

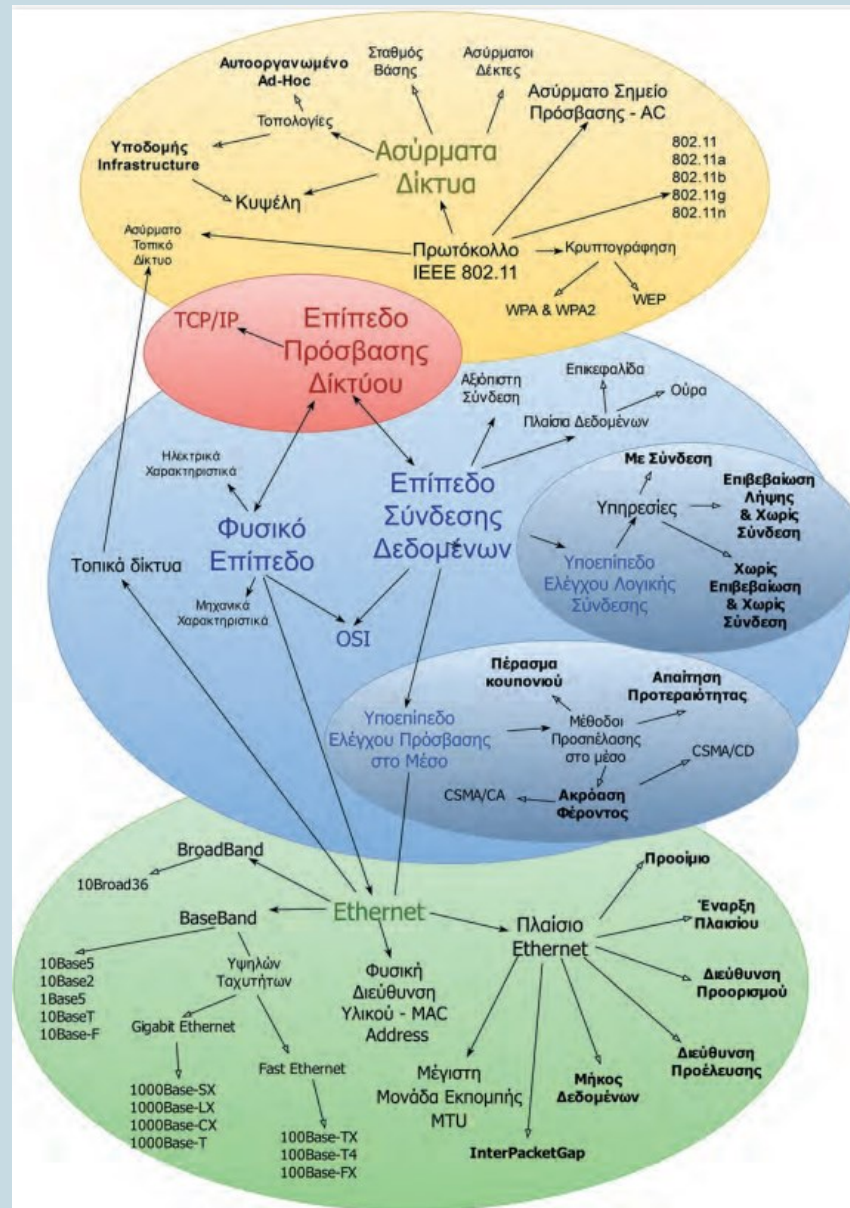
# Δίκτυα Υπολογιστών

---

## Κεφάλαιο 2 ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ - ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ (TCP/IP)



# Φυσικό Επίπεδο - OSI



# Φυσικό Επίπεδο - OSI

---

- Είναι υπεύθυνο για τη **μετάδοση bits** μέσα από το τηλεπικοινωνιακό κανάλι, το οποίο μπορεί να είναι ένα ενσύρματο μέσο ή και μία ασύρματη ζεύξη.
- Καθορίζει τα **ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης** του σταθμού με το μέσο μετάδοσης, όπως:
  - Το καλώδιο, τους ακροδέκτες που έχει ο συνδετήρας, το ρόλο του κάθε ακροδέκτη, τις διαστάσεις του, τις ανοχές κάθε διάστασης
  - Τον τρόπο αναπαράστασης των bits, τη διάρκεια κάθε bit, την αρχή και το τέλος της μετάδοσης, καθώς και το αν η μετάδοση μπορεί να γίνεται προς τη μία κατεύθυνση ή και τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα.

# Επίπεδο Σύνδεσης (ζεύξης) Δεδομένων - OSI

---

- Κάνει αξιόπιστη τη φυσική γραμμή σύνδεσης μεταξύ δύο σταθμών.
- Φτιάχνει πλαίσια δεδομένων (data frames) και ορίζει που αρχίζει και που τελειώνει κάθε πλαίσιο, προσθέτοντας την κατάλληλη επικεφαλίδα (header) και ουρά (trailer), ανιχνεύει τα σφάλματα μετάδοσης, επιδιορθώνει τα αλλοιωμένα δεδομένα ή ζητά την επανεκπομπή τους.
- Ελέγχει το πότε μπορεί να δεσμεύσει το φυσικό μέσο για την αποστολή των πλαισίων, ώστε να μη γίνει ταυτόχρονη εκπομπή με άλλο σταθμό.
- Μεταβάλλει κατά περίπτωση τη ροή των πλαισίων ανάλογα με τους ρυθμούς που μπορεί να δεχτεί ο σταθμός παραλήπτης.

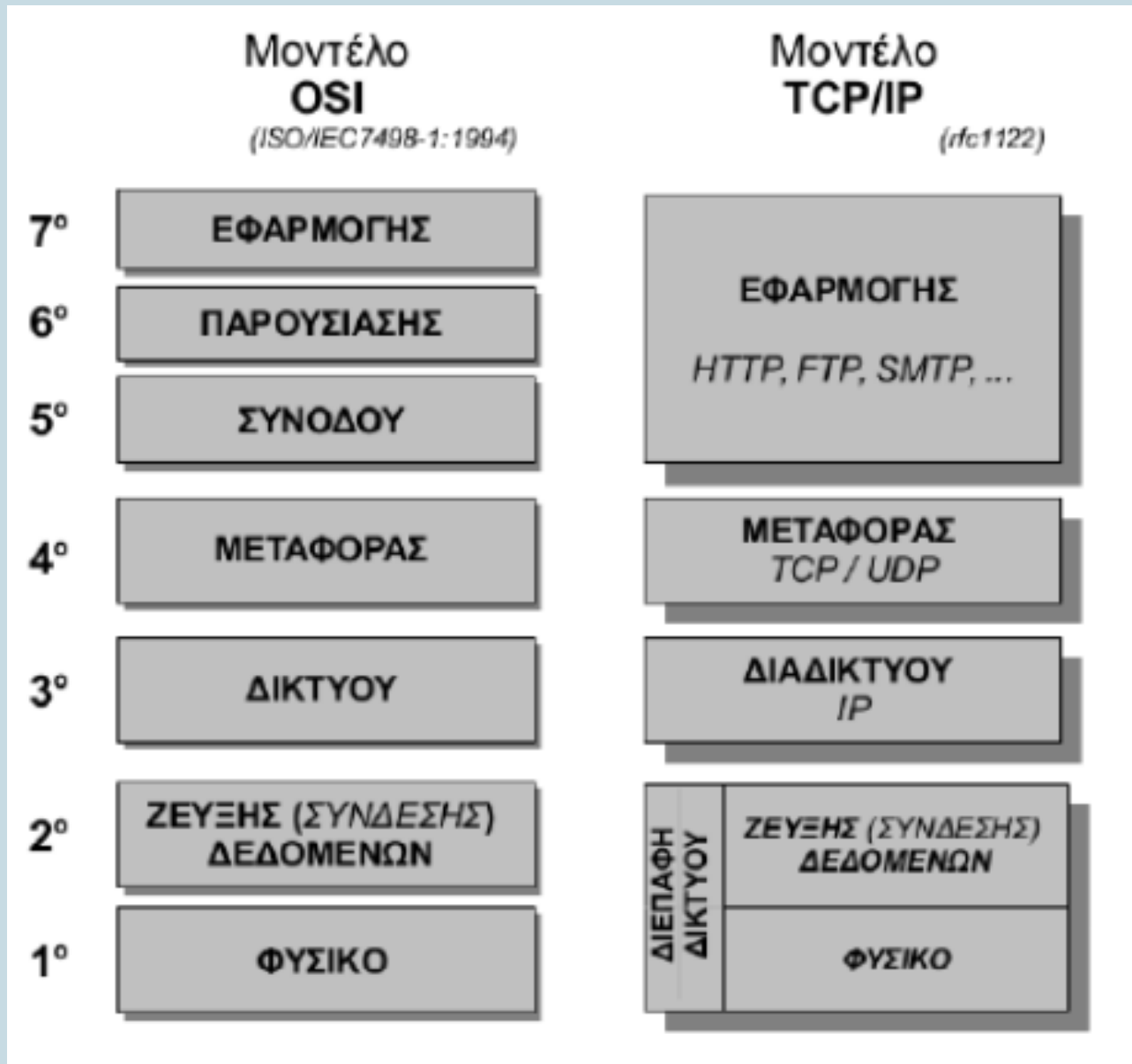
# Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου - TCP/IP

