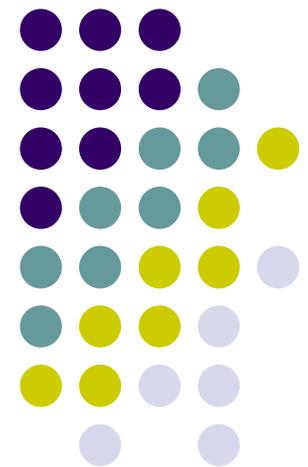


# Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων: Μετάδοση Πολυμέσων I



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας  
Τηλεπικοινωνιών

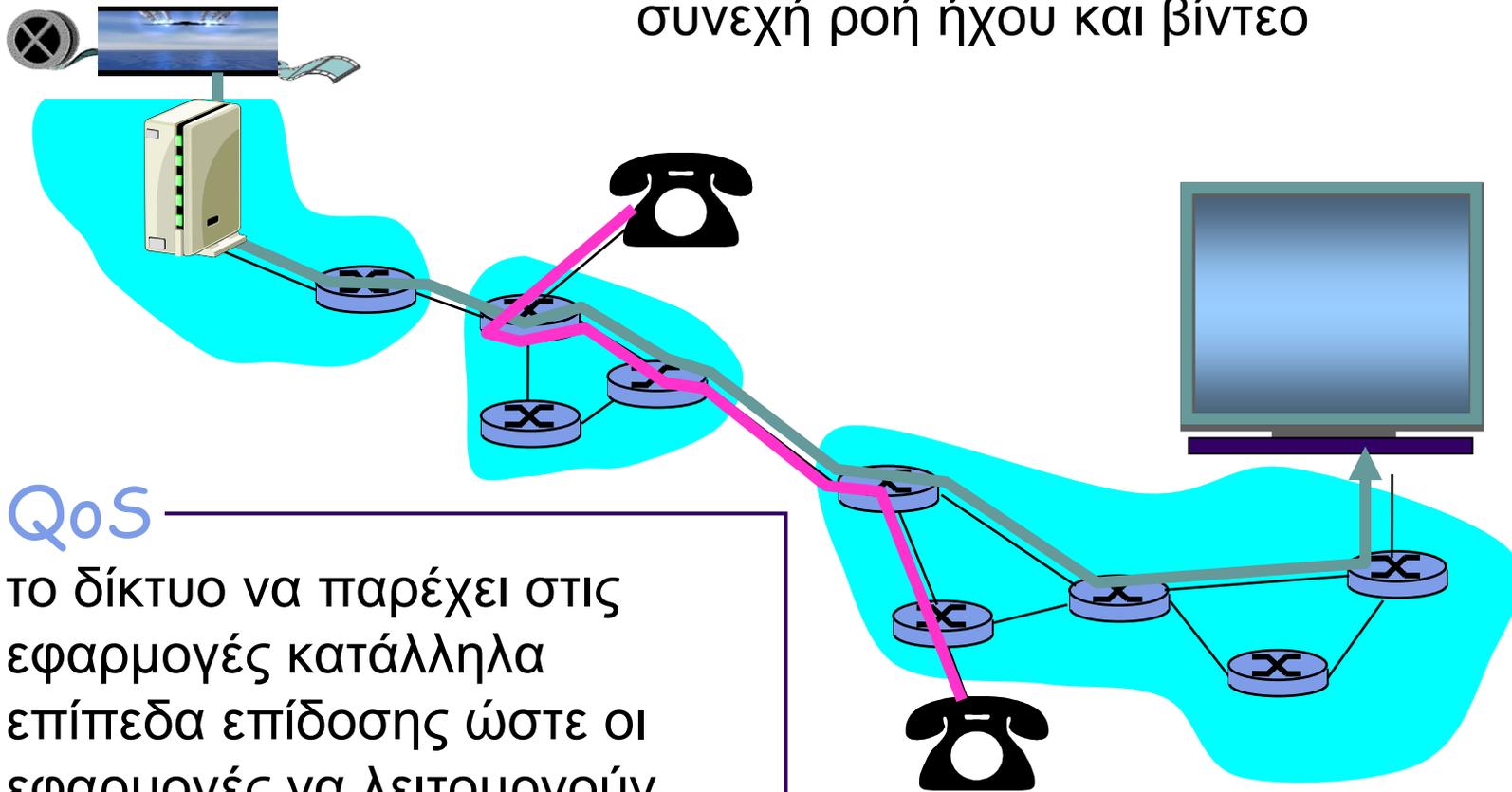
Ευάγγελος Α. Κοσμάτος





# Πολυμέσα και Ποιότητα Υπηρεσίας

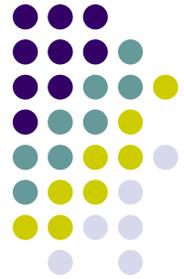
Εφαρμογές πολυμέσων:  
συνεχή ροή ήχου και βίντεο



QoS

το δίκτυο να παρέχει στις εφαρμογές κατάλληλα επίπεδα επίδοσης ώστε οι εφαρμογές να λειτουργούν αδιάλειπτα

