



## 7ο Εργαστήριο

### Επικοινωνιακή Διάταξη Σημείου-προς-Σημείο

#### Στόχος

Σε αυτό το εισαγωγικό εργαστήριο μελετάται ο τρόπος λειτουργίας του Riverbed Modeler Academic Edition σε ένα απλό σενάριο. Με τη χρήση του εργαλείου προσομοίωσης RIVERBED MODELER (ακαδημαϊκή άδεια) γίνεται η μελέτη βασικών τεχνικών προσομοίωσης 2ου επιπέδου. Είναι Δωρεάν η εγκατάσταση. Αρκεί η απλή δήλωση του ονόματος και ακαδημαϊκής σας συσχέτισης (affiliation) στον σύνδεσμο

[https://cms-api.riverbed.com/portal/community\\_home](https://cms-api.riverbed.com/portal/community_home)

για να αποκτήσετε πρόσβαση στο αρχείο εγκατάστασης στο σύνδεσμο. Ακολουθήστε τις αναλυτικές οδηγίες που υπάρχουν στο αποθετήριο του εργαστηρίου στα Setup Instructions, για να εγκαταστήσετε την εφαρμογή στο σπίτι. Η εξοικείωση με την χρήση της θα απαιτηθεί στις τελικές εξετάσεις.

Το σενάριο περιλαμβάνει μία απλή επικοινωνιακή διάταξη σημείου-προς-σημείο με δύο σταθμούς που ενώνονται απευθείας με μία γραμμή σύνδεσης.

Η παρούσα άσκηση περιλαμβάνει τα εξής :

- Κατασκευή/Σχεδίαση της επικοινωνιακής διάταξης.
- Συλλογή στατιστικών μετρήσεων σχετικές με την απόδοση της διάταξης.
- Εκτέλεση της προσομοίωσης.
- Εμφάνιση και ανάλυση των μετρήσεων.

#### Διαδικασία

### 1. Δημιουργία/Σχεδίαση επικοινωνιακής διάταξης

Όταν δημιουργείτε ένα καινούριο μοντέλο επικοινωνιακής διάταξης ή δικτύου, θα πρέπει αρχικά να δημιουργήσετε ένα project και ένα σενάριο. Το project είναι ένα σύνολο από συσχετιζόμενα σενάρια. Τα projects μπορούν να περιέχουν πολλαπλά σενάρια. Σε κάθε ένα από τα σενάρια αυτά εξετάζεται διαφορετική προσέγγιση του δικτύου. Για να δημιουργήσετε ένα νέο σενάριο (μέσω του Startup Wizard), εκτελέστε τις ακόλουθες ενέργειες :

- Ανοίξτε το '**Riverbed Modeler Academic Edition**' → Επιλέξτε **New** από το μενού **File**.
- Επιλέξτε **Project** και πατήστε **OK** → Ονομάστε το project **<τα αρχικά σας (στα αγγλικά)>\_Introduction** (π.χ. **dp\_Introduction** αν το ονοματεπώνυμο σας είναι Δημήτρης Παπαδόπουλος). Ονομάστε το σενάριο **two\_nodes** και πατήστε **OK**.
- Εισάγετε τις τιμές που εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα στα πεδία των πλαισίων Διαλόγου του StartUp Wizard.

Πλαίσιο διαλόγου	Τιμή
1. Initial Topology	Επιλέξτε default value: <b>Create Empty Scenario</b>
2. Choose Network Scale	Επιλέξτε <b>Office</b> και το <b>Use Metric Units box</b>
3. Specify Size	Επιλέξτε τις default τιμές: <b>100 m x 100 m</b>
4. Select Technologies	Χωρίς να προσθαφαιρέσετε τίποτα επιλέξτε Next
5. Review	Ελέγξτε τις επιλεγείσες τιμές και πατήστε <b>Finish</b> .

Αμέσως μετά εμφανίζεται το περιβάλλον εργασίας στο μέγεθος που καθορίστηκε. Η παλέτα (οικογένεια μοντέλων) που ορίστηκε εμφανίζεται σε ξεχωριστό παράθυρο.

## 2. Δημιουργία της διάταξης

Τα μοντέλα διατάξεων και δικτύων δημιουργούνται στον Project Editor με την χρήση των αντικειμένων κόμβων (nodes) και συνδέσεων (links) από την παλέτα αντικειμένων.

**Κόμβος (node)** – Η απεικόνιση ενός πραγματικού δικτυακού αντικειμένου που μπορεί να μεταδίδει και να λαμβάνει πληροφορίες.

**Συνδέσεις (links)** – Επικοινωνιακό μέσο που συνδέει τους κόμβους μεταξύ τους. Οι συνδέσεις μπορούν να αναπαριστούν ηλεκτρικά ή οπτικά μέσα μετάδοσης.

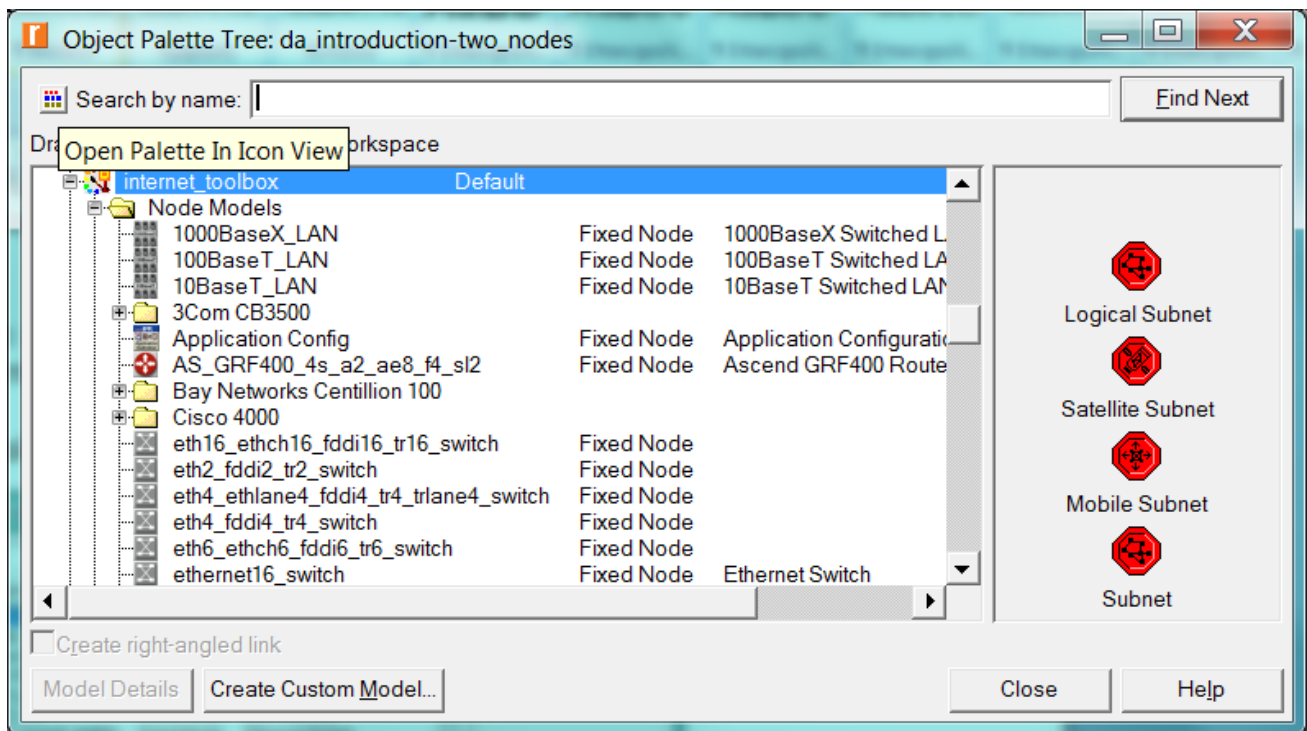
Τα αντικείμενα αυτά βρίσκονται στην παλέτα αντικειμένων, η οποία είναι ένα πλαίσιο που περιέχει γραφικές αναπαραστάσεις μοντέλων κόμβων και συνδέσεων.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τρεις μεθόδους για να δημιουργήσετε την τοπολογία ενός δικτύου, ή κάποιο συνδυασμό αυτών των τριών μεθόδων.