---

- Αντιστοιχεί στο **φυσικό επίπεδο** (1<sup>ο</sup>) και το **επίπεδο σύνδεσης (ζεύξης) δεδομένων** (2<sup>ο</sup>) του μοντέλου OSI.
- Παρέχει την πρόσβαση στο φυσικό μέσο, στο οποίο μεταδίδεται η πληροφορία με τη μορφή πακέτων.
- Περιλαμβάνει τα στοιχεία των φυσικών συνδέσεων, όπως: καλώδια, αναμεταδότες, κάρτες δικτύου, πρωτόκολλα πρόσβασης τοπικών δικτύων και προσφέρει τις υπηρεσίες του στο ανώτερο επίπεδο, το επίπεδο δικτύου.

Το μοντέλο του TCP/IP δεν προδιαγράφει συγκεκριμένα πρωτόκολλα για το επίπεδο πρόσβασης δικτύου. Η βασική απαίτηση από το συγκεκριμένο επίπεδο είναι να μπορεί να **ενθυλακώνει και να διακινεί αυτοδύναμα πακέτα IP**.

# Η Πρόσβαση στο Μέσο



# Η Πρόσβαση στο Μέσο

---

- Αν πρόκειται να γίνει αποστολή δεδομένων μέσω του δικτύου, πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος ώστε να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:
  - Εισαγωγή των δεδομένων στο καλώδιο χωρίς να γίνει σύγκρουση με άλλα δεδομένα.
  - Να λάβει τα δεδομένα ο αποδέκτης με σχετική εγγύηση ότι αυτά δεν έχουν καταστραφεί σε σύγκρουση δεδομένων (data collision) κατά τη μετάδοση.
- Το σύνολο των κανόνων που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα εισάγονται στο καλώδιο, ονομάζεται μέθοδος προσπέλασης (access method).
- Αν διαφορετικοί υπολογιστές χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους προσπέλασης, τότε το δίκτυο θα αποτύχει, γιατί κάποιες μέθοδοι θα κυριαρχήσουν στο καλώδιο.

# Τρόποι αποφυγής ταυτόχρονης χρήσης του μέσου μεταφοράς

---

- Υπάρχουν τρεις τρόποι για την αποφυγή ταυτόχρονης χρήσης του μέσου μεταφοράς:
  - **Μέθοδοι Carrier-sense multiple access** (ακρόαση φέροντος πολλαπλής πρόσβασης)
    - Με ανίχνευση σύγκρουσης (collision detection)
    - Με αποφυγή σύγκρουσης (collision avoidance)
  - **Μέθοδος token passing** (πέρασμα κουπονιού) που δίνει δυνατότητα για μεμονωμένη αποστολή δεδομένων
  - **Μέθοδος απαίτησης προτεραιότητας**



# Πρότυπα Τοπικών Δικτύων

---

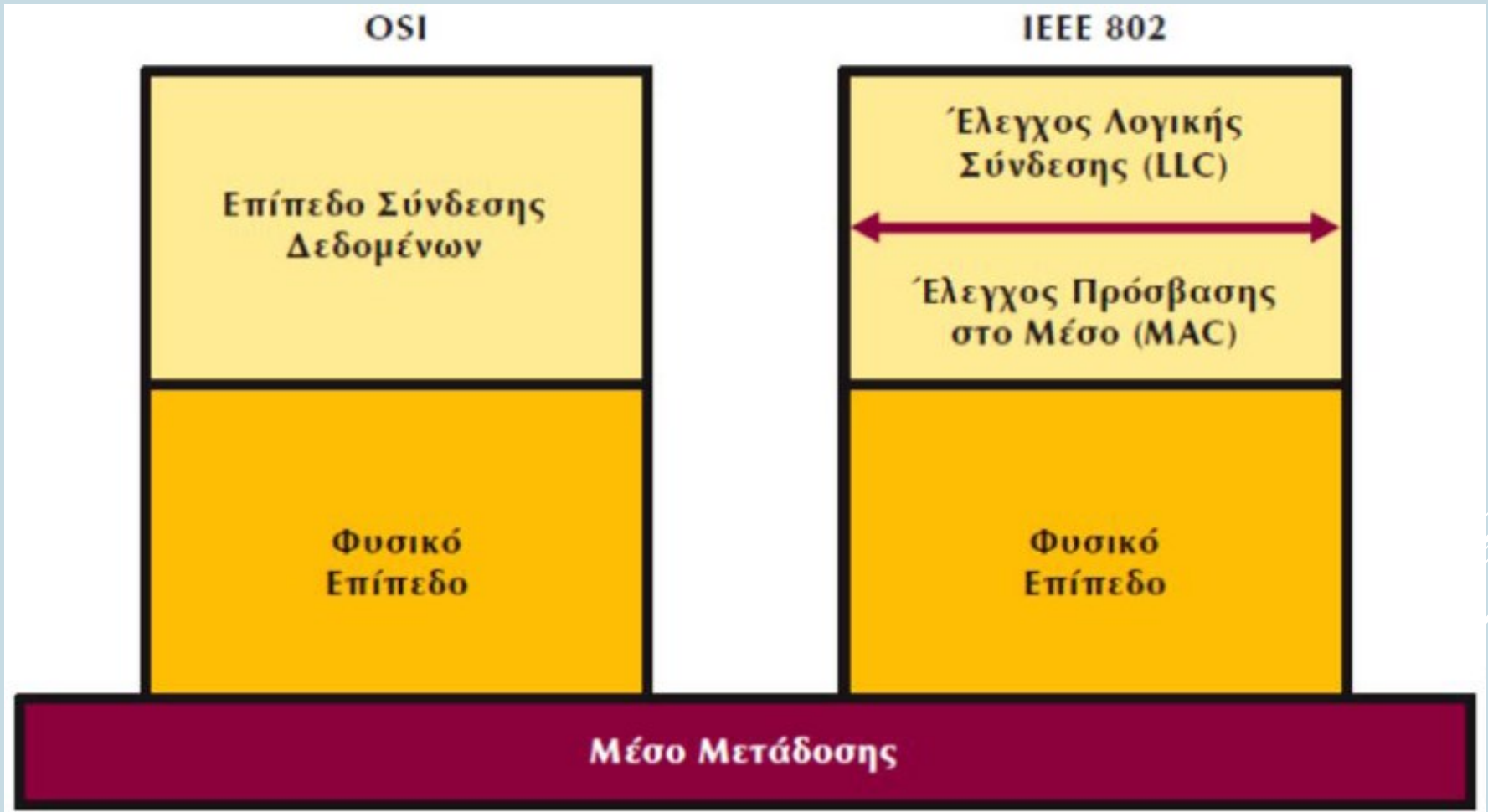
- Η τυποποίηση των τοπικών δικτύων άρχισε με τη συνδρομή τόσο του **Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE)** όσο και της **Ευρωπαϊκής Ένωσης Κατασκευαστών Υπολογιστών (European Computer Manufacturing Association, ECMA)** οι οποίοι συμφώνησαν να ακολουθήσουν το μοντέλο OSI.
- Όπως έχουμε αναφέρει το μοντέλο OSI αναλύεται σε 7 επίπεδα.
- Το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> επίπεδο καθορίζουν τον τύπο του δικτύου και το πρωτόκολλο επικοινωνίας. Η υλοποίηση των δύο αυτών των επιπέδων γίνεται με συνδυασμό υλικού και λογισμικού.

# Επιτροπή ΙΕΕΕ 802

---

- Ο οργανισμός ΙΕΕΕ δημιούργησε επιτροπή, που είναι γνωστή σαν επιτροπή 802, με έργο τον καθορισμό προτύπων για τα τοπικά (LAN) και μητροπολιτικά (MAN) δίκτυα υπολογιστών.
- Δημιουργήθηκαν αρχικά σε 6 υποεπιτροπές και η καθεμία ανέλαβε την ανάπτυξη επιμέρους προτύπων για τους διαφορετικούς τύπους δικτύων.
- Κάθε υποεπιτροπή ονομάστηκε ΙΕΕΕ 802.X (π.χ 802.2,802.3 κτλ)
- το δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI χωρίσθηκε σε δύο υποεπίπεδα:
  - στο υποεπίπεδο **Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης** της γραμμής (Logical Link Control, **LLC**)
  - στο υποεπίπεδο **Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο** (Medium Access Control, **MAC**).

