



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ Η/Υ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΚΤΥΩΝ
Εργ. Τεχνολογίας Λογισμικού & Υπηρεσιών
S²E Lab

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Αποτίμηση μεθόδων πρόσβασης επιπέδου MAC και ο ρόλος τους στην προσφορά Ποιότητας Υπηρεσιών.

Μελέτη Περίπτωσης: Κινητά Ad-hoc δίκτυα (MANETs) ”

Σπουδαστής:
Κόκκαλης Ιωάννης

Εισηγητής:
Δ. Ν. Καλλέργης, MSc
Εργ. Συνεργάτης

Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας

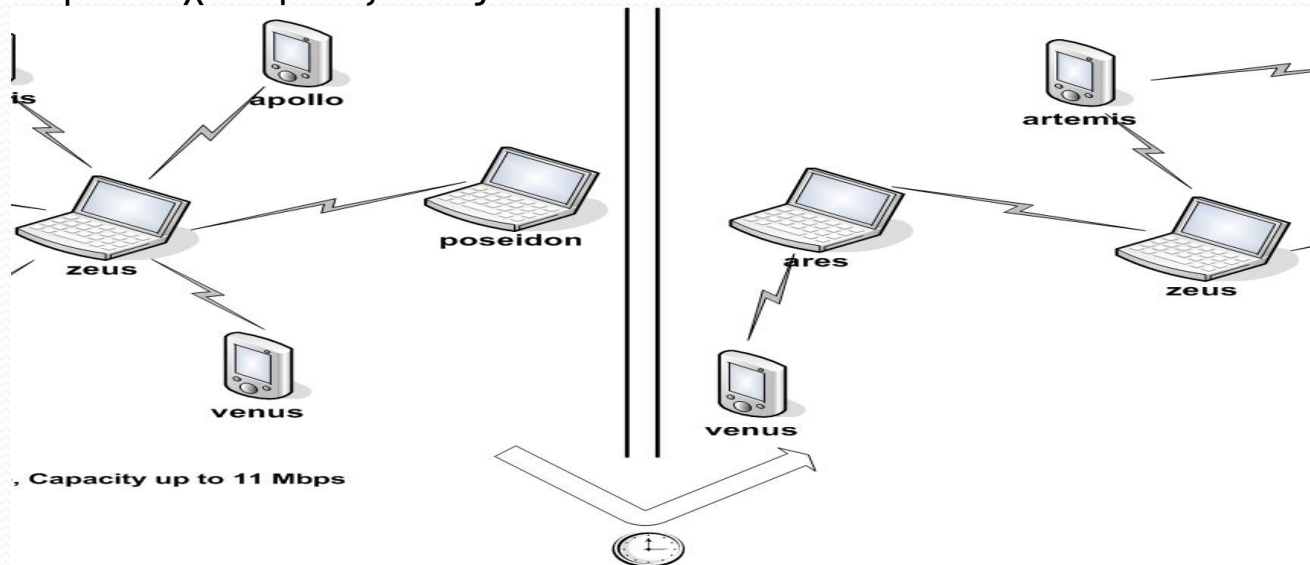
- ❑ **Αποτίμηση μεθόδων πρόσβασης επιπέδου MAC και ο ρόλος τους στην προσφορά Ποιότητας Υπηρεσιών.**
 - Κινητά Ad-hoc δίκτυα (MANETs) & ποιότητα υπηρεσιών (QoS)
 - Το Πρότυπο IEEE 802.11
 - Το υπόστρωμα MAC και η DCF λειτουργία του
 - Η πλατφόρμα προσομοίωσης OPNET

- ❑ **Πειραματικό μέρος**
 - Σχεδιασμός - Προσομοίωση Ad-hoc δικτύου με σκοπό την ανάλυση των αποτελεσμάτων βάσει των παραπάνω στοιχείων

Κινητά Ad-hoc δίκτυα (MANETs)

❑ Ορισμός Mobile Ad-hoc Network (MANET)

- Είναι ένα ασύρματο δίκτυο στο οποίο δεν υπάρχει καμία σταθερή υποδομή και είναι αυτόνομο.
- Μπορεί να αναπτυχθεί σε οποιοδήποτε περιβάλλον, αλλά έχει περιορισμένη ασύρματη κάλυψη (Η συνδεσιμότητα του περιορίζεται στα όρια του δικτύου).
- Οι κόμβοι του δικτύου είτε συνδέονται απευθείας μεταξύ τους είτε όχι ανάλογα με την απόσταση που έχουν μεταξύ τους.



Κινητό Αυτοοργανούμενο δίκτυο (MANET)

Βασικά χαρακτηριστικά MANETs

- Τα βασικά χαρακτηριστικά είναι:
 - Αυτοδυναμία
 - Έλλειψη κεντρικού συντονιστή
 - Ισοδυναμία κόμβων
 - Μεταβλητή τοπολογία και αυξημένη κινητικότητα των κόμβων
 - Μικρή διάρκεια ζωής κόμβων
 - Μικρό εύρος ζώνης συχνοτήτων κόμβων
 - Περιορισμένη ισχύς

Ποιότητα Υπηρεσιών (QoS)

□ Ορισμός Ποιότητας Υπηρεσιών (QoS)

- Η **ποιότητα υπηρεσιών (QoS)** χαρακτηρίζεται σαν ένα σύνολο απαιτήσεων υπηρεσίας, που πρέπει να ικανοποιούνται από το δίκτυο, καθώς μεταφέρεται ένα πλήθος πακέτων από την πηγή στον προορισμό.
- Είναι μία συμφωνία ή μία εγγύηση από το δίκτυο, να παρέχει ένα πλήθος μετρήσιμων, προκαθορισμένων περιορισμών απόδοσης υπηρεσίας, για τον χρήστη.
- Καθυστέρηση, μεταβλητότητα καθυστέρησης, διαθέσιμο εύρος ζώνης, συνολικός ρυθμός διεκπεραίωσης του δικτύου, αποτελούν ορισμένους από τους περιορισμούς απόδοσης υπηρεσίας

Το πρότυπο IEEE 802.11

- Δημοσιεύθηκε από την IEEE το 1997
- Λειτουργία με ρυθμούς μετάδοσης διαύλου 1 ή 2Mbps
- Υποστήριξη τεχνολογιών διασποράς φάσματος (DSSS και FHSS) καθώς και υπέρυθρης ακτινοβολίας (DFIR)
- Λειτουργεί στα 2.4GHz
- Μεγάλη εμβέλεια
- Λόγω χαμηλών ταχυτήτων που προσέφερε, δημοσίευθηκαν νέες εκδόσεων του προτύπου IEEE 802.11 το 1999 (IEEE 802.11a, IEEE 802.11b) το 2003 (IEEE 802.11g) και το 2009 (IEEE 802.11n).

