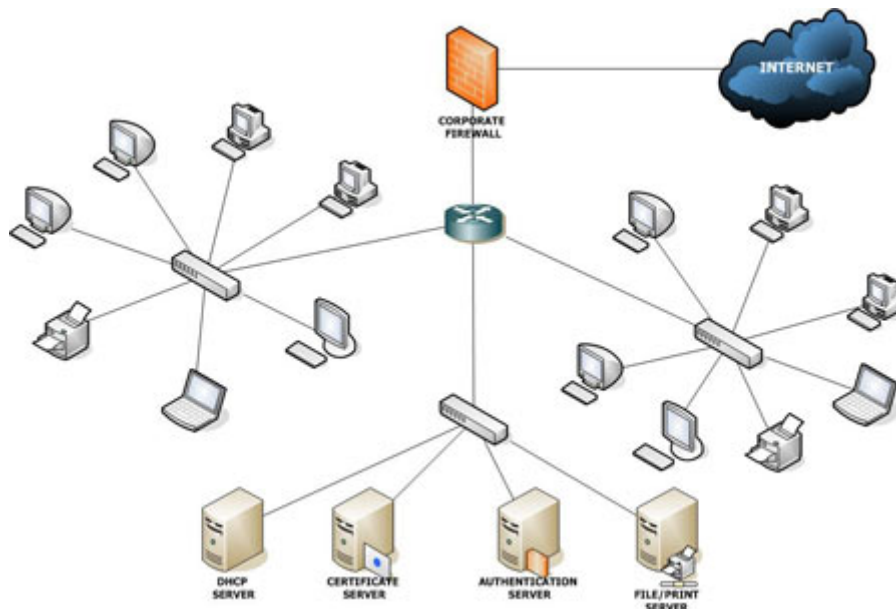


Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων

Χρήση του λογισμικού OPNET στην προσομοίωση δικτύων
δεδομένων



ΗΡΑΚΛΕΙΟ
2008

Στις οικογένειες μας...

Το παρόν κείμενο είναι αποτέλεσμα της πρόθεσης μας να αναλάβουμε, τον Φεβρουάριο του 2008, τη μετατροπή του εργαστηριακού οδηγού των «Δικτύων Δεδομένων» από το πρόγραμμα Comnet στο πρόγραμμα OPNET. Έτσι τον Μάρτιο του 2008 κατόπιν της έγκρισης του κ. Ζαχαρόπουλου, τον οποίο ευχαριστούμε θερμά, η συγγραφή του νέου αυτού οδηγού ξεκίνησε και επιμελήθηκε ταυτόχρονα σύμφωνα με πρότυπα πτυχιακής εργασίας.

Τα νέα δεδομένα στο χώρο των δικτύων επιβάλλουν την ανάγκη για νέους προσομοιωτές δικτύων οι οποίοι προσφέρουν στο χρήστη περισσότερες δυνατότητες και συνεχώς ανανεώνονται και αναπτύσσονται, κάτι που προσφέρει άλλωστε το πρόγραμμα OPNET.

Για τη προσπάθεια αυτή, θα πρέπει να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον κ. Ευλούρη, διδάσκοντα του εργαστηρίου, ο οποίος μας βοήθησε και μας καθοδήγησε έμπρακτα και άμεσα καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής και του περεταίρω ελέγχου του εργαστηριακού οδηγού. Επίσης ευχαριστούμε όλους όσους, τους μήνες αυτούς, μας βοήθησαν με την υποστήριξή τους, ιδιαίτερες τις οικογένειες μας.

Γιώργος, Λυσίμαχος - Στέφανος

Πίνακας περιεχομένων

Εξοικείωση με το OPNET	6
1. Τι είναι το OPNET	6
2. Χρήση του OPNET	6
2.1 Γενικά για το μοντέλο δικτύων	6
2.2 Περιβάλλον εργασίας του OPNET	7
2.2.1 Η βασική Toolbar του OPNET	10
3. OPNET Menus.....	12
3.1.1 File Menu	13
3.1.2 Edit Menu.....	13
3.1.3 View menu	14
3.1.4 Scenarios Menu	15
3.1.5 Topology Menu.....	16
3.1.6 Protocols Menu.....	17
3.1.7 Simulation Menu	18
3.1.8 Results Menu.....	19
3.1.9 Windows Menu	21
3.1.10 Help Menu.....	21
Ασκήσεις.....	23
Άσκηση 1 : Δημιουργία δικτύου Ethernet.....	23
1.1 Δημιουργία νέου project στο OPNET	23
1.2 Στήσιμο ενός δικτύου Ethernet	23
1.3 Ρύθμιση παραμέτρων	26
1.3.1 Application Configuration (App Config).....	26
1.3.2 Profile Configuration (Profile Conf).....	30
1.3.3 Ethernet_wkstn (User 1 & 2)	34
1.3.4 Ethernet_server (Server)	35
1.3.5 Ethernet_16_hub (Hub)	36
1.3.6 Καλώδιο 10BaseT	36
1.4 Προσομοίωση του δικτύου και αποτελέσματα.....	37
1.4.1 Επιλογή αποτελεσμάτων	37
1.4.2 Παράμετροι προσομοίωσης και προσομοίωση.....	39
1.5 Ερωτήσεις.....	42
Άσκηση 2 : Γενικά περί LAN.....	43
2.1 Στήσιμο της άσκησης	43
2.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων του Application Configuration.....	45
2.1.2 Ρύθμιση παραμέτρων του Profile Configuration.....	46
2.1.3 Ρύθμιση παραμέτρων των Workstations (Users).....	47

2.1.4 Ρύθμιση παραμέτρων του Server	48
2.2 Επιλογή Στατιστικών	49
2.3 Δημιουργία δεύτερου σεναρίου (Switch).....	49
2.4 Δημιουργία τρίτου σεναρίου (Token Ring)	51
2.5 Simulation.....	53
2.6 Ερωτήσεις	56
Άσκηση 3 : Subnets	57
3.1 Στήσιμο των Subnets.....	58
3.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων του Servers Subnet	59
3.1.2 Ρύθμιση παραμέτρων του Application Configuration.....	60
3.1.3 Ρύθμιση παραμέτρων του Profile Configuration	61
3.1.4 Ρύθμιση παραμέτρων των Subnets των σχολών	62
3.2 Επιλογή στατιστικών για τη προσομοίωση	65
3.3 Ερωτήσεις	66
Άσκηση 4 : Δρομολόγηση	67
4.1 Περιγραφή και στήσιμο της άσκησης	67
4.2 Επιλογή Στατιστικών	70
4.3 Ρύθμιση Προσομοίωσης.....	70
4.4 Δημιουργία δεύτερου σεναρίου.....	71
4.5 Simulation.....	73
4.6 Παρατήρηση Αποτελεσμάτων.....	74
4.7 Ερωτήσεις	74
4.8 Παράρτημα: Generic Data File & Simulation Log	75
Άσκηση 5 : TCP Protocol	77
5.1 Στήσιμο της άσκησης	77
5.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων του Application Configuration.....	79
5.1.2 Ρύθμιση παραμέτρων του Profile Configuration	80
5.1.3 Ρύθμιση παραμέτρων των Subnets	81
5.2 Επιλογή Στατιστικών	86
5.3 Δημιουργία νέων σεναρίων	86
5.4 Simulation.....	88
5.5 Results	89
5.6 Ερωτήσεις	90
Βιβλιογραφία	91

Εξοικείωση με το OPNET

1. Τι είναι το OPNET

Το OPNET είναι μια ευρέως γνωστή εμπορική εφαρμογή, με κύρια χρήση της τη προσομοίωση δικτύων. Στο εργαστήριο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε την έκδοση IT GURU Academic Edition. Η συγκεκριμένη έκδοση του OPNET αποτελεί ένα εξειδικευμένο ακαδημαϊκό εργαλείο στο χώρο των επικοινωνιών, που προσφέρει τη δυνατότητα με τη βοήθεια ενός γραφικού περιβάλλοντος να μοντελοποιηθούν και να προσομοιωθούν διάφορα είδη δικτύων.

Το OPNET παρέχει δυνατότητες για δημιουργία πληρέστατων και μεγάλων δικτύων σχεδιασμένων μέχρι τη παραμικρή λεπτομέρεια, τα οποία μπορούμε να τα «στήσουμε» σχετικά εύκολα, να τα δοκιμάσουμε με χρήση πολλών σύγχρονων τεχνολογιών και να τα βελτιστοποιήσουμε γενικότερα.

2. Χρήση του OPNET

Αν και το OPNET σε διάφορες εκδόσεις του σαν ισχυρός προσομοιωτής δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να διαλέξει το είδος της δομής του δικτύου στο οποίο θα δουλέψει το πιο διαδεδομένο μοντέλο είναι αυτό *των δικτύων(network model)* το οποίο θα χρησιμοποιηθεί και στο εργαστήριο. Το *μοντέλο κόμβων(node model)* και το *μοντέλο επεξεργασίας(process model)* συμπληρώνουν τη βασική τριάδα των προαναφερθέντων ειδών αλλά επικεντρώνονται περισσότερο στη μοντελοποίηση εσωτερικών χαρακτηριστικών και λειτουργιών όπως δημιουργία δεδομένων, αποθήκευση μοντέλων κόμβων και μοντέλων επεξεργασίας. ή διαγράμματα πεπερασμένων καταστάσεων (finite state machines - FSMs) που ελέγχουν την εσωτερική λειτουργικότητα των αντικειμένων στο μοντέλο κόμβων. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι το OPNET λόγω της ευρείας γκάμας τεχνολογιών και δικτύων που ειδικεύεται παρέχει προηγμένες δυνατότητες στο χρήστη αλλά και θέτει ένα υψηλό επίπεδο «δυσκολίας» στο οποίο ο σπουδαστής αντεπεξέρχεται ευκολότερα εάν καταλάβει κάποιες βασικές λειτουργίες του που εξηγούνται παρακάτω και ακολουθεί κατά γράμμα τις υποδείξεις των ασκήσεων.

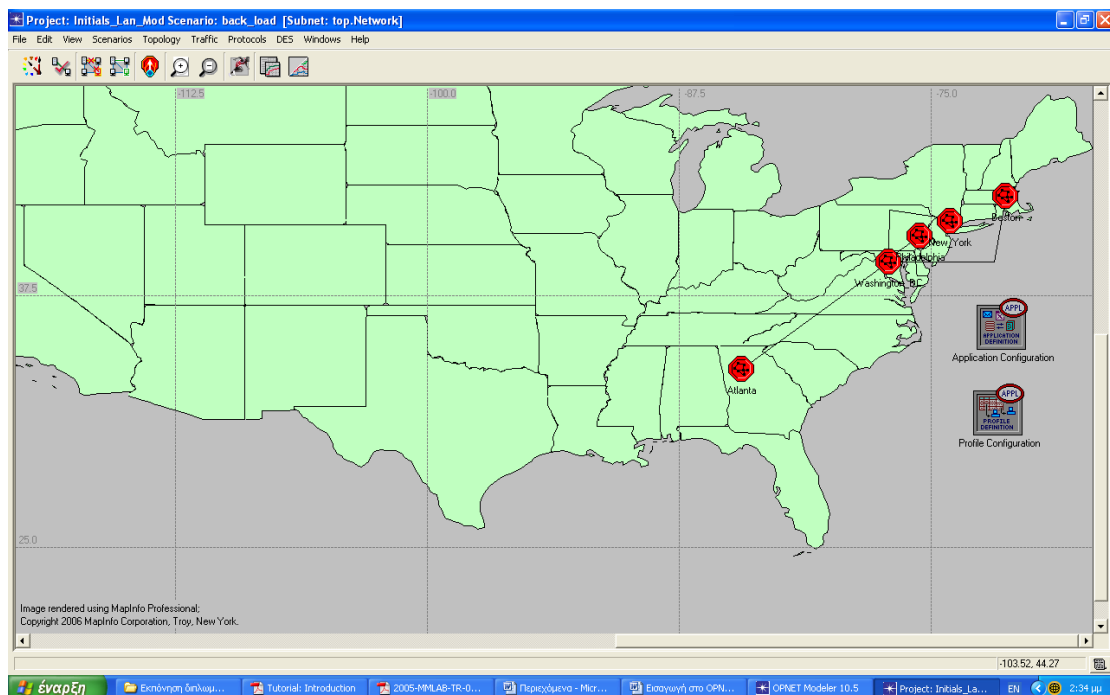
2.1 Γενικά για το μοντέλο δικτύων

Ο Project Editor αποτελεί την κύρια πλατφόρμα εργασίας για την κατασκευή και προσομοίωση ενός δικτύου. Από εδώ μπορούμε να κτίσουμε ένα μοντέλο

δικτύου, χρησιμοποιώντας τα έτοιμα μοντέλα (π.χ. ένα Τοπικό Δίκτυο (LAN), ένα Μητροπολιτικό Δίκτυο (MAN) ή ένα δίκτυο με δύο υπολογιστές κ.τ.λ.) που υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του OPNET, να επιλέξουμε στατιστικά στοιχεία για το δίκτυο, να τρέξουμε μια προσομοίωση και να δούμε τα αποτελέσματα.

Επίσης μπορούμε να φτιάξουμε τα μοντέλα δικτύου και επεξεργασίας, να κατασκευάσουμε μοντέλα για πακέτα που στέλνονται, να κατασκευάσουμε φίλτρα και παραμέτρους στα οποία μπορούμε να έχουμε πρόσβαση από το μοντέλο επεξεργασίας

Πιο κάτω φαίνεται το προφίλ ενός μοντέλου δικτύου, όπου έχουν δημιουργηθεί 5 Τοπικά Δίκτυα(5 διαδοχικά κόκκινα σημεία), τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους :



Εικόνα 1 - Μοντέλο Δικτύου

Η ιεραρχία σχετικά με τη δημιουργία/προσομοίωση δικτύων και την ανάλυση τους είναι γενικά η εξής :

- 1) Δημιουργία του μοντέλου δικτύου
- 2) Επιλογή στατιστικών
- 3) Simulation (Run)
- 4) Ανάλυση αποτελεσμάτων

2.2 Περιβάλλον εργασίας του OPNET

Το περιβάλλον εργασίας του OPNET είναι ένα παραθυρικό περιβάλλον (βλέπε σχήμα 2,3). Το παράθυρο που βλέπουμε παρακάτω είναι και το πρώτο(αρχικό) που συναντάμε όταν ξεκινήσουμε το OPNET.



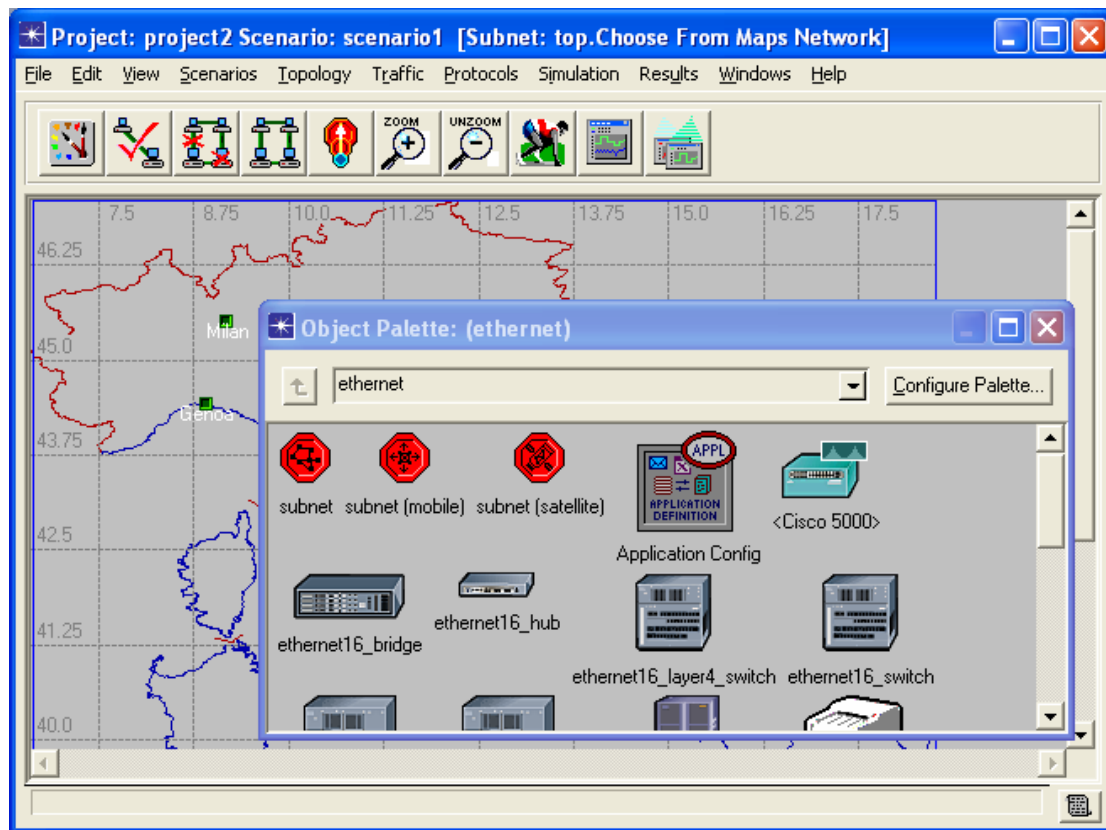
Εικόνα 2 - Η αρχική οθόνη του OPNET

Επιλέγοντας **File-New-Project** «ερχόμαστε» στο κύριο παράθυρο του OPNET στο οποίο θα γίνεται και η σχεδίαση του εκάστοτε δικτύου μας. Θα πρέπει αρχικά να επιλέξουμε **Project Name** και **Scenario Name**. Το scenario είναι ένα ξεχωριστό σενάριο μέσα στο project που περιγράφει/απεικονίζει μια συγκεκριμένη κατάσταση. Ένα project μπορεί να περιέχει πολλά σενάρια. Π.χ. αν ένα Project περιέχει ένα δίκτυο Ethernet, το πρώτο σενάριο μπορεί να αφορά το συγκεκριμένο δίκτυο για 10 χρήστες και ένα δεύτερο σενάριο για τους διπλάσιους χρήστες. Έτσι έχουμε 2 περιπτώσεις με διαφορετικές ρυθμίσεις και τιμές. Αφού δώσουμε τις ονομασίες που θέλουμε και πατήσουμε OK, στο επόμενο μενού που συναντάμε επιλέγουμε «**Empty Scenario**» και πατάμε Next.

Το επόμενου μενού έχει να κάνει με τους **χάρτες** που θέλουμε να έχουμε στο background(βοηθούν όταν για παράδειγμα σχεδιάζουμε ένα δίκτυο σε μια συγκεκριμένη χώρα και θέλουμε να ξέρουμε σε ποιο σημείο(πόλη/περιφέρεια) θα βάλουμε τι, πόση απόσταση μεσολαβεί μέχρι τον επόμενο κόμβο ίσως κ.τ.λ.

Αν επιλέξουμε «**world**» και πατήσουμε Next, εμφανίζεται μια λίστα από διάφορες χώρες. Αν θέλουμε να φτιάξουμε το δίκτυο μας με Background μια συγκεκριμένη

χώρα στο περιβάλλον εργασίας, την επιλέγουμε και πατάμε Next. Άλλωστε λίγη σημασία έχουν οι χάρτες καθώς στις εργαστηριακές μας ασκήσεις το πιθανότερο είναι ότι δεν θα χρειαστούμε κάποια συγκεκριμένη τοποθεσία/χώρα. Στο μενού που βρισκόμαστε πλέον (*Startup Wizard : Select Technologies*) μπορούμε να επιλέξουμε εκ των προτέρων κάποιες τεχνολογίες που είμαστε βέβαιοι ότι θα χρησιμοποιήσουμε στο project μας. Αυτό θα σημαίνει και κάποιες αυτόματες ρυθμίσεις σε μερικά μενού του OPNET που θα δούμε παρακάτω. Αν για παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία Ethernet, τη βρίσκουμε από τη στήλη *Model Family*, αλλάζουμε το «πο» του *Include* (δεύτερη στήλη) σε «yes» και πατάμε Next. Το τελευταίο αυτό παράθυρο απλά μας επιβεβαιώνει το χάρτη και τη τεχνολογία που έχουμε επιλέξει και πλέον πατώντας OK, είμαστε στο κύριο μενού του OPNET στο οποίο θα αφιερώσουμε και το μεγαλύτερο μέρος των εισαγωγικών σελίδων που ακολουθούν.



Εικόνα 3 - Το περιβάλλον εργασίας του OPNET

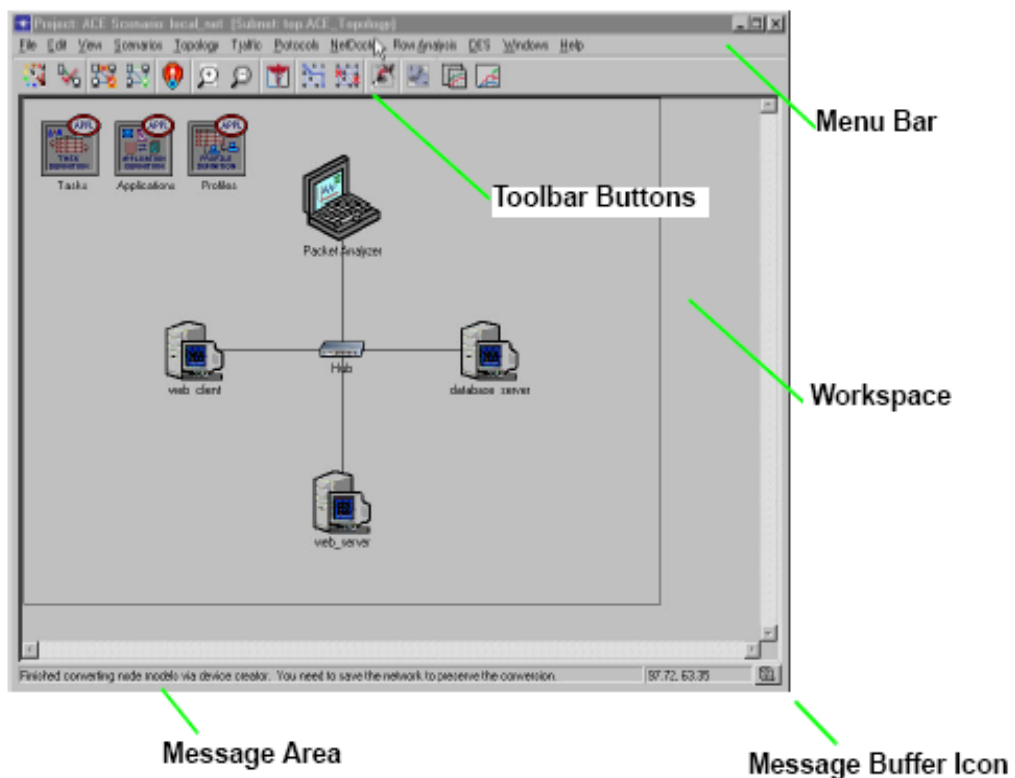
Στο πάνω μέρος βρίσκεται το γνωστό σε όλους μας menu bar το οποίο όπως και στα περισσότερα προγράμματα οργανώνει βασικές λειτουργίες σε τοπικά μενού. Ακριβώς από κάτω συναντάμε το βασικό toolbar του OPNET το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε αρκετές φορές κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών ασκήσεων και θα περιγραφτεί αναλυτικά παρακάτω.

Συνεχίζοντας προς το κέντρο, το Workspace είναι μια scrollable περιοχή όπου θα δουλεύουμε δημιουργώντας και μετακινώντας διάφορα στοιχεία/υπολογιστές/καλώδια κ.τ.λ. μέχρι να ολοκληρώσουμε το δίκτυο μας. Να σημειώσουμε εδώ ότι η επιλογή πάνω στα στοιχεία του Workspace γίνεται με το αριστερό κλικ ενώ για edit/parameters etc. χρησιμοποιούμε δεξί κλικ.

Το παράθυρο που είναι ανοιχτό με τίτλο **Object Palette**, είναι η βασική παλέτα εργαλείων του Ethernet. Εκεί μέσα μπορούμε να βρούμε σχεδόν ότι εφαρμογή ή τεχνολογία θέλουμε και να τη τροποποιήσουμε σύμφωνα με τις απαιτήσεις μας. Στα επόμενα κεφάλαια θα αναφερθούμε ξανά στη παλέτα εργαλείων όπως άλλωστε και στις εργαστηριακές ασκήσεις.

Τέλος το message area χαμηλά κάτω μας δείχνει το status του επιλεγμένου εργαλείου/περιοχής ενώ το message buffer icon εάν ανοιχθεί μας δείχνει τα προηγούμενα messages που έχουν αντικατασταθεί, χρησιμεύει σαν log δηλαδή αν τυχόν θέλουμε να ανατρέξουμε σε παλαιότερες ενέργειες ή μηνύματα.

Project Editor Window



Εικόνα 4 - Το περιβάλλον Εργασίας του OPNET

2.2.1 Η βασική Toolbar του OPNET

Αναφερθήκαμε προηγουμένως στο βασικό αυτό μενυ του προγράμματος αλλά δεν αναλύσαμε τη χρησιμότητα του και τι κάνει το κάθε κουμπί που βρίσκεται εκεί. Στο toolbar λοιπόν έχουμε κάποιες «συντομεύσεις» του μενυ bar που χρησιμοποιούνται συχνά στη δημιουργία του δικτύου μας και τη προσομοίωση του.



Εικόνα 5 - OPNET Toolbar

1. Παλέτα αντικειμένων (object palette): Ανοίγοντας την παλέτα αντικειμένων, μπορούμε να ανασύρουμε κάποιο έτοιμο μοντέλο αντικειμένου του OPNET π.χ. ένα server, ένα δίκτυο υπολογιστών, μια σύνδεση καλωδίου μεταξύ δύο υποδικτύων. Μπορούμε επίσης με την επιλογή «διαμόρφωση παλέτας» (configure palette) να δημιουργήσουμε μια παλέτα που θα περιέχει μόνο τα αντικείμενα που θα χρειαστούμε ή ακόμα και να τροποποιήσουμε κάποια από αυτά έτσι ώστε να έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

2. Επαλήθευση συνδέσεων (verify links): Με αυτή την επιλογή, γίνεται έλεγχος αν οι συνδέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στα διάφορα αντικείμενα λειτουργούν σωστά. Αν κάποια στιγμή δε λειτουργεί, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα για να μπορέσουμε να κάνουμε τις κατάλληλες διορθώσεις.

3. Δημιουργία βλάβης αντικειμένων (fail selected objects): Επιλέγοντας κάποια αντικείμενα που υπάρχουν στην επιφάνεια εργασίας και με την επιλογή αυτή, μπορούμε να καταργήσουμε τη λειτουργία τους, δηλαδή η προσομοίωση θα «τρέξει» σαν αυτά να μην υπάρχουν καθόλου.

4. Ανάκτηση αντικειμένων (recover selected objects): Επαναφέρει αντικείμενα που είχαν καταργηθεί προηγουμένως. (βλέπε προηγούμενη διαδικασία : 3)

5. Επαναφορά στο υποδίκτυο του προηγούμενου επιπέδου (go to parent subnet): Αν θελήσουμε να δούμε τα επιμέρους αντικείμενα ενός υποδικτύου, μπορούμε με διπλή επιλογή του (double click), να εισέλθουμε στο ακριβώς πιο κάτω επίπεδο. Για παράδειγμα για ένα από τα τοπικά του σχήματος 1, με διπλή επιλογή βλέπουμε τα αντικείμενα που το αποτελούν. Στη συνέχεια με την επιλογή «επαναφορά στο υποδίκτυο του προηγούμενου επιπέδου» επανερχόμαστε στο προηγούμενο επίπεδο.

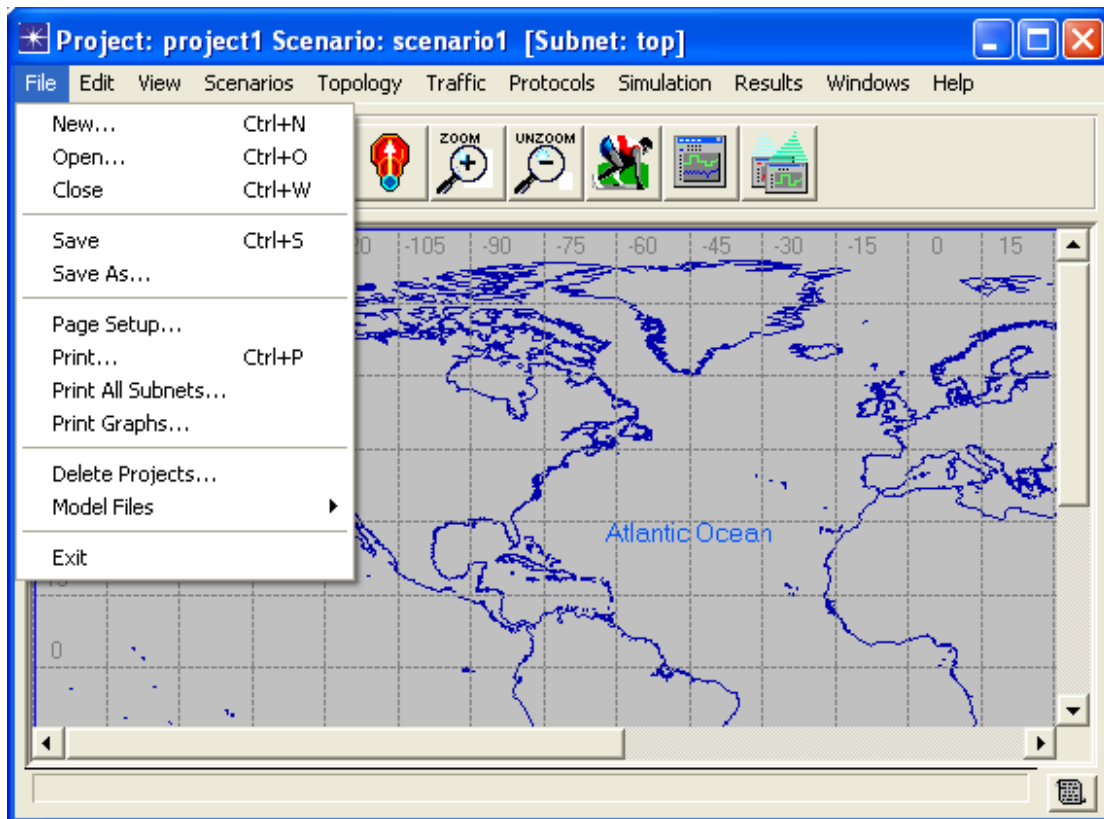
6. Εστίαση σε ορθογώνιο (zoom to rectangle): Με την επιλογή αυτή, το workspace εστιάζει σε ένα ορθογώνιο κομμάτι που επιλέγουμε.

7. Εστίαση στο προηγούμενο(zoom to previous): Η εστίαση επαναφέρεται στην αρχική της κατάσταση.
8. Διαμόρφωση/τρέξιμο προσομοίωσης ξεχωριστών γεγονότων (configure/run discrete event simulation DES): Με την επιλογή αυτή ανοίγουμε ένα παράθυρο, όπου επιλέγουμε τις παραμέτρους της προσομοίωσης, όπως είναι η διάρκεια και στατιστικά στοιχεία που θα συλλέξουμε. Από εδώ μπορούμε επίσης να ορίσουμε τα είδη των εξερχόμενων στατιστικών (π.χ. report animation) και άλλα χαρακτηριστικά της προσομοίωσης. Με την επιλογή «Run», η προσομοίωση αρχίζει.
9. Παρατήρηση αποτελεσμάτων (view results): Εδώ μπορούμε να ορίσουμε τα χαρακτηριστικά που μας ενδιαφέρει να δούμε με το πέρας της προσομοίωσης, καθώς και σε ποιες συνδέσεις (π.χ. στο σχήμα 1 με τα υποδίκτυα μπορεί να μας ενδιαφέρει τα χαρακτηριστικά μόνο μιας εκ των τεσσάρων συνδέσεων των τοπικών δικτύων). Έτσι βλέπουμε γραφικές παραστάσεις που αφορούν τα επιλεγθέντα χαρακτηριστικά. Επειδή μια προσομοίωση μπορεί να τρέξει παράλληλα για διαφορετικά σενάρια, από εδώ επιλέγουμε για ποια από αυτά θέλουμε να δούμε τα αποτελέσματα καθώς μπορεί να γίνει και σύγκριση τους στην ίδια γραφική παράσταση.
10. Απόκρυψη/παρατήρηση γραφικών παραστάσεων(Hide/show graph panels): Μετά τη προσομοίωση, εάν ανοίξουμε μερικά παράθυρα γραφικών παραστάσεων για να παρατηρήσουμε κάποια χαρακτηριστικά, με την επιλογή αυτή μπορούμε να τα αποκρύψουμε και στη συνέχεια να τα επαναφέρουμε.

3. OPNET Menus

Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική επεξήγηση των διαφόρων Menus του OPNET. Κάποιες από τις επιλογές των menus που αναφέρονται είναι πασίγνωστες ή η χρήση τους συμπεραίνεται εύκολα, κάποιων άλλων όμως η επεξήγηση πιθανότατα θα φανεί χρήσιμη καθώς θα χρησιμοποιηθούν επανειλημμένα στις εργαστηριακές ασκήσεις.

3.1.1 File Menu



Εικόνα 6 - Το File Menu στο OPNET

New: Σβήνει τον προηγούμενο χώρο εργασίας και δημιουργεί ένα νέο για την δημιουργία του μοντέλου.

Open: Ανοίγει ένα υπάρχον μοντέλο.

Close: Κλείνει το τρέχον μοντέλο.

Save: Αποθηκεύει το υπάρχον μοντέλο.

Save as: Αποθηκεύει το υπάρχον μοντέλο με το όνομα που καθορίζει ο χρήστης

Page Setup: Ρυθμίσεις απεικόνισης του χώρου εργασίας για εκτύπωση/εμφάνιση ως .pdf κλπ.

Print: Εκτύπωση του δικτυακού μας μοντέλου.

Print All Subnets: Εκτύπωση όλων των υποδικτύων.

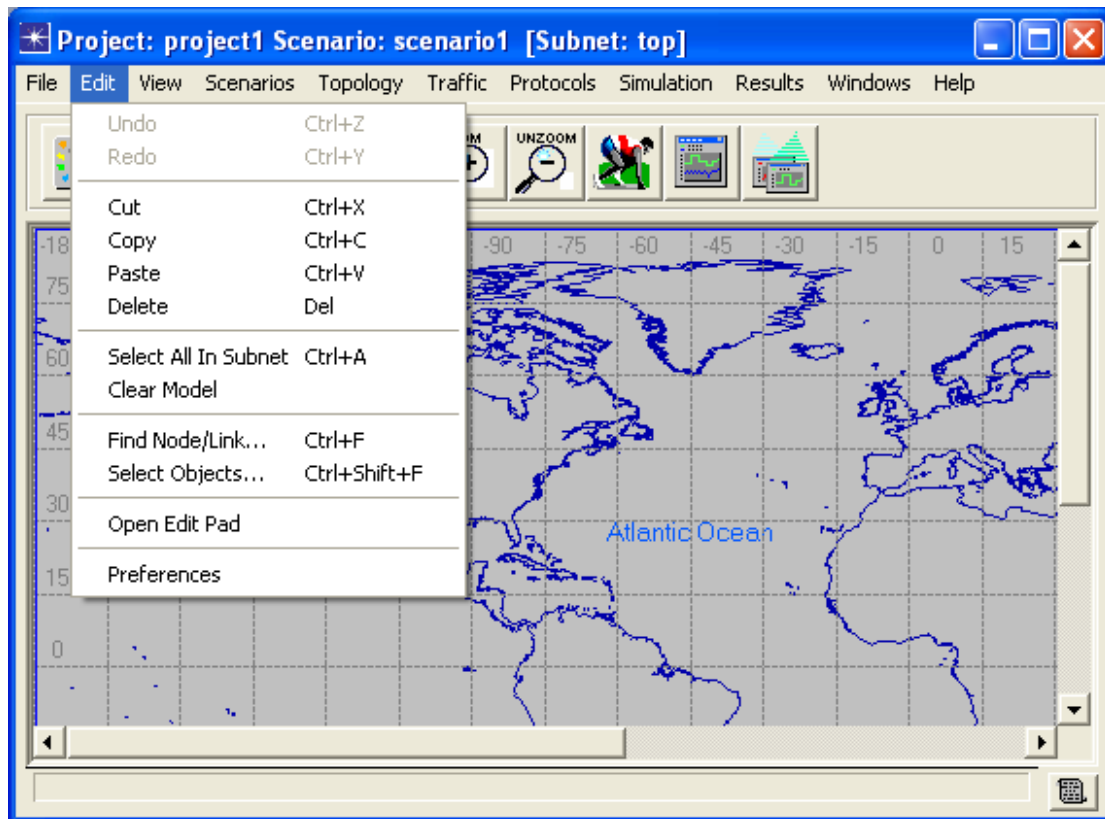
Print Graphs: Εκτύπωση των γραφικών.

Delete Projects: Διαγράφει όποιο έτοιμο project επιλεγεί.

Model Files: Διαγράφει/προσθέτει/ανανεώνει έτοιμα μοντέλα.

Exit: Έξοδος από το OPNET.

3.1.2 Edit Menu



Εικόνα 7 - Edit Menu στο OPNET

Undo: Χρησιμεύει στη περίπτωση που θέλουμε να γυρίσουμε πίσω στη κατάσταση πριν τη τελευταία ενέργεια που κάναμε.