# Σχέση Μοντέλων Αναφοράς OSI και IEEE 802



# Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης (LLC - IEEE 802.2)

---

- Το επίπεδο δικτύου υποστηρίζεται από τα **Σημεία Πρόσβασης για Εξυπηρέτηση (SAPs - Service Access Points)**, που παρέχει το υποεπίπεδο LLC.
- Το **υποεπίπεδο LLC** με τη σειρά του **δέχεται υπηρεσίες** από το κατώτερο του **υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο MAC**.
- Το υποεπίπεδο LLC μπορεί να παρέχει τις παρακάτω υπηρεσίες:
  - Υπηρεσία χωρίς επιβεβαίωση και χωρίς σύνδεση (UnAcknowledged connectionless service)
  - Υπηρεσία με επιβεβαίωση λήψης χωρίς σύνδεση (Acknowledged connectionless service)
  - Υπηρεσία με σύνδεση (Connection oriented service)

# Υπηρεσία χωρίς επιβεβαίωση και χωρίς σύνδεση

---

Η υπηρεσία αυτή προσφέρει τη **μικρότερη καθυστέρηση** στην επικοινωνία των σταθμών εργασίας και είναι κατάλληλη για επικοινωνία σε μέσα, που παρουσιάζουν χαμηλό ποσοστό λαθών και η επανάκτηση λανθασμένων δεδομένων γίνεται από υψηλότερα επίπεδα.

- Ένας σταθμός εργασίας στέλνει πλαίσια στο σταθμό εργασίας του προορισμού χωρίς να περιμένει επιβεβαίωση λήψης.
- Δεν εγκαθίσταται προκαταβολικά σύνδεση μεταξύ των δύο σταθμών και ούτε, φυσικά, τερματίζεται η σύνδεση στο τέλος της επικοινωνίας.
- Εάν, για κάποιο λόγο, χαθεί κάποιο πλαίσιο, δεν γίνεται προσπάθεια επανάκτησής του.

# Υπηρεσία με επιβεβαίωση λήψης χωρίς σύνδεση

---

Η υπηρεσία αυτού του είδους κυρίως εφαρμόζεται, σε συνδέσεις τύπου σημείο προς σημείο (point to point).

- Δεν εγκαθίσταται σύνδεση μεταξύ των σταθμών εργασίας πριν την έναρξη ανταλλαγής δεδομένων.
- Για κάθε πλαίσιο που στέλνεται επιβεβαιώνεται η λήψη του από το σταθμό εργασίας του προορισμού.

# Υπηρεσία με σύνδεση

---

Είναι η πιο περίπλοκη υπηρεσία που μπορεί να παρέχει το υποεπίπεδο LLC. Περιλαμβάνει:

- Εγκατάσταση νοητού κυκλώματος μεταξύ των σταθμών που θα επικοινωνήσουν (αποστολέα – παραλήπτη).
- Επιβεβαίωση λήψης του κάθε πλαισίου που μεταδίδεται από τον αποστολέα στον παραλήπτη.
- Έλεγχο ροής των δεδομένων του από το επίπεδο Δικτύου.

# Εγκατάσταση νοητού κυκλώματος

---

Η διαδικασία εγκατάστασης ενός νοητού κυκλώματος περιλαμβάνει τρία στάδια:

- Την εγκατάσταση σύνδεσης, όπου οι δύο σταθμοί που πρόκειται να επικοινωνήσουν, ανταλλάσσουν κάποιες αρχικές τιμές για μεταβλητές και μετρητές που χρειάζονται για να παρακολουθήσουν την μετάδοση των πλαισίων.
- Την μεταφορά δεδομένων, όπου μεταδίδονται τα πλαίσια και επιβεβαιώνεται η λήψη τους.
- Τον τερματισμό της σύνδεσης, όπου απελευθερώνονται οι μεταβλητές και μετρητές και γενικά ότι μέσα χρησιμοποιήθηκαν για τη επίτευξη της επικοινωνίας.



# Δίκτυα ETHERNET (10/100/1000Mbps)

---

## Βασικά Πρότυπα του IEEE 802.3

Προκειμένου να καλυφθούν οι διάφοροι συνδυασμοί **φυσικών μέσων μεταφοράς και ρυθμών δεδομένων**, το πρότυπο IEEE 802.3 δημιούργησε και κωδικοποίησε τα βασικά πρότυπα δικτύων ως εξής:

### **X Base/Broadband Y**

όπου:

- **X**: η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων σε Mbps
- **Base/Broadband**: ο τύπος σηματοδότησης, που χρησιμοποιείται
- **Y**: το μέγιστο μήκος του τμήματος (segment)

# Βασικά πρότυπα του IEEE 802.3 και τα χαρακτηριστικά τους

Τύπος Δικτύου	Μέσο Μετάδοσης	Μέθοδος Σηματοδοσίας	Ρυθμός Δεδομένων	Μέγιστο μήκος τμήματος	Τοπολογία
<b>10Base5</b>	Ομοαξονικό 50 Ohm thick	Βασικής ζώνης	10 Mbps	500 m	Αρτηρίας
<b>10Base2</b>	Ομοαξονικό 50 Ohm thin (RG-58)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	185 m	Αρτηρίας
<b>1Base5</b>	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	1 Mbps	250 m	Αστέρα
<b>10BaseT</b>	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	100 m	Αστέρα
<b>10Broad36</b>	Ομοαξονικό 75 Ohm	Ευρυζωνική	10 Mbps	3600 m	Αρτηρίας

# 10Base-F: Fiber Ethernet

---

Το 10Base-F βασίζεται στην προδιαγραφή FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link), που δημιουργήθηκε για τη διασύνδεση επαναληπτών με οπτικές ίνες. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη οπτική ίνα είναι η διπλή πολύτροπη 62.5/125  $\mu\text{m}$  για τη μεταφορά υπέρυθρης ακτινοβολίας φωτός από LEDs. Η πιο γνωστή έκδοση είναι η 10Base-FL και χρησιμοποιείται στη διασύνδεση κυρίως επαναληπτών (repeaters) σε απόσταση μέχρι και 2Km.

Το μειονέκτημα, όμως, της οπτικής ίνας είναι το αυξημένο κόστος και η δυσκολία, που παρουσιάζει στην εγκατάσταση και το χειρισμό της (π.χ. δεν μπορούμε να την τσακίσουμε για το σχηματισμό γωνίας).

# Ethernet υψηλών ταχυτήτων 802.3u

---

Το Fast Ethernet παρέχει εύρος ζώνης 100Mbps. Εκτός από το δεκαπλασιασμό της ταχύτητας, που παρέχει το Fast Ethernet, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να μην διαταραχθεί κατά το δυνατόν η υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή.

- **100Base-TX:** Ως φυσικό μέσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο UTP (αθωράκιστο) κατηγορίας 5, ή καλώδιο STP (θωρακισμένο). Μέγιστο μήκος 100m. Για τη μετάδοση των δεδομένων χρησιμοποιούνται τα δύο από τα τέσσερα ζεύγη του καλωδίου, ένα ζεύγος για κάθε κατεύθυνση.
- **100Base-T4:** Το φυσικό μέσο μπορεί να είναι καλώδιο UTP κατηγορίας 3 και πάνω. Η μέγιστη απόσταση ενός τμήματος είναι τα 100 μέτρα. Γίνεται χρήση και των τεσσάρων ζευγών του καλωδίου, 3 για δεδομένα και 1 για αναγνώριση συγκρούσεων.
- **100Base-FX:** Χρησιμοποιεί διπλή πολύτροπη (62.5/125μm) ή μονότροπη οπτική ίνα. Το μήκος τμήματος για την περίπτωση χρήσης πολύτροπης ίνας είναι 412 μέτρα σε επικοινωνία half-duplex και 2 χιλιόμετρα σε επικοινωνία full-duplex. Για μονότροπη ίνα η απόσταση τμήματος μπορεί να φθάσει τα 25 χιλιόμετρα.

# Gigabit Ethernet 802.3z

---

- **1000Base-T:** UTP (Αθωράκιστο) 100 m Cat. 5 UTP
  - **1000Base-SX:** οπτική ίνα, 550 πολύτροπη (50 μm), 275 m πολύτροπη (62,5 μm)
  - **1000Base-LX:** οπτική ίνα 550 m πολύτροπη (50 μm ή 62,5 μm) και 5000 m για μονότροπη (9 μm)
- ❖ Το gigabit Ethernet δημιουργεί νέες δυνατότητες στο χώρο των τοπικών δικτύων με την πολύ υψηλή ταχύτητα, που μπορεί να προσφέρει. Ειδικά με την τυποποίηση του 1000BaseT γίνεται πολύ ελκυστικό, γιατί μπορεί να εκμεταλλευθεί την υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή που στην πλειοψηφία της είναι τύπου cat 5. Οι νεότερες εκδόσεις των Gigabit Ethernet δικτύων προσφέρουν ταχύτητες των 10Gb, 40Gb και 100Gb Ethernet, ενώ υπό ανάπτυξη βρίσκονται τα δίκτυα των 400Gb.

