτύου δεν μπορεί να μεταφέρει σήματα σε ψηφιακή μορφή. Παρόλα αυτά, ο εξοπλισμός του IPTV κέντρου δεδομένων είναι υπεύθυνος για την μετατροπή των ψηφιακών δεδομένων σε αναλογικά σήματα τα οποία μπορούν να μεταφερθούν από τον τοπικό βρόχο του δικτύου. Η συσκευή στον φυσικό χώρο του πελάτη το οποίο συνδέεται με το IPTV STB τότε μετατρέπει και πάλι τα αναλογικά σήματα, τα οποία μεταδίδονται από την ADSL σύνδεση, στα κατάλληλα ψηφιακά σήματα.

Οι δύο κύριες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να διαμορφώνουν ψηφιακά δεδομένα διαδικτυακής τηλεόρασης σε αναλογικά σήματα για την μετάδοσή τους μέσα από ADSL γραμμές είναι η διαμόρφωση πλάτους και φάσης χωρίς φορέα (CAP) και η διαμόρφωση πολλαπλών διακριτών τόνων (DMT) [2].

- **Διαμόρφωση πλάτους και φάσης χωρίς φορέα (CAP)**

Η διαμόρφωση πλάτους και φάσης χωρίς φορέα (Carrierless Amplitude and Phase modulation), ήταν η αρχική προσέγγιση που χρησιμοποιούνταν για τη διαμόρφωση ψηφιακών δεδομένων σε αναλογικά σήματα για την μετάδοσή τους σε ADSL γραμμές. Όσο και αν το όνομα δηλώνει ότι είναι χωρίς φορέα, ένας φορέας χρησιμοποιείται για να μεταδώσει τα δεδομένα στο τηλεφωνικό δίκτυο. Η CAP μοιάζει με την Ορθογώνια διαμόρφωση πλάτους (Quadrature Amplitude

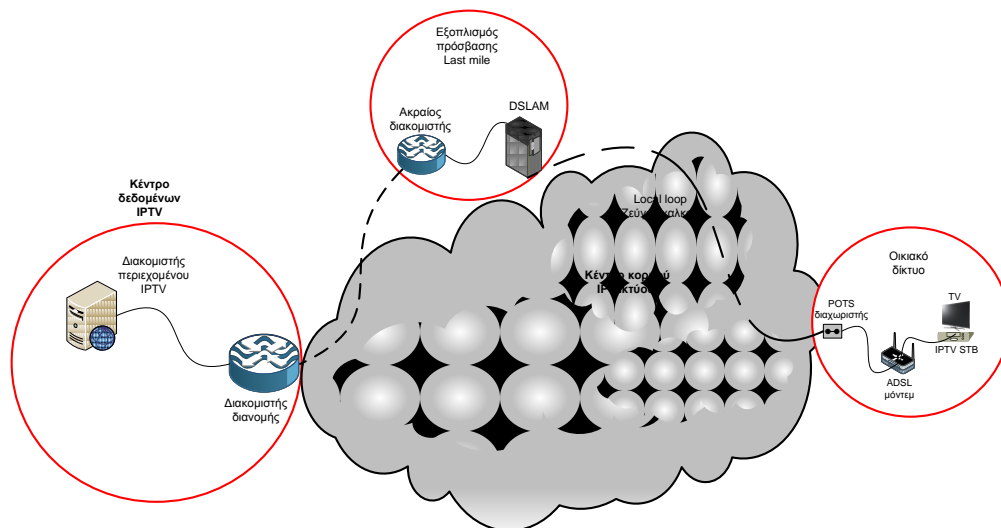
Modulation - QAM). Η QAM χρησιμοποιείται ευρέως σε δορυφορικές και καλωδιακές εφαρμογές τηλεόρασης εδώ και πολλά χρόνια.

- **Διαμόρφωση πολλαπλών διακριτών τόνων (DMT)**

Η διαμόρφωση πολλαπλών διακριτών τόνων (Discrete Multi-tone), αποτελεί μία εναλλακτική μέθοδο διαμόρφωσης και χρησιμοποιείται από τις πιο μοντέρνες τεχνολογίες xDSL. Διαχωρίζει το σήμα DSL σε διάφορα μικρά κανάλια ή υποσυχνότητες. Κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, κάθε ένα από αυτά τα κανάλια μεταφέρει ένα μικρό μέρος του συνολικού ρυθμού μετάδοσης. Διαιρώντας το εύρος ζώνης της μετάδοσης σε μία συλλογή καναλιών η DMT είναι ικανή να ταιριάζει τέλεια τα χαρακτηριστικά μιας τηλεφωνικής γραμμής και να μεγιστοποιήσει το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. Η DMT μοιάζει με την Ορθογωνική πολύπλεξη με διαίρεση συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM). Η OFDM χρησιμοποιείται από τα ευρωπαϊκά πρότυπα τηλεόρασης DVB.

2.2.1.1.1 Εξοπλισμός ADSL

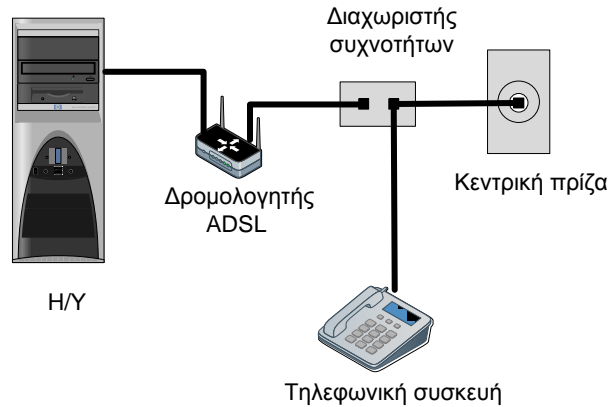
Ο εξοπλισμός της ADSL χρησιμοποιείται για να αξιοποιήσει αποδοτικά το πολύτιμο εύρος ζώνης των τηλεφωνικών γραμμών. Ο εξοπλισμός φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα και αποτελείται από τα ακόλουθα [6], [8], [28]:



Γράφημα 9 - IPTV σε αρχιτεκτονική ADSL

i) Ένα ADSL modem

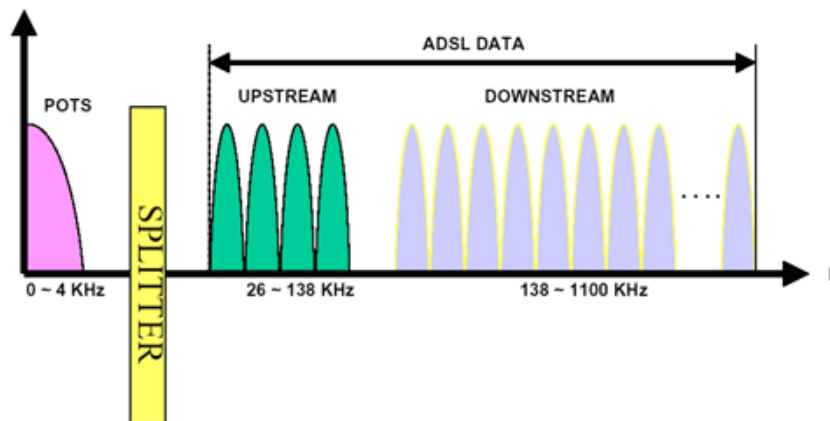
Στον χώρο του συνδρομητή, πρέπει να υπάρχει ένας ADSL δέκτης ή ένα ADSL modem - δρομολογητής. Το modem - δρομολογητής συνδέεται συνήθως με Ethernet σύνδεση με τον υπολογιστή. Τα περισσότερα modem πλέον είναι και δρομολογητές και υποστηρίζουν μεγάλες ταχύτητες πρόσβασης στο διαδίκτυο και άλλες υπηρεσίες.



Γράφημα 10 - Συνδεσμολογία xDSL μόντεμ με φίλτρο

ii) Ένα διαχωριστή POTS

Οι χρήστες για να έχουν πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό με μία ADSL σύνδεση, πρέπει να χρησιμοποιήσουν μία συσκευή που ονομάζεται διαχωριστής - splitter και χρησιμοποιείται για να διαχωρίζει τα σήματα δεδομένων - data από σήματα φωνής. Το διαχωριστής χωρίζει το σήμα που φθάνει στις χαμηλές συχνότητες που στέλνονται στο τηλέφωνο και στις υψηλές συχνότητες για δεδομένα στο οικιακό δίκτυο.



Γράφημα 11 - Διαχωρισμός σημάτων δεδομένων - φωνής

iii) Έναν Πολυπλέκτη ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (DSLAM)

Ο πολυπλέκτης ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών έχει τα αρχικά DSLAM τα οποία σημαίνουν Digital Subscriber Line Access Multiplexer. Στο κέντρο του IPTV παρόχου το DSLAM λαμβάνει τις συνδέσεις των συνδρομητών μέσω των χάλκινων καλωδίων, τις ενώνει και τις συνδέει στο κέντρο δεδομένων IPTV με ένα πολύ γρήγορο κεντρικό δίκτυο οπτικών ινών. Για τις υπηρεσίες IPTV το DSLAM υποστηρίζει και την μετάδοση (δηλαδή εκπομπή σε πολλούς χρήστες που αποτελούν μια ομάδα, ταυτόχρονα). Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η ξεχωριστή αποστολή κάθε καναλιού σε κάθε συνδρομητή IPTV που επιθυμεί να το παρακολουθήσει. Το DSLAM επίσης είναι υπεύθυνο για τη διανομή του IPTV περιεχομένου από το δίκτυο διανομής στους IPTV συνδρομητές. Τα DSLAM χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: DSLAMs επιπέδου 2 (Layer-2) και IP - aware DSLAMs.

1. Τα επιπέδου 2 DSLAMs λειτουργούν στο 2^ο επίπεδο του OSI, δηλαδή στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων (Data Link) και πραγματοποιούν λειτουργίες όπως ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ Ethernet διεπαφών, περνούν κίνηση καναλιών άνω ζεύξης (upstream), και αποτρέπουν παρεμβολές μεταξύ των χρηστών.
2. Τα IP - aware DSLAMs παρέχουν υποστήριξη για τα πρωτόκολλα IP του 3^{ου} επιπέδου. Διάφορες λειτουργίες που υποστηρίζονται από αυτά τα DSLAM περιλαμβάνουν την επανάληψη των καναλιών ευρυεκπομπής που μεταδίδονται σε διάφορους συνδρομητές και την εκτέλεση εντολών αλλαγής καναλιού (ζάπινγκ).

2.2.1.1.2 Απαιτήσεις Δικτύου

Μια σειρά απαιτήσεων πρέπει να τηρηθούν, για επιτυχημένη μεταφορά βίντεο πάνω από τις ADSL γραμμές. Στην πλειονότητα τους προέρχονται από τη φύση των υπηρεσιών βίντεο τις οποίες ενδιαφέρεται να αναπτύξει ο Τηλεπικοινωνιακός πάροχος ή ο πάροχος υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης.

Οι απαιτήσεις σχετίζονται τόσο με την πλευρά του συνδρομητή αλλά και με την πλευρά του πάροχου, δηλαδή την πλευρά του δικτύου [21].

2.2.1.1.2.1 Πλευρά Συνδρομητή:

- Παροχή εύρους ζώνης για λήψη της μετάδοσης (multicast) καναλιού για λειτουργία Broadband TV:

Κάθε κανάλι μετάδοσης απαιτεί 5Mbps ωφέλιμου φορτίου (payload) = 5 * 1,06 Mbps κίνηση IP (θεωρείται 0,06 η συνδυασμένη επιβάρυνση (overhead) που εισάγουν τα επίπεδα Ethernet και IP). Συμπεριλαμβάνοντας στα παραπάνω και την επιβάρυνση του 17,5% στην περίπτωση χρήσης ATM η απαίτηση για εύρος ζώνης στη συνδρομητική γραμμή διαμορφώνεται στα 6,23Mbps.

- Παροχή εύρους ζώνης για λήψη μίας εκπομπής (unicast) καναλιού για λειτουργία υπηρεσίας βίντεο κατ'απαίτηση (VoD):

Κάθε κανάλι εκπομπής απαιτεί 3Mbps ωφέλιμο φορτίο = 3 * 1,06 Mbps κίνηση IP (θεωρείται 0,06 η συνδυασμένη επιβάρυνση (overhead) που εισάγουν τα επίπεδα Ethernet και IP). Συμπεριλαμβάνοντας στα παραπάνω και την επιβάρυνση του 17,5% στην περίπτωση χρήσης ATM, η απαίτηση για εύρος ζώνης στη συνδρομητική γραμμή διαμορφώνεται στα 3.74Mbps.

Αντίστοιχα για την περίπτωση χρήσης ροής MPEG-2 και για τις υπηρεσίες εκπομπής η απαίτηση πάλι διαμορφώνεται στα 6,23 Mbps

- Ταυτόχρονα με τη λήψη περιεχομένου βίντεο, ο χρήστης έχει και υπηρεσίες πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό. Η κίνηση των υπηρεσιών πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό καταλαμβάνουν το επιπλέον εύρος ζώνης που μένει ανεκμετάλλευτο από τις υπηρεσίες περιεχομένου βίντεο.
- Χρειάζεται διαφοροποιημένη παροχή ποιότητας υπηρεσίας (QoS) για κάθε τύπο υπηρεσίας.
- Υλοποίηση απαραίτητων μηχανισμών ασφάλειας.

Αναλυτικότερα αναφορικά με το εύρος ζώνης ανά συνδρομητή, πρέπει να υποστηρίζεται η μετάδοση περιεχομένου (multicast video) με ταυτόχρονη υποστήριξη υπηρεσιών πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό. Για τον λόγο αυτό κυρίως οι πάροχοι επιλέγουν στον σχεδιασμό τους τα 8 Mbps σαν μια ελάχιστη ταχύτητα συγχρονισμού σε φυσικό επίπεδο για την κίνηση της ζεύξης καθόδου (downstream).

2.2.1.1.2.2 Πλευρά Δικτύου

- Υποστήριξη ικανού εύρους ζώνης στην πλευρά δικτύου μέσω μιας ή περισσοτέρων διεπαφών Gigabit Ethernet προς το δίκτυο συγκέντρωσης για την υποστήριξη των συνδρομητών IPTV.
- Διαφοροποιημένη παροχή ποιότητας Υπηρεσίας (QoS) για κάθε τύπο υπηρεσίας.
- Υλοποίηση απαραίτητων μηχανισμών ασφάλειας.
- Υποστήριξη μηχανισμών εφεδρείας για επίτευξη υψηλής αξιοπιστίας της υπηρεσίας.

Ιδανικά στην πλευρά του δικτύου το επιθυμητό είναι, το επιπλέον φορτίο που εισάγει η υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV), σε συνδυασμό με την κίνηση για τις υπηρεσίες πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό, να μπορεί να εξυπηρετηθεί από μία ζεύξη ανόδου (uplink) διατηρώντας το δεύτερο σε ρόλο εφεδρείας.

2.2.1.1.3 Δικτυακή υποδομή πολυπλεκτών Ψηφιακών Συνδρομητικών Γραμμών

Συνηθέστερα σε μια υλοποίηση πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης, στο δίκτυο πρόσβασης οι επιλεγμένοι πολυπλέκτες Ψηφιακών Συνδρομητικών Γραμμών – DSLAM, υλοποιούν με το συνδρομητή το πρότυπο επικοινωνίας ADSL2+ (G992.5) η οποία είναι η πιο διαδεδομένη υλοποίηση καθώς επίσης και το πρότυπο επικοινωνίας VDSL2 το οποίο τώρα αρχίζει και υλοποιείται μαζικά [31].

Σε γενικές γραμμές υποστηρίζονται:

- Υλοποίηση προτύπου επικοινωνίας ADSL2+ ή VDSL2 για παροχή του απαραίτητου εύρους ζώνης για την υπηρεσίας IPTV προς συνδρομητές.
- Ύπαρξη πολλαπλών ανοδικών ζεύξεων (uplinks) τύπου Gigabit Ethernet για ικανοποίηση αναγκών υπηρεσίας σε εύρος ζώνης προς το δίκτυο.
- Υιοθέτηση εσωτερικής αρχιτεκτονικής βασισμένης στη τεχνολογία Ethernet η οποία είναι η καταλληλότερη για την μετάδοση κίνησης περιεχομένου (multicast).

2.2.1.1.3.1 Πλευρά Δικτύου

Από την πλευρά του δικτύου (Network Side) οι ανοδικές ζεύξης Gigabit Ethernet του DSLAM χρειάζεται να παραμένουν ομαδοποιημένα. Η υλοποίηση των υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης απαιτεί να ορίζονται 3 VLANs τα οποία θα κάνουν χρήση των ζεύξεων αυτών.

Internet VLAN: Από κάθε πολυπλέκτη - DSLAM ορίζεται και ένα ξεχωριστό VLAN , για τη μεταφορά της κίνησης για πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό του IPTV. Κάθε τέτοιο VLAN εξυπηρετεί ένα μοναδικό πολυπλέκτη - DSLAM μέσα σε κάθε τομέα του Ethernet.

Βίντεο εκπομπής (Unicast Video) VLAN: Από κάθε πολυπλέκτη - DSLAM ορίζεται ένα ξεχωριστό VLAN, για τη μεταφορά της κίνησης εκπομπής (unicast) της διαδικτυακής τηλεόρασης μέχρι τον πολυπλέκτη - DSLAM. Κάθε τέτοιο VLAN εξυπηρετεί ένα μοναδικό πολυπλέκτη - DSLAM μέσα στον τομέα του Ethernet (Ethernet domain).

Βίντεο μετάδοσης (Multicast Video VLAN): Σε κάθε τομέα Ethernet ορίζεται ένα multicast VLAN για την προώθηση της μετάδοσης διαδικτυακής τηλεόρασης (multicast IPTV) στους πολυπλέκτες - DSLAM. Όλα τα DSLAM στον συγκεκριμένο τομέα εξυπηρετούνται από το ίδιο VLAN.

Σε αντίθεση με τα δύο προηγούμενα, το multicast VLAN δε συσχετίζεται άμεσα με κάποιο VC του συνδρομητή. Στην λειτουργία “multicast-VLAN ” ο πολυπλέκτης - DSLAM φιλτράρει τις αιτήσεις διαχείρισης ομάδων δικτύου (IGMP requests) τις οποίες λαμβάνει από την τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV (IPTV STB) στο VC 8/36 και στη συνέχεια τις προωθεί το ίδιο προς το δίκτυο συγκέντρωσης διαμέσου του multicast VLAN.

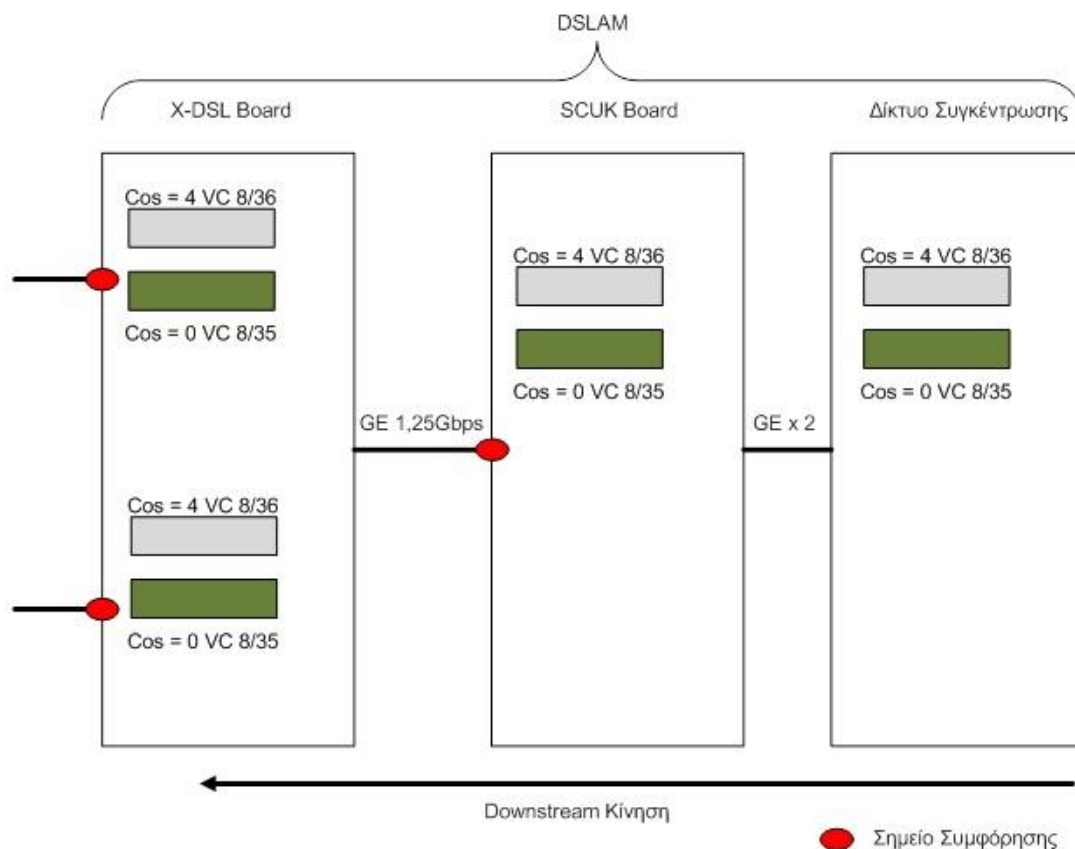
Αντίστοιχα για την κίνηση καθόδου (downstream), η αποστολή μηνύματος διαχείρισης ομάδων δικτύου (IGMP message) από τη μεριά κάποιου συνδρομητή για συγκεκριμένο κανάλι, έχει σαν αποτέλεσμα ο πολυπλέκτης - DSLAM να προωθεί την αντίστοιχη ροή μετάδοσης (multicast stream) προς αυτόν διαμέσου του ιδιαιτέρου καναλιού VC 8/36. Ο πολυπλέκτης - DSLAM και στις δύο περιπτώσεις παίζει το

ρόλο του πληρεξούσιου (proxy) είναι το μόνο κομμάτι του δικτύου με το οποίο συνομιλεί ο εξοπλισμός του τελικού χρήστη - συνδρομητή.

2.2.1.1.4 Διασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας

Ο πολυπλέκτης - DSLAM αναλαμβάνει να προωθεί τόσο την συνδρομητική, ανοδικής ζεύξης (upstream) όσο και καθοδικής ζεύξης (downstream) κίνηση. Αναφορικά με την ανοδικής ζεύξης κίνησης με κατεύθυνση προς το δίκτυο κορμού (upstream), παρουσιάζει σημαντικά μικρότερους ρυθμούς και οι μηχανισμοί ποιότητας Υπηρεσία (QoS) οι οποίοι απαιτούνται για τη σωστή προώθηση της υλοποιούνται από τη τερματική συσκευή υπηρεσίας δεδομένων - CPE και όχι τον πολυπλέκτη - DSLAM. Τέλος για την υπηρεσία τύπου διαδικτυακής τηλεόρασης - IPTV το μόνο που θα μεταφέρεται από την πλευρά του συνδρομητή προς τον πάροχο είναι κίνηση σηματοδοσίας [29], [40].

Η καθοδικής ζεύξης(downstream) κίνηση με κατεύθυνση προς την τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV αποτελεί το σημαντικότερο κομμάτι. Τα αναμενόμενα σημεία συμφόρησης στον πολυπλέκτη - DSLAM είναι τα παρακάτω γράφημα 12:



Γράφημα 12 - Σημεία συμφόρησης στο DSLAM

Αναλυτικότερα αναμένεται συμφόρηση στα εξής σημεία:

- Διασύνδεση κεντρικής με συνδρομητική κάρτα (πλευρά δικτύου).
- Στις συνδρομητικές ADSL πόρτες, όπου αναμένεται και η μεγαλύτερη συμφόρηση.

2.2.1.1.4.1 Υλοποίηση μηχανισμών ποιότητας υπηρεσίας

Η υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης υλοποιεί τους παρακάτω μηχανισμούς Ποιότητας Υπηρεσίας (QoS) για τα παραπάνω σημεία:

Πλευρά Δικτύου

Ένα πιθανό σημείο συμφόρησης εμφανίζεται στην Ethernet σύνδεση μεταξύ της κεντρικής και της συνδρομητικής κάρτας. Το προσφερόμενο εύρος ζώνης είναι 1,25 Gbps το οποίο φαίνεται να καλύπτει τις ανάγκες της υπηρεσίας για 64 συνδρομητές ανά κάρτα. Παρόλο που είναι αρκετά δύσκολο στην πράξη να υπάρξει συμφόρηση στο σημείο αυτό για την πλευρά του δικτύου, το DSLAM στηρίζεται στον προεπιλεγμένο μηχανισμό ποιότητας υπηρεσίας (QoS) ο οποίος είναι η αναμονή με προτεραιότητες (priority queuing). Η λειτουργία του λαμβάνει υπόψη το βασισμένο σε 802.1q marking της κίνησης, προτιμώντας τα μορφότυπα του περιεχομένου βίντεο από αυτά των υπηρεσιών πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό.

Για την περίπτωση της ανοδικής ζεύξης (upstream) κίνησης προς την πηγή λόγω του περιορισμένου όγκου της στις ADSL2+ γραμμές, είναι αρκετά δύσκολο να υπάρξει συμφόρηση. Συγκεκριμένα ακόμα και με το μέγιστο ρυθμό ανοδικών ζεύξεων ανά συνδρομητή το απαιτούμενο εύρος ζώνης προς την κεντρική κάρτα είναι 64Mbps πολύ μικρότερο του θεωρητικού μεγίστου 1,25 Gbps.

Πλευρά Συνδρομητή

Κάθε ένα από τα δύο VC τα οποία καθορίζονται ανά συνδρομητή διαφέρουν αναφορικά με τις QoS παραμέτρους τους:

Internet VC: Το VC 8/35 δέχεται για την καθοδικής ζεύξης κίνηση (downstream) προς το τερματική συσκευή xDSL, μορφότυπα Ethernet (Ethernet frames) τα οποία έχουν CoS = 0. Η κίνηση αυτή έχει τη χαμηλότερη τη προτεραιότητα και μπορεί να

καταλάβει όλο το κανάλι της ψηφιακής συνδρομητής γραμμής (ADSL channel) όταν δεν υπάρχει παρουσία άλλου τύπου κίνησης

Video VC: Το VC 8/36 δέχεται για την κατεύθυνση της ανοδικής ζεύξης κίνησης (downstream) προς το δίκτυο κορμού, μορφότυπα Ethernet (Ethernet frames) με τιμή προτεραιότητας, η οποία καθορίζεται κατά την είσοδο των δεδομένων στο δίκτυο του πάροχου. Η τιμή αυτή είναι η κατάλληλη ώστε η κίνηση περιεχομένου βίντεο να διαφοροποιείται από τους άλλους τύπους κίνησης. Έτσι όταν υπάρχει συμφόρηση στη συνδρομητική πόρτα του πολυπλέκτη - DSLAM θα προτιμήσει την προώθηση κίνησης που ανήκει στο VC του περιεχομένου βίντεο από την κίνηση υπηρεσιών πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό. Επιβάλλεται περιορισμός στο μέγιστο ρυθμό που μπορεί να επιτύχει η κίνηση περιεχομένου βίντεο στα 8Mbps ώστε να μπορεί να καταλαμβάνει τη συνολική χωρητικότητα της προηγμένης ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής.

2.2.1.1.4.2 Άλλοι μηχανισμοί ποιότητας υπηρεσίας

Πέρα από τους μηχανισμούς στα ανώτερα επίπεδα της στοίβας πρωτοκόλλων, σημαντικό ρόλο στην ποιότητα της υπηρεσίας παίζει και η λειτουργία του φυσικού επιπέδου. Ειδικά για μία υπηρεσία μετάδοσης βίντεο, ιδιαίτερη σημασία έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Επίτευξη ικανοποιητικής ταχύτητας συγχρονισμού
- Περιορισμός αριθμών λαθών στην γραμμή
- Σταθερότητα γραμμής

2.2.1.1.4.3 Μηχανισμοί ασφαλείας

Στον πολυπλέκτη - DSLAM χρειάζεται να αποτρέπεται η απευθείας επικοινωνία στο επίπεδο 2 του OSI, μεταξύ των συνδρομητών. Η λειτουργία του VLAN επιτρέπει την προώθηση κίνησης προερχόμενης από συνδρομητική πόρτα, μόνο προς την ανοδική ζεύξη Ethernet.

2.2.1.1.4.4 Διευθυνσιοδότηση

Για την υποστήριξη της υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης ορίζονται τα ακόλουθα:

- 1 VLAN ανά τομέα Ethernet για τη μεταφορά της μετάδοσης περιεχομένου (multicast) της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).
- 1 VLAN ανά πολυπλέκτη - DSLAM για τη μεταφορά της κίνησης εκπομπής (unicast) της IPTV.
- 1 VLAN ανά πολυπλέκτη - DSLAM για τη μεταφορά της κίνησης υπηρεσιών πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό της διαδικτυακής τηλεόρασης.

2.2.1.1.4.5 Διαχείριση

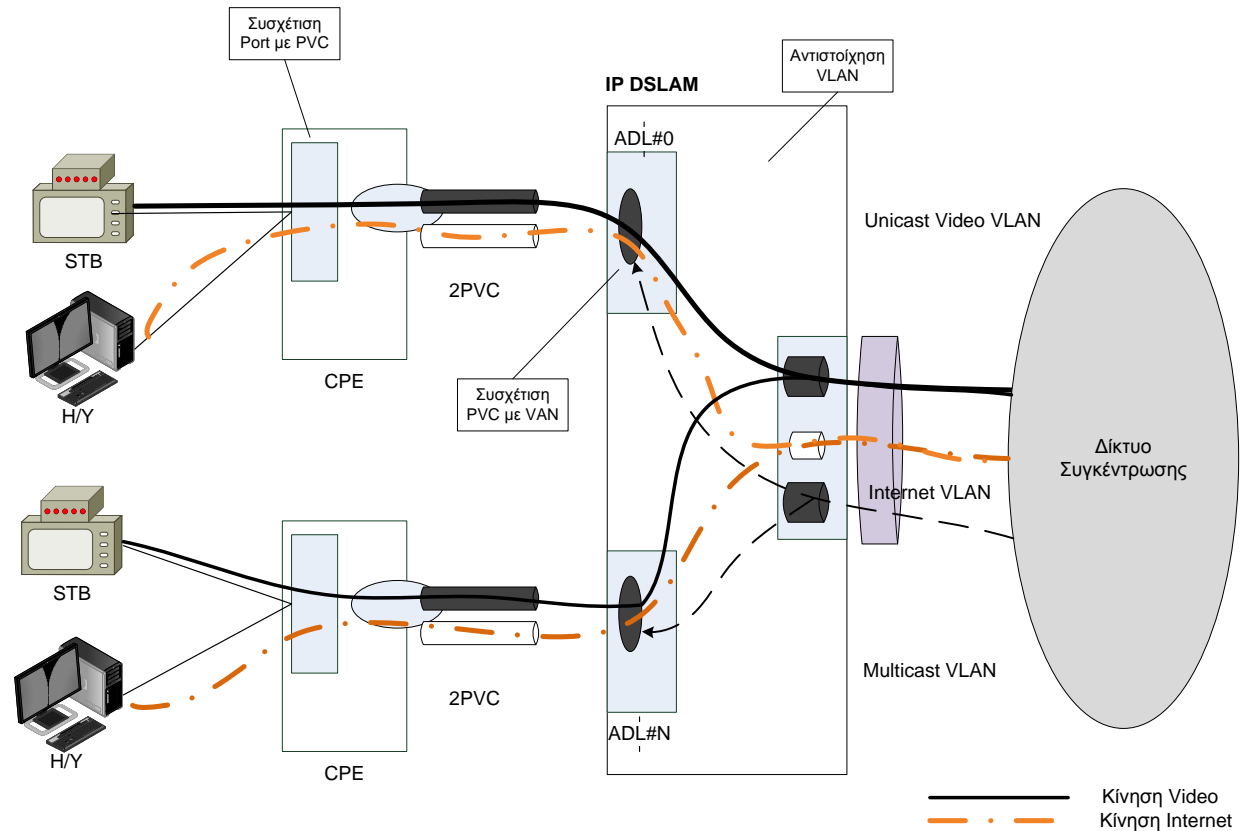
Η διαχείριση των πολυπλεκτών - DSLAM γίνεται με χρήση εφαρμογών Διαχείρισης Δικτύων (N.M.S.). Η συγκεκριμένη εφαρμογή NMS δίνει πρόσβαση μέσω γραφικών διεπαφών, στη λειτουργικότητα που είναι απαραίτητη για την υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης.

2.2.1.1.5 Παράδειγμα αρχιτεκτονικής δικτύου πρόσβασης ADSL

Όπως είδαμε το δίκτυο πρόσβασης βρίσκεται στο άκρο του δικτύου του παρόχου. Οι τερματικές συσκευές χρήστη - CPE μέσω της υφιστάμενης υποδομής χάλκινων τηλεφωνικών καλωδίων συνδέονται στα DSLAM των κατά τόπους σημείων παρουσίας του παρόχου. Το DSLAM είναι και το τελευταίο κομμάτι του δικτύου όπου η κίνηση του κάθε συνδρομητή είναι απομονωμένη σε φυσικό επίπεδο από τους υπόλοιπους. Μέσα σε αυτό οι χρήστες είναι οργανωμένοι σε συνδρομητικές κάρτες οι οποίες προωθούν την κίνηση προς την κεντρική κάρτα. Από εκεί η συνδρομητική κίνηση ομαδοποιείται και προωθείται στο δίκτυο συγκέντρωσης μέσα από μία σειρά οπτικών Ethernet ανερχόμενων ζεύξεων [8].

Από την πλευρά του DSLAM για την υλοποίηση της υπηρεσίας IPTV ακολουθείται η αρχιτεκτονική multi – pvc. Σύμφωνα με αυτήν κάθε ένας από τους διαφορετικούς τύπους κίνησης οι οποίοι απαρτίζουν την υπηρεσία προωθούνται από το δίκτυο συγκέντρωσης στο DSLAM μέσω ξεχωριστών εικονικών δικτύων (VLAN). Το DSLAM θα πρέπει να συσχετίσει το κάθε εικονικό δίκτυο με το κατάλληλο

συνδρομητικό εικονικό κύκλωμα (VC). Έτσι διαμορφώνεται για κάθε τύπο κίνησης ένα ξεχωριστό κανάλι επιπέδου 2 (L2) επικοινωνίας. Ειδικότερα οι τύποι κίνησης για την διαδικτυακή τηλεόραση είναι οι ακόλουθοι:



Γράφημα 13 - Μοντέλο λειτουργίας IPTV

Internet κίνηση: Η προώθηση γίνεται όπως και στην περίπτωση της υπηρεσίας Fast Internet. Το DSLAM προωθεί τα πλαίσια PPPoE προς τον BRAS μέσω του internet VLAN, επιβάλλοντας τους αντίστοιχους περιορισμούς στην κίνηση. Η προώθηση από και προς τους συνδρομητές γίνεται σε επίπεδο 2 με το DSLAM να συσχετίζει το VC του internet με το internet VLAN. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μέσα στο Ethernet domain υπάρχει ένα ξεχωριστό internet VLAN ανά DSLAM. Χρησιμοποιείται συνήθως το VLAN του πακέτου “Fast-Internet” των 8 Mbps [27].

IPTV κίνηση: Η κίνησης εκπομπής (unicast) τη υπηρεσίας IPTV προωθείται με ξεχωριστό τρόπο από το DSLAM. Η Βίντεο κίνηση προωθείται προς το DSLAM μέσω ξεχωριστού unicast Video VLAN. Η προώθηση από και προς τους συνδρομητές γίνεται πάλι σε επίπεδο 2, με το DSLAM να συσχετίζει το VC του βίντεο περιεχομένου με την κίνησης εκπομπής Video VLAN. Ειδική περίπτωση αποτελεί η μετάδοση (multicast) IPTV κίνησης, που φτάνει το DSLAM με ξεχωριστό VLAN

από την κίνησης εκπομπής. Τέλος η συνολική κίνηση από τα επιμέρους VLAN προωθείται από και προς το δίκτυο συγκέντρωσης μέσω των GigabitEthernet - GigE ανερχόμενων ζεύξεων.

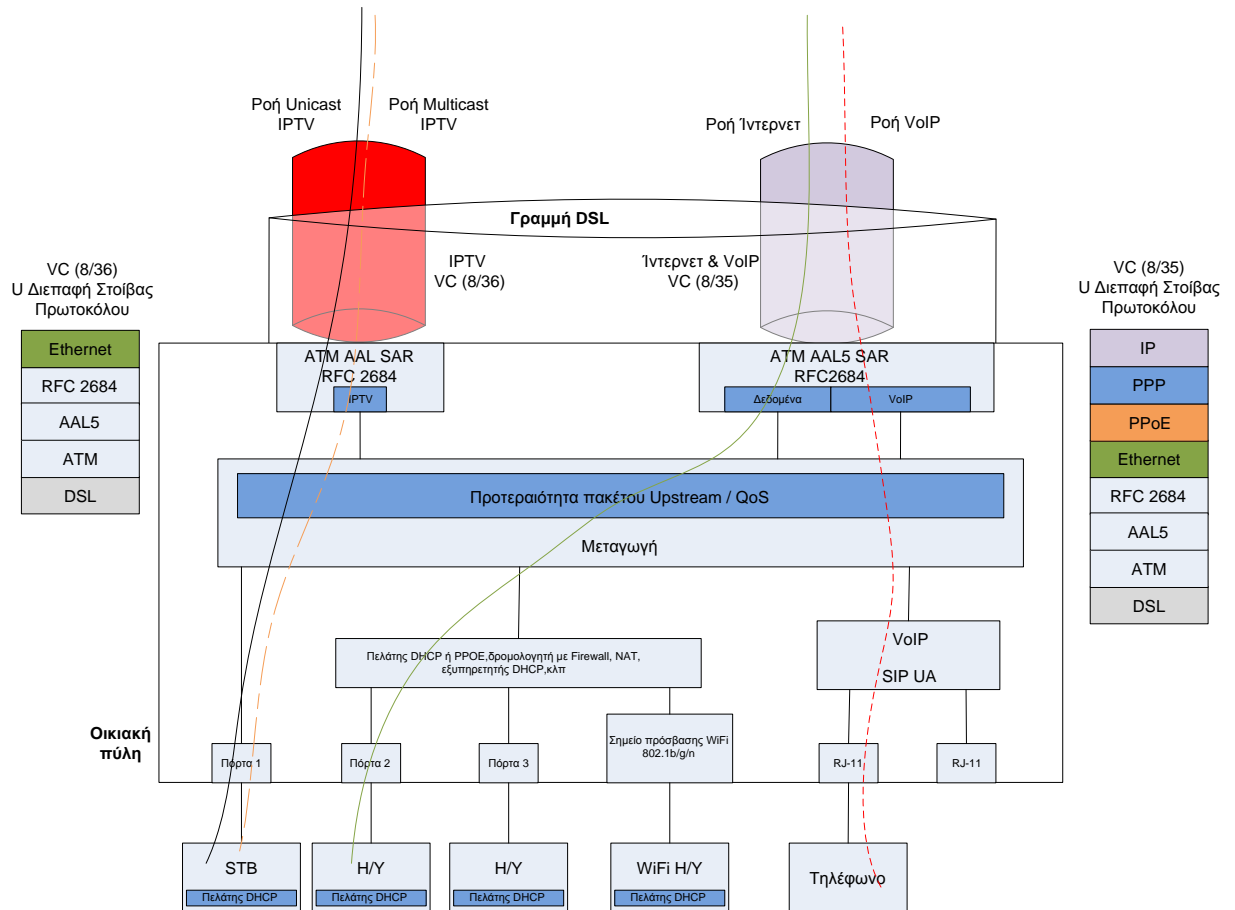
Από την πλευρά του πελάτη όπως απεικονίζεται στο γράφημα 13 παραπάνω, το μοντέλο multi-rvc υλοποιείται με αντίστοιχο τρόπο και στις τερματικές συσκευές χρήστη στην πλευρά του πελάτη. Υπάρχουν δύο εικονικά κυκλώματα τα οποία καταλήγουν από το DSLAM σε κάθε συνδρομητή, υλοποιώντας δυο αυτόνομους δρόμους σε επίπεδο 2 για τη μεταφορά Βίντεο και Ίντερνετ κίνησης αντίστοιχα. Οι τρόποι με τους οποίους τροφοδοτούνται τα εικονικά κυκλώματα με κίνηση διαφέρουν μεταξύ τους.

Συγκεκριμένα:

Internet VC 8/35: Η τερματική συσκευή χρήστη - CPE ενεργεί ως πελάτης PPPoE εγκαθιστώντας μια σύνοδο PPP με τον BRAS. Το CPE υλοποιεί το ίδιο μια πλήρη IP στοίβα πρωτοκόλλων όπως και στην υπηρεσία fast-internet. Έτσι για την μεταφορά της κίνησης από και προς τον συνδρομητή λειτουργεί ως δρομολογητής. Το CPE κάνοντας χρήση μηχανισμών εικονικού δικτύου διασφαλίζει ότι η κίνηση προς το εικονικό κύκλωμα του internet θα προέρχεται από συγκεκριμένες μόνο πόρτες τοπικού δικτύου ή ασύρματη WLAN πόρτα. Αυτό σημαίνει ότι κάποιες πόρτες της τερματικής συσκευής χρήστη εντάσσονται σε συγκεκριμένα εικονικά δίκτυα - VLAN, στην συγκεκριμένη περίπτωση στο εικονικό δίκτυο Internet.

Video VC 8/36: Σε αντίθεση με την προηγούμενη περίπτωση τερματική συσκευή χρήστη συμπεριφέρεται στο VC 8/36 ως μεταγωγέας (switch), μεταφέροντας πλαίσια Ethernet, μεταξύ της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV - STB και του DSLAM. Δεν υλοποιεί δηλαδή το IP κομμάτι της στοίβας πρωτοκόλλων. Με τον τρόπο αυτό δημιουργεί μια επιπέδου 2 σύνδεση μεταξύ του IPTV STB και του δικτύου του παρόχου. Δηλαδή βρίσκεται σε λειτουργία γέφυρας - bridge-mode.

Η συνδυασμένη λειτουργία του CPE ταυτόχρονα ως δρομολογητή και μεταγωγέα κίνησης ονομάζεται “routed and switched mode”. Το μοντέλο αυτό, γράφημα 14 μπορεί εύκολα να επεκταθεί, όπως φαίνεται από το σχήμα, για να συμπεριλάβει νέες υπηρεσίες όπως VoIP [28], [31].



Γράφημα 14 - Λειτουργία CPE στην IPTV

Η ADSL τεχνολογία παρότι είναι ιδανική για μία πληθώρα διαφορετικών υπηρεσιών, παρόλα αυτά δεν είναι και η πιο κατάλληλη για την μεταφορά περιεχομένου διαδικτυακής τηλεόρασης για τους εξής λόγους:

- Ρυθμοί μετάδοσης

Η μέγιστη ταχύτητα μιας ADSL σύνδεσης είναι γύρω στα 8 Mbps όπου μπορεί να υποστηρίξει δυο κανάλια βασικής ανάλυσης καθώς και κάποια κίνηση στο διαδίκτυο. Παρόλα αυτά, αυτό δεν είναι αρκετό για να υποστηρίξει τις ανάγκες σε εύρος ζώνης των παρόχων IPTV που θέλουν να διανεύουν τηλεόραση και κανάλια σε ποιότητα υψηλής ανάλυσης.

- Διαδραστικότητα

Στην ADSL ο ρυθμός μετάδοσης ανερχόμενη ζεύξη είναι μικρότερος από το ρυθμό μετάδοσης στην κατερχόμενη ζεύξη. Αυτός ο περιορισμός καθιστά το

ADSL ακατάλληλο για διάφορες υπηρεσίες ομότιμών δικτύων - peer to peer που απαιτούν μεγάλο ρυθμό μετάδοσης στην ανερχόμενη ζεύξη.

Οι πάροχοι της υπηρεσίας χρησιμοποιούν πιο καινούριες τεχνολογίες DSL που ξεπερνούν αυτούς τους περιορισμούς.

2.2.1.1.6 Ασύμμετρη συνδρομητική γραμμή 2^{ης} γενιάς

Η ADSL 2 είναι στην ουσία μια βελτιωμένη έκδοση της ADSL και υποστηρίζει μεγαλύτερες ταχύτητες από την ADSL και έτσι μπορεί να υποστηρίξει εφαρμογές όπως η IPTV [6], [7].

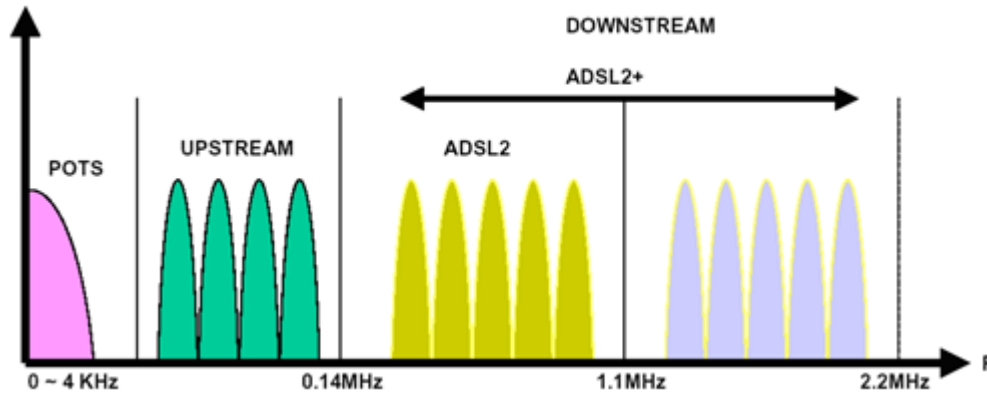
Υπάρχουν τρεις διαφορετικές εκδόσεις της ADSL 2 και αυτές είναι:

- **Ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή 2^{ης} γενιάς**

Η αρχική έκδοση της ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή 2ης γενιάς (ADSL 2) αναπτύχθηκε από την ITU το 2003 και περιλαμβάνει διάφορες βελτιώσεις στην αρχική ADSL, όπως είναι μεγαλύτεροι ρυθμοί μετάδοσης στην κατερχόμενη ζεύξη και δυνατότητα μεγαλύτερης απόστασης από το κέντρο του αποκωδικοποιητή του συνδρομητή. Η ταχύτητα κατερχόμενης ζεύξης φτάνει μέχρι το θεωρητικό μέγιστο τα 12 Mbps.

- **Ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή 2^{ης} γενιάς με δυνατότητα αυξημένου εύρους ζώνης/ταχύτητων μετάδοσης δεδομένων**

Μετά την προτυποποίηση της ADSL, αναπτύχθηκε μία πιο σύγχρονη έκδοση της DSL η οποία ονομάστηκε από την ITU ασύμμετρης ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής 2^{ης} γενιάς με δυνατότητα αυξημένου εύρους ζώνης ταχύτητων μετάδοσης δεδομένων (ADSL 2+). Αυτή η έκδοση βασίστηκε πάνω στην ADSL 2 και επιτρέπει ταχύτητες στο κατερχόμενης ζεύξης ως και 20 Mbps σε συνδρομητές που βρίσκονται ως και 1.5 χιλιόμετρο από το κέντρο του παρόχου. Η ADSL 2+ λειτουργεί σε συχνότητες από 138 kHz έως και 2208 MHz.



Γράφημα 15 - Καταμερισμός συχνοτήτων στη ADSL2+

- **ADSL Reach Extended**

Στην ουσία αυτή η έκδοση της ADSL επιτρέπει σε συνδρομητές που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 1.5 χιλιόμετρο να έχουν σύνδεση. Μάλιστα οι πάροχοι IPTV μπορούν να προσφέρουν την υπηρεσία και σε συνδρομητές που βρίσκονται σε απόσταση έως και 6 χιλιόμετρα από το κέντρο. Δείχνει καλή συμπεριφορά και ταχύτητα και λειτουργεί πάνω σε καλώδια χαλκού.

