

Δίκτυα Υπολογιστών



Δίκτυα υπολογιστών και το Διαδίκτυο

Εισαγωγή

Κ. Βασιλάκης



Περιγραμματα

- Τι είναι το διαδίκτυο
 - Στοιχεία που το συνθέτουν
 - Τρόποι παροχής υπηρεσιών
 - Τι είναι τα πρωτόκολλα
- Τα άκρα του δικτύου
 - Δίκτυα πρόσβασης
 - Φυσικά μέσα
- Ο πυρήνας του δικτύου
 - Μεταγωγή πακέτου
 - Μεταγωγή κυκλώματος
 - Δομή του διαδικτύου
- Δυσκολίες στη μεταφορά
 - Καθυστερήσεις,
 - Απώλειες
 - Διεκπεραιωτική ικανότητα
- Επίπεδα πρωτοκόλλων
 - Διαστρωμάτωση
 - Το μοντέλο OSI
- Ιστορία



Περιεχόμενα – ενότητες που εξετάζονται

- **Τι είναι το διαδίκτυο**
 - Στοιχεία που το συνθέτουν
 - Τρόποι παροχής υπηρεσιών
 - Τι είναι τα πρωτόκολλα
- Τα άκρα του δικτύου
 - Δίκτυα πρόσβασης
 - Φυσικά μέσα
- Ο πυρήνας του δικτύου
 - Μεταγωγή πακέτου
 - Μεταγωγή κυκλώματος
 - Δομή του διαδικτύου
- Δυσκολίες στη μεταφορά
 - Καθυστερήσεις,
 - Απώλειες
 - Διεκπεραιωτική ικανότητα
- Επίπεδα πρωτοκόλλων
 - Διαστρωμάτωση
 - Το μοντέλο OSI
- Ιστορία



Τι είναι το διαδίκτυο – στοιχεία που το συνθέτουν

■ Τερματικά συστήματα

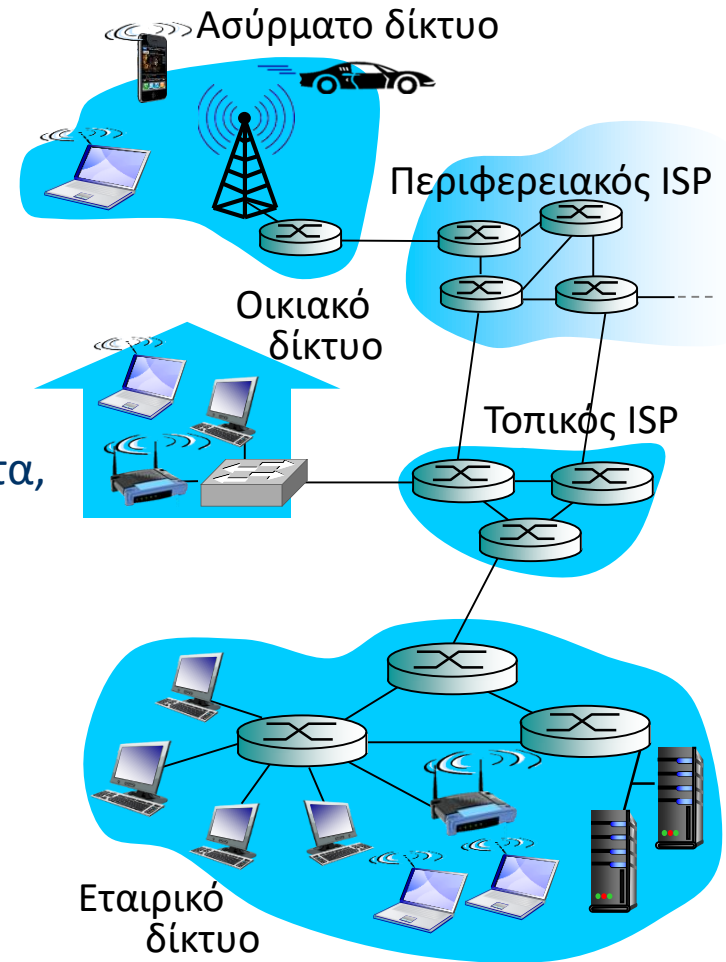
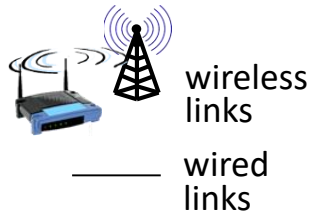
- Εκατομμύρια συνδεδεμένων υπολογιστικών συσκευών
(*hosts = end systems*)
- Τρέχουν δικτυακές εφαρμογές