# Διευθύνσεις Ελέγχου πρόσβασης στο Μέσο (MAC)

---

- Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο Ethernet έχει μια φυσική διεύθυνση ή διεύθυνση υλικού (Hardware Address), ώστε να αναγνωρίζεται μοναδικά σε όλο το δίκτυο.
- Αναφέρεται και ως διεύθυνση ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (MAC Address, Media Access Control) ή **διεύθυνση MAC**.
- Είναι ένας **δυναδικός αριθμός των 48 bit** (MAC-48, EUI-48) ή έξι οκτάδων και γράφεται στο δεκαεξαδικό αριθμητικό σύστημα ως έξι διψήφιοι δεκαεξαδικοί αριθμοί χωρισμένοι με παύλες (στα windows) ή με άνω-κάτω τελείες (στο unix/linux).

**Unix/Linux: 74:ea:3a:cd:06:40**

**Windows: 74-ea-3a-cd-06-40**

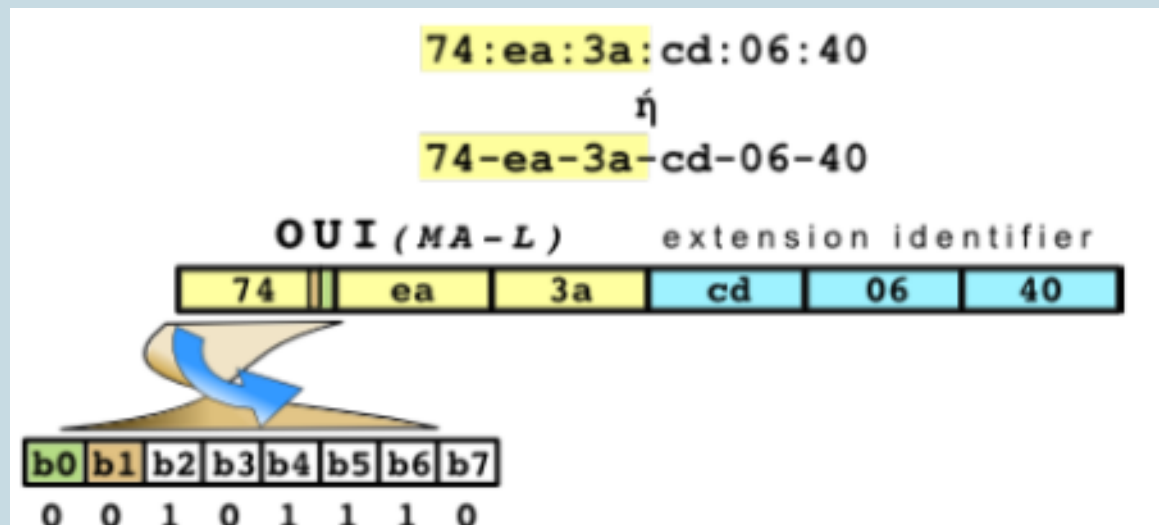
# Διευθύνσεις Ελέγχου πρόσβασης στο Μέσο (MAC)

---

- Οι διευθύνσεις MAC απαρτίζονται από δυο μέρη των 24ων δυαδικών ψηφίων.
  - το πρώτο μέρος (24bit) αποτελεί την μοναδική **Ταυτότητα του Οργανισμού (OUI)** και αντιπροσωπεύει τον κατασκευαστή
  - το δεύτερο μέρος αποτελεί τον **αύξοντα αριθμό σειράς** παραγωγής και το ορίζει ο κατασκευαστής.
  
- ❖ Οι κόμβοι ενός δικτύου Ethernet ανταλλάσσουν δεδομένα-πληροφορίες τις οποίες ενθυλακώνουν σε πακέτα τα οποία ονομάζονται **πλαίσια**. Στην επικεφαλίδα του πλαισίου τοποθετούνται διαχειριστικές πληροφορίες από τις οποίες οι σημαντικότερες είναι **οι διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη**.

# Τρόπος αποστολής διεύθυνσης (MAC)

- Στο Ethernet αποστέλλεται πρώτα το πιο σημαντικό byte (MSB) αλλά για κάθε byte, αποστέλλεται πρώτα το λιγότερο σημαντικό bit (LSB). Αυτός ο τρόπος αποστολής λέγεται **Little Endian σε επίπεδο bit**.
- Έτσι για τη διεύθυνση **74:ea:3a:cd:06:40** κατά την εκπομπή των byte, θα αποσταλεί πρώτα το MSB, δηλ. το 74 (0111 0100) αλλά με την αντίστροφη σειρά, σε επίπεδο bit. Δηλαδή πρώτα το b0, μετά το b1 κ.ο.κ. (0010 1110).





# Ειδικά ψηφία της διεύθυνσης MAC

---

Τα δύο πρώτα bit, δηλαδή το b0 και b1 του MSB της διεύθυνσης έχουν ειδική σημασία.

- Το πρώτο (**b0**) είναι το **M bit** ή **I/G (Individual/Group)**. Όταν είναι 1 σημαίνει ότι η διεύθυνση αφορά πολλούς αποδέκτες, είναι πολυδιανομής (Multicast), ενώ όταν είναι 0 αφορά αποκλειστική διανομή.
- Το δεύτερο (**b1**) είναι το **X bit** ή **U/L (Universal/Local)**. Όταν είναι 1 σημαίνει ότι η διεύθυνση είναι τοπικά διαχειριζόμενη ενώ όταν είναι 0 είναι καθολικά μοναδική.

Ειδική περίπτωση είναι η **διεύθυνση MAC** με όλα τα ψηφία 1, δηλ. **ff-ff-ff-ff-ff-ff** η οποία είναι διεύθυνση εκπομπής. Πλαίσιο με διεύθυνση προορισμού **ff-ff-ff-ff-ff-ff** παραλαμβάνεται από όλους τους κόμβους του (τοπικού) δικτύου.