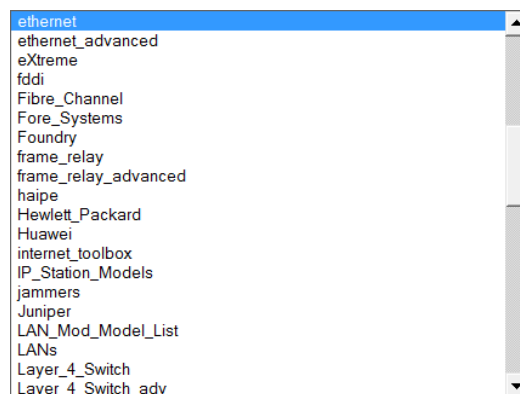
- Η πρώτη μέθοδος είναι να εισάγετε την τοπολογία.
- Η δεύτερη είναι να τοποθετήσετε τους ξεχωριστούς κόμβους από την παλέτα αντικειμένων στο περιβάλλον εργασίας.
- Η τρίτη μέθοδος είναι να χρησιμοποιήσετε την επιλογή Rapid Configuration. Η επιλογή αυτή δημιουργεί ένα δίκτυο επιλέγοντας (α) την τοπολογία του δικτύου, (β) τους τύπους των κόμβων του δικτύου και (γ) τους τύπους των συνδέσεων που συνδέουν του κόμβους αυτούς.

Αρχικά, θα δημιουργήσετε μία απλή ενσύρματη σύνδεση επικοινωνίας σημείου-προς-σημείο (point-to-point). Για να γίνει αυτό ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα:

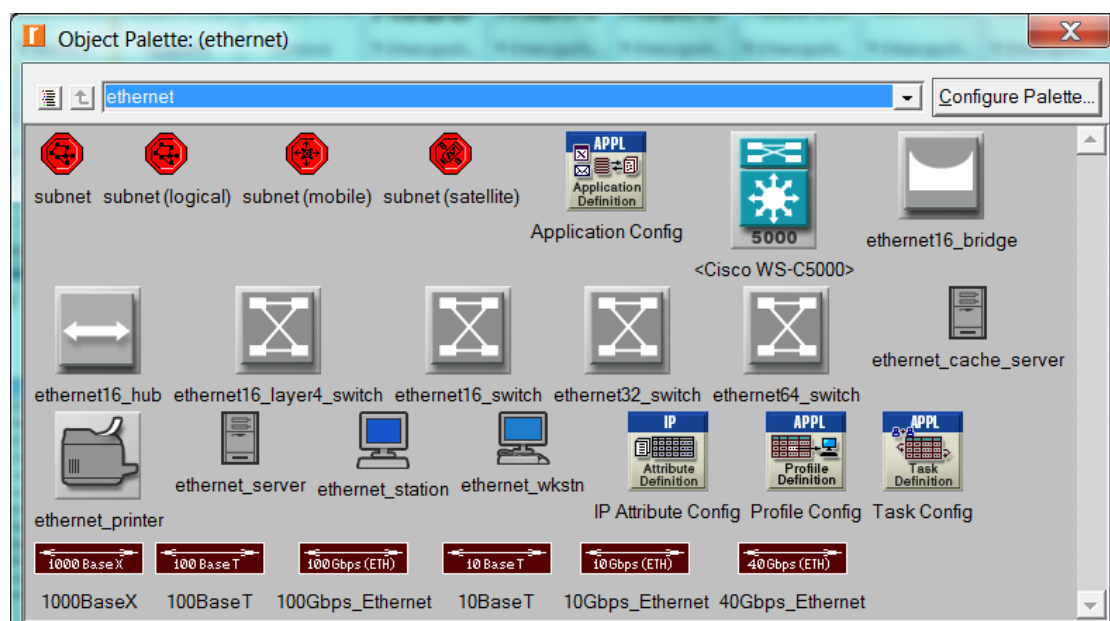
- Αν δεν είναι ανοικτή ανοίξτε την παλέτα αντικειμένων (Object Palette).



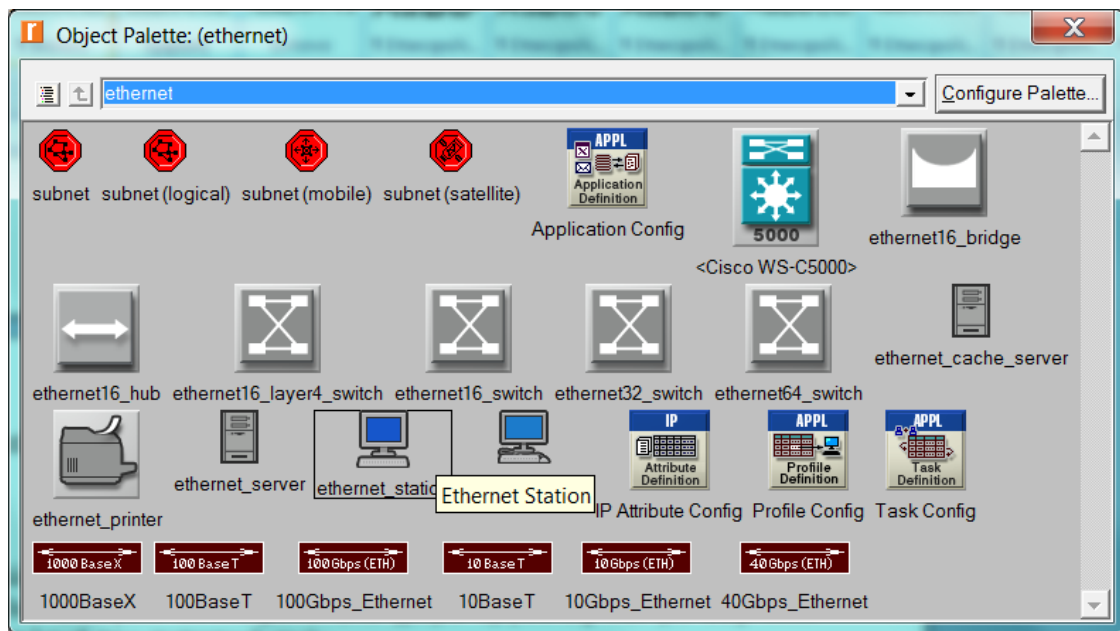
- Στην παλέτα αντικειμένων επιλέξτε από αριστερά την εμφάνιση με εικονίδια
- Ανοίξτε την λίστα των διαθέσιμων ομάδων αντικειμένων και επιλέξτε την ομάδα ethernet.



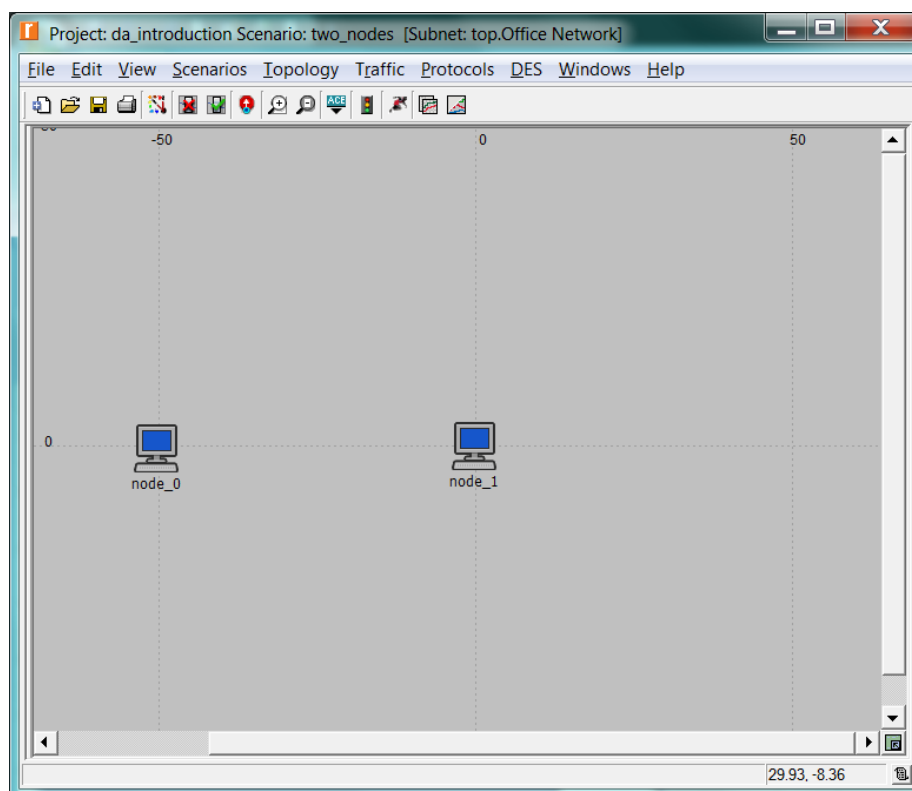
- Η παλέτα του ethernet είναι:



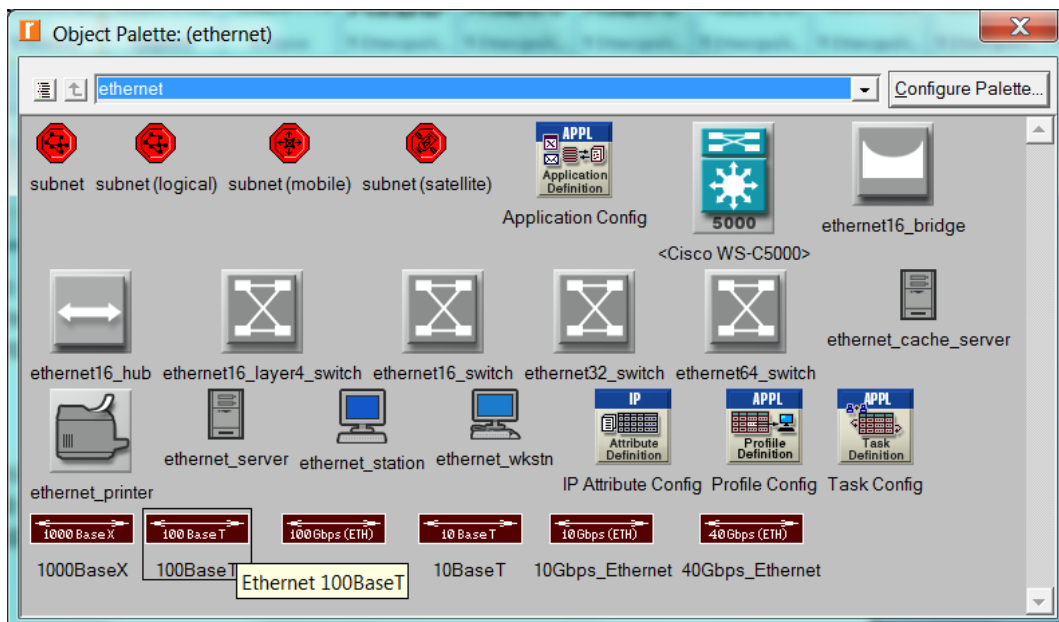
- Από τα διαθέσιμα αντικείμενα επιλέξτε έναν σταθμό ethernet (Ethernet Station).



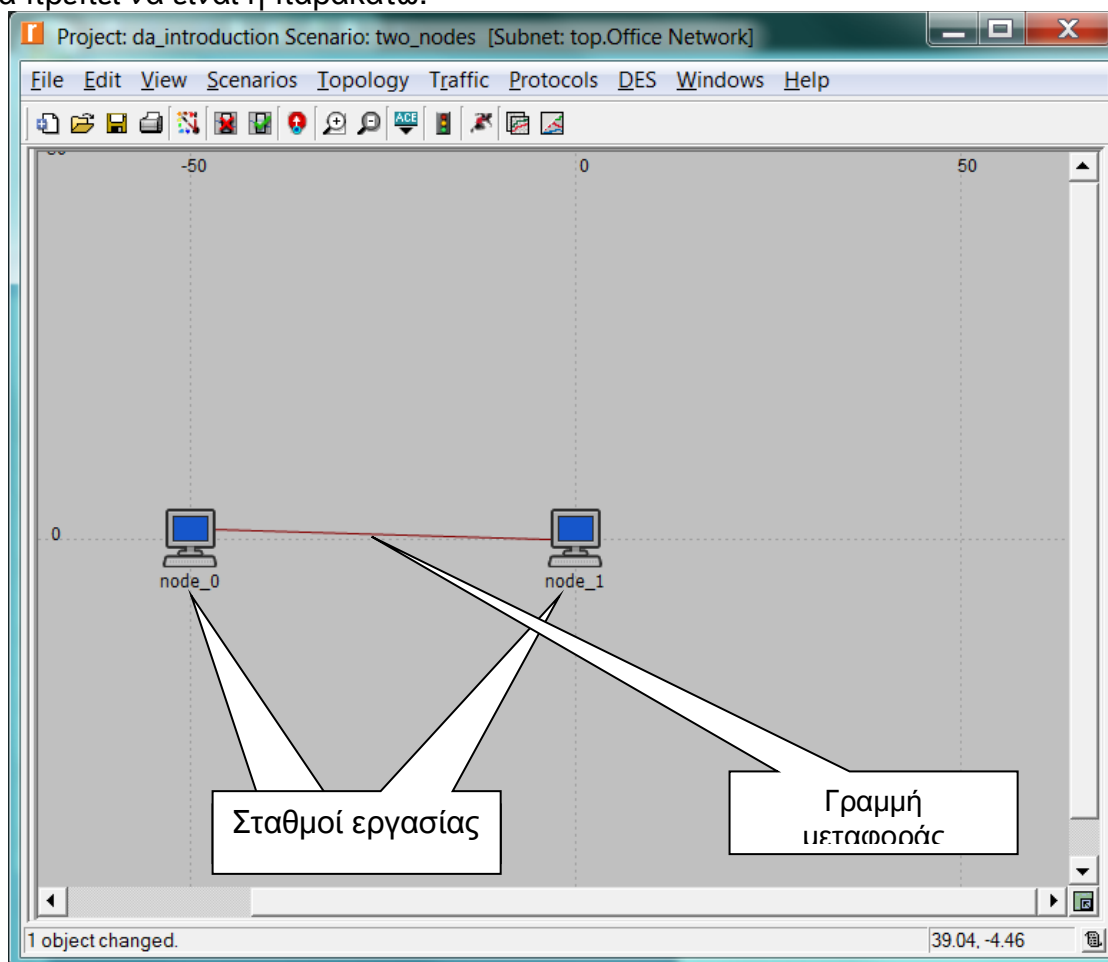
- Προσθέστε δύο σταθμούς στο χώρο εργασίας, ώστε να εικονίζονται όπως στο επόμενο σχήμα (με αριστερό κλικ εισάγετε αντικείμενα στο χώρο εργασίας και με δεξί κλικ απενεργοποιήστε την επιλογή του αντικειμένου):



