

# Πολυμέσα και Ασύρματη Δικτύωση

Ενότητα Ασύρματης Δικτύωσης  
Πρώτη Εργαστηριακή Άσκηση

<https://eclass.uoa.gr/courses/DI570/>

# Άσκηση Β1:

## Μελέτη κάλυψης ασύρματου τοπικού δικτύου

### Στόχοι:

- Εξοικείωση με τη λειτουργία του δικτύου WiFi
- Μελέτη απόδοσης υπό διαφορετικές συνθήκες
- Βελτιστοποίηση λειτουργίας

# Άσκηση Β1:

## Μελέτη κάλυψης ασύρματου τοπικού δικτύου

1. Σάρωση
2. Ρυθμαπόδοση
3. Αύξηση κίνησης δεδομένων
4. Συμπεράσματα

# Άσκηση Β1:

## Μελέτη κάλυψης ασύρματου τοπικού δικτύου

### 1) Σάρωση

- Με χρήση εφαρμογών σάρωσης της μπάντας WiFi (π.χ., [WifiInfoView](#), [WifiAnalyzer](#)) σαρώστε το χώρο που βρίσκεστε και αναλύστε την κατάσταση **σε τρεις διαφορετικές θέσεις**
  - κάλυψη,
  - παρεμβολές,
  - συμφόρηση καναλιών λειτουργίας,
  - καλύτερα κανάλια.
- Μελετήστε και τις δύο διαθέσιμες μπάντες WiFi (2.4GHz και 5GHz).
- Εξηγήστε τις διαφορές που παρατηρείτε στην κάλυψη και στις παρεμβολές.

# Άσκηση Β1:

## Μελέτη κάλυψης ασύρματου τοπικού δικτύου

### 2) Ρυθμαπόδοση

- Με χρήση εφαρμογών μέτρησης ρυθμού μετάδοσης (π.χ., speedtest) μετρήστε τον εισερχόμενο και εξερχόμενο ρυθμό δεδομένων που πετυχαίνετε **στις τρεις διαφορετικές θέσεις.**
- Συγκρίνετέ τον με τα αποτελέσματα του προηγούμενου ερωτήματος (1).
- Υπάρχει άμεση αντιστοίχιση μεταξύ τους (ρυθμός και κάλυψη/παρεμβολές), ναι ή όχι και γιατί;

# Άσκηση Β1:

## Μελέτη κάλυψης ασύρματου τοπικού δικτύου

### 3) Αύξηση κίνησης δεδομένων

- Απενεργοποιήστε τη διακίνηση δεδομένων όλων των ασύρματων δικτυακών σας συσκευών (ή όσων έχετε τη δυνατότητα) εκτός από αυτή που χρησιμοποιείτε για τη μέτρηση του ρυθμού μετάδοσης.
- Αρχίστε να τις επαναφέρετε σταδιακά στο δίκτυο (χρησιμοποιώντας απαιτητικές εφαρμογές) και καταγράψτε την αλλαγή του ρυθμού στη συσκευή που χρησιμοποιείτε.
- Κάντε το ίδιο πείραμα **στις τρεις διαφορετικές θέσεις**.
- Συγκρίνετε και εξηγήστε τα αποτελέσματα.

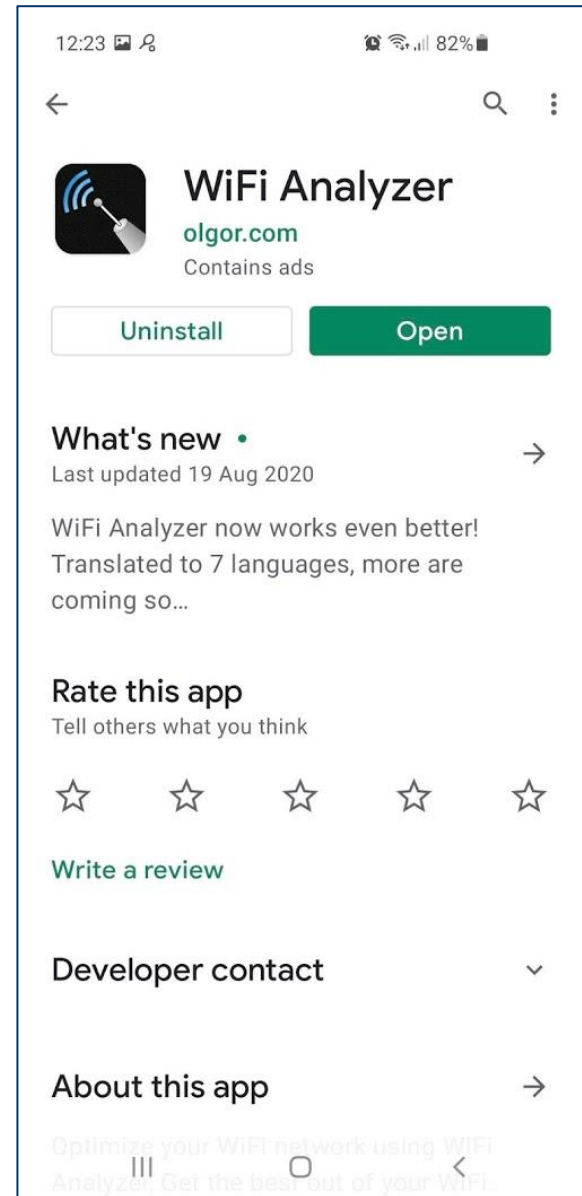
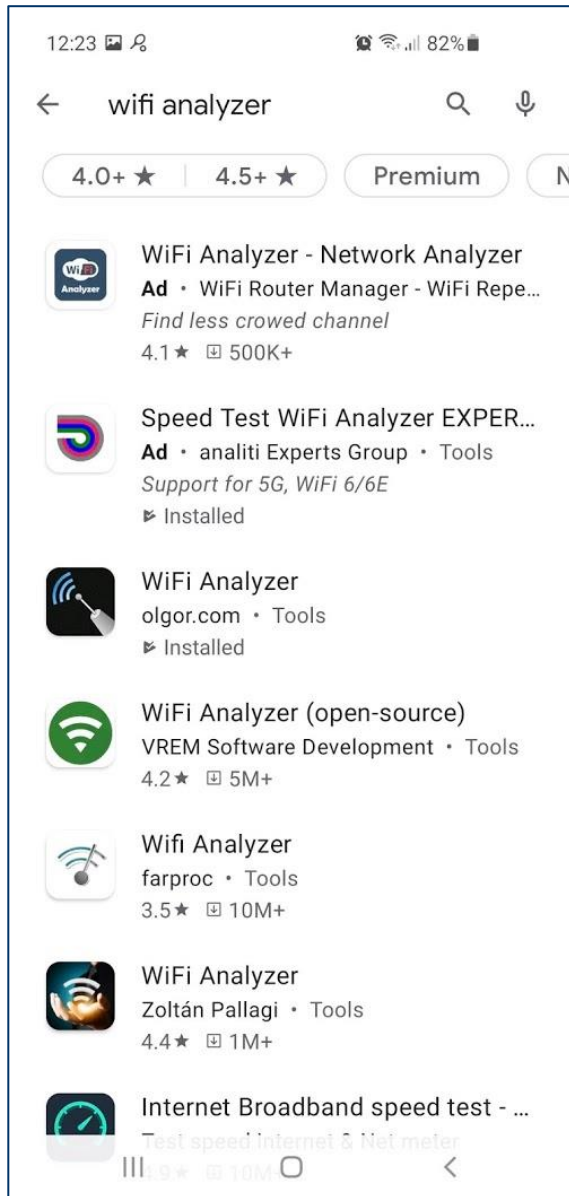
# Άσκηση Β1:

