



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών

Ενότητα 5^η : Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα

Γούδος Σωτήριος
Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ορολογία ασυρμάτων τοπικών δικτύων (1)

- ❖ **Σημείο Πρόσβασης (Access Point)** Σταθμός, ο οποίος επικοινωνεί τόσο με το ασύρματο τοπικό δίκτυο, όσο και με το σύστημα διανομής (distribution system). Ελέγχει την πρόσβαση των τερματικών στο δίκτυο.
- ❖ **Τερματικό - Station (STA)** τερματικό με μηχανισμούς πρόσβασης στο ασύρματο μέσο και δυνατότητα επικοινωνίας με το Σημείο Πρόσβασης (κάρτα wi-fi)
- ❖ **Basic Service Set (BSS)** ομάδα τερματικών που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα

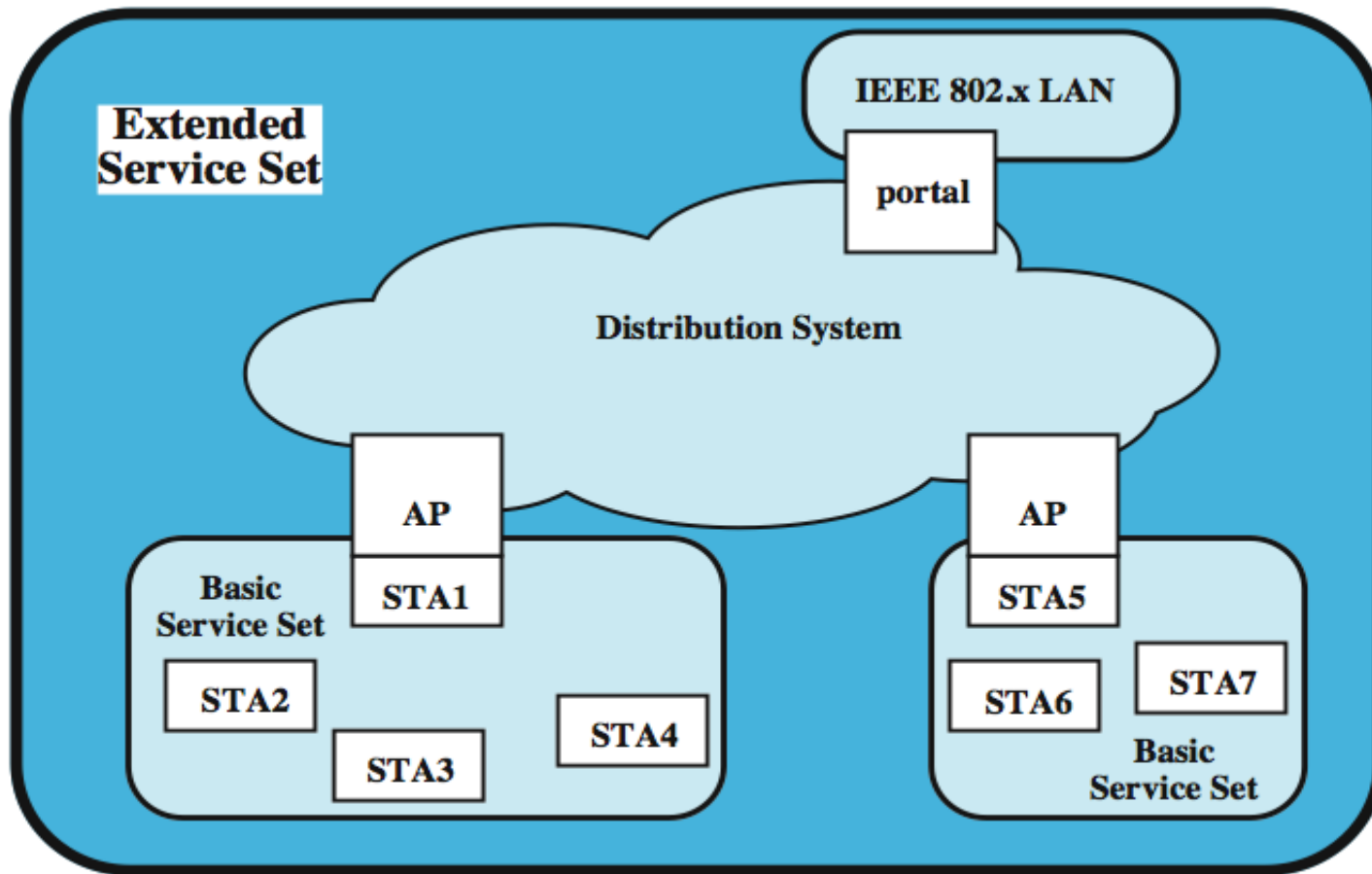


Ορολογία ασυρμάτων τοπικών δικτύων (2)

- ❖ **Πύλη (Portal)** γέφυρα μεταξύ του συστήματος διανομής και εξωτερικών δικτύων (ενσύρματων συνήθως)
- ❖ **Σύστημα Διανομής-(Distribution System)** δίκτυο διασύνδεσης πολλών BSS σε ένα ESS (Extended Service Set)
- ❖ **Όνομα δικτύου-Service set identifier (SSID)**



Αρχιτεκτονική IEEE 802.11



STA = station
AP = access point



Ορολογία IEEE 802

Λειτουργία συντονισμού	Η λογική συνάρτηση που καθορίζει πότε ένας σταθμός που λειτουργεί μέσα σε ένα BSS επιτρέπεται να διαβιβάσει και να είναι σε θέση να λαμβάνει PDUs
Επέκταση συνόλου υπηρεσιών (ESS)	Ένα σύνολο από ένα ή περισσότερα διασυνδεδεμένα BSSs και ολοκληρωμένων LANs που εμφανίζονται ως ένα ενιαίο BSS στη στοιβάδα LLC σε κάθε σταθμό που συνδέεται με ένα από αυτά 1 BSSs
MAC μονάδα δεδομένων πρωτοκόλλου (MPDU)	Η μονάδα των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο entities ομοτίμους MAC, χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες του φυσικού επιπέδου
MAC μονάδα δεδομένων υπηρεσίας (MSDU)	Οι πληροφορίες που παραδίδονται ως μονάδα μεταξύ των χρηστών MAC
Σταθμός	Οποιαδήποτε συσκευή που περιέχει IEEE 802. συμμορφούμενη MAC και φυσικού επιπέδου



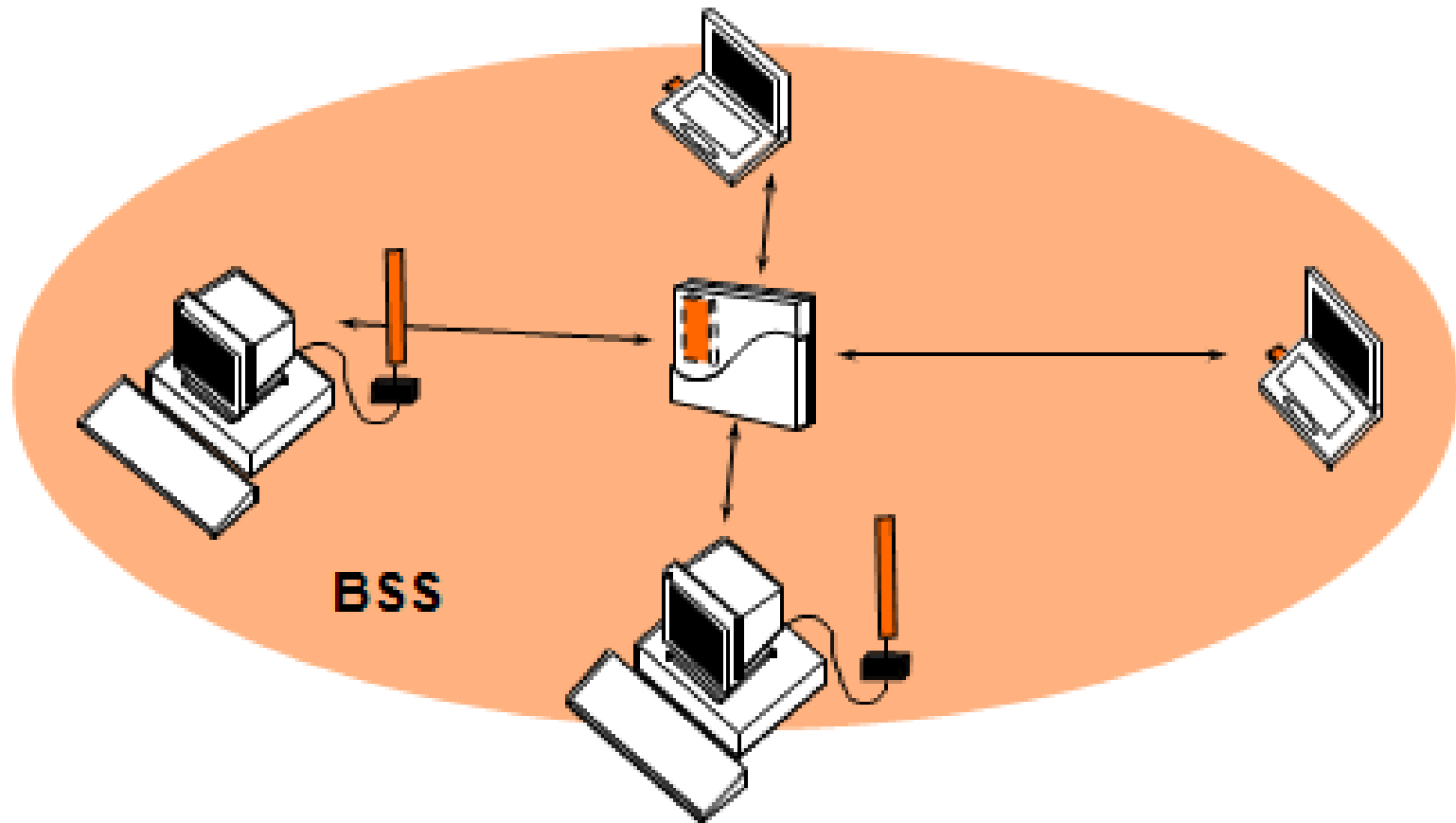
Ορολογία IEEE 802.11 (1)

❖ Basic Service Set (BSS):

- ❖ Ένα σύνολο σταθμών που ελέγχονται από μία μόνο "Λειτουργία συντονισμού" (= η λογική λειτουργία που καθορίζει πότε ένας σταθμός μπορεί να μεταδώσει ή να λάβει)
- ❖ Παρόμοιο με μια "κυψελίδα" σε κινητή τηλεφωνία
- ❖ Ένα BSS μπορεί να έχει ένα Σημείο Πρόσβασης (Access Point) (τόσο σε αυτόνομα δίκτυα και σε δίκτυα που εκτείνονται μέσα σε ένα κτήριο), ή μπορεί να λειτουργήσει χωρίς Σημείο Πρόσβασης (αυτόνομα δίκτυα μόνο)
- ❖ Διάμετρος της κυψελίδας είναι περίπου η διπλάσια της εμβέλειας μεταξύ δύο ασύρματων σταθμών



Basic Service Set (BSS)

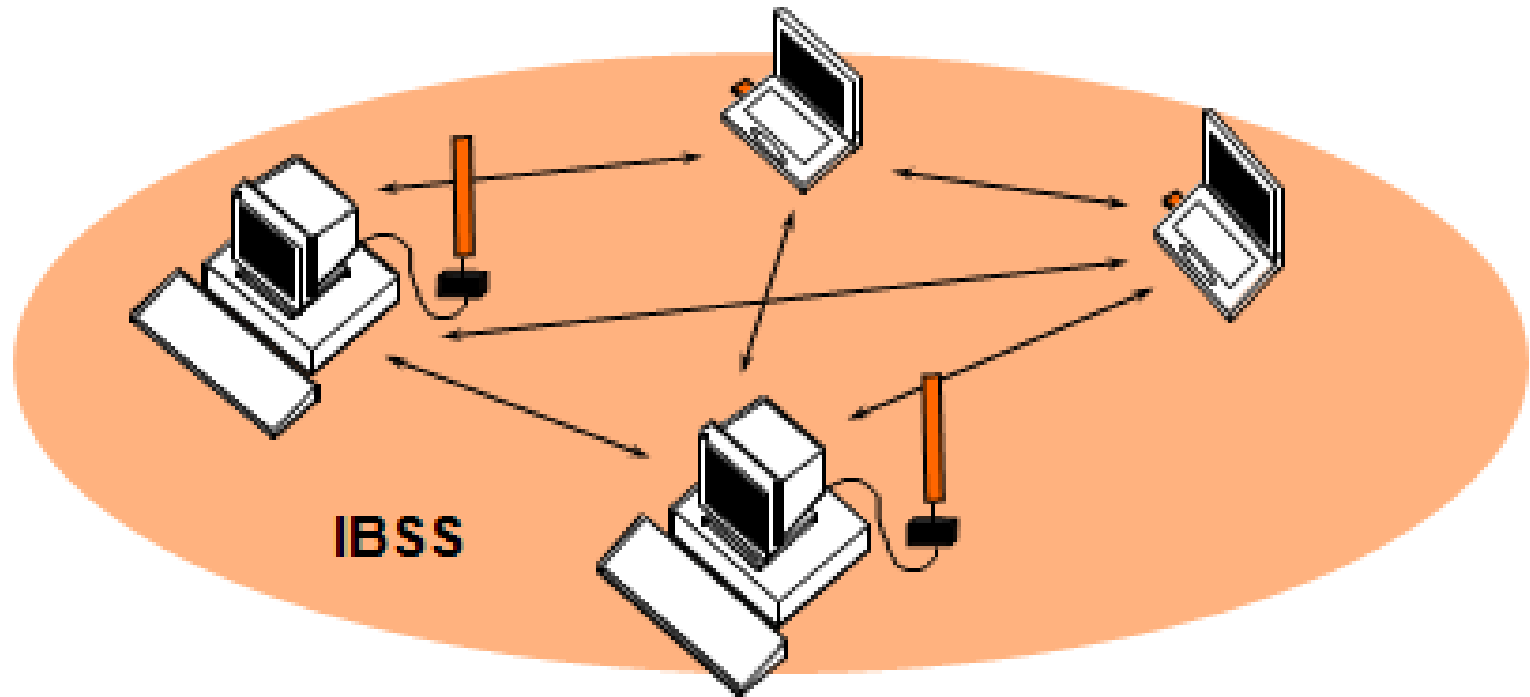


Ορολογία IEEE 802.11 (2)

- ❖ Ανεξάρτητο Basic Service Set (IBSS):
- ❖ Ένα βασικό Service Set (BSS), η οποία σχηματίζει ένα αυτόνομο δίκτυο στο δεν υπάρχει πρόσβαση σε ένα σύστημα διανομής
- ❖ Ένα BSS χωρίς Σημείο Πρόσβασης
- ❖ Ένας από τους σταθμούς του IBSS μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να "ξεκινήσει" το δίκτυο και να αναλάβει τη λειτουργία συντονισμού
- ❖ Διάμετρος της κυψελίδας είναι περίπου η διπλάσια της εμβέλειας μεταξύ δύο ασύρματων σταθμών



Ανεξάρτητο Basic Service Set (IBSS)

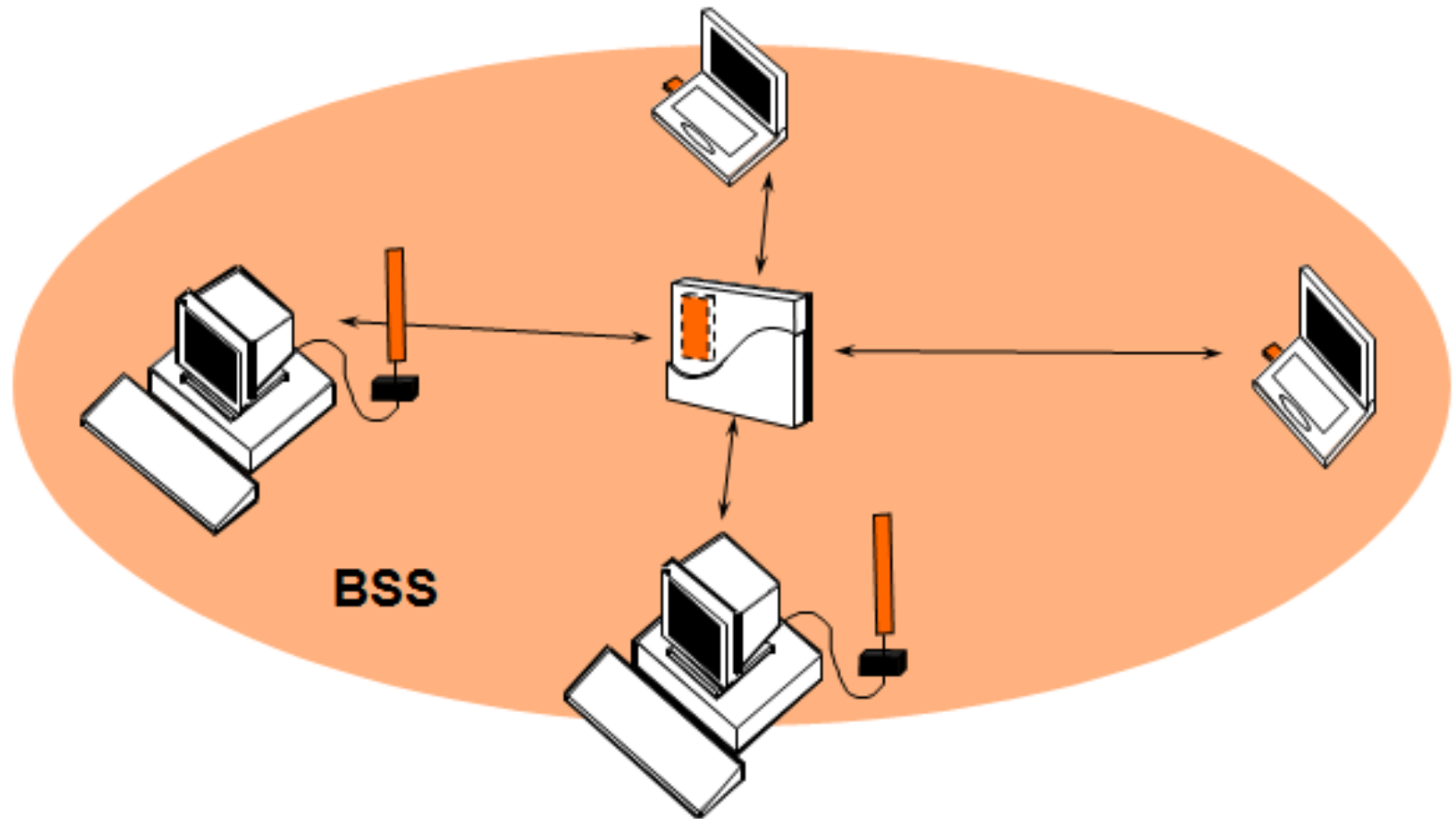


Ορολογία IEEE 802.11 (3)

