



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΑΝΟΙΚΤΑ** ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Δίκτυα Επικοινωνίας Υπολογιστών

Ενότητα 4: Εισαγωγή

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

**Συνιστώμενο Βιβλίο:**

*Δικτύωση Υπολογιστών  
Προσέγγιση από Πάνω προς τα Κάτω*

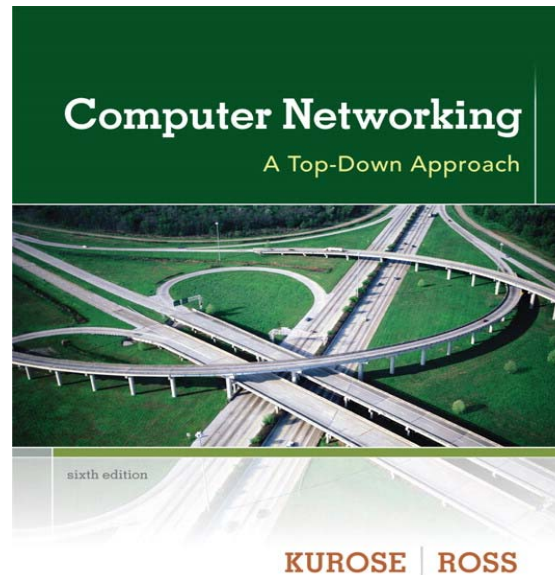
**KUROSE | ROSS**

**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 4<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 της στοίβας πρωτοκόλλων του Διαδικτύου
- Περιγραφή του μοντέλου αναφοράς ISO/OSI
- Επεξήγηση της έννοιας της ενθυλάκωσης
- Περιγραφή της έννοιας της Ασφάλειας Δικτύου
- Επεξήγηση των επιθέσεων άρνησης παροχής υπηρεσίας
- Σύντομη περιγραφή της ιστορίας του Διαδικτύου



# Περιεχόμενα ενότητας

- Στρώματα πρωτοκόλλων
- Οργάνωση σε στρώματα – γιατί;
- Στοιβά πρωτοκόλλων Διαδικτύου
- Μοντέλο αναφοράς ISO/OSI
- Ενθυλάκωση
- Ασφάλεια Δικτύου
- Επιθέσεις άρνησης παροχής υπηρεσίας
- Αδιάκριτη καταγραφή πακέτων
- Ιστορία Διαδικτύου



# 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



# Στρώματα Πρωτοκόλλων

**Τα δίκτυα είναι πολύπλοκα,  
με πολλά «κομμάτια»:**

- Τερματικά συστήματα (hosts)
- Δρομολογητές (routers)
- Ζεύξεις διαφόρων φυσικών μέσων
- Εφαρμογές
- Πρωτόκολλα
- Υλικό (hardware), λογισμικό (software)