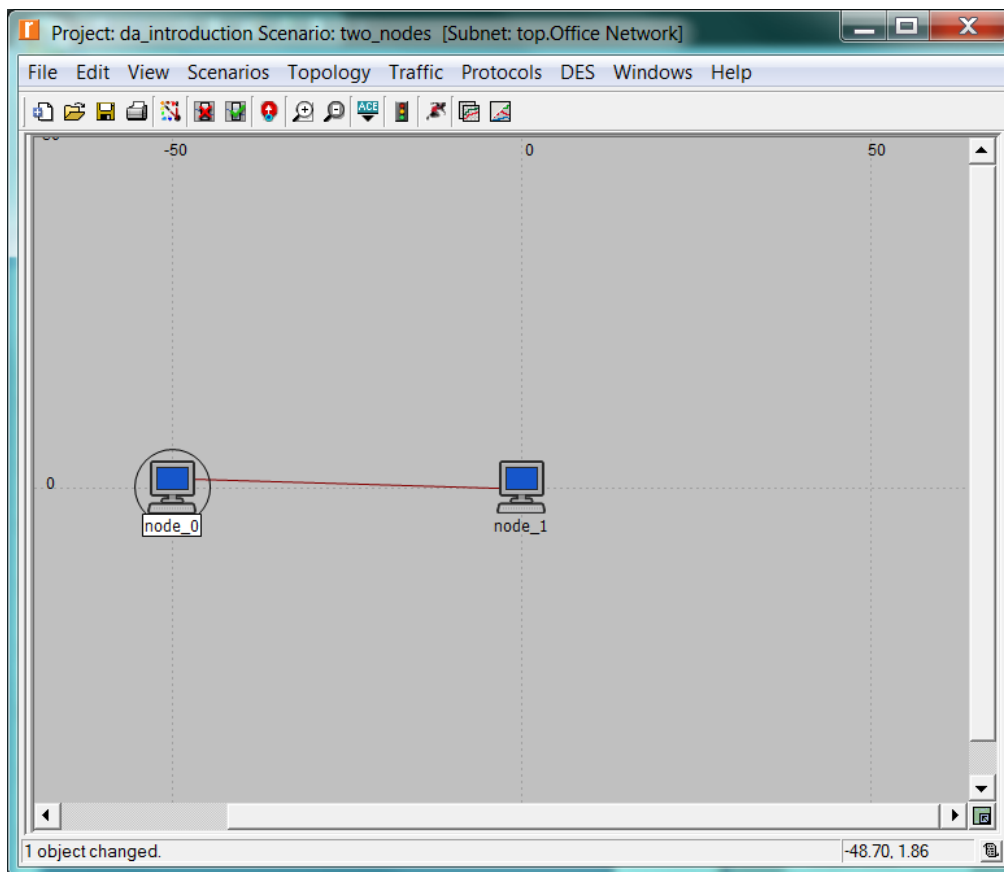
- Στη συνέχεια επιλέξτε το μέσο μετάδοσης με το οποίο θα επικοινωνούν οι δύο σταθμοί. Από την ίδια παλέτα αντικειμένων επιλέξτε το αντικείμενο Ethernet 100BaseT, που είναι ένα καλώδιο Ethernet που υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης μέχρι και 100Mbps.



- Έχοντας ενεργή την επιλογή του αντικειμένου Ethernet 100BaseT επιλέξτε τον πρώτο σταθμό και στη συνέχεια συνδέστε και τον δεύτερο. Η τελική εικόνα του χώρου εργασίας θα πρέπει να είναι η παρακάτω:



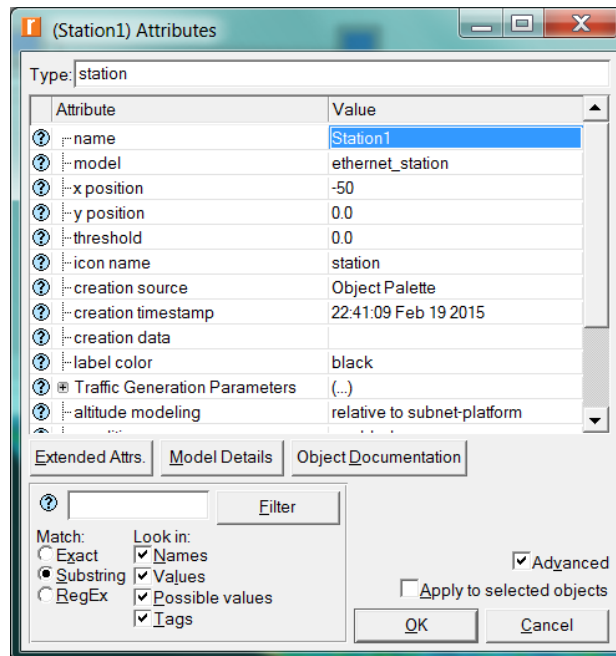
Οι δύο σταθμοί ενώνονται με μία γραμμή μεταφοράς και έχει σχηματιστεί ένα απλό επικοινωνιακό δίκτυο. Για να παραμετροποιήσετε τα χαρακτηριστικά των σταθμών επιλέξτε τον πρώτο (node\_0) και πατήστε δεξί-κλικ.



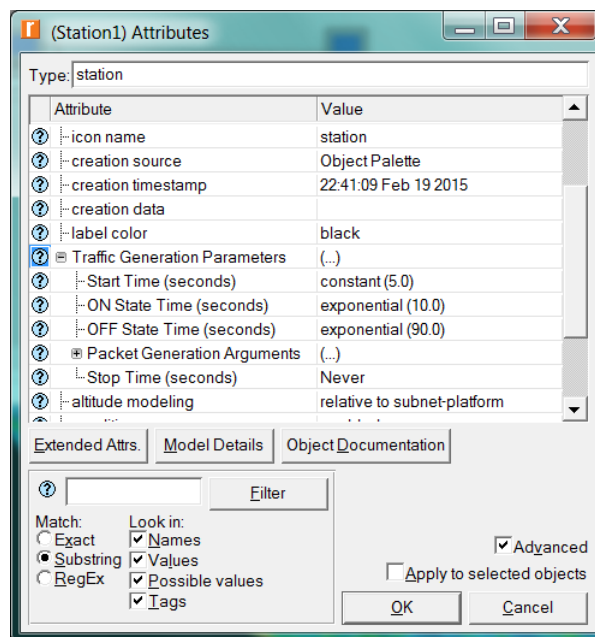
Από το αναδυόμενο παράθυρο επιλέξτε **Set Name** και αλλάξτε το όνομα του σταθμού σε **Station1**. Αντίστοιχα, αλλάξτε και το όνομα του δεύτερου σταθμού σε **Station2**. Παρατηρήστε ότι σε κάθε αντικείμενο που επιλέγεται σχηματίζεται ένας κύκλος που δηλώνει ότι το συγκεκριμένο αντικείμενο υφίσταται επεξεργασία.

Επιλέγοντας τον σταθμό **Station1** πατήστε δεξί-κλικ και πάλι και επιλέξτε **View Node Description**. Με την επιλογή αυτή μπορείτε να λάβετε πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τον τύπο των σταθμών που χρησιμοποιούνται στο RIVERBED MODELER. Για παράδειγμα παρατηρήστε ότι οι σταθμοί αυτού του τύπου υποστηρίζουν ρυθμούς μετάδοσης 10, 100 και 1000 Mbps.

Το RIVERBED MODELER εξορισμού έχει θέσει παραμέτρους κίνησης για το επικοινωνιακό δίκτυο του παραδείγματος. Για να εμφανίσετε τις ρυθμίσεις της κίνησης επιλέξτε τον σταθμό **Station1** και πατήστε δεξί-κλικ. Στη συνέχεια, από το αναδυόμενο μενού επιλέξτε **Edit Attributes**.

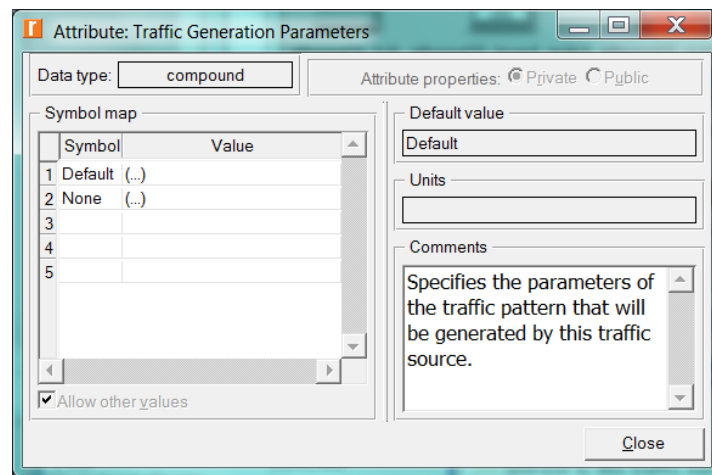


Στο μενού των ιδιοτήτων (Attributes) παρατηρούμε τρεις στήλες: μία στήλη με ερωτηματικά για κάθε γραμμή, μία στήλη ιδιοτήτων (Attribute) και μία στήλη τιμών (Value). Τα ερωτηματικά παρέχουν πολύ σημαντική βοήθεια για κάθε γνώρισμα και ιδιότητα που εμφανίζεται στο RIVERBED MODELER.