Το πρότυπο IEEE 802.11b (Wi-Fi)

- Υποστήριξη τεχνολογίας διασποράς φάσματος ευθείας ακολουθίας (DSSS) υψηλού ρυθμού μετάδοσης (High-Rate DSSS)
- Λειτουργία με ρυθμούς μετάδοσης διαύλου μέχρι και 11Mbps (1,2,5.5,11Mbps)
- Χρησιμοποιεί την CCK ως τεχνική διαμόρφωσης, η οποία χρησιμοποιεί το πλήρες εύρος ζώνης συχνοτήτων κάθε υποκαναλιού για να διαμορφώσει τα σήματα του.
- Λειτουργεί στα 2.4GHz
- Ιδιαίτερα δημοφιλές και ευρέως διαδεδομένο
- Χρήσιμοποίηση του προτύπου για το σχεδιασμό του δικτύου (MANET) στην DCF λειτουργία

Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων IEEE 802.11

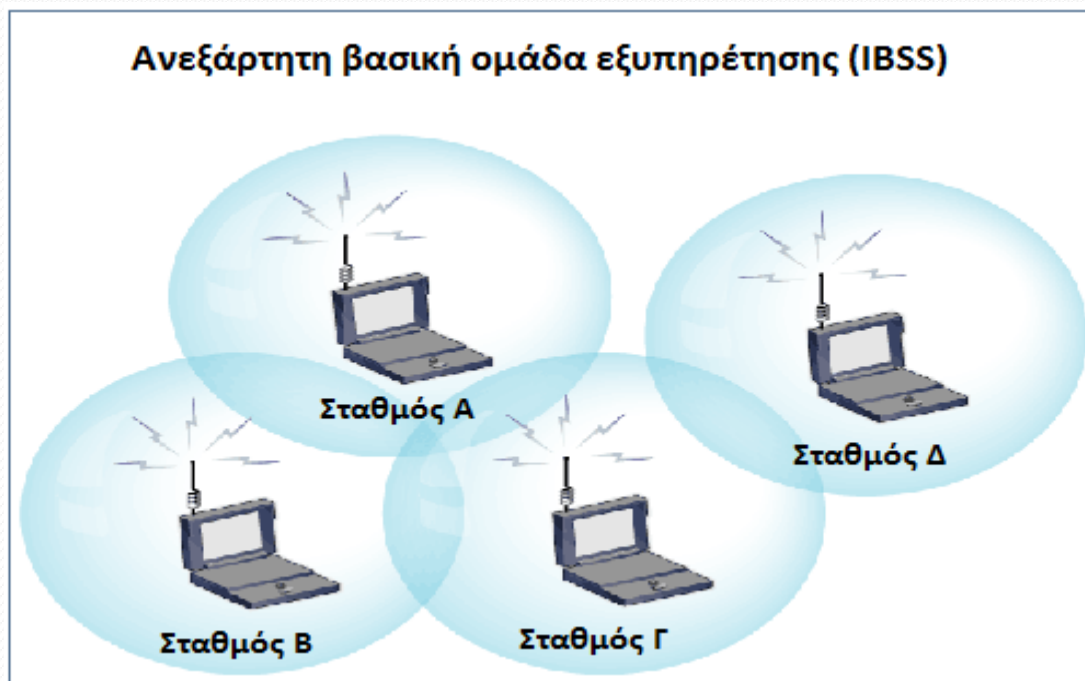
□ Γενικά, όλα τα πρότυπα της οικογένειας IEEE 802 αναφέρονται στα δύο χαμηλότερα στρώματα της ιεραρχίας OSI, το φυσικό στρώμα (physical layer, PHY) και το στρώμα ζεύξης δεδομένων (data link layer). Η IEEE χώρισε το στρώμα ζεύξης δεδομένων σε δύο υποστρώματα:

- το υπόστρωμα MAC (Medium Access Control, ελέγχου πρόσβασης στο μέσο)
- το υπόστρωμα LLC (Logical Link Control, ελέγχου λογικού συνδέσμου).

□ Το IEEE 802.11 ασχολείται με το φυσικό στρώμα και με το υπόστρωμα MAC του στρώματος ζεύξης δεδομένων. Το LLC προδιαγράφεται ανεξάρτητα και με τον ίδιο τρόπο για όλα τα IEEE 802 πρωτόκολλα.

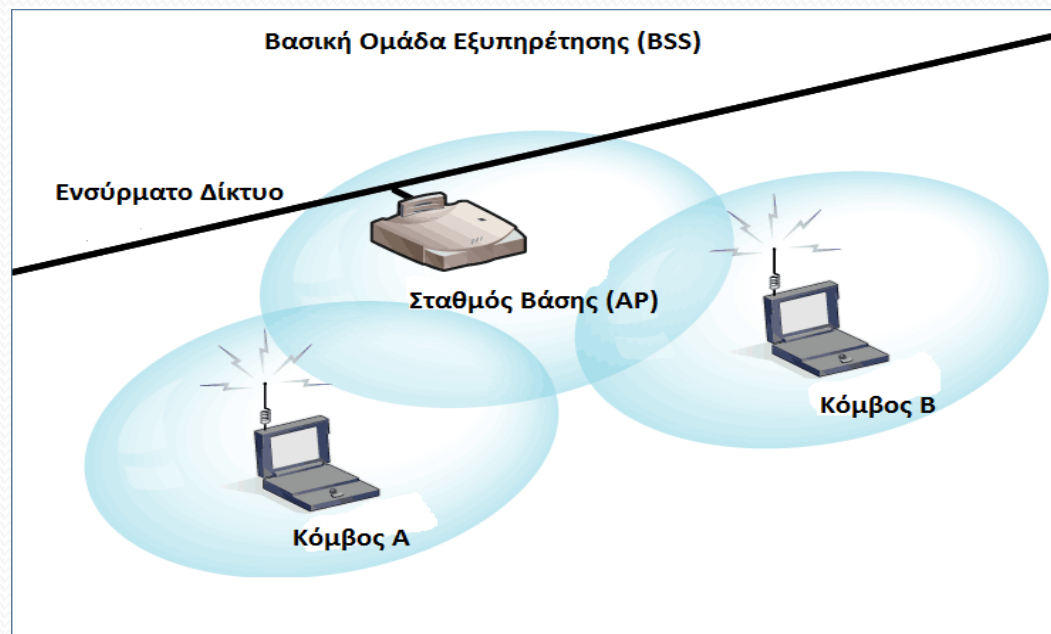
Το υπόστρωμα MAC και η DCF λειτουργία του(1)