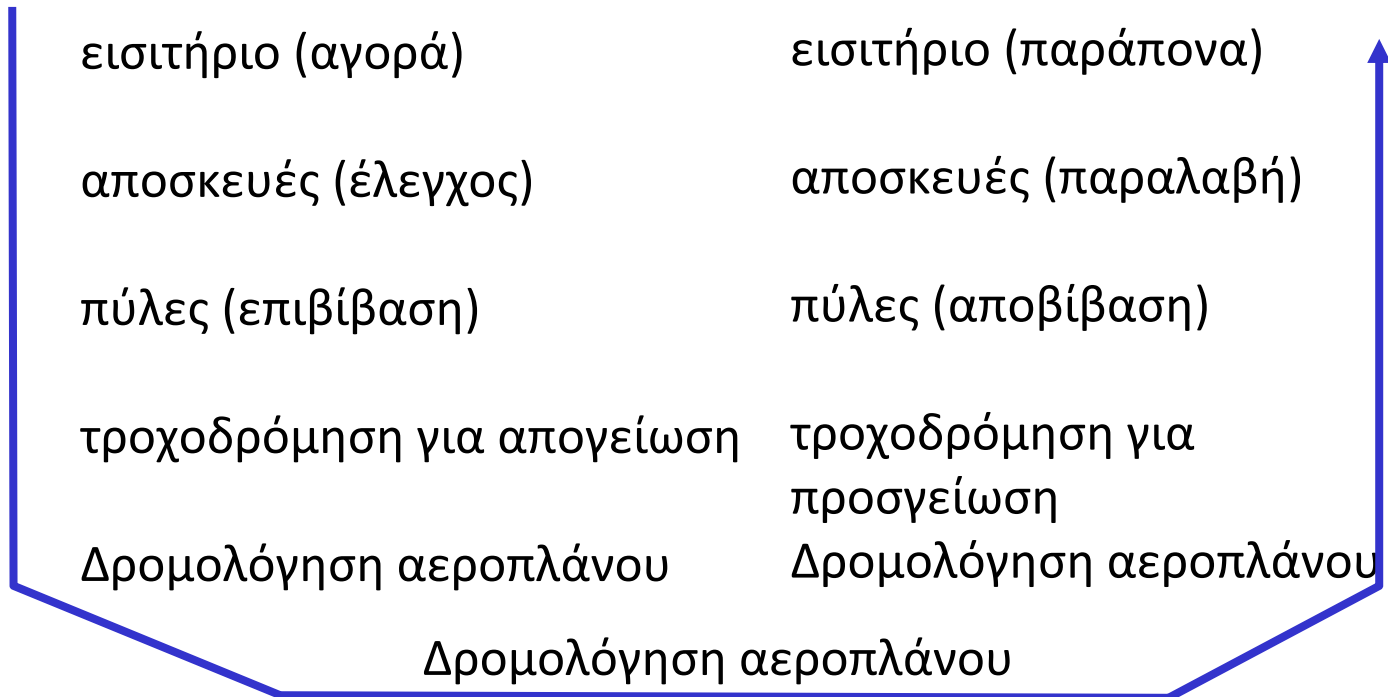
**Ερώτηση:**

Υπάρχει ελπίδα  
οργάνωσης της δομής  
του δικτύου;

.... ή τουλάχιστον της  
συζήτησης μας για τη  
δομή του δικτύου;