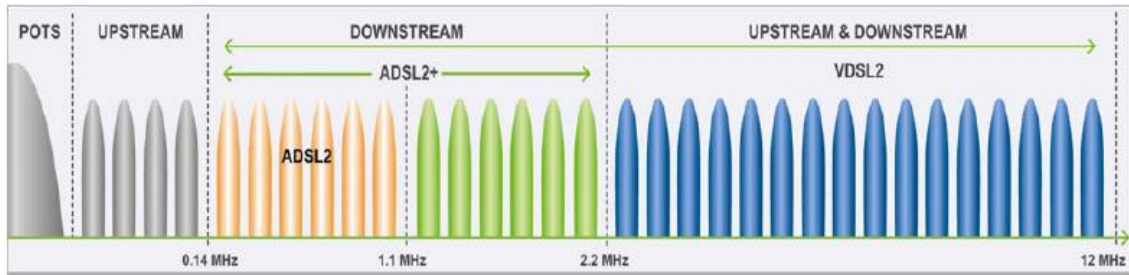
2.2.1.2 VDSL Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή πολύ Υψηλού Ρυθμού Δεδομένων

Παρόλη την εξάπλωση του ADSL2+ αυτήν την περίοδο παγκοσμίως για τους οικιακούς και επαγγελματικούς πελάτες, η βιομηχανία προσανατολίζεται προς το επόμενο βήμα της εξέλιξης DSL: το VDSL2 και των εξελίξεων του [57], [64].

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' ότι 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 προς τα πάνω και προς 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

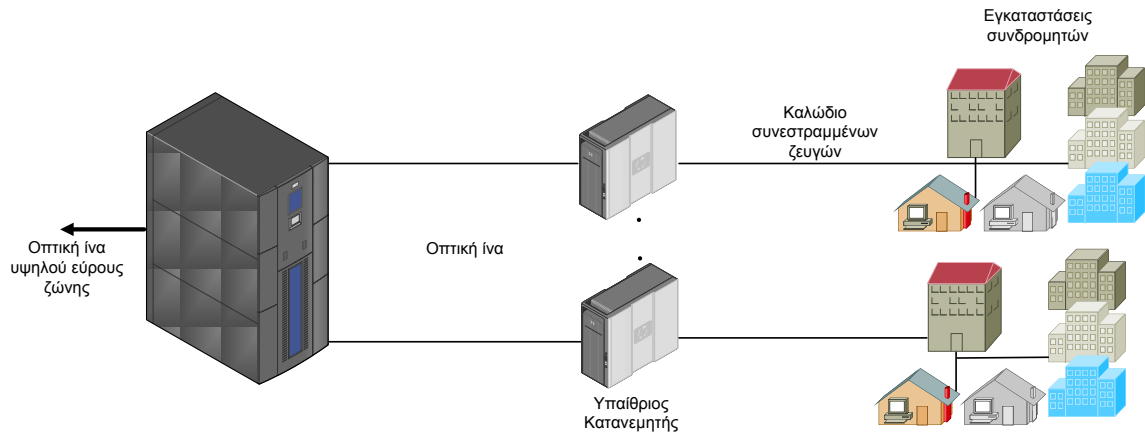
138kHz, ενώ το κλειδί για την αύξηση της απόδοσης στους μικρούς βρόχους βρίσκεται στη χρήση του υψηλού φάσματος από 12MHz έως 30MHz.



Γράφημα 16 - Καταμερισμός συχνοτήτων VDSL2

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.

Η τεχνολογία VDSL (Very high speed Digital Subscriber Lines) βασίζεται στην ίδια τεχνολογία που βασίζεται και η ADSL 2+. Είναι η πιο καινούρια τεχνολογία DSL και δημιουργήθηκε με σκοπό να ξεπεράσει τα προβλήματα των προηγούμενων εκδόσεων. Διορθώνει τη συμφόρηση που προκαλούνταν στο δίκτυο σε προηγούμενες εκδόσεις και υποστηρίζει μεγάλες ταχύτητες που επιτρέπουν στους παρόχους IPTV να προσφέρουν μία πληθώρα υπηρεσιών στους συνδρομητές τους, όπως βίντεο κατ' απαίτηση καθώς και εκπομπή καναλιών σε ποιότητα υψηλής ανάλυσης. 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 παρακάτω γράφημα 17 παρουσιάζεται ένα απλό παράδειγμα της τεχνολογίας FTTC σε ένα τηλεφωνικό δίκτυο.



Γράφημα 17 - Παράδειγμα υποδομής FTTC

Σύμφωνα με την υποδομή FTTC, όπως αυτή φαίνεται στο γράφημα 17, από τις εγκαταστάσεις των χρηστών ξεκινάνε καλώδια συνεστραμμένων ζευγών προς το κοντινότερο υπαίθριο κατανομητή, το οποίο μπορεί να μετατρέπει τα σήματα σε οπτικά και να τα πολυπλέκει σε ένα καλώδιο οπτικών ινών. Τα καλώδια οπτικών ινών από τους υπαίθριους κατανομητές καταλήγουν σε έναν κεντρικό σταθμό μεταγωγής όπου πολυπλέκονται όλα τα οπτικά σήματα πάνω σε ένα ευρυζωνικό καλώδιο οπτικών ινών. Το τελευταίο καλώδιο αποτελεί την γραμμή επικοινωνίας με το κέντρο μεταγωγής.

Η εφαρμογή τους είναι αρκετά χρήσιμη σε περιπτώσεις όπου οι εγκαταστάσεις των χρηστών είναι απομακρυσμένες από το κέντρο δεδομένων, με αποτέλεσμα τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών να μην είναι αποδοτικά. Στην ορολογία του VDSL, όλα τα κομβικά σημεία που μεσολαβούν μεταξύ του κέντρου δεδομένων και των εγκαταστάσεων του χρήστη είναι γνωστά με τον όρο Οπτικές Μονάδες Δικτύου (Optical Network Units - ONU) [56].

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 καταχωρεί δυναμικά το εύρος ζώνης και συνεπώς της ταχύτητες ανόδου και καθόδου των δεδομένων, 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.
- Ανερχόμενη ζεύξη (Upstream): 300 – 700 KHz.
- Κατερχόμενη ζεύξη (Downstream): > 1000 KHz.

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

Η κάτω ζεύξη από το κέντρο δεδομένων προς την εγκατάσταση του συνδρομητή δίνει την δυνατότητα μιας ποικιλίας ταχυτήτων, ανάλογα με την απόσταση. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τους πιο συνηθισμένους ρυθμούς.

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

Πίνακας 1: Ρυθμοί μετάδοσης στο VDSL

Από τον πιο πάνω πίνακα, είναι φανερό ότι για μικρότερες αποστάσεις επιτυγχάνεται μεγαλύτερος ρυθμός κατερχόμενης ζεύξης 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:

- Διαμόρφωση πλάτους και φάσης χωρίς φορέα - CAP (Carrierless Amplitude/Phase).

- Διαμόρφωση πολλαπλών διακριτών τόνων - DMT (Discrete Multitone Technique).
- Διαμόρφωση διακριτών τόνων πολλαπλών φορέων - DWMT (Discrete Wavelength Multitone Technique).
- Διαμόρφωση Κωδικοποίησης απλής γραμμής - 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 διαμόρφωση πολλαπλών διακριτών τόνων (DMT).

Οι βασικότερες εκδόσεις της VDSL είναι:

VDSL 1

Αυτή η έκδοση της DSL επικυρώθηκε το 2004. Έχει μέγιστο ρυθμό μετάδοσης στο κατερχόμενη ζεύξη 55 Mbps και ανερχόμενη ζεύξη 15 Mbps.

VDSL 2

Αυτή η έκδοση αποτελεί μία βελτίωση της VDSL 1 και ορίζεται από την ITU-T ως G.993.2. Υποδιαιρείται σε δυο εκδόσεις: την VDSL 2 (Long Reach) και την VDSL 2 (Short Reach). Η προτυποποίηση του VDSL2 ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2004 και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2005 (G.993.2).

VDSL 2 (Long Reach)

Αυτή η έκδοση δημιουργήθηκε με σκοπό να μπορεί να παρέχει μεγάλες ταχύτητες σε συνδρομητές που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το κέντρο. Έτσι, επιτυγχάνονται ρυθμοί μετάδοσης μέχρι και 30 Mbps σε συνδρομητές IPTV που βρίσκονται μέχρι και 1,2 - 1,5 χιλιόμετρα από το κέντρο. Για να επιτευχθεί αυτό, γίνεται εκπομπή σε μεγαλύτερες συχνότητες, της τάξης των 30 MHz σε σχέση με τα 12 MHz που γίνονταν η εκπομπή στην VDSL 1. Επίσης σε αυτήν την έκδοση έχουν εισαχθεί μηχανισμοί ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων έτσι ώστε να βελτιώσουν την αξιοπιστία των VDSL 2 συνδέσεων.

VDSL 2 (Short Reach)

Η VDSL 2 (Short Reach) με βάση τη διαμόρφωση DMT επιτυγχάνει πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 100 Mbps στο κανάλι κατερχόμενη ζεύξη και λίγο χαμηλότερους στο κανάλι ανερχόμενη ζεύξη. Βέβαια αυτά σε κοντινές αποστάσεις της τάξης των 350 μέτρων από το κέντρο του παρόχου. Παρόλο που στο κανάλι ανερχόμενη ζεύξη οι ταχύτητες δεν φτάνουν πραγματικά τα 100 Mbps, ωστόσο περνούν κατά πολύ τις αντίστοιχες ταχύτητες της ανερχόμενης ζεύξης των ADSL 2+ συνδέσεων. Αυτά τα επίπεδα απόδοσης βέβαια έχουν ως προϋπόθεση

ότι δεν υπάρχουν παρεμβολές μεταξύ των χάλκινων καλωδίων και ότι η ποιότητα των καλωδίων (ή των οπτικών ινών, που χρησιμοποιούνται περισσότερο σε αυτές τις εκδόσεις) είναι πάρα πολύ καλή. Με τέτοιες ταχύτητες οι πάροχοι του IPTV έχουν την ελευθερία να προσφέρουν πάρα πολλές διαδραστικές υπηρεσίες στους συνδρομητές τους χωρίς να περιορίζονται από το εύρος ζώνης.

Η τεχνολογία VDSL 2 έχει πολλά θετικά, όπως είναι η ποιότητα της υπηρεσίας (QoS), η ικανότητα να διαχωρίζει ευαίσθητα δεδομένα από άλλα, όπως είναι τα δεδομένα της IPTV, και βελτιωμένες τεχνικές κωδικοποίησης που βοηθούν τη διανομή όλων των εφαρμογών της παροχής των τριών υπηρεσιών (triple-play). Ένα βασικό πλεονέκτημα του VDSL είναι ότι έχει προς τα πίσω συμβατότητα με όλες τις προηγούμενες εκδόσεις ADSL. Αυτό επιτρέπει τους παρόχους να αναβαθμίσουν τα δίκτυα τους ομαλά και σταδιακά σε VDSL δίκτυα.

Υπάρχουν δυο κύριοι τρόποι εισαγωγής της VDSL τεχνολογία στα δίκτυα των παρόχων. Ο πρώτος τρόπος είναι να προστεθεί σταδιακά ο νέος VDSL εξοπλισμός στο κέντρο τους και να λειτουργεί παράλληλα με τα ήδη υπάρχοντα DSLAM, ADSL και ADSL 2. Οι υπόλοιπες λειτουργίες της DSL θα συνεχίσουν να λειτουργούν όπως είναι. Ο δεύτερος τρόπος είναι να τοποθετηθεί ο VDSL 2 εξοπλισμός όσο πιο κοντά είναι δυνατόν στους συνδρομητές της διαδικτυακής τηλεόρασης. Πιθανές τοποθεσίες για το νέο εξοπλισμό είναι διάφορα σημεία σε δρόμους ή και σε υπόγειους θαλάμους.

2.2.1.2.1 Διαφοροποίηση

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 στο πρώτο μίλι. Η απλουστευμένη δομή του δικτύου, επιτρέπει την τεχνολογία μεταγωγής πακέτου καθώς και υπηρεσίες με επιλεγόμενη ποιότητα υπηρεσιών (QoS).

Για την επίτευξη της ποιότητας υπηρεσιών 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.

2.2.1.2.2 Χρήση 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 (σχήμα σελ 30 ADSL bands). 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.

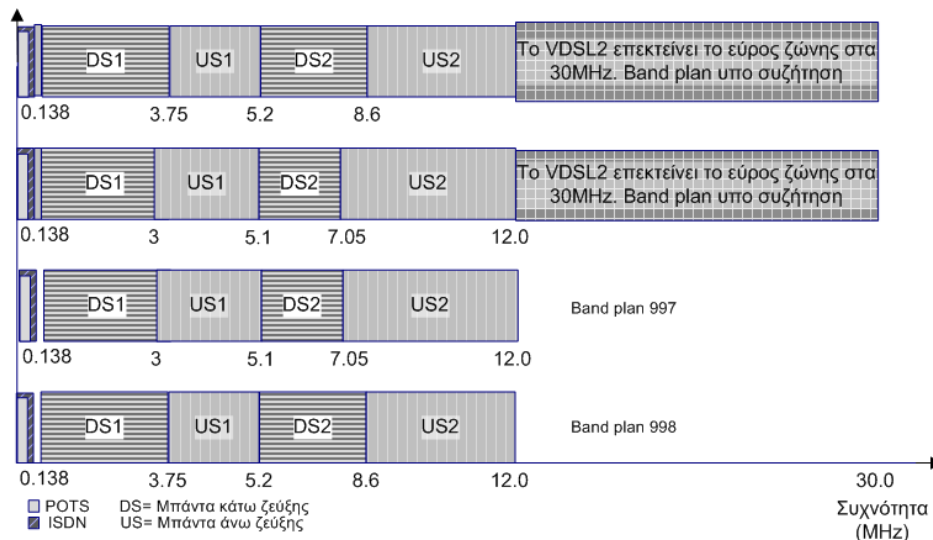
Υπάρχουν δύο μοντέλα ανάθεσης ζωνών συχνοτήτων (band allocation) για το VDSL:

- 998 band plan A
Συχνότητες downstream: 138 — 3750kHz, 5200 — 8500kHz.
Συχνότητες upstream: 3750 — 5200kHz, 8500 — 12000kHz.
- 997 band plan B
Συχνότητες downstream: 138 — 3000kHz, 5100 — 7050kHz.
Συχνότητες upstream: 3000 — 5100kHz, 7050 — 12000kHz.

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 ζώνη VDSL2. Μια επιλογή "απόλυτου ψηφιακού τύπου" επίσης υπάρχει, όπου ουσιαστικά όλο το φάσμα μπορεί να χρησιμοποιείται για VDSL2.

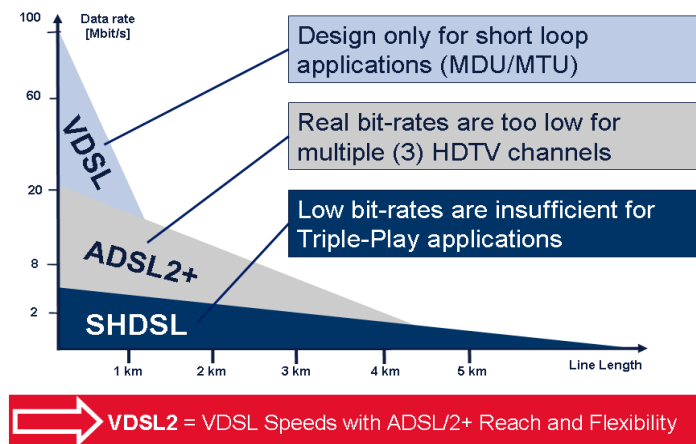
2.2.1.2.3 Επέκταση τοπικού βρόχου

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 US1 στο παρακάτω 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.



Γράφημα 18 - Διαχωρισμός φάσματος στις VDSL τεχνολογίες

Στο γράφημα 19, 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. [58].



Γράφημα 19 - Το VDSL2 προσφέρει ταχύτητες VDSL με κάλυψη και ευελιξία των ADSL/2+

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



Γράφημα 20 - VDSL2, Η σύγκλιση των τεχνολογιών DSL

Όπως και με το ADSL2+ 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 [64].

Το κυριότερο πλεονέκτημα των DSL για τα IPTV συστήματα είναι ότι χρησιμοποιούν τα ήδη υπάρχοντα τηλεφωνικά καλώδια τα οποία ήδη χρησιμοποιούνται στα περισσότερα σπίτια στον κόσμο. Το μειονέκτημά των DSL τεχνολογιών είναι ότι επηρεάζονται αρνητικά και χάνουν σε απόδοση και ποιότητα όσο μεγαλώνει η απόσταση του IPTV συνδρομητή από το κέντρο του πάροχου.

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.

2.2.1.2.4 Νεότερες Εξελίξεις

Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται βελτιώνοντας τις τεχνικές λύσεις. Στην περίπτωση του DSL η εμφάνιση ενός συνόλου τεχνικών οι οποίες μπορούν να προσδιοριστούν ως Επιτάχυνση DSL (DSL Acceleration), η οποίες έχουν δημιουργήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως ένα μέσο για τα γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της τρέχουσας γενιάς DSL μέχρι την πλήρη υλοποίηση οπτικών ινών μέχρι την οικία (FTTH). Η επίτευξη των πλήρως οπτικοποιημένων υποδομών είναι ο τελικός στόχος τις οποίες αρκετοί πάροχοι θέλουν να αναπτύξουν πρώτοι. Τεχνικές όπως το DSL vectoring μπορεί να βοηθήσουν στην επίτευξη του στόχου αυτού. Η τεχνολογία DSL vectoring είναι μια σημαντική ενδιάμεση λύση προς την πλήρη οπτικοποίηση του δικτύου ώστε να ανταποκριθούν οι πάροχοι υπηρεσιών στην συνεχή επιθυμία των χρηστών για αύξηση της ταχύτητας πρόσβασης και την βελτίωση της ποιότητας υπηρεσίας με διατήρηση προσιτών και ανταγωνιστικών τιμολογιακών πολιτικών.

2.2.1.2.5 Τεχνολογίες Επιτάχυνσης DSL

Ο όρος «τεχνολογίες επιτάχυνσης» έχει προκύψει από την αναγκαιότητα να περιγραφούν μια ποικιλία από καινοτόμες τεχνικές που μπορούν είτε να αυξήσουν την ταχύτητα είτε την απόσταση λειτουργίας των ευρυζωνικών υπηρεσιών υψηλών ταχυτήτων. Οι τεχνικές που περιλαμβάνονται είναι:

- DSL Vectoring (Διανυσματικό DSL): ονομαζόμενο πολλές φορές και G.vector, το οποίο εφαρμόζει τεχνικές μείωσης θορύβου για την επίτευξη της αύξησης του εύρους ζώνης ή της απόστασης.
- Bonding: όπου το ζεύγος χαλκού συνδυάζεται λογικά ώστε να διπλασιαστεί το εύρος ζώνης ανά γραμμή συνδρομητή.
- Phandom mode: το οποίο συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του vectoring και bonding σε πολλαπλά ζεύγη.
- G.fast ή Omega DSL: το οποίο παρέχει περισσότερο από 100Mbit/s σε πάρα πολύ μικρές αποστάσεις (για παράδειγμα το πρότυπο επιτυγχάνει 500Mbit/s για απόσταση 100 μέτρων)

Τεχνική	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
DSL Vectoring	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση της υπάρχουσας τεχνολογίας VDSL2 • Προτυποποίηση από την ITU • Υποστηρίζει υπηρεσία 100Mbit/s • Λειτουργεί στο υπάρχον δίκτυο χαλκού • Λειτουργεί με τις περισσότερες υπάρχουσες τερματικές συσκευές VDSL2 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλό αρχικό κόστος • Πιθανή χρήση νέων τερματικών συσκευών • Δημιουργεί προκλήσεις στο ρυθμιστικό πλαίσιο
Bonding	<ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχουσα αναπτυγμένη τεχνολογία • Δεν χρειάζεται νέο πρότυπο – Καλύπτεται από το ITU G.998.X • Χρήση υπάρχοντος ζεύγους χαλκού 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρειάζεται δύο ζεύγη χαλκού ανα συνδρομητή καθώς και νέο εξοπλισμό • Αυξανόμενο κόστος • Υψηλό κόστος διαχείρισης καλωδίων
Vectored Bonding (Phantom Mode)	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να παρέχει εκατοντάδες Mbit/s στην αρχή χρήσης δύο ή περισσότερων ζευγαριών vectored 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν είναι πλήρως προσωποποιημένο μπορεί το τελικό κόστος να είναι αρκετά ακριβό • Μπορεί να έχει προβλήματα με το ρυθμιστικό πλαίσιο
G.fast ή Omega DSL	<ul style="list-style-type: none"> • Υποστηρίζει ταχύτητες μέχρι 500Mbit/s σε απόσταση 100 μέτρων • Αποφεύγει την εγκατάσταση οπτικών ινών στην εγκατάσταση του χρήστη 	<ul style="list-style-type: none"> • Είναι ακόμα υπό συζήτηση • Δεν υπάρχει πρότυπο • Μπορεί να αποτύχει καθώς οι πάροχοι μπορεί να καταλήξουν στην τελική τεχνολογία FTTH

Πίνακας 2: Συγκεντρωτικός πίνακας τεχνικών επιτάχυνσης DSL

2.2.1.2.6 Τι είναι η διανυσματική τεχνική

Η τεχνολογία VDSL2 είναι η κορυφαία τεχνολογία πρόσβασης DSL η οποία έχει σκοπό να οδηγήσει τις ευρυζωνικές συνδέσεις σε υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης.

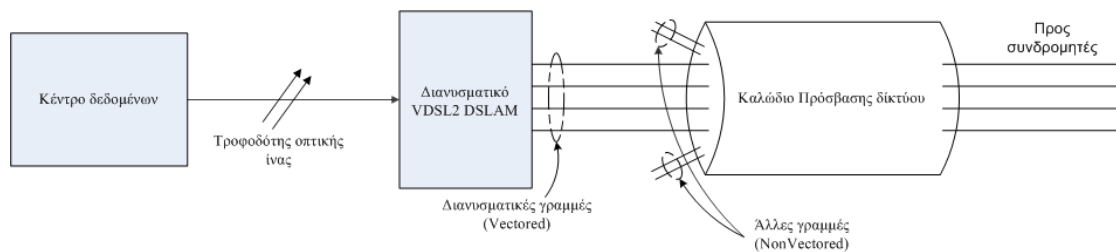
Παρά το γεγονός ότι υποστηρίζεται μεγάλο εύρος ζώνης από τη VDSL2 υπάρχει περιορισμός στην απόσταση, οι συνδρομητές εξυπηρετούνται μέσω της χρήσης κατανεμητών οι οποίοι συνδέονται με οπτικές ίνες με το κέντρο δεδομένων ώστε να λάβουν υπηρεσίες όπως IPTV μέσω VDSL2. Με τη χρήση των τεχνικών ακύρωσης selfFEXT που παρέχονται από την διανυσματικής τεχνική (vectoring), επιτυγχάνονται σημαντικές βελτιώσεις στην αναλογία σήματος-προς-θόρυβο οι

οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην επίτευξη υψηλότερων ρυθμών μετάδοσης bit στον τοπικό βρόγχο.

Η διανυσματική τεχνική VDSL2 είναι μία τεχνολογία μείωσης θορύβου. Η διανυσματική τεχνική μετρά την παρεμβολή σε κάθε γραμμή συνδρομητή και εφαρμόζει ένα αντίθετης φάσης σήμα, το ποίο εφαρμόζεται σε κάθε γραμμη ξεχωριστά ώστε να επαλειφθεί η παρεμβολή.

Η ακύρωση παρεμβολής selfFEXT είναι η μέθοδος ακύρωσης της παρεμβολής στο ζεύγος του καλωδίου χαλκού από άλλο ζεύγος χαλκού με τον ίδιο τύπο υπηρεσίας προσδιορίζοντας το επίπεδο της παρεμβολής που εμφανίζεται στην κάθε γραμμή του δικτύου και ακυρώνοντας την με μαθηματικούς αλγορίθμους οι οποίοι τροποποιούν τα κωδικοποιημένα δεδομένα ώστε να μειώσουν ή να εξαλείψουν το φαινόμενο της παρεμβολής.

Το παρακάτω γράφημα 21 απεικονίζει μια VDSL2 υπηρεσία από το δίκτυο μέχρι την μεριά του συνδρομητή. Μια σύνδεση οπτικών ινών ή οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία ζεύξης δικτύου παρέχει υψηλής ταχύτητας σύνδεση δεδομένων με το DSLAM, ενώ το κάθε μεμονωμένο ζεύγος χαλκού παρέχουν άμεση πρόσβαση στην κάθε κατοικία. Οι πολυπλέκτες ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών (DSLAM) μπορεί να βρίσκονται είτε σε ένα κεντρικό σημείο στο δίκτυο κορμού ή σε μια καμπίνα σε και απομακρυσμένο σημείο ανάλογα με την υλοποίηση του δικτύου. Εκτός VDSL2, και τα άλλα σήματα, όπως ADSL2 ή ADSL2+, ή απλά απλή κλασσική τηλεφωνική υπηρεσία (POTS) μπορεί να υπάρχει στο καλώδιο του ζεύγους χαλκού.



Γράφημα 21 - Οπτικός τροφοδότης δικτύου πρόσβασης

Η ανάπτυξης της οποιαδήποτε γραμμής DSL εξαρτάται από το μήκος του τοπικού βρόχου και το θόρυβο που δημιουργείται στο καλώδιο του ζεύγους χαλκού.

Η εξασθένηση του τοπικού βρόχου αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση της χρησιμοποιημένης συχνότητα καθώς και την αύξηση του μήκους καλωδίου στον

τοπικό βρόγχο. Σαν αποτέλεσμα, το χρησιμοποιήσιμο εύρος ζώνης μειώνεται με την αύξηση του μήκους βρόχου. Επιπλέον εκτός από την απώλεια της ισχύος του σήματος, μια άλλη σημαντική αιτία της μείωσης του εύρους ζώνης για το DSL στο ίδιο καλώδιο είναι η παρεμβολή κοντινού πεδίου (near-end crosstalk - NEXT) και παρεμβολή μακρινού πεδίου (far-end crosstalk - FEXT).

Η παρεμβολή NEXT έχει συνήθως πιο σημαντική επίδραση από την FEXT. Ωστόσο, δεδομένου ότι η VDSL2 χρησιμοποιεί ξεχωριστές ζώνες συχνοτήτων για τις ανω και κάτω ζεύξεις μεταφοράς δεδομένων. Έτσι η ομάδες συχνοτήτων των ανω και κάτω ζεύξεων δεν επικαλύπτονται και έτσι δεν εμφανίζεται το φαινόμενο της παρεμβολής κοντινού πεδίου από ίδιες συχνότητες στο καλώδιο. Ως εκ τούτου, για το VDSL2 η παρεμβολή των ιδίων συχνοτήτων από άλλο καλώδιο (SELFEXT) είναι η σημαντικότερη παρεμβολή.

Τα επίπεδα της παρεμβολής FEXT μεταξύ των ζευγών χαλκού ποικίλουν ανάλογα με το ζεύγος αλλά και την συχνότητα. Ο πίνακας παρακάτω παρουσιάζει έναν πίνακα καναλιών, ο οποίος ορίζει την παρεμβολή του κάθε ζεύγους ξεχωριστά, με βάση τις υποφέρουσες, της παρεμβολής μακρινού πεδίου στο κάθε καλώδιο. Τα διαγώνια στοιχεία αποτυπώνουν την απόκριση των ιδίων καναλιών. Ως εκ τούτου, σε σχέση με κάθε ζεύγος χαλκού του καλωδίου, η μήτρα αυτή αντιπροσωπεύει το FEXT από τις άλλες γραμμές του καλώδιο οι οποίες παρεμβάλλονται στην απόδοση της συγκεκριμένης γραμμής VDSL2.

		Αριθμός ζευγών χαλκού					
		1	2				N
Αριθμός ζευγών	1						
	N						
		Απόκριση ιδίων καναλιών					
		Επίδραση FEXT μεταξύ ζευγών χαλκού					

Πίνακας 3: Πινάκας καναλιών καλωδίου

Στην περίπτωση που το καλώδιο περιέχει μόνο ζεύγη χαλκού με σήματα VDSL2 από το DSLAM τότε η παρεμβολή μεταξύ των ζευγών χαλκού γίνεται από τις γνωστές VDSL2 συχνότητες, οπότε και η μετάδοση των VDSL2 σημάτων από το DSLAM μπορεί να ελεγχθεί και να επεξεργασθεί έτσι ώστε να ακυρώσει την δημιουργημένη παρεμβολή. Το αποτέλεσμα είναι ένας σημαντικά βελτιωμένος λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR) σε κάθε δέκτη - συνδρομητή καθώς επίσης και επίτευξη υψηλότερων ρυθμών δεδομένων. Ως εκ τούτου, ο στόχος της διανυσματικής τεχνικής (vectoring) είναι να μάθει και να δημιουργήσει έναν πίνακα παρεμβολής καναλιών με τις σχετικές συχνότητες στην ομάδα συχνοτήτων του VDSL2 και να εφαρμόζει την αναγκαία επεξεργασία σήματος ώστε να ακυρώσει την παρεμβολή που εισάγεται από άλλα VDSL2 σήματα στο συγκεκριμένο ζεύγος χαλκού που βρίσκεται το επιθυμητό VDSL2 σήμα για κάθε τελικό χρήστη συνδρομητή.

Για την δημιουργία και παρακολούθηση των στοιχείων του πίνακα καναλιών, ανάδραση πληροφορίας λάθους προωθείται από τον τερματικό δεκτή υπηρεσίας VDSL2 (CPE) στην οντότητα ελέγχου διανυσματικής τεχνικής (vectoring control entity - VCE) του DSLAM. Για την ακύρωση FEXT της κατερχόμενης ζεύξης, δείγματα λαθών προωθούνται από τον δέκτη στην τερματική συσκευή χρήστη την ίδια οντότητα μέσω ενός αποκλειστικού καναλιού σε κάθε γραμμή. Τα δείγματα λαθών περιέχουν πληροφορίες τα οποία συλλέγονται από τους δέκτες VDSL2 και αφορούν την παρεμβολή FEXT από τις υπόλοιπες γραμμές VDSL2. Για την ακύρωση της παρεμβολής ανερχόμενης ζεύξης, όλη η επεξεργασία γίνεται τοπικά στο DSLAM.

Όσον αφορά την διανυσματική τεχνική, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ακύρωση παρεμβολής λειτουργεί μόνο για τα σήματα τα οποία βρίσκονται εντός της διανυσματικής ομάδας (vectored) που περιέχει γραμμές συνδρομητών με χρήση VDSL2 τεχνολογίας. Στο παραπάνω γράφημα 21 μπορούμε να δούμε ότι η ομάδα των γραμμών οι οποίες συνδέονται στο DSLAM με την διανυσματική τεχνική και ορίζουν την διανυσματική ομάδα. Εάν όλες οι παρεμβολές στην διανυσματική ομάδα ακυρωθούν, τότε η απόδοση θα πρέπει να περιορίζεται μόνο από το θόρυβο υποβάθρου (background noise), ο οποίος θα είναι παρεμβολή που δημιουργείται από ζεύγη χαλκού εντός του ίδιου καλωδίου τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα με το DSLAM με διανυσματική τεχνική. Στο γράφημα 21 ονομάζονται non-vectored. Η

παραπάνω επεξεργασία ακυρώνει μόνο τις παρεμβολές που προέρχονται από την διανυσματική ομάδα. Δεν έχει την δυνατότητα να ακυρώσει τις παρεμβολές των άλλων τεχνολογιών το ονομαζόμενο και “alien crosstalk”.

2.2.1.2.7 Πλεονεκτήματα DSL Vectoring

Από τον παραπάνω πίνακα 2 το DSL vectoring παρουσιάζει την μεγαλύτερη δυναμική προς ανάπτυξη καθώς μπορεί να αναπτυχθεί σχεδόν οπουδήποτε καθώς είναι εξέλιξη του ήδη υφιστάμενου VDSL2.[57] Οι υπόλοιπες τρεις τεχνολογίες μπορούν να θεωρηθούν ως συμπληρωματικές ως προς την τεχνολογία vectoring, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αύξηση της απόδοσης σε ορισμένες περιστάσεις. Η τεχνολογία VDSL2 δίνει όπως είδαμε την δυνατότητα παροχής τυπικής υπηρεσίας 30-50Mbit/s σε μικρότερες αποστάσεις και κυρίως χρησιμοποιείται για στην τεχνολογία FTTC όπου η οπτική ίνα τερματίζει στον υπαίθριο καταναμητή. Το vectoring χρησιμοποιεί μέρος των υφιστάμενων υποδομών (οπτική ίνα, καταναμητής) και διατηρεί της ταχύτητες της γραμμής VDSL2 οι οποίες αυξάνονται με την σχεδόν πλήρη κατάργηση του θορύβου που δημιουργείται από το FEXT (far end crosstalk) το οποίο είναι ένα φαινόμενο που εμφανίζεται σε όλα τα ζεύγη χαλκού των υφιστάμενων υποδομών πρόσβασης.

Η τεχνολογία vectoring χρησιμοποιεί δυο τεχνικές: την προκωδικοποίηση του σήματος στον πομπό για εκπομπή προς την πλευρά συνδρομητή, στην οποία μετρά τις παρεμβολές από όλες τις γραμμές στο συγκεκριμένο χώρο και δημιουργεί σήματα αντίθετης φάσης με την παρεμβολή ώστε να καταργηθεί ο θόρυβος.

Η δεύτερη τεχνική είναι κωδικοποίηση του σήματος για κατάργηση του θορύβου στην μεριά του δέκτη για την εκπομπή προς το δίκτυο. Η τεχνολογία vectoring μπορεί να παρέχει κατερχόμενη ταχύτητα 100Mbit/s εντός της τυπική ακτίνας υλοποίησης VDSL2. Τα προφανή οφέλη του vectoring οδήγησαν στην ανάπτυξη διεθνών προτύπων και εξοπλισμού από μεγάλους κατασκευαστές. Το πρότυπο το οποίο δημιουργήθηκε είναι το G.993.5, ονομαζόμενο και ως G.vector. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό βελτίωσης είναι ότι η επίδοση είναι πιο σταθερή σε όλο το μήκος της γραμμής. Έτσι οι πάροχοι μπορούν να επιτύχουν τις ονομαστικές ταχύτητες προς ικανοποίηση των συνδρομητών τους.

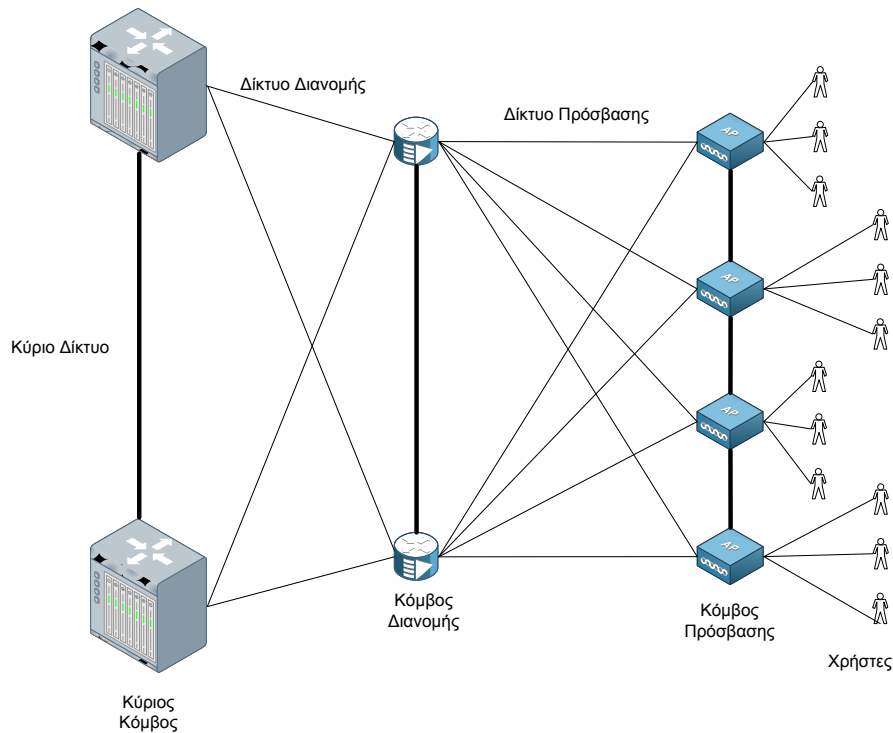
2.2.2 Δίκτυα Οπτικών ινών

Άλλη μια τεχνολογία παροχής ευρυζωνικού περιεχομένου που χρησιμοποιούν οι τηλεπικοινωνιακές εταιρείες για την παροχή διαδραστικών υπηρεσιών, είναι τα δίκτυα Οπτικής Ίνας μέχρι το Πεζοδρόμιο (Fiber to the Curb - FTTC). 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. 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 [44], [48]. Μόλις ολοκληρωθεί το FTTC, η επίτευξη της υλοποίησης του τελικού προορισμού Οπτική Ίνα Στο Σπίτι (FTTH, Fiber To The Home), θα είναι εύκολη υπόθεση ώστε να παρέχονται οι μέγιστες δυνατές ταχύτητες, οι οποίες θα ικανοποιήσουν και τους πιο απαιτητικούς χρήστες

2.2.2.1 Αρχιτεκτονική Δικτύου FTTC

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται κυρίως για την υλοποίηση ευρυζωνικού δικτύου κορμού αλλά και του δικτύου διανομής, καθώς είναι ουσιαστικά η μόνη πλήρως αποδοτική 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:



Γράφημα 22 - Δίκτυο οπτικών ινών

Το δίκτυο κορμού αποτελείται από έναν αριθμό κόμβων οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους. Οι κύριοι κόμβοι οι οποίοι βρίσκονται σε κοντινή απόσταση, συνδέονται μεταξύ τους.

Το δίκτυο διανομής, παρέχει συνδέσεις σημείου-πολλαπλών σημείων μεταξύ των κυρίων 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 (Active Optical Network - AON) ή Παθητικό Οπτικό Δίκτυο (Passive Optical Network - PON) αντίστοιχα.

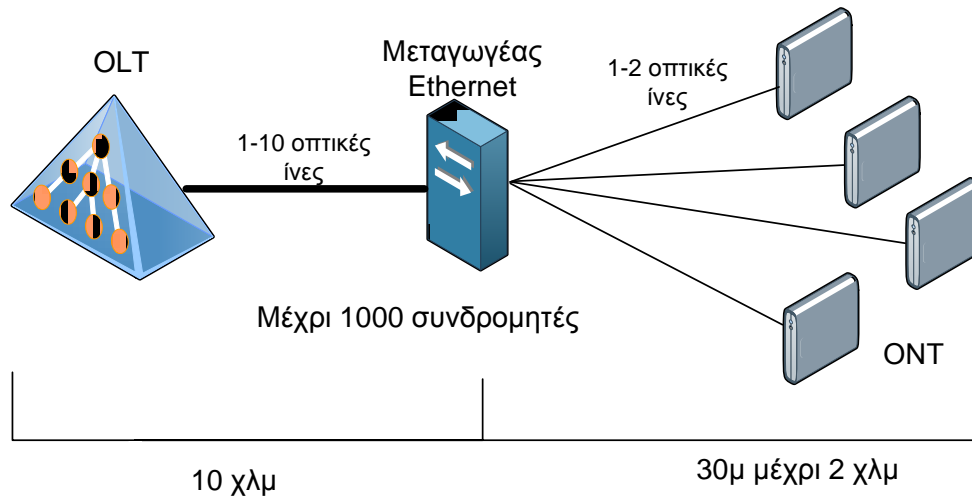
Τέλος, το δίκτυο πρόσβασης, που καταλήγει στις Οπτικές Μονάδες Δικτύου, αποτελεί τον οπτικό τερματισμό του σήματος. Από εκεί κι έπειτα το σήμα γίνεται ηλεκτρικό και μεταφέρεται μέσω χάλκινου καλωδίου στον συνδρομητή. Κάθε Οπτική Μονάδα Δικτύου επικοινωνεί με περίπου είκοσι χρήστες. Αν αυτό το κομμάτι αναδιαταχθεί έτσι ώστε κάθε Οπτική Μονάδα Δικτύου να επικοινωνεί με έναν χρήστη και μεταφερθεί η Οπτική Μονάδα Δικτύου στο χώρο του χρήστη, θα έχει επιτευχθεί η τεχνολογία Οπτική Ίνα Στο Σπίτι (FTTH). Μέχρι τότε μπορούν να χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες ADSL 2+/VDSL 2 στο τελευταίο κομμάτι του δικτύου.

2.2.2.2 Ενεργό Οπτικό Δίκτυο

Η τεχνολογία ενεργού οπτικού δικτύου (Active Optical Network – 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, δηλαδή 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.

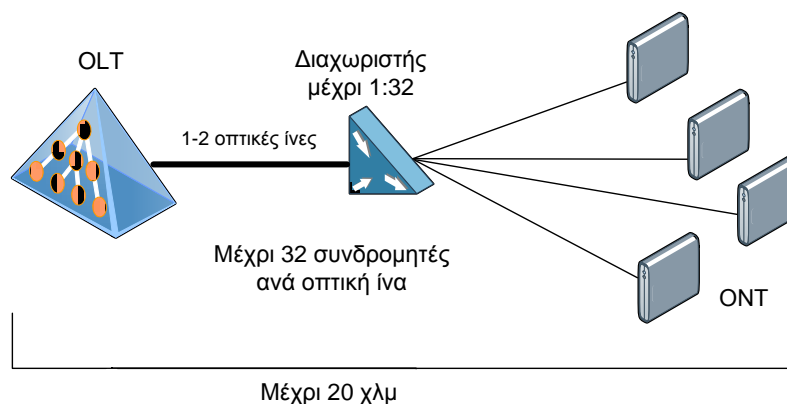
Τα ενεργά Οπτικά Δίκτυα, είναι μια προσέγγιση, που δεν είναι πολύ διαδεδομένη για το σχεδιασμό των κόμβων διανομής. Οι συνδέσεις σημείου προς σημείο (point-to-point - P2P) μεταξύ των κύριων κατανεμητών και των συνδρομητών, που χρησιμοποιούν κατεξοχήν την τεχνολογία IEEE 802.3ah EFM (Ethernet in the First Mile) για την πρόσβαση στο ευρυζωνικό περιεχόμενο. Οι συνδέσεις σημείου προς σημείο 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.



Γράφημα 23 - Σημείο προς σημείο switched ethernet

2.2.2.3 Παθητικό Οπτικό Δίκτυο

Όπως είπαμε και παραπάνω, τα Παθητικά Οπτικά Δίκτυα (Passive Optical Network - PON), είναι αυτά που στους κόμβους διανομής χρησιμοποιούν παθητικό εξοπλισμό. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούν διαχωριστές για την πολλαπλή μετάδοση ενός σήματος σε πολλές Οπτικές Μονάδες Δικτύου, τυπικά τριάντα δύο. 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 κατανομών, που χρησιμοποιείται στις σημείο προς σημείο συνδέσεις.



Γράφημα 24 - 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 [43].

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).[55] 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 παρακάτω πίνακας 3 συγκρίνει μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά των τεχνολογιών PON.

	EPON	BPON	GPON	WDM-PON
Πρότυπο	IEEE 802.3ah	ITU G.983	ITU G.984	-
Ενθυλάκωση	Ethernet	ATM	GFP/ATM	Ανεξάρτητα το πρωτόκολλο
Μέγιστη Χωρητικότητα	1 Gbit/s	622 Mbit/s	2.488 Gbit/s	1- 10 Gbit/s ανα κανάλι
Χρήστες/PON	16	32	64	100 ες
Μέση χωρητικότητα/χρήστη	60Mbit/s	20Mbit/s	40 Mbit/s	1-10 Gbit/s
Βίντεο	RF/IP	RF	RF/IP	RF/IP
Εκτίμηση Κόστους	Ελάχιστο	Μικρό	Μεσαίο	Υψηλό

Πίνακας 4: Σύγκριση τεχνολογιών PON

2.2.2.3.1 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 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.

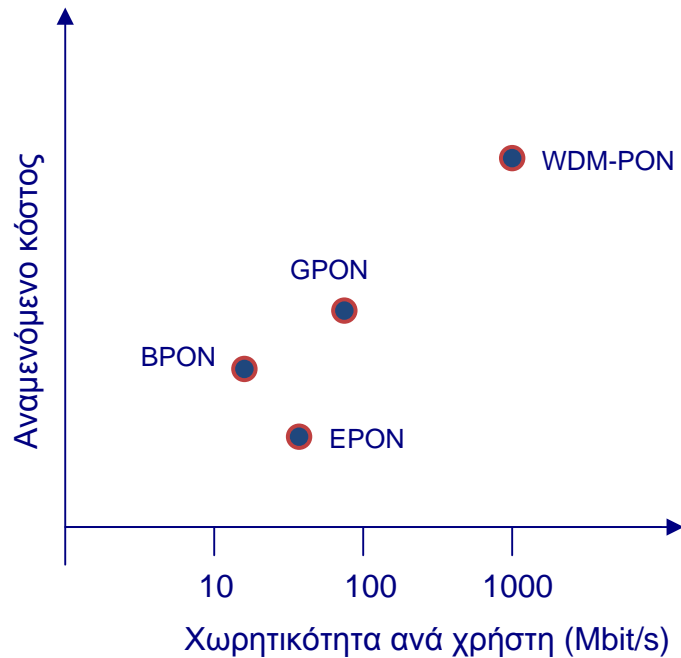
Καθώς η ενθυλάκωση της IP κυκλοφορίας σε πακέτα ATM δημιουργεί μεγάλο πλεόνασμα δεδομένων που οφείλονται στην επικεφαλίδα, και στην προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα πιο ευέλικτο πρότυπο, αναπτύχθηκε το GPON (Gigabit PON). Στο GPON, η ενθυλάκωση πραγματοποιείται μέσω ενός πρωτοκόλλου που λέγεται Generic Framing 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, Ποιότητα υπηρεσίας. Το δίκτυο GPON παραδίδει μέχρι 2,488 Gbps ρυθμό δεδομένων και προς τις δύο κατευθύνσεις και είναι ικανό να προσφέρει τριπλή υπηρεσία (φωνή, βίντεο, δεδομένα).

2.2.2.3.2 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 [37].

2.2.2.3.3 WDM-PON

Τα WDM-PON, 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 σημαντικότερο θέμα είναι να γίνεται αυτό κατά τρόπο οικονομικά αποδοτικό.



Γράφημα 25 - Σχέση κόστους και εύρος ζώνης των παθητικών οπτικών δικτύων

2.2.2.3.4 Υβριδικά TDM/WDM-PONs

Οι τεχνολογίες TDMA-PONs συνεχώς αναπτύσσονται. Ο αριθμός των χρηστών συνεχώς αυξάνεται. Οι υφιστάμενες υποδομές έχουν αυξανόμενες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης. Τα υβριδικά TDM/WDM PON μοντέλα, παρέχουν χωρητικότητα δικτύου συγκρίσιμο με τις απλές WDM-PON, αλλά σε χαμηλότερα κόστη.[10] Αυτό επιτυγχάνεται καταργώντας την εγκατάσταση των διόδων laser στο χώρο των συνδρομητών και τοποθετώντας τους στους κύριους καταναμητές. Με την περίπτωση αυτή, ένα συνεχές κύμα στέλνεται από τον κύριο καταναμητή στους συνδρομητές, με το οποίο θα διαμορφώσουν τα δεδομένα που θα επαναπροωθήσουν 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.