Redo: Όταν επιλεγεί μετά από Undo, το αναιρεί και μας γυρίζει στη προηγούμενη κατάσταση πριν το Undo.

Cut: Σβήνει το επιλεγμένο αντικείμενο και το τοποθετεί στο clipboard.

Copy: Αντιγράφει το επιλεγμένο αντικείμενο και το τοποθετεί στο clipboard.

Paste: Τοποθετεί το αντικείμενο που είναι στο clipboard στον χώρο εργασίας.

Delete: Διαγραφή του επιλεγμένου αντικειμένου.

Select All in Subnet: Μεταφέρει τα επιλεγμένα αντικείμενα σε ένα υποδίκτυο.

Clear Model: Διαγράφει όλα τα αντικείμενα του τρέχοντος δικτύου και «καθαρίζει» την οθόνη.

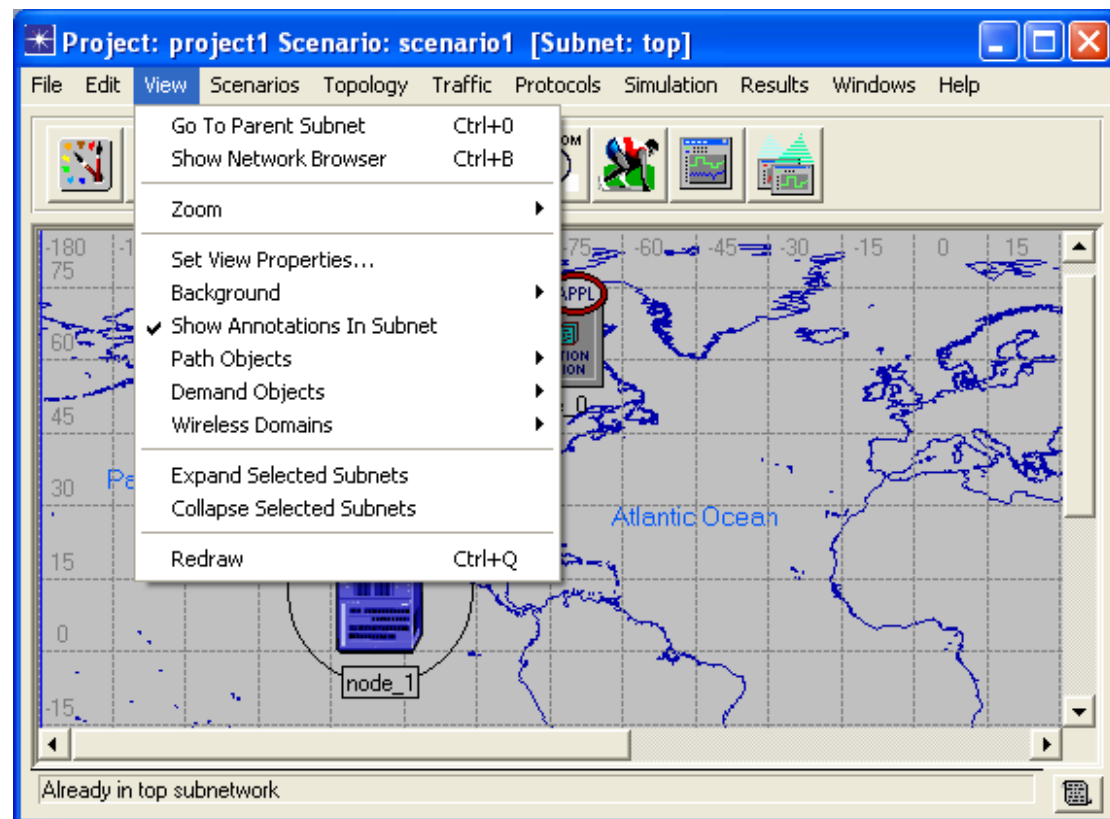
Find Node/Link: Εύρεση αντικειμένου.

Select Objects: Επιλέγει ανα κριτήρια συγκεκριμένα αντικείμενα του τρέχοντος δικτύου.

Open Edit Pad: Ανοίγει το Edit Pad του OPNET.

Preferences: Με την επιλογή αυτή μας δίνεται η δυνατότητα να αλλάξουμε διάφορες παραμέτρους συγκεκριμένων «στοιχείων».

3.1.3 View menu



Εικόνα 8 - To View Menu στο OPNET

Go To Parent Subnet: Εάν έχουμε υποδίκτυα, μας οδηγεί στο «μητρικό».

Show Network Browser: Βλέπουμε όλα τα στοιχεία του γραφικού περιβάλλοντος σε μορφή Browser.

Zoom: Κεντράρει/Ζουμάρει με διάφορες επιλογές

Set View Properties: Ρυθμίσεις για την εμφάνιση του γραφικού περιβάλλοντος (αποστάσεις κλπ)

Background: Επιλογή χαρτών για το background

Show Annotations in Subnet: Αφορά την εμφάνιση συγκεκριμένων στοιχείων όταν έχουμε υποδίκτυο.

Path Objects: Εμφανίζει ή αποκρύπτει τα Path Objects στον Editor του OPNET.

Demand Objects: Αντίστοιχα με Path Objects.

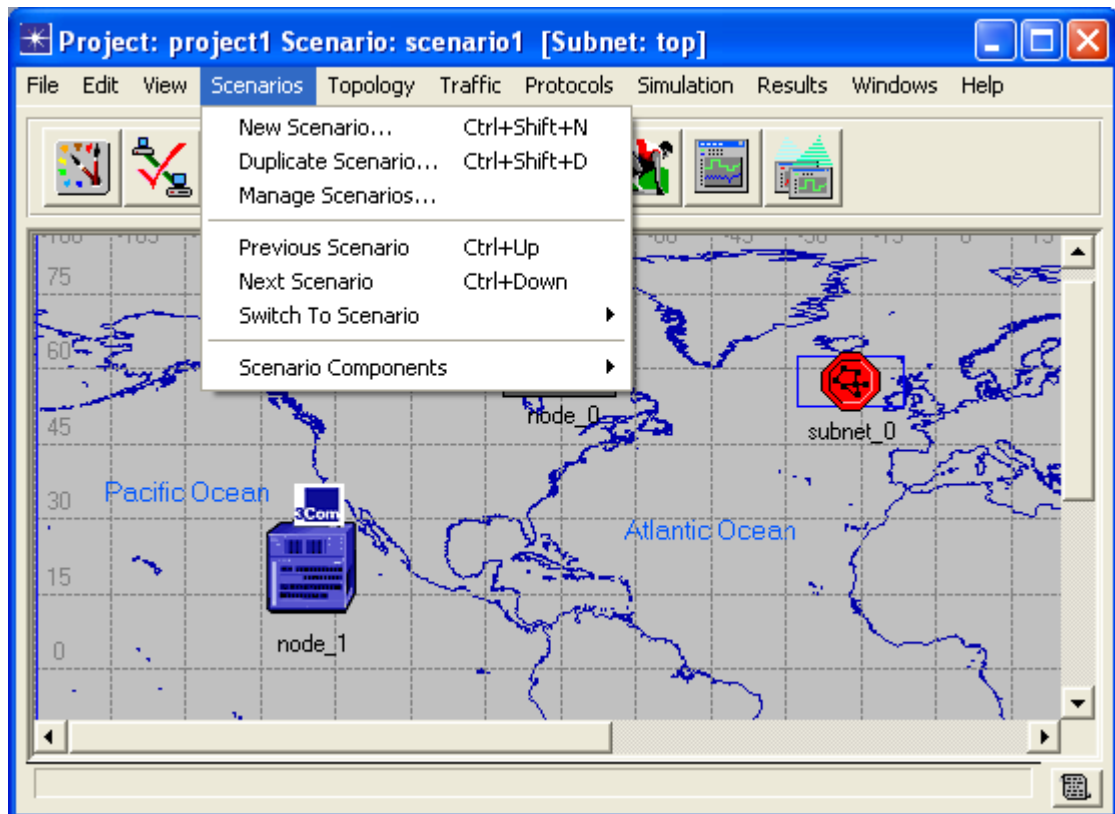
Wireless Domains: Αντίστοιχα με Path/Demand Objects αλλά για ασύρματη επικοινωνία.

Expand Selected Subnets: Επεκτείνει τα επιλεγμένα υποδίκτυα

Collapse Selected Subnets: Ακριβώς το αντίθετο με το από πάνω.

Redraw: «Ανανέωση» της απεικόνισης του γραφικού περιβάλλοντος.

3.1.4 Scenarios Menu



Εικόνα 9 - Το Scenarios Menu του OPNET

Τα Scenarios είναι έτοιμα projects/δίκτυα, διάφορα «σενάρια» δηλαδή φτιαγμένα από τους τεχνικούς του προγράμματος προς βοήθεια και παρατήρηση των χρηστών του OPNET. Το OPNET διαθέτει μεγάλη ποικιλία τέτοιων σεναρίων που εξαντλούν σχεδόν κάθε δομή και τεχνολογία δικτύου. (ενσύρματο/ασύρματο , υποδίκτυο ή μη κ.τ.λ.) Επίσης και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ένα δικό του σενάριο.

New Scenario: Δημιουργία νέου σεναρίου. Ο χρήστης μπορεί να το δημιουργήσει εξ'ολοκλήρου μόνος του.

Duplicate Scenario: «Αντιγραφή» σεναρίου.

Manages Scenarios: Διαχείριση σεναρίων.

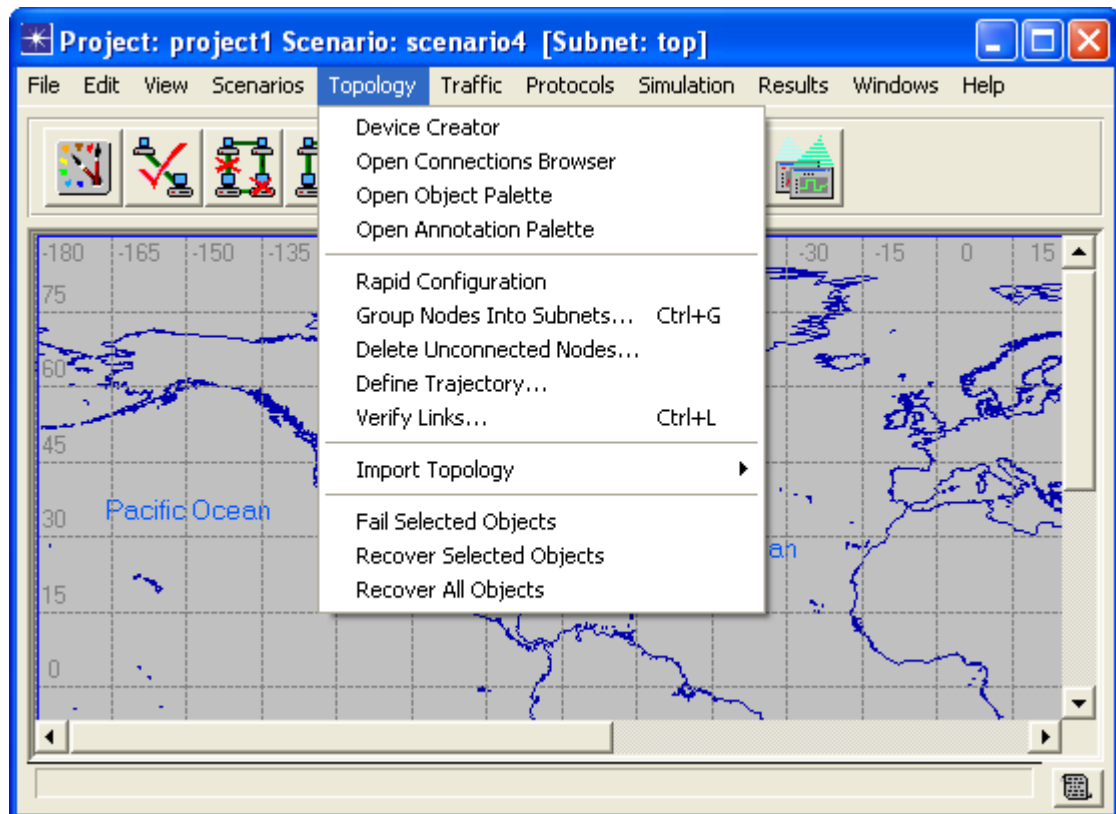
Previous Scenario: Μετάβαση στο προηγούμενο σενάριο.

Next Scenario: Μετάβαση στο επόμενο σενάριο.

Switch to Scenario: Επιλογή σεναρίου ενώ περισσότερα από ένα «τρέχουν»

Scenario Components: Εισαγωγή ή εξαγωγή στοιχείων από ένα σενάριο.

3.1.5 Topology Menu



Εικόνα 10 - Το Topology Menu του OPNET

Device Creator: Επιλογή και ρύθμιση διάφορων συσκευών (LAN Models/ Routers κ.τ.λ.)

Open Connections Browser: Ανοίγει νέος Browser μέσω του οποίου μπορούμε να διαχειριστούμε ανά είδος στοιχεία και συνδέσεις. (destination/source nodes κ.τ.λ.)

Open Object Palette: Ανοίγει τη παλέτα αντικειμένων του OPNET η οποία έχει περιγραφτεί παραπάνω.

Rapid Configuration: Γρήγορη τοπολογία.

Group Nodes Into Subnets: Ομαδοποίηση υπολογιστών/μηχανημάτων μέσα σε υποδίκτυο.

Delete Unconnected Nodes: Με την επιλογή διαγράφουμε όλους τους «υπολογιστές» που δεν είναι συνδεδεμένοι κάπου μέσα στο δίκτυο. Εάν το πρόγραμμα δεν βρει nodes που να μην είναι συνδεδεμένα εμφανίζει warning.

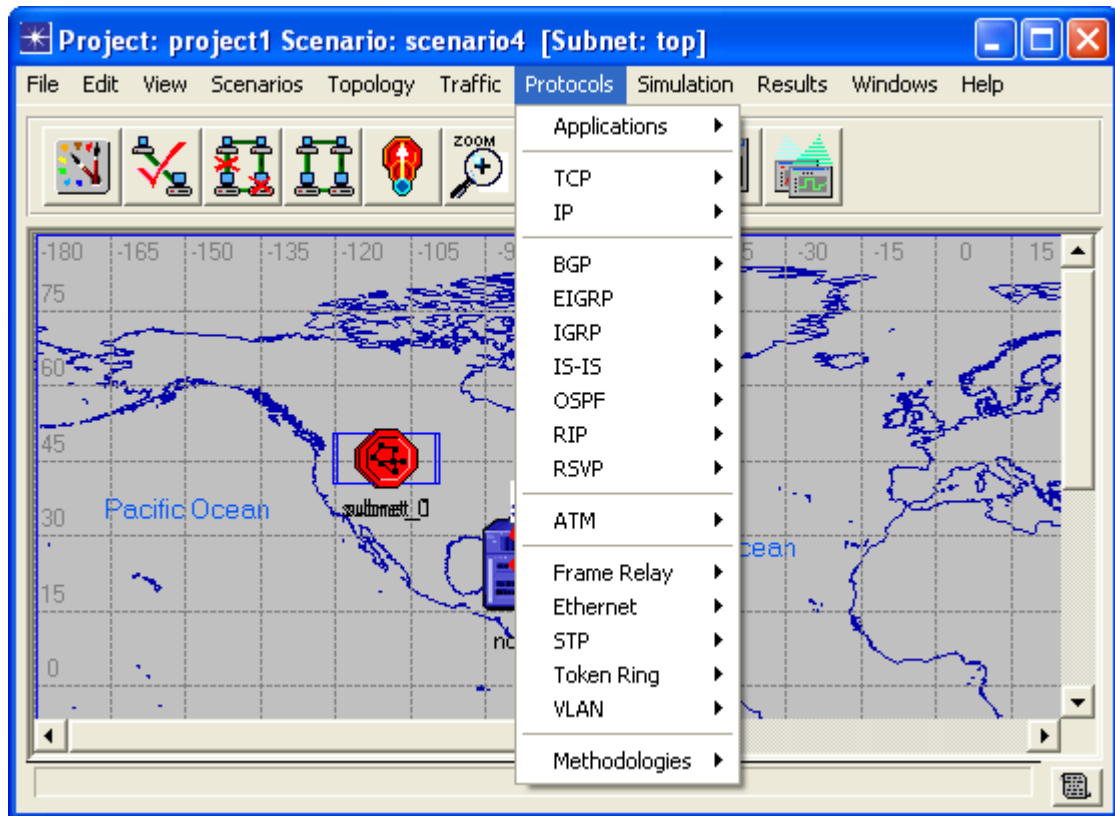
Verify Links: Επιλογή έλεγχου των διαφόρων συνδέσεων του δικτύου.

Fail Selected Objects: Με αυτή την επιλογή θέτουμε εκτός λειτουργίας τυχόν επιλεγμένο αντικείμενο.

Recover Selected Objects: Επαναφορά αντικειμένου που έχει τεθεί εκτός λειτουργίας.

Recover All Objects: Επαναφορά όλων των αντικειμένων που έχουν τεθεί εκτός λειτουργίας.

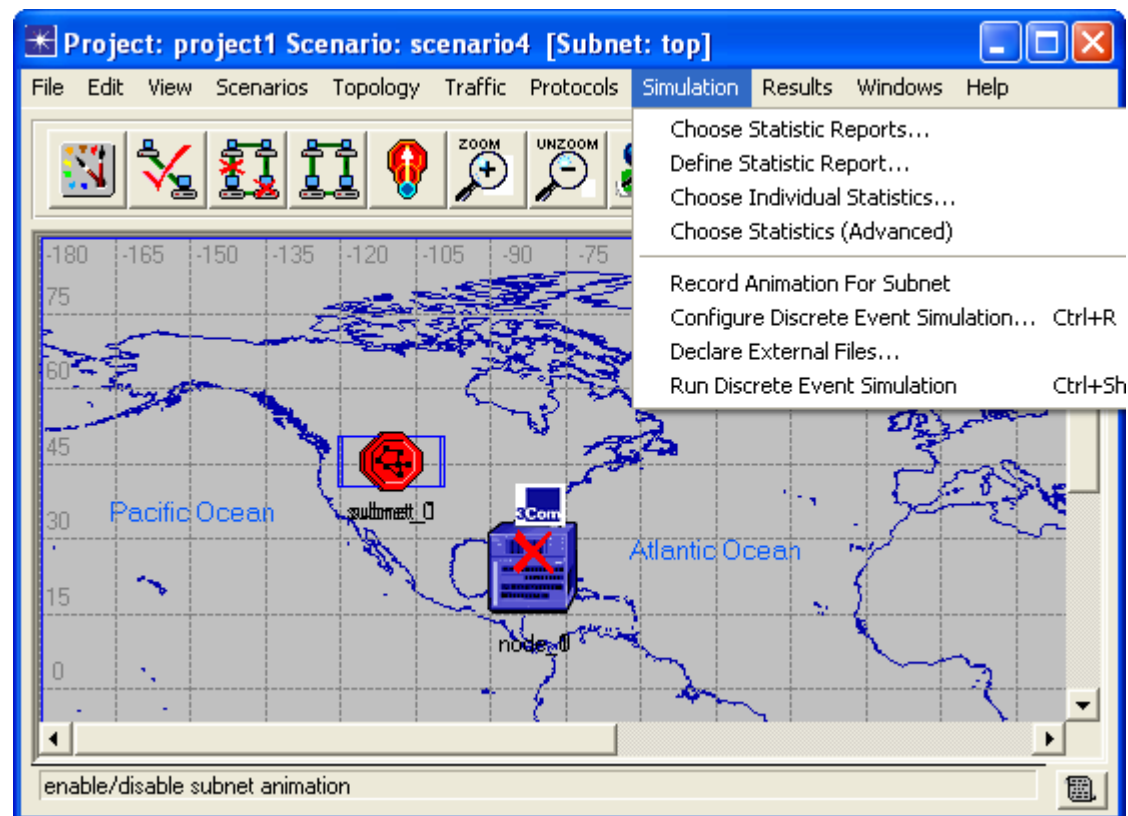
3.1.6 Protocols Menu



Εικόνα 11 - Το Protocols Menu του OPNET

Στο προηγούμενο μενού(Traffic) η μόνη επιλογή που έχουμε σαν χρήστες είναι η «Open Flows Browser» η οποία μέσω ενός Browser μας δίνει την επιλογή να πάρουμε λεπτομέρειες πάνω στη κίνηση του δικτύου ανά εφαρμογές/μέρη του δικτύου. Το επόμενο menu είναι αυτό των Protocols. Μέσα από αυτό το menu μπορούμε είτε να ανατρέξουμε σε βοήθεια για συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας είτε να κάνουμε διάφορες ρυθμίσεις από τη στιγμή που θα χρησιμοποιηθούν μέσα στο δίκτυο. Οι εργαστηριακές ασκήσεις είναι σαφείς σχετικά με τα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιηθούν και οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε κάθε μία από αυτές περιγράφονται αναλυτικά.

3.1.7 Simulation Menu



Εικόνα 12 - Το Simulation Menu του OPNET

Choose Statistic Reports: Επιλέγει την αναφορά που θα δημιουργηθεί για το δίκτυο που έχουμε δημιουργήσει.

Define Statistic Report: Ανοίγει ή δημιουργεί μια νέα αναφορά.

Choose Individual Statistics: Επιλέγουμε τι είδους στατιστικά θέλουμε να έχουμε στην αναφορά.

Choose Statistics (Advanced): Και πάλι επιλογή στατιστικών αυτή τη φορά πιο αναλυτικά με περισσότερες λεπτομέρειες.

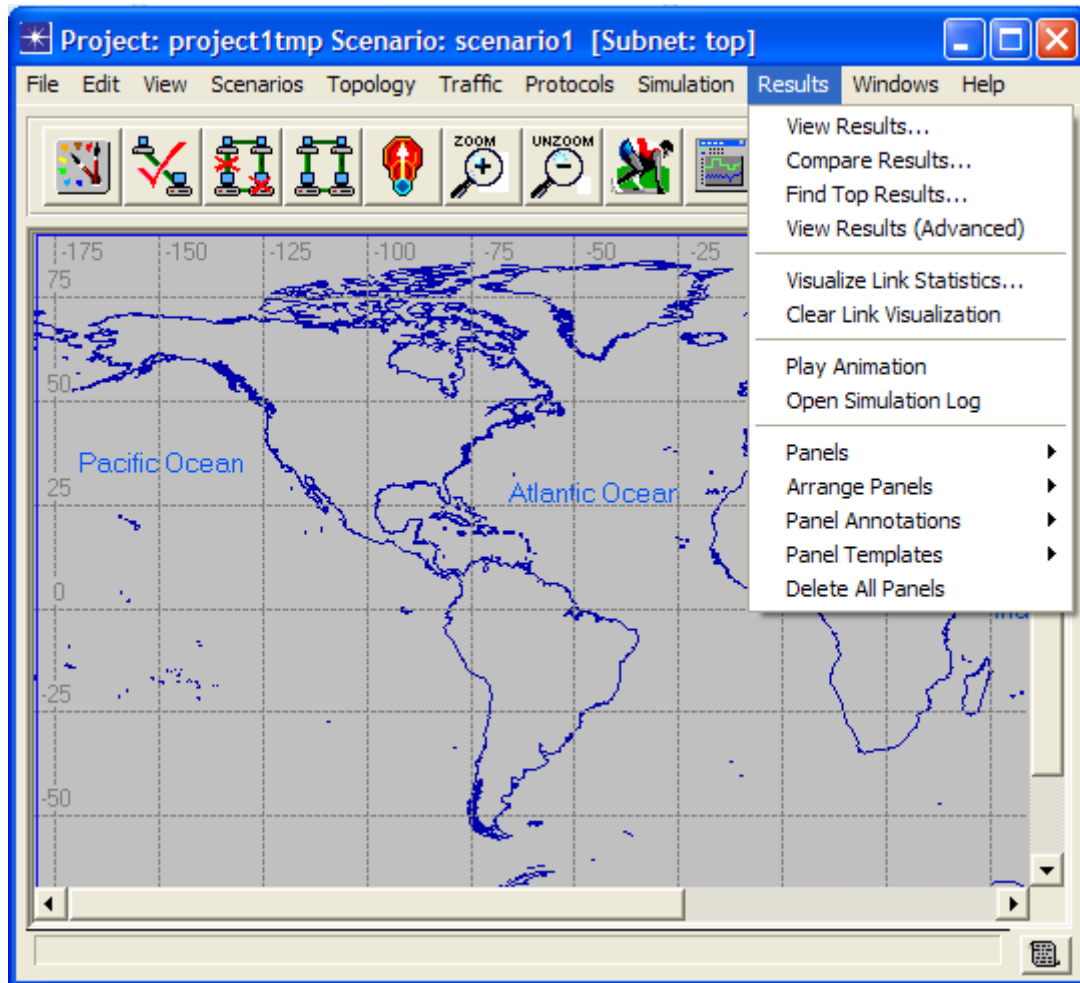
Record Animation for Subnet: Καταγραφή της κίνησης των πακέτων για να μπορούμε μετά να δούμε την κίνηση με γραφικά.

Configure Discrete Event Simulation: (Βλέπε εικονίδιο 8 της toolbar)

Declare External Files: Προσδιορισμός εξωτερικών αρχείων αντικειμένων για χρήση τους στην εξομοίωση.

Run Discrete Event Simulation: Τρέξιμο της εξομοίωσης.

3.1.8 Results Menu



Εικόνα 13 - Το Results Menu του OPNET

View Results: (Βλέπε εικονίδιο 9 της toolbar)

Compare Results: Σύγκριση των αποτελεσμάτων διαφορετικών σεναρίων.

Find Top Results: Εμφάνιση μεγίστων/ ελαχίστων/ μέσων τιμών των αποτελεσμάτων ανά ομάδα αποτελεσμάτων. Με δυνατότητες φιλτραρίσματος εξαγωγής γραφήματος και αρχείου κειμένου.

View Results (Advanced): Ανάλυση των αποτελεσμάτων της εξομοίωσης

Visualize Link Statistics: Εμφάνιση των συνδέσμων (καλωδίων) με διαφορετικό χρώμα ή/και πάχος ανάλογα με τις τιμές των Utilization ή/και Throughput, αντίστοιχα.

Clear Link Visualization: Εκκαθάριση των οπτικών αλλαγών που έγιναν από την παραπάνω επιλογή.

Play Animation: Γραφική απεικόνιση της ροής των πακέτων που έχουν καταγραφή από την επιλογή **Simulation Menu -> Record Animation for Subnet**.

Open Simulation Log: Εμφάνιση όλων των μηνυμάτων που δημιουργήθηκαν από το πρόγραμμα κατά τη διάρκεια της εξομοίωσης.

Panels : Επιλογή των πάνελ που έχουν ανοιχτεί.

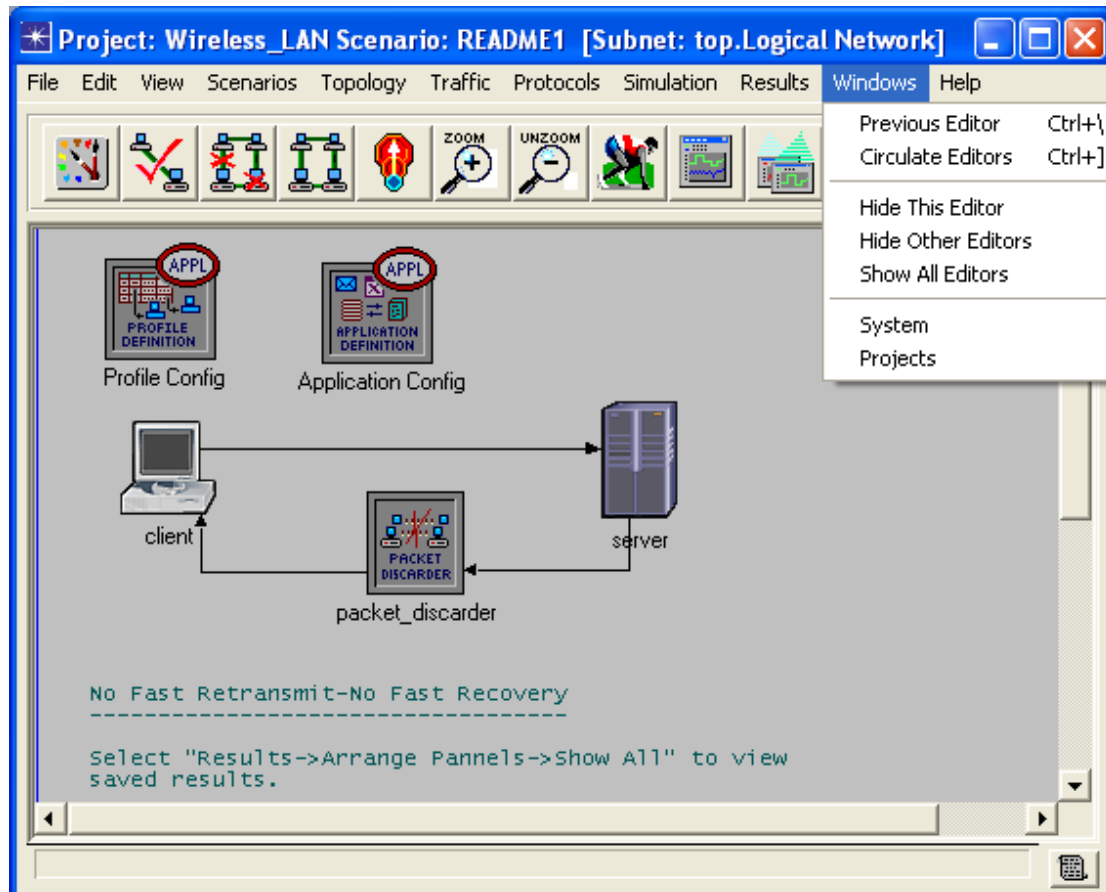
Arrange Panels: Επιλογές για την διαρρύθμιση των πάνελ.

Panel Annotations: Μετατροπή των πάνελ σε σημειώσεις (attachments) και αντίστροφα.

Panel Templates: Δημιουργία φόρμας πάνελ από κάποιο υπάρχων.

Delete All Panels: Διαγραφή όλων των πάνελ.

3.1.9 Windows Menu



Εικόνα 14 - Το Windows Menu του OPNET

Previous Editor: Εμφάνιση άλλων ενεργών παραθύρων του OPNET σαν πρώτων (On top). Εάν μόνο ένα είναι ανοιχτό με την επιλογή αυτή ανοίγει η πρώτη/αρχική οθόνη του προγράμματος

Circulate Editors: Εναλλαγή ενεργών παραθύρων.

Hide This Editor: Απόκρυψη ενεργού παραθύρου.

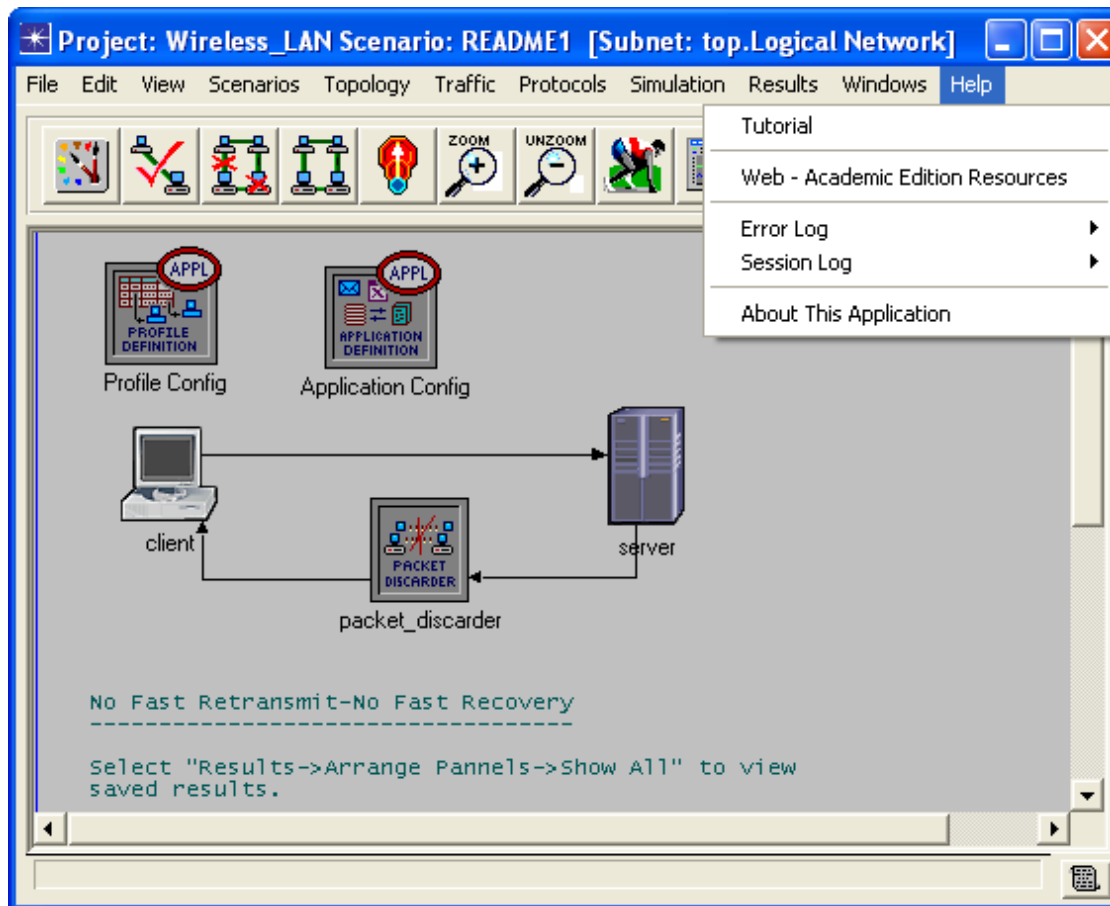
Hide Other Editors: Απόκρυψη άλλων ενεργών παραθύρων.

Show all Editors: Εμφάνιση όλων των παραθύρων OPNET

System: Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται η αρχική οθόνη του OPNET.

Projects: Επιλέγουμε ποιο project θέλουμε να βλέπουμε στο περιβάλλον εργασίας εάν πάνω από ένα είναι ανοικτά.

3.1.10 Help Menu



Εικόνα 15 - Το Help Menu του OPNET

Tutorial: Με την επιλογή αυτή ανοίγουμε το tutorial του OPNET.

Web-Academic Edition Resources: Η επιλογή αυτή μας οδηγεί σε επίσημη ιστοσελίδα του OPNET.

Error Log: Εμφάνιση ή καθαρισμός του Error Log.

Session Log: Εμφάνιση ή καθαρισμός του Session Log.

About this Application: Εμφανίζονται πληροφορίες για την έκδοση του OPNET που χρησιμοποιείται.

Ασκήσεις

Άσκηση 1 : Δημιουργία δικτύου Ethernet

Το πρώτο δίκτυο με το οποίο θα ασχοληθούμε βασίζεται στη γνωστή τεχνολογία του Ethernet. Το Ethernet χρησιμοποιείται ευρέως σε τοπικά δίκτυα και καθιστά την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ 2 ή περισσότερων υπολογιστών σχετικά γρήγορη και αξιόπιστη. Στο δίκτυο που πρόκειται να κατασκευάσουμε, 2 χρήστες(υπολογιστές) θα ζητάνε ένα αρχείο 10.000 bytes από τον Server κάθε 1 δευτερόλεπτο. Ο πρώτος χρήστης θα ξεκινάει τη χρονική στιγμή 0, ο δεύτερος τη χρονική στιγμή 90 sec και η προσομοίωση θα τερματίζεται στα 180 sec. Παρακάτω θα εξηγηθούν αναλυτικά όλα τα βήματα που απαιτούνται για την υλοποίηση και καταγραφή των αποτελεσμάτων του συγκεκριμένου δικτύου.

1.1 Δημιουργία νέου project στο OPNET

Προηγουμένως αναφερθήκαμε στο πρώτο παράθυρο του OPNET. Θέλοντας να δημιουργήσουμε ένα νέο Project, επιλέγουμε *File-New-Project* και πατάμε OK. Το OPNET θα μας ζητήσει το όνομα του Project και το όνομα του σεναρίου με το οποίο θα ασχοληθούμε. Καλό είναι να χρησιμοποιούμε σχετικά ονόματα αναλόγως με την άσκηση που έχουμε π.χ. «Ethernet_askisi1» και «scenario1» . Στην επόμενη οθόνη επιλέγουμε «Create empty scenario» και πατάμε «Next», έπειτα επιλέγουμε «Office» και αφού έχουμε ενεργοποιήσει το πεδίο «Use metric units» , το οποίο αφορά τις «στάνταρ» μονάδες μέτρησης που χρησιμοποιούνται στο διεθνές σύστημα (π.χ. μέτρα αντί πόδια/feet). Στην επόμενη οθόνη αφήνουμε τα πεδία όπως έχουν και πατάμε «Next». Πλέον στο παράθυρο «Select Technologies» επιλέγουμε να συμπεριληφθούν αντικείμενα της τεχνολογίας Ethernet στη παλέτα μας. -Απλά επιλέγουμε «Yes» στο πεδίο της στήλης «Include» που είναι στην ίδια σειρά με το πεδίο «Ethernet» της στήλης «Model Family» και έπειτα «Next»-. Πατώντας OK στο επόμενο παράθυρο, το οποίο επιβεβαιώνει τις επιλογές των ρυθμίσεων που έχουμε κάνει, είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε το στήσιμο του δικτύου!