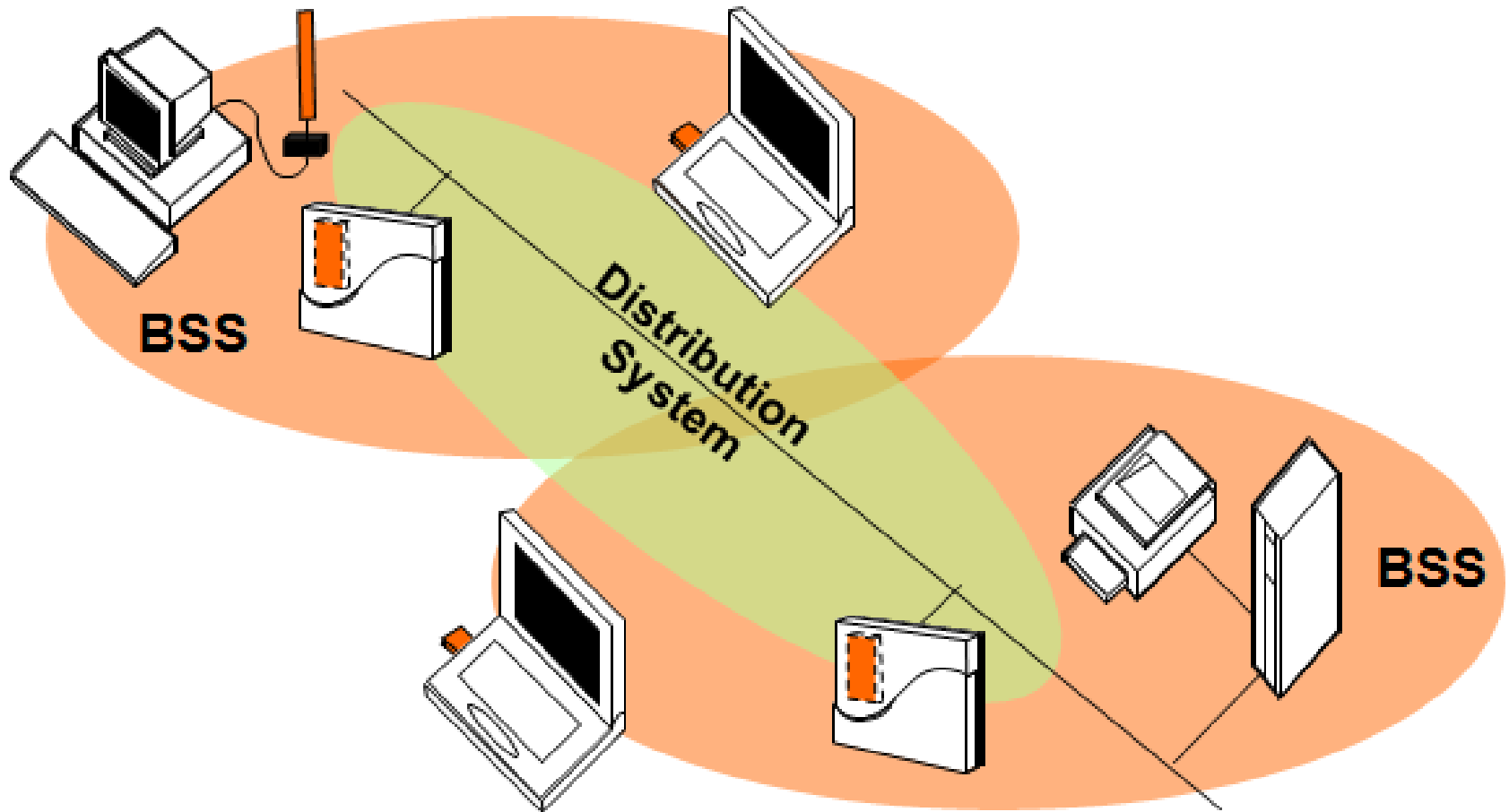
- ❖ Extended Set Service (ESS):
- ❖ Ένα σύνολο ενός ή περισσότερων BSS διασυνδέονται μέσω ενός συστήματος διανομής (DS)
- ❖ Ροές κυκλοφορίας πάντα μέσω του Access Point-
- ❖ Διάμετρος της κυψελίδας είναι διπλάσια της απόστασης κάλυψης μεταξύ δύο ασύρματων σταθμών
- ❖ Σύστημα διανομής (DS):
- ❖ Ένα σύστημα για τη διασύνδεση ενός συνόλου BSS
- ❖ Ολοκληρωμένη: Ενιαίο Access Point-σε ένα αυτόνομο δίκτυο
- ❖ Ενσύρματο: Χρησιμοποιώντας το καλώδιο διασύνδεσης των Access Points-
- ❖ Ασύρματο: Χρησιμοποιώντας ασύρματη διασύνδεση των Access Points-



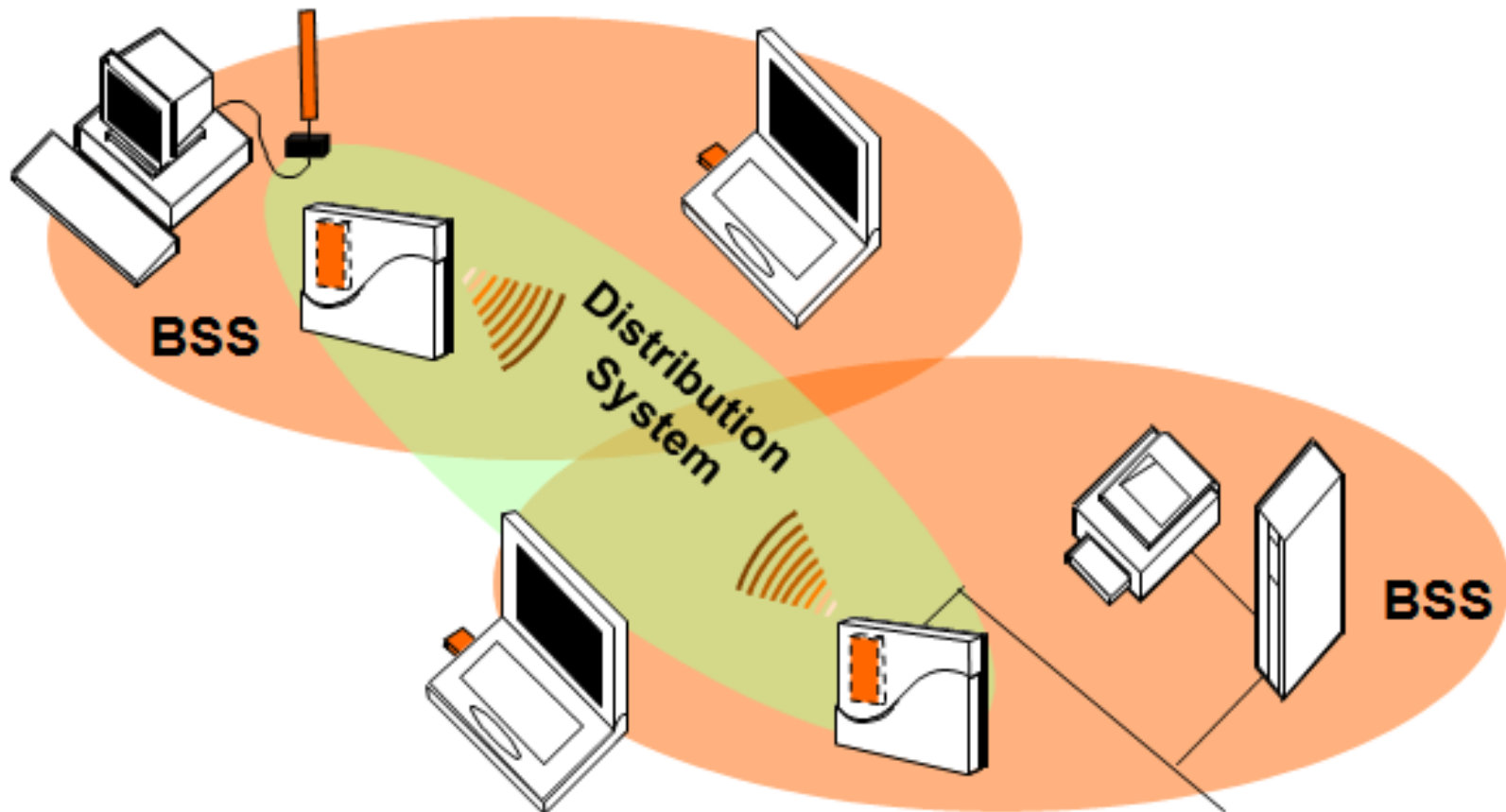
Extended Set Service (ESS): Ενιαίο BSS (με ενσωματωμένο DS)



Extended Set Service (ESS): BSS με ενσύρματο σύστημα διανομής (DS)



Extended Set Service (ESS): BSS και ασύρματο σύστημα διανομής (DS)



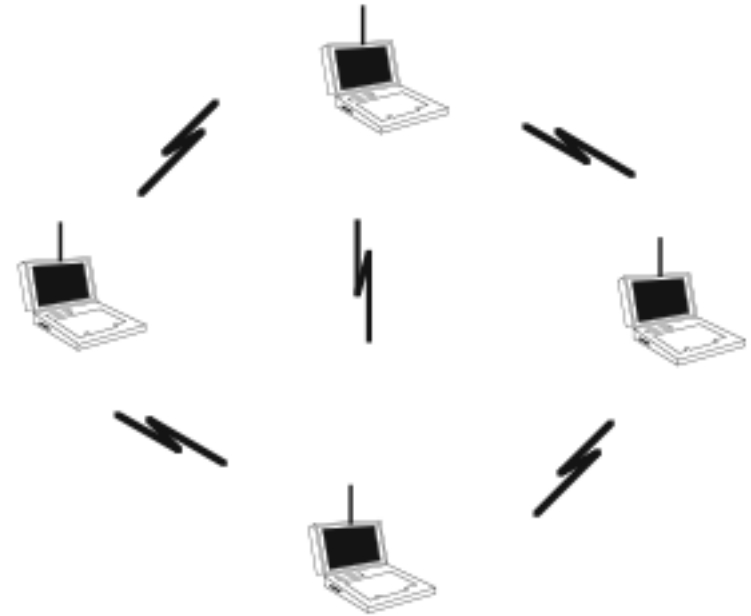
Τοπολογίες ασυρμάτων δικτύων

- ❖ Τοπολογία με σημείο πρόσβασης topology (Λειτουργία υποδομής)
- ❖ Τοπολογία ομότιμων κόμβων (Peer-to-peer- Λειτουργία Ad-hoc)
- ❖ Τοπολογία γέφυρας σημείο προς πολλαπλά σημεία



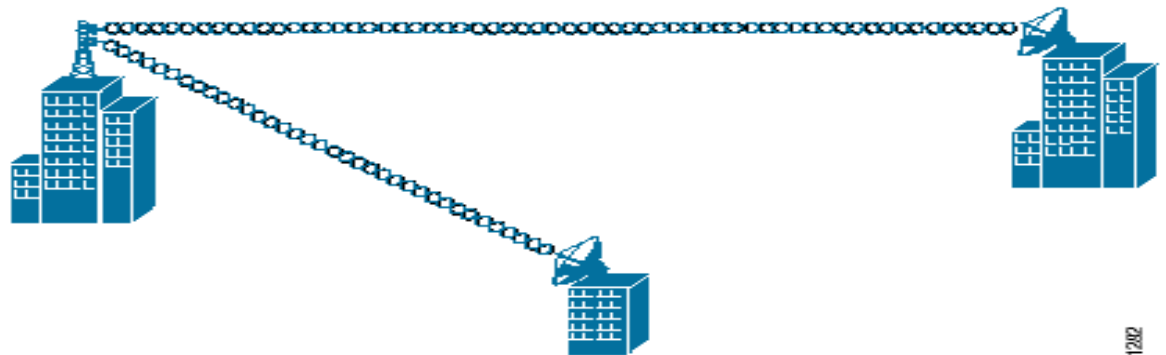
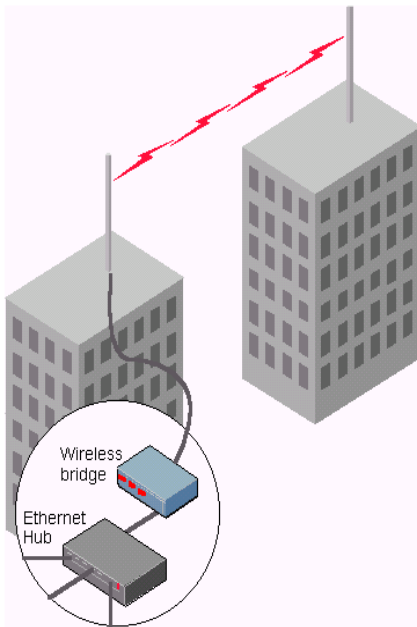
Τοπολογία Peer-to-peer (ad-hoc δίκτυο)

- ❖ Δεν χρειάζεται σημείο πρόσβασης.
- ❖ Οι συσκευές επικοινωνούν απευθείας η μια με την άλλη.
- ❖ Είναι χρήσιμο για την εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου εύκολα και γρήγορα.
- ❖ Συνήθως γίνεται για μικρή χρονική διάρκεια.



Τοπολογία γέφυρας σημείο προς πολλαπλά σημεία

Χρησιμοποιείται για να συνδέσει ένα LAN από ένα κτίριο με LANs σε άλλα κτίρια σε μεγάλες αποστάσεις. Απαιτείται να υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ των κτιρίων.
Ασύρματη γέφυρα (wireless bridge)



9/2002



Πως μοιάζει ένα πακέτο στο φυσικό επίπεδο;

❖ Τυπικό 802.11 πακέτο φυσικού επιπέδου (PLCP) :



❖ Πρόθεμα (Preamble) για τον συγχρονισμό του δέκτη



Πως υποστηρίζονται πολλοί χρήστες στα ασύρματα δίκτυα;

- ❖ Στα ασύρματα τοπικά δίκτυα μόνο ένας χρήστης επιτρέπεται να επικοινωνεί με τον δέκτη την ίδια χρονική στιγμή. Όλοι μιλούν μέσα από το ίδιο κανάλι.
- ❖ Ο τρόπος επιλογής του χρήστη που θα μιλήσει γίνεται με τη μέθοδο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και με αποφυγή συγκρούσεων-**Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)**.
- ❖ Παράδειγμα με ανθρώπους γύρω από ένα τραπέζι



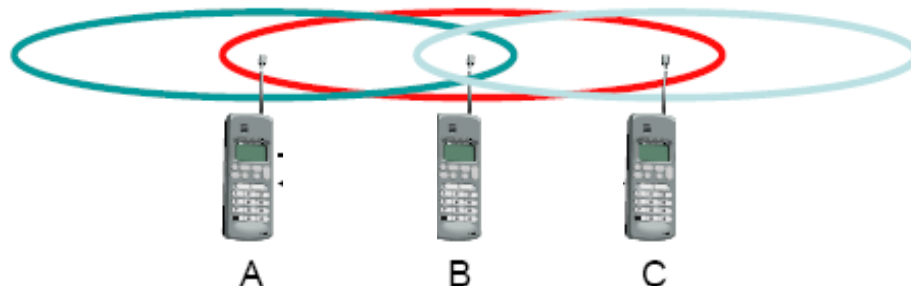
Το πρόβλημα του κρυμμένου τερματικού (1)

❖ Κρυμμένα τερματικά «Hidden terminals»

- Α και C δεν μπορούν να ακούσουν ο ένας τον άλλο.
- Ο Α εκπέμπει στον Β, Ο C δεν λαμβάνει την εκπομπή του Α.