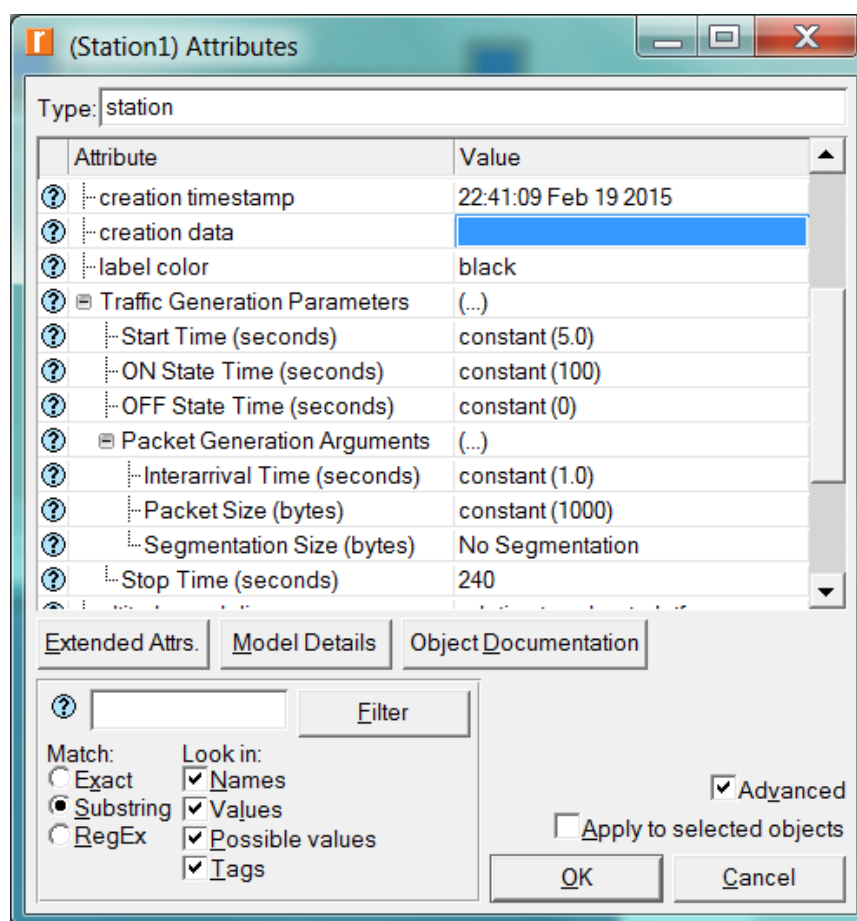


Το σύμβολο του τετραγώνου με τον σταυρό υπονοεί επιπλέον πρόσθετα-κρυφά χαρακτηριστικά. Στην ιδιότητα **Traffic Generation Parameters** επεκτείνετε την λίστα των επιπλέον χαρακτηριστικών. Εάν επιπλέον επιλέξετε την βοήθεια για την συγκεκριμένη ιδιότητα θα αντιληφθείτε ότι αυτή αφορά τις παραμέτρους κίνησης για τον συγκεκριμένο σταθμό:



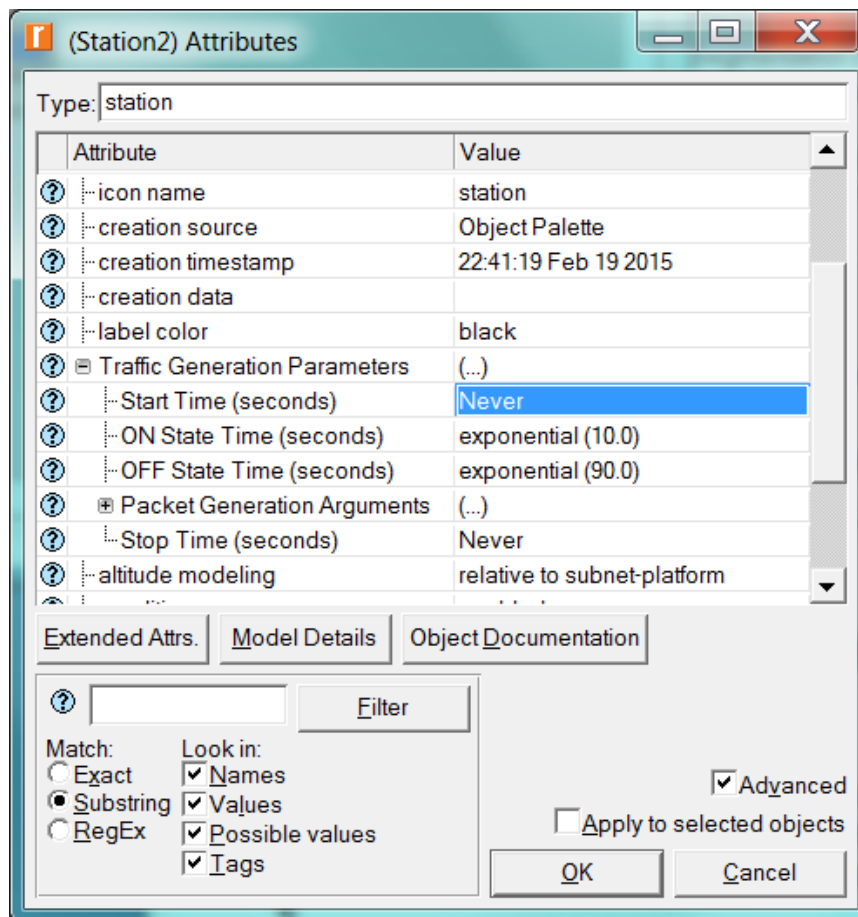


Στη συνέχεια επεκτείνετε επιπλέον και την ιδιότητα **Packet Generation Arguments**. Η ιδιότητα **Traffic Generation Parameters** μας προσφέρει τη δυνατότητα να παραμετροποιήσουμε την κίνηση που παράγεται στον σταθμό Station1 (προς τον σταθμό Station2). Επιπλέον, το RIVERBED MODELER μας επιτρέπει να μεταβάλλουμε τον τρόπο παραγωγής πακέτων αποστολής, μέσω της ιδιότητας **Packet Generation Arguments**. Για παράδειγμα, εάν επιλέξετε την βοήθεια που παρέχεται για την ιδιότητα packet size το RIVERBED MODELER σας ενημερώνει ότι πρόκειται για το μέγεθος του πακέτου, ενώ η ιδιότητα Start Time (Seconds) δηλώνει το χρόνο έναρξης της παραγωγής των πακέτων. Για να αντιληφθείτε καλύτερα την επίδραση των παραμέτρων κίνησης στο δίκτυο του παραδείγματος επιλέξτε τις κατάλληλες επιλογές ώστε η καρτέλα Attributes να δείχνει ως εξής:



Πατήστε OK για την αποθήκευση των επιλογών και εμφανίστε την ίδια καρτέλα για τον σταθμό Station2. Στον σταθμό **Station2** απενεργοποιήστε την παραγόμενη κίνηση, θέτοντας την ιδιότητα **Start Time (seconds)** ίση με **Never** όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