# Δικτυακές εφαρμογές πολυμέσων



## Κατηγορίες εφαρμογών πολυμέσων

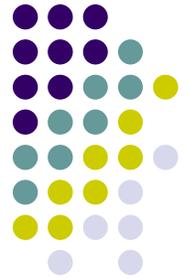
- αποθηκευμένα πολυμέσα (stored streaming)
- συνεχής ροής ζωντανής μετάδοσης (live streaming)
- διαδραστικά, πραγματικού χρόνου (interactive, real-time)

## Βασικά χαρακτηριστικά

- ευαίσθητες στην καθυστέρηση (delay-sensitive)
  - από άκρο σε άκρο (end-to-end) καθυστέρηση
  - jitter
- ανεκτικές στις απώλειες (loss-tolerant): η περιστασιακή απώλεια πακέτων δημιουργεί μικρά προβλήματα στην αναπαραγωγή
- χαρακτηριστικά διαφορετικά σε σχέση με τις ελαστικές εφαρμογές (http, ftp, email)

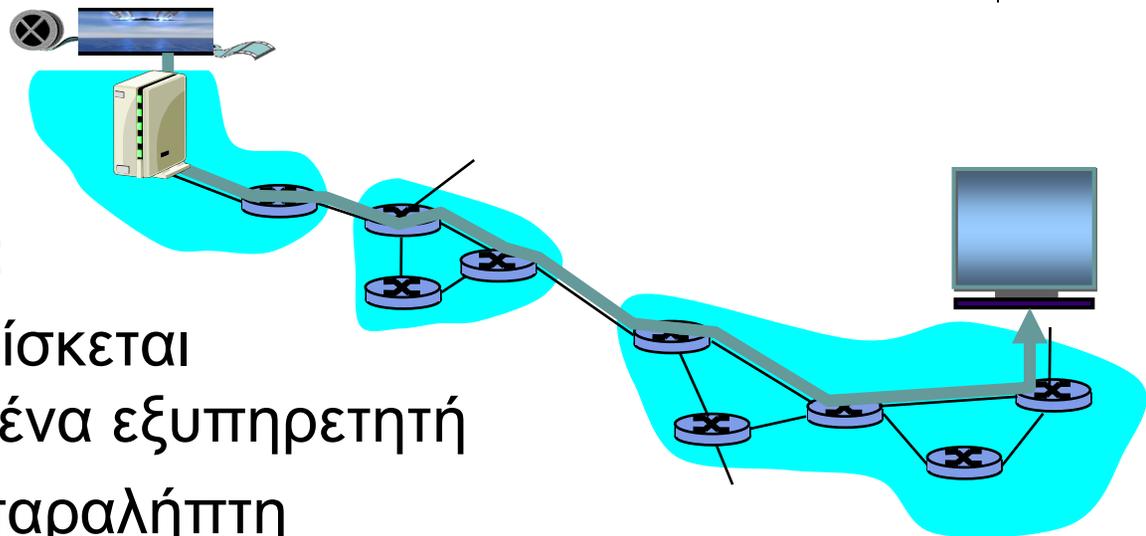
**Jitter:** μεταβολή της καθυστέρησης ανάμεσα σε διαδοχικά πακέτα της ίδιας ροής

# Μετάδοση αποθηκευμένων πολυμέσων συνεχής ροής (Stored Streaming)

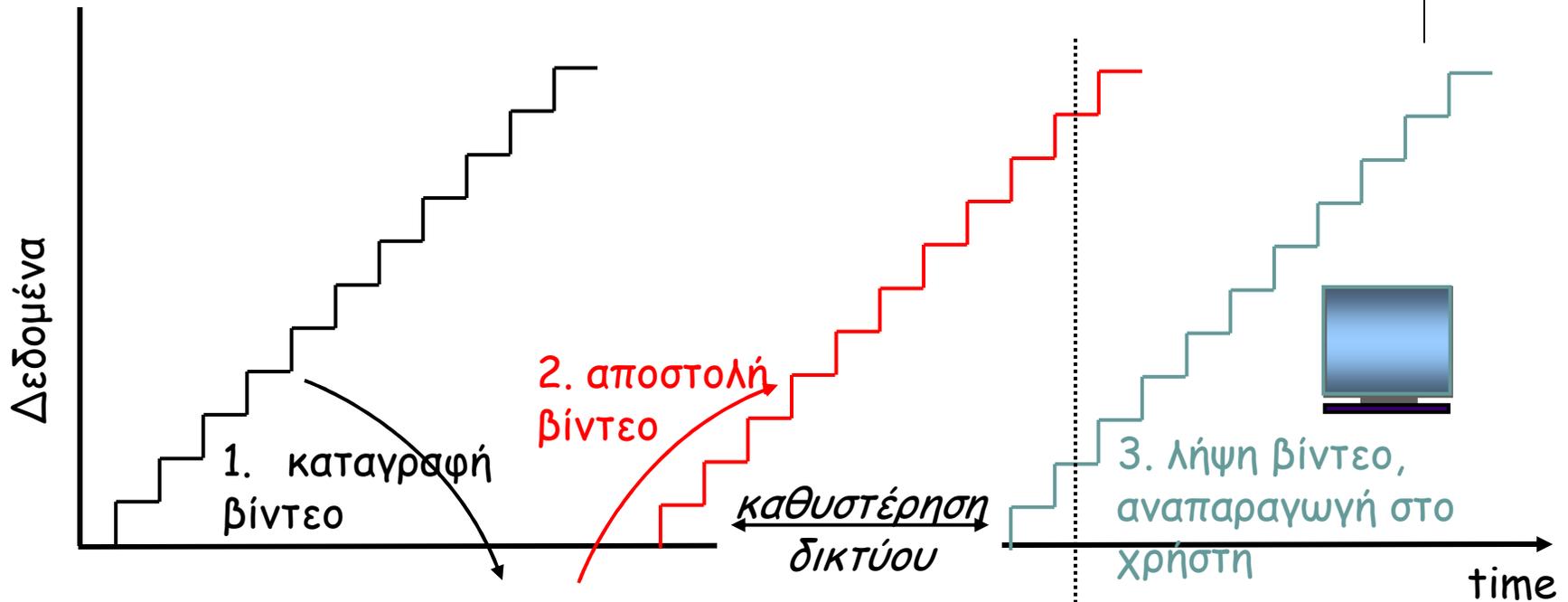
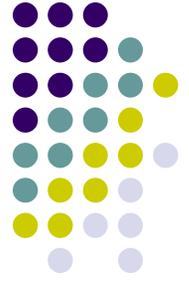