❖ Ο C θέλει να εκπέμψει προς τον Β, Ο C αισθάνεται ένα «ελεύθερο μέσο» (αποτυχία του CS)

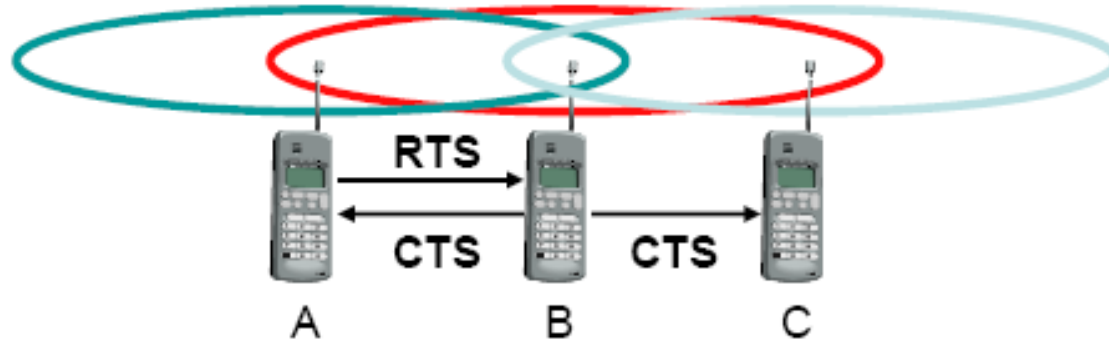
- Γίνεται σύγκρουση (Collision) στο Β.
- Ο Α δεν μπορεί να λάβει την σύγκρουση.
- Ο Α είναι «κρυμμένος» για τον C.



Το πρόβλημα του κρυμμένου τερματικού (1)

❖ Η Λύση

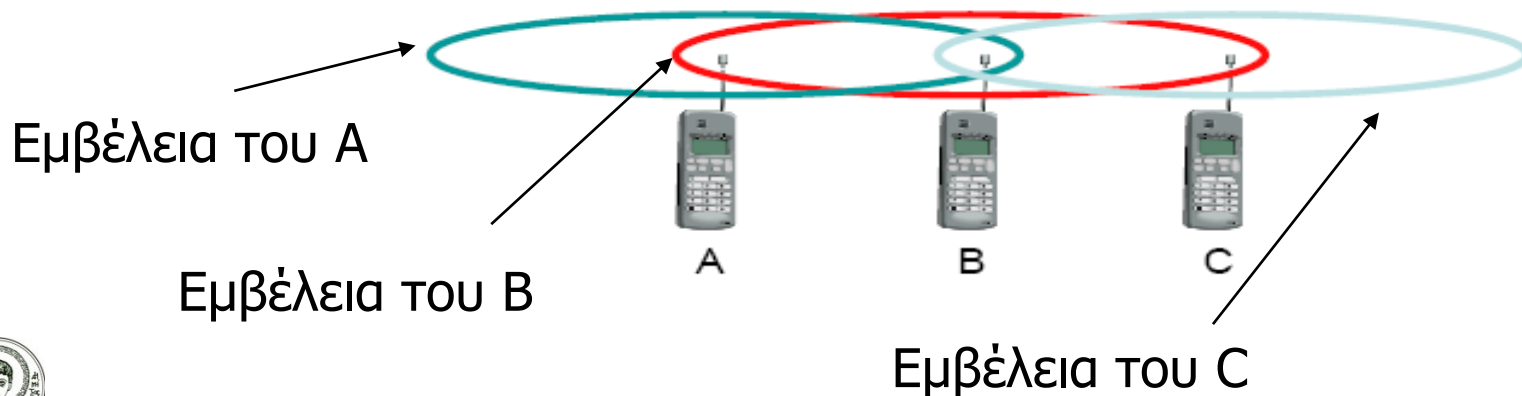
- Το πρόβλημα του κρυμμένου τερματικού υπάρχει μόνο στα ασύρματα δίκτυα
- Χρειάζεται ανίχνευση φέροντος (sense carrier) **στο δέκτη** όχι στον πομπό!
- “εικονική ανίχνευση φέροντος”: Ο Πομπός «ρωτά» το δέκτη εάν ακούει κάτι. Εάν ναι τότε το κανάλι θεωρείται κατειλημμένο.



Το πρόβλημα του εκτεθειμένου τερματικού (1)

❖ Πρόβλημα Εκτεθειμένου Τερματικού (Exposed Terminal Problem)

- Ο B εκπέμπει στον A
- Ο C θέλει να εκπέμψει στον D
- Ο C πρέπει να περιμένει, αφού «ακούει» ότι γίνεται χρήση του μέσου
- Ο A είναι εκτός εμβέλειας του C
- Λέμε ότι ο C είναι **«εκτεθειμένος»** στον B



Το πρόβλημα του εκτεθειμένου τερματικού (2)

❖ Η Λύση

- Ο B θέλει να στείλει στον A, οπότε στέλνει RTS στην εμβέλειά του, δηλαδή στον A και στον C [$RTS(B, A, x \text{ bytes})$]
- Ο A βλέποντας τη 2^η παράμετρο του RTS απαντά με CTS στην εμβέλειά του, εφόσον είναι ελεύθερος να δεχτεί δεδομένα [$CTS(B, A, x \text{ bytes})$]
- Ο C θέλει να στείλει σε κάποιο άλλο τερματικό (π.χ. στο D) και δεν χρειάζεται να περιμένει, αφού δεν λαμβάνει το CTS του A



IEEE 802.11 Πρότυπα για WLAN

	802.11	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Εγκρίθηκε ως πρότυπο	1997	1999	1999	2003	2009
Διαθέσιμο εύρος ζώνης	83.5 MHz	83.5 MHz	580 MHz	83.5 MHz	83.5/580 MHz
Ζώνη λειτουργίας	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4/5 GHz
Τρόπος Μετάδοσης	FHSS DSSS	DSSS	OFDM	OFDM DSSS	OFDM DSSS
Data Rate ανά κανάλι (Mbps)	1, 2	1 – 11	6 – 54	1 – 54	1 – 600



Τρόποι μετάδοσης στα WLAN

- ❖ Διευρυμένου φάσματος (Spread Spectrum)
 - Αναπήδησης Συχνότητας (**Frequency Hopping Spread Spectrum**)
 - Άμεσης Ακολουθίας (**Direct Sequence Spread Spectrum**)
- ❖ Ορθογωνική Πολύπλεξη με Διαίρεση Συχνότητας
- ❖ (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- ❖ Πολλαπλοί Είσοδοι Πολλαπλοί Έξοδοι **Multiple Input Multiple Output (MIMO)**



Διευρυμένο φάσμα

Spread Spectrum (1)

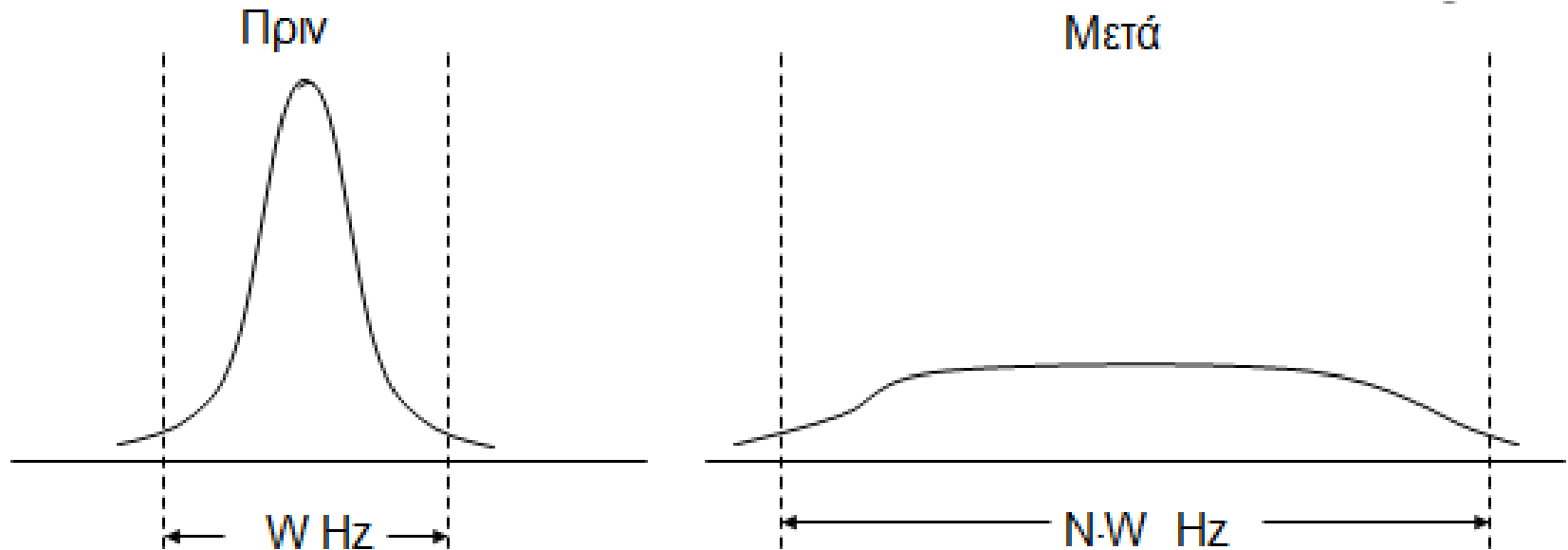
- ❖ Το **Διευρυμένο Φάσμα (Spread spectrum)** είναι μια τεχνική επικοινωνιών η οποία απλώνει ένα τηλεπικοινωνιακό σήμα στενής ζώνης σε μια ευρύτερη ζώνη συχνοτήτων για εκπομπή και στη συνέχεια ανακτάται το αρχικό σήμα στον δέκτη.
- ❖ Το **Διευρυμένο Φάσμα Spread spectrum** χαρακτηρίζεται από:
 - μεγάλο εύρος ζώνης και
 - χαμηλή ισχύ



Διευρυμένο Φάσμα

Spread Spectrum (2)

Η αναπαράσταση στο πεδίο της συχνότητας του εκπεμπόμενου σήματος πριν και μετά τη διεύρυνση



Και τα δύο σήματα περιέχουν την ίδια πληροφορία.
Το δεύτερο σήμα χρησιμοποιεί λιγότερη ισχύ/Hz.

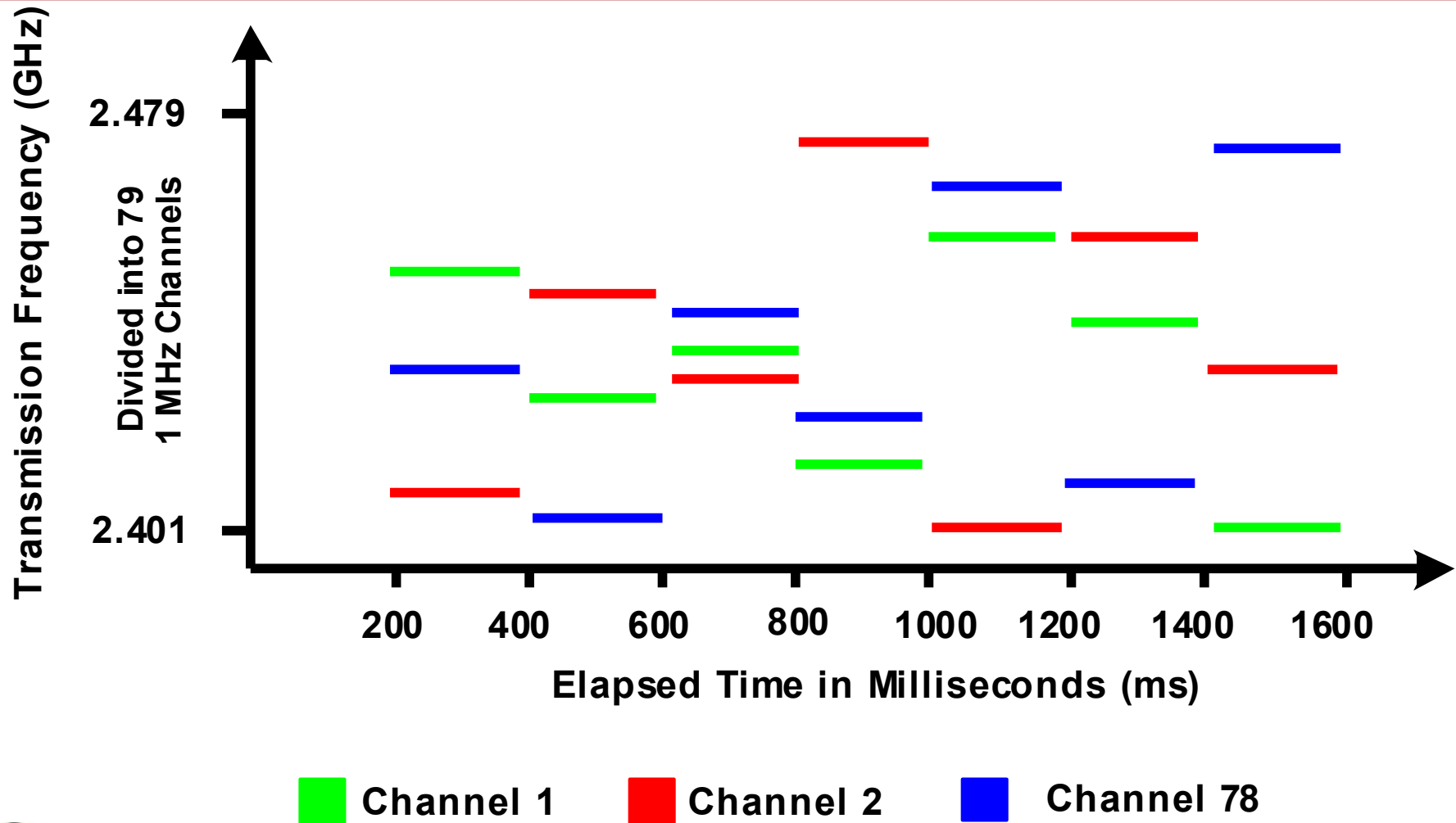


Frequency Hopping Spread Spectrum (1)

- ❖ Η φέρουσα αλλάζει συχνότητα σύμφωνα με μια ψευδοτυχαία ακολουθία.
- ❖ Η ψευδοτυχαία ακολουθία είναι μια λίστα από συχνότητες Η φέρουσα αλλάζει συχνότητα από αυτή τη λίστα.
- ❖ Το αρχικό 802.11 πρότυπο υποστηρίζει FHSS με ρυθμούς δεδομένων **1 και 2 Mbps**.
- ❖ Η FHSS χρησιμοποιεί την ζώνη **2.402 – 2.480 GHz**.
- ❖ Χωρίζει τη ζώνη σε **79 μη-επικαλυπτόμενα κανάλια εύρους 1 MHz**.
- ❖ Η αναπήδηση μεταξύ καναλιών γίνεται **2.5 φορές ανά second**



Frequency Hopping Spread Spectrum (2)

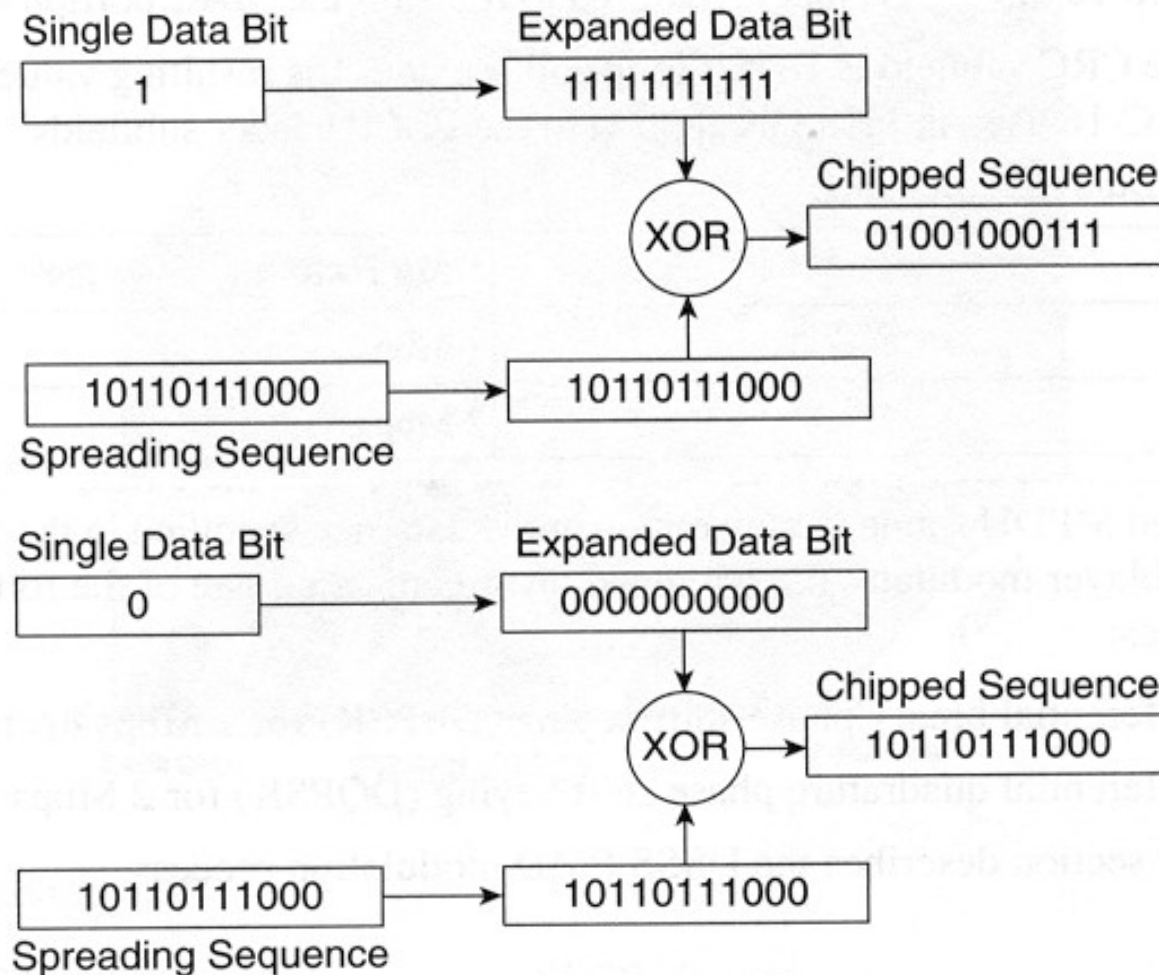


Direct Sequence Spread Spectrum (1)

- ❖ Η **DSSS** συνδυάζει τα bits πληροφορίας (σήμα δεδομένων) με μια ακολουθία bit υψηλότερου ρυθμού μετάδοσης ψευδοτυχαίων αριθμών -**pseudorandom number (PN)**.
- ❖ Η PN ονομάζεται **Chipping Code** (π.χ. Barker chipping code)
- ❖ Τα bits που προκύπτουν από τον συνδυασμό των bits πληροφορίας με τον chipping code ονομάζονται **chips** – τα οποία είναι και αυτά που τελικά εκπέμπονται.
- ❖ Όσο υψηλότερο είναι το **processing gain (περισσότερα chips)** μεγαλώνει η αντίσταση του σήματος σε παρεμβολές καθώς το σήμα απλώνεται σε περισσότερες συχνότητες.
- ❖ Το φάσμα του διευρυμένου σήματος είναι **22MHz**.

