



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Δίκτυα Επικοινωνίας Υπολογιστών

Ενότητα 1: Εισαγωγή

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

**Συνιστώμενο Βιβλίο:**

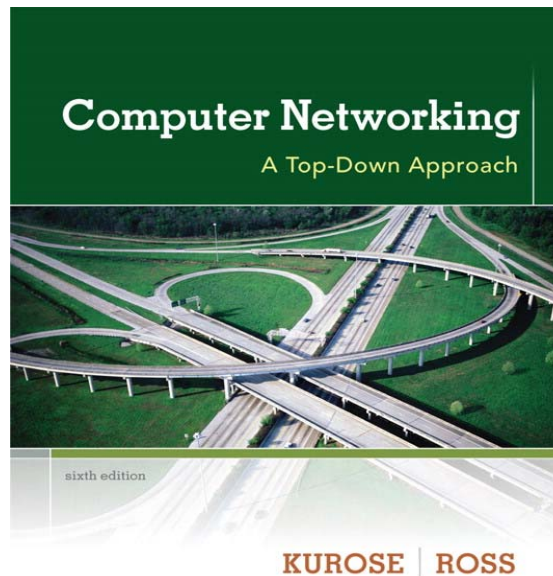
*Δικτύωση Υπολογιστών*  
*Προσέγγιση από Πάνω προς τα Κάτω*  
**KUROSE | ROSS**

**Τίτλος στην Αγγλική:** Computer Networking: A Top-Down Approach

**Επιμέλεια Ελληνικής Μετάφρασης:** Μαυρίδης Ιωάννης - Φουληράς Παναγιώτης

**Εκδόσεις :** Μ. Γκιούρδας

**Έκτη Έκδοση**



Η πλειονότητα των διαφανειών της 1<sup>ης</sup> ενότητας αποτελούν προσαρμογή και απόδοση στα ελληνικά των διαφανειών του 1<sup>ου</sup> κεφαλαίου που συνοδεύουν το βιβλίο «Computer Networking: A Top-Down Approach» J.F Kurose and K.W. Ross, 6/E, Addison-Wesley (**Copyright © Pearson Education Inc**).

Η παρούσα προσαρμογή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε απόδοση των διαφανειών αυτών στα ελληνικά, την επιμέλεια της οποίας είχε ο καθηγητής του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Λάζαρος Μεράκος.



# Σκοποί ενότητας

- Περιγραφή των σκοπών του μαθήματος «Δίκτυα Επικοινωνίας Υπολογιστών»
- Σύντομη περιγραφή του Διαδικτύου και των συστατικών του
- Περιγραφή της έννοιας του «πρωτοκόλλου επικοινωνίας»
- Επεξήγηση της περιφέρειας του Διαδικτύου
- Σύντομη επεξήγηση των δικτύων πρόσβασης και των φυσικών μέσων μετάδοσης



# Περιεχόμενα ενότητας

- Τι είναι το Διαδίκτυο;
- Τα κύρια συστατικά του Διαδικτύου
- Τι είναι πρωτόκολλο;
- Περιφέρεια δικτύου
- Δίκτυα πρόσβασης
- Τερματικό σύστημα
- Φυσικά μέσα (ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα, ραδιοζεύξεις)



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

## Στόχος μας:

- ❖ Να αποκτήσουμε «αίσθηση» και ορολογία
- ❖ Περισσότερο βάθος και λεπτομέρεια, αργότερα, στην πορεία
- ❖ Προσέγγιση:
  - Χρήση του Διαδικτύου (Internet) ως παραδείγματος

## Επισκόπηση:

- ❖ Τι είναι το Διαδίκτυο;
- ❖ Τι είναι ένα πρωτόκολλο;
- ❖ Η περιφέρεια του δικτύου: τερματικά, δίκτυο πρόσβασης, φυσικά μέσα
- ❖ Ο πυρήνας του δικτύου: μεταγωγή πακέτου/κυκλώματος (packet/circuit switching), δομή Διαδικτύου
- ❖ Απόδοση: απώλειες, καθυστέρηση, διεκπεραιωτική ικανότητα (throughput)
- ❖ Ασφάλεια
- ❖ Στρώματα (layers) πρωτοκόλλων, μοντέλα υπηρεσιών
- ❖ Ιστορική αναδρομή