# Ειδικά ψηφία της διεύθυνσης MAC

74 : ea : 3a : cd : 06 : 40

ή

74 - ea - 3a - cd - 06 - 40

**OUI (MA-L)**

extension identifier



0 0 1 0 1 1 1 0



**X bit (U/L)**  
0 καθολικά μοναδική  
1 τοπικά διαχειριζόμενη

**M bit (I/G)**  
0 αποκλειστική διανομή  
1 πολυδιανομή

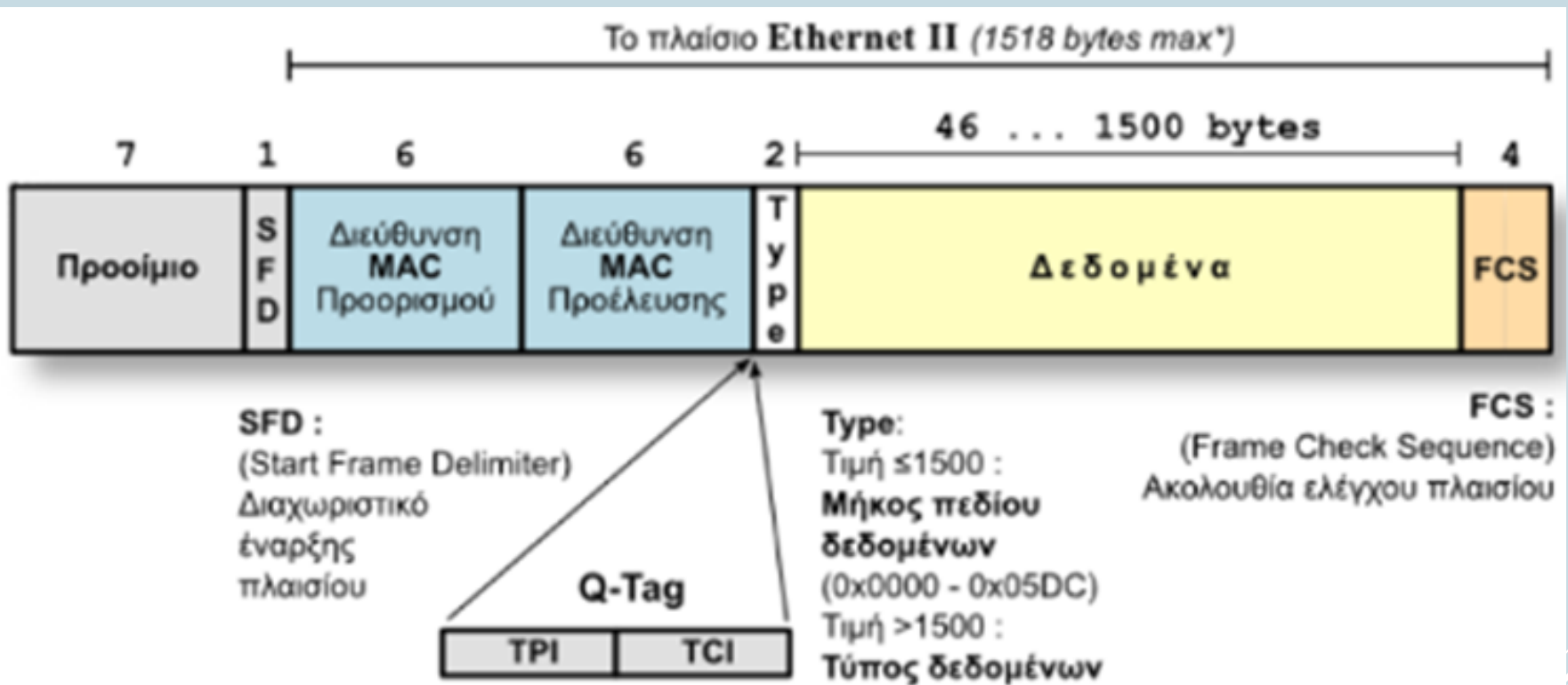
# Δομή Πλαισίου Ethernet

---

Το πλαίσιο στο Ethernet έχει συγκεκριμένη δομή:

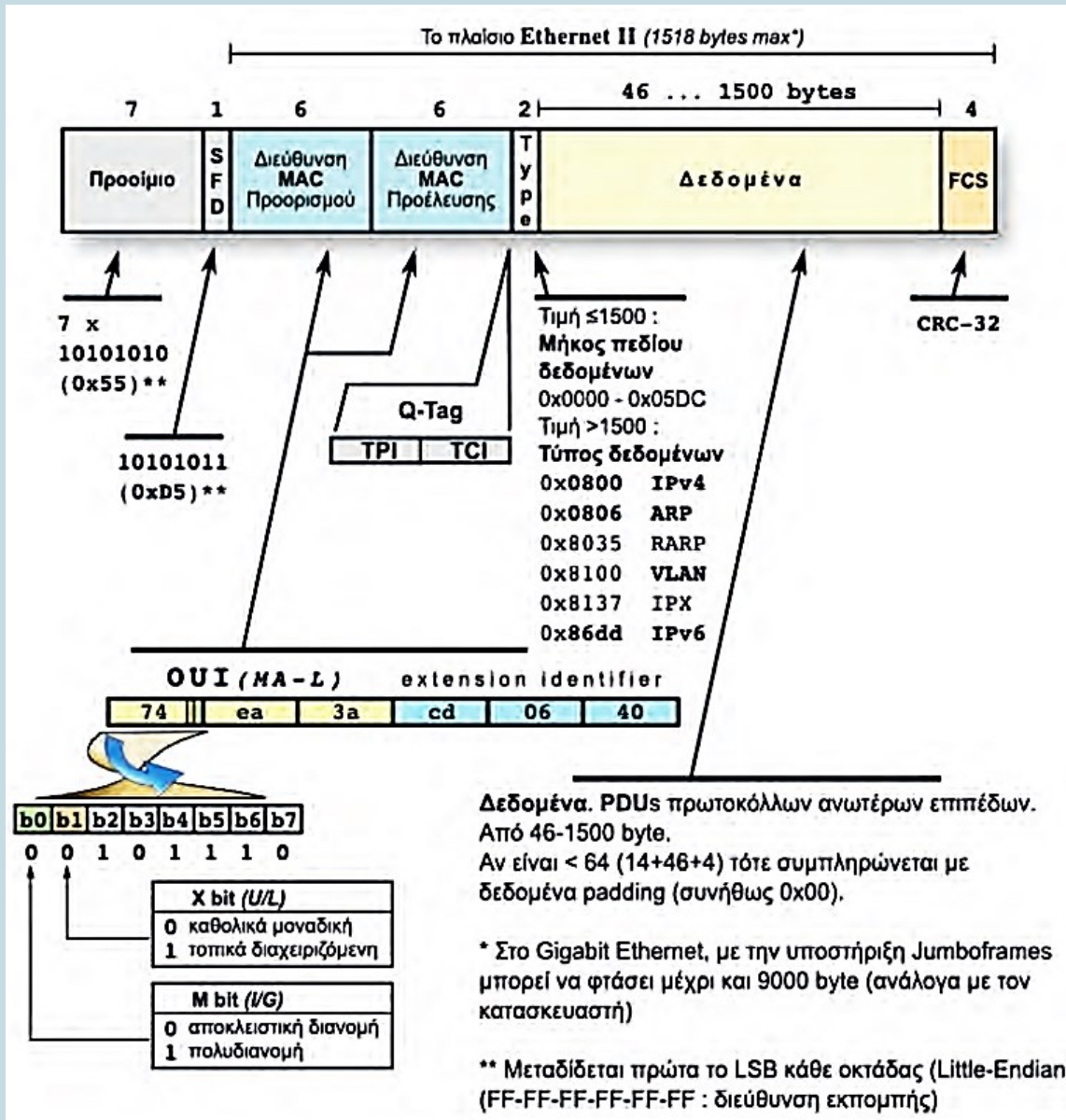
- Το προοίμιο - **Preamble** (7 οκτάδες 0x55)
  - Έναρξη του πλαισίου - **SFD Start Frame Delimiter** (1 οκτάδα 0xD5)
  - Διεύθυνση MAC προορισμού - **Destination** (6 οκτάδες)
  - Διεύθυνση MAC προέλευσης - **Source** (6 οκτάδες)
  - Τύπος/Μήκος δεδομένων – **Type** (2 οκτάδες)
  - Δεδομένα – **Data payload** (46-1500 byte)
  - Ακολουθία ελέγχου πλαισίου **FCS Frame Checksum Sequence** (4 οκτάδες)
- ❖ Μετά το τέλος του πλαισίου ακολουθεί μια παύση διάρκειας **96bit** ώστε να επιτραπεί στα κυκλώματα του δέκτη να επεξεργαστούν το ληφθέν πλαίσιο και να ετοιμαστεί για τη λήψη επόμενου πλαισίου. Αυτό λέγεται **InterPacketGap (IPG)**.

# Δομή Πλαισίου Ethernet



- ❖ Το μήκος των δεδομένων του ωφέλιμου φορτίου του πλαισίου μπορεί να φτάσει από 46 μέχρι 1500 οκτάδες και ονομάζεται **Μέγιστη μονάδα εκπομπής MTU (Maximum Transmission Unit)**. Είναι απαίτηση του προτύπου το συνολικό μέγεθος του πλαισίου να μην είναι μικρότερο των 64 οκτάδων (18 επικεφαλίδα και 46 φορτίο). Αν συμβαίνει να είναι μικρότερο τότε συμπληρώνεται συνήθως με μηδενικά (**padding**) για να φτάσει στο ελάχιστο μήκος.