## Μελέτη κάλυψης ασύρματου τοπικού δικτύου

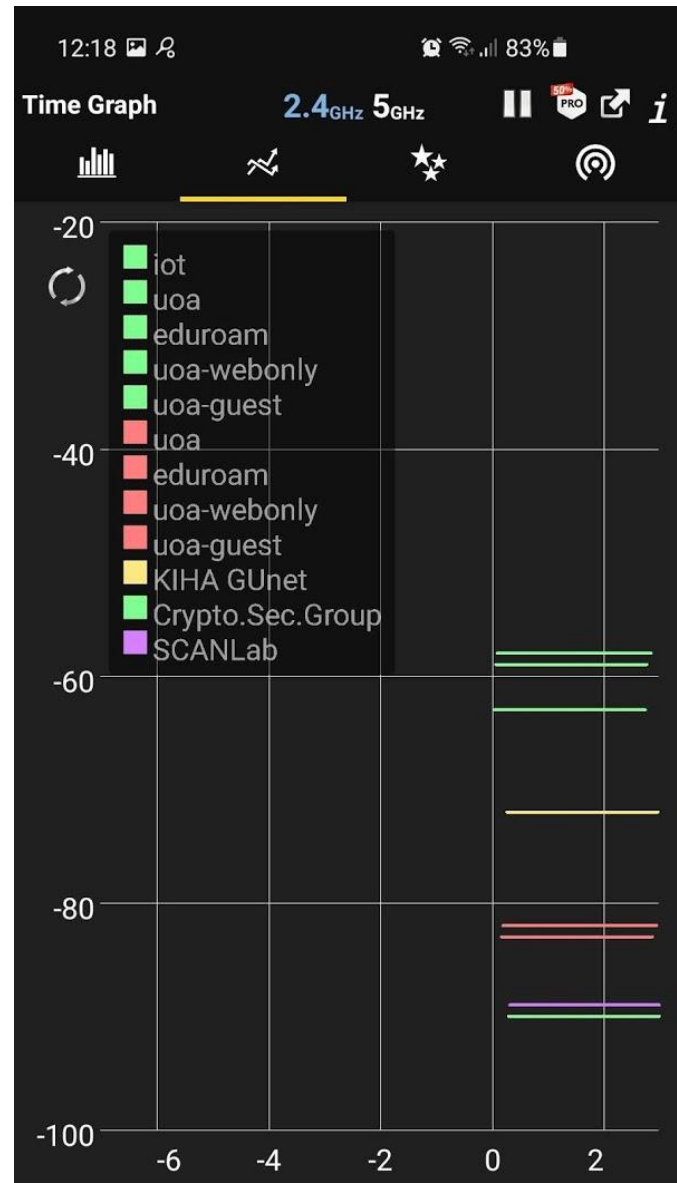
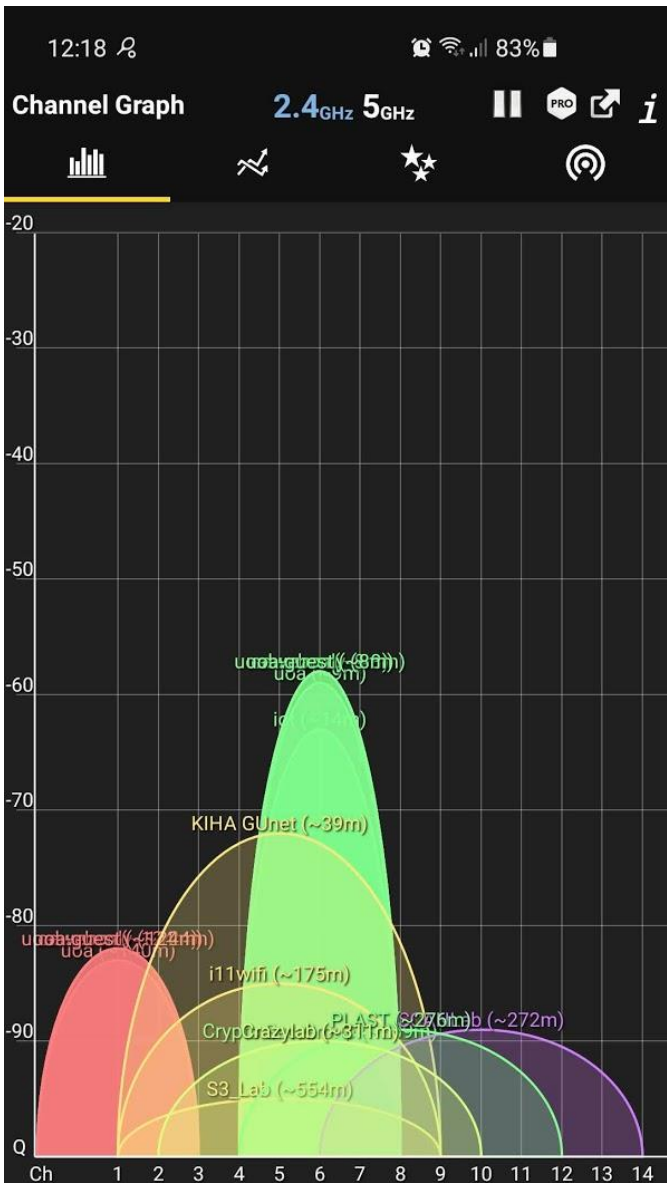
### 4) Συμπεράσματα