# Κεφάλαιο 1: Περιεχόμενα

## 1.1 Τι είναι το Διαδίκτυο?

## 1.2 Περιφέρεια δικτύου (network edge)

- Τερματικά συστήματα, δίκτυα πρόσβασης, ζεύξεις

## 1.3 Πυρήνας δικτύου (network core)

- Μεταγωγή πακέτου/κυκλώματος, δομή δικτύου

## 1.4 Απώλειες, καθυστέρηση, διεκπεραιωτική ικανότητα στα δίκτυα

## 1.5 Στρώματα (layers) πρωτοκόλλων, μοντέλα υπηρεσιών (service models)

## 1.6 Δίκτυα υπό επίθεση: ασφάλεια

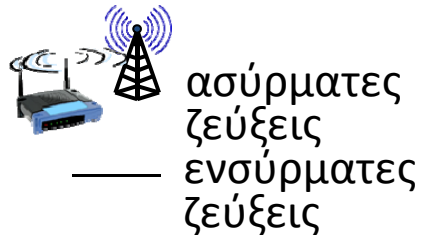
## 1.7 Ιστορική αναδρομή



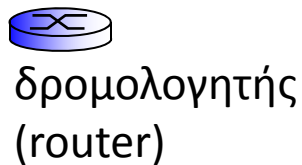
# Τα κύρια συστατικά του Διαδικτύου



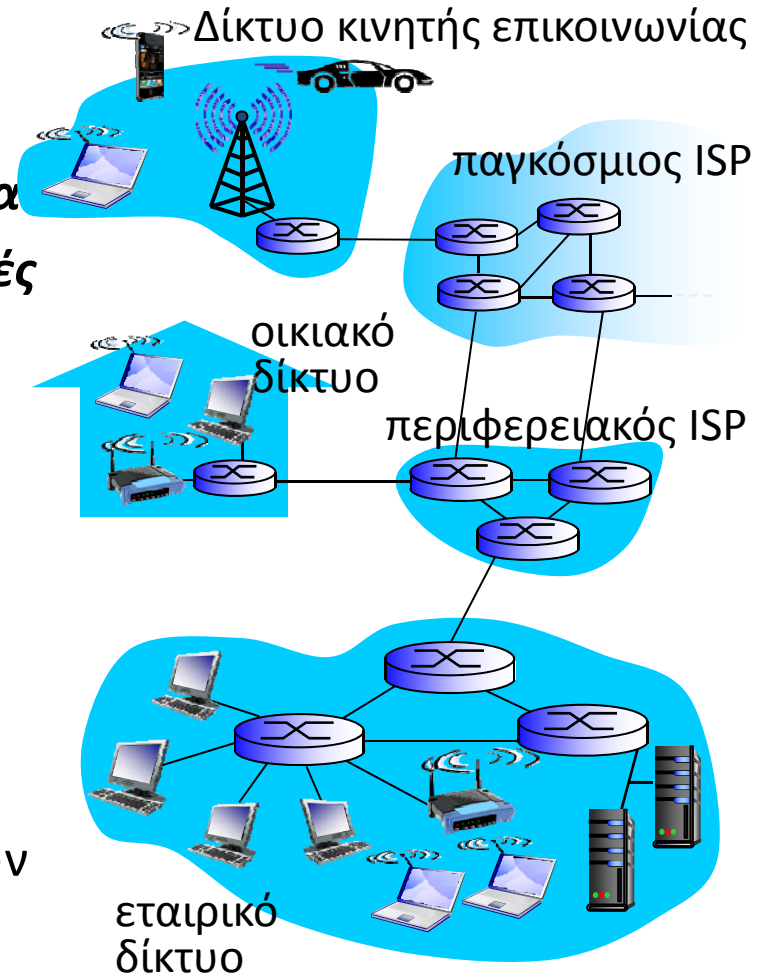
- ❖ Εκατομμύρια διασυνδεδεμένοι υπολογιστές:
  - *hosts* = **τερματικά συστήματα**
  - τρέχουν **δικτυακές εφαρμογές**



- ❖ **Επικοινωνιακές ζεύξεις**
  - Οπτική ίνα, χαλκός, ραδιοζεύξη, δορυφόρος
  - Ρυθμός μετάδοσης (transmission rate): **εύρος ζώνης (bandwidth)**



- ❖ **Μεταγωγείς πακέτων:** προωθούν πακέτα
  - **Δρομολογητές (routers)** και **μεταγωγείς (switches)**



# «Έξυπνες» Διαδικτυακές συσκευές



IP κορνίζα

<http://www.ceiva.com/>



Web τοστιέρα +  
πρόβλεψη καιρού



Tweet-a-watt:  
Μετρητής κατανάλωσης



Διαδικτυακό  
ψυγείο



Slingbox: βλέπεις,  
ελέγχεις την τηλεόραση σου  
από απόσταση



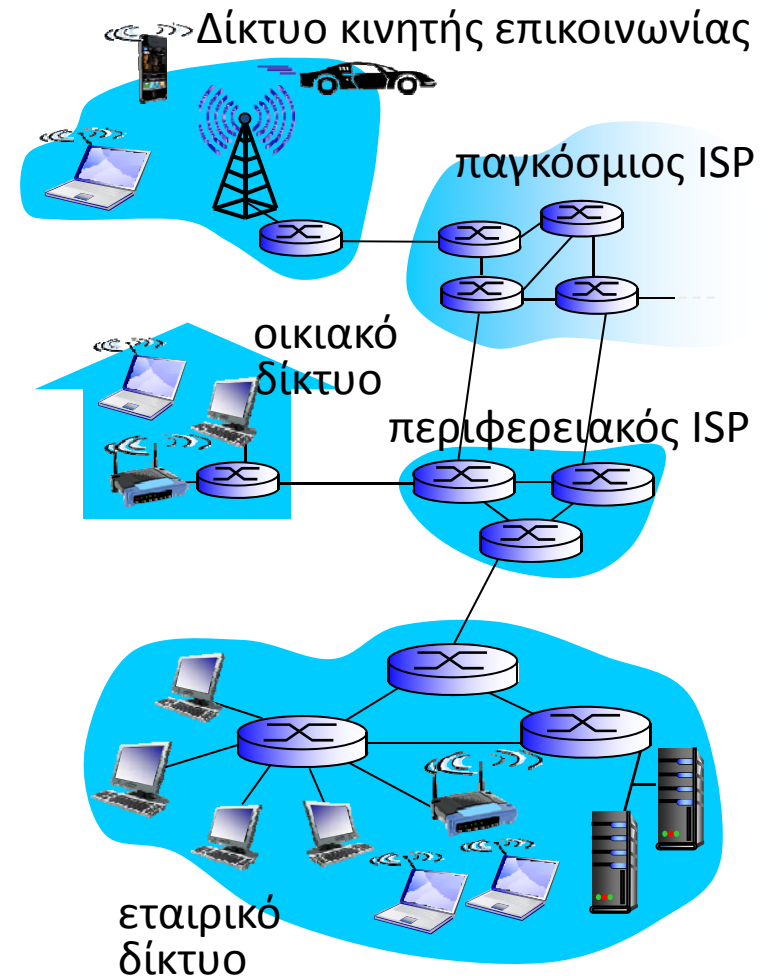
Διαδικτυακά τηλέφωνα





# Τα κύρια συστατικά του Διαδικτύου

- ❖ **Διαδίκτυο: “δίκτυο δικτύων”**
  - Διασυνδεδεμένοι ISPs
- ❖ **Πρωτόκολλα** ελέγχουν την αποστολή, παραλαβή μηνυμάτων
  - π.χ., TCP, IP, HTTP, Skype, 802.11
- ❖ **Πρότυπα Διαδικτύου (Internet standards)**
  - RFC: Request for comments
  - IETF: Internet Engineering Task Force



