

# ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

**Ενότητα:** Δημοτικό Διαδικτυακό Ραδιόφωνο και Τηλεόραση

**Υποενότητα:** 14 – Θέματα IPTV

Το εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε Άδεια Χρήσης

[Creative Commons Αναφορά – Μη-Εμπορική Χρήση – Όχι Παράγωγο Έργο v. 3.0](#)



## Σύντομη Περιγραφή

---

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζεται η έννοια του IPTV. Αυτό αποτελεί ένα άλλο τρόπο παροχής οπτικοακουστικού περιεχομένου που εκμεταλλεύεται τα πολύ δημοφιλή IP δίκτυα. Περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών, κάποια θέματα που σχετίζονται με υπηρεσίες και επιχειρηματικά μοντέλα και οι βασικές αρχιτεκτονικές και τεχνολογίες υλοποίησής τους.

**Μεταδεδομένα:** IPTV, ψηφιακή τηλεόραση, Video on Demand

## Σκοποί και Στόχοι

---

Οι στόχοι της υποενότητας αυτής είναι:

- 1) Η εξοικείωση των εκπαιδευόμενων με την έννοια του IPTV.
- 2) Η επισκόπηση της περιοχής αυτής σε επίπεδο συστήματος και συστατικών του
- 3) Η παρακίνηση για περαιτέρω διερεύνηση αυτής της πολύ ενδιαφέρουσας και ταχεία εξελισσόμενης περιοχής, τόσο σε επίπεδο τεχνολογιών, όσο και σε επίπεδο εφαρμογών

## Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

---

- [1] Joseph M Weber, Tom Newberry, IPTV Crash Course, McGraw-Hill Education, 2007, ISBN: 9780072263923

[2] Held Gilbert, Understanding IPTV, Taylor & Francis Ltd, 2006, ISBN: 0849374154

### Προτεινόμενες Ιστοσελίδες

---

[1]	<a href="http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1674">http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1674</a>	Αφιέρωμα στο IPTV, στον ιστοτόπο go-online.gr
[2]	<a href="http://www.ip.tv/iptv_site/ing/index.htm">http://www.ip.tv/iptv_site/ing/index.htm</a>	Πληροφορίες για IPTV
[3]	<a href="http://www.iptv-forum.com/">http://www.iptv-forum.com/</a>	Νέα και γεγονότα σχετικά με τη βιομηχανία του IPTV

### Γλωσσάριο – Ακρωνύμια

---

[1]	CATV	Cable TV
[2]	DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
[3]	DVB	Digital Video Broadcast
[4]	EPG	Electronic Program Guide
[5]	IGMP	Internet Group Management Protocol
[6]	IPTV	Internet Protocol TV
[7]	LEO	Local End Office
[8]	QoS	Quality of Service
[9]	SHE	Super Head End
[10]	STB	Set Top Box
[11]	VoD	Video on Demand
[12]	VPN	Virtual Private Network
[13]	VSO	Video Serving Office

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>4</b>
<b>Ορισμοί</b> .....	<b>4</b>
IPTV.....	4
<b>Χαρακτηριστικά του IPTV</b> .....	<b>4</b>
Συνεχείς ροές περιεχομένου .....	4
Πολλαπλά κανάλια.....	5
Ομογενής μορφοποίηση περιεχομένου .....	6
Μετάδοση μέσω ιδιωτικού δικτύου .....	6
Δέκτης Set Top Box.....	7
<b>Υπηρεσίες και τρόποι χρήσης IPTV</b> .....	<b>7</b>
<b>Αρχιτεκτονική δικτύου IPTV</b> .....	<b>10</b>
Κόμβος Super Head End (SHE) .....	11
Κόμβος Video Serving Office (VSO) .....	12
Κόμβος Local End Office (LEO).....	14
Κόμβος Συνδρομητή.....	14
<b>Πολλαπλή Εκπομπή (Multicasting)</b> .....	<b>15</b>
<b>Κωδικοποίηση Οπτικοακουστικού Περιεχομένου</b> .....	<b>15</b>
Κυριότερα Σχήματα Συμπίεσης για Συστήματα IPTV .....	16
<b>Οικιακές Πύλες/Δέκτες (Set-top-boxes)</b> .....	<b>17</b>
Ενδιάμεσο λογισμικό.....	18
Κριτήρια Επιλογής STB .....	19
<b>Συμπεράσματα</b> .....	<b>20</b>

### Εισαγωγή

---

Πολλοί διαφορετικοί τρόποι για τη μετάδοση οπτικοακουστικού περιεχομένου, και κυρίως ψηφιακής τηλεόρασης έχουν αναπτυχθεί διεθνώς. Γενικά, η μετάδοση αυτή βασίζεται σε ειδικά πρότυπα και τεχνολογίες (π.χ. δορυφορική τηλεόραση). Η ιδέα να αξιοποιηθούν υπάρχουσες οι υποδομές και τεχνογνωσία για την παροχή ψηφιακής τηλεόρασης είναι φυσικά από τις πιο ενδιαφέρουσες και πρακτικές. Προς αυτή τη κατεύθυνση έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία IPTV, βασικά θέματα της οποίας θα μελετηθούν στην παρούσα υποενότητα.

### Ορισμοί

---

#### IPTV

Το IPTV είναι ένα σύστημα για τη μετάδοση ψηφιακής τηλεόρασης και σχετικών υπηρεσιών μέσω της στοιβάς πρωτοκόλλων του Διαδικτύου, με βασικότερο το IP (Internet Protocol). Έτσι η μετάδοση γίνεται με μεταγωγή IP πακέτων και όχι μέσω δορυφορικών ή καλωδιακών καναλιών.

#### Χαρακτηριστικά του IPTV

---

Το IPTV χρησιμοποιείται πρωταρχικά ως ένα βελτιωμένο, εμπλουτισμένο υποκατάστατο για υπηρεσίες που προσφέρονται από τις υπάρχουσες υποδομές καλωδιακής (CATV) και δορυφορικής μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος. Η διαφορά είναι ότι το IPTV προσφέρει τις υπηρεσίες αυτές μέσω ενός IP δικτύου. Μάλιστα εκείνοι οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι που επιθυμούν να προσφέρουν πολλαπλές υπηρεσίες στους πελάτες τους χρησιμοποιώντας μια μόνο πλατφόρμα, συχνά επιλέγουν την IP υποδομή αφού είναι κατάλληλη τόσο για παροχή πρόσβασης δεδομένων, όσο και για παροχή υπηρεσιών φωνής και τηλεοπτικού σήματος (IPTV). Πράγματι, σε ένα τυπικό IPTV σύστημα ένα ιδιωτικό IP δίκτυο υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιείται για την αδιάλειπτη μεταφορά ροών video ταυτόχρονα, σε χιλιάδες διαφορετικούς χρήστες-συνδρομητές. Τα βασικά χαρακτηριστικά του αναλύονται στις ακόλουθες παραγράφους.

#### Συνεχείς ροές περιεχομένου

Το IPTV είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επιτρέπει την αποστολή ροών (stream) video σε πολλαπλούς χρήστες. Οι ροές αυτές είναι συνεχείς υπό την έννοια ότι ο χρήστης μπορεί να

επιλέξει την προβολή κάποιας ροής στην τρέχουσα κατάσταση της αλλά όχι την προβολή της ροής αυτής σε μια προηγούμενη ή μελλοντική της κατάσταση (π.χ. προβολή του τρέχοντος τηλεοπτικού προγράμματος από την αρχή του ή μετάβαση στο επόμενο πρόγραμμα). Η συμπεριφορά αυτή είναι βέβαια πανομοιότυπη με την διαδικασία που ακολουθεί ένας χρήστης για την προβολή μιας ροής (καναλιού) στις κλασικές τηλεοπτικές υπηρεσίες (αναλογική/ψηφιακή τηλεόραση). Είναι όμως διαφορετική από την τυπική συμπεριφορά προβολής video on-demand μέσω διαδικτύου όπου ο χρήστης συνήθως έχει πλήρη έλεγχο κατά την προβολή μιας δεδομένης ροής video (π.χ. δυνατότητα μετάβασης σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή της ροής video, παύση, επανεκκίνηση). Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι κάποιοι πάροχοι IPTV προσφέρουν και video on-demand υπηρεσία. Αυτή η IPTV υπηρεσία δεν είναι ακόμα διαδεδομένη καθώς απαιτεί πολλαπλάσιους πόρους δικτύου και εξελιγμένους εξυπηρετές video. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων ένας πάροχος IPTV δεν διαθέτει τα πνευματικά δικαιώματα για όλες τις ροές video που προσφέρει στην υπηρεσία του. Τυπικά το περιεχόμενο αδειοδοτείται στον πάροχο από κλασικές πηγές μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος όπως τηλεοπτικοί σταθμοί, οι οποίοι μάλιστα πολλές φορές δραστηριοποιούνται στην ίδια γεωγραφική περιοχή κάλυψης με τον υποκείμενο πάροχο IPTV.