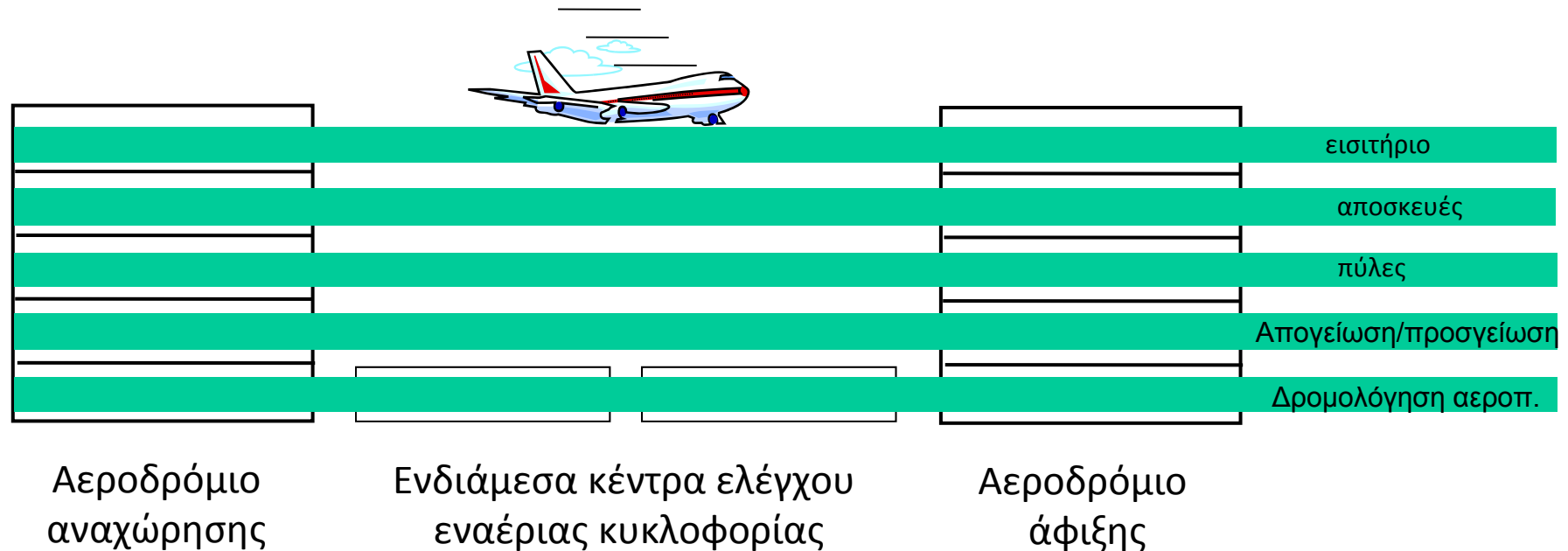
# Οργάνωση αεροπορικού ταξιδιού



❖ Μια σειρά βημάτων



# Οργάνωση σε διαδοχικά επίπεδα λειτουργικότητας αεροπορικής εταιρείας



**Στρώματα:** κάθε στρώμα υλοποιεί μια υπηρεσία

- Με δικές του ενέργειες στο εσωτερικό του
- Βασιζόμενο στις υπηρεσίες που παρέχονται από τα κατώτερα στρώματα





# Οργάνωση σε στρώματα – γιατί;

Διαχείριση περίπλοκων συστημάτων:

- ❖ Η πλήρως καθορισμένη δομή επιτρέπει την αναγνώριση των διακριτών τμημάτων του συστήματος και την καλύτερη κατανόηση των συσχετίσεων μεταξύ τους
  - Μοντέλο αναφοράς επιπέδων για συζήτηση
- ❖ Η τμηματοποίηση διευκολύνει τη συντήρηση και αναβάθμιση του συστήματος
  - Αλλαγή της υλοποίησης μιας υπηρεσίας ενός επιπέδου χωρίς αυτό να είναι ορατό στο υπόλοιπο σύστημα
  - π.χ., μια αλλαγή στη διαδικασία της πύλης δεν επηρεάζει το υπόλοιπο σύστημα
- ❖ Θεωρείται επιζήμια η οργάνωση σε στρώματα;



# Στοιβά πρωτοκόλλων Διαδικτύου

- ❖ **Εφαρμογή (application):** υποστήριξη δικτυακών εφαρμογών
  - FTP, SMTP, HTTP
- ❖ **Μεταφορά (transport):** μεταφορά μηνυμάτων επιπέδου εφαρμογής από άκρο-σε-άκρο της εφαρμογής
  - TCP, UDP
- ❖ **Δίκτυο (network):** δρομολόγηση δεδομενογραμμάτων (datagrams) από την πηγή στον προορισμό
  - IP, πρωτόκολλα δρομολόγησης
- ❖ **Ζεύξη (link):** μεταφορά δεδομένων (πλαισίων) μεταξύ γειτονικών στοιχείων δικτύου
  - Ethernet, 802.111 (WiFi), PPP
- ❖ **Φυσικό (physical):** bits «πάνω στην γραμμή»

