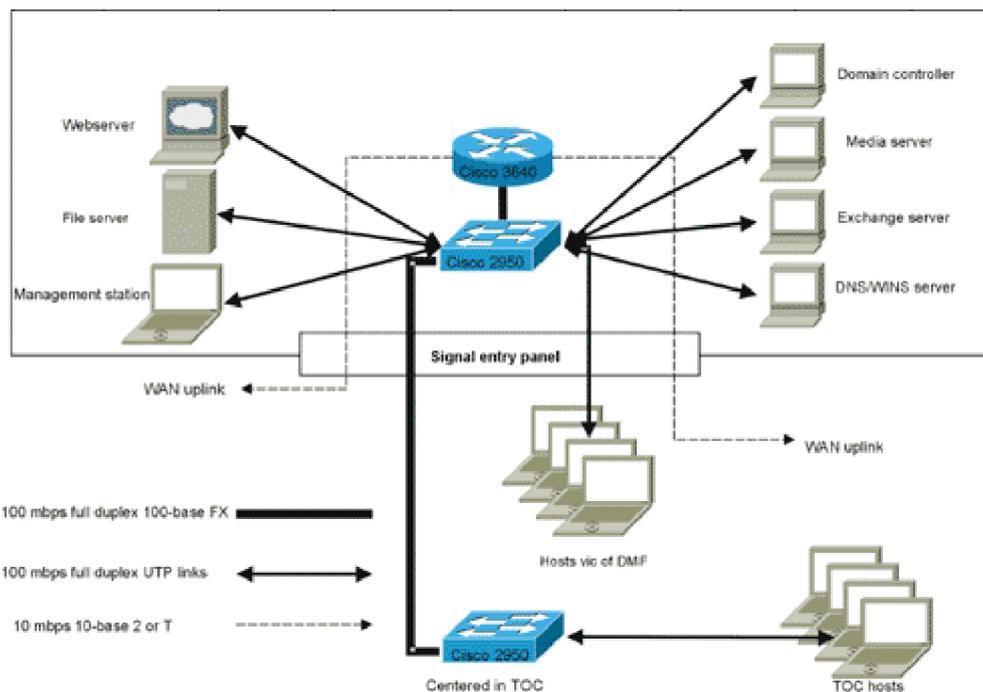




ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS,  
INFORMATICS AND MANAGEMENT

# VIDEO ON DEMAND



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**  
**ΚΙΣΣΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**ΧΗΡΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

*APTA 2005*

## Περιεχόμενα

---

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Εισαγωγικές Έννοιες</b>	<b>8</b>
2.1	Ορισμός, Εφαρμογές, Κατηγορίες	8
2.2	Είδη Υπηρεσιών	9
2.3	Απαιτήσεις VoD Συστημάτων	11
<b>3</b>	<b>Αρχιτεκτονικές και Διαχείριση Δικτύου VoD</b>	<b>13</b>
3.1	Απαιτήσεις Δικτύου	15
3.2	Πρωτόκολλα Επικοινωνίας και Αρχιτεκτονικές Δικτύου	16
3.3	Τεχνολογίες Πρόσβασης	17
3.4	Set Top Box	19
3.5	Συμπίεση	23
3.5.1	MPEG	24
3.5.2	JPEG	26
3.5.3	Streaming και Apple Quick Time	26
3.6	Συστήματα Αποθήκευσης	29
3.6.1	Αποθήκευση	29
3.6.2	Οργάνωση Δίσκου	32
3.7	Εύρος Ζώνης και Τρόποι Βελτίωσης Της Αποδοτικότητάς του	37

3.7.1	Batching	37
3.7.2	Delayed Batching/ Straggered Broadcasting	38
3.7.3	Segmentized Broadcasting	39
3.7.4	Piggybacking	40
3.7.5	Interval Caching	41
3.7.6	Asynchronous Multicasting	42
3.7.7	Stream Tapping	43
<b>4</b>	<b>Ασφάλεια- Απόκρυψη</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>Ποιότητα των Υπηρεσιών (Quality of Services, QoS)</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Παραδείγματα σχετικά με VoD</b>	<b>53</b>
6.1	Time Warner	53
6.2	British Telecom	55
6.3	Berkeley Distributed VoD system	58
6.4	Embedded Interactive Video Server (EIVIS)	60
6.5	Diamond	61
6.6	Ελληνικά έργα πάνω στο VoD	62
6.6.1	ΕΔΕΤ	63
6.6.2	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	63
<b>7</b>	<b>Συμπεράσματα</b>	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>66</b>

## ΣΥΝΟΨΗ

Μία σύγχρονη τεχνολογική επίτευξη είναι το video κατόπιν ζήτησης (VOD-Video on Demand). Με τον όρο αυτό εννοούμε ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα όπου οι πελάτες έχουν την δυνατότητα να διαλέγουν κάποιο video από απομακρυσμένες ηλεκτρονικές αποθήκες και αυτό να μεταδίδεται σ' αυτούς όταν ζητηθεί.

Προκειμένου να υλοποιηθεί απαιτείται ένα δίκτυο υψηλών ταχυτήτων πιθανότατα ATM, πάνω σε ένα κατά προτίμηση συγκεντρωτικό σύστημα, που θα ενώνει τις βιβλιοθήκες video και τους διαθέτες video με το δίκτυο πρόσβασης στο οποίο συνδέονται οι πελάτες. Στο δίκτυο πρόσβασης χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες όπως το υβριδικό ομοαξονικό νήμα, η ίνα ως ένα σημείο ή μέχρι το σπίτι και η ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή.

Ο πελάτης απαιτείται να διαθέτει έναν προσαρμογέα (set-top box) που αλληλεπιδρά με το δίκτυο πρόσβασης και αποκωδικοποιεί την συμπιεσμένη μορφή στην οποία βρίσκεται το video. Επίσης, απαραίτητος είναι ένας απομονωτής (buffer) και στα δυο άκρα του ρεύματος για την διατήρηση ενός ενιαίου ρυθμού εξόδου. Ακόμα προσοχή πρέπει να δωθεί και στην αποθήκευση του video ώστε να μπορεί ένα σύστημα VoD να διατηρεί χαμηλό το κόστος αποθήκευσης ενώ παράλληλα διατηρεί υψηλό το επίπεδο ταχύτητας εξυπηρέτησης των πελατών του.

Τα κυριότερα προβλήματα του συστήματος video κατόπιν ζήτησης είναι η εξοικονόμηση εύρους ζώνης και η μείωση της καθυστέρησης των πελατών. Για αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες στρατηγικές όπως

συγκέντρωση σε ομάδα, συγκέντρωση σε ομάδα με καθυστέρηση, εναλλασσόμενη εκπομπή, τμηματική εκπομπή, μεταφορά ως εξωτερικό φορτίο, κατακράτηση σε κρυφή μνήμη, ασύγχρονη πολλαπλή μετάδοση και παγίδευση ρεύματος.

Τέλος, η απόκρυψη του video είναι ένα θέμα που πρέπει να προσεχθεί καθώς επίσης, προκειμένου να πετύχει ένα VoD συστημα πρέπει να δωθεί προσοχή στην ποιότητας της παρεχόμενης υπηρεσίας.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως είναι γεγονός τα περισσότερα σπίτια σήμερα διαθέτουν τουλάχιστον μία τηλεόραση. Συσκευή η οποία προσφέρει στους χρήστες την δυνατότητα να επιλέξουν μεταξύ καναλιών. Επίσης υπάρχει και η καλωδιακή TV, η οποία διαθέτει στους χρήστες την επιλογή μέσα από πολλά κανάλια.

Από την άλλη υπάρχουν και τα καταστήματα ενοικίασης video-dvd (video clubs) τα οποία, για όσους διαθέτουν video-dvd players, δίνουν την δυνατότητα επιλογής της ταινίας που επιθυμούν.

Στην περίπτωση του VoD (Video on Demand) ο χρήστης δεν χρειάζεται να πάει μέχρι το κατάστημα, αλλά από το σπίτι του μπορεί να επιλέξει και να παρακολουθήσει αυτό που επιθυμεί.

Προκειμένου όμως να υλοποιηθεί το VoD (Video on Demand) απαιτείται ένα πολύ γρήγορο δίκτυο ώστε να μπορεί να γίνει η προβολή real time. Πιο ελκυστικό για κάτι τέτοιο είναι το ATM λόγω των επικοινωνιακών του χαρακτηριστικών. Το δίκτυο αυτό βέβαια πρέπει να είναι συνδεδεμένο με τις βιβλιοθήκες video, τους servers, αλλά και το δίκτυο πρόσβασης στο οποίο έχουν συνδεθεί οι πελάτες.

Έπειτα επειδή τα video αποθηκεύονται σε συμπιεσμένη μορφή, απαραίτητος είναι ο προσαρμογέας (set-top box) και ο απομονωτής (buffer) και στα δύο άκρα του stream μετάδοσης video. Η αποθήκευση τώρα μπορεί να γίνει είτε χρησιμοποιώντας μεμονωμένους δίσκους είτε πολλαπλούς. Ως καλύτερη λύση προτείνεται η αποθήκευση σε πολλαπλούς δίσκους πάνω στη μέθοδο striping.

Γενικά το VoD θεωρείται από τις πιο εμπορικές εφαρμογές του μέλλοντος. Η καθυστέρηση της εφαρμογής οφείλεται στην μεγάλη απαίτηση σε εύρος ζώνης (bandwidth). Γι' αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες στρατηγικές με σκοπό την εξοικονόμηση bandwidth.

Τέλος στρατηγικές έχουν αναπτυχθεί και για την ασφάλεια-απόκρυψη video καθώς και για την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS).

Στα επόμενα κεφάλαια θα ασχοληθούμε με τα εξής:

**Κεφάλαιο 2** :Αναφέρονται εισαγωγικές έννοιες, ορισμός VoD, τα είδη υπηρεσιών που προσφέρονται και τις απαιτήσεις των VoD συστημάτων.

**Κεφάλαιο 3** : Αναφέρεται στην αρχιτεκτονική και διαχείριση δικτύου των VoD συστημάτων, στις απαιτήσεις δικτύου, στα πρωτόκολλα επικοινωνίας και αρχιτεκτονικής δικτύου, στην τεχνολογία του δικτύου πρόσβασης.

Επίσης γίνεται αναφορά στην συμπίεση και αποθήκευση των video και στους τρόπους βελτίωσης αποδοτικότητας του εύρους ζώνης.

**Κεφάλαιο 4** : Εξετάζεται η ασφάλεια και η απόκρυψη της μεταφερόμενης πληροφορίας

**Κεφάλαιο 5** : Αναφέρεται στην ποιότητα των υπηρεσιών (Quality of Service).

**Κεφάλαιο 6** : Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται παραδείγματα  
υπαρχόντων συστημάτων υλοποίησης VoD.

Τέλος στα **Κεφάλαια 7-8** περιλαμβάνονται τα συμπεράσματα σχετικά με  
το VoD καθώς και η βιβλιογραφία και οι ιστοχώροι που  
χρησιμοποιήθηκαν ως αναφορές για την πτυχιακή αυτή .

## **2. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ**

### **2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ**

Με τον όρο VoD εννοούμε το αλληλεπιδραστικό σύστημα πολυμέσων που δίνει την δυνατότητα στον πελάτη να επιλέγει και να παρακολουθεί video μέσω δικτυακής υποδομής, οποιαδήποτε ώρα και στιγμή. Βέβαια αυτό μπορεί να επεκταθεί περισσότερο και σε άλλες εφαρμογές όπως:

- Εκπαίδευση από απόσταση, όπου οι πελάτες μέσα από ειδικά μενού θα έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες εγκυκλοπαιδικού περιεχομένου.
- Αγορές από το σπίτι, όπου μέσω ηλεκτρονικών καταλόγων θα γίνεται η αγορά.
- Τηλεδιάσκεψη, όπου οι χρήστες επικοινωνούν με video, ήχο και κείμενο
- Αλληλεπιδραστικά παιχνίδια, όπου πολλοί παίχτες συμμετέχουν μαζί στο ίδιο παιχνίδι.
- Πρόσβαση σε ειδήσεις.
- Και φυσικά διάθεση Video-Ταινιών όταν ζητούνται όπου οι πελάτες μπορούν να δούνε ταινίες με τις δυνατότητες μιας συσκευής video.

Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να χωρίσουμε τους χρήστες των VoD συστημάτων σε διάφορες κατηγορίες:

- Μεμονωμένοι συνδρομητές: ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει την ταινία που τον ενδιαφέρει και να την έχει στην διάθεσή του.
- Εταιρίες ψυχαγωγίας: οι οποίες θα παρέχουν ηλεκτρονικά παιχνίδια στον προσωπικό Η/Υ (PC) του τελικού χρήστη.
- Ξενοδοχειακές επιχειρήσεις: για προβολή video ή παιχνιδιών στα δωμάτια τους.
- Φορείς εκπαίδευσης: για την υποστήριξη μαθημάτων και σεμιναρίων.
- Ειδησεογραφικοί σταθμοί: οι οποίοι θα παρέχουν δελτία ειδήσεων.
- Διαφημιστικά γραφεία: τα οποία χρησιμοποιήσουν τα συστήματα VoD για να συγκεντρώνουν πληροφορίες από τους καταναλωτές.

Τα VoD συστήματα πρέπει να επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη-αποστολέα, δίνοντάς του την δυνατότητα να μπορεί να σταματά και να ξαναρχίζει την μετάδοση από όποια στιγμή θέλει ή να αλλάξει την θέση που βρίσκεται η προβολή, όσες φορές αυτός θελήσει. Έτσι ώστε το σύστημα τελικά να αντιπροσωπεύει μια νοητή συσκευή dvd.

## **2.2 ΕΙΔΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

Με βάση την αλληλεπίδραση που επιτρέπει η κάθε κατηγορία έχουμε τις εξής:

- **Broadcast (no-VoD):** υπηρεσία παρόμοια με την TV, με τον χρήστη παθητικό.

- **Pay-Per-View (PPV):** έπειτα από πληρωμή ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει συγκεκριμένα προγράμματα. Σαν την καλωδιακή TV.
- **Quasi Video-on-Demand (Q-VoD):** εδώ οι χρήστες χωρίζονται σε ομάδες και επιλέγοντας ομάδα ελέγχουν το πρόγραμμα που θα παρακολουθήσουν.
- **Near Video-on-Demand (N-VoD):** μερικώς έλεγχος
- **True Video-on-Demand (T-VoD):** απόλυτος έλεγχος
- **Adaptive Video-on-Demand:** εδώ απαιτείται αίτηση για παρακολούθηση προγράμματος.

Οι υπηρεσίες PPV και Q-VoD είναι κατάλληλες μόνο για περιορισμένη αλληλεπίδραση. Αυτές που ουσιαστικά μας ενδιαφέρουν είναι οι N-VoD και T-VoD.

Στην πρώτη περίπτωση του N-VoD η διαδικασία επιτυγχάνεται με την προβολή του video ανά τακτά - σταθερά χρονικά διαστήματα. Έτσι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να μην χρειαστεί να περιμένει πάνω από το x μικρό χρονικό διάστημα (συνήθως 5 λεπτά), προκειμένου να ξεκινήσει η προβολή. Δυνατότητα pause, forward και reverse δεν υπάρχει. Μπορεί απλά να αλλάξει κανάλι το οποίο βρίσκεται x, 2x ή όσες φορές πίσω ή μπροστά και να συνεχίσει από εκεί.

Στην άλλη περίπτωση το T-VoD απαιτεί την χρήση σήματος με δύο κατευθύνσεις, και προς και από τον χρήστη. Έτσι οι κλήσεις των πελατών για οποιαδήποτε ενέργεια φτάνουν σε αυθαίρετα χρονικά σημεία και στιγμαία, κάτι που είναι απαραίτητο για διάφορες T-VoD εφαρμογές όπως interactive games.

Έτσι ο χρήστης δεν χρειάζεται να περιμένει. Όπως είναι φανερό τα T-VoD συστήματα είναι δύσκολα στην υλοποίηση.