### **Πολλαπλά κανάλια**

Ένα IPTV δίκτυο προσφέρει ταυτόχρονα, σε έναν μεγάλο αριθμό χρηστών, περιεχόμενο video το οποίο παράγεται από ένα σύνολο τηλεοπτικών καναλιών. Οι χρήστες του IPTV δικτύου έχουν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν τακτικά δελτία ειδήσεων, ψυχαγωγικές και ενημερωτικές εκπομπές που παράγονται από ιδιωτικά και κρατικά τηλεοπτικά κανάλια. Μπορούν ακόμα να παρακολουθήσουν περιεχόμενο ειδικού ενδιαφέροντος (π.χ. κινηματογραφικές ταινίες, σπορ, ντοκιμαντέρ, παιδικά προγράμματα, οικονομική επικαιρότητα, μόδα, μουσική) που παράγεται κυρίως από συνδρομητικά κανάλια. Η ψηφιακή υποδομή του IPTV παρόχου επιτρέπει την συλλογή, την επεξεργασία και την αναμετάδοση των προγραμμάτων αυτών μέσω του IPTV δικτύου σε πραγματικό χρόνο.

Οι χρήστες του δικτύου μπορούν συνήθως να επιλέξουν πρόγραμμα μέσω ενός ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος (Electronic Program Guide, EPG). Το EPG είναι συνήθως ένα βοηθητικό κανάλι το οποίο αναμεταδίδει αποσπάσματα από κανάλια περιεχομένου είτε μια διαδραστική λίστα που έχει ως στόχο να προσφέρει στο χρήστη μια γενική άποψη για τα διαθέσιμα προγράμματα κάθε στιγμή.

Όταν ο χρήστης επιλέξει να παρακολουθήσει περιεχόμενο από κάποιο συγκεκριμένο κανάλι τότε ο ψηφιακός δέκτης (Set-top-box, STB) συνδέεται με την αντίστοιχη IP συνεχή ροή video και την αποκωδικοποιεί σε τηλεοπτικό σήμα. Στην περίπτωση που η συγκεκριμένη ροή είναι διαθέσιμη στον STB τότε αυτή επιλέγεται ως ροή εισόδου στον μηχανισμό αποκωδικοποίησης. Στην αντίθετη περίπτωση, ο δέκτης σηματοδοτεί τον τοπικό κόμβο δικτύου (π.χ. το DSLAM) και

αυτός αναλαμβάνει την αποστολή της για τον αντίστοιχο κόμβο πελάτη. Με την τεχνική αυτή εξοικονομείται εύρος ζώνης αφού σε κάθε κόμβο πελάτη δεν είναι απαραίτητο να μεταδίδονται όλες οι ροές βίντεο ταυτόχρονα αλλά μόνο όσες ο χρήστης επιθυμεί να προβάλλει την δεδομένη χρονική στιγμή.

### **Ομογενής μορφοποίηση περιεχομένου**

Τυπικά ένα IPTV σύστημα χρησιμοποιεί μία ή δύο διαφορετικές διαμορφώσεις για κάθε τύπο περιεχομένου. Συνήθως επιλέγεται μια τεχνολογία διαμόρφωσης/συμπύεσης όπως το MPEG-2, το MPEG-4 ή το VC-1 (γνωστό επίσης σαν διαμόρφωση Windows Media 9) για όλες τις ροές video. Η επιλογή μιας μόνο τεχνολογίας διαμόρφωσης επιτρέπει το σχεδιασμό μιας απλοποιημένης, ενοποιημένης IPTV πλατφόρμας με σημαντικά οφέλη στη διαχείριση και το κόστος συντήρησης του συστήματος. Ακόμα απλοποιείται σημαντικά και ο σχεδιασμός του οικιακού δέκτη STB αφού εξαλείφεται η ανάγκη συνύπαρξης πολλαπλών μηχανισμών αποδιαμόρφωσης του IPTV σήματος. Για να επιτευχθεί αυτό, η πολυπλοκότητα διαχείρισης πολλαπλών διαμορφώσεων μεταφέρεται στην υποδομή του IPTV πάροχου. Συγκεκριμένα ο IPTV πάροχος είναι υπεύθυνος για την μετατροπή (transcoding) όλων των ροών video ώστε να είναι σε συμφωνία με το επιλεγμένο σχήμα διαμόρφωσης. Ακόμα, οι περισσότεροι IPTV πάροχοι χρησιμοποιούν ένα προκαθορισμένο, κοινό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (bit rate) σαν παράμετρο για την επιλεγμένη διαμόρφωση (ή ένα δεδομένο bit rate για όλες τις συμβατικές ροές video και έναν άλλο, υψηλότερο για τις ροές που προορίζονται για δέκτες υψηλής ευκρίνειας). Ο σταθερός ρυθμός μετάδοσης σε ένα IPTV σύστημα είναι επιθυμητός διότι απλοποιεί σημαντικά την διαχείριση του συνολικού διαθέσιμου εύρους ζώνης και εξαρτάται από την τεχνολογία υποδομής του IPTV δικτύου ή και από σχετικές συμφωνίες του IPTV παρόχου με παρόχους δικτυακής υποδομής. Ακόμα απλοποιούνται οι απαιτούμενες διαδικασίες στον δέκτη κατά την αλλαγή καναλιών/ροών video. Ροές με αρχικό bit rate διαφορετικό από το επιθυμητό μετατρέπονται κατάλληλα από τον IPTV πάροχο πριν μεταδοθούν στο δίκτυο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται transrating.

### **Μετάδοση μέσω ιδιωτικού δικτύου**

Ένα δίκτυο IPTV θα πρέπει να διαθέτει ισχυρούς μηχανισμούς πρόβλεψης και ελέγχου του διαθέσιμου εύρους ζώνης, ώστε να μπορεί να προσφέρει εγγυημένη ποιότητα υπηρεσίας στους χρήστες του. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι πολλές φορές αδύνατο να λειτουργήσουν σε ένα περιβάλλον με εξαιρετικά περιορισμένο ή ακόμα ανύπαρκτο έλεγχο των διακινούμενων δεδομένων όπως το Internet. Για το λόγο αυτό οι πάροχοι IPTV είναι αναγκασμένοι πολλές φορές να χρησιμοποιούν ιδιωτικά ή εικονικά ιδιωτικά IP δίκτυα (Private Networks, PNs ή Virtual Private Networks, VPNs).

Ειδικότερα τα προγράμματα video πρέπει να συλλεχθούν, να κωδικοποιηθούν/συμπιεστούν και κατόπιν να κατατμηθούν σε πακέτα IP κατάλληλα για μετάδοση στην IP δικτυακή υποδομή. Τα πακέτα ενδέχεται να φτάσουν στον τελικό προορισμό τους (δηλαδή στον δέκτη STB) είτε με καθυστέρηση, είτε σε διαφορετική σειρά από αυτήν που απεστάλησαν ενώ ορισμένα πακέτα ενδέχεται να μην φτάσουν καθόλου στον προορισμό τους. Προκειμένου η ροή video να προβάλλεται απρόσκοπτα στον τηλεοπτικό δέκτη του χρήστη, ο δέκτης STB αναγκαστικά αποθηκεύει τα εισερχόμενα πακέτα (buffering), τα ανασυντάσσει και τα αποκωδικοποιεί με μια χαρακτηριστική, μικρή καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων (σε σχέση με την αντίστοιχη ροή που μεταδίδεται μέσω των αναλογικών τηλεοπτικών σταθμών). Προκειμένου όμως η καθυστέρηση να παραμένει μικρή και αποδεκτή από τους χρήστες της υπηρεσίας θα πρέπει το δίκτυο IPTV να περιορίζει όσο το δυνατό τα προαναφερθέντα προβλήματα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί διασφαλίζοντας το απαραίτητο εύρος ζώνης για όλους τους χρήστες/συνδρομητές. Σε ένα ιδιωτικό IP δίκτυο, μηχανισμοί ελέγχου της κίνησης δεδομένων (QoS) ρυθμίζονται έτσι ώστε να δίνεται προτεραιότητα σε IP πακέτα που αντιστοιχούν σε ροές video ή άλλες ροές που απαιτούν άμεση απόκριση. Οι QoS μηχανισμοί αυτοί εμποδίζουν την συμφόρηση του δικτύου από πακέτα τα οποία δεν απαιτούν προνομιακό χειρισμό (π.χ. πακέτα από μεταφορά μεγάλων αρχείων δεδομένων).