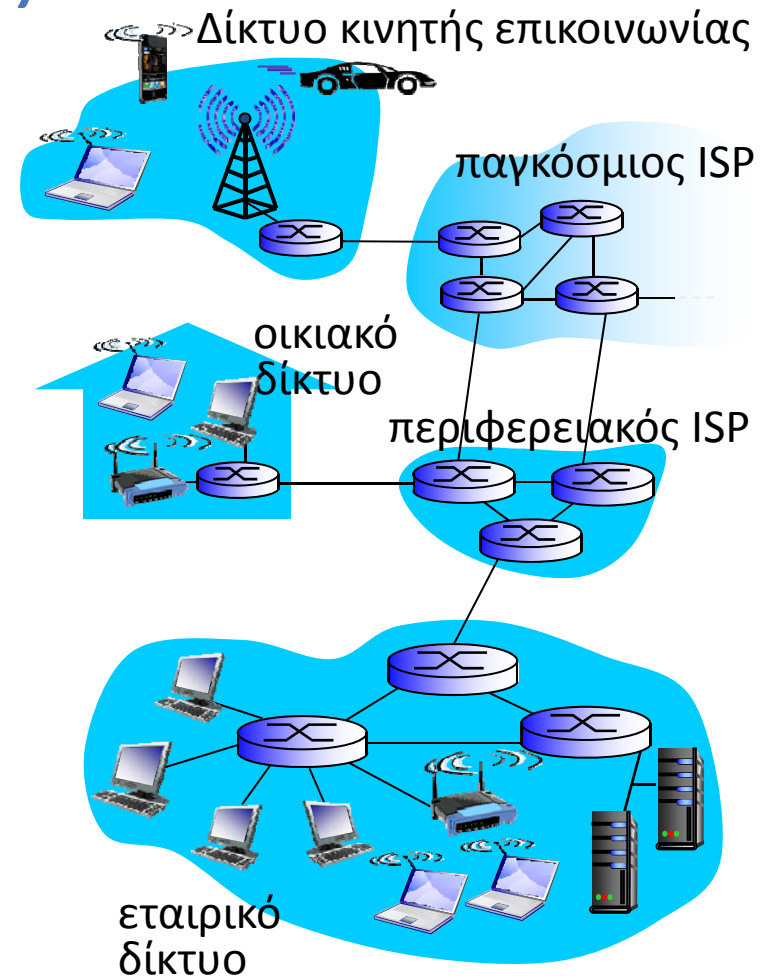
# Τι είναι το Διαδίκτυο: Παρεχόμενες υπηρεσίες

## ❖ Υποδομή που παρέχει υπηρεσίες σε εφαρμογές:

- Web, VoIP, email, games, e-commerce, social nets, ...

## ❖ Παρέχει διεπαφή προγραμματισμού σε εφαρμογές

- Επιτρέπει σε προγράμματα εφαρμογών να επικοινωνούν μέσω Διαδικτύου
- Παρέχει επιλογές υπηρεσιών ανάλογες των Ταχυδρομείων



# Τι είναι πρωτόκολλο;

## **Ανθρώπινα πρωτόκολλα:**

- ❖ “Τι ώρα είναι;”
- ❖ “Έχω μια ερώτηση”
- ❖ Συστάσεις

... αποστολή συγκεκριμένων μηνυμάτων

... όταν λαμβάνονται μηνύματα ή άλλα γεγονότα, τότε συμβαίνουν συγκεκριμένες ενέργειες

## **Δικτυακά πρωτόκολλα:**

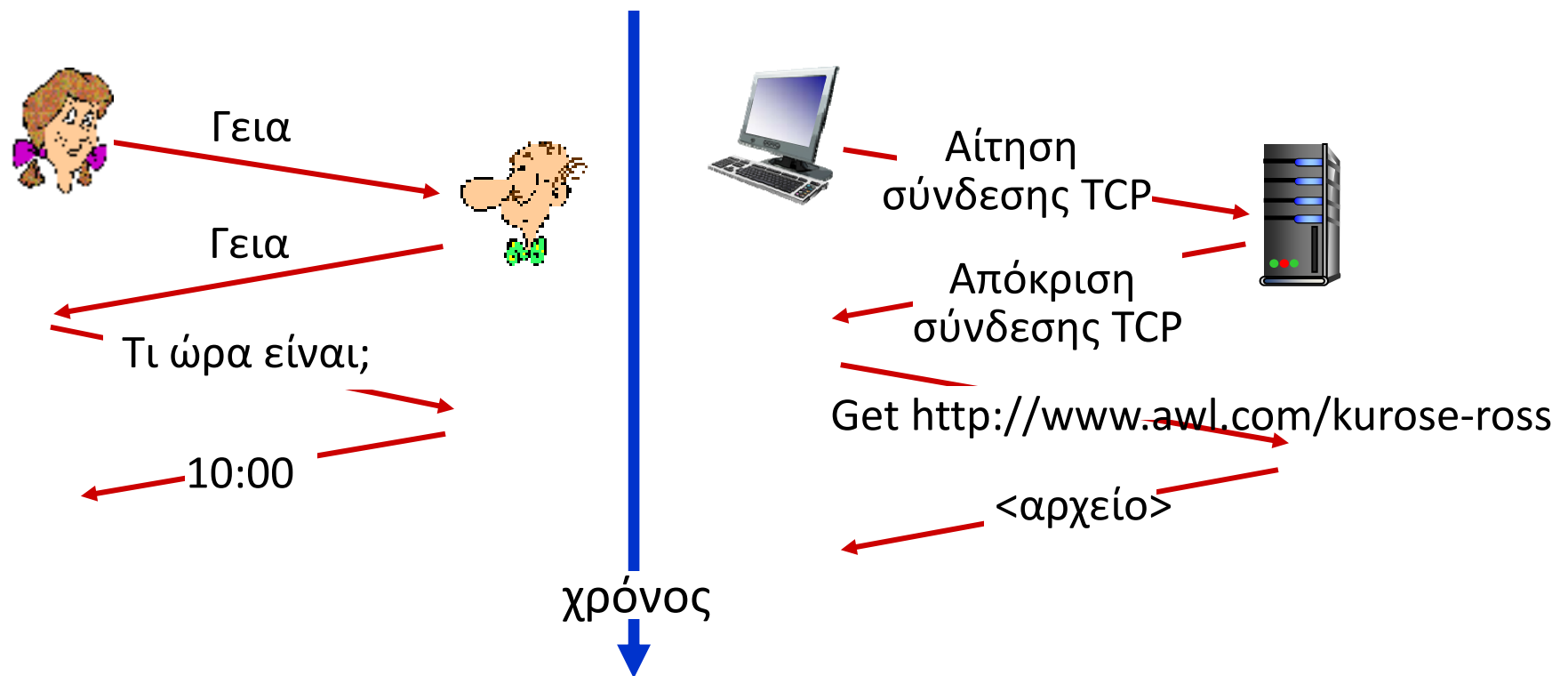
- ❖ Μηχανές και όχι άνθρωποι
- ❖ Όλες οι δραστηριότητες επικοινωνίας στο Διαδίκτυο διέπονται από πρωτόκολλα

*Τα πρωτόκολλα καθορίζουν τη **μορφή**, τη **σειρά των μηνυμάτων** που στέλνονται και λαμβάνονται μεταξύ δικτυακών οντοτήτων καθώς και τις **ενέργειες** που γίνονται κατά την λήψη και αποστολή των μηνυμάτων*



# Τι είναι πρωτόκολλο;

Ένα ανθρώπινο πρωτόκολλο και ένα πρωτόκολλο δικτύου υπολογιστών:



**Ε:** άλλα ανθρώπινα πρωτόκολλα;



# Κεφάλαιο 1: Περιεχόμενα

1.1 Τι είναι το Διαδίκτυο?

