



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

University of Macedonia
Master Information Systems
Networking Technologies
Professor: A.A. Economides

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ **15** ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΩΝ

Study and Comparison of 15 Universities

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Ioannis Goniadis

08/26

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Georgios Linas

08/19

The presented paper is an analysis and an Universities Network comparison study. The chosen institutions to be presented are seven Universities and three Technological Institutions from Greece as well as five Universities from other countries. The five Universities from abroad are examined as opposed to the Greek Institutions. More specifically, a comprehensive summary of the University and all the included academic departments is presented, followed by the detailed description of the Networks. The main features shown are the network topology and the technology used in the backbone, access and distribution networks. Furthermore is examined the building interconnection within and outside the campus, and the means of communication with the Internet. It should also be noted here that all these have been developed by specific groups, which are responsible for the creation, operation and maintenance of all levels of the Networks. Finally it is necessary to note that most universities are in the process of upgrading the network equipment, which shows its significant contribution to contemporary academic season.

□□□□□□□□□□

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
1. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης	4
2. Πανεπιστήμιο Πειραιώς	7
3. Ιόνιο Πανεπιστήμιο	9
4. Πανεπιστήμιο Κρήτης	11
5. Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών	13
6. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών	18
7. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας	20
8. ΤΕΙ Αθηνών	22
9. ΤΕΙ Χαλκίδας	24
10. ΤΕΙ Λάρισας	25
11. Πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης	27
12. London School of Economics	29
13. Πανεπιστήμιο του Kansas	31
14. Πανεπιστήμιο του Pittsburgh	33
15. Πανεπιστήμιο του Stanford	35
Συμπεράσματα	37
Προτάσεις για Μελλοντική Μελέτη	43
Βιβλιογραφία	44

1. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

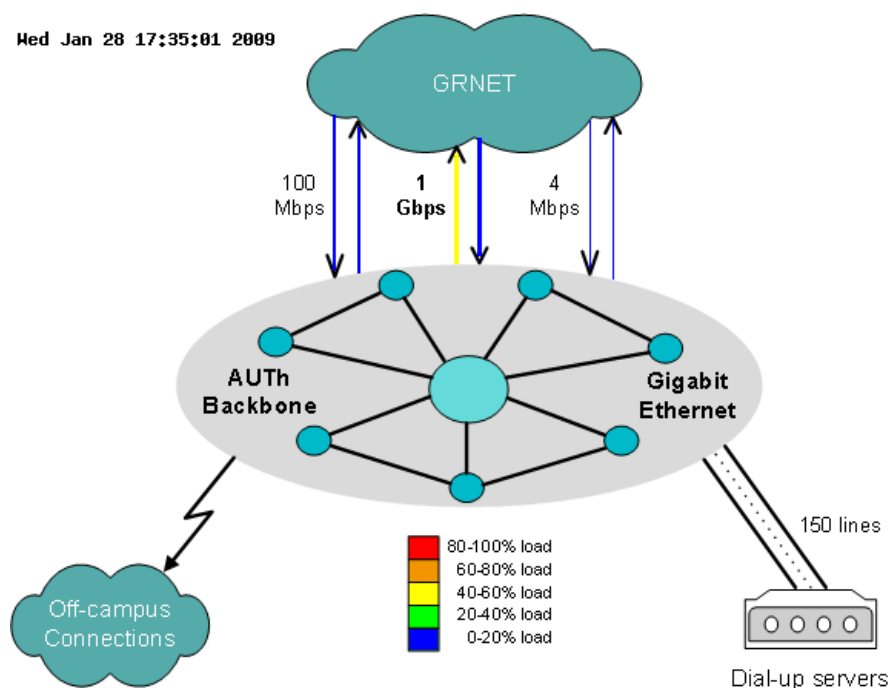
1.1 Σύντομη Παρουσίαση

Το Δίκτυο του Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο δημιουργήθηκε το 1993 και συνδέει τις 33 σχολές τους εξυπηρετώντας 16.500 χρήστες.

Από τον Οκτώβριο του 1995 έχει οργανωθεί Κέντρο Λειτουργίας και Διαχείρισης Δικτύου Δεδομένων (ΚΛ&ΔΔ, ή απλά ΚΛΔ) ή Network Operations Center (NOC) στο ΑΠΘ, το οποίο έχει αναλάβει την διαχείριση του δικτύου του πανεπιστημίου.

