



# Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα

ΜΥΕ006:ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ευάγγελος Παπαπέτρου

## Διάρθρωση μαθήματος

- Εισαγωγή στα ασύρματα τοπικά δίκτυα
  - Ρόλος των ασύρματων τοπικών δικτύων
  - Εφαρμογές
    - επεκτάσεις ενσύρματων δικτύων, νομαδική πρόσβαση, διασύνδεση κτηρίων, δίκτυα ad hoc
  - Ζητήματα σχεδίασης
- Αρχιτεκτονική
- Τεχνολογίες φυσικού επιπέδου
  - υπέρυθρα, διευρυμένου φάσματος, μικροκυματικά
- Ιστορική εξέλιξη και Προτυποποίηση
  - προτυποποίηση IEEE και ETSI

3

## Εισαγωγή στα ασύρματα τοπικά δίκτυα

## Ρόλος ασύρματων τοπικών δικτύων

- Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα έχουν στόχο να καλύψουν ιδιαίτερες ανάγκες δικτύωσης που δεν μπορούν να καλυφθούν από ενσύρματα δίκτυα
- Σημαντικότερα χαρακτηριστικά δικτύωσης:
  - δικτύωση ανεξάρτητη από την ύπαρξη υποδομής
    - ευελιξία δικτύωσης: γρήγορη ανάπτυξη δικτύου και ευέλικτη αρχικοποίηση
  - αυθόρμητη δικτύωση
    - ανάγκη για παροδική και βραχυπρόθεσμη επικοινωνία
    - παραδείγματα: δικτύωση σε συνέδρια, φοιτητές σε Πανεπιστήμια, ταξιδιώτες σε αεροδρόμια
  - χαμηλό κόστος
    - μικρότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
    - παραδείγματα: δίκτυα σε κτήρια χωρίς δομημένη καλωδίωση, παροδική δικτύωση σε ένα συνέδριο, κλπ
  - δικτύωση κινητών χρηστών
    - υποστήριξη χαμηλής κινητικότητας
    - περιαγωγή χρηστών

## Ασύρματα vs ενσύρματα τοπικά δίκτυα

	Ενσύρματα	Ασύρματα
Χρήστες ανά δίκτυο	Σχετικά πολλοί	Μερικές δεκάδες
Κινητικότητα	Μηδενική	Χαμηλή
Περιοχή παροχής υπηρεσιών	Κτήρια, συγκροτήματα	Δωμάτια, κτήρια
Ισχύς εκπομπής	Χαμηλή	Σχετικά υψηλή
Ρυθμοί μετάδοσης	100 Mbps	10 Mbps
Δυνατότητα Διασύνδεσης τοπικών δικτύων	Μέση	Υψηλή

## Εφαρμογές (1/2)

- Οι σημαντικότερες εφαρμογές των ασύρματων τοπικών δικτύων είναι:
  - επέκταση ενσύρματων δικτύων και νομαδική πρόσβαση
  - διασύνδεση κτηρίων
  - δίκτυα ad hoc
- Επέκταση ενσύρματων δικτύων και νομαδική πρόσβαση
  - πρόσβαση στο ενσύρματο δίκτυο κορμού (backbone network) μέσω ενός σημείου πρόσβασης
  - αύξηση της χωρητικότητας τοπικών δικτύων χωρίς την ανάγκη ενσύρματης υποδομής
  - υποστήριξη ασύρματων χρηστών με χαμηλή κινητικότητα
  - παροδική πρόσβαση ενός κινητού χρήστη σε ένα σημείο εξυπηρέτησης
  - παράδειγμα: υποστήριξη περισσότερων χρηστών στο Τμ. Πληροφορικής, πρόσβαση σε αεροδρόμια και hotspots, παροδική ανάγκη για αύξηση της χωρητικότητας ενός ενσύρματου δικτύου