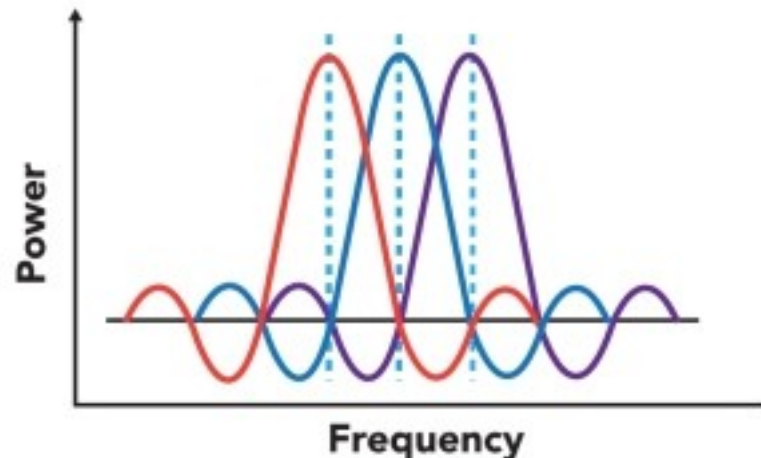


Direct Sequence Spread Spectrum (2)

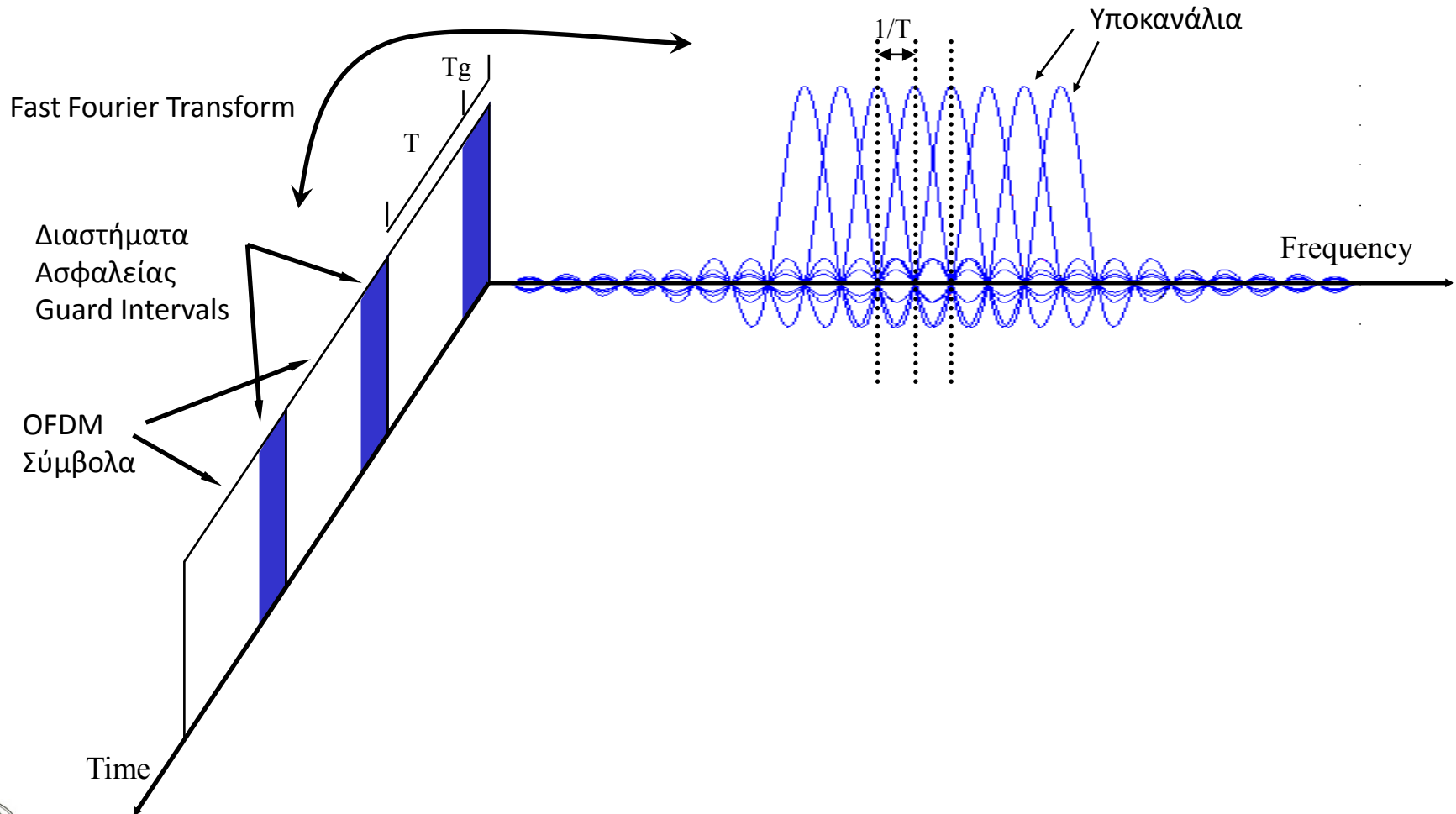


Τι είναι η OFDM

❖ Η **OFDM** κατανέμει τα δεδομένα σε ένα μεγάλο αριθμό επικαλυπτόμενων καναλιών των οποίων οι φέρουσες απέχουν τακτά διαστήματα μεταξύ τους. Η συχνοτική απόσταση των φερουσών επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ορθογωνικές μεταξύ τους και άρα να μην παρεμβάλλει το περιεχόμενο της μιας στην άλλη.



Ορθογωνική Πολύπλεξη με Διαίρεση Συχνότητας-OFDM



802.11 Φυσικό Επίπεδο

	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Διαθέσιμο bandwidth	83.5 MHz	300 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz
Χωρίς άδεια συχνότητες λειτουργίας	2.4 - 2.4835 GHz DSSS, FHSS	5.15 - 5.35 GHz OFDM 5.725 - 5.825 GHz OFDM	2.4 - 2.4835 GHz DSSS	2.4 - 2.4835 GHz DSSS, OFDM
Αριθμός μη αλληλοεπικαλυπτόμεν ων κανάλια	3 (indoor/outdoor)	4 indoor 4 (indoor/outdoor) 4 outdoor	3 (indoor/outdoor)	3 (indoor/outdoor)
ταχύτητα δεδομένων ανά κανάλι	1, 2 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5.5, 11 Mbps	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
συμβατότητα	802.11	Wi-Fi5	Wi-Fi	Wi-Fi στα 11 Mbps και κάτω



Αυθεντικό 802.11 Physical Layer - DSSS

- ❖ Direct-sequence spread spectrum (DSSS)
- ❖ 2,4 GHz ISM μπάντα σε ταχύτητα 1 Mbps και 2 Mbps
- ❖ έως επτά κανάλια, καθένα 1 Mbps ή 2 Mbps, μπορούν να χρησιμοποιηθούν
- ❖ εξαρτάται από το εύρος που διατίθενται από διάφορους εθνικούς κανονισμούς
 - 13, στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες
 - ένα στην Ιαπωνία
- ❖ κάθε κανάλι εύρους ζώνης 5 MHz
- ❖ σύστημα κωδικοποίησης για DBPSK 1-Mbps και DQPSK για 2-Mbps.



Αυθεντικό 802.11 Physical Layer - FHSS

❖ Frequency-hopping spread spectrum

- 2,4 GHz ISM μπάντα σε ταχύτητα 1 Mbps και 2 Mbps
- 23 κανάλια στην Ιαπωνία
- 70 κανάλια στις ΗΠΑ
- σήμα μεταπήδησης μεταξύ πολλαπλών καναλιών βασίζεται σε μια ακολουθία ψευδοθορύβου
- Χρησιμοποιούνται κανάλια 1-MHz

❖ Ρυθμιζόμενο hopping σύστημα

❖ σε δύο επίπεδα Gaussian διαμόρφωση FSK για 1 Mbps

❖ τεσσάρων επιπέδων GFSK διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται για 2 Mbps

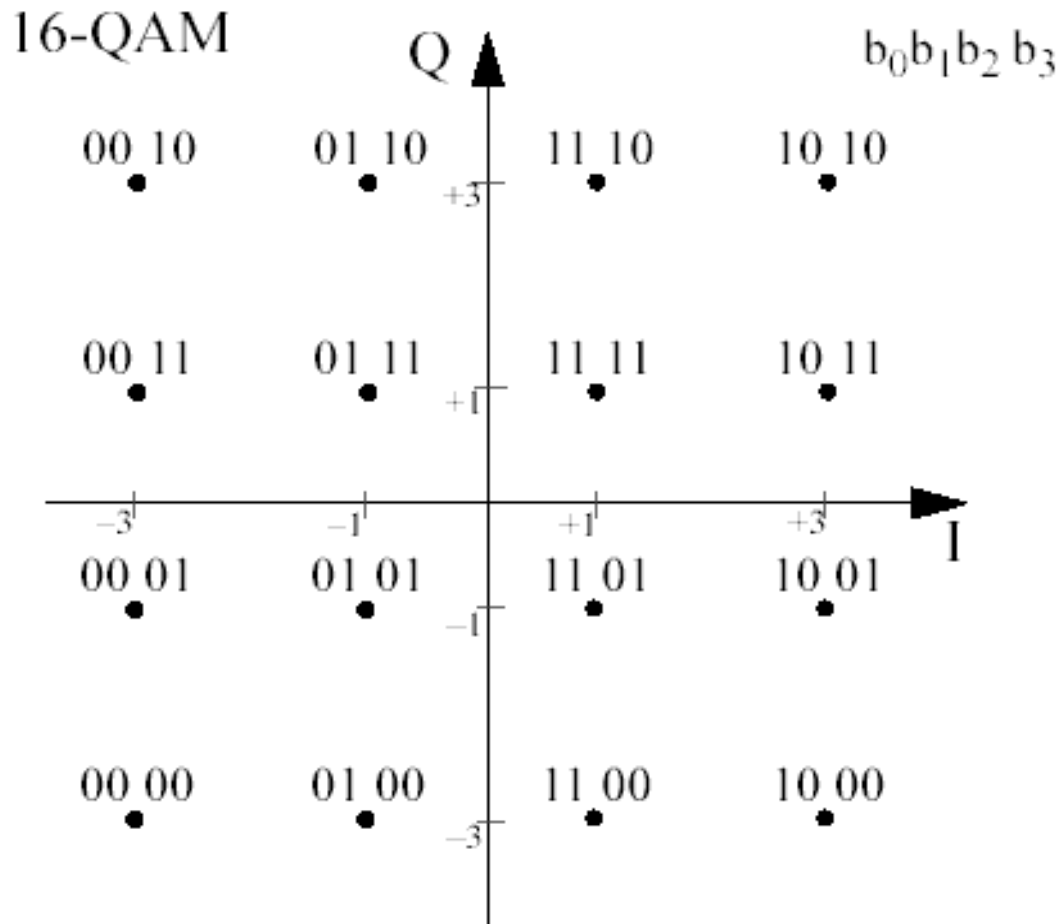


802.11a

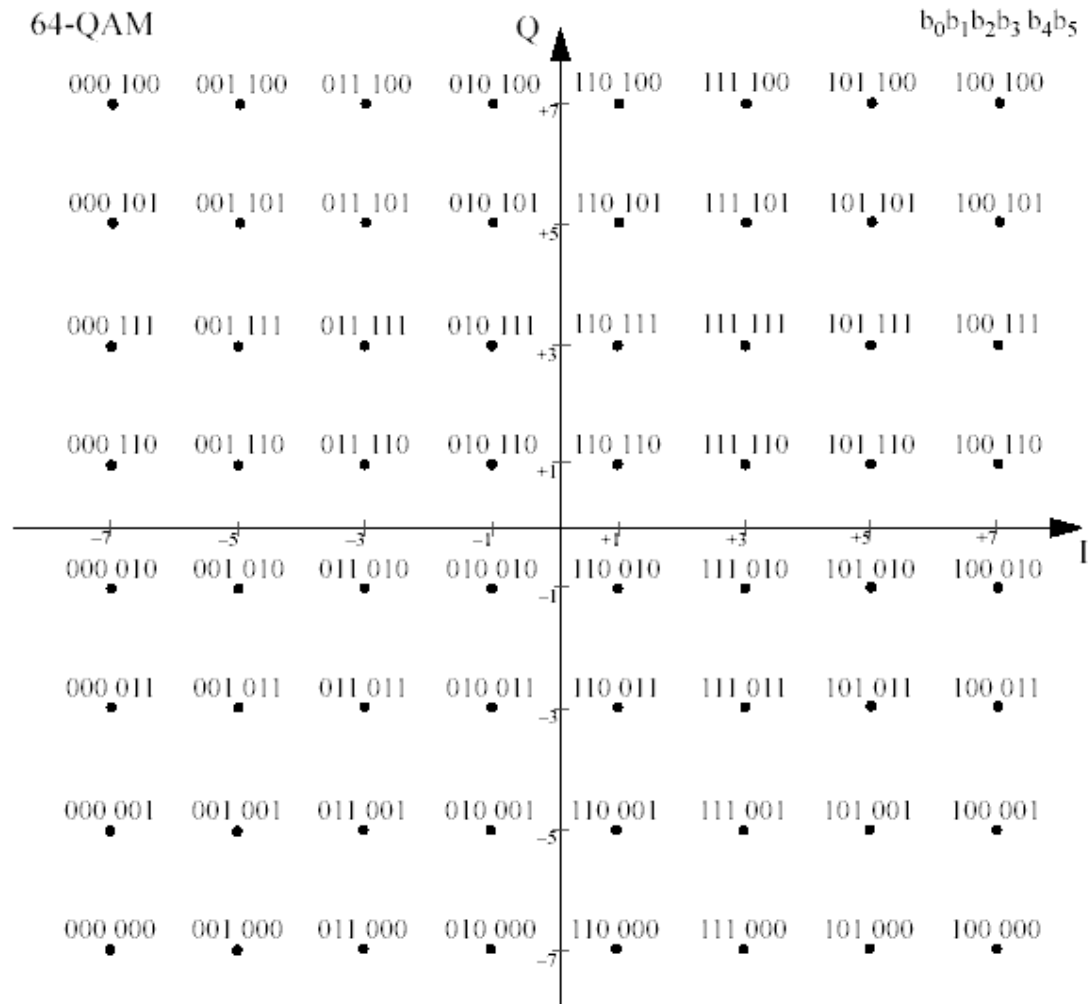
- ❖ Χρησιμοποιεί 5-GHz ζώνη (διαφορετική από άλλες εκδόσεις)
 - υποστηρίζει υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων
- ❖ ορθογώνια πολύπλεξη διαίρεσης συχνότητας (OFDM)
 - πολλαπλές φέρουσες σε διαφορετικές συχνότητες
 - μερικά bits σε κάθε κανάλι
- ❖ έως 48 υποφοφέρουσες διαμορφώνονται χρησιμοποιώντας BPSK, QPSK, 16-QAM, ή 64-QAM
 - απόσταση συχνότητας φέρουσας 0,3125 MHz
 - ο συνδυασμός της τεχνικής διαμόρφωσης και του ρυθμού κωδικοποίησης καθορίζει την ταχύτητα δεδομένων



16-QAM



64-QAM



802.11b

❖ Επέκταση του 802.11 με DS-SS

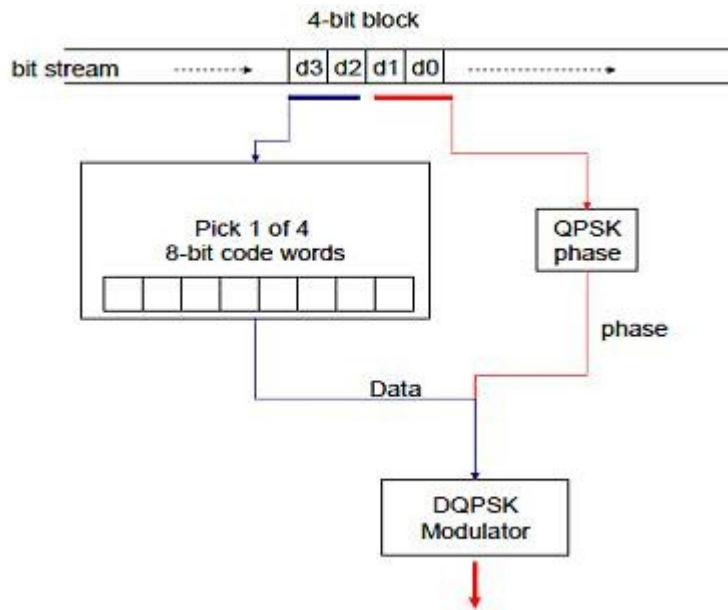
- ο με ρυθμούς δεδομένων των 5,5 και 11 Mbps