# Δομή Πλαισίου Ethernet



# Δομή Πλαισίου Ethernet

Το πλαίσιο (frame) Ethernet II	
<b>Προοίμιο</b> (Preamble) 7 byte	56 bits εναλλασσόμενοι άσοι-μηδενικά ( <b>10101010, 0x55</b> )** για να συγχρονιστεί ο δέκτης της κάρτας Ethernet
<b>Start Frame Delimiter</b> (Διαχωριστής Έναρξης Πλαισίου) 1 byte	η ακολουθία <b>10101011 (0xD5)**</b> , η οποία σημαίνει την έναρξη του πλαισίου Το πλαίσιο Ethernet II (DIX) το θεωρεί ενιαίο με το προοίμιο (ως προοίμιο των 8 byte)
<b>Διεύθυνση MAC Προορισμού</b> (Destination) 6 byte	Η φυσική διεύθυνση (MAC) παραλήπτη είναι 6 byte <b>** Μεταδίδεται πρώτα το LSB κάθε οκτάδας (Little-Endian) (FF-FF-FF-FF-FF-FF : διεύθυνση ακρόασης)</b>
<b>Διεύθυνση MAC Προέλευσης</b> (Source) 6 byte	Η φυσική διεύθυνση (MAC) αποστολέα είναι 6 byte, 3 byte OUI + 3 byte κατ' επιλογήν του κατασκευαστή του υλικού (συνήθως, βρίσκεται γραμμένη στη ROM της κάρτας)
<b>Type</b> (Τύπος) ή μήκος πλαισίου (802.3 LLC/SNAP, "raw") 2 byte	Τιμή ≤1500 : Μήκος πεδίου δεδομένων 0x0000 - 0x05DC Τιμή >1500 : Τύπος δεδομένων 0x0800 <b>IPv4</b> 0x8100 <b>VLAN</b> 0x86DD <b>IPv6</b> 0x0806 <b>ARP</b> 0x8137 <b>IPX (old)</b>
<b>Δεδομένα</b> (Data-payload) 46-1500 byte	Δεδομένα. PDUs πρωτοκόλλων ανωτέρων επιπέδων. Από 46-1500 byte. Αν είναι < 64 (14+46+4) τότε συμπληρώνεται με δεδομένα padding (συνήθως 0x00). <b>* Στο Gigabit Ethernet, με την υποστήριξη Jumboframes μπορεί να φτάσει μέχρι και 9000 byte (ανάλογα με τον κατασκευαστή)</b>
<b>FCS</b> (Frame Checksum Sequence) 4 byte	Ακολουθία ελέγχου σφάλματος (CRC-32) κατά τη μετάδοση του πλαισίου
<b>IPG</b> (InterPacketGap) (96bit) 12 byte	Παύση διάρκειας 96bit ώστε να επιτραπεί στα κυκλώματα του δέκτη να επεξεργαστούν το ληφθέν πλαίσιο και να είναι έτοιμος για τη λήψη επόμενου πλαισίου

# Ασύρματα Δίκτυα

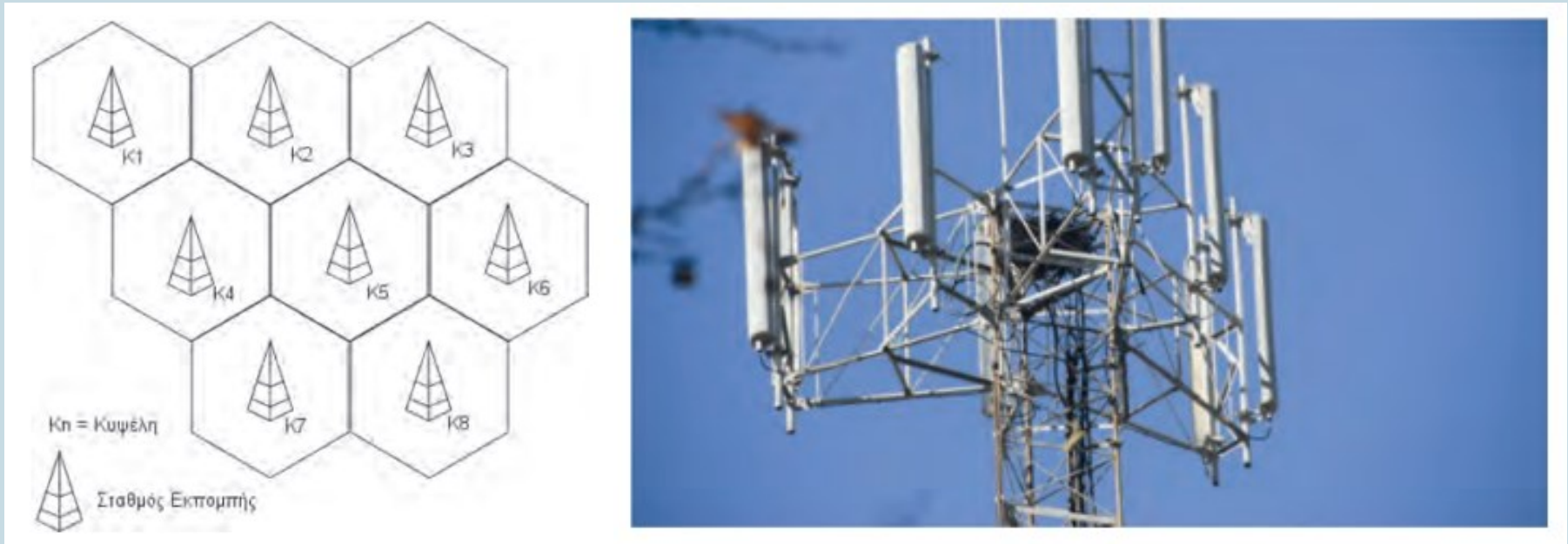
---

- Ένα ασύρματο δίκτυο είναι ένα δίκτυο το οποίο δεν χρησιμοποιεί καλώδια για τις συνδέσεις των διαφόρων συσκευών που δικτυώνονται σε αυτό. Αντί του καλωδίου χρησιμοποιείται η μετάδοση ειδικά διαμορφωμένων οπτικών, υπέρυθρων ή ακόμα και ραδιοκυματικών σημάτων μέσω του αέρα.

## Κυψελοειδή Ασύρματα Δίκτυα

- Κάθε δίκτυο καλύπτει μια περιοχή που ονομάζεται **κυψέλη (cell)** χρησιμοποιώντας **ένα σταθμό βάσης (Base Station)** και πολλούς ασύρματους χρήστες-δέκτες. Αντίστοιχα, κάθε κυψέλη καλύπτει με ασύρματο σήμα μια περίπου εξαγωνική ή κυκλική περιοχή και πολλές κυψέλες μαζί καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις με ασύρματο σήμα.

# Κυψελοειδή Ασύρματα Δίκτυα



- ❖ Προϋπόθεση για τη σύνδεση των μεταξύ τους συσκευών είναι να έχουν εξοπλιστεί με το κατάλληλο υλικό διεπαφής που επιτρέπει τη σύνδεσή τους μέσω ασύρματης τεχνολογίας.

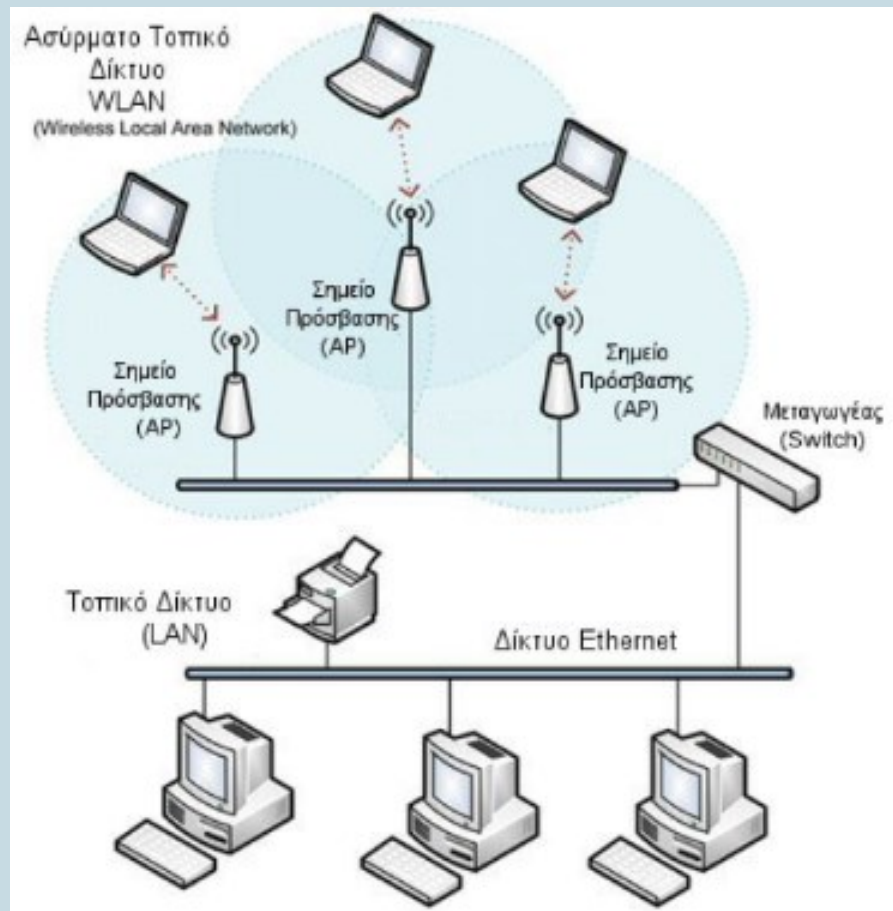


# Ασύρματο τοπικό δίκτυο

---

- Τα **ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN, Wireless Local Area Network)** είναι τα δίκτυα που επιτρέπουν σε ένα χρήστη κινητής συσκευής, όπως είναι ένας φορητός υπολογιστής, ένα έξυπνο τηλέφωνο ή ένα tablet, να συνδέονται σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης που χρησιμοποιεί υψηλής συχνότητας ραδιοκύματα.
- Ένα **Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point, AP)** είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει τη λειτουργία της ραδιοεπικοινωνίας με τους ασύρματους σταθμούς σε μια κυψέλη. Η συσκευή αυτή μπορεί να είναι εξωτερική συνδεόμενη ενσύρματα με ένα δρομολογητή, εσωτερική μονάδα σε ένα δρομολογητή ή υλοποιείται με χρήση λογισμικού και μιας κάρτας PCI σε ένα Η/Υ.