1.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

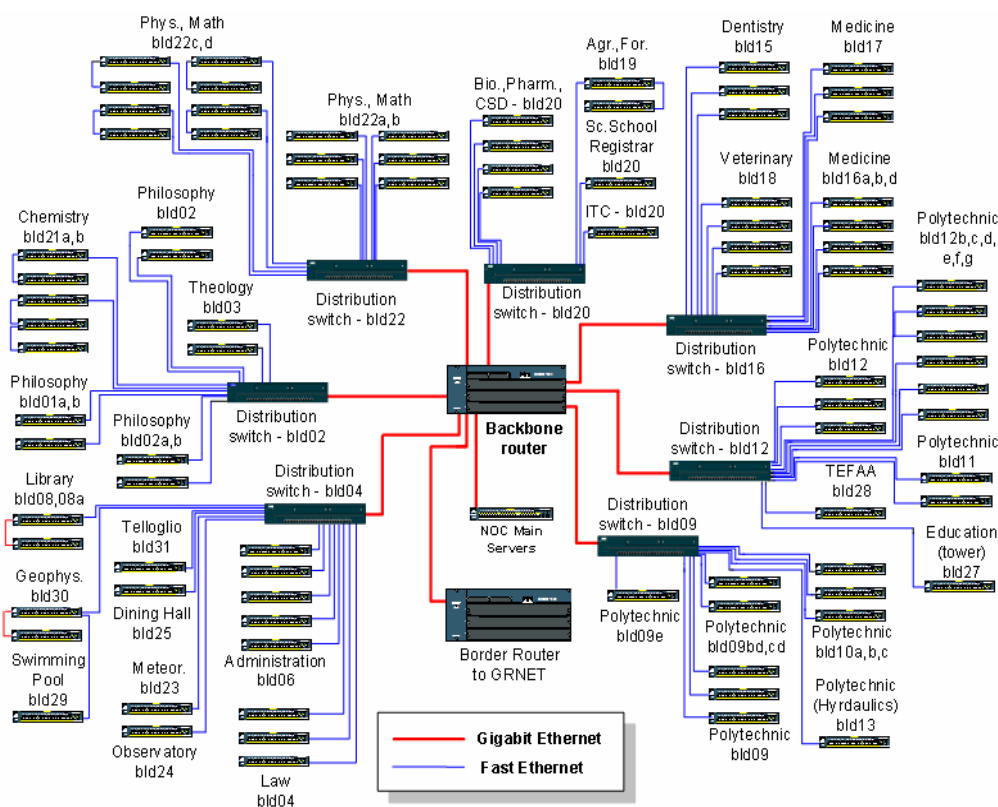
Το δίκτυο δεδομένων της Πανεπιστημιούπολης μπορεί να χωριστεί ιεραρχικά σε δίκτυο κορμού, δίκτυο διανομής και δίκτυο πρόσβασης.



Εικόνα 1.1 Αφαιρετικά το Δίκτυο Του ΑΠΘ

Το δίκτυο κορμού (backbone) είναι αυτό που συνδέει τα διάφορα υποδίκτυα του πανεπιστημίου. Η τεχνολογία που ακολουθεί είναι Gigabit Ethernet και στην ουσία διαδέχθηκε, το 2004 τα παλαιότερα δίκτυα κορμού τεχνολογίας FDDI και ATM. Στο Gigabit Ethernet δίκτυο κορμού συνδέονται 8 μεταγωγείς (switches)

τεχνολογίας Ethernet (Fast / Gigabit) και ο νέος κεντρικός δρομολογητής. Οι συνδέσεις γίνονται μέσω οπτικών ινών, ως επί το πλείστον μονότροπων (single-mode). Αυτοί οι 8 μεταγωγείς αποτελούν το δίκτυο διανομής και βρίσκονται σε διάφορα κτίρια της Πανεπιστημιούπολης. Σε ορισμένα κτίρια, οι κόμβοι του δικτύου πρόσβασης συμπληρώνονται και από ethernet hubs. Κάθε κτίριο μπορεί να διαθέτει από 1 μέχρι 4 κόμβους δικτύου πρόσβασης, ανάλογα με το μέγεθός του, και σε αυτούς συνδέονται οι πρίζες δικτύου των χρηστών, μέσω της οριζόντιας καλωδίωσης. Η οριζόντια καλωδίωση είναι Unshielded Twisted Pair (UTP) κατηγορίας 5, σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA 568-A και απολήγει σε επίτοιχες πρίζες. Η συνολική εικόνα του δικτύου κορμού και του δικτύου φαίνεται στην εικόνα 1.2