2.2.3 IPTV μέσω ασυρμάτων δικτύων

Τα ασύρματα δίκτυα τελευταίας τεχνολογίας αποτελούν μια εναλλακτική για την υλοποίηση του δικτύου διανομής του IPTV για τους πάροχους. Διάφοροι τρόποι και επιλογές θα περιγραφούν παρακάτω.[11], [34], [42]

2.2.3.1 Fixed WiMAX

Μια νέα πλατφόρμα που χρησιμοποιείται από τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους για την μεταφορά περιεχομένου IPTV είναι το WiMAX. Το WiMAX

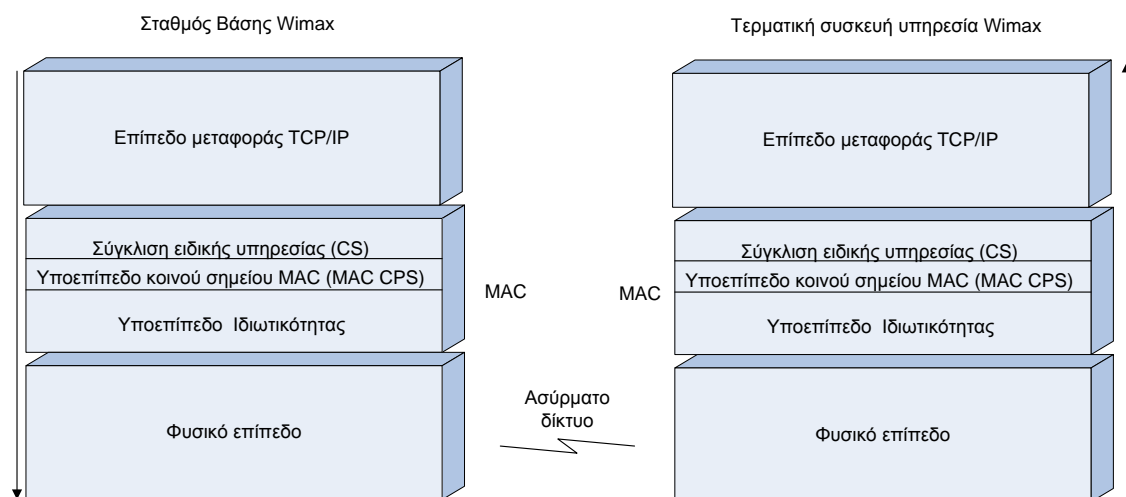
(Worldwide Interoperability for Microwave Access) είναι μία ασύρματη τεχνολογία δικτύου με μεγάλη χωρητικότητα δικτύου και θεωρείται συγγενής με την οικογένεια Wi-Fi ασύρματων δικτύων. Περιγράφεται από τις τεχνικές προδιαγραφές με το πρότυπο IEEE 802.16. Το WiMAX Forum είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη των προδιαγραφών του WiMAX καθώς και για την προώθηση αυτής της τεχνολογίας και την πιστοποίηση των WiMAX προϊόντων. Ακολουθούν κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά του Fixed WiMAX.

2.2.3.1.1 Συχνότητες λειτουργίας του Fixed WiMAX

Το WiMAX λειτουργεί σε εξουσιοδοτημένες και σε μη εξουσιοδοτημένες συχνότητες. Αυτές οι συχνότητες έχουν καθοριστεί από διάφορες τηλεπικοινωνιακές επιτροπές στον κόσμο. Οι εξουσιοδοτημένες, όμως, συχνότητες είναι αυτές που προτιμούνται για εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπως το IPTV κι αυτό γιατί υπάρχουν μικρότερες παρεμβολές. Το Fixed WiMAX λειτουργεί σε συχνότητες 3400-3600 MHz

2.2.3.1.2 Πρωτόκολλα φυσικού επιπέδου και MAC επιπέδου

Όπως περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα το 802.16 τηλεπικοινωνιακό μοντέλο έχει τρία επίπεδα: φυσικό (physical), ελέγχου πρόσβασης μέσου (MAC), και μεταφοράς (transport).



Γράφημα 26 - Μοντέλο επικοινωνιών WiMAX

- Φυσικό επίπεδο WiMAX.

Οι κατασκευαστές έχουν 3 διαφορετικές επιλογές όσον αφορά το φυσικό επίπεδο στο WiMAX πρότυπο

- Το φυσικό επίπεδο μονού φορέα (Single Carrier) το οποίο προορίζεται για εφαρμογές τηλεθέασης.
- Την επιλογή της Ορθογωνικής πολύπλεξης με διαίρεση συχνότητας (OFDM) όπου είναι η πιο δημοφιλής επιλογή φυσικού επιπέδου για τους περισσότερους κατασκευαστές WiMAX εξοπλισμού, λόγω της δυνατότητας να διαχειρίζεται την μετάδοση προς πολλές κατευθύνσεις ταυτόχρονα. Αυτό σημαίνει με λίγα λόγια ότι η OFDM είναι η κατάλληλη WiMAX τεχνολογία για τη διανομή των IPTV υπηρεσιών.
- Την Ορθογωνική πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiple Access - OFDMA) όπου είναι η πιο εξεζητημένη επιλογή και είναι ικανή να διαχωρίζει τις συνδέσεις των χρηστών στα κανάλια συχνότητας του ανερχόμενης ζεύξης.
- Επίπεδο ζεύξης δεδομένων WiMAX.

Το MAC επίπεδο υποδιαιρείται σε τρία επίπεδα:

- Το επίπεδο ιδιωτικότητας (privacy sublayer).

Όπως καταλαβαίνουμε και από το όνομα το επίπεδο αυτό διαχειρίζεται την αυθεντικοποίηση των IPTV συνδρομητών και την κρυπτογράφηση του βίντεο. Αυτό το επίπεδο αναλαμβάνει διάφορες λειτουργίες όπως θέματα ασφάλειας, τη διαχείριση των συνδέσεων, και πρόσβαση στο φυσικό δίκτυο.

- Το επίπεδο σύγκλισης υπηρεσίας (Service specific convergence CS).

Ο κύριος ρόλος αυτού του επιπέδου είναι να επικοινωνεί με τα υψηλότερα επίπεδα του επικοινωνιακού μοντέλου WiMAX.

- Επίπεδο μεταφοράς WiMAX.

Το TCP/IP πρωτόκολλο είναι αυτό που χρησιμοποιείται συνήθως στο δίκτυο και στα επίπεδα μεταφοράς για τη διανομή των υπηρεσιών διαδικτυακή τηλεόρασης.

2.2.3.1.3 Φάσμα μετάδοσης

Οι γεωγραφικές τοπολογίες σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες όπως τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και οι συνθήκες του καιρού μπορούν να έχουν επίδραση στην επικοινωνία μεταξύ ενός τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV και ενός σταθμού εκπομπής WiMAX. Το WiMAX έχει μία θεωρητική μέγιστη ταχύτητα

της τάξης των 60 Mbps σε μία απόσταση 6 έως 10 χιλιομέτρων. Αυτό εξαρτάται από τις υλοποιήσεις καθώς και από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται. Αυτές οι τιμές επιτρέπουν τους συνδρομητές να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες IPTV μέσα στην περιοχή όπου υπάρχει κάλυψη.

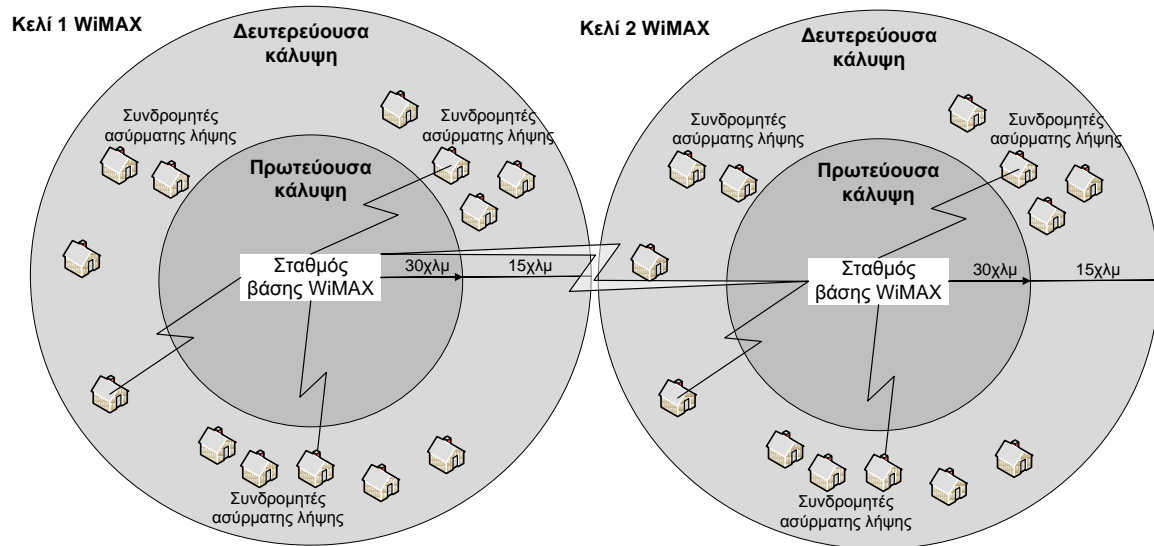
2.2.3.1.4 Αρχιτεκτονική δικτύου

Το δίκτυο του σταθερού WiMAX αποτελείται από Σταθμούς Βάσης (BS) και Σταθμούς Συνδρομητή (SS). Επίσης ένα δίκτυο WiMAX αποτελείται από συνδέσεις σημείου προς πολλαπλά σημεία.

Οι Σταθμοί Συνδρομητή μετονομάστηκαν σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 802.16e-2005 σε κινητούς σταθμούς (MS), ώστε να υποστηριχθούν τόσο οι σταθεροί χρήστες όσο και αυτοί που βρίσκονται εν κίνηση. Ο κάθε σταθμός βάσης είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο κορμού ώστε να παρέχει ασύρματη σύνδεση σε πολλαπλούς συνδρομητές. Το σκέλος της διασύνδεσης των σταθμών βάσης με το δίκτυο κορμού δεν περιλαμβάνεται στις προδιαγραφές του δικτύου WiMAX. Υλοποιήσεις της διασύνδεσης αυτής είναι δίκτυο DSL (ADSL, ADSL 2, ADSL 2+, VDSL, VDSL 2 κ.α.), οπτικές ίνες ή ακόμη και ασύρματα μέσω ζεύξεων σημείου προς σημείο.

Ένα δίκτυο WiMAX μπορεί να παρέχει ευρυζωνικές διαδικτυακές υπηρεσίες σε οικιακούς πελάτες, οπότε έχουμε Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση, σε χρήστες, εταιρείες, SOHO (Small Office - Home Office), Οικιακούς συνδρομητές ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παράκαμψη του τοπικού βρόχου, παρέχοντας υπηρεσίες φωνής, υπηρεσίες πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό, υπηρεσίες βίντεο, είτε με μεταγωγή πακέτου είτε κυκλώματος. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί εν μέρει, σαν δίκτυο κορμού, για παρόχους κινητών επικοινωνιών. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δίκτυο κορμού για συστήματα Wireless LAN, αφού τα σημεία πρόσβασης - AP των WLANs χρειάζονται αξιόπιστη και χαμηλού κόστους ευρυζωνική διασύνδεση, κάτι που εξασφαλίζει το δίκτυο WiMAX. Στην περίπτωση μας της τηλεόρασης πρωτόκολλου διαδικτύου (IPTV), χρησιμοποιείτε είτε σαν δίκτυο κορμού, όπου δεν υπάρχει πρόσβαση σε άλλη μορφή φυσικό μέσο, είτε σαν τελευταίο μίλι (last mile) για την σύνδεση με τον τελικό αποδέκτη της υπηρεσίας (συνδρομητή).

Η παρακάτω εικόνα δείχνει ένα απλοποιημένο διάγραμμα δυο WiMAX κελιών εκπομπής τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και μεταδίδουν περιεχόμενο βίντεο σε έναν αριθμό IPTV συνδρομητών [38].



Γράφημα 27 - IPTV διαμέσου ενός συστήματος WiMAX

2.2.3.1.5 Πλεονεκτήματα του WiMAX

Το WiMAX έχει κατασκευαστεί για να προσφέρει σημαντικά οφέλη στους παρόχους και τους χρήστες σε διαφορετικά περιβάλλοντα, καθώς και σε διαφορετικές περιοχές γεωγραφικά και δημογραφικά (αστική, περιαστική, αγροτική), τόσο βραχυχρόνια όσο και μακροχρόνια.

Σαν αρχιτεκτονική το WiMAX, διατηρώντας ή αναβαθμίζοντας τα πλεονεκτήματα των σημερινών τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης στο διαδίκτυο και έχοντας απαλλαχθεί σε μεγάλο βαθμό από τα μειονεκτήματά τους, το WiMAX είναι μια λύση που προσφέρει λύσεις σε περιπτώσεις όπου δεν είναι εφικτή η επίγεια διασύνδεση, ή συμπληρωματικά με αυτήν. Επίσης αποτελεί μία αξιόπιστη λύση σε επίπεδο μητροπολιτικών δικτύων (περιοχές με πυκνή δόμηση και δυσκολία κατασκευαστικών έργων), καθώς και σαν συμπληρωματικά για αγροτικές και παραμεθόριες περιοχές. Πάντως δεν διαφαίνεται ότι στο άμεσο μέλλον θα μπορέσει να αντικαταστήσει τις ADSL ή τις VDSL συνδέσεις για την πρόσβαση στον τελικό συνδρομητή.

Εκτιμάται βέβαια ότι όπως σήμερα οι κινητές συσκευές (ταμπλέτες, έξυπνα τηλέφωνα), τείνουν να καθιερωθούν σαν την πιο αξιόπιστη λύση για «σύνδεση παντού», το WiMAX θα καλύπτει όλο και περισσότερους συνδρομητές σε σχέση με το παρελθόν αλλά και σύντομα θα περάσει στην πρώτη θέση σε σχέση με την σύνδεση στο διαδίκτυο με ενσύρματο τρόπο [45].

Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα της αρχιτεκτονικής WiMAX, αναφέρονται στην συνέχεια:

- **Ευέλικτη αρχιτεκτονική:**

Η τεχνολογία WiMAX υποστηρίζει πολλαπλές αρχιτεκτονικές συστημάτων, όπως Σημείου Προς Σημείο, Σημείου Προς Πολλαπλά Σημεία, και συνεχή και ευρεία κάλυψη. Το στρώμα Ελέγχου Πρόσβασης Μέσου (Medium Access Control - MAC) του WiMAX υποστηρίζει υπηρεσία Σημείου Προς Πολλαπλά Σημεία με τον χρονοπρογραμματισμό (scheduling) μιας χρονοθυρίδας (timeslot) για κάθε Κινητό Σταθμό. Εάν υπάρχει μόνο ένας Κινητός Σταθμός στο δίκτυο, ο Σταθμός Βάσης WiMAX επικοινωνεί με τον πρώτο με ζεύξεις Σημείου Προς Σημείο. Σε μια τέτοια περίπτωση ο Σταθμός Βάσης χρησιμοποιεί κεραίες στενότερης δέσμης (πιο κατευθυντικές) ώστε να καλύπτονται μεγαλύτερες αποστάσεις.

- **Ποιότητα Υπηρεσίας:**

Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του WiMAX είναι η εγγενής υποστήριξη της ποιότητας υπηρεσίας. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε ένα σύνολο παραμέτρων που καθορίζουν το είδος και τις απαιτήσεις μιας υπηρεσίας. Επιπλέον στο WiMAX υπάρχει και η έννοια της ροής υπηρεσίας (Service Flow) που σημαίνει μια ροή πακέτων με κοινά χαρακτηριστικά ποιότητας υπηρεσίας. Στο WiMAX υπάρχουν 5 τύποι ροών υπηρεσιών που πρέπει να υποστηρίζονται από τον αλγόριθμο χρονοπρογραμματισμού του στρώματος Ελέγχου Πρόσβασης Μέσου (MAC) του Σταθμού Βάσης για τη μετάδοση δεδομένων μιας σύνδεσης. Αυτοί είναι η Unsolicited Grant Services (UGS), Real-time Polling Services (rtPS), Non real-Time Polling Services (nrtPS), Best Effort (BE) και Extended real - time variable rate Services(ERT-VR).

- **Υψηλή Ασφάλεια:**

Η τεχνολογία WiMAX υποστηρίζει το AES (Advanced Encryption Standard) και το 3DES (Triple Data Encryption Standard - Triple DES). Με την κρυπτογράφηση των ζεύξεων μεταξύ του Σταθμού Βάσης και του Κινητού Σταθμού υπηρεσίας, το WiMAX παρέχει στους χρήστες ιδιωτικότητα και ασφάλεια ενάντια στους υποκλοπείς αλλά και ασφάλεια στην ασύρματη ευρυζωνική διεπαφή

(interface). Επίσης, η τεχνολογία του WiMAX επιτρέπει στους παρόχους να έχουν ασφάλεια και υψηλή προστασία εναντίον της κλοπής υπηρεσιών. Το WiMAX επίσης διαθέτει εγγενή υποστήριξη VLAN, η οποία ουσιαστικά προστατεύει τα δεδομένα που εκπέμπονται από διαφορετικούς χρήστες προς τον ίδιο Σταθμό Βάσης.

- **Ταχεία Ανάπτυξη:**

Συγκρινόμενο με την εγκατάσταση των ενσυρμάτων τεχνολογιών, το WiMAX απαιτεί μικρή ή καθόλου κατασκευή ή αναμόρφωση ήδη υπάρχουσών εγκαταστάσεων, καθώς δεν απαιτείται, για παράδειγμα, εκσκαφή για την υποστήριξη των καλωδιώσεων. Οι πάροχοι που έχουν αποκτήσει άδειες να χρησιμοποιούν αδειοδοτούμενες ζώνες, ή σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν μία από τις μη αδειοδοτημένες ζώνες δε χρειάζονται άλλες κρατικές αδειοδοτήσεις. Από τη στιγμή που η κεραία και ο απαιτούμενος εξοπλισμός λειτουργήσουν, το WiMAX είναι έτοιμο για παροχή υπηρεσιών. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η εγκατάσταση του συστήματος WiMAX μπορεί να ολοκληρωθεί σε λίγες ώρες, ενώ άλλες τεχνολογίες απαιτούν διάρκεια μηνών.

- **Πολυεπίπεδη Υπηρεσία:**

Ο τρόπος που μεταδίδεται μια συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσίας βασίζεται γενικά σε ένα «συμβόλαιο» που ονομάζεται Συμφωνητικό Επιπέδου Υπηρεσίας (Service Level Agreement - SLA), μεταξύ του παρόχου υπηρεσιών και του τελικού χρήστη. Επιπλέον ένας πάροχος υπηρεσίας μπορεί να προσφέρει διαφορετικά SLAs σε διαφορετικούς συνδρομητές, ακόμα και σε διαφορετικούς χρήστες στον ίδιο Κινητό Σταθμό.

- **Διαλειτουργικότητα:**

Το WiMAX βασίζεται σε παγκόσμια πρότυπα, τα οποία έχουν αναπτυχθεί ανεξάρτητα από τους κατασκευαστές εξοπλισμού και έτσι διευκολύνεται η διαλειτουργικότητα των συσκευών. Είναι εύκολο λοιπόν για τους τελικούς χρήστες να μετακινούνται και να χρησιμοποιούν τους Κινητούς Σταθμούς τους σε διαφορετικές περιοχές ή ακόμη και με διαφορετικούς παρόχους υπηρεσιών (roaming). Η διαλειτουργικότητα προστατεύει την αρχική επένδυση ενός παρόχου καθώς μπορεί να επιλεγεί εξοπλισμός από διαφορετικές εταιρείες ενώ το κόστος αυτού θα συνεχίσει να μειώνεται ως αποτέλεσμα της ευρείας αποδοχής.

- **Φορητότητα:**

Όπως συμβαίνει και στις υπάρχουσες κυβελωτές υλοποιήσεις, μόλις ο Κινητός Σταθμός του WiMAX ενεργοποιηθεί, ταυτοποιείται, καθορίζει τα χαρακτηριστικά της σύνδεσης του με το Σταθμό Βάσης, όσο ο Κινητός Σταθμός είναι εγγεγραμμένος στη βάση δεδομένων του συστήματος, και στη συνέχεια διαπραγματεύεται αντίστοιχα τα χαρακτηριστικά εκπομπής του.

- **Κινητικότητα:**

Η τροποποίηση IEEE 802.16e του προτύπου, προσέθεσε χαρακτηριστικά για την υποστήριξη της κινητικότητας. Βελτιώσεις έχουν γίνει στα φυσικά στρώματα των OFDM και OFDMA, ώστε να υποστηρίζονται συσκευές και υπηρεσίες σε κινητό περιβάλλον. Αυτές οι βελτιώσεις, περιλαμβάνουν κλιμακούμενη ορθογωνική πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας (Scalable OFDMA), συστήματα πολλών εισόδων και πολλών εξόδων (Multiple Input Multiple Output – MIMO), υποστήριξη για κατάσταση αναμονής ή αναστολής (idle/sleep mode) και διαπομπή, επιτρέπουν πλήρη κινητικότητα σε ταχύτητες ακόμη και 160 χιλιομέτρων την ώρα. Το πρωτόκολλο που υποστηρίζεται από το WiMAX Forum, έχει κληρονομήσει τη επίδοση της μη Οπτικής Επαφής (Non Line Of Sight - NLOS) και την ανθεκτικότητα στις πολλαπλές διαδρομές του OFDM, καθιστώντας έτσι κατάλληλο για το κινητό περιβάλλον.

- **Χαμηλό Κόστος:**

Το WiMAX βασίζεται σε ένα ανοιχτό, παγκόσμιο πρωτόκολλο. Η ευρεία αποδοχή του και η χρήση κυκλωμάτων χαμηλού κόστους μαζικής παραγωγής θα οδηγήσει σε δραματική μείωση του κόστους. Το αποτέλεσμα του ανταγωνισμού θα παρέχει σημαντικά οικονομικά οφέλη στους παρόχους υπηρεσιών και στους τελικούς χρήστες.

- **Ευρύτερη Κάλυψη:**

Το WiMAX υποστηρίζει πολλαπλά σχήματα διαμόρφωσης, όπως BPSK, QPSK, 16-QAM και 64-QAM. Τα συστήματα WiMAX, που περιλαμβάνουν έναν ενισχυτή υψηλής ισχύος και λειτουργούν σε μια χαμηλού επιπέδου διαμόρφωση (BPSK, QPSK) είναι ικανά να καλύψουν μια αρκετά μεγάλη γεωγραφική περιοχή, όταν στη ζεύξη μεταξύ του Σταθμού Βάσης και του Κινητού Σταθμού δεν παρεμβάλλεται κάποιο εμπόδιο.

- **Λειτουργία Μη Οπτικής Επαφής:**

Ο όρος Μη Οπτική Επαφή (NLOS) συνήθως αναφέρεται σε μία ραδιοζεύξη η οποία περιλαμβάνει εμπόδια εντός της πρώτης της ζώνης Fresnel. Το WiMAX βασίζεται στην τεχνολογία OFDM, η οποία διαθέτει την ενσωματωμένη δυνατότητα να διαχειρίζεται περιβάλλοντα Μη Οπτικής Επαφής. Η δυνατότητα αυτή βοηθάει τα προϊόντα WiMAX να παρέχουν πολύ μεγάλο εύρος ζώνης σε ένα τέτοιο περιβάλλον, κάτι το οποίο δεν είναι εφικτό από άλλες ασύρματες τεχνολογίες.

• **Υψηλή Χωρητικότητα:**

Χρησιμοποιώντας υψηλότερη διαμόρφωση (64-QAM) και εύρος ζώνης καναλιού, τα συστήματα WiMAX μπορούν να παρέχουν σημαντικό εύρος ζώνης στους τελικούς χρήστες.

2.2.3.2 Κινητό WiMAX

Το πρότυπο IEEE 802.16 δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει ευρυζωνικές υπηρεσίες σε ένα κινητό περιβάλλον. Γι αυτό το λόγο θεσπίστηκε ένα νέο πρότυπο το IEEE Standard 802.16e. Το 802.16e, επίσης γνωστό ως και mobile WiMAX εγκρίθηκε το 2005 και τα πρώτα προϊόντα εμφανίστηκαν το 2006. Λειτουργεί σε διάφορες συχνότητες: 2.5, 3.3 και 3.4 - 3.8 GHz. Το Mobile WiMAX ενσωματώνει διάφορες λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την μεταφορά των IPTV υπηρεσιών και εφαρμογών [35], [36], [52], [54]:

- Η τεχνολογία αυτή υποστηρίζει ταχύτητες της τάξης των 32-46 Mbps. Αυτές οι ταχύτητες αν εκμεταλλευτούν σωστά, μπορεί να μεταφερθεί συμπιεσμένο περιεχόμενο υψηλής ανάλυσης σε κινητούς δέκτες.
- Χρησιμοποιεί τεχνολογίες όπως η OFDMA και άλλες ώστε να επιτρέπει στους IPTV θεατές να έχουν πρόσβαση σε κανάλια τηλεόρασης σε γεωγραφικές περιοχές που είναι ευαίσθητες στις επιπτώσεις των εκπομπών σε πολλές κατευθύνσεις ταυτόχρονα.
- Ενσωματώνεται με το υποσύστημα πολυμέσων (multimedia subsystem IMS), κάτι το οποίο απλοποιεί την συνύπαρξη διαφόρων εφαρμογών IPTV και άλλων IP υπηρεσιών όπως η γρήγορη πρόσβαση στο Internet και το VoIP.
- Το Mobile WiMAX παρέχει υποστήριξη για αυξημένη ποιότητα υπηρεσιών που βοηθάει εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπως το IPTV.

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το WiMAX forum συνεχίζει την έρευνα για βελτίωση των δυνατοτήτων μετάδοσης (multicasting) του Mobile WiMAX. Έτσι το WiMAX θα πληρεί όλες τις προϋποθέσεις για να προσφέρει τη διανομή τηλεοπτικών καναλιών, ζωντανά, σε φορητές συσκευές.

2.2.4 Άλλοι τρόποι μετάδοσης ψηφιακού περιεχομένου

2.2.4.1 Διαδικτυακή τηλεόραση μέσω δορυφόρου

Η ανάγκη για δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, που ακολούθησε τη ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση του υπηρεσιών πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό, 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 όπως είναι το υψηλότερο κόστος που απαιτείται για την παροχή ευρυζωνικής αμφίδρομης σύνδεσης (τόσο στον εξοπλισμό όσο και στη συνδρομή), ο μεγάλος τερματικός εξοπλισμός που αποτελείται συνήθως από ένα δορυφορικό πιάτο 90 εκατοστών και ένα ειδικό modem [7], [9], [14].

2.2.4.1.1 Ποιότητα υπηρεσίας και δορυφορική ζεύξη

Η δυνατότητα των δορυφορικών δικτύων να καλύπτουν μεγάλες περιοχές, καθώς και χρήστες οι οποίοι βρίσκονται σε γεωγραφικά απομακρυσμένα σημεία, οδηγεί στην ανάπτυξη του υπηρεσιών πρόσβασης διαδικτύου με δορυφορική ζεύξη (Internet over Satellite). Το αυξημένο εύρος ζώνης που προσφέρουν τα δορυφορικά δίκτυα, οδηγεί στη διέλευση μεγάλου αριθμού δεδομένων του Διαδικτύου μέσω δορυφορικών κόμβων. Το μεγάλο γινόμενο καθυστέρησης ανάδρασης επί την

χωρητικότητα και η απώλεια πακέτων, που εμφανίζονται στις δορυφορικές συνδέσεις επηρεάζουν την ποιότητα υπηρεσίας στην δορυφορική ζεύξη.

Η ανάπτυξη μηχανισμών που θα προσφέρουν ποιότητα υπηρεσίας σε ένα πλήθος εφαρμογών αλλά και συνόλου χρηστών του υπηρεσιών πρόσβασης διαδικτύου με δορυφορική ζεύξη αποτελεί αντικείμενο μελέτης αρκετών ερευνητών. Οι μηχανισμοί που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να καθορίσουν περιορισμούς όσον αφορά τα ακόλουθα πέντε χαρακτηριστικά της ποιότητας υπηρεσίας:

- 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 υψηλή ποιότητα υπηρεσίας 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 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. 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 η μετάφραση διευθύνσεων δικτύου (Network Address Translation - NAT). Σε αυτή την τεχνική η αναγκαία πληροφορία για τη δρομολόγηση προέρχεται από το ίδιο το δίκτυο. Ο δρομολογητής NAT λαμβάνει τα δεδομένα και υπολογίζει κάθε φορά τις διευθύνσεις λήψης αλλά και προορισμού των πακέτων. 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 μεταγωγή και δρομολόγηση μέσα στους ίδιους τους δορυφόρους, που θα χειρίζεται τη μεταξύ τους επικοινωνία και μεταφορά πακέτων δεδομένων [40]

2.2.4.1.2 Πρότυπο εκπομπής ψηφιακού βίντεο και DVB-S

Το έργο εκπομπής ψηφιακού βίντεο (Digital Video Broadcasting Project - DVB), είναι ο οργανισμός που έχει μέλη παρόχους τηλεοπτικού σήματος, κατασκευαστές υλικού, παρόχους διαδικτυακών υπηρεσιών, κατασκευαστές λογισμικού, ρυθμιστικές αρχές και άλλους σε τριανταπέντε χώρες, που έχει σκοπό να

σχεδιάσει ανοιχτά διαλειτουργικά πρότυπα για την παραλαβή των ψηφιακών πολυμεσικών εφαρμογών. Τα πρότυπα δημοσιεύονται σαν ETSI πρότυπα. Το DVB αναφέρεται στην μετάδοση ψηφιακού περιεχομένου [9], [19], [32].

Το πρότυπο DVB-S χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια, ως το κύριο πρότυπο εκπομπής για την παράδοση ροής περιεχομένου μέσω δορυφόρου στον συνδρομητή. Από την εισαγωγή του το DVB έχει χρησιμοποιηθεί για την επίγεια ψηφιακή - DVB-T, για την καλωδιακή - DVB-C, και την δορυφορική - DVB-S. Η DVB επιστροφή καναλιού μέσω δορυφόρου (DVB Return Channel via Satellite - DVB-RCS) ορίζει τον τρόπο μεταφοράς IP περιεχομένου μέσω της δορυφορικής τεχνολογίας και οδηγεί στην αύξηση της των περιοχών κάλυψης των παρόχων περιεχομένου.

Η χρήση το πρωτοκόλλου IP έχει καθιερωθεί από την έναρξη χρήσης του DVB-S. Η ποιότητα υπηρεσίας και η διαχείριση πακέτων βελτιώνεται συνεχώς. Το σημαντικότερο επίτευγμα είναι η ικανοποίηση της απαίτησης των πελατών για δυνατότητα μετάδοσης ροών περιεχομένου. Η μετάβαση του πρωτοκόλλου IP από IPv4 σε IPv6 βοήθησε ακόμα περισσότερο χρήση του πρωτοκόλλου DVB για υπηρεσίες περιεχομένου καθώς δίνει δυνατότητα για σχεδόν απεριόριστη χρήση IP διευθύνσεων. Το DVB-S χρησιμοποιεί κυρίως την τεχνική της μετάδοσης, για προώθηση του ίδιου περιεχομένου σε πολλαπλούς προορισμούς ταυτόχρονα. Ο μεμονωμένος χρήστης ή μια ομάδα χρηστών έχει την δυνατότητα να αλλάξει δυναμικά το προβαλλόμενο κανάλι. Το DVB-S μέσω της τεχνικής της μετάδοσης έχει την δυνατότητα μετάδοσης εκατοντάδων καναλιών μέσα από την χρήση μίας συχνότητας. Η διαχείριση χρηστών για τις μεταδόσεις πραγματοποιείται μέσω της MAC διεύθυνσης της τερματικής συσκευής χρήστη.

Μια σειρά διεθνών προτύπων έχει αναπτυχθεί, τα οποία ορίζουν την ποιότητα σήματος και τις προδιαγραφές της ψηφιακής τηλεόρασης μέσω της DVB τεχνολογίας. Η IPTV χρησιμοποιεί την τεχνολογία αυτή κυρίως για δορυφορική μετάδοση. Το πρότυπο DVB ορίζεται στο φυσικό επίπεδο και στο επίπεδο μετάδοσης δεδομένων του συστήματος διανομής περιεχομένου. Παρακάτω αναφέρονται τα DVB πρότυπα για κάθε κατηγορία.

- Διανομή περιεχομένου μέσω δορυφορική σύνδεσης (DVB-S & DVB-S2)
- Διανομή περιεχομένου μέσω καλωδιακής σύνδεσης (DVB-C)
- Διανομή περιεχομένου μέσω επίγεια τηλεόρασης (DVB-T)
- Διανομή περιεχομένου μέσω φορητών συσκευών (DVB-H)

Τα συστήματα διανομής περιεχομένου διαφοροποιούνται κυρίως στο τρόπο διαμόρφωσης που χρησιμοποιούνται σε κάθε πρότυπο. Η διαμόρφωση του κάθε πρότυπο είναι:

- Το DVB-S χρησιμοποιεί την διαμόρφωση QPSK
- Το DVB-S2 χρησιμοποιεί την διαμόρφωση QPSK, 8PSK, 16APSK
- Το DVB-C χρησιμοποιεί την διαμόρφωση QAM
- Το DVB-T χρησιμοποιεί την διαμόρφωση 16-QAM ή την 64-QAM σε συνδυασμό με την COFDM.

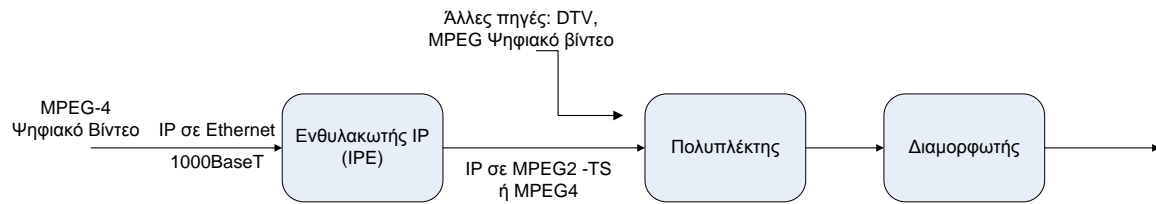
2.2.4.1.3 IPTV και πρότυπο εκπομπής ψηφιακού βίντεο

Οι συσκευές DVB επικοινωνούν με το φυσικό επίπεδο είτε μέσω της σύγχρονης σειριακής διεπαφής είτε μέσω της Ασύγχρονης σειριακής διεπαφής. Όλη η απαιτούμενη πληροφορία μεταδίδεται μέσω του μηχανισμού ροής μεταφοράς MPEG2-TS. Το MPEG2-TS αντιστοιχεί το Βασικό πακέτο Συστήματος (PES) το οποίο δημιουργήθηκε από το τον MPEG-2 κωδικοποιητή. Το MPEG2-TS ενθυλακώνεται στο UDP ακολούθως στο IP.

Κάθε ροή περιεχομένου IPTV μεταφέρει ένα συγκεκριμένο Πακέτο αναγνώρισης Δεδομένων (Packet Identification Data - PID). Το PID χρησιμοποιείται σαν μια παράμετρος αναγνώρισης για μια συγκεκριμένη ομάδα λήψης. Μια IPTV ροή αποτελείται από πακέτα σταθερού μεγέθους, καθένα από τα οποία περιλαμβάνει ένα αριθμός αναγνώρισης ροής (PID). Τα πακέτα αυτά συγκεντρώνονται σε ένα IP πακέτο και το πακέτο αυτό μεταδίδεται μέσω της μεθόδου της μετάδοσης. Κάθε PID περιέχει συγκεκριμένη πληροφορία.

Στην δορυφορική μετάδοση τα δεδομένα ενθυλακώνονται με Ενθυλάκωση πολυπρωτοκόλλου (Multiprotocol Encapsulation - MPE) και έπειτα τεμαχίζονται και τοποθετούνται σε TS μέσω μια συσκευής IP Ενθυλάκωσης (IP Encapsulator - IPE). Το MPE χρησιμοποιείται για να μεταδώσει δεδομένα πληροφορίας τα οποία ξεπερνούν το μέγεθος του DVB πακέτου [29], [31], [41].

Η συσκευή IPE δέχεται ροές περιεχομένου από την διεπαφή Ethernet, χρησιμοποιεί στατιστική πολυπλεξία και ενθυλακώνει την πακέτα χρησιμοποιώντας την τεχνική MPE και έπειτα τοποθετεί τις ροές αυτές στην ροή μεταφοράς MPEG2-TS. Όταν η συσκευή IPE ολοκληρώσει την ενθυλάκωση της ροής τα περιεχόμενα με μορφή πακέτων δεδομένων στην δορυφορική σύνδεση.



Γράφημα 28 - Διαδικασία ενθυλάκωσης

Τα δεδομένα τα οποία μεταδίδονται μέσω του ροής μεταφοράς MPEG-2 προωθούνται σε έναν ενθυλακωτή ο οποίος δέχεται πλαίσια Ethernet, δεδομένα IP, και άλλα πακέτα επιπέδου δικτύου. Μετατρέπει κάθε ξεχωριστό πακέτο σε πακέτο ροής μεταφοράς, το οποίο στέλνεται σε ένα λογικό κανάλι ροής.

2.2.4.1.4 Δορυφορικό πρότυπο εκπομπής ψηφιακού βίντεο

Η αυξανόμενη δημοτικότητα της τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας αυξάνει τις απαιτήσεις για ταχύτητα σύνδεσης και μειώνει την ποιότητα υπηρεσίας λόγω των περιορισμών των χρησιμοποιούμενων δικτύων καθώς και λόγω των περιορισμών λόγω απόστασης με το δίκτυο κορμού. Ωστόσο οι χρήση δορυφόρων οι οποίοι είναι σε θέση να παρέχουν άνω των 100Gbit/s μέσω τεχνολογιών δεσμών πολλαπλών σημείων καθιστούν τους δορυφόρους μια καθαρά αναδύομενη τεχνολογία υλοποίησης IPTV δικτύου. Η διανομή περιεχομένου μπορεί να ενσωματωθεί σε μια αρχιτεκτονική IPTV δικτύου με αρκετούς τρόπους.

Η εκπομπή ψηφιακού περιεχομένου μέσω δορυφορικής ζεύξης DVB-S έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό λόγω της δυνατότητας, να παρέχει υψηλής ποιότητας ψηφιακό περιεχόμενο. Ο κύριος λόγος της ανάπτυξης του προτύπου δορυφορική εκπομπής ψηφιακού βίντεο (DVB-S) είναι η καινοτομία. Το DVB-S ξεκίνησε με την παροχή υπηρεσιών διαδικτύου το 1995. Η κάτω ζεύξη χρησιμοποιείται για την μετάδοση περιεχομένου από τον δορυφόρο στον συνδρομητή και η άνω ζεύξη για μετάδοση πληροφοριών χρονισμού και ελέγχου. Το περιεχόμενο βίντεο κωδικοποιείται με MPEG-2 και έχει βασική ποιότητα ανάλυσης (SD). Τον Μάρτιο του 2005 αντικαταστάθηκε από το βελτιωμένο πρότυπο δορυφορικής εκπομπής ψηφιακού βίντεο δεύτερης γενιάς (Digital Video Broadcasting Satellite Second Generation - DVB-S2). Το DVB-S2 έχει υψηλής ποιότητα ανάλυση (HDTV) και το περιεχόμενο βίντεο κωδικοποιείται με το αλγόριθμο H.264 (MPEG-4). Έχει την δυνατότητα να εκπέμψει και με κωδικοποίηση MPEG-2 και διαμορφωμένο με

ορθογώνια διαμόρφωση φάσης (QPSK) ή πολλαπλού πλάτους διαμόρφωση φάσης (MAPSK) [30].

Το DVB-S2 έχει κατά 30% καλύτερη απόδοση από το αρχικό DVB-S λόγω των νέων τεχνικών που ενσωματώνει, όπως η αλλαγή παραμέτρων κωδικοποίησης και διαμόρφωσης σε πραγματικό χρόνο (Variable Coding & Modulation - VCM) και η συμπίεση του βίντεο περιεχομένου με MPEG-4. Η χρήση του αλγορίθμου συμπίεσης MPEG-4 έδωσε την δυνατότητα εκπομπής περιεχομένου βίντεο υψηλής ανάλυσης - HDTV στο ίδιο εύρος καναλιού που απαιτούνταν για την εκπομπή περιεχομένου συμπίεσης MPEG-2 βασικής ανάλυσης - SD από το σύστημα DVB-S.

Το περιεχόμενο βίντεο πριν εκπεμφθεί κατανέμεται σε πακέτα MPEG-2 TS (DVB-S) ή MPEG-4 GS (DVB-S2). Σε αυτά εφαρμόζεται η κωδικοποίηση CRC-8 για διόρθωση λαθών. Οι διαμορφώσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι: QPSK, 8PSK, 16APSK και 32APSK.

Η ανάπτυξη της δορυφορικής τεχνολογίας έδωσε την δυνατότητα της αμφίδρομης επικοινωνίας σε ολόκληρο τον κόσμο. Η ανερχόμενη ζεύξη χρησιμοποίησε την L – ζώνη συχνοτήτων και η κατερχόμενη ζεύξη την Ku ή C ζώνη συχνοτήτων. Η χρήση των δύο διαφορετικών συχνοτήτων με διαφορετικό μήκος κύματος είναι απαραίτητη ώστε να αποτραπούν οι παρεμβολές σήματος και να ικανοποιούν το πρότυπο της Διεθνούς Επιτροπής Τηλεπικοινωνιών - ITU. Η επιλογή της ζώνης συχνοτήτων κατερχόμενης ζεύξης επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες και από την γεωγραφική περιοχή του τόπου λήψης. Έτσι στην Ασία, λόγω της ύπαρξης υψηλού επιπέδου υγρασίας, χρησιμοποιείται η C - ζώνη συχνοτήτων ενώ στην Ευρώπη λόγω των διαφορετικών κλιματικών συνθηκών χρησιμοποιείται η Ku – ζώνη συχνοτήτων.

Η διαδικτυακή τηλεόραση όπως αναφέρθηκε είναι ένας μηχανισμός μετάδοσης περιεχομένου στον συνδρομητή μέσω του πρωτοκόλλου IP. Καθώς η μετάδοση του περιεχομένου γίνεται μέσω IP, δίδεται η δυνατότητα σε κάθε συσκευή που έχει την δυνατότητα επικοινωνίας μέσω του πρωτοκόλλου αυτού, να συμπεριληφθεί στην διαδικασία διανομής.

2.2.4.1.5 Διανομή διαδικτυακής τηλεόρασης μέσω DVB-S

Οι δυο βασικές τοπολογίες μετάδοσης οι οποίες χρησιμοποιούνται για την διανομή της διαδικτυακής τηλεόρασης μέσω δορυφορικής σύνδεσης είναι: η πηγή

δέντρου (source tree) και το διαμοιραζόμενο δέντρο (shared tree). Τα προωθούμενα πακέτα αντιγράφονται μόνο όπου υπάρχει κόμβος στο δίκτυο. Και τα δυο δέντρα είναι τοπολογίες οι οποίες είναι προστατευμένες από τη συνεχή επανάληψη (loop free). Η τοπολογία της πηγής δέντρου βασίζεται στην αρχή του προσδιορισμού της ελάχιστης διαδρομής εντός του δικτύου μεταξύ της πηγής και του τελικού προορισμού. Λόγω του γεγονότος ότι η τοπολογία της πηγής δέντρου προσδιορίζει την ελάχιστη διαδρομή ονομάζεται και δένδρο ελάχιστης διαδρομής (SPT). Μια νέα πηγή δένδρου δημιουργείται κάθε φορά που προστίθεται ένα νέος διακομιστής στο δίκτυο της IPTV. Στην τοπολογία αυτή τοποθετούν τον διακομιστή ο οποίος έχει αρχείο των ελαχίστων διαδρομών της πηγής του IPTV περιεχομένου. Η διάταξη της τοπολογίας διαμοιραζόμενου δένδρου είναι διαφορετική από αυτή της πηγής δέντρου στο ότι η διανομή της διαμοιραζόμενης πολυεκπομπής τοποθετεί τον κεντρικό διακομιστή σε ένα επιλεγμένο σημείο του δικτύου που ονομάζεται σημείο συνάντησης (RP). Το σημείο RP δρα σαν μια ενδιάμεση συσκευή μεταξύ της πηγής IPTV περιεχομένου και του τελικού συνδρομητή IPTV. Η διανομή μιας ροής περιεχομένου υψηλής ανάλυσης καταναλώνει μεγάλο εύρος ζώνης και είναι δύσκολη η διαχείριση του μεγάλου όγκου περιεχομένου.

2.2.4.2 Διαδικτυακή τηλεόραση και δίκτυα κινητής

Η IPTV μπορεί να μεταδοθεί και μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας όπως είδαμε και μέσω ασυρμάτων ευρυζωνικών δικτύων. Το απαιτούμενο εύρος ζώνης για την τηλεόραση υψηλής ανάλυσης (HD) μπορεί να εξασφαλιστεί εκτός από την WiMAX (Worldwide Inter-operability for Microwave Access) και από την Ταχύτατη Αναμετάδοση Δεδομένων (Long Term Evolution - LTE) η οποία έχει προτυποποιηθεί από την ομάδα ανάπτυξης 3GPP (3rd Generation Partnership Project), μια παγκόσμια ομάδα παρόχων κινητής τηλεφωνίας. Και οι δύο τεχνολογίες χρησιμοποιούν ενιαίες IP υποδομές με πολύ λίγα εξειδικευμένα στοιχεία δικτύου για ραδιοσυνδέσεις, κινητότητα και επαλήθευση συσκευής. Ως αποτέλεσμα τα ασύρματα ευρυζωνικά δίκτυα μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε κάθε υποδομή IPTV για πρόσβαση στην υπηρεσία οπουδήποτε και οποτεδήποτε [11].

Οι δοκιμές πάνω στην τεχνολογία LTE έχουν καταγράψει ταχύτητες βίντεο κατερχόμενης ζεύξης πάνω από 100Mbps σε οχήματα που κινούνται με κανονικές ταχύτητες και πάνω από 300Mbps σε εργαστηριακές συνθήκες σύμφωνα με τις προδιαγραφές της LTE[49], [51].

2.2.4.2.1 Διαδικτυακή τηλεόραση σε κυψελοειδές δίκτυο LTE

Η IPTV σε κυψελοειδές δίκτυο κινητής τηλεφωνίας μπορεί να ονομαστεί κινητή IPTV. Η LTE είναι η 3.9G τεχνολογία, η οποία παρέχει υψηλό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων. Δίνοντας την δυνατότητα χρήσης της υπάρχουσας υποδομής. Η LTE είναι μία κύρια αρχιτεκτονική με την Πολυμεσική εκπομπή/Υπηρεσία μετάδοσης (Multimedia Broadcast/Multicast Service - MBMS) η οποία θα δημιουργήσει μια νέα γενιά στην αγορά κινητής τηλεφωνίας. Οι σημαντικότεροι παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας της IPTV είναι ρυθμός απώλειας πακέτων και η καθυστέρηση. Εάν υπάρχει μη αποδεκτός ρυθμός απώλειας πακέτων και μεγάλη καθυστέρηση η ποιότητα υπηρεσίας θα μειωθεί και η IPTV δεν θα είναι η προσδοκώμενη υπηρεσία από τους χρήστες και δεν θα είναι ικανοποιημένοι. Προκειμένου να παρέχεται η βέλτιστη καθυστέρηση και ο βέλτιστος ρυθμός απώλειας πακέτων για την λειτουργία της IPTV υπηρεσίας χρησιμοποιείται η μέθοδος προσαρμοζόμενης μετάδοσης. Η μέθοδος αυτή διαίρεσης τμημάτων πληροφορίας γίνεται με το μηχανισμό κατακερματισμού πληροφορίας περιεχομένου του MBMS του LTE. Η όλο και αυξανόμενη παραγωγή από του κατασκευαστές έξυπνων τηλέφωνων και ταμπλετών είναι μια ευκαιρία για αύξηση της δημοτικότητας της παροχής πολυμεσικών υπηρεσιών στην υπηρεσία κινητής διαδικτυακή τηλεόρασης. Ένα δίκτυο 3GPP LTE δίνει την ελευθερία παρακολούθησης οπουδήποτε και οποτεδήποτε [11].

Οι τελικοί χρήστες αναμένουν ένα επίπεδο υπηρεσίας το οποίο σχετίζεται κυρίως με την διαθεσιμότητα, την καθυστέρηση και την ποιότητα. Ως εκ τούτου απαιτείται ελαχιστοποίηση των τεχνικών ρίσκων και συγκέντρωση των προσδοκιών και αναγκών των χρηστών. Η επιτυχής λειτουργία της κινητής IPTV με πραγματικού χρόνου υπηρεσίες σε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας χρειάζεται να στηριχθεί σε δίκτυα κορμού και πρόσβασης τα οποία θα εγγυώνται ποιότητα υπηρεσίας ακόμα και σε όχι τόσο καλές συνθήκες δικτύου.

Οι πάροχοι δικτύου χρειάζεται να:

- Βελτιστοποιήσουν την χρήση των πόρων του δικτύου τόσο στο περιβάλλον εκπομπής όσο και μετάδοσης για χρήση στην κινητή διαδικτυακή τηλεόραση.

- Μειώσουν τα λειτουργικά και κόστη συντήρησης μέσω προηγμένων εργαλείων συντήρησης και χρησιμοποιώντας την αυτοματοποιημένη τεχνική zero touch.