# Επέκταση Δικτύου με Access Points



Τα 3 σημεία πρόσβασης (APs) σχηματίζουν ένα WLAN και επιτρέπουν σε φορητές συσκευές, εντός εμβέλειας του σήματος, να συνδεθούν με αυτά. Τα σημεία πρόσβασης συνδέονται ενσύρματα με έναν μεταγωγέα (switch) και στη συνέχεια με το ενσύρματο τοπικό δίκτυο (LAN).

# Πρωτόκολλο IEEE 802.11

---

- Το πρωτόκολλο που υλοποιεί τα ασύρματα τοπικά δίκτυα είναι το IEEE 802.11.
- Τα κυριότερα πρότυπα του IEEE 802.11 είναι τα **a/b/g/n/ac/ax**
- Λειτουργεί στο **φυσικό επίπεδο** και το **επίπεδο σύνδεσης δεδομένων** του **OSI** και επιτρέπει τη συνεργασία συσκευών και εφαρμογών που ακολουθούν το πρότυπο αυτό.
- Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο **Ethernet** και το **CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance)** για διαμοιρασμό του καναλιού.
- Χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση με τους αλγορίθμους WEP, WPA και WPA2.

# WiFi Πρότυπα

Πρότυπο IEEE	Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης	Συχνότητες
802.11	1 Mbps/2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	11 Mbps	5 GHz
802.11b	5.5 Mbps/11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	600 Mbps	2.4 GHz & 5 GHz

2014

❖ Wifi 5      802.11ac      1300 Mbps      5 GHz

2019

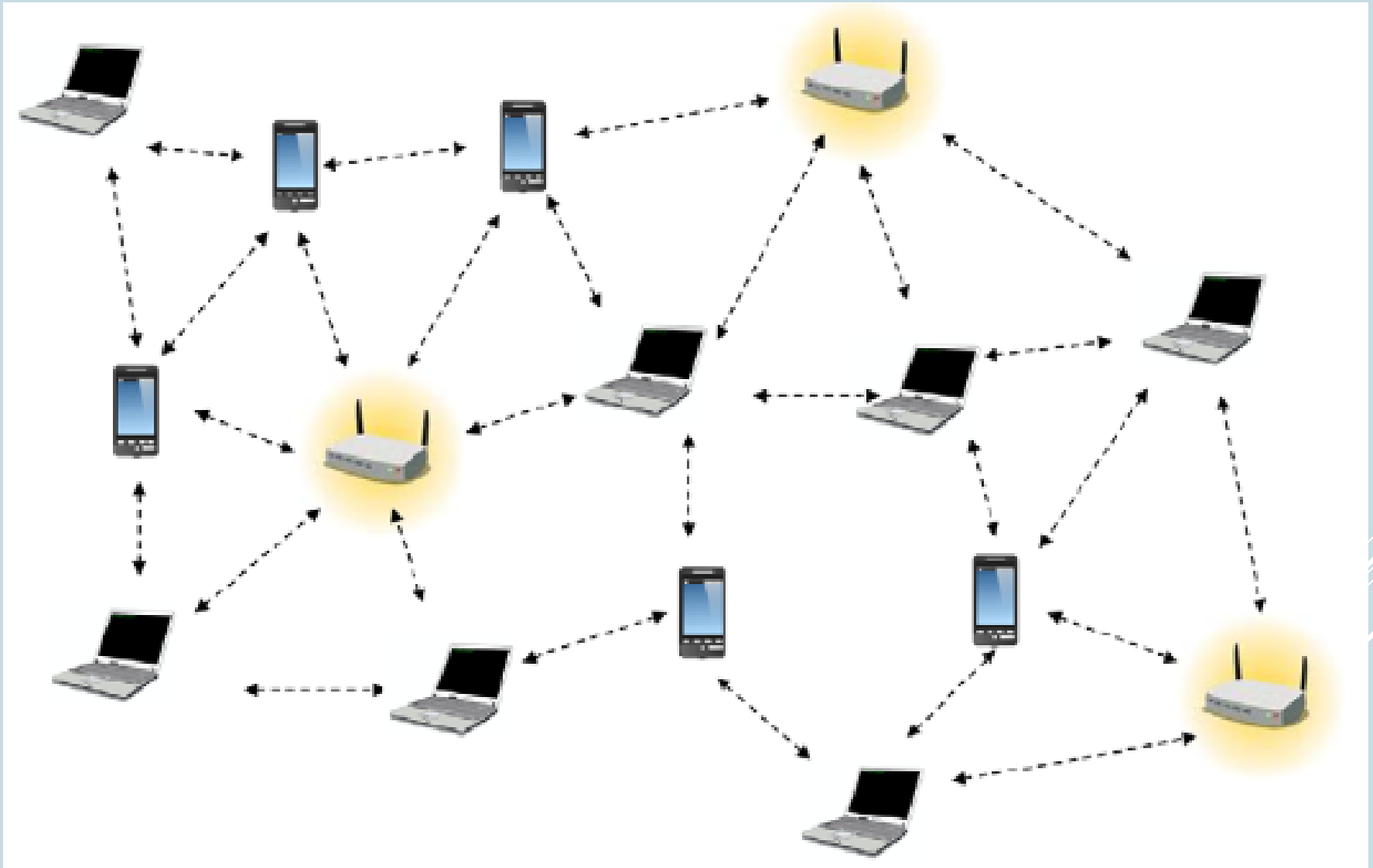
❖ Wifi 6      802.11ax      10000 Mbps      2.4 GHz & 5 GHz

# \*Τοπολογία Ασύρματου δικτύου Ad-Hoc

---

- Ένα **ασύρματο ad hoc δίκτυο** (αυτοοργανωμένο ή κατ' απαίτηση), είναι ένας **αποκεντρωμένος** τύπος ασύρματου δικτύου και δεν βασίζεται σε κάποια προϋπάρχουσα υποδομή, όπως είναι η χρήση ασύρματων σημείων πρόσβασης (AP) στα προκαθορισμένα ασύρματα δίκτυα ή δρομολογητές στα ενσύρματα δίκτυα.
- **Κάθε κόμβος λαμβάνει μέρος στη δρομολόγηση** προωθώντας τα δεδομένα προς τους άλλους κόμβους και η δρομολόγηση, καθώς και η επιλογή των κόμβων που προωθούν δεδομένα γίνεται **δυναμικά**, με βάση τη συνδεσιμότητα του δικτύου.