## Αποθηκευμένα μέσα:

- το περιεχόμενο βρίσκεται αποθηκευμένο σε ένα εξυπηρετητή
- μεταδίδεται στον παραλήπτη
- **συνεχής ροής:** ο χρήστης ξεκινά την αναπαραγωγή πριν ληφθούν όλα τα δεδομένα
  - χρονικός περιορισμός για τα υπό αναπαραγωγή δεδομένα: να έχουν φθάσει έγκαιρα για την αναπαραγωγή

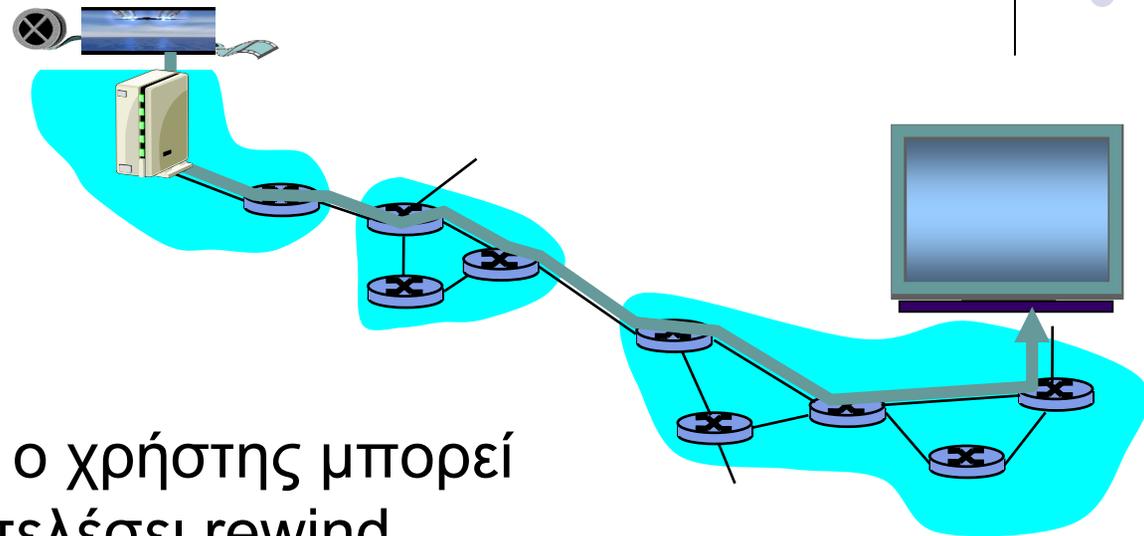


# Μετάδοση αποθηκευμένων πολυμέσων συνεχής ροής (Stored Streaming)



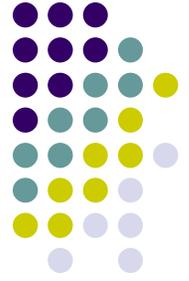
συνεχής ροή: ο χρήστης αναπαράγει ένα χρονικά πρώιμο κομμάτι του βίντεο ενώ ο εξυπηρετητής συνεχίζει να στέλνει επόμενα τμήματα του αρχείου

# Μετάδοση αποθηκευμένων πολυμέσων συνεχής ροής – Διαδραστικότητα



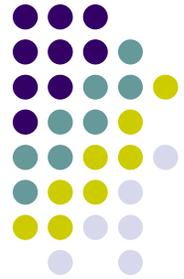
- *Λειτουργίες βίντεο:* ο χρήστης μπορεί να παγώσει, να εκτελέσει rewind, fastforward, να μετακινηθεί στην χρονική μπάρα
  - αποδεκτός χρόνος αρχικής απόκρισης: 10 sec
  - αποδεκτός χρόνος απόκρισης εντολών: 1-2 sec