### **2.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ VoD ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Προκειμένου τώρα ένα VoD σύστημα να είναι πετυχημένο πρέπει να ικανοποιεί τις ανάγκες των χρηστών. Έτσι απαραίτητες συνθήκες είναι οι εξής:

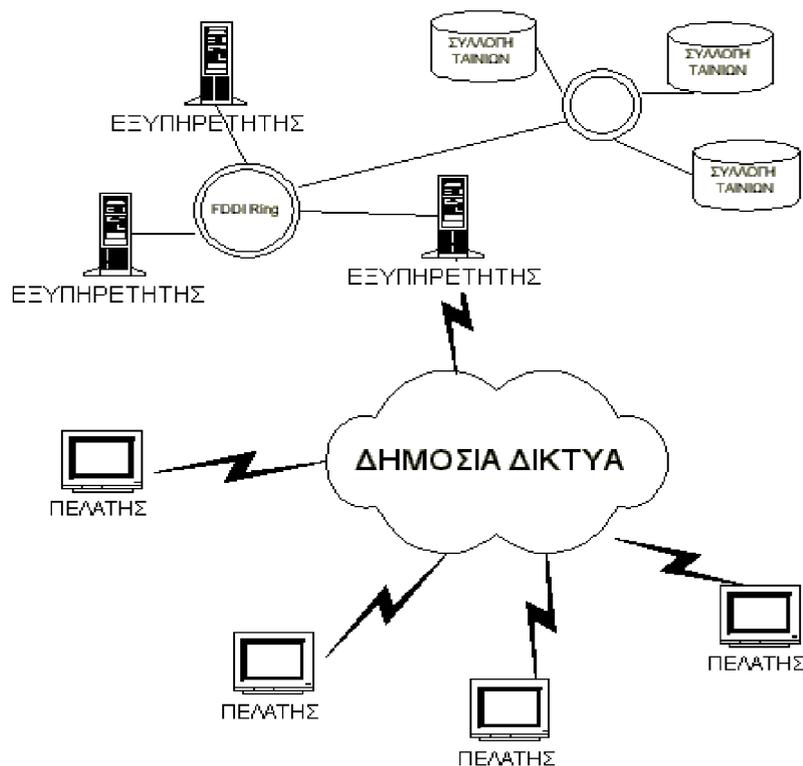
- Αποδοτικότητα
  - Γρήγορη πρόσβαση στην πληροφορία και σε άλλες διεργασίες ταυτόχρονα.
  - Σύστημα διαθέσιμο όλο το 24ωρο.
- Αξιοπιστία
  - Γρήγορη επαναφορά συστήματος ύστερα από κάποιο πρόβλημα.
  - Η προβληματική επικοινωνία με κάποιο χρήστη να μην επιρρεάζει τους υπόλοιπους.
- Ασφάλεια
  - Σύστημα πιστοποίησης χρηστών ανά επίπεδο ασφάλειας.
  - Διασφάλιση από εξωτερικές παρεμβολές, ιδιαίτερα στα συστήματα ελέγχου και την πληροφορία χρέωσης.
- Συντηρησιμότητα
  - Δυνατότητα συντήρησης χωρίς την διακοπή της λειτουργίας του συστήματος.
- Ευχρηστία

- Εύκολη πρόσβαση στην πληροφορία καθώς και τον απαραίτητο υπολογιστικό εξοπλισμό.

### 3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ VoD

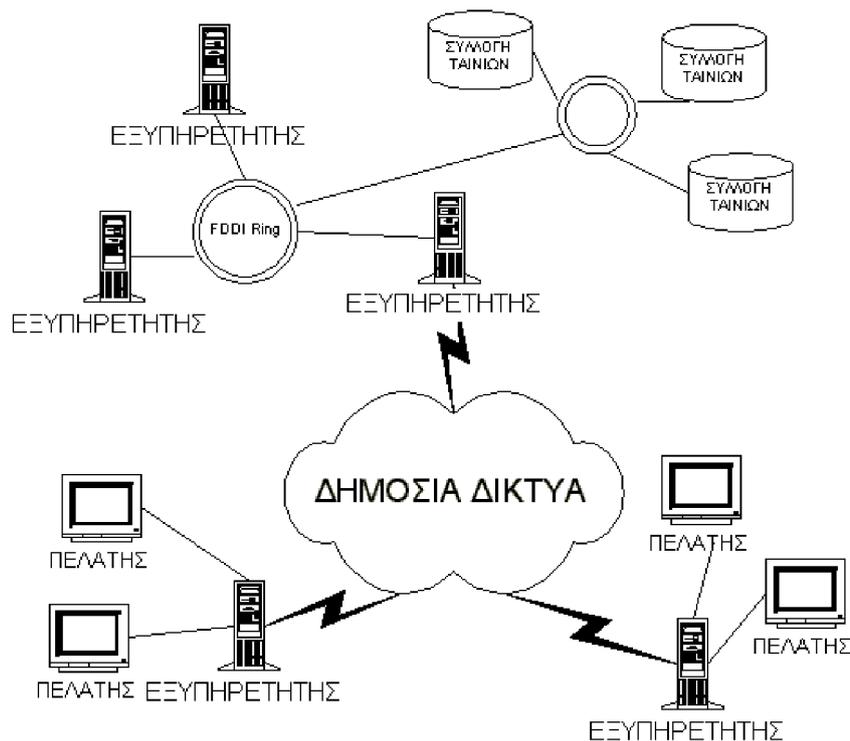
Όπως συμβαίνει με όλα τα άλλα δικτυακά συστήματα, υπάρχουν δύο βασικές φιλοσοφίες προσέγγισης: η **συγκεντρωτική** και η **κατακεντρωμένη**.

Στο **συγκεντρωτικό σύστημα VoD**, όλα τα αρχεία και οι servers τοποθετούνται σε ένα κεντρικό κόμβο. Όταν σταλεί κάποια αίτηση, αυτή επεξεργάζεται στον κεντρικό αυτό κόμβο και έπειτα το δίκτυο αναλαμβάνει την παράδοσή της στους πελάτες. Αυτά τα συστήματα, ενώ είναι απλά στην διαχείριση έχουν πολλά μειονεκτήματα στην επεκτασιμότητα, στους ρυθμούς εξυπηρέτησης οι οποίοι είναι χαμηλοί και γενικά προκαλούν καθυστερήσεις.



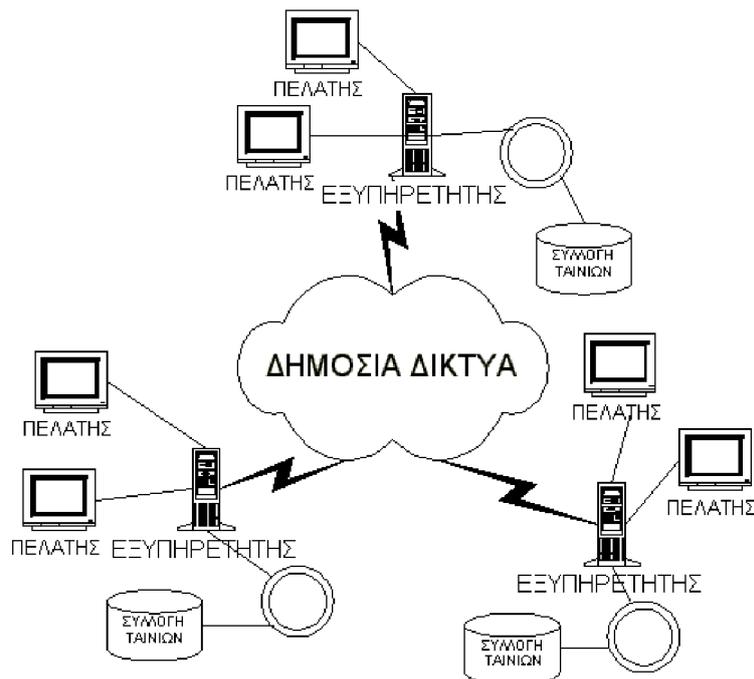
Συγκεντρωτικό σύστημα VoD

Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα και να αυξηθεί η απόδοση αυτού του συστήματος μπορούν να τοποθετηθούν τοπικοί servers με buffers video. Έτσι οι εκάστοτε δημοφιλείς ταινίες μπορούν να αποθηκεύονται στους buffers και οι πελάτες να τις μεταφέρουν από εκεί. Στην περίπτωση ταινιών που δεν είναι αποθηκευμένες στους buffers αυτές μεταφέρονται στους πελάτες από τον κεντρικό κόμβο.



### *Συγκεντρωτικό σύστημα VoD με χρήση τοπικών servers με buffers*

Στο **κατανεμημένο σύστημα VoD** τοποθετούνται τοπικοί servers με αρχεία ταινιών αυτή τη φορά, και έτσι οι πελάτες εξυπηρετούνται μεταφέροντας τις ταινίες από αυτούς. Και σε αυτή την περίπτωση, αν η ταινία δεν είναι δημοφιλής, άρα και δεν υπάρχει στον τοπικό server, αυτή θα μεταφερθεί από κάποιον άλλο server. Τα κατανεμημένα συστήματα, ενώ όπως φαίνεται δημιουργούν καλύτερες προϋποθέσεις για την επίτευξη της καλής τους λειτουργίας, είναι πολύ πιο δύσκολα από άποψη διαχείρισης.



*Διάρθρωση ενός κατακευματισμένου συστήματος VoD*

### **3.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ**

Εφόσον ένα VoD σύστημα έχει real time απαιτήσεις δεν επιτρέπονται διακοπές στην παρουσίαση. Από την άλλη, η ποσότητα της πληροφορίας που πρέπει να μεταφερθεί είναι πολύ μεγάλη (video, ήχος, κείμενο). Όπως γίνεται αντιληπτό προκειμένου να επιτευχθεί σωστή λειτουργία ενός VoD συστήματος, επιβάλλονται υψηλές απαιτήσεις στην δικτυακή υποδομή. Από την μία επιτακτική είναι η απαίτηση σε δίκτυα μεγάλου εύρους ζώνης που θα υποστηρίζουν τις μεγάλες ταχύτητες μεταφοράς. Έπειτα εφόσον τα αργοπορημένα πακέτα είναι άχρηστα και οι επανεκπομπές ως μέθοδος

διόρθωσης λαθών δεν είναι αποδεκτές, οι μεταφορές δεδομένων πρέπει να είναι connection-oriented.

### **3.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΚΤΥΟΥ**

Με βάση τις παραπάνω απαιτήσεις τα προτεινόμενα πρωτόκολλα είναι τα εξής:

- ATM (Asynchronous Transfer Mode)
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
- DQDB (Distributed Queue Dual Bus)
- 100 Mbps Ethernet

Ως ολοκληρωμένη φαίνεται η λύση που προσφέρει το ATM (Asynchronous Transfer Mode). Ο Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς (ATM) είναι μία τεχνολογία μεταγωγής και πολυπλεξίας που συνδυάζει πλεονεκτήματα τόσο της μεταγωγής πακέτου (packet switching) όσο και της μεταγωγής κυκλώματος (circuit switching). Από την τεχνική μεταγωγής πακέτου χρησιμοποιεί την διαδικασία πολύπλεξης διαφόρων ροών κίνησης από διάφορες πηγές πάνω από συγκεκριμένες φυσικές γραμμές. Από την τεχνική μεταγωγής κυκλώματος έχει κρατήσει την γρήγορη επεξεργασία των πακέτων – κυψελίδων (cells), αποδίδοντας τον ρόλο του ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων στα δύο άκρα επικοινωνίας.

Έτσι μειώνεται η επιπλέον πληροφορία ανά κυψελίδα με αποτέλεσμα το ATM να πετυχαίνει υψηλές ταχύτητες μεταφοράς. Εκτός από τις ταχύτητες έχει και την ικανότητα να δίνει στον χρήστη ακριβώς το bandwidth που του χρειάζεται ή του αναλογεί.

#### Χαρακτηριστικά του ATM:

1. Κλιμακωτή τεχνολογία, ικανή για πολύ μεγάλες ταχύτητες.
2. Μηχανισμός μεταγωγής πακέτου μια ενδιάμεση λύση ανάμεσα στη συμβατική μετάδοση και στη delay-sensitive μετάδοση
3. Εναλλακτική υλοποίηση με διάφορα μέσα (χαλκός, ομοαξονικά καλώδια, οπτικές ίνες)

### **3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ**

Οι κυριότερες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί και υποστηρίζουν τους απαιτούμενους ρυθμούς μετάδοσης, στο δίκτυο πρόσβασης είναι:

- **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Loop):** Η πιο φθηνή λύση είναι η Ασύμμετρη Ψηφιακή Συνδρομητική Γραμμή. Η καλωδίωση είναι συνεστραμμένων ζευγών αγωγών (twisted pair). Χρησιμοποιώντας μια εξελιγμένη τεχνική κωδικοποίησης, παρέχει downstream σήμα ευρείας ζώνης 1.536 Mbps, upstream κανάλι ελέγχου 16Kbps και ISDN κανάλι βασικού ρυθμού.

Η βασική ιδέα είναι ότι το "ανοδικό" κανάλι έχει αρκετό εύρος ζώνης για τον χρήστη για να παραγγείλει ταινίες (δεν απαιτείται μεγάλο εύρος ζώνης) και μεγάλο εύρος ζώνης αρκετό

για να δεχτεί την ταινία σε MPEG κωδικοποίηση. Αν η απόσταση που βρίσκεται ο πελάτης είναι μικρότερη των 5.5 Km από το σημείο μεταγωγής, δεν απαιτείται επιπλέον εξοπλισμός. Ένα ακόμα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι και η μεγάλη διαθεσιμότητα των καλωδίων χαλκού.

Μία παραλλαγή της ADSL τεχνολογίας είναι η HDSL η οποία υποστηρίζει αμφίδρομη επικοινωνία 1.544 Mbps.

- **HFC:** Ακριβή λύση διότι απαιτεί αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων καλωδίων σε ομοαξονικά (coaxial) καλώδια 750 MHz οπότε χρειάζεται να αντικατασταθεί ολόκληρο το καλωδιακό σύστημα των τηλεοράσεων. Η τεχνολογία αυτή αποτελεί μια εξέλιξη των ομοαξονικών καλωδίων σε ένα δίκτυο που περιλαμβάνει ομοαξονικά καλώδια και οπτικές ίνες.
- **CATV:** Συγκριτικά με την οπτική ίνα, η λύση αυτή είναι πιο φθηνή αλλά παρέχει χαμηλότερο εύρος ζώνης. Χρησιμοποιεί ευρείας ζώνης ομοαξονικό καλωδιακό σύστημα. Ωστόσο για την αμφίδρομη σηματοδότηση που χρειάζεται προκειμένου να υπάρχει αλληλεπίδραση με τον χρήστη, απαιτούνται προσαρμογές.
- **SONET (Synchronous Optical Network):** Ενώ παρέχει το απαιτούμενο εύρος ζώνης και έχει δυνατότητες επέκτασης, η υλοποίησή του απαιτεί υψηλό κόστος. Αποτελεί πρότυπο του ANSI το οποίο προσδιορίζει το πρότυπο πολύπλεξης χρησιμοποιώντας

ένα ή περισσότερα 51.84 Mbps κανάλια και καθορίζει το πρότυπο οπτικό σήμα για τον εξοπλισμό διασύνδεσης.

- **DSS (Direct Broadcast Satellites):** Η πιο δαπανηρή λύση για VoD εφαρμογές. Εδώ η παροχή πληροφορίας στους πελάτες γίνεται με δορυφόρους.

Συμπερασματικά, για εφαρμογές VoD, καταλληλότερες φαίνονται οι τεχνολογίες ADSL και CATV λόγω της μεγάλης τους εξάπλωσης, καθώς και η SONET η οποία υποστηρίζει το απαιτούμενο εύρος ζώνης αλλά έχει υψηλό κόστος.

### **3.4 SET TOP BOX**

Το Set top Box, συνδέει την τηλεόραση στο δίκτυο συνδρομής Video, αποσυμπιέζει το Video και το μετατρέπει σε μια standard μορφή τηλεοπτικής μετάδοσης. Ένας αποκωδικοποιητής (set top box) δημιουργεί ένα εικονικό Video, δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να μετακινηθεί σε όποιο σημείο της ταινίας γρήγορα (rewind, fast forward), να σταματήσει την ταινία (pause), να παρακολουθήσει μια σκηνή σε αργή κίνηση (slow motion) κ.λ.π. Στον αποκωδικοποιητή η αποσυμπίεση του video γίνεται σε real time.

Για την αποκωδικοποίηση χρειάζεται μια διεπαφή δικτύου, ένας αποκωδικοποιητής δικτύου και διάφορα άλλα ηλεκτρονικά στοιχεία. Δύο λύσεις είναι δυνατές.