## Εφαρμογές (2/2)

- Διασύνδεση κτηρίων
  - διασύνδεση τοπικών δικτύων που βρίσκονται σε διαφορετικά κτήρια
    - μπορούν να διασυνδεθούν ενσύρματα ή και ασύρματα δίκτυα
    - συνήθως συνδέονται δομικά στοιχεία των επιμέρους δικτύων όπως δρομολογητές, γέφυρες, κλπ
  - είναι δυνατή η σύνδεση δύο (σημείο σε σημείο) ή περισσότερων τοπικών δικτύων
- Δίκτυα Ad hoc
  - προσωρινό δίκτυο *ομότιμων κόμβων* που σχηματίζεται *αυθόρμητα*
    - εξυπηρετεί παροδικές ανάγκες δικτύωσης
  - οι κόμβοι είναι ισότιμοι και επικοινωνούν απ'ευθείας μεταξύ τους
    - δεν υπάρχει ανάγκη υποδομής (σημείο πρόσβασης)
  - παραδείγματα χρήσης
    - επικοινωνία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης: π.χ. σεισμός
    - ανάγκες δικτύωσης σε απομακρυσμένες περιοχές: π.χ. στρατιωτικές επιχειρήσεις, επιχειρήσεις αστυνομίας, κλπ
    - προσωρινές ανάγκες δικτύωσης μεταξύ συγκεκριμένων χρηστών: π.χ. ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των συνέδρων σε ένα συνέδριο

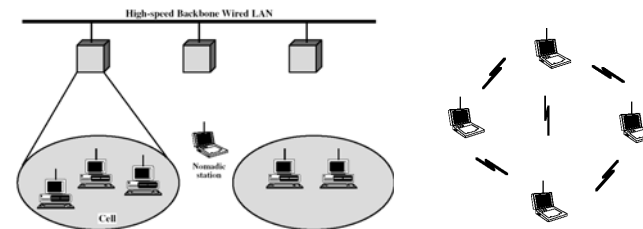
## Ζητήματα σχεδίασης

- Τα σημαντικότερα ζητήματα που τίθενται κατά τη σχεδίαση ασύρματων τοπικών δικτύων είναι:
  - Ρυθμαπόδοση
  - Μέγεθος δικτύου (αριθμός τερματικών)
  - Περιοχή παροχής υπηρεσιών
  - Κατανάλωση ισχύος
  - Ασφάλεια μετάδοσης
  - Λειτουργία πολλών δικτύων στην ίδια περιοχή
  - Αδειοδότηση / ελεύθερη λειτουργία
  - Μεταγωγή / Περιαγωγή
  - Δυναμικός σχηματισμός και έναρξη λειτουργίας

## Αρχιτεκτονική

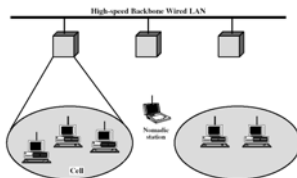
## Δομημένα και αδόμητα δίκτυα

- Υπάρχουν δύο βασικές αρχιτεκτονικές ασύρματων τοπικών δικτύων
  - δίκτυα με υποδομή (δομημένα δίκτυα)
  - δίκτυα χωρίς υποδομή (αδόμητα δίκτυα)



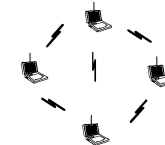
## Δίκτυα με υποδομή

- Στο δίκτυο υπάρχει ένα κεντρικός κόμβος (σημείο πρόσβασης)
- Ο κεντρικός κόμβος
  - είναι συνδεδεμένος σε ένα σταθερό δίκτυο (δίκτυο κορμού)
  - αναλαμβάνει τον έλεγχο πρόσβασης στο μέσο
  - δρα ως δρομολογητής
- Η επικοινωνία γίνεται (συνήθως) μέσω του κεντρικού κόμβου