❖ chipping rate 11 MHz

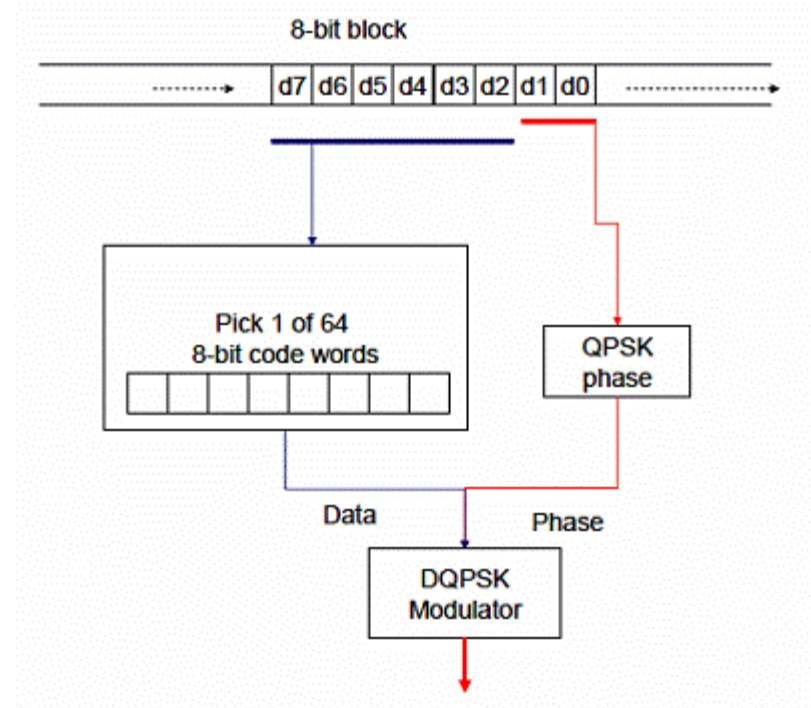
- ο ίδιο με το αρχικό σύστημα DS-SS
- ο Complementary code keying (CCK) διαμορφωση δίνει υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων με το ίδιο εύρος ζώνης και χαμηλότερου ρυθμού
- ο Επίσης Packet Binary Convolutional Coding (PBCC) για μελλοντική χρήση υψηλότερου ρυθμού



Complementary code keying (CCK)



5.5Mbps

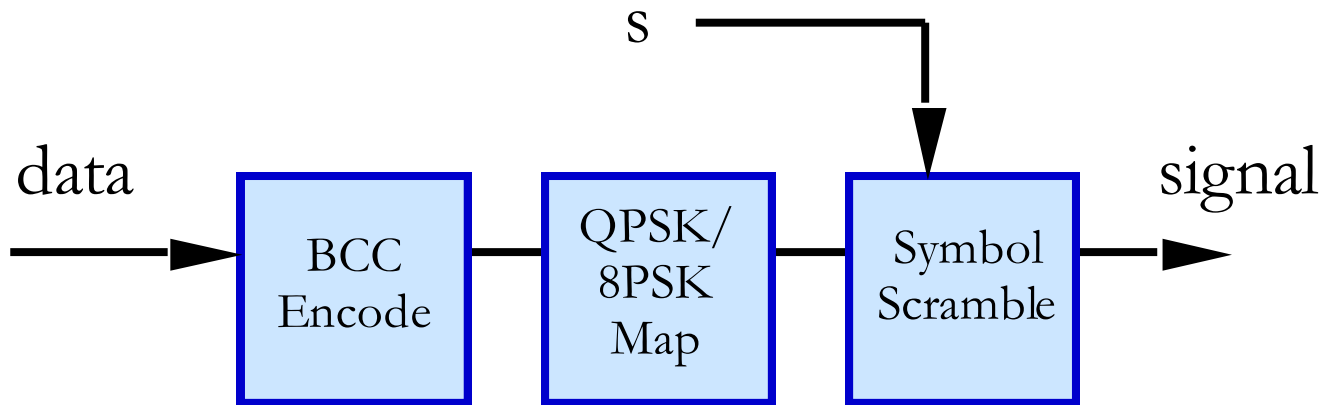


11Mbps



Packet Binary Convolutional Coding (PBCC)

Συνδυάζει Binary Convolutional Coding με Codeword Scrambling



802.11g

- ❖ Επέκταση υψηλότερης ταχύτητας στο 802.11b
- ❖ λειτουργεί στη ζώνη ISM 2.4GHz
- ❖ Συμβατό με συσκευές 802.11b
- ❖ συνδυάζει τεχνικές κωδικοποίησης φυσικού επιπέδου που χρησιμοποιούνται σε 802.11 και 802.11b για την παροχή υπηρεσιών σε μία ποικιλία ρυθμών δεδομένων
 - Extended Rate Physical ERP-OFDM για 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps ταχύτητες
 - ERP-PBCC για 22 και 33Mbps ταχύτητες

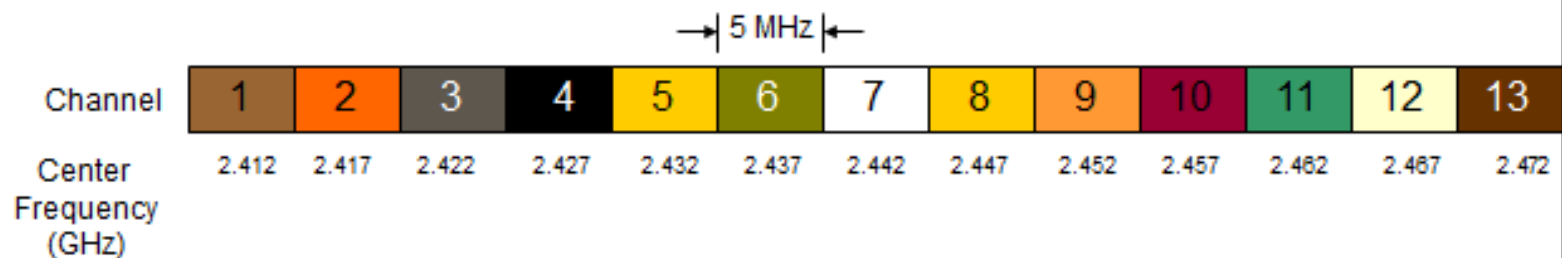
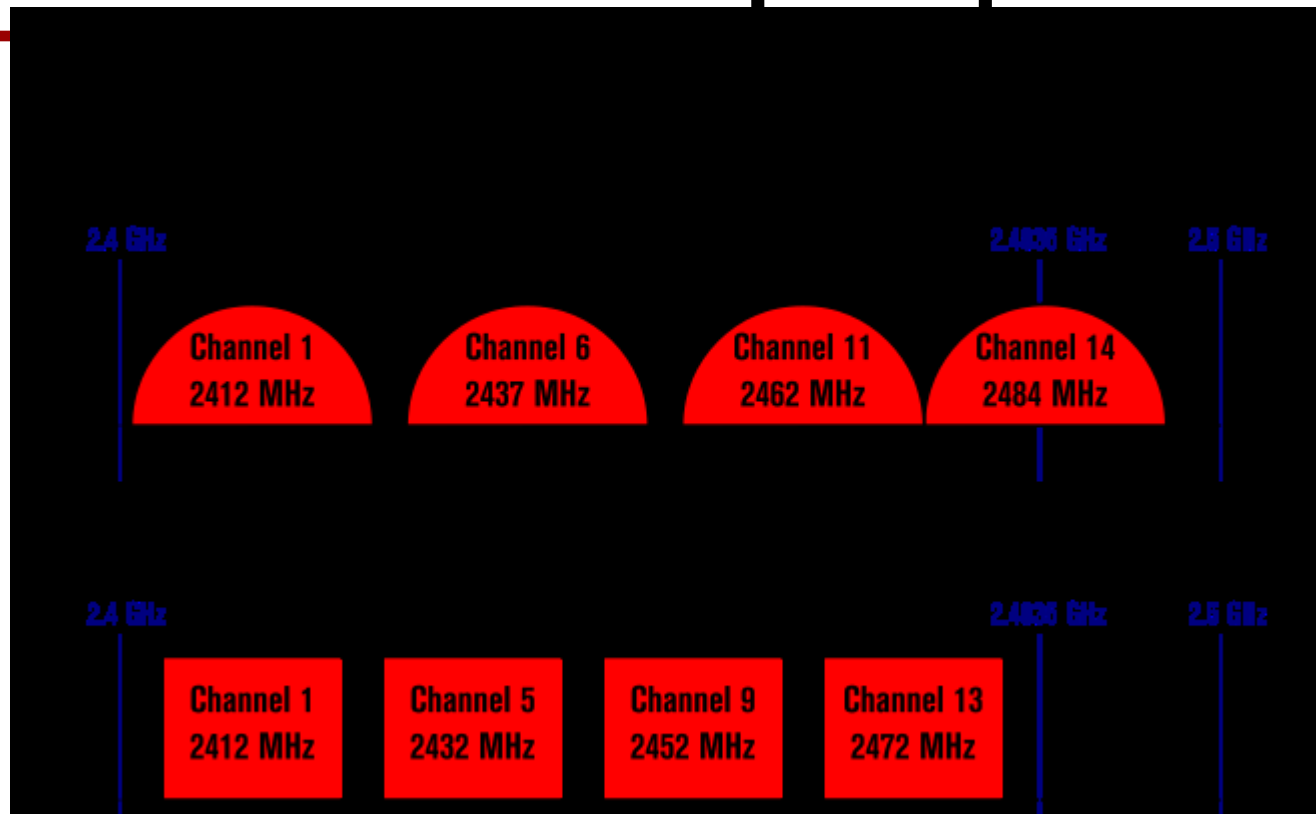


Ταχύτητα δεδομένων vs Απόσταση (m)

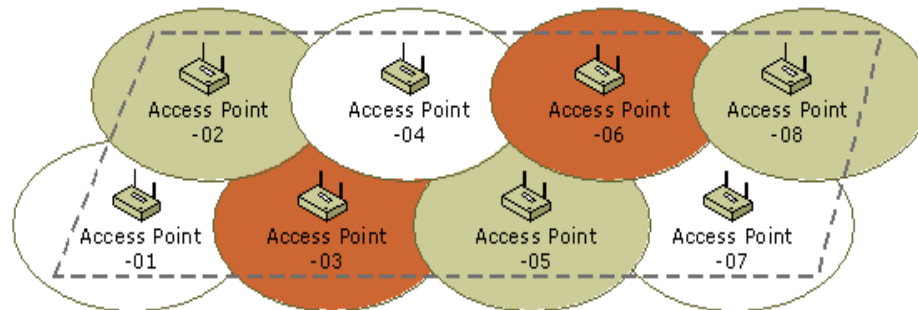
Ταχύτητα δεδομένων (Mbps)	802.11b	802.11a	802.11g
1	90+	—	90+
2	75	—	75
5.5(b)/6(a/g)	60	60+	65
9	—	50	55
11(b)/12(a/g)	50	45	50
18	—	40	50
24	—	30	45
36	—	25	35
48	—	15	25
54	—	10	20



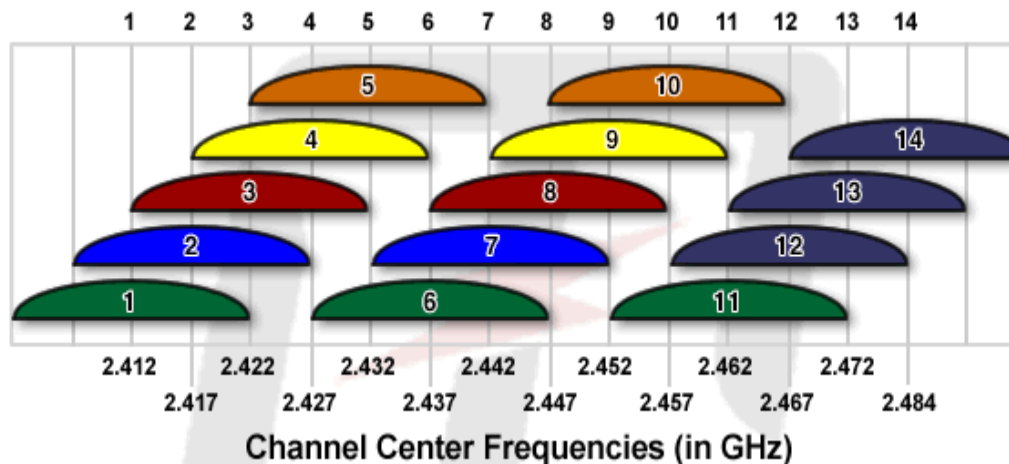
Κανάλια 802.11b/g/n στη ζώνη 2.4GHz-Ευρώπη



Κανάλια 802.11b/g/n στη ζώνη 2.4GHz



- Perimeter of building floor that requires wireless coverage
- Channel A - Operating on 802.11 Channel 1 (2.412 GHz)
- Channel B - Operating on 802.11 Channel 6 (2.437 GHz)
- Channel C - Operating on 802.11 Channel 11 (2.462 GHz)



Κανάλια 20MHz 802.11a/n στη ζώνη 5GHz

Κατώτερη ζώνη 5.150-5.250 GHz

Κανάλι	Κεντρική Συχνότητα (GHz)
36	5.180
40	5.200
44	5.220
48	5.240

Μέση ζώνη 5.250 – 5.350 GHz

Κανάλι	Κεντρική Συχνότητα (GHz)
52	5.260
56	5.280
60	5.300
65	5.320

Ανώτερη ζώνη 5.500-5.700 GHz

Κανάλι	Κεντρική Συχνότητα (GHz)
100	5.500
104	5.520
108	5.540
112	5.560
116	5.580
132	5.660
136	5.660
140	5.700

**52 υποφέρουσες
312.KHz απόσταση
Διάστημα ασφαλείας 800ns**



Κανάλια 40MHz 802.11n στη ζώνη 5GHz

Κατώτερη ζώνη 5.150-5.250 GHz

Κανάλι	Κεντρική Συχνότητα (GHz)
36	5.180
40	5.200
44	5.220
48	5.240

Μέση ζώνη 5.250 – 5.350 GHz

Κανάλι	Κεντρική Συχνότητα (GHz)
52	5.260
56	5.280
60	5.300
65	5.320

Ανώτερη ζώνη 5.500-5.700 GHz

Κανάλι	Κεντρική Συχνότητα (GHz)
100	5.500
104	5.520
108	5.540
112	5.560
116	5.580
132	5.660
136	5.660
140	5.700

**114 υποφέρουσες
312.KHz απόσταση
Διάστημα ασφαλείας 800ns,400ns**



Νέες δυνατότητες στο 802.11n

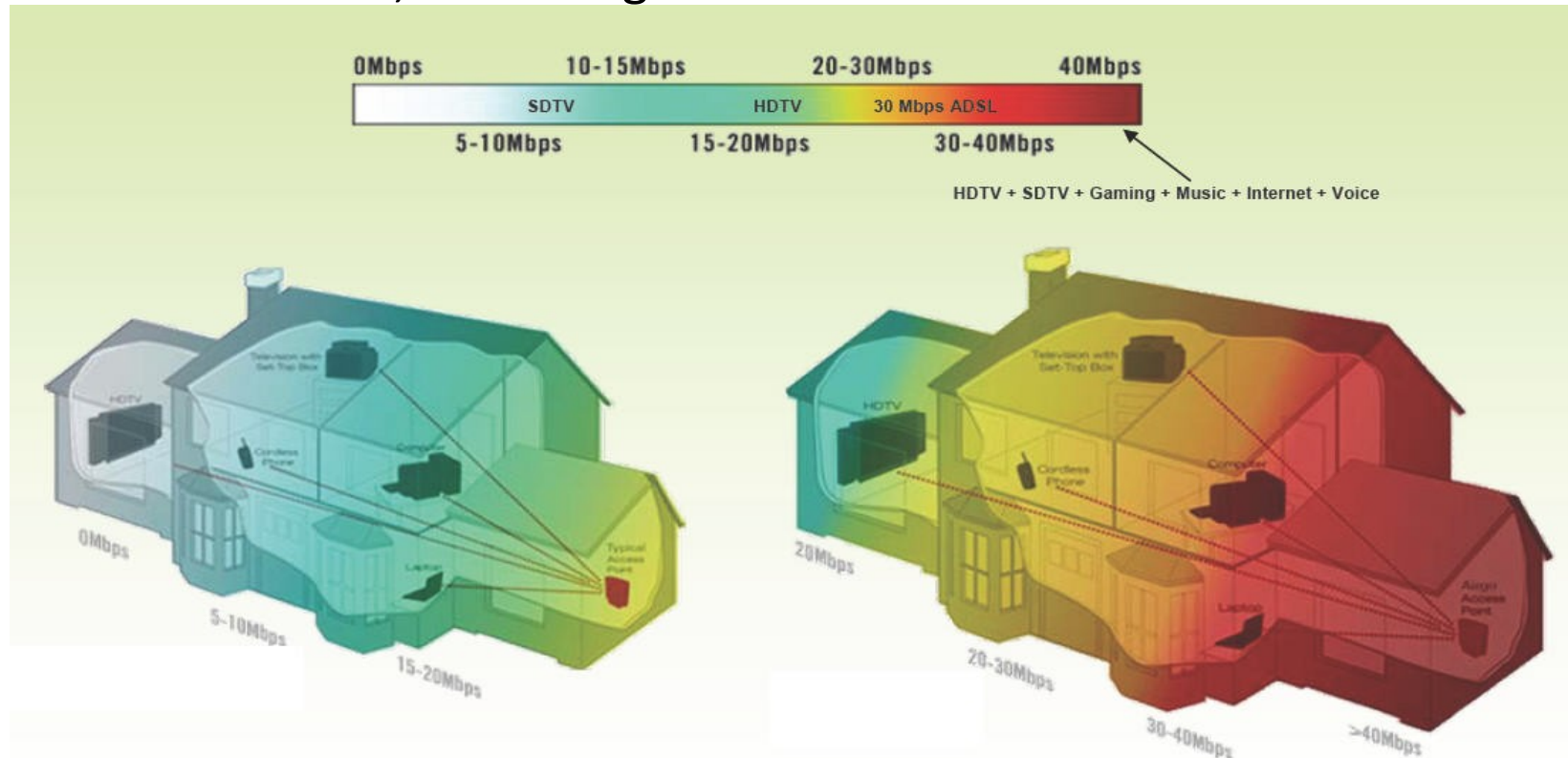
- ❖ Πολλαπλές κεραίες λήψης και εκπομπής (**MIMO**)
- ❖ Συνένωση καναλιών (**Channel Bonding**) **40MHz**
- ❖ Βελτιωμένη OFDM
- ❖ Βελτιώσεις στο MAC υποεπίπεδο (κατάλληλο για πολυμεσικές εφαρμογές)
- ❖ Υψηλότεροι ρυθμοί δεδομένων **600Mbps**