Σύμφωνα με την πρώτη λύση, οι τελικοί χρήστες χρησιμοποιούν τα pc για την αποκωδικοποίηση και την παρακολούθηση των ταινιών. Για να γίνει αυτό απαιτείται η αγορά μιας ειδικής κάρτας για τον υπολογιστή που περιέχει μερικά ειδικά chip και έναν ακροδέκτη διεπαφής με το δίκτυο. Οι ταινίες στην συνέχεια εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή, σε ένα παράθυρο, όπως ο χρήστης επιλέξει. Αυτή η λύση είναι φθηνότερη, εφόσον πάντα ο χρήστης διαθέτει προσωπικό Η/Υ (τα μόνα που χρειάζονται είναι η κάρτα δικτύου και το λογισμικό), χρησιμοποιεί οθόνη υψηλής ανάλυσης, μη συνυφασμένη (non-interlaced), με πολύ καλύτερη ποιότητα από αυτήν της συμβατικής τηλεόρασης, έχει εξελιγμένο interface με χρήση ποντικιού και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιεί το internet.

Από την άλλη οι προσωπικοί υπολογιστές έχουν σχετικά μικρές οθόνες σε όχι και τόσο βολικές θέσεις για παρακολούθηση πολλών ατόμων. Επίσης οι οθόνες εκπέμπουν σημαντικά λιγότερο φως από τις τηλεοράσεις. Τέλος αυτή η υλοποίηση απαιτεί μια σχετική εξοικείωση του χρήστη με τους προσωπικούς υπολογιστές.

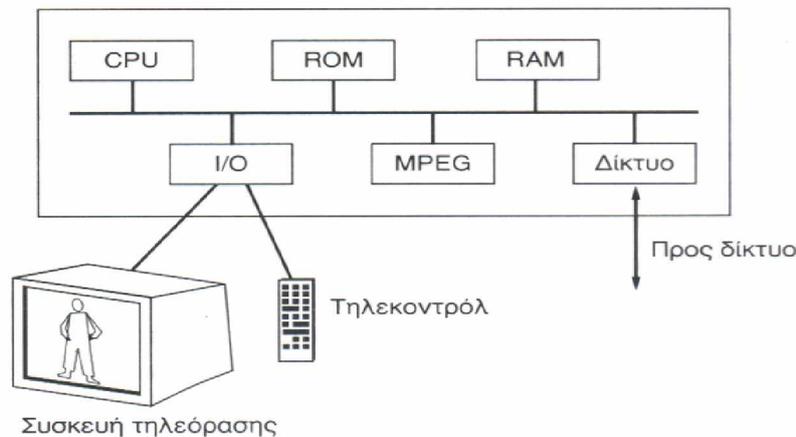
Στην δεύτερη λύση, ο χρήστης νοικιάζει ή αγοράζει ένα **set top box** που συνδέει το δίκτυο με την τηλεοπτική συσκευή του. Η λύση αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιεί την τηλεόραση, που υπάρχει σε κάθε σπίτι και όχι τον υπολογιστή που δεν είναι τόσο διαδεδομένος. Τα μειονεκτήματα της δεύτερης λύσης είναι ότι η οθόνη της τηλεόρασης είναι συνυφασμένη (interlaced), χαμηλής ανάλυσης, συνεπώς και ακατάλληλη για κείμενο στο οποίο είναι βασισμένο το internet. Επιπρόσθετα το interface που διαθέτει και κυρίως ο τρόπος επικοινωνίας (το τηλεκοντρόλ δηλαδή) δεν είναι κατάλληλος για πλοήγηση στο internet παρά μόνο για απλή επιλογή από μενού. Έτσι γίνεται

πολύ δύσκολη η αλληλεπίδραση με τον server για την εύρεση συγκεκριμένων ταινιών και προγραμμάτων με διάφορα κριτήρια αναζήτησης. Τέλος πρέπει να επισημάνουμε ότι η συσκευή αποκωδικοποίησης έχει σχετικά υψηλό κόστος απόκτησης.

Αν ληφθούν υπόψιν τα παραπάνω γίνεται κατανοητό το ότι οι περισσότεροι φορείς που υλοποιούν συστήματα VoD με εμπορικούς προσανατολισμούς επιλέγουν τη λύση του αποκωδικοποιητή σε συνδυασμό με μια απλή τηλεόραση. Το marketing απορρίπτει λύσεις που αποκλείουν από πιθανούς πελάτες μεγάλες μερίδες ατόμων (αυτών που δεν διαθέτουν pc). Πάντως ο αριθμός των ανθρώπων που εξοικειώνονται και χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές ολοένα και αυξάνεται οπότε είναι πολύ πιθανό να υπάρξουν εμπορικές υλοποιήσεις VoD συστημάτων με χρήση pc.

Οι κύριες λειτουργίες του αποκωδικοποιητή είναι η διεπαφή με το δίκτυο τοπικής διανομής, η αποκωδικοποίηση του σήματος, ο συγχρονισμός των συρμών ήχου και video, η παραγωγή σύνθετου σήματος PAL ,NTSC ή SECAM για τις τηλεοπτικές συσκευές, η παρακολούθηση του τηλεκοντρόλ και η διεκπεραίωση της διεπαφής με τον χρήστη δηλαδή το interface του συστήματος. Πρόσθετες λειτουργίες ίσως είναι η διεπαφή με ένα ηχοσύστημα και το τηλέφωνο.

Μια πιθανή αρχιτεκτονική για ένα κουτί αποκωδικοποιητή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η συσκευή απαρτίζεται από CPU, RAM, ελεγκτή I/O, αποκωδικοποιητή MPEG και διεπαφή δικτύου. Επίσης μπορεί να προστεθεί και ένα chip ασφαλείας για την αποκρυπτογράφηση των εισερχομένων ταινιών και την κρυπτογράφηση των εξερχόμενων μηνυμάτων (αριθμοί πιστωτικών καρτών για ψώνια από το σπίτι κ.λ.π.)



*Η αρχιτεκτονική ενός set top box*

Ένα σημαντικό θέμα για το VoD είναι ο συγχρονισμός video και ήχου και η αντιμετώπιση του τρέμουλου. Η προσθήκη 500kb RAM επιτρέπει ένα δευτερόλεπτο προσωρινής αποθήκευσης MPEG-2, αλλά με πρόσθετο κόστος σε μια συσκευή που θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν φθηνότερη για να έχει εμπορική επιτυχία.

Εφόσον ο αποκωδικοποιητής είναι ουσιαστικά ένας υπολογιστής, θα χρειασθεί λογισμικό, επομένως ένα λειτουργικό σύστημα πραγματικού χρόνου που θα βρίσκεται σε ROM. Το λογισμικό θα ήταν καλό να ανανεώνεται από το δίκτυο. Για διαφορετικές κωδικοποιήσεις η χρήση γλώσσας με διερμηνέα όπως η Java λύνει το πρόβλημα της συμβατότητας, αλλά μειώνει σοβαρά την επίδοση σε περιβάλλον πραγματικού χρόνου όπου η υψηλή επίδοση είναι πολύ σημαντική.

### 3.5 ΣΥΜΠΙΕΣΗ

Όπως είναι λογικό η μετάδοση ενός video γίνεται σε συμπιεσμένη μορφή. Η συμπίεση είναι από τους καθοριστικούς παράγοντες επιτυχίας ενός VoD συστήματος, διότι όπως ξέρουμε τα αρχεία video απαιτούν πολύ μεγάλο αποθηκευτικό χώρο και μεγάλο εύρος ζώνης.

Το ψηφιοποιημένο video έχει τεράστιες απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ. Προκειμένου αυτή να μειωθεί και να λυθεί το τεχνολογικό αδιέξοδο δημιουργήθηκαν οι κωδικοποιητές – αποκωδικοποιητές (coders-encoders) (set-top box). Αυτοί πετυχαίνουν συμπίεση του video πριν την διανομή, σε real time θα απαιτούσε πολύ μεγάλη υπολογιστική δύναμη, και αποκωδικοποίηση σε real time κατά την αναπαραγωγή, η οποία δεν έχει τόσο μεγάλες απαιτήσεις.

Υπάρχουν διάφορα πρότυπα συμπίεσης όπως τα **MPEG, JPEG, DVI, Quick Time, RealVideo**.

Στην περίπτωση της συμπίεσης εικόνας περιορίζουμε, με χρήση διάφορων τεχνικών, ένα είδος πλεονάσματος πληροφορίας που λέγεται χωρικό πλεονάσμα πληροφορίας. Στην κινούμενη εικόνα υπάρχει ένα ακόμα είδος πλεονάσματος, το χρονικό πλεονάσμα. Πιο συγκεκριμένα, όταν κινείται ένα αντικείμενο τα διαδοχικά πλαίσια μοιάζουν σημαντικά, καθώς κάποια τμήματα των πλαισίων δεν επηρεάζονται καθόλου από την κίνηση ενώ κάποια άλλα πιθανόν να αλλάζουν απλώς θέση με μικρή ή και καμία αλλαγή του περιεχομένου τους.

Η φιλοσοφία που εφαρμόζεται στους αλγόριθμους συμπίεσης βίντεο μπορεί να στηρίζεται μόνο στην εξάλειψη του χωρικού πλεονάσματος αντιμετωπίζοντας το βίντεο σαν διαδοχικές εικόνες (καρέ) ή συνδυασμένη εξάλειψη και των δύο ειδών πλεονάσματος (χωρικού και χρονικού).

### 3.5.1 MPEG

Κύριο πρότυπο συμπίεσης και ευρέως χρησιμοποιούμενο είναι το **MPEG**. Τα αρχικά σημαίνουν **Motion Pictures Expert Group**. Τα πρότυπα **MPEG** είναι τα εξής:

**MPEG-1**: Το πρότυπο αυτό εφαρμόστηκε τον Ιούλιο του 1993. Το **MPEG-1** στοχεύει στην αποθήκευση συγχρονισμένου ήχου και έγχρωμης κινούμενης εικόνας σε CD-ROM. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αν για το ηχητικό κανάλι απαιτούνται 200 ως 320 Kbps για ποιότητα cd, το bit rate που απομένει για την κινούμενη εικόνα είναι 1.15 έως 1.2 Mbps. Η ποιότητα της εικόνας είναι επίπεδου VCR. Η συμπίεση που επιτυγχάνει είναι της τάξης του 26:1.

**MPEG-2**: Το πρότυπο **MPEG-2** υιοθετήθηκε τον Μάιο του 1994. Αρχικά προοριζόταν για την εγγραφή και μετάδοσης εικόνας ποιότητας studio με απαιτούμενη ταχύτητα 4 με 6 Mbps και στην πορεία ενσωμάτωσε το **MPEG-3**, το οποίο εγκαταλείφθηκε, και συνεπώς υποστηρίζει και διάφορα είδη TV υψηλής ευκρίνειας. Χαρακτηριστικό του **MPEG-2** είναι ότι απαιτεί μεταβλητούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, από 2 ως 9 Mbps ανά stream μετάδοσης, γιατί ο βαθμός συμπίεσης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με την πολυπλοκότητα των πλαισίων.

**MPEG-4**: Προορίζεται για εφαρμογές με πολύ μικρό διαθέσιμο bandwidth: 4.8 με 64 Kbps. Το πεδίο εφαρμογής του είναι οι εφαρμογές τηλεδιάσκεψης μέσης ανάλυσης. Το πρότυπο αυτό ακόμα εξελίσσεται.

**MPEG-7**: Στόχος του είναι να περιγράψει διάφορους τύπους για κωδικοποίηση multimedia δεδομένων. Προχωράει ένα βήμα πιο πέρα το **MPEG-4**

ολοκληρώνοντας πληροφορία για την εικόνα, τον ήχο ή την κίνηση καθώς και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται αυτά τα στοιχεία.

Τα πρότυπα συμπίεσης **MPEG-1** και **MPEG-2** είναι παρόμοια, αλλά οι λεπτομέρειες είναι διαφορετικές. Το **MPEG-2**, είναι ένα υπερσύνολο του **MPEG-1**, με επιπρόσθετα χαρακτηριστικά. Είναι πιθανό μακροπρόθεσμα το **MPEG-1**, να κυριαρχήσει στη μετάδοση video σε μεγάλες αποστάσεις.

Γενικά πάντως θα μπορούσαμε να πούμε ότι η **MPEG-2** κωδικοποίηση προσφέρει κάποια σαφή πλεονεκτήματα συγκριτικά με την **MPEG-1** :

- Συμπιέζει ένα ποσοστό της interleaved εικόνας.
- Το ρεύμα μετάδοσης (stream) που επιτυγχάνεται με το **MPEG** είναι κατάλληλο για μετάδοση μέσα από δίκτυα υπολογιστών.
- Υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλία από format εικόνων, συμπεριλαμβανομένης και της εικόνας της τηλεόρασης και HDTV.
- Μεγάλο bandwidth για μετάδοση δεδομένων (data streams).
- Ευελιξία για την επιλογή του aspect ratio.

Τελικώς έχει επικρατήσει το **MPEG-2** αφού η ποιότητα εικόνας που παρέχει είναι υψηλή (720X480 σε 30 frames/sec και 15 Mbps). Το **MPEG-2** είναι ιδανικό για κωδικοποίηση ταινιών. Το **MPEG-2** χρησιμοποιείται ήδη για απευθείας δορυφορική αναμετάδοση (**DSB**), για καλωδιακή τηλεόραση (**CAVT**) και τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (**HDTV**).

### 3.5.2 JPEG

Το **JPEG** είναι ένας τυποποιημένος μηχανισμός για συμπίεση εικόνας. Τα αρχικά **JPEG** σημαίνουν **Joint Photographic Experts Group** όνομα που πήρε από την ομώνυμη επιτροπή που σχεδίασε το συγκεκριμένο standard.

Είναι σχεδιασμένο για τη συμπίεση τόσο full-color (24 bit) εικόνων όσο και gray-scale ψηφιακών εικόνων φυσικών τοπίων (real-world scenes), δεν χειρίζεται όμως εξίσου καλά ασπρόμαυρες εικόνες (εικόνες ενός bit/pixel), ούτε υποστηρίζει συμπίεση και μετάδοση κινούμενων εικόνων (video).

Το **JPEG** παρουσιάζει απώλειες κατά την αποσυμπίεση, κι έτσι η εικόνα που παίρνουμε δεν είναι ακριβώς η ίδια με αυτήν που είχαμε στείλει. Κι αυτό διότι προκειμένου ο αλγόριθμος που χρησιμοποιεί το **JPEG** να πετύχει μεγάλη συμπίεση αφαιρεί από την εικόνα κάποια στοιχεία της, που έχουν κυρίως να κάνουν με χρωματικές λεπτομέρειες και λεπτομέρειες φωτισμού που δεν γίνονται ορατές και αισθητές με το γυμνό μάτι.

Ένα πλεονέκτημα που παρουσιάζει η συμπίεση **JPEG** είναι ότι ο βαθμός απώλειας της πληροφορίας μπορεί να ελεγχθεί, ρυθμίζοντας κάποιες παραμέτρους συμπίεσης.

Ένα μειονέκτημα είναι ότι παρά το γεγονός ότι χειρίζεται πολύ καλά έγχρωμες εικόνες δε χειρίζεται εξίσου καλά ασπρόμαυρες εικόνες, ούτε εικόνες με έντονες ακμές.

### 3.5.3 STREAMING ΚΑΙ APPLE QUICK TIME

#### STREAMING

«Streaming» είναι η διαδικασία της αποστολής δεδομένων πάνω από ένα δίκτυο για την χρησιμοποίησή τους σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα είτε προέρχονται από μια «ζωντανή» πηγή, όπως μια video-κάμερα ή μια πηγή ήχου (π.χ. από έναν ραδιοφωνικό σταθμό) ή μπορεί να είναι μια ταινία QuickTime αποθηκευμένη σε ένα server.

Όταν η μετάδοση είναι real-time το streaming είναι ουσιαστικά μια παραλλαγή της τηλεόρασης ή του ραδιοφώνου για το web. Επίσης όταν η μετάδοση μιας ταινίας γίνεται με «streaming» το κοινό μπορεί να μεταβεί σε όποιο σημείο της θέλει οποιαδήποτε χρονική στιγμή, έχει πλήρη έλεγχο.