## Δίκτυα χωρίς υποδομή

- Δεν υπάρχει σημείο πρόσβασης
  - η πρόσβαση ρυθμίζεται από κάποιο κατακεντρωμένο μηχανισμό πρόσβασης (π.χ. CSMA)
- Περιορισμοί:
  - μικρή ακτίνα επικοινωνίας (μόνο απ'ευθείας επικοινωνία μεταξύ των κόμβων)
- Πλεονεκτήματα:
  - δεν απαιτείται κεντρική διαχείριση ή/και διαδικασίες αρχικοποίησης, κατάλληλη για αυθόρμητο σχηματισμό δικτύων
- Επέκταση: mobile adhoc networks
  - κάθε κόμβος λειτουργεί ως δρομολογητής



## Τεχνολογίες φυσικού επιπέδου

## Τεχνολογίες φυσικού επιπέδου

- Υπάρχουν τρεις γενικές κατηγορίες δικτύων ανάλογα με την τεχνολογία που εφαρμόζεται στο φυσικό επίπεδο
  - δίκτυα με υπέρυθρες ακτίνες – *Infrared (IR) LANs*: πολύ μικρή περιοχή κάλυψης, δεν διαπερνούν τοίχους
  - δίκτυα φασματικής εξάπλωσης – *Spread Spectrum LANs*: λειτουργούν σε συχνότητες της περιοχής ISM, δημοφιλή
  - μικροκυματικά στενής ζώνης – *microwave narrowband LANs*: λειτουργούν σε μικροκυματικές συχνότητες χωρίς τεχνικές διευρυμένου φάσματος

## Υπέρυθρες vs Μικροκύματα

IR	RF
δεν διαπερνούν τοίχους, εφαρμογές περιορισμένες σε δωμάτια	Διαπερνούν τοίχους, τυπικά ακτίνα επικοινωνίας σε εσωτερικούς χώρους: 30-50 m
απαραίτητη η ύπαρξη σημείου πρόσβασης σε κάθε δωμάτιο – κόστος	Αρκεί ένα σημείο πρόσβασης για πολλά δωμάτια
δεν είναι εύκολη η κινητικότητα των χρηστών	ευκολότερα εφικτή η κινητικότητα των χρηστών
σημείο πρόσβασης στην οροφή	μη απαραίτητη οπτική επαφή με το σημείο πρόσβασης
χωρίς εξωτερική κεραία	το μέγεθος της κεραίας αντιστρόφως ανάλογο της συχνότητας
λίγα προβλήματα ασφάλειας	προβλήματα ασφάλειας σε μεταδόσεις μεγάλης απόστασης
επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων	παρεμβολές
Η εκπομπή στο φάσμα δεν ελέγχεται	η χρήση του φάσματος είναι ελεγχόμενη
Φτηνός εξοπλισμός	Ακριβός εξοπλισμός

## Δίκτυα υπέρυθρων (1/3)

- Πλεονεκτήματα
  - μεγάλο εύρος διαθέσιμου φάσματος
  - το υπέρυθρο φάσμα δεν υπόκειται σε περιορισμούς χρήσης
  - εξοπλισμός απλός και χαμηλού κόστους
  - ασφάλεια λόγω κατευθυνόμενης και περιορισμένης διάδοσης
  - μικρότερες παρεμβολές από άλλους χρήστες
- Μειονεκτήματα
  - σχετικά μικρή ακτίνα επικοινωνίας
  - σχετικά μεγάλη κατανάλωση ισχύος
  - σημαντικές πηγές θορύβου (ήλιος, εσωτερικός φωτισμός, κα)