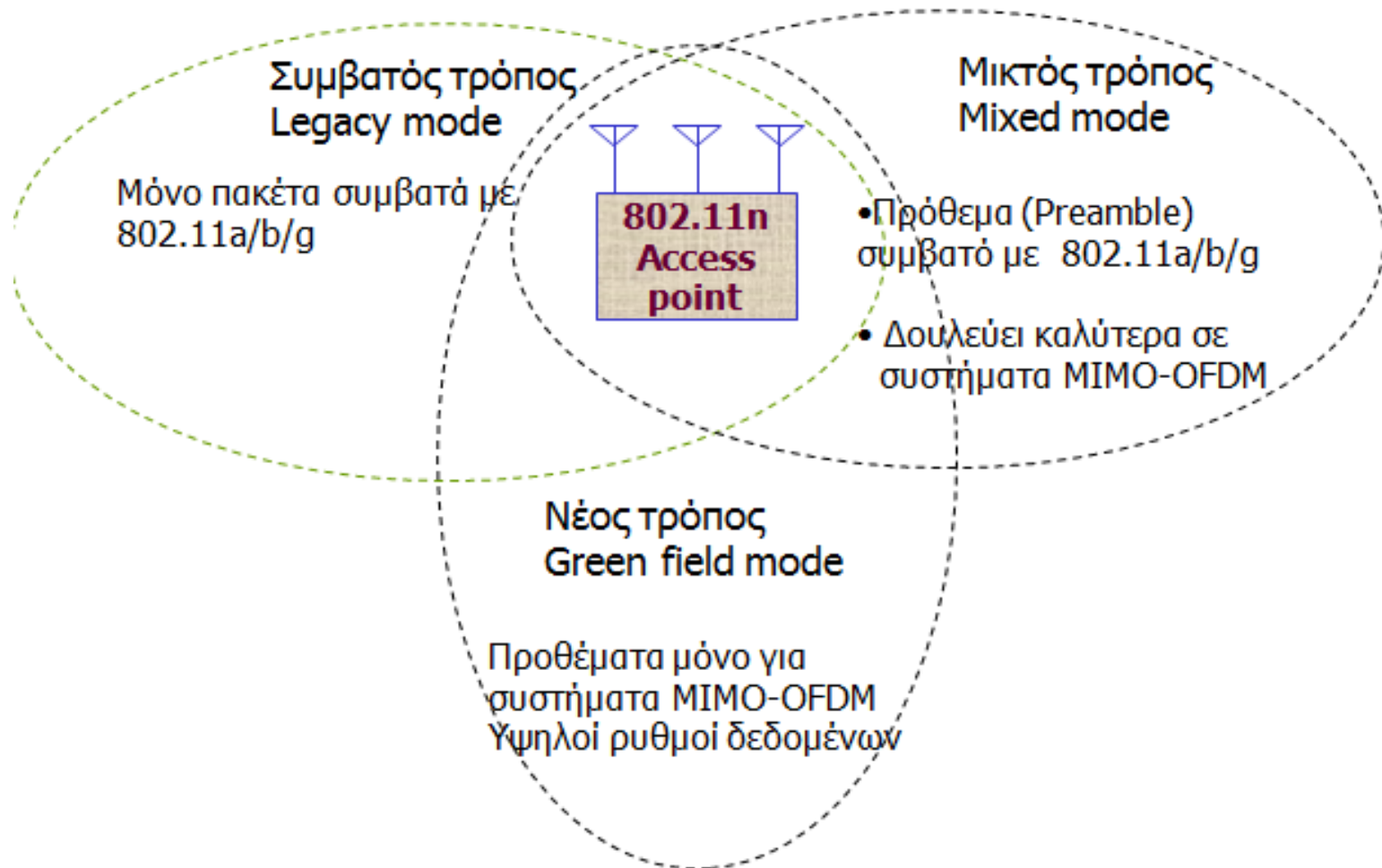
802.11n Διαφορές από 802.11a/b/g

Πεδίο εφαρμογών

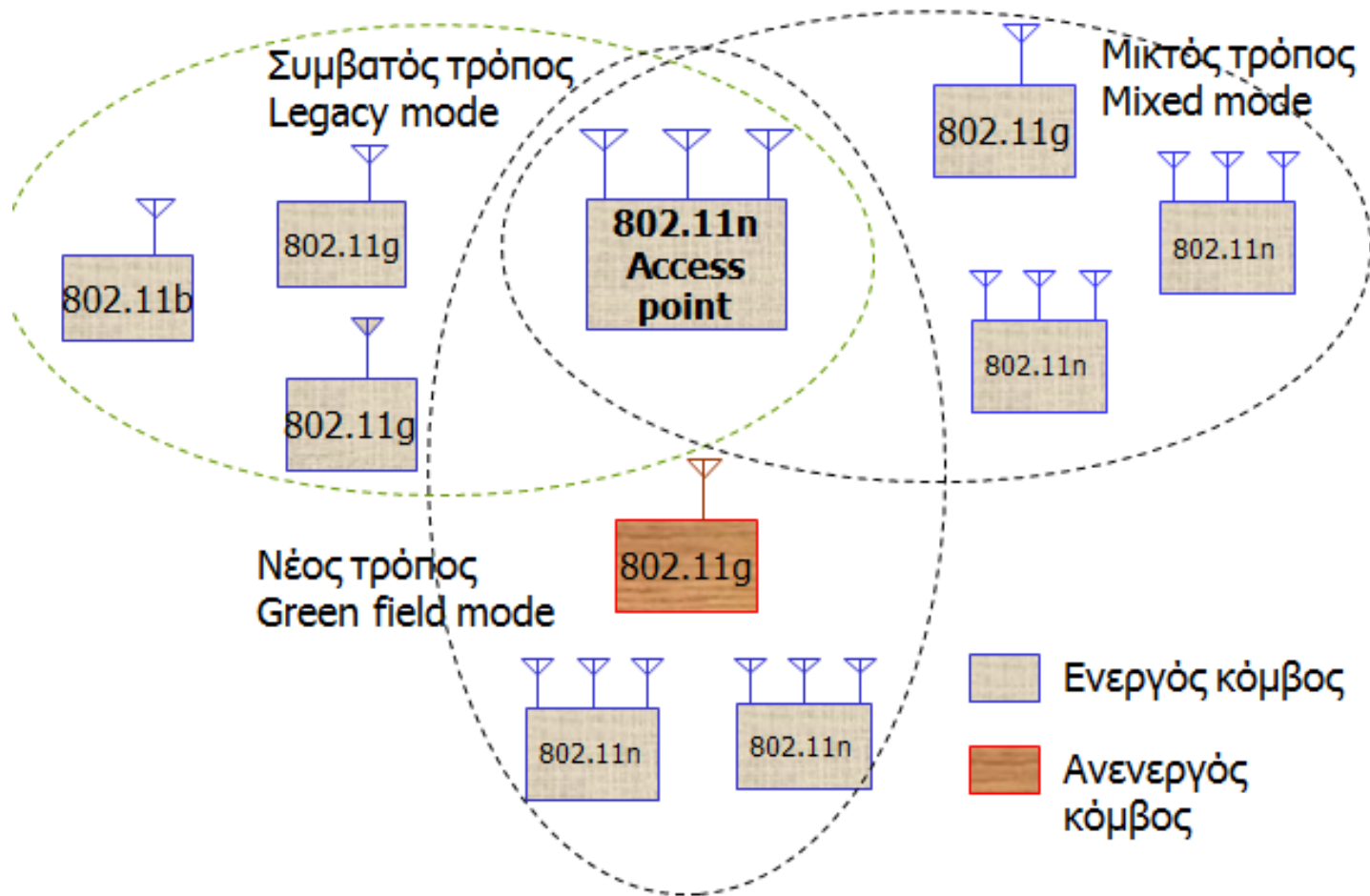
- ❖ 802.11a/b/g → Δίκτυα υπολογιστών
- ❖ 802.11n → HDTV, streaming video