#### Τύποι streaming:

**Unicast Streams** : πρόκειται για απλές ροές δεδομένων, streams, από έναν server σε έναν πελάτη, όπως η τηλεφωνική σύνδεση. Για να εξυπηρετηθούν πολλοί πελάτες ο χρήστης πρέπει να στείλει πολλά streams, κάτι που συνιστά όμως μη αποτελεσματική χρήση του εύρους ζώνης. Πάντως όταν η μετάδοση είναι unicast ο πελάτης μπορεί να έχει πρόσβαση σε όποιο σημείο της ταινίας θέλει. Αυτός ο τρόπος μετάδοσης χρησιμοποιείται για ήδη video-σκοπημένες ταινίες.

**Multicast Streams** : το ρεύμα δεδομένων στέλνεται σε ένα γκρουπ διευθύνσεων όπως μια multicast ip διεύθυνση, στην οποία έχουν ταυτόχρονη πρόσβαση πολλοί πελάτες. Εδώ ο χρήστης δεν έχει κανέναν έλεγχο στο video το οποίο προβάλλεται. Ο τρόπος αυτός μετάδοσης είναι κατάλληλος για μετάδοση LAN.

**Reflected multicasts streams:** τα streams είναι δεδομένα πραγματικού χρόνου όπως τηλεοπτικό ή ραδιοφωνικό πρόγραμμα και μεταδίδονται στους χρήστες σαν μια σειρά από unicast streams.

#### Πλεονεκτήματα του Streaming

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα του streaming σε σχέση με την μέθοδο του να «κατεβάζουν» οι χρήστες την ταινία από web-site. Καταρχήν ο χρήστης

βλέπει την ταινία τον ίδιο χρόνο που την κατεβάζει χωρίς καθυστέρηση. Είναι ο μόνος τρόπος ζωντανής μετάδοσης των γεγονότων στο web. Με τη διαδικασία multicasting πολλοί χρήστες μπορούν ταυτόχρονα να εξυπηρετούνται από μια ροή δεδομένων. Επίσης μπορούν να προσομοιωθούν οι λειτουργίες ενός συμβατικού video. Τέλος υπάρχει έλεγχος των πνευματικών δικαιωμάτων αφού ο χρήστης μπορεί να δει μια ταινία, όχι όμως και να την αποθηκεύσει και να την διανείμει όπως μπορεί να κάνει με μια ταινία που κατεβάζει από ένα web-site.

### APPLE QUICK TIME

Το QuickTime πρότυπο της Apple είναι για συμπίεση κινούμενης εικόνας και χρησιμοποιείται για Video-διασκέψεις. Το QuickTime προσφέρει σταθερή ταχύτητα αναπαραγωγής με κόστος όμως χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Γίνονται αρκετοί συμβιβασμοί στην ποιότητα της εικόνας, η οποία γίνεται θολή, και εξαιτίας της μη ομαλής μετάβασης των frames, η κίνηση δεν είναι ομαλή.



Τηλεδιάσκεψη με QuickTime

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από το Quick Time είναι το RTP (Real Time Protocol), το οποίο είναι παραπλήσιο με τα πρωτόκολλα HTTP και FTP, αλλά είναι προσανατολισμένο στην μεταφορά δεδομένων real time.

Σε αντίθεση με το HTTP και το FTP, το RTP δεν μεταφέρει όλη την ταινία στον υπολογιστή-πελάτη, αλλά αντιθέτως αποκαθιστά μια ροή δεδομένων και μεταδίδει την ταινία σε real time (αποθηκεύει προσωρινά δεδομένα – buffering).

Εφόσον το εύρος ζώνης επαρκεί η ταινία μεταδίδεται και έπειτα τελειώνει η σύνδεση. Απαραίτητη προϋπόθεση για παρακολούθηση μιας ζωντανής μετάδοσης είναι ο πελάτης να διαθέτει QuickTime player.

### **3.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ**

Όπως είναι λογικό σκοπός ενός server VoD είναι η παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών με χαμηλές καθυστερήσεις, ενώ παράλληλα, οι απαιτήσεις σε χωρητικότητα του server θα πρέπει να διατηρούνται κατά το δυνατό χαμηλές.

Προκειμένου ένα σύστημα VoD να είναι ανταγωνιστικό και να υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλία αιτήσεων, επιβάλλεται να μπορεί να αποθηκεύει μεγάλο όγκο δεδομένων. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι χρειάζεται να παρέχεται η δυνατότητα πολλαπλών ταυτόχρονων προσβάσεων στο σύστημα αποθήκευσης.

### 3.6.1 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Υπάρχουν διαφορετικές συσκευές αποθήκευσης με διαφορετικά χαρακτηριστικά και κόστη οπότε λειτουργική θα είναι η ιεραρχική δόμηση του αποθηκευτικού χώρου ώστε να μπορεί ένα σύστημα VoD να διατηρεί σε χαμηλό το κόστος αποθήκευσης διατηρώντας παράλληλα υψηλό το επίπεδο ταχύτητας εξυπηρέτησης των πελατών του. Το υλικό μπορεί να αποθηκευτεί σε ένα συνδυασμό από μαγνητικούς ή οπτικό-μαγνητικούς δίσκους και συσκευές μαγνητικών ταινιών.

Οι πιο δημοφιλείς ταινίες, οι οποίες απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης μπορούν να αποθηκεύονται σε RAM, οι λιγότερο δημοφιλείς σε σκληρό δίσκο και οι ταινίες με την πιο χαμηλή ζήτηση σε αποθηκευτικά μέσα όπως το DVD και οι μαγνητικές ταινίες έτσι ώστε να είναι διαθέσιμες αλλά το κόστος αποθήκευσής τους να διατηρείται χαμηλό. Το σύστημα αποθήκευσης αυτού του τύπου μειώνει τα λειτουργικά κόστη και προσφέρει στον πελάτη μεγάλη συλλογή προγραμμάτων.

**Μαγνητικές Ταινίες** – Η μαγνητική ταινία είναι ο φθηνότερος τρόπος αποθήκευσης. Αποτελείται από ράφια αποθήκευσης video, βραχίονες robots, και οδηγούς μαγνητικών ταινιών (tape drives) στις οποίες τοποθετούνται οι ταινίες από τους βραχίονες. Ο αριθμός των streams που μπορεί να υποστηρίξει μια βιβλιοθήκη μαγνητικών ταινιών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως τον αριθμό των διαθέσιμων οδηγών, την ταχύτητα του robot, κτλ. Το πρόβλημα των συστημάτων αυτών είναι ο χρόνος πρόσβασης, ο ρυθμός μεταφοράς και ο περιορισμένος αριθμός οδηγών ταινίας (για να εξυπηρετηθούν  $n$  κινηματογραφικά έργα την ίδια στιγμή, χρειάζονται  $n$  οδηγοί).

Έτσι περιορίζεται δραματικά ο αριθμός των ταινιών που μπορούν να αποθηκεύονται εκεί. Βέβαια εφόσον είναι ο φθηνότερος τρόπος αποθήκευσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο γιατί εδώ θα αποθηκευτούν όλα τα backup των ταινιών.

**Οπτικοί δίσκοι** - Μια εναλλακτική λύση αντί για αποθήκευση σε μαγνητική ταινία είναι η οπτική αποθήκευση σε DVD. Τα DVD περιέχουν πάνω από 4GB, ώστε να είναι κατάλληλα για τη διανομή κινηματογραφικών έργων MPEG-2. Οι χρόνοι αναζήτησης είναι αργοί αλλά το μικρό τους κόστος και η υψηλή τους αξιοπιστία, κάνει τα DVD μια καλή εναλλακτική λύση.

**Μαγνητικοί Δίσκοι** - Ακολουθούν οι μαγνητικοί δίσκοι. Αποτελούνται από αποθηκευτικά μέσα και βραχίονες Έχουν μικρούς χρόνους πρόσβασης (10msec), υψηλούς ρυθμούς μεταβίβασης (10MB/sec) και μεγάλη χωρητικότητα (τάξεως δεκάδων GB), με αποτέλεσμα να είναι κατάλληλοι για έργα που πραγματικά μεταδίδονται. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι το μεγάλο κόστος αποθήκευσης των έργων που σπάνια ζητούνται. Το κόστος όμως μειώνεται όσο αυξάνεται ο παράγοντας striping (κατανομή της ταινίας σε πολλαπλούς δίσκους έτσι ώστε να μπορεί να γίνεται παράλληλα η πρόσβαση σε αυτή πετυχαίνοντας πολύ χαμηλότερο χρόνο ανάκτησης). Με αυτή την τεχνική επίσης βελτιώνεται ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από το δίσκο στην κύρια μνήμη.

**RAM** - Στην κορυφή της πυραμίδας είναι η RAM. Η RAM είναι προσπελάσιμη απευθείας από την κύρια μνήμη μέσω του bus του συστήματος. Είναι το ταχύτερο μέσο αποθήκευσης, αλλά επίσης και το δαπανηρότερο. Το κόστος εξαρτάται από την διάρκειά της ταινίας και το εύρος ζώνης είναι θεωρητικά άπειρο (είναι όσο το εύρος ζώνης του bus του συστήματος). Είναι

καταλληλότερη για έργα των οποίων διαφορετικά μέρη στέλνονται σε διαφορετικούς προορισμούς την ίδια στιγμή.



Ιεραρχία αποθήκευσης

### 3.6.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΣΚΟΥ

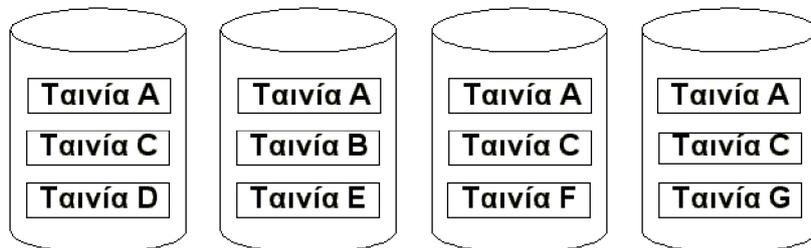
Δύο δυνατοί τρόποι για να οργανωθεί η αποθήκευση στο δίσκο είναι η φάρμα δίσκων και ο πίνακας δίσκων:

1. Με τη **φάρμα δίσκων (disk farm)**, ο κάθε οδηγός κρατά λίγα πλήρη έργα. Για λόγους επίδοσης και αξιοπιστίας, το κάθε έργο πρέπει να βρίσκεται σε δύο τουλάχιστον οδηγούς, ίσως και περισσότερους.
2. Η άλλη οργάνωση αποθήκευσης είναι ο **πίνακας δίσκων (disk array)** ή **RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks)**, όπου κάθε έργο απλώνεται σε πολλούς οδηγούς για παράδειγμα, το μπλοκ 0 στον οδηγό 0, το μπλοκ 1 στον οδηγό 1, κοκ, με το μπλοκ n-1 στον οδηγό n-1. Μετά από αυτό, ο κύκλος επαναλαμβάνεται, με το μπλοκ n στον δίσκο 0, κοκ. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης ονομάζεται **ράβδωση (striping)**.

### 3.6.2.1 ΦΑΡΜΑ ΔΙΣΚΩΝ

#### Data Replication

Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, κάθε δίσκος θεωρείται σαν μια ανεξάρτητη οντότητα. Σε κάθε δίσκο αποθηκεύεται ένας αριθμός από ταινίες και κάθε πελάτης, ανάλογα με την ταινία που θέλει, εξυπηρετείται αποκλειστικά από ένα δίσκο. Κάθε stream ανακτάται από έναν και μόνο δίσκο. Για τις δημοφιλείς ταινίες, είναι πολύ πιθανό να μην είναι αρκετός ένας δίσκος για να εξυπηρετήσει τους πολλούς πελάτες που επιθυμούν να την παρακολουθήσουν. Σ' αυτές τις περιπτώσεις αντίγραφα της ταινίας υπάρχουν διαθέσιμα σε περισσότερους του ενός δίσκους, όπως φαίνεται και από το επόμενο σχήμα:



*Τεχνική Data Replication*

Στο παραπάνω σχήμα η ταινία A είναι η δημοφιλής και γι' αυτό το λόγο υπάρχει σε 4 δίσκους, η ταινία C είναι λιγότερο δημοφιλής από την A, ενώ οι υπόλοιπες ταινίες δεν είναι δημοφιλείς.

Το πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι επιτρέπει την εύκολη επεκτασιμότητα (άμα χρειαστούμε αποθηκευτικό χώρο, μπορούμε να προσθέσουμε κι άλλους δίσκους χωρίς αυτό να επηρεάζει τα περιεχόμενα των υπόλοιπων δίσκων) κι επίσης την χρησιμοποίηση δίσκων διαφορετικής

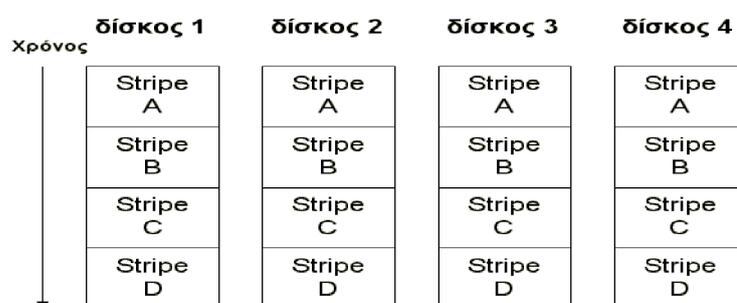
χωρητικότητα και ταχύτητα στη διάρθρωση του συστήματος, χωρίς πρόβλημα.

Από τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι το ότι απαιτεί μεγάλες ποσότητες αποθηκευτικού χώρου ώστε να μπορεί να αντεπεξέλθει στις ανάγκες σε πολλά αντίγραφα που μπορεί να χρειαστεί μια πολύ δημοφιλή ταινία.

### 3.6.2.2 ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΣΚΩΝ

#### Striped Retrieval

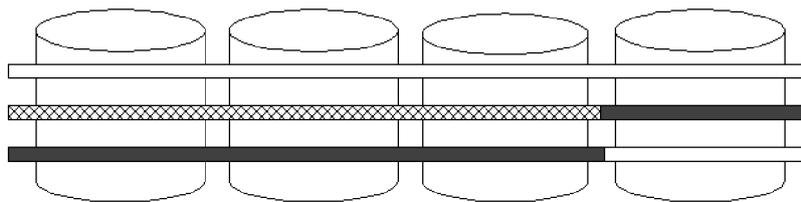
Οι μονάδες striping μπορεί να είναι bytes, τομείς (sectors) ή και κανάλια (tracks). Θεωρώντας για μονάδα striping τον τομέα, ο λογικός τομέας 1 θα αποτελείται από τους φυσικούς τομείς 1 όλων των δίσκων. Με την τεχνική αυτή αυξάνεται το εύρος ζώνης που είναι διαθέσιμο ανά πελάτη (ή ανά stream αφού θεωρούμε ότι κάθε πελάτης τροφοδοτείται από ένα stream δεδομένων), καθώς στον ίδιο χρόνο αναζήτησης η πληροφορία που τελικά μπορεί να ανακτηθεί είναι  $n$  φορές περισσότερη ( $n$  όσοι οι δίσκοι που προσπελαύνονται παράλληλα) από ότι σε ένα σύστημα με ένα δίσκο. Έτσι όμως αυξάνεται πολύ η απαίτηση σε μέγεθος buffer, καθώς μεταφέρεται πολλαπλάσια ποσότητα πληροφορίας από το σύστημα δίσκων.