2.2.4.2.2 Περιγραφή LTE - Long Term Evolution

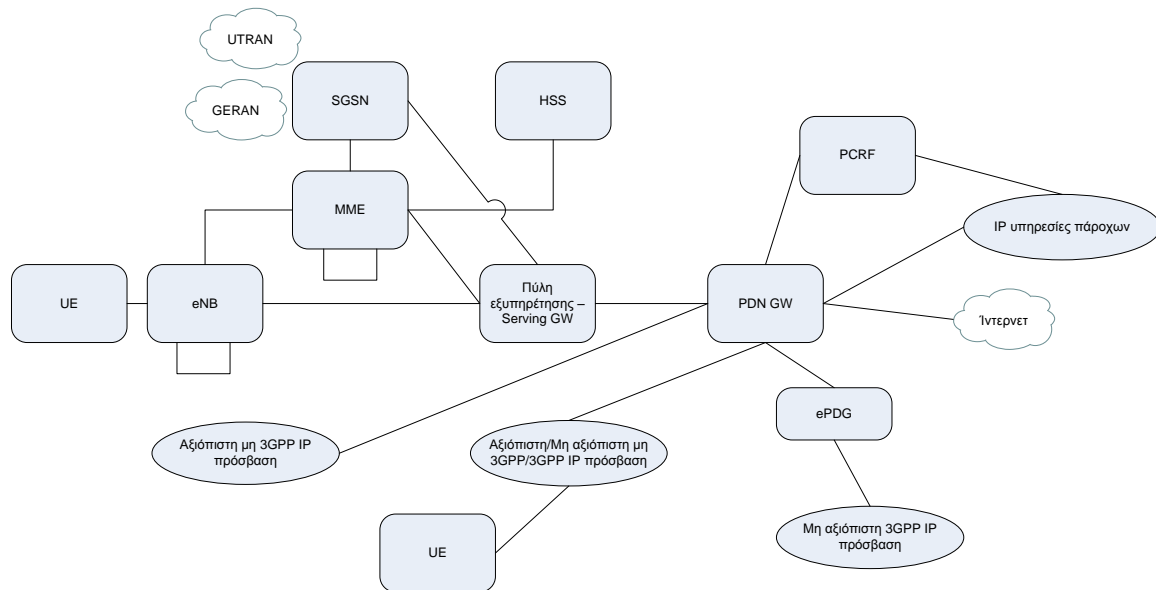
Το 3GPP LTE είναι ένα πρότυπο τεχνολογίας κινητών επικοινωνιών το οποίο υλοποιήθηκε μετά από τις τεχνολογίες GSM/EDGE και UMTS/HSPA στα περισσότερα μέρη του κόσμου. Η ασύρματη πρόσβαση του LTE ονομάζεται Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) και είναι μέρος του (Evolved Packet System – EPS). Αυτή βελτιώνει την ρυθμιζόμενη, την χωρητικότητα του τομέα κυψέλης και μειώνει την καθυστέρηση μετάδοσης εντολών από τον χρήστη ώστε να μπορεί να υποστηρίξει υπηρεσίες IMS όπως IPTV, βελτιώνοντας σημαντικά την εμπειρία χρήστη. Το LTE παρέχει μεταφορά περιεχομένου μέσω του πρωτοκόλλου IP και ποιότητα υπηρεσίας από άκρη σε άκρη. Το πρωτόκολλο IP έχει την δυνατότητα να μεταφέρει όλους τους τύπους της κίνησης. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις βασικές προδιαγραφές του LTE. Η χωρητικότητα του εξοπλισμού χρήστη μπορεί να είναι 20MHz για την μετάδοση και την λήψη. Ο πάροχος υπηρεσίας έχει την επιλογή να αναπτύξει κυψέλες με οποιοδήποτε εύρος ζώνης ικανοποιεί τις απαιτήσεις του [9], [50], [59], [60].

Μέτρο	Απαιτήσεις
Μέγιστος ρυθμός δεδομένων	Κάτω ζεύξη: 100Mbps Πάνω ζεύξη: 50Mbps (για φάσμα 20MHz)
Υποστήριξη κινητότητας	Μέχρι 500χλμ, βελτιστοποίηση σε χαμηλές ταχύτητες από 0 - 30 χλμ/ώρα
Απόκριση επιπέδου ελέγχου	<200ms (από αδράνεια σε ενεργοποίηση)
Απόκριση επιπέδου χρήστη	<5ms
Χωρητικότητα επιπέδου ελέγχου	>200 χρήστες ανα κυψέλη (για φάσμα 5 MHz)
Κάλυψη (Μέγεθος κελιού)	5-100χλμ με μικρή μείωση μετά τα 30χλμ
Εύρος φάσματος	1.25, 2.5, 5, 10, 15 και 20 MHz

Πίνακας 5: Απαιτήσεις απόδοσης LTE

Το Evolved Packet Core – EPC είναι το δίκτυο κορμού του LTE, το οποίο είναι μια νέα αρχιτεκτονική η οποία υποστηρίζει το ραδιοσύστημα E-UTRAN, μέσω της μείωση των στοιχείων του δικτύου, βελτιωμένο πλεονασμό υλικού και απλούστερη λειτουργία. Δίνει την δυνατότητα μείωσης του κόστους καθώς και της ενέργειας που καταναλώνεται ενώ παράλληλα διασφαλίζει την προς τα πίσω συμβατότητα και την οικονομικότερη μετάβαση από το σύστημα UMTS που έχει αναπτυχθεί από τους περισσότερους παρόχους κινητής τηλεφωνίας. Επιπλέον το LTE EPC επιτρέπει συνδέσεις και διαπομπές στα υπόλοιπα δίκτυα πρόσβασης ασύρματα και ενσύρματα, δίνοντας την δυνατότητα στους παρόχους υπηρεσιών να παρέχουν υπηρεσία απρόσκοπτης κινητής εμπειρίας. Οι κύριοι στόχοι της τεχνολογίας LTE είναι να ελαχιστοποιήσει την πολυπλοκότητα του συστήματος καθώς και του εξοπλισμού χρήστη, να επιτρέψει την ευέλικτη ανάπτυξη του φάσματος είτε σε νέο φάσμα συχνοτήτων είτε να δώσει την δυνατότητα συνύπαρξης με τις υπόλοιπες τεχνολογίες ασύρματης πρόσβασης (Radio Access Technologies - RATs) του 3GPP. Οι βελτιωμένες υπηρεσίες εκπομπής οι οποίες υποστηρίζουν ποιότητα υπηρεσίας από άκρη σε άκρη και ταυτόχρονη επιδίωξη μείωσης του αριθμού των πλεοναζόντων επιλογών του συστήματος Κατά την διαδικασία της διαπομπής ελαχιστοποιείται ο χρόνος της διακοπής παροχής υπηρεσίας σε σύγκριση με το GSM.[61]

Η αρχιτεκτονική του LTE και τα σημαντικότερα λειτουργικά στοιχεία παρουσιάζονται παρακάτω:



Γράφημα 29 - Αρχιτεκτονική 3GPP LTE

Το Evolved Radio Access Network (E-RAN) αποτελείται από έναν κόμβο eNodeB (eNB) ο οποίος διασυνδέεται με τον εξοπλισμό χρήστη - UE.

Το eNB περιλαμβάνει τα επίπεδα : PHY (φυσικό - Physical), MAC (Έλεγχος πρόσβασης μέσου - Medium Access Control), RLC (Έλεγχος ραδιοζεύξης - Radio Link Control) και PDCP (Πρωτόκολλο ελέγχου πακέτων δεδομένων - Packet Data Control Protocol). Επίσης παρέχει το RRC (Έλεγχος Ραδιοπηγής - Radio Resource Control) και παρέχει υπηρεσίες διαχείρισης των πόρων.

Η πύλη εξυπηρέτησης (Serving Gateway - SGW) δρομολογεί και προωθεί τα πακέτα δεδομένων του χρήστη, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί την κινητή σύνδεση με τον εξοπλισμό χρήστη κατά την διάρκεια της εσωτερικής διαπομπής των κόμβων eNB και επίσης την σύνδεση κατά την διάρκεια διαπομπής μεταξύ LTE και των υπολοίπων 2G/3G δικτύων.

Η οντότητα διαχείρισης κινητικότητας (Mobility Management Entity - MME) είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του επιπέδου ελέγχου στο LTE, η οποία ανήκει στην διαδικασία ενεργοποίησης - απενεργοποίησης. Είναι υπεύθυνη για:

- την διαδικασία παρακολούθησης και ειδοποίησης της κατάστασης αναμονής του εξοπλισμού χρήστη.
- την επιλογή της πύλης εξυπηρέτησης κατά την αρχική επικοινωνία με τον εξοπλισμό χρήστη αλλά και κατά την διάρκεια διαπομπής εντός του LTE. Επίσης περιλαμβάνει την μετακίνηση στον κόμβο του Δικτύου κορμού (CN).
- έλεγχο ταυτότητας χρήστη σε συνεργασία με το Εσωτερικό διακομιστή συνδρομητών (Home Subscriber Server-HSS)
- τη σηματοδότηση κρυπτογράφησης, ακεραιότητας της κατάσταση μη πρόσβασης (Non Access Stratum - NAS) η οποία τερματίζει στην MME του (Serving GPRS Support Node – SGSN).
- δημιουργία και διάθεση προσωρινής ταυτότητας στον εξοπλισμό χρήστη για παροχή δυνατότητας περιαγωγής.
- το χειρισμό της διαχείρισης του κλειδιού ασφαλείας.

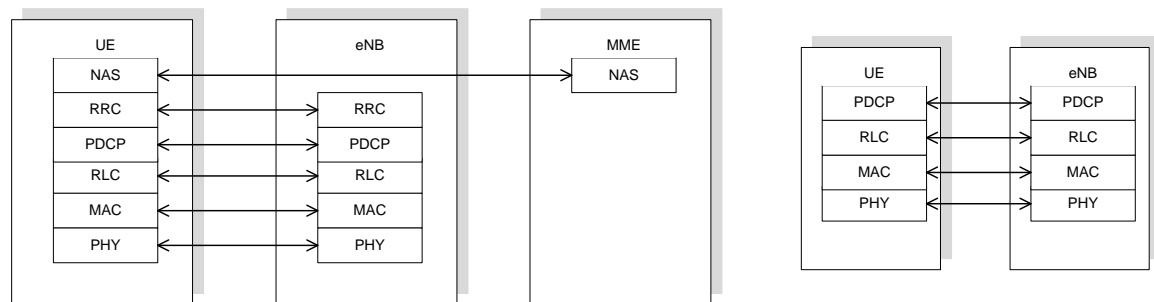
Η MME παρέχει επίσης την λειτουργία του επιπέδου ελέγχου για την κινητικότητα μεταξύ δικτύων LTE και 2G/3G, επικοινωνώντας με το SGSN. Η MME επίσης επικοινωνεί με το HSS για την περιαγωγή του εξοπλισμού χρήστη.

Η πύλη πακέτων δεδομένων δικτύου (Packet Data Network Gateway – PDN GW) συνδέει τον εξοπλισμό χρήστη με το δίκτυο πακέτων δεδομένων (PDN). Ο εξοπλισμός χρήστη έχει την δυνατότητα να συνδέεται συγχρόνως σε διαφορετικά PDN GW ώστε να έχει πολλαπλή προσπέλαση κατά την διάρκεια της διαπομπής. Η πύλη PDN πραγματοποιεί:

- επιβολή πολιτικής
- φιλτράρισμα πακέτων για κάθε χρήστη
- υποστήριξη φόρτισης
- υποστήριξη νόμιμης παρακολούθησης
- έλεγχος πακέτων
- συνδετικό στοιχείο μεταξύ του LTE και των άλλων δικτύων

Οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να βελτιστοποιήσουν την τοπολογία των πυλών εξυπηρέτησης σε σχέση με την τοποθεσία των MME προκειμένου να βελτιστοποιηθεί το διαθέσιμο εύρος ζώνης, να μειωθούν οι καθυστερήσεις και οι υπόλοιπες αστοχίες.

Παρακάτω περιγράφονται οι λειτουργίες των διαφόρων στρωμάτων των πρωτοκόλλων στην αρχιτεκτονική του LTE.



α) Στοιβα πρωτοκόλλων επιπέδου ελέγχου χρήστη

β) Στοιβα πρωτοκόλλων επιπέδου

Γράφημα 30 - Δομή στρώματος πρωτοκόλλου της διεπαφής ράδιο του LTE

Στο LTE υπάρχει σημαντική προσπάθεια να απλοποιηθεί ο αριθμός και οι αντιστοιχίσεις το λογικών καναλιών και των καναλιών μετάδοσης που χρησιμοποιούνται.

Τα κανάλια μεταφοράς διακρίνονται από τα χαρακτηριστικά προσαρμοζόμενης διαμόρφωσης και κωδικοποίησης με την οποία τα δεδομένα μεταδίδονται από την ασύρματη διεπαφή. Το επίπεδο MAC πραγματοποιεί την αντιστοιχία μεταξύ των λογικών καναλιών και των καναλιών μεταφοράς, προγραμματίζει την ροή πληροφορίας και τις αντίστοιχες υπηρεσίες στα διάφορα τερματικά χρήστη και για την άνω και για την κάτω ζεύξη, ανάλογα με τις σχετικές προτεραιότητες και επιλέγει την πιο κατάλληλη μορφή μεταφοράς.

Τα λογικά κανάλια διακρίνονται από την πληροφορία που μεταφέρεται σε αυτά.

Η LTE χρησιμοποιεί πολύ αποδοτικές τεχνολογίες πρόσβασης όπως η OFDM τόσο για την άνω ζεύξη, την κάτω ζεύξη κλιμακούμενης κωδικοποίησης (SC-FDMA) καθώς και MIMO έξυπνες κεραίες για την επικοινωνία. Επίσης έχει την δυνατότητα χρήση τόσο του τρόπου λειτουργίας διπλεξίας διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Duplex – FDD) όσο και της διπλεξίας διαίρεσης χρόνου (Time Division Duplex – TDD) [61].

2.2.4.2.3 Πολυμεσική εκπομπή Υπηρεσία μετάδοσης - MBMS

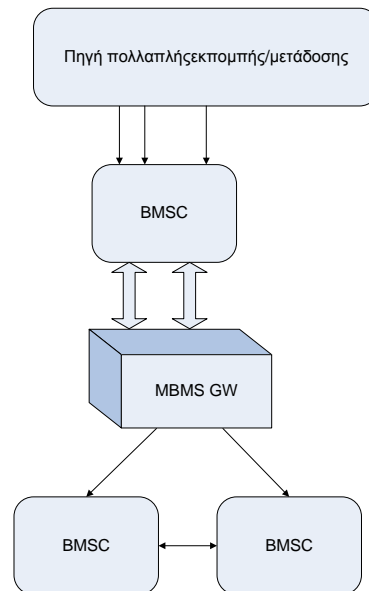
Η MBMS είναι μία επέκταση της τεχνολογίας 3G και ορίζεται από την ομάδα εργασίας 3GPP. Η MBMS αναφέρεται επίσης ως βελτιωμένη/εξελιγμένη MBMS (e-MBMS) η οποία χειρίζεται την παροχή της πολυμεσικής υπηρεσίας στο EPC του LTE. Στην e-MBMS την ίδια χρονική στιγμή πολλαπλοί συνδρομητές λαμβάνουν την ίδια πληροφορία η οποία όμως αποστέλλεται μια μόνο φορά από την κάτω ζεύξη. Η MBMS παρέχει δύο διαφορετικές υπηρεσίες [10]:

- υπηρεσίες ευρυεκπομπής, οι οποίες μπορούν να ληφθούν από οποιονδήποτε συνδρομητή βρίσκεται στην περιοχή όπου η υπηρεσία προσφέρεται. Οι πάροχοι ευρυεκπομπής, η πηγή της MBMS, υπάρχει δυνατότητα να χρεώνονται είτε βάση του όγκου των δεδομένων που εκπέμπεται, είτε το μέγεθος της περιοχής εξυπηρέτησης είτε την διάρκεια της υπηρεσίας.
- υπηρεσίες πολυεκπομπής, οι οποίες μπορούν να ληφθούν μόνο από τους συνδρομητές οι οποίοι έχουν εγγραφεί στην υπηρεσία και έχουν ενταχθεί σε μια ομάδα πολυεκπομπής η οποία σχετίζεται με την συγκεκριμένη υπηρεσία. Επιτρέπει στον φορέα εκμετάλλευσης να ορίσει συγκεκριμένους κανόνες χρέωσης για κάθε συνδρομητή.

Και οι δύο αυτές υπηρεσίες είναι μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου, μονής κατεύθυνσης σημείου προς πολλαπλά σημεία, από το κέντρο υπηρεσία ευρυεκπομπής πολυεκπομπής (Broadcast Multicast service Center) [9], [60].

Η αρχιτεκτονική της υπηρεσίας MBMS βασίζεται στο πεδίο του δικτύου κορμού δεδομένων και είναι στενά αλληλένδετη με το του κόμβους 2G/3G του δικτύου κορμού δεδομένων όπως SGSN και GGSN. Στα δίκτυα EPS περιλαμβάνονται ακόμα δυο λογικές δικτυακές οντότητες: το MCE το οποίο μπορεί να είναι μέρος του eNodeB και η MBMS GW.

Η οντότητα συντονισμού πολλαπλών κυψελών/μετάδοσης, MCE (Multicell/Multicast Coordination Entity/MBMS Coordination Entity), είναι υπεύθυνη για την κατανομή των πόρων του χρόνου και των συχνοτήτων σε μετάδοση πολλαπλών κυψελίδων MBMS. Με άλλα λόγια η MCE ελέγχει εάν το ίδια ομάδα πόρων διατίθεται για μία δεδομένη υπηρεσία σε όλα τα eNodeB σε συγκεκριμένη περιοχή.



Γράφημα 31 - Αρχιτεκτονική υπηρεσίας MBMS

Ο MBMS GW είναι το σημείο εισόδου της εισερχόμενης κίνησης ευρυεκπομπής/μετάδοσης.

Ο ρόλος του MBMS GW είναι η διανομή των πακέτων σε όλα τα eNodeB μιας περιοχής λειτουργίας, η διαχείριση συνόδων MBMS (έναρξη, διακοπή συνεδρίας).

Είναι επίσης υπεύθυνο για την συλλογή των πληροφοριών χρέωσης της MBMS κίνησης για κάθε τερματικό το οποίο έχει ενεργή MBMS σύνοδο.

Το κέντρο υπηρεσίας Ευρυεκπομπής Μετάδοσης (Broadcast Multicast service Centre BM-SC) είναι η λειτουργική οντότητα χρησιμεύει ως σημείο εισόδου για τους παρόχους περιεχομένου η οποιασδήποτε άλλης πηγής εξωτερικής του δικτύου με σκοπό την παροχή υπηρεσίας στο τελικό χρήστη. Είναι υπεύθυνο για ακόλουθες λειτουργίες:

- ευθύνη παροχής.
- εξουσιοδότηση των τερματικών που ζητούν ενεργοποίηση της υπηρεσίας MBMS.
- προγραμματισμό των συνόδων ευρυεκπομπής και μετάδοσης.
- ακεραιότητα και προστασία απορρήτου των δεδομένων του MBMS.
- ανακοίνωση συνόδου MBMS.

2.2.4.2.4 Ανάπτυξη υπηρεσίας MBMS στο LTE

Το 3GPP LTE είναι αρκετά ευέλικτο και προσφέρει πολλές εναλλακτικές επιλογές για την ανάπτυξη των υπηρεσιών MBMS. Οι φορείς εκμετάλλευσης έχουν την δυνατότητα να διατηρήσουν τα επίπεδα συχνοτήτων στα στις μεταδόσεις MBMS και έπειτα μόνο οι κυψελίδες οι οποίες ανήκουν σε αυτά τα επίπεδα συχνοτήτων να μπορούν να προσφέρουν την υπηρεσία MBMS. Θα υπάρχουν όμως δυο MBMS μεταδόσεις δεδομένων, το οποίο είναι και το βασικό χαρακτηριστικό του MBMS με το E-UTRAN

- Μονοκυψελική μετάδοση: Τα δεδομένα MBMS παρέχονται και είναι διαθέσιμα για την κάλυψη μόνο μίας συγκεκριμένης κυψέλης.
- Πολυκυψελική μετάδοση: Τα δεδομένα κυψέλης και του MBMS αποστέλλονται σε διάφορες κυψέλες οι οποίες είναι συγχρονισμένες.

Έτσι το τερματικό λήψης μπορεί να ανασυνδυάσει τα σήματα από διάφορες κυψέλες και να βελτιώσει το λόγο σήματος προς θόρυβο σε σύγκριση με την συμβατική μετάδοση σημείο προς πολλαπλά σημεία. Πολλαπλές κυψέλες παρέχουν ταυτόχρονα υπηρεσίες εκπομπής και MBMS [60],[61].

2.2.4.2.5 Αρχιτεκτονική συστήματος κινητής IPTV σε LTE

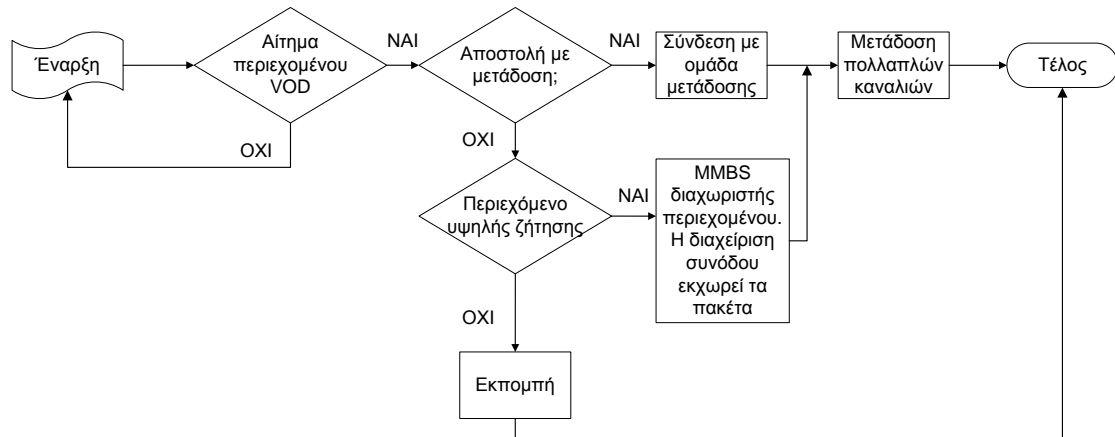
Όπως αναφέρθηκε πιο πριν ένα σύστημα διαδικτυακής τηλεόρασης έχει τέσσερα βασικά στοιχεία: τον πάροχο περιεχομένου, το δίκτυο κορμού (service provider), το δίκτυο πρόσβασης (network provider) και τον τελικό χρήστη.

Ο πάροχος περιεχομένου ο οποίος κατέχει ή έχει την άδεια να πωλεί ζωντανό περιεχόμενο τηλεοπτικού προγράμματος, βίντεο κατ' απαίτηση (VOD) ή οποιοδήποτε άλλο περιεχόμενο. Το περιεχόμενο VOD αποθηκεύεται από τον φορέα εκμετάλλευσης του δικτύου. Το περιεχόμενο εισέρχεται σε έναν κωδικοποιητή ή αλλιώς επικεφαλής δικτύου ο οποίος προετοιμάζει το περιεχόμενο για μετάδοση μέσω του δικτύου. Ο πάροχος δικτύου παραδίδει το βίντεο περιεχόμενο στον πάροχο υπηρεσίας.

Ο πάροχος υπηρεσίας προετοιμάζει το περιεχόμενο σύμφωνα με την συμφωνία που υπάρχει με τον πάροχο περιεχομένου. Ο πάροχος υπηρεσίας ελέγχει εάν υπάρχει η ροή μετάδοσης για το περιεχόμενο VOD που ζητήθηκε από τον συνδρομητή. Εάν η ροή περιεχομένου που ζητήθηκε υπάρχει τότε ο διακομιστής θα αποστείλει την διεύθυνση της ομάδας μετάδοσης στον συνδρομητή, έτσι ώστε να μπορέσει να ενταχθεί στην ροή μετάδοσης για πολλαπλή διανομή.

Εάν δεν υπάρχει ροή μετάδοσης ο πάροχος υπηρεσίας θα ζητήσει να μάθει από τον πάροχο δικτύου ένα το περιεχόμενο κατ' απαίτηση έχει υψηλή ζήτηση ή όχι. Εάν δεν είναι υψηλής ζήτησης περιεχόμενο, θα παραδοθεί με τη μορφή εκπομπής χωρίς καθυστέρηση από το αποκλειστικό κανάλι. Εάν είναι υψηλής ζήτησης περιεχόμενο τότε το MBMS του LTE ξεκινά τον αλγόριθμο μετάδοσης πολυκαναλικής μετάδοσης. Η μετάδοση μπορεί να χρησιμοποιήσει διεύθυνση πολυεκπομπής για να προωθήσει το περιεχόμενο στον συνδρομητή και έτσι να λάβει το περιεχόμενο VOD. Οι συνδρομητές οι οποίοι ζητούν τα ίδια δεδομένα μπορούν να ομαδοποιηθούν λογικά σε μια ομάδα μετάδοσης (MGroup). Για παράδειγμα όλοι οι συνδρομητές που παρακολουθούν το ίδιο κανάλι τηλεοπτικού περιεχομένου στην ομάδα MGroup, έχει ως αποτέλεσμα ο συνολικός αριθμός των MGroup στο δίκτυο να ισούται με τον αριθμό των τηλεοπτικών καναλιών. Ωστόσο οι συνδρομητές διανέμονται σε διαφορετικές τοποθεσίες με διαφορετική εξασθένιση και διαφορετικές απώλειες διαδρομής λόγω των χρονικά μεταβαλλόμενων ασύρματων καναλιών. Λόγω αυτού του γεγονότος παραμένει δύσκολο να παρέχονται ικανοποιητικές υπηρεσίες μετάδοσης σε όλους τους συνδρομητές.

Μετά την ολοκλήρωση του παραπάνω βήματος ο πάροχος υπηρεσίας παρέχει πρόσβαση στο περιεχόμενο πληροφορίας και στην συνέχεια μπορεί ο τελικός συνδρομητής να λάβει το περιεχόμενο βίντεο. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η διαδικασία της IPTV για την υπηρεσία Βίντεο κατ' απαίτηση [59], [60].



Γράφημα 32 - Διαδικασία υπηρεσίας VoD IPTV

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι το δίκτυο κορμού μεταδίδει το λαμβανόμενο αίτημα του συνδρομητή στον διακομιστή περιεχομένου. Μετά την λήψη του αιτήματος συνδρομητή το δίκτυο κορμού αποστέλλει δεδομένα από τον διακομιστή περιεχομένου στον συνδρομητή μέσω του δικτύου πρόσβασης LTE. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το MBMS είναι υπεύθυνο για αρκετές λειτουργίες οι οποίες περιγράφονται πιο αναλυτικά παρακάτω.

- ευθύνη παροχής.
Η λειτουργία αυτή παρέχει στους χρήστες του MBMS τα διαθέσιμα κανάλια και περιεχόμενο. Το δημοφιλές περιεχόμενο, όπως ένα σημαντικό αθλητικό γεγονός ή ταινία, συνήθως αντιστοιχίζεται σε κανάλια μετάδοσης.
- εξουσιοδότηση των τερματικών που ζητούν ενεργοποίηση της υπηρεσίας MBMS.
Εξουσιοδοτεί ένα χρήστη ο οποίος κάνει αίτημα ενεργοποίησης μιας υπηρεσίας. Συνήθως μία συνδρομή είναι συνδεδεμένη με τα κανάλια MBMS ή το περιεχόμενο
- προγραμματισμό των συνόδων ευρυεκπομπής και μετάδοσης.
Αυτή η λειτουργία εκτελεί αντιστοίχιση του αναγνωριστικού καναλιού και μια διεύθυνσης μετάδοσης (multicast address). Για την σωστότερη κατάταξη των IP πακέτων του MBMS περιεχομένου σε συνδέσεις

πολυεκπομπής, κάθε σταθμός βάσης απαιτεί μια τέτοια αντιστοίχιση το αναγνωριστικού καναλιού και της διεύθυνσης μετάδοσης για κάθε καινούργια σύνδεση που δημιουργεί ο ελεγκτής MBMS.

- ακεραιότητα και προστασία απορρήτου των δεδομένων του MBMS.

Αυτή η λειτουργία παρέχει βασική διαχείριση καθώς και έλεγχο ακεραιότητας και προστασία του απορρήτου από το επίπεδο ασφαλείας MAC για όλα τα πακέτα MBMS που διέρχονται από την ασύρματη διεπαφή δικτύου. Τα τερματικά χρήστη - MS τα οποία έχουν πρόσβαση στο ίδιο περιεχόμενο χρησιμοποιούν το ίδιο κλειδί κρυπτογράφησης για την αποκρυπτογράφηση του περιεχομένου ανεξάρτητα το τον σταθμό βάσης - BS

- ανακοίνωση συνόδου MBMS.

Μια σύνοδος MBMS αναφέρεται σε μία λογική σύνδεση μεταξύ της τερματικής συσκευής (MS) και του ελεγκτή MBMS μέσω του οποίου το περιεχόμενο παραδίδεται στον τελικό συνδρομητή. Μια τερματική συσκευή αναγνωρίζει κάθε σύνοδο από τον αριθμό των αναγνωριστικών κάθε καναλιού το οποίο ονομάζεται αναγνωριστικό λογικού καναλιού (logical channel ID) καθώς και το αναγνωριστικό δεδομένων MBMS (MBMS data ID). Το MBMS δημιουργεί και διατηρεί τις πληροφορίες κάθε συνόδου. Έχει επίσης προστεθεί ο μηχανισμός τεμαχισμού περιεχομένου προκειμένου να παραδώσει ακέραιο το περιεχόμενο μετάδοσης VOD.

Μετά την διαίρεση του περιεχομένου βίντεο σε τεμάχια, από την λειτουργία διαίρεσης περιεχομένου MBMS, τα τεμάχια αυτά μετατρέπονται σε MBS πακέτα από την λειτουργία διαχείρισης/μετάδοσης συνόδου MBMS. Στη συνέχεια τα πακέτα αυτά μεταδίδονται στο σταθμό βάσης. Η μετάδοση των μικτών ροών υπηρεσίας εκπομπής και μετάδοσης γίνεται με την τεχνική OFDMA . Ο σταθμός βάσης αρχίζει να αντιστοιχεί το κατατμημένο περιεχόμενο σε ένα αποκλειστικό αναγνωριστικό καναλιού για μετάδοση μέσω του LTE, και έπειτα το φυσικό επίπεδο που χειρίζεται τον προγραμματισμό ριπών και τα OFDMA δεδομένα για την δημιουργία του νέων πακέτων PDU. Με την πληροφορία σηματοδότησης μετάδοσης από το MBMS του LTE μέσω του σταθμού βάσης eNodeB, ο συνδρομητής κινητής τηλεφωνίας αρχίζει να λαμβάνει την ροή μετάδοσης και να επιλέγει τα επιθυμητά κανάλια μέσω του

μεταγωγέα λογικού καναλιού. Ο μεταγωγέας λογικού καναλιού προσδιορίζει το αναγνωριστικό καναλιού σύμφωνα με το ζητούμενο περιεχόμενο. Το επίπεδο PHY και MAC (φυσικό και ζεύξης δεδομένων) αποκωδικοποιεί μόνο αυτά τα δεδομένα MBMS MAC PDU τα οποία σχετίζονται με το επιλεγμένο αναγνωριστικό καναλιού. Μετά την έναρξη λήψης το πρώτου τμήματος πληροφορίας από το κανάλι, λαμβάνει παράλληλα άλλα σχετικά τμήματα πληροφορίας από τα υπόλοιπα κανάλια. Στο τέλος η εφαρμογή χρήστη αποκρυπτογραφεί και ανακατασκευάζει τα τμήματα πληροφορίας σύμφωνα με το πρότυπο αποκωδικοποίησης περιεχομένου βίντεο H.264/AVC. Έπειτα από την ολοκληρωμένη λήψη όλων των τμημάτων πληροφορίας, θα ταξινομηθούν σύμφωνα με το αρχικό περιεχόμενο και θα προβληθούν [60].

2.2.4.2.6 Εξελίξεις

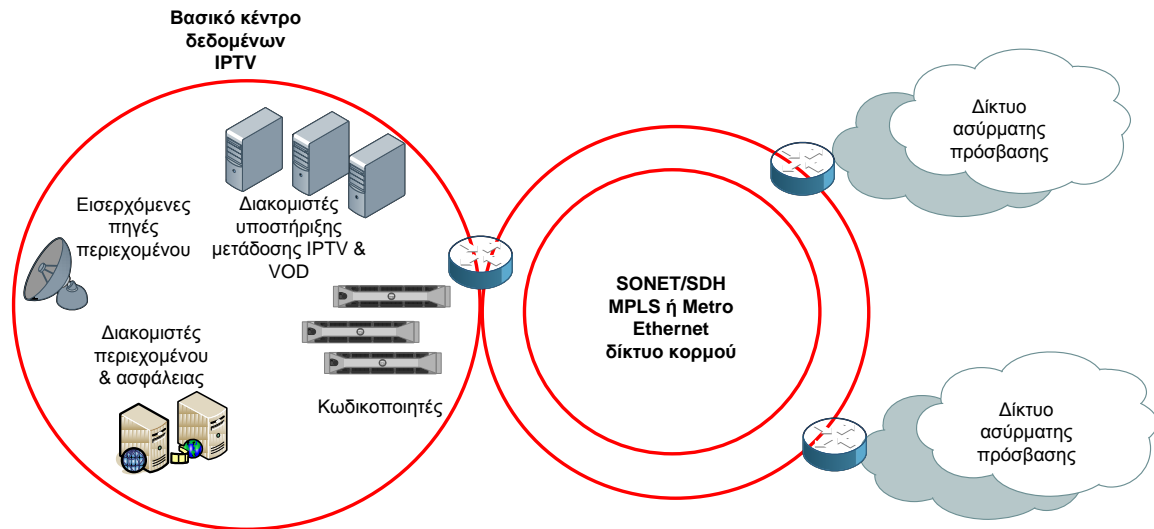
Πολύ αναλυτές θεωρούν το βίντεο, μαζί με άλλες πολυμεσικές υπηρεσίες σαν την εφαρμογή με την μεγάλη προστιθέμενη αξία, η οποία θα δικαιολογούσε την εμπορική ανάπτυξη της LTE πέρα από τα σημερινά όρια των υψηλών ταχυτήτων δεδομένων. Επιπλέον πρότυπα υποστηρίζουν την ασύρματη μετάδοση βίντεο. Ένα είναι η IPTV MPEG-4 με βίντεο κλιμακούμενης κωδικοποίησης (Scalable Video Coding – SVC) παρέχει κλιμακούμενα μορφότυπα τα οποία μπορούν να φιλοξενήσουν διάφορες ταχύτητες ασύρματης σύνδεσης και ποιότητας. Για την μείωση του φορτίου των πόρων για υπηρεσίες πολυεκπομπής, τη ομάδα εργασίας 3GPP έχει καθορίσει Πολυμεσιτική Ευρυεκπομπή/Υπηρεσία Πολυεκπομπής (Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS)) για τις ασύρματες υπηρεσίες, αν και οι προδιαγραφές του MBMS για το LTE είναι ακόμη υπό ανάπτυξη. Ακόμα ένα είναι το υποσύστημα πολυμέσων IP (IP Multimedia Subsystem – IMS) το οποίο χρησιμοποιεί, SIP/Πρωτόκολλο Περιγραφής Συνεδρίας (SDP), παρέχοντας ένα πλαίσιο έναρξης και ελέγχου πολυμεσικών IP συνεδριών, συμπεριλαμβανομένων και εφαρμογών που μπορούν να εμφανιστούν σε οποιαδήποτε οθόνη. Οι μέθοδοι επαλήθευσης της 3GPP καθώς και οι κατατομές χρηστών παρέχει μία υποψήφια υποδομή για μελλοντικές προσωποποιημένες υπηρεσίες, για IPTV οπουδήποτε. Οι οικιακοί σταθμοί βάσης, femtocell, έχουν περίπου το ίδιο παράγοντα μορφής όπως η Wi-Fi πρόσβαση αλλά παρέχουν μια LTE ασύρματη σύνδεση. Τα femtocells παρέχουν υψηλής ταχύτητας συνδεσιμότητα LTE σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή, όπως μία κατοικία, και μπορεί να ελέγχει την παράδοση περιεχομένου σε μια λίστα εξουσιοδοτημένων χρηστών. Η κυκλοφορία πραγματοποιείται από και προς το femtocell μέσω μιας ενσύρματης ευρυζωνικής σύνδεσης, όπως FTTH.

Επί του παρόντος, η επεκτασιμότητα η εμπορική βιωσιμότητα και η ενσωμάτωση της τεχνολογίας LTE σε μια πλήρη υποδομή IPTV δεν έχει πραγματοποιηθεί. Επιπλέον η κινητή IPTV εισάγει μία από τις πιο δύσκολα τεχνικά και επιχειρηματικά προβλήματα για τη IPTV το "οπουδήποτε και οποτεδήποτε". Με τη κινητή IPTV οι χρήστες θα περιάγονται σε δίκτυα διαφορετικών παρόχων. Στη συμβατική IPTV η υπηρεσία παραδίδεται από το ιδιόκτητο διαχειριζόμενο δίκτυο του εκάστοτε παρόχου υπηρεσίας.

Με την περιαγωγή η υπηρεσία θα χρησιμοποιεί τα δίκτυα και άλλων παρόχων. Καθώς το βίντεο και ειδικότερα το υψηλής ανάλυσης (HD) θα είναι συνάρτηση του ποιότητας της πηγής, της μηχανικής κυκλοφορίας, της εγγύησης QoS, πολιτικές CA, και συμφωνίες περιαγωγής θα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία ανάπτυξης [17], [18].

2.3 Τεχνολογίες κορμού δικτύου IPTV

Ο κορμός (backbone or core) ενός δικτύου IPTV έχει ως κύριο σκοπό να μεταφέρει μεγάλες ροές βίντεο περιεχομένου, σε μεγάλες ταχύτητες, μεταξύ του IPTV κέντρου δεδομένων και του ευρυζωνικού δικτύου διανομής (last mile broadband distribution network). Υπάρχουν διάφορα πρότυπα τα οποία παρέχουν υψηλή αξιοπιστία. Κάθε πρότυπο έχει έναν αριθμό χαρακτηριστικών στα οποία περιλαμβάνονται η ταχύτητα μετάδοσης και η δυνατότητα αναβάθμισης. Οι δυο τύποι τεχνολογιών μετάδοσης που χρησιμοποιούνται στον κορμό του δικτύου IPTV είναι: IP σε MPLS και metro Ethernet.



Γράφημα 33 - Υποδομή ενός πυρήνα δικτύου IPTV

Όπως περιγράφεται και στο παραπάνω γράφημα αυτές οι τεχνολογίες δικτύου παρέχουν συνδεσιμότητα μεταξύ του κέντρου δεδομένων IPTV και των διαφόρων δικτύων πρόσβασης.

2.3.1 IP σε MPLS

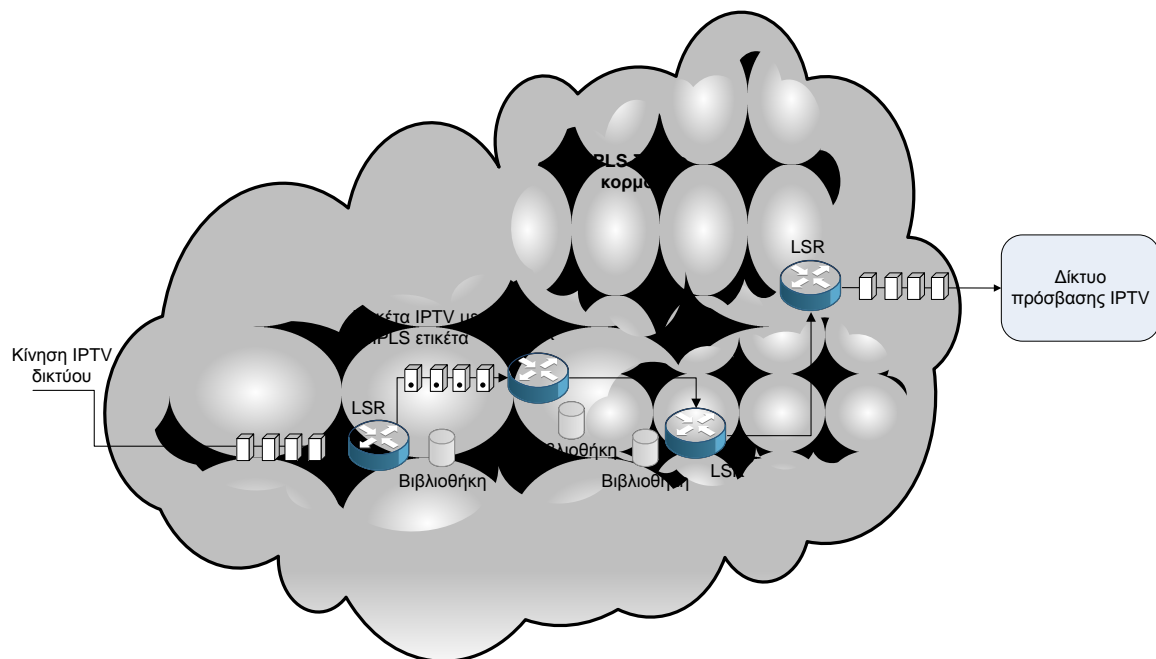
Το IP μπορεί να υποστηρίξει απαιτητικές εφαρμογές όπως το IPTV, το οποίο απαιτεί μεγάλο εύρος ζώνης και μικρές καθυστερήσεις μετάδοσης.

Ένας μεγάλος αριθμός τηλεπικοινωνιακών οργανισμών έχει εισάγει το διαδικτυακό πρωτόκολλο στο δίκτυο κορμού τους. Το IP δεν σχεδιάστηκε έτσι ώστε να υποστηρίζει λειτουργίες όπως την ποιότητα υπηρεσίας (QoS) και τον διαχωρισμό της κυκλοφορίας των δεδομένων ανάλογα με τον τύπο τους. Παρόλα αυτά το πρωτόκολλο λειτουργεί καλά και σε τέτοια περιβάλλοντα, όταν συνδυάζεται με μία τεχνολογία που ονομάζεται Multiprotocol Label Switching (MPLS ή Μεταγωγή Ετικέτας Πολλαπλών Πρωτοκόλλων). Ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί την τεχνολογία MPLS έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει πολλούς και διαφορετικούς τύπους βίντεο μέσα από τον ίδιο εξοπλισμό [8], [20].

Μία πλατφόρμα MPLS είναι σχεδιασμένη και βασισμένη πάνω σε Label Switch Routers (LSR ή διακομιστές μεταγωγής ετικέτας). Η βασική ιδέα είναι η εξής: Οι δρομολογητές που δεν βρίσκονται στον πυρήνα εκτελούν κανονικά λειτουργία δρομολόγησης. Οι δρομολογητές πυρήνα (οι LSR δηλαδή) εκτελούν λειτουργία μεταγωγής (η οποία είναι πιο γρήγορη), δημιουργούν δηλαδή νοητά κυκλώματα (virtual circuit). Αυτοί οι LSRs λοιπόν, είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία connection

– oriented μονοπατιών σε συγκεκριμένους προορισμούς στο δίκτυο IPTV. Αυτά τα εικονικά μονοπάτια που δημιουργούνται ονομάζονται Label Switched Paths (LSPs) και έχουν αρκετούς πόρους ώστε να γίνεται ομαλά η μεταφορά των δεδομένων IPTV σε ένα τέτοιο δίκτυο MPLS. Η χρήση των LSPs απλοποιεί και επιταχύνει τη δρομολόγηση των πακέτων στο δίκτυο γιατί, η επιθεώρηση των πακέτων γίνεται μόνο μια φορά κατά την είσοδό τους στο δίκτυο και δεν είναι απαραίτητη σε κάθε άλμα από διακομιστή σε διακομιστή.

Η άλλη βασική λειτουργία των LSRs είναι να αναγνωρίζουν τους τύπους των δεδομένων που διακινούνται στο δίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη μιας κεφαλίδας MPLS στην αρχή κάθε IPTV πακέτου. Όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα η κεφαλίδα προστίθεται στο πακέτο από τον routereισόδο και αφαιρείται από τον routereξόδο καθώς αφήνει το MPLS δίκτυο πυρήνα.



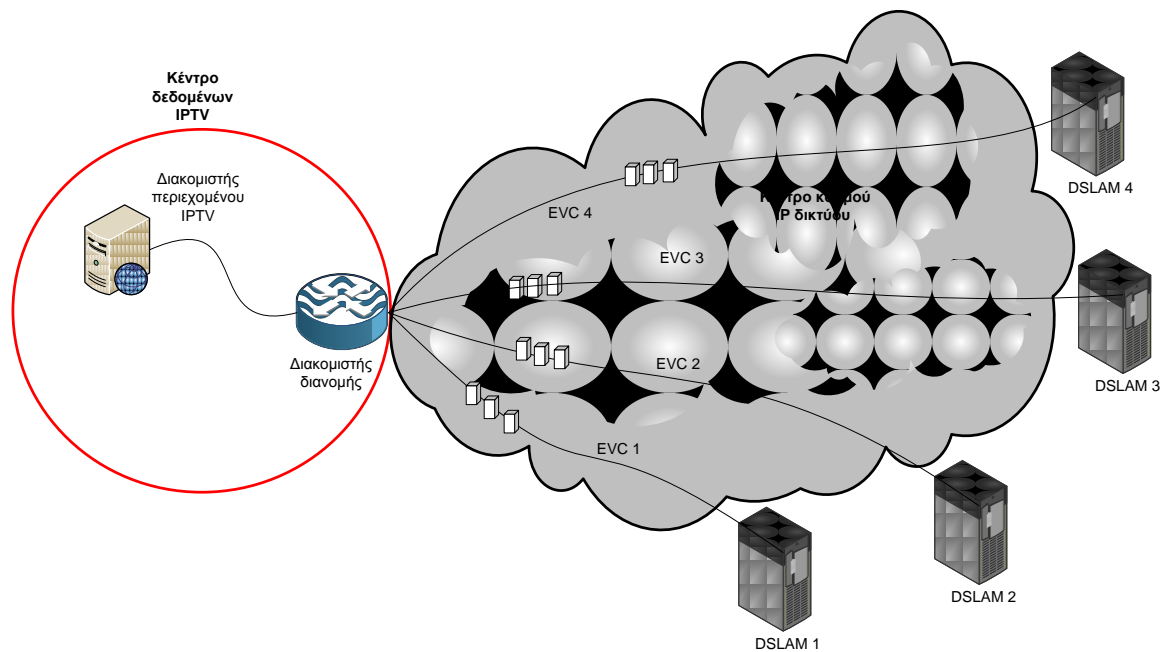
Γράφημα 34 - Τοπολογία ενός MPLS πυρήνα δικτύου

Καθώς το IPTV περιεχόμενο περνάει από διάφορους διακομιστές που υποστηρίζουν την τεχνολογία MPLS δημιουργείται ένας αριθμός τοπικών πινάκων που ονομάζονται Label Information Bases (LIBs) και χρησιμοποιούνται για να δίνουν πληροφορίες για το επόμενο άλμα στη διαδρομή. Με βάση αυτούς τους πίνακες γίνεται η δρομολόγηση των πακέτων.

Στην ουσία τα πλεονεκτήματα του MPLS είναι:

- Αλλάζει το μοντέλο δρομολόγησης στο IP από connectionless σε connection-oriented.
- Βελτιώνει την απόδοση προώθησης πακέτων στο δίκτυο.
- Είναι απλό και εύκολα υλοποιήσιμο.
- Είναι πιο γρήγορο.
- Υποστηρίζει ποιότητα υπηρεσίας QoS.
- Χρησιμοποιεί τεχνικές εγκατάστασης LSP με βάση την ποιότητα υπηρεσίας.
- Είναι scalable, έχει δηλαδή δυνατότητα αναβάθμισης.
- Συμβάλλει στη διαλειτουργικότητα δικτύων.
- Διευκολύνει τη δημιουργία VPNs.
- Είναι ελαστικό σε περίπτωση μιας αποτυχίας ή σφάλματος στο σύστημα.