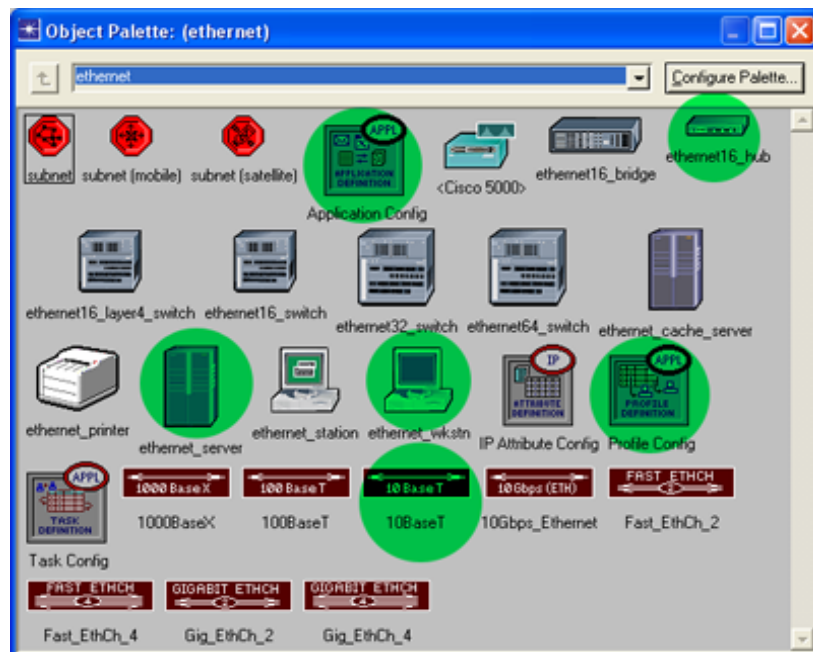
1.2 Στήσιμο ενός δικτύου Ethernet

Από τη παλέτα (παράθυρο «Object Palette»), τα αντικείμενα που εμφανίζονται σε αυτή ανήκουν στη κατηγορία του Ethernet λόγω των προηγούμενων

ρυθμίσεων περί τεχνολογίας που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε στο σχετικό παράθυρο που είχε εμφανιστεί .

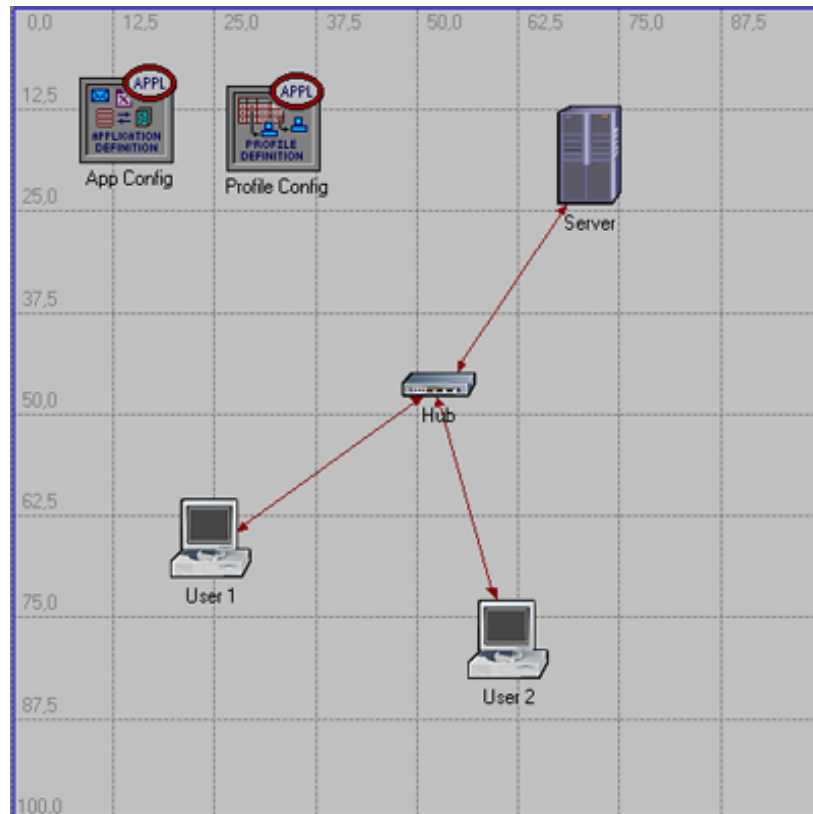
Τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιηθούν στο συγκεκριμένο Project είναι τα:

- α) *Ethernet_Server*
- β) *Ethernet_wkstn*
- γ) *Application Config*
- δ) *Profile Config*
- ε) *10BaseT*
- ζ) *ethernet16_hub*



Εικόνα 16 - Το παράθυρο Object Palette του OPNET

Το κάθε αντικείμενο μέσα από τη παλέτα αφού επιλεγεί μετακινείται σε οποιαδήποτε θέση του «Workspace» (κύριο πεδίο του περιβάλλοντος εργασίας). Τοποθετούμε τα αντικείμενα όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα του Workspace.



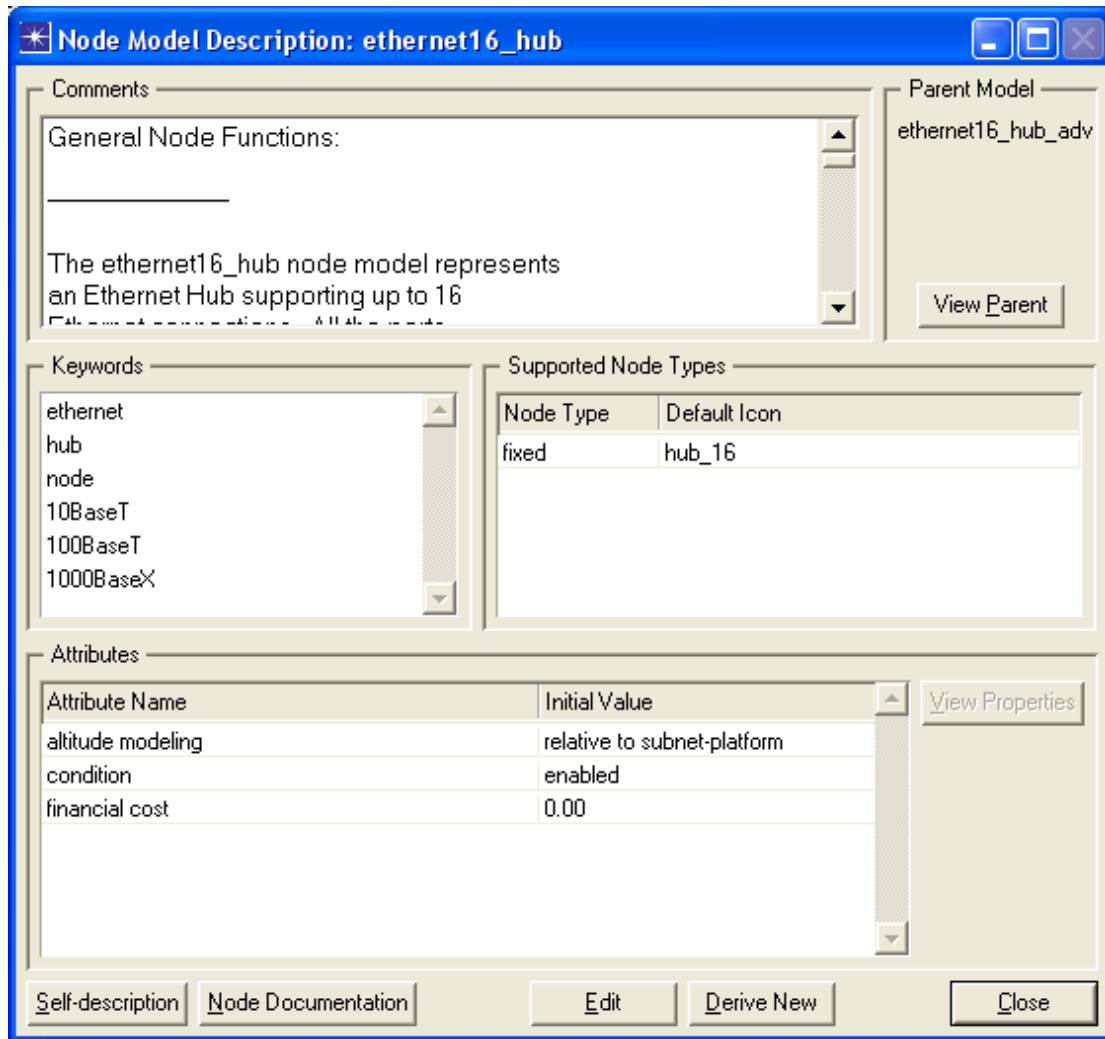
Εικόνα 17 - Το Workspace με τα προαναφερθέντα αντικείμενα τοποθετημένα

Σημειώσεις:

α) Το 10baseT αντιστοιχεί στις γραμμές που συνδέουν τους υπολογιστές (users και Server) με το Hub. Επειδή η ένωση 2 αντικειμένων με οποιοδήποτε «καλώδιο» (στη περίπτωση μας το 10baseT) έχει σημασία στο τρόπο εμφάνισης των αποτελεσμάτων, που θα πάρουμε από τη προσομοίωση, ακολουθούμε συγκεκριμένο τρόπο. Δηλαδή αφού έχουμε τους υπολογιστές και το hub στο Workspace επιλέγουμε το 10baseT και έπειτα ακολουθούμε τη γραμμή σύνδεσης ΑΠΟ τον εκαστοτε υπολογιστή (πχ user1 ή Server) ΠΡΟΣ το Hub.

β) Θα χρησιμοποιήσουμε 2 Ethernet_wkstn, όπως φαίνεται και στο σχήμα.

γ) Κάνοντας δεξί κλικ πάνω σε κάποια από τα αντικείμενα που βρίσκονται στη παλέτα ανοίγει το παράθυρο «Model Description», το οποίο δίνει μια γενική περιγραφή καθώς και πληροφορίες για τη λειτουργία του αντικειμένου.



Εικόνα 18 - Το παράθυρο του Model Description για το ethernet16_hub

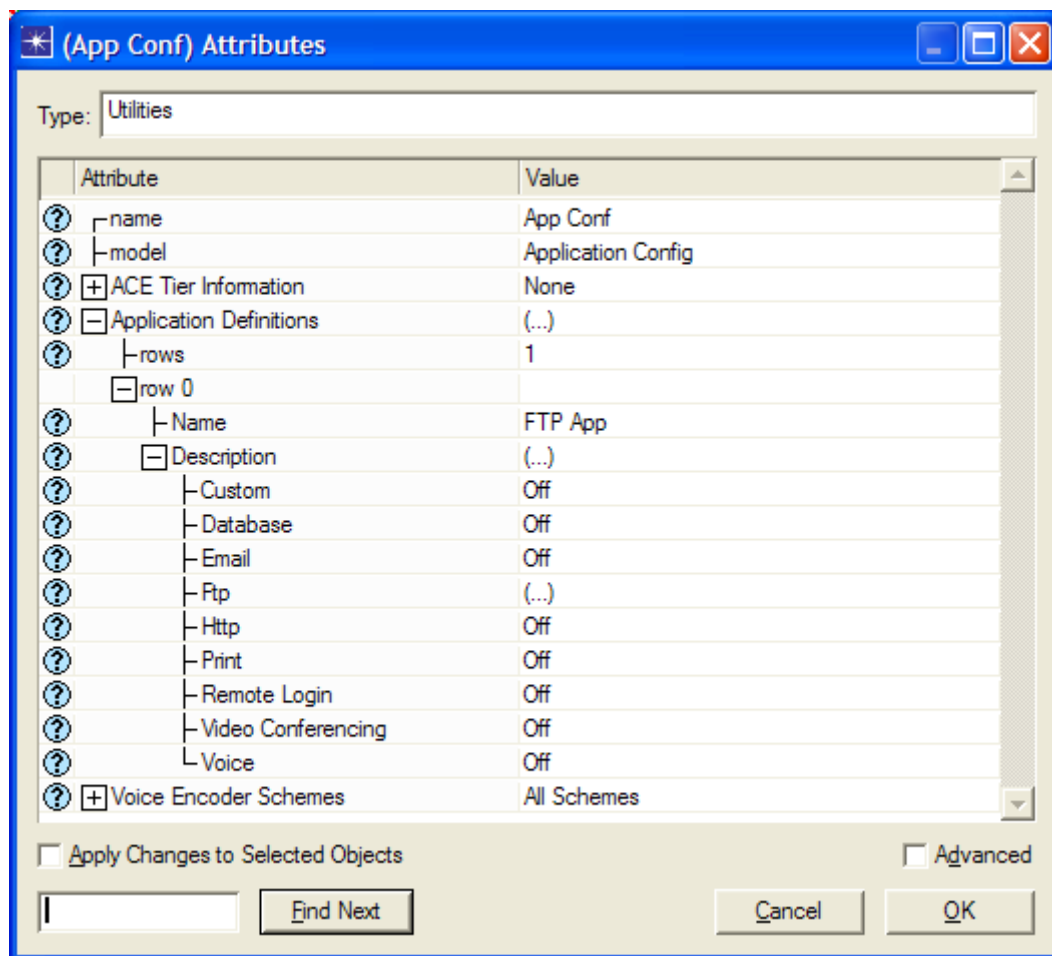
1.3 Ρύθμιση παραμέτρων

Με δεξί κλικ πάνω στο εικονίδιο του κάθε αντικειμένου και επιλογή του «Edit Attributes» εμφανίζεται το βασικό παράθυρο παραμετροποίησης του. Το πρώτο πεδίο(name) αφορά το όνομα του αντικειμένου το οποίο αλλάζουμε για κάθε στοιχείο που έχουμε συμπεριλάβει στο Workspace σύμφωνα με το σχήμα 0.0 (**)
 Για βοήθεια σχετικά με την κάθε επιλογή χρησιμεύει και το εικονίδιο, σε μορφή λατινικού ερωτηματικού [?], στα αριστερά όπου επεξηγείται η λειτουργία της κάθε ρύθμισης.

1.3.1 Application Configuration (App Config)

Το Application Configuration χρησιμοποιείται για να περιγραφούν οι εφαρμογές που μπορεί να τρέχουν στους υπολογιστές. Στη συγκεκριμένη άσκηση οι

χρήστες χρησιμοποιούν μια FTP εφαρμογή για να κατεβάζουν αρχεία από τον Server.

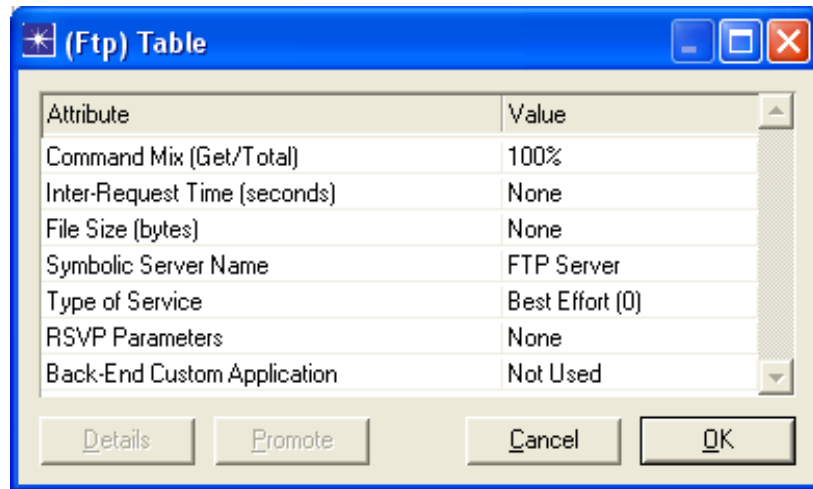


Εικόνα 19 - Το παράθυρο του Application Configuration

Για να ρυθμίσουμε την FTP εφαρμογή που θα χρειαστεί, μέσα από το «Edit Attributes» επιλέγουμε «Applications Definitions» και έπειτα στο πεδίο «rows» αλλάζουμε τη τιμή 0, που είναι προεπιλεγμένη, σε 1. Το rows αναφέρεται στον αριθμό των εφαρμογών που χρησιμοποιούν οι χρήστες του δικτύου. Στην εν λόγω περίπτωση απαιτείται 1 εφαρμογή (FTP).

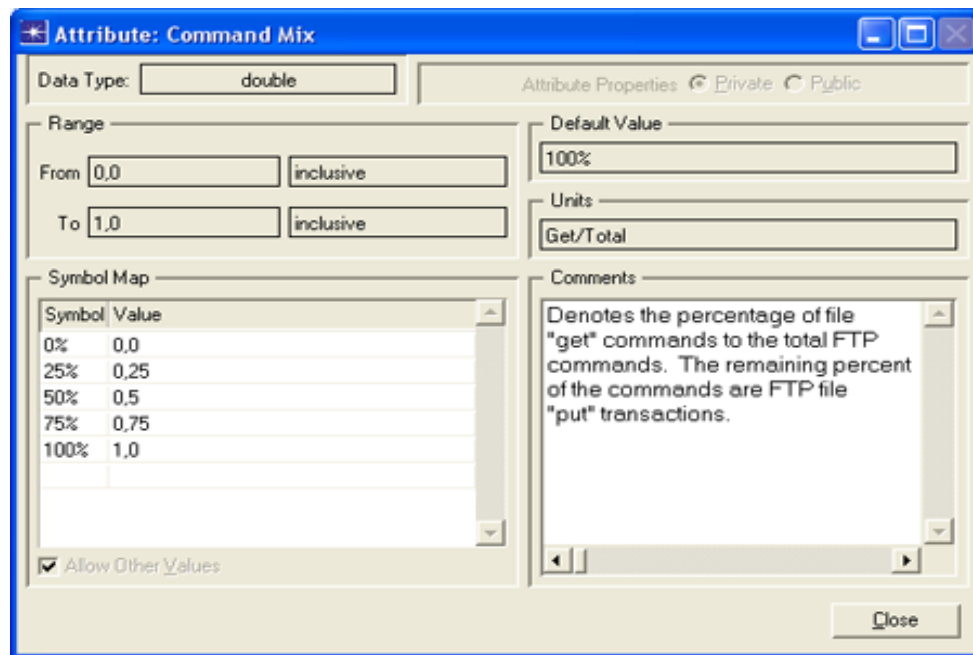
Επειδή η αρίθμηση των rows στο OPNET ξεκινάει από το 0, η πρώτη εφαρμογή που έχουμε είναι το «row 0» που μόλις έχει εμφανιστεί. Στο πεδίο name του «row 0» ορίζουμε το όνομα της εφαρμογής ως «FTP App».

Το αμέσως επόμενο πεδίο («Description») καθορίζει τον τύπο της εφαρμογής. Στο πεδίο «ftp» επιλέγουμε «Edit»(ή διπλό κλικ) και μπορούμε πλέον να ρυθμίσουμε την ftp εφαρμογή.



Εικόνα 20 - Το παράθυρο των ρυθμίσεων μιας FTP εφαρμογής μέσα από το «Edit Attributes»

Η πρώτη ρύθμιση «Command Mix(Get/Total)» αφορά το ποσοστό των δεδομένων που δέχεται ο χρήστης από τον Server σε αναλογία με το συνολικό όγκο των δεδομένων των αρχείων που ανταλλάσσονται(και όχι των σχετικών acknowledgements κ.τ.λ.) κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής. Δηλαδή εάν έχουμε ρυθμίσει αυτό, σε 100% (που θα χρησιμοποιήσουμε στην άσκηση αυτή) τότε ο χρήστης θα παίρνει όλα τα αρχεία από τον Server και εάν έχουμε ρυθμίσει αυτό, σε ποσοστό 0% ο χρήστης θα στέλνει όλα τα αρχεία στον Server. Αυτό συμπεραίνεται άλλωστε και από το «Details» του Command Mix όπου στα «Comments» αναφέρεται συνοπτικά και η λειτουργία των εντολών «get» και «put» του πρωτοκόλλου FTP. Γενικότερα να σημειωθεί εδώ ότι σχεδόν όλα τα δευτερεύοντα παράθυρα ρυθμίσεων του «Edit Attribute» διαθέτουν μια μικρή επεξήγηση για τη κάθε ρύθμιση μέσω του «Details», (στο πεδίο «Comments») όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.

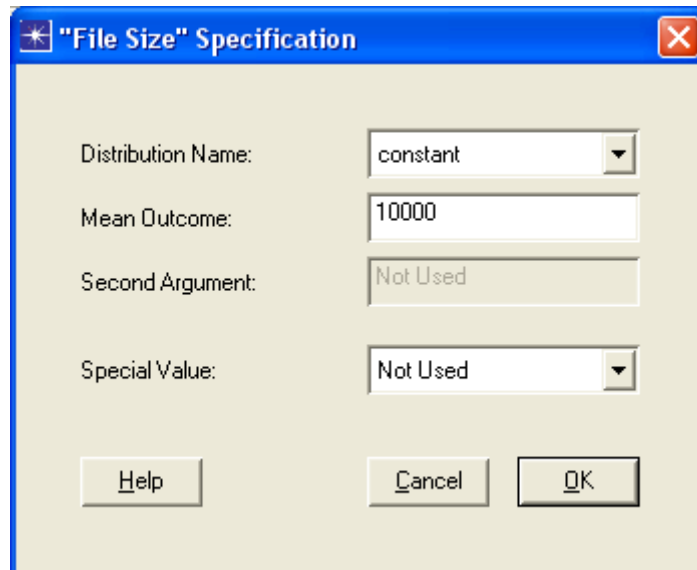


Εικόνα 21 - Το υποβοηθητικό παράθυρο για το Command Mix

Στην επιλογή «Inter-Request Time» ορίζουμε τη χρονική περίοδο η οποία θα μεσολαβήσει από το ξεκίνημα μιας μεταφοράς αρχείου μέχρι το αντίστοιχο της επόμενης. Παρόμοια ρύθμιση επιτυγχάνεται και με διαφορετικό τρόπο τον οποίο θα δούμε παρακάτω, πάντως η επιλογή του «Inter-Request Time» θα ρυθμιστεί ως «**constant(190)**». Για να γίνει η συγκεκριμένη ρύθμιση ορίζουμε το «Special Value» ως «Not used» έτσι ώστε να μπορούμε να ρυθμίσουμε τη περίοδο. Το πεδίο «Distribution name» ορίζει τη στατιστική κατανομή βάση της οποίας θα υπολογίζεται η τιμή της περιόδου. Στη συγκεκριμένη άσκηση υποθέτουμε ότι η περίοδος είναι σταθερή άρα επιλέγουμε «constant» και στο πεδίο Mean Outcome βάζουμε τη τιμή **190**.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με επιλογές των ρυθμίσεων, παρέχονται στο «Help» του παραθύρου.

Στην επιλογή «File Size» ορίζουμε το μέγεθος του αρχείου(σε bytes) που θα ανταλλάσσεται. Όπως και στο προηγούμενο πεδίο του «Inter-Request Time» ρυθμίζουμε ανάλογα το μέγεθος του αρχείου ως «**constant(10000)**».



Εικόνα 22 - Το παράθυρο «File Size»

Στην επιλογή «Symbolic Server Name» αφήνουμε ως προεπιλεγμένο το «FTP Server», το οποίο είναι το όνομα του Server που θα υποστηρίζει την εφαρμογή. Αντίστοιχα καμία ρύθμιση δεν αλλάζει και στα τελευταία τρία πεδία, τα οποία δεν θα μας απασχολήσουν στις εργαστηριακές ασκήσεις.

1.3.2 Profile Configuration (Profile Conf)

Το Profile Configuration χρησιμοποιείται για να καθορίζει τις συνήθειες των χρηστών δηλαδή ποιες εφαρμογές, πόσο συχνά και με πόση διάρκεια θα τρέχουν.

Σημείωση:

Για την γρηγορότερη εύρεση των πεδίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εύρεση που υπάρχει κάτω αριστερά.

Ανοίγοντας το «Edit Attributes», επιλέγουμε Profile Configuration. Το πεδίο «rows» που συναντάμε αυτή τη φορά, αναφέρεται στον αριθμό των «διεργασιών/συνηθειών» που μπορεί να έχουν οι χρήστες του δικτύου.

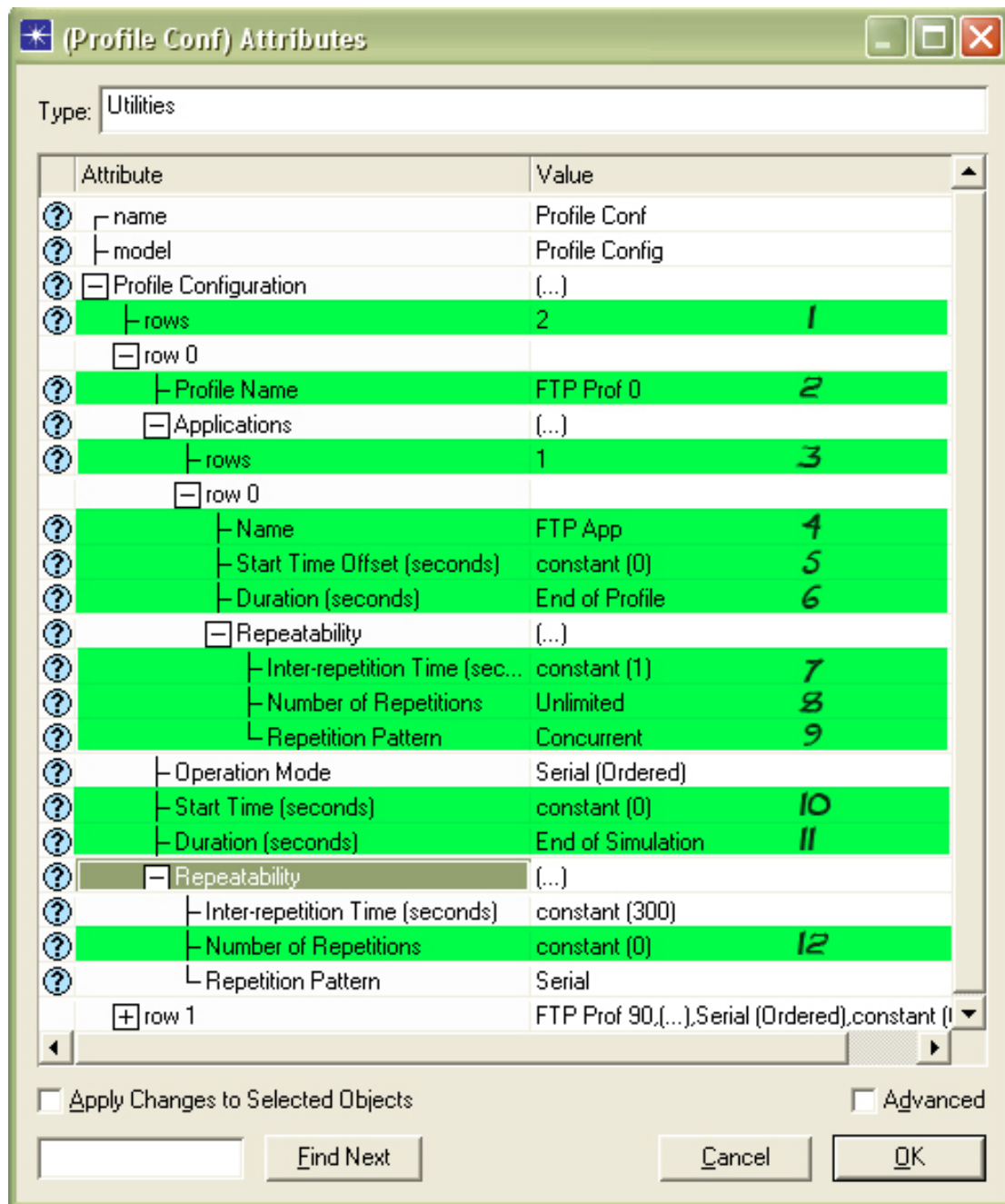
Στη συγκεκριμένη άσκηση θα χρειαστούν 2 προφίλ χρηστών. Το πρώτο θα ξεκινάει την FTP εφαρμογή - την οποία έχουμε ρυθμίσει προηγουμένως από το Application Configuration - την χρονική στιγμή 0. Το δεύτερο τη χρονική στιγμή 90 sec. Και τα δύο θα τρέχουν την εφαρμογή κάθε ένα (1) δευτερόλεπτο, ενώ η

εφαρμογή μπορεί να ξανα-ξεκινήσει πριν ολοκληρωθεί η προηγούμενη εκτέλεση της. Η διαδικασία αυτή θα κρατήσει μέχρι το τέλος της εξομοίωσης.

Τα παραπάνω ρυθμίζονται μέσω των rows ως εξής : Στο πεδίο rows επιλέγουμε τη τιμή 2, ώστε να έχουμε 2 προφίλ χρηστών. Στο πρώτο («row 0») και στην επιλογή Profile name απλά γράφουμε το όνομα του προφίλ π.χ. FTP Prof 0. Στο αμέσως επόμενο πεδίο «Applications» καθορίζονται οι εφαρμογές που τρέχουν στο προφίλ μέσω του πεδίο rows. Να θυμίσουμε ότι αυτό που σκοπεύουμε είναι να ρυθμίσουμε το προφίλ των χρηστών ώστε να τρέχουν την FTP εφαρμογή η οποία επαναλαμβάνουμε ότι έχει «δηλωθεί» και ρυθμιστεί νωρίτερα μέσω του **Application Configuration**. Εφόσον λοιπόν δώσουμε τη τιμή 1 στο rows του Applications, θα έχουμε και 1 row («row 0») να ρυθμίσουμε. Γενικότερα είναι καλό ειδικά για τις εργαστηριακές ασκήσεις που θα ακολουθήσουν να υπάρχει μια σχετική εξοικείωση και κατανόηση των rows ώστε να μην υπάρχει σύγχυση.

Πλέον στο «row 0» πρέπει να δηλωθεί ποια εφαρμογή θα χρησιμοποιηθεί, πότε θα ξεκινήσει, πόσο θα τρέχει και με ποιο τρόπο. **Θα πρέπει το πεδίο «row 0» να γίνει expand, ώστε να εμφανιστούν οι επιλογές για τις παραπάνω ρυθμίσεις.** Παρατηρούμε πλέον ότι πατώντας το πεδίο «name» αυτόματα μπορούμε να επιλέξουμε την εφαρμογή «FTP App». Στο πεδίο **«Start Time Offset(seconds)»** βάζουμε τη τιμή **«constant(0)»**, ώστε η εφαρμογή να ξεκινάει πάντα τη χρονική στιγμή 0 (μετά το ξεκίνημα του προφίλ ή μετά το τέλος της προηγούμενης εφαρμογής, ανάλογα με το αν υπάρχουν άλλες εφαρμογές και μίας ρύθμιση που θα κάνουμε παρακάτω) και το πεδίο **Duration(seconds)** μένει ως έχει (**«End of Profile»**) ώστε να μη διακόπτεται πριν τελειώσει. Παρακάτω υπάρχει το πεδίο Repeatability το οποίο θα συναντήσουμε και σε άλλα σημεία. Τα πρώτα δύο πεδία του Repeatability(**«Inter-repetition Time»** και **«Number of repetitions»**) παίρνουν αριθμητικές τιμές, με το πρώτο να δέχεται τον χρόνο μεταξύ των επαναλήψεων σε seconds και το δεύτερο τον αριθμό των επαναλήψεων με ειδική τιμή το «Unlimited». Στο τρίτο πεδίο(**«Repetition Pattern»**) επιλέγουμε αν οι επαναλήψεις θα γίνονται σειριακά ή παράλληλα. Για τις ανάγκες του δικτύου, θα ορίσουμε τις τιμές **«constant (1)»**, **«Unlimited»** και **«Concurrent»**, αντίστοιχα.

Αφού έχουμε τελειώσει με τη ρύθμιση της εφαρμογής που θα τρέχει το προφίλ συνεχίζουμε με τη ρύθμιση του προφίλ αυτού καθ' αυτού σαν ξεχωριστή διεργασία. Το πεδίο «Operation mode» αφορά τον τρόπο με τον οποίο ξεκινάνε οι εφαρμογές (η μία μετά την άλλη, από το «row0» ως το τέλος, σε τυχαία σειρά, ή όλες μαζί). Σε αυτή την άσκηση δεν θα δούμε την οποιαδήποτε διαφορά όποια επιλογή και να έχουμε, επειδή τα προφίλ έχουν μια εφαρμογή το καθένα.



Εικόνα 23 - Το παράθυρο του Profile Configuration με τις «σωστές» ρυθμίσεις

Πίνακας 1 - Περιληπτικά, οι αλλαγές στο Profile Configuration, σύμφωνα με την αρίθμηση της εικόνας 22

Αριθμός πεδίου	Τιμή	Περιγραφή
1	2	Ο αριθμός των προφίλ που θα έχουμε
2	FTP Prof 0	Το όνομα του προφίλ
3	1	Ο αριθμός των εφαρμογών στο προφίλ
4	FTP App	Το όνομα της εφαρμογής
5	constant(0)	Χρόνος εκκίνησης της εφαρμογής
6	End of Profile	Διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής
7	constant(1)	Χρόνος (σε second) μεταξύ των εκκινήσεων της εφαρμογής
8	Unlimited	Αριθμός επανεκκινήσεων της εφαρμογής (άπειρες)
9	Concurrent	Τρόπος τρεξίματος των instances της εφαρμογής (παράλληλα)
10	constant(0)	Χρόνος εκκίνησης του προφίλ
11	End of Simulation	Διάρκεια εκτέλεσης του προφίλ
12	constant(0)	Αριθμός επανεκκινήσεων του προφίλ (καμία)

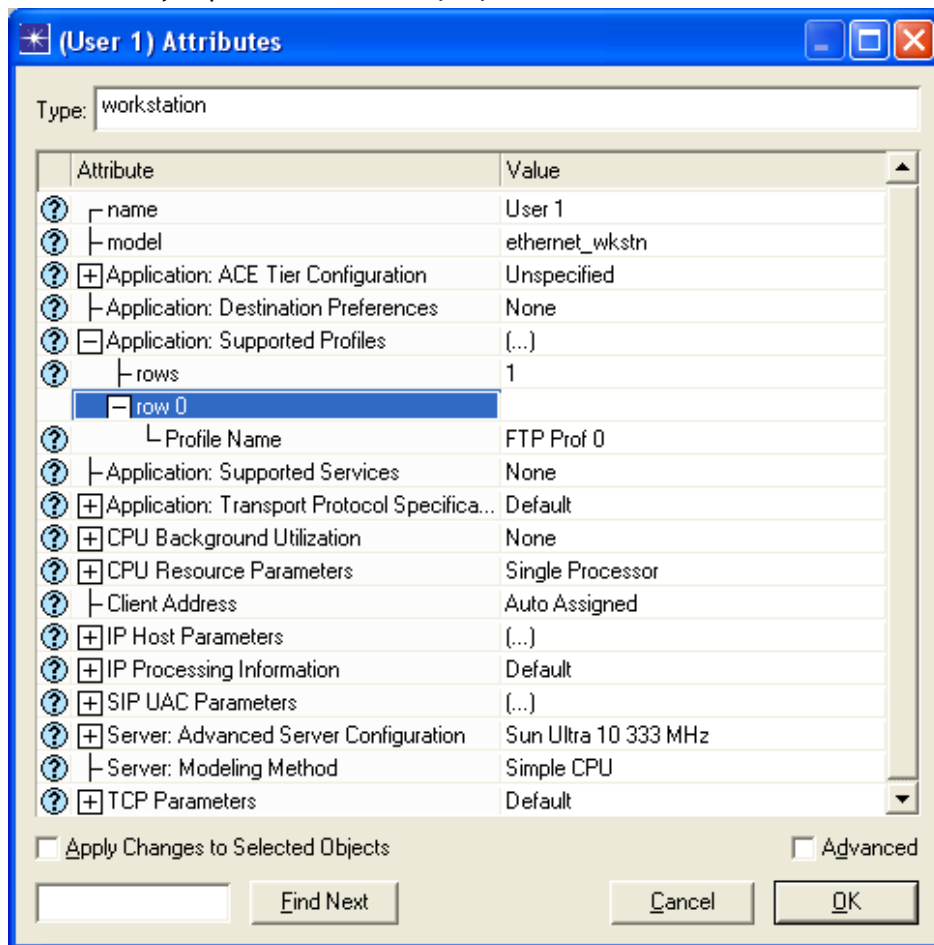
Στο πεδίο **«Start time»** ορίζουμε πότε θα ξεκινάει το προφίλ μετά το ξεκίνημα της εξομοίωσης. Θα βάλουμε την τιμή **«constant (0)»**. Στο πεδίο **«Duration»**, αντίστοιχα με το «Duration» της εφαρμογής, ορίζουμε τη διάρκεια του προφίλ. Εδώ θα βάλουμε την ειδική τιμή **«End of Simulation»**. Στο πεδίο «Repeatability» μας ενδιαφέρει μόνο η τιμή του **«Number of repetitions»** η οποία θέλουμε να είναι **«constant (0)»**, δηλαδή δεν θα επαναλαμβάνεται το προφίλ.

Αντίστοιχα με το «row0» συμπληρώνουμε και το **«row1»** με τις μόνες διαφορές να είναι στο όνομα (**«FTP Prof 90»**) και στο χρόνο εκκίνησης της εφαρμογής (**«constant (90)»**).