■ Ζεύξεις επικοινωνίας (communication links)

- Οπτικές ίνες, χαλκός, ραδιοκύματα, δορυφορικές ζεύξεις
- Ρυθμός μετάδοσης bps ή b/s
(bandwidth)

■ Βασικές συσκευές επικοινωνίας

- Στο διαδίκτυο τα δεδομένα προωθούνται σε πακέτα
 - ο Δρομολογητές (routers)
 - ο Μεταγωγείς (switches)



Και μερικές άλλες συσκευές



IP picture frame
<http://www.ceiva.com/>



Web-enabled toaster +
weather forecaster



Tweet-a-watt:
monitor energy use



Arduinos



raspberry pi



Internet
refrigerator



Slingbox: watch,
control cable TV remotely



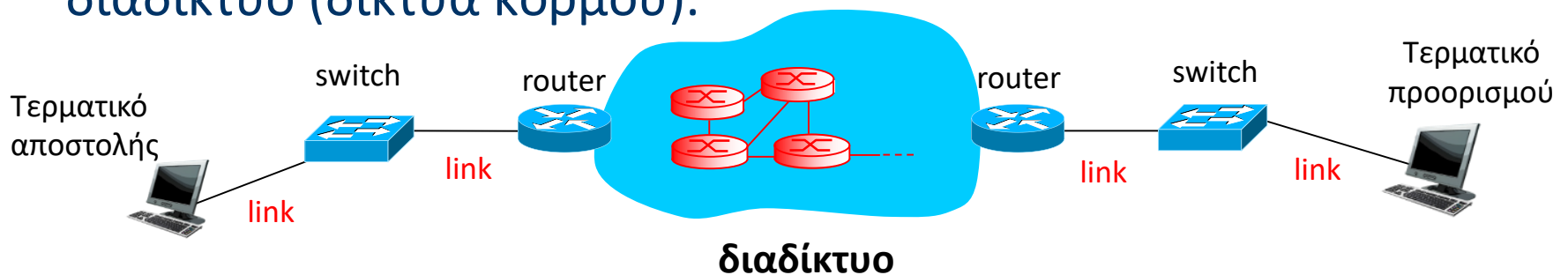
Internet phones

Πρόβλεψη (cisco):
Κίνηση στο διαδίκτυο: 2 zettabytes (10^{21}) to 2019



Links, switches, routers

- Τα **τερματικά συστήματα** συνδέονται μεταξύ τους με τις **ζεύξεις επικοινωνίας** (links), μέσω των οποίων συνδέονται επίσης οι **μεταγωγείς** (switches) και οι **δρομολογητές** (routers).
- Οι μεταγωγείς και οι δρομολογητές λαμβάνουν τα δεδομένα από μια εισερχόμενη ζεύξη και τα **προωθούν** σε μια εξερχόμενη, μέχρι να φτάσουν στα τερματικά προορισμού.
- Οι μεταγωγείς χρησιμοποιούνται συνήθως σε δίκτυα **προσπέλασης** (άκρα δικτύου).
- Οι δρομολογητές χρησιμοποιούνται συνήθως εσωτερικά στο **διαδίκτυο** (δίκτυα κορμού).