# Συνεχής ροής ζωντανής μετάδοσης (Streaming Live Multimedia)

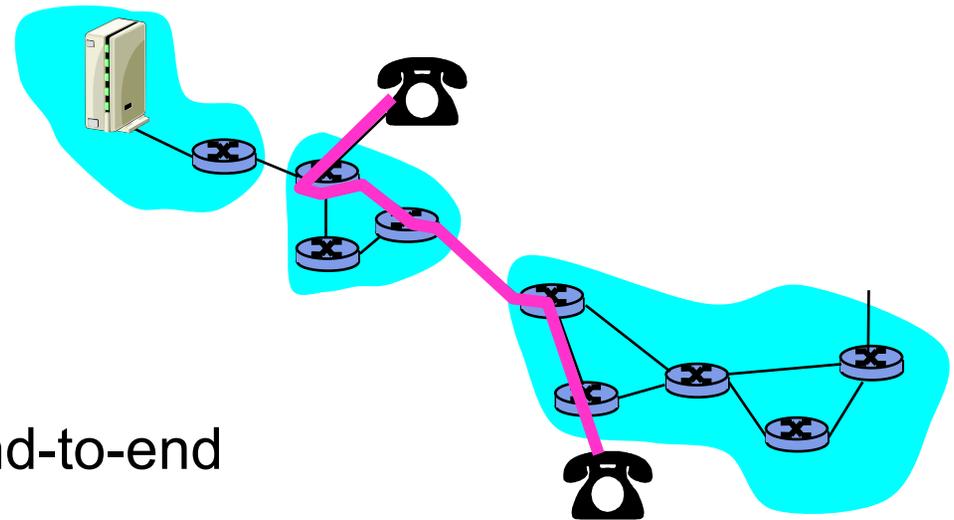


- Παραδείγματα
  - μετάδοση ραδιοφωνικής εκπομπής μέσω διαδικτύου
  - ζωντανή μετάδοση ποδοσφαιρικού αγώνα
- Συνεχής ροής (Streaming)
  - όπως και στην περίπτωση της μετάδοσης αποθηκευμένων πολυμέσων συνεχής ροής
  - ενταμιευτής αναπαραγωγής (playback buffer)
  - η αναπαραγωγή μπορεί να καθυστερήσει έως μερικές δεκάδες δευτερόλεπτα
  - χρονικοί περιορισμοί
- Διαδραστικότητα
  - Επιτρεπτές λειτουργίες: rewind, pause
  - Μη επιτρεπτές λειτουργίες: fast forward

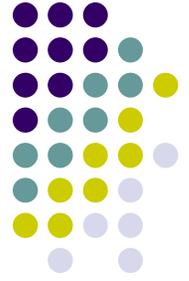
# Διαδραστικές εφαρμογές πραγματικού χρόνου (Real-Time Interactive Multimedia )



- Εφαρμογές
  - τηλεφωνία μέσω διαδικτύου (VoIP)
  - τηλεδιάσκεψη
  - κατανεμημένα διαδραστικά περιβάλλοντα
- Απαιτήσεις καθυστέρησης end-to-end
  - μετάδοση φωνής
    - μη αντιληπτές < 150 msec
    - αποδεκτή καθυστέρηση < 400 msec
    - δυσχερή / πλήρως ακατάληπτη συνομιλία > 400 msec
  - περιλαμβάνει καθυστερήσεις σε επίπεδο εφαρμογής και καθυστερήσεις στο δίκτυο



# Εξέλιξη του διαδικτύου ώστε να υποστηρίζει καλύτερα τα πολυμέσα



- Ενοποιημένες Υπηρεσίες (Integrated Services)
  - θεμελιακές αλλαγές στο διαδίκτυο ώστε οι εφαρμογές να δεσμεύουν ρητά το εύρος ζώνης που χρειάζονται
  - απαιτεί νέο πολύπλοκο λογισμικό σε όλους τους υπολογιστές και τους δρομολογητές
- Laissez-faire
  - μικρές αλλαγές
  - περισσότερο εύρος ζώνης όταν αυτό απαιτείται
  - δίκτυα διανομής πολυμεσικού περιεχομένου (Content Distribution Networks – CDNs)
  - δίκτυα επικάλυψης με πολυεκπομπή
- Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες (Differentiated Services)
  - λιγότερες αλλαγές στην διαδικτυακή υποδομή
  - μικρός αριθμός κατηγοριών κίνησης



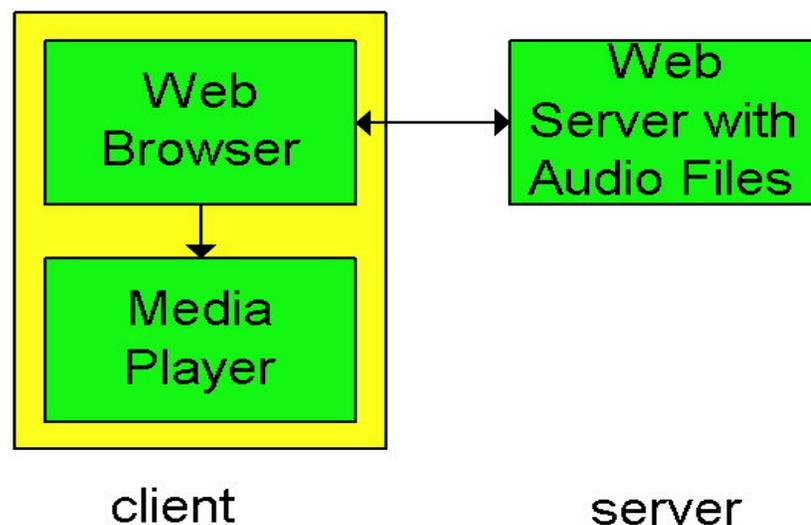
# Μετάδοση αποθηκευμένων πολυμέσων συνεχής ροής (Streaming Stored Multimedia)