2.3.2 Metro Ethernet



Γράφημα 35 - Χρήση EVC για τη διασύνδεση του IPTV στο δίκτυο πυρήνα

Μία άλλη τεχνολογία, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο δίκτυο κορμού είναι το Metro Ethernet. Μια συμμαχία από παρόχους τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, κατασκευαστές εξοπλισμού και άλλων τηλεπικοινωνιακών εταιριών, που ονομάζεται Metro Ethernet Forum (MEF) είναι υπεύθυνη για την δημιουργία προτύπων προδιαγραφών όσον αφορά το Metro Ethernet. Επιπρόσθετα, πιστοποιούνται οι προδιαγραφές Ethernet εξοπλισμού και η χρήση του από τον πάροχο και ιδιοκτήτη

του δικτύου κορμού για την υποδομή του δικτύου. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Metro Ethernet περιλαμβάνουν:

- Περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για τη δημιουργία και σωστή λειτουργία μιας τεχνολογίας δικτύου κορμού, όπως είναι η ελαστικότητα, υψηλή απόδοση, και δυνατότητα αναβάθμισης.
- Κάποια από τα μοντέρνα μέρη του Metro Ethernet δικτύου μπορούν να λειτουργούν και σε ταχύτητες μέχρι και 100 Gbps σε μεγάλες γεωγραφικές αποστάσεις. Αυτό δίνει στους παρόχους της υπηρεσίας μία ιδανική πλατφόρμα για να μεταδίδουν αποτελεσματικά, υπηρεσίες όπως το IPTV, σε διασκορπισμένα γεωγραφικά κέντρα.
- Υλοποιεί έναν μηχανισμό ανάκτησης, σε περίπτωση μίας αποτυχίας του δικτύου, επιβεβαιώνοντας ότι υπηρεσίες όπως το IPTV δεν θα επηρεαστούν, από την αποτυχία του δικτύου.
- Οι τεχνολογίες Metro Ethernet υποστηρίζουν την χρήση νοητών κυκλωμάτων (connection oriented virtual circuits) που επιτρέπουν στους παρόχους της υπηρεσίας IPTV να εγγυηθούν τη διανομή υψηλής ποιότητας περιεχομένου βίντεο μέσα στο δίκτυο κορμού. Αυτές οι αφιερωμένες διασυνδέσεις ονομάζονται Ethernet Virtual Connections (EVCs). Η παραπάνω εικόνα δείχνει πως αυτές οι αφιερωμένες διασυνδέσεις χρησιμοποιούνται για να παρέχουν συνδεσιμότητα μεταξύ του IPTV κέντρου δεδομένων και ενός αριθμού περιφερειακών κέντρων. Η κίνηση IPTV διέρχεται από το δίκτυο μέσω σύνδεση η οποία εγγυάται τον επαρκή ρυθμό δεδομένων

Επίσης, η μικρή καθυστέρηση και η χαμηλή απώλεια πακέτων που έχει το Metro Ethernet το καθιστούν μία ιδανική τεχνολογία δικτύου κορμού για την μεταφορά υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης [22], [28], [49].

3. Συστατικά πλατφόρμας παροχής τριών υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης

3.1 Παροχή τριών υπηρεσιών

Η παροχή τριών υπηρεσιών (Triple play) έχουν αλλάξει το ψηφιακό τοπίο και ουσιαστικά είναι η εξέλιξη του double play. Η παροχή τριών υπηρεσιών (Triple play) δεν είναι άλλο από τη συνδυασμένη διάθεση τηλεφωνίας, γρήγορης πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό και επιπλέον τηλεόρασης που παρέχονται μόνο με τη χρήση του ίδιου μέσου μετάδοσης, ενιαία σε μία ροή περιεχομένου, δηλαδή συνδυαστικών υπηρεσιών σταθερής τηλεφωνίας, ευρυζωνικής πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό και τηλεόρασης [8], [10].

Παρέχεται τηλεφωνία υψηλής ποιότητα ήχου ανεξάρτητα της χρήσης της υπηρεσίας βίντεο περιεχομένου καθώς και πλήθος ψηφιακών ευκολιών. Επίσης παρέχεται μόνιμη πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό μέσω ADSL2+ ή άλλων νεώτερων τεχνολογιών σε υψηλές ταχύτητες και δυνατότητα σύνδεσης όλων των ψηφιακών συσκευών μαζί με την δυνατότητα Βίντεο σε xDSL.

Η τεχνολογία τριών υπηρεσιών είναι μια νέα τεχνολογία που εμπεριέχει πολλά πρωτόκολλα όπως (Ethernet, S.I.P. κ.α.) και νέες τεχνολογίες δικτύων, ενώ περιλαμβάνει μίσθωση γραμμών και σταθερής τηλεφωνίας και συνδυάζει την πρόσβαση στο παγκόσμιο ιστό, την IP τηλεόραση, το βίντεο κατά απαίτηση (VoD), τις διάφορες εφαρμογές ψυχαγωγίας και τα κινητά τηλέφωνα. Δηλαδή, πολλές υπηρεσίες, πολλές συσκευές, σε ένα δίκτυο, ενός φορέα και ενός λογαριασμού.

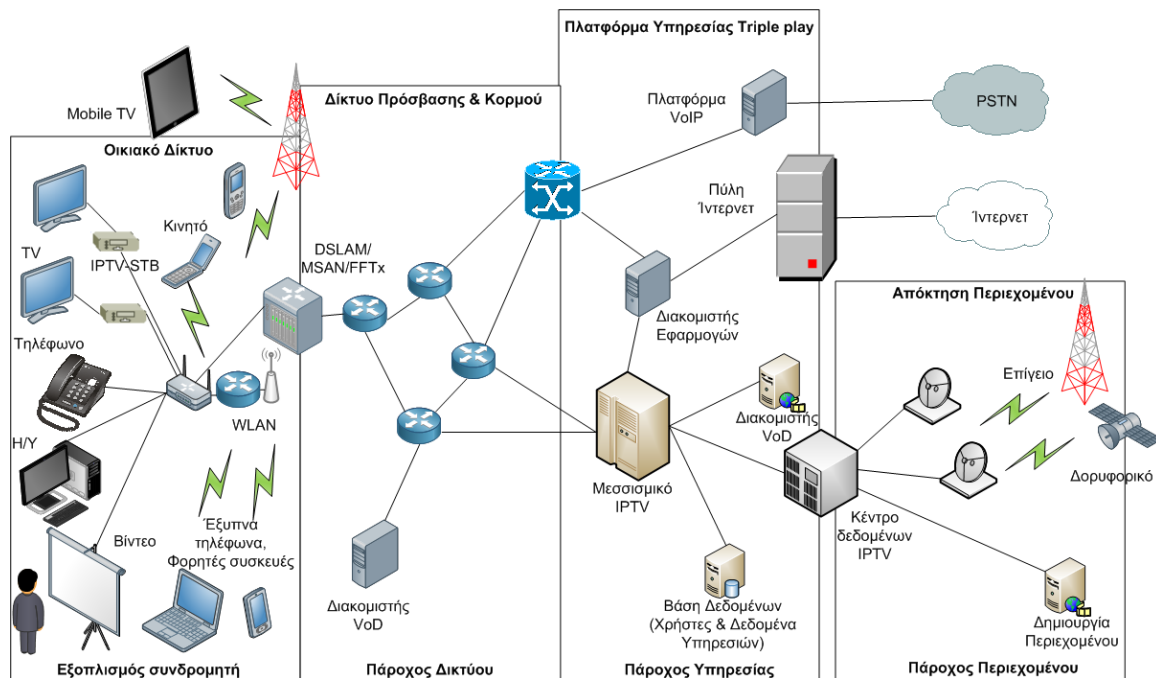
3.2 Τεχνική περιγραφή

Στόχος της πλατφόρμας τηλεόρασης πρωτοκόλλου διαδικτύου - IPTV είναι η παροχή τηλεοπτικού περιεχομένου καθώς και άλλων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας διαμέσου της υποδομής που υφίσταται, για τον τελικό χρήστη. Στις περισσότερες περιπτώσεις η συνηθέστερη υποδομή δικτύου είναι χαλκός ή κάποιες φορές και οπτική ίνα. Η λειτουργία των υπηρεσιών αυτών επικεντρώνεται στην προώθηση περιεχομένου βίντεο καθώς και μίας σειράς άλλων, διαφορετικών τύπων περιεχομένου προς το συνδρομητή. Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας διαδικτυακής

τηλεόρασης έχει άμεση σχέση με τα ειδικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που προσφέρονται τους καταναλωτές .

Παρακάτω παρουσιάζεται μία τυπική αρχιτεκτονική των διαφόρων επιμέρους πεδίων που αναφέρεται στην τηλεόρασης πρωτοκόλλου διαδικτύου, η οποία μας δίνει ένα ξεκάθαρο πλαίσιο για την περιγραφή των τεχνικών δυνατοτήτων της και την επεκτασιμότητα της.

Τα βασικά συστατικά μιας πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα [4], [9], [18].



Γράφημα 36 - Βασικά συστατικά πλατφόρμας IPTV

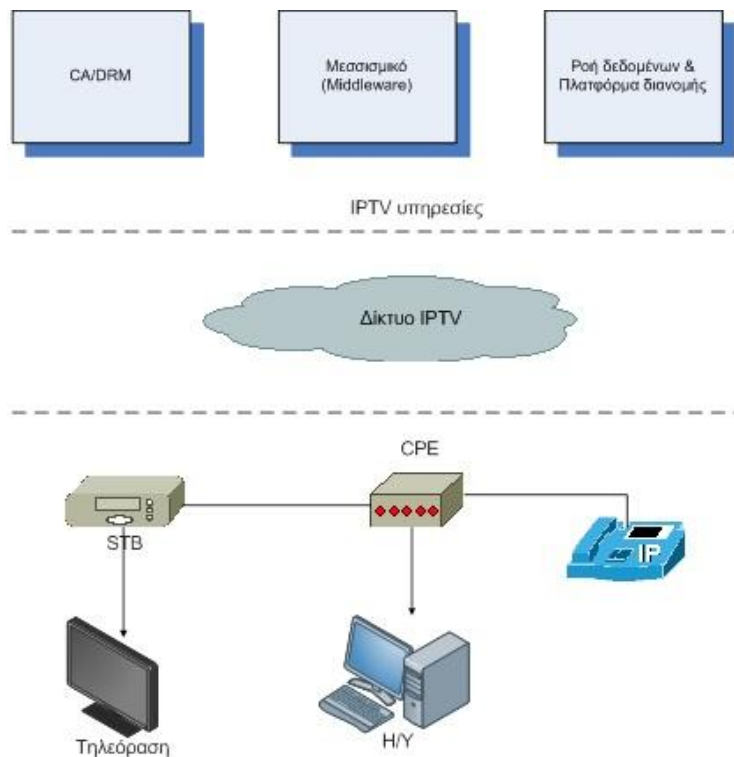
Η τεχνική λύση της IPTV περιλαμβάνει συνοπτικά τέσσερα βασικά τμήματα δικτύου: το τμήμα απόκτησης περιεχομένου το οποίο συγκεντρώνει διάφορα είδη περιεχομένου από διάφορους παρόχους, το τμήμα της πλατφόρμας IPTV όπου γίνεται η επεξεργασία του περιεχομένου, το τμήμα πρόσβασης το οποίο μετακινεί το τελικό περιεχόμενο εντός του τμήματος δικτύου κορμού και το οικιακό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται για την διανομή του τηλεοπτικού προγράμματος στις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV - STB καθώς και σε άλλες συσκευές λήψης και προβολής.

3.3 Πλατφόρμα διαδικτυακής τηλεόρασης

Η πλατφόρμα διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) αποτελείται από ένα σύνολο διακομιστών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την συνολική λειτουργία και την παροχή υπηρεσιών στους χρήστες [4], [9],[27]. Η πλατφόρμα από την πλευρά του πάροχου αποτελείται από τρία κύρια μέρη τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους και είναι τα:

- Διαχείριση πρόσβασης/Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (Conditional Access/ Digital Rights Management - CA/DRM).
- Μεσισμικό (Middleware).
- Ροή δεδομένων και Πλατφόρμα διανομής (Streaming & Distribution)

Οι διακομιστές που ανήκουν σε αυτό το υποσύστημα αναλαμβάνουν να διαμορφώσουν κατάλληλα το περιεχόμενο της υπηρεσίας ώστε να είναι κατάλληλο για την τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV του συνδρομητή - τελικού χρήστη γράφημα.



Γράφημα 37 - Δομή Πλατφόρμας IPTV

Στη συνέχεια θα γίνει μία περιγραφή των στοιχείων τα οποία απαρτίζουν το κάθε μέρος της πλατφόρμας.

3.3.1 Υπό συνθήκη πρόσβαση / Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (CA/DRM)

Η υπό συνθήκη πρόσβαση ορίζεται ως το σύνολο των μηχανισμών οι οποίοι παρεμποδίζουν την παρακολούθηση περιεχομένου από μη εξουσιοδοτημένες συσκευές. Στην Ευρώπη η υπό συνθήκη πρόσβαση ακολουθεί τα πρότυπα DVB.

Η πλατφόρμα IPTV έχει την δυνατότητα να διανέμει το περιεχόμενο της με ασφαλή τρόπο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες. Στην IP υπηρεσία, η διαδικασία πιστοποίησης των δικαιωμάτων χρήσης είναι αρκετά πολύπλοκη και για τον λόγο αυτό είναι αναγκαία η ύπαρξη εξειδικευμένου μηχανισμού ο οποίος θα διαχειρίζεται τα δικαιώματα χρήσης του ψηφιακού περιεχομένου[10].

Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται σύστημα διαχείρισης πρόσβασης και διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων (CA/DRM) και είναι υπεύθυνος για τα ακόλουθα:

- κρυπτογράφηση/αποκρυπτογράφηση του ψηφιακού περιεχομένου
- διαχείριση των κλειδιών που χρησιμοποιήθηκαν στην κρυπτογράφηση
- αποτροπή και πρόληψη της αντιγραφής του ψηφιακού περιεχομένου από τους χρήστες
- επιβολή πολιτικών χρήσης συγκεκριμένου περιεχομένου

Η χρήση του κρυπτογραφικού μηχανισμού είναι απαραίτητη τόσο για την ασφαλή μεταφορά του ψηφιακού περιεχομένου όσο και για την χρήση αυτού. Η διαχείριση πρόσβασης - CA σχετίζεται με την πρόσβαση στα δεδομένα που μεταδίδονται στο δίκτυο. Ο μηχανισμός CA για τον λόγο αυτό να έχει δυνατότητα κρυπτογράφησης των πολλαπλών εκπομπών σε πραγματικό χρόνο [4], [10].

Για την υπηρεσία βίντεο κατ' απαίτηση (VoD), ο μηχανισμός CA από μόνος του είναι ανεπαρκής καθώς δεν αρκεί ο χρήστης να αποκτά πρόσβαση σε ροές μετάδοσης (multicast) οι οποίες αλλάζουν συχνά περιεχόμενο, αλλά υπάρχει και έλεγχος χρήσης των αρχείων τα οποία ο χρήστης αποκτά μέσω ροών εκπομπής (unicast). Τα αρχεία αυτά περιέχουν το βίντεο το οποίο ενδέχεται να αποθηκευτεί τοπικά για περιορισμένο χρόνο.

Η διαχείριση δικαιωμάτων του χρήστη στο περιεχόμενο του βίντεο κατ' απαίτηση αναλαμβάνει η διαχείριση των ψηφιακών δικαιωμάτων (DRM) του διακομιστή. Το περιεχόμενο κρυπτογραφείται πριν μεταδοθεί στους χρήστες κατά την αποθήκευσή του στο σύστημα, έτσι ώστε να περιορίζεται η χρήση του άσχετα με την μεταφορά του.

Τέλος ο διακομιστής CA/DRM είναι σε θέση να διανέμει με ασφαλή τρόπο τα κλειδιά στους εγκεκριμένους χρήστες και να παρέχει ειδικό διεπαφή για την διαχείρισή του.

Η IPTV χρειάζεται να διασφαλίσει τον έλεγχο πρόσβασης των τερματικών συσκευών στο δίκτυο παροχής περιεχομένου. Όλα τα συστήματα υπο συνθήκης πρόσβασης βασίζονται στην ίδια αρχή: το περιεχόμενο περιπλέκεται με ένα τυχαία δημιουργούμενο δυναμικό κλειδί, το οποίο κλειδί από μόνο του κρυπτογραφείται και εκπέμπεται σε κάθε τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV - STB. Η αποκρυπτογράφηση του κλειδιού γίνεται συνήθως στο STB χρησιμοποιώντας έναν αποκρυπτογράφο υλικού. Στην γλώσσα της υπο συνθήκη πρόσβασης το κλειδί ονομάζεται κλειδί ελέγχου, το οποίο αποστέλλεται μέσω ενός μηνύματος Ελέγχου Εξουσιοδότησης (ECM) και διαχειρίζεται μέσω ενός μηνύματος Διαχείρισης Εξουσιοδότησης (EMM), του οποίου ο ρόλος είναι να εξουσιοδοτήσει την αποκρυπτογράφηση βασιζόμενη στην εξουσιοδότηση του χρήστη.

Η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων σχετίζεται με τα παραπάνω αλλά είναι διαφορετική. Κύριος στόχος είναι της είναι η αποτροπή της παράνομης χρήσης του ψηφιακού περιεχομένου από τους τελικούς χρήστες και προστασία από παράνομη αντιγραφή. Η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων εφαρμόζεται στις περισσότερες ψηφιακές συσκευές αναπαραγωγής βίντεο και μουσικής καθώς και στους αναγνώστες ηλεκτρονικών βιβλίων. Πολλοί μηχανισμοί διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων είναι υβριδικοί, με περίπλεξη περιεχομένου μέσω λογισμικού και κρυπτογράφησης με την χρήση δημόσιων και ιδιωτικών κλειδιών και συσκευών, με χρήση χαρακτηριστικών του υλισμικού. Έτσι τόσο η υπό συνθήκη πρόσβαση όσο και η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων επιβάλουν περιορισμούς παρακολούθησης περιεχομένου και σταδιακά συγχωνεύονται. Όλο και περισσότερο η πλευρά του IPTV - STB του υπό συνθήκη πρόσβασης συστήματος υλοποιείται μέσω λογισμικού σε συνδυασμό με ειδικά ολοκληρωμένα κυκλώματα ασφαλείας εντός της τερματικής συσκευής IPTV - STB. Σε περίπτωση παραβίασης ασφαλείας και σε περίπτωση μεταφοράς του IPTV - STB

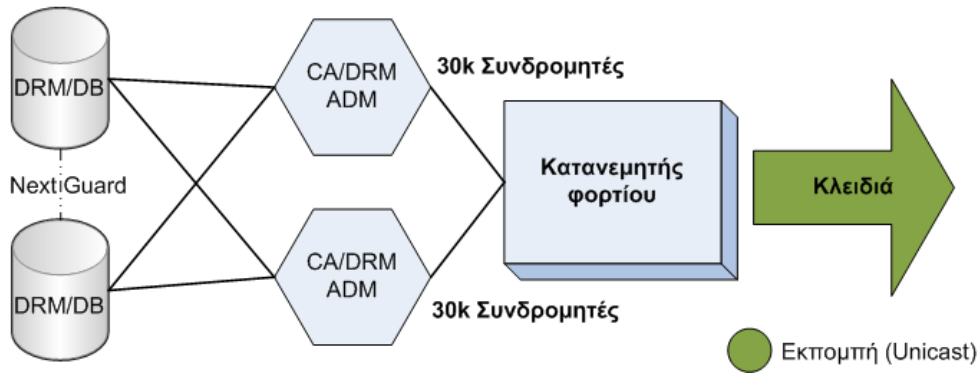
από τον ένα πάροχο στον άλλο έχει προταθεί η χρήση ενός Καταφορτώμενου Συστήματος υπό συνθήκης Πρόσβασης (DCAS) το οποίο επιτρέπει την εγκατάσταση ενός νέου μηχανισμού υπο συνθήκη πρόσβασης. Το ίδιο το λογισμικό μπορεί να αποσταλεί ως ενσωματωμένο μήνυμα Διαχείρισης Ψηφιακών Δικαιωμάτων στην ροή περιεχομένου του βίντεο, το οποίο με την σειρά του επιτρέπει στους παρόχους περιεχομένου να χρησιμοποιούν ένα διαφορετικό υπο συνθήκη πρόσβασης σχήμα για κάθε βίντεο ροής.

Η τελευταία αυτή δυνατότητα έχει πολύ ενδιαφέρον στην τηλεόραση IPTV καθώς το περιεχόμενο IP μπορεί να μεταφέρει από άκρη σε άκρη την διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων. Σε ένα συνηθισμένο δίκτυο διανομής ο πάροχος της τερματικής συσκευής IPTV - STB συνήθως είναι διαφορετικός από το πάροχο του μερισμικού και ως εκ τούτου ο διαχωρισμός της εξουσιοδότησης υλισμικού (συνδεδεμένο στο ολοκληρωμένο κύκλωμα ασφαλείας) και της εξουσιοδότησης περιεχομένου μέσω της Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων παρέχει μία πιο ευέλικτη λύση. Ειδικότερα η IPTV κινείται σε νέες πλατφόρμες και τα μηνύματα διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων μπορούν να συνδεθούν σε νέους μηχανισμούς ασφαλείας που συνδέονται με την διαχείριση ταυτότητας στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας για παράδειγμα.

3.3.1.1 Υλοποίηση υπό συνθήκη Πρόσβαση / Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (CA/DRM)

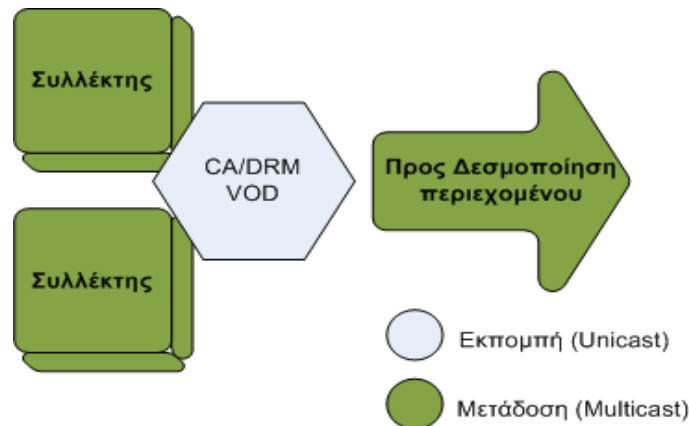
Η διαδικασία υπό συνθήκη Πρόσβαση / Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (CA/DRM) υλοποιείται σε κεντρικό σημείο του δικτύου και συνήθως έχει την τοπολογία cluster η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα συστατικά [6], [9], [10]:

Διακομιστής (Server) κεντρικής διαχείρισης και διαχείρισης κλειδιών: Αυτός ο διακομιστής προτείνεται να υλοποιηθεί με κατανεμημένη αρχιτεκτονική με βάση τον αριθμό χρηστών. Οι βάσεις δεδομένων προτείνεται να βρίσκονται σε ξεχωριστό κόμβο (node) της συστοιχίας, ώστε να παρέχεται κλιμακούμενη εξάπλωση υλικού (scalability) και υψηλή διαθεσιμότητα με την προσθήκη επιπλέον εξυπηρετητών.



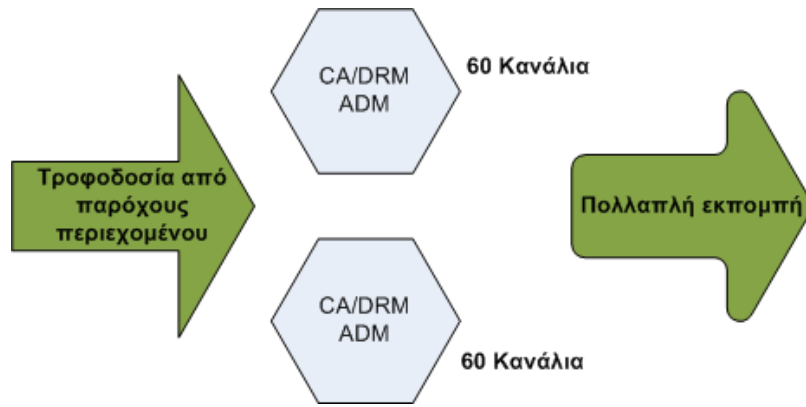
Γράφημα 38 – Κεντρική διαχείριση κλειδιών

- Άμεση Εισαγωγή / κρυπτογράφηση του βίντεο κατ'απαίτηση. (VoD ingestion/encryption). Η διαδικασία τόσο της άμεσης εισαγωγής (ingestion) όσο και της κρυπτογράφησης (encryption) γίνεται με λογισμικό μεταφοράς αρχείων (ftp server). Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική είναι failover με 1 ενεργό και 1 κόμβο σε αναμονή.



Γράφημα 39 - Διαδικασία άμεσης εισαγωγής

- Η διαδικασία κρυπτογράφησης Πρόσβαση / Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (CA/DRM) σε πραγματικό χρόνο για την ανάγκη του της εκπομπής τηλεοπτικού σήματος (broadcast tv), προτείνεται να υλοποιηθεί με την χρήση αποκλειστικών εξυπηρετητών (servers), ο αριθμός των οποίων θα εξαρτάται από τον αριθμό των καναλιών που πρέπει να κρυπτογραφούνται. Η υψηλή διαθεσιμότητα εξασφαλίζεται από τον διακομιστή κεντρικής διαχείρισης (server). Το σύστημα μπορεί εύκολα να εξαπλωθεί με την χρήση περισσότερων εξυπηρετητών.

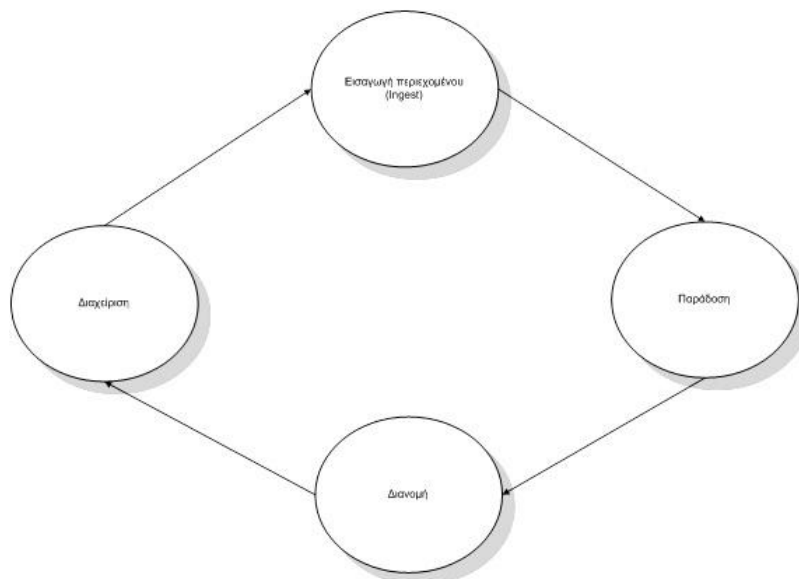


Γράφημα 40 - Κρυπτογράφηση εκπομπής TV

3.3.2 Ροή περιεχομένου και Διανομή

Το μέρος του συστήματος που λαμβάνει χώρα η ροή του περιεχομένου και η διανομή, είναι υπεύθυνο για τις υπηρεσίες κατ' απαίτηση (VoD) και για τις υπηρεσίες οι οποίες υλοποιούν παράδοση περιεχομένου σε πολλαπλούς χρήστες (broadcast).

Η γενικότερη λειτουργία του υποσυστήματος είναι ορατή στο παρακάτω γράφημα 41:



Γράφημα 41 - Ροή περιεχομένου και διανομή (Streaming & Distribution)

- Με τη διαδικασία εισαγωγής το περιεχόμενο που παραλαμβάνεται από τους παρόχους επεξεργάζεται από το σύστημα και εισάγονται τα μεταδεδομένα (metadata).
- Η διαδικασία παράδοσης μεταφέρει το περιεχόμενο μαζί με τα μεταδεδομένα (metadata) χρησιμοποιώντας διάφορους εναλλακτικούς τρόπους (modes) από κεντρικά σημεία σε εξυπηρετητές (servers) κοντά στον χρήστη.
- Η διανομή χρησιμοποιεί τις διαθέσιμες διατάξεις μορμά (formats), (MPEG2, MPEG4 κλπ) για την παροχή του περιεχομένου στους χρήστες.
- Η διαχείριση είναι υπεύθυνη για την επεξεργασία των χαρακτηριστικών του περιεχομένου.

3.3.2.1 Διακομιστές για τις υπηρεσίες κατ'απαίτηση (On-Demand Servers).

Η υλοποίηση της υπηρεσία βίντεο κατ' απαίτηση (VoD), είναι στηριγμένη σε ένα σύνολο από διακομιστές ροής unicast οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τα ακόλουθα:

- Αποθήκευση του περιεχομένου στην πλατφόρμα (Library)
- Εισαγωγής στο σύστημα (Ingestion System)
- Προσωρινή αποθήκευση του περιεχομένου (caching)

Σύμφωνα με τις επιτελούμενες λειτουργίες οι διακομιστές μπορούν να οργανωθούν στις κάτωθι οντότητες που αποτελούν βασικά στοιχεία του υποσυστήματος πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης [30].

3.3.2.1.1 Διακομιστές Βιβλιοθήκης (Library servers)

Το βίντεο που αποστέλλεται κατόπιν της αίτησης (on demand) είναι αποθηκευμένο στην πλατφόρμα. Για την ασφάλεια του συστήματος είναι και κρυπτογραφημένο με χρήση του μηχανισμού CA/DRM, ώστε να βρίσκεται σε μορφή που είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί από μη εγκεκριμένους χρήστες και εμπεριέχει κατάλληλα τα μεταδεδομένα που καταγράφουν όλες τις σχετικές με αυτό πληροφορίες. Το σύνολο των παραπάνω δύναται να είναι καταχωρημένο αρχικά σε κεντρικούς διακομιστές στους οποίους έχουν τη δυνατότητα να ανατρέχουν τα

αποκεντρωμένα στοιχεία της πλατφόρμας για την εξυπηρέτηση των συνδρομητών. Οι κεντρικοί αυτοί διακομιστές οι οποίοι είναι επιφορτισμένοι με το να καταχωρούν το σύνολο του περιεχομένου, πριν την εισαγωγή του στο δίκτυο της υπηρεσίας είναι οι Διακομιστές Βιβλιοθήκης “Library Servers”. Ανάλογα με τον όγκο του περιεχομένου που επιθυμεί να διαθέσει πάροχος, κυμαίνονται και τα χαρακτηριστικά των διακομιστών

3.3.2.1.2 Διακομιστής απευθείας εισαγωγής περιεχομένου (Ingestion server)

Ο μηχανισμός της απευθείας εισαγωγής περιεχομένου στην πλατφόρμα θα πρέπει να είναι σε θέση να τοποθετεί τόσο τα βίντεο όσο και τα μεταδεδομένα (metadata) που τα συνοδεύουν και περιέχουν τις πληροφορίες στην Βιβλιοθήκη.

Θα πρέπει να παρέχεται ειδική εφαρμογή διεπαφής χρήστη (interface) για την εισαγωγή του περιεχομένου και για την προβολή και την τροποποίηση των μεταδεδομένων.

3.3.2.1.3 Διακομιστής προσωρινής αποθήκευσης (Cache Server)

Για την ικανοποίηση της ζήτησης, υπάρχει μηχανισμός ο οποίος είναι υπεύθυνος για την προσωρινή αποθήκευση του περιεχομένου σε περιοχές κοντά στα σημεία αυξημένης ζήτησης ώστε να μην είναι απαραίτητη η διέλευση της κίνησης από πολύ μεγάλο μέρος του δικτύου χωρίς αυτό να είναι πάντα βέβαια αναγκαίο. Είναι δηλαδή ένας μηχανισμός προσωρινής αποθήκευσης (caching). Σε περίπτωση που ο διακομιστής cache (CAC) δεν διαθέτει ο ίδιος το ζητούμενο περιεχόμενο ανατρέχει στο διακομιστή Βιβλιοθήκης.

Ένας τυπικός μηχανισμός προσωρινής αποθήκευσης είναι ευέλικτος και προσφέρει δυνατότητες γεωγραφικής κατανομής του περιεχομένου καθώς και τους απαραίτητους μηχανισμούς ασφαλείας. Οι διακομιστές αυτοί εγκαθίστανται σε κάθε σημείο παρουσία του παρόχου (PoP) με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν την unicast κατ’ απαίτηση κίνηση. Η χωρητικότητα είναι κατάλληλη ώστε ελαχιστοποιούνται οι αστοχίες cache αλλά χωρίς να υπάρχει υπερβολική αύξηση στο κόστος του εξοπλισμού.

3.3.2.1.4 Διακομιστής CUTV - CAP

Για τις ανάγκες της υπηρεσίας πρόσβασης κατ' απαίτηση σε παλιές εκπομπές Catch-Up TV και PVR απαραίτητο είναι να υπάρχει μηχανισμός καταγραφής του περιεχομένου των καναλιών πολλαπλής εκπομπής (broadcast) και αποθήκευσης τους για προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Οι διακομιστές καταγραφής περιεχομένου για Catch-Up TV. Οι απαιτήσεις εδώ εξαρτώνται από τον αριθμό των καναλιών που καλύπτει η υπηρεσία και το χρόνο για τον οποίο επιθυμεί ο πάροχος να είναι προσβάσιμα από τους συνδρομητές. Για παράδειγμα είναι πιθανότερο να έχουμε περισσότερα κανάλια σε κάθε διακομιστή καταγραφής (capture server), μειώνοντας τον αριθμό των ωρών που αποθηκεύονται για κάθε κανάλι.

Προσθέτοντας περισσότερους διακομιστές καταγραφής είναι δυνατή η αύξηση του αριθμού των καναλιών των οποίων το περιεχόμενο αποθηκεύεται.

Οι διακομιστές καταγραφής μπορούν να εγκατασταθούν είτε στο κεντρική τοποθεσία είτε κοντά στους χρήστες:

- Μια αρχιτεκτονική με διακομιστές καταγραφής – CUTV σε κεντρική τοποθεσία, απαιτεί μικρό αριθμό διακομιστών αλλά δημιουργεί αυξημένη κίνηση εκπομπής (unicast) στο δίκτυο.
- Η εγκατάσταση των διακομιστών κοντά στον χρήστη αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των διακομιστών αλλά η κίνηση της εκπομπής δεν περνάει από το σύνολο του δικτύου μιας και οι διακομιστές θα αποθηκεύουν τις ροές μετάδοσης ενώ οι ροές εκπομπής υπάρχουν μόνο στο άκρο του δικτύου.

Τη λειτουργία αυτή της καταγραφής του περιεχομένου των καναλιών πολλαπλής εκπομπής επιτελούν οι Catchers.

3.3.2.2 Μηχανισμός υπηρεσίας μετάδοσης

Ο μηχανισμός της μετάδοσης (broadcast) είναι υπεύθυνος για την μετάδοση των ζωντανών καναλιών στο δίκτυο. Περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία της πλατφόρμας που χρειάζονται για να γίνουν διαθέσιμες οι ροές των εκπομπών από τους συνδρομητές.

Η διαδικασία της μετάδοσης (broadcasting) είναι η εξής:

- Το περιεχόμενο προερχόμενο από τους διάφορους παρόχους εισάγεται στην πλατφόρμα.
- Πραγματοποιείται πιθανή επεξεργασία των ροών (streams) (κωδικοποίηση στην επιθυμητή κωδικοποίηση βίντεο –video encoding, bitrate).
- Ο διακομιστής διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων (DRM) λαμβάνει το περιεχόμενο και το κρυπτογραφεί.
- Το κωδικοποιημένο κρυπτογραφημένο περιεχόμενο μεταδίδεται (broadcast) σε προκαθορισμένες διευθύνσεις πολλαπλής εκπομπής.

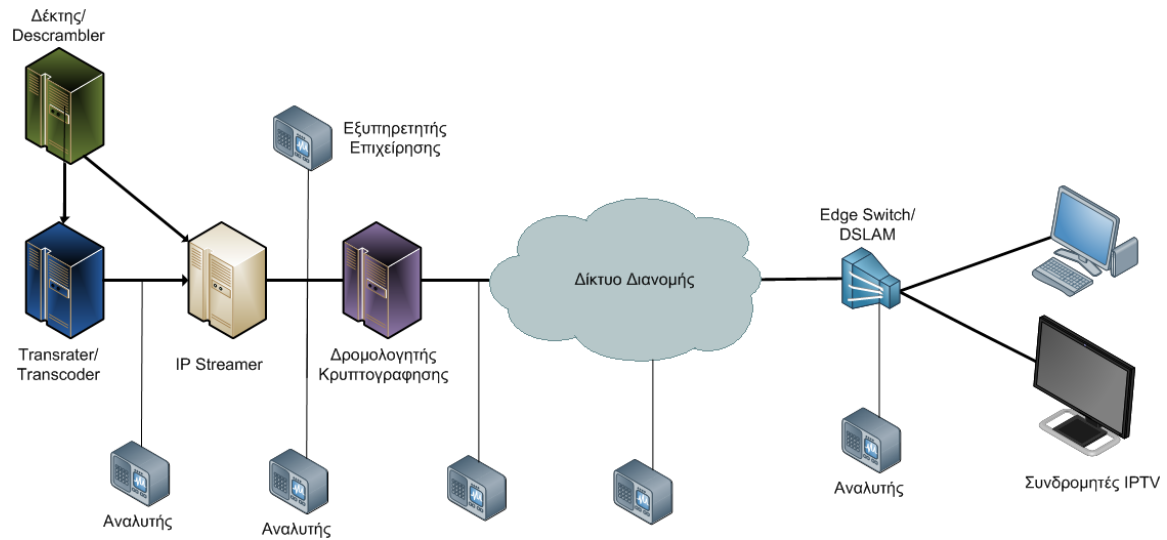
Το περιεχόμενο που λαμβάνεται από τους παρόχους μπορεί να έχει διαφορετική μορφή για κάθε έναν από αυτούς. Έτσι απαιτείται η επεξεργασία του έτσι ώστε να έρθει σε μια επιθυμητή μορφή την οποία να μπορούν οι τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV - STB να αναγνωρίζουν και να χρησιμοποιούν.

Όταν το περιεχόμενο έρθει στην επιθυμητή μορφή κρυπτογραφείται από τον DRM, στη συνέχεια αποστέλλεται μέσω διαδικασίας συνεχούς ροής (streaming) στο δίκτυο πρόσβασης και γίνεται προσιτό από τις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV των συνδρομητών με συγκεκριμένες διευθύνσεις μετάδοσης multicast.

3.3.2.3 Διακομιστής Ποιότητας Υπηρεσίας (QoS Server)

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο της ποιότητας της υπηρεσίας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) είναι απαραίτητη η ύπαρξη διακομιστή (server) ο οποίος θα επιβλέπει όλα τα επίπεδα της υπηρεσίας, από τα στοιχεία του δικτύου μέχρι το περιεχόμενο αυτό καθαυτό.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος αυτού φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Γράφημα 42 - Εξυπηρετητές Λειτουργίας Ποιότητας Υπηρεσίας (QoS Servers)

Το σύστημα αποτελείται από τους αναλυτές και τον διακομιστή. Οι αναλυτές είναι υπεύθυνοι για την επίβλεψη της υπηρεσίας σε 24ωρη βάση και παράλληλα αποθηκεύουν ιστορικό για περαιτέρω ανάλυση. Παρέχουν ειδική διεπαφή από την οποία είναι δυνατή η επιμέρους παρακολούθηση των στοιχείων της πλατφόρμας.

Ο διακομιστής αναλαμβάνει να συγκεντρώνει τα δεδομένα από τους αναλυτές και να τα επεξεργάζεται ώστε να μπορούν οι υπεύθυνοι τεχνικοί και η εξυπηρέτηση πελατών να τα χρησιμοποιούν σε περίπτωση δυσλειτουργίας της υπηρεσίας. Ο διακομιστής έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί με άλλα συστήματα, έχει την δυνατότητα αποστολής των δεδομένων σε αυτά και μέσω ειδικών εφαρμογών, διευκολύνει την επισήμανση προβλημάτων στην ποιότητα της υπηρεσίας καθώς και την εύκολη εξαγωγή συμπερασμάτων.

3.3.3 Μεσισμικό (Middleware)

Για τον έλεγχο και την ενοποίηση των παραπάνω υποσυστημάτων καθώς και για την παροχή των υπηρεσιών βίντεο κατ' απαίτηση (video on demand), προσωπική καταγραφή βίντεο (PVR), μετάδοση τηλεοπτικής εκπομπής (broadcast TV) και Ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος (EPG) θα πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα μεσισμικού (middleware) το οποίο θα αποτελείται από:

- Διακομιστής μεσισμικού (Middleware server)

- Πελάτες μεσισμικού (Middleware clients)
- Βάση δεδομένων για την αποθήκευση των πληροφοριών

3.3.3.1 Διακομιστής μεσισμικού

Ο διακομιστής μεσισμικού υλοποιεί την εμπορική λογική των εφαρμογών και είναι ο μηχανισμός πιστοποίησης, εξουσιοδότησης και λογιστικής (authentication, authorization και accounting - AAA) της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης [23].

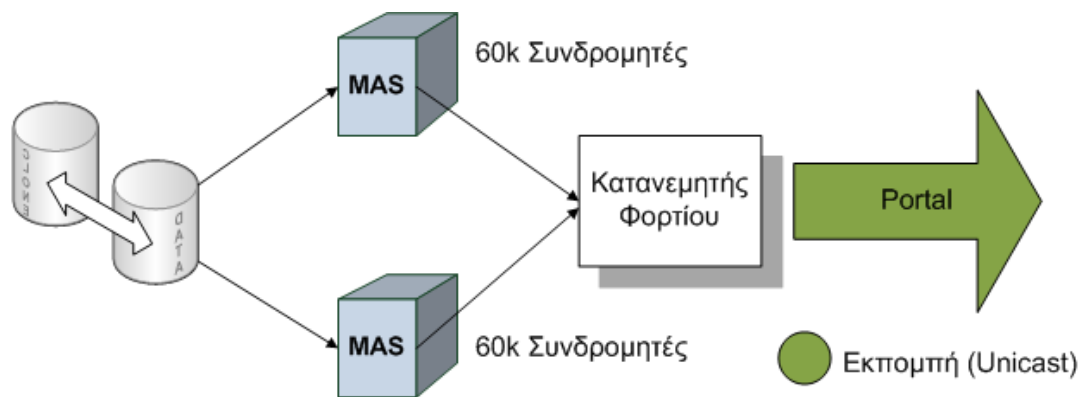
- Είναι σε θέση να χρησιμοποιεί τόσο τους εσωτερικούς του μηχανισμούς όσο και προγράμματα διεπαφής (interfaces) άλλων συστημάτων με τα οποία συνεργάζεται, όπως το σύστημα τιμολόγησης (billing system).
- Είναι υπεύθυνος για την πιστοποίηση (authentication) των χρηστών και διατηρεί στην βάση δεδομένων του τις πληροφορίες που σχετίζονται με τους πελάτες (όπως διεύθυνση MAC της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV, τον προσωπικό κωδικό αναγνώρισης - PIN κλπ).
- Ο διακομιστής μεσισμικού είναι υπεύθυνος για όλες τις πληροφορίες που εμφανίζονται στον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος (Electronic Programming Guide - EPG) που λειτουργεί στην πλευρά του χρήστη και για τις ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιήσει.

Τέλος είναι σε θέση να χρησιμοποιεί το σύστημα υπό συνθήκη πρόσβασης / διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων (CA/DRM) ώστε να παρέχει προστασία του περιεχομένου καθώς και να παρέχει την λειτουργία του γονικού ελέγχου (parental control) στους συνδρομητές χρησιμοποιώντας τις διαβαθμίσεις (ratings) του περιεχομένου των βίντεο και των τηλεοπτικών εκπομπών.

3.3.3.2 Απαιτήσεις διακομιστή μεσισμικού

Το μεσισμικό (middleware) είναι μια εφαρμογή η οποία στηρίζει τη λειτουργία της σε HTTP κίνηση εκπομπής (unicast). Συνίσταται η εγκατάσταση του μεσισμικού (middleware) στο κέντρο δεδομένων. Η υλοποίηση του διακομιστή μεσισμικού (middleware server) γίνεται σε διάταξη συστάδας/συστοιχίας εξυπηρετητών (cluster) με την βάση δεδομένων σε διαφορετικό διακομιστή, υποστηρίζονται μέχρι 60.000 ενεργών χρηστών – συνδρομητών ανα διακομιστή μεσισμικού, γράφημα 43.

Για την εξασφάλιση της υψηλής διαθεσιμότητας της υπηρεσίας μπορούν να χρησιμοποιούνται διακομιστές μεσισμικού εφεδρικών αρχείων (backup middleware servers) στην διάταξη συστοιχίας (cluster) και η εξάπλωση του συστήματος επιτυγχάνεται με την προσθήκη επιπλέον διακομιστών μεσισμικού (middleware servers).



Γράφημα 43 - Κίνηση Μεσισμικού (Middleware)

3.3.3.3 Πελάτες μεσισμικού

Οι πελάτες μεσισμικού (middleware clients) με τη σειρά τους, είναι εφαρμογές οι οποίες βρίσκονται και τρέχουν στις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV των χρηστών και παρέχουν τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Πρόσβαση σε πληροφορίες για το πρόγραμμα των καναλιών, τις διαθέσιμες ταινίες για ενοικίαση, τις επιλογές εγγραφής προγραμμάτων καθώς και τις υπάρχουσες και δυνατές ρυθμίσεις για γονικό έλεγχο μέσω του ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος ο οποίος είναι η εφαρμογή διεπαφής (interface) του χρήστη με το σύστημα της IPTV υπηρεσίας.
- Χρήση της υπηρεσίας βίντεο κατ' απαίτηση, λήψη τηλεοπτικών συνεχών ροών (streams) απευθείας από τον διακομιστή και δυνατότητα παύσης, μετάβασης μπροστά και πίσω στην ταινία.
- Πρόσβαση στα κανάλια που γίνονται μετάδοση (broadcast) από το σύστημα.

- Χρήση του μηχανισμού προσωπικής εγγραφής βίντεο (PVR). Με το μηχανισμό αυτό ο χρήστης μπορεί να εγγράφει τα προγράμματα που τον ενδιαφέρουν καθώς και να έχει λειτουργίες παρόμοιες με αυτές του βίντεο (παύση, επιστροφή προς τα πίσω, προώθηση κλπ) σε ζωντανά προγράμματα.
- Χρήση της υπηρεσίας παρακολούθησης με πληρωμή με την οποία ο χρήστης μπορεί να πληρώνει για πρόσβαση μόνο σε συγκεκριμένες εκπομπές χωρίς να χρειάζεται να γίνει συνδρομητής στο κανάλι.
- Χρήση άλλων υπηρεσιών (όπως παιχνιδιών, ηλεκτρονική αλληλογραφία, chat, e-voting κλπ).

Οι πελάτες μεσισμικού (middleware clients) θα πρέπει να είναι εύκολα διαμορφώσιμοι ως προς την εμφάνιση και να παρέχουν εύχρηστη διεπαφή μεταξύ του συστήματος IPTV και στους χρήστες οι οποίοι καλούνται να τους χρησιμοποιήσουν.

Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει περιγραφή των λειτουργιών του μεσισμικού (middleware) [2], [3], [4].

3.3.4 Λειτουργίες μεσισμικού

3.3.4.1 Διαχείριση Περιεχομένου

Ο διακομιστής διαχείρισης περιεχομένου είναι υπεύθυνος για την παραλαβή του περιεχομένου από τον εκάστοτε προμηθευτή. Ο υπεύθυνος για την επεξεργασία του περιεχομένου που λαμβάνεται από τον διακομιστή μεσισμικού μπορεί μέσω ειδικών εφαρμογών και διεπαφών να:

- Ορίζει από πού προέρχεται η κάθε ροή περιεχομένου, δηλαδή την πηγή απόκτησης περιεχομένου (content sources).
- Έχει πρόσβαση στη λίστα με τις διαθέσιμες πηγές περιεχομένου.
- Βλέπει πληροφορίες για συγκεκριμένο περιεχόμενο της κάθε πηγής περιεχομένου.
- Έχει δυνατότητα αλλαγής πηγής περιεχομένου.
- Διαγράφει πηγές περιεχομένων.