*Striped Retrieval*

### Split-Stripe Retrieval

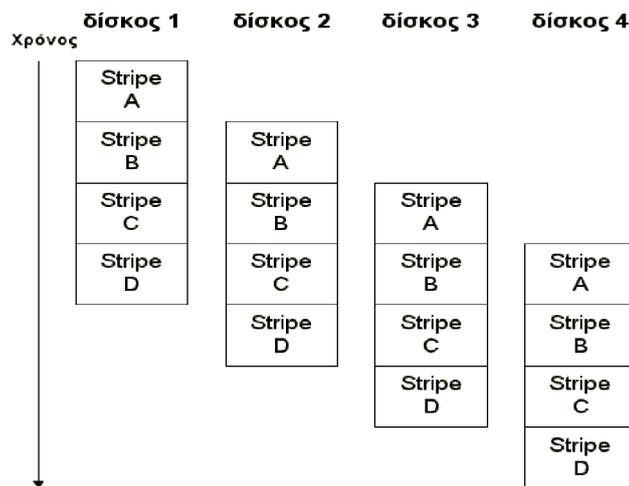
Αυτή η τεχνική είναι μια παραλλαγή της Stripped Retrieval η οποία εξαλείφει ως ένα βαθμό το πρόβλημα των μεγάλων απαιτήσεων σε μέγεθος buffer, που επιβάλλει η προηγούμενη τεχνική. Πιο συγκεκριμένα, ενώ τα δεδομένα είναι και πάλι αποθηκευμένα σε λωρίδες κατά μήκος του συνόλου των δίσκων, έχουμε την δυνατότητα να κάνουμε παράλληλη ανάκτηση δεδομένων της λωρίδας (stripe)  $j$  από τους δίσκους  $1$  μέχρι  $x$  ενώ συγχρόνως ανακτώνται τα δεδομένα της λωρίδας  $k$  από τους δίσκους  $x+1$  μέχρι  $n$  (όπου  $n$ : το πλήθος των δίσκων). Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η τεχνική split-stripe ανάκτησης δεδομένων.



*Split-Retrieval*

### Cyclic Retrieval

Η τεχνική της κυκλικής ανάκτησης δεδομένων (Cyclic Retrieval) διαφέρει σημαντικά από την τεχνική της προηγούμενης παραγράφου αφού αντί να ανακτάται σε κάθε γύρο εξυπηρέτησης ένα ολόκληρο stripe (λωρίδα), ανακτώνται οι μονάδες striping μία –μία όπως μπορούμε να δούμε στο επόμενο σχήμα:



*Cyclic Retrieval*

Οι μονάδες striping για διαφορετικά stream (και άρα για διαφορετικές αιτήσεις πελατών) ανακτώνται ταυτόχρονα ώστε να αξιοποιείται ο παραλληλισμός. Με αυτόν τον τρόπο, ναι μεν τα δεδομένα φτάνουν στον buffer πιο τακτικά αλλά σε μικρότερες ποσότητες σε σύγκριση με την stripe retrieval τεχνική, γεγονός που συνεπάγεται μικρότερη απαίτηση σε μέγεθος buffer (όσο μια μονάδα striping ή δύο το πολύ ώστε να ξεκινούν οι επόμενες αιτήσεις για δεδομένα πριν ολοκληρωθεί η αναπαραγωγή των δεδομένων που έχουν καταφθάσει στον πελάτη από την προηγούμενη αίτηση). Το μοναδικό πρόβλημα με αυτή την προσέγγιση είναι ότι ενώ θεωρείται δεδομένο ότι ο ρυθμός κατανάλωσης συμπίπτει με τον ρυθμό ανάκτησης των δεδομένων στην πραγματικότητα δεν ισχύει όταν για παραδείγματος χάρη το ρολόι του μηχανήματος-πελάτη είναι πιο αργό από το ρολόι του server. Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να γίνεται παύση όταν γεμίσει ο buffer ή να συγχρονιστεί ο ρυθμός κατανάλωσης με τον ρυθμό ανάκτησης αποκόπτοντας από τα δεδομένα του πελάτη, ένα ποσοστό από αυτά (απορρίπτεται μέρος της πληροφορίας και αναπόφευκτα έχουμε μείωση της ποιότητας).

### 3.7 ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ

Με τον όρο εύρος ζώνης του video server εννοούμε τον μέσο αριθμό ρευμάτων ( streams ) που χρησιμοποιούνται από τον server. Οι τυπικοί video servers αφιερώνουν ένα μοναδικό ρεύμα (stream) δεδομένων για κάθε ένα πελάτη δηλαδή, δεν επιτρέπουν τον διαμοιρασμό δεδομένων από κοινού μεταξύ των πελατών και έτσι αυτή η στρατηγική πολύ γρήγορα κατανέμει όλο το διαθέσιμο εύρος ζώνης. Οι ακόλουθες στρατηγικές έχουν αναπτυχθεί για την βελτίωση της απόδοσης του εύρους ζώνης των video servers:

- Batching (Συγκέντρωση σε ομάδα)
- Delayed Batching (Συγκέντρωση σε ομάδα με καθυστέρηση) / Staggered Broadcasting ( Εναλλασσόμενη εκπομπή)
- Segmentized Broadcasting (Τμηματική εκπομπή)
- Piggybacking (Μεταφορά ως εξωτερικό φορτίο)
- Interval Caching (Κατακράτηση σε κρυφή μνήμη)
- Asynchronous multicasting ( Ασύγχρονη πολλαπλή μετάδοση )
- Stream Tapping ( Παγίδευση Ρεύματος )

#### 3.7.1 BATCHING

Στην περίπτωση του batching, όταν ο διαθέτης video έχει πολλαπλές αιτήσεις για το ίδιο video στη ουρά αιτήσεων του, μπορεί να τις εξυπηρετήσει όλες (π.χ. με ομαδοποίηση) μεταδίδοντας ταυτόχρονα το video σε όλους τους αιτούμενους πελάτες. Έτσι, αν υπάρχουν N αιτήσεις στη ουρά, ο διαθέτης video

θα εξοικονομήσει  $N-1$  φορές το εύρος ζώνης του video.

Σημειώνουμε ότι αν υπάρχει μία μόνο αίτηση για video στην ουρά αιτήσεων του VoD server τότε αυτός δεν πετύχει καμία εξοικονόμηση εύρους ζώνης. Ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί κάποια εξοικονόμηση είναι ο video server να αφήσει την ουρά αιτήσεων του να μεγαλώσει, και αυτό συμβαίνει μόνο όταν έχει ήδη διαθέσει όλο το εύρος ζώνης του. Τον υπόλοιπο χρόνο η μέθοδος αυτή θα συμπεριφέρεται ακριβώς όπως τα τυπικά συστήματα.

### 3.7.2 DELAYED BATCHING / STAGGERED BROADCASTING

Οι στρατηγικές delayed batching και staggered broadcasting είναι παρόμοιες και προσπαθούν να διορθώσουν το πρόβλημα της μεθόδου batching. Και οι δύο μέθοδοι επιτρέπουν στον VoD server να καθυστερεί ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα αφού έχει δεχτεί τις αιτήσεις έτσι ώστε να αυξηθεί το μέγεθος της ομάδας (group) στο οποίο θα γίνει ταυτόχρονη πολλαπλή μετάδοση.

Με τη μέθοδο delayed batching, ο διαθέτης video αρχίζει να καθυστερεί τη μετάδοση ύστερα από την αίτηση, και ο χρόνος που κρατά η καθυστέρηση εξαρτάται συνήθως από τον ρυθμό που καταφθάνουν οι αιτήσεις.

Σύμφωνα με τη στρατηγική staggered broadcasting, ο διαθέτης αρχίζει να μεταδίδει τα streams του video σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα, και η καθυστέρηση εξαρτάται από το πότε φθάνουν οι αιτήσεις κατά την διάρκεια του τρέχοντος χρονικού διαστήματος.

Το πρόβλημα μ' αυτές τις δυο στρατηγικές είναι ότι ενώ βελτιώνουν την ικανότητα του εύρους ζώνης του VoD server, για να το επιτύχουν αυτό

επιβάλλουν μία αργοπορία στον πελάτη. Στην πραγματικότητα η μέση καθυστέρηση που έχει ο πελάτης είναι σίγουρο ότι δεν είναι μηδενική. Επίσης, οι στρατηγικές *delayed batching* και *staggered broadcasting* μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για τα δημοφιλή video, μια και δεν είναι πιθανό να υπάρχουν πολλές αιτήσεις για τα μη δημοφιλή video κατά την διάρκεια των μικρών διαστημάτων καθυστέρησης.

### 3.7.3 SEGMENTIZED BROADCASTING

Τα *segmentized broadcasting* συστήματα περιλαμβάνουν την εκπομπή πυραμίδας (*Pyramid broadcasting*), την εκπομπή ουρανοξύστη (*Skyscraper broadcasting*) και την αρμονική εκπομπή (*Harmonic broadcasting*). Αυτά τα συστήματα δεν εκπέμπουν ένα ολόκληρο video σ' ένα stream, αλλά ~~τεμαχίζουν~~ κάθε video σε επιμέρους τμήματα και εμφανίζουν κάθε τμήμα επαναληπτικά στο ρεύμα. Οι διαφορές μεταξύ αυτών των συστημάτων έχουν σχέση με το μέγεθος των τμημάτων, τον αριθμό των τμημάτων που λαμβάνουν οι πελάτες σε κάθε μια στιγμή και με τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων από τον διαθέτη video κατόπιν ζήτησης.

Ενώ τα συστήματα τμηματικής εκπομπής μπορούν να μειώσουν σημαντικά την καθυστέρηση που υφίστανται οι πελάτες σε σχέση με τα *staggered broadcasting* συστήματα, απαιτούν ένα πολύ πιο πολύπλοκο *set-top-box*. Το *set-top-box* π.χ. θα πρέπει να μπορεί να αλλάζει από ρεύμα σε ρεύμα για να λάβει όλα τα τμήματα, να μπορεί να λαμβάνει δεδομένα διπλάσια ή και παραπάνω από το ρυθμό κατανάλωσης του video και να περιέχει έναν τοπικό *buffer* για να μπορεί να κρατά τα μισά δεδομένα του video.

Επιπλέον, και αυτά τα συστήματα δεν εγγυούνται μηδενική καθυστέρηση στους πελάτες και τέλος είναι κατάλληλα για δημοφιλή video.

### 3.7.4 PIGGYBACKING

Στην στρατηγική piggybacking, ο ρυθμός εμφάνισης των video αλλάζει κατά  $\pm 5\%$  (ένα ποσό που θεωρητικά δεν επιτρέπει στους ανθρώπινους παρατηρητές να αντιληφθούν τις αλλαγές) έτσι ώστε δύο ρεύματα δεδομένων μπορούν να συγχωνευτούν σε ένα. Όταν τα δύο ρεύματα προσεγγίσουν το ίδιο στο σημείο στο video, το ένα από τα δύο ρεύματα μπορεί να αποδεσμευτεί και οι πελάτες του να αλλάξουν και να τροφοδοτηθούν από το άλλο ρεύμα που είναι ενεργό.

Δύο είναι τα βασικά μειονεκτήματα στην μέθοδο piggybacking.

Το πρώτο είναι ο αρκετός χρόνος που απαιτείται για να συγχωνευτούν τα δύο ρεύματα. Αν η διαφορά των δύο ρεύματα έχει αρχίσει με **X** λεπτά, τότε η μέθοδος αυτή απαιτεί **10X** λεπτά για να επιτευχθεί η συγχώνευση.

Το δεύτερο μειονέκτημα είναι ότι εκτός κι αν ο VoD server είναι πολύ ισχυρός έτσι ώστε για να μπορεί να αλλάζει το ρυθμό του video κατά την διάρκεια της μετάδοσης, στην περίπτωση που δεν είναι ισχυρός θα πρέπει αυτός να αποθηκεύει τουλάχιστον δύο αντίτυπα από κάθε video, διπλασιάζοντας έτσι τους χώρους αποθήκευσης.

### 3.7.5 INTERVAL CACHING

Με την στρατηγική interval caching ο VoD server χρησιμοποιεί μία τοπική μνήμη υψηλής ταχύτητας (cache) για το σύστημα αποθήκευσης του. Μέσα σ' αυτή την μνήμη ο VoD server αποθηκεύει όσο το δυνατό περισσότερα

διαστήματα δεδομένων (intervals of data) μεταξύ ζευγών από streams του ίδιου video. Αυτή η στρατηγική επιτρέπει στο δεύτερο ρεύμα να παίρνει σχεδόν όλα τα δεδομένα του από την μνήμη αυτή που είναι υψηλής ταχύτητας (η οποία τροφοδοτείται από το πρώτο ρεύμα του ζεύγους) εξοικονομώντας έτσι ο VoD server σχεδόν ένα ρεύμα εύρους ζώνης.

Βασικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το κόστος. Ο προμηθευτής VoD έχει τις επιλογές, ή να χρησιμοποιήσει κρυφή μνήμη υψηλής ταχύτητας και να εξοικονομήσει εύρος ζώνης, ή να προσθέσει περισσότερα μηχανήματα αποθήκευσης και επίσης να προσθέσει και εύρος ζώνης.

Οι Dan και Sitaram έκαναν μια ανάλυση κόστους και βρήκαν ότι για τους VoD servers με 300 ρεύματα, η κρυφή μνήμη υψηλής ταχύτητας θα πρέπει να είναι τόσο μεγέθους όσο να μπορεί να κρατήσει 20 με 40 λεπτά δεδομένων του video. Αυτό θα εξοικονομήσει περίπου 5-10% των αιτήσεων. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η στρατηγική interval caching δεν κάνει τίποτα για να μειώσει το εύρος ζώνης του δικτύου. Τα ρεύματα που υπάρχουν στην κρυφή μνήμη του VoD server θα πρέπει να δρομολογηθούν κι αυτά μέσω του δικτύου ακριβώς όπως και τα κανονικά ρεύματα.

### 3.7.6 ASYNCHRONOUS MULTICASTING

Η στρατηγική asynchronous multicasting επιτρέπει σ' ένα πελάτη να γίνει μέλος κι αυτός σε μία ομάδα μετάδοσης (multicast group) για ένα video, αφού το video έχει αρχίσει. Ο VoD server το επιτυγχάνει αυτό με το να σπάει το video σε τμήματα μήκους  $X$  και να στέλνει το τμήμα κάθε  $X$  λεπτά, αλλά χρησιμοποιώντας έναν ρυθμό μετάδοσης  $N$  φορές το ρυθμό εμφάνισης του video κι έτσι η μετάδοση διαρκεί μόνο  $X/N$  λεπτά. Αυτό επιτρέπει στον πελάτη

να συμμετάσχει στο multicast group αργότερα, να αποθηκεύει τα τμήματα που μεταδίδονται εκείνη την στιγμή στα άλλα μέλη του γκρουπ σ' έναν τοπικό απομονωτή (buffer) μέχρι να τα χρειαστεί και να χρησιμοποιεί τα κενά μεταξύ των τμημάτων για να λάβει τα τμήματα που του λείπουν.

Εξαιτίας του υψηλού ρυθμού μετάδοσης των τμημάτων, οι πελάτες μπορούν μόνο να λάβουν ένα τμήμα του video σε κάθε στιγμή. Αυτό σημαίνει ότι ο πελάτης πρέπει να φθάσει πριν από το Νιοστό τμήμα του video που προβάλλεται ή μέσα σε  $(N-1)X$  λεπτά από τότε που άρχισε το video αν θέλει να συμμετέχει στο multicast γκρουπ. Για παράδειγμα αν  $N=3$  και  $X=6$ , ο απομονωτής του πελάτη θα πρέπει να μπορεί να κρατά 18 λεπτά δεδομένων του video, αλλά ο πελάτης μπορεί μόνο να προλάβει τα video που άρχισαν πριν από λιγότερο από 12 λεπτά. Επίσης αν ο πελάτης φθάσει κατά την διάρκεια που ένα άλλο τμήμα προβάλλεται, πρέπει να περιμένει παρακολουθώντας για λίγο χωρίς χρέωση, αυξάνοντας έτσι την καθυστέρηση που υφίσταται.

Η στρατηγική asynchronous multicasting μοιράζεται κάποια κοινά με την stream tapping (που θα δούμε παρακάτω) αλλά υπάρχουν και κάποιες βασικές διαφορές.

Η stream tapping στρατηγική δεν σπάει το video σε κομμάτια, δεν κάνει υποθέσεις για τον ρυθμό μετάδοσης, κάνει πιο αποτελεσματική διαχείριση στο buffer του πελάτη, ποτέ δεν καθυστερεί τις αιτήσεις και απαιτεί μικρότερο ρυθμό δεδομένων στο set-top-box του πελάτη.

### 3.7.7. ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (STREAM TAPPING)

Η βασική ιδέα της μεθόδου stream tapping είναι ότι οι πελάτες δεν είναι αναγκασμένοι να χρησιμοποιούν μόνο το ρεύμα που τους έχει αποδοθεί.

Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο οποιοδήποτε ρεύμα δεδομένων του διαθέτη video κατόπιν ζήτησης, το οποίο προβάλλει δεδομένα που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο πελάτης επιτρέπεται να "παγιδευθεί". Αρκεί λοιπόν, να είναι ενεργά άλλα ρεύματα του διαθέτη video που παίζουν το ίδιο video μ' αυτό που θέλει ο πελάτης.

Επειδή σύμφωνα με την στρατηγική stream tapping χρησιμοποιούνται τα ήδη υπάρχοντα ρεύματα, οι πελάτες χρειάζονται το δικό τους ρεύμα για μικρότερο χρονικό διάστημα και έτσι δημιουργούν λιγότερο φόρτωμα στον διαθέτη video. Επιπλέον, τα ήδη υπάρχοντα ρεύματα εξυπηρετούν περισσότερους πελάτες δηλαδή αξιοποιούνται περισσότερο. Παρόλα αυτά, προκειμένου ο προσαρμογέας (set-top-box) του πελάτη να μπορεί να λαμβάνει δεδομένα ανακατεμένα χωρίς σειρά απαιτείται ένας μικρού μεγέθους απομονωτής (buffer) ο οποίος θα αποθηκεύει τα δεδομένα ωσότου χρειαστούν.

Η μέθοδος stream tapping δεν κάνει καμιά υπόθεση για το περιβάλλον της. Μπορεί να συμβιβαστεί και να τροποποιηθεί ανάλογα με τις αναγκαιότητες, συμπεριλαμβανομένου του διαθέτη video και την πολυπλοκότητα του προσαρμογέα. Επίσης, δεν καθυστερεί ποτέ τις αιτήσεις όταν ο διαθέτης video έχει διαθέσιμους πόρους κάτι που κάνει το stream tapping ένα πραγματικό σύστημα κατόπιν ζήτησης. Επιπλέον, δεν απαιτεί από τον προμηθευτή του video να γνωστοποιήσει από πριν στο σύστημα τίποτα.

Η στρατηγική αυτή θα διανέμει το διαθέσιμο εύρος ζώνης όπως ορίζει ο ρυθμός των αιτήσεων.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ακόμα και με έναν μικρό απομονωτή προσαρμογέα που μπορεί να κρατά 10 λεπτά δεδομένων του video, η στρατηγική stream tapping μπορεί να εξυπηρετήσει 600 αιτήσεις την ώρα με ένα διαθέτη video 300 ρευμάτων και χωρίς να καθυστερήσει τους πελάτες παραπάνω από 10 λεπτά. Με έναν απομονωτή 30 λεπτών, το ίδιο σύστημα θα μπορούσε να εξυπηρετήσει 600 αιτήσεις την ώρα με σχεδόν καθόλου καθυστέρηση.

Η μέθοδος stream tapping και η asynchronous multicasting έχουν κάποιες ομοιότητες αλλά και σημαντικές διαφορές. Η stream tapping δεν σπάει το video σε τμήματα, δεν κάνει κάποιες υποθέσεις για τον ρυθμό μετάδοσης, χρησιμοποιεί καλύτερα τον απομονωτή του πελάτη, ποτέ δεν καθυστερεί τις αιτήσεις και απαιτεί μικρότερο ρυθμό δεδομένων στον προσαρμογέα του πελάτη.

Επίσης, από την σύγκριση του stream tapping με τα τυπικά συστήματα, που αφιερώνουν ένα ρεύμα δεδομένων σε κάθε αίτηση, προκύπτει ότι η μέθοδος stream tapping εξοικονομεί πάνω από 80% εύρος ζώνης στα δημοφιλή video. Αν συγκριθούν με πιο πολύπλοκα συστήματα, συμπεριλαμβανομένου και των συστημάτων εκπομπής (broadcasting) τα οποία εγγυούνται την απόδοση ανεξάρτητα από το ρυθμό των αιτήσεων, τα stream tapping συστήματα και πάλι αποδίδουν καλύτερα, παρέχοντας σημαντική εξοικονόμηση στο εύρος ζώνης και στην καθυστέρηση των πελατών.

## 4. ΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΑΠΟΚΡΥΨΗ

Όπως είναι λογικό, στην υλοποίηση ενός VoD συστήματος βασικό ρόλο παίζουν και τα θέματα ασφάλειας και απόκρυψης video. Από την μία μεριά για να εξασφαλιστεί η ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service - QoS) προς τους πελάτες και από την άλλη για να εξασφαλιστεί ασφάλεια στα δεδομένα και την παράνομη παρακολούθηση. Έτσι προσοχή πρέπει να δωθεί στα εξής:

### α) Ασφάλεια των δεδομένων.

Η πληροφορία που διακινείται σε ένα σύστημα VoD πρέπει να διασφαλιστεί από την αντιγραφή και την αλλοίωση. Ειδικοί μηχανισμοί ασφαλείας, που χρησιμοποιούν τεχνικές κρυπτογράφησης, εγγυώνται την προστασία των διακινούμενων δεδομένων και εξασφαλίζουν την ορθή λειτουργία τους.

### α) Απόκρυψη video.

Απαραίτητη είναι η απόκρυψη έτσι ώστε μόνο αυτοί οι πελάτες που έχουν πληρώσει να μπορούν να παρακολουθούν την ταινία. Η απόκρυψη μπορεί να γίνει με δύο τρόπους :

- απόκρυψη από πριν
- απόκρυψη κατά την διάρκεια της μετάδοσης

Αν η απόκρυψη γίνεται πριν αποθηκευτούν οι ταινίες, τότε αν κάποιος μάθει το κλειδί της ταινίας θα έχει την δυνατότητα παρακολούθησης χωρίς

να πληρώνει αφού το ίδιο κλειδί θα χρησιμοποιείται κάθε φορά. Η ξεχωριστή απόκρυψη για κάθε stream είναι ασφαλέστερη, αλλά απαιτεί μεγαλύτερη υπολογιστική δύναμη. Όσο για την διαχείριση του κλειδιού η πιο συνηθισμένη προσέγγιση είναι αυτή όπου η απόκρυψη γίνεται κατά την διάρκεια της μετάδοσης με έναν απλό αλγόριθμο, αλλά οι συχνές αλλαγές του κλειδιού εξασφαλίζουν ότι και κάποιος να σπάσει το κλειδί σε 10 λεπτά θα έχει αλλάξει οπότε δεν θα μπορεί να το χρησιμοποιήσει.

α) *Πρόσβαση στα δεδομένα.*

Βασικό στοιχείο είναι η προστασία της βάσης αποθήκευσης των ταινιών από μη εξουσιοδοτημένες προσβάσεις. Αυτή υποστηρίζεται από συστήματα πιστοποίησης του χρήστη με κωδικούς ανά επίπεδο ασφάλειας.

α) *Εξωτερικές παρεμβολές.*

Πρέπει οι εξωτερικές παρεμβολές να μην επιρρεάζουν τις μεταδόσεις, ιδιαίτερα όσο αφορά τα σήματα ελέγχου και την πληροφορία χρέωσης του χρήστη.

α) *Αντιμετώπιση προβλημάτων.*

Τα εκάστοτε προβλήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται αυτόματα και γρήγορα ώστε να διασφαλίζεται η QoS. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να αναπτυχθούν πλάνα αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων.

α *Πρωτόκολλα μετάδοσης.*

Η ασφαλή μετάδοση των δεδομένων από τον server της υπηρεσίας VoD προς τους χρήστες επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση πρωτόκολλων ασφαλούς μετάδοσης δεδομένων,

α *Back up files*

Η δημιουργία back up files πραγματοποιείται με τη χρήση των συνηθισμένων εφαρμογών που παρέχει κάθε λειτουργικό σύστημα.

## 5. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ (QoS)

Προκειμένου να υπάρχει επιτυχία σε ένα VoD σύστημα βασικός παράγοντας είναι η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η χαμηλή ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) προκαλεί συχνά την δυσαρέσκεια των χρηστών. Όταν η σχέση μεταξύ κόστους-απόδοσης είναι χαμηλή οφείλεται στην μη αποδοτική διαχείριση των πόρων του συστήματος.

Ως ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service - QoS) ορίζεται σαν ένα σύνολο από αντιληπτά χαρακτηριστικά που εκφράζονται σε μια φιλική στο χρήστη γλώσσα με παραμέτρους οι οποίες μπορεί να είναι αντικειμενικές (objective) ή υποκειμενικές (subjective).

- α Οι **αντικειμενικές παράμετροι** σχετίζονται με μια συγκεκριμένη υπηρεσία και μπορούν να μετρηθούν και να επαληθευτούν.
- α Οι **υποκειμενικές παράμετροι** βασίζονται στις γνώμες των τελικών χρηστών.

Οι μετρικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και τη σύγκριση της μεταφοράς των video πρέπει να ορίζονται σαν end-to-end QoS δηλαδή από τον video server στους τελικούς χρήστες (end-users).

Οι περιπτώσεις αντικειμενικών QoS παραμέτρων για εικόνες και video περιλαμβάνουν:

- § το μέγεθος της εικόνας (image size),
- § το ρυθμό εναλλαγής των καρτέ (frame rate),
- § την καθυστέρηση της έναρξης (start-up delay),

§ την αξιοπιστία (reliability) κλπ.

Οι υποκειμενικές παραμέτροι που μπορεί να περιλαμβάνει το προφίλ του QoS είναι:

§ το βαθμό της σημαντικότητας της πληροφορίας για το χρήστη,

§ τη συνολική μετρική κόστους-ποιότητας που επιθυμεί ο χρήστης.

Οι παράμετροι QoS δικτύου περιλαμβάνουν:

§ το bandwidth,

§ καθυστερήσεις,

§ jitter

§ loss rate.

Οι παράμετροι του συστήματος περιλαμβάνουν:

§ τον φόρτο της CPU,

§ την χρησιμοποίηση (utilisation),

§ μηχανισμούς αποθήκευσης (buffering mechanisms),

§ παραμέτρους σχετικούς με την αποθήκευση.

Ο χρήστης εκφράζει τις δυναμικές του προτιμήσεις για την ποιότητα των δεδομένων μέσω συναρτήσεων, για παράδειγμα:

§ **frame rate benefit function** η οποία υποδεικνύει ότι πέρα από ένα επίπεδο του frame rate δεν υπάρχει επιπρόσθετο όφελος.

§ ***synchronisation benefit function*** η οποία υποδεικνύει ότι το όφελος είναι υψηλό μόνο όταν audio/video synchronisation skew είναι σε χαμηλά επίπεδα.

Η επιλογή των κριτηρίων για τις video QoS μετρικές γίνεται από δύο απόψεις:

§ του τελικού χρήστη,

§ και του προμηθευτή της υπηρεσίας.

Την μεγαλύτερη σημασία σε μια εφαρμογή VoD έχουν οι απαιτήσεις του τελικού χρήστη και για το λόγο αυτό το QoS πρέπει να τις ικανοποιεί με ακρίβεια.

Σε κάποιο άλλο φυσικό περιβάλλον (π.χ. Internet), και οι δύο παραπάνω απόψεις είναι σημαντικές. Οι τελικοί χρήστες επιθυμούν την καλύτερη προσέγγιση των κριτηρίων QoS, ενώ οι προμηθευτές των υπηρεσιών θέλουν να διασφαλίσουν την αποδοτική από άποψη κόστους χρησιμοποίηση των πόρων.

Στα VoD συστήματα οι χρήστες αναμένουν την ικανοποίηση συνθηκών όπως οι ακόλουθες:

α) Μικρός χρόνος αρχικοποίησης (setup time).

Η αρχική καθυστέρηση για την αρχικοποίηση της υπηρεσίας (χρόνος αρχικοποίησης της σύνδεσης) πρέπει να είναι μικρή (μερικά λεπτά).

α) Ποιότητα των υπηρεσιών.

Η ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχεται στους χρήστες του συστήματος δεν πρέπει να επηρεάζεται από την σύνδεση νέων πελατών στην υπηρεσία.

- α Συνέχεια στην ροή παρουσίασης.

Δεν θα πρέπει να υπάρχει τρεμόπαιγμα στην παρουσίαση των ταινιών.

- α Απευθείας απόκριση των λειτουργιών.

Οι λειτουργίες της υπηρεσίας (για παράδειγμα fast forward, reverse, κλπ.) θα πρέπει να είναι αόρατες στον πελάτη δηλαδή θα πρέπει να εμφανίζονται όπως και στην περίπτωση του VCR.

- α Διαφάνεια στην σχέση των πολυμεσικών δεδομένων.

Τα πολυμεσικά δεδομένα θα απαιτούν συγχρονισμό. Για παράδειγμα, εάν ένα αντικείμενο video πρέπει να συνδυαστεί με ένα αντικείμενο audio, αυτό θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί ο συγχρονισμός.

Όλα τα παραπάνω QoS απαιτούν συνεργασία και των τριών τμημάτων σε ένα VoD σύστημα, δηλαδή, του εξυπηρετητή (server), του δικτύου (network), και του "set-top box".

## 6. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ VoD

Τα τελευταία χρόνια, ξεκινώντας από τα μέσα της δεκαετίας 1990-2000 υπήρξαν πολλά ερευνητικά κυρίως έργα με αντικείμενο τη διερεύνηση, σχεδιασμό και υλοποίηση υπηρεσιών Τηλεματικής και ειδικότερα συστημάτων Video on Demand. Μερικά παραδείγματα θα δούμε στην συνέχεια.

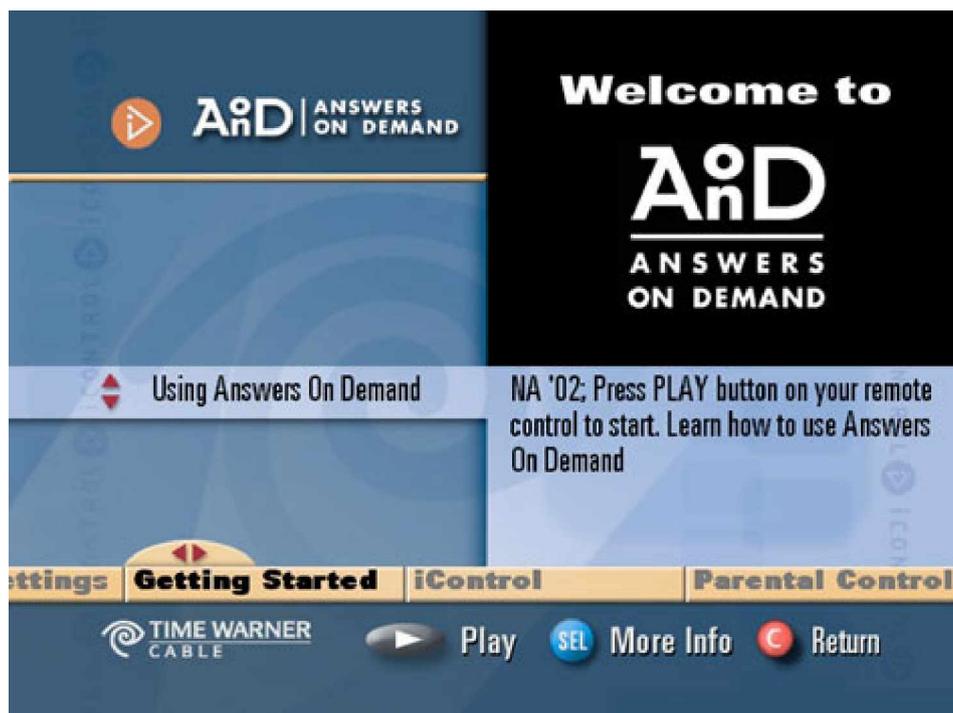
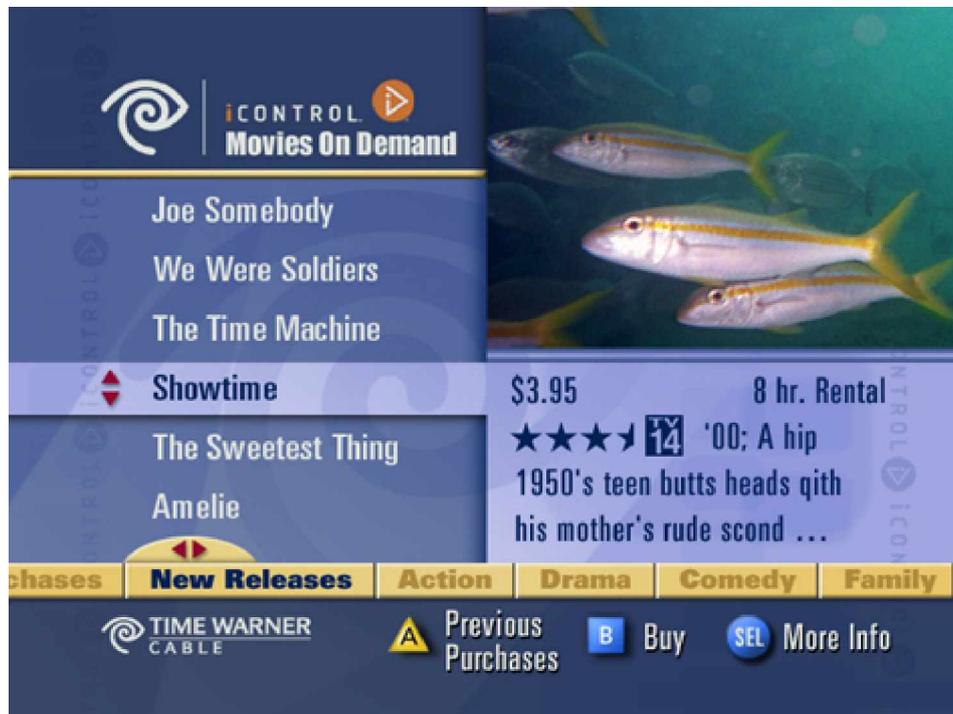
### 6.1 Time Warner

Πρόκειται για συνεργασία αρκετών εταιριών, όπως των Time Warner Cable, Scientific-Atlanta, AT&T, SGI, Toshiba και άλλων που ξεκίνησε δοκιμαστικά στο Orlando (Florida) το δεκέμβριο του 1994. Οι υπηρεσίες που προσφέρει είναι VoD, αγορές από το σπίτι και παιχνίδια.