- Τεχνικές συνεχούς ροής επιπέδου εφαρμογής για την βελτιστοποίηση των υπηρεσιών
  - ενταμίευση στην πλευρά του πελάτη
  - χρήση του UDP αντί για το TCP
  - πολλαπλή κωδικοποίηση των αρχείων πολυμέσων
- Εφαρμογές Αναπαραγωγής (Media Player)
  - εξάλειψη των διακυμάνσεων της καθυστέρησης
  - αποσυμπίεση βίντεο και ήχου
  - απόκρυψη λαθών
  - γραφικό περιβάλλον και διαδραστικότητα



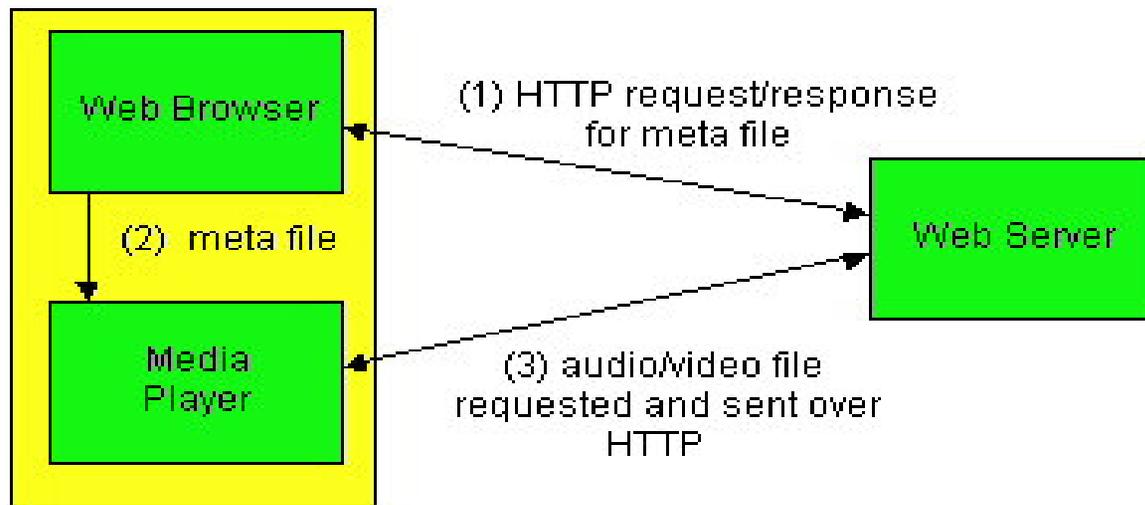
## Διαδικτυακά πολυμέσα: απλή προσέγγιση

- Τα πολυμέσα αποθηκεύονται σε αρχεία
- Τα αρχεία μεταφέρονται ως αντικείμενα HTTP
  - αφού ολοκληρωθεί η λήψη
  - μεταφέρονται στην εφαρμογή αναπαραγωγής
- Τα πολυμέσα δεν είναι συνεχούς ροής
  - μεγάλες καθυστερήσεις μέχρι την αναπαραγωγή τους





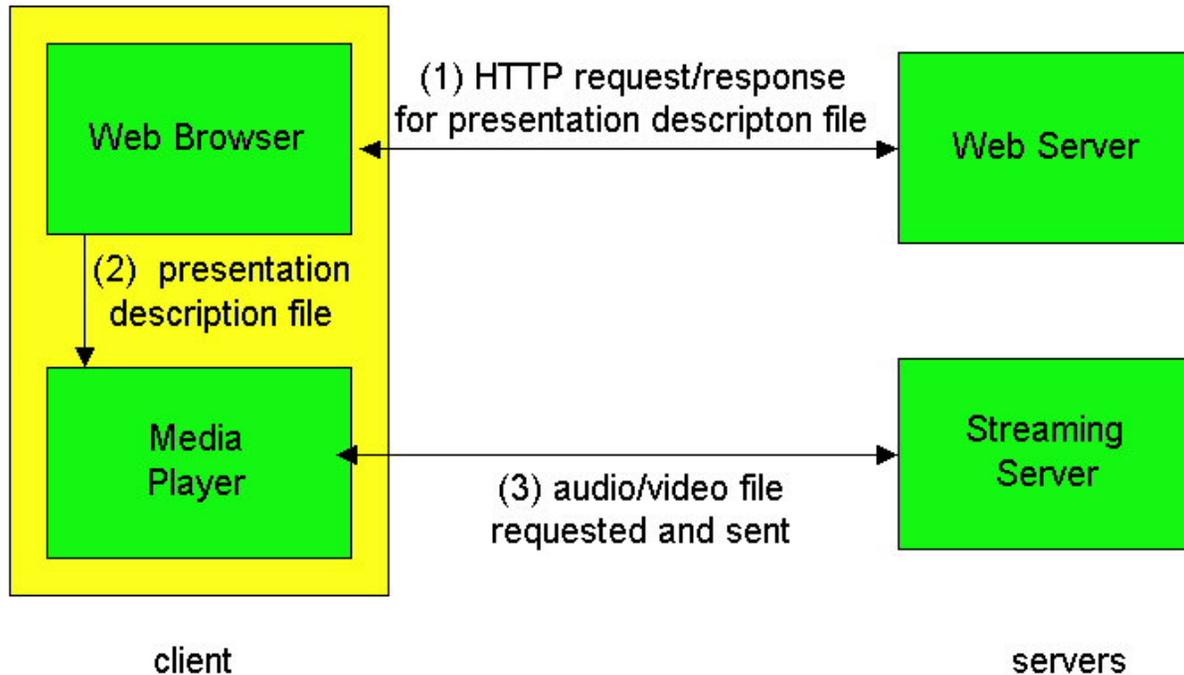
# Διαδικτυακά πολυμέσα: προσέγγιση συνεχούς ροής