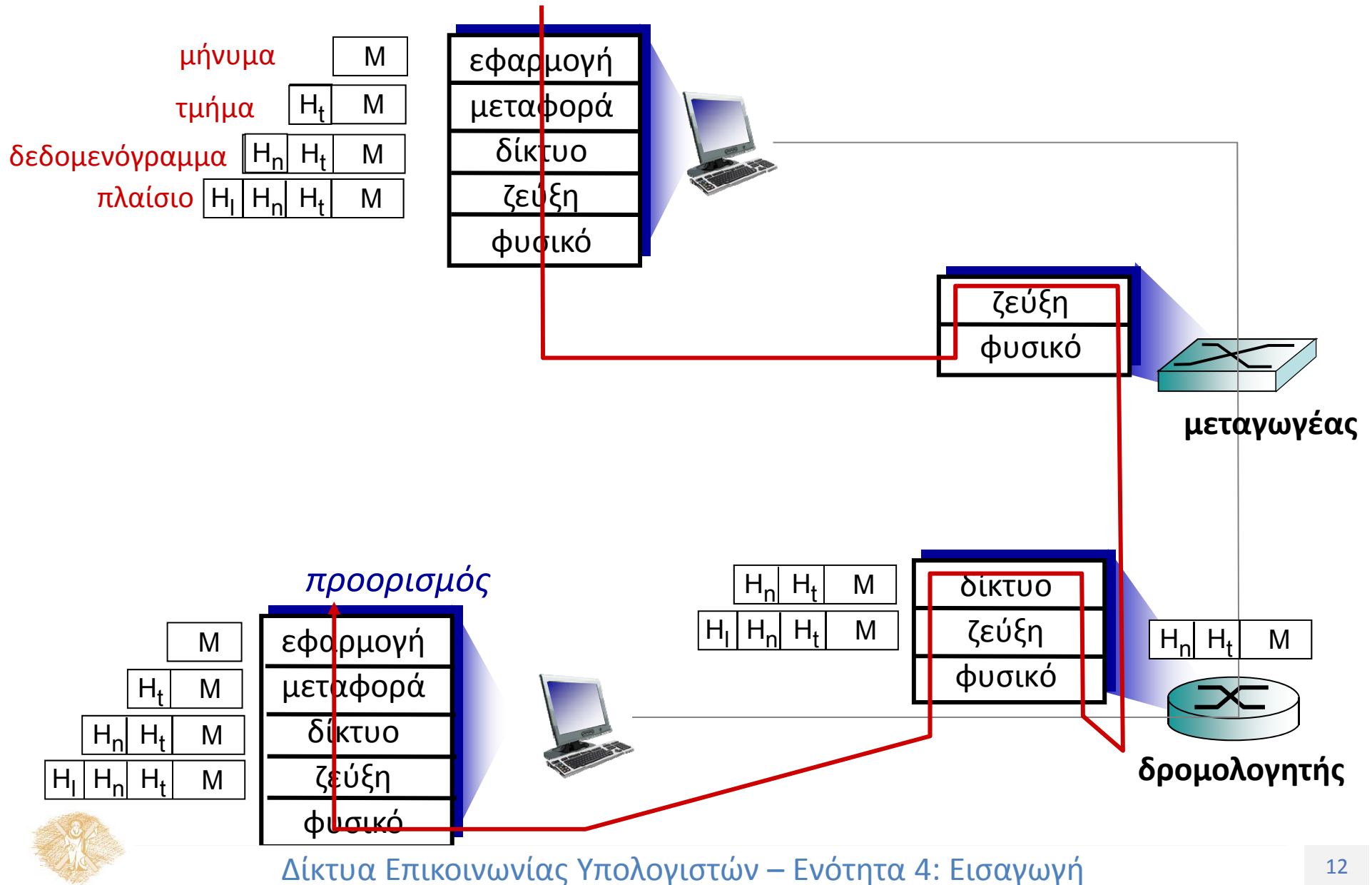


# Μοντέλο αναφοράς ISO/OSI

- ❖ **Παρουσίαση (presentation):** επιτρέπει σε επικοινωνούσες εφαρμογές να ερμηνεύουν τη σημασία των δεδομένων που ανταλλάσσονται, π.χ., κρυπτογράφηση δεδομένων, συμπίεση δεδομένων, περιγραφή δεδομένων
- ❖ **Σύννοδος (session):** παρέχει οριοθέτηση και συγχρονισμό της ανταλλαγής δεδομένων, υπηρεσίες που περιλαμβάνουν ένα σχήμα ελέγχου ανάκτησης
- ❖ Το διαδίκτυο δεν έχει αυτά τα 2 επίπεδα του μοντέλου αναφοράς OSI
  - Οι υπηρεσίες αυτές, αν είναι απαραίτητες, πρέπει να υλοποιηθούν στην εφαρμογή
  - Είναι απαραίτητες;