1.3.3 Ethernet_wkstn (User 1 & 2)

Το «Ethernet_wkstn» και γενικά ένα Workstation («wkstn») μπορεί να θεωρηθεί ένας υπολογιστής, στον οποίο μπορούμε να ορίσουμε ποια ήδη ρυθμισμένα προφίλ θα τρέχει, ποιες εφαρμογές μπορεί να υποστηρίξει (ως Server), τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που θα χρησιμοποιούνται για κάθε εφαρμογή κ.τ.λ. Στις εργαστηριακές ασκήσεις, θα δούμε κάποιες από τις πολλές ρυθμίσεις που υπάρχουν στο Workstation οι οποίες προφανώς είναι και οι μόνες που είναι απαραίτητες για τα δίκτυα που θα στήσουμε.

Στο πεδίο «Application Supported Profiles» ορίζουμε τα προφίλ που θα τρέχουν στον υπολογιστή τα οποία έχουν δημιουργηθεί ήδη στο «**Profile Configuration**». Και σε αυτή τη περίπτωση συναντούμε το γνωστό πλέον «rows» μέσω του οποίου επιλέγουμε το πλήθος των προφίλ, στη συγκεκριμένη περίπτωση. Και οι δύο υπολογιστές θα τρέχουν από ένα προφίλ. **Ο User1 το «FTP Prof 0» και ο User 2 το «FTP Prof 90».** Για να επιλεγούν, μέσα απο το πεδίο «Application Supported Profiles» , βάζουμε τη τιμή 1 στο rows και στη συνέχεια στο πεδίο «Profile name» του «row 0» επιλέγουμε το εκάστοτε προφίλ.

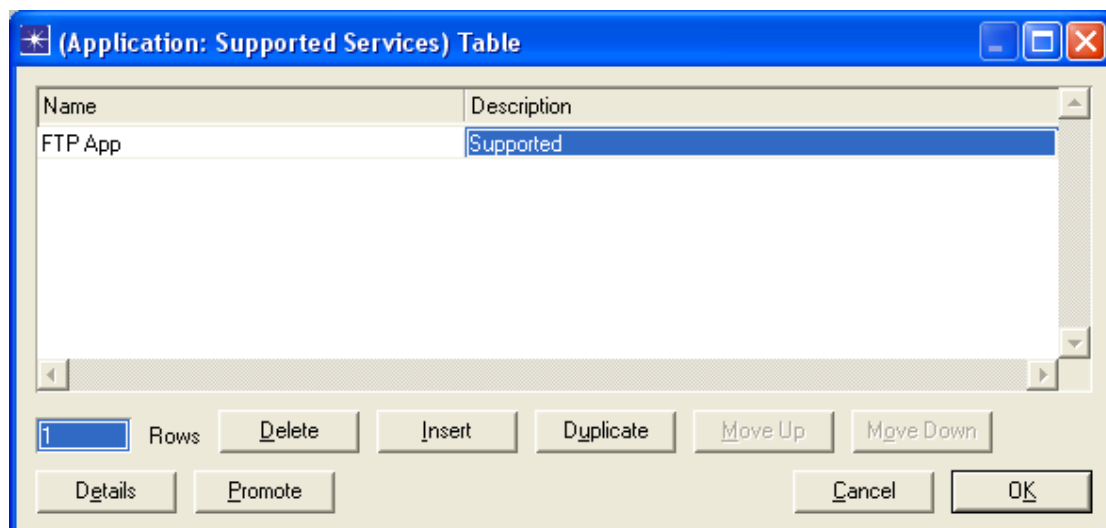


Εικόνα 24 - Το παράθυρο του User1

Στο συγκεκριμένο δίκτυο όπως και στη πλειοψηφία των επομένων ή των σεναρίων τους που θα ακολουθήσουν δεν θα μας απασχολήσουν οι περισσότερες ρυθμίσεις των Workstations πλην ελαχίστων. Ας σημειώσουμε εδώ ότι στο πεδίο «TCP Parameters» έχουμε διάφορες ρυθμίσεις που αφορούν τις «εσωτερικές διεργασίες» ενός δικτύου και τις διάφορες παραμετροποιήσεις του όπως για παράδειγμα το ανώτερο μέγεθος των πακέτων που μεταφέρονται μέσω μιας εφαρμογής σε μια ανταλλαγή δεδομένων, το μέγεθος του Buffer σε μια αποστολή δεδομένων, την ενεργοποίηση ή όχι του Windows Scaling, διάφορες ρυθμίσεις των acknowledgments κ.τ.λ.

1.3.4 Ethernet_server (Server)

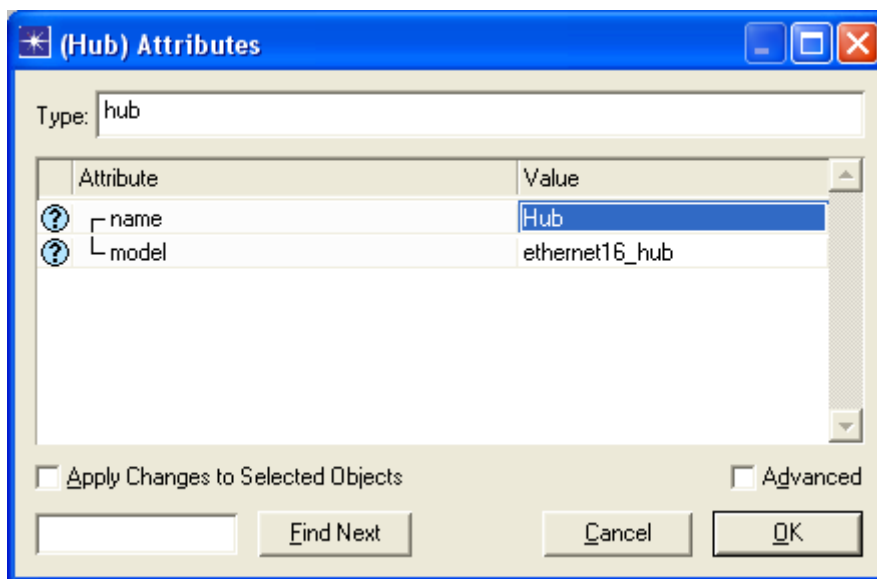
Όπως το Ethernet_wkstn (User 1 & 2) , έτσι και ο «Ethernet_server» θεωρείται ένας υπολογιστής με σχεδόν ίδιες ρυθμίσεις. Η σημαντικότερη διαφορά είναι το γεγονός ότι δεν υποστηρίζει προφίλ απλώς υποστηρίζει εφαρμογές. (π.χ. FTP App). Στο πεδίο «Application: Supported Services» επιλέγουμε «Edit» και είμαστε πλέον στο παράθυρο ρυθμίσεων των υποστηριζόμενων εφαρμογών. Επιλέγουμε 1 στο «rows» (κάτω αριστερά). Αμέσως μετά στον πίνακα από πάνω θα εμφανιστεί μια σειρά στην οποία θα επιλέξουμε «FTP App» στην αριστερή στήλη (name) και «supported» στη δεξιά στήλη (description) .



Εικόνα 25 - Το παράθυρο του Application: Supported Services

1.3.5 Ethernet 16_hub (Hub)

Το hub είναι μια συσκευή αναμεταδίδει τα δεδομένα που έρχονται από μια πόρτα σε όλες τις άλλες πόρτες που είναι συνδεδεμένες, δηλαδή παίρνει τα δεδομένα που μπορεί να στέλνει ένας υπολογιστής και τα μεταδίδει στους υπόλοιπους. Το «16» στο όνομα του hub συμβολίζει τον μέγιστο αριθμό συνδέσεων που υποστηρίζει. Το hub δεν μπορεί να παραμετροποιηθεί καθώς η σχετικά παλιά του τεχνολογία και η φιλοσοφία του το περιορίζουν στο να αναμεταδίδει απλώς τα δεδομένα χωρίς ιδιαίτερες ρυθμίσεις και επιλογές ως προς τους παραλήπτες κ.τ.λ.



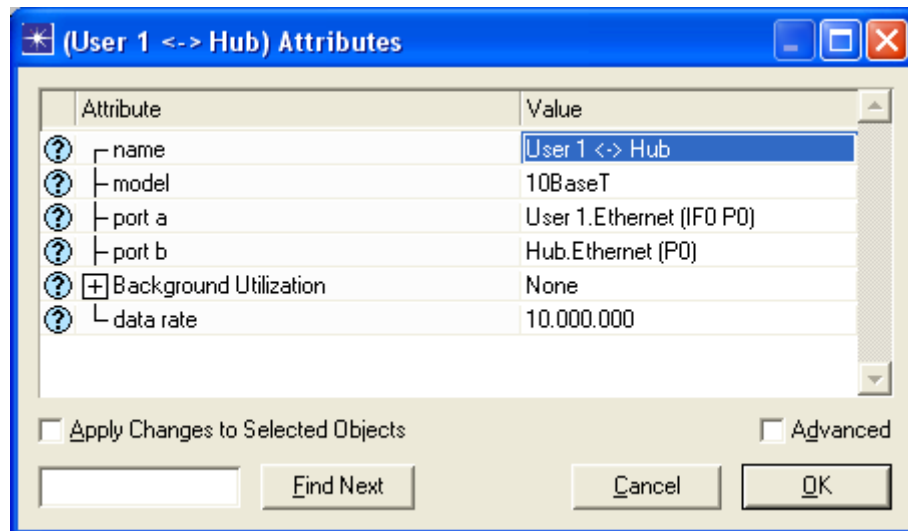
Εικόνα 26 - Το παράθυρο του Hub

1.3.6 Καλώδιο 10BaseT

Όπως παρατηρούμε μέσα από το «Edit Attributes» μπορούμε να ορίσουμε σε ποια θύρα συνδέεται κάθε άκρη του καλωδίου μέσω του «port a» και «port b». Να σημειώσουμε εδώ ότι κατά τη παρατήρηση των αποτελεσμάτων όπως έχει προαναφερθεί, σημασία έχει το πως συνδέεται το καλώδιο όταν το πάρουμε από το Object Palette. Δηλαδή ξεκινάμε από τον εκάστοτε *υπολογιστή* τη σύνδεση προς το hub.

Παρακάτω στο πεδίο «Background Utilization» ορίζουμε το ποσοστό χρήσης του εύρους ζώνης (bandwidth) του καλωδίου ανεξαρτήτως του όγκου των δεδομένων που στέλνονται μέσω του δικτύου εξαιτίας του προφίλ και γενικότερα των ρυθμίσεων που έχουμε κάνει. (Σημείωση : Και σε αυτή τη ρύθμιση

χρησιμοποιούνται rows ούτως ώστε να ρυθμίζουμε τη διάρκεια και τη κατεύθυνση των δεδομένων για διάφορες περιπτώσεις) Στο παρόν δίκτυο βέβαια δεν χρειάζεται να γίνει κάποια αλλαγή σε αυτή τη ρύθμιση όπως και στο επόμενο πεδίο του «Data Rate» το οποίο είναι το εύρος ζώνης του καλωδίου σε bytes ανά δευτερόλεπτο.



Εικόνα 27 - Το παράθυρο του καλωδίου 10BaseT

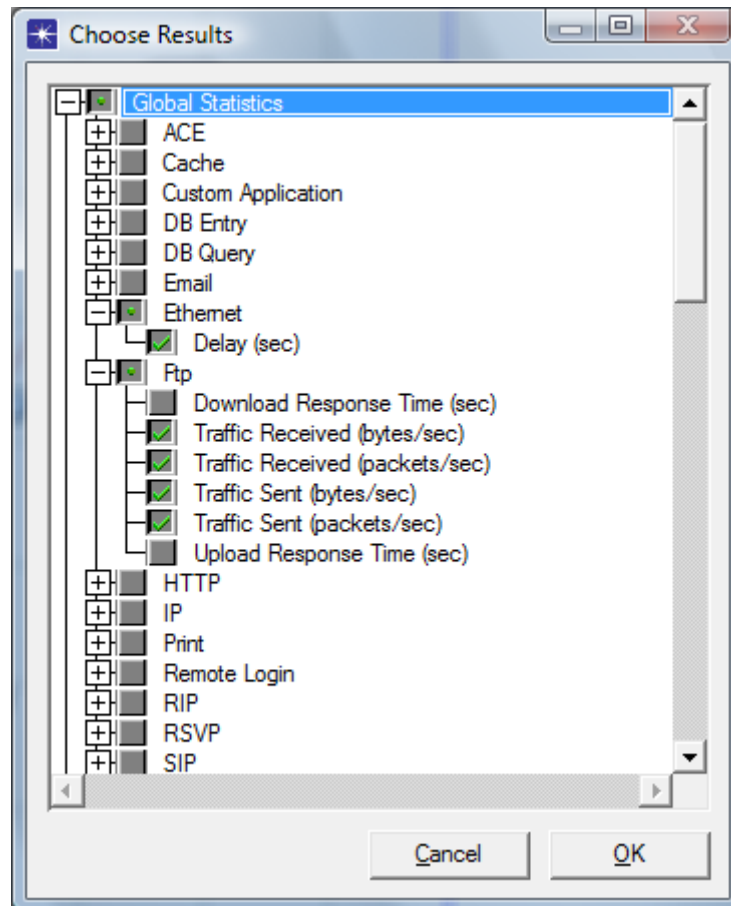
1.4 Προσομοίωση του δικτύου και αποτελέσματα

Αφού έχουμε στήσει το δίκτυο που περιγράφεται στις προηγούμενες παραγράφους, είμαστε πλέον έτοιμοι για την εξομοίωση. Πρώτο βήμα είναι η επιλογή των διαφόρων αποτελεσμάτων που θέλουμε να μελετήσουμε.

1.4.1 Επιλογή αποτελεσμάτων

Από το μενού «Simulation» επιλέγουμε «Individual Statistics». Στο OPNET υπάρχουν 3 ειδών στατιστικά. Τα **Global Statistics**, τα **Node Statistics** και τα **Link Statistics**. Τα «Global Statistics» αναφέρονται σε στατιστικά που αφορούν όλο το δίκτυο. Τα «Node Statistics» είναι στατιστικά που αφορούν τα μέρη του δικτύου. Τέλος τα «Links Statistics» αφορούν τις συνδέσεις μεταξύ των αντικειμένων του δικτύου.

Από τα «Global Statistics» επιλέγουμε «Ethernet -> Delay(sec)» και απο «Ftp» τα τέσσερα πεδία που αφορούν τη κίνηση του δικτύου(traffic). Το Delay του Ethernet θα μας δείξει το χρόνο που μεσολαβεί από την αποστολή ενός πακέτου μέχρι την άφιξη του στο προορισμό του ενώ η κίνηση του ftp χωρίζεται σε αυτά που αναφέρονται σε bytes και σε αυτά που αναφέρονται σε packets.



Εικόνα 28 - Το παράθυρο των στατιστικών (Global Statistics)

Από τα «Node Statistics» επιλέγουμε «Ethernet -> Collision Count» , το οποίο θα μας δείξει τον αριθμό των συγκρούσεων μεταξύ των πακέτων.

Τέλος από τα «Link Statistics» στα «Point to Point» στατιστικά, επιλέγουμε όλα τα throughput και Utilization. Γενικά το throughput ορίζεται ως ο μέσος όρος των χρήσιμων δεδομένων, χωρίς τις επανεκπομπές, ανά μονάδα χρόνου π.χ. δευτερόλεπτο. Το Utilization είναι το ποσοστό χρήσης του εύρους ζώνης(bandwidth) της σύνδεσης.

1.4.2 Παράμετροι προσομοίωσης και προσομοίωση

Πλέον είμαστε έτοιμοι για την προσομοίωση του δικτύου. Από το Toolbar



επιλέγουμε το εικονίδιο με τον δρομέα.

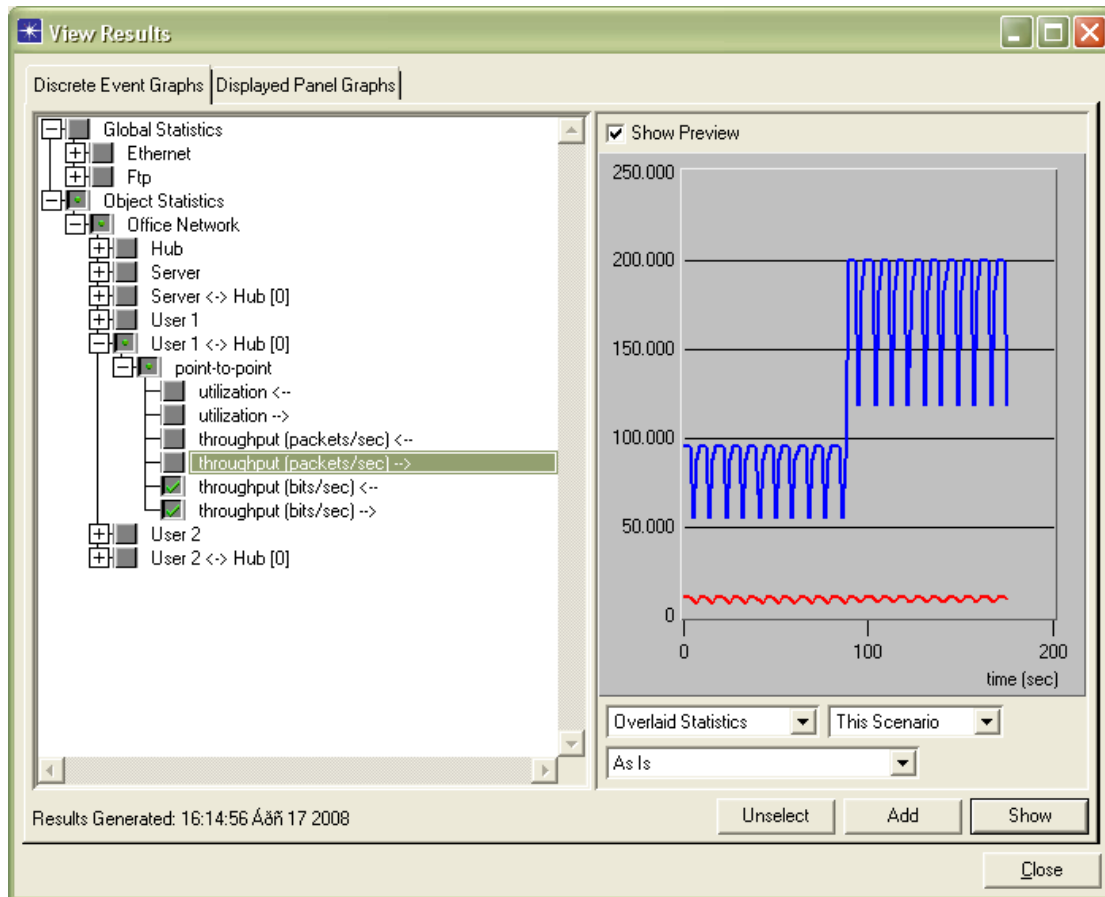
Στο παράθυρο που εμφανίζεται, ρυθμίζουμε μόνο την επιλογή «Duration» στη καρτέλα «Common» στα τρία(3) λεπτά και έπειτα επιλέγουμε «Run».

Μετά την ολοκλήρωση του «Run», το OPNET θα μας εμφανίσει ένα παράθυρο με διάφορα στοιχεία που αφορούν τη χρήση επεξεργαστικής ισχύος/μνήμης καθώς και δευτερεύοντα στατιστικά όπως χρόνους διάρκειας προσομοίωσης κ.τ.λ.

Κλείνουμε το προηγούμενο παράθυρο και πατάμε το εικονίδιο δίπλα από τον



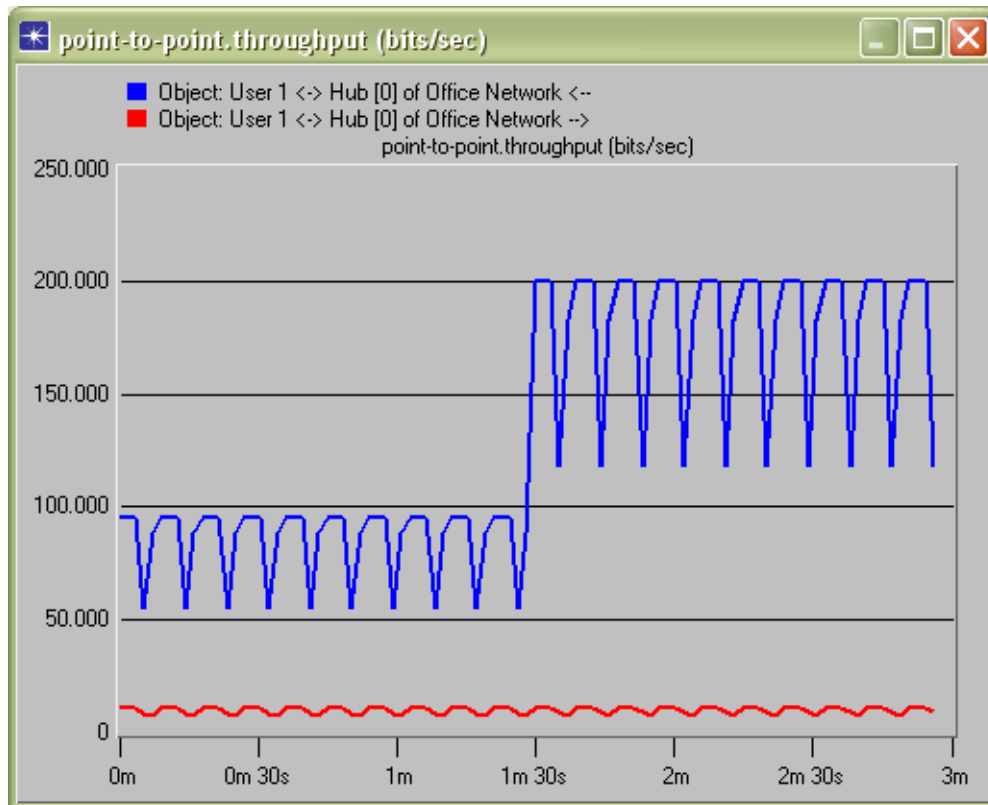
δρομέα που εμφανίζει τα αποτελέσματα (παράθυρο: View Results). Από εκεί πλέον μπορούμε να επιλέξουμε τα στατιστικά που θέλουμε να παρατηρήσουμε σε μορφή γραφήματος. Να σημειώσουμε εδώ ότι το κάθε γράφημα αφού επιλεγεί(πράσινο «τικ») εμφανίζεται ξεχωριστά και σε διαφορετικούς άξονες. Η προεπιλεγμένη εμφάνιση των γραφημάτων είναι το «Stacked Statistics». Επιλέγοντας «Overlaid Statistics» μπορούμε να δούμε 2 ή παραπάνω γραφήματα στους ίδιους άξονες ενώ με το «Individual Statistics» εμφανίζεται μόνο ένα επιλεγμένο γράφημα.



Εικόνα 29 - Το παράθυρο «View Results», με επιλεγμένο το «Overlaid Statistics».

Επιλέγοντας «Show» κάτω δεξιά, εμφανίζεται σε ένα καινούριο παράθυρο η προεπισκόπηση του γραφήματος που βλέπουμε, με υπόμνημα για τις γραφικές παραστάσεις(ποιο χρώμα συμβολίζει ποια κ.τ.λ.).

Με δεξί κλικ πάνω στο γράφημα και επιλογή του «Edit Graph Properties» μπορούμε να αλλάξουμε διάφορες ρυθμίσεις των γραφικών παραστάσεων όπως το χρώμα και ο τρόπος που αναπαριστούνται τα δεδομένα.



Εικόνα 30 - Το παράθυρο που ανοίγει από το «Show» του «View Results».

Στην εικόνα 30 βλέπουμε τον αριθμό των bits που μεταδίδονται, ανά δευτερόλεπτο, (κίνηση) μέσα από το καλώδιο που ενώνει τον User1 με το Hub. Το μπλε γράφημα δείχνει την κίνηση που εστάλη προς τον User1 και το κόκκινο προς το Hub. Παρατηρούμε ότι ο User1 καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης στέλνει (κόκκινο γράφημα) τον ίδιο αριθμό δεδομένων, που έχουν ως τελικό παραλήπτη τον Server. Αλλά τα δεδομένα που λαμβάνει αυξάνονται μετά τα 90^ο δευτερόλεπτο. Αυτό οφείλετε στον τρόπο λειτουργίας του Hub, γιατί από το 90^ο λεπτό ξεκινάει και ο User2, έτσι το Hub θα στέλνει στο User1, εκτός από το αρχείο που «κατεβάζει», τα δεδομένα που στέλνει ο User2 προς τον Server συν το αρχείο που «κατεβάζει» ο User2. Έτσι στέλνονται *άχρηστα* δεδομένα και αυξάνεται η χρήση του εύρους ζώνης του καλωδίου με αποτέλεσμα η περεταίρω αύξηση του αριθμού των χρηστών να επηρεάζει την ταχύτητα όλων των χρηστών.

1.5 Ερωτήσεις

1. Πόσοι χρήστες χρειάζονται έτσι ώστε να δημιουργηθεί πρόβλημα με τον όγκο των δεδομένων;
2. Ρυθμίστε το μέγεθος του αρχείου που στέλνει η «FTP App» σε **constant(100000)** (βλέπε εικόνα 6). Τοποθετήστε επιπλέον χρήστες έτσι ώστε το εύρος ζώνης του καλωδίου να μην είναι αρκετό. Ακολουθήστε τα βήματα της παραγράφου 1.4.1 και παρατηρήστε τις διαφορές με την εικόνα 30.

Ερωτήσεις εξοικείωσης με το OPNET (Χρησιμοποιήστε το αρχικό δίκτυο)

3. Αλλάξτε το πρώτο προφίλ (FTP Prof 0) έτσι ώστε να ξεκινάει ξανά μετά από 90 sec και να τρέχει παράλληλα.
4. Τοποθετήστε ένα δεύτερο Server και ρυθμίστε το δίκτυο έτσι ώστε ο κάθε server να εξυπηρετεί μόνο ένα χρήστη. **Σημείωση: Πρώτα δώστε διευθύνσεις στους servers.**

Άσκηση 2 : Γενικά περί LAN

Το LAN αποτελεί συντομογραφία του αγγλικού όρου «Local Area Network». Στα ελληνικά μεταφράζεται ως **τοπικό δίκτυο υπολογιστών**. Το LAN είναι ένα σύνολο συνδεδεμένων υπολογιστών που επεκτείνονται σε περιορισμένη γεωγραφική περιοχή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τοπικού δικτύου αποτελεί ένα δίκτυο ενός ή περισσότερων δωματίων ή ενός κτιρίου. Η δικτύωση των υπολογιστών μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ένας από τους πιο συνηθισμένους είναι η σύνδεση μέσω ενός **Hub**. Το Hub συγκεντρώνει τα καλώδια των υπολογιστών ενός δικτύου και χρησιμοποιείται κυρίως σε τοπικά δίκτυα **Ethernet**. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν αναμεταδότη πολλαπλών θυρών σύμφωνα με τον οποίον κάποιος υπολογιστής θέλει να στείλει δεδομένα, οι υπόλοιποι «ακούνε». Πλέον σήμερα θεωρείται μια «ξεπερασμένη» τεχνολογία και προτιμάται σε παλαιότερες εγκαταστάσεις δικτύων, για το χαμηλό του κόστος κτλ.

Ένας δεύτερος τρόπος σύνδεσης υπολογιστών σε τοπικό δίκτυο επιτυγχάνεται μέσω του **Switch**. Το switch σε σχέση με το hub είναι μια νεότερη τεχνολογία με αρκετά πλεονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι η δυνατότητα να διατηρεί «θύρες» διαφορετικών ταχυτήτων ως προς με τη μετάδοση δεδομένων. Το Switch κρατάει διευθύνσεις από τις κάρτες των υπολογιστών στη μνήμη φτιάχνοντας πίνακα διευθύνσεων. Επίσης μπορεί να διαχειριστεί σταθερό εύρος ζώνης, να γεφυρώσει **ετερογενή δίκτυα** ή να δημιουργήσει **εικονικά δίκτυα**.

Ένας τρίτος τρόπος διασύνδεσης είναι το λεγόμενο **κουπόνι διέλευσης**. Με αυτή τη τεχνολογία χρησιμοποιείται ένα ειδικό πλαίσιο ελέγχου που ονομάζεται κουπόνι διέλευσης το οποίο κυκλοφορεί συνεχώς μέσα στο δακτύλιο. Το **κουπόνι περιέχει ένα συνδυασμό από bit που υποδηλώνουν αν είναι κατειλημμένο ή ελεύθερο**. Όποιος σταθμός θέλει να μεταδώσει δεδομένα αλλάζει το ελεύθερο κουπόνι σε δεσμευμένο και στέλνει τα δεδομένα που θέλει μαζί με το κουπόνι. Ο αποστολέας όταν τελειώσει με τα δεδομένα αλλάζει το κουπόνι σε ελεύθερο και το επιστρέφει στο «δακτύλιο» για τον επόμενη εθελοντή. Τέτοια υλοποίηση μεταξύ άλλων έχει το δίκτυο **Token Ring**.

2.1 Στήσιμο της άσκησης

Σε αυτή την άσκηση θα δημιουργήσουμε 3 δίκτυα με διαφορετικό τρόπο διασύνδεσης των υπολογιστών. Στο πρώτο θα χρησιμοποιήσουμε **hub**, στο δεύτερο **switch** και στο τρίτο **token ring**.

Για την δημιουργία ενός Project ακολουθούμε τη παρακάτω διαδικασία :

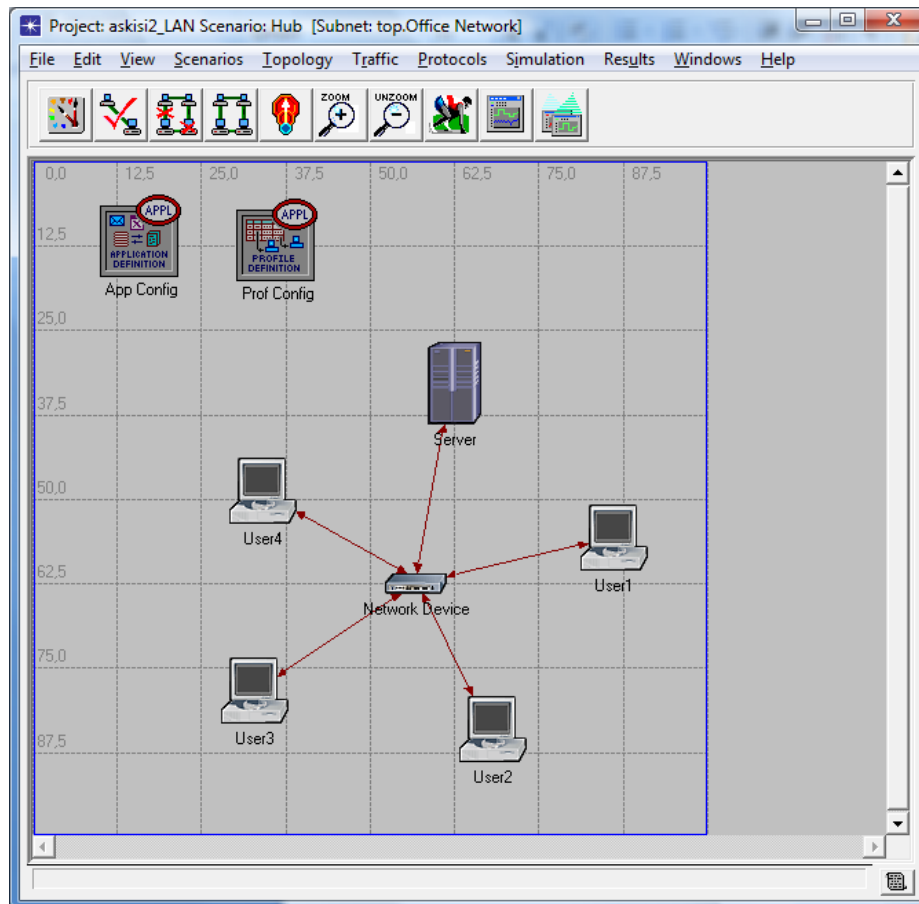
1. *File -> New -> Project:*
2. *Ονομασία project : Askisi2_LAN*
3. *Ονομασία σεναρίου : Hub*
4. *Στο Initial Topology : Create Empty Scenario*
5. *Στο Choose Network Scale : Office*
6. *Στο Specify Size προχωράμε χωρίς επιλογή.*
7. *Στο Technologies προχωράμε χωρίς επιλογή.*

Από τη παλέτα του **«Ethernet»** του OPNET, χρειαζόμαστε τέσσερα(4) **«ethernet_wkstn»** (workstations), ένα **«Ethernet 16_hub»**, ένα **«ethernet_server»**, ένα **«Application Config»** και ένα **«Profile Config»**.

Τοποθετούμε τα στοιχεία όπως υποδεικνύεται από το παρακάτω σχήμα και τα μετονομάζουμε ως εξής :

- 1) *App Config*
- 2) *Prof Config*
- 3) *User 1/User 2/User 3/User 4*
- 4) *Network Device*
- 5) *Server*

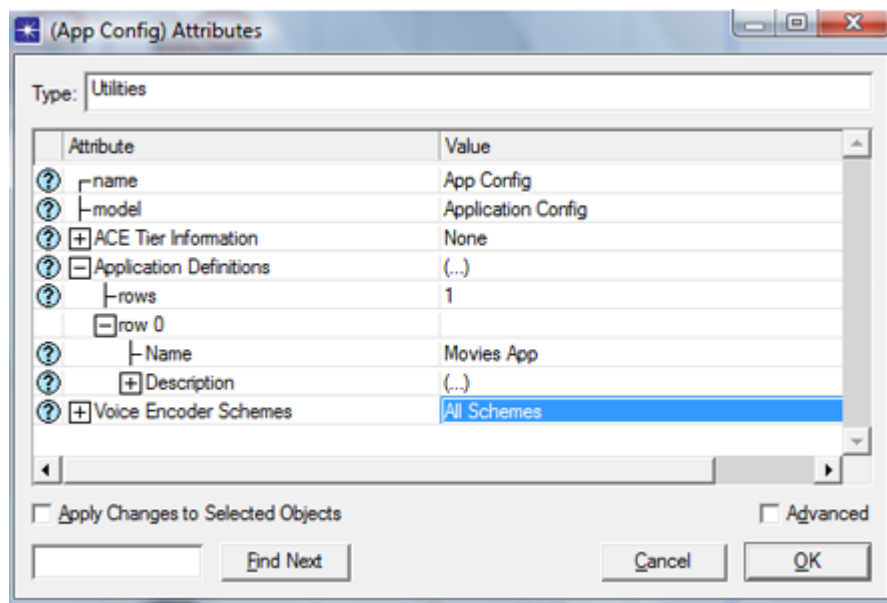
Το καλώδιο που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση των στοιχείων, είναι το **«10BaseT»** (10 Mbps) από τη παλέτα του **«Ethernet»**.(υπάρχει και στη παλέτα του **«Internet_Toolbox»**)



Εικόνα 31 - Το Workspace με τα προαναφερθέντα αντικείμενα, τοποθετημένα

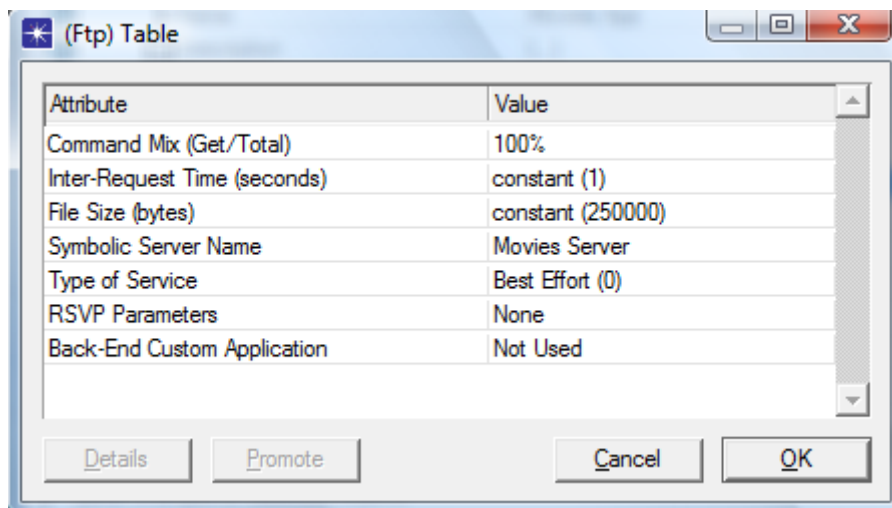
2.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων του Application Configuration

1. Κάνουμε δεξί κλικ στο **App Config** -> «Edit Attributes»
2. Επεκτείνουμε το «**Application Definitions**» θέτοντας το «rows» ίσο με 1
3. Ονομάζουμε την σειρά «**Movies App**».