3.3.4.2 Διαχείριση διακομιστή βίντεο

Ο διακομιστής βίντεο, είναι υπεύθυνος ώστε να τροποποιεί κατάλληλα το περιεχόμενο που έχει παραληφθεί και μετά να στέλνει την κατάλληλη ροή βίντεο στον τελικό χρήστη-συνδρομητή. Η διεπαφή παραμετροποίησης του διακομιστή (middleware administrative interface) δίνει την δυνατότητα των παρακάτω:

- Ορισμός ενός νέου διακομιστή περιεχομένου
- Πρόσβαση λίστας των διαθέσιμων διακομιστών περιεχομένου
- Πρόσβαση σε πληροφορίες για τα βίντεο που περιέχουν οι διακομιστές περιεχομένου
- Δυνατότητα αλλαγής ονόματος διακομιστή περιεχομένου
- Διαγραφή διακομιστή περιεχομένου
- Διαγραφή συγκεκριμένου βίντεο από διακομιστή περιεχομένου

3.3.4.3 Διαχείριση τερματικής συσκευή υπηρεσίας IPTV

Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV χρησιμοποιείται από τους συνδρομητές ώστε να μπορούν να ενοικιάζουν προγράμματα για κάποιο χρόνο. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιεί ο χρήστης είναι συσχετισμένος με την ταυτότητά του.

Η λειτουργία του μεσισμικού στην συγκεκριμένη συσκευή δίνει στον διαχειριστή του συστήματος τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Εισαγωγή εξοπλισμού
- Αλλαγή πληροφοριών εξοπλισμού
- Πρόσβαση λίστα εξοπλισμού
- Διαγραφή εξοπλισμού

3.3.4.4 Συνδυασμοί συνδυασμών υπηρεσιών

Δίνεται η δυνατότητα να δημιουργούνται διάφοροι συνδυασμοί υπηρεσιών, ώστε να προσεγγίζονται διάφορα προφίλ χρηστών. Μπορεί για παράδειγμα να προσφερθεί ένα μπουκέτο καναλιών μαζί με έναν αριθμό δωρεάν ενοικιάσεων ταινιών για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Η λειτουργία του μεσισμικού στην συγκεκριμένη περίπτωση δίνει στον διαχειριστή του συστήματος τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Ορισμός συνδυασμών υπηρεσιών
- Αλλαγές συνδυασμών υπηρεσιών
- Προβολή υπαρχόντων συνδυασμών
- Διαγραφή συνδυασμού υπηρεσιών

3.3.4.5 Διαχείριση του βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)

Το βίντεο που χρησιμοποιείται από την υπηρεσία βίντεο κατ' απαίτηση αφού συλλεχθεί από μια πηγή περιεχομένου να εμπλουτίζεται με πληροφορίες όπως το όνομα του αρχείου, την περιγραφή, διαφημιστική αφίσα προγράμματος κλπ. Το μεσισμικό επιτρέπει την διαχείριση των προστιθέμενων αυτών στοιχείων.

3.3.4.6 Διαχείριση προσφορών

Η διαχείριση προσφορών περιλαμβάνει την τιμή, την χρονική περίοδο κατά την οποία ισχύει η πρόσβαση του χρήστη, τους περιορισμούς χρήσης (γονικός έλεγχος) καθώς και άλλες πληροφορίες που χρειάζεται προκειμένου να αγοράσει μια υπηρεσία βίντεο κατ' απαίτηση ο χρήστης.

Η προσφορά περιλαμβάνει:

- Δημιουργία προσφορών
- Προβολή διαθέσιμων προσφορών
- Αλλαγή συγκεκριμένης προσφοράς
- Διάθεση προσφοράς στους χρήστες

3.3.4.7 Διαχείριση συνδρομητών

Η έννοια της συνδρομής περιλαμβάνει την παροχή πρόσβασης κάποιου χρήστη ο οποίος επιθυμεί συγκεκριμένη υπηρεσία εφόσον πληρεί τις συνθήκες που έχουν τεθεί. Ο χρήστης μπορεί να έχει παραπάνω από μία συνδρομές (όπως για παράδειγμα να

είναι συνδρομητής σε ένα βασικό πακέτο υπηρεσιών και ταυτόχρονα σε ένα ανώτερο σχήμα πακέτου (premium) το οποίο του προσφέρει επιπλέον υπηρεσίες).

Μέσω του μεσισμικού το σύστημα παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες για την ανάπτυξη της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV

- Εισαγωγή νέου συνδρομητή
- Προβολή λίστας συνδρομητών
- Εντοπισμός συγκεκριμένου συνδρομητή με κριτήρια
- Αλλαγή πληροφοριών που σχετίζονται με συγκεκριμένο συνδρομητή
- Δημιουργία συνδρομής
- Ακύρωση συνδρομής
- Αλλαγή συνδρομής
- Προβολή συνδρομών ενός χρήστη

3.3.4.8 Διαχείριση λογαριασμών

Το μεσισμικό διατηρεί πληροφορίες για τους λογαριασμούς των χρηστών. Οι χρεώσεις των χρηστών καθώς και οι πληροφορίες του διαθέσιμου υπολοίπου κάθε χρήστη είναι παραδείγματα των πληροφοριών που εμπεριέχονται στους λογαριασμούς. Είναι επίσης απαραίτητο ο κάθε λογαριασμός να συνδυάζεται με ένα προσωπικό αριθμό αναγνώρισης - PIN που χρησιμοποιεί ο χρήστης για να αναγνωρίζεται από το σύστημα.

Οι παρακάτω λειτουργίες παρέχονται:

- Δημιουργία λογαριασμού
- Αλλαγή πληροφοριών λογαριασμού χρήστη
- Διαγραφή λογαριασμού
- Πληροφορίες κινήσεις χρηστών (ενοικιάσεις ταινιών – επιλογή πακέτου καναλιών)
- Αλλαγή PIN χρηστών

3.3.4.9 Διαχείριση ενοικιάσεων

Η διαχείριση ενοικιάσεων ουσιαστικά περιλαμβάνει την καταγραφή του ιστορικού των ενοικιάσεων ώστε να είναι δυνατή η χρέωση των συνδρομητών για υπηρεσίες βίντεο κατ' απαίτηση. Οι ενοικιάσεις διαχωρίζονται στις ισχύουσες (που η χρονική περίοδος ισχύος τους δεν έχει περάσει) και στις παρελθούσες.

Παρέχονται μέσω του μεσισμικού οι παρακάτω δυνατότητες:

- Προσθήκη πληροφοριών ενοικίασης
- Αλλαγή ημερομηνίας λήξης ενοικίασης
- Διαχείριση περιορισμών ενοικίασης
- Διαγραφή ενεργών ενοικιάσεων
- Διαγραφή παλαιών ενοικιάσεων

3.3.4.10 Διαχείριση ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος

Ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος (EPG) παρέχει στον χρήστη την διεπαφή με την πλατφόρμα IPTV, αντλώντας πληροφορίες από το μεσισμικό για όλες τις απαραίτητες λειτουργίες οι οποίες θα βοηθήσουν στην όσο το δυνατόν μεγιστοποίηση της τηλεοπτικής εμπειρίας του χρήστη ,

Από την πλευρά του παρόχου το μεσισμικό προβάλλει τα διαθέσιμα κανάλια και δίνει την δυνατότητα στον πάροχο να δημιουργεί συνδυασμό καναλιών – υπηρεσιών (μπουκέτο) καθώς και να επιλέγει τις κατ' απαίτηση υπηρεσίες που παρέχονται στους χρήστες.

Επιπλέον το μεσισμικό προσφέρει την δυνατότητα στον διαχειριστή του συστήματος να πραγματοποιεί αλλαγές και ρυθμίσεις του ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος (EPG) που χρησιμοποιούν οι συνδρομητές.

Πιο ειδικά σε μία πλατφόρμα διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV) οι λειτουργίες συνοψίζονται ως εξής:

- Να υπάρχει δυνατότητα προσθήκης καναλιών σε αυτά που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης
- Να μπορεί να προβληθεί η αντιστοιχία των καναλιών σε μπουκέτα

- Να μπορεί να προστεθεί νέο μπουκέτο υπηρεσιών
- Να είναι δυνατή η προβολή των προγραμμάτων των μπουκέτων

Επιπροσθέτως υποστηρίζεται η τροποποίηση του πελάτη διεπαφής με την τερματική συσκευή χρήσης υπηρεσίας IPTV που χρησιμοποιεί ο χρήστης όσον αφορά τα παρακάτω:

- Αλλαγή διαστάσεων οθόνης
- Αλλαγή εικόνας φόντου και χρώματος φόντου
- Τίτλοι – επικεφαλίδες
- Διακοπές (timeouts) με το πέρας των οποίων θα γίνεται επιστροφή στην αρχική σελίδα
- Συμπεριφορά κατά την εκκίνηση
- Αλλαγές λογοτύπων (logos)
- Προσθήκη διαφημιστικών λογοτύπων (logos), πινακίδων κλπ

3.3.4.11 Διακομιστής διαχείρισης εκκίνησης και διαχείρισης IPTV-STB

Υπάρχουν διάφορα είδη τερματικού εξοπλισμού χρήστη υπηρεσίας IPTV (IPTV- STB) και ανάλογα με τις δυνατότητες του καθενός, επηρεάζονται σημαντικά οι υπηρεσίες που θα είναι διαθέσιμες στον χρήστη – συνδρομητή και ο τρόπος με τον οποίο αυτές θα δίνονται. Ο τερματικός εξοπλισμός χρήστη υπηρεσίας IPTV (IPTV - STB) έχει μια διεπαφή δικτύου (network interface) ενσύρματη ή ασύρματη, μέσω της οποίας είναι προσιτό όλο το περιεχόμενο καθώς επίσης και μια διεπαφή σύνδεσης με την τηλεόραση είτε αναλογικά (scart) είτε ψηφιακά (HDMI).

Μια πολύ βασική διαφοροποίηση στα τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV γίνεται με την ύπαρξη ή όχι σκληρού δίσκου.

Όταν η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV έχει σκληρό δίσκο του δίνεται η δυνατότητα να αποθηκεύσει τοπικά το περιεχόμενο, το οποίο σημαίνει ότι οι υπηρεσίες όπως η θέαση με χρονική ολίσθηση (TSTV) και η προσωπική εγγραφή βίντεο (PVR) μπορούν να γίνουν χωρίς επιβάρυνση του δικτύου με επιπρόσθετη κίνηση εκπομπής (unicast) αφού το περιεχόμενο θα είναι αποθηκευμένο στον τοπικό δίσκο της τερματικής συσκευής.

Βέβαια υπάρχουν σαφείς περιορισμοί σχετικά με το τι προγράμματα, εκπομπές μπορεί να αποθηκεύει ο χρήστης, λόγω των πνευματικών και συγγενικών δικαιωμάτων του περιεχομένου.

Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV επικοινωνεί συνεχώς με το μεσισμικό και μέσω ενός προγράμματος περιήγησης δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να πλοηγηθεί και να επιλέξει την υπηρεσία που θέλει να χρησιμοποιήσει. Από την στιγμή που ο χρήστης επιλέξει την υπηρεσία η συσκευή αναλαμβάνει να παρουσιάσει το περιεχόμενο στην οθόνη προβολής το οποίο λαμβάνει από το αντίστοιχο στοιχείο της πλατφόρμας.

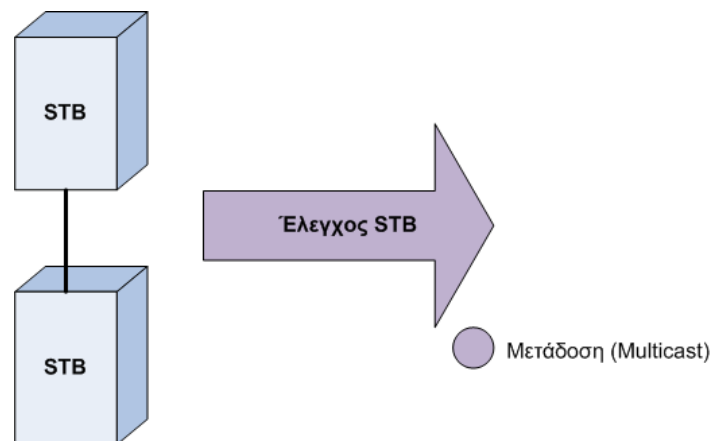
Επειδή το περιεχόμενο είναι κρυπτογραφημένο ο τερματική συσκευή IPTV είναι σε θέση, από την στιγμή που είναι αναγνωρισμένη σαν έγκυρη από το μεσισμικό (middleware), να ενημερώνεται για τα κλειδιά που χρησιμοποιούνται κάθε φορά και να το αποκρυπτογραφεί.

Μία κλασσική τερματικού συσκευή υπηρεσίας IPTV υποστηρίζει τα έξης πρωτόκολλα :

- HTML/DHTML/Javascript: Πρέπει να υπάρχει ένας φυλλομετρητής (browser) ο οποίος να υποστηρίζει τα προηγούμενα πρωτόκολλα για να είναι δυνατή η πλοήγηση στον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος (EPG).
- RTSP: Για την παροχή των υπηρεσιών βίντεο κατ' απαίτηση (Video On Demand) και χρονικής ολίσθησης (Time Shifted TV) είναι απαραίτητο το πρωτόκολλο ροής πραγματικού χρόνου (RTSP) το οποίο δίνει την δυνατότητα για εκπομπή συνεχούς ροής βίντεο περιεχομένου (unicast video streams) και επιτρέπει τις λειτουργίες της παύσης της γρήγορης προώθησης (fast forward) και γρήγορης επαναφοράς (fast rewind) σε αυτά.
- IGMP: Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV (IPTV - STB) θα πρέπει να είναι σε θέση να κάνει IGMP join και IGMP leave, ώστε να επιτυγχάνεται η μετάδοση των καναλιών πολλαπλής εκπομπής.
- DHCP: Ο τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV κατά την εκκίνησή του θα πρέπει να μπορεί να πάρει IP διεύθυνση μέσω DHCP απαίτησης (DHCP request).

Ο διακομιστής εκκίνησης IPTV – STB εγκαθίσταται στο κεντρικό σημείο του δικτύου και παρέχει έλεγχο και αναβάθμιση των συσκευών μέσω καναλιών μετάδοσης περιεχομένου μικρής χωρητικότητας.

Υψηλή διαθεσιμότητα επιτυγχάνεται με την προσθήκη επιπλέον ενός εφεδρικού διακομιστή εκκίνησης IPTV – STB σε κατάσταση αναμονής.



Γράφημα 44 - Λειτουργία διακομιστή τερματικού εξοπλισμού χρήστη (STB server)

Η διαχείριση της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV πραγματοποιείται από έναν κεντρικό διακομιστή μέσω του οποίου μπορούν να αλλάξουν οι παράμετροι που διέπουν αυτές τις συσκευές με βάση τις εκάστοτε ανάγκες της υπηρεσίας. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV να ανακτήσει το σταθερολογισμικό (firmware) και την απεικόνιση (image) που χρειάζονται για να λειτουργήσουν από κάποιον διακομιστή εκκίνησης (boot server) με αυτοματοποιημένη διαδικασία που να μην εμπλέκει καθόλου τον χρήστη.

3.3.5 Βοηθητικοί εξυπηρετητές

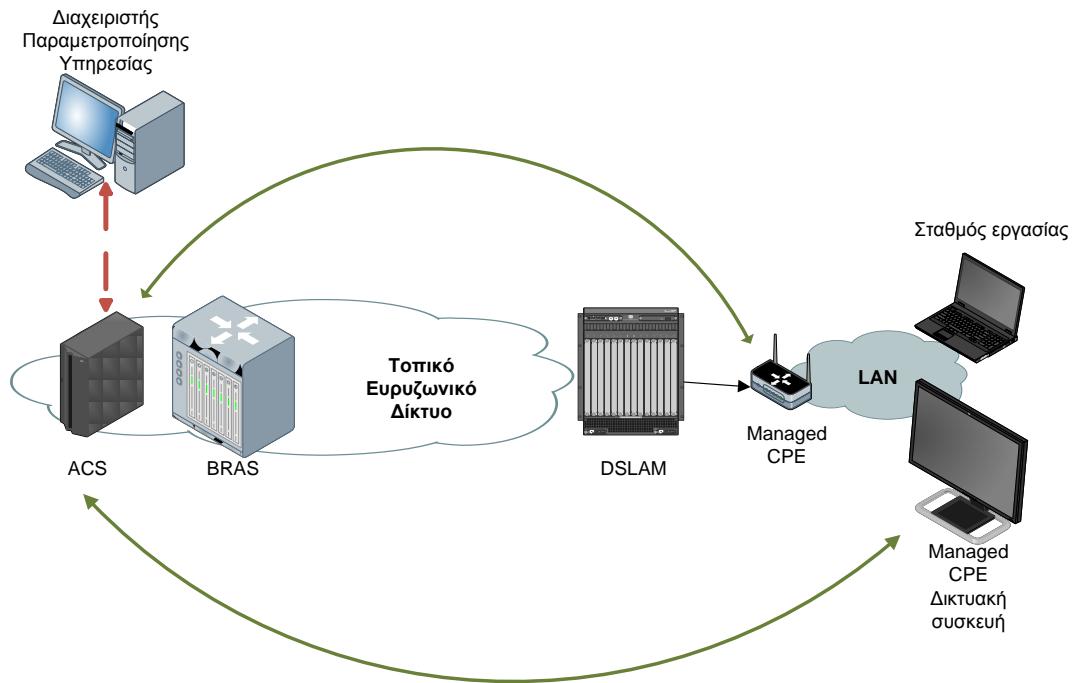
Η αδιάλειπτη λειτουργία και αξιόπιστη συνεργασία όλων των παραπάνω στοιχείων της πλατφόρμας απαιτεί απαραίτητα την χρήση δευτερευόντων και εφεδρικών βοηθητικών διακομιστών. Η αδιάλειπτη παροχή της υπηρεσίας επηρεάζεται άμεσα από την εύρυθμη, αδιάλειπτη και αξιόπιστη λειτουργία των στοιχείων της πλατφόρμας [12], [20],[31].

3.3.5.1 Διακομιστής TR-069

Λόγω της πολυπλοκότητας της υπηρεσίας, οι τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV είναι κλειδωμένες για τον χρήστη, και διαχειρίζονται από έναν κεντρικό διακομιστή συστήματος αυτόματης παραμετροποίησης (Auto Configuration Server – ACS)

Δίνεται στις τερματικές συσκευές η δυνατότητα ανάκτησης του σταθερολογισμικού - firmware και της εικόνας λογισμικού που απαιτείται για να λειτουργήσουν από κάποιον διακομιστή εκκίνησης με αυτοματοποιημένη διαδικασία ώστε να μην εμπλέκετε καθόλου ο χρήστης. Το σύστημα αυτό δίνει την δυνατότητα διαχείρισης του συνόλου των τερματικών συσκευών της υπηρεσίας IPTV δίνοντας επιπλέον την δυνατότητα οι απαιτούμενες ρυθμίσεις να γίνονται είτε σε κάθε ένα ξεχωριστά είτε μαζικά. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι το TR-069 το οποίο υποστηρίζεται από τον εξοπλισμό του χρήστη. Το πρωτόκολλο κάνει εφικτή η διαχείριση των CPE από το WAN διεπαφή τους. Η τερματική συσκευή πριν δοθεί στον χρήστη περιέχει μια στοιχειώδης παραμετροποίηση η οποία της επιτρέπει να είναι προσιτό από το κεντρικό σύστημα TR-069. Στην συνέχεια μέσω του συστήματος διαχείρισης γίνεται η απαιτούμενη παραμετροποίηση για την λειτουργία της IPTV υπηρεσίας. Επιπλέον είναι εφικτό να ενεργοποιηθούν και να γίνουν διαθέσιμες και άλλες λειτουργίες που διευκολύνουν την παροχή της υπηρεσίας όπως αναβάθμιση σταθερολογισμικού, διαχείριση συναγερμών υπηρεσιών και υλικού καθώς και αναλυτικών καταγραφών λειτουργιών των συσκευών.

Στο παρακάτω γράφημα 45 παρουσιάζεται αναλυτικά η τοπολογία ενός συστήματος διαχείρισης TR-069.



Γράφημα 45 - Αρχιτεκτονική TR-069

3.3.5.2 Διακομιστής πρωτοκόλλου δυναμικής ανάθεσης διευθύνσεων

Ο διακομιστής DHCP (IP DHCP server) χρησιμοποιείται για την αυτόματη διευθυνσιοδότηση της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV και για την μεταφορά απαραίτητων παραμέτρων την στιγμή εκκίνησής της. Κατά την εκκίνησή της η συσκευή το πρώτο πράγμα που κάνει είναι αίτηση στον διακομιστή DHCP (DHCP request) ώστε να δεσμεύσει μια διεύθυνση IP. Η ύπαρξη δευτερεύοντος διακομιστή DHCP είναι απαιτούμενη διότι σε περίπτωση δυσλειτουργίας του συγκεκριμένου στοιχείου παρουσιάζεται διακοπή ολόκληρης της υπηρεσίας αφού η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV χωρίς να πάρει διεύθυνση IP δεν μπορεί να πραγματοποιήσει καμία από τις λειτουργίες του.

Έτσι έχουμε την ύπαρξη δύο διακομιστών DHCP που έχουν ακριβώς την ίδια παραμετροποίηση με τον έναν να ορίζεται ως πρωτεύον και ο άλλος ως δευτερεύον. Ο πρωτεύον πάντα εξυπηρετεί τους πελάτες και όταν για κάποιο λόγο σταματήσει να δουλεύει αναλαμβάνει ο δευτερεύον.

3.3.5.3 Διακομιστής Ονομάτων χώρου

Ο διακομιστής ονομάτων χώρου (DNS) είναι η υπηρεσία που αναλαμβάνει να μεταφράζει τις διευθύνσεις IP σε ονόματα τα οποία είναι ευκολότερα στην απομνημόνευση από τους χρήστες σε σχέση με τους αριθμούς των διευθύνσεων IP.

Η πλατφόρμα IPTV περιλαμβάνει διακομιστές DNS οι οποίοι βοηθούν την σωστή λειτουργία των προγραμμάτων περιήγησης που χρησιμοποιούνται από τις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV των χρηστών και την υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

3.3.5.4 Διακομιστής NTP

Ο συγχρονισμός των ρολογιών όλων των συστημάτων που εμπλέκονται στην υπηρεσία είναι απαραίτητος και για το λόγο χρειάζεται ένας διακομιστής πρωτοκόλλου δικτυακού χρόνου - NTP. Η σωστή ώρα είναι απαραίτητη για την παρουσίαση του τηλεοπτικού προγράμματος στους χρήστες καθώς και για τον σωστό προγραμματισμό των διαφόρων υπηρεσιών.

3.3.6 Διακομιστές ασφαλείας

Η ασφάλεια του συστήματος διαχωρίζεται σε τρία επίπεδα τα οποία είναι τα παρακάτω:

- Ασφάλεια πρόσβασης χρηστών
- Ασφάλεια επιπέδου δικτύου
- Ασφάλεια συστατικών μερών πλατφόρμας IPTV

Η ασφάλεια πρόσβασης των χρηστών στην πλατφόρμα IPTV, υλοποιείται μέσω του υποσυστήματος επαλήθευσης (AuthN), προκειμένου να μπορούν μόνο εγκεκριμένοι χρήστες να εισέρχονται στην πλατφόρμα IPTV. Το υποσύστημα επαλήθευσης βασίζεται στην χρήση ενός αριθμού συνδρομητή (subscriber ID) και ενός κωδικού πρόσβασης (password).

Ο αριθμός συνδρομητή είναι μοναδικός για κάθε χρήστη και στις περισσότερες υλοποιήσεις συστημάτων IPTV, χρησιμοποιείται ως όνομα χρήστη (username) το

οποίο σε συνδυασμό με τον κωδικό πρόσβασης αποτελεί τον μηχανισμό ταυτοποίησης χρήστη. Οι πληροφορίες αυτές αποθηκεύονται στο μεσισμικό.

Η ασφάλεια συστημάτων της IPTV πλατφόρμας περιλαμβάνει τους παρακάτω περιορισμούς στην ληφθείσα εξωτερική κίνηση:

- Η διακομιστές στους οποίους είναι εγκατεστημένο το σύστημα του μεσισμικού επιτρέπεται να δέχονται εξωτερική κίνηση μόνο την HTTP κίνηση των καταχωρημένων συνδρομητών.
- Μεταξύ των συνδρομητών και των διακομιστών βίντεο επιτρέπεται μόνο κίνηση RTSP στην περίπτωση των υπηρεσιών βίντεο κατ' απαίτηση
- Τα υπόλοιπα συστήματα όπως οι βάσεις δεδομένων δεν χρειάζεται να επιτρέπουν εξωτερική πρόσβαση καθώς επικοινωνούν μόνο με τα υπόλοιπα εσωτερικά στοιχεία του δικτύου.
- Οι διακομιστές DHCP, NTP και DNS επιτρέπεται να δέχονται αιτήσεις μόνο από της τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV των εγγεγραμμένων πελατών

Η ασφάλεια επιπέδου δικτύου περιλαμβάνει την χρήση των αναγκαίων δομών προστασίας. Η υλοποίηση περιλαμβάνει τείχη προστασίας τόσο υλικού όσο και λογισμικού. Τα τείχη προστασίας υλικού εγκαθίστανται και λειτουργούν σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του δικτύου και τα τείχη προστασίας υλικού περιορίζοντας την κίνηση, μέσω πινάκων IP, στις απαραίτητες πόρτες και συστήματα εντός της IPTV πλατφόρμας.

Οι διακομιστές και οι μεταγωγείς δεδομένων επιτρέπουν την διέλευση πακέτων ροών βίντεο περιεχομένου μόνο από εξουσιοδοτημένους - γνωστούς διακομιστές περιεχομένου (βίντεο, προσωρινή αποθήκευση) αποκλείοντας οποιονδήποτε άλλο, ο οποίος δεν έχει εξουσιοδότηση.

3.3.7 Συστήματα τιμολόγησης και υποστήριξης

Η πλατφόρμα IPTV παρέχει την δυνατότητα διασύνδεσης τα ήδη υπάρχοντα συστήματα Τιμολόγησης και Υποστήριξης (BSS και OSS) τα οποία χρησιμοποιούνται από τον κάθε πάροχο της υπηρεσίας. Στην περίπτωση παρόχων που ήδη προσέφεραν υπηρεσίες δύο επιπέδων, ο σχεδιασμός της πλατφόρμας για ην

υπηρεσία διαδικτυακής τηλεόρασης περιλάμβανε την διασύνδεση με τα υπάρχοντα συστήματα υποστήριξης.

Η παρούσα εργασία δεν εξετάζει την περίπτωση των συστημάτων τιμολόγησης και των υποστηρικτικών συστημάτων (billing & support systems).

Σε μια υλοποίηση διαδικτυακής τηλεόρασης οι γενικές γραμμές που ακολουθούνται σχετικά με την διασύνδεση αυτών των συστημάτων είναι οι ακόλουθες:

Όσον αφορά το σύστημα OSS, υπάρχει διασύνδεση με το μεσισμικό η οποία επιτρέπει, στην ομάδα υποστήριξης χρηστών του παρόχου παροχής υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης, μέσω ειδικού γραφικού περιβάλλοντος το οποίο επιτρέπει να γίνει αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με την υπηρεσία του χρήστη για την άμεση επίλυση προβλημάτων. Η διασύνδεση αυτή γίνεται με χρήση της τεχνολογίας Simple Object Access Protocol - SOAP, η οποία επιτρέπει την εύκολη διασύνδεση των δύο συστημάτων μέσω της χρήσης του πρωτοκόλου HTTP, για ανταλλαγή δομημένης πληροφορίας .

Όσον αφορά το σύστημα BSS του παρόχου παροχής υπηρεσιών διαδικτυακής τηλεόρασης, πρέπει μέσω διασύνδεσης με το μεσισμικό να μπορεί να λάβει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τις αγορές του χρήστη και την χρέωση που του αναλογεί. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να μεταφερθούν με χρήση τεχνολογίας SOAP όπως και στην περίπτωση του OSS.

3.3.8 Διαθεσιμότητα υπηρεσίας και Διαχείριση φορτίου

Η επίτευξη υψηλής διαθεσιμότητας των συστημάτων επιτυγχάνεται με την ύπαρξη πλεονάζοντων πόρων, την αποτελεσματική διαχείριση φορτίου κίνησης και του εντοπισμού σφαλμάτων στο δίκτυο της υπηρεσίας IPTV. Η τεχνική η οποία χρησιμοποιείται από την πλατφόρμα για την επίτευξη της απαίτησης αυτής είναι η κατανεμημένη (distributed) αρχιτεκτονική η οποία διασφαλίζει τους πλεονάζοντες πόρους (redundancy) και την σωστή διαχείριση φορτίου (load balancing).

Η κατανεμημένη αρχιτεκτονική αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με:

- περιορισμούς του εύρους ζώνης – χωρητικότητα (bandwidth)
- προβλήματα απόδοση οπτικών ινών

- ανάγκη επέκτασης του συστήματος (scalability)
- αύξηση πλεοναζόντων πόρων δικτύου (redundancy)

Η IPTV πλατφόρμα μπορεί να διαχωριστεί σε 3 επίπεδα κατανομής:

- Πρώτο επίπεδο: Αποτελείται από το κέντρο δεδομένων όπου γίνεται η εισαγωγή περιεχομένου. Η υλοποίηση γίνεται από το σύστημα Βιβλιοθήκης η οποία και κάνει τη βασική διανομή του περιεχομένου στους χρήστες αλλά και στα υπόλοιπα επίπεδα.
- Δεύτερο επίπεδο: Γίνεται εξειδικευμένη διανομή με βάση την τοποθεσία. Για παράδειγμα τοπικά κανάλια που μεταδίδονται σε άλλες πόλεις εκτός Αθηνών.
- Τρίτο επίπεδο: Σε περίπτωση που υπάρχει αυξημένη ζήτηση για συγκεκριμένο περιεχόμενο, περιλαμβάνεται η δυνατότητα προώθησης σε διακομιστές κοντά στην περιοχή του χρήστη και διανομή του περιεχομένου αυτού.

3.3.9 Διαχείριση παρακολούθησης, αναφοράς και συναγερμών απόδοσης συστήματος

Η πολυπλοκότητα της IPTV πλατφόρμας απαιτεί την εύρεση αξιόπιστων και ευέλικτων τρόπων καταγραφής των ενεργειών που πραγματοποιούνται από τα στοιχεία της πλατφόρμας καθώς και το τελικό αποτέλεσμα που προκύπτει. Υπάρχουν μηχανισμοί μέσω των οποίων είναι διαθέσιμες οι πληροφορίες που αφορούν την απόδοση της πλατφόρμας και την ποιότητα της υπηρεσίας. Παράλληλα για την ομαλή διεξαγωγή της υπηρεσίας υπάρχει οργανωμένο σύστημα αναφορών καθώς και διαχείριση συναγερμών συστήματος έτσι ώστε σε περίπτωση που προκύψει κάποιο σφάλμα που επηρεάζει την υπηρεσία σε οποιοδήποτε επίπεδο να μπορεί εύκολα και με ελάχιστο κόστος να διαγνωσθεί και να αντιμετωπισθεί. Επίσης το σύστημα μπορεί να αποθηκεύει στατιστικά στοιχεία της υπηρεσίας τα οποία είναι χρήσιμα τόσο σε εμπορικό επίπεδο, παραδείγματος χάρη για τον εντοπισμό των δημοφιλέστερων καναλιών η προβολών αποθηκευμένων βίντεο, όσο και για την βελτίωση της ήδη παρεχόμενης υπηρεσίας.

Τα στατιστικά στοιχεία, οι αναλύσεις και οι δείκτες που εξάγονται από τα συστήματα βοηθούν στη στοχευμένη παροχή διαδραστικών υπηρεσιών σε συγκεκριμένο αριθμό

χρηστών καθώς και παροχή υπηρεσιών διαδραστικής διαφήμισης (interactive advertising).

3.3.9.1 Παρακολούθηση-Αναφορά-Συναγερμοί

Το σύστημα ελέγχου της υπηρεσίας περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία του δικτύου και της πλατφόρμας καθώς και το περιεχόμενο βίντεο. Ο αποτελεσματικός έλεγχος γίνεται εφικτός ελέγχοντας σχεδόν κάθε στοιχείο του δικτύου και της πλατφόρμας. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται χωρίς διακοπή όλο το 24ωρο έτσι ώστε να υπάρχει συνολική εικόνα για την υπηρεσία και τα πιθανά προβλήματα. Όταν προκύψει κάποιο πρόβλημα ενημερώνεται το κεντρικό σύστημα και δημιουργείται ένας συναγερμός ο οποίος παραμένει μέχρι να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα. Η ανταλλαγή των δεδομένων ελέγχου μεταξύ των στοιχείων της πλατφόρμας υποστηρίζεται μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης και ελέγχου SNMP.

3.3.9.2 Απόδοση

Ο έλεγχος της συνολικής ποιότητας της υπηρεσίας IPTV περιλαμβάνει το κεντρικό σημείο συγκέντρωσης περιεχομένου (Head - End), το κάθε σημείο του δικτύου μέχρι και την τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV και εξασφαλίζεται από τον πάροχο. Η επίδοση του δικτύου αφορά την ποιότητα ροής περιεχομένου βίντεο κυρίως από την πλευρά του χρήστη και την επιβάρυνση του δικτύου είτε σε επίπεδο εύρους ζώνης είτε κάθε δικτυακού στοιχείου ξεχωριστά όπως διακομιστές, μεταγωγείς, χρήση επεξεργαστικής ισχύς).

4. Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας σε πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης

4.1 Υπηρεσίες για την Διαδικτυακή τηλεόραση

Το κύριο χαρακτηριστικό της τηλεόρασης πρωτόκολλου διαδικτύου (IPTV) είναι η δυνατότητα παροχής ενός συνόλου από «ετερογενείς» υπηρεσίες με δυνατότητες παροχής υπηρεσιών κατ' απαίτηση (on demand) και επίσης παροχή διαδραστικών υπηρεσιών (interactive). Η παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών την διαφοροποιεί και από την παροχή «κλασσικών» υπηρεσιών της γραμμικής τηλεόρασης δηλαδή την καθολική μετάδοση τηλεοπτικού σήματος [9], [27].

Μια πρώτη κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών που προσφέρει η διαδικτυακή τηλεόραση μπορεί να είναι:

- Υπηρεσίες μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (Broadcast υπηρεσίες): Υλοποιούνται με την ταυτόχρονη μετάδοση περιεχομένου στο σύνολο των χρηστών της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης, έχοντας ως πλεονέκτημα την μικρότερη επιβάρυνση για το δίκτυο. Είναι αυτές οι οποίες βρίσκονται πιο κοντά στο παραδοσιακό μοντέλο του “broadcast TV”.
- Υπηρεσίες κατ' απαίτηση (On demand υπηρεσίες): Χαρακτηρίζονται από την ξεχωριστή μετάδοση του περιεχομένου στην κατεύθυνση του χρήστη και μόνο μετά από απαίτηση του ιδίου.

Και στις δύο κατηγορίες υφίσταται μετάδοση διαφορετικών τύπων δεδομένων προς την πλευρά του χρήστη. Ο χρήστης λαμβάνει τα δεδομένα μέσω του αποκωδικοποιητή – τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV. Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV - STB βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του χρήστη και είναι ο τελικός αποδέκτης του περιεχομένου, ο οποίος και αναλαμβάνει την παρουσίαση των υπηρεσιών είτε μέσω της κλασσικής συσκευής τηλεόρασης είτε μέσω άλλων συσκευών (προσωπικός υπολογιστής, έξυπνο τηλέφωνο, ταμπλέτα κ.α

4.1.1 Υπηρεσίες μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (Broadcast services)

4.1.1.1 Μετάδοση τηλεόρασης

Η μετάδοση τηλεόρασης - TV Broadcasting αφορά την παραδοσιακή υπηρεσία διανομής ψηφιακών τηλεοπτικών καναλιών τα οποία μπορεί να είναι είτε ελεύθερα κανάλια, είτε συνδρομητικά. Τα κανάλια είναι οργανωμένα σε κατηγορίες σύμφωνα με κριτήρια τα οποία καθορίζει ο πάροχος. Ο συνδρομητής μπορεί να επιλέξει ποιες από τις υπάρχουσες κατηγορίες θέλει να παρακολουθεί ή και να φτιάχνει δικά του μπουκέτα καναλιών. Παρέχεται η δυνατότητα επιβολής κλειδώματος σε κανάλια που ο ίδιος δεν επιθυμεί (parental lock).

4.1.1.2 Μετάδοση ήχου

Οι υπηρεσίες ήχου - audio services παρέχουν στους συνδρομητές τη δυνατότητα ακρόασης μουσικής χρησιμοποιώντας την τηλεόραση. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες ραδιοφώνου καθώς και τις υπηρεσίες μουσικής κατ' απαίτηση του συνδρομητή "music on demand" υπηρεσίες, όπου ο συνδρομητής επιλέγει από μια βιβλιοθήκη την μουσική που θέλει να ακούσει.

Είναι κατανοητό ότι οι υπηρεσίες ήχου μπορεί να είναι είτε με εκπομπή - unicast (μουσική κατ' απαίτηση), είτε μετάδοση - multicast (live υπηρεσίες ραδιοφώνου).

4.1.1.3 Υπηρεσίες παρακολούθησης με πληρωμή (Pay Per View - PPV)

Η υπηρεσία παρακολούθησης με πληρωμή (Pay Per View) παρέχει την δυνατότητα στους χρήστες να παρακολουθήσουν ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα, όπως ένα ποδοσφαιρικό αγώνα ή κάποια ταινία, χωρίς να έχουν εγγραφεί στην συγκεκριμένη υπηρεσία. Ο χρήστης καταβάλλει το χρηματικό αντίτιμο μέσω του μηνιαίου λογαριασμού ανάλογα και επιλέγει την διάρκεια της παρεχόμενης υπηρεσίας μεμονομένα.

4.1.1.4 Υπηρεσία σχετικής προβολής βίντεο κατ' απαίτηση (Near Video on Demand - NVoD)

Η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι σχεδόν πανομοιότυπη με την υπηρεσία παρακολούθησης με πληρωμή (PPV). Η διαφορά τους έγκειται στο ότι στην υπηρεσία σχετικής προβολής βίντεο κατ' απαίτηση, τα κανάλια δημιουργούνται κεντρικά από τον διαχειριστή της πλατφόρμας διαδικτυακής τηλεόρασης αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε στο κάθε κανάλι να γίνεται πολλαπλή μετάδοση του ίδιου περιεχομένου αλλά μετατοπισμένο χρονικά σε σταθερά χρονικά διαστήματα. Αυτή η υπηρεσία είναι πολύ χρήσιμη σε περιπτώσεις που ένας πολύ μεγάλος αριθμός συνδρομητών επιθυμεί να παρακολουθήσει το ίδιο περιεχόμενο που υπό φυσιολογικές συνθήκες θα ήταν διαθέσιμο σαν εκπομπή [7], [9], [10], [22].

4.1.2 Διαδραστικές On-demand Υπηρεσίες Βίντεο

4.1.2.1 Βίντεο κατ' απαίτηση (VoD)

Η συγκεκριμένη υπηρεσία παρέχει την δυνατότητα στους χρήστες να επιλέξουν την ταινία ή οποιαδήποτε άλλο τηλεοπτικό περιχόμενο θέλουν να παρακολουθήσουν. Η επιλογή γίνεται μέσω ενός διαδραστικού υποσυστήματος και ουσιαστικά ο χρήστης έχει πρόσβαση σε μία πληθώρα επιλογών από τις ψηφιακές βιβλιοθήκες του παρόχου. Παράλληλα προσφέρει όλες τις κλασσικές λειτουργίες μίας συσκευής βίντεο όπως παύση (pause), προώθηση (forward), γρήγορη προώθηση (fast forward), επαναφορά (rewind).

Τα βίντεο είναι διαθέσιμα στους συνδρομητές για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Ο χρήστης επιλέγει ένα ηλεκτρονικό κατάλογο, μέσω του ηλεκτρονικού οδηγού και η απαίτηση του στέλνεται σε συγκεκριμένο στοιχείο της πλατφόρμας που είναι ο διακομιστής βίντεο κατ' απαίτηση (VoD Server) και από εκεί στέλνεται μέσω σήματος unicast στην τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV του χρήστη έτσι ώστε να το παρακολουθήσει. Η συγκεκριμένη υπηρεσία αποτέλεσε για αρκετά χρόνια τον κύριο λόγο που ανάγκασε τους παρόχους να αναπτύξουν υποδομές για διαδικτυακή τηλεόραση. Είναι από τις πρώτες και κύριες υπηρεσίες μαζί με την μετάδοση τηλεοπτικού σήματος που προσφέρουν κατά κόρον οι πάροχοι υπηρεσιών.

4.1.2.2 Θέαση με χρονική ολίσθηση (Time Shifted TV - TSTV)

Η υπηρεσία θέασης με χρονική ολίσθηση (Time Shifted TV) αποτελεί έναν συνδυασμό της υπηρεσίας μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος (TV Broadcasting) και της υπηρεσίας παρακολούθησης βίντεο κατ' απαίτηση (video on demand). Στην ουσία ο συνδρομητής μπορεί να παρακολουθήσει το τηλεοπτικό πρόγραμμα που επιθυμεί όποια στιγμή είναι βολική για αυτόν. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι λειτουργίες όπως παύση (pause), προώθηση (forward), γρήγορη προώθηση (fast forward), επαναφορά (rewind), είναι διαθέσιμες και για τα τηλεοπτικά κανάλια.

Ουσιαστικά όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί κάποια από τις λειτουργίες παύσης, προώθησης, κ.α., το περιεχόμενο της τηλεοπτικής μετάδοσης που παρακολουθεί την συγκεκριμένη χρονική στιγμή αποθηκεύεται προσωρινά είτε σε κάποιο διακομιστή είτε στην τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV του χρήστη, αν η συγκεκριμένη συσκευή έχει αυτή την δυνατότητα.

Γίνεται κατανοητό ότι όταν ο χρήστης απαιτήσει την παρακολούθηση του συγκεκριμένου προγράμματος, κάποια άλλη χρονική στιγμή, τότε αποστέλλεται ένα unicast σήμα από την τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV.

4.1.2.3 Catch-Up TV (CUTV)

Η Catch-Up TV είναι μία επέκταση της τηλεόρασης θέασης με χρονική ολίσθηση TSTV. Δίνει την δυνατότητα για αποθήκευση ενός ζωντανού καναλιού και την παρακολούθηση του από τον χρήστη σε μεταγενέστερη στιγμή όταν αυτός επιλέξει μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά περιθώρια. Ένα ζωντανό κανάλι δηλαδή, γίνεται διαθέσιμο στον χρήστη σαν ένα στοιχείο βίντεο κατ' απαίτηση - VoD.

Τα κανάλια ή το πρόγραμμα που θα αποθηκευτεί αποφασίζεται από τον πάροχο. Η αποθήκευση γίνεται σε έναν κεντρικό διακομιστή και το περιεχόμενο παρέχεται στον συνδρομητή σαν μια ροή μετάδοσης unicast.

4.1.2.4 Προσωπικοί Ψηφιακοί καταγραφείς Βίντεο (Personal Video Recorder (PVR))

Ο προσωπικός καταγραφέας βίντεο παρέχει την δυνατότητα στον συνδρομητή να παρακολουθήσει το πρόγραμμα με χρονική ολίσθηση αυτού. Όπως και οι καταγραφείς βιντεοκασέτας, ο προσωπικός καταγραφέας βίντεο καταγράφει τα

προγράμματα τα οποία επιθυμεί να παρακολουθήσει ο χρήστης αργότερα. Το περιεχόμενο μπορεί να αποθηκευτεί είτε στην τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV (client based PVR), αν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, είτε σε κεντρικό διακομιστή (nPVR) ο οποίος ουσιαστικά είναι ο ψηφιακός διαδικτυακός καταγραφέας βίντεο.

4.1.3 Υπηρεσίες Προστιθέμενης Αξίας

4.1.3.1 Περιήγηση στο διαδίκτυο / Ταχυδρομείο / Συνομιλία

Δίδεται η δυνατότητα για πρόσβαση στο διαδίκτυο, στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και σε κανάλια συνομιλιών μέσω της τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV και την τηλεόραση. Βασικό ρόλο σε αυτή την δυνατότητα παίζει η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV και οι λειτουργίες της.

4.1.3.2 Τηλεφωνία

Η ενοποίηση της τηλεφωνίας και της τηλεόρασης δίνει την δυνατότητα προσφοράς μιας πληθώρας υπηρεσιών μερικές από τις οποίες είναι η αναγνώριση κλήσης στην τηλεόραση, δρομολόγηση κλήσεων, διάθεση κλήσης, κλήση με επιλογή, βιντεοκλήση και συνδιάλεξη. Η υπηρεσία αυτή προς το παρόν δεν δίδεται από κανέναν πάροχο σε παγκόσμιο επίπεδο λόγω των τεχνολογικών περιορισμών των τερματικών συσκευών υπηρεσίας IPTV, καθώς και των απαιτήσεων που απαιτούνται σε επίπεδο χωρητικότητας δικτύου αλλά και των συνδυαστικών εμπορικών πακέτων που προσφέρουν οι πάροχοι. Πάρολα αυτά με την προσθήκη κατάλληλου εξοπλισμού τηλεφωνα νοip κ.α. στην τερματική συσκευή είναι εφικτή η χρήση υπηρεσιών τηλεφωνίας.

4.1.3.3 Υπηρεσία Παιχνιδιών

Η υπηρεσία παιχνιδιών (gaming) επιτρέπει στους συνδρομητές να παίζουν παιχνίδια χρησιμοποιώντας την τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV και την τηλεόρασή. Τα παιχνίδια μπορεί να είναι ενός παίκτη ή πολλαπλών παικτών. Επίσης μπορούν οι χρήστες να ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους. Αν το IPTV STB δεν

διαθέτει κάρτα γραφικών τότε τα παιχνίδια είναι web based ή απαιτείται περαιτέρω εξοπλισμός στην πλατφόρμα της διαδικτυακής τηλεόρασης (IPTV).

Στον επιπλέον εξοπλισμό αυτό της πλατφόρμας θα γίνεται όλη η απαραίτητη επεξεργασία και το αποτέλεσμα θα στέλνεται στο IPTV STB σαν μία ροή μετάδοσης που απλά θα το προβάλλει στην οθόνη.

5. Εξελίξεις στην Διαδικτυακή τηλεόραση

5.1.1 Εξελιγμένες υπηρεσίες

Οι εξελιγμένες υπηρεσίες αναφέρονται σε μελλοντικές υπηρεσίες που υπάρχει τάση να αναπτυχθούν από την αγορά με βάση της ραγδαία αύξηση χρήσης ταμπλετών και έξυπνων τηλεφώνων.