# Ενθυλάκωση (Encapsulation)



# 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



# Ασφάλεια Δικτύου

## ❖ Πεδίο ασφάλειας δικτύου:

- Πως οι «κακοί» μπορούν να επιτεθούν σε δίκτυα Η/Υ;
- Πως μπορούμε να υπερασπίσουμε τα δίκτυα έναντι επιθέσεων;
- Πως να σχεδιάσουμε αρχιτεκτονικές που είναι απρόσβλητες από επιθέσεις;

## ❖ Το Διαδίκτυο δεν σχεδιάστηκε αρχικά με γνώμονα την ασφάλεια του

- *Αρχικός σχεδιασμός:* με βάση «μια ομάδα χρηστών με αμοιβαία εμπιστοσύνη σε ένα διαφανές δίκτυο» 😊
- Σχεδιαστές πρωτοκόλλων του Διαδικτύου έπρεπε να «καλύψουν το κενό»
- Ασφάλεια σε όλα τα επίπεδα!



# Ασφάλεια Δικτύου

## Επιθέσεις στην υποδομή του Διαδικτύου

- ❖ Μόλυνση/επίθεση στους τερματικούς υπολογιστές: κακόβουλο λογισμικό (malware), λογισμικό κατασκοπείας (spyware), σκουλήκια (worms), μη πιστοποιημένη πρόσβαση (υποκλοπή δεδομένων, λογαριασμοί χρηστών)
- ❖ Άρνηση παροχής υπηρεσίας (denial of service): άρνηση πρόσβασης στους πόρους (εξυπηρετητές, εύρος ζώνης ζεύξης)



# Οι κακοί: βάζουν κακόβουλο λογισμικό στους υπολογιστές του Διαδικτύου

## ❖ Αιτίες μόλυνσης:

- **Ιός:** αυτό-αναπαραγόμενη μόλυνση με την λήψη/εκτέλεση αντικειμένου (π.χ., e-mail attachment)
- **Σκουλήκι:** αυτό-αναπαραγόμενη μόλυνση με την παθητική λήψη αντικειμένου που εκτελείται από μόνο του

## ❖ **Λογισμικό κατασκοπείας** συλλέγει προσωπικές πληροφορίες, όπως πληκτρολογήσεις, επισκεφθείσες ιστοσελίδες, κωδικούς, συνθηματικά