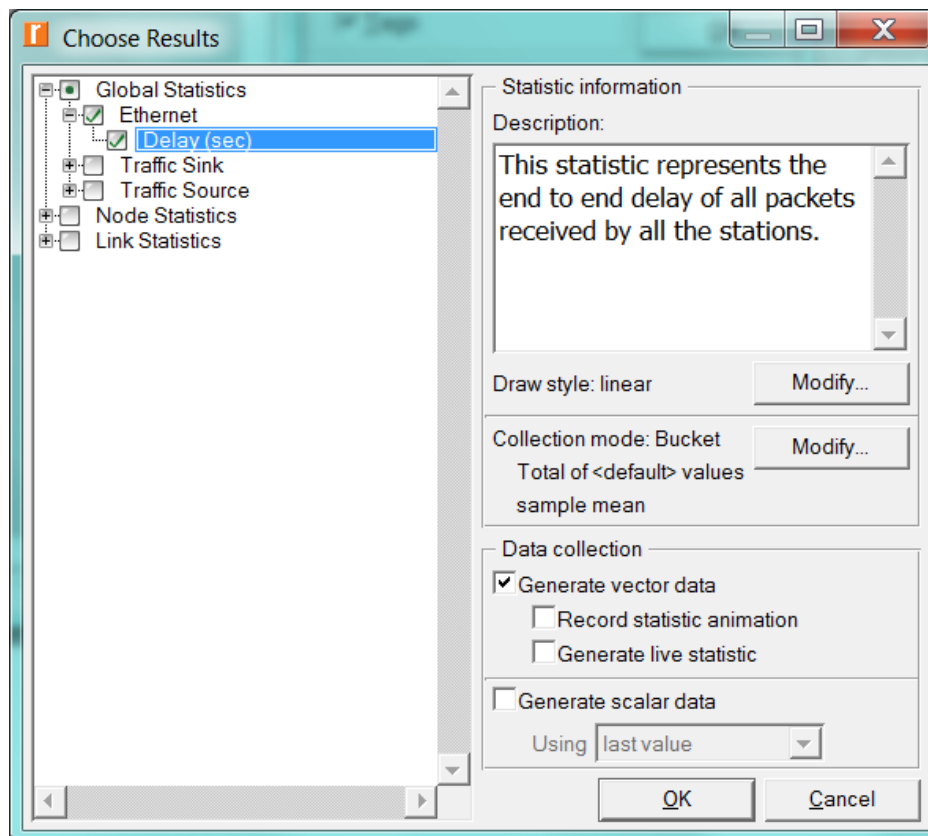


Με τις παραπάνω επιλογές, δηλώσαμε στο RIVERBED MODELER ότι ο σταθμός Station1 παράγει κίνηση προς τον Station2 με σταθερό ρυθμό και σταθερού μήκους πακέτα.

### 3. Επιλογή μετρικών και συλλογή στατιστικών μετρήσεων

Για να μελετηθεί η απόδοση μίας επικοινωνιακής διάταξης στο RIVERBED MODELER θα πρέπει να συλλεχθούν στατιστικές μετρήσεις που αφορούν ξεχωριστές τηλεπικοινωνιακές διατάξεις μέσα στο δίκτυο (**object statistics**) ή που αφορούν ολόκληρη την επικοινωνιακή διάταξη (**global statistics**).

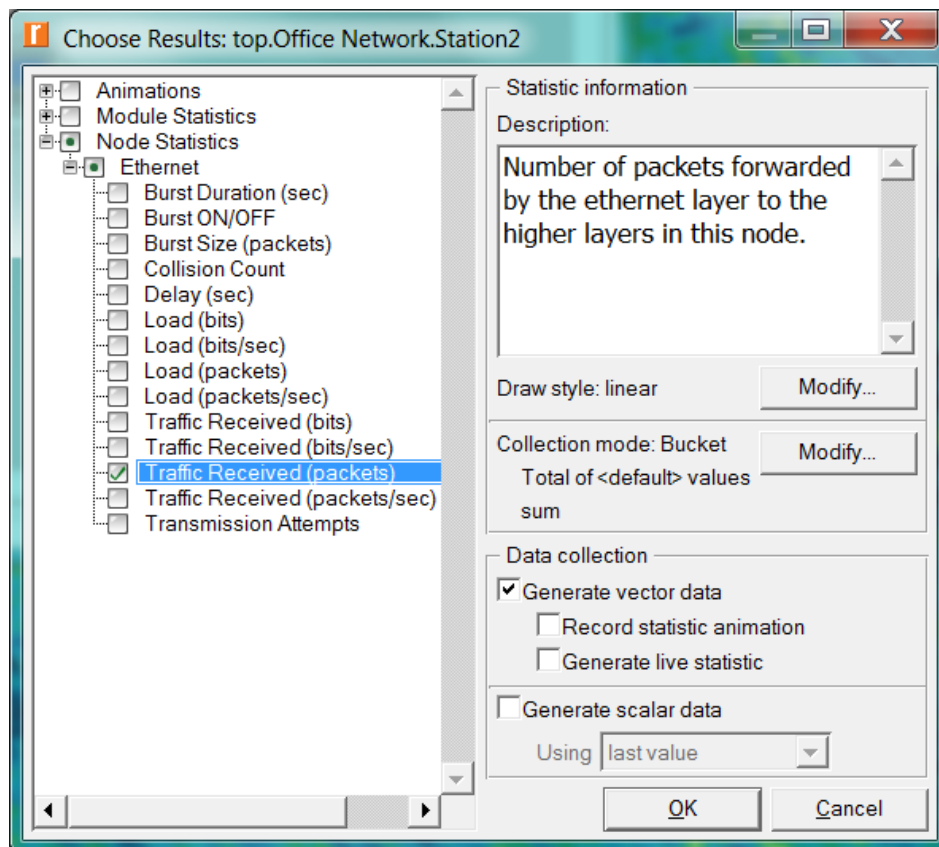
Η συλλογή των στατιστικών γίνεται από τον χρήστη. Για την συλλογή καθολικών μετρήσεων πατήστε δεξί-κλικ πάνω στο περιβάλλον εργασίας (όχι σε κάποιο αντικείμενο). Μετά επιλέξτε **Choose Individual DES Statistics**. Στο νέο παράθυρο επεκτείνετε την ιεραρχία **Global Statistics**, στη συνέχεια την ιεραρχία **Ethernet** και επιλέξτε **Delay (sec)**.



Η επιλογή της στατιστικής μέτρησης της καθυστέρησης (Delay) σημαίνει ότι μετά το πέρας της προσομοίωσης το RIVERBED MODELER θα μας παρέχει τα αποτελέσματα των μετρήσεων της καθυστέρησης στην επικοινωνιακή διάταξη που επιλέξαμε. Προσοχή απαιτείται στην μονάδα μέτρησης που επιλέγεται κάθε φορά. Με τη συγκεκριμένη επιλογή μας δηλώσαμε ότι τα αποτελέσματα της μέτρησης θα είναι **σε δευτερόλεπτα**.

Ακολούθως, θα συλλέξουμε μία μέτρηση αντικειμένου (**object statistic**). Συγκεκριμένα, θα καταγράψουμε τον αριθμό των πακέτων που παραλαμβάνονται από τον σταθμό παραλήπτη Station2. Για να γίνει αυτό εκτελούμε τα ακόλουθα βήματα:

- Πατήστε δεξί-κλικ πάνω στον σταθμό **Station2** και επιλέξτε **Choose Individual DES Statistics** από το μενού του αντικειμένου του εξυπηρετητή.
- Το πλαίσιο διαλόγου **Choose Results** ιεραρχικά οργανώνει τις στατιστικές μετρήσεις που μπορούμε να συλλέξουμε. Για να συλλέξετε τον αριθμό των πακέτων που λαμβάνονται στον σταθμό **Station2** επεκτείνετε την ιεραρχία **Ethernet** και επιλέξτε την μέτρηση **Traffic Received (packets)**.
- Πατήστε OK για την αποθήκευση των επιλογών σας.



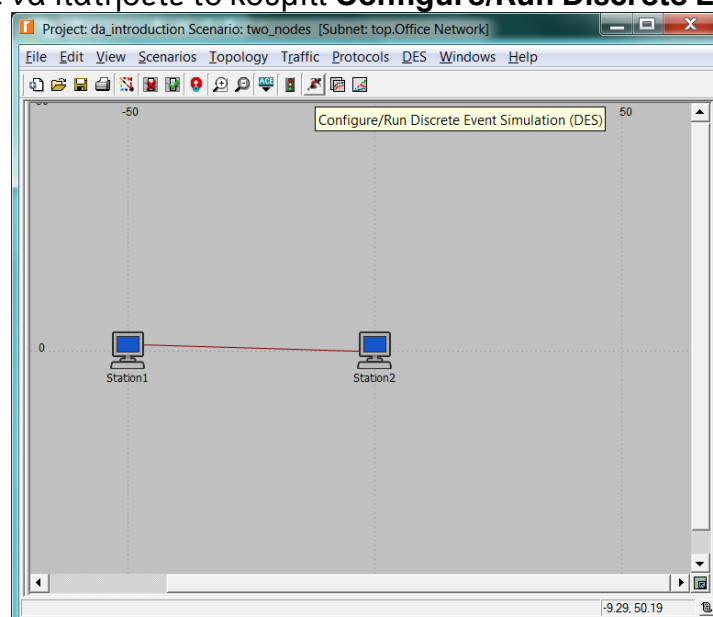
Είναι καλή συνήθεια να αποθηκεύουμε το project κατά διαστήματα. Για να αποθηκεύσουμε το project επιλέξτε από το κεντρικό μενού **File > Save**, μετά πατήστε **OK**.