□ Το MAC υποστηρίζει δύο διαφορετικά σχήματα πρόσβασης – καταστάσεις λειτουργίας. Το πρώτο σχήμα μετάδοσης ονομάζεται Κατανεμημένη Λειτουργία Συντονισμού (Distributed Coordination Function, DCF). Η DCF δε χρησιμοποιεί κάποιο είδος κεντρικού ελέγχου (από αυτή την άποψη, είναι παρόμοια με το Ethernet). Έχει σχεδιαστεί για ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων, όπου όλοι οι σταθμοί έχουν ίσες ευκαιρίες για πρόσβαση στο δίκτυο.



Το υπόστρωμα MAC και η DCF λειτουργία του(2)

- Η δεύτερη κατάσταση λειτουργίας ονομάζεται Λειτουργία Συντονισμού από Σημείο (Point Coordination Function, PCF). Η PCF χρησιμοποιεί το AP(Access Point) για τον έλεγχο όλων των δραστηριοτήτων στην αντίστοιχη BSS(Basic Service Set). Ως BSS ορίζεται το σύνολο των σταθμών που ελέγχονται από ένα Access Point.



- Όλες οι υλοποιήσεις πρέπει να υποστηρίζουν τη DCF ενώ η PCF είναι προαιρετική. Στο εξής, θα μας απασχολήσουν μόνο τα ad hoc δίκτυα, οπότε και θα εστιάσουμε στην DCF.

Το υπόστρωμα MAC και η DCF λειτουργία του(3)

□ Στο IEEE 802.11, στη DCF λειτουργία, χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο CSMA/CA, το πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Οι μηχανισμοί, για την επίτευξη λειτουργίας της DCF, βάσει του πρωτοκόλλου CSMA/CA είναι οι εξής:

- Inter-Frame Spacing(IFS).
- Ανίχνευση φέρουσας συχνότητας
- Μηχανισμός RTS/CTS (Πλαίσια ελέγχου τα οποία μεταδίδονται πριν την έναρξη μιας Μονάδας Δεδομένων Υπηρεσίας MSDU).
- Κατακερματισμός (Fragmentation)
- Επιβεβαιώσεις ACK
- Αποτυχημένες μεταδόσεις-Λήψη πολλαπλών αντιγράφων
- Βασική πρόσβαση-Οπισθοχώρηση

Περιορισμοί του MAC επιπέδου

□ Οι κυριότεροι περιορισμοί που μπαίνουν στο MAC επίπεδο είναι οι εξής:

- Καθυστέρηση (Delay)
- Φορτίο (Load)
- Καθυστέρηση πρόσβασης στο μέσο (Media Access Delay)
- Ρυθμός διεκπεραίωσης του δικτύου (Throughput)

□ Ο ρόλος της DCF στην ποιότητα υπηρεσιών (QoS) είναι σημαντικός για την αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών μέσω των μηχανισμών που διαθέτει, ώστε να εξασφαλίσει, ότι ένα πακέτο δεδομένων θα φτάσει ακέραιο από την πηγή στον προορισμό.

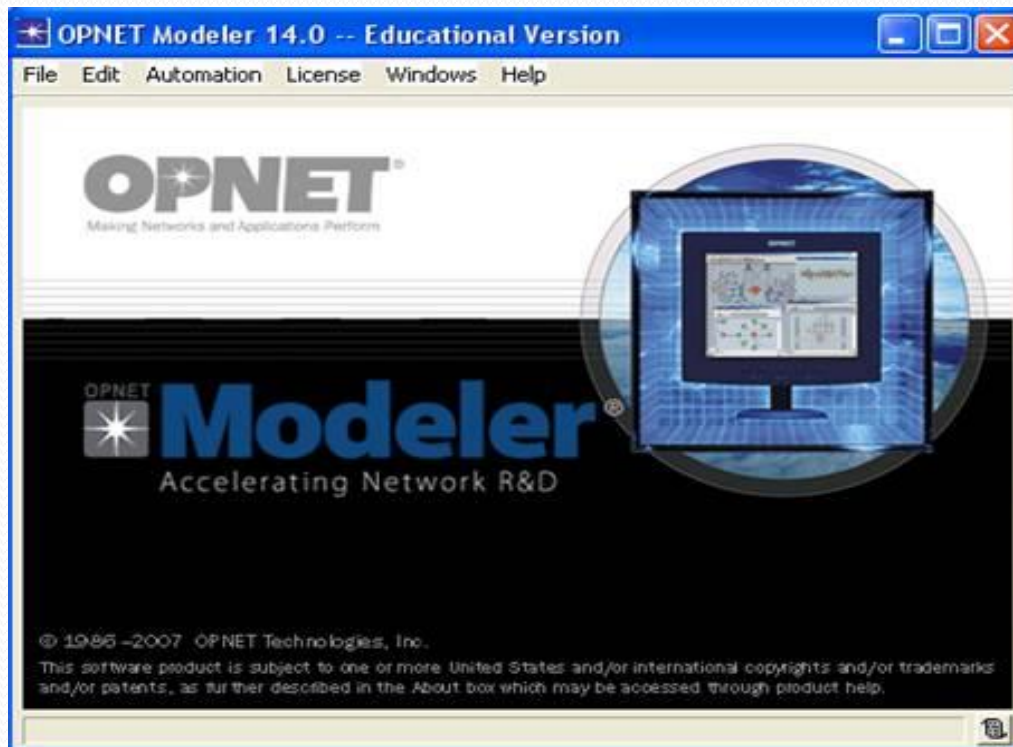
Επιλογή πλατφόρμας προσομοίωσης

□ Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε το OPNET και συγκεκριμένα το OPNET Modeler ως πλατφόρμα προσομοίωσης, για την ανάπτυξη και μοντελοποίηση του δικτύου. Η επιλογή έγινε με βάση τους παρακάτω παράγοντες:

- Σχεδιασμός του μοντέλου ιεραρχικά (editors) και όχι σειριακά.
 - Ο Ιεραρχικός σχεδιασμός μοντέλου διευκολύνει το χρήστη στη μεταβολή των χαρακτηριστικών ενός δικτύου καθώς ανάλογα με το επίπεδο όπου απαιτείται να λάβει χώρα κάθε μεταβολή απευθύνεται στον κατάλληλο editor.
 - Ο σειριακός σχεδιασμός μοντέλου οδηγεί στην αλληλεξάρτηση των χαρακτηριστικών και της συμπεριφοράς του δικτύου καθώς κάποιο σφάλμα στο πρόγραμμα απαιτεί την επανεξέταση ολόκληρου του κώδικα, ενώ κάθε μεταβολή του πρέπει να γίνεται προσεκτικά ώστε να είναι έγκυρη σε ολόκληρο τον αλγόριθμο.
- Προσφέρει ένα ευρύ φάσμα από πρωτόκολλα και βιβλιοθήκες.
- Διαθέτει προκαθορισμένα μοντέλα κόμβων και δικτύων
- Το OPNET ανήκει στην κατηγορία network R&D (network modeling and network simulation)

Η πλατφόρμα προσομοίωσης OPNET(1)

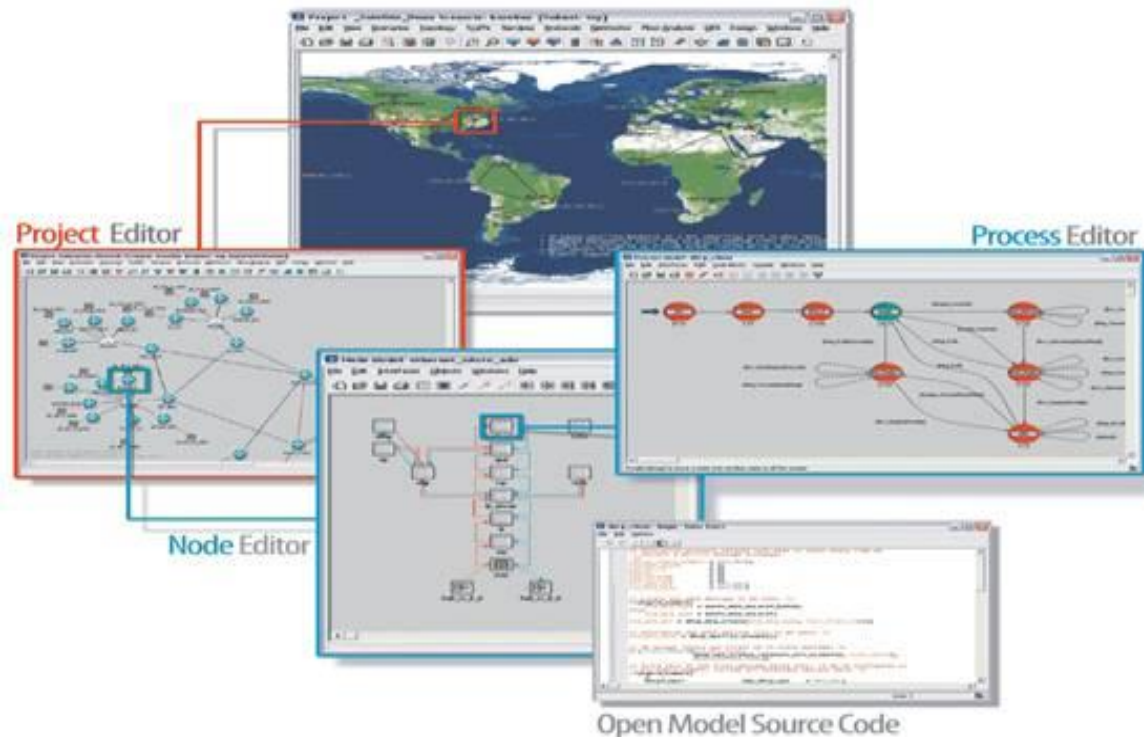
□ Το **OPNET Modeler** είναι στη βιομηχανία το κυρίαρχο περιβάλλον για μοντελοποίηση και προσομοίωση δικτύων, που επιτρέπει το σχεδιασμό και τη μελέτη δικτύων επικοινωνιών, συσκευών, πρωτοκόλλων και εφαρμογών με ασύνδετη ευελιξία και κλιμάκωση.



Η πλατφόρμα προσομοίωσης OPNET(2)