Πρώθηση «πακέτων»

- Τα τερματικά συστήματα όταν θέλουν να στείλουν δεδομένα (bits) σε ένα άλλο σύστημα τα χωρίζουν σε τμήματα που ονομάζονται **πακέτα** (packets).
- Σε κάθε πακέτο δεδομένων προστίθεται πληροφορίες που αφορούν τον τρόπο τμηματοποίησης (πχ μήκος, αριθμός πακέτου), διευθύνεις κλπ.
 - *Αυτές οι πληροφορίες που προστίθενται σε κάθε πακέτο ονομάζονται συμβατικά **επικεφαλίδες** (ή απλά κεφαλίδες).*
- Τα πακέτα αποστέλλονται, μέσω του διαδικτύου (μεταγωγείς, ζεύξεις, δρομολογητές), στο τερματικό σύστημα προορισμού, όπου ανασυντίθενται τα αρχικά δεδομένα.
- Η σειρά των ζεύξεων που ακολουθεί ένα πακέτο μέχρι να φτάσει στον προορισμό του ονομάζεται **διαδρομή** (route) ή **μονοπάτι** (path).
- Ανάλογο παράδειγμα από την καθημερινότητα μας:
 - *Φορηγά που κουβαλούν τμηματοποιημένο ένα φορτίο (δεδομένα σε πακέτα) από ένα σημείο (τερματικός κόμβος αποστολής) σε κάποιο άλλο σημείο (τερματικός κόμβος προορισμού) χρησιμοποιώντας τους αυτοκινητοδρόμους (ζεύξεις) επιλέγοντας την διαδρομή στις διασταυρώσεις (δρομολογητές-μεταγωγείς).*



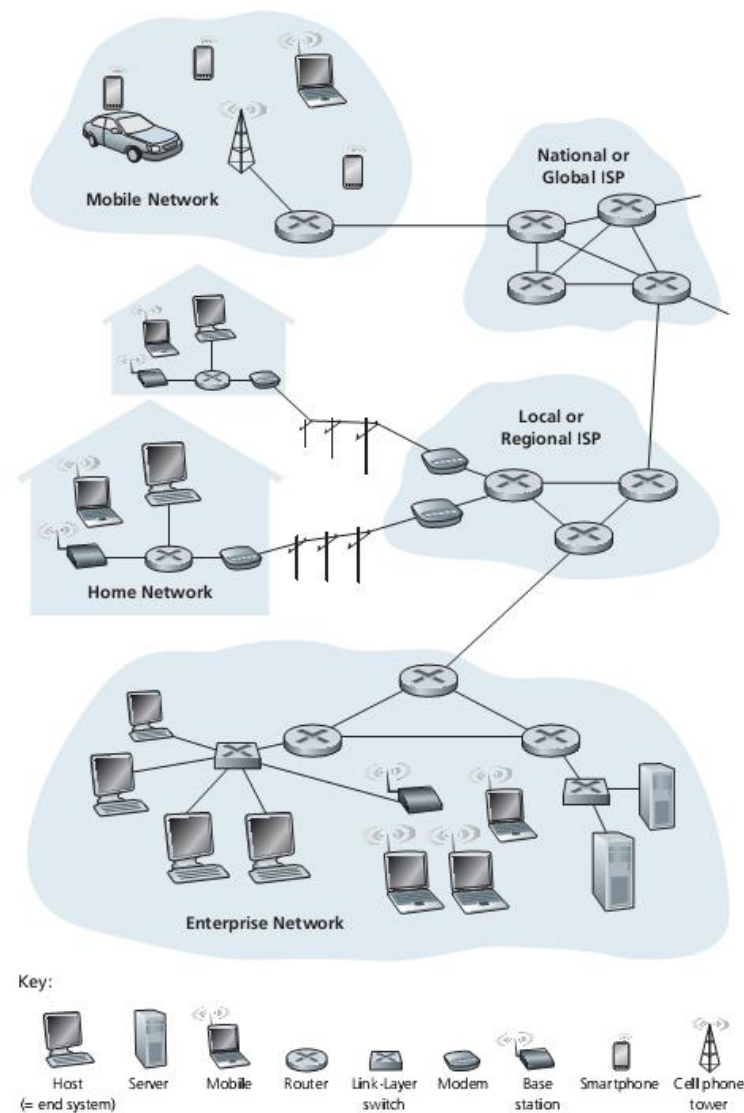
Οι φορείς παροχής υπηρεσιών διαδικτύου («πάροχοι»)