### **Δέκτης Set Top Box**

Οι τηλεοπτικοί δέκτες ήταν μέχρι πρόσφατα σχετικά απλές συσκευές δίχως «ευφυείς» δυνατότητες διαχείρισης περιεχομένου. Πράγματι, τόσο ο τυπικός αναλογικός δέκτης όσο και ο τυπικός δέκτης επίγειου ψηφιακού σήματος δεν διαθέτει δυνατότητες εγγραφής/αποθήκευσης του μεταδιδόμενου περιεχομένου, δεν παρέχει στον χρήστη αναλυτικές πληροφορίες για τα μεταδιδόμενα προγράμματα και δεν υποστηρίζει διαδραστικές υπηρεσίες (π.χ. εξατομικευμένη προβολή περιεχομένου κατόπιν αιτήματος από τον χρήστη).

Τέτοιες δυνατότητες προσφέρονται συνήθως στους χρήστες Internet μέσω των προσωπικών τους υπολογιστών. Όμως ο Η/Υ δεν είναι σε καμία περίπτωση ένα κατάλληλο μέσο που μπορεί να αντικαταστήσει την ευκολία χρήσης ενός εξειδικευμένου τηλεοπτικού δέκτη.

Ο ψηφιακός δέκτης STB ενός τυπικού IPTV δικτύου αναλαμβάνει να καλύψει το κενό αυτό. Ειδικότερα, ο STB αποτελείται από εξειδικευμένο υλικό και λογισμικό το οποίο επιτρέπει λειτουργίες όπως ο έλεγχος της IPTV σηματοδότησης, η αποκωδικοποίηση των IPTV ροών video και η παροχή εξελιγμένων υπηρεσιών στο χρήστη. Είναι βέβαια σημαντικό για έναν δέκτη STB να διαθέτει μια καλαίσθητη, λειτουργική και εύχρηστη διεπαφή για το χειρισμό του.

### **Υπηρεσίες και τρόποι χρήσης IPTV**

Είναι πολύ σημαντικό για μια νέα τεχνολογία μετάδοσης τηλεοπτικού περιεχομένου να στηρίζεται σε ένα ισχυρό επιχειρηματικό πλάνο ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμη. Πράγματι, μια

σειρά επιχειρηματικών μοντέλων για την προσφορά IPTV υπηρεσιών δοκιμάζονται αυτή τη στιγμή στην αγορά. Στις επόμενες παραγράφους θα δούμε αναλυτικότερα κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα. Είναι όμως σημαντική η κατανόηση των παραγόντων εκείνων που επηρεάζουν το κόστος λειτουργίας ενός IPTV συστήματος. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τους παράγοντες αυτούς.

<b>Παράγοντας Κόστους</b>	<b>Τύπος Χρέωσης</b>	<b>Περιγραφή</b>
Περιεχόμενο Video	Περιοδική χρέωση υπολογιζόμενη ανά το σύνολο των χρηστών της υπηρεσίας και βάση του εξασφαλιζόμενου περιεχομένου.	Το κόστος για την απόκτηση των πνευματικών δικαιωμάτων του μεταδιδόμενου περιεχομένου από τους παραγωγούς τηλεοπτικού προγράμματος.
Δικτυακή IP υποδομή	Προκαθορισμένη χρέωση που καταβάλλεται κατά την εκκίνηση της υπηρεσίας.	Το κόστος για την εξασφάλιση του απαιτούμενου εύρους ζώνης σε ένα ιδιόκτητο IP δίκτυο.
Δέκτης STB	Προκαθορισμένη χρέωση που καταβάλλεται για κάθε χρήστη που εγγράφεται στην υπηρεσία.	Το κόστος για την προμήθεια των απαραίτητων δεκτών STB για κάθε χρήστη της υπηρεσίας.
Ψηφιακός εξοπλισμός κόμβου παρόχου	Προκαθορισμένη χρέωση που καταβάλλεται κατά την εκκίνηση της υπηρεσίας.	Το κόστος για την απόκτηση του απαραίτητου ψηφιακού εξοπλισμού για τη συλλογή, την κωδικοποίηση και τη μετάδοση περιεχομένου στο δίκτυο.
Εξυπηρετές περιεχομένου	Προκαθορισμένη χρέωση που καταβάλλεται κατά την εκκίνηση της υπηρεσίας. Ενδέχεται να αυξηθεί αν ο πάροχος επιθυμεί αναβάθμιση της χωρητικότητας.	Το κόστος για την απόκτηση των απαραίτητων εξυπηρετών περιεχομένου video για την προσφορά on-demand υπηρεσιών και διαφημιστικού περιεχομένου.
Οδηγός EPG	Περιοδική χρέωση υπολογιζόμενη ανά το σύνολο των χρηστών της υπηρεσίας και βάση του αριθμού των προσφερόμενων καναλιών.	Το κόστος για την παραγωγή (ή την απόκτηση από άλλο πάροχο) του EPG.

- *Μοντέλο Συνδρομής.* Το επιχειρηματικό μοντέλο βασιζόμενο σε συνδρομή είναι πολύ σύνηθες για παρόχους IPTV. Βάσει αυτού του μοντέλου οι χρήστες της υπηρεσίας πληρώνουν σε περιοδική βάση (πχ μηνιαία) κάποιο προκαθορισμένο κόστος για πρόσβαση σε ένα προκαθορισμένο πακέτο καναλιών περιεχομένου. Το ποσό που καταβάλουν οι συνδρομητές είναι σταθερό και δεν εξαρτάται από την χρήση της υπηρεσίας που πραγματοποιούν. Το μοντέλο αυτό είναι σύνηθες για παρόχους καλωδιακής (CATV) και δορυφορικής τηλεόρασης και είναι γενικά αποδεκτό από τους



υποψήφιους χρήστες. Είναι ακόμα σύνηθες για ένα πάροχο να προσφέρει περισσότερα από ένα διαφορετικά πακέτα συνδρομών που περιλαμβάνουν διαφορετικά κανάλια. Σε κάθε περίπτωση ο πάροχος στοχεύει στην προσφορά πακέτων τέτοιων τα οποία να ανταποκρίνονται στις ανάγκες διαφορετικών τύπων χρηστών, ώστε να μειώσει το κόστος πνευματικών δικαιωμάτων και να εξασφαλίσει την ικανοποίηση των συνδρομητών του. Για παράδειγμα ένας χρήστης ο οποίος δεν ενδιαφέρεται για κανάλια με αθλητικό περιεχόμενο θα είναι ικανοποιημένος αν έχει την επιλογή ενός πακέτου το οποίο δεν περιλαμβάνει τέτοια κανάλια με μικρότερο κόστος από το πακέτο που τα περιλαμβάνει.