## Δίκτυα υπέρυθρων (2/3)

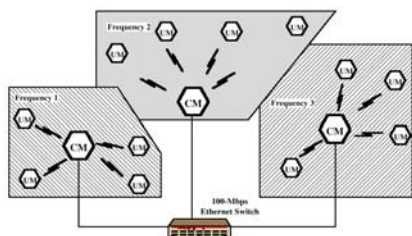
- Υπάρχουν τρεις μεγάλες κατηγορίες ασύρματων δικτύων με υπέρυθρες
  - κατευθυνόμενης ακτίνας – Directed Beam Infrared
  - μη κατευθυντικά – omnidirectional
  - διάχυσης - diffused
- Δίκτυα κατευθυνόμενης ακτίνας
  - χρησιμοποιούνται για συνδέσεις σημείου σε σημείο
  - η ακτίνα επικοινωνίας εξαρτάται από: ύψος εκπεμπόμενης ισχύος, βαθμό εστίασης
  - εστιασμένες υπέρυθρες συνδέσεις μπορούν να επιτευχθούν σε μήκος χιλιομέτρων
    - χρήσιμες σε συνδέσεις μεταξύ κτηρίων

## Δίκτυα υπέρυθρων (3/3)

- Μη κατευθυντικά δίκτυα
  - αποτελούνται από ένα σταθμό βάσης και τα τερματικά
  - ο σταθμός βάσης είναι σε οπτική επαφή με όλα τα τερματικά
  - ο σταθμός βάσης συνήθως βρίσκεται στην οροφή σε δίκτυα που αναπτύσσονται σε κλειστούς χώρους
  - ο σταθμός βάσης δρα ως επαναλήπτης
    - εκπέμπει προς όλους (broadcast) ένα λαμβανόμενο σήμα
    - τα τερματικά εκπέμπουν προς το σταθμό βάσης με κατευθυνόμενη ακτίνα
- Δίκτυα με διάχυση
  - όλα τα τερματικά είναι εστιασμένα και με κατεύθυνση προς κάποιο σημείο στην οροφή
  - η εκπεμπόμενη ακτινοβολία διαχέεται από την οροφή ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις
  - η διαχεόμενη ακτινοβολία λαμβάνεται από όλα τα τερματικά

## Δίκτυα διευρυμένου φάσματος (1/2)

- Αρχιτεκτονική: πολλά διαφορετικά κελιά
  - κάθε κελί χρησιμοποιεί διαφορετικό κανάλι (περιοχή συχνοτήτων)



- Δεν απαιτείται αδειοδότηση για τη λειτουργία
- Σημαντικότερο παράδειγμα
  - Δίκτυα IEEE 802.11

## Δίκτυα διευρυμένου φάσματος (2/2)

- Η διασπορά φάσματος αφορά μπορεί να αφορά
  - τους χρήστες
    - κάθε χρήστης χρησιμοποιεί διαφορετικό κώδικα εξάπλωσης (πολλαπλή πρόσβαση με CDMA)
  - τα κελιά
    - όλοι οι χρήστες σε ένα κελί χρησιμοποιούν τον ίδιο κώδικα εξάπλωσης
    - σε κάθε κελί μπορεί να χρησιμοποιείται οποιαδήποτε παραδοσιακή τεχνική πολλαπλής πρόσβασης (π.χ. CSMA)
- Για τη διασπορά φάσματος χρησιμοποιείται μια από τις τεχνικές FHSS και DSSS
- Σε κάθε κελί η επικοινωνία μπορεί να είναι:
  - ομότιμη (απ'ευθείας μετάδοση μεταξύ των κόμβων)
  - μέσω κάποιου σημείου πρόσβασης

## Μικροκυματικά δίκτυα στενής ζώνης (1/2)

- ❑ Χρησιμοποιούν για μετάδοση το φάσμα των μικροκυμάτων
- ❑ Σχετικά μικρό διαθέσιμο εύρος ζώνης συχνοτήτων
- ❑ Το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων χωρίζεται σε δύο τμήματα
  - στο πρώτο επιτρέπεται η εκπομπή χωρίς περιορισμό
  - στο δεύτερο απαιτείται αδειοδότηση