**1.2 Περιφέρεια δικτύου (network edge)**

- Τερματικά συστήματα, δίκτυα πρόσβασης, ζεύξεις

1.3 Πυρήνας δικτύου (network core)

- Μεταγωγή πακέτου/κυκλώματος, δομή δικτύου

1.4 Απώλειες, καθυστέρηση, διεκπεραιωτική ικανότητα στα δίκτυα

1.5 Στρώματα (layers) πρωτοκόλλων, μοντέλα υπηρεσιών (service models)

1.6 Δίκτυα υπό επίθεση: ασφάλεια

1.7 Ιστορική αναδρομή



# Μια πιο κοντινή ματιά στη δομή του δικτύου

## ❖ Περιφέρεια δικτύου:

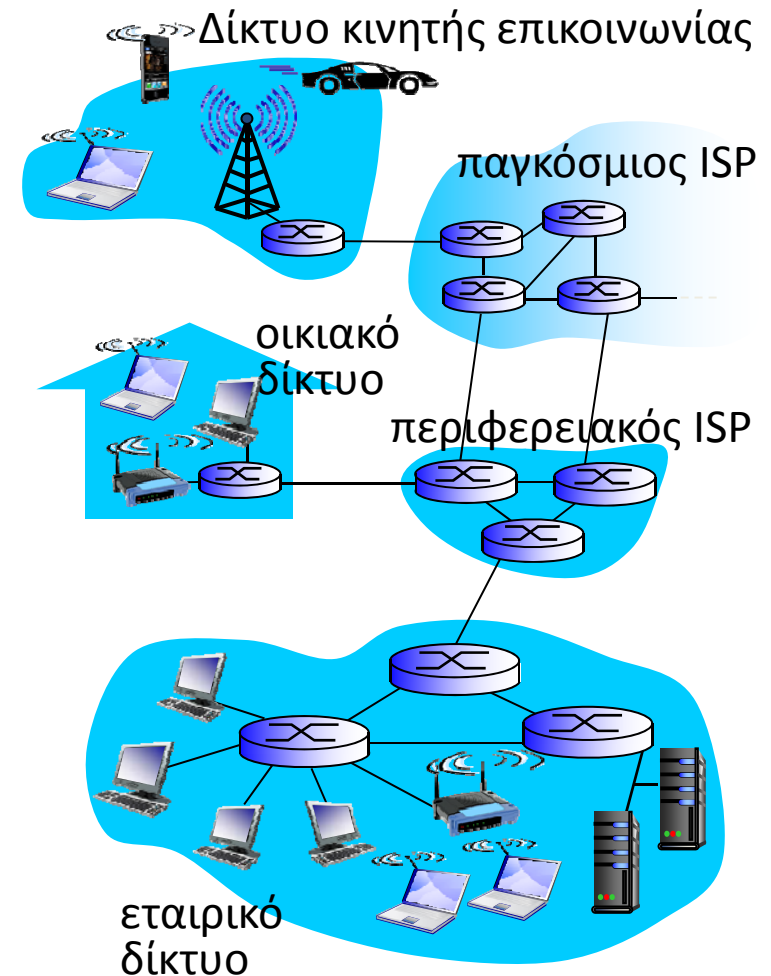
- hosts: πελάτες και εξυπηρέτες
- Εξυπηρέτες συχνά σε κέντρα δεδομένων