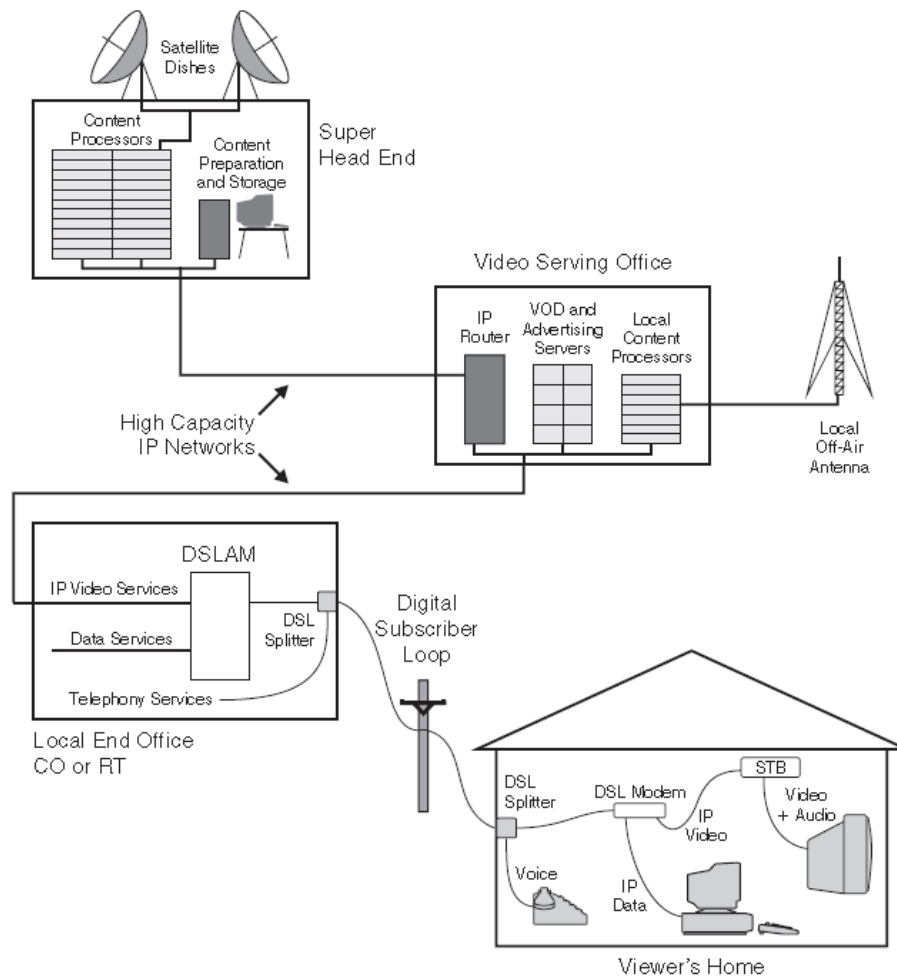
- *Μοντέλο Προπληρωμένων Πακέτων Καναλιών.* Το επιχειρηματικό μοντέλο αυτό στηρίζεται στην πώληση προπληρωμένων πακέτων (ala Carte) καναλιών. Οι χρήστες μπορούν να αγοράσουν ένα προπληρωμένο πακέτο ορισμένου χρόνου (π.χ. υπηρεσία για ένα μήνα ή ένα εξάμηνο) και συνήθως έχουν την επιλογή να ενεργοποιήσουν την παρεχόμενη υπηρεσία εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού πλαισίου (π.χ. μέσα στο τρέχον έτος). Το μοντέλο αυτό, όπως και το μοντέλο συνδρομής, είναι ανεξάρτητο από τη χρήση της υπηρεσίας από τους δικαιούχους. Κύρια χαρακτηριστικά του μοντέλου αυτού είναι η δυνατότητα του χρήστη να επιλέξει ακριβώς τα κανάλια που τον ενδιαφέρουν και η απουσία του συμβολαίου συνδρομής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μοντέλο αυτό δεν έχει τύχει ευρείας αποδοχής σε παρόχους καλωδιακής CATV και δορυφορικής τηλεόρασης. Οι τεχνολογικές όμως ιδιαιτερότητες του IPTV διευκολύνουν τη στοχευμένη μετάδοση περιεχομένου στους χρήστες και αυτό λειτουργεί ενθαρρυντικά για την υιοθέτηση του μοντέλου προπληρωμένων πακέτων από τους παρόχους IPTV.
- *Μοντέλο Διαφήμισης.* Το μοντέλο αυτό είναι τυπικό για τους ελεύθερους, τοπικούς τηλεοπτικούς σταθμούς και η βιωσιμότητά του είναι αποδεδειγμένη. Το μοντέλο διαφήμισης στηρίζεται στα έσοδα που αποφέρει η προβολή διαφημιστικού περιεχομένου στους χρήστες της υπηρεσίας. Μια τεχνολογική πρόκληση για την υιοθέτηση του μοντέλου αυτού είναι η ανάγκη αντικατάστασης του διαφημιστικού περιεχομένου που εμπεριέχεται ήδη στο μεταδιδόμενο περιεχόμενο, με διαφημιστικό περιεχόμενο του IPTV παρόχου. Για παράδειγμα ένας IPTV πάροχος, ο οποίος στηρίζεται σε έσοδα από την προβολή διαφημίσεων, επιθυμεί την αντικατάσταση των διαφημιστικών προβολών που παρεμβάλλονται στο πρόγραμμα ενός κρατικού τηλεοπτικού σταθμού (οι οποίες προβολές δεν του αποφέρουν έσοδα) με διαφημιστικό υλικό προερχόμενο από τους δικούς του εξυπηρετές περιεχομένου. Η ανάγκη αυτή είναι αναγνωρισμένη και από τους παρόχους περιεχομένου (τοπικοί σταθμοί) οι οποίοι σηματοδοτούν κατάλληλα τα διαστήματα προβολής διαφημίσεων (με ειδικές ενδείξεις) έτσι ώστε να είναι δυνατή η διαδικασία αντικατάστασής τους. Η δυνατότητα της τεχνολογίας IPTV να προσφέρει εξατομικευμένο διαφημιστικό υλικό σε κάθε χρήστη είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για

την υιοθέτηση επιχειρηματικών μοντέλων βασισμένων στην διαφήμιση από τους παρόχους.

- *Μοντέλο Triple Play.* Το μοντέλο triple play βασίζεται στην παροχή ολοκληρωμένων τηλεπικοινωνιακών λύσεων σε συνδρομητική βάση. Ειδικότερα, σε ένα χρήστη της υπηρεσίας triple play παρέχεται δυνατότητα τηλεφωνικών κλήσεων, πρόσβαση στο διαδίκτυο και υπηρεσίες IPTV. Πάροχοι που υιοθετούν το μοντέλο αυτό είναι συνήθως μεγάλοι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι με εξαιρετικά μεγάλη βάση συνδρομητών. Οι πάροχοι αυτοί χρησιμοποιούν το IPTV ως μια υπηρεσία προστιθέμενης αξίας για να αυξήσουν το μερίδιο αγοράς τους. Το βασικό πλεονέκτημα του triple play για τον πάροχο είναι ότι το κόστος της δικτυακής υποδομής είναι κοινό για όλες τις επιμέρους παρεχόμενες υπηρεσίες. Με κατάλληλο σχεδιασμό, ένας μεγάλος τηλεπικοινωνιακός πάροχος μπορεί να χρησιμοποιήσει υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (όπως το IPTV) για την άντληση σημαντικών εσόδων από την εκτεταμένη συνδρομητική τους βάση.
- *Μοντέλο Διαδραστικής Τηλεόρασης - Video-On-Demand (VOD).* Η τεχνολογία IPTV διαθέτει το συγκριτικό πλεονέκτημα ύπαρξης καναλιού επιστροφής σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ψηφιακής μετάδοσης video (πχ CATV, DVB). Ειδικότερα η τεχνολογία IPTV έχει την δυνατότητα να προσφέρει εξελιγμένες διαδραστικές υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στους συνδρομητές της. Παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών είναι η δυνατότητα επιλογής εξατομικευμένου περιεχομένου VoD, ο έλεγχος ροής περιεχομένου (παύση, μετάβαση στην αρχή), η δυνατότητα τηλεπληρωμής λογαριασμών, η συμμετοχή σε online ψηφοφορίες ή και εξελιγμένες, διαδραστικά ψυχαγωγικές υπηρεσίες (παίγνια).