## ❖ Ο μολυσμένος υπολογιστής συμμετέχει σε spamms και επιθέσεις άρνησης υπηρεσίας (DoS attacks)

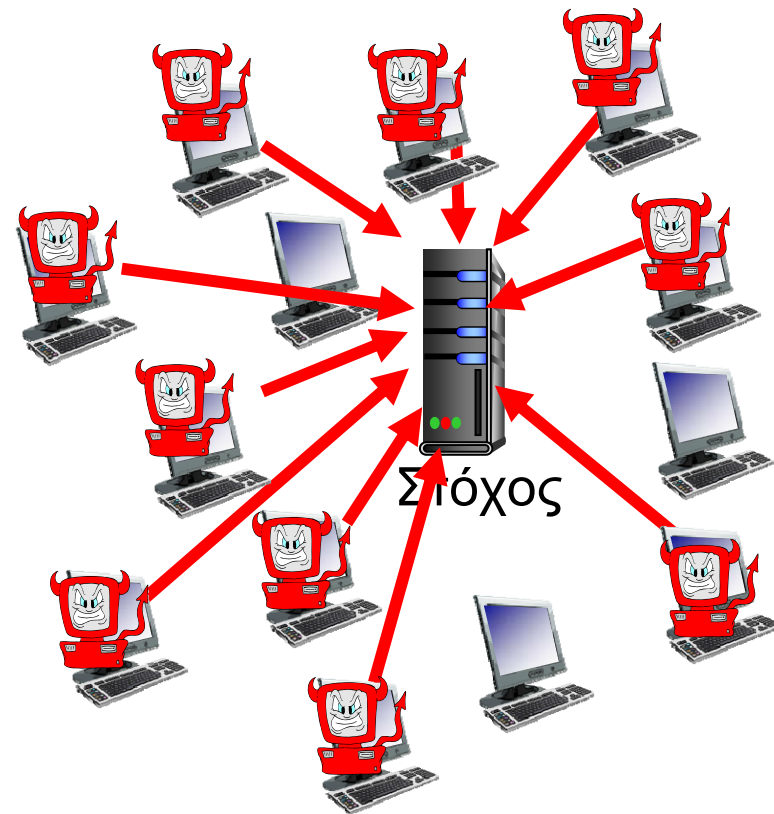




# Επιθέσεις άρνησης παροχής υπηρεσίας

**Denial of Service (DoS):** Οι επιτιθέμενοι κάνουν τους πόρους (εξυπηρετητές, εύρος ζώνης) μη διαθέσιμους για την κανονική κίνηση υπερφορτώνοντας τον πόρο με εικονική κίνηση

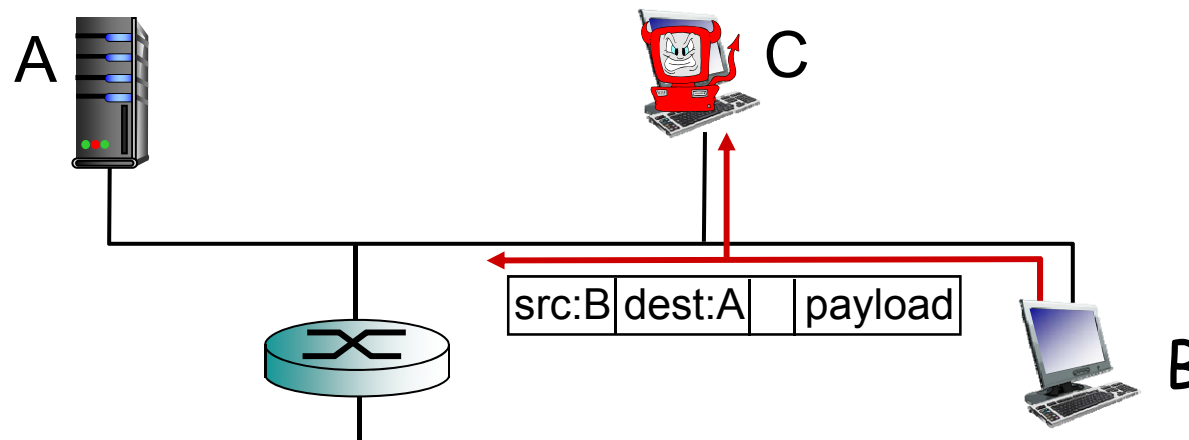
1. Επιλογή στόχου (target)
2. Επίθεση στους υπολογιστές υπηρεσίας του δικτύου (βλ. κακόβουλο λογισμικό)
3. Αποστολή πακέτων προς τον στόχο από παραβιασμένους υπολογιστές υπηρεσίας



# Αδιάκριτη καταγραφή πακέτων

## *packet “sniffing”*:

- broadcast media (διαμοιραζόμενο ethernet, ασύρματο)
- «αδιάκριτη» δικτυακή διεπαφή διαβάζει/καταγράφει όλα τα πακέτα που περνούν από αυτή (κλέβει συνθηματικά)