## ❖ Δίκτυα πρόσβασης, φυσικά μέσα:

ενσύρματες, ασύρματες ζεύξεις

## ❖ Πυρήνας δικτύου:

- Διασυνδεδεμένοι δρομολογητές
- Δίκτυο δικτύων



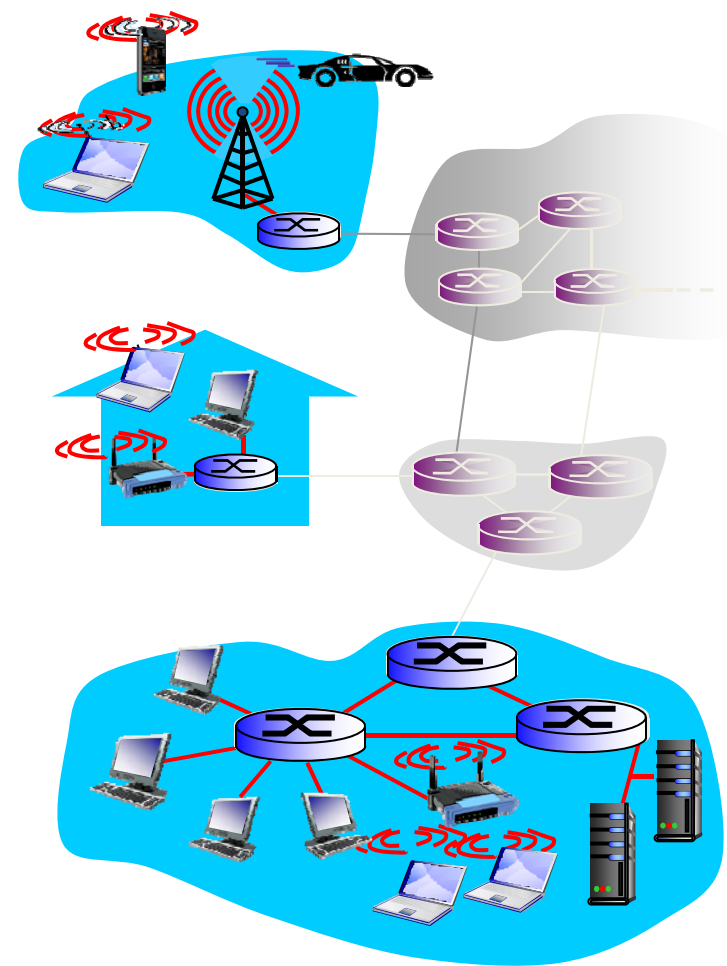
# Δίκτυα πρόσβασης και φυσικά μέσα

***Ε: Πως μπορεί να συνδεθεί ένα τερματικό σύστημα με τον περιφερειακό δρομολογητή του;***

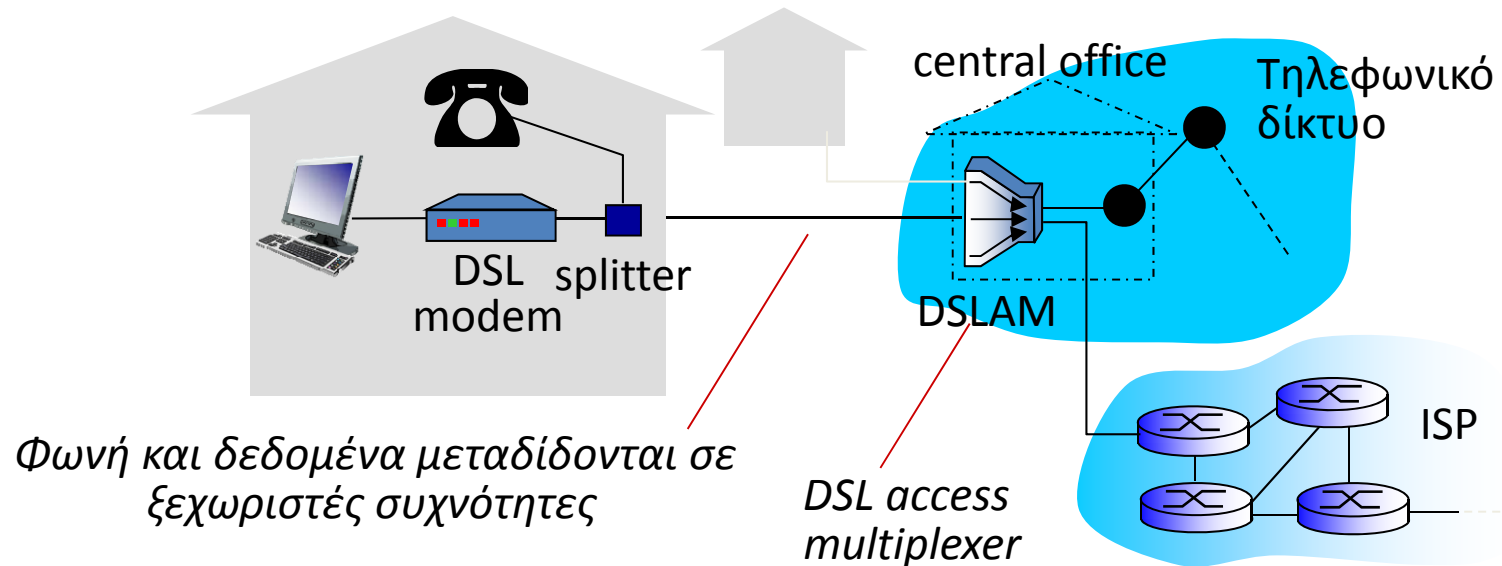
- ❖ Δίκτυα οικιακής πρόσβασης
- ❖ Δίκτυα εταιρικής πρόσβασης (σχολεία, εταιρείες)
- ❖ Δίκτυα ασύρματης πρόσβασης

***Σημείωση:***

- Εύρος ζώνης (bits per second) δικτύου πρόσβασης;
- Διαμοιραζόμενο (shared) ή αποκλειστικής χρήσης (dedicated);



# Πρόσβαση: digital subscriber line (DSL)

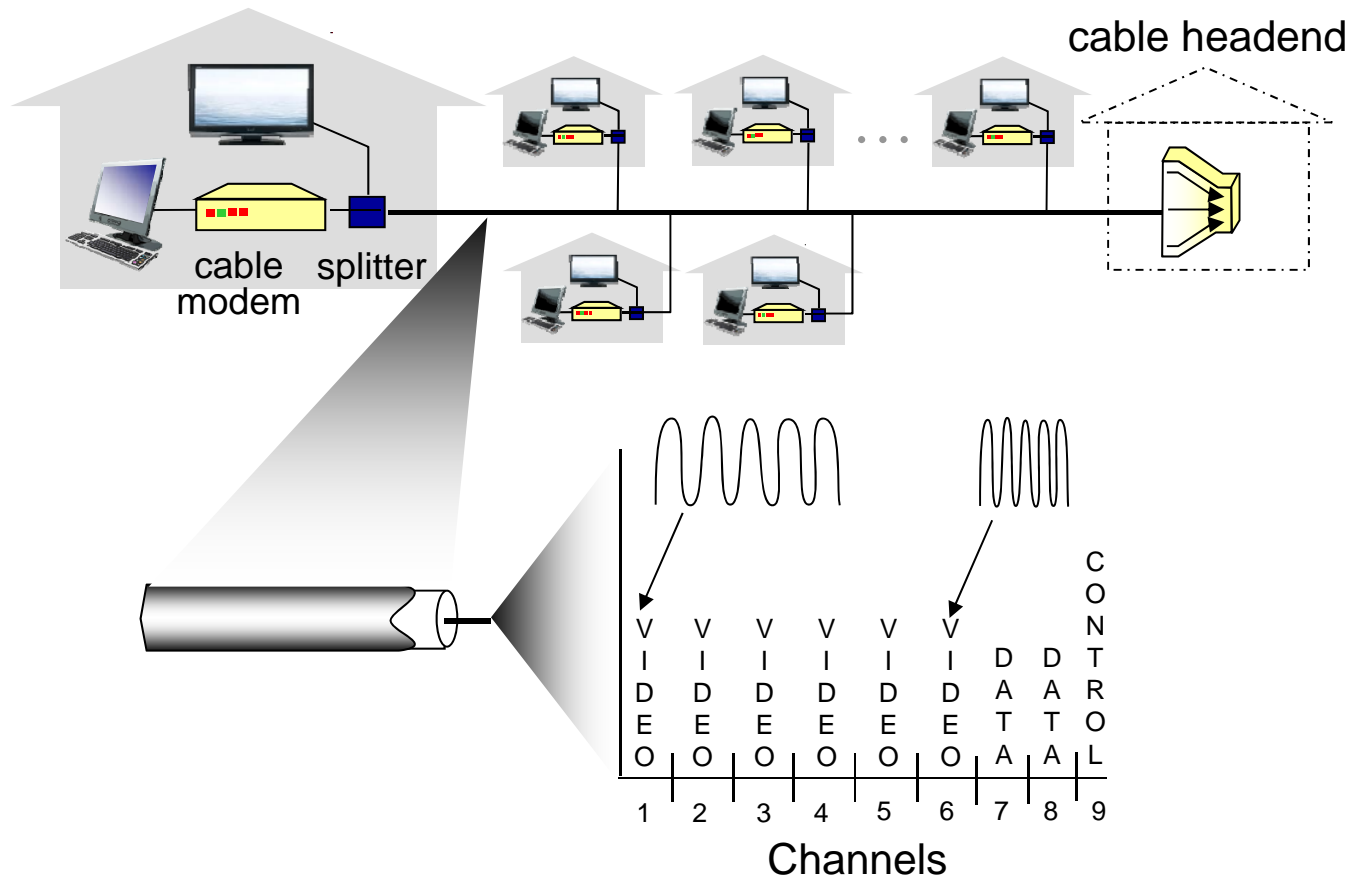


- ❖ Χρήση **υφιστάμενης** τηλεφωνικής γραμμής προς το DSLAM του κέντρου
  - Τα δεδομένα πάνω από την γραμμή DSL πάνε στο Διαδίκτυο
  - Η φωνή πάνω από την γραμμή DSL πάει στο τηλεφωνικό δίκτυο
- ❖ Upstream ρυθμός μετάδοσης < 2.5 Mbps (τυπικά < 1 Mbps)
- ❖ Downstream ρυθμός μετάδοσης < 24 Mbps (τυπικά < 10 Mbps)