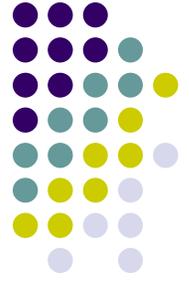
- Ο πελάτης (browser) ζητάει ένα μετα-αρχείο (metafile)
- Ο browser ανοίγει το πρόγραμμα αναπαραγωγής και μεταβιβάζει το μετα-αρχείο
- Το πρόγραμμα αναπαραγωγής επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή
- Ο εξυπηρετητής ξεκινάει να μεταδίδει με συνεχή ροή τα πολυμέσα στο πρόγραμμα αναπαραγωγής



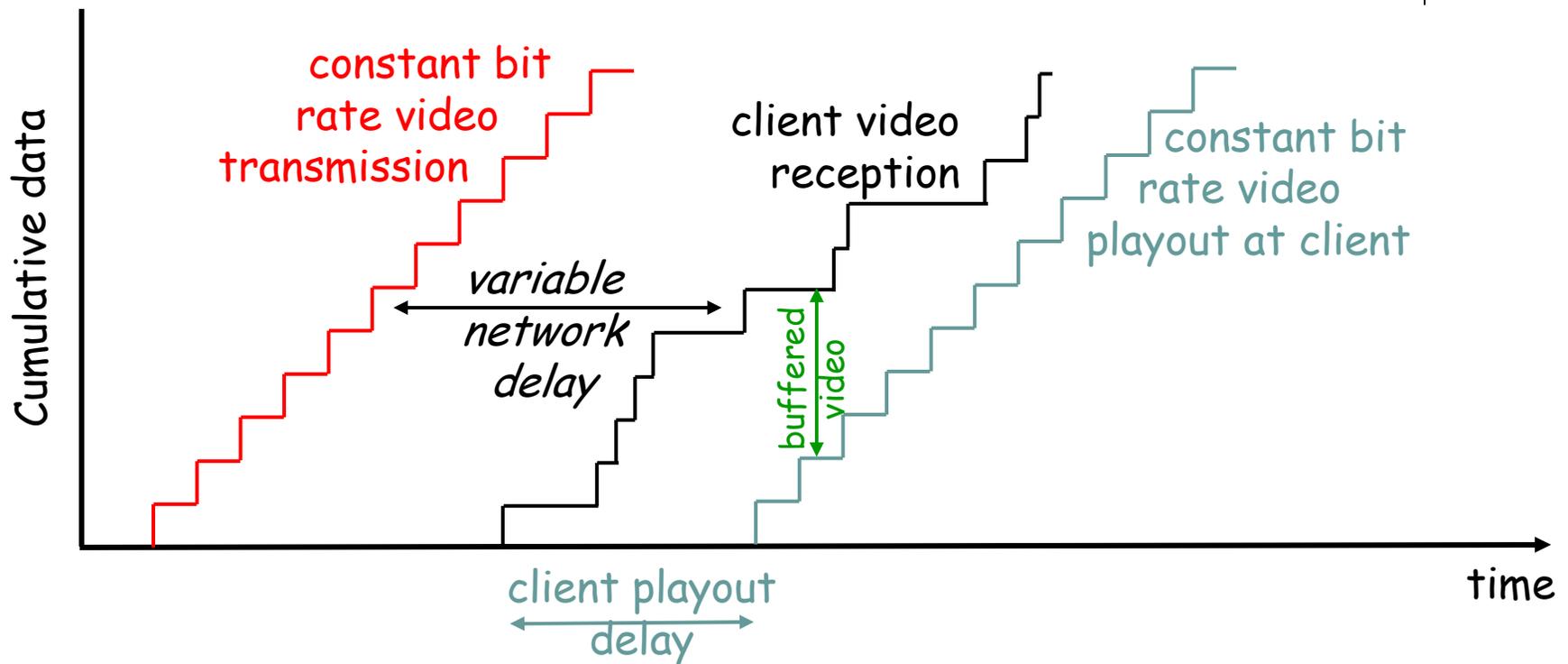
# Μετάδοση συνεχούς ροής από εξυπηρετητή