## Αρχιτεκτονική δικτύου IPTV

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί η τυπική δομή ενός IPTV συστήματος (Σχήμα 1). Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι ένα IPTV σύστημα μπορεί να περιορίζεται σε μια μικρή τοπική εγκατεστημένη υποδομή που εξυπηρετεί μερικές χιλιάδες χρήστες και προσφέρει μερικές δεκάδες κανάλια ή μπορεί να είναι ένα σύστημα εθνικής εμβέλειας με εκατομμύρια συνδρομητές και εκατοντάδες διαθέσιμα κανάλια. Για το λόγο αυτό ένα σύστημα IPTV σχεδιάζεται με τέτοια δομή ώστε να είναι επεκτάσιμο. Δηλαδή, κατά τη φάση υλοποίησης του ένα σύστημα IPTV περιέχει συνήθως μόνο τα απαραίτητα δομικά στοιχεία που επιτρέπουν τη λειτουργία του σε τοπική κλίμακα αλλά και την προσφορά των βασικών υπηρεσιών. Καθώς το σύστημα περνάει στην λειτουργική του φάση και η συνδρομητική του βάση αυξάνεται, προστίθενται επιπλέον δομικά στοιχεία που επιτρέπουν την ανάπτυξή του. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα μικρότερης κλίμακας σύστημα συνήθως δεν διαθέτει όλα τα δομικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής αυτής.



Σχήμα 1. Τυπική αρχιτεκτονική ενός IPTV συστήματος

### Κόμβος Super Head End (SHE)

Ο κόμβος SHE έχει την δυνατότητα να εξυπηρετεί εκατομμύρια συνδρομητές καθώς μπορεί να επεξεργαστεί και να προσφέρει περιεχόμενο που είναι κοινό για όλη την συνδρομητική βάση του συστήματος. Ο ρόλος του SHE είναι καθοριστικός σε ένα ευρείας κλίμακας IPTV σύστημα και για τον λόγο αυτό είναι σύνηθες να εγκαθίσταται ένας γεωγραφικά απομακρυσμένος από τον κύριο κόμβο, εφεδρικός κόμβος SHE, ο οποίος χρησιμοποιείται σε περίπτωση καταστροφής ή δυσλειτουργίας του κύριου. Παρακάτω συνοψίζονται οι βασικές λειτουργίες του SHE.

- *Συλλογή και Βασική Επεξεργασία Περιεχομένου.* Ο κόμβος SHE έχει την δυνατότητα να λαμβάνει περιεχόμενο video από μια πληθώρα πηγών. Οι πηγές αυτές μπορεί να είναι τηλεοπτικοί σταθμοί που μεταδίδουν το τηλεοπτικό πρόγραμμά τους μέσω επίγειων σταθμών ασύρματης μετάδοσης, δίκτυα παραγωγής περιεχομένου που προσφέρουν ροές περιεχομένου μέσω δορυφορικών διαύλων ή ακόμα ροές video από όμορα IPTV συστήματα. Ο κόμβος SHE θα πρέπει δηλαδή να διαθέτει τους κατάλληλους διαύλους για την συλλογή των μεταδιδόμενων ροών περιεχομένου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ροές περιεχομένου που καταφθάνουν στον κόμβο SHE είναι συνήθως ψηφιακά

κρυπτογραφημένες ώστε να προστατεύονται τα πνευματικά δικαιώματα του περιεχομένου από πιθανές υποκλοπές. Ο SHE δηλαδή θα πρέπει να διαθέτει τους κατάλληλους μηχανισμούς για την αποκρυπτογράφηση όλων των εισερχόμενων ροών. Ακόμα, το περιεχόμενο video μπορεί να καταφθάνει στον κόμβο SHE σε ψηφιακούς δίσκους ή σε αρχεία μέσω δικτύων επικοινωνιών (IP, δορυφορικά ή ασύρματα δίκτυα δεδομένων). Το περιεχόμενο αυτό πρόκειται να μεταδοθεί σε μελλοντικό χρόνο ή κατόπιν αιτήματος από συνδρομητές.

- *Ψηφιακή Μετατροπή Περιεχομένου.* Το εισερχόμενο περιεχόμενο video στον κόμβο SHE μπορεί να είναι σε μορφή μη συμβατή με αυτή που οι ψηφιακοί δέκτες STB στους κόμβους των συνδρομητών είναι σχεδιασμένοι να δέχονται. Ειδικότερα είναι σύνηθες, το εισερχόμενο περιεχόμενο να είναι διαμορφωμένο με διαφορετικά σχήματα κωδικοποίησης/συμπίεσης (π.χ. MPEG-2, MPEG-4, VC-1 ή άλλες μορφές κωδικοποίησης video όπως Real Video), αλλά και με διαφορετικό βαθμό συμπίεσης (bit rate) ανάλογα με την πηγή από την οποία προέρχεται. Ο κόμβος SHE θα πρέπει να διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό που θα επιτρέπει τη ψηφιακή μετατροπή (digital turnover) κάθε δυνατής διαμόρφωσης του εισερχόμενου περιεχομένου στην διαμόρφωση εκείνη που έχουν τη δυνατότητα να αποδιαμορφώσουν οι εγκατεστημένοι δέκτες STB.
- *Διαμόρφωση για IP Μεταφορά.* Οι κατάλληλα διαμορφωμένες ροές περιεχομένου video που προκύπτουν ύστερα από τα στάδια συλλογής και ψηφιακής μετατροπής θα πρέπει να διαμορφωθούν κατάλληλα για την μεταφορά τους στην IP υποδομή. Ειδικότερα θα πρέπει ο κόμβος SHE να διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για:
  - ο την πολυπλεξία των ροών περιεχομένων ροές προς μεταφορά στους τοπικούς κόμβους VSO του IPTV συστήματος (βλ. επόμενη παράγραφο),
  - ο την κατάτμηση των πολυπλεγμένων ροών σε IP πακέτα,
  - ο την κρυπτογράφηση των πακέτων αυτών (ώστε να αποφευχθούν υποκλοπές κατά τη μεταφορά τους προς τους κόμβους VSO), και
  - ο τη δρομολόγηση τους στην IP δικτυακή υποδομή.

### **Κόμβος Video Serving Office (VSO)**

Ο κόμβος VSO είναι υπεύθυνος για τη διανομή περιεχομένου video σε όλους τους LEO κόμβους σε μια εντοπισμένη γεωγραφική περιοχή (βλ. Σχήμα 1). Σε ένα IPTV σύστημα μικρής κλίμακας ο VSO αναλαμβάνει επίσης και τις λειτουργίες του κόμβου SHE. Παρακάτω συνοψίζονται οι βασικές λειτουργίες του VSO.

- *Συλλογή - Επεξεργασία Τοπικού Περιεχομένου.* Μια βασική λειτουργία του VSO είναι η συλλογή και επεξεργασία «τοπικού περιεχομένου» video. Ως «τοπικό περιεχόμενο» ορίζεται το περιεχόμενο που μεταδίδεται από τοπικούς τηλεοπτικούς σταθμούς ή το

ψηφιακό περιεχόμενο που παρέχεται από διάφορους τοπικούς φορείς (π.χ. υλικό από ειδησεογραφικά πρακτορεία, ή παραγωγούς διαφημιστικού υλικού). Όπως και στον κόμβο SHE, το εισερχόμενο περιεχόμενο μπορεί να είναι κρυπτογραφημένο ή να χρειάζεται αποθήκευση για προβολή του σε μελλοντικό χρόνο. Ο κόμβος VSO αναλαμβάνει επίσης την προσθήκη εναλλακτικών καναλιών ήχου (συνήθως στην τοπική γλώσσα της περιοχής κάλυψης) ή και την προσθήκη υποτίτλων στο περιεχόμενο video.