Η γενική ιδέα είναι βασισμένη σε ATM μέχρι το σπίτι με MPEG και υβριδική οπτική ίνα μεσαίας εκπομπής. Το bitrate που έχουν οι πελάτες είναι 3.5 Mbits/s για video. Από την AT&T το ATM switch τροφοδοτείται με ρυθμό 45 Mbits/s. Στην υπηρεσία παροχής υπάρχουν 8 SGI Indigos servers και 16 SGI Vaults για να παρέχουν σύνολο 1.5 TeraBytes χωρητικότητας δίσκου. Η πολυπλεξία εκτελείται στο επίπεδο του ATM χρησιμοποιώντας VPI/VCI και AAL5. Η πληροφορία αυτή έχει κυψελωτή διάρθρωση, η διόρθωση σφαλμάτων γίνεται από το σύστημα Reed- Solomon και έπειτα τροποποιείται χρησιμοποιώντας 64 QAM.

Επιπροσθέτως τα δεδομένα είναι κρυπτογραφημένα.

Προκειμένου να παραγγείλει ταινία ο πελάτης πρέπει να διαθέτει ένα set-top box. Οι παραγγελίες online δεν είναι ακόμα εφικτές. Το σύστημα αυτό δεν δραστηριοποιείται εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών.



## 6.2 *British Telecom*

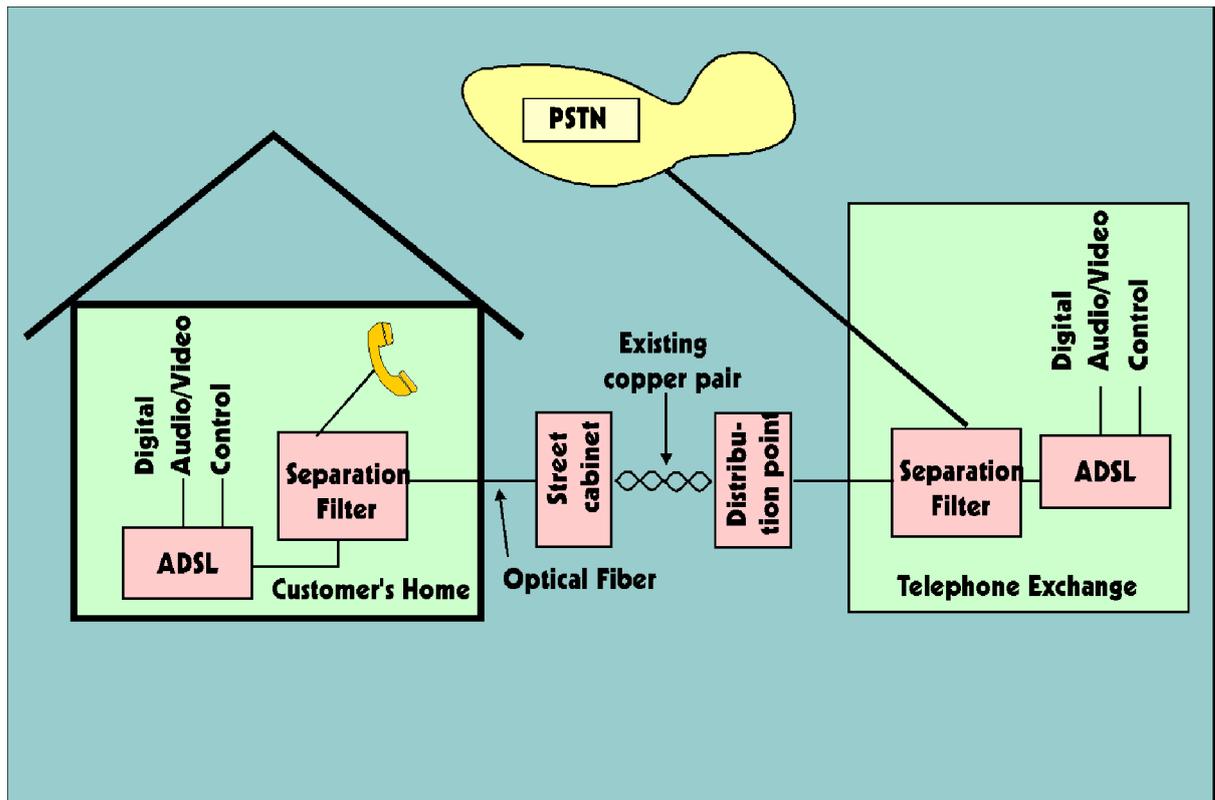
Η British Telecom ενδιαφέρεται πολύ για VoD συστήματα διότι δεν έχει το δικαίωμα να προσφέρει τύπου εκπομπής υπηρεσίες διασκέδασης σε όλη την χώρα. Η BT ξεκίνησε να χρησιμοποιεί τα τηλεφωνικά καλώδια για αγορές από το σπίτι, τραπεζικές υπηρεσίες και αλληλεπιδραστικά παιχνίδια.

Η δοκιμή ξεκίνησε το 1994 κάνοντας σύνδεση με τα σπίτια 70 εργαζόμενων της BT. Κατά την δοκιμή χρησιμοποιήθηκαν τρεις τεχνολογίες πρόσβασης:

- Fiber access
- Copper pair access
- Radio Access

**α.** Παρόλο που προσφέρει γρήγορους και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης το κόστος για το πέρασμα νέων καλωδίων ήταν πολύ υψηλό.

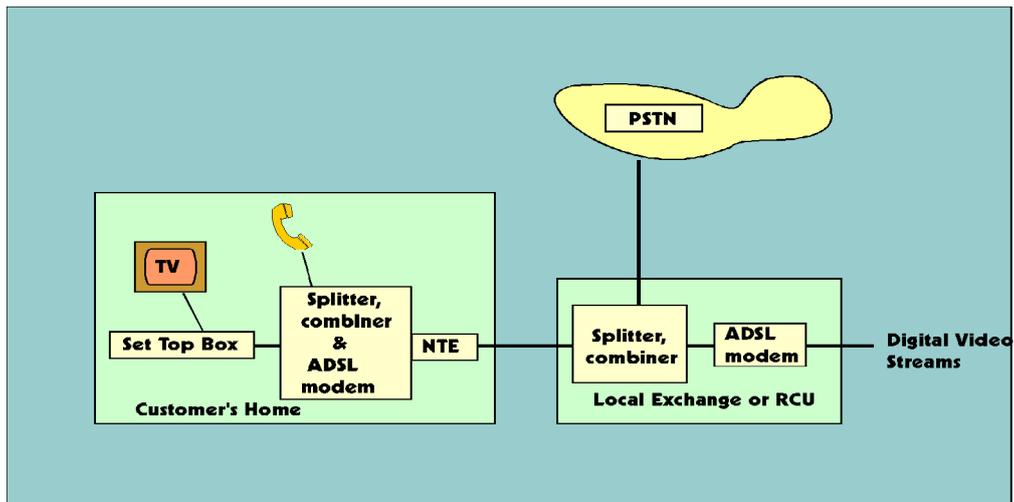
**β.** Τα ζεύγη χαλκού παρέχουν έναν φθηνό τρόπο να μεταδίδονται τα δεδομένα διότι είναι ήδη εγκατεστημένα από τις εταιρίες τηλεφωνίας. Η BT χρησιμοποίησε ADSL τεχνολογία που επιτρέπει μέσω καλωδίου συνεστραμμένων ζευγών την μετάδοση στα 2Mbps απαραίτητη για MPEG κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται στα VoD συστήματα. Η MPEG συμπιέζει το αρχικό, υψηλού ρυθμού μετάδοσης, video σήμα ώστε να μπορεί να φτάνει αποτελεσματικά στα σπίτια.



*τεχνολογία πρόσβασης με σύστημα μετάδοσης ζευγών χαλκού*

Η κύρια ανησυχία πάνω στην χρησιμοποίηση των ζευγών χαλκού έγκειται στο να μην παρεμβάλλεται το σήμα video στην τηλεφωνική μετάδοση.

Τα CCITT και ETSI τηλεφωνικά standards έχουν αυστηρά όρια που δεν πρέπει να ξεπεραστούν. Η ADSL τεχνολογία επέτυχε πολύ καλά αποτελέσματα. Έχει ακτίνα περίπου 6 Km (παραπάνω από το προσδοκώμενο) και καλές αντιστάσεις στον θόρυβο και στις ανωμαλίες καλωδίωσης. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερων αποστάσεων χρησιμοποιείται οπτική ίνα από το τοπικό κέντρο μέχρι των πελάτη.



Σύστημα ADSL

γ. Για την ασύρματη εκπομπή χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία “radio DP” όπου τα ρεύματα καθόδου πολυπλέκονται στο τοπικό κέντρο και έπειτα μεταφέρονται με οπτική ίνα κοντά στο σπίτι του καταναλωτή, μετατρέπονται σε ραδιοσήματα και μεταδίδονται στον πελάτη από ένα 29Ghz ραδιοσύστημα.

### User interface

Ο πελάτης πρέπει απαραίτητα να διαθέτει ένα set-top box ανάλογο με τους κανονισμούς της χώρας του. Το set-top box των πελατών της BT διαθέτει interface με χειρισμούς παρόμοιους με μια συσκευή VCR. Οι καταναλωτές μπορούν να επιλέξουν διασκέδαση και υπηρεσίες πληροφοριών ελέγχοντας την σπιτική τους μονάδα με τηλεχειριστήριο. Το set-top βασίστηκε πάνω σε Apple Macintosh τρέχοντας ένα Mac λειτουργικό σύστημα τροποποιημένο να υποστηρίζει MPEG και 2 Mbps interface.

## Video server

Διάφοροι μέθοδοι έχουν προταθεί για τον video server. Τρία βασικά χαρακτηριστικά διακρίνονται:

- Τμήμα ελέγχου (για τον χειρισμό της απαιτούμενης νοημοσύνης)
- Οπτικοακουστικό τμήμα προκαταχώρισης (προσφέρει γρήγορη προκαταχώριση από την αποθήκευση στο interface δικτύου).
- Interface καθοδικού ρεύματος δικτύου (αντίστοιχο με το δίκτυο που χρησιμοποιείται).

Ο video server που χρησιμοποιήθηκε είναι μικρής κλίμακας παράλληλο επεξεργαστικό σύστημα για τον μηχανισμό προκαταχώρισης και μια θέση εργασίας Unix για τον ελεγκτή. Αποθηκεύτηκαν σχεδόν 70 ώρες οπτικοακουστικού υλικού. Για την καλύτερη κατανόηση του ρυθμού προκαταχώρισης και τις απαιτήσεις του αποθηκευτικού χώρου μπορούμε να υποθέσουμε τα ακόλουθα:

Αν όλοι οι χρήστες απαιτούν την υπηρεσία ταυτόχρονα θα έχουμε τον μέγιστο ρυθμό προκαταχώρισης των  $60 \times 2 \text{ Mbps} = 120 \text{ Mbps}$ .

Για 70 ώρες υλικού χρειαζόμαστε αποθηκευτικό χώρο της τάξης των  $(70 \times 3600 \times 2 \text{ Mbits}) / 8 = 63 \text{ Gbytes}$ .

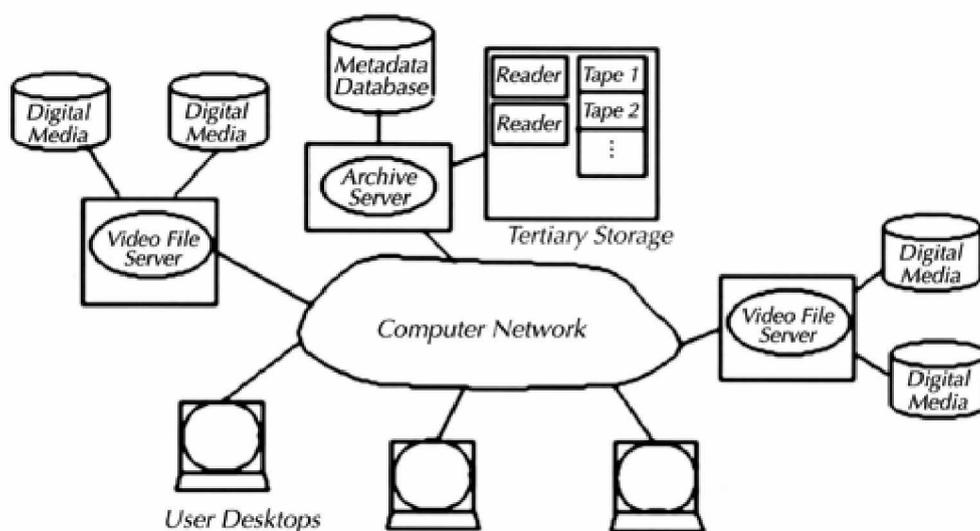
Στις εμπορικές εφαρμογές και τα δύο μεγέθη μπορούν να είναι 100 φορές ψηλότερα. Αυτό κάνει τον σχεδιασμό ενός οικονομικά αποτελεσματικού server σημαντικά δύσκολο.

### **6.3 Berkeley Distributed VoD System**

Στο συγκεκριμένο σύστημα συμμετέχουν οι παρακάτω εταίροι:

Digital Equipment Corporation, Fujitsu, Hitachi, Intel, MICRO, NEC Corporation, (NSF) MIP-90-14940, Philips Research, Siemens, and Starlight Networks

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα πρόκειται για ένα σύστημα video on demand που έχει ως σκοπό την πρόσβαση, στους χρήστες του Διαδικτύου, σε μία βιβλιοθήκη από εκατοντάδες ώρες ψηφιοποιημένων βίντεο. Η αρχιτεκτονική του συστήματος περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές αρχείων που χρησιμοποιούν τριτογενής συσκευές αποθήκευσης (όπως robot-tape jukeboxes) για την αποθήκευση των ταινιών.