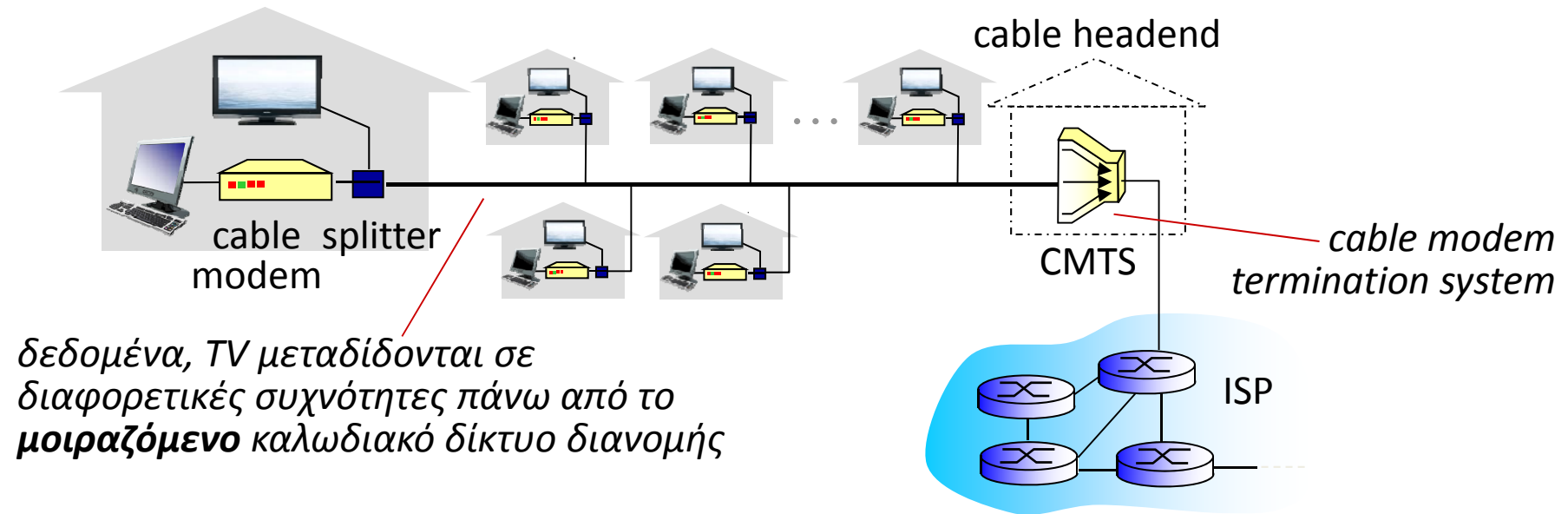
# Πρόσβαση: καλωδιακό δίκτυο



**Πολύπλεξη διαίρεσης συχνότητας (*frequency division multiplexing*):**  
Διαφορετικά κανάλια μεταδίδονται σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων



# Πρόσβαση: καλωδιακό δίκτυο



δεδομένα, TV μεταδίδονται σε διαφορετικές συχνότητες πάνω από το μοιραζόμενο καλωδιακό δίκτυο διανομής

## ❖ HFC: hybrid fiber coax

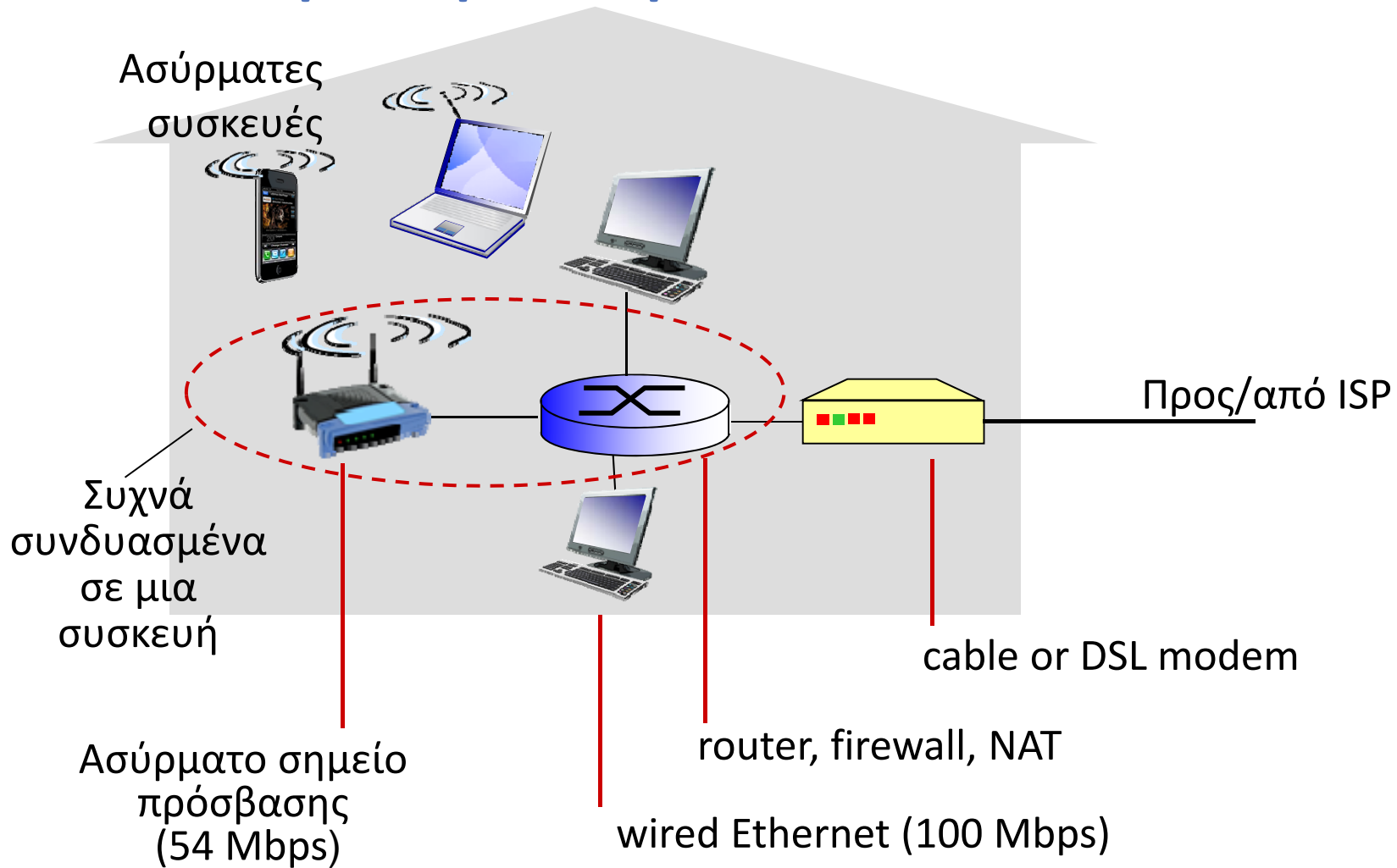
- ασύμμετρο: ρυθμός μετάδοσης μέχρι 30Mbps downstream, 2 Mbps upstream