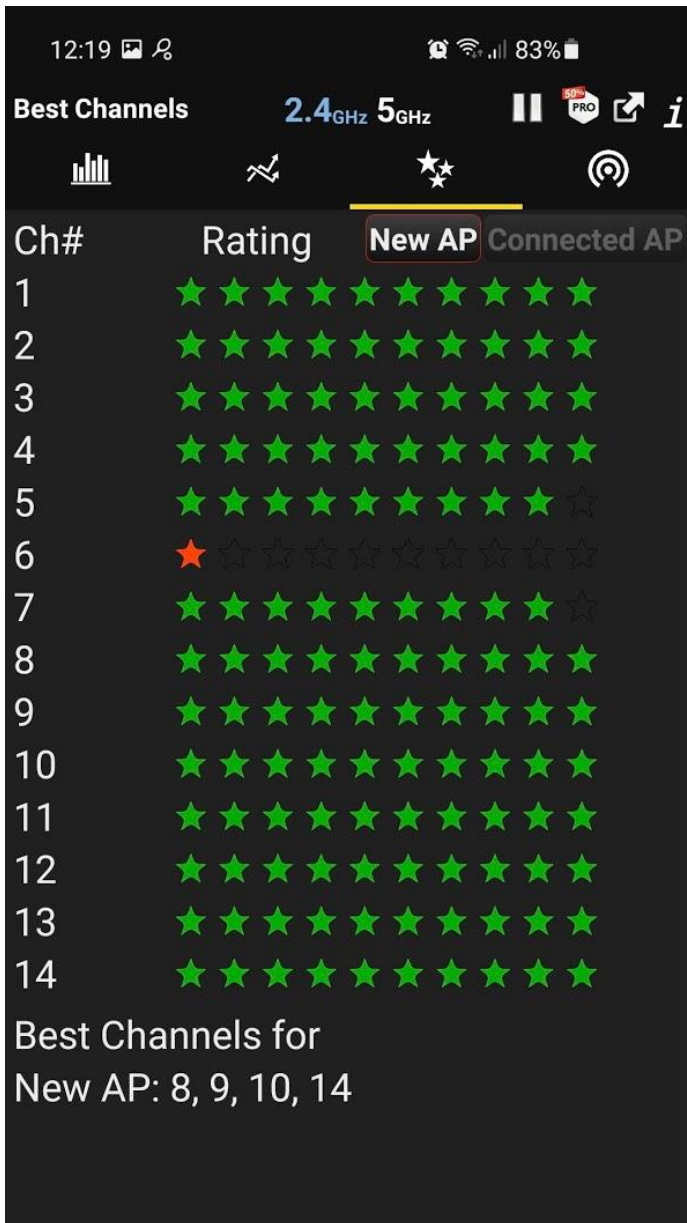
Καταλήξτε σε συμπεράσματα

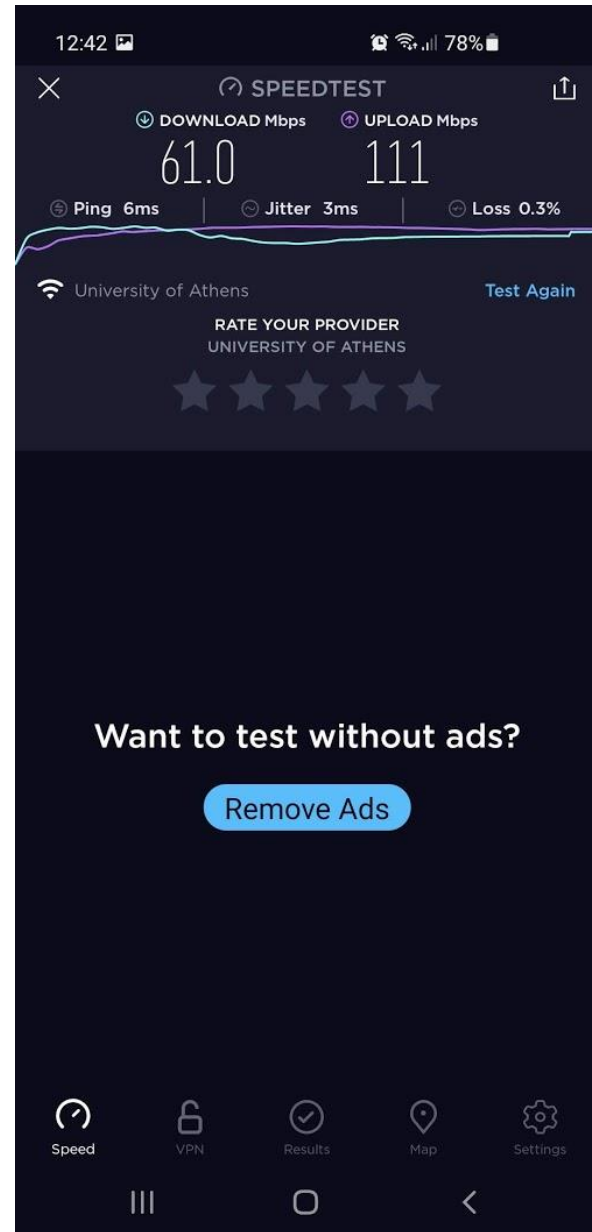
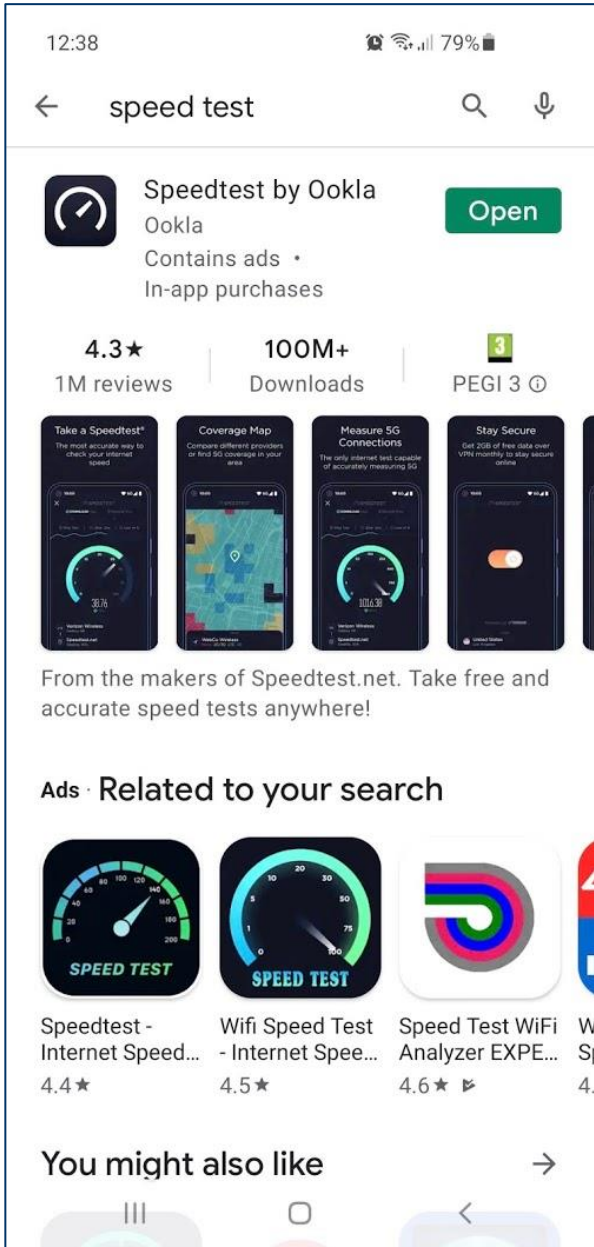
- Βέλτιστη θέση
- Μπάντα λειτουργίας και έκδοση WiFi
- Κανάλι λειτουργίας
- Καλύτερα αναμενόμενα αποτελέσματα
- Πλήθος υποστηριζόμενων συσκευών
- ...