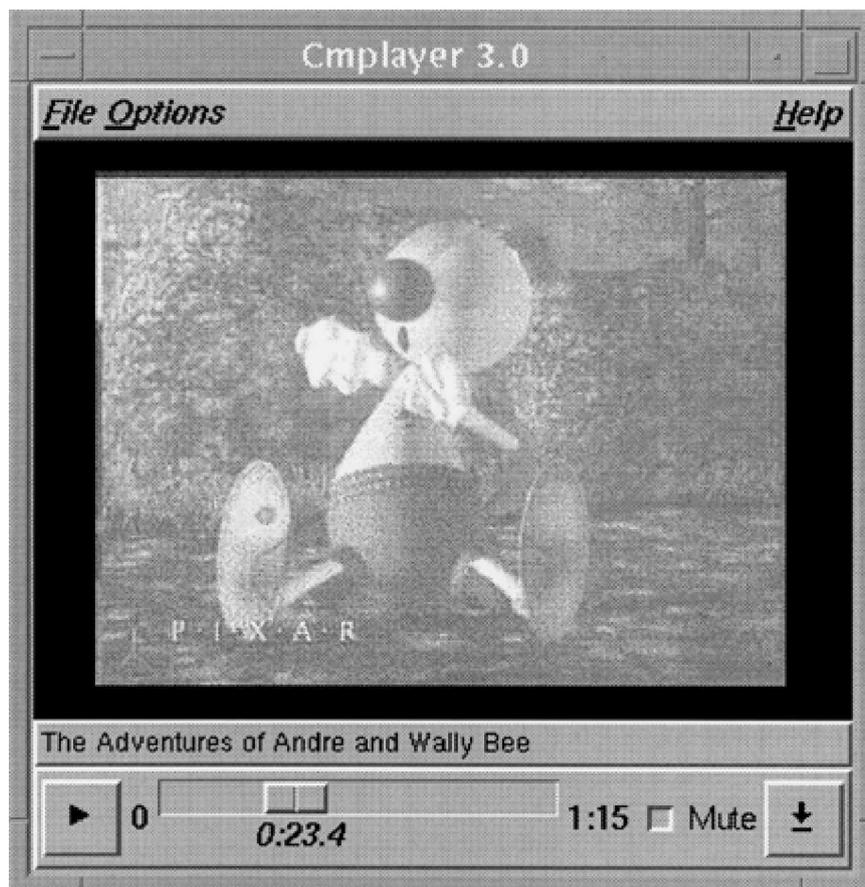


### *Η αρχιτεκτονική του Berkeley Distributed Video on Demand συστήματος*

Οι χρήστες μπορούν να παρακολουθήσουν μία ταινία από έναν ή περισσότερους video file servers που παρέχουν σε real-time στους πελάτες. Για τον εντοπισμό μίας ταινίας γίνεται η αίτηση από τον χρήστη και ο διαχειριστής VoD ελέγχει εάν το βίντεο είναι διαθέσιμο. Στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμο, ο διαχειριστής VoD φορτώνει τα αρχεία που έχουν ζητηθεί

από ένα τριτογενές αποθηκευτικό αρχείο σε έναν τοπικό video file server. Το σύστημα περιέχει ένα πλήθος χαρακτηριστικών, όπως βαθμωτή ιεραρχική αρχιτεκτονική αποθήκευσης, πρωτόκολλο μεταφοράς κατανεμημένων δεδομένων, έξυπνο caching και προ-ανάκτηση, και τέλος υποστήριξη σύνθετων συνεχόμενων αντικειμένων media. Οι χρήστες μπορούν να σχηματίζουν ερωτήσεις προς τη βάση αυτή χρησιμοποιώντας το κατάλληλο περιβάλλον αλληλεπίδρασης που ονομάζεται Video Database Browser.

Τέλος οι χρήστες του Internet μπορούν να έχουν πρόσβαση σε υλικό του συστήματός μέσω ενός internet browser.



*Continuous Media Player*

## **6.4 Embedded Interactive Video Server (EIVIS)**

Οι εταίροι του συστήματος αυτού είναι οι εξής:

Dassault Electronique (F), Becker Flugfunkwerk (D), GMD (D), Hyperparallel Technologies (F), Sistemas Expertos (E), Iberia Lineas Aéreas de España (E), RENFE (E)

Πρόκειται για ένα σύστημα που έχει σαν στόχο την ανάπτυξη μελλοντικών VoD προϊόντων στον τομέα των μεταφορών. Στο άμεσο μέλλον υπάρχει στόχος εμπορικές πτήσεις, ακτοπλοϊκές γραμμές και τρένα θα είναι εξοπλισμένα με VoD servers. Οι επιβάτες θα έχουν την δυνατότητα να επιλέγουν και να χειρίζονται βίντεο προγράμματα από ατομικά τερματικά. Ο εξυπηρετητής θα παρέχει επίσης παιχνίδια, τουριστικές πληροφορίες, ειδήσεις και άλλες υπηρεσίες.

Προκειμένου να αναπτυχθούν τέτοιου είδους υπηρεσίες και προϊόντα στο μέλλον θα πρέπει να μπορούν να διατεθούν με αποδεκτή απόδοση και λογική τιμή.

## **6.5 DIAMOND**

Πρόκειται για συνεργασία των παρακάτω εταιρών:

Octacon Ltd, NorthWest Labs, Screenphones, University of Strathclyde, University of Teesside, Philips Research Laboratories, Tampere University, Helsinki Telephone Company, Netherlandse Philips Bedrijven.

Το Diamond (εφαρμογές multimedia κατόπιν ζήτησης με οικιακές επικοινωνίες ευρείας ζώνης) είναι ένα RACE (Research On Advanced Communications Technologies for Europe) πρόγραμμα που έχει στόχο την

ανάπτυξη ενός Video-on-Demand συστήματος πάνω από δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο.

Κύριος σκοπός του είναι να δώσει απάντηση σε κάποια από τα σημαντικότερα ερωτήματα που αφορούν την διάθεση υπηρεσιών και να δώσει έναν αριθμό αποτελεσμάτων / δειγμάτων που μπορούν να αξιοποιηθούν σε σχέση με τις τεχνικές τους επιπλοκές, την οικονομική τους βιωσιμότητα και την χρήση τους από τους πιθανούς εν δυνάμει πελάτες.

Ο αντικειμενικός του στόχος είναι να καθορίσει και να κατασκευάσει τα τεχνικά ζητήματα όσο και τα ζητήματα που αφορούν τον σχεδιασμό της εφαρμογής και που σχετίζονται με την υπηρεσία βίντεο κατά απαίτηση καθώς και να μελετήσει τους γενικούς προσανατολισμούς των τηλεματικών συστημάτων "υπηρεσία κατά απαίτηση" ειδικά αυτών που σχετίζονται με την σύνδεση των Παροχέων Υπηρεσιών με τους Πωλητές Εξοπλισμού. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα Diamond περιλαμβάνει εξυπηρετητές βίντεο που μεταδίδουν μέσω ADSL τηλεφωνικών συνδέσεων προς τον εξοπλισμό των συνδρομητών.

## 6.6 Ελληνικά έργα πάνω στο VoD

### 6.6.1 ΕΔΕΤ

Η υπηρεσία **Video on Demand** του ΕΔΕΤ υλοποιείται μέσω της τεχνολογίας **Real**. Ένας εξυπηρετητής τύπου RealServer 8 είναι εγκαταστημένος σε κεντρικό κόμβο του ΕΔΕΤ και είναι διαθέσιμος στους φορείς του ΕΔΕΤ για αποθήκευση ψηφιοποιημένου υλικού.

Η πρόσβαση στο υλικό είναι ελεύθερη σε όλους τους τελικούς χρήστες του Διαδικτύου, αρκεί να έχουν εγκατεστημένο στο τερματικό τους το λογισμικό Real Player. Δικαίωμα αποθήκευσης υλικού στο video on demand server έχουν όλοι οι φορείς του ΕΔΕΤ, μέσω των κέντρων δικτύων τους (NOCs).

## 6.7 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Η υπηρεσία Video on Demand παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να παρακολουθούν μέσω του δικτύου αποσπάσματα βίντεο που έχουν ψηφιοποιηθεί και αποθηκευτεί στον video server του Π.Θ. ή "ζωντανό" βίντεο που ψηφιοποιείται σε πραγματικό χρόνο. Η υπηρεσία μπορεί να χρησιμεύσει στην παρακολούθηση από απόσταση εκδηλώσεων που πραγματοποιούνται σε χώρους του Πανεπιστημίου. Επίσης, μέσω του video server αναμεταδίδονται ζωντανά τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά προγράμματα. Για την υλοποίηση της υπηρεσίας χρησιμοποιούνται 2 servers: ένας για την κωδικοποίηση του βίντεο (video encoder) και ένας για την αποθήκευση και μετάδοσή του (video server).

Η μετάδοση ζωντανού περιεχομένου γίνεται μέσω μηχανισμού unicasting ή και μέσω multicasting που υποστηρίζεται πλέον σε ολόκληρο το δίκτυο του Π.Θ. και συντελεί στην εξοικονόμηση εύρους ζώνης. Τα αποθηκευμένα βίντεο διατίθενται μέσω unicasting σε διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης (300 Kbps, 100 Kbps, 37 Kbps) για την κάλυψη χρηστών με διαφορετικό διαθέσιμο εύρος ζώνης.

Συγκεκριμένα, οι χρήστες του δικτύου του Π.Θ. μπορούν να παρακολουθούν βίντεο κωδικοποιημένο σε υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης (π.χ. 300 Kbps, 100 Kbps) και επομένως καλύτερης ποιότητας, ενώ οι χρήστες που συνδέονται με dialup περιορίζονται σε χαμηλότερο ρυθμό μετάδοσης.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Video On Demand πρόκειται για μια συνεχώς αναπτυσσόμενη πολυμεσική εφαρμογή. Μπορεί να επεκταθεί σε πολλούς τομείς όπως εκπαίδευση, διαφήμιση, τηλεδιάσκεψη, παιχνίδια, ειδήσεις και φυσικά εικονικά video clubs.

Η καλύτερη φιλοσοφία προσέγγισης για ένα Video On Demand σύστημα είναι η κατανεμημένη, αν και δύσκολη από άποψη διαχείρισης. Προκειμένου να πετύχουμε σωστή λειτουργία σε ένα VoD σύστημα πρέπει να έχουμε μεγάλο εύρος ζώνης και connection-oriented μεταφορές δεδομένων. Με βάση αυτές τις απαιτήσεις η καλύτερα ολοκληρωμένη λύση φαίνεται το πρωτόκολλο ATM διότι πετυχαίνει υψηλές ταχύτητες και δίνει στον χρήστη ακριβώς το bandwidth που του χρειάζεται.

Η τεχνολογία που είναι πιο φθηνή και πιο εύκολα εφαρμόσιμη για το δίκτυο πρόσβασης είναι η ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή ADSL η οποία χρησιμοποιεί την ήδη υπάρχουσα τηλεφωνική καλωδίωση.

Απαραίτητος, από την μεριά του χρήστη, είναι ένας προσαρμογέας (set-top box) ο οποίος αναλαμβάνει την αποκωδικοποίηση της συμπιεσμένης σε MPEG-2 συνήθως μορφής video.

Όπως είναι λογικό πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η αποθήκευση του συμπιεσμένου υλικού στον server, έτσι ώστε να μην να αποθηκεύει μεγάλο όγκο πληροφορίας αλλά και να παρέχει υψηλής ποιότητας υπηρεσίες και δυνατότητα πολλαπλών ταυτόχρονων προσβάσεων στο σύστημα αποθήκευσης. Οι συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ανάλογα και την δημοτικότητα της ταινίας είναι οι μαγνητικές ταινίες, οι οπτικοί δίσκοι, οι

μαγνητικοί δίσκοι και η RAM. Όσο αφορά την οργάνωση αποθήκευσης στον δίσκο η καλύτερη είναι ο πίνακας δίσκων (RAID)(disk array) μέθοδος γνωστή ως ράβδωση (striping).

Ένα από τα βασικά προβλήματα του συστήματος video κατόπιν ζήτησης είναι η εξοικονόμηση εύρους ζώνης. Έχουν αναπτυχθεί πολλές στρατηγικές για το ίδιο πρόβλημα αλλά συγκρινόμενες καλύτερα αποτελέσματα δίνει η παγίδευση ρεύματος (Stream Tapping) η οποία παρέχει σημαντική εξοικονόμηση εύρους ζώνης ενώ παράλληλα μειώνει την καθυστέρηση που υφίστανται οι πελάτες.

Τέλος μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ασφάλεια και απόκρυψη του video καθώς και στην ποιότητα της υπηρεσίας έτσι ώστε αυτή (QoS) να εξασφαλιστεί για τους πελάτες τόσο αντικειμενικά όσο και υποκειμενικά, αλλά και από την άλλη να εξασφαλιστεί ασφάλεια στα δεδομένα και την παράνομη παρακολούθηση.

## **8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Βιβλιογραφία:**

- "An Overview of Interactive Video On Demand System"  
Miranda Ko, Irene Koo
- "Εισαγωγή στις νέες τεχνολογικές επικοινωνίες" Ανδρέας Πομπόρτσος,
- "Δίκτυα Υπολογιστών" Andrew S. Tanenbaum
- "Multimedia communications networks. Technologies and services", Mallikarjun Tatipamula, Bhumip Khasnabish
- "Improving bandwidth efficiency of video-on-demand servers", Steven W. Carter and D. E. Long
- "Video on Demand", Χρήστος Μπούρας
- "Video on Demand", Διπλωματική Εργασία, Βογιατζής Δημήτρης, Κούντριας Αποστόλης, Μιχαλόπουλος Διονύσης, 2001
- "Video Κατόπιν Ζήτησης", Διπλωματική Εργασία, Άννα Μόσχα, 1999
- "Video on Demand", Διπλωματική εργασία, Μαρκέλου Πηνελόπη, Μουμτζίδης Γιάννης, Ρήγκου Μαρία, 1999
- "Usability of communication performance models. A video-on-demand case study", Stefan Bocking

- "Dynamic batching policies for an on-demand video server"  
Asit Dan, Dinkar Sitaram, Perwez Shahabuddin. Multimedia Systems, Springer-Verlag 1996

*URLs:*

- *Video on Demand: A Survey*  
[http://fiddle.visc.vt.edu/courses/ee4984/Projects1996/huoponen\\_wagner/huoponen\\_wagner.html](http://fiddle.visc.vt.edu/courses/ee4984/Projects1996/huoponen_wagner/huoponen_wagner.html)
- *An Optimal Network Scheme for On-demand Video Distribution with Asynchronous Multicasting*  
<http://www.ipsj.or.jp/members/Journal/Eng/4412/article026.html>
- *Video on Demand*  
<http://vod.grnet.gr/vod.htm>
- *Video on Demand*  
[www.cs.tut.fi/tlt/stuff/vod/VoDOverview/vod.html](http://www.cs.tut.fi/tlt/stuff/vod/VoDOverview/vod.html)
- *Video-on-Demand Overview*  
<http://www.cs.tut.fi/tlt/stuff/vod/VoDOverview/vod1.html>
- *Time Warner*  
<http://www.twcol.com/>
- *Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας – Υπηρεσία VoD*  
[http://www.noc.uth.gr/vod/index\\_r.htm](http://www.noc.uth.gr/vod/index_r.htm)
- *Σύζευξη*  
<http://www.syzefxis.gov.gr>
- *Quicktime Conferencing, Apple Computer, Inc.*  
<http://quicktime.apple.com/qtconf.html>
- *MPEG Standards*  
<http://vod.isl.goldstar.co.kr/doc/mpeg/mpeg.html>
- *Fuzzycast: Efficient Video-on-Demand over Multicast*  
[www.ieee-infocom.org/2002/papers/473.pdf](http://www.ieee-infocom.org/2002/papers/473.pdf)
- *Video on Demand over IP*  
[h71028www7.hp.com/enterprise/downloads/VOD%20over%20IP%20solution%20brief.pdf](http://h71028www7.hp.com/enterprise/downloads/VOD%20over%20IP%20solution%20brief.pdf)
- *Efficient Broadcasting Protocols for Video on Demand*

[portal.acm.org/citation.cfm?id=823656](http://portal.acm.org/citation.cfm?id=823656)

- *Improving Bandwidth Efficiency on Video on Demand Servers*

[portal.acm.org/citation.cfm?id=312361](http://portal.acm.org/citation.cfm?id=312361)

- *A Mobile Agent-Activated Middleware for Video on Demand*

[www.ipsj.or.jp/members/journal/jpn/4311/article007.html](http://www.ipsj.or.jp/members/journal/jpn/4311/article007.html)

- *Video-on-Demand Broadcasting Protocols*

[www.cgl.uwaterlou.ca/~gpoirier/cs860/vod.htm](http://www.cgl.uwaterlou.ca/~gpoirier/cs860/vod.htm)

- *Zero-Delay Broadcasting Protocols for Video on Demand*

[www.cs.uh.edu/~paris/MYPAPERS/mm99.pdf](http://www.cs.uh.edu/~paris/MYPAPERS/mm99.pdf)