Εικόνα 32 - Δημιουργώντας την εφαρμογή Movies App

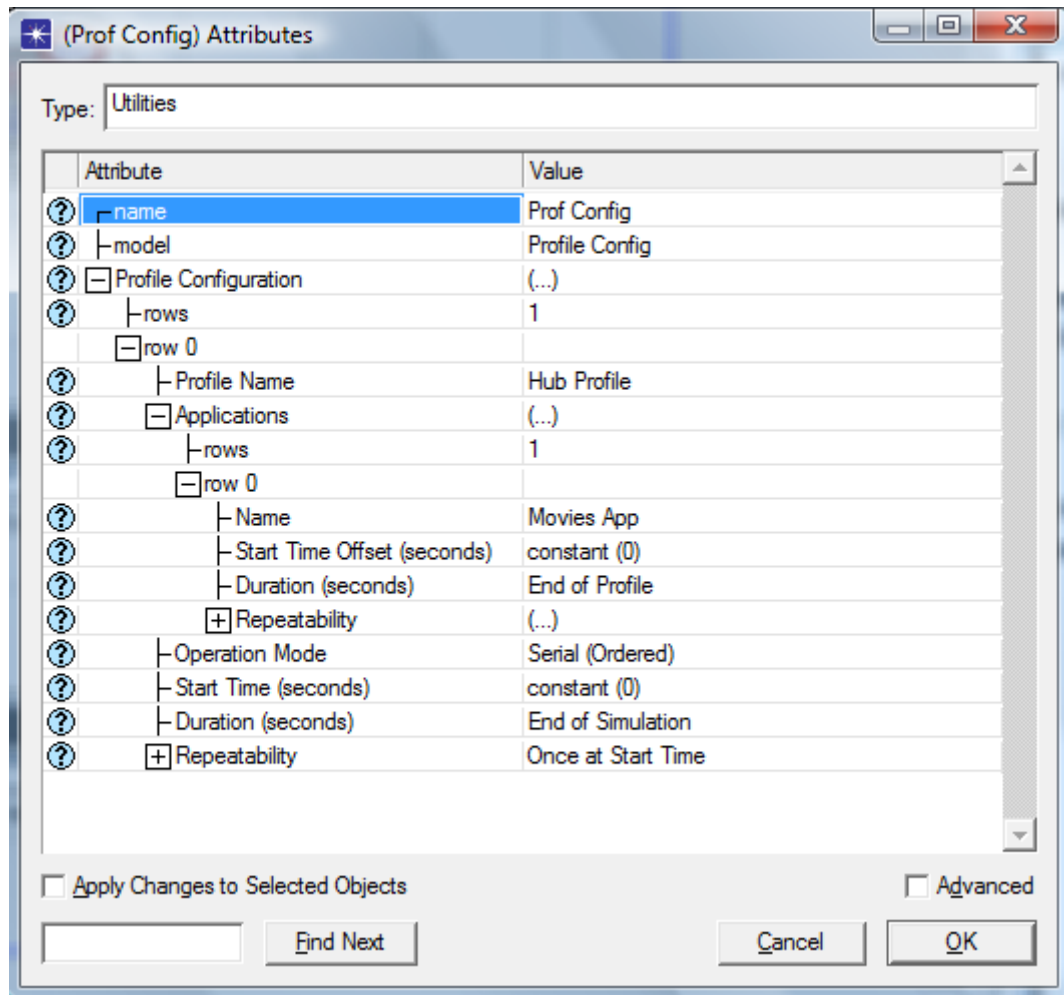
Αυτό που έχουμε κάνει είναι να ονομάσουμε μια εφαρμογή Movies App. Σκοπεύουμε να δημιουργήσουμε τη περιγραφή μιας εφαρμογής τοπικού δικτύου κατάλληλη για streaming αρχείων video, με χρήση του TCP πρωτοκόλλου, με ρυθμό μετάδοσης, που καθορίζεται από το μέγεθος του αρχείου, περίπου 250KB το δευτερόλεπτο. (Στην πραγματικότητα χρησιμοποιείται συνήθως το πρωτόκολλο UDP ή γίνεται προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων που απαιτούνται και χρησιμοποιείτε η μέγιστη δυνατή ταχύτητα) Αυτό ρυθμίζεται επεκτείνοντας το «Description» και επιλέγοντας «Edit» στο πεδίο του «FTP». Ρυθμίζουμε το νέο παράθυρο σύμφωνα με τη παρακάτω εικόνα :



Εικόνα 33 - Οι νέες τιμές του πεδίου (Ftp) Table στο «Inter-Request Time» & «File Size»

2.1.2 Ρύθμιση παραμέτρων του Profile Configuration

1. Δεξί κλικ στο **Prof Config** -> «**Edit Attributes**»
2. Επεκτείνουμε το «**Profile Configuration**» θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1
3. Ονομάζουμε τη σειρά «**Hub Profile**».
4. Επεκτείνουμε το «**Applications**» θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1.
5. Επιλέγουμε τη σειρά «**Movies App**».
6. Ρυθμίζουμε το «**Start Time Offset**» ως «Constant (0)»
7. Το «**Duration**» πρέπει να είναι «**End of Profile**».

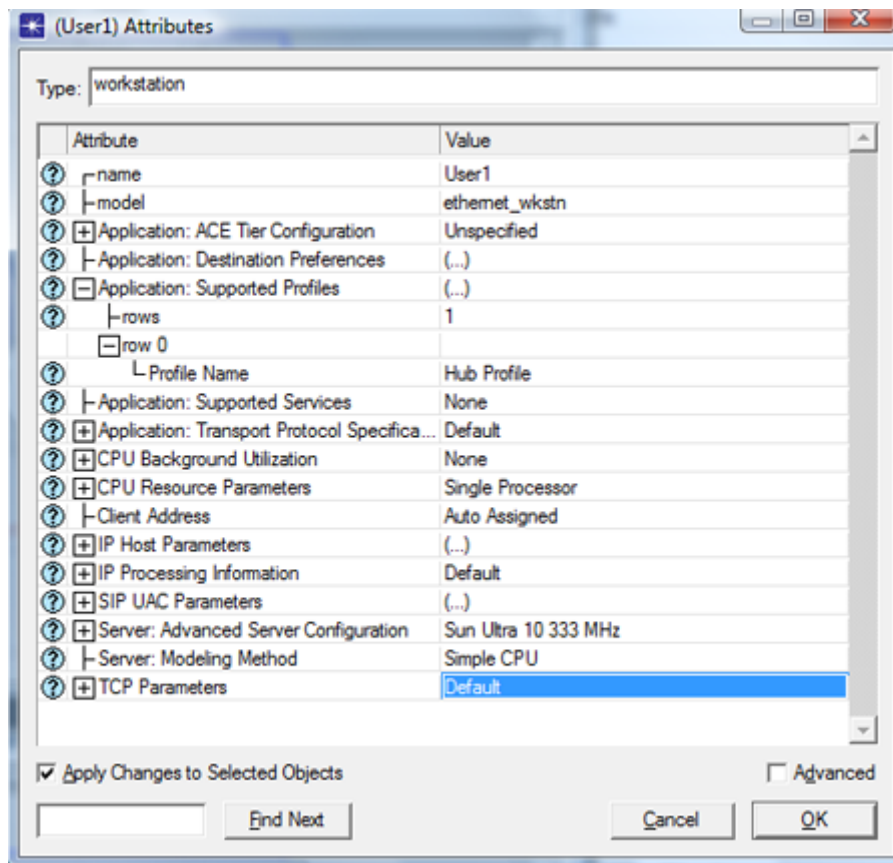


Εικόνα 34 - Οι ρυθμίσεις του «Profile Configuration».

2.1.3 Ρύθμιση παραμέτρων των Workstations (Users)

Επιλέγουμε και τους 4 Users (κρατήστε πατημένο το Ctrl) και κάνουμε δεξί κλικ «Edit Attributes». Τσεκάρουμε το «Apply Changes to Selected Objects» στο κάτω μέρος του παραθύρου, ώστε οι ρυθμίσεις μας να γίνουν σε όλα τα επιλεγμένα Workstations!

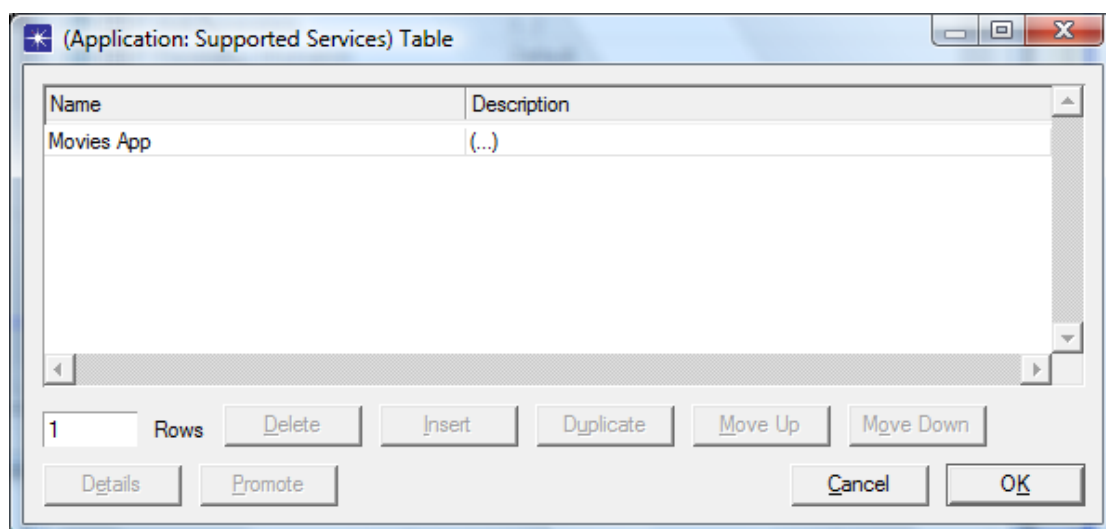
1. Επεκτείνουμε το «Application: Supported Profile» θέτοντας το «rows» 1
2. Επιλέγουμε τη σειρά («row 0»), το «Hub Profile».



Εικόνα 35 - Οι ρυθμίσεις των Workstations(Users)

2.1.4 Ρύθμιση παραμέτρων του Server

1. Κάνουμε δεξί κλικ πάνω στον Server και «Edit Attributes»
2. Επιλέγουμε «Edit» στο «Application: Supported Services»
3. Θέτουμε το «rows» ίσο με 1, κάτω αριστερά
4. Επιλέγουμε το «Movies App» στο πεδίο «Name»



Εικόνα 36 - Οι ρυθμίσεις του Application: Supported Services, του Server

2.2 Επιλογή Στατιστικών

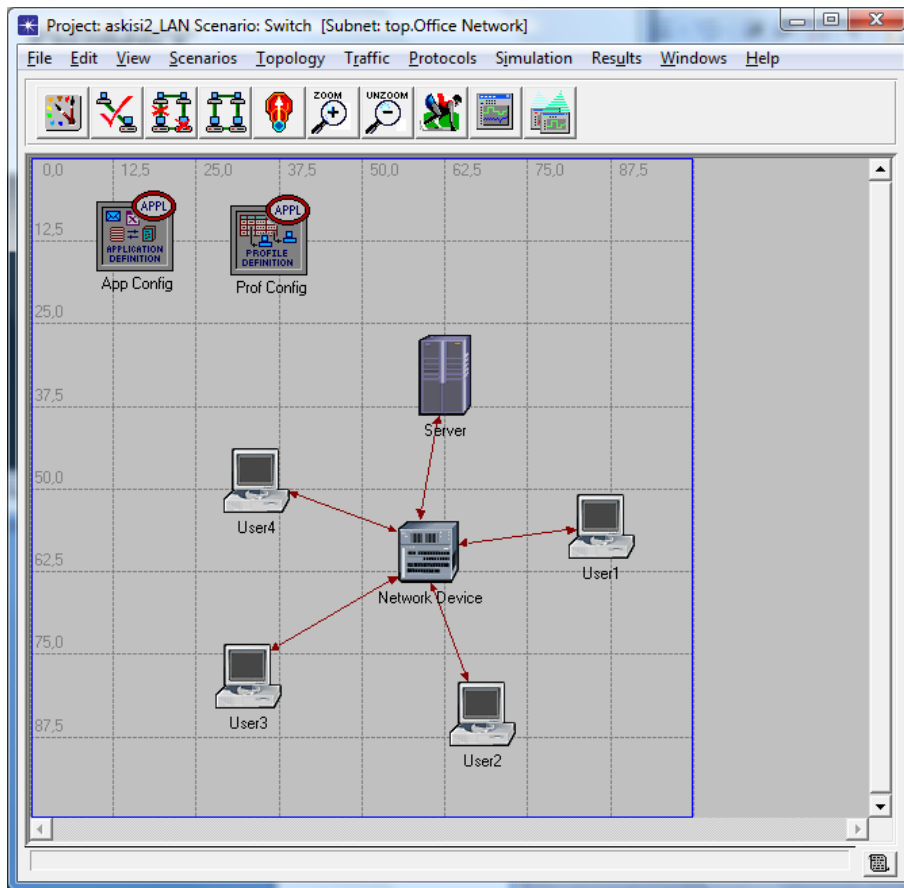
Από το μενού «**Simulation**» επιλέγουμε «**Choose Individual Statistics**». Από το «**Link Statistics**» επεκτείνουμε το «point-to-point» και επιλέγουμε «**throughput (bits/sec) ->**» και «**throughput (bits/sec) <-**»

Πριν προχωρήσουμε στο επόμενο σενάριο κάνουμε κλικ στο «**Configure/Run Simulation**» και επιλέγουμε 3 λεπτά προσομοίωσης. Δεν τρέχουμε το πρόγραμμα, απλά πατάμε OK για την αποθήκευση των ρυθμίσεων.

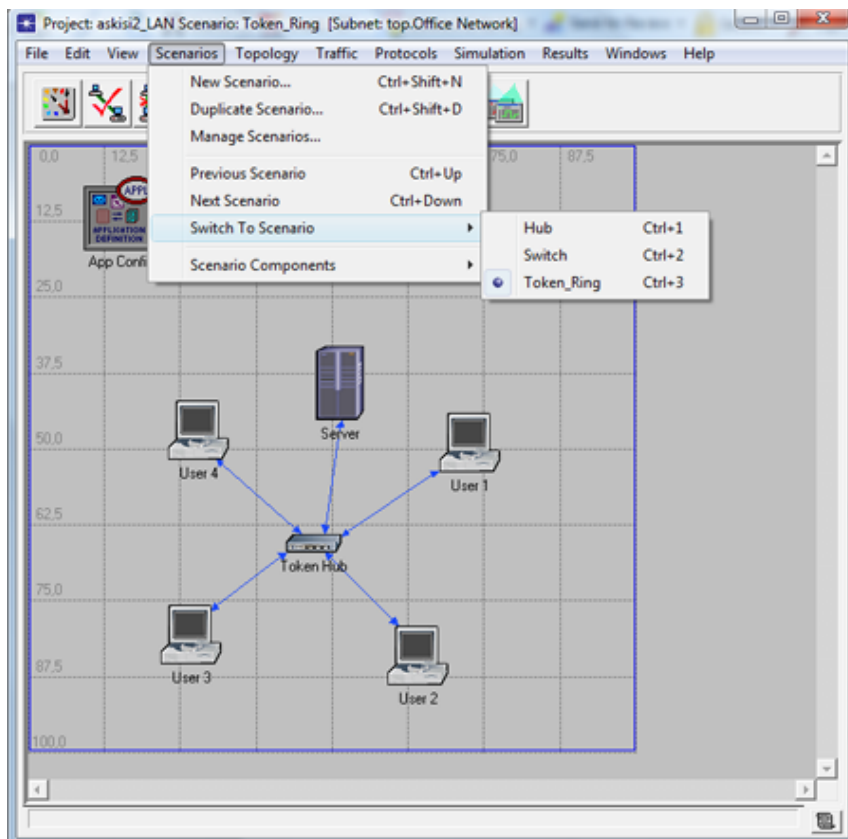
2.3 Δημιουργία δεύτερου σεναρίου (Switch)

Πλέον είμαστε έτοιμοι για ένα νέο δίκτυο με τις ίδιες ρυθμίσεις αλλά με Switch αντί για Hub. Γι' αυτό θα χρησιμοποιήσουμε την επιλογή «**Duplicate Scenario**» μέσα από το μενού των **Scenarios**, η οποία θα μας αντιγράψει σε ένα σενάριο το προηγούμενο με τις ρυθμίσεις που έχουν γίνει. Για όνομα του νέου σεναρίου βάζουμε το «**Switch**». Θυμίζουμε εδώ ότι για την εναλλαγή μεταξύ των σεναρίων ακολουθούμε την επιλογή «**Switch to Scenario**» του μενού **Scenarios**.

Αφού βρισκόμαστε πλέον στο Scenario του Switch, διαγράφουμε το Hub και το αντικαθιστούμε με ένα «**Ethernet 16_switch**» από τη παλέτα του «**Ethernet**», και ονομάζουμε και αυτό «**Network Device**». Αυτό γίνεται για να μπορούμε στο τέλος να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα πιο εύκολα. Η σύνδεση των στοιχείων θα γίνει και πάλι με το καλώδιο **10baseT**.



Εικόνα 37 - Το Workspace του δεύτερου σεναρίου με το Switch



Εικόνα 38 - Η επιλογή Switch to Scenario

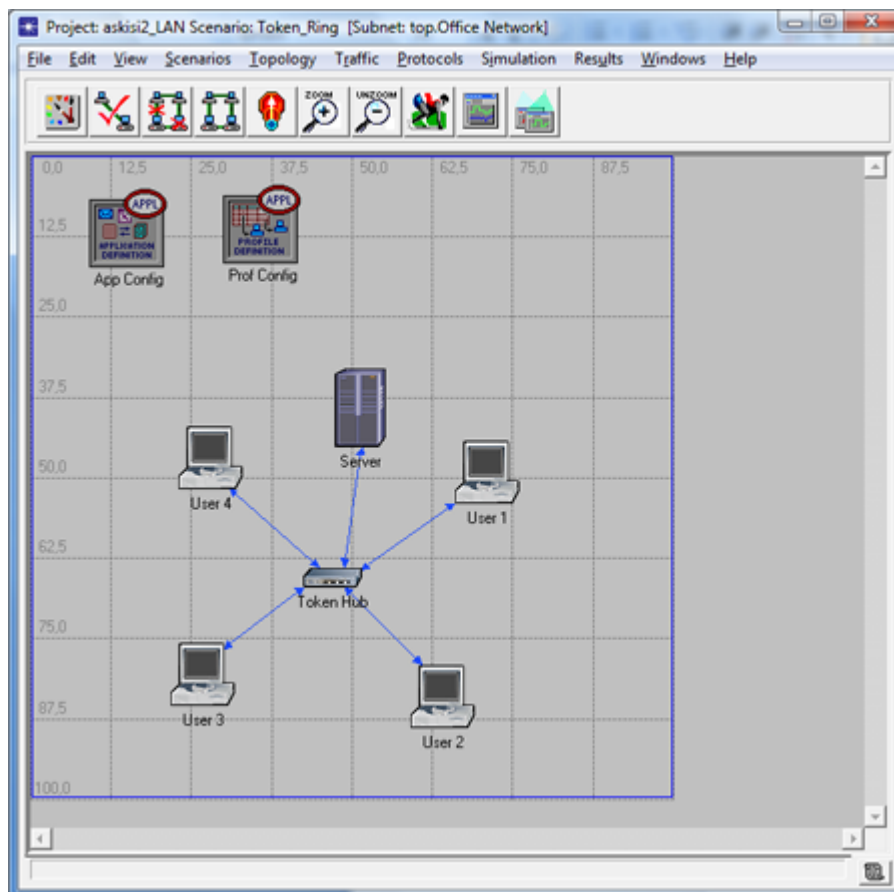
2.4 Δημιουργία τρίτου σεναρίου (Token Ring)

Στο τρίτο σενάριο θα δημιουργήσουμε από την αρχή ένα τυπικό δίκτυο που χρησιμοποιεί τη τεχνολογία του Token Ring. Επιλέγουμε **Scenarios** -> **New Scenario** και το ονομάζουμε «**Token_Ring**».

Από τη παλέτα του «**Token Ring**» θα χρειαστούμε ένα **tr32_hub**, τέσσερα(4) **tr_wkstn**, ένα **tr_server**, ένα **Application Config** και ένα **Profile Config**.

Στα 2 τελευταία δίνουμε τη κλασική ονομασία(**App Config** & **Profile Config**), ενώ τα υπόλοιπα ονομάζονται σαν «**Token Hub**», «**Server**», **User 1/User 2/User 3/User 4**.

Η σύνδεση μεταξύ τους γίνεται με το καλώδιο **TR16**(16Mbps), το οποίο βρίσκεται επίσης στη παλέτα του «**token ring**».



Εικόνα 39 - Το Workspace του τρίτου σεναρίου με το Token Ring

Οι ρυθμίσεις των στοιχείων του Workspace στο τρίτο σενάριο, γίνονται αντιστοίχων των 2 πρώτων. Αναλυτικά :

Application Configuration

1. Κάνουμε δεξί κλικ στο **App Config** -> «**Edit Attributes**»

2. Επεκτείνουμε το «**Application Definitions**» θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1
3. Ονομάζουμε την σειρά «**Movies App**».
4. Επεκτείνουμε το «**Description**» και επιλέγουμε «**Edit**» στο πεδίο του «**FTP**».
5. Το «**Inter-Request Time**» ρυθμίζεται ως «**Constant (1)** »
6. Το «**File Size**» ρυθμίζεται ως «**Constant (250000)** »

Profile Configuration

1. Δεξί κλικ στο **Prof Config** -> «**Edit Attributes**»
2. Επεκτείνουμε το «**Profile Configuration**» θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1
3. Ονομάζουμε τη σειρά «**Token Profile**».
4. Επεκτείνουμε το «**Applications**» θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1.
5. Επιλέγουμε τη σειρά «**Movies App**».
6. Ρυθμίζουμε το «**Start Time Offset**» ως «**Constant (0)**»
7. Το «**Duration**» πρέπει να είναι «**End of Profile**».

Workspace Configuration

Επιλέγουμε και τους 4 Users (κρατήστε πατημένο το Ctrl) και κάνουμε δεξί κλικ «**Edit Attributes**». Τσεκάρουμε το «**Apply Changes to Selected Objects**» στο κάτω μέρος του παραθύρου, ώστε οι ρυθμίσεις μας να γίνουν σε όλα τα επιλεγμένα Workstations!

1. Επεκτείνουμε το «**Application: Supported Profile**» θέτοντας το «**rows**» 1
2. Επιλέγουμε τη σειρά («**row 0**»), το «**Token Profile**».

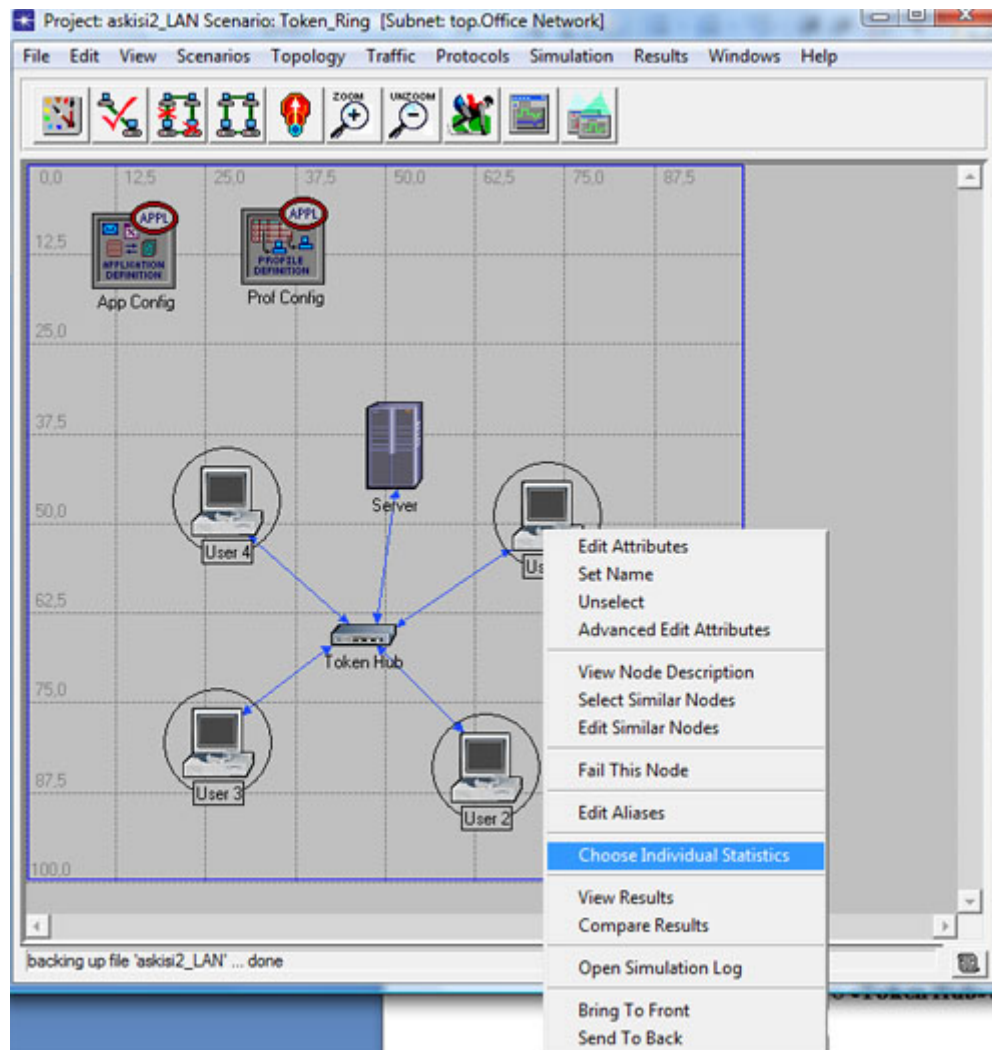
Server Configuration

1. Κάνουμε δεξί κλικ πάνω στον Server και «**Edit Attributes**»
2. Επιλέγουμε «**Edit**» στο «**Application: Supported Services**»
3. Θέτουμε το «**rows**» ίσο με 1, κάτω αριστερά
4. Επιλέγουμε το «**Movies App**» στο πεδίο «**Name**»

Επιλογή στατιστικών

Επιλέγουμε τους 4 users και τον Server και πατάμε δεξί κλικ -> **Choose Individual Statistics**.

Επεκτείνουμε το «**Token Ring**» και επιλέγουμε «**Traffic Received(bits/sec)**». Έπειτα με την ίδια διαδικασία για το «**Token Hub**» επιλέγουμε «**Traffic Forwarded(bits/sec)**» και «**Utilization**».



Εικόνα 40 - Επιλέγουμε τους 4 users και κατόπιν «Choose Individual Statistics»

2.5 Simulation

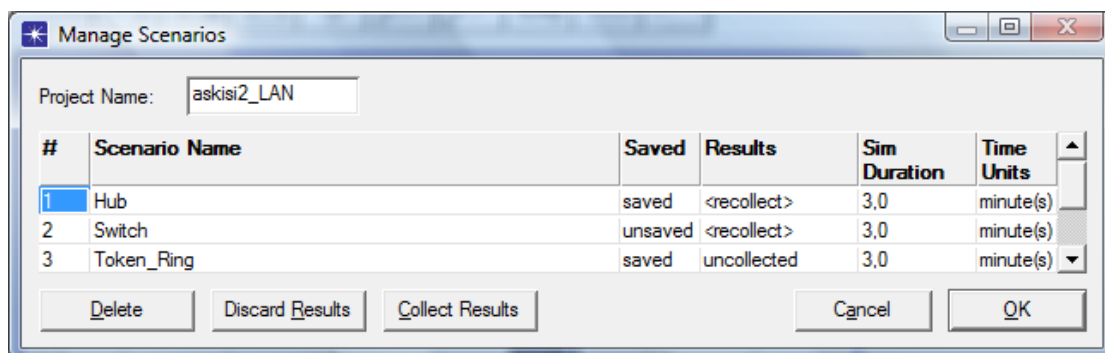
Στο Simulation που θα κάνουμε θα ακολουθήσουμε 2 διαφορετικές διαδικασίες. Στη πρώτη θέλουμε να συγκρίνουμε τη κίνηση στο ίδιο δίκτυο αναλόγως του αν υπάρχει Hub ή Switch και στη δεύτερη θέλουμε να δούμε τη κίνηση σε ένα δίκτυο του ίδιου μεγέθους με τη διαφορετική τεχνολογία του Token Ring τρόπου διασύνδεσης. Πριν προχωρήσουμε στα επόμενα βήματα αποθηκεύουμε οπωσδήποτε το Project.

Σύγκριση αποτελεσμάτων σεναρίων Hub & Switch

Μέσω του «Switch Scenario» γυρνάμε πίσω στο πρώτο σενάριο. Από το μενού «Scenarios» επιλέγουμε «Manage Scenarios». Στη πρώτη καρτέλα («Scenario Name») του νέου παραθύρου βλέπουμε κατά σειρά τα τρία σενάρια που έχουμε

δημιουργήσει. Η δεύτερη καρτέλα δείχνει αν τα σενάρια έχουν αποθηκευτεί, η τρίτη(results) εάν τα δεδομένα από τα σενάρια έχουν συλλεχθεί ή όχι και οι 2 τελευταίες τη χρονική διάρκεια του Simulation που θα γίνει. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως σκοπός μας σ' αυτό το σημείο μέσω του μενού του «Manage Scenarios» είναι να συγκρίνουμε άμεσα τα αποτελέσματα του ίδιου δικτύου σε Hub & Switch.

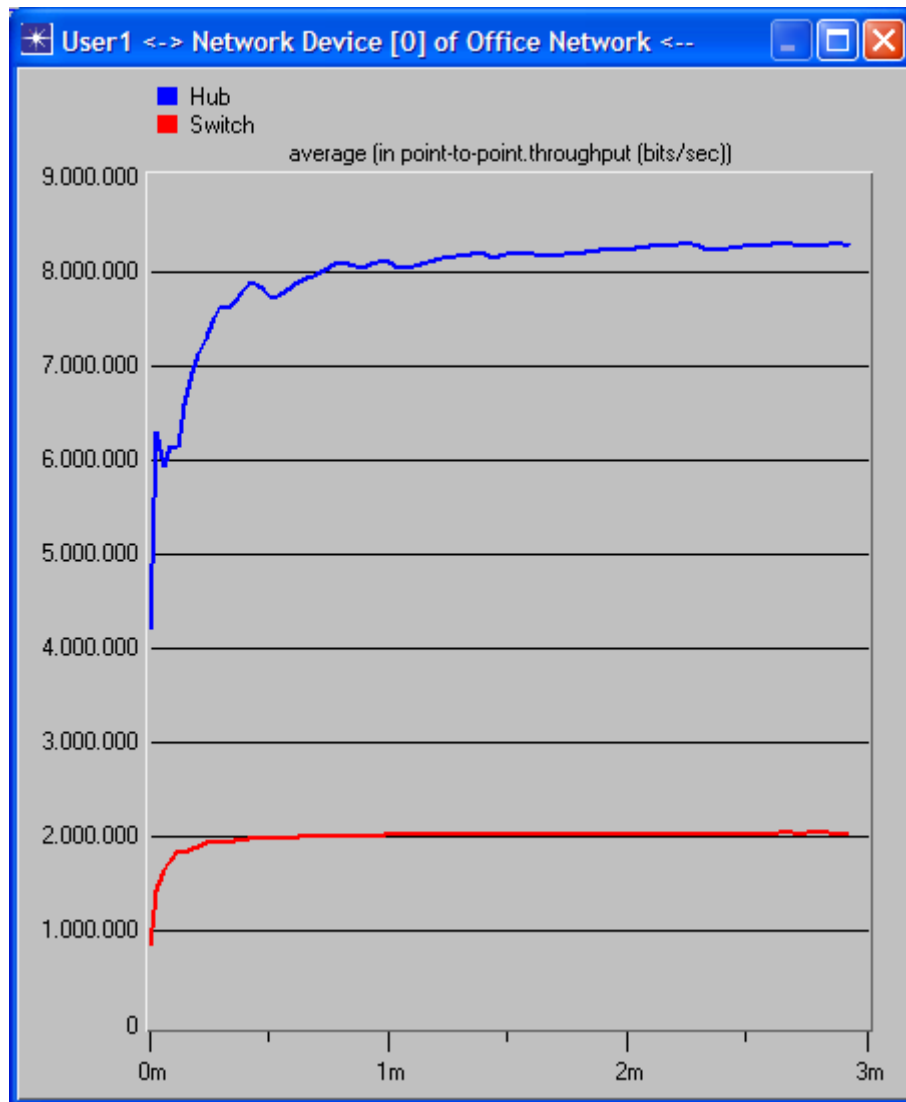
Αφού βεβαιωθούμε ότι όλα τα σενάρια είναι Saved, επιλέγουμε «collect»(ή recollect) στη καρτέλα των «Results» για τα δύο πρώτα σενάρια, Hub & Switch. Το τρίτο σενάριο(Token Ring) δεν έχει θέση προς το παρόν στη σύγκριση των 2 προαναφερθέντων οπότε εάν η επιλογή του είναι στο «Uncollected» δεν μας απασχολεί.



Εικόνα 41 - Ρυθμίσεις του Manage Scenarios

Πατώντας «OK» η προσομοίωση ξεκινάει. Περιμένουμε να τρέξουν και τα 2 σενάρια, κάτι που μας προειδοποιεί άλλωστε και το παράθυρο του Simulation.

Στη συνέχεια επιλέγουμε **Results** -> **Compare Results** .Από το «Object Statistic» επιλέγουμε «Office network» / «User1 <-> Network Device» / «point-to-point» / «throughput (bits/sec) <->». Ουσιαστικά επιλέγουμε να δούμε την εισερχόμενη κίνηση του User1 μέσω του καλωδίου που τον συνδέει με το Hub ή το Switch, ανάλογα το σενάριο. Επίσης αλλάζουμε την επιλογή «As Is», κάτω από το γράφημα, σε «average». Πατώντας «Show» μπορούμε να δούμε σε μεγάλο παράθυρο, την μέση τιμή της κίνησης από το Hub/Switch προς τον User1. Πάνω αριστερά στο παράθυρο υπάρχει και υπόμνημα του γραφήματος.




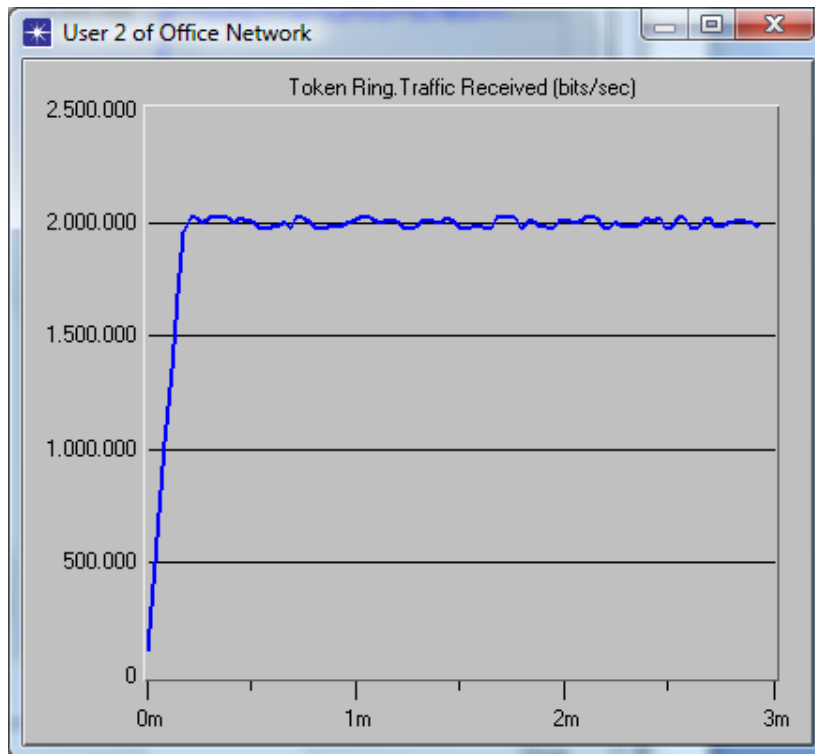
Εικόνα 42 - Η μέση τιμή των δεδομένων που μεταφέρθηκαν μέσω του καλωδίου προς τον User1. Με μπλε είναι όταν χρησιμοποιούμε hub και με κόκκινο switch.

Simulation & αποτελέσματα για Token Ring

Από το μενού «Scenarios», επιλέγουμε **Switch to Scenario -> Token Ring**.

Η επιλογή των στατιστικών για το σενάριο του Token Ring έχει ήδη γίνει σε προηγούμενα βήματα, οπότε το μόνο που μένει είναι να τρέξουμε το Simulation.

Επιλέγουμε **Configure/Run Simulation** () και ορίζουμε το χρόνο προσομοίωσης στα **3 λεπτά**. Πατάμε **Run!** Στη συνέχεια μέσω του **Results -> View Results** μπορούμε να δούμε τα στατιστικά για κάθε ένα στοιχείο του δικτύου μας. («Office Network»)



Εικόνα 43 - Η Received Traffic για τον δεύτερο χρήστη στα στατιστικά του Token Ring

2.6 Ερωτήσεις

1. Γιατί υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά στον όγκο των δεδομένων μεταξύ των δύο πρώτων σεναρίων (βλ. Εικόνα 12); Είναι αναμενόμενες οι τιμές;

Προσοχή! Στο γράφημα βλέπετε bits/sec και όχι bytes/sec.

2. Παρατηρήστε τις γραφικές παραστάσεις της λαμβανόμενης FTP κίνησης στο σενάριο του **Token Ring** για όλους τους χρήστες, έχοντας επιλεγμένο το «Overlaid Statistics». Κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα; Αν ναι, είναι αυτό αναμενόμενο;

3. Ένας γρήγορος τρόπος που παρέχει το OPNET για δημιουργία δικτύων είναι μέσω του «**Rapid Configuration**» από το μενού του «**Topology**». Στο πρώτο παράθυρο που θα εμφανιστεί επιλέξτε «**Star**» και μετά OK. Από τα Select Models στο κάτω μέρος του νέου παραθύρου(Rapid Configuration: Star) επιλέξτε «**token_ring**». Ως «**Center Node Model**» επιλέξτε το «**tr32_hub**», ως «**Periphery**» το «**tr_station**» ενώ για καλώδιο(link) το «**TR16**». Παραθέστε screenshots από το Workspace του OPNET, από τα γραφήματα για τη λαμβανόμενη κίνηση του καθένα από τα tr_stations, όπως και αυτό της εξερχόμενης κίνησης(forwarded traffic) αλλά και του utilization του hub.