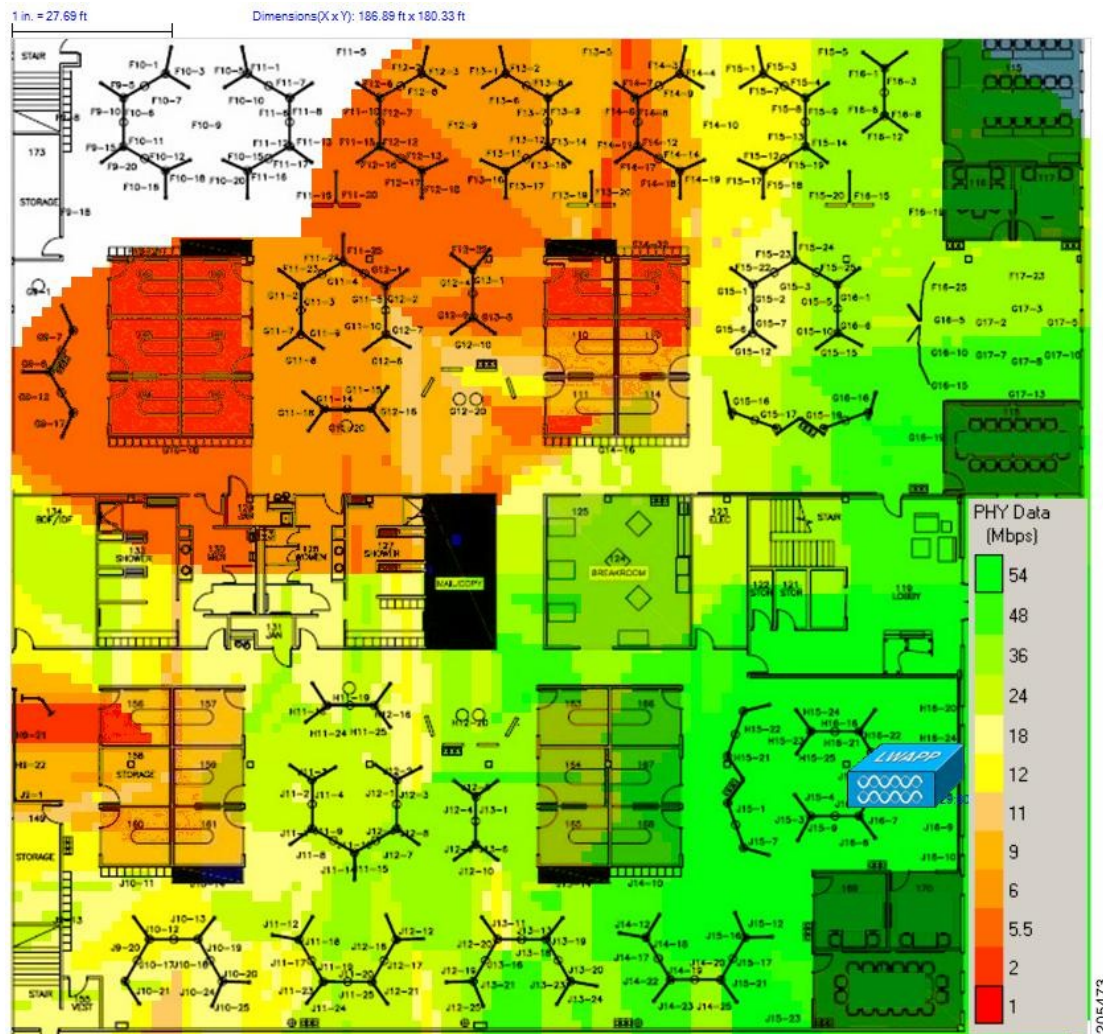
Τρόποι Λειτουργίας 802.11n



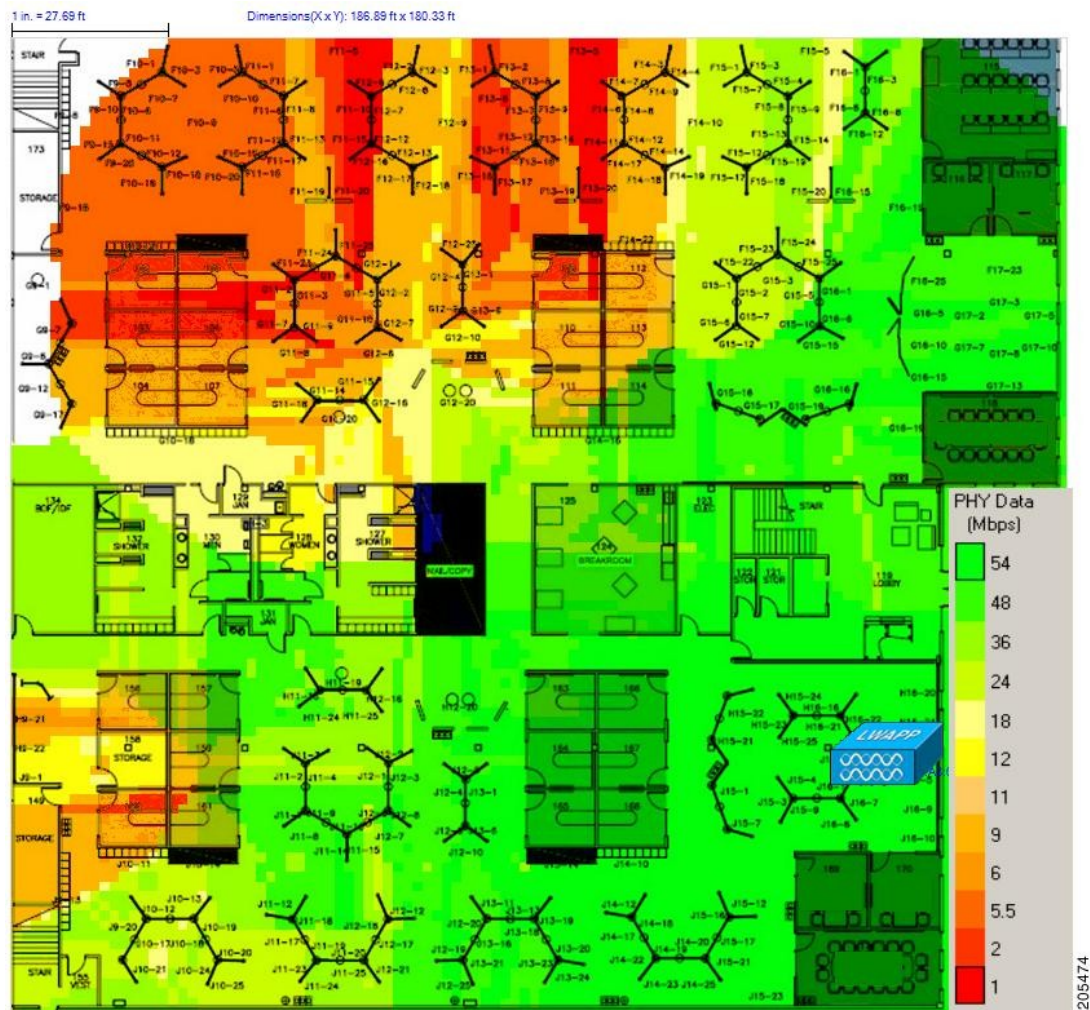
Τρόποι Λειτουργίας 802.11n



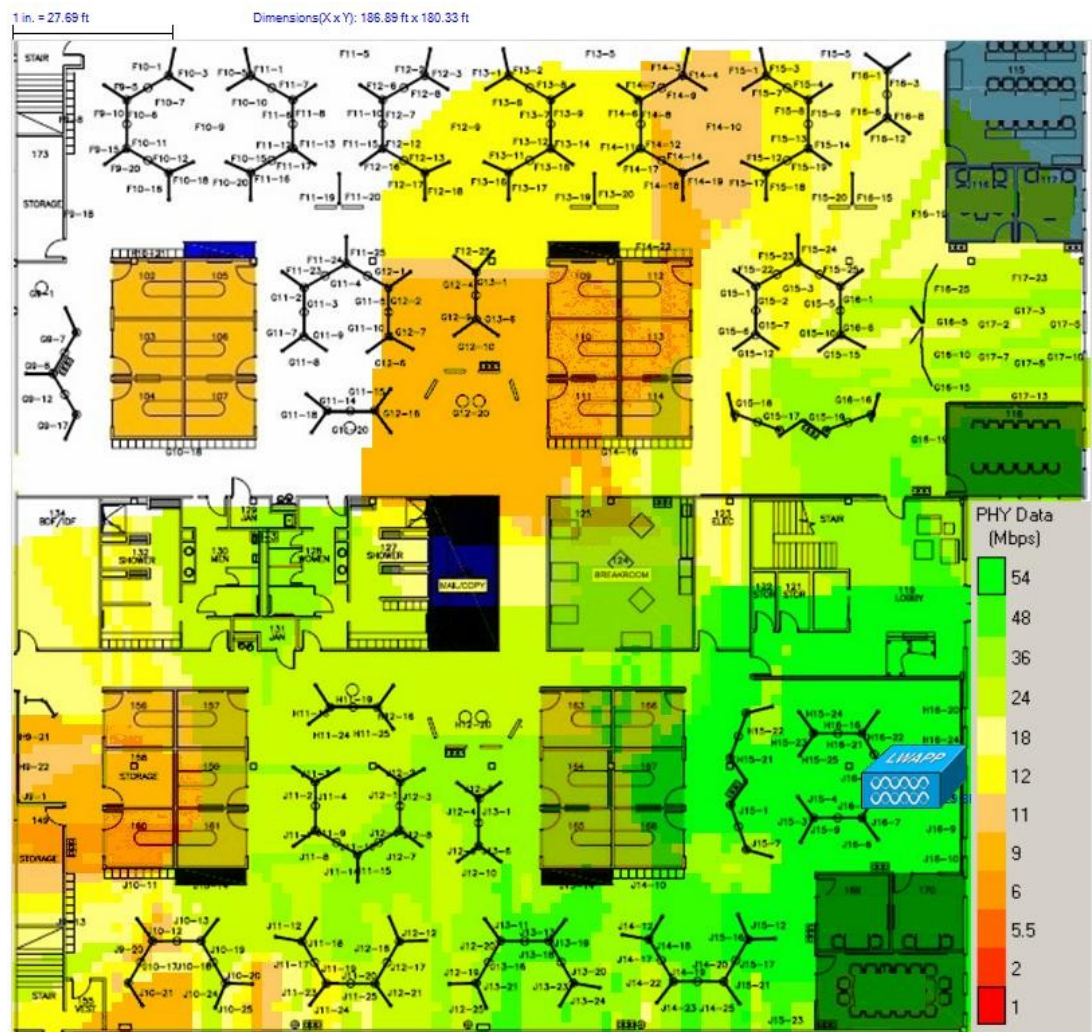
Κάλυψη 802.11g 2.4GHz



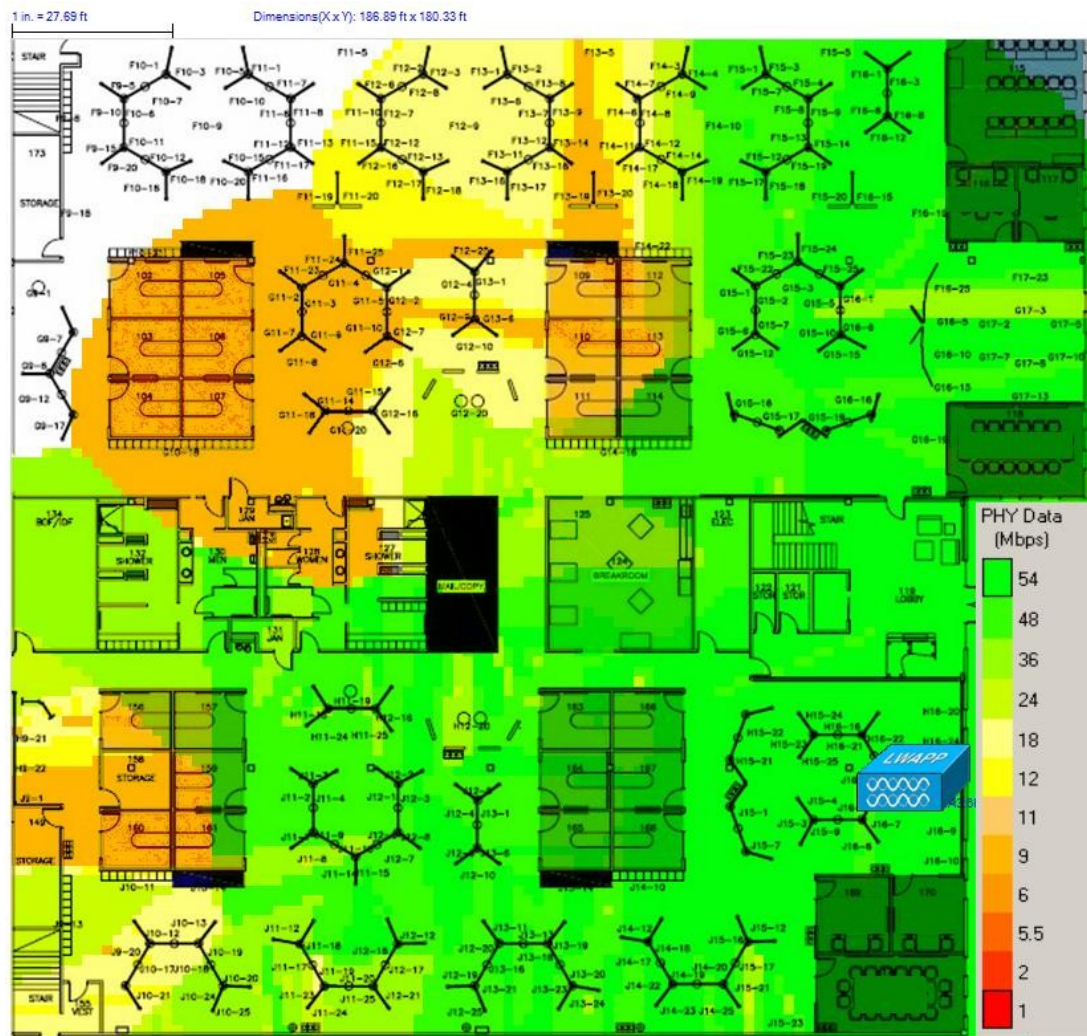
Κάλυψη 802.11n 2.4GHz



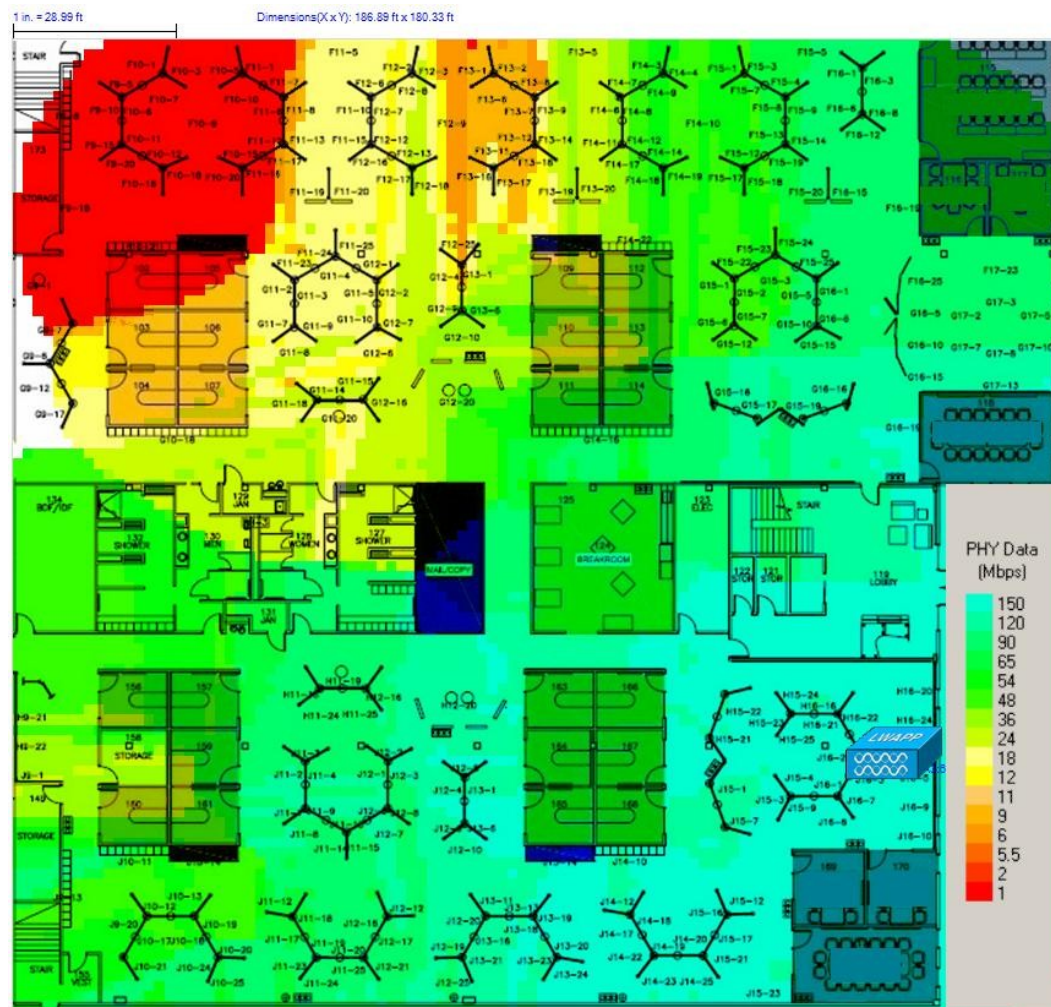
Κάλυψη 802.11a 5GHz



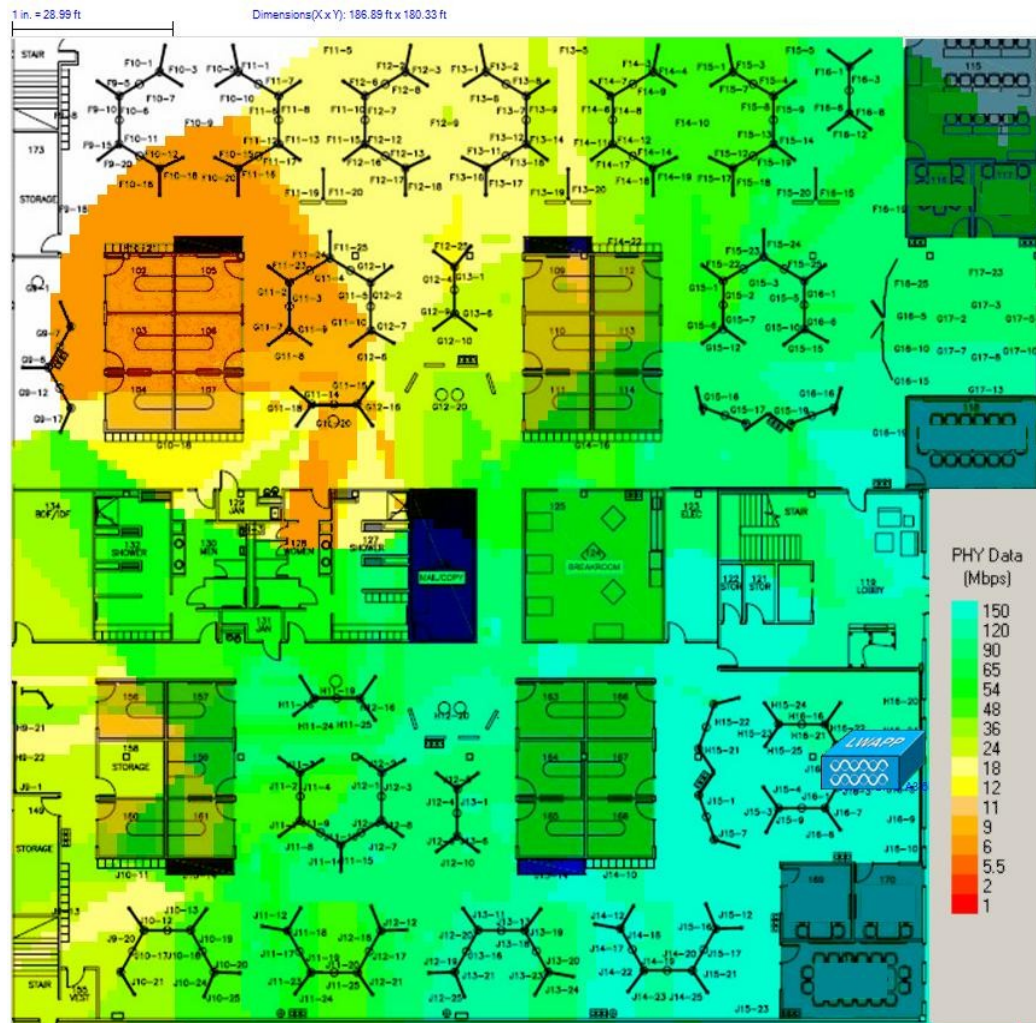
Κάλυψη 802.11n 5GHz



Κάλυψη 802.11n 2.4GHz τερματικά

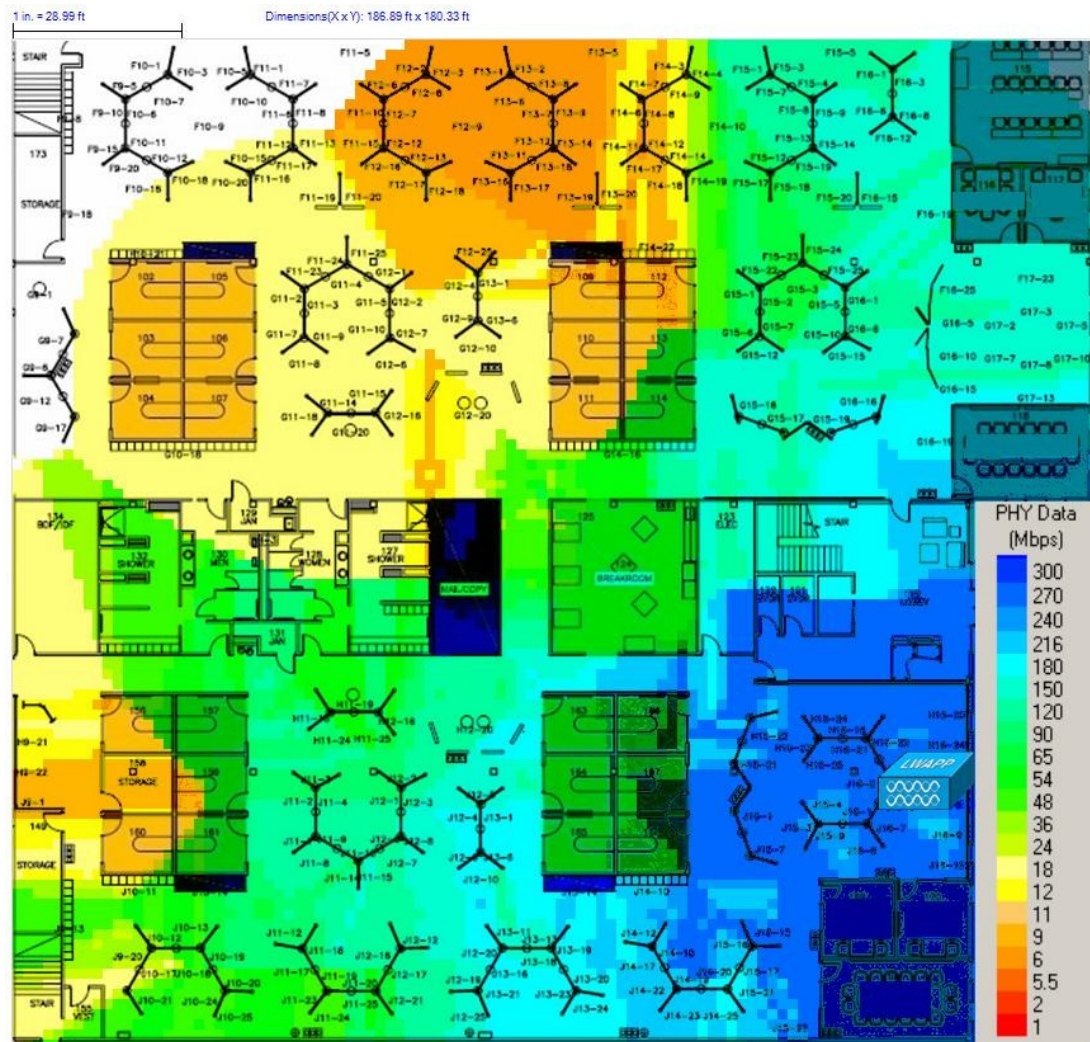


802.11n 5GHz τερματικά 20MHz Κανάλι



802.11n 5GHz τερματικά 40MHz

Κανάλι



Παράδειγμα διαχείρισης 802.11n AP



TP-LINK®

- Status
- QSS
- Network
- Wireless**
 - **Wireless Settings**
 - Wireless Security
 - Wireless MAC Filtering
 - Wireless Advanced
 - Throughput Monitor
 - Wireless Statistics
- DHCP
- System Tools

Wireless Settings

Operation Mode: Access Point

SSID: TP-LINK_TCOM

Region: Greece
Warning: Ensure you select a correct country to conform local law. Incorrect settings may cause interference.