Οι εξελιγμένες υπηρεσίες IPTV προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα:

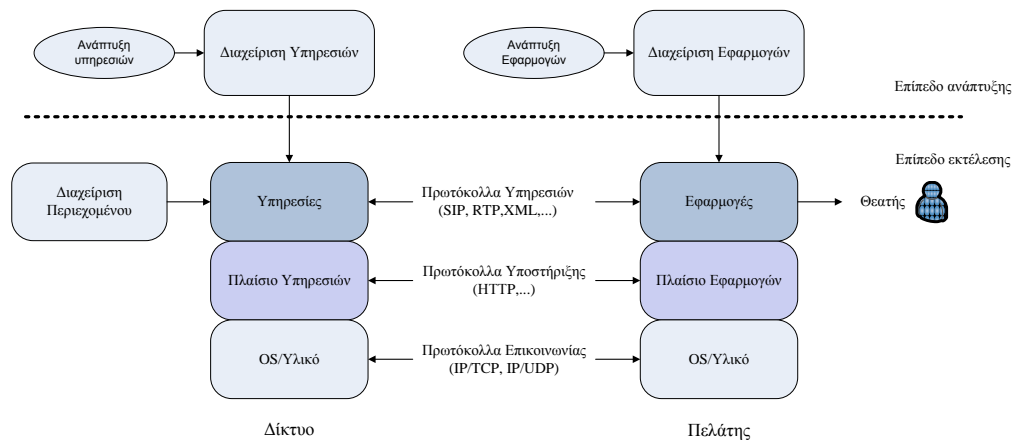
- Γίνεται προσαρμογή περιεχομένου, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί και να ελεγχθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε το περιεχόμενο να μπορεί να εξατομικευθεί για συγκεκριμένους θεατές και συσκευές. Αυτό είναι εφικτό καθώς η IPTV έχει κληρονομήσει την διαχείριση δεδομένων και τις δυνατότητες της διεπαφής χρήστη από τις εφαρμογές δικτύου (Web applications).
- Οι IP υπηρεσίες, μπορούν να παραδοθούν σε οποιαδήποτε συσκευή με δυνατότητα σύνδεσης IP, η οποία μπορεί να εμφανίσει το σχετικό περιεχόμενο όπως οικιακό STB, H/Y, έξυπνο τηλέφωνο ή ακόμα και σύστημα εικόνας - ήχου αυτοκινήτου με ασύρματη πρόσβαση.
- Η εξελίξεις στην διαχείριση ταυτότητας (IdM), επιτρέπουν στην ίδια ταυτότητα χρήστη μαζί με τις προτιμήσεις τις, να συσχετισθεί με πολλαπλές συσκευές ανεξαρτήτως με την συσκευή που χρησιμοποιείται.
- Οι διαφημιστικές καταχωρίσεις μπορούν να εξατομικευθούν για μεμονωμένους θεατές, να πολυπλεχθούν σε μια ροή IP περιεχομένου σε πολλά σημεία στην αλυσίδα παράδοσης.
- Η εξατομίκευση της IPTV μπορεί να αυξήσει την συμμετοχή του χρήστη στις υπηρεσίες και να προωθήσει την κέρδος από την υψηλή ποιότητα υπηρεσιών προσαρμόζοντας της υπηρεσίες στις προτιμήσεις των μεμονωμένων θεατών. Μπορεί να βοηθήσει στην διατήρηση και αύξηση των συνδρομητών συσχετίζοντας τις εξατομικευμένες υπηρεσίες με τον πάροχο, μειώνοντας τα λειτουργικά έξοδα. Μια μελλοντική δυνατότητα για προχωρημένη IPTV θα είναι η δυνατότητα να αναγνωρίζεται ποιος παρακολουθεί είτε ατομικά είτε ομάδα ατόμων.

5.1.1.1.1 Μεσισμικό

Το μεσισμικό του υποσυστήματος της υπηρεσίας IPTV διαχειρίζεται την ροή περιεχομένου από τον πάροχο περιεχομένου στον τελικό χρήστη - συνδρομητή. Κατά την μεταφορά το περιεχόμενο καθώς και το φορμά αυτού μπορεί να:

1. Προσαρμόζεται στις διαφορετικές δυνατότητες της συσκευής ή τις διαφορετικές αναλύσεις οθόνης.
2. Παρουσιάζεται στους θεατές ως μέρος δεσμοποιημένης υπηρεσίας ή ως προσφορά εμπορικής προώθησης.
3. Είναι κρυπτογραφημένο ώστε να επιβάλλεται έλεγχος πρόσβασης και διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων.
4. Είναι προσαρμοσμένο στις προτιμήσεις των θεατών, τα δικαιώματα ή και τις δημογραφικές ιδιαιτερότητες.

Όπως και με άλλα συστήματα λογισμικού, κάθε στρώμα στη στοίβα πρωτοκόλλου στους διακομιστές μεσισμικού επικοινωνεί με το αντίστοιχο στρώμα του πελάτη σε μια τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV - STB, υπολογιστή, έξυπνο τηλέφωνο ή άλλη συσκευή του χρήστη όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα [4], [18], [48].



Γράφημα 46- Μεσισμικό IPTV

Ωστόσο η επεξεργασία στον διακομιστή μεσισμικού περνά μέσα από πολλά βήματα προσαρμογής ως την τελική παρουσίαση. Επιπλέον, τα μηνύματα ελέγχου ταξιδεύουν μέσω ενός καναλιού επιστροφής (backchannel) από τον συνδρομητή προς τον διακομιστή στα αντίστοιχα επίπεδα της στοίβας πρωτοκόλλου IPTV.

Τα μηνύματα ελέγχου χρησιμοποιούνται για να ενώσουν ομάδες εκπομπής, να επιλέξουν το περιεχόμενο βίντεο για VoD, να προσδιορίσουν το φορμά, να ελέγξουν

την αναπαραγωγή της ροής περιεχομένου βίντεο, ή να διαχειριστούν τις προτιμήσεις του χρήστη, μεταξύ άλλων λειτουργιών ελέγχου.

5.1.1.1.2 Κωδικοποίηση δικτύου και κυκλοφορία IP

Η διανομή του φαινομενικά μεγάλου συνδυασμού τελικών συσκευών χρήστη, των διαφορετικών αναλύσεων και συσκευών κωδικοποίησης, συνήθως απαιτεί είτε πολλαπλές μεταδόσεις είτε μη αποδοτική κωδικοποίηση της ροής βίντεο είτε και τα δύο μαζί. Ενώ οι τεχνικές συμπίεσης βίντεο όπως η Κλιμακούμενη Κωδικοποίηση Βίντεο (SVC) και οι τεχνικές κωδικών διαγραφής παρέχουν λύσεις στις εισόδους και εξόδους του δικτύου, τα ζητήματα τα οποία παραμένουν είναι το τι μπορεί να γίνει στους ενδιάμεσους κόμβους εντός του δικτύου κορμού [39].

Η κωδικοποίηση δικτύου θεωρεί τα πακέτα σαν πληροφορία και όχι μόνο σαν bit συνδυάζοντας τα με αλγεβρικές δομές ώστε να παρέχει πλεονασμό στοιχείων πληροφορίας. Για την IPTV αυτή η μείξη μπορεί να γίνει πάνω από το πρωτόκολλο IP δημιουργώντας ένα στρώμα κάτω από το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς (TCP) και το UDP. Για την κυκλοφορία TCP αυτή η προσέγγιση είναι πολλά υποσχόμενη και αναμένεται να προωθηθεί στις μεταδόσεις πραγματικού χρόνου.

Μία άλλη προσέγγιση, με χρήση πολλαπλής ανάλυσης κωδικών στην κωδικοποίηση δικτύου, σε ροές που έχουν τον ίδιο κόμβο προορισμού, έχοντας ως στόχο να παράσχει ένα αποτελεσματικό μηχανισμό με κωδικοποίηση τόσο στην πηγή όσο και εντός του δικτύου. Χρησιμοποιεί επίσης την ιδέα του pushback (ανάδραση) για να βοηθήσει το δίκτυο να προσαρμοστεί στις υπάρχουσες συνθήκες δικτύου και να οδηγήσει στο επίπεδο του αναγκαίου πλεονασμού στοιχείων πληροφορίας.

5.1.1.1.3 Μηχανισμοί ασφαλείας

Οι μηχανισμοί ασφαλείας εξουσιοδοτημένης πρόσβασης έχουν την δυνατότητα αναγνώριση και επιβεβαίωσης των συσκευών οι οποίες χρησιμοποιούνται για πρόσβαση στο δίκτυο και την υπηρεσία IP, αναγνώριση της συνδρομής η οποία συσχετίζεται με την συγκεκριμένη συσκευή και εξακρίβωση του πακέτου υπηρεσιών και περιεχομένου τα οποία με την συγκεκριμένη συνδρομή έχει δικαίωμα πρόσβασης. Επιπλέον γίνεται αναγνώριση και επαλήθευση του μεμονωμένου συνδρομητή (για εξατομικευμένη IPTV) και εξακρίβωση των εξουσιοδοτήσεων για τον συγκεκριμένο συνδρομητή. Η διανομή των κλειδιών κρυπτογράφησης στον διακομιστή γίνεται

μέσω κρυπτογράφησης και στην συνέχεια η διανομή των συσχετιζόμενων κλειδιών αποκρυπτογράφησης στην εξουσιοδοτημένη συσκευή.

Τα βήματα κρυπτογράφησης/αποκρυπτογράφησης οδηγούν στη Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (DRM) τα οποία δεν επιτρέπουν στο περιεχόμενο να αντιγραφεί ή να προβληθεί χωρίς τα απαραίτητα δικαιώματα από τον ιδιοκτήτη του περιεχομένου.

Ο συνδρομητής IPTV ο οποίος βρίσκεται στο μέρος της τερματικής υπηρεσίας IPTV αντλεί την πληροφορία του ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος από την διαδικτυακή πύλη Διαχείρισης Περιεχομένου και οι χρήστες επιλέγουν το προτιμώμενο περιεχόμενο από τον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος. Επιπλέον, οι τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV - STB μπορούν να τραβήξουν δεδομένα διάρθρωσης και εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widget) τα οποία δίνουν την δυνατότητα εμφάνισης πληροφοριών από τις καιρικές συνθήκες, την κυκλοφοριακή κίνηση μέχρι και ειδικές διαφημιστικές προσφορές. Για εξατομικευμένη IPTV, οι χρήστες μπορούν να διαμορφώσουν τις προτιμήσεις περιεχομένου, τις προτιμήσεις παρουσίασης, ομαδικές συνδρομές, ρυθμίσεις συνδρομής και άλλες δυνατότητες που μπορεί να παρέχονται από την υπηρεσία [4], [18].

Όταν έχουν πρόσβαση στην IPTV υπηρεσία από εναλλακτικές συσκευές, όπως ένα έξυπνο τηλέφωνο, ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ενός συστήματος πολυμέσων οχήματος η πρόσβαση της υπηρεσίας γίνεται ανάλογα με τις προτιμήσεις τους. Οι προτιμήσεις τους και η διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων συνδέονται με τον μεμονωμένο χρήστη και όχι με την συσκευή ή την συνδρομή.

5.1.1.1.4 Διαφήμιση

Επιπλέον παρότι μέχρι σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό διαφήμισης γίνεται από τους παραδοσιακούς φορείς, εντούτοις υπάρχει η δυνατότητα στοχευμένης διαφήμισης από τους παρόχους υπηρεσίας, με βάση τα γεωγραφικά ή δημογραφικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να προσφερθεί δέσμη υπηρεσιών σε τηλεθεατές με εξειδικευμένα ενδιαφέροντα. Με την μελλοντική εξατομικευμένη IPTV, η διαφήμιση μπορεί να προσαρμοστεί για συγκεκριμένους τύπους τηλεθεατών με βάση τα προσωπικά ενδιαφέροντα και προτιμήσεις. Τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου δίνουν την δυνατότητα να εφαρμοστούν

τεχνικές προσωρινής διακοπής σήματος (blackout) σε αθλητικές εκδηλώσεις και εξουσιοδότηση πρόσβασης σε συγκεκριμένες τερματικές συσκευές χρηστών. Τα κέντρα δεδομένων των παρόχων υπηρεσιών θα είναι υπεύθυνα για την σωστή λειτουργία των συστημάτων έκτακτης ανάγκης τα οποία ενεργοποιούν αυτόματα, κανάλια έκτακτης ανάγκης με σκοπό την προειδοποίηση των τηλεθεατών για κάποιο σημαντικό έκτακτο μήνυμα.

5.1.1.2 Εξατομικευμένη συνδρομητική ταυτότητα

Μεταξύ των δυνατοτήτων της η IPTV επιτρέπει την Εξατομίκευση Συνδρομητικής Ταυτότητας και την εξατομίκευση της υπηρεσίας, η οποία επιτρέπει στους τηλεθεατές να έχουν πρόσβαση σε περιεχόμενο προσαρμοσμένο στις ιδιαίτερες προτιμήσεις τους. Στο πλαίσιο της εξατομικευμένης IPTV, η εξατομικευμένη συνδρομητική ταυτότητα (IdM) περιλαμβάνει την αναγνώριση του τηλεθεατή, την επαλήθευση του χρήστη όταν θέλει πρόσβαση σε ειδικές υπηρεσίες, διαχείριση μεμονωμένων προτιμήσεων, δικαιωμάτων και ομαδικών συνδρομών. Τα χαρακτηριστικά αυτά πρέπει να διασυνδεθούν με τις υποδομές του παρόχου IPTV για την ασφάλεια, κρυπτογράφηση, προστασία ιδιωτικότητας, χρέωση και τιμολόγηση. Η εξατομικευμένη IPTV επιτρέπει τον λεπτομερή έλεγχο και προσαρμόζει την εμπειρία χρήστη που θα αποκτηθεί από το μέσο προβολής με βάση τις ιδιαίτερες προτιμήσεις, το ιστορικό παρακολούθησης, τα δικαιώματα πρόσβασης, την τοποθεσία, την παρουσία, την διάθεση και την δυνατότητα επιλογών τις οποίες έχει ή συσκευή. Η επέκταση της εξατομικευμένης δημιουργίας υπηρεσίας μπορεί να περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Το περιεχόμενο της υπηρεσία IPTV προσαρμόζεται στην μοναδικότητα του προφίλ του μεμονωμένου τηλεθεατή.
- Για να ενεργοποιηθεί το "οποδήποτε" στην υπηρεσία εξατομίκευσης, οι εξουσιοδοτήσεις τηλεθεατών, οι προτιμήσεις και η κατάσταση συνόδου διατηρείται σε μια Βάση Συνδρομητών από τον Διακομιστή Εξατομίκευσης. Αυτά μπορούν να ανακτηθούν από οποιαδήποτε εξουσιοδοτημένη συσκευή-πελάτη έτσι ώστε να μπορεί να αναπαραχθεί μια εξατομικευμένη εμπειρία σε διαφορετικές συσκευές.
- Ένας διακομιστής εξατομίκευσης IPTV προστίθεται για την διαχείριση των δεδομένων εξατομίκευσης και για να οργανώσει τον Ηλεκτρονικό Οδηγό

Προγράμματος και το κατάλογο βίντεο βασιζόμενο στις προτιμήσεις των τηλεθεατών.

- Μια εξατομικευμένη λειτουργία διαχείρισης συνόδου διαχειρίζεται συγκεκριμένες συνόδους IPTV. Οι σύνοδοι προσαρμόζονται για κάθε συνδυασμό τηλεθεατή και τερματικής συσκευής.

Για μεμονωμένα προφίλ χρηστών, ο κάτοχος της συνδρομής προσδιορίζει τους χρήστες οι οποίοι είναι εξουσιοδοτημένοι και μπορούν να χρησιμοποιούν την υπηρεσία. Ο κάθε χρήστης συσχετίζεται με τα στοιχεία δεδομένων τα οποία αντιπροσωπεύουν: τις προτιμήσεις για το περιεχόμενο (είδος, ηθοποιοί, κλπ), προτιμώμενες συσκευές και ρυθμίσεις αυτών, ιστορικό προβολών, σημείο περιεχομένου σε παύση, εξουσιοδότηση για πρόσβαση περιεχομένου (όπως γονικά δικαιώματα για παρακολούθηση περιεχομένου ενηλίκων), προνόμια για διαχείριση του λογαριασμού, παρουσία, διάθεση, περιβάλλον παρακολούθησης (με οικογένεια, μεταμεσονύκτια, σε ταξίδι) και άλλα χαρακτηριστικά. Ο διαχειριστής συνόδου αποστέλλει μηνύματα για έλεγχο κωδικοποίησης, κρυπτογράφησης και παράδοσης για συγκριμένες συσκευές του απαιτούμενου λογισμικού για προβολή του περιεχομένου. Σε πιο προηγμένα συστήματα ο διαχειριστής συνόδου μπορεί να συμμετέχει στις ανταλλαγές με ένα Μεσίτη Υπηρεσιών για την ελαχιστοποίηση των διενέξεων με άλλες μη IPTV υπηρεσίες τις οποίες ο τηλεθεατής μπορεί επίσης να χρησιμοποιεί την ίδια στιγμή.

Οι τηλεθεατές έχουν την δυνατότητα να ενταχθούν σε ομάδες κοινών ενδιαφερόντων αντί να είναι μεμονωμένοι τηλεθεατές. Οι ομάδες αυτές συγκεντρώνουν τηλεθεατές οι οποίοι έχουν κοινά ενδιαφέροντα ή ανήκουν σε όμοια κοινωνικά δίκτυα, όπως φίλοι κινηματογράφου, φίλαθλοι ή άλλες ομάδες κοινών ενδιαφερόντων. Στην κοινωνική τηλεόραση η τηλεοπτική εμπειρία μπορεί να προσαρμοστεί για διαφορετικές ομάδες και να διαμοιραστεί μέσω των μελών της ομάδας[4], [18], [63].

Τέλος, με την εξατομικευμένη IPTV η ταυτότητα χρήστη είναι αποσυνδεδεμένη από οποιαδήποτε συσκευή ή δίκτυο πρόσβασης. Ο τηλεθεατής μπορεί να έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο από οποιαδήποτε συσκευή καθώς η πλατφόρμα IPTV έχει την δυνατότητα να αναγνωρίσει τα δικαιώματα και τις προτιμήσεις του χρήστη από οποιοδήποτε μέσο.

Με την δυνατότητα της IPTV να μπορεί να προβληθεί σε οποιαδήποτε συσκευή, ένα άλλο επίπεδο ανάπτυξης της υπηρεσίας όσον αφορά την προσαρμογή των φορμά των μέσων για τις συσκευές ή λογισμικού προβολής σε αυτές. Για το λόγο αυτό, η διαδικτυακή θύρα Εξατομικευμένης Υπηρεσίας ανταλλάσει μηνύματα με την Αποθήκευση Περιεχομένου ή με τον κωδικοποιητή, ώστε να ανακτηθεί το σωστό φορμά του μέσου για την συγκεκριμένη συσκευή.

Οι μηχανισμοί αναγνώρισης συσκευών από το Ψηφιακό Δυναμικό Δίκτυο Συμμαχίας (DLNA) και το Υποσύστημα Πολυμέσων IP (IMS) προσφέρει τα μέσα για να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά της κάθε συσκευής. Ειδικότερα το υποσύστημα πολυμέσων IP θα επαληθεύει τις συσκευές οι οποίες είναι εξοπλισμένες με την Μονάδα Αναγνώρισης Συνδρομητή (ISIM). Τα μηνύματα του πρωτοκόλλου εκκίνησης συνόδου (SIP) μπορούν να κοινοποιήσουν τις δυνατότητες της κάθε συσκευής. Επιπλέον, το υποσύστημα Πολυμέσων IP επιτρέπει στους πελάτες να καταχωρίσουν μια ή περισσότερες Δημόσιες Ταυτότητες (IMPU) έτσι ώστε η κίνηση IPTV να μπορέσει να δρομολογηθεί σε οποιαδήποτε συσκευή χρησιμοποιεί ο καταχωρημένος τηλεθεατής. Μια συσκευή μπορεί να καταχωρήσει πολλαπλές Δημόσιες Ταυτότητες όπως μια τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV - STB η οποία χρησιμοποιείται από πολλά μέλη της οικογένειας. Επιπλέον η ίδια Δημόσια Ταυτότητα μπορεί να καταχωρηθεί σε πολλαπλές συσκευές όπως για παράδειγμα ένας τηλεθεατής ο οποίος μπορεί να έχει πρόσβαση από μια τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV, ένα Ηλεκτρονικό Υπολογιστή ή ένα έξυπνο τηλέφωνο την ίδια χρονική στιγμή.

Πρόσθετα στοιχεία στην εξατομίκευση μπορούν να περιλαμβάνουν:

- Εξατομίκευση για τους τηλεθεατές με βάση χαρακτηριστικά ατομικά, οικογενειακά ή κοινωνικών ομάδων. Παραμένει σε ερευνητικό επίπεδο το σημείο τομής όπου η εξατομίκευση της εμπειρίας συναντά την κοινωνικοποίηση.
- Διαπραγμάτευση μεταξύ των προτιμήσεων των τηλεθεατών όπου το ίδιο περιεχόμενο παρακολουθείται από μια οικογένεια ή μία ομάδα.
- Φιλτράρισμα τεραστίων ποσοτήτων πληροφορίας για υποστήριξη της εξατομίκευσης και φιλτράρισμα βασισμένο σε συνδρομές σε κοινωνικά δίκτυα (flocking).

- Απόρρητο και ασφάλεια των ατομικής αναγνώρισης και εξατομίκευσης, συμπεριλαμβάνοντας και της παιδική προστασία.

5.2 Εξατομικευμένη εμπειρία και διεπαφή χρήση

Η μελλοντική εξατομίκευση θα ενισχυθεί με την ατομική αναγνώριση, η οποία είναι η διαδικασία αναγνώρισης ενός ατόμου ή ενός συνόλου μπροστά από ένα τηλεοπτικό δέκτη, προκειμένου να προσαρμοστεί η οθόνη στα ενδιαφέροντα και την προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη. Η εξατομίκευση περιλαμβάνει την Γραφική Διεπαφή Χρήστη, η οποία απεικονίζει τις προτιμήσεις - επιθυμίες του χρήστη της υπηρεσίας χρησιμοποιώντας τις αποθηκευμένες καταχωρήσεις των αγαπημένων προγραμμάτων, έτσι ώστε να προσαρμόσει το περιεχόμενο, στις απαιτήσεις του και να μπορεί να απολαύσει το περιεχόμενο οπουδήποτε και αν βρεθεί. Η εξατομίκευση της Γραφικής Διεπαφής Χρήστη και του περιεχομένου μπορεί να επιτευχθεί σε κάποιο βαθμό, μέσω των προηγμένων γραφικών, την εμφάνιση της επιφάνειας της διεπαφής στην οθόνη καθώς και την ενσωμάτωση των αγαπημένων στοιχείων στον Ηλεκτρονικό οδηγό Προγράμματος. Το πιο σημαντικό στοιχείο είναι ότι η ατομική αναγνώριση η οποία θα βοηθήσει στην καλύτερη και πιο στοχευμένη διαφήμιση, βελτιώνοντας την ικανοποίηση τόσο των συνδρομητών όσο και των διαφημιστών.

Η αλληλεπίδραση του χρήστη με την τηλεόραση IPTV εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την συμπεριφορά κατά την θέαση. Σύμφωνα με τον Jenkin [63] προσδιορίζονται τρία διαφορετικά είδη θεατών: τους Εναλλαγείς (Zappers), Πιστούς (Loyals) και τους Περιστασιακούς (Casuals). Οι Εναλλαγείς κάνουν συνεχώς εναλλαγή καναλιών και παρακολουθούν κυρίως αποσπάσματα των εκπομπών. Για αυτούς η γρήγορη εναλλαγή από κανάλι σε κανάλι ή από ένα τύπο περιεχομένου σε κάποιον άλλο είναι ζωτικής σημασίας. Οι Πιστοί επιλέγουν ενδιαφέρον περιεχόμενο και περνάνε περισσότερο χρόνο σχολιάζοντας και αναλύοντας με άλλα άτομα το περιεχόμενο των εκπομπών. Είναι τακτικοί θεατές σειρών και είναι πιο πιθανό να καταγράφουν τις εκπομπές σε Ψηφιακούς εγγραφείς. Ως εκ τούτου η ικανότητα τους να κάνουν εγγραφή εκπομπών και να πλοηγούνται εντός του καταγεγραμμένου περιεχομένου, μπορεί να αντιπροσωπεύει σημαντική αξία, καθώς δίνεται η δυνατότητα με ένα αργό τρόπο να δημιουργήσουν εξατομικευμένα κανάλια τηλεόρασης. Οι περιστασιακοί έχουν μέρη και από τα δύο: θέλουν να μείνουν μακριά

από βαρετές εκπομπές και έχουν την τάση να αλλάζουν τα κανάλια μέχρι να βρουν κάποια εκπομπή που να του κεντρίσει το ενδιαφέρον.

Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί, η Γραφική Διεπαφή Χρήστη και το κάθε τηλεχειριστήριο, να αναγνωρίσει τους θεατές και να προσδιορίσουν τις απαιτήσεις που εμφανίζονται από την ποικιλομορφία των χρηστών είναι σε αναζήτηση.

Μια σειρά από προσεγγίσεις αναπτύσσονται και δοκιμάζονται. Τα παραδοσιακά στοιχεία όνομα χρήστη και κωδικού πρόσβασης είναι δύσχρηστα και ακατάλληλα για την αμεσότητα που απαιτεί η τηλεοπτική εμπειρία. Έχουν σχεδιαστεί και άλλοι μηχανισμοί, όπως αντιστοίχιση avatars, αυτόματη ανίχνευση αριθμού και ταυτότητας ατόμων σε ένα δωμάτιο (μέσω κάμερας ή αναγνώρισης κινητών τηλεφώνων) τα οποία ικανοποιούν τα νέα δεδομένα. Η ατομική ταυτοποίηση θα συνδυάζει στατιστικά στοιχεία, βιομετρικά και στοιχεία κοινής λογικής, όπως π.χ μια εργάσιμη μέρα στις 18:00 σε μία οικογένεια με παιδιά και παρότι ένας ενήλικος κάνει χρήση του τηλεχειριστηρίου, είναι πολύ πιθανό να χρησιμοποιηθεί ο προγραμματισμός για παιδιά για κάποια εύρεση πληροφορίας [4], [18], [63].

Επιπροσθέτως οι διεπαφές αναμένεται να ενσωματώνουν στοιχεία κοινωνικής δικτύωσης, να καθορίζουν ενδιαφέρον, περιεχόμενο ανάλογα με τα ενδιαφέροντα της ομάδας πέρα από τα ατομικά ενδιαφέροντα. Αυτά βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο καθώς η ατομική αναγνώριση αποτελεί θέμα έρευνας.

5.2.1 Δυνατότητες διεπαφής χρήστη

Σαν διαδραστικότητα μπορεί να οριστεί οτιδήποτε οδηγεί τον χρήστη πέρα από την παθητική εμπειρία παρακολούθησης και τον αφήνει να κάνει επιλογές και να ενεργεί όπως επιθυμεί. Η διαδραστική IPTV έχει την δυνατότητα να οδηγήσει την παρακολούθηση της τηλεόρασης από μια καθαρά παθητική σε μια εντελώς ενεργητική δραστηριότητα.

Οι υπηρεσίες αυτές οι οποίες αναπτύσσονται από την μετάβαση σε ενεργό περιβάλλον, οδηγούν όλο και πιο κοντά στην εξατομίκευση των υπηρεσιών.

Η εξατομίκευση απαιτεί επιπλέον δυνατότητες για την συσκευή του συνδρομητή και την διεπαφή χρήστη πέρα από τις υπηρεσίες της συμβατικής τηλεόρασης όπως [4], [18], [63]:

- Οι δυνατότητες για το λογισμικό - πελάτη και την διεπαφή χρήστη χρειάζεται να αναπτυχθούν για διάφορες κατηγορίες συσκευών με τέτοιο

τρόπο έτσι ώστε όλοι οι χρήστες να έχουν μια αξιόπιστη και χωρίς διαφοροποιήσεις εμπειρία θέασης ακόμα και σε διαφορετικούς τύπους συσκευών.

- Κάθε λογισμικό - πελάτης έχει την δυνατότητα προσδιορισμού των δυνατοτήτων της οθόνης κάθε συσκευής έτσι ώστε το περιεχόμενο να μπορεί σωστά να προσαρμοστεί κάθε φορά.
- Κάθε λογισμικό - πελάτης πρέπει να επιτρέπει στον κάθε συνδρομητή - χρήστη να αναγνωρίζετε και να επαληθεύεται ή αλλιώς να επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση και επαλήθευση από τον πελάτη. Επίσης θα πρέπει το λογισμικό - πελάτης να επιτρέπει την ανωνυμία του χρήστη.
- Εκτός από την επαλήθευση του χρήστη, το λογισμικό - πελάτης πρέπει να έχει την δυνατότητα αναγνώρισης και επαλήθευσης της IPTV υπηρεσίας.
- Η συσκευή θα πρέπει να συμμετέχει στην ανταλλαγή κλειδιών και αποκωδικοποίησης η οποία απαιτείται για την CA και DRM. Ειδικότερα με την εξατομικευμένη IPTV τα δικαιώματα ψηφιακής διαχείρισης περιεχομένου θα πρέπει να συνδέονται με τον χρήστη και όχι με την συσκευή, έτσι ώστε ο πελάτης να συμμετέχει σε ανταλλαγές πιστοποιητικών τα οποία θα μεταφέρουν τα δικαιώματα από συσκευή σε συσκευή του ίδιου με βάση τα δικαιώματα του χρήστη.
- Το λογισμικό-πελάτης IPTV πρέπει να επεκταθεί δίνοντας το δικαίωμα στους χρήστες να εισάγουν και να ανανεώνουν τις προτιμήσεις τους στο λογαριασμό τους.
- Το λογισμικό-πελάτης πρέπει να έχει την δυνατότητα δήλωση της παρουσίας χρήστη ή της θέσης του.
- Το λογισμικό-πελάτης πρέπει να είναι προσαρμόσιμο και να προσαρμόζεται στις εκάστοτε προτιμήσεις του χρήστη. Σαν παράδειγμα η διεπαφή χρήστη για έναν έφηβο μπορεί να προσαρμοστεί διαφορετικά από αυτό ενός ενηλίκου.
- Όλα αυτά πρέπει να γίνουν όσο το δυνατόν σε διαφανή πλαίσιο, ώστε να μην διαταραχθεί η τηλεοπτική εμπειρία.

5.2.2 Νέα Γραφική Διεπαφή Χρήστη

Μετά την επιτυχία στην παροχή εξατομικευμένων πληροφοριών στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στον κινητό κόσμο, τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widget) εισβάλλουν σταδιακά και την αγορά της τηλεόρασης. Στην τηλεόραση τα στοιχεία αυτά παραδίδουν παρόμοια πληροφορία μέσω των μικρών και εξειδικευμένων εφαρμογών. Επί του παρόντος τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων της IPTV είναι υπό τον έλεγχο των παρόχων ή των κατασκευαστών του τηλεοπτικού δέκτη, οι οποίοι τις βλέπουν σαν μέσο αύξησης εσόδων μέσω της διαφήμισης και της τοποθέτησης προϊόντων. Σε πιο προχωρημένες εφαρμογές, τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εξατομικευμένες διεπαφές, λαμβάνοντας υπόψη τον χρήστη, το περιεχόμενο, τις συσκευές, την ώρα και τον χώρο, τόσο για τις συνδεδεμένες εφαρμογές (αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο που παρακολουθείται) όσο και με τις ασύνδετες εφαρμογές (EPG, πρόγνωση τοπικού καιρού, κίνησης κλπ). Για τους Εναλλαγείς οι εφαρμογές αυτές μπορούν να συνοψίσουν ότι πληροφορία υπάρχει για τα υπόλοιπα κανάλια. Οι Πιστοί θα μπορούν να έχουν πληροφόρηση για την αγαπημένη τους εκπομπή επιλέγοντας την επιθυμητή εφαρμογή. Οι Περιστασιακοί μπορεί να ενδιαφέρονται περισσότερο για την κοινωνική επικοινωνία. Αλληλεπιδρούν με τα Άμεσα Μηνύματα (IM), ενημερώνονται για την κίνηση, τον καιρό και ανταλλάσσουν φωτογραφίες με φίλους [4], [18], [63].

Τα εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων καθώς επίσης και οι πάροχοι ειδοποιήσεων και ασύγχρονης πληροφορίας πρέπει να ακολουθήσουν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές, Ένα από τα σημαντικά στοιχεία είναι να μην προκαλεί ανεπιθύμητες και περιττές διακοπές και να μην αποσπά την προσοχή του χρήστη όταν παρακολουθεί τηλεόραση. Η ενσωμάτωση του twitter στην τηλεόραση για παράδειγμα, χρειάζεται να φιλτράρει την ροή πληροφορίας και να εμφανίζει μόνο αυτά που προέρχονται από φίλους και την οικογένεια και όχι από αγνώστους, καθώς επίσης να υπάρχει πρόνοια για προσβλητικά σχόλια τα οποία θα πρέπει να αφαιρεθούν. Ενώ η προσθήκη της κοινωνικής επικοινωνίας στην τηλεοπτική εμπειρία είναι σε γενικές γραμμές πολλά υποσχόμενη, εν τούτοις η υλοποίηση της θα πρέπει να αποφεύγει την κατάληψη μεγάλου μέρους της οθόνης έτσι ώστε να μην μπορεί να παρακολουθηθεί η επιθυμητή εκπομπή. Αν και η IPTV προσφέρει δυνατότητες

πρόσβασης στον παγκόσμιο, φυλλομέτρητη ιστού και αναζήτησης, αυτές οι δυνατότητες πρέπει επίσης να προσαρμοστούν στην οθόνη της τηλεόρασης και στην τηλεοπτική εμπειρία. Σε σύγκριση με τις μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο, η αναζήτηση και το φιλτράρισμα των πληροφοριών στην IPTV θα πρέπει να είναι εντελώς διαφορετική. Ενώ οι μηχανές αναζήτησης του διαδικτύου απαιτούν ένα σύνολο από λέξεις - κλειδιά που πρέπει να εισαχθούν στο πεδίο αναζήτησης και να επιστραφεί μια λίστα συχνά άσχετων αποτελεσμάτων αυτό δεν είναι εφικτό στο περιβάλλον αυτό της IPTV. Οι τεχνικές εξατομίκευσης θα επιτρέψουν στο μεσισμικό να φιλτράρει καλύτερα τις μη σχετικές πληροφορίες, παρέχοντας έτσι ένα σύστημα με μεγαλύτερη ακρίβεια πληροφοριών και πιο ισορροπημένη βαθμολόγηση περιεχομένου.

5.2.3 Νέα Φυσική Διασύνδεση

Ενώ η Γραφική Διεπαφή Χρήστη κάνει σταθερή πρόοδο, η φυσική διεπαφή εξακολουθεί να αποτελείται από τα τηλεχειριστήρια τα οποία υπάρχουν από την εποχή την τηλεόρασης και του VCR (εγγραφή βιντεοκασέτας). Η έλευση των έξυπνων τηλεφώνων με οθόνες αφής έχει δημιουργήσει μια νέα κατηγορία διεπαφών απομακρυσμένου ελέγχου ή αλλιώς τηλεχειρισμού. Οι διεπαφές αυτές απεικονίζουν μια εικόνα το παλιού τηλεχειριστηρίου που επιτρέπει τον απευθείας έλεγχο της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV - STB ή ακόμα παρέχει περιορισμένη υποστήριξη για συνδέσεις με συντομεύσεις. Το πρόβλημα με αυτά τις διεπαφές αφής είναι η έλλειψη απτής ανάδρασης, η οποία είναι πολύ σημαντική σε ορισμένες ομάδες χρηστών. Τα κλασσικά τηλεχειριστήρια τα οποία παρέχουν απτή ανάδραση, έχουν πολύπλοκο σύνολο κουμπιών τα οποία ως επί το πλείστον μένουν αχρησιμοποίητα. Η επόμενη γενιά των τηλεχειριστηρίων θα είναι πιο προσωπική, και θα ενσωματώνουν επιλεγμένα χαρακτηριστικά των παιχνιδομηχανών με επιταχυνσιόμετρα και λοιπά απαραίτητα για την επίτευξη της μεγιστοποίησης της τηλεοπτικής εμπειρίας [4], [18], [63].

5.2.4 Τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV Η εξελισσόμενη αγορά

Η εξέλιξη της IPTV οδηγείται και από την ανάπτυξη της νέας αγοράς των τερματικών συσκευών υπηρεσίας IPTV. Τα πρότυπα δεν κάνουν περιγραφή των συσκευών πια, αυτό που έχει σημασία είναι το περιεχόμενο που παρακολουθούν οι

συνδρομητές και όχι οι οθόνες. Τα όρια μεταξύ των τερματικών συσκευών υπηρεσιών - STB, ηλεκτρονικών και φορητών υπολογιστών, έξυπνων τηλεφώνων, παιχνιδιομηχανών και τηλεοπτικών συσκευών με υποστήριξη διαδικτύου είναι πολύ συγκεχυμένα. Η ανάπτυξη της αγοράς οδηγείται από πολλούς παράγοντες όπως, πολλαπλοί τύποι δικτύων πρόσβασης, κινητές συσκευές με δυνατότητες αναπαραγωγής βίντεο, κινητικότητα χρηστών και σχεδόν καθολική ενσωμάτωση υπηρεσιών διαδικτύου. Η εξελισσόμενη αγορά δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο πώς να συνδέει συσκευές και χρήστες σε μοναδικούς λογαριασμούς (IdM), καθώς και πώς να εξασφαλίσει ότι το περιεχόμενο αποστέλλεται στην σωστή μορφή για κάθε τύπο συσκευής (διαχείριση περιεχομένου) προστατεύοντας παράλληλα τα δικαιώματα του ιδιοκτήτη περιεχομένου (DRM).

5.2.5 Τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV και μέλλον

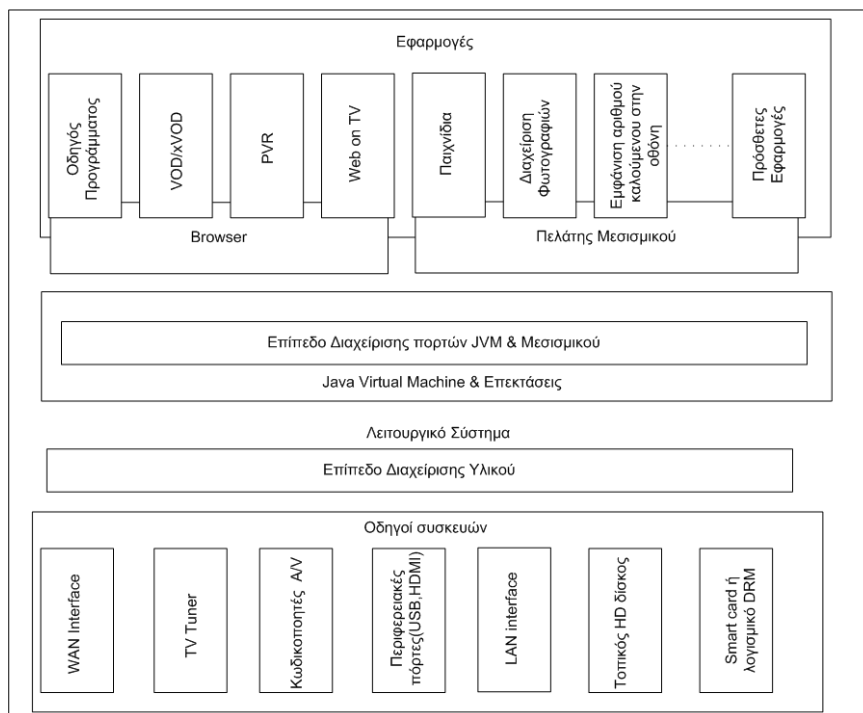
Η τηλεόραση IPTV αρχικά, όπως αναφέρθηκε, ακολούθησε τον παραδοσιακό τρόπο εμπειρίας της τηλεόραση, δηλαδή η τερματική συσκευή υπηρεσίας – STB να συνδέεται σε μια τηλεοπτική συσκευή, να παρέχει το περιεχόμενο στους τηλεθεατές οι οποίοι επιλέγουν τα κανάλια αλλά όμως δεν αλληλεπιδρούν με την υπηρεσία. Αν και αυτός εξακολουθεί να είναι ο κύριος τρόπος παράδοσης έχουν αρχίσει και αναπτύσσονται υπηρεσίες διαδραστικής εμπειρίας.

Ενώ η επιλογή της τερματικής συσκευής μπορεί να φαίνεται όχι τόσο σημαντική, εντούτοις έχει σημαντικές επιπτώσεις σε πολλά υποσυστήματα αυτών όπως κωδικοποιητές και αποκωδικοποιητές βίντεο, διαχείριση δικαιωμάτων και πρόσβαση υπό όρους και άλλα στοιχεία [39].

Τα τυπικά χαρακτηριστικά μιας εμπορικής τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV – IPTV STB με ψηφιακή εγγραφή βίντεο (DVR περιλαμβάνουν κωδικοποιητές βίντεο MPEG-4, επεξεργασία RTP για πολυεκπομπή γραμμικής τηλεόρασης και μονοεκπομπή για βίντεο κατ' απαίτηση, υποστήριξη για διαδραστικότητα και ανατροφοδότηση μέσω RTSP για VoD, IGMP για πολυεκπομπή γραμμικής τηλεόρασης, και RTCP για ανατροφοδότηση RTP. Η συσκευή διαθέτει υποδοχές για υψηλής και βασικής ευκρίνειας τηλεόραση (πχ HDMI για HD) και προστασία περιεχομένου (πχ HDCP της Macrovision).

Μεγάλη ποικιλία προδιαγραφών βίντεο και ήχου υποστηρίζεται από τις συσκευές αυτές, καθώς επίσης και δυνατότητα οικιακού δικτύου. Οι συσκευές αυτές

όμως δεν είναι Προσωπικοί Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές, είναι Κεντρικές Μονάδες Επεξεργασίας (CPU) οι οποίες είναι έχουν ως αποκλειστικό ρόλο την επεξεργασία βίντεο και γραφικών και οι οποίες έχουν το μέγιστο 256MB μνήμης. Όσον αφορά το Λειτουργικό Σύστημα (OS), χρησιμοποιείται ευρέως το Linux καθώς και μία έκδοση των Windows, τα οποία υποστηρίζουν διάφορες λύσεις μεσισμικού, παρότι η αγορά κυριαρχείται από λύσεις σε Microsoft. Συσκευές με μεγαλύτερη μνήμη και υποστήριξη σε νέα πρότυπα όπως H.264/MPEG-4 Προηγμένη Κωδικοποίηση Βίντεο - AVC και Κλιμακούμενη Κωδικοποίηση Βίντεο - SVC αναπτύσσονται και βελτιώνουν την εμπειρία του χρήστη. Ο μέχρι σήμερα κύριος τρόπος διαδραστικότητας με την χρήση υπέρυθρων τηλεχειριστηρίων εξελίσσεται όπως είδαμε πιο πριν, με νέες συσκευές που βελτιώνουν την εμπειρία χρήστη μέσω της αλληλεπίδρασης.



Γράφημα 47 - Διάγραμμα αρχιτεκτονικής τερματικής συσκευή υπηρεσίας IPTV

Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV έχει διαφορετικές δυνατότητες ανάλογα με τον τύπο της συσκευής και τα χαρακτηριστικά αυτής. Η διάθεση και ο τρόπος παράδοσης των υπηρεσιών ποικίλει με τον τύπο της συσκευής. Η τερματική συσκευή συνδέεται μέσω τις διεπαφής δικτύου με τον οικιακό διακομιστή, είτε ασύρματα είτε ενσύρματα προσλαμβάνοντας έτσι το περιεχόμενο από την IPTV πλατφόρμα. Η διασύνδεση με την συσκευή προβολής (τηλεόραση, βίντεο

προτζέκτορας, κ.α) μέσω της διεπαφής σύνδεσης είτε αναλογικά με scart, είτε ψηφιακά με hdmi, είτε και με τα δύο μαζί.

Μια πολύ βασική διαφοροποίηση της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV γίνεται με βάση την ύπαρξη ή όχι σκληρού δίσκου. Όταν η τερματική συσκευή έχει σκληρό δίσκο δίνεται η δυνατότητα αποθήκευσης τοπικά του περιεχόμενου, το οποίο σημαίνει ότι οι υπηρεσίες όπως το TSTV και το PVR μπορούν να γίνουν χωρίς επιβάρυνση του δικτύου με επιπρόσθετη unicast κίνηση αφού το περιεχόμενο θα είναι αποθηκευμένο στον τοπικό δίσκο του STB.

Το μειονέκτημα που υπάρχει είναι ότι η ύπαρξη σκληρού δίσκου αυξάνει σημαντικά το κόστος της τερματικής συσκευής υπηρεσίας IPTV και ότι για την παροχή της υπηρεσίας PVR απαιτείται μεγαλύτερο εύρος ζώνης αφού πρέπει ταυτόχρονα να φτάνουν στον χρήστη η ροή περιεχομένου που παρακολουθεί ζωντανά καθώς και η ροή περιεχομένου που επιθυμεί να αποθηκεύσει.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν σαφείς περιορισμοί σχετικά με το πρόγραμμα, τις εκπομπές που μπορεί να αποθηκεύει ο χρήστης, λόγω των πνευματικών και συγγενικών δικαιωμάτων. Η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV επικοινωνεί συνεχώς με το μεσισμικό και μέσω ενός προγράμματος περιήγησης δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να πλοηγηθεί και να επιλέξει την υπηρεσία που θέλει να χρησιμοποιήσει. Από την στιγμή που ο χρήστης επιλέξει την υπηρεσία η συσκευή αναλαμβάνει να παρουσιάσει το περιεχόμενο στην οθόνη προβολής το οποίο λαμβάνει από το αντίστοιχο στοιχείο της πλατφόρμας. Λόγω της κρυπτογράφησης περιεχομένου που εφαρμόζεται η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV από την στιγμή που είναι αναγνωρισμένη σαν έγκυρη από το μεσισμικό είναι σε θέση, να ενημερώνεται για τα κλειδιά που χρησιμοποιούνται κάθε φορά και να αποκρυπτογραφεί το σχετικό περιεχόμενο.

Από τεχνικής άποψης μια τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV χρειάζεται να υποστηρίζει τα ακόλουθα πρωτόκολλα:

- HTML/DHTML/Javascript: Πρέπει να υπάρχει ένα πρόγραμμα περιήγησης το οποίο υποστηρίζει τα πρωτόκολλα αυτά ώστε να είναι δυνατή η πλοήγηση στον ηλεκτρονικό οδηγό προγράμματος - EPG.
- RTSP: Η παροχή των υπηρεσιών βίντεο κατ' απαίτηση και Θέαση με χρονική ολίσθηση απαιτεί το πρωτόκολλο RTSP το οποίο δίνει την δυνατότητα για

παροχή unicast ροών βίντεο και επιτρέπει τις λειτουργίες της παύσης, της προώθησης και γρήγορης προώθησης στις ροές αυτές περιεχομένου.

- IGMP: Τα κανάλια ευρυεκπομπής μεταδίδονται με κίνηση multicast και για αυτό το λόγο αυτό η τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV πρέπει να κάνει χρήση του πρωτοκόλλου αυτού ώστε να έχει την δυνατότητα IGMP join και IGMP leave.
- DHCP: τερματική συσκευή υπηρεσίας IPTV κατά την εκκίνησή πρέπει να έχει την δυνατότητα να δεσμεύσει προς χρήση μια διεύθυνση IP μέσω του πρωτοκόλλου DHCP.

Η εξέλιξη της IPTV οδηγείται και από το νέο οικοσύστημα των συσκευών. Τα πρότυπα δεν κάνουν περιγραφή των συσκευών πια, αυτό που έχει σημασία είναι το περιεχόμενο που παρακολουθούν οι συνδρομητές και όχι οι οθόνες. Τα όρια μεταξύ των STB, ηλεκτρονικών και φορητών υπολογιστών, έξυπνων τηλεφώνων, παιχνιδιομηχανών και τηλεοπτικών συσκευών με υποστήριξη διαδικτύου είναι πολύ συγκεχυμένα.

5.3 IPTV στην εποχή του Youtube και του OTT βίντεο

Μια από τις σημαντικότερες εξελίξεις των τελευταίων ετών υπήρξε η έκρηξη της παράδοση βίντεο πάνω από το IP πρωτόκολλο (Over the Top IP - OTT IP). Ο όρος OTT IP αναφέρεται στην παράδοση περιεχομένου και υπηρεσιών πάνω από μία υποδομή η οποία δεν είναι κάτω από τον διοικητικό έλεγχο του παρόχου της συγκεκριμένης υπηρεσίας. Ο διαχειριστής του συστήματος δεν εμπλέκεται στον έλεγχο ή τη διανομή του περιεχομένου. Ο πάροχος μπορεί να γνωρίζει το περιεχόμενο των πακέτων IP, αλλά δεν είναι υπεύθυνος, ούτε είναι σε θέση να ελέγξει, το τηλεοπτικό περιεχόμενο, τα πνευματικά δικαιώματα, και την αναδιανομή του περιεχομένου. Ο τρόπος λειτουργίας είναι αντίθετος με την συνδρομητική υπηρεσία περιεχομένου ήχου και βίντεο ενός παρόχου υπηρεσιών διαδικτύου IPTV. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε OTT περιεχόμενου μέσω συσκευών συνδεδεμένων στο διαδίκτυο όπως οι φορητοί υπολογιστές, ταμπλέτες, έξυπνα τηλέφωνα. Ενδεικτικά αναφέρονται οι συσκευές όπως τα iPhone, Ipad και Android τηλέφωνα, αποκωδικοποιητές υπηρεσιών, έξυπνες τηλεοράσεις και κονσόλες παιχνιδιών όπως το

Wii, PlayStation 4 και Xbox 360. Πάροχοι OTT βίντεο είναι η Google, η Netflix, η Yahoo κ.α [4], [8].