4. Αν ο Server στείλει ένα πακέτο δεδομένων προς όλους τους χρήστες, σε ποιόν χρήστη θα φτάσουν τελευταία τα δεδομένα αν πάρουμε υπόψη μόνο τον τρόπο λειτουργίας του Token-Hub και τη σύνδεση των χρηστών με αυτό;

Άσκηση 3 : Subnets

Στη συγκεκριμένη άσκηση θα ασχοληθούμε με ένα τυπικό και σχετικά εύκολο στη δημιουργία υποδίκτυο(**Subnet**). Ο όρος Subnet είναι συντομογραφία της λέξης “subnetwork” και ουσιαστικά πρόκειται για ένα ξεχωριστό «κομμάτι» ενός δικτύου, του οποίου οι ρυθμίσεις αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν συνήθως το υπόλοιπο δίκτυο. Για παράδειγμα ένα subnet σε ένα δίκτυο μιας σχολής μπορεί να περιέχει τους υπολογιστές υπηρεσίας σε μια φυσική γεωγραφική θέση(π.χ. σε ένα ξεχωριστό κτίριο μέσα στη σχολή) χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η γεωγραφική θέση επηρεάζει απαραίτητα και το ρόλο ενός subnet. Ένα μεγάλο δίκτυο μπορεί να χωριστεί σε επιμέρους δίκτυα(υποδίκτυα) για να επιτύχει κατάλληλο διαμερισμό πόρων και κατ’επέκταση βελτιστοποίηση του δικτύου.

Βασική έννοια γύρω από τα Subnets αποτελεί η γνωστή σε όλους IP Address ένας αριθμός εντοπισμού στο δίκτυο. Από μόνη της η IP Address δεν αρκεί για να υποδηλώσει την ακριβή τοποθεσία κάποιου στο δίκτυο γι’αυτό συνδυάζεται με τη **subnet mask**. (μάσκα υποδικτύου) Γενικά οι μάσκες υποδικτύου καθορίζουν το IP range με το οποίο θα μπορεί να επικοινωνεί κάθε PC.


Μια συνηθισμένη μορφή Subnet Mask είναι η 255.255.255.0 η οποία δηλώνει ότι θα επικοινωνεί με υπολογιστές όπου αλλάζει το τελευταίο πεδίο των IP (π.χ. 192.168.0.*). Το 255.255.0.0 δηλώνει ότι θα επικοινωνεί με PC όπου αλλάζουν τα δύο τελευταία segments (192.168.*.*)

Για να γίνει αυτό κατανοητό ως θεωρήσουμε το παράδειγμα 2 υπολογιστών με διευθύνσεις IP 192.168.0.2 και 192.168.2.3. Θα πρέπει να τους δηλώσουμε με subnet 255.255.0.0 για να μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, γιατί το μεταβλητό μέρος των IP τους είναι τα τελευταία δύο πεδία.

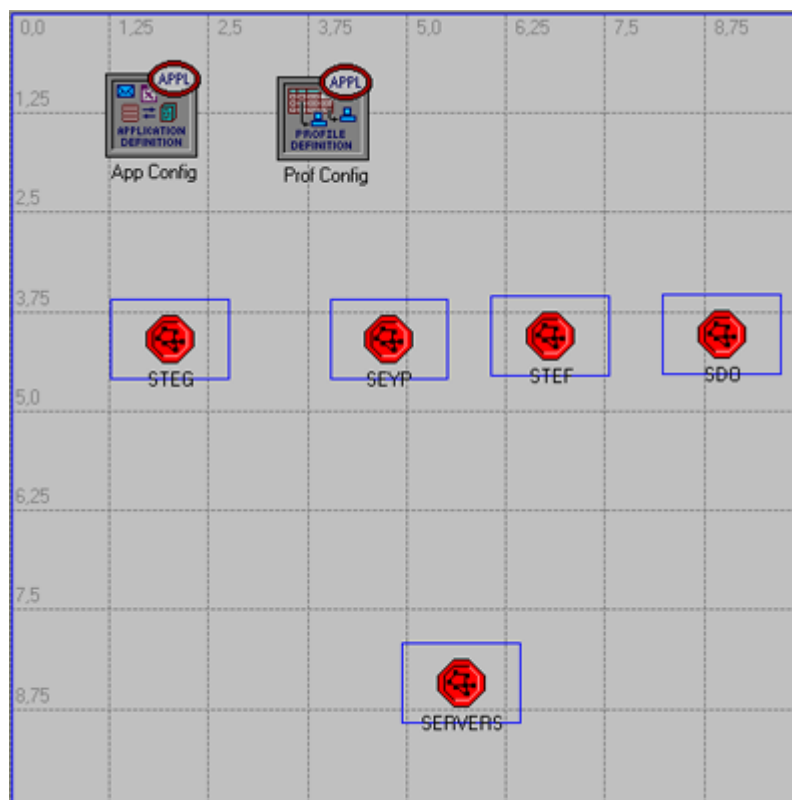
Αν οι διευθύνσεις τους είναι οι 192.168.2.2 και 192.168.2.3 τότε αρκεί το subnet 255.255.255.0 αφού αλλάζει μόνο το τελευταίο μέρος της IP. Φυσικά θα λειτουργήσει και το 255.255.0.0 όμως λαμβάνοντας υπόψιν ότι το **subnet mask** έχει σαν σκοπό να δημιουργήσει μικρότερα υποδίκτυα μέσα σε ένα άλλο μεγαλύτερο και να αποτρέψει την πρόσβαση του ενός υποδικτύου στο άλλο, κάτι τέτοιο δεν θα ήταν πρακτικό. Για παράδειγμα έστω ότι στο Α.Τ.Ε.Ι. οι administrators έχουν IP range 10.1.1.* και το υπόλοιπο προσωπικό 10.1.2.* . Όπως είναι λογικό το υπόλοιπο προσωπικό δεν πρέπει να έχει πρόσβαση στα PC των administrators. Τότε θα χρησιμοποιήσουμε το subnet mask 255.255.255.0. Με τον τρόπο αυτό θα φτιάξουμε ένα ανεξάρτητο υποδίκτυο για τους admins και άλλο για τους το προσωπικό. Αντίθετα, αν θέλουμε και οι 2 αυτές «ομάδες» να είναι στο ίδιο υποδίκτυο, τότε θα χρησιμοποιήσουμε το 255.255.0.0

3.1 Στήσιμο των Subnets

Για τις ανάγκες του σεναρίου θα επιδιώξουμε να προσαρμόσουμε το δίκτυο των σχολών του Α.Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου μέσα από ένα νέο project στο OPNET. Η ιδέα είναι απλή και πρακτική : Χρειαζόμαστε **4 subnets** για τις σχολές που υπάρχουν στο Α.Τ.Ε.Ι. και **1 subnet** στο οποίο υπάρχουν οι servers που εξυπηρετούν το Α.Τ.Ε.Ι. Αρχικά κάνουμε «New Project» στο OPNET επιλέγοντας «**Campus**»(χώρος πανεπιστημίου) στη καρτέλα του «Network Scale».

Για την εισαγωγή ενός subnet στο OPNET χρειαζόμαστε το **κόκκινο** εικονίδιο «Subnet» () μέσα από τη παλέτα του «**Internet_Toolbox**». Ονομάζουμε τα 4 πρώτα υποδίκτυα με το όνομα των σχολών(**STEG**, **SEYP**, **STEF** και **SDO**) και το 5ο με την ονομασία «**Servers**». Η ονομασία ενός Subnet δίνεται πατώντας δεξί κλικ πάνω του, επιλέγοντας «Edit Attributes» και συμπληρώνοντας το όνομα που θέλουμε στο πεδίο «Name». Τέλος όπως και στη προηγούμενη άσκηση χρειαζόμαστε τα γνωστά πλέον «**Application Configuration**» και «**Profile Configuration**» μέσα από τα οποία θα γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις για τη ροή των δεδομένων.

Το αρχικό σχήμα στο OPNET θα πρέπει να είναι όπως τη παρακάτω εικόνα.



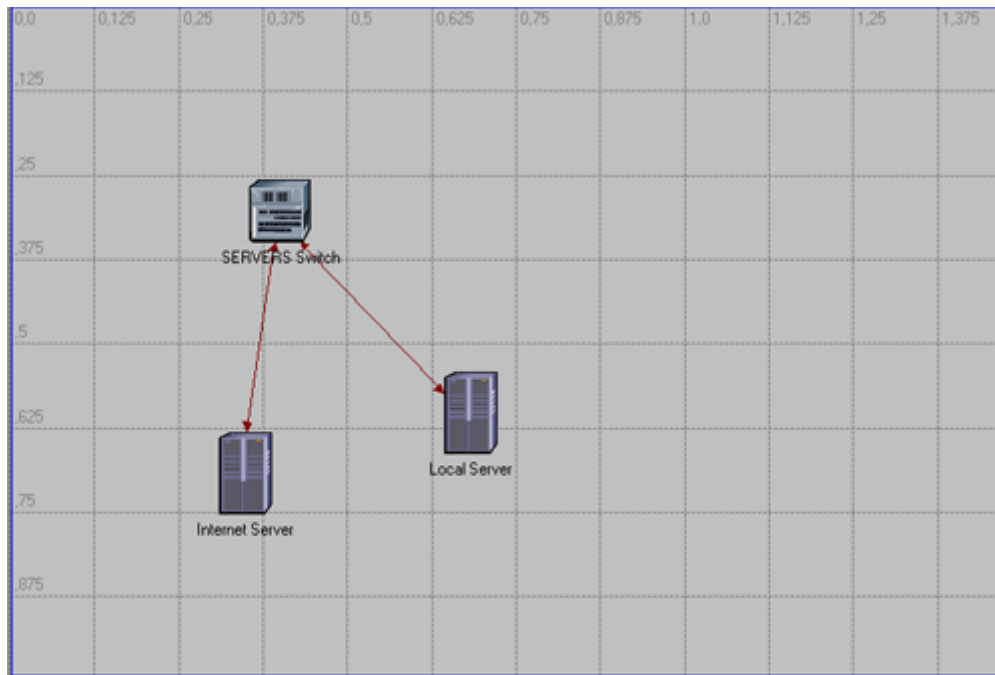
Εικόνα 44 - Το Workspace με τα προαναφερθέντα αντικείμενα τοποθετημένα

3.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων του Servers Subnet

Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο κάθε Subnet βρισκόμαστε μέσα σ' αυτό. Έπειτα όταν θελήσουμε να πάμε πίσω στο αρχικό Workspace και αφού είμαστε ήδη στο Subnet κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε «Go to Parent Subnet» ή πατάμε στο 5^ο

κατά σειρά κουμπί του βασικού μενού του OPNET 

Πρώτα απ' όλα θα στηθεί το subnet των Servers. Οι servers που θα εξυπηρετούν το Α.Τ.Ε.Ι. θεωρητικά πρέπει να προσφέρουν Internet στους φοιτητές και στο προσωπικό καθώς υπηρεσίες ταχυδρομείου και FTP. Οπότε χρειαζόμαστε 2 servers, έναν **Internet Server**, ο οποίος προσφέρει υπηρεσίες internet (ουσιαστικά τα δεδομένα θα μεταφέρονται με το http πρωτόκολλο) και έναν **Local Server**, ο οποίος θα προσφέρει υπηρεσίες email και θα δουλεύει και ως ftp server. Θα μπορούσαμε να έχουμε όλες τις υπηρεσίες σε ένα server, αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται δύο ή περισσότεροι για λόγους ταχύτητας και ασφάλειας. Μεταφέρουμε λοιπόν στο εν λόγω subnet 2 «Ethernet_Server» από τη παλέτα του internet_toolbox και τους ονομάζουμε με τα προαναφερθέντα ονόματα. Επίσης χρειαζόμαστε ένα «ethernet16_switch» και πάλι από την ίδια παλέτα στο οποίο θα συνδεθούν οι 2 servers του subnet όπου βρισκόμαστε (Servers) αλλά και αργότερα όλες οι σχολές. Προς το παρόν αυτό που μένει να κάνουμε στο συγκεκριμένο subnet είναι απλά να **συνδέσουμε το Switch με τους 2 servers που υπάρχουν**, τον Local Server και τον Internet Server. Χρειαζόμαστε μεγάλο bandwidth για να καλύψουμε τις ανάγκες όλου του Α.Τ.Ε.Ι. χρησιμοποιούμε το καλώδιο «1000baseX» (1 gbps) μέσα από τη παλέτα του «internet_toolbox». Παρακάτω θα χρειαστεί να επιστρέψουμε στο subnet των servers ώστε να πραγματοποιηθούν οι τελευταίες ρυθμίσεις στον Internet και στον Local server.



Εικόνα 45 - Το subnet των Servers

3.1.2 Ρύθμιση παραμέτρων του Application Configuration

Ανοίγουμε το Application Configuration. Οι ρυθμίσεις που θα κάνουμε αφορούν μόνο το μενού του Application Definitions. Εδώ θα χρειαστούμε 3 εφαρμογές οι οποίες άλλωστε είναι και απαραίτητες για ένα δίκτυο όπως του Α.Τ.Ε.Ι. οπότε επιλέγουμε 3 rows. Το πρώτο row αφορά τις υπηρεσίες e-mail και το ονομάζουμε **Email App**. Ανοίγουμε το «Description», επιλέγουμε «High Load» στη καρτέλα του «Email» και έπειτα κάνουμε «Edit» την ίδια καρτέλα. Επιλέγουμε :

****Send Interarrival Time: exponential (10)**

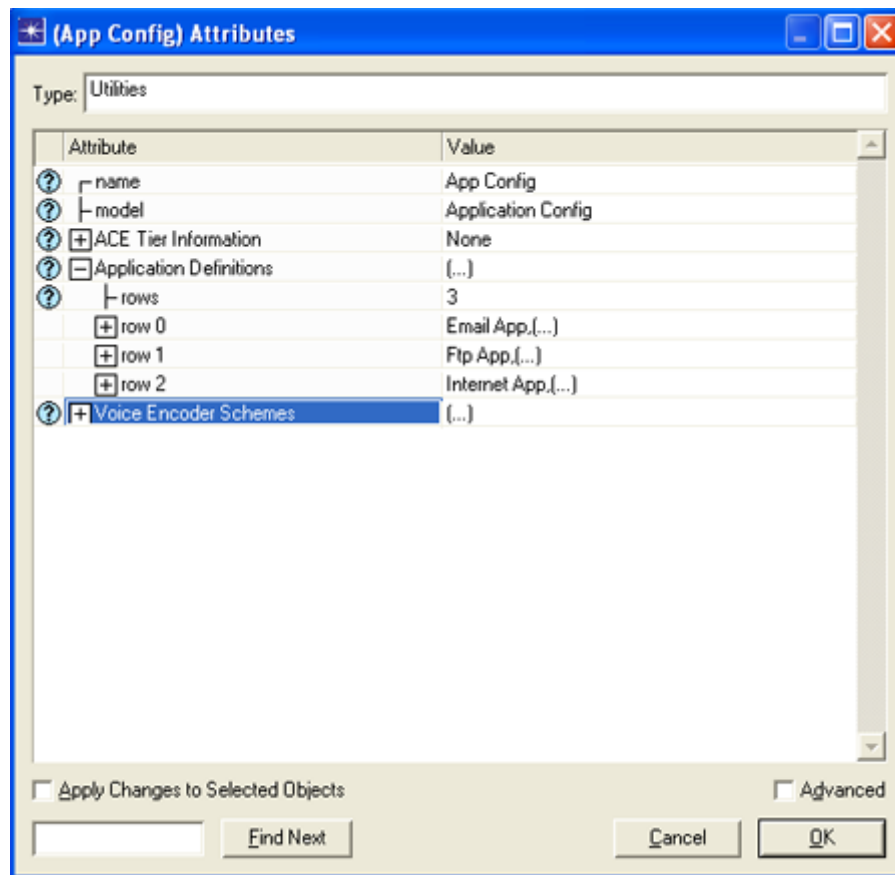
****Receive Interarrival Time: exponential (12)**

Το δεύτερο row (row 1) έχει όνομα **Ftp App** και Description «High Load» στη καρτέλα του «Ftp». Κάνουμε ξανά «Edit» την αντίστοιχη καρτέλα και επιλέγουμε:

****Inter-Request Time: exponential (10)**

Το τρίτο και τελευταίο row (row 2) είναι το **Internet App** και θα χρειαστεί τη ρύθμιση «Heavy Browsing» από τη καρτέλα του «Http». Στη συνέχεια «Edit» και επιλέγουμε :

****Page Interarrival Time: exponential (20)**



Εικόνα 46 - Τα ονόματα των τριών εφαρμογών στο Application Configuration

3.1.3 Ρύθμιση παραμέτρων του Profile Configuration

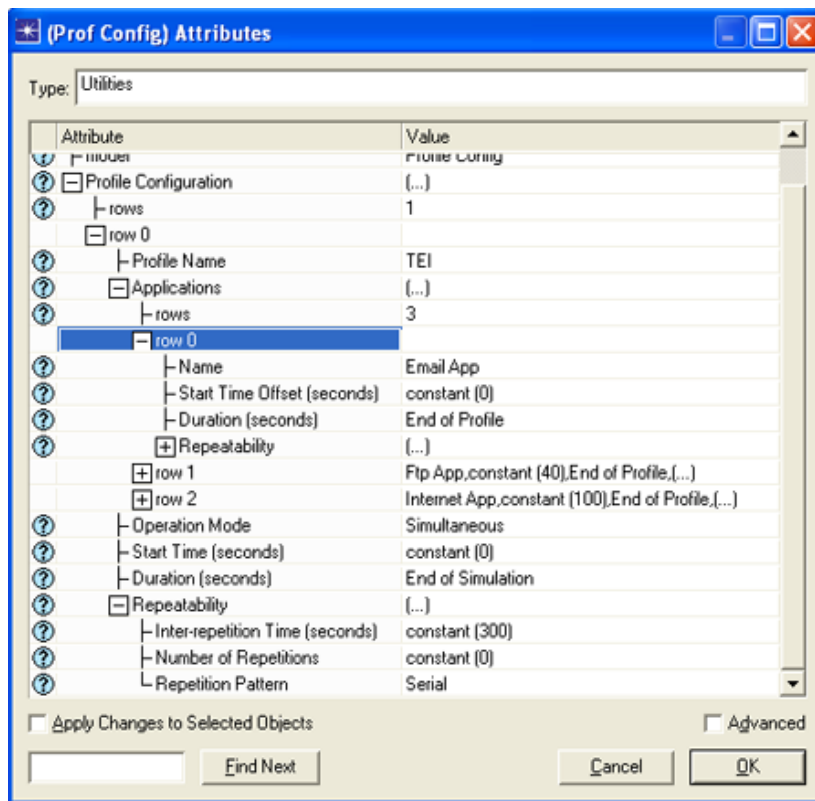
Στο μενού «Profile Configuration» θα χρειαστούμε ένα και μοναδικό row με «Profile Name» την ονομασία «TEI». Τα applications στο αμέσως επόμενο «Applications» είναι πλέον γνωστό ότι είναι τρία. Ανοίγοντας το μενού του πρώτου επιλέγουμε στη καρτέλα «name» από το υποδυόμενο παράθυρο, τη πρώτη εφαρμογή το «Email App». Στο «Start Time Offset» χρειαζόμαστε τη χρονική στιγμή **constant(0)** ώστε η εφαρμογή να ξεκινάει αμέσως. Θυμίζουμε σε αυτό το σημείο ότι όπως έχει αναφερθεί και από τη πρώτη αναλυτική επεξήγηση της άσκησης του Ethernet ότι η ρύθμιση του «Start Time Offset» γίνεται επιλέγοντας στο νέο παράθυρο που εμφανίζεται το «Constant» στο «Distribution Name» και το «0» στο mean outcome.

Στο δεύτερο row(row 1) επιλέγουμε την εφαρμογή Ftp App και ρυθμίζουμε το «Start Time Offset» στο **constant(40)**. Αυτό γίνεται καθαρά για πρακτικούς λόγους ώστε στην εμφάνιση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης του

OPNET να παρατηρήσουμε με ακρίβεια, πως διαμορφώνονται τα αποτελέσματα τη στιγμή που αρχίζει η εφαρμογή του ftp. Στο τρίτο row(row 2) μένει να βάλουμε το «Internet App» και «Start Time Offset» στο constant(100) για τους ίδιους ακριβώς λόγους.

Στη ρύθμιση «Operation Mode» επιλέγουμε «Simultaneous» για να μπορούν να τρέχουν όλες οι εφαρμογές ταυτόχρονα. Επίσης στο «Start time» βάζουμε την τιμή «constant (0)» ώστε τα προφίλ να ξεκινάνε από την αρχή της εξομοίωσης. Η επιλογή «Duration» παραμένει «End of Simulation».

Τέλος στο μενού Repeatability το «Inter-repetition Time» είναι Constant(300) και το «Number of Repetitions» Constant(0) .



Εικόνα 47 - Ρυθμίζοντας το Profile Configuration...

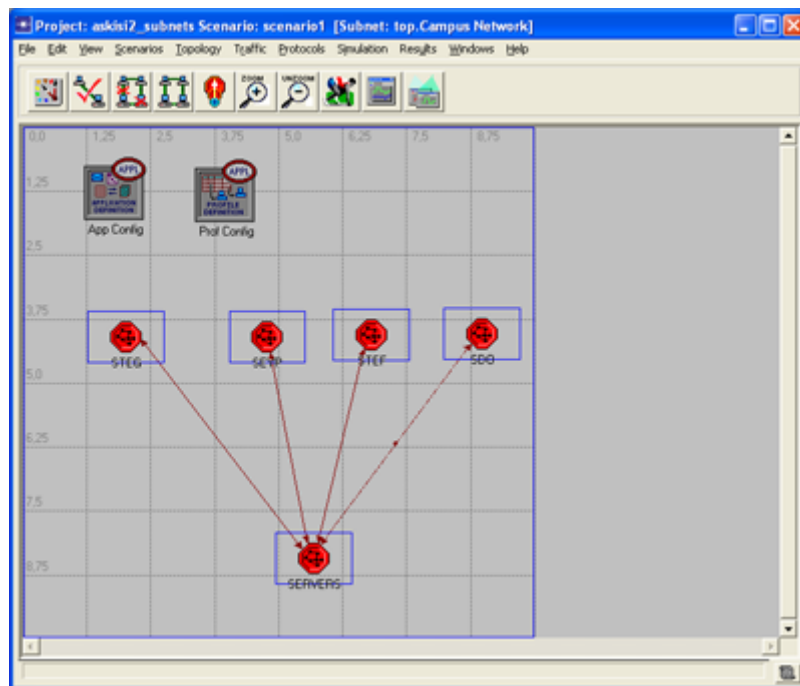
3.1.4 Ρύθμιση παραμέτρων των Subnets των σχολών

Είμαστε πλέον έτοιμοι και για τις ρυθμίσεις των τεσσάρων Subnets των σχολών. Εδώ οι ρυθμίσεις είναι ίδιες για καθεμία από τις σχολές και περιγράφονται ως εξής : Από τη παλέτα «Internet Toolbox» χρειαζόμαστε ένα «Ethernet16_switch», ένα «100baseT_LAN» και ένα «100baseT» καλώδιο με το οποίο θα ενώσουμε τα 2 προηγούμενα. Αναλόγως το subnet στο οποίο βρισκόμαστε ονομάζουμε και τα

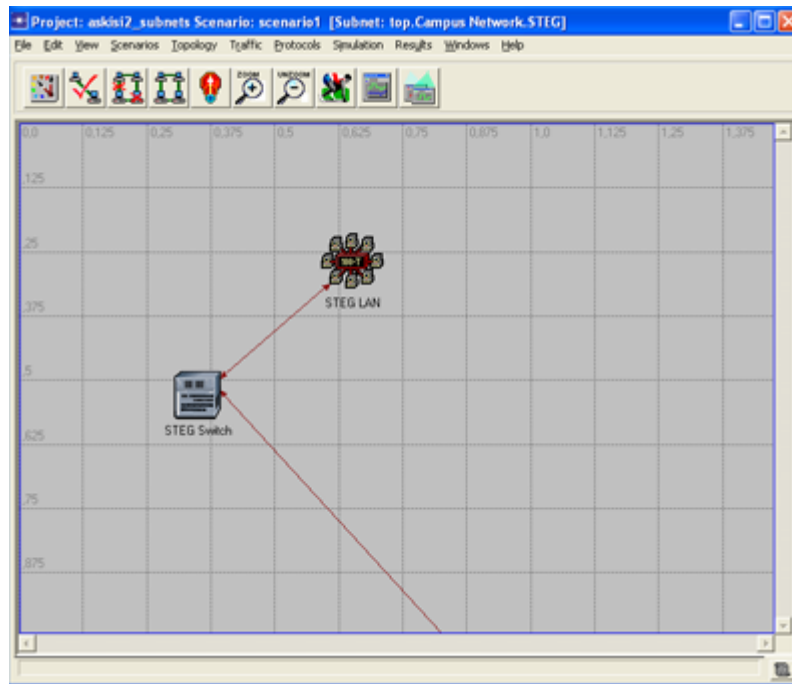
ονόματα του Switch και του LAN, για παράδειγμα στο subnet της σχολής της ΣΤΕΓ ως «STEG LAN» και «STEG Switch». Στις ρυθμίσεις του LAN το μοναδικό μενού που μας απασχολεί είναι αυτό των Application : Supported Profiles. Θα δηλώσουμε δηλαδή στο LAN ποιο προφίλ από αυτά που υπάρχουν στο Profile Configuration θα «ακολουθηθεί». Στη συγκεκριμένη άσκηση το μόνο προφίλ(δίκτυο) που ρυθμίσαμε προηγουμένως είναι αυτό του A.T.E.I. οπότε ανοίγοντας το «row 0» επιλέγουμε στη καρτέλα «Profile Name» το «TEI» και στο «Number of Clients» το «Entire LAN».

Στο switch αφήνουμε όλες τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις και πλέον αυτό που μένει είναι να ενώσουμε το LAN και το Switch με το «100baseT» καλώδιο.

Αφού ρυθμίσουμε όλα τα subnets των σχολών με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, πρέπει να ενώσουμε τα 4 αυτά subnets με το subnet των Servers. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα «1000baseX καλώδιο» το οποίο συνδέει κάθε subnet σχολής ξεχωριστά με το subnet των Servers. Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν τη τελική μορφή της άσκησης μέσα και έξω από τα Subnets.



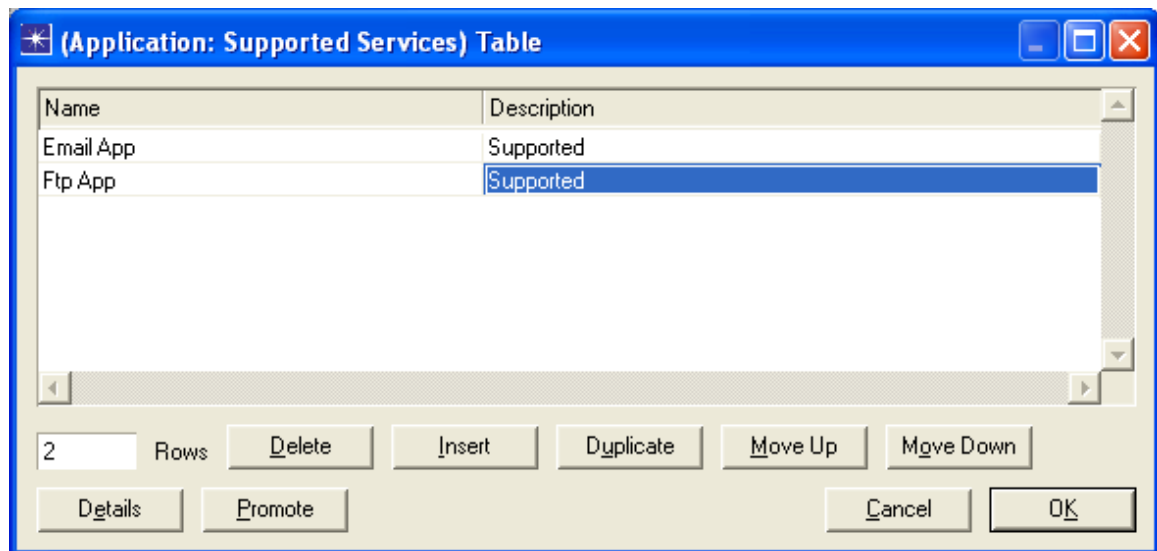
Εικόνα 48 - Το Workspace στη τελική του μορφή με τα Subnets συνδεδεμένα



Εικόνα 49 - Το κάθε Subnet των σχολών έχει από ένα LAN και ένα Switch

Αυτό που μπορεί να διακριθεί από τη δεύτερη εικόνα είναι ότι αφού εξωτερικά τα subnets έχουν «συνδεθεί» με τους Servers, μέσα σε αυτά φαίνεται η νοητή συνέχεια του καλωδίου που ενώνει το Switch του υποδικτύου με το Switch που βρίσκεται μέσα στο Subnet των Servers! Φυσικά το συγκεκριμένο καλώδιο δεν είναι άλλο από το 1000base_X καλώδιο που χρησιμοποιήσαμε στο αρχικό Workspace, όπως φαίνεται στη πρώτη εικόνα.

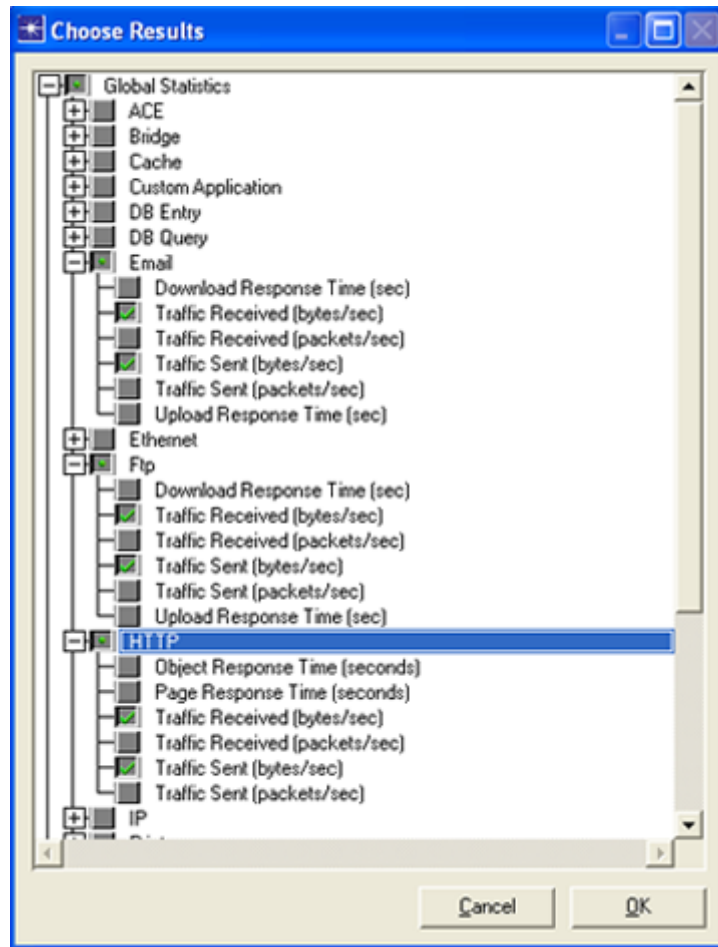
Πλέον το μόνο που μένει για την ολοκλήρωση των ρυθμίσεων της άσκησης είναι να ορίσουμε τις εφαρμογές που υποστηρίζουν οι servers. Αυτό επιτυγχάνεται, επιστρέφοντας πίσω στο subnet των Servers και ρυθμίζοντας καταρχήν τον Internet Server μέσω του μενού «Applications Supported Services» να υποστηρίζει το «Internet App» (αριστερό κλικ / «Edit» / επιλογή «1» στη κάτω αριστερά καρτέλα των «rows» / επιλογή «Internet App» στο πεδίο «name» και «Supported» στο πεδίο «Description») και αντίστοιχα στον Local Server τα «Email App» και «Ftp App» (Προσοχή! Το rows κάτω αριστερά πρέπει να έχει τη τιμή «2» ώστε να ρυθμιστούν 2 ξεχωριστές εφαρμογές)



Εικόνα 50 - Ρυθμίζοντας τις εφαρμογές που υποστηρίζει ο Local Server

3.2 Επιλογή στατιστικών για τη προσομοίωση

Από το μενού «Results» επιλέγουμε «Individual Statistics». Στο μενού των Global Statistics, τσεκάρουμε τα «Traffic Received» και «Traffic Sent» στα υπό-μενού των **email**, **ftp** και **http** αντίστοιχα. Το simulation θα ρυθμιστεί στα 3 λεπτά.



Εικόνα 51 - Η επιλογή των στατιστικών είναι ίδια για κάθε εφαρμογή που χρησιμοποιείται

3.3 Ερωτήσεις

1. Μέσω του «Duplicate Scenario» δημιουργήστε ένα νέο σενάριο. Προσθέστε ένα νέο Subnet αντίστοιχο του υποδικτύου των «Servers», με τις ίδιες ακριβώς ρυθμίσεις. Πλέον το ένα Server-subnet θα εξυπηρετεί τις σχολές ΣΤΕΓ και ΣΕΥΠ ενώ το άλλο τις σχολές ΣΤΕΦ και ΣΔΟ. Παρατηρήστε τα αποτελέσματα του throughput των καλωδίων των νέων Servers και συγκρίνετε το με το throughput των αντιστοίχων του πρώτου σεναρίου. Τι παρατηρείτε; Είναι αναγκαία μια τέτοια αλλαγή (διαμερισμός των Servers) στο συγκεκριμένο δίκτυο; Εξηγήστε...

2. Οι συνδέσεις (καλώδια) που χρησιμοποιούνται είναι υπέρ-αρκετά για τη χρήση του δικτύου που υπάρχει. Για παράδειγμα σε ένα πραγματικό δίκτυο θα οδηγούσε σε «άσκοπο» κόστος με την προϋπόθεση ότι δεν θα εξελισσόταν μελλοντικά(μεγαλύτερη κίνηση στο δίκτυο). Αντικαταστήστε όποιες συνδέσεις χρειάζεται ώστε οι αντίστοιχες νέες να καλύπτουν τις ανάγκες του δικτύου και ταυτόχρονα να έχουμε το μεγαλύτερο δυνατό Utilization.

Άσκηση 4 : Δρομολόγηση

Ο όρος **δρομολόγηση** (*routing*) αναφέρεται στη διαδικασία με την οποία επιλέγεται η διαδρομή μέσα σε ένα δίκτυο πάνω από την οποία θα σταλούν δεδομένα. Η δρομολόγηση κατευθύνει και **προωθεί** το πέρασμα των λογικά διευθυνσιοδοτημένων πακέτων από την πηγή τους προς τον απόλυτο προορισμό τους μέσω ενδιάμεσων κόμβων (που λέγονται δρομολογητές). Η διαδικασία της δρομολόγησης κατευθύνει, προωθώντας τα δεδομένα, **με βάση τους πίνακες δρομολόγησης** που βρίσκονται στους δρομολογητές, οι οποίοι διατηρούν μια εγγραφή για την **καλύτερη διαδρομή** (σε συνάρτηση με το τι μας συμφέρει ή τι επιδιώκουμε π.χ. ταχύτητα, κόστος, αξιοπιστία κτλ) προς διάφορες κατευθύνσεις στο δίκτυο. Κατά συνέπεια η κατασκευή των πινάκων δρομολόγησης είναι πολύ σημαντική για αποτελεσματική δρομολόγηση.