- *Ψηφιακή Μετατροπή Περιεχομένου.* Όπως και στον κόμβο SHE, έτσι και στον κόμβο VSO το εισερχόμενο περιεχόμενο ενδέχεται να χρειάζεται ψηφιακή μετατροπή. Ο κόμβος VSO διαθέτει δυνατότητα ψηφιακής μετατροπής του περιεχομένου στην επιθυμητή διαμόρφωση/συμπίεση (transcoding) και στον επιθυμητό βαθμό συμπίεσης (transrating). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πολλοί IPTV πάροχοι χρησιμοποιούν δύο εναλλακτικούς βαθμούς συμπίεσης (bit rate): έναν υψηλό για προγράμματα υψηλής ευκρίνειας και ένα χαμηλότερο για συμβατικά προγράμματα.
- *Παροχή Διαδραστικού και On-Demand Περιεχομένου.* Στον κόμβο VSO βρίσκονται συνήθως οι εξυπηρέτες Video-on-Demand (VoD). Οι εξυπηρέτες VoD είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή εξατομικευμένων ροών βίντεο κατόπιν αιτήματος από κάποιο συνδρομητή (μέσω ειδικής διεπαφής του δέκτη STB). Τα αιτήματα VoD των συνδρομητών θα πρέπει να επεξεργάζονται με μεγάλη ταχύτητα ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες καθυστερήσεις που θα τους δυσαρεστήσουν. Επίσης στον κόμβο VSO εμπεριέχεται ο απαραίτητος εξοπλισμός για την παροχή διαδραστικών υπηρεσιών: ειδικό λογισμικό και εξυπηρέτες σχεδιασμένοι ώστε να παρέχουν εξειδικευμένες υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται την δυνατότητα καναλιού επιστροφής, χαρακτηριστικού σε ένα IPTV σύστημα (δηλαδή τη δυνατότητα του συνδρομητή να στείλει δεδομένα προς τον κόμβο VSO). Τέτοιες υπηρεσίες μπορεί να είναι ψηφιακές ψηφοφορίες, δυνατότητα τηλεαγορών ή ακόμα ψυχαγωγικά διαδραστικά παιχνίδια.
- *Εισαγωγή Διαφημιστικού Υλικού.* Ο κόμβος VSO είναι συνήθως υπεύθυνος (ορισμένες φορές αυτή η λειτουργία παρέχεται κεντρικά από τον SHE) για την ενσωμάτωση διαφημιστικού υλικού στις μεταδιδόμενες ροές video. Κατάλληλος εξοπλισμός και λογισμικό χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των παρεμβολών διαφημιστικών μηνυμάτων στις εισερχόμενες ροές περιεχομένου.
- *Έλεγχος Δεκτών STB.* Σε ένα σύστημα IPTV είναι πολύ σημαντικό να ταυτοποιούνται οι συνδρομητές που έχουν δικαίωμα να λαμβάνουν κάποια υπηρεσία. Ο έλεγχος αυτό πραγματοποιείται από κατάλληλο εξοπλισμό και λογισμικό στον κόμβο VSO, σε συνδυασμό με τους ψηφιακούς δέκτες στους κόμβους των συνδρομητών, όπου είναι καταχωρημένη ψηφιακά η «ταυτότητα» κάθε συνδρομητή. Ειδικότερα ο VSO παρέχει ειδικές λειτουργίες κρυπτογράφησης του μεταδιδόμενου περιεχομένου με ψηφιακά κλειδιά τέτοια ώστε η αποκρυπτογράφηση του να είναι δυνατή μόνο από

εξουσιοδοτημένους δέκτες STB. Ακόμα, ο VSO έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί το μεταδιδόμενο περιεχόμενο με σύστημα Ψηφιακής Διαχείρισης Πνευματικών Δικαιωμάτων (DRM) έτσι ώστε η αναπαραγωγή του να είναι δυνατή σε εξουσιοδοτημένους δέκτες, σχεδιασμένους έτσι ώστε να απαγορεύουν την παράνομη αντιγραφή και αναμετάδοση του περιεχομένου.

- *Δημιουργία IPTV Ροών Video και Διαμόρφωσή τους για Μεταφορά στο IP δίκτυο.* Ο κόμβος VSO είναι υπεύθυνος για την παραγωγή των τελικών IPTV ροών, κατάλληλων για μετάδοση σε βρόχους συνδρομητών. Ανάλογα με τις τεχνικές δυνατότητες των τοπικών κόμβων LEO, ο κόμβος VSO παράγει μια IPTV ροή περιεχομένου ανά συνδρομητή ή ροές που προορίζονται για προβολή σε πολλαπλούς συνδρομητές (multicast). Ειδικότερα στην περίπτωση που η δικτυακή IP υποδομή αλλά και οι κόμβοι LEO υποστηρίζουν την δυνατότητα multicast, τότε μια κοινή ροή περιεχομένου είναι δυνατό να «κλωνοποιηθεί» από το ίδιο το IP δίκτυο και να μεταδοθεί ταυτόχρονα σε πολλαπλούς αποδέκτες/συνδρομητές.

### **Κόμβος Local End Office (LEO)**

Ο κόμβος LEO είναι υπεύθυνος για την πολυπλεξία των ροών video, φωνής και δεδομένων σε μια συνδυαστική ροή, η οποία μπορεί να μεταδοθεί μέσω της IP υποδομής στους τελικούς χρήστες. Συνήθως οι κόμβοι LEO καλύπτουν μια γεωγραφική περιοχή με ακτίνα μερικών χιλιομέτρων και συσσεγάζονται με τηλεπικοινωνιακούς υποσταθμούς. Τυπικά, για ένα IPTV σύστημα χρησιμοποιείται η τεχνολογία Ψηφιακού Συνδρομητικού Βρόχου - Digital Subscriber Loop (DSL) για τη μεταφορά του σήματος από τον LEO έως τον κόμβο συνδρομητή, οπότε ο κόμβος LEO περιέχει έναν πολυπλέκτη DSL πρόσβασης (DSLAM) για την πολυπλεξία των διαφορετικών σημάτων. Πολλές φορές ο κόμβος LEO διαθέτει κάποια τεχνολογία multicasting (π.χ. IGMP) ώστε να μπορεί να δρομολογεί μια κοινή ροή IPTV περιεχομένου σε πολλαπλούς συνδρομητές.

### **Κόμβος Συνδρομητή**

Στον κόμβο του συνδρομητή το εισερχόμενο πολυπλεγμένο σήμα διαχωρίζεται και επαναδιαμορφώνεται για να χρησιμοποιηθεί από τις διαφορετικές συσκευές: τηλέφωνο, υπολογιστές ή τον ψηφιακό IPTV τηλεοπτικό δέκτη STB. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε ένα σύστημα IPTV ο κόμβος του συνδρομητή, εκτός από τον απαραίτητο δέκτη STB, θα πρέπει να διαθέτει και κατάλληλο DSL αποκωδικοποιητή (modem) για τον διαχωρισμό του πολυπλεγμένου σήματος από τον LEO. Ο DSL αποκωδικοποιητής είναι υπεύθυνος και για τη διασφάλιση της

ποιότητας της υπηρεσίας, αποδίδοντας μεγαλύτερη προτεραιότητα σε ροές εισερχόμενης κίνησης IPTV ή φωνής (VoIP) σε σχέση την απλή μεταφορά δεδομένων.

## **Πολλαπλή Εκπομπή (Multicasting)**

Η τεχνολογία multicast είναι μια δικτυακή τεχνολογία η οποία επιτρέπει την αποστολή μιας ροής δεδομένων ταυτόχρονα σε πολλαπλούς αποδέκτες με τον πλέον αποδοτικό τρόπο. Ειδικότερα σε ένα IP δίκτυο το οποίο υποστηρίζει την τεχνολογία multicast ο κόμβος προέλευσης αποστέλλει μόνο ένα αντίγραφο για κάθε πακέτο πληροφορίας ανεξάρτητα με το πλήθος των αποδεκτών του. Το πακέτο αυτό έχει ως προορισμό όλους του κόμβους εκείνους που ανήκουν σε μια δεδομένη ομάδα multicast. Αντίγραφα του πακέτου αυτού δημιουργούνται αυτόματα από τους δρομολογητές του δικτύου σε κάθε κόμβο όπου το μονοπάτι προς διαφορετικούς αποδέκτες διακλαδίζεται. Η τεχνολογία multicast υλοποιείται συνήθως με το πρωτόκολλο Internet Group Management Protocol (IGMP).

Η υποστήριξη της τεχνολογίας multicast είναι πολύ σημαντική σε ένα δίκτυο IPTV καθώς βοηθάει στην εξοικονόμηση πολύτιμου εύρους ζώνης του IP δικτύου κορμού (π.χ. ο κόμβος SHE αποστέλλει μόνο ένα αντίγραφο για κάθε ροή video, το οποίο αντιγράφεται για να παραληφθεί από κάθε VSO που επιθυμεί να την λάβει). Σε ένα τυπικό σύστημα IPTV οι δέκτες STB μπορούν να εγγραφονται στην ομάδα multicast στην οποία μεταδίδεται η επιθυμητή ροή video. Όταν ο χρήστης επιθυμεί να αλλάξει κανάλι τότε ο δέκτης STB σηματοδοτεί τον κόμβο LEO (DSLAM) για την εγγραφή του σε κάποια άλλη ομάδα multicast.