5.4 Αντίκτυπος της IPTV στο βίντεο OTT

Η εμπορική ανάπτυξη της IPTV, έχει προωθήσει την υιοθέτηση των τυποποιημένων λύσεων για την παράδοση βίντεο που ωφελούν το OTT διαδικτυακό βίντεο στο Διαδίκτυο. Οι λύσεις που προτείνονται από την εμπορική IPTV περιλαμβάνουν: την ευρεία υιοθέτηση της κωδικοποίησης βίντεο (MPEG-4), την προστασία του περιεχομένου με την DRM τεχνολογία, και αύξησης της αξιοπιστίας του δίκτυα για το βίντεο με την χρήση ποιότητας υπηρεσίας - QoS, μεταξύ όλων των άλλων. Στο πλαίσιο της εξέλιξης της IPTV υπάρχει ανταγωνισμός από τους νεοεισερχόμενους. Με την πάροδο του χρόνου όλο και περισσότερο περιεχόμενο κινείται στον ιστοχώρο (Web), όπως:

- OTT βίντεο (που περιλαμβάνει περιεχόμενο που παράγεται από το χρήστη στο YouTube με την εμπορική προγραμματισμού και ταινίες από το Amazon, Netflix, Google κ.α.)
- η κινητή τηλεόραση με φορητότητα δικαιωμάτων του χρήστη
- η κοινωνική τηλεόραση και η άνοδος του "εικονικού παρόχου" και
- την ιδιαίτερα αυξανόμενη ζήτηση για περιεχόμενο HD.

Οι παραδοσιακοί πάροχοι τηλεόρασης ανταποκρίνονται στις νέες εξελίξεις προσφέροντας τις δικές τους OTT διαδικτυακές πύλες με κοινή ονομασία webTV και τις έννοιες της τηλεόρασης οπουδήποτε, οποτεδήποτε σε οποιαδήποτε συσκευή. Καθώς μοιράζεται ένα κοινό σύνολο πρωτοκόλλων και κοινούς μηχανισμούς μεταφοράς με το μεγαλύτερο διαδικτυακό οικοσύστημα ιστού, η IPTV μπορεί να αναπτύξει προστιθέμενες δυνατότητες ενσωματωμένες με νέες εφαρμογές, όπως η ενσωμάτωση στις οθόνες με εκτελέσιμα για φόρτωση εφαρμογών γραφικών στοιχείων (widget) που θα παρέχουν διάφορες επιθυμητές πληροφορίες και ενσωμάτωση του περιεχομένου με τα κοινωνικά δίκτυα. Πρόσφατα παραδείγματα περιλαμβάνουν τις καταχωρήσεις τηλεόρασης στα έξυπνα τηλέφωνα, την ενσωμάτωση του Facebook, του Twitter, του Tumblr και MySpace, καθώς και την

δυνατότητα αναγνώριση κλήσης στην τηλεόραση [4], [18].

Τέλος, το όριο μεταξύ της "παραδοσιακής" IPTV και τη νέων υπηρεσιών ροής με βάση την συνδρομή γίνεται ολοένα και πιο θολό, καθώς η IPTV θα αναγκαστεί να εξελιχθεί σε ένα μοντέλο υπηρεσίας οποτεδήποτε, οπουδήποτε, σε οποιοδήποτε συσκευή.

Η Διαδικτυακή Τηλεόραση σαν μια σχετικά καινούργια μέθοδος διανομής ψηφιακού περιεχομένου εικόνας και ήχου αναπτύσσεται μέσω του ευρυζωνικού IP δικτύου. Η υπηρεσία αυτή περιλαμβάνει ένα σύνολο υποδομών που οδηγούν στην τελική υλοποίηση. Υπάρχει πλήθος διαθέσιμων τεχνολογιών, οι οποίες επιτρέπουν την παροχή υπηρεσιών IPTV στους συνδρομητές μέσω του δικτύου αυτού. Το δίκτυο πρόσβασης χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τις IPTV υπηρεσίες και εφαρμογές. Η κωδικοποίηση είναι από τις σημαντικότερες λειτουργίες κορμού η οποία έχει σκοπό την προετοιμασία του περιεχομένου εικόνας που έχει συγκεντρωθεί από διάφορες πηγές και την μετάδοσή του μέσω του IP δικτύου. Στην διαδικασία αυτή συμπεριλαμβάνονται και τεχνικές συμπίεσης καθώς και επικοινωνιακά πρωτόκολλα μεταφοράς μεταξύ των τελικών (end-to-end) IPTV συστημάτων.

Συμπερασματικά η ανάπτυξη της υπηρεσίας IPTV προσφέρει μία μοναδική επιχειρησιακή ευκαιρία για τους παρόχους επικοινωνιών και τους παρόχους υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και περιεχομένου. Τα κύρια στοιχεία τα οποία δίνουν αυτή την ευκαιρία αυτή στους παρόχους είναι:

- η ευκαιρία να πάρουν πολύ σημαντικές αποφάσεις σχετικά με την επιλογή μέσα από χιλιάδες λύσεις, για τους κωδικοποιητές (encoders), την επιλογή τεχνικών λύσεων για την Διαχείριση Ψηφιακών Δικαιωμάτων (DRM), για τις τερματικές συσκευές υπηρεσίας IPTV - STB, για την δικτυακή υποδομή και τις λύσεις ασφαλείας.
- ένα εμπορικό IPTV σύστημα χρειάζεται έτσι ώστε να δημιουργούνται ροές περιεχομένων και να υποστηρίζεται σε καθημερινή βάση.
- τα σημερινά συστήματα IPTV απαιτούν τεχνολογίες οι οποίες παραδίδουν περιεχόμενο video στον τελικό χρήστη με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχεται υψηλής ποιότητας τηλεοπτική εμπειρία κατά την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας αυτής [16], [24], [53].

5.5 Διαδικτυακή τηλεόραση δικτύου ομότιμων κόμβων

Η ευρεία υιοθέτηση της ευρυζωνικής πρόσβασης και οι εξελίξεις στις τεχνολογίες συμπίεσης βίντεο, οδηγούν την Διαδικτυακή τηλεόραση στο να χαρακτηριστεί το επαναστατικό μέσο το οποίο θα μπορέσει να ικανοποιήσει την ανάγκη του συνδρομητή για εξατομικευμένη εμπειρία και φορητότητα. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα εκατοντάδες εκατομμύρια χρήστες να παρακολουθούν προγράμματα σε απευθείας σύνδεση βίντεο με ρυθμό bit 500 kb/s ή περισσότερο. Ωστόσο, η δυνατότητα αυτή της IPTV μπορεί να οδηγήσει στην κατάρρευση του δικτύου κορμού και των δικτύων πρόσβασης. Η διαδικτυακή τηλεόραση μπορεί να ξεπεράσει τους περιορισμούς που υπάρχουν λόγω της περιορισμένης χωρητικότητας των δικτύων τόσο του κορμού όσο και της πρόσβασης λόγω αυξημένης κίνησης με εναλλακτικές τεχνικές όπως η τεχνική μετάδοσης περιεχομένου μέσω δικτύου ομότιμων κόμβων (Peer to Peer - P2P). Η τεχνική αυτή έχει δυο προσεγγίσεις παράδοσης: την προώθηση μέσω τοπολογίας δένδρου (tree-push) και την ώθηση μέσω της τοπολογίας πλέγματος (mesh-pull) [4].

Τα ομότιμα δίκτυα ροής περιεχομένου δεν βασίζονται σε συγκεκριμένες υποδομές με αποτέλεσμα να προσφέρουν τη δυνατότητα ταχείας ανάπτυξης με χαμηλό κόστος. Η χωρητικότητα φόρτωσης των δικτύων ομότιμων κόμβων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση βίντεο, έτσι ώστε να μειωθεί το φορτίο διακομιστή σημαντικά. Έτσι, η ροή μέσω ομότιμων δικτύων συγκαταλέγεται στους πολλά υποσχόμενους μηχανισμούς για την παραπέρα ανάπτυξη της διαδικτυακής τηλεόρασης [4].

Οι ιδιοκτήτες περιεχομένου συνήθως δεν έχουν τις απαιτούμενες υποδομές για την είναι παράδοση του περιεχομένου. Το χαμηλό κόστος υλοποίησης για την ομότιμη ροή περιεχομένου είναι ιδιαίτερα ελκυστική για τους συγκεκριμένους ιδιοκτήτες περιεχομένου. Παράλληλα όμως ο μεγάλος όγκος βίντεο περιεχομένου που μπορεί να δημιουργηθεί από τα ομότιμα δίκτυα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του φορτίου στις δικτυακές υποδομές των τηλεπικοινωνιακών παρόχων.

Από τις δυο αυτές προσεγγίσεις παράδοσης, η πιο διαδεδομένη είναι η τοπολογία πλέγματος καθώς έχει συγκεντρώσει τις περισσότερες υλοποιήσεις. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της είναι ο απλός σχεδιασμός και η στιβαρότητα του συστήματος η οποία είναι επιθυμητή στο δυναμικό και απαιτητικό περιβάλλον των ομότιμων δικτυακών κόμβων για την παροχή περιεχομένου.

Στην υλοποίηση αυτή ο κάθε χρήστης της διαδικτυακής τηλεόρασης είναι δυνητικά ένας διακομιστής, ο οποίος μεταδίδει το ληφθέν περιεχόμενο σε άλλους χρήστες IPTV. Σε ένα τέτοιο σύστημα IPTV, οι χρήστες χρησιμεύουν ως τους κόμβοι και συμμετέχουν στην διαμοίραση του βίντεο περιεχομένου. Ο χρήστης χρειάζεται να εγκαταστήσει το απαραίτητο λογισμικό το οποίο θα υποστηρίξει την λειτουργία αυτή.

5.6 Το μέλλον: IPTV σε έναν κόσμο κινητό, με έμφαση στην κοινωνικότητα

Αν και είναι δύσκολο να προβλέψουμε το μέλλον, ιδιαίτερα με την τρέχουσα εξάπλωση των νέων τεχνολογιών και υπηρεσιών μπορούμε να επισημάνουμε τις σημαντικές κατευθύνσεις.

Η εμπορική IPTV τυποποιεί τεχνολογίες για την εμπορία και την παράδοση IP περιεχομένου, ενώ το μεγαλύτερο σύνολο των IP υποστηριζόμενων υπηρεσιών φέρνουν την πρόσβαση στο διαδίκτυο "παντού" και την διαδραστικότητα της IPTV σαν του ιστοτόπου. Η εξελισσόμενη υπηρεσία δημιουργίας μεσισμικού, οι προηγμένες οθόνες και η Γραφικής Απεικόνιση Διεπαφής καθώς και ελέγχου θα συνεχιστούν. Η εξατομίκευση της IPTV θα συνεχιστεί. Αναμένεται να οδηγήσει και προσαρμόσει τους χρήστες στις νέες εξατομικευμένες εμπειρίες, αλλά και να οδηγήσει σε ευκαιρίες αύξησης εσόδων για την αλυσίδα αξίας IPTV μέσω της στοχευμένης διαφήμισης με βάση την αναγνώρισης χρηστών και των προτιμήσεων τους.

Παρακάτω περιγράφονται οι πρόσθετες τάσεις που περιμένουμε να οδηγήσουν στην εξέλιξη της IPTV.[12], [13], [15], [25]

5.6.1 Τηλεόραση κοινωνικών δικτύων Social TV

Οι εξελίξεις δείχνουν ότι μέσω των εφαρμογών των νέων έξυπνων τηλεφώνων παρατηρείται κίνηση των εμπορικών ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης σε πληρωμή και παράδοση περιεχομένου. Η τηλεόραση κοινωνικών δικτύων (SocialTV) είναι μια προσαρμογή των καινοτομιών των ιστοτόπων, στην περίπτωση μας τα κοινωνικά δίκτυα. Σαν αποτέλεσμα η Διαδικτυακή καινοτομία και έρευνα για τη από άκρη σε άκρη παράδοση περιεχομένου είτε μέσω ασύρματων είτε μέσω ενσύρματων δικτύων είναι κεντρικής σημασίας και για την ανάπτυξη της διαδικτυακής τηλεόρασης του μέλλοντος. Αυτό που ξεκίνησε σαν Τηλεόραση διαδικτύου (InternetTV) –

οπουδήποτε, οποτεδήποτε και σε οποιαδήποτε συσκευή – έχει εξελιχθεί σε ένα πιο πλούσιο μίγμα περιεχομένου για την Τηλεόραση κοινωνικών δικτύων. Αυτός ο συνδυασμός επιτρέπει την άμεση κοινωνική αλληλεπίδραση με τους φίλους, με την υποστήριξη της αμφίδρομης επικοινωνίας [4], [18].

5.6.2 Εικονικός Πάροχος

Μια ιδέα για την ανάπτυξη της υπηρεσίας IPTV είναι ο εικονικός πάροχος, δηλαδή μία ομάδα ή οντότητα που αντικαθιστά ουσιαστικά τις παραδοσιακές λειτουργίες ενός παρόχου παρέχοντας την συγκέντρωση περιεχομένου, τον προγραμματισμό και την διανομή ανεξάρτητα από την IP μεταφορά. Αυτό είναι μία επέκταση της υπηρεσίας ψηφιακής εγγραφής. Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης είναι ιδανικοί για να εκπληρωθούν οι στόχοι καθώς ένας φίλος μπορεί να προγραμματίσει την Ψηφιακή εγγραφή για κάποιον άλλο ή να προτείνει περιεχόμενο για να δημιουργήσει την ροή περιεχομένου ενός αλλού ατόμου. Ο εικονικός πάροχος είναι ένας καταλύτης στην ήδη υπάρχουσα λειτουργία κίνησης ορισμένων σημείων ελέγχου στην αλυσίδα αξίας της IPTV από τους διανομείς και τους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς στους δημιουργούς περιεχομένου. Σαν παράδειγμα έχουμε την περίπτωση που οι συνδρομητές έχουν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν την αγαπημένη τους ομάδα μέσω διαδικτύου είτε στο σπίτι είτε στο δρόμο με την εξατομίκευση και με την δυνατότητα διαφόρων γωνιών λήψης. Με τις τηλεοράσεις οι οποίες έχουν την δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο μπορεί κάποιος να παρακολουθήσει το επιθυμητό κανάλι ανεξάρτητα με το χρονοδιάγραμμα προγραμματισμού του παρόχου ή του παρόχου ευρυεκπομπής.

5.6.3 Θεμελιώδη Δίκτυο

Όλες αυτές οι δυνατότητες απαιτούν ένα αξιόπιστο και λειτουργικό δίκτυο. Η κίνηση προερχόμενη από το βίντεο θα επιβαρύνει τα υφιστάμενα δίκτυα. Αν και οι εξελιγμένες και περίπλοκες εφαρμογές χρήστη καθώς και η εμπειρία του χρήστη είναι πολύ ελκυστικές, είναι πολύ σημαντικό η υποδομή του δικτύου να τα υποστηρίξει. Αναφέρονται εν συντομία κάποιες νέες προσεγγίσεις οι οποίες εξασφαλίζουν υψηλού επιπέδου και χωρητικότητας υπηρεσίες και παραδίδονται στο σωστό μέρος με την σωστή ποιότητα. Όλο και περισσότερες έρευνες γίνονται για το μέλλον του διαδικτύου όπως το αμερικάνικο FIND και το ευρωπαϊκό GENI οποία

αντιμετωπίζουν την εμφάνιση του βίντεο στο διαδίκτυο και εξερευνούν το πώς οι πάροχοι θα προσφέρουν νέες υπηρεσίες οι οποίες απαιτούνται από τους συνδρομητές τους.

5.6.4 Ταυτότητα και ιδιωτικότητα

Σε ένα πλήρως συνδεδεμένο κόσμο της τηλεόρασης και του περιεχομένου υπάρχουν θέματα για την ταυτοποίηση και ιδιωτικότητα. Οι δυνατότητες της Διαχείρισης Ταυτότητας και των συνδεδεμένων απαιτήσεων για την ασφάλεια και ταυτοποίηση δεν έχουν καθοριστεί πλήρως. Συνεχίζεται η μελέτη σχετικά με το ποιος κατέχει την ταυτότητα και πιο είναι το επιχειρηματικό μοντέλο για τον διαχειριστή ταυτότητας. Οι τράπεζες, το paypal και οι άλλοι παρατάσσονται για να παρέχουν τις υπηρεσίες ταυτοποίησης πέρα από την συνήθη τρόπο με την βάση δεδομένων, όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης. Απλά περιμένουμε να δούμε πώς θα εξελιχθεί αυτή η εκρηκτική αύξηση και ανάπτυξη των κοινωνικών υπηρεσιών

Η IPTV έχει την πιο γρήγορη ανάπτυξη στην σύντομη ιστορία μας. Ξεκίνησε ανταγωνιστικά των παρόχων της παραδοσιακής τηλεόρασης και τώρα πια ανταγωνίζεται από τους άλλους νεοεισερχόμενους στο χώρο του βίντεο. Μετακινείται από το IPTV STB στο τηλέφωνο, στον υπολογιστή και σύντομα στις παιχνιδιομηχανές. Ενώ η σημερινή μορφή της IPTV ευνοεί την μη ενεργητική εμπειρία (couchpotatoe), το μέλλον της IPTV είναι στην κοινωνική και την κινητή ανάπτυξη των υπηρεσιών η οποία ήδη σταδιακά αναπτύσσεται.[48]

Η τηλεόραση μέσω διαδικτύου είναι διαφορετική από την IPTV. Η IPTV συνήθως διανέμεται μέσω ενός υπο διαχείριση δικτύου, και αποκτάται μέσω προστατευμένης πρόσβασης. Η εξέλιξη της υπηρεσίας Βίντεο κατ' απαίτηση θα επέλθει με την εξατομικευμένη IPTV. Με την εξατομικευμένη IPTV οι τηλεθεατές θα έχουν την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στο προτιμώμενο και εξουσιοδοτημένο περιεχόμενο από οπουδήποτε ακόμα και όταν βρίσκονται σε διαφορετική χώρα. Αυτό σημαίνει ότι οι προστατευμένα χαρακτηριστικά της IPTV πρέπει να προσαρμοστούν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της τηλεόρασης μέσω διαδικτύου με τρόπους οι οποίοι ακόμα ορίζονται και αναπτύσσονται.

Η ανάπτυξη του οικοσυστήματος της IPTV οδηγείται από πολλούς παράγοντες όπως, πολλαπλοί τύποι δικτύων πρόσβασης, κινητές συσκευές με δυνατότητες αναπαραγωγής βίντεο, κινητικότητα χρηστών και σχεδόν καθολική ενσωμάτωση

υπηρεσιών διαδικτύου. Το εξελισσόμενο οικοσύστημα δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο πώς να συνδέει συσκευές και χρήστες σε μοναδικούς λογαριασμούς (IdM), καθώς και πώς να εξασφαλίσει ότι το περιεχόμενο αποστέλλεται στην σωστή μορφή για κάθε τύπο συσκευής προστατεύοντας παράλληλα τα δικαιώματα του ιδιοκτήτη περιεχομένου (DRM)

6. Συμπεράσματα

Η IPTV έχει την πιο γρήγορη ανάπτυξη των τελευταίων χρόνων σε ότι αφορά τις τεχνολογικές εμπορικές εξελίξεις. Ξεκίνησε ανταγωνιστικά των παρόχων της παραδοσιακής τηλεόρασης και τώρα ανταγωνίζεται από τους άλλους νεοεισερχόμενους στο χώρο του βίντεο περιεχομένου. Ενώ η σημερινή μορφή της IPTV ευνοεί την μη ενεργητική εμπειρία, το μέλλον της IPTV είναι στην κοινωνική και την κινητή ανάπτυξη των υπηρεσιών η οποία ήδη σιγά σιγά αναπτύσσεται. Η υπηρεσία αυτή έχει την δυνατότητα να αυξήσει τα έσοδα των παρόχων μέσω των πρόσθετων και καινοτόμων υπηρεσιών που οδηγούν στην μεγιστοποίηση της εμπειρίας του τηλεθεατή – συνδρομητή. Για την ανάπτυξη των υπηρεσιών της διαδικτυακής τηλεόρασης χρειάζεται να εξασφαλιστεί η σταθερή ποιότητα υπηρεσίας, ώστε να μπορεί να παρέχεται η υπηρεσία αξιόπιστα. Η IPTV είναι μια υπηρεσία η οποία ενσωματώνει, χρησιμοποιώντας προσβάσεις υψηλής χωρητικότητας και υψηλής ταχύτητας, την μετάδοση ταυτόχρονα ήχου, εικόνας και δεδομένων.

Οι εξυπηρετητές πολυμέσων παρέχουν μια μοναδική πλατφόρμα υλικού και λογισμικού που είναι ιδανική για πρόσβαση σε υπηρεσίες IPTV.

Στην τριπλή αυτή υπηρεσία ο συνδρομητής έχει την δυνατότητα να κάνει χρήση των καινοτόμων υπηρεσιών οι οποίες θα οδηγήσουν στην ικανοποίηση και αύξηση της εμπειρίας του χρήστη. Δίνεται έτσι η δυνατότητα στον χρήστη – συνδρομητή της ταυτόχρονης χρήσης μέσω μίας σύνδεσης, της παρακολούθησης ροής βίντεο περιεχομένου κατ' απαίτηση, τηλεφωνίας πρωτοκόλλου διαδικτύου και υπηρεσίες γρήγορης πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό. Το δίκτυο πρόσβασης χρειάζεται να παρέχει υποστήριξη για ποιότητα υπηρεσίας (QoS), μετάδοσης περιεχομένου, διαχωρισμό κίνησης ανάλογα με τον τελικό χρήστη, διαφοροποίηση μεταξύ των υπηρεσιών παρέχοντας ταυτόχρονα ασφάλεια και εξαιρετική αξιοπιστία σε όλα τα είδη των συσκευών και σε όλα τα μέρη ικανοποιώντας την πρόσβαση από οπουδήποτε και με οποιοδήποτε μέσο.

Η παροχή των τριπλών υπηρεσιών στον τελικό χρήστη – συνδρομητή μπορεί να επιτευχθεί με πολλαπλούς τρόπους. Τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα χαλκού έχουν την μεγαλύτερη ανάπτυξη και είναι διαθέσιμα σχεδόν παντού αφού βρίσκονται πολύ κοντά στην πλευρά του χώρου του συνδρομητή. Οι τεχνολογίες xDSL χρησιμοποιούν

τις υποδομές αυτές για την επίτευξη όλο και μεγαλύτερων ταχυτήτων πρόσβασης και κατά συνέπεια αύξησης της χωρητικότητας του δικτύου. Ακόμα μια εναλλακτική τεχνολογία είναι τα οπτικά δίκτυα. Εκτός της σχεδόν καθολικής χρήσης τους στο δίκτυο κορμού, χρησιμοποιούνται με αυξητική τάση όλο και περισσότερο στο τελευταίο μίλι της πλευράς του συνδρομητή, καθώς τα κόστη έχουν μειωθεί σημαντικά, στην προσπάθεια να αυξήσουν την χωρητικότητα του δικτύου και να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις κυρίως της διαδικτυακής τηλεόρασης με τις διαδραστικές υπηρεσίες και τις απαιτήσεις για το υψηλής ανάλυσης περιεχόμενο βίντεο.

Πιο συγκεκριμένα η IPTV ακολούθησε την ανάπτυξη της ευρυζωνικής πρόσβασης χρησιμοποιώντας τεχνολογίες ψηφιακής γραμμής συνδρομητή. Η ευρυζωνική πρόσβαση στηρίχθηκε αρχικά στην Ασύμμετρη Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή (ADSL), αλλά κινείται γρήγορα προς την Πολύ Υψηλής Ταχύτητας DSL (VDSL) ή την Πολύ Υψηλής ταχύτητας DSL έκδοση 2 (VDSL2) ώστε να παρέχει τις ταχύτητες που απαιτούνται για μια βέλτιστη υπηρεσία IPTV. Με την ταχέως αυξανόμενη ζήτηση για περιεχόμενο υψηλής ανάλυσης, οι IPTV υλοποιήσεις χρησιμοποιούν μια ποικιλία από άλλα δίκτυα ευρυζωνικής πρόσβασης κυρίως FTTH.

Η επερχόμενη εξέλιξη είναι η παροχή των τριπλών υπηρεσιών μέσω ασύρματων ζεύξεων η οποία θα συνδυάζει την παροχή IP περιεχομένου μαζί με την μέσω ασυρμάτων ευρυζωνικών δικτύων και της εκπομπής DVB.

Καθώς το βίντεο και ειδικότερα το υψηλής ανάλυσης περιεχόμενο είναι συνάρτηση του ποιότητας της πηγής, της μηχανικής κυκλοφορίας, της εγγύησης QoS, των πολιτικών υπό συνθήκη πρόσβασης, και των συμφωνιών περιαγωγής θα έχει ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία εξέλιξης και ανάπτυξης.

Οι δύο κυριότερες ασύρματες τεχνολογίες WIMAX και LTE θα μπορούν να χρησιμοποιούν ενιαίες IP υποδομές με τα στοιχεία δικτύου για ραδιοσυνδέσεις, κινητότητα και επαλήθευση της συσκευής. Τα ασύρματα ευρυζωνικά δίκτυα θα μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε κάθε υποδομή IPTV για πρόσβαση στην υπηρεσία "οπουδήποτε και οποτεδήποτε". Έτσι θα είναι πιο εύκολη και η επεκτασιμότητα της υποδομής IPTV.

Η IPTV παρέχει την δυνατότητα στους χρήστες - συνδρομητές να εξατομικεύσουν το περιεχόμενο και να χρησιμοποιήσουν τις διαδραστικές υπηρεσίες προς βελτίωση της τηλεοπτικής εμπειρίας τους. Η υπηρεσία για την επίτευξη της

παράδοσης του περιεχομένου κάνει χρήση του πρωτοκόλλου IP και εκπομπής περιεχομένου μέσω του δικτύου Ethernet. Το δίκτυο το οποίο υποστηρίζει τις ευζωνικές υπηρεσίες χρειάζεται να έχει την δυνατότητα να επεκταθεί και να αναβαθμιστεί με το ελάχιστο δυνατόν επιπλέον κόστος και να μπορεί να παρέχει λειτουργικότητα σε οποιαδήποτε αύξηση χωρητικότητας ή νέας υπηρεσίας.

Οι βοηθητικές υπηρεσίες όπως ο Ηλεκτρονικός οδηγός προγραμμάτων (EPG) καθώς και η προστασία περιεχομένου έχουν αρχίσει να τυποποιούνται.

Οι υβριδικές συσκευές αποκωδικοποίησης υπηρεσιών είναι μια νέα κατηγορία συσκευών που μπορούν να λάβουν και να αποκωδικοποιήσουν πρότυπο επίγειο και δορυφορικό περιεχόμενο βίντεο καθώς και να διευκολύνουν την πρόσβαση σε διαδραστικές υπηρεσίες IPTV ενός δικτύου ευρείας ζώνης. Οι κονσόλες παιχνιδιών νέας γενιάς επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους τελικούς χρήστες για πολλές μορφές ψηφιακής ψυχαγωγίας, συμπεριλαμβανομένης της πρόσβασης στον παγκόσμιο ιστό και της υπηρεσίας IPTV. Όπως και οι μηχανές αναζήτησης του διαδικτύου απαιτούν ένα σύνολο από λέξεις-κλειδιά που πρέπει να εισαχθούν στο πεδίο αναζήτησης και να επιστραφεί μια λίστα συχνά άσχετων αποτελεσμάτων αυτό γίνεται εφικτό και στο περιβάλλον αυτό της IPTV. Οι τεχνικές εξατομίκευσης θα επιτρέψουν στο μεσισμικό να φιλτράρει καλύτερα τις μη σχετικές πληροφορίες, παρέχοντας έτσι ένα σύστημα με μεγαλύτερη ακρίβεια πληροφοριών και πιο ισορροπημένη βαθμολόγηση περιεχομένου.

Το περιεχόμενο βίντεο στα κλασικά συστήματα βίντεο κατ' απαίτηση δημιουργείται και παρέχεται από ένα περιορισμένο αριθμό παραγωγών περιεχομένου. Η έλευση της περιεχομένου προερχόμενο από τον χρήστη μπορεί να επανατοποθετήσει την αγορά περιεχομένου βίντεο. Εκατομμύρια χρήστες καθημερινά δημοσιεύουν περιεχόμενο βίντεο. Η κλίμακα, η δυναμική, η αποκεντρωμένη δημοσίευση έχουν μια μη προβλέψιμη συμπεριφορά. Η συνεχώς αυξανόμενη εξατομικευμένη εμπειρία θέασης οδηγεί σε μεγάλη διαφοροποίηση της συμπεριφοράς του χρήστη καθώς και σε διαφοροποίηση του πεδίου ενδιαφέροντος του μεμονωμένου χρήστη. Η αυξανόμενη δημοτικότητα των νέων μορφών τηλεοπτικής εμπειρίας χρειάζεται να συμπληρωθεί με προηγμένες δυνατότητες όπως αυξημένες δυνατότητες αναζήτησης περιεχομένου, εμπλουτισμός μεταδομένων περιεχομένου καθώς και καλύτερος συσχετισμός προτεινόμενου περιεχομένου ώστε να δίνεται η δυνατότητα στον συνδρομητή να βρίσκει σχετικό περιεχόμενο βίντεο.

Η τυποποίηση των τεχνολογιών και των συστημάτων είναι επίσης πολύ σημαντικό στοιχείο για την ικανοποίηση όλων των απαιτήσεων από την μεριά του δικτύου και του τελικού χρήστη – συνδρομητή. Το Open IPTV Φόρουμ εργάζεται στο καθορισμό της αρχιτεκτονικής μεσοσμικού. Το Broadband Φόρουμ (πρώην DSL Φόρουμ) αντιμετωπίζει τα ζητήματα μετάδοσης της IPTV και εξασφάλισης της παράδοσης στο τελευταίο μίλι (last mile). Με επόμενο στάδιο την τηλεόραση να γίνεται κινητή, το 3rd Generation Partnership Project (3GPP), εξετάζει τις πτυχές της κινητότητας που επιτρέπουν στην τηλεόραση και τις IPTV υπηρεσίες, όπως πολυεκπομπή, διαχείριση πολιτικής και σύγκλιση κινητής - σταθερής.

Άλλες τυποποιήσεις για τα πρωτόκολλα IPTV και την παράδοση μέσω του δικτύου περιλαμβάνουν αυτά του IETF, του World Wide Web Consortium (W3C), της Διεθνούς Ένωση Τηλεπικοινωνιών Τομέας Τυποποίησης (ITU-T), του Ινστιτούτο Ευρωπαϊκών Τηλεπικοινωνιών και Τυποποίησης (ETSI), της ομάδας Τηλεπικοινωνιών & Σύγκλισης Υπηρεσιών Διαδικτύου & Πρωτοκόλλου Προχωρημένων (TISPAN) καθώς και του Φόρουμ Συμμαχίας Τηλεπικοινωνιακών Βιομηχανιών και Λύσεων Διαλειτουργικότητας IPTV (ATIS IIF)

Οι σημαντικές κατευθύνσεις της IPTV καθώς τυποποιεί τεχνολογίες για την εμπορία και την παράδοση IP περιεχομένου, οδηγούν το μεγαλύτερο σύνολο των IP υποστηριζόμενων υπηρεσιών στην πρόσβαση στο διαδίκτυο "παντού" και την διαδραστικότητα της IPTV σαν του ιστοτόπου παγκοσμίου ιστού. Η εξελισσόμενη υπηρεσία δημιουργίας μεσοσμικού και οι προηγμένες οθόνες και γραφικής απεικόνισης διεπαφής και ελέγχου θα συνεχιστούν, μαζί με την ανάπτυξη της εξατομίκευσης της IPTV. Οι εξελίξεις αυτές θα οδηγήσουν, θα προετοιμάσουν και προσαρμόσουν τους χρήστες στις νέες εξατομικευμένες εμπειρίες. Παράλληλα θα οδηγήσει σε ευκαιρίες αύξησης εσόδων για την αλυσίδα αξίας IPTV μέσω της στοχευμένης διαφήμισης με βάση την αναγνώρισης χρηστών και των προτιμήσεων τους.

Επιπλέον ένας αυξανόμενος αριθμός παραδοσιακών ραδιοηλεκτρικών οργανισμών παροχής περιεχομένου, καθώς επίσης και άλλοι ανεξάρτητοι παρόχοι βίντεο περιεχομένου, παρέχουν άμεση πρόσβαση σε τηλεοπτικά προγράμματα μέσω του διαδικτύου. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η προσέγγιση αυτή αναφέρεται ως over-the-top (OTT) βίντεο, δεδομένου ότι χρησιμοποιεί ουσιαστικά το διαδίκτυο ως μέσω μεταφοράς για παράδοση του περιεχόμενου. Η χρήση της OTT παράδοσης

περιεχομένου βίντεο αυξάνεται συνεχώς σε δημοτικότητα καθώς περισσότεροι παραδοσιακοί ραδιοτηλεοπτικούς πάροχοι καθώς και ανεξάρτητοι ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την παροχή εξειδικευμένου ή μη περιεχόμενο σε διάφορα κανάλια παροχής στο διαδίκτυο. Η τηλεόραση διαδικτύου - Internet TV αντιμετωπίζεται από τον Ευρωπαϊκό οργανισμό DVB Project ως ένα θέμα τυποποίησης, το οποίο μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω τη δημοτικότητά καθώς βελτιώνεται η διαλειτουργικότητα της και επέρχεται επακόλουθη μείωση του κόστους υλοποίησης λόγω της οικονομίας κλίμακας που αναπτύσσεται.

Η ραγδαία αυξανόμενη δημοτικότητα της τηλεόρασης διαδικτύου, λόγω της ευρείας χρήσης των κοινωνικών δικτύων όπως το YouTube, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της καινοτομίας των πάροχων OTT περιεχομένου οι οποίοι επιδιώκουν ακόμη και να υποκαταστήσουν τους παραδοσιακούς τρόπους παράδοσης τηλεοπτικού περιεχομένου. Αν θα μπορέσει να συμβεί αυτό παραμένει μέχρι και σήμερα ανοιχτό ερώτημα. Με δεδομένη την αυξανόμενη δημοτικότητα των τηλεοράσεων μεγάλης οθόνης καθώς και συστήματα οικιακού κινηματογράφου τα οποία είναι σε θέση να παρέχουν στους χρήστες μια πλούσια εμπειρία θέασης, φαίνεται σχετικά απίθανο να αλλάξουν οι υπάρχουσες συνήθειες των τηλεθεατών σύντομα. Σήμερα, ο σημαντικότερος αποτρεπτικός παράγοντας της ανάπτυξης υψηλής ποιότητας υπηρεσιών OTT είναι η διαφωνία μεταξύ των παρόχων OTT και των παρόχων υπηρεσιών διαδικτύου για την κατανομή των εσόδων. Η υπηρεσία που προσφέρει περιεχόμενο υψηλής ποιότητας OTT μπορεί εύκολα καταναλώσει πολλούς πόρους από το δίκτυο του παρόχου υπηρεσιών διαδικτύου.

Παρά το γεγονός ότι τεχνολογίες δικτύων ομότιμων κόμβων - P2P μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές επιπλέον δαπάνες για τον πάροχο υπηρεσιών, καθώς οι χρήστες γενικά έχουν πρόσβαση στο δίκτυο συνεχώς για ένα σταθερό μηνιαίο ποσό, ανεξάρτητα από διάρκεια και τον όγκο περιεχομένου που θα καταναλώσει και πληρώνει μόνο ένα επιπρόσθετο ποσό στον πάροχο της υπηρεσίας OTT. Αυτή η μη ελεγχόμενη και άνιση κατανομή των εσόδων αποθαρρύνει τους παρόχους υπηρεσιών να επιτρέψουν σε οποιαδήποτε υπηρεσία OTT να χρησιμοποιήσει τα δίκτυά τους. Για να αξιοποιηθούν οι πραγματικές δυνατότητες των υπηρεσιών OTT, πρέπει οι δύο πλευρές συμφωνήσουν σχετικά με τον επιμερισμό του κόστους των υπηρεσιών , καθώς και τα έσοδα των διαφημίσεων.

Υπάρχουν πολλές προσπάθειες για συνεργαστούν οι πάροχοι υπηρεσιών διαδικτύου και οι παρόχους ΟΤΤ και να αναπτύξουν πρωτόκολλα δικτύου για την μεταφορά και τη διανομή περιεχομένου.

Η αλληλεπίδραση αυτή μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών και των παρόχων ΟΤΤ καθώς και των παρόχων περιεχομένου είναι μια σημαντική εξέλιξη για το παραδοσιακούς παρόχους του δικτύου διανομής περιεχομένου (CDN). Συνήθως, οι πάροχοι υπηρεσιών επιτρέπουν σε έναν κυρίως ή σπανιότερα και σε περισσότερους παρόχους διανομής περιεχομένου να λειτουργήσουν την υπηρεσία περιεχομένου πάνω από το δίκτυο τους και να ενισχύσουν την εμπειρία των πελατών τους.

Οι πάροχοι περιεχομένου συνήθως συνεργάζονται με τους παρόχους του δικτύου παροχής περιεχομένου ώστε να διαθέσουν το περιεχόμενό τους σε όσο το δυνατόν περισσότερα σημεία. Ωστόσο, με την εισαγωγή των νέων μοντέλων παροχής υπηρεσιών και τα κανάλια διανομής, οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να μετατρέψουν τα δίκτυά τους με τέτοιο τρόπο ώστε το περιεχόμενο να μπορεί να παραδοθεί απευθείας από τους παρόχους περιεχομένου. Ενώ αυτή η μεταμόρφωση δεν μπορεί συμβεί σύντομα, και οι υφιστάμενων πάροχοι δικτύου διανομής περιεχομένου CDN μπορούν να αναπτύξουν νέες λύσεις ώστε να παραμείνουν ανταγωνιστικοί. Σε σύντομο χρονικό διάστημα οι μεγάλοι πάροχοι υπηρεσιών αναμένεται να συνεργάζονται στενά με τους παρόχους περιεχομένου ώστε να καταφέρουν να αυξήσουν την εμπειρία των πελατών αλλά και να αναπτύξουν τεχνικές λύσεις οι οποίες θα προσφέρουν και αύξηση των εσόδων τους.

7. Βιβλιογραφία

- [1] Draft New Recommendation—Parameter Values for UHDTV Systems for Production and International Programme Exchange, 2012 :International Telecommunications Union
- [2] Βενιέρης Ιάκωβος, (2003). *Δίκτυα ευρείας ζώνης*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα
- [3] Βενιέρης Ιάκωβος, Νικολούζου Ευγενία, (2003). *Τεχνολογίες Διαδικτύου*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα
- [4] Σταύρος Ι. Παπαπαναγιώτου, Διδακτορική Διατριβή, "Αρχιτεκτονικές και αλγόριθμοι πρόσβασης και παροχής υπηρεσιών πολυμέσων σε περιβάλλοντα διαδικτυακής τηλεόρασης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Ιούλιος 2013
- [5] IPTV Global Forecast 2010 to 2014, MRTG Report, June 2010.
- [6] Sherazi Zeadally, Hassnaa Mustafa, "Internet Protocol Television (IPTV): Architecture, Trends and Challenges", IEEE System Journal, December 2011.
- [7] Amal Punchilhewa, Ann Maslha De Silva, " Tutorial on IPTV and its latest Developments", IEEE 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability, 17-19 Dec. 2010, pages 45-50.
- [8] Held Gilbert, "Understanding IPTV", Auerbach Publications, New York 2007.
- [9] O'Driscoll Gerard, "Next Generation IPTV Services and Technologies", Wiley, Canada 2008.
- [10] Minoli Daniel, "IP Multicast with Applications to IPTV and Mobile DVB-H", Wiley, Canada April 2008.
- [11] James She, Fen Hou, Pin-Han Ho., Liang-Liang Xie, " IPTV over WIMAX", IEEE Communications Magazine, August 2007.
- [12] M. Gawlinski, Interactive Television production, Focal Press, Mar. 2003.
- [13] Bukeley, W., Social TV: Relying on relationships to rebuild TV audiences. MIT Technology Review, 10, 2010, Gartner Report (2011). Social Media and Social TV, May 2011. Available online: <http://www.technologyreview.com/communications>. Last accessed: 28 June 2013.
- [14] Cisco Corporation, IP Video The big Picture, Report, January 2013, available online: <http://www.digitaltveurope.net/31512/ip-video-the-big-picture-2/> Last accessed: 28 June 2013.
- [15] Social TV and the Emergence of Interactive TV - Multimedia Research Group - November 2010 <http://www.mrgco.com/iptv/socialtv10.html>. Last accessed : 28 June 2013.
- [16] Informa telecoms & media, "OTT Video Revenue Forecasts, 2011-2017, research report, November 2012
- [17] Z-punkt, The Future of Television: TV2020, research Report, February 2013.
- [18] Montpetit M., Merard M., Social Television: Enabling Technologies and Architectures, Proceedings of IEEE, Vol. 100, May 13th, 2012.
- [19] Deloitte Touche Tohmatsu Limited, Technology Media & Telecommunications Predictions 2013, Analysis complete report, 02/2013.
- [20] Cisco Systems Inc, Managing Delay in IP video Networks; 2005, White Paper
- [21] Cisco Systems Inc, Wireline video/IPTV solution design and implementation guide, 2006a
- [22] Altgeld J., Zeeman J., "Whitepaper IPTV/VoD: The IPTV/VoD Challenge – Upcoming Business Models", IBM Paper for the International Engineering Consortium (IEC), 2005, p 3-16.

- [23] Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2011-2016. [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white paper c11481360.pdf](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11481360.pdf),
- [24] IHS Electronics & Media Research, OTT Providers Must Address Delivery Network Access to Remain Competitive, <http://www.isuppli.com/Media Research/News/Pages/OTT-Providers-Must-Address-Delivery-Network-Access-to-Remain-Competitive.aspx>, Press Release, 18th September 2012.
- [25] Announcing the Netflix Open Connect Network [.http://blog.netflix.com/2012/06/announcing-netflix-open-connect-network.html](http://blog.netflix.com/2012/06/announcing-netflix-open-connect-network.html)
- [26] Business Insider, The Future of Digital, 27/11/12, available online: <http://www.businessinsider.com/>.
- [27] "Open IPTV Forum, Services and Functions for Release 1, Version 1.0" [online]. Available http://www.openiptvforum.org/docs/Open_IPTV_Forum_Services_and_Functions_for_release_1_V10.pdf.
- [28] "Open IPTV Forum, Functional Architecture, Version 1.1. [Online] Available: http://www.openiptvforum.org/docs/OpenIPTV-Functional_Architecture_V1_1-2008-01-15_APPROVED.pdf.
- [29] S. Maniatis, E.Nikolouzou, I.S.Venieris "QoS Issues in the Converged 3G Wireless and Wired Networks", IEEE Communications Magazine, August 2002.
- [30] ISO/IEC MPEG, 2005. SVC Requirements Specified by MPEG. JVT-N026, available at http://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/2005_01_HongKong/jvt-n026.doc.
- [31] Benoit Herve, "Digital Television, Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework", Elsevier, Paris 2008.
- [32] M. Sadiku and S. Nelatury, "IPTV: An alternative to traditional cable and satellite television," IEEE Potentials, vol. 30, no. 4, pp. 44-46, Jul/Aug 2011.
- [33] Schwarz Heiko, Marpe Detlev, και Wiegand Thomas (2007), Overview of the Scalable Video Coding *Extension of the H.264/AVC Standard*, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 17(3), sel. 1103-1120.
- [34] Andrews Jeffrey, Arunabha Ghosh και Rias Muhamed (2007), Fundamentals of WiMAX, Understanding Broadband Wireless Networking, NJ: Pearson Education
- [35] Bashir Hayat, Raheel Mansoor και Abdul Nasir (2006), 802.16 2001 MAC Layer QoS, Ubiquity, 7 (17) < <http://www.acm.org/ubiquity/>>
- [36] Bo Li, Yang Qin, Chor Ping Low και Choon Lim Gwee (2007), A Survey on Mobile WiMAX, IEEE Communications Magazine, 45 (12) σελ. 70-75
- [37] Shu Zhang et al. "A Design and Implement of IPTV STB over EPON," SPIE Network Architecture, Management, and Applications.
- [38] Fan Wang, Ghosh Amitava, Sankaran Chandy, Fleming Philip J., Hsieh Frank και Benes Stanley J.(2008), Mobile WiMAX Systems: Performance and Evolution, IEEE Communications Magazine, 46 (10) σελ 41-49
- [39] Advanced Video Coding Standard and Scalable Video Coding Extension, IEEE Transactions on Broadcasting, 54(3), σελ 698-718
- [40] ITU-T (2001), G.1010, Quality of service and performance
- [41] G. Berlocher , D. Freyer and Dan "IP and satellite: Communications worlds merging", Via Satellite, vol. 14, no. 1, pp.24 -28 2009
- [42] Kwang-Cheng Chen, J. Roberto B. de Marca (2008), Mobile WiMAX, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd
- [43] Glen Kramer "Ethernet Passive Optical Networks," 1st edition, McGraw-Hill.
- [44] "IPTV Service Architecture," ITU-T FG IPTV-ID-0094, July 2006.

- [45] Yarali Abdulrahman, Rahman Saifur, Mbula Bwanga (2008), WiMAX: The Innovative Broadband Wireless Access Technology, *Journal of Communications*, 3 (2),
- [46] Ashun Paul, 2008. IPTV overview http://www.bbc.co.uk/blogs/bbcilabs/assets/bbc_tvp_what_is_ip_tv.pdf
- [47] Y. Xiao , X. Du , J. Zhang and F. Hu "Internet protocol television (IPTV): The killer application for the next-generation Internet", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 45, no. 11, pp.126 -134 2007
- [48] K. Ahmad and A. Begen "IPTV and video networks in the 2015 timeframe: The evolution to medianets", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 47, no. 12, pp.68 -74 2009
- [49] Nielsen Corporation, The Cross-Platform Report, March 2012, available on line:<http://www.nielsen.com/content/dem/corporate/us/en/reports-downloads/2012-Reports/Nielsen-Cross-Platform-Report-Q2-2012-final.pdf>. Last accessed 28 June 2013.
- [50] Cisco Systems Inc., IP next-generation network requirements for scalable and reliable broadcast IPTV services: 2006c, White paper.
- [51] Julien Maisonneuve, Muriel Deschanel, Juergen Heils, Wei Li, Hong Liu, Randy Sharpe, Yiyang Wu, "An Overview of IPTV Standards Development", *IEEE Transactions on Broadcasting*, June 2009.
- [52] Araujo Marco, Navarro Antonio, Rocha Armando (2009), *Cellular planning of 802.16e WiMAX networks*, [Internet] < www.av.it.pt/conftele2009/Papers/17.pdf>
- [53] *Advanced Video Coding Standard and Scalable Video Coding Extension*, *IEEE Transactions on Broadcasting*, 54(3), σελ 698-718
- [54] IEEE Computer Society και IEEE Microwave Theory and Techniques Society (2004), IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access (IEEE Std 802.16™-2004)
- [55] Paxson Vern (1994), Empirically-Derived Analytic Models of Wide-Area TCP Connections: Extended Report, *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 3(3), σελ. 226-244,
- [56] J. Cioffi "Very High-Speed Digital Subscriber Lines", *IEEE Commun. Mag.*, 2004
- [57] J. Maes , C. Nuzman , A. Van Wijngaarden and D. Van Bruyssel "Pilot-based crosstalk channel estimation for vector-enabled VDSL systems", *Anual Conf. Inf. Sciences and Syst.*, 2010
- [58] ITU-T (2005), J.241, Quality of Service ranking and measurement methods for digital video services delivered over broadband IP Networks, Appendix A
- [59] A. Ghosh , R. Ratasuk , B. Mondal , N. Mangalvedhe and T. Thomas "LTE-advanced: Next-generation wireless broadband technology", *IEEE Wireless Commun.*, vol. 17, pp.10 -22 2010
- [60] 3GPP TS 23.246 Technical Specification Group Services and System Aspects; Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and Functional description (Release 10); 3GPP Organizational Partners, 2011.
- [61] 3GPP TS 36.300 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 10); 3GPP Organizational Partners, 2011.
- [62] A. Morello and V. Mignone "DVB-S2: The second generation standard for satellite broad-band services", *Proc. IEEE*, vol. 94, no. 1, pp.210 -227 2006

- [63] Jenkins, H Convergence Culture: Where old and new media collide NewYork: NYU Press, 2008
- [64] the DSL Forum, “DSL technology and deployment: VDSL2.ppt”