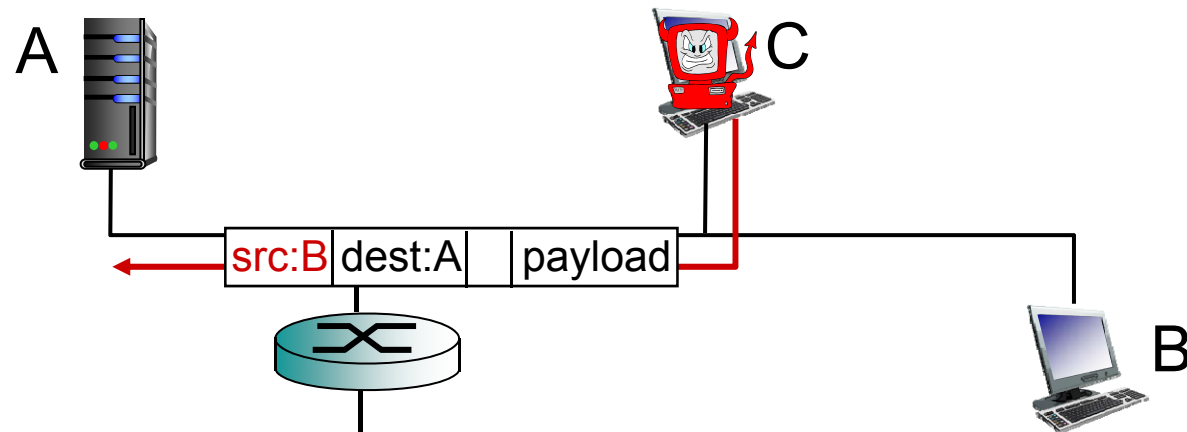


- ❖ Το λογισμικό wireshark, το οποίο χρησιμοποιείται στις εργαστήριου στο τέλος αυτού του κεφαλαίου, είναι ένα (ελεύθερο) λαγωνικό πακέτων



# Οι κακοί μπορούν να χρησιμοποιούν ψεύτικες διευθύνσεις

**IP spoofing:** στέλνει πακέτο με ψεύτικη διεύθυνση πηγής



# 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

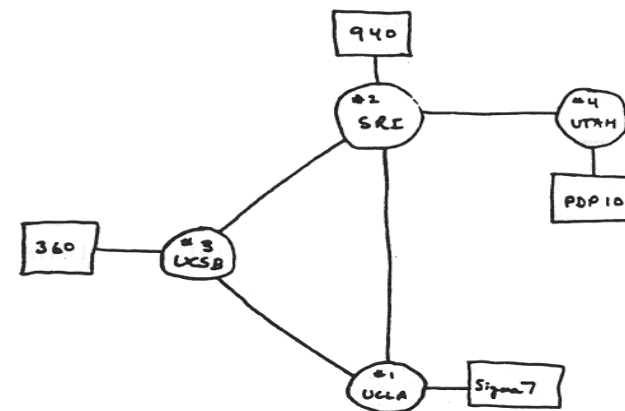
**1.7 Ιστορική αναδρομή**



# Ιστορία Διαδικτύου

## 1961-1972: Πρώιμες αρχές μεταγωγής πακέτου

- ❖ **1961:** Kleinrock – θεωρία ουρών αναμονής αποδεικνύει αποτελεσματικότητα μεταγωγής πακέτων
- ❖ **1964:** Baran – μεταγωγή πακέτων σε στρατιωτικά δίκτυα
- ❖ **1967:** συλλαμβάνεται η ιδέα του ARPAnet από Advanced Research Projects Agency
- ❖ **1969:** σε λειτουργία ο πρώτος κόμβος του ARPAnet
- ❖ **1972:**
  - δημόσια επίδειξη του ARPAnet
  - NCP (Network Control Protocol) πρώτο πρωτόκολλο από host σε host
  - πρώτο πρόγραμμα e-mail
  - το ARPAnet έχει 15 κόμβους