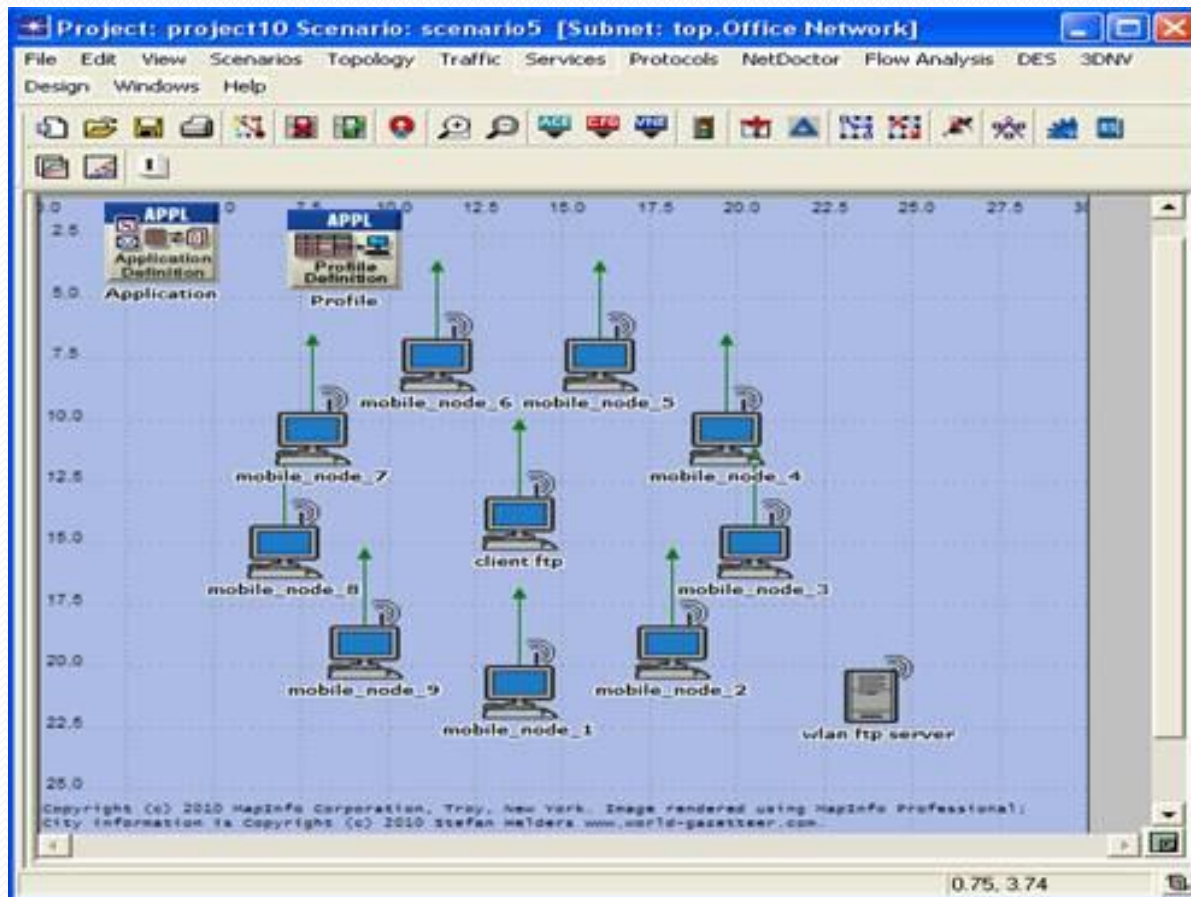
□ Το OPNET Modeler, βασίζεται σε μια σειρά ιεραρχίας editors που απευθείας συγκρίνουν τη δομή πραγματικών δικτύων, εξοπλισμού και πρωτοκόλλων. Οι editors αυτοί είναι:

- *Project Editor*
- *Node Editor*
- *Process Editor*



Επίδειξη του δικτύου μέσω του OPNET (1)

- Εκμεταλλευόμενος το OPNET σχεδίασα και προσομοίωσα το παρακάτω δίκτυο WLAN(MANET) με σκοπό την παραγωγή των βέλτιστων αποτελεσμάτων.



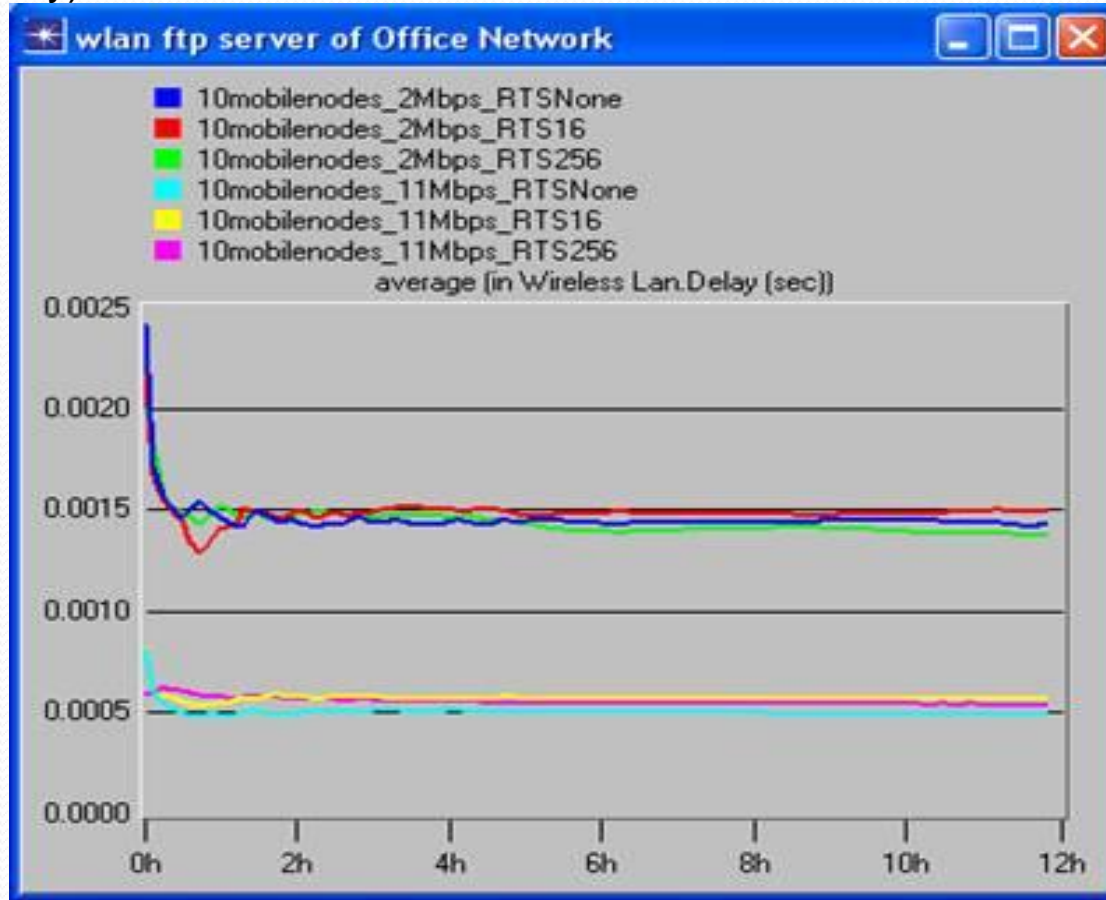
Επίδειξη του δικτύου μέσω του OPNET(2)

- Το **Application Config** καθορίζει τα διάφορα ονόματα που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο του δικτύου. Τα ονόματα αυτά παραπέμπονται από διαφορετικούς κόμβους του δικτύου. Επίσης καθορίζει τις εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθούν όπως για παράδειγμα FTP, HTTP.
- Το **Profile Config** καθορίζει τα προφίλ της εφαρμογής που έχει οριστεί στο Application Config για κάθε κόμβο του δικτύου.
- Τα **mobile nodes 0 -10** αποτελούν τους κινητούς κόμβους (Clients) του δικτύου, οι οποίοι υποστηρίζουν εφαρμογές Client-Server που τρέχουν πάνω από TCP/IP. Επίσης υποστηρίζουν ρυθμούς μετάδοσης ασύρματης σύνδεσης 1Mbps, 2Mbps, 5,5Mbps, 11Mbps.
- Ο **Wlan Server** αποτελεί τον κινητό κόμβο (Server) ο οποίος υποστηρίζει εφαρμογές Server που τρέχουν πάνω από TCP/IP. Η ταχύτητα του καθορίζεται από τον όγκο μεταφοράς δεδομένων.
- Στο Ad-hoc δίκτυο χρησιμοποιήθηκε εφαρμογή FTP για μεγαλύτερο όγκο πληροφορίας μεταξύ Client-Server

Αποτελέσματα προσομοίωσης δικτύου(1)

Καθυστέρηση(Delay)

Καθυστέρηση (sec)

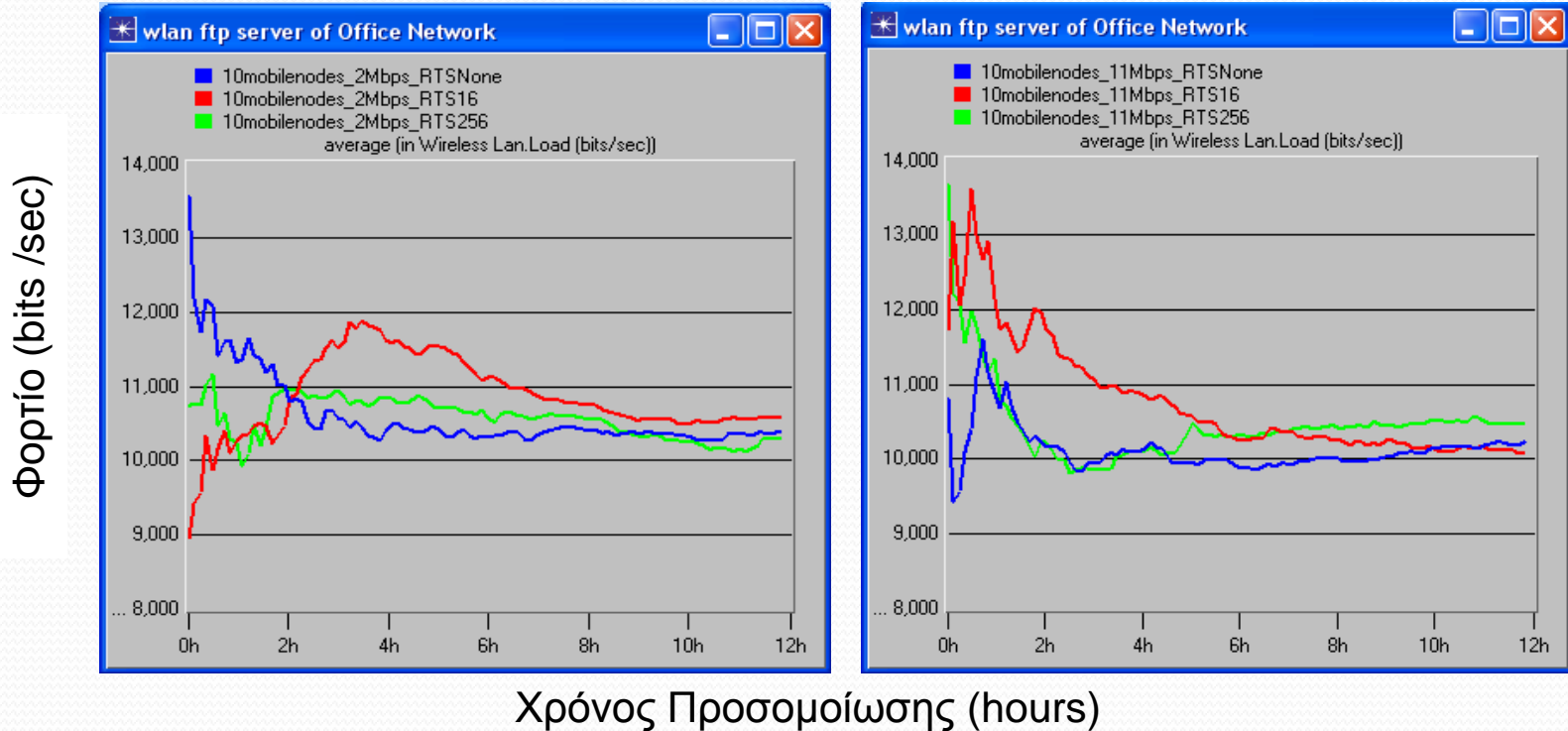


Χρόνος προσομοίωσης (hours)

- Μικρή καθυστέρηση μετάδοσης της τάξεως των 0.005sec, στην περίπτωση που ο ρυθμός μετάδοσης είναι στα 11Mbps. Η καθυστέρηση τριπλασιάζεται όταν ο ρυθμός μετάδοσης βρίσκεται στα 2Mbps.
- Η εναλλαγή του RTS δεν επηρεάζει όπως είναι εμφανές την καθυστέρηση.
- Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στο χρόνο που χρειάζεται ο server να παραλάβει τα πακέτα από τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου, ώστε να τα προωθήσει σε ανώτερο επίπεδο.

Αποτελέσματα προσομοίωσης δικτύου(2)

Φορτίο (Load)

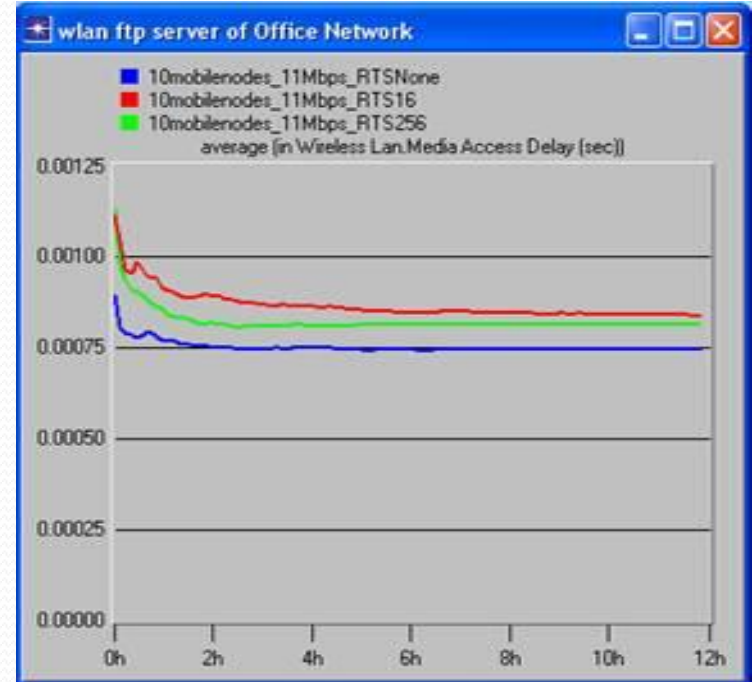
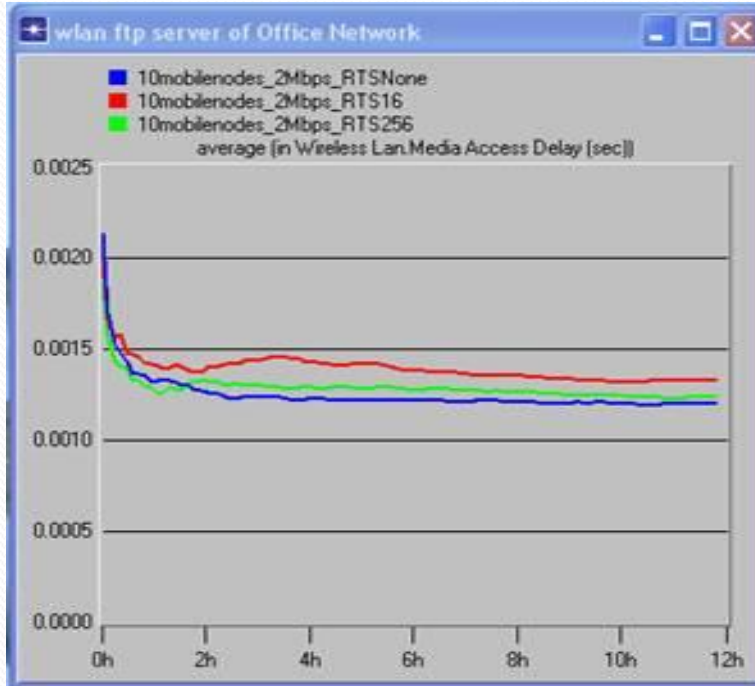


- ❑ Το μέγιστο φορτίο εμφανίζεται στην περίπτωση που το RTS είναι απενεργοποιημένο(2Mbps data rate) και στην περίπτωση που το RTS είναι 256bytes(11Mbps data rate).
- ❑ Το φορτίο στα 2Mbps data rate βρίσκεται σχεδόν στα ίδια επίπεδα με αυτό των 11Mbps.
- ❑ Συνεπώς το φορτίο μπορούμε να πούμε ότι αυξάνεται όσο αυξάνονται οι μεταδόσεις.

Αποτελέσματα προσομοίωσης δικτύου(3)

- ❑ Καθυστέρηση πρόσβασης στο μέσο (Media Access Delay)

Καθυστέρηση πρόσβασης στο μέσο (sec)



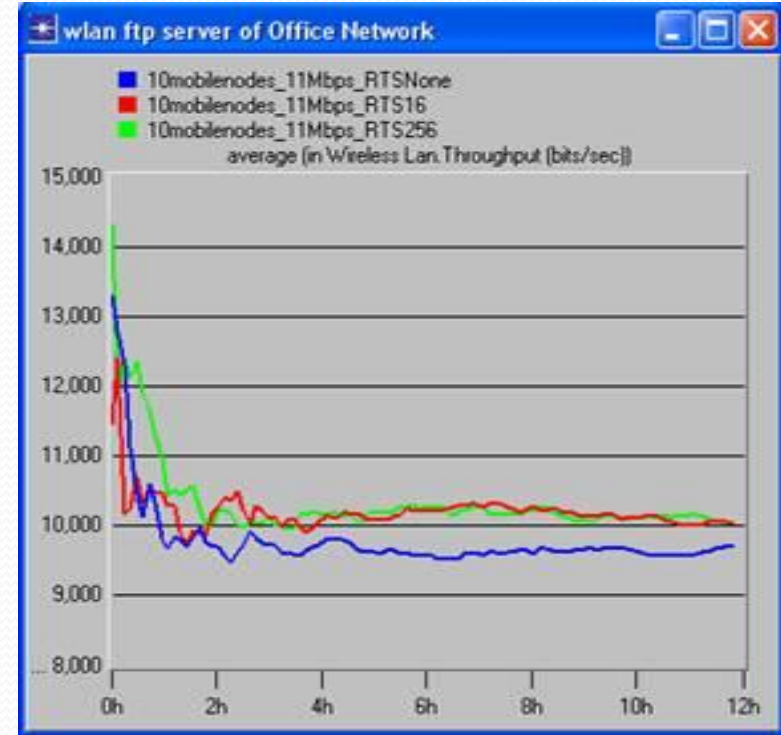
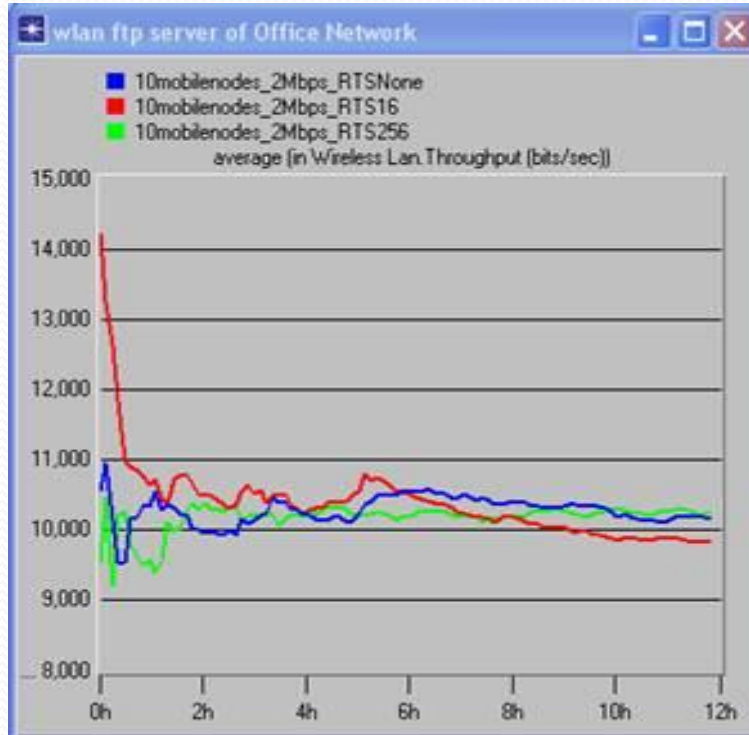
Χρόνος Προσομοίωσης (hours)

- ❑ Η μέγιστη καθυστέρηση είναι υπαρκτή στο επίπεδο ρυθμίσεων(11 Mbps,RTS16 bytes). Μικρή σχετικά καθυστέρηση πρόσβασης στο μέσο εμφανίζεται όταν δεν υπάρχουν αιτήσεις RTS (RTS None).
- ❑ Η καθυστέρηση πρόσβασης στο μέσο, οφείλεται στη συγκεκριμένη περίπτωση στο γεγονός ότι στον server έχει συγκεντρωθεί μεγάλος αριθμός πακέτων τα οποία προέρχονται από ανώτερα επίπεδα με σκοπό να προωθηθούν στο φυσικό επίπεδο.

Αποτελέσματα προσομοίωσης δικτύου(4)

- Ρυθμός διεκπεραίωσης δικτύου (Throughput)

Ρυθμός διεκπεραίωσης δικτύου (bits/sec)

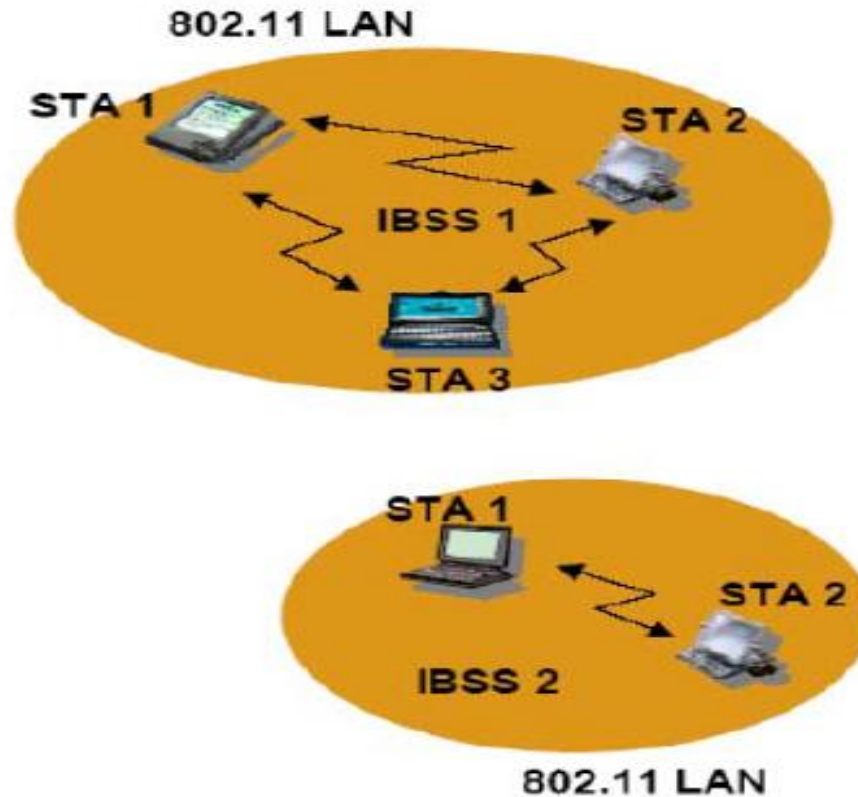


Χρόνος Προσομοίωσης (hours)

- Όσο αυξάνονται οι αιτήσεις RTS τόσο αυξάνεται και ο ρυθμός διεκπεραίωσης του δικτύου. Ανεξάρτητα από το ρυθμό μετάδοσης, ο μέγιστος ρυθμός διεκπεραίωσης του δικτύου εμφανίζεται όταν το RTS είναι 16 (bytes) και 256 (bytes) αντίστοιχα.
- Με την αύξηση του RTS αυξάνονται και οι μεταδόσεις, για το λόγο αυτό συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός των bits μέσω του server που θα σταλούν σε ανώτερο επίπεδο (throughput).

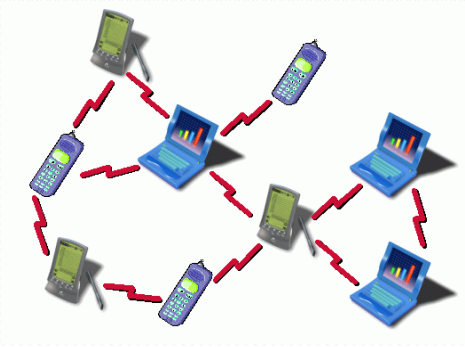
Μελλοντική εργασία

- Σαν μελλοντική εργασία θα μπορούσε να συμπεριληφθεί, μια επέκταση του δικτύου με περισσότερες ομάδες εξυπηρέτησης IBSS(Ανεξάρτητη ομάδα εξυπηρέτησης).



Τέλος παρουσίασης

Σας ευχαριστώ για τον χρόνο σας



Κόκκαλης Ιωάννης