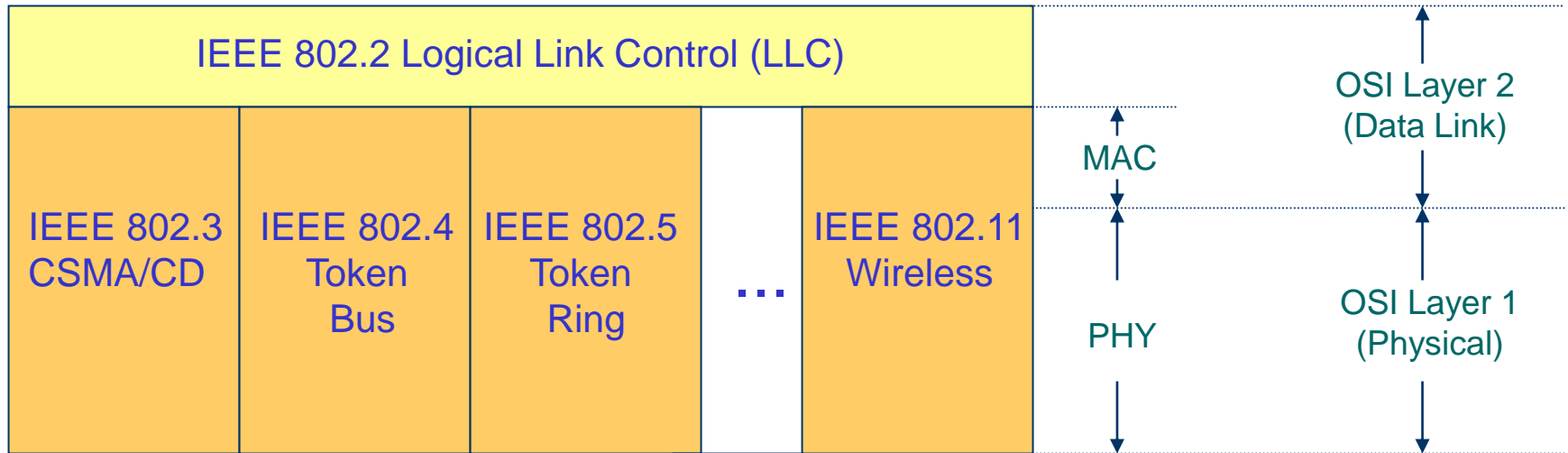
SSID	MAC Address	PHY Type	RSSI	Signal Quality	Average Signal...	Frequency	Channel	Information Size	Elements Count	Company	Router Model	Router Name	Security	Cipher	Maximum Spe...	Channel Width	Cha
DIRECT-BED...	98-49-27-D1-31-E9	802.11g/n/ac	-79	40	37.0	2.462	11	328	17	TP-LINK TECHNOLOGIE...		DESKTOP-ITK82H7	WPA2-PSK	CCMP	433 Mbps	40 MHz	7 - 1
DIT Museum	E4-C3-2A-28-43-93	802.11g/n/ac/ax	-80	38	41.5	2.437	6	507	28	TP-LINK TECHNOLOGIE...		Wireless Router Archer ...	WPA-PSK + W...	TKIP + CCMP	867 Mbps	40 MHz	2 - 1
eduroam	00-D7-8F-CS-9D-A1	802.11g/n	-70	67	67.0	2.412	1	240	19	Cisco Systems, Inc			WPA2-EAP	CCMP	144 Mbps	20 MHz	1 - 3
eduroam	00-D7-8F-98-13-F1	802.11g/n	-68	72	74.6	2.437	6	240	19	Cisco Systems, Inc			WPA2-EAP	CCMP	144 Mbps	20 MHz	4 - 8
eduroam	00-D7-8F-98-13-FE	802.11n/ac	-69	70	69.7	5.500	100	262	19	Cisco Systems, Inc			WPA2-EAP	CCMP	867 Mbps	20 MHz	98 -
TP-Link_OC04	B0-BE-76-22-0C-04	802.11g/n	-47	90	88.5	2.427	4	177	14	TP-LINK TECHNOLOGIE...			WPA2-PSK	CCMP	300 Mbps	40 MHz	2 - 1
TP-LINK_OC04	B0-BE-76-22-0C-06	802.11n/ac	-55	85	85.0	5.180	36	191	13	TP-LINK TECHNOLOGIE...			WPA2-PSK	CCMP	867 Mbps	80 MHz	34 -
TP-LINK_9A...	E8-94-F6-9A-84-CA	802.11g/n	-84	29	27.9	2.412	1	448	15	TP-LINK TECHNOLOGIE...	TD-W8970	TD-W8970 1.0	WPA-PSK + W...	TKIP + CCMP	450 Mbps	40 MHz	1 - 7
uoa	00-D7-8F-98-13-FF	802.11n/ac	-68	72	69.1	5.500	100	264	20	Cisco Systems, Inc			WPA2-EAP	CCMP	867 Mbps	20 MHz	98 -
uoa	00-D7-8F-98-13-F0	802.11g/n	-68	72	75.1	2.437	6	230	18	Cisco Systems, Inc			WPA2-EAP	CCMP	144 Mbps	20 MHz	4 - 8
uoa	00-D7-8F-CS-9D-A0	802.11g/n	-74	57	59.9	2.412	1	236	19	Cisco Systems, Inc			WPA2-EAP	CCMP	144 Mbps	20 MHz	1 - 3
uoa-webonly	00-D7-8F-98-13-F2	802.11g/n	-68	72	74.5	2.437	6	235	18	Cisco Systems, Inc			None	144 Mbps	20 MHz	4 - 8	
uoa-webonly	00-D7-8F-CS-9D-A2	802.11g/n	-70	67	65.0	2.412	1	235	18	Cisco Systems, Inc			None	144 Mbps	20 MHz	1 - 3	
uoa-webonly	00-D7-8F-98-13-FD	802.11n/ac	-69	70	69.7	5.500	100	263	19	Cisco Systems, Inc			None	867 Mbps	20 MHz	98 -	

Maximum Spe...	Channel Width	Channels Range	BSS Type	WPS Support	First Detection	Last Detection	Detection Count	Start Time	Minimum Signal ...	Maximum Signal ...	802.11 Standards	Connected	Stations Count	Channel Utiliza...	Country C...	Description	MAC Group
33 Mbps	40 MHz	7 - 15	Infrastructure	Configured	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	14-Dec-22 8:56:48 ...	31	40	802.11i	No					
67 Mbps	40 MHz	2 - 10	Infrastructure	Configured	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	04-Sep-22 8:51:09 ...	35	43	802.11i/w/y	No					
44 Mbps	20 MHz	1 - 3	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	21-Dec-21 10:39:55 ...	57	70	802.11d/e/i/r	No	0	35.7%	GR		3
44 Mbps	20 MHz	4 - 8	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	04-Sep-22 8:53:32 ...	65	80	802.11d/e/i/r	No	0	13.7%	GR		2
67 Mbps	20 MHz	98 - 102	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	14-Dec-22 8:56:45 ...	65	75	802.11d/e/i/r	No	0	1.2%	GR		2
100 Mbps	40 MHz	2 - 10	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	23-Feb-23 1:17:58 ...	87	90	802.11e/i	No	1	11.8%			1
67 Mbps	80 MHz	34 - 50	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	24-Jan-23 3:13:33 ...	85	85	802.11e/i	Yes	1	2.7%			1
50 Mbps	40 MHz	1 - 7	Infrastructure	Configured	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	04-Sep-22 8:49:10 ...	20	43	802.11i/k	No					
67 Mbps	20 MHz	98 - 102	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	14-Dec-22 8:56:45 ...	67	72	802.11d/e/i/r	No	0	0.8%	GR		2
44 Mbps	20 MHz	4 - 8	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	04-Sep-22 8:53:33 ...	67	80	802.11d/e/i/r	No	0	14.9%	GR		2
44 Mbps	20 MHz	1 - 3	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	21-Dec-21 10:39:55 ...	57	67	802.11d/e/i/r	No	0	35.3%	GR		3
44 Mbps	20 MHz	4 - 8	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	04-Sep-22 8:53:33 ...	67	80	802.11d/e	No	0	12.2%	GR		2
44 Mbps	20 MHz	1 - 3	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	21-Dec-21 10:39:55 ...	57	67	802.11d/e	No	0	38.4%	GR		3
67 Mbps	20 MHz	98 - 102	Infrastructure	No	23-Feb-23 4:05:28 ...	23-Feb-23 4:06:14 ...	47	14-Dec-22 8:56:45 ...	65	75	802.11d/e	No	0	0.8%	GR		2