## Μικροκυματικά δίκτυα στενής ζώνης (2/2)

- ❑ Μικροκυματικά δίκτυα με αδειοδότηση
  - η άδεια λειτουργίας αφορά συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή
    - περιορισμός των παρεμβολών
  - παράδειγμα: Motorola – 600 άδειες στην περιοχή των 18GHz
    - καλύπτουν σχεδόν όλες τις μητροπολιτικές περιοχές
    - εξασφαλίζεται η μη παρεμβολή ανεξάρτητων δικτύων σε γειτονικές περιοχές
    - κωδικοποιημένες εκπομπές για ασφάλεια στην επικοινωνία
- ❑ Μικροκυματικά δίκτυα χωρίς αδειοδότηση
  - σημαντικότερος εκπρόσωπος: RadioLAN (1995)
    - χρησιμοποιεί την ελεύθερη περιοχή συχνοτήτων ISM
    - χαμηλή ισχύς μετάδοσης – <0.5 Watt
    - ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας 10 Mbps στην περιοχή συχνοτήτων των 5.8 GHz
    - ακτίνα επικοινωνίας: 50 – 100 m

## Σύνοψη τεχνολογιών

	Infrared		Spread Spectrum		Narrowband Microwave
	Diffused Infrared	Directed Beam Infrared	Frequency Hopping	Direct Sequence	
Data Rate (Mbps)	1 to 4	1 to 10	1 to 3	2 to 20	10 to 20
Mobility	Stationary/mobile	Stationary with LoS	Mobile	Stationary/Mobile	
Range (m)	50 to 200	80	100 to 300	100 to 800	40 to 130
Detectability	Negligible		Little		Some
Wavelength/frequency	λ: 800 to 900 nm		902 to 928 MHz 2.4 to 2.4835 GHz 5.725 to 5.85 GHz		902 to 928 MHz 5.2 to 5.775 GHz 18.825 to 19.205 GHz
Radiated power	-		<1 W		25 mW
Access method	CSMA	Token Ring, CSMA	CSMA		Reservation ALOHA, CSMA
License required	No		No		Yes unless ISM

Ιστορική εξέλιξη και  
Προτυποποίηση

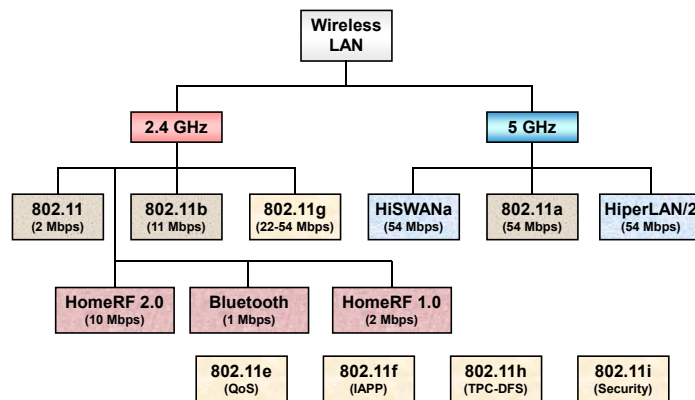
## Ιστορική εξέλιξη ασύρματων τοπικών δικτύων

- ❑ **1940** : πρώτη χρήση τεχνολογίας διευρυμένου φάσματος
- ❑ **1980** : πρώτες εφαρμογές με την τεχνολογία στενής ζώνης
- ❑ **1989** : η κανονιστική αρχή FCC στις ΗΠΑ αποδίδει συχνότητες για εμπορική εκμετάλλευση ( ISM bands, 900 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz)
- ❑ **1990**: πρώτα προϊόντα σε συχνότητες 900 MHz, η IEEE ξεκινά την προτυποποίηση για WLANs
- ❑ **1994**: πρώτα προϊόντα σε συχνότητες 2.4 GHz
- ❑ **1997**: έγκριση του προτύπου IEEE 802.11, προϊόντα σε συχνότητες 2.4 GHz
- ❑ **1999**: κυκλοφορία προϊόντων IEEE 802.11b
- ❑ **2000**: η ονομασία Wi-Fi εισάγεται για να περιγράψει προϊόντα 802.11b, βελτίωση του προτύπου 802.11b από το 802.11 WG, έρευνα σε θέματα ασφάλειας των προϊόντων Wi-Fi από το 802.11 TG