Εικόνα 1.2 Πλήρες διάγραμμα Δικτύου ΑΠΘ

Με τον «έξω κόσμο» το πανεπιστήμιο συνδέεται μέσω τριών συνδέσεων με το Εθνικού Δικτύου Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ ή GRnet). Η κύρια γραμμή είναι τεχνολογίας Gigabit Ethernet (εύρους ζώνης 1 Gigabit/second (Gbps)), οι δύο

εφεδρικές έχουν εύρος ζώνης 100 Megabits/second (Mbps) και 4 Megabits/second (Mbps) αντίστοιχα και λειτουργούν μόνο σε περίπτωση βλάβης της κύριας γραμμής.¹

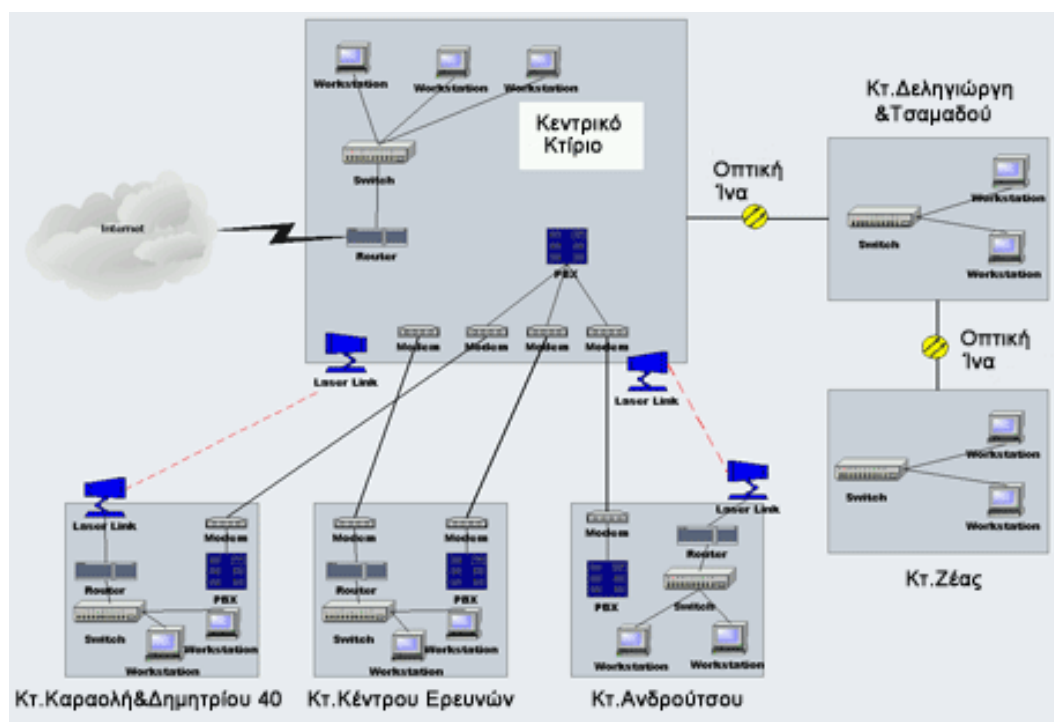
2. Πανεπιστήμιο Πειραιώς

2.1 Σύντομη Παρουσίαση

Το Κέντρο Διαχείρισης Δικτύων (ΚεΔΔ) του Πανεπιστημίου Πειραιώς λειτουργεί από το Δεκέμβριο του 1996 στο Κεντρικό Κτίριο του Πανεπιστημίου.