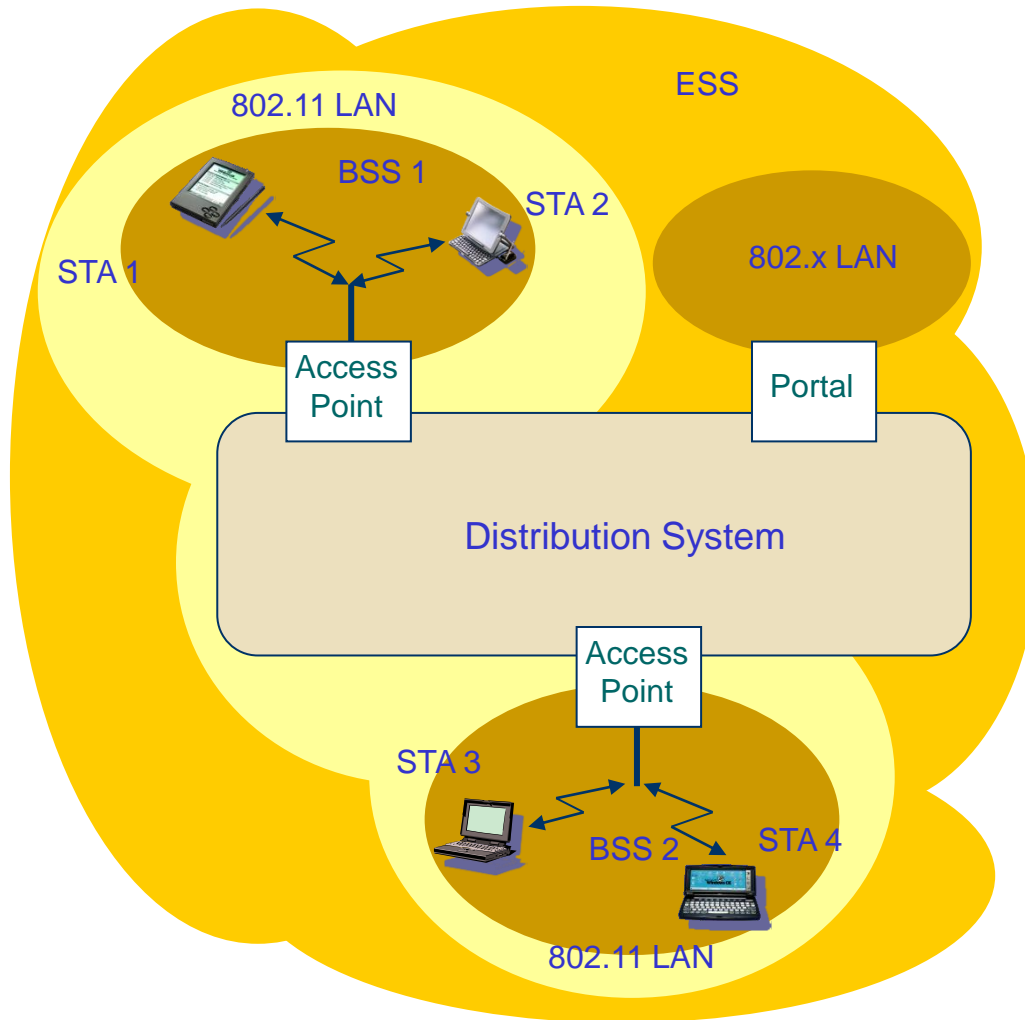
```
File Edit View
WPS Support : No
First Detection : 23-Feb-23 4:05:28 PM
Last Detection : 23-Feb-23 4:06:58 PM
Detection Count : 91
Start Time : 23-Feb-23 1:17:58 PM
Minimum Signal Quality: 87
Maximum Signal Quality: 90
802.11 Standards : 802.11e/1
Connected : No
Stations Count : 1
Channel Utilization: 7.5%
Country Code :
Description :
MAC Group : 1
=====
```

```
=====
SSID : TP-Link_0C04_5GHz
MAC Address : B0-BE-76-22-0C-06
PHY Type : 802.11n/ac
RSSI : -55
Signal Quality : 85
Average Signal Quality: 85.0
Frequency : 5.180
Channel : 36
Information Size : 191
Elements Count : 13
Company : TP-LINK TECHNOLOGIES CO.,LTD.
Router Model :
Router Name :
Security : WPA2-PSK
Cipher : CCMP
Maximum Speed : 867 Mbps
Channel Width : 80 MHz
Channels Range : 34 - 50
BSS Type : Infrastructure
WPS Support : No
First Detection : 23-Feb-23 4:05:28 PM
Last Detection : 23-Feb-23 4:06:58 PM
Detection Count : 91
Start Time : 24-Jan-23 3:13:33 PM
Minimum Signal Quality: 85
Maximum Signal Quality: 85
802.11 Standards : 802.11e/1
Connected : Yes
Stations Count : 1
Channel Utilization: 2.0%
Country Code :
Description :
MAC Group : 1
=====
```

# Η οικογένεια προτύπων 802.x



# 802.11 Με Υποδομή



## Station (STA) - Σταθμός

τερματικό με μηχανισμούς πρόσβασης στο ασύρματο μέσο και δυνατότητα επικοινωνίας με το Access Point

## Basic Service Set (BSS)

ομάδα σταθμών που χρησιμοποιούν την ίδια ραδιο-συχνότητα

## Access Point – Σημείο Πρόσβασης

σταθμός ο οποίος επικοινωνεί τόσο με το ασύρματο τοπικό δίκτυο, όσο και με το σύστημα διανομής (distribution system)

## Portal

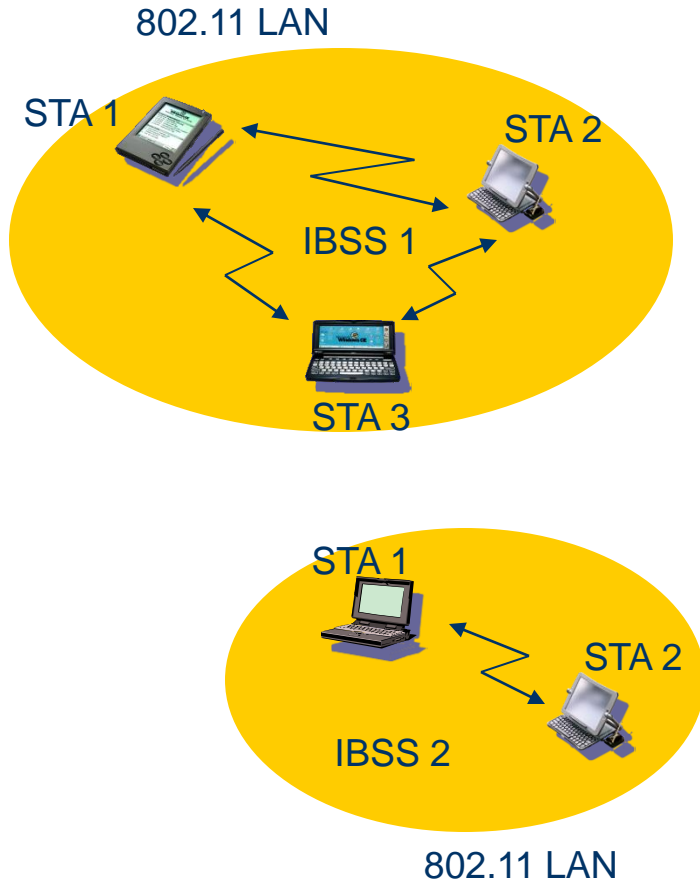
γέφυρα μεταξύ του συστήματος διανομής και εξωτερικών δικτύων

## Distribution System – Σύστημα Διανομής

δίκτυο διασύνδεσης πολλών BSS σε ένα ESS (Extended Service Set)