Τα βασικά μειονεκτήματα της τεχνολογίας multicast είναι ότι απαιτεί ακριβότερο δικτυακό εξοπλισμό (δρομολογητές, DSLAMs που υποστηρίζουν multicast) και ότι απαιτεί πολύπλοκες διαδικασίες ελέγχου-σηματοδότησης.

## **Κωδικοποίηση Οπτικοακουστικού Περιεχομένου**

Το περιεχόμενο video που μεταδίδεται σε ένα IPTV δίκτυο είναι πάντοτε συμπιεσμένο ώστε να εξοικονομείται πολύτιμο εύρος ζώνης. Ειδικότερα, με την εφαρμογή κατάλληλης συμπίεσης απαιτούνται λιγότερα bit δεδομένων για να αναπαρασταθεί μια δεδομένη ροή video σε ψηφιακή μορφή. Ανάλογα με το βαθμό συμπίεσης ενδέχεται να εμφανίζονται αλλοιώσεις κατά την προβολή του περιεχομένου στον τηλεοπτικό δέκτη του συνδρομητή. Η επιλογή επομένως του σωστού σχήματος διαμόρφωσης/συμπίεσης περιεχομένου σε ένα σύστημα αλλά και του αντίστοιχου βαθμού συμπίεσης είναι ένας καθοριστικός παράγοντας επιτυχίας κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος IPTV.

Η βασική αρχή των διαφόρων σχημάτων συμπίεσης είναι ότι το περιεχόμενο video περιέχει επανάληψη στοιχείων εικόνας σε μεγάλο βαθμό, τα οποία μπορούν να ομαδοποιηθούν και έτσι

να αναπαρασταθούν ψηφιακά απαιτώντας λιγότερα bit δεδομένων. Δηλαδή, εάν μια σκηνή video αποτελείται από ένα σύνολο διαδοχικών εικόνων που εναλλάσσονται, τότε αυτή η ομάδα εικόνων περιέχει μεγάλο βαθμό επανάληψης η οποία μπορεί να αναπαρασταθεί αποδοτικά αν το video αυτό κωδικοποιηθεί με ένα σχήμα συμπίεσης.

### **Κυριότερα Σχήματα Συμπίεσης για Συστήματα IPTV**

Το MPEG-2 αποτελεί ένα ευρύτατα διαδεδομένο σχήμα συμπίεσης που έχει χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια σε μια πλειάδα εφαρμογών (DVD video, Ψηφιακή τηλεόραση, κλπ.). Τα μεγάλα πλεονεκτήματα του MPEG-2 είναι ότι αποτελεί μια σχολαστικά δοκιμασμένη τεχνολογία και ότι υπάρχουν πολλές υλοποιήσεις διαθέσιμες στο εμπόριο. Πράγματι, ένας πάροχος IPTV μπορεί να επιλέξει από μια πληθώρα εξοπλισμού όπως κωδικοποιητές, αποκωδικοποιητές και μετατροπής ρυθμού μετάδοσης βασισμένου στο πρότυπο MPEG-2. Ένα σοβαρό μειονέκτημα του MPEG-2 είναι ότι απαιτούνται πολύ υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης προκειμένου να μεταδοθεί σήμα video υψηλής ευκρίνειας HD (μεγαλύτεροι των 10Mbps).

Το MPEG-4 AVC είναι ένα εξελιγμένο πρότυπο συμπίεσης video σχεδιασμένο ώστε να προσφέρει τη μέγιστη δυνατή συμπίεση και κατ' επέκταση να μπορεί να προσφέρει σήμα video υψηλής ποιότητας με σχετικά χαμηλό ρυθμό μετάδοσης. Πράγματι το MPEG-4 επιτυγχάνει περίπου 2 φορές μεγαλύτερη απόδοση συμπίεσης από τον προκάτοχό του MPEG-2. Ακόμα το MPEG-4 διαθέτει εξελιγμένα φίλτρα εξομάλυνσης της εικόνας ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική ποιότητα εικόνας ακόμα και με πολύ χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης ή όταν εισέρχονται λάθη κατά την μετάδοση του σήματος. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά το MPEG-4 ιδιαίτερα ελκυστικό ως βασικό σχήμα κωδικοποίησης σε ένα σύστημα IPTV. Το κύριο μειονέκτημα του MPEG-4 είναι η μεγάλη πολυπλοκότητα κατά την κωδικοποίηση και αλλά και την αποκωδικοποίησή του. Ειδικότερα υπολογίζεται ότι ένας αποκωδικοποιητής MPEG-4 απαιτεί περίπου 3 φορές περισσότερους πόρους επεξεργασίας CPU από ότι ένας MPEG-2.

Το VC-1, γνωστό επίσης και ως Windows Media 9 codec, αποτελεί επίσης ένα εξελιγμένο πρότυπο συμπίεσης με εφάμιλλη απόδοση αυτής του MPEG-4. Το VC-1 σχεδιάστηκε κυρίως για να καλύψει τις ανάγκες συμπίεσης αποθηκευμένου βίντεο υψηλής ευκρίνειας (π.χ. για τις ανάγκες του προτύπου HD-DVD) αλλά και με κύριο μέλημα την μείωση της απαιτούμενης υπολογιστικής πολυπλοκότητας κατά την κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι το VC-1 αποτελεί το μεταγενέστερο από τα τρία σχήματα συμπίεσης που παρουσιάζονται, κερδίζει συνεχώς έδαφος στον χώρο του IPTV. Στο γεγονός αυτό συμβάλει αδιαμφισβήτητα το χαμηλό κόστος που απαιτείται από έναν κατασκευαστή hardware για λήψη άδειας υλοποίησης του προτύπου από την Microsoft, που είναι κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων για το VC-1.



Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά απόδοσης για τα κυριότερα σχήματα συμπίεσης video που χρησιμοποιούνται σήμερα σε IPTV συστήματα.

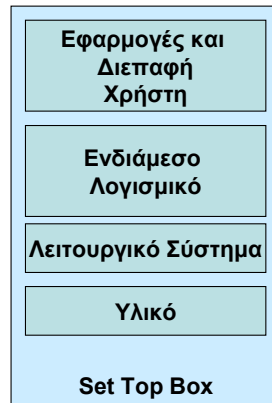
Σχήμα Συμπίεσης	Απαιτούμενο Bit Rate για κωδικοποίηση σε πραγματικό χρόνο (π.χ. αναμετάδοση ροών video)		Απαιτούμενο Bit Rate για κωδικοποίηση σε μη πραγματικό χρόνο (π.χ. προεπεξεργασμένο VoD)	
	SD video	HD video	SD video	HD video
MPEG-2	2,5-3 Mbps	15 -20 Mbps	2,3 -2,7 Mbps	13 -17 Mbps
MPEG-4 AVC	1,8-2 Mbps	6 -8 Mbps	1,8 -2 Mbps	6 -7 Mbps
VC-1	1,8-2 Mbps	8 -10 Mbps	1,6 -1,8 Mbps	7 -9 Mbps

### Οικιακές Πύλες/Δέκτες (Set-top-boxes)

Σε ένα σύστημα IPTV απαιτείται σε κάθε κόμβο συνδρομητή ένας ψηφιακός δέκτης Set Top Box (STB) ο οποίος έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει τις εισερχόμενες ροές IPTV και να τις αποκωδικοποιεί, ώστε να μπορούν να απεικονισθούν σε τηλεοπτικούς δέκτες ή άλλες συσκευές απεικόνισης, όπως οι οθόνες των υπολογιστών ή οι οθόνες μηχανών προβολής (projectors).

Σε ένα σύστημα IPTV οι διαδραστικές εφαρμογές αλλά και οι εφαρμογές VoD μπορούν να καθορίσουν την επιτυχία του. Αυτές οι εφαρμογές απαιτούν μια σειρά εξελιγμένων δυνατοτήτων από τον δέκτη STB, όπως ειδικές διαδραστικές διεπαφές (συνήθως με τη συμβολή του τηλεχειριστηρίου), υποσύστημα ελέγχου καναλιού επιστροφής και μηχανισμούς ταυτοποίησης του χρήστη (π.χ. διεπαφή έξυπνης κάρτας). Εάν το τελευταίο δε συμβαίνει, είναι αδύνατο να εκτελεστεί η εντολή του πελάτη (π.χ. εισαγόμενη μέσω τηλεχειριστηρίου) από το δέκτη.