2.2 Τοπολογία περιγραφή Δικτύου

Το δίκτυο δεδομένων καλύπτει όλα τα κτίρια του Πανεπιστημίου και ακολουθεί σύγχρονη αρχιτεκτονική δομημένης καλωδίωσης (χρήση καλωδίων UTP Cat5). Ο μεταγωγός του κεντρικού κτιρίου, τεχνολογίας Fast Ethernet, αποτελεί το δίκτυο κορμού και στις θύρες του συνδέονται οι τοπικοί μεταγωγείς των υποδικτύων που αποτελούν το δίκτυο πρόσβασης. Στους χρήστες προσφέρεται υψηλή ταχύτητα πρόσβασης (μέχρι 100 MBPs). Στο κεντρικό κτίριο μετέπειτα συνδέονται όλα τα υπόλοιπα κτίρια.



Εικόνα 2.1 Διάγραμμα Δικτύου Πα.Πει.

Για την σύνδεση των επιμέρους κτιρίων χρησιμοποιούνται τριών ειδών συνδέσεις ασύρματα μέσω Laser, με μισθωμένες γραμμές μέσω ΟΤΕ αλλά και με οπτικές ίνες.

Τα κτίρια επί των οδών Καραολή και Δημητρίου 40 και το Κέντρο Ερευνών συνδέονται με τον κεντρικό μεταγωγέα με ταχύτητα 2MBPs μέσω μισθωμένων

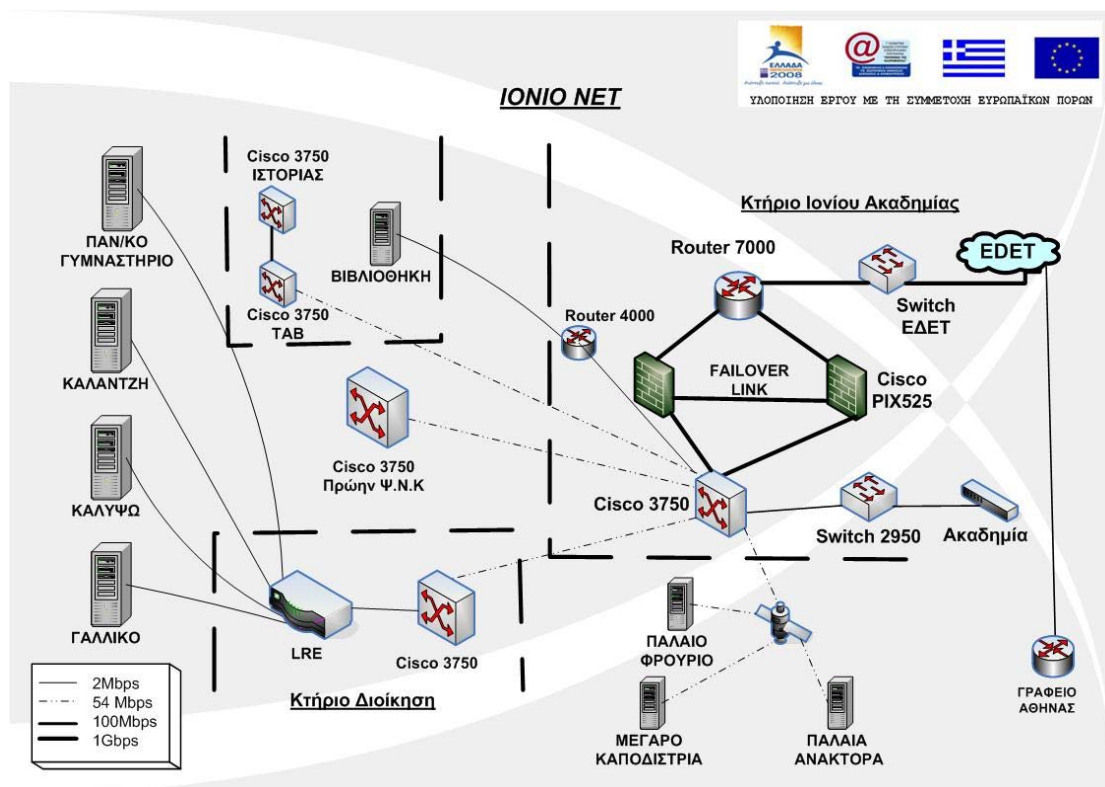
γραμμών του ΟΤΕ. Τα κτίρια επί των οδών Ανδρούτσου και Καραολή και Δημητρίου 40 συνδέονται με το κτίριο επί της οδού Καραολή και Δημητρίου 80, που είναι το κεντρικό, με ασύρματο σύστημα σύνδεσης (τεχνολογίας Laser) ταχύτητας 100MBPs. Τέλος τα κτίρια των οδών Δελιγεώργη και Τσαμάδου καθώς και το κτίριο επί της οδού Ζέας συνδέονται με το κεντρικό κτίριο μέσω οπτικών ινών.