# 802.11 Χωρίς Υποδομή (Ad-Hoc)



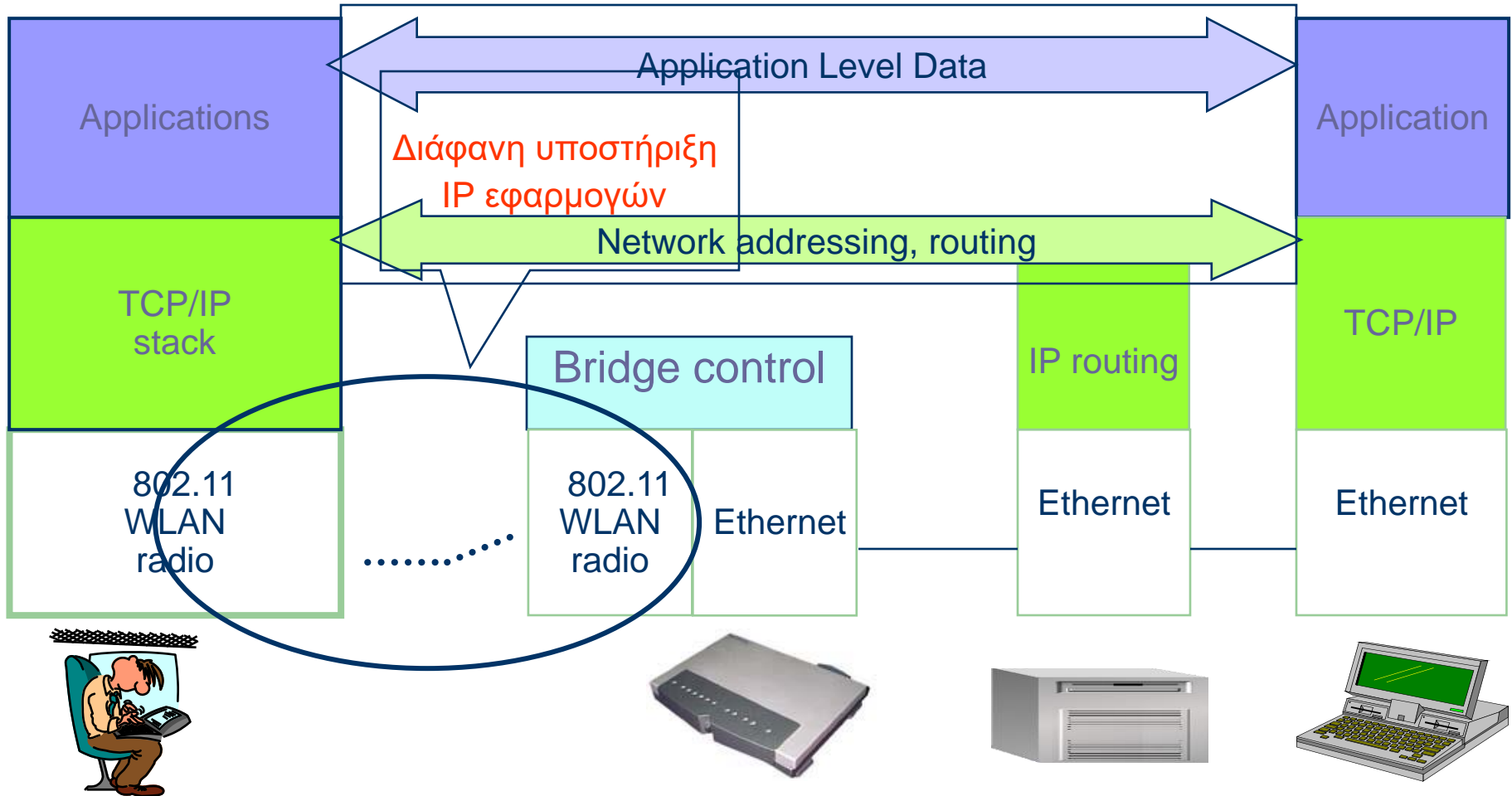
## Station (STA)

τερματικό με μηχανισμούς πρόσβασης στο ασύρματο μέσο

## Independent Basic Service Set (IBSS)

ομάδα σταθμών που χρησιμοποιούν την ίδια ραδιο-συχνότητα, χωρίς την παρεμβολή σημείου πρόσβασης