## ❖ Δίκτυο από καλώδιο και οπτική ίνα συνδέει τα σπίτια με τον δρομολογητή ISP

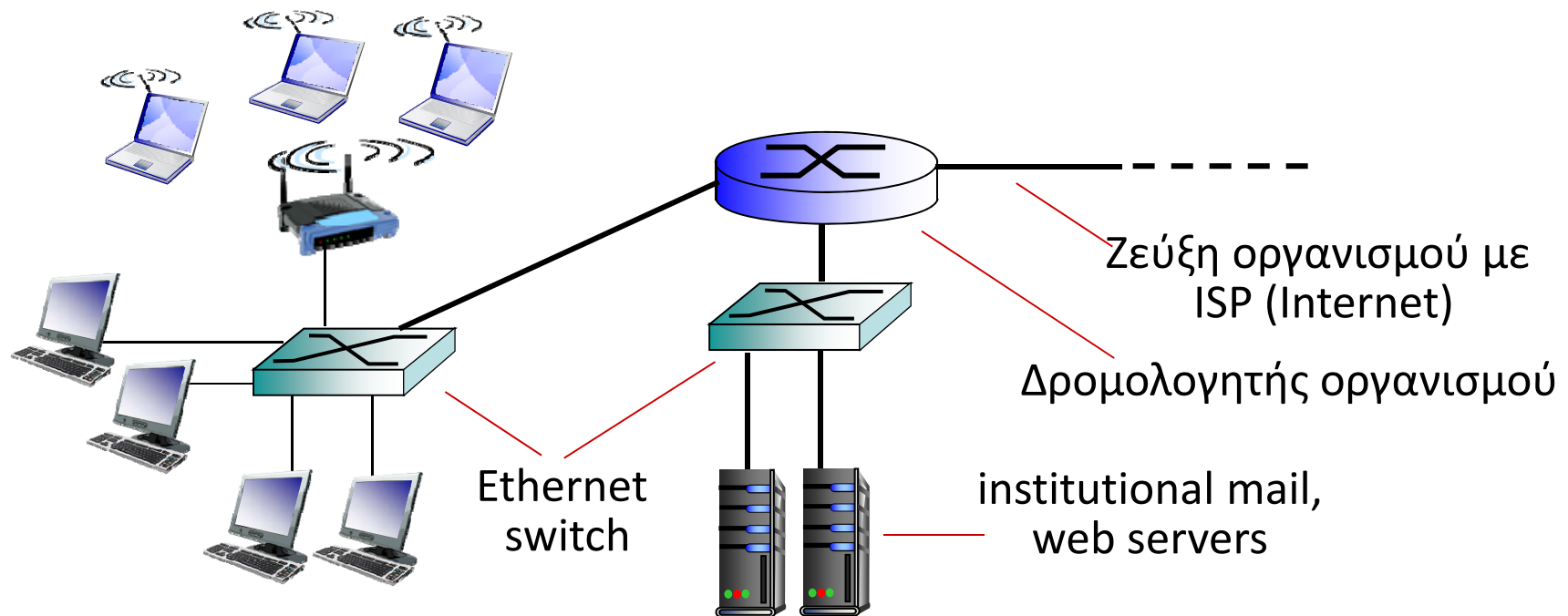
- Τα σπίτια **μοιράζονται** το δίκτυο πρόσβασης μέχρι το καλωδιακό κέντρο τερματισμού
- Αντίθετα το DSL προσφέρει αποκλειστική πρόσβαση



# Πρόσβαση: οικιακό δίκτυο



# Δίκτυα πρόσβασης επιχειρήσεων (Ethernet)



- ❖ Τυπική χρήση σε εταιρείες, πανεπιστήμια, κλπ
- ❖ Ρυθμοί μετάδοσης 10 Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps
- ❖ Σήμερα, τα τερματικά συστήματα συνδέονται σε μεταγωγείς Ethernet

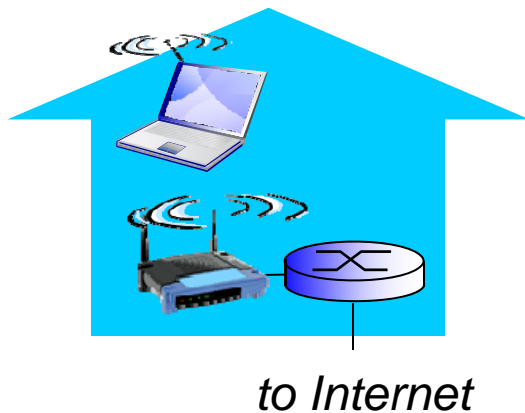


# Δίκτυα ασύρματης πρόσβασης

- ❖ Διαμοιραζόμενο δίκτυο ασύρματης πρόσβασης συνδέει τερματικά συστήματα με δρομολογητή
  - Μέσω σταθμού βάσης («σημείου πρόσβασης»)

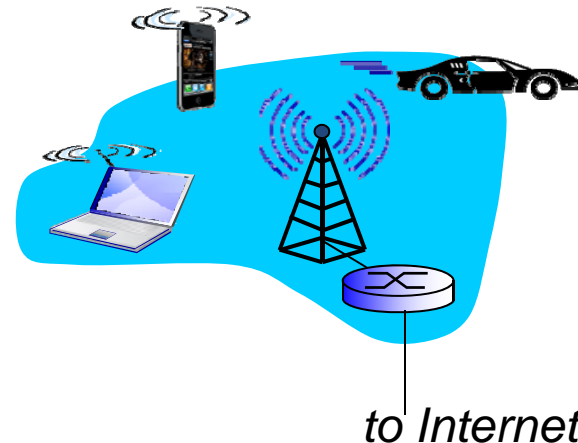
## Ασύρματα LANs:

- Εντός κτιρίων (100 ft ή 30 m)
- 802.11b/g (WiFi): 11, 54 Mbps



## Ασύρματη πρόσβαση ευρείας περιοχής

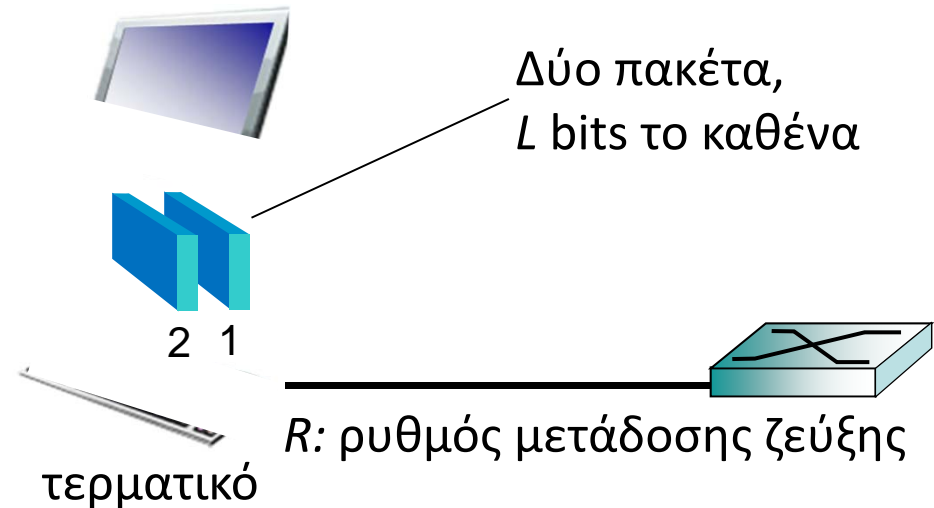
- Παροχές κυψελωτών συστημάτων, 10' s km
- μεταξύ 1 και 10 Mbps
- 3G, 4G: LTE



# Τερματικό σύστημα (Host): στέλνει πακέτα δεδομένων

Λειτουργία αποστολής:

- ❖ Παίρνει μήνυμα εφαρμογής
- ❖ Το σπάει σε μικρότερα κομμάτια, γνωστά ως **πακέτα**, μήκους  $L$  bits
- ❖ Μεταδίδει το πακέτο στο δίκτυο πρόσβασης με **ρυθμό μετάδοσης  $R$  bps**
  - Ρυθμός μετάδοσης ζεύξης = εύρος ζώνης = χωρητικότητα



$$\text{καθυστέρηση μετάδοσης πακέτου} = \text{Χρόνος μετάδοσης πακέτου (L-bit) στη γραμμή} = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/sec)}}$$



# Φυσικά μέσα

- ❖ **bit:** διαδίδεται μεταξύ ζεύγους πομπού/δεκτή
- ❖ **Φυσική ζεύξη:** βρίσκεται μεταξύ πομπού και δέκτη
- ❖ **Οδηγούμενα μέσα (guided media):**
  - Σήματα διαδίδονται σε κυματοδηγούς: χαλκός, οπτική ίνα, ομοαξονικό καλώδιο
- ❖ **Μη οδηγούμενα μέσα (unguided media):**
  - Σήματα διαδίδονται ελεύθερα, π.χ., ράδιο-κύματα

## **Συνεστραμμένο ζεύγος (Twisted Pair (TP))**

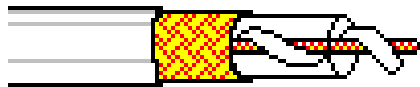
- ❖ Δύο μονωμένα σύρματα χαλκού
  - Category 5: 100 Mbps, 1 Gpbs Ethernet
  - Category 6: 10Gbps



# Φυσικά μέσα: ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα

## Ομοαξονικό καλώδιο:

- ❖ Δύο ομόκεντροι χάλκινοι αγωγοί
- ❖ Διπλής κατεύθυνσης
- ❖ Ευρείας ζώνης:
  - πολλαπλά κανάλια στο καλώδιο
  - HFC



## Καλώδιο οπτικής ίνας:

- ❖ Ίνα από γυαλί που μεταφέρει παλμούς φωτός, κάθε παλμός ένα bit
- ❖ Λειτουργία υψηλής ταχύτητας:
  - Υψηλός ρυθμός μετάδοσης από άκρο σε άκρο (π.χ., 10' s-100' s Gbps)
- ❖ Χαμηλός ρυθμός σφαλμάτων:
  - Μεγάλη απόσταση μεταξύ αναμεταδοτών
  - Απρόσβλητο από ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο





# Φυσικά μέσα: ράδιο-ζεύξεις

- ❖ Σήμα που μεταφέρεται στο Η/Μ φάσμα
- ❖ Χωρίς φυσικό «σύρμα»
- ❖ Διπλής κατεύθυνσης
- ❖ Επιδράσεις περιβάλλοντος μετάδοσης:
  - Ανάκλαση
  - Παρεμπόδιση από αντικείμενα
  - Παρεμβολές

## **Τύποι ράδιο-ζεύξεων:**

- ❖ Επίγεια μικροκύματα
  - π.χ., κανάλια ως 45 Mbps
- ❖ LAN (π.χ., WiFi)
  - 11Mbps, 54 Mbps
- ❖ Ευρείας περιοχής (π.χ., κυψελωτά δίκτυα)
  - 3G cellular: ~ λίγα Mbps
- ❖ Δορυφορικές ζεύξεις
  - Κανάλι ως 45Mbps (ή πολλαπλά μικρότερα κανάλια)
  - 270 msec καθυστέρηση από άκρο σε άκρο (end-end delay)
  - Γεωστατικοί δορυφόροι έναντι δορυφόρων χαμηλής τροχιάς



Τέλος Ενότητας

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Μιχαήλ Λογοθέτης. «Δίκτυα Επικοινωνίας Υπολογιστών. Εισαγωγή». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE604/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση του ακόλουθου έργου:

**Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες/Πίνακες**

[1] J. Kurose and K. Ross, Δικτύωση Υπολογιστών – Προσέγγιση από Πάνω προς τα Κάτω, 6<sup>η</sup> έκδοση, Γκιούρδας, 2013