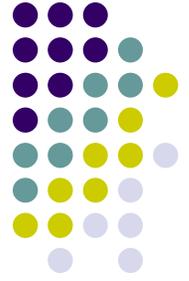
- επιτρέπει την μετάδοση πολυμέσων μέσω πρωτοκόλλων μη HTTP ανάμεσα στον εξυπηρετητή και την εφαρμογή αναπαραγωγής
- χρήση του UDP ή του TCP στο βήμα 3



# Πολυμέσα συνεχούς ροής: Ενταμίευση στον πελάτη



- Η ενταμίευση στον πελάτη μέσω της καθυστέρησης αναπαραγωγής εξαλείφει την οφειλόμενη στο δίκτυο διακύμανση της καθυστέρησης (jitter)



# Πολυμέσα συνεχούς ροής: UDP ή TCP

## UDP

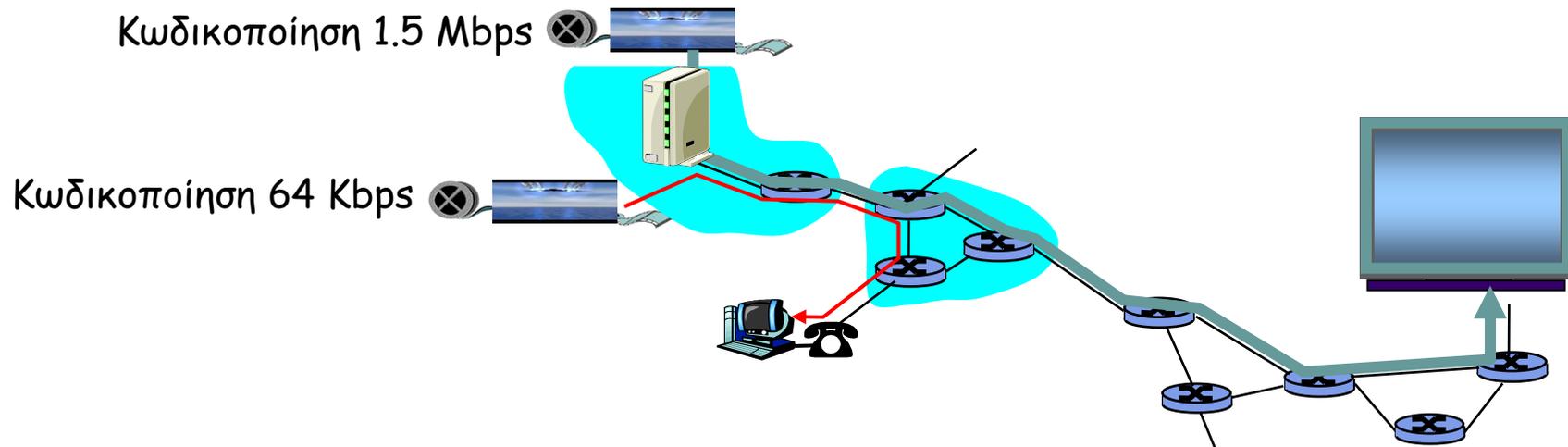
- ο εξυπηρετητής στέλνει με ρυθμό κατάλληλο για τον πελάτη (αγνοώντας την κατάσταση του δικτύου)
  - συνήθως ο ρυθμός αποστολής = ρυθμό κωδικοποίησης = σταθερός ρυθμός
  - ο ρυθμός παραλαβής = σταθερός ρυθμός – απώλειες πακέτων
- μικρή καθυστέρηση αναπαραγωγής (2 – 5 δευτερόλεπτα) για την εξάλειψη της διακύμανσης της καθυστέρησης
- ανάκαμψη από λάθη

## TCP

- αποστολή με το μέγιστο επιτρεπόμενο ρυθμό
- ο ρυθμός παραλαβής μεταβάλεται σύμφωνα με τον έλεγχο συμφόρησης που εκτελεί το TCP
- μεγαλύτερη καθυστέρηση αναπαραγωγής
- το HTTP/TCP δεν αντιμετωπίζει προβλήματα με firewalls



# Πολυμέσα συνεχούς ροής: Ρυθμοί πελατών



- Υποστήριξη διαφορετικών πελατών με διαφορετικές ικανότητες όσων αφορά το ρυθμό λήψης
  - 64kbps dialup
  - 1000 Mbps Ethernet
- Ο εξυπηρετητής αποθηκεύει και μεταδίδει πολλαπλά αντίγραφα του ίδιου πολυμεσικού περιεχομένου κωδικοποιημένα με διαφορετικούς ρυθμούς.