# 802.11 – Ασύρματη Επέκταση του Ethernet



# Αποφυγή Συγκρούσεων: «κράτηση» καναλιού μέσω RTS-CTS



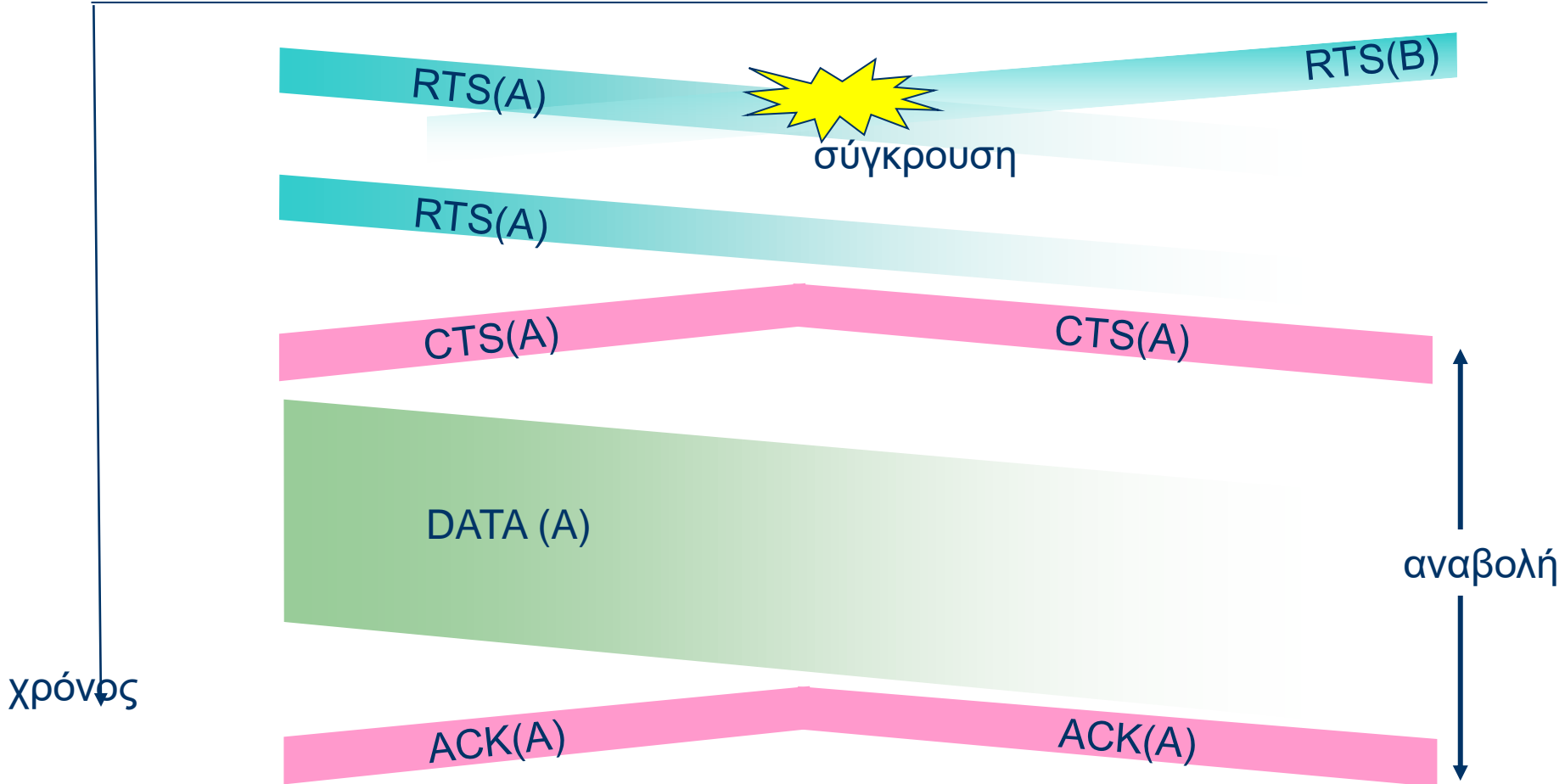
A



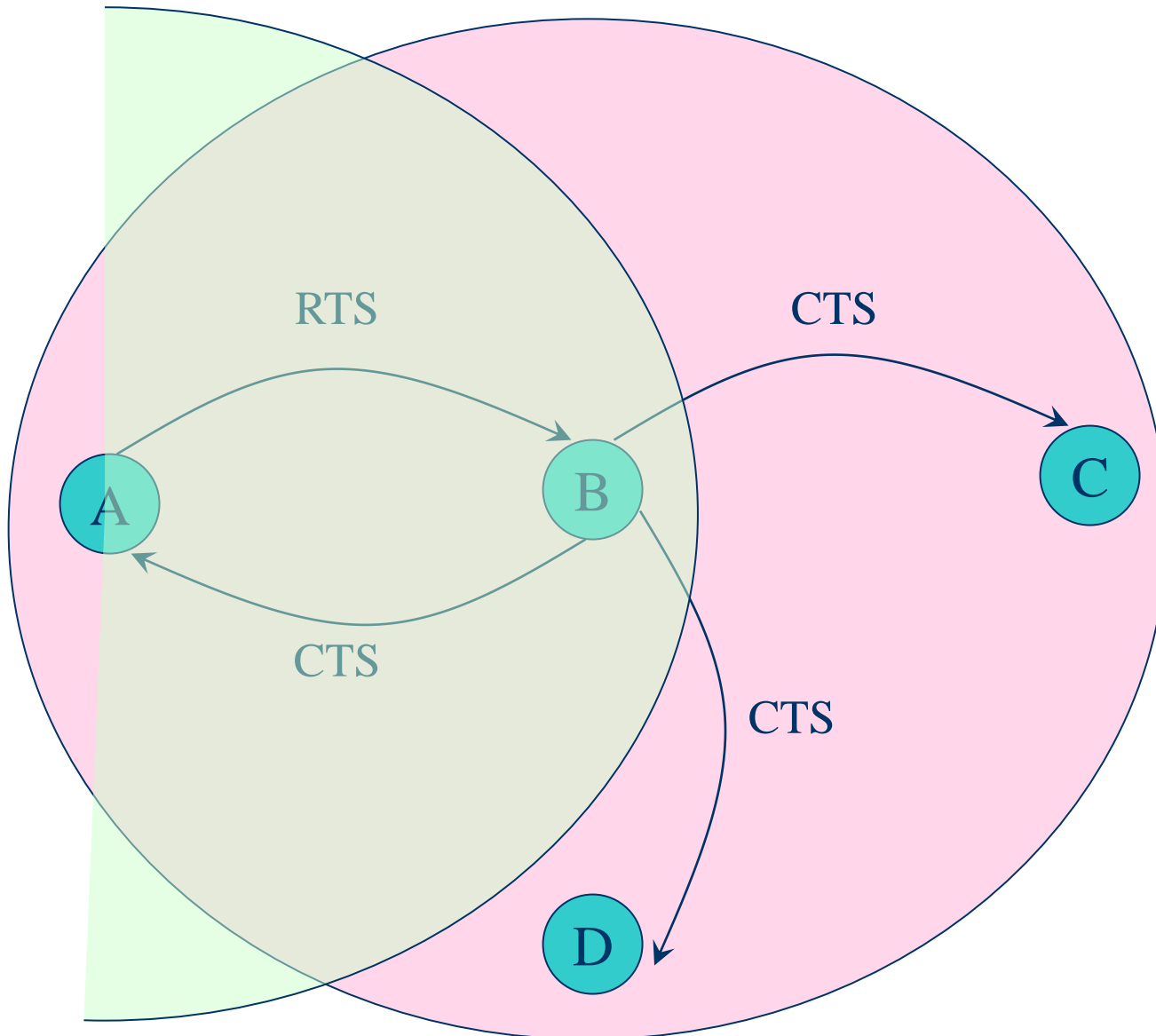
AP



B



# Αποφυγή σύγκρουσης στον κόμβο B



# Βασικά Μειονεκτήματα DCF

- Απρόβλεπτος αριθμός συγκρούσεων
- Απρόβλεπτες καθυστερήσεις επιτυχούς μετάδοσης
- Απρόβλεπτη ρυθμαπόδοση (throughput)
- Μη ελεγχόμενη επιλογή σταθμού προς μετάδοση

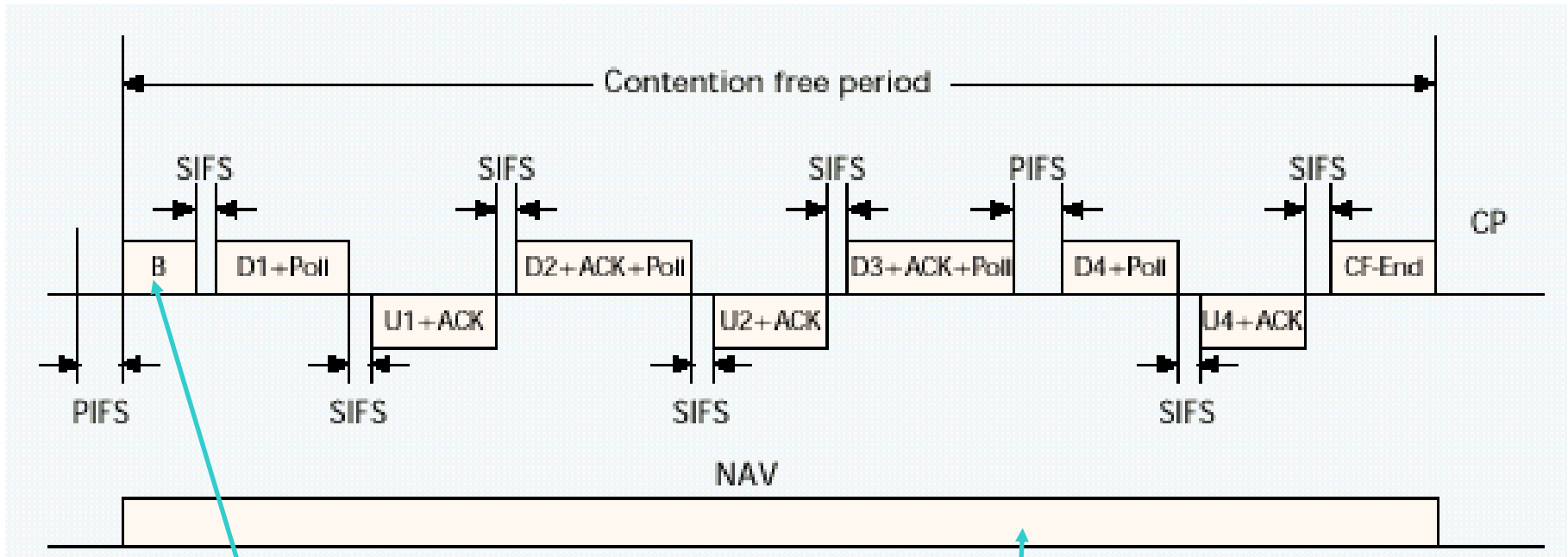
Και ένα πλεονέκτημα:

- Χαμηλή καθυστέρηση μετάδοσης και καλή απόδοση σε χαμηλό φόρτο

# Point Coordination Function (I)

- ✓ Ενεργοποιείται από το AP όποτε αυτό κρίνει ότι πρέπει να περάσει σε contention-free period (π.χ. όταν διακρίνει μεγάλο αριθμό συγκρούσεων)
- ✓ Γενικά, όταν η κίνηση είναι χαμηλή συμφέρει το DCF, ενώ όταν είναι υψηλή συμφέρει το PCF
- ✓ Σε αυτή τη λειτουργία το AP ονομάζεται και Point Coordinator
- ✓ Έχει προτεραιότητα σε σχέση με την DCF γιατί ενεργοποιείται μετά από ανενεργό χρόνο  $PIFS < DIFS$

# Point Coordination Function (II)



Synchronization beacon

Variable duration of  
Contention Free Period

# Βασικά μειονεκτήματα του PCF

- ✓ Τα τερματικά δεν έχουν τρόπο να μεταδώσουν τις απαιτήσεις τους στο AP
- ✓ Το AP δεν έχει τρόπο να διακόψει μια μετάδοση σε εξέλιξη για να στείλει το synchronization beacon \*
- ✓ Το Poll δεν καθορίζει χρόνο για τον οποίο δίνεται το κανάλι με αποτέλεσμα ένας σταθμός να μπορεί να το κρατήσει όσο έχει δεδομένα προς μετάδοση \*

\* Maximum packet (MPDU) allowed 4095 bytes = 32760 bits = 32,76 msec (για κανάλι 1Mbps)

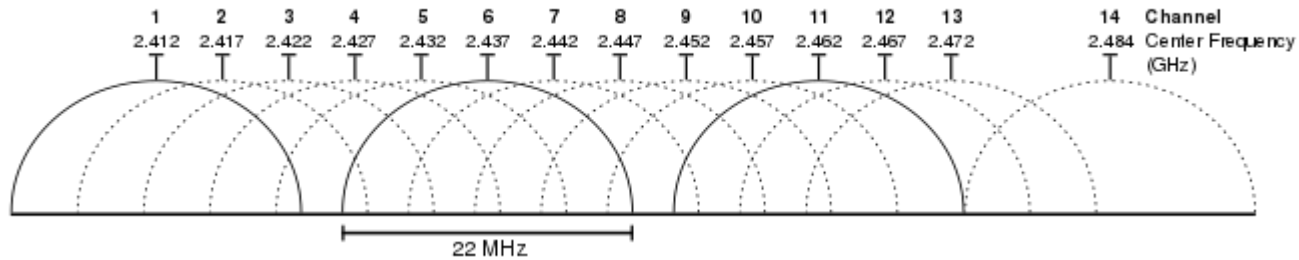


# Εκδόσεις IEEE 802.11

Protocol	Frequency Band	Compatibility	Theoretical Rate	Actual Rate
802.11a	5 GHz	N/A	54 Mbit/s	About 22 Mbit/s
802.11b	2.4 GHz	N/A	11 Mbit/s	About 5 Mbit/s
802.11g	2.4 GHz	Compatible with 802.11b	54 Mbit/s	About 22 Mbit/s
802.11n	2.4 GHz, 5 GHz	Compatible with 802.11a/b/g	450 Mbit/s (three spatial flows)	About 80 to 220 Mbit/s
802.11ac	5 GHz	Compatible with 802.11a/n	1300 Mbit/s	250 Mbit/s to 400 Mbit/s

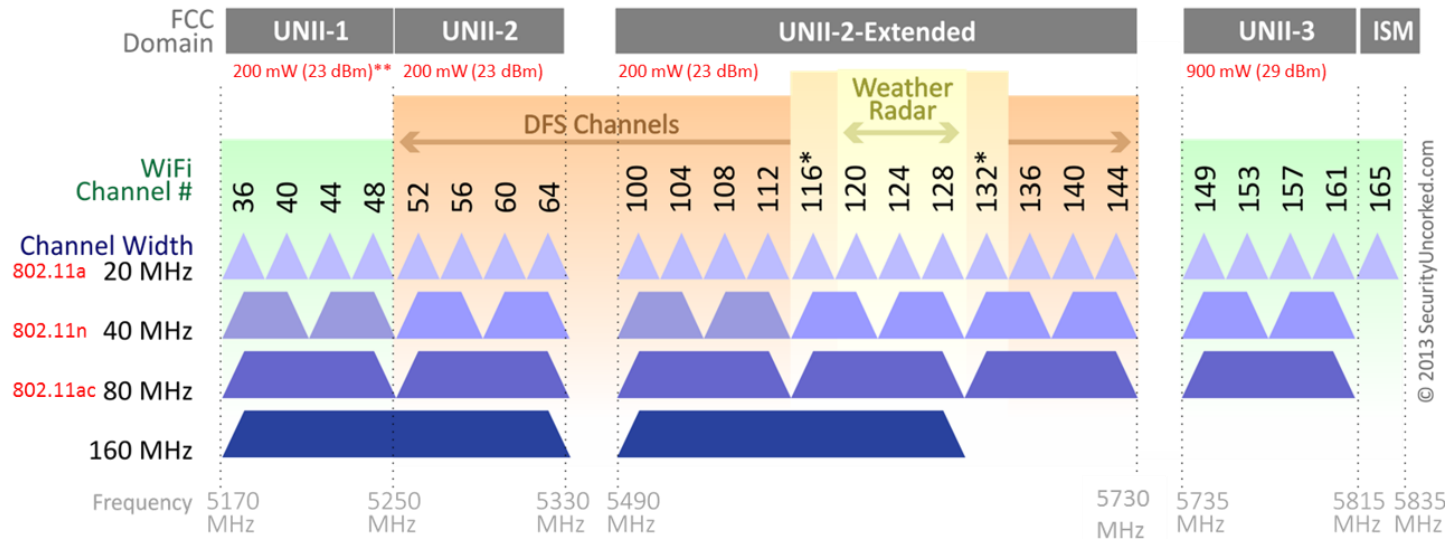
Parameter	IEEE 802.11 Revisions				
	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac
<b>Standard Approved</b>	July 1999	July 1999	June 2003	October 2009	January 2014
<b>Maximum Data Rate (Theoretical)</b>	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	450 Mbps	6.77 Gbps
<b>Modulation</b>	OFDM	DSSS or CCK	DSSS or OFDM	OFDM	OFDM
<b>RF Band</b>	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz or 5 GHz	5 GHz
<b>Number of Spatial Streams</b>	1	1	1	Up to 4	Up to 8
<b>Channel Width</b>	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz or 40 MHz	20, 40, 80 or 160 MHz

# 2,4 GHz



# 5 GHz

## 802.11ac Channel Allocation (N America)



\* Channels 116 – 144 used for Doppler radar. Channels 132 – 144 not yet available in USA

\*\* Allowed Power for UNII-1 band increased by FCC from 40 mW to 200 mW in 2014