- **Internet Service Provider (ISP)**
- Προσφέρουν στα τερματικά συστήματα μια ποικιλία τύπων πρόσβασης στο διαδίκτυο (ευρυζωνική προσπέλαση).
 - *ADSL, Ethernet, υποδομή καλωδιακής τηλεόρασης, ασύρματη σύνδεση (wifi hot spots, wimax), modem τηλεφωνικής σύνδεσης, οπτική ίνα.*
- Κάθε ISP είναι ο ίδιος ένα δίκτυο δρομολογητών και ζεύξεων επικοινωνίας.
- Διασυνδέονται μεταξύ τους.
- Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ISPs:
 - *ISPs χαμηλότερης βαθμίδας (για οικιακή, εταιρική, πανεπιστημίων, δημοσίου, περιεχομένου κτλ.). Προσπέλασης, τοπικοί-εθνικοί.*
 - *ISPs υψηλότερης βαθμίδας όπου η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη. Εθνικοί ή διεθνείς. Προσπέλασης ή όχι. Χρήση ζεύξεων οπτικών ινών.*
- Κάθε ISP: ανεξάρτητη διαχείριση, χρήση πρωτοκόλλου IP.



Διαδίκτυο: το δίκτυο των δικτύων

- Διασυνδέει δίκτυα φορέων παροχής υπηρεσιών διαδικτύου (ISPs):
 - χαλαρά ιεραρχημένο,
 - δημόσιο διαδίκτυο,
 - ιδιωτικό ενδοδίκτυο (intranet).
- Με συγκεκριμένα **πρωτόκολλα** ελέγχεται και διασφαλίζεται η αποστολή και λήψη δεδομένων.
 - *TCP, IP, HTTP, Skype, 802.11*
- **Πρότυπα (Internet standards)**
 - *IETF: Internet Engineering Task Force*
 - *RFC: Request for comments (εκδόσεις της IETF)*



Διαδίκτυο: μια υποδομή παροχής υπηρεσιών

- Διαδίκτυο μπορεί να περιγραφεί σαν μια υποδομή που παρέχει υπηρεσίες σε ποικίλες εφαρμογές όπως,
 - *μεταφορά αρχείων,*
 - *ηλεκτρονικό ταχυδρομείο,*
 - *παγκόσμιος ιστός (www),*
 - *διαδικτυακή τηλεφωνία (VoIP),*
 - *μεταφορά ήχου και εικόνας σε πραγματικό χρόνο,*
 - *video κατ' απαίτηση,*
 - *κατανεμημένα παιχνίδια, κλπ*
- Το Διαδίκτυο επιτρέπει σε εφαρμογές που εκτελούνται σε διαφορετικά τερματικά συστήματα να ανταλλάσσουν μηνύματα (δεδομένα) μεταξύ τους.
- Στόχος του διαδικτύου είναι η μεταφορά δεδομένων μεταξύ τερματικών συστημάτων, για να λειτουργήσουν οι εφαρμογές.



Κατανεμημένες εφαρμογές (distributed applications)

- Πρόκειται για εφαρμογές που εκτελούνται σε πολλά τερματικά συστήματα και ανταλλάσσουν δεδομένα:
 - *τα τμήματα της εφαρμογής εκτελούνται στους τερματικούς κόμβους και ΟΧΙ στους δρομολογητές ή στους μεταγωγείς).*
- Τα τμήματα των εφαρμογών πρέπει να έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων.
- Οι τερματικοί κόμβοι παρέχουν μια **διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών** (Application Programming Interface – **API**).
- Η API καθορίζει (σύνολο κανόνων) πως το λογισμικό ενός τερματικού συστήματος ζητά από το Διαδίκτυο να παραδώσει δεδομένα, σε λογισμικό που εκτελείται σε άλλο τερματικό.
 - *Παράδειγμα παρόμοιας υπηρεσίας: το συμβατικό ταχυδρομείο. Το API της ταχυδρομικής υπηρεσίας περιγράφει πως πρέπει να είναι γραμμένη μια διεύθυνση.*



Παροχή υπηρεσιών στο διαδίκτυο

- Υλοποιείται με 2 τρόπους:
 - Υπηρεσία με σύνδεση
 - (connection oriented)
 - Υπηρεσία χωρίς σύνδεση
 - (connectionless)
- Συνήθως μια κατανεμημένη εφαρμογή κάνει χρήση μόνο του ενός εκ των δύο τρόπων παροχής υπηρεσιών.