## Πρότυπα (1/2)

- ❑ **Κυρίαρχα πρότυπα**
  - Πρότυπο της IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
    - 802.11b (εκδόθηκε το Σεπτέμβριο του 1999, 2,4 GHz, ρυθμοί μετάδοσης μέχρι 11 Mbps ανάλογα με την ακτίνα επικοινωνίας και την ποιότητα σήματος)
    - 802.11g (2,4 GHz, ρυθμοί μετάδοσης μέχρι 54 Mbps)
    - 802.11a (5 GHz, ρυθμοί μετάδοσης μέχρι 54 Mbps)
  - Πρότυπο του ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
    - HiperLAN/2 (High PERFORMANCE LAN – Type 2), 5 GHz, ρυθμοί μετάδοσης μέχρι 54 Mbps, αυξημένη ασφάλεια επικοινωνίας
  - Προτυποποίηση στην Ιαπωνία
    - Το πρότυπο HiSWAN (High Speed Wireless Access Network) αναπτύχθηκε από την ARIB MMAC, συχνότητες λειτουργίας στην περιοχή των 5 GHz

## Πρότυπα (2/2)



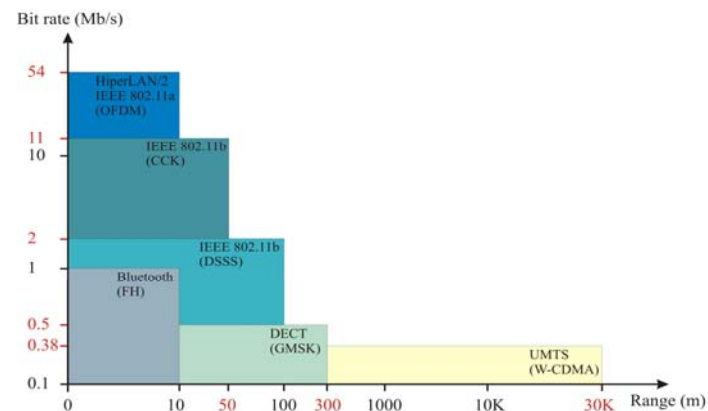
## Σύγκριση προτύπων (1/3)

W-LAN Standard	802.11b	802.11a	802.11g	HiperLAN2
<b>Band</b>	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	5 GHz
<b>Max Speed</b>	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
<b>Market Acceptance</b>	Fully commercially available	Market acceptance still unknown	Expected to constitute the natural evolution of 802.11b based WLAN solutions	Market acceptance still unknown due to the wide spread of IEEE based WLANs
<b>Strengths</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Wide acceptance</li> <li>•Interoperability</li> <li>•Low installation costs</li> <li>•Fully supported by many hardware and software vendors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uses 5 GHz band (less congestions)</li> <li>•Increased transmission speed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Increased transmission speed</li> <li>•Backwards-Compatibility with 802.11b</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Increased security precautions</li> <li>•Expected to offer roaming on WLAN, GPRS, CDMA and UTMN networks</li> <li>•Increased transmission speed</li> </ul>
<b>Weaknesses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Poor security</li> <li>•Relatively low speed</li> <li>•High concentration &amp; congestion in the 2.4 GHz band</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Does not offer backwards compatibility (namely with 802.11b)</li> <li>•Relatively poor security</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uses crowded 2.4 GHz band</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Expected only to be offered in Japan and Europe</li> </ul>

## Σύγκριση προτύπων (2/3)

	Bluetooth	HomeRF	802.11	802.11b	802.11a & HiperLAN/2
Frequency	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz
Bandwidth	83.5 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz	300 MHz
Max Bit Rate	1Mbps	1-2Mbps	1-2Mbps	11Mbps	54Mbps
Multiple Access Technique	FHSS	FHSS	FHSS, DSSS	DSSS	OFDM