Τώρα που έχουμε καθορίσει τις στατιστικές μετρήσεις που θα συλλεχθούν και έχουμε αποθηκεύσει το project, το επόμενο βήμα είναι η εκτέλεση της προσομοίωσης.

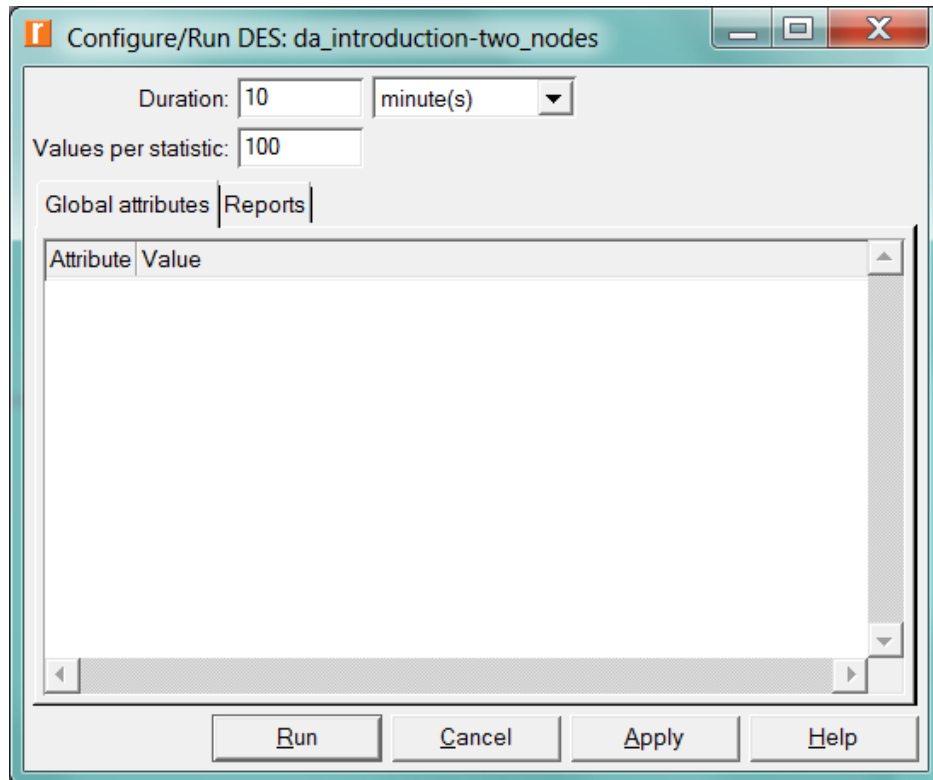
## 4. Εκτέλεση της προσομοίωσης

Για να εκτελέσετε την προσομοίωση επιλέξτε από το κεντρικό μενού **DES > Configure/Run Discrete Event Simulation....**

Εναλλακτικά, μπορείτε να πατήσετε το κουμπί **Configure/Run Discrete Event Simulation (DES)**.



Επιλέξτε 10 λεπτά (πραγματικής) δραστηριότητας, πληκτρολογώντας 10 στο πεδίο διάρκεια (Duration) και επιλέξτε λεπτά (minutes) στο combo box της χρονικής μονάδας.



Επιλέξτε Run για να ξεκινήσει η προσομοίωση.

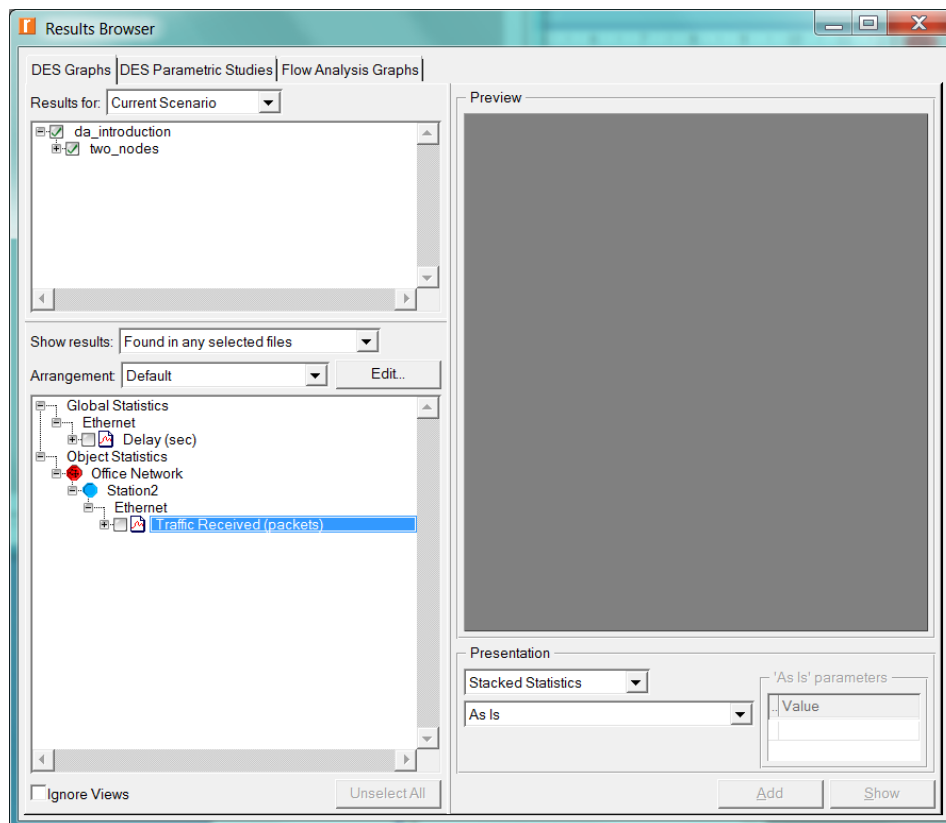
Με το πέρας της προσομοίωσης το RIVERBED MODELER εμφανίζει μερικά στατιστικά σχετικά με τη διαδικασία της προσομοίωσης

Με την ολοκλήρωση της προσομοίωσης επιλέξτε close για να κλείσει το παράθυρο διαλόγου.

## 5. Επισκόπηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

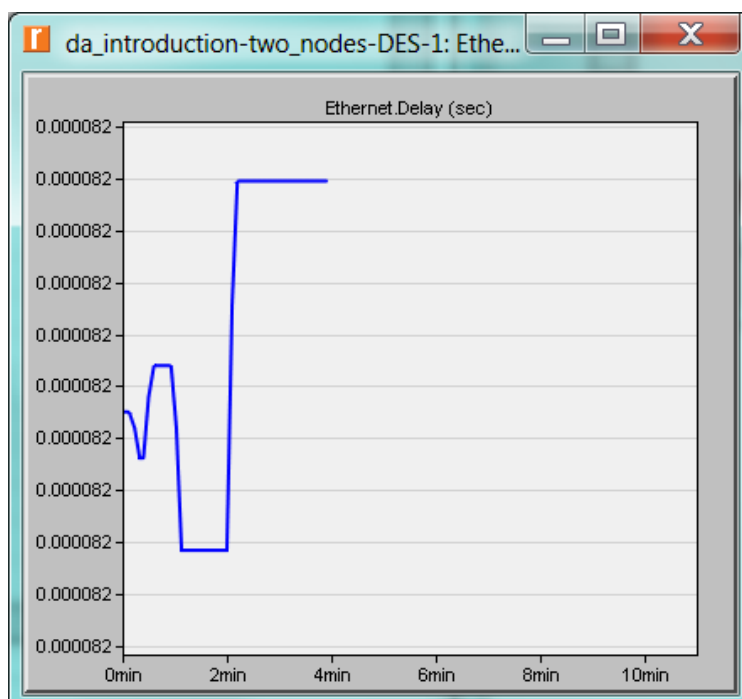
Το RIVERBED MODELER παρέχει γραφικές παραστάσεις των στατιστικών που έχουμε επιλέξει. Για να εμφανίσουμε τις γραφικές παραστάσεις των στατιστικών απόδοσης επιλέγουμε **DES > Results > View Results** από το κεντρικό μενού. *Επισημαίνεται ότι τα αποτελέσματα που συλλέγονται από την προσομοίωση παράγουν τις γραφικές παραστάσεις απόδοσης. Κατά συνέπεια για να ανανεωθούν τα γραφήματα απόδοσης θα πρέπει να εκτελεστεί εκ νέου η προσομοίωση στην περίπτωση που μεταβληθεί το δίκτυο ή η διάταξη.*

Παρατηρήστε ότι στο νέο αναδυόμενο παράθυρο, οι εμφανιζόμενες ιεραρχίες είναι τα στατιστικά μεγέθη που επιλέξαμε στην προηγούμενη ενότητα εφόσον επεκτείνουμε τα Global και Object Statistics.