Στην αγορά διατίθενται αρκετά είδη STB με διαφορετικά επίπεδα δυνατοτήτων και αντίστοιχο κόστος. Βασικοί δέκτες απλής ευκρίνειας χαμηλού κόστους, αλλά και εξελιγμένοι δέκτες STB, που παρέχουν επιπλέον λειτουργίες (π.χ. εξελιγμένες VoD, EPG ή Interactive λειτουργίες) αλλά και υψηλής ευκρίνειας video, με υψηλότερο βέβαια κόστος.



Σχήμα 2. Αρχιτεκτονική δέκτη IPTV

### Ενδιάμεσο λογισμικό

Ένας τυπικός δέκτης STB διαθέτει ένα ή περισσότερους μικροεπεξεργαστές καθώς και πλήρες λειτουργικό σύστημα (Operating System, OS) για την βασική λειτουργία του (επικοινωνία με το δίκτυο IP, αποκωδικοποίηση των ροών IPTV video). Περισσότερο ενδιαφέρον είναι όμως το ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) το οποίο αναλαμβάνει ένα ενδιάμεσο ρόλο ανάμεσα στο υλικό και τις εφαρμογές, αποκρύπτοντας στο στρώμα των εφαρμογών τον τρόπο λειτουργίας του υλικού, και το αντίστροφο. Η προτυποποίηση του middleware καθιστά δυνατή την διαλειτουργικότητα των εφαρμογών με άμεσα οφέλη για τους καταναλωτές, τις εταιρείες ανάπτυξης εφαρμογών και, εμμέσως, όλα τα μέρη της σχετικής αλυσίδας αξίας (value chain). Το ενδιάμεσο λογισμικό αποσυνδέει υπηρεσίες από το λογισμικό συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι μια εφαρμογή σχεδιασμένη για ένα συγκεκριμένο ενδιάμεσο λογισμικό θα εκτελείται με τον ίδιο τρόπο σε κάθε υλοποίηση αυτού, ανεξάρτητα από το υλικό και το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιεί κάθε διαφορετικός STB. Το ενδιάμεσο λογισμικό ελέγχει τα εισερχόμενα και τα εξερχόμενα γεγονότα καθώς και τον κύκλο ζωής και τη διαχείριση πόρων. Παρακάτω συνοψίζονται οι κυριότερες λειτουργίες του ενδιάμεσου λογισμικού.

- *Διαχείριση Δικαιωμάτων Πρόσβασης Συνδρομητή.* Το ενδιάμεσο λογισμικό του STB θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλες λειτουργίες για την διαπίστευση του χρήστη (π.χ. βάσει της μοναδικής smart card του χρήστη) και κατόπιν για τον έλεγχο πρόσβασης του χρήστη στις διάφορες παρεχόμενες υπηρεσίες. Είναι σημαντικό για την βιωσιμότητα ενός IPTV συστήματος, κάθε συνδρομητής να απολαμβάνει μόνο τα προνόμια και τις υπηρεσίες τα οποία περιλαμβάνονται στο πακέτο συνδρομής του. Ειδικότερα το ενδιάμεσο λογισμικό θα πρέπει να αναγνωρίζει ποιες ροές IP αντιστοιχούν στο δεδομένο συνδρομητή και να επεξεργάζεται μόνο αυτές.
- *Λειτουργίες Πλοήγησης Χρήστη.* Το ενδιάμεσο λογισμικό διαθέτει τυπικά ειδικές λειτουργίες για την προβολή διεπαφών πολλαπλών επιλογών (μενού) καθώς και ειδικών

- διεπαφών πλοήγησης μέσα σε αυτές. Αυτές οι λειτουργίες χρησιμοποιούνται από το χρήστη με την βοήθεια του τηλεχειριστηρίου για την λειτουργία και τον έλεγχο του STB.
- *Προβολή Ηλεκτρονικού Οδηγού Προγράμματος (EPG).* Μια ακόμα σημαντική λειτουργία του ενδιάμεσου λογισμικού είναι η προβολή του ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος (EPG). Ο οδηγός EPG προσφέρει στους χρήστες του IPTV συστήματος πληροφορίες για τα προγράμματα που προβάλλονται ή πρόκειται να προβληθούν στη συνέχεια (π.χ. τίτλος προγράμματος, περίληψη, καταλληλότητα κ.α.) σε μία εύληπτη μορφή.
  - *Λειτουργία Αλλαγής Καναλιού.* Η αλλαγή καναλιού σε ένα IPTV σύστημα είναι μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία απαιτεί μια σειρά από διαδοχικές διεργασίες. Ειδικότερα, ο δέκτης STB θα πρέπει να σηματοδοτήσει το DSLAM στον κόμβο LEO ότι επιθυμεί να εγγραφεί σε μια διαφορετική ομάδα multicast στην οποία προσφέρεται η επιθυμητή ροή video. Ακόμα στην περίπτωση που η επιθυμητή ροή δεν είναι διαθέσιμη στο DSLAM τότε θα πρέπει να γίνει ανάλογο αίτημα προς τον υπεύθυνο κόμβο VSO. Το ενδιάμεσο λογισμικό του STB είναι υπεύθυνο για τον αποδοτική διεκπεραίωση των διαδικασιών αυτών.
  - *Λειτουργίες Διαδραστικότητας.* Το ενδιάμεσο λογισμικό διαθέτει λειτουργίες ειδικά σχεδιασμένες για να προσφέρουν στον χρήστη υπηρεσίες διαδραστικότητας, όπως, για παράδειγμα, επιλογή περιεχομένου VoD, έλεγχο ροής περιεχομένου (παύση, μετάβαση στην αρχή), δυνατότητα τηλεπληρωμής λογαριασμού, συμμετοχή σε ψηφοφορίες ή ψυχαγωγικά παιχνίδια. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές από τις διαδραστικές λειτουργίες που προσφέρει το ενδιάμεσο λογισμικό ενδέχεται να είναι εξαιρετικά πολύπλοκες και κατ' επέκταση να απαιτούν σημαντικούς πόρους υλικού του STB.

## **Κριτήρια Επιλογής STB**

Παρακάτω συνοψίζονται τα βασικότερα κριτήρια επιλογής ενός δέκτη STB για ένα σύστημα IPTV.

- Δυνατότητες προβολής video – δηλαδή, δυνατότητα προβολής video υψηλής ευκρίνειας HD αλλά και διαθέσιμες έξοδοι video (πχ composite video, scart, HDMI)
- Δυνατότητες ήχου – δηλαδή, υποστήριξη ψηφιακού ή/και surround ήχου
- Υποστηριζόμενα σχήματα συμπίεσης – (πχ MPEG-2, MPEG-4, VC-1)
- Υποστήριξη προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων DRM – πχ. υποστήριξη smart card για ταυτοποίηση χρηστών
- Δυνατότητες διασύνδεσης – δηλαδή, διαθέσιμες δικτυακές διεπαφές (πχ. Ethernet, WiFi)
- Δυνατότητα αποθήκευσης περιεχομένου – πχ. μέγεθος σκληρού δίσκου
- Δυνατότητες ενδιάμεσου λογισμικού – δηλαδή, προσφερόμενες λειτουργίες.

## Συμπεράσματα

---

Το IPTV είναι μια τεχνολογία που αναμένεται να αναπτυχθεί αρκετά στο άμεσο μέλλον. Οι τεχνολογίες στις οποίες βασίζεται είναι σταθερές και ώριμες, αφού χρησιμοποιούνται ευρέως και στο Διαδίκτυο. Πολλές ενδιαφέρουσες υπηρεσίες έχουν προταθεί και ήδη οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι ασχολούνται ευρέως με το triple play. Μέσα από την υποενότητα αυτή ο αναγνώστης απέκτησε ένα καλό υπόβαθρο για την κατανόηση των πραγματικών συστημάτων IPTV αλλά και για τη περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.