## Σύγκριση προτύπων (3/3)

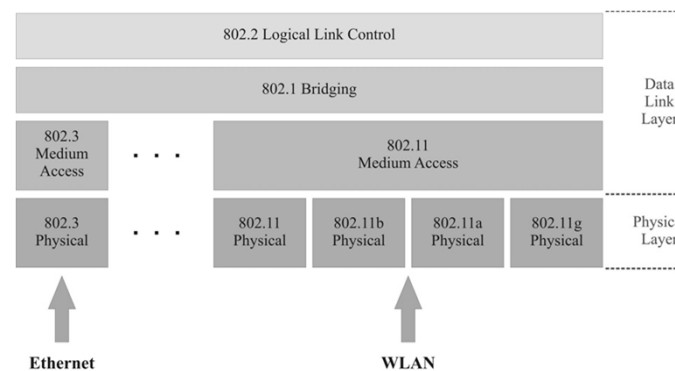


## Οικογένεια προτύπων IEEE 802.11

### □ Τα δίκτυα IEEE 802.11 προδιαγράφονται από μια οικογένεια προτύπων

- IEEE 802.11 - 1 or 2 Mbps / FHSS, DSSS, IR
- IEEE 802.11a - 54 Mbps / OFDM
- IEEE 802.11b - 11, 5.5, 2, 1 Mbps / DSSS
- IEEE 802.11c - MAC Bridges (802.1d supp)
- IEEE 802.11d - International Roaming
- IEEE 802.11e - Quality of Service (QoS)
- IEEE 802.11f - Inter AP Protocol
- IEEE 802.11g - Up to 54 Mbps / DSSS, OFDM, CCK
- IEEE 802.11h - Transmit Power Control / Dynamic Freq. Selection
- IEEE 802.11i - Security
- IEEE 802.11j - HiperLAN interworking

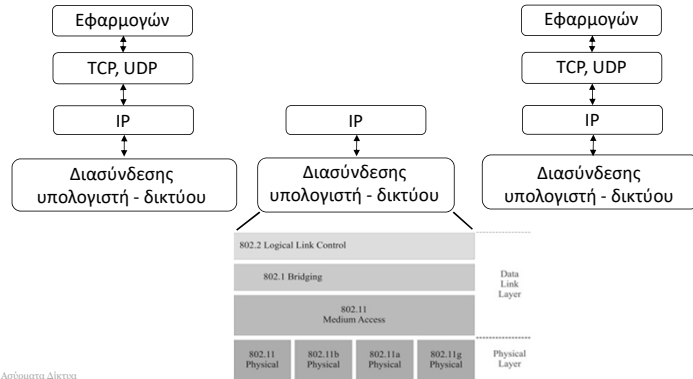
## Μοντέλο αναφοράς IEEE 802.11 (1/2)





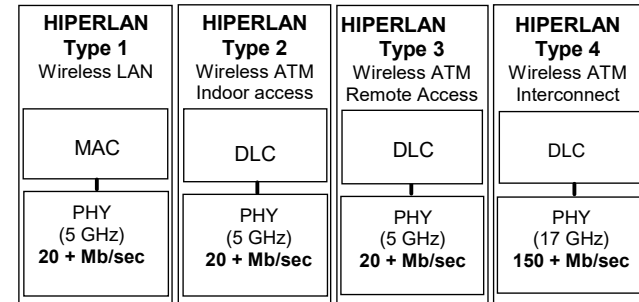
## Μοντέλο αναφοράς IEEE 802.11 (2/2)

□ Το μοντέλο αναφοράς IEEE 802.11 είναι συμβατό με την τεχνολογία IP



## Οικογένεια προτύπων HIPERLAN

□ Η οικογένεια προτύπων HIPERLAN προδιαγράφει τέσσερις τύπους δικτύων



## Μοντέλο αναφοράς HIPERLAN