Για κάθε μετρική που επιλέγεται στο δεξί πλαίσιο του παραθύρου εμφανίζεται το αντίστοιχο γράφημα απόδοσης.

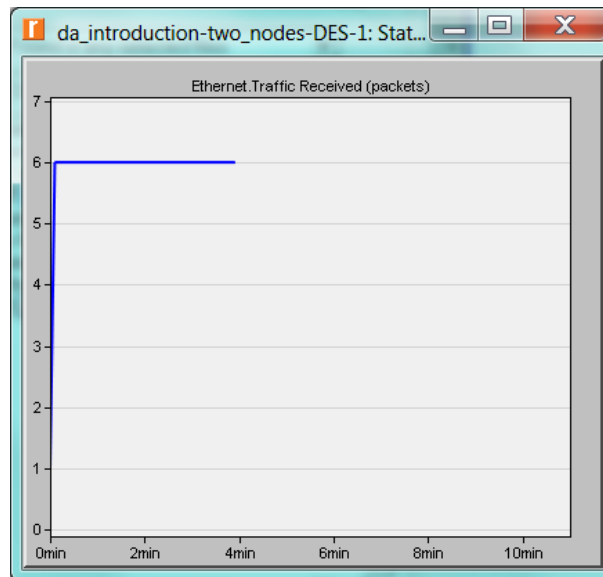
Εάν επιλέξετε την μετρική της καθυστέρησης (delay) και επιπλέον επιλέξετε και την επιλογή show θα εμφανιστεί το ακόλουθο γράφημα:



Στον κάθετο άξονα διακρίνονται οι τιμές της χρονικής καθυστέρησης στην μονάδα του χρόνου (οριζόντιος άξονας). Είναι εύκολο να παρατηρήσουμε ότι η χρονική καθυστέρηση των πακέτων είναι σταθερή στην μονάδα του χρόνου (η διακύμανση βρίσκεται στο 14ο δεκαδικό ψηφίο !!). Επίσης, παρατηρούμε ότι η χρονική καθυστέρηση καταγράφεται στο γράφημα μόνο τα πρώτα 4 λεπτά της προσομοίωσης.

Κλείστε το παράθυρο του γραφήματος και επιλέξτε διαγραφή (delete). Επίσης, απενεργοποιήστε την επιλογή της καθυστέρησης (delay).

Εάν επιλέξετε την μετρική της εισερχόμενης κίνησης (traffic received) σε μονάδα μέτρησης αριθμού πακέτων και επιπλέον επιλέξετε και την επιλογή show θα εμφανιστεί το ακόλουθο γράφημα:



Στον κάθετο άξονα βλέπουμε τον αριθμό των πακέτων που λαμβάνονται από τον Station2 στη μονάδα του χρόνου (οριζόντιος άξονας). Είναι εύκολο να παρατηρήσουμε ότι η παραλαβή πακέτων από τον Station2 είναι σταθερή 6 πακέτων στη διάρκεια του χρόνου.

### Παράρτημα

Παρακάτω επεξηγούνται όλες οι παράμετροι που μας επιτρέπουν να παραμετροποιήσουμε την κίνηση που παράγει κάθε σταθμός στο RIVERBED MODELER, ώστε αυτή να ανταποκρίνεται με τον καλύτερο τρόπο στην κίνηση που παράγουν οι σταθμοί και σε πραγματικά δίκτυα.

**Start Time:** Ο χρόνος κατά τον οποίο ένας σταθμός ξεκινάει τη δημιουργία και αποστολή κίνησης

**Stop Time:** Ο χρόνος κατά τον οποίο ένας σταθμός σταματάει την αποστολή κίνησης

**ON State Time:** Η χρονική διάρκεια κατά την οποία ένας σταθμός είναι ενεργός, δηλαδή στέλνει πακέτα δεδομένων στο δίκτυο. Π.χ. κατά τη διάρκεια μίας κλήσης VoIP, ένας σταθμός είναι ενεργός για το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μιλάει ο χρήστης και ανενεργός για το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο χρήστης δεν μιλάει αλλά μόνο ακούει. Ένα διάστημα ON ακολουθείται από ένα διάστημα OFF. Η χρονική διάρκεια της κατάστασης ON μπορεί να είναι σταθερή ή να ακολουθεί μία τυχαία κατανομή που προσομοιώνει πλησιέστερα την εκάστοτε εφαρμογή.

**OFF State Time:** Η χρονική διάρκεια κατά την οποία ένας σταθμός είναι ανενεργός. Ένα διάστημα OFF ακολουθείται από ένα διάστημα ON. Η χρονική διάρκεια της κατάστασης OFF μπορεί να είναι σταθερή ή να ακολουθεί μία τυχαία κατανομή που προσομοιώνει πλησιέστερα την εκάστοτε εφαρμογή.

**Packet Size:** Το μέγεθος των πακέτων που δημιουργούνται κατά την περίοδο που ένας σταθμός είναι σε κατάσταση ON. Το μέγεθος των πακέτων μπορεί να είναι σταθερό ή να ακολουθεί μία τυχαία κατανομή που προσομοιώνει πλησιέστερα την εκάστοτε εφαρμογή.

**Packet Inter-arrival Time:** Η χρονική διάρκεια μεταξύ της δημιουργίας (άφιξης) δύο συνεχών πακέτων. Η τιμή της μπορεί να είναι σταθερή ή να ακολουθεί μία τυχαία κατανομή που προσομοιώνει πλησιέστερα την εκάστοτε εφαρμογή.

## 1<sup>η</sup> Εργασία Riverbed

Για την πρώτη εργασία Riverbed, στείλτε μέσω e-mail τις απαντήσεις στα παρακάτω τέσσερα ερωτήματα. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Ο τίτλος του e-mail πρέπει να έχει ακριβώς την παρακάτω μορφή, ειδάλλως η εργασία σας θα απορριφθεί αυτόματα:

### Riverbed 1 - {Αριθμός Μητρώου} - {Κωδικός Εργαστηρίου}

όπου {Αριθμός Μητρώου} ο ακέραιος αριθμός μητρώου χωρίς σύμβολα και γράμματα και {Κωδικός Εργαστηρίου} το εργαστήριο το οποίο παρακολουθείτε π.χ. e1, e2, ... e10.

**R1.1 Ερώτηση 1.** Απαντήστε στα παρακάτω που αφορούν την προσομοίωση της σημείου-προς-σημείο επικοινωνιακής διάταξης:

- a) Ποιος είναι ο πραγματικός χρόνος της δικτυακής δραστηριότητας;
- b) Ποιος είναι ο χρόνος της προσομοίωσης;
- c) Στις ιδιότητες του σταθμού Station1 ποια η έννοια της Interarrival Time σύμφωνα με το RIVERBED MODELER;

**R1.2 Ερώτηση 2.** Εμφανίστε σε γραφική παράσταση απόδοσης την χρονική καθυστέρηση (delay) που εμφανίζετε στον σταθμό Station2. Η μέτρηση αυτή είναι αντικειμένου ή καθολική; Να τη συγκρίνετε με την χρονική καθυστέρηση που εξαγάγατε στο πρώτο γράφημα του εργαστηρίου (σελ.13).

**R1.3 Ερώτηση 3.** Εμφανίστε σε γραφική παράσταση απόδοσης τον φόρτο (load) κίνησης που προέρχεται από την πηγή (Station1) σε πακέτα (packets). Τι παρατηρείτε σε σύγκριση με το γράφημα της σελ.14;

**R1.4 Ερώτηση 4.** Από τις πληροφορίες που παρέχει το RIVERBED MODELER για τους σταθμούς (View Node Description) καταγράψτε με ποιες επικοινωνιακές διατάξεις μπορεί ένας σταθμός τέτοιου τύπου να συνδεθεί.