Υπηρεσία με σύνδεση

- Μηχανισμός χειραψίας (handshake mechanism)
 - *όπου πριν ξεκινήσει η μετάδοση δεδομένων, τα εμπλεκόμενα μέρη προετοιμάζουν και εγκαθιδρύουν τη σύνδεση ανταλλάσσοντας πληροφορίες ελέγχου*
- Στο διαδίκτυο μια τέτοια υπηρεσία εγγυάται ότι τα δεδομένα που μεταδίδει ο αποστολέας θα φθάσουν στον παραλήπτη στη σωστή σειρά και πλήρη.
- Γίνεται έλεγχος της ροής και τη συμφόρησης.
- Γνωστό παράδειγμα εφαρμογής:
 - *μεταφορά δεδομένων με το πρωτόκολλο TCP.*



maxpixel.net



Υπηρεσία χωρίς σύνδεση

- Δεν υπάρχει μηχανισμός χειραψίας.
 - *Τα δεδομένα διαβιβάζονται βάσει των πληροφοριών που τα ίδια μεταφέρουν (πχ διεύθυνση προορισμού).*
- Είναι πιο γρήγορη, αλλά
 - *δεν εγγυάται ότι τα δεδομένα θα φθάσουν τελικά στον προορισμό τους,*
 - *ούτε υπάρχει επιβεβαίωση λήψης.*
- Επιπλέον η υπηρεσία δεν παρέχει έλεγχο ροής ή έλεγχο συμφόρησης.
- Γνωστό παράδειγμα εφαρμογής:
 - *μεταφορά δεδομένων με το πρωτόκολλο UDP.*



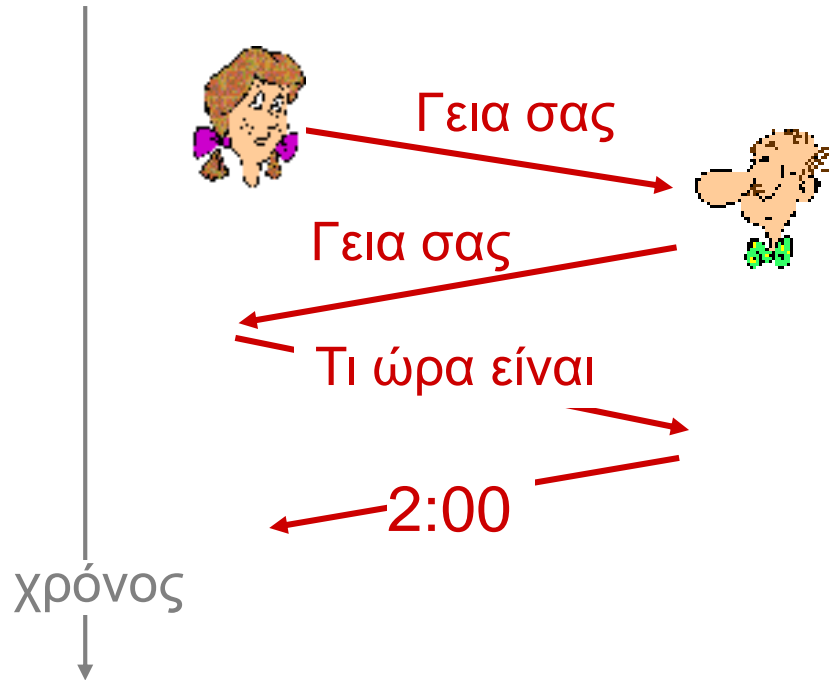
Δεν υπάρχει εγγύηση στο χρόνο παράδοσης

- Οι πιο γνωστές εφαρμογές του διαδικτύου στηρίζονται σε υπηρεσίες με σύνδεση (συνδεδειστροφείς).
- Όμως αρκετές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών πολυμέσων, χρησιμοποιούν υπηρεσίες χωρίς σύνδεση (ασυνδεδειστροφείς).
- Δεν υπάρχει υπηρεσία που να εγγυάται:
 - **συγκεκριμένο χρόνο παράδοσης των δεδομένων**
(πόσο χρόνο θα πάρει να μεταδοθούν αυτά, από τον αποστολέα στον παραλήπτη).
- Πέρα από την αύξηση της ταχύτητας τους στη γραμμή σύνδεσης με τον ISP τους, οι χρήστες δεν μπορούν να κάνουν κάτι παραπάνω για να έχουν μια καλύτερη υπηρεσία.