4.1 Περιγραφή και στήσιμο της άσκησης

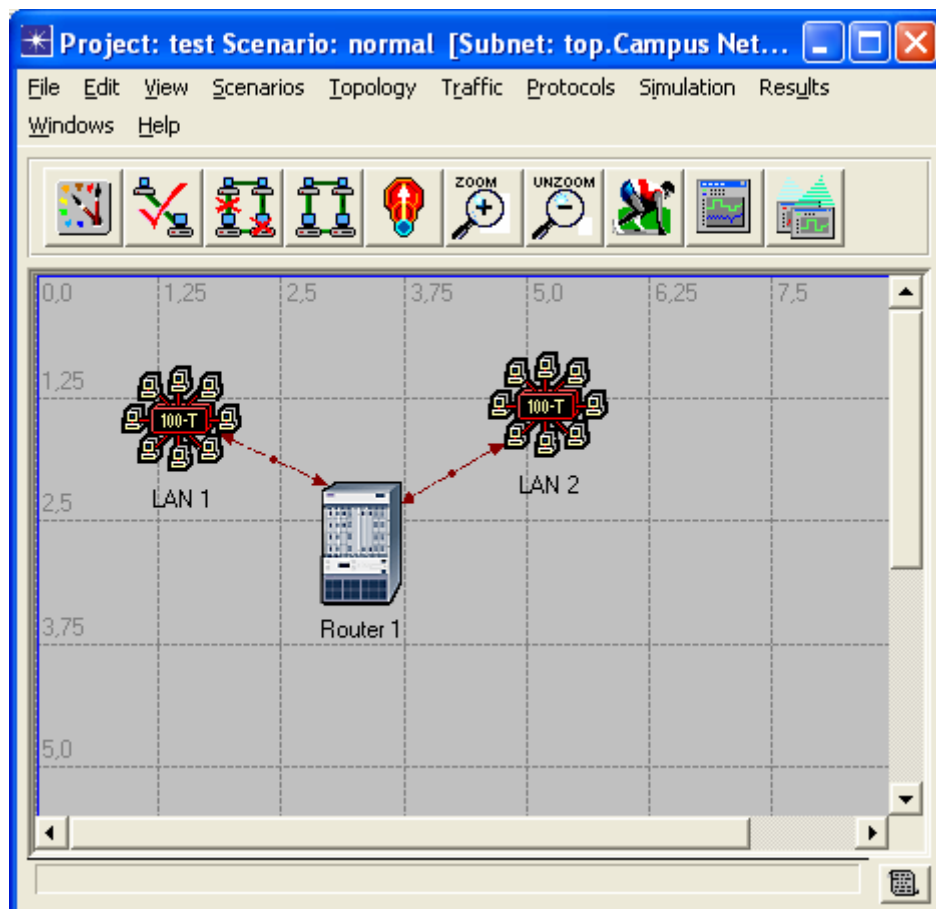
Η προηγούμενη άσκηση ασχολήθηκε με υποδίκτυα και γενικότερα την έννοια του subnet mask, λειτουργία ενός υποδικτύου κτλ. Πλέον προχωράμε ένα βήμα παρακάτω με το στήσιμο μιας νέας άσκησης με δρομολογητές σε 2 διαφορετικές συνθήκες. **Θα κατασκευάσουμε ένα δίκτυο το οποίο περιλαμβάνει 4 δρομολογητές (1 για κάθε νομό της Κρήτης) καθένας από αυτούς θα συνδέεται με 2 LAN και οι οποίοι θα συνδέονται επίσης μεταξύ τους.** Δημιουργούμε λοιπόν ένα νέο Project στο OPNET, με όνομα «**Routing_LAB04**» και Scenario «**Normal**». Θεωρητικά θα μπορούσαμε να επιλέξουμε το χάρτη της Ευρώπης από τους έτοιμους χάρτες του OPNET και να κάνουμε zoom in στη Κρήτη αλλά λόγω της ιδιομορφίας της άσκησης, το Workspace θα έβγαινε αρκετά «στριμωγμένο». Οπότε απλά διαλέγουμε «Campus» (χώρος πανεπιστημίου) στο «**Network Scale**» (μετά το *File -> New*). Αυτό βέβαια είναι τυπικό καθώς δεν επηρεάζει σε τίποτα τη ροή των αποτελεσμάτων παρά μόνο τις ονομασίες στην εμφάνιση των αποτελεσμάτων.

Αυτά που χρειάζονται από το Object Palette αναφέρονται στο παρακάτω πίνακα. :

Πίνακας 2 - Τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιήσουμε

<i>Number</i>	<i>Όνομα μενού παλέτας</i>	<i>Όνομα στοιχείου</i>
<i>1</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>ethernet4_slip8_gtwy</i>
<i>2</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>100BaseT_LAN</i>
<i>3</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>100BaseT</i>
<i>4</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>PPP_DS3</i>

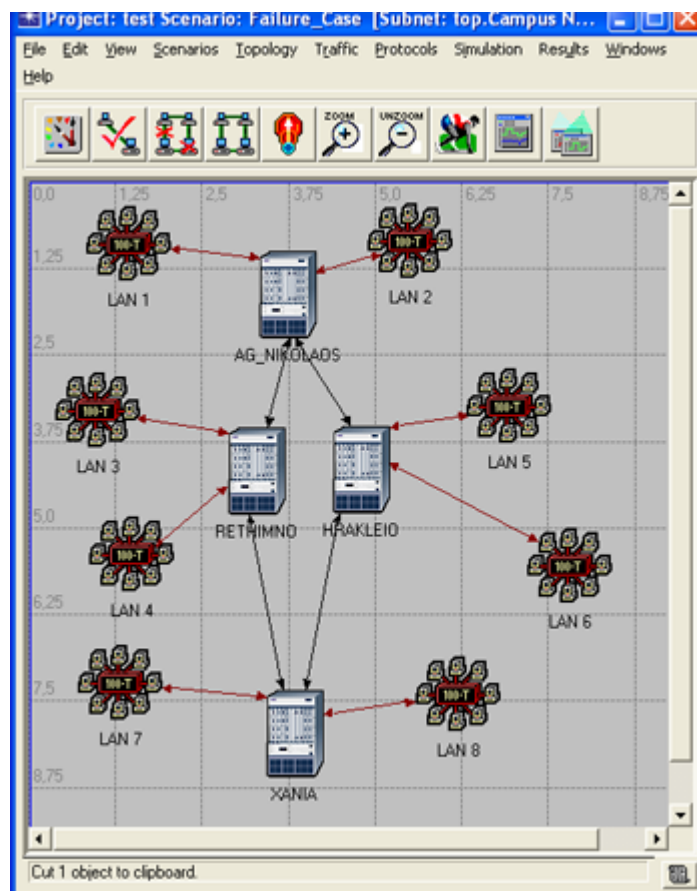
Αρχικά μεταφέρουμε στο Workspace του OPNET ένα «ethernet4_slip8_gtwy» και δύο «100BaseT_LAN» συνδέοντας τα με καλώδιο «100BaseT». Το σχήμα που έχουμε είναι το ακόλουθο :



Εικόνα 52 - Το Workspace με τα προαναφερθέντα αντικείμενα τοποθετημένα

Μετονομάζουμε το Router ως «AG_NIKOLAOS» και τα LAN ως «LAN 1» και «LAN 2» αντίστοιχα. Στα «Edit Attributes» του Router κάνουμε expand το μενού του «IP Routing Parameters» και επιλέγουμε στη καρτέλα «Routing Table Export» το «Once at End of Simulation», ρύθμιση η οποία ζητάει από το Router να εξαγάγει στο Simulation Log του OPNET, το πίνακα δρομολόγησης του αμέσως μετά την προσομοίωση.

Για να κερδίσουμε χρόνο από τις επαναλαμβανόμενες μετακινήσεις των ίδιων στοιχείων επιλέγουμε όλα τα στοιχεία και τα αντιγράφουμε 3 φορές στο Workspace (Ctrl + C όταν είναι όλα επιλεγμένα για αντιγραφή και Ctrl + V για επικόλληση). Στη συνέχεια συνδέουμε τα Routers μεταξύ τους με το καλώδιο PPP_DS3 (προσοχή! Επιλέγουμε διαφορετικό καλώδιο από αυτό που συνδέσαμε το κάθε Router με το αντίστοιχο LAN) μετονομάζοντας τα σαν ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΧΑΝΙΑ, ΡΕΘΙΜΝΟ με τη φορά του ρολογιού (δεξιόστροφα) σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα. Σημειώνουμε εδώ ότι η ρύθμιση («Once at End of Simulation») που είχαμε κάνει προηγουμένως στο πρώτο Router, αντιγράφηκε και διατηρήθηκε σε όλα τα «νέα» Routers, έτσι όπως θέλουμε άλλωστε.



Εικόνα 53 - Τα Routers συνδεμένα με τα LANS και μεταξύ τους

4.2 Επιλογή Στατιστικών

Αν και δεν θα κάνουμε ακόμα τη προσομοίωση καθώς η άσκηση δεν έχει τελειώσει, θα επιλέξουμε από αυτό το σημείο τα στατιστικά που χρειαζόμαστε. Από το μενού Results -> «Choose Individual Statistics» επιλέγουμε :

- 1) *Global Statistics -> RIP -> Traffic Sent (bits/sec).*
- 2) *Global Statistics -> RIP -> Traffic Received (bits/sec).*
- 3) *Nodes Statistics -> Route Table -> Total Number of Updates.*

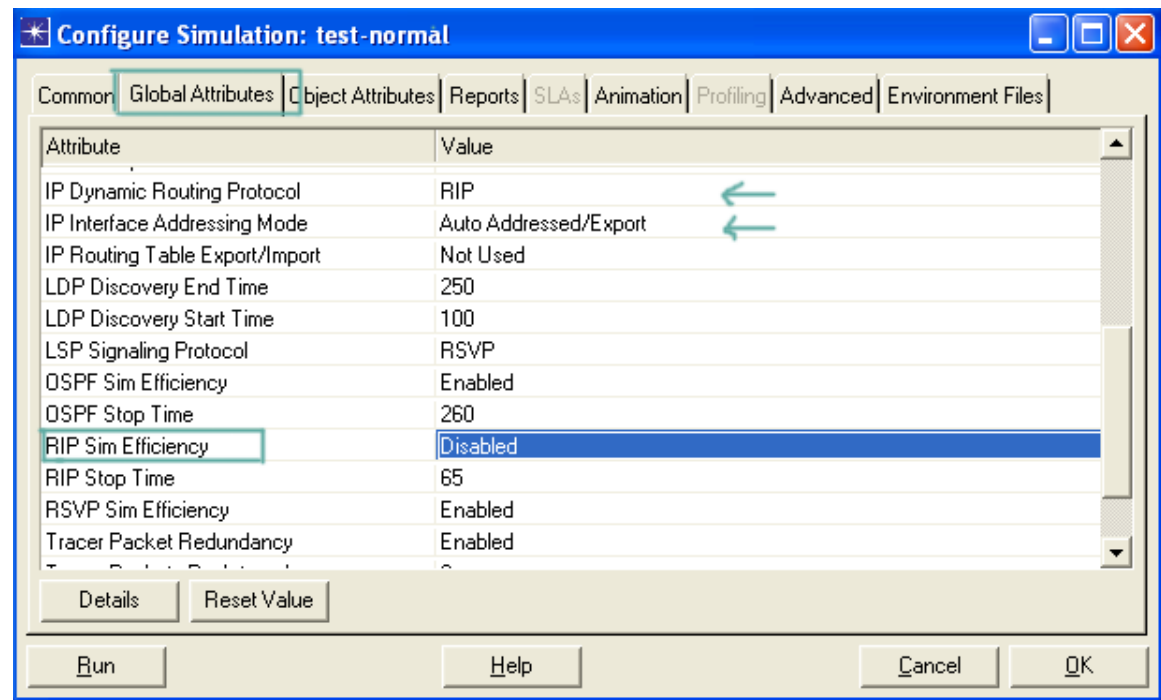
4.3 Ρύθμιση Προσομοίωσης

Ρυθμίζουμε τη προσομοίωση να τρέξει 10 λεπτά αλλά αυτή τη φορά θα ακολουθήσουμε και μια καινούρια διαδικασία. Ενώ είμαστε στο παράθυρο του Simulation πάμε στη καρτέλα «Global Attributes» και κάνουμε τις παρακάτω ρυθμίσεις :

1) *Επιλέγουμε στο IP Dynamic Routing Protocol το «RIP». Αυτό ρυθμίζει το πρωτόκολλο RIP ως επιλογή για όλα τα routers του δικτύου. Το Routing Information Protocol όπως είναι η πλήρης ονομασία του είναι ένα δυναμικό routing πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται συνήθως σε τοπικά δίκτυα. Στη περίπτωση μας εκτός των άλλων θα χρησιμεύσει στη διαμόρφωση των στατιστικών.*

2) *Επιλέγουμε το IP Interface Addressing Mode ως Auto Addressed/Export.*

3) *Επιλέγουμε το RIP Sim Efficiency ως Disabled. Στη περίπτωση που το RIP SIM είναι ενεργοποιημένο, το RIP θα σταματήσει όταν τελειώσει και ο καθορισμένος χρόνος του. Αντίθετα εμείς θέλουμε το RIP να συνεχίσει να ενημερώνει τον πίνακα δρομολόγησης σε περίπτωση αλλαγής του δικτύου, όπως θα συμβεί στο δεύτερο σενάριο της άσκησης.*

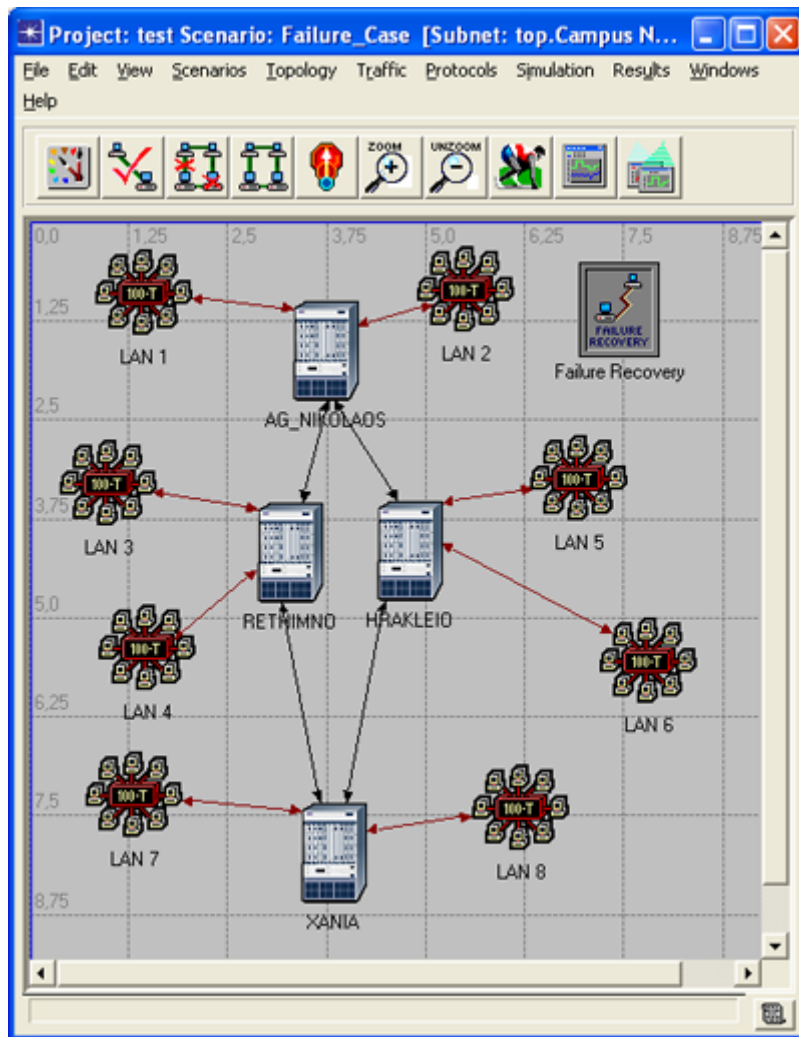


Εικόνα 54 - Οι τρεις ρυθμίσεις στα Global Attributes του Simulation

4.4 Δημιουργία δεύτερου σεναρίου

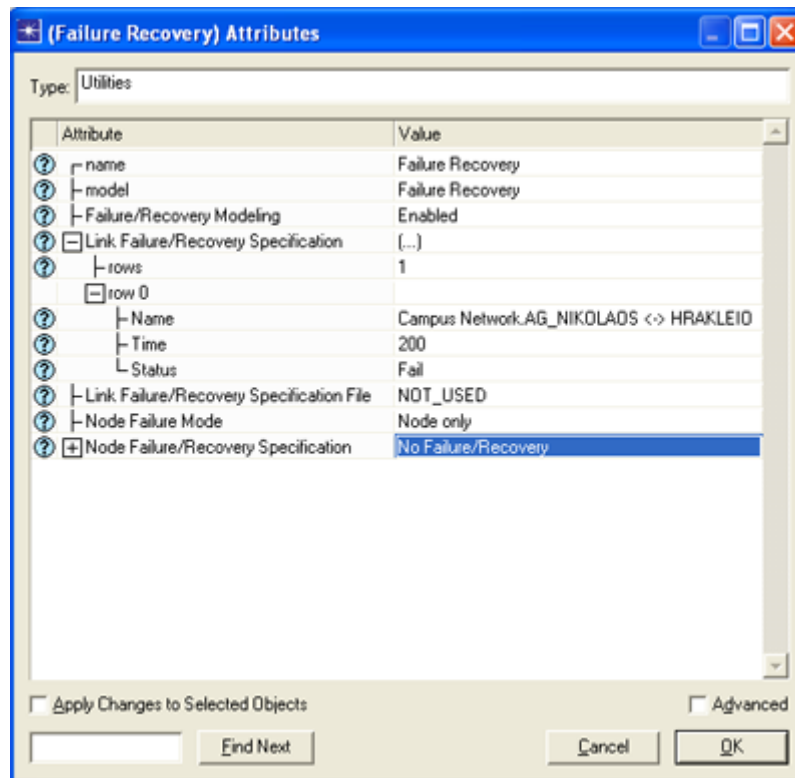
Στο δίκτυο που έχουμε δημιουργήσει οι τέσσερις Routers θα δημιουργήσουν τους πίνακες δρομολόγησης και δεν θα χρειαστεί να τους αναθεωρήσουν καθώς δεν έχουμε ρυθμίσει κάποια επιπλοκή ώστε να παρατηρήσουμε τις αλλαγές που θα γίνοντουσαν. Αυτό ακριβώς πρόκειται να κάνουμε λοιπόν στο δεύτερο σενάριο της άσκησης αυτής. Χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα του «**Duplicate Scenario**» του OPNET μέσα από το menu «Scenarios», δημιουργούμε ακριβώς το ίδιο σενάριο και το ονομάζουμε «**Failure_Case**».

Η τροποποίηση που θα γίνει σ' αυτό το σενάριο βασίζεται στο στοιχείο «**Failure Recovery**» το οποίο μεταφέρουμε στο **Workspace** από τη παλέτα των «**Utilities**».



Εικόνα 55 - Προσθέτουμε στο Workspace το «Failure Recovery» (πάνω δεξιά)

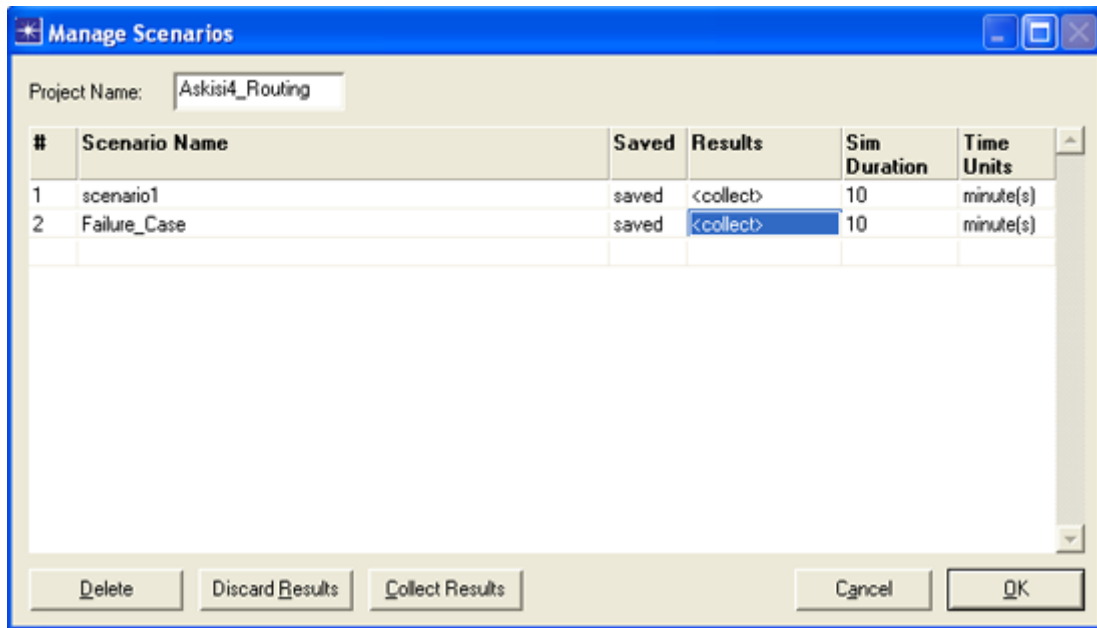
Τώρα πλέον πρέπει να ρυθμίσουμε το Failure Recovery ώστε να «δημιουργήσει» τη «βλάβη» που θέλουμε. Αυτό επιτυγχάνεται από τα Attributes του, και συγκεκριμένα το μενού του «Link Failure/Recovery Specification». Εκεί θα επιλέξουμε 1 row, και στο «row 0» την επιλογή «Campus Network AG_NIKOLAOS <-> HRAKLEIO». Το πεδίο «Time» ρυθμίζεται στα 200 seconds και το πεδίο «Status» στο «Fail». Αυτό σημαίνει ότι μόλις ρυθμίσαμε η σύνδεση μεταξύ Αγ. Νικολάου και Ηρακλείου να αποτυγχάνει/«πέφτει» μετά από 200 seconds !



Εικόνα 56 - Οι ρυθμίσεις στην αποτυχία σύνδεσης μεταξύ Αγ. Νικολάου και Ηρακλείου

4.5 Simulation

Σκοπός μας πλέον είναι να δούμε τις «τροποποιήσεις»(Update Statistics) του Router του Ηρακλείου που έγιναν από το πρώτο στο δεύτερο σενάριο. Γι'αυτό και χρειαζόμαστε η προσομοίωση να μας δώσει άμεσα συγκρίσιμα στατιστικά για τα 2 σενάρια που έχουμε δημιουργήσει. Αφού έχουμε κάνει Save και τα 2 σενάρια, το πρώτο βήμα επιτυγχάνεται από το menu «Scenarios» και την επιλογή «Manage Scenarios». Ο πίνακας που έχουμε περιέχει τα 2 scenarios της άσκησης. Το «normal» και το «Failure_Case». Στο πεδίο «Results» επιλέγουμε «Collect» και στο «SIM Duration» 10 minutes. Εάν κάτι πάει λάθος σ'αυτή τη διαδικασία ή γενικότερα χρειαστεί να επαναληφθεί είναι πιθανό κάποιο result να είναι ήδη «Collected». Σ' αυτή τη περίπτωση απλά επιλέγουμε «re-collect». Αφού γίνουν οι παραπάνω ρυθμίσεις πατάμε «OK» ώστε να τρέξουν και τα 2 simulations των σεναρίων!



Εικόνα 57 - Το παράθυρο του «Manage Scenarios» με τις κατάλληλες ρυθμίσεις

4.6 Παρατήρηση Αποτελεσμάτων

Επιλέγουμε «Compare Results» από το μενού των «Results». Ακολουθούμε τη διαδρομή *Object Statistic / Campus Network / AG_NIKOLAOS / Route Table / Total Number of Updates*. Επιλέγουμε επίσης «Stacked Statistics». Πατώντας στο Show, και δεξί κλικ / «Draw Style» / Bar στο επόμενο παράθυρο με τους πίνακες μπορούμε να παρατηρήσουμε τα αποτελέσματα των 2 σεναρίων γραφικά.

4.7 Ερωτήσεις

1. Τι παρατηρείτε συγκρίνοντας γραφικά τα 2 σενάκια ως προς τις αλλαγές των πινάκων δρομολόγησης (Number of Updates) ;
2. Ο Router του Αγ. Νικολάου έχει ρυθμιστεί στο δεύτερο σενάριο, ώστε στα 200 seconds να «διακόπτει» την αποστολή πακέτων(«σύνδεση») με το Router του Ηρακλείου. Φαίνεται αυτό στο γράφημα; Εξηγήστε...
3. Ακολουθώντας το παράρτημα του «Generic Data File» & Simulation Log», εξηγήστε συνοπτικά πως λειτουργεί ένας Router, σχολιάζοντας παράλληλα τους πίνακες δρομολόγησης και IP διευθύνσεις που δίνει το OPNET για τους δρομολογητές.

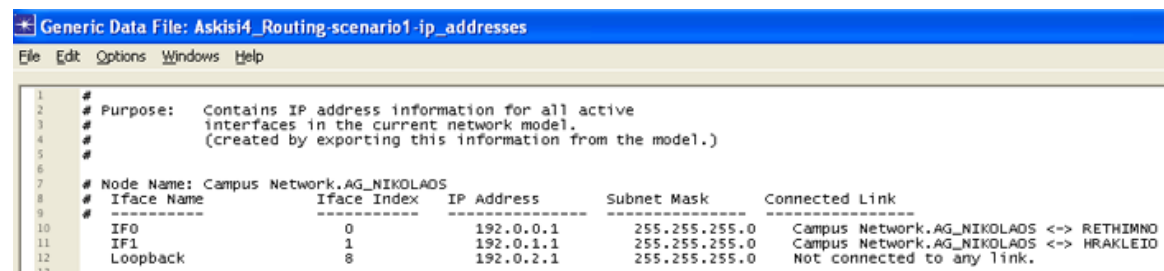
4.8 Παράρτημα: Generic Data File & Simulation Log

a) Generic Data File

Επιλέγοντας *File -> Model Files -> Refresh Model Files*, το OPNET ανανεώνει όλα τα model files που είναι αποθηκευμένα στη περιοχή αποθήκευσης. Ένα από αυτά είναι και αυτή η άσκηση διαθέτοντας 2 σενάρια.

Πάμε ξανά *File -> Open -> Generic Data File -> Routing_LAB04 normal-ip addresses*.

Έτσι θα εμφανιστεί ένα .gdf αρχείο το οποίο μεταξύ άλλων εμφανίζει τις IP διευθύνσεις του πρώτου δρομολογητή της άσκησης(Αγ. Νικολάου) και το Subnet Mask που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα στη παρακάτω εικόνα παρατηρούμε η IP Address 192.0.0.1 αντιστοιχεί στη σύνδεση του δρομολογητή του Αγ. Νικολάου με το Ρέθυμνο.



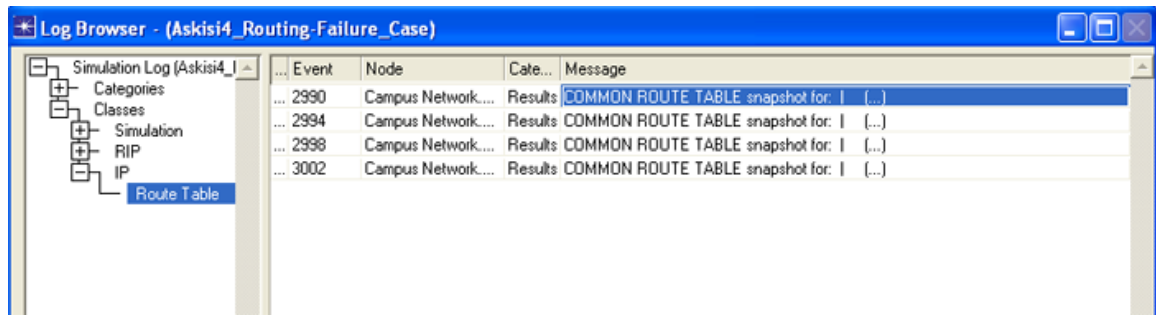
```

Generic Data File: Askisi4_Routing_scenario1_ip_addresses
File Edit Options Windows Help
1 #
2 # Purpose: Contains IP address information for all active
3 # interfaces in the current network model.
4 # (created by exporting this information from the model.)
5 #
6 #
7 # Node Name: Campus Network.AG_NIKOLAOS
8 # Iface Name Iface Index IP Address Subnet Mask Connected Link
9 # -----
10 IF0 0 192.0.0.1 255.255.255.0 Campus Network.AG_NIKOLAOS <-> RETHIMNO
11 IF1 1 192.0.1.1 255.255.255.0 Campus Network.AG_NIKOLAOS <-> HRACLEIO
12 Loopback 8 192.0.2.1 255.255.255.0 Not connected to any link.
13 #
  
```

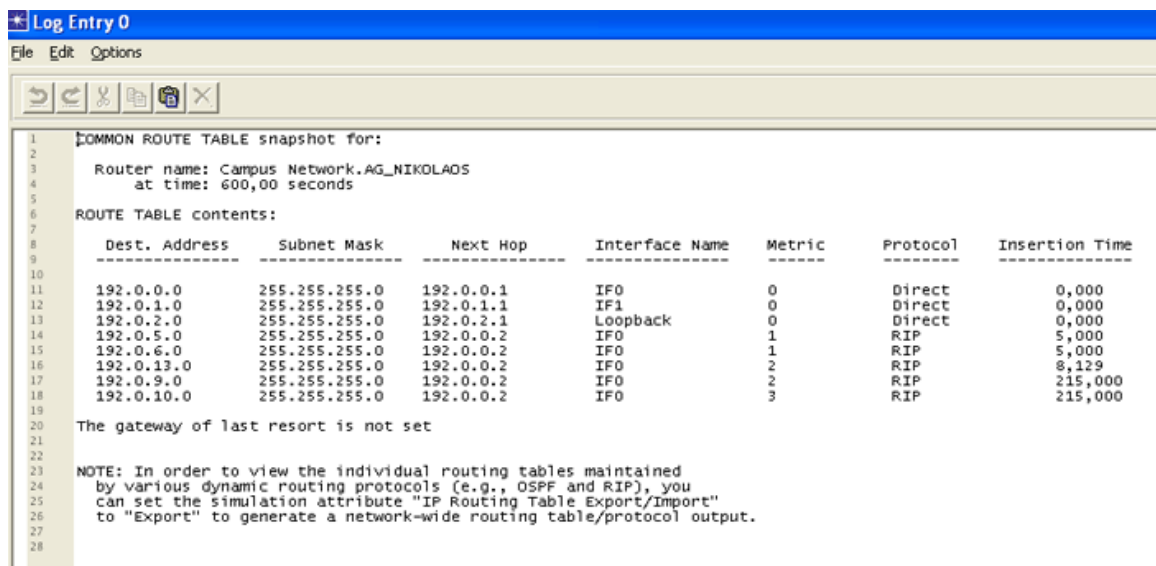
Εικόνα 58 - Το παράθυρο του «Generic Data File»

b) Simulation Log

Το Simulation Log μπορούμε να το ανοίξουμε από το μενού των «Results». («Open Simulation Log»). Ακολουθώντας τη διαδρομή *Simulation Log / Classes / IP / Route Table* και κλικάροντας στο δεξιό παράθυρο πάνω στο «Common Route Table» έχουμε πρόσβαση στους πίνακες δρομολόγησης του πρώτου δρομολογητή της άσκησης. Αναλόγως το σενάριο που βρισκόμαστε, παίρνουμε και τον αντίστοιχο πίνακα δρομολόγησης για το δρομολογητή του Αγ. Νικολάου.



Εικόνα 59 - Το παράθυρο του «Simulation Log»



Εικόνα 60 - Αφού έχουμε κάνει «κλικ» στο «Common Route Table»

Άσκηση 5 : TCP Protocol

Το TCP (*Transmission Control Protocol - Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς*) είναι ένα από τα κυριότερα πρωτόκολλα της «Σουίτας πρωτόκολλων δικτύου» . Βρίσκεται πάνω από το IP Protocol(*πρωτόκολλο IP*). Οι κύριοι στόχοι του πρωτοκόλλου TCP είναι να επιβεβαιώνεται η αξιόπιστη αποστολή και λήψη δεδομένων, επίσης να μεταφέρονται τα δεδομένα χωρίς λάθη μεταξύ του στρώματος δικτύου (*network layer*) και του στρώματος εφαρμογής (*application layer*) και, φτάνοντας στο πρόγραμμα του στρώματος εφαρμογής, να έχουν σωστή σειρά. Οι περισσότερες σύγχρονες υπηρεσίες στο Διαδίκτυο βασίζονται στο TCP. Για παράδειγμα το SMTP (port 25), το παλαιότερο (και μη-ασφαλές) Telnet (port 23), το FTP και πιο σημαντικό το HTTP (port 80), γνωστό ως υπηρεσίες World Wide Web (WWW - Παγκόσμιος Ιστός). Το TCP χρησιμοποιείται σχεδόν παντού, για αμφίδρομη επικοινωνία μέσω δικτύου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το TCP παρέχει end-to-end αξιοπιστία, δηλαδή περιλαμβάνει μηχανισμούς για την ανίχνευση λάθους και τη διόρθωση λάθους μεταξύ της πηγής και του προορισμού. Ο αλγόριθμος ελέγχου συμφόρησης του TCP διατηρεί μια μεταβλητή κατάστασης για κάθε σύνδεση, την **congestion window (παράθυρο συμφόρησης)**, η οποία χρησιμοποιείται για τον περιορισμό του αριθμού των πακέτων που επιτρέπεται να μεταδοθούν σε μία δεδομένη στιγμή. Το TCP χρησιμοποιεί τον μηχανισμό **additive increase/multiplicative decrease**. Ο μηχανισμός αυτός μειώνει το παράθυρο συμφόρησης όταν το επίπεδο συμφόρησης ανεβαίνει και αυξάνει το παράθυρο συμφόρησης όταν η συμφόρηση μειώνεται. Το TCP ερμηνεύει τις διακοπές μετάδοσης ως σημάδι αυξημένης συμφόρησης. Κάθε φορά που εμφανίζεται μια διακοπή, η πηγή θέτει το παράθυρο συμφόρησης στο μισό από την προηγούμενη τιμή του. Αυτή η διχοτόμηση αντιστοιχεί στο **multiplicative decrease** μέρος του μηχανισμού. Το παράθυρο συμφόρησης δεν επιτρέπεται να μειωθεί περισσότερο από το μέγεθος ενός πακέτου. Κάθε φορά που η πηγή στέλνει επιτυχώς τόσα πακέτα όσα αντιστοιχούν στο παράθυρο συμφόρησης, το μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης αυξάνει κατά ένα πακέτο. Αυτό είναι το **additive increase** μέρος του μηχανισμού.

5.1 Στήσιμο της άσκησης

Σε αυτή την άσκηση θα μελετήσουμε τη λειτουργία του αλγορίθμου ελέγχου συμφόρησης που εφαρμόζεται από το TCP. Θα δούμε την επίδραση του αλγορίθμου αυτού μέσω της ανάλυσης των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.

Για την δημιουργία ενός Project ακολουθούμε την συνήθη διαδικασία με τη διαφορά ότι αυτή τη φορά διαλέγουμε το χάρτη της Ευρώπης. Αναλυτικά :

1. *File -> New -> Project:*
2. *Ονομασία project : Askisi5_TCP*
3. *Ονομασία σεναρίου : NO_DROP*
4. *Στο Initial Topology : Create Empty Scenario*
5. *Στο Choose Network Scale : Choose From Maps. Επιλέγουμε Europe από τη λίστα χαρτών.*
6. *Στο Technologies προχωράμε χωρίς επιλογή.*

Πλέον το workspace έχει σαν φόντο τον ευρωπαϊκό χάρτη. Με το εργαλείο του zoom-in, μεγεθύνουμε ως προς την Ελλάδα.

Από τη παλέτα του OPNET αρχικά χρειαζόμαστε ένα «Application Configuration», ένα «Profile Configuration», ένα «ip32_cloud» και δύο «subnets».