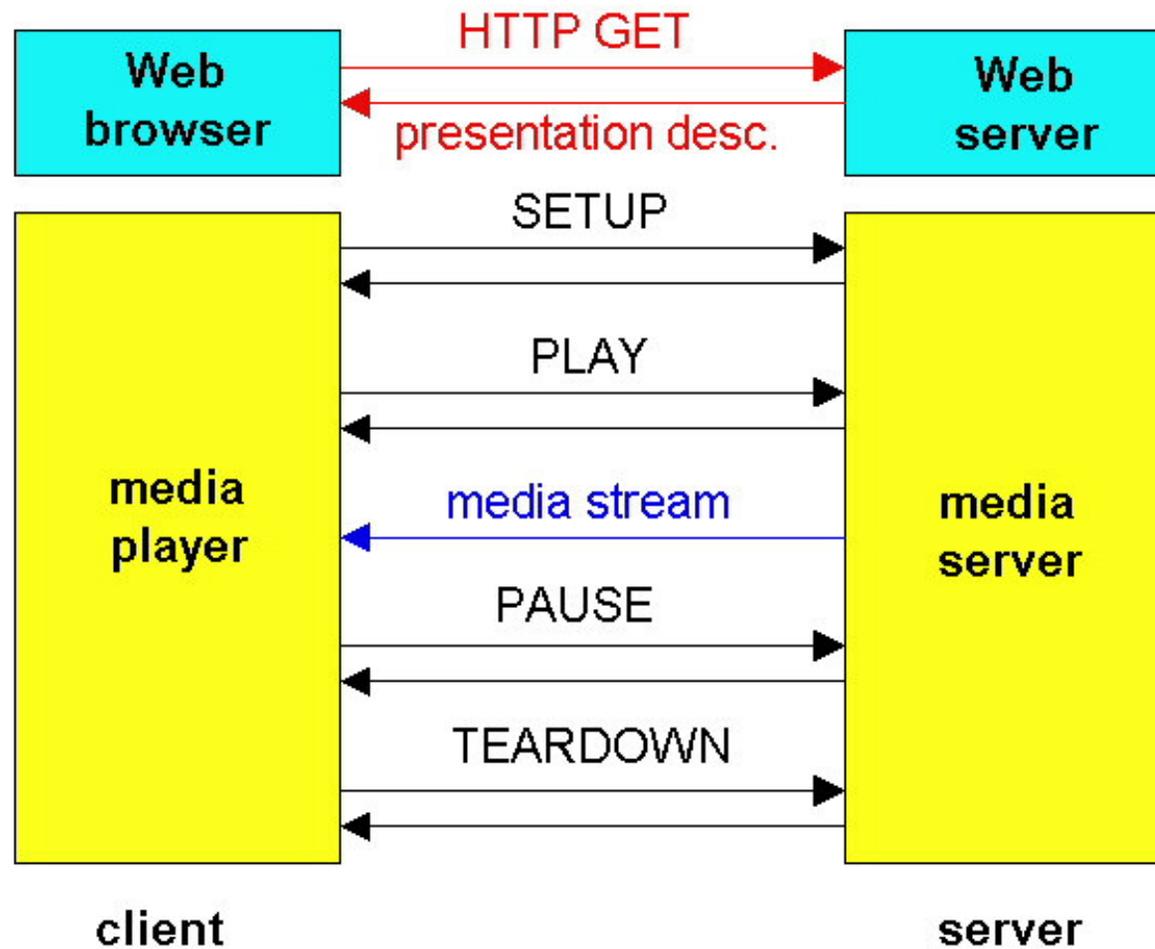


# Πρωτόκολλο RTSP

- HTTP
  - δεν είναι φτιαγμένο για την μετάδοση πολυμέσων
  - δεν υποστηρίζει λειτουργίες pause, fast forward κτλ.
- Real-Time Streaming Protocol
  - Πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής
  - Client-Server
  - Υποστηρίζει λειτουργίες rewind, fast forward, pause, resume, repositioning
  - Πρωτόκολλο εκτός ζώνης
    - για την ανταλλαγή των μηνυμάτων χρησιμοποιεί διαφορετική θύρα από αυτή που στέλνεται η ροή πολυμέσων: θύρα 554
- Τι δεν κάνει το RTSP
  - δεν ορίζει τον τρόπο που ενθυλακώνονται τα πολυμέσα σε πακέτα
  - δεν θέτει περιορισμούς όσον αφορά στον τρόπο μεταφοράς των πολυμέσων (π.χ. επιλογή TCP ή UDP)
  - δεν ορίζει τον τρόπο ενταμίευσης του προγράμματος αναπαραγωγής



# Λειτουργία RTSP



# RTSP: Αρχείο Περιγραφής Παρουσίασης (Presentation Description File)



```
<title>Twister</title>
<session>
  <group language=en lipsync>
    <switch>
      <track type=audio
        e="PCMU/8000/1"
        src = "rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi">
      <track type=audio
        e="DVI4/16000/2" pt="90 DVI4/8000/1"
        src="rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/hifi">
    </switch>
    <track type="video/jpeg"
      src="rtsp://video.example.com/twister/video">
  </group>
</session>
```

# RTSP: Παράδειγμα ανταλλαγής μηνυμάτων



```
C: SETUP rtsp://audio.example.com/twister/audio RTSP/1.0
  Transport: rtp/udp; compression; port=3056; mode=PLAY

S: RTSP/1.0 200 1 OK
  Session 4231

C: PLAY rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
  Session: 4231
  Range: npt=0-

C: PAUSE rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
  Session: 4231
  Range: npt=37

C: TEARDOWN rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
  Session: 4231

S: 200 3 OK
```