Τι είναι ένα πρωτόκολλο

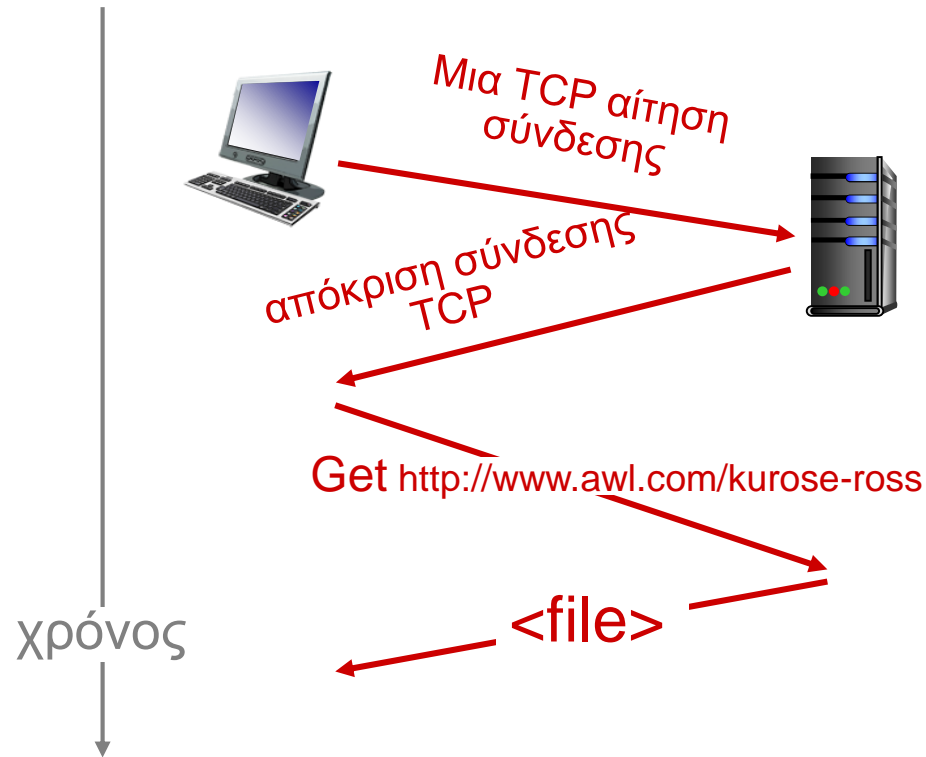
- Ένα ανθρώπινο πρωτόκολλο



- Στέλνονται συγκεκριμένα μηνύματα.
- Προβαίνουμε σε συγκεκριμένες ενέργειες όταν γίνονται αντιληπτά τα μηνύματα ή λαμβάνουν χώρα κάποιες ενέργειες.



Πρωτόκολλο δικτύου



- Επικοινωνούν υπολογιστές / συσκευές
- Όλες οι επικοινωνίες στο Διαδίκτυο διέπονται από πρωτόκολλα.



Διαδίκτυο = πρωτόκολλα

- Ένα πρωτόκολλο ορίζει τη *μορφή* και τη *σειρά* των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες οντότητες που επικοινωνούν, καθώς και τις *ενέργειες* που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μετάδοσης και / ή λήψης ενός μηνύματος ή άλλου συμβάντος.
- Στο διαδίκτυο και στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών γενικότερα γίνεται εκτεταμένη χρήση πρωτοκόλλων.
- Για διαφορετικές δράσεις/τρόπους επικοινωνίας χρησιμοποιούνται διαφορετικά πρωτόκολλα.
- Η κατανόηση διαδικτύου είναι ουσιαστικά ισοδύναμη με την κατανόηση των διάφορων πρωτοκόλλων που το διέπουν.
- Πολλά από αυτά τα πρωτοκόλλα είναι ιδιαίτερα απλά, ενώ άλλα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα.