Channel: Auto

Mode: 11bgn mixed

Channel Width: 20/40MHz

Max Tx Rate: 300Mbps

☒ Enable Wireless Radio

☒ Enable SSID Broadcast



Παράδειγμα διαχείρισης 802.11n AP

Status

Firmware Version:

3.12.6 Build 110214 Rel.52648n

Hardware Version:

WA801N v1 00000000

Wired

MAC Address:

B0-48-7A-AA-4A-D8

IP Address:

155.207.58.7

Subnet Mask:

255.255.255.0

Wireless

Operation Mode:

Access Point

Name (SSID):

TP-LINK_TCOM

Channel:

1

Mode:

11bgn mixed

Channel Width:

20/40MHz

Max Tx Rate:

300Mbps

MAC Address:

B0-48-7A-AA-4A-D8

Traffic Statistics

Received

Sent

Bytes:

0

0

Packets:

0

0



Δύο τρόποι λειτουργίας πρόσβασης- MAC υποεπίπεδο

❖ **DCF** (distributed coordination function)

που σημαίνει ότι όλοι μπορούν να μιλήσουν

❖ **PCF** (point coordination function)

που σημαίνει ότι υπάρχει ένα σημείο που παίζει το ρόλο συντονιστή και επιτρέπει να μιλήσει το κάθε τερματικό

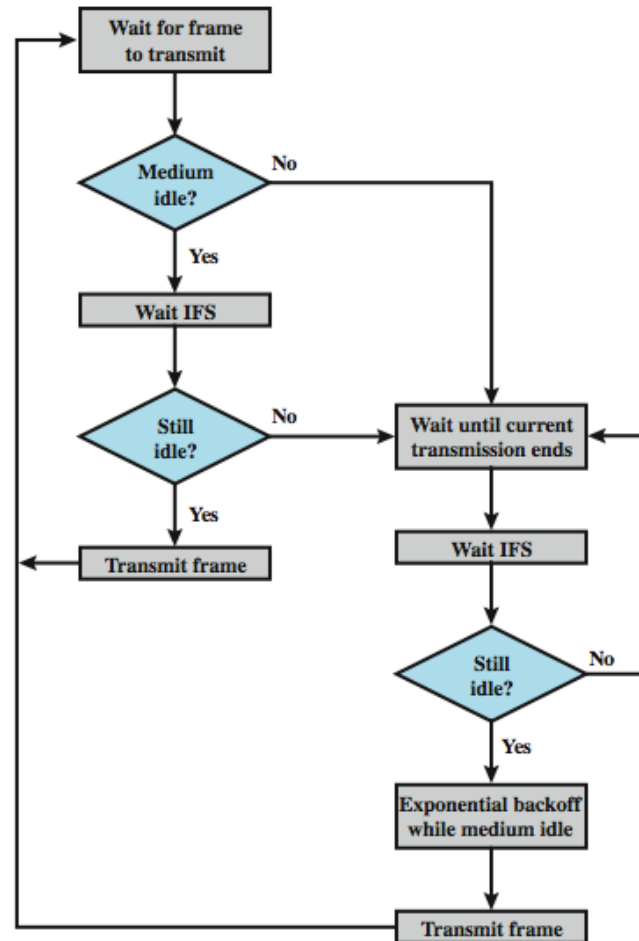


Κατανεμημένη Συνάρτηση Συντονισμού

- ❖ Το DCF υπόστρωμα χρησιμοποιεί CSMA
 - Αν σταθμός έχει πλαίσιο για αποστολή ακούει το μέσο
 - Αν το μέσο αδράνει, ο σταθμός μπορεί να μεταδώσει
 - Αλλιώς περιμένει μέχρι την τρέχουσα πλήρη μετάδοση
- ❖ Οχι ανίχνευση σύγκρουσης, σε ασύρματο δίκτυο
- ❖ DCF περιλαμβάνει καθυστερήσεις, που λειτουργούν ως ένα σύστημα προτεραιότητας



IEEE 802.11; Λογική Πρόσβασης και Ελέγχου του Μέσου



Τιμές IFS προτεραιότητας

❖ SIFS (σύντομη IFS)

- για όλες τις άμεσες δράσεις απόκρισης (βλέπε παρακάτω)

❖ PIFS (σημείο συντονισμού λειτουργία IFS)

- χρησιμοποιείται από το κεντρικό χειριστήριο στο σύστημα PCF κατά την έκδοση δημοσκοπήσεις

❖ DIFS (IFS λειτουργία διανέμεται συντονισμού)

- χρησιμοποιείται ως ελάχιστη καθυστέρηση για ασύγχρονη πλαίσια που μάχονταν για την πρόσβαση



Χρήση SIFS

- ❖ SIFS δίνει τη ύψιστη προτεραιότητα
 - Πάνω από σταθμούς αναμονής PIFS ή DIFS χρόνο
- ❖ SIFS χρησιμοποιούνται, στις ακόλουθες περιπτώσεις:
 - Επιβεβαίωσης (ACK)
 - σταθμός απαντά με ACK μετά από αναμονή SIFS κενό
 - για αποτελεσματική ανίχνευση σύγκρουσης και μετάδοσης multi-frame
 - Clear για Αποστολή (CTS)
 - ❖ σταθμός εξασφαλίζει ότι το πλαίσιο δεδομένων γίνεται μέσω της έκδοσης RTS
 - ❖ και περιμένει CTS απάντηση από τον προορισμό
 - Απάντηση Poll
 - βλ. σημείο Λειτουργίας συντονισμού (PCF)

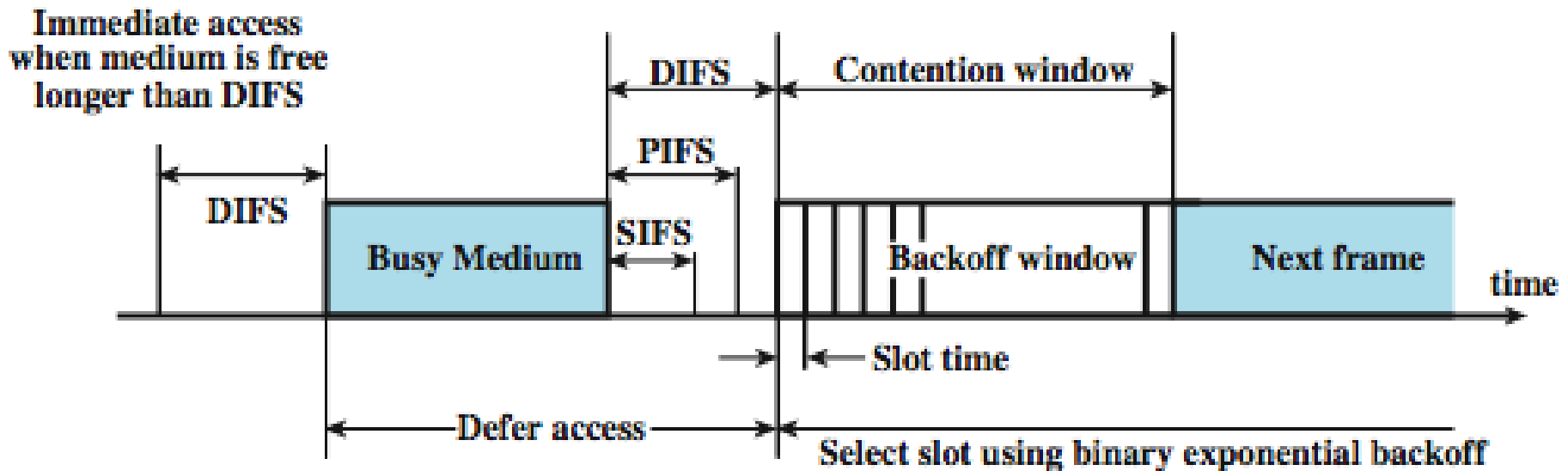


Χρήση PIFS και DIFS

- ❖ PIFS χρησιμοποιούνται από κεντρικό ελεγκτή
 - για την έκδοση δημοσκοπήσεων
 - έχει προτεραιότητα σε σχέση με την κανονική κυκλοφορία ισχυρισμό
 - αλλά όχι SIFS
- ❖ DIFS που χρησιμοποιούνται για όλα τα συνηθισμένα ασύγχρονης κυκλοφορίας



IEEE 802.11 MAC χρονισμού- Βασική μέθοδος πρόσβασης



(a) Basic Access Method

Point Coordination Function (PCF)

- ❖ εναλλακτική μέθοδος πρόσβασης που εφαρμόζεται στην κορυφή του DCF
- ❖ δημοσκοπήσεις με συγκεντρωτικές δημοσκοπήσεις master (σημείο συντονιστής)
- ❖ χρησιμοποιεί PIFS κατά την έκδοση δημοσκοπήσεων
- ❖ σημείο συντονιστή round-robin σε σταθμούς για διαμορφωση σε δημοσκοπήσεις
- ❖ όταν εκδοθεί δημοσκόπηση, ο σταθμός μπορεί να απαντήσει χρησιμοποιώντας SIFS
- ❖ αν το σημείο συντονιστής λαμβάνει απάντηση, εκδίδει μια άλλη δημοσκόπηση που χρησιμοποιεί PIFS
- ❖ αν δεν υπάρχει ανταπόκριση κατά τον αναμενόμενο χρόνο ολοκλήρωσης, ο συντονιστής διευθετεί το ζήτημα
- ❖ Συντονιστής θα μπορούσε να κλειδώσει έξω ασύγχρονη κυκλοφορία με την έκδοση δημοσκοπήσεων
- ❖ έχουν ένα διάστημα που ορίζεται υπερπλαίσιο



IEEE 802.11 Υπηρεσίες

Service	Provider	Used to support
Association	Distribution system	MSDU delivery
Authentication	Station	LAN access and security
Deauthentication	Station	LAN access and security
Dissassociation	Distribution system	MSDU delivery
Distribution	Distribution system	MSDU delivery
Integration	Distribution system	MSDU delivery
MSDU delivery	Station	MSDU delivery
Privacy	Station	LAN access and security
Reassociation	Distribution system	MSDU delivery



Υπηρεσίες – Διανομή Μηνύματος

❖ Υπηρεσία διανομής

- κύρια υπηρεσία που χρησιμοποιείται από τους σταθμούς για την ανταλλαγή MAC πλαισίων όταν το πλαίσιο πρέπει να διατρέξει DS
- αν σταθμοί του ίδιου BSS, η υπηρεσία διανομής πηγαίνει λογικά μέσω του ενιαίου AP της BSS

❖ ολοκλήρωση των υπηρεσιών

- επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ 802,11 σταθμό LAN και μία για μια ολοκληρωμένη 802.x LAN



Έλεγχος Πρόσβασης Μεσου

- ❖ Στρώμα MAC καλύπτει τρεις λειτουργικές περιοχές
 - αξιόπιστη παράδοση των δεδομένων
 - έλεγχος πρόσβασης
 - ασφάλεια

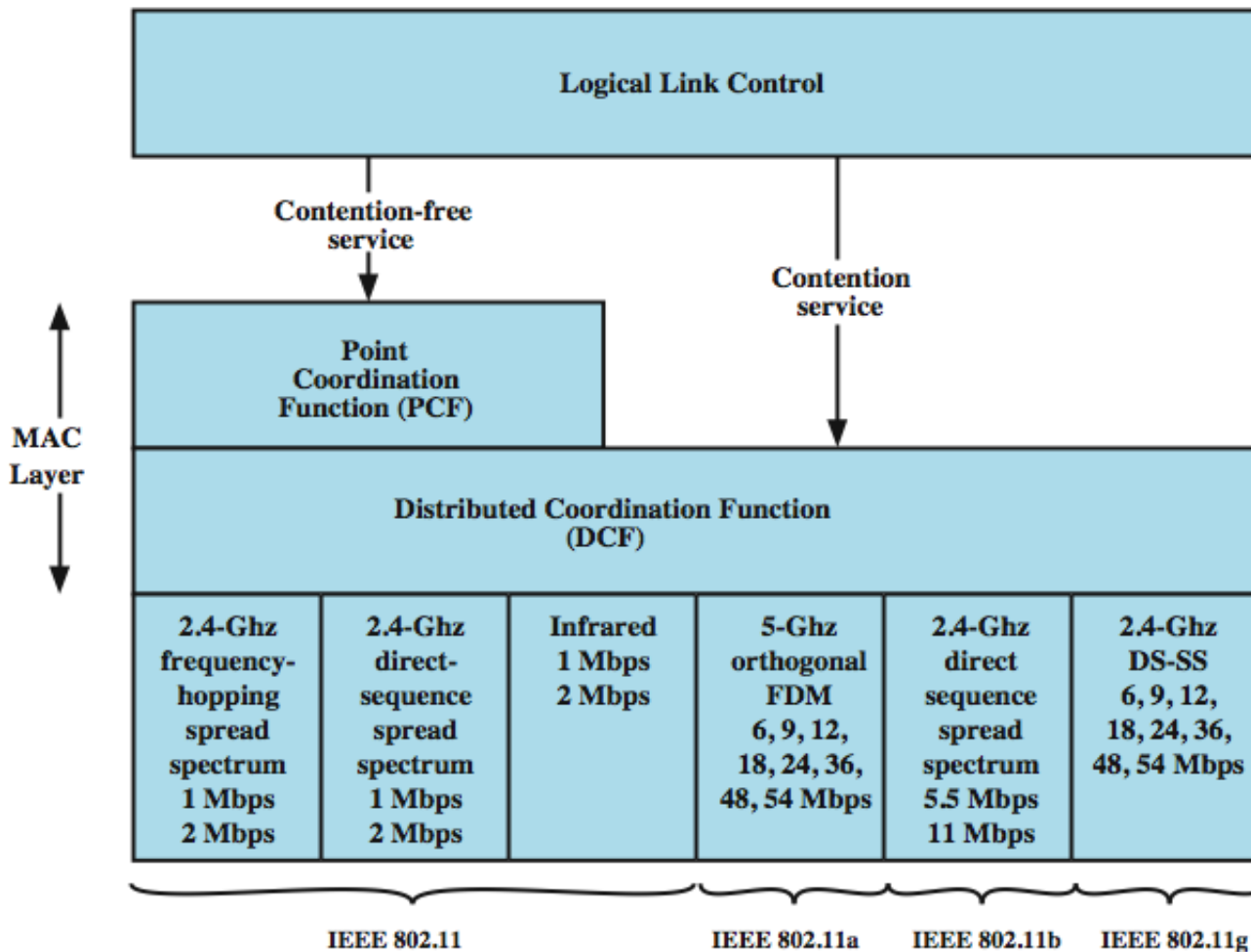


Αξιόπιστη Παράδοση Δεδομένων (1)

- ❖ 802.11 φυσική / MAC στρώματα αναξιόπιστα
 - θόρυβος, παρεμβολές, και άλλες επιδράσεις διάδοσης οδηγούν σε απώλεια των πλαισίων
 - ακόμη και με κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων, τα πλαίσια δεν μπορούν επιτυχώς να ληφθούν
- ❖ μπορεί να αντιμετωπιστεί σε ένα υψηλότερο επίπεδο, π.χ. TCP
- ❖ Αποτελεσματικότερη στην αντιμετώπιση σφαλμάτων σε επίπεδο MAC
- ❖ 802.11 περιλαμβάνει πρωτόκολλο ανταλλαγής πλαίσιο
 - Ο σταθμός υποδοχής πλαισίου επιστρέφει επιβεβαίωση (ACK)
 - Ανταλλαγή αντιμετωπίζεται ως ατομική μονάδα
 - αν όχι ACK μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, αναμετάδοση



Αξιόπιστη Παράδοση Δεδομένων (2)



Τέσσερα Πλαίσια Ανταλλαγής

- ❖ Χρησιμοποίηση ανταλλαγής 4 καρέ για καλύτερη αξιοπιστία
 - πηγή εκδίδει Request to Send (RTS) πλαίσιο για dest
 - προορισμού απαντά με Clear για Αποστολή (CTS)
 - μετά τη λήψη CTS, η πηγή μεταδίδει τα δεδομένα
 - προορισμού απαντά με ACK
- ❖ RTS ειδοποιεί όλους τους σταθμούς εντός της εμβέλειας της πηγής ότι η ανταλλαγή βρίσκεται σε εξέλιξη
- ❖ CTS ειδοποιεί όλους τους σταθμούς εντός της εμβέλειας του προορισμού
- ❖ άλλοι σταθμοί δεν μεταδίδουν για την αποφυγή σύγκρουσης
- ❖ RTS / CTS ανταλλαγή απαιτεί λειτουργία της MAC, αλλά μπορεί να απενεργοποιηθεί



Πρόσβαση και Ιδιωτικότητα Υπηρεσιών- Ταυτοποίηση

- ❖ Η ταυτοποίηση χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ταυτότητας του σταθμού
- ❖ Ενσύρματα τοπικά δίκτυα αναλαμβάνουν φυσική σύνδεση δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν LAN
- ❖ δεν είναι μια έγκυρη υπόθεση για ασύρματα τοπικά δίκτυα
- ❖ 802.11 υποστηρίζει διάφορα συστήματα ελέγχου ταυτότητας
- ❖ δεν προσδιόρισε κάποιο συγκεκριμένο σύστημα
- ❖ από σχετικά ανασφαλής χειραψία για τη κρυπτογράφηση δημόσιου κλειδιού
- ❖ 802.11 απαιτεί αμοιβαία αποδοχή, επιτυχή έλεγχο ταυτότητας πριν από τη σύνδεση



Πρόσβαση και Ιδιωτικότητα Υπηρεσιών Deauthentication & Προστασία Προσωπικών Δεδομένων

❖ Deauthentication

- επίκληση κάθε φορά που υπάρχει έλεγχος ταυτότητας που πρέπει να τερματιστεί

❖ Ιδιωτικότητα

- χρησιμοποιείται για την πρόληψη μηνυμάτων που διαβάζονται από άλλους
- 802.11 επιτρέπει την προαιρετική χρήση της κρυπτογράφησης

❖ αρχικά **Wired Equivalent χαρακτηριστικά Privacy (WEP)** ήταν αδύναμες

❖ Στη συνέχεια 802.11i και **Wi-Fi Protected Access (WPA)** εναλλακτικές εξελίχθηκε δίνοντας την καλύτερη ασφάλεια



Βιβλιογραφία

- Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014
- William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνες : William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011 και Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014



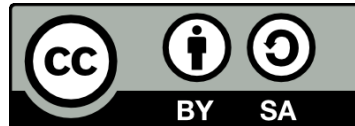
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γούδος Σωτήριος.
«Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών. Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα ». Έκδοση:
1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS188/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [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».



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

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





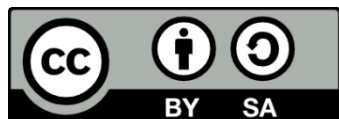
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Φίλιογλου Μαρία
Θεσσαλονίκη, 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

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.