THE ARPA NETWORK



# Ιστορία Διαδικτύου

## **1972-1980: διαδικτύωση και ιδιοταγή δίκτυα**

- ❖ **1970:** ALOHAnet δορυφορικό δίκτυο στη Χαβάη
- ❖ **1974:** Cerf and Kahn - αρχιτεκτονική για διασύνδεση δικτύων
- ❖ **1976:** Ethernet στο Xerox PARC
- ❖ **τέλη δεκαετίας του 70's:** ιδιοταγείς αρχιτεκτονικές: DECnet, SNA, XNA
- ❖ **τέλη δεκαετίας του 70's:** μεταγωγή πακέτων σταθερού μήκους (πρόδρομος του ATM)
- ❖ **1979:** Το ARPAnet έχει 200 κόμβους

### **Αρχές διαδικτύωσης των Cerf and Kahn:**

- ❖ μινιμαλισμός, αυτονομία – δεν απαιτούνται εσωτερικές αλλαγές για τη διασύνδεση δικτύων
- ❖ μοντέλο υπηρεσίας βέλτιστης προσπάθειας (best effort)
- ❖ δρομολογητές χωρίς μνήμη κατάστασης (stateless routers)
- ❖ αποκεντρωμένος (decentralized) έλεγχος

ορίζουν την παρούσα αρχιτεκτονική του Διαδικτύου



# Ιστορία Διαδικτύου

## *1980-1990: νέα πρωτόκολλα, εξάπλωση δικτύων*

- ❖ **1983:** ανάπτυξη TCP/IP
- ❖ **1982:** ορισμός του πρωτοκόλλου smtp για e-mail
- ❖ **1983:** ορισμός του DNS για τη μετάφραση ονομάτων σε διευθύνσεις IP
- ❖ **1985:** ορισμός πρωτοκόλλου ftp
- ❖ **1988:** έλεγχος συμμόρφωσης στο TCP
- ❖ νέα εθνικά δίκτυα: Cset, BITnet, NSFnet, Minitel
- ❖ 100,000 hosts συνδεδεμένοι σε συνομοσπονδία δικτύων



# Ιστορία Διαδικτύου

## **1990, 2000's: εμπορευματοποίηση, το Web, νέες εφαρμογές**

- ❖ **Αρχή δεκαετίας 1990:** παύει να υπάρχει το ARPAnet
- ❖ **1991:** Η NSF άρει τους περιορισμούς σχετικά με τη χρήση του NSFnet για εμπορικούς σκοπούς (παύση 1995)
- ❖ **Αρχές δεκαετίας 1990: Web**
  - υπερκείμενο (hypertext) [Bush 1945, Nelson 1960's]
  - HTML, HTTP: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic, έπειτα Netscape
  - τέλη δεκαετίας 1990: εμπορευματοποίηση του Web

## **Τέλη δεκαετίας 1990 – αρχές 2000:**

- ❖ περισσότερες εφαρμογές: instant messaging, P2P file sharing
- ❖ ασφάλεια δικτύου στο προσκήνιο
- ❖ 50 εκατομμύρια hosts, περισσότεροι από 100 εκατομμύρια χρηστές
- ❖ οι ζεύξεις του κορμού του Διαδικτύου μεταδίδουν με ρυθμούς της τάξης των Gbps





# Ιστορία Διαδικτύου

## **2005-σήμερα**

- ❖ ~1 δισεκατομμύριο τερματικά
  - Smartphones και tablets
- ❖ Επιθετική εξάπλωση της ευρυζωνικής πρόσβασης
- ❖ Αυξανόμενη παρουσία ευρυζωνικής **ασύρματης** πρόσβασης
- ❖ Ανάδειξη των κοινωνικών δικτύων:
  - Facebook: σύντομα ένα δισεκατομμύριο χρήστες
- ❖ Παροχείς υπηρεσιών(Google, Microsoft) δημιουργούν τα δικά τους δίκτυα
  - παρακάμπτουν το Διαδίκτυο, παρέχοντας άμεση πρόσβαση σε αναζήτηση, email, κλπ.
- ❖ E-commerce, πανεπιστήμια, επιχειρήσεις τρέχουν τις υπηρεσίες τους στο “σύννεφο”



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