# \*Τοπολογία Ασύρματου δικτύου Ad-Hoc



# Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα δικτύου Ad-Hoc

---

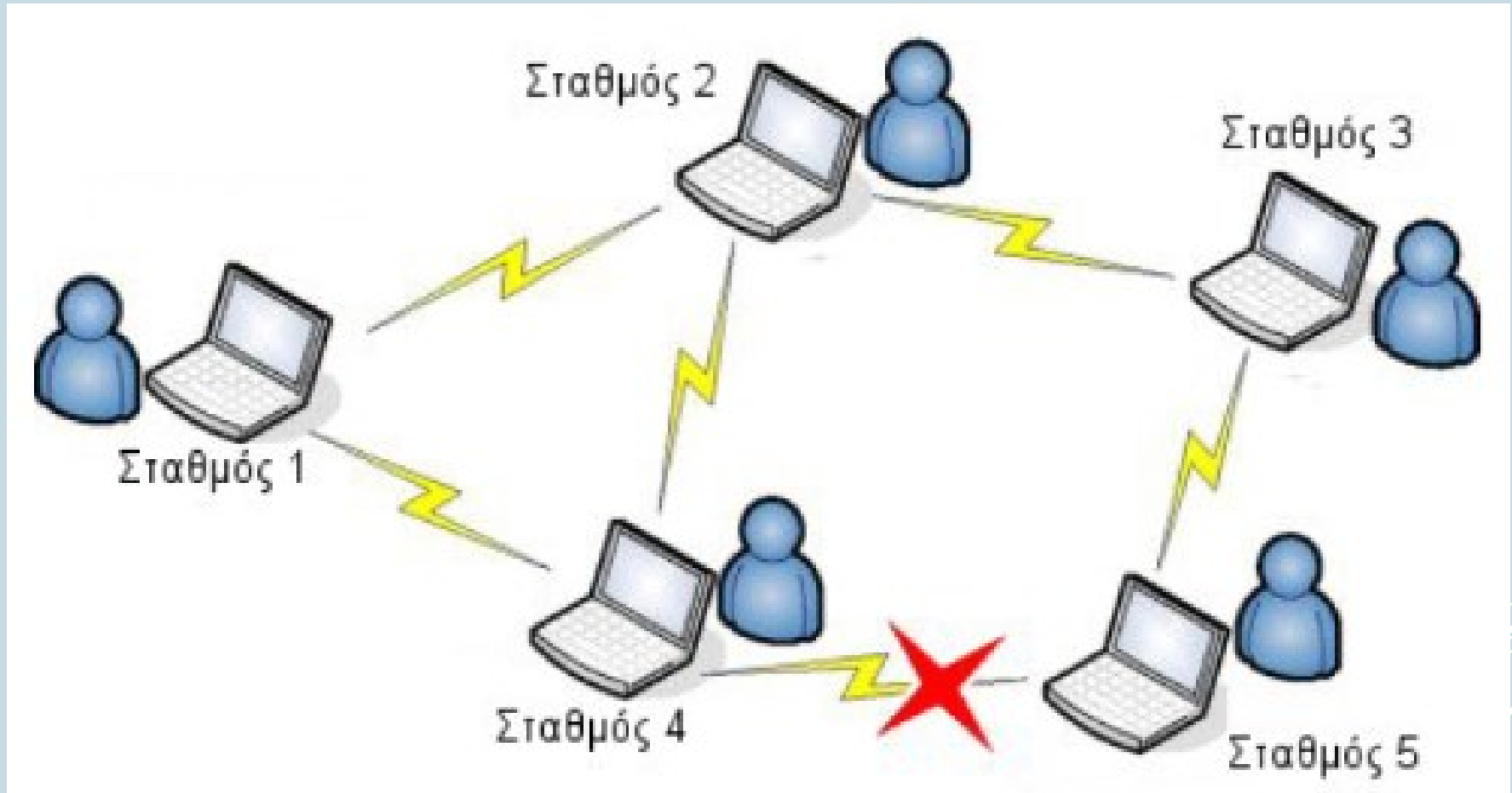
## Πλεονεκτήματα

- **Γρήγορη εγκατάσταση** και η **ελάχιστη απαιτούμενη διαμόρφωση** (κατάλληλα για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης πχ. σε περίπτωση καταστροφικού σεισμού).
- **Γρήγορη αποκατάσταση της δικτύωσης** σε περίπτωση βλάβης ενός κόμβου (εναλλακτική διαδρομή δρομολόγησης μέσω άλλων σταθμών).

## Μειονεκτήματα

- **Απαιτεί περισσότερους πόρους** από τις συσκευές για τη διατήρηση της σύνδεσης
- **Μικρότερη εμβέλεια** των συστημάτων σύνδεσης σε σχέση με τα AP.
- **Αδυναμία πρόβλεψης των πιθανών καταστάσεων** που μπορεί να προκύψουν

# Περίπτωση βλάβης σε Ad - Hoc



- Η επικοινωνία μεταξύ των σταθμών 4 και 5 θα δρομολογηθεί μέσω των σταθμών 2 και 3.

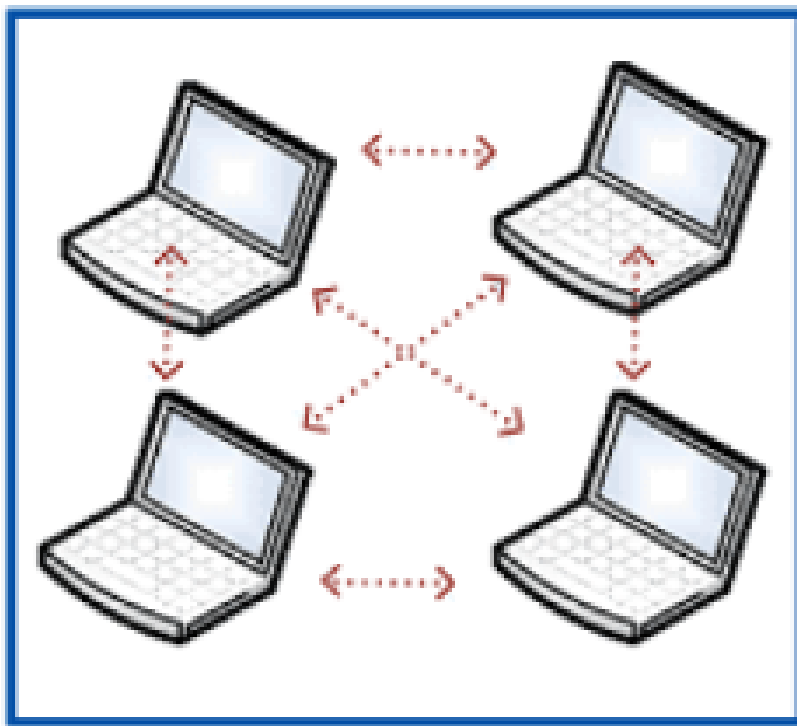


## \*Τοπολογία ασύρματου δικτύου υποδομής (Infrastructure)

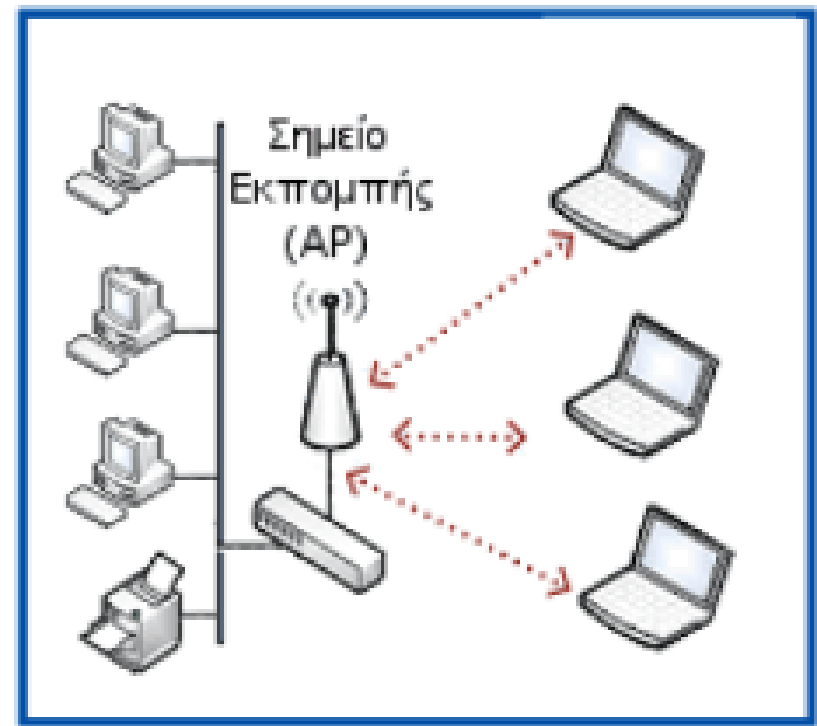
---

- Τα **ασύρματα δίκτυα υποδομής (Infrastructure Wireless Networks)** είναι μια σύνθετη τοπολογία ασύρματης δικτύωσης με κυψελοειδή μορφή.
- Σε κάθε κυψέλη υπάρχει ένας **σημείο πρόσβασης (AP, Access Point)** και ένας αριθμός από **ασύρματους σταθμούς**.
- Κάθε σταθμός που θέλει να συνδεθεί στο ασύρματο δίκτυο πρέπει να κάνει **αίτημα σύνδεσης** σε ένα σημείο πρόσβασης και ξεκινά τη **διαδικασία συσχετισμού (Association Process)**, όπου στο τέλος της το σημείο πρόσβασης κάνει δεκτό το αίτημα ή το απορρίπτει.

# Συγκριτική απεικόνιση ασύρματων δικτύων



Ad-Hoc Ασύρματα Δίκτυα



Ασύρματο Δίκτυο Infrastructure

# Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Δικτύου Υποδομής

---

## Πλεονεκτήματα

- Είναι ιδανικό για την εγκατάσταση ενός **μόνιμου** δικτύου.
- Τα AP έχουν **μεγαλύτερη εμβέλεια κάλυψης** και διευκολύνουν έτσι την κινητικότητα των ασυρμάτων συσκευών εντός της κυψελοειδούς περιοχής.

## Μειονεκτήματα

- Έχει περίπλοκο σχεδιασμό ως προς την επιλογή της τοποθεσίας του σταθμού εκπομπής αφού είναι **ο μόνος διαθέσιμος πόρος δικτύου** σε αυτή την περιοχή και πρέπει να έχει τη **μέγιστη δυνατή κάλυψη**, ανεμπόδιστα από φυσικά εμπόδια που εξασθενούν το σήμα.