Το δίκτυο του Πανεπιστημίου Πειραιώς στο ΕΔΕΤ και στο υπόλοιπο Ίντερνετ μέσω μισθωμένης οπτικής ίνας τεχνολογίας DWDM που δίνει τη δυνατότητα ταχύτητας 1GBPs και μέσω εφεδρικής γραμμής με ταχύτητα 64KBPs (μέσω FortHnet). Η σύνδεση γίνεται στον μεταγωγέα του κεντρικού κτιρίου.

3. Ιόνιο Πανεπιστήμιο

3.1 Σύντομη Περιγραφή

Το ΚΔΔ του Ιονίου Πανεπιστημίου δημιουργήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Αποκατάστασης) του Β' ΚΠΣ (Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης) στη δράση των δικτύων. Το δίκτυο του Ιονίου Πανεπιστημίου αποτελείται από 11 κτίρια που βρίσκονται διάσπαρτα στην πόλη της Κέρκυρας.



Εικόνα 3.1 Δίκτυο Ιονίου Πανεπιστημίου

3.2 Τοπολογία Δικτύου

Το δίκτυο κορμού του Ιονίου Πανεπιστημίου αποτελείται από 8 switches (μοντέλα Cisco 3750 και 2950) και από δύο router της Cisco (Cisco 7000 και Cisco 4000). Ο κεντρικός router βρίσκεται στο κτίριο της Ιονίου Ακαδημίας που αποτελεί

το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου. Πάνω στο router είναι συνδεδεμένος ένας κεντρικός μεταγωγέας (switch) πάνω στον οποίο συνδέονται σε LAN τα υπόλοιπα κτήρια, η σύνδεση μεταξύ των δύο γίνεται με σύνδεση Gigabit Ethernet 1Gbps. Τοπικά το κτίριο της Ακαδημίας συνδέεται μέσω δεύτερου router με σύνδεση Fast Ethernet 100Mbps.

Από τα υπόλοιπα κτίρια τρία συνδέονται ασύρματα με ταχύτητα 54Mbps, τρία με ενσύρματη σύνδεση 54Mbps και τέλος η βιβλιοθήκη του πανεπιστημίου με σύνδεση DSL 2Mbps. Τα υπόλοιπα 4 κτίρια του πανεπιστημίου συνδέονται στον κεντρικό μεταγωγέα έμμεσα, μέσω του κτιρίου της διοίκησης με σύνδεση 2Mbps. Τα κτίρια αυτά είναι συνδεδεμένα πάνω σε ένα μεταγωγέα LRE (Long Reach Ethernet). Το LRE είναι ένα ethernet πρωτόκολλο της Cisco, που επιτρέπει ταχύτητες πολλών Mbps σε αποστάσεις έως και 1.5 χλ. Η τεχνολογία αυτή είναι παρόμοια με το VDSL.

Το τοπικό δίκτυο του Ιονίου Πανεπιστημίου συνδέεται με το δίκτυο της ΕΔΕΤ με σύνδεση 1Gbps Gigabit Ethernet. Η σύνδεση γίνεται πάνω σε ένα δρομολογητή Cisco 7000. Όλο το δίκτυο βρίσκεται πίσω από ένας τοίχος προστασίας (firewall) που αποτελείται από δύο συσκευές Cisco PIX525.

4. Πανεπιστήμιο Κρήτης

4.1 Σύντομη παρουσίαση

Το δίκτυο του Πανεπιστημίου Κρήτης είναι ένα εκτεταμένο δίκτυο το οποίο εξαπλώνεται σε δύο νομούς και αποτελείται από τέσσερα υποδίκτυα. (Γάλλος - Ρέθυμνο, Κνωσός και Βούτες – Ηράκλειο). Φορέας διαχείρισης