Πίνακας 3 - Τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιήσουμε

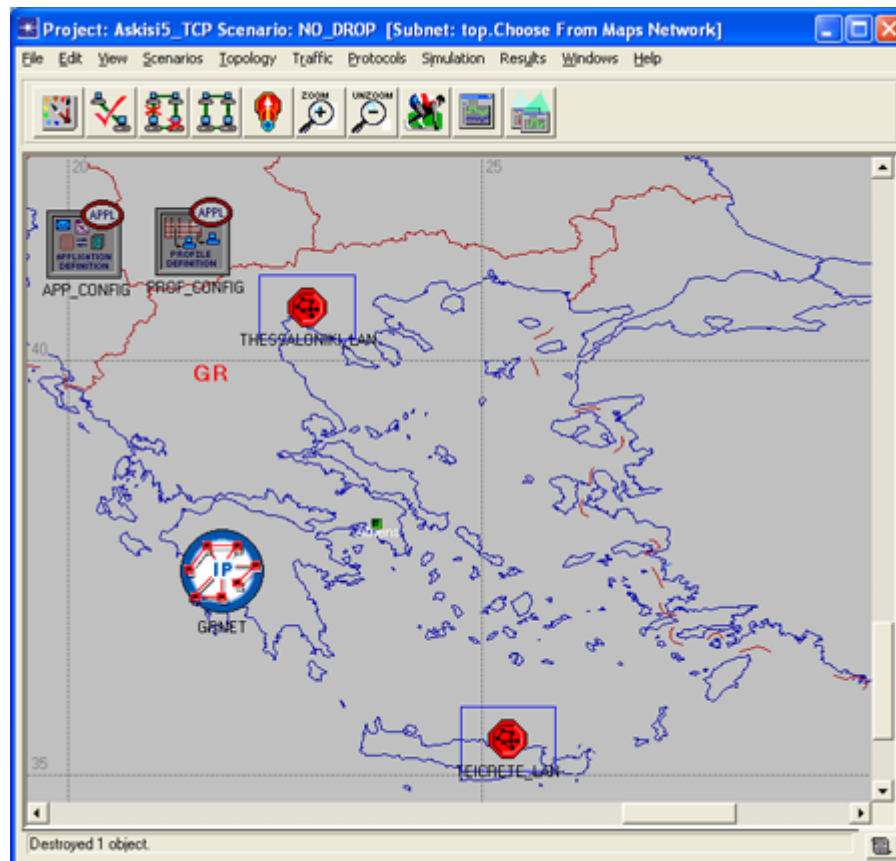
<i>Number</i>	<i>Όνομα μενού παλέτας</i>	<i>Όνομα στοιχείου</i>
<i>1</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>Application Config.</i>
<i>2</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>Profile Config.</i>
<i>3</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>ip32_cloud</i>
<i>4</i>	<i>Internet_Toolbox</i>	<i>Subnet</i>

Υπενθυμίζουμε ότι όταν θελήσουμε να πάμε πίσω στο αρχικό Workspace και αφού είμαστε ήδη σε κάποιο από τα Subnets κάνουμε δεξί κλικ επιλέγοντας «Go to Parent Subnet» ή πατάμε στο 5^ο κατά σειρά κουμπί του βασικού μενού του

OPNET 

Τοποθετούμε τα στοιχεία όπως υποδεικνύεται από το παρακάτω σχήμα και τα μετονομάζουμε ως εξής :

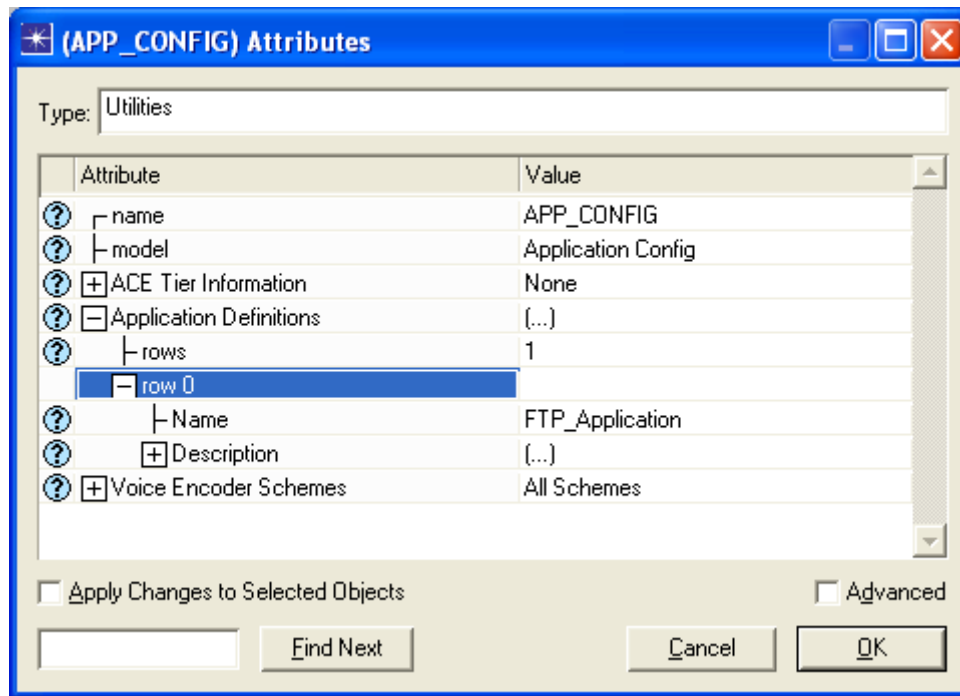
- 1) *APP_CONFIG*
- 2) *PROF_CONFIG*
- 3) *THESSALONIKI_LAN*
- 4) *GRNET*
- 5) *TEICRETE_LAN*



Εικόνα 61 - Το Workspace με τα προαναφερθέντα αντικείμενα, τοποθετημένα

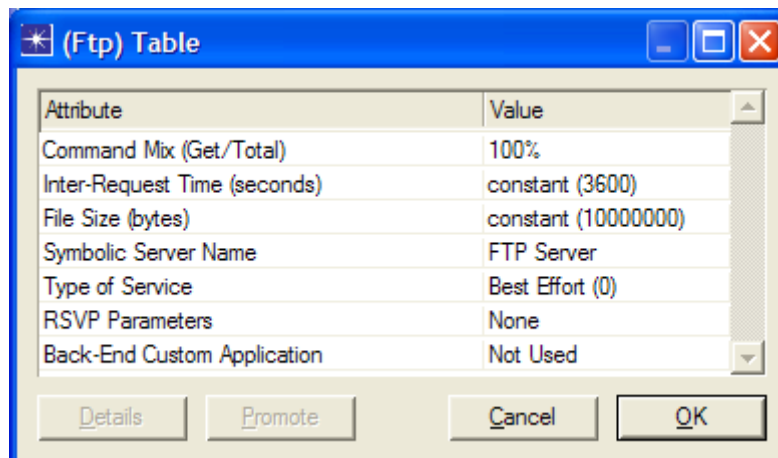
5.1.1 Ρύθμιση παραμέτρων του Application Configuration

1. Κάνουμε δεξί κλικ στο **APP_CONFIG** -> «**Edit Attributes**»
2. Επεκτείνουμε το «**Application Definitions**» θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1
3. Ονομάζουμε την σειρά «**FTP_Application**».



Εικόνα 62 - Δημιουργώντας το FTP_Application στα «Application Definitions»

Εν συνεχεία επεκτείνοντας το «Description», επιλέγουμε «Edit» στο πεδίο του «FTP», ρυθμίζουμε το νέο παράθυρο σύμφωνα με την εικόνα :

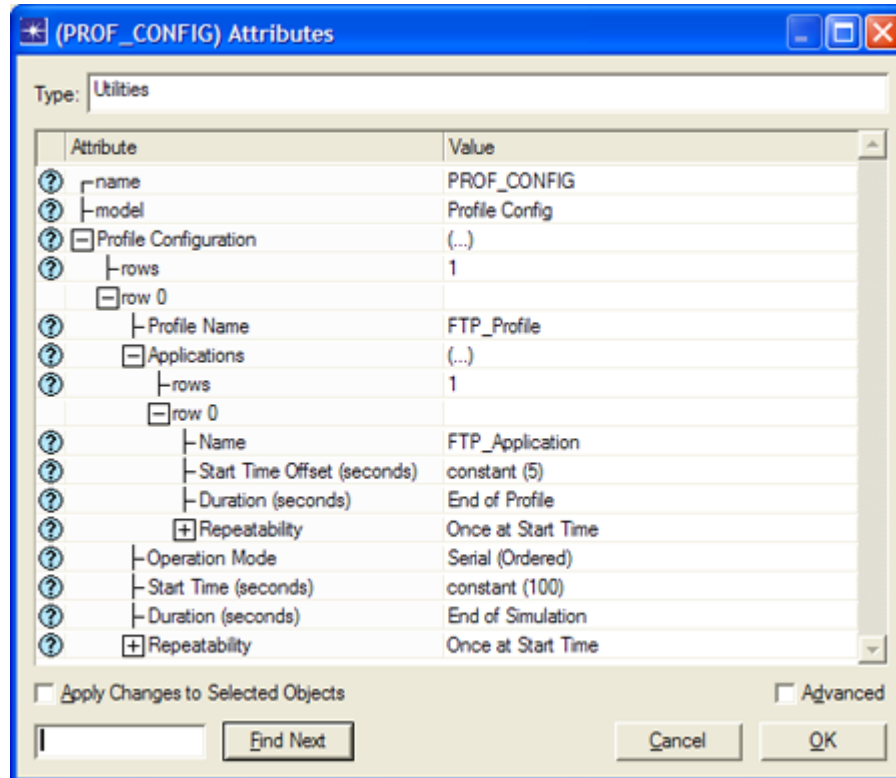


Εικόνα 63 - Οι νέες τιμές του πεδίου (Ftp) Table στο «Inter-Request Time» & «File Size»

5.1.2 Ρύθμιση παραμέτρων του Profile Configuration

1. Δεξί κλικ στο PROF_CONFIG -> «Edit Attributes»
2. Επεκτείνουμε το «Profile Configuration» θέτοντας το «rows» ίσο με 1
3. Ονομάζουμε τη σειρά «FTP_Profile».
4. Επεκτείνουμε το «Applications» θέτοντας το «rows» ίσο με 1.
5. Επιλέγουμε τη σειρά «FTP_Application».

6. Ρυθμίζουμε το «**Start Time Offset**» ως «Constant (5)»
7. Το «**Duration**» πρέπει να είναι «**End of Profile**».

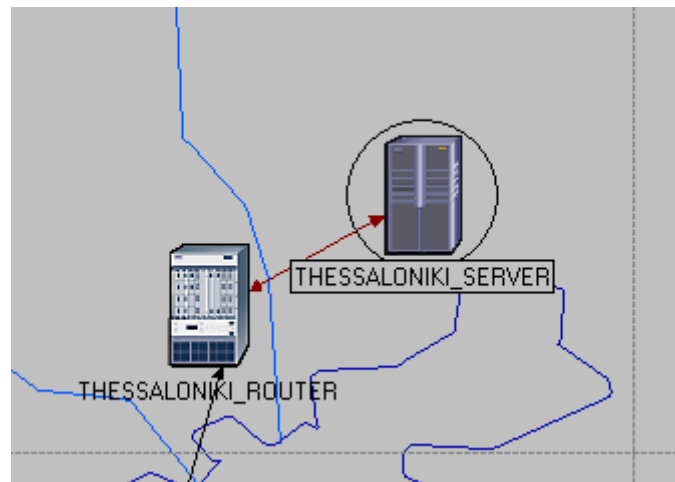


Εικόνα 64 - Οι ρυθμίσεις του «Profile Configuration».

5.1.3 Ρύθμιση παραμέτρων των Subnets

Subnet Θεσσαλονίκης

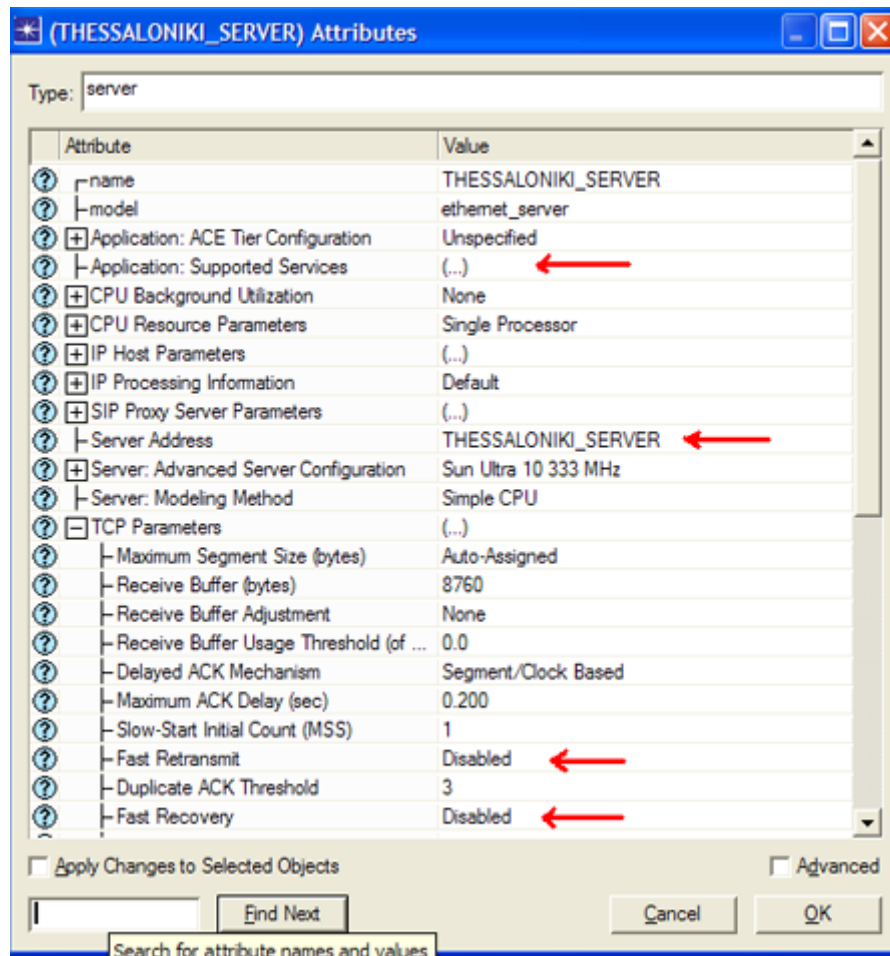
Στο Subnet της Θεσσαλονίκης θα προστεθεί ένας «**Ethernet_Server**» και ένα «**ethernet4_slip8_gtwy**». Και τα δύο αυτά στοιχεία ανήκουν στη παλέτα «Internet_Toolbox» ενώ για τη σύνδεση τους θα χρησιμοποιήσουμε το καλώδιο «**100baseT**» το οποίο ανήκει επίσης στην ίδια παλέτα. Μετονομάζουμε τον Server ως «**THESSALONIKI_SERVER**» και τον Router ως «**THESSALONIKI_ROUTER**».



Εικόνα 65 - Subnet Θεσσαλονίκης (αγνοήστε το μαύρο καλώδιο θα προστεθεί αργότερα)

Στον Server κάνουμε τις παρακάτω ρυθμίσεις μέσω του «**Edit Attributes**» :

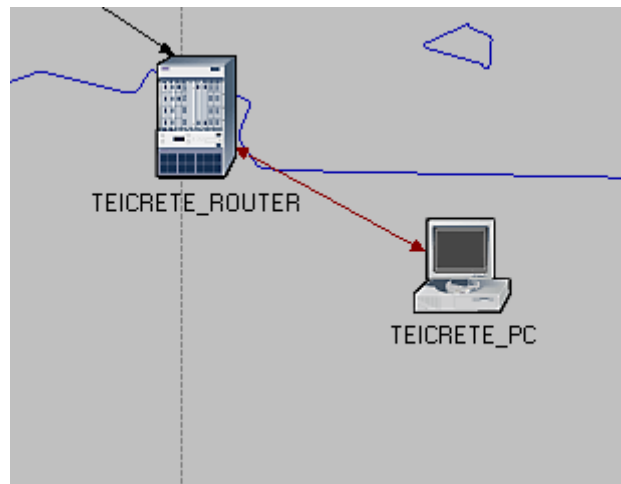
1. «Edit» στο «**Application: Supported Services**».
2. Ρύθμιση του «**rows**» με τιμή 1 και επιλογή του **FTP_Application** ως «**Supported**»
3. Δίνουμε στο «**Server Address**» το όνομα «**THESSALONIKI_SERVER**».
4. Επεκτείνουμε το «**TCP Parameters**».
5. Επιλέγουμε το «**Fast Retransmit**» και το «**Fast Recovery**» ως «**Disabled**».



Εικόνα 66 - Οι ρυθμίσεις του Server της Θεσσαλονίκης.

Subnet Κρήτης

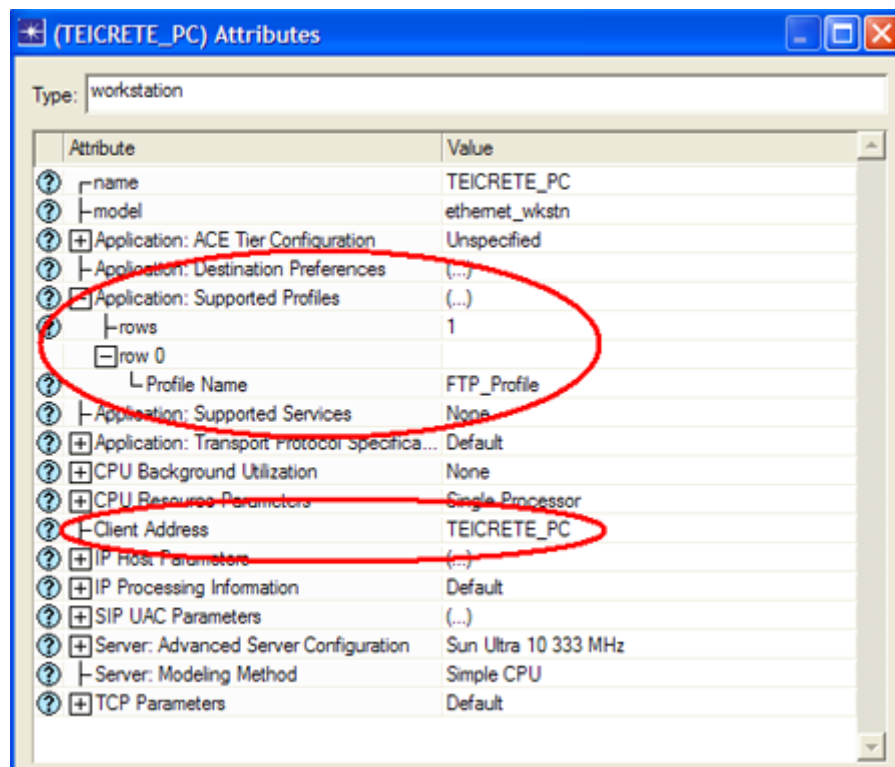
Στο Subnet του «TEICRETE_LAN» θα προστεθεί ένας «Ethernet_wkstn» και ένα «ethernet4_slip8_gtwy». Και τα δύο αυτά στοιχεία ανήκουν στη παλέτα «Internet_Toolbox» ενώ για τη σύνδεση τους θα χρησιμοποιήσουμε το καλώδιο «100baseT» και σ'αυτή τη περίπτωση. Μετονομάζουμε το Workstation ως «TEICRETE_PC» και τον Router ως «TEICRETE_ROUTER».



Εικόνα 67 - Subnet Κρήτης (αγνοήστε το μαύρο καλώδιο θα προστεθεί αργότερα)

Στο **Workstation** ακολουθούμε τα παρακάτω :

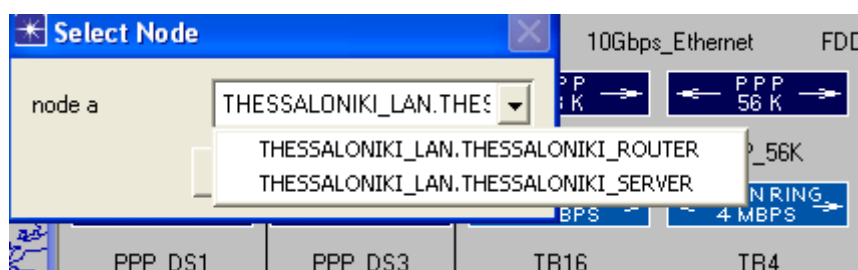
1. Δεξί κλικ στο **TEICRETE_PC** -> «**Edit Attributes**»
2. Επεκτείνουμε το «**Application :Supported Profiles** » θέτοντας το «**rows**» ίσο με 1
3. Στο πεδίο «**Profile Name**» επιλέγουμε το «**FTP_Profile**».
4. Ονομάζουμε το «**Client Address**» ως «**TEICRETE_PC**».
5. Κάνουμε «edit» στο «**Application: Destination Preferences**».
6. Θέτουμε το «**rows**» στη τιμή 1.
7. Επιλέγουμε «**FTP_Server**» στο «**Symbolic Name**».
8. Κάνουμε κλικ στη δεξιά καρτέλα του «**Actual Name**».
9. Θέτουμε το «**rows**» στη τιμή 1
10. Επιλέγουμε «**THESSALONIKI_SERVER**» στο πεδίο «**Name**».



Εικόνα 68 - Οι βασικές ρυθμίσεις του «TEICRETE_PC»

Σύνδεση των 2 subnets

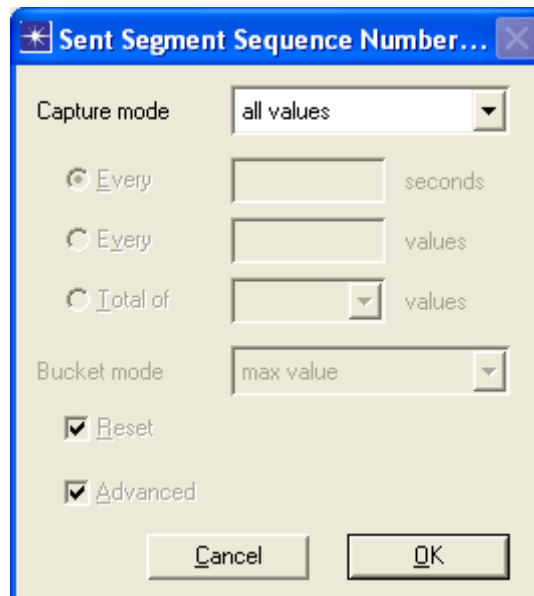
Γυρνάμε στο αρχικό Workspace. Αυτό που μένει είναι να συνδέσουμε τα Subnets της Κρήτης και της Θεσσαλονίκης με το IP-Cloud («GRNET»). Επιλέγουμε από τη παλέτα του «Internet_Toolbox» το καλώδιο «PPP_DS3», με το οποίο έχουμε συνδέσει υποδίκτυα και σε προηγούμενες ασκήσεις. Το data rate του συγκεκριμένου καλωδίου είναι 44,736 Mbps, δηλαδή είναι ικανό να καλύψει τις ανάγκες του δικτύου μας για τη μεταφορά δεδομένων. Όταν γίνει η σύνδεση ενός Subnet με το IP-Cloud, θα ζητηθεί επιβεβαίωση μέσω ενός Pop-up του OPNET. Πατώντας στο βελάκι επιλέγουμε τη σύνδεση του «Router» και όχι φυσικά του «Server».



Εικόνα 69 - Στο pop-up επιλέγουμε τον Router του εκάστοτε Subnet

5.2 Επιλογή Στατιστικών

1. Μπαίνουμε στο **Subnet της Θεσσαλονίκης**.
2. Δεξί κλικ στο «**THESSALONIKI_SERVER**» και «**Choose Individual Statistics**»
3. Επεκτείνουμε το «**TCP Connection**»
4. Επιλέγουμε «**Congestion Window Size**» και «**Send Segment Sequence Number**»
5. Δεξί κλικ στο «**Congestion Window Size**» και «**Change Collection Mode**»
6. Στο «**Dialog Box**» τσεκάρουμε το «**Advanced**».
7. Στο «**Capture Mode**» επιλέγουμε «**All values**» και πατάμε OK.
8. Δεξί κλικ στο «**Send Segment Sequence Number**» και «**Change Collection Mode**»
9. Επιλέγουμε ξανά «**Advanced**» & «**All Values**» και εδώ.



Εικόνα 70 - Οι ρυθμίσεις του «Change Collection Mode»

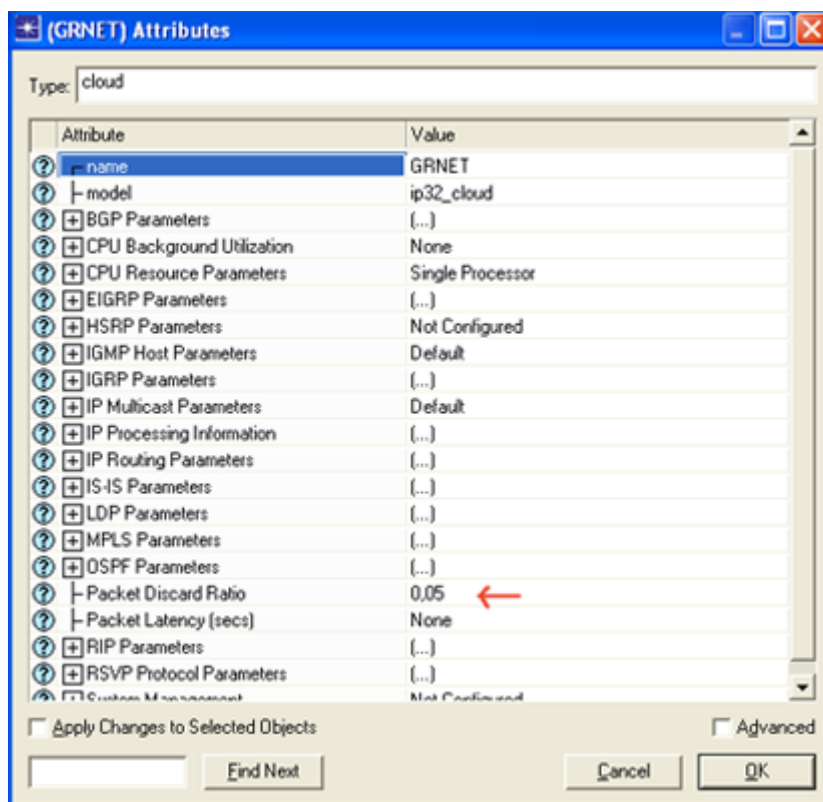
Πριν προχωρήσουμε στο επόμενο σενάριο κάνουμε κλικ στο «**Configure/Run Simulation**» και επιλέγουμε 10 λεπτά προσομοίωσης. Δεν τρέχουμε το πρόγραμμα, απλά πατάμε OK για την αποθήκευση των ρυθμίσεων.

5.3 Δημιουργία νέων σεναρίων

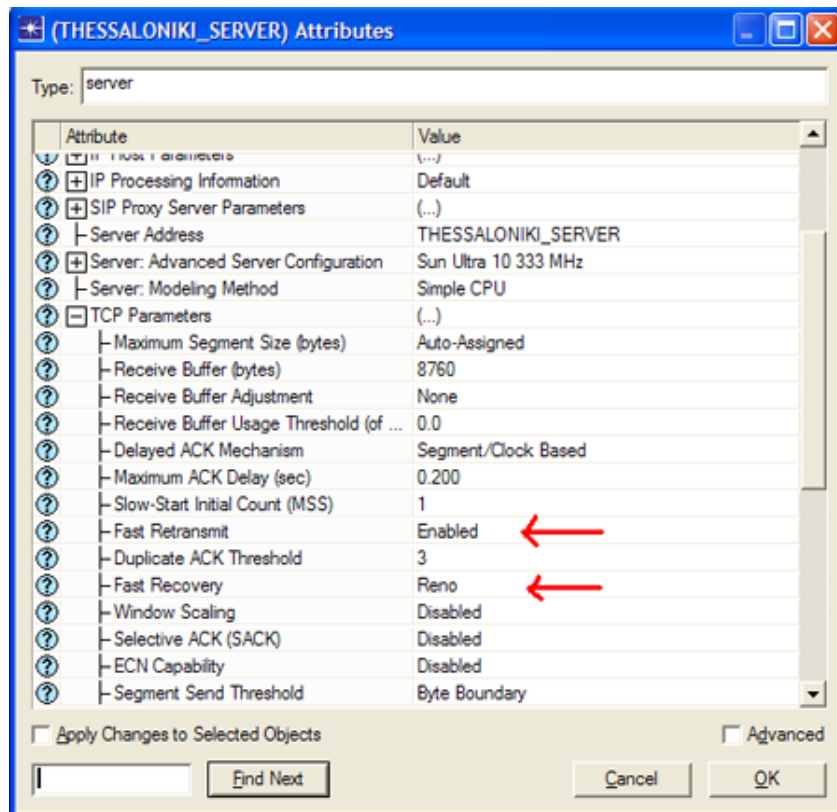
Το δίκτυο που δημιουργήθηκε θεωρήσαμε ότι είναι ένα τέλειο δίκτυο χωρίς χαμένα πακέτα. Επίσης είχαμε απενεργοποιήσει τεχνικές του TCP όπως το «Fast Retransmit» και «Fast Recovery». Στα επόμενα 2 σεναρία θα δοκιμάσουμε κάτι διαφορετικό.

1. Από το μενού «Scenarios» επιλέγουμε «Duplicate Scenario» και ονομάζουμε το «νέο» σενάριο «Drop_NoFast». Στο νέο σενάριο, κάνουμε δεξί κλικ στο IP Cloud -> Edit Attributes και ορίζουμε 0.05% στον ρυθμό απόρριψης πακέτων (Packet Discard Ratio).

2. Ενώ βρισκόμαστε στο σενάριο «Drop_NoFast» επιλέγουμε ξανά «Duplicate Scenario» και ονομάζουμε το νέο σενάριο «Drop_Fast». Ακολουθούμε αυτή τη τακτική επειδή θέλουμε το τρίτο σενάριο να έχει τις επιπλέον ρυθμίσεις του δεύτερου και όχι του πρώτου. Μπαίνουμε στο Subnet της Θεσσαλονίκης και με «Edit Attributes» του Server επεκτείνουμε το «TCP Parameters». Στην επιλογή «Fast Retransmit» επιλέγουμε «Enabled». Τέλος στο «Fast Recovery» επιλέγουμε «Reno»



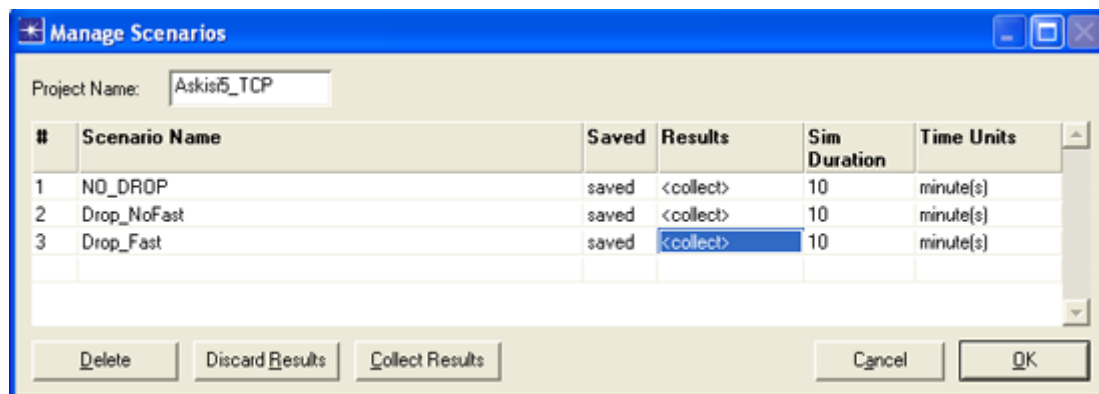
Εικόνα 71 - Ρυθμίσεις του δεύτερου σεναρίου στο «Packet Discard Ratio» του IP Cloud



Εικόνα 72 - Ρυθμίσεις του τρίτου σεναρίου στο «TCP Parameters» του Server Θεσ/νίκης

5.4 Simulation

Κάνουμε Save την άσκηση, έχοντας δημιουργήσει πλέον τρία διαφορετικά σενάρια. Είναι όλα έτοιμα για τη προσομοίωση η οποία θα πραγματοποιηθεί από το «Manage Scenarios» του μενού «Scenarios». Εκεί ρυθμίζουμε και τα τρία σενάρια στην επιλογή «collect», στη στήλη του «Status». Θέτουμε το «Sim Duration» στα 10 minutes επίσης και στα 3 σενάρια. Πατώντας OK όταν είμαστε έτοιμοι, το simulation ξεκινάει. Σημειώνουμε εδώ ότι περιμένουμε να τρέξουμε και τα 3 σενάρια και δεν κλείνουμε το παράθυρο του «Simulation», πριν αυτό τελειώσει υποδεικνύοντας τα logs.

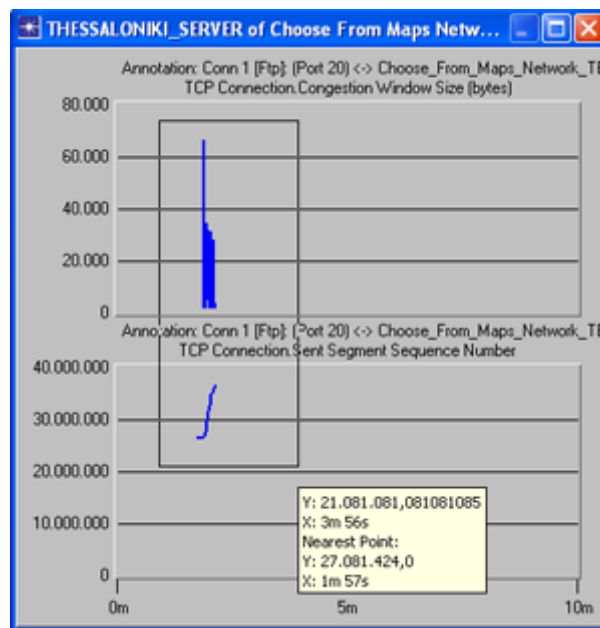


Εικόνα 73 - Το παράθυρο του «Manage Scenarios» με τις κατάλληλες ρυθμίσεις.

5.5 Results

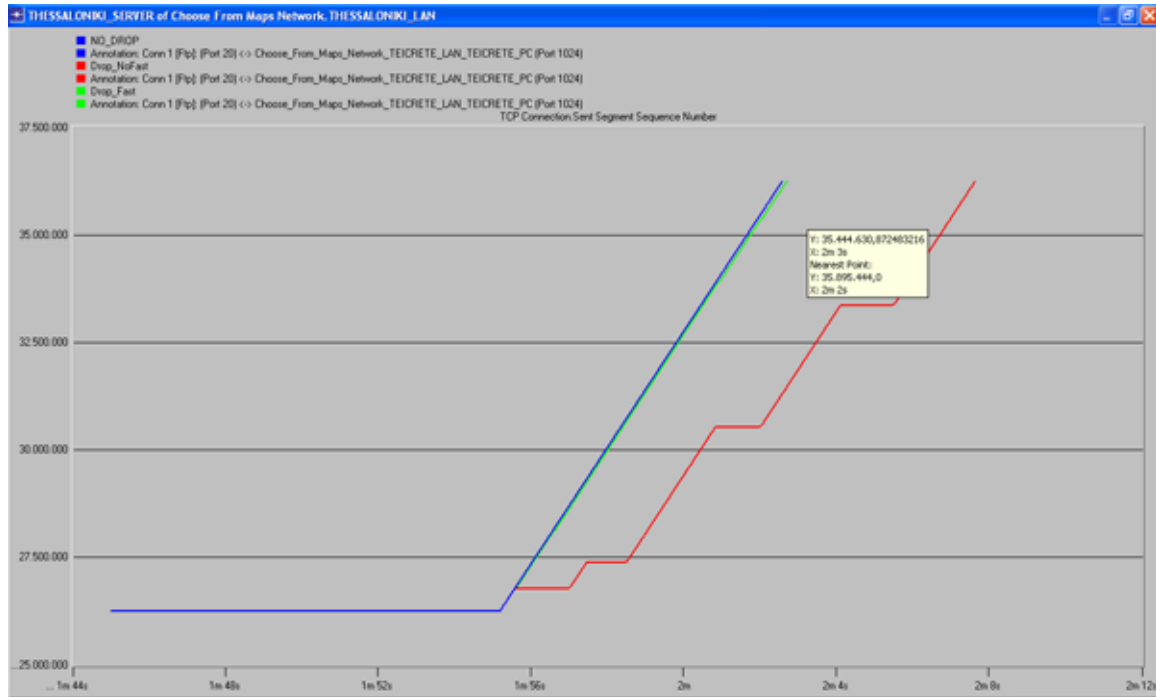
Μέσω του μενού **Results** επιλέγουμε «**View Results**». Επεκτείνουμε κατά σειρά : *Choose From Maps Network / Thessaloniki LAN / Thessaloniki Server / TCP Connection*

Μπορούμε να παρατηρήσουμε 2 γραφήματα, αυτό του **Congestion Window** και αυτό του **Sent Segment Sequence Number**. Τα επιλέγουμε και τα δύο, ως «**Stacked**» και πατάμε «**Show**». Με το mouse κάνουμε zoom-in στο γράφημα για εμφανίζεται καλύτερα.



Εικόνα 74 - Κάνοντας zoom-in στα γραφήματα

Στη συνέχεια κλείνουμε το παράθυρο του View Results και ανοίγουμε αυτό του «**Compare Results**». Επεκτείνουμε και πάλι με τον ίδιο τρόπο τη σειρά των αποτελεσμάτων και επιλέγουμε «**Sent Segment Sequence Number**». Έχοντας επιλεγμένο το «**Overlaid**» στην εμφάνιση του γραφήματος πατάμε «**Show**». Εάν αυτός ο οδηγός έχει ακολουθηθεί πιστά, το γράφημα μετά από διαδοχικά zoom-in θα πρέπει να μοιάζει με το παρακάτω :



Εικόνα 75 - Το γράφημα του Sent Segment Sequence Number για τα τρία σενάρια

5.6 Ερωτήσεις

1. Παρατηρώντας το γράφημα του **Sent Segment Sequence Number**(αριθμός πακέτων) σε συνάρτηση με το **Congestion Window Size** κατά τη διαδικασία του «**View Results**», εξηγήστε γιατί ο αριθμός πακέτων παραμένει σχεδόν σταθερός σε κάθε αλλαγή του παραθύρου συμφόρησης;
2. Παρατηρήστε προσεκτικά το γράφημα του παραθύρου συμφόρησης και του αριθμού των πακέτων μέσα από το «**Compare Results**» έχοντας επιλεγμένο το «**time average**». (αντικαταστήστε το «As is» με το «Time Average».) Σε τι οφείλεται η καθυστέρηση μεταξύ **Drop_Fast** , **Drop_NoFast** και **No_Drop** ;
3. Δημιουργήστε ένα νέο σενάριο ως duplicate του ήδη υπάρχον «**Drop_Fast**». Ονομάστε το νέο σενάριο «**Q4_Drop_Fast_Buffer**». Μέσω του «Edit Attributes» του **TEICRETE_PC** (στο Subnet Κρήτης) επεκτείνετε το «**TCP Parameters**» και ρυθμίστε το **Receiver Buffer(bytes)** στη τιμή 65535. Δοκιμάστε να βρείτε κατάλληλο γράφημα το οποίο δείχνει πως το παράθυρο συμφόρησης(**Congestion Window Size**) του **Server** της Θεσσαλονίκης («**Thessaloniki_Server**») επηρεάζεται από την αύξηση του **Receiver Buffer**. Συγκρίνετε το γράφημα του παραθύρου συμφόρησης του «**Drop_Fast**» με αυτό του «**Q4_Drop_Fast_Buffer**». Τι παρατηρείτε;

Βιβλιογραφία

Andrew S. Tanenbaum, “Δίκτυα Υπολογιστών”, 4η Αμερικάνικη Έκδοση, Μετάφραση Γ. Ευλωμένος, 2003

“**IT Guru Tutorials**”, 6η Έκδοση, OPNET Technologies Inc., 2004

RFC 793 - Transmission Control Protocol, Information Sciences Institute University of Southern California, Σεπτέμβριος 1981

RFC1058 - Routing Information Protocol, C. Hedrick, Rutgers University, Ιούνιος 1988

Opnet Support, <<http://www.opnet.com/support/index.html>>

“**Ethernet**”, Wikipedia, 10 Αυγούστου 2008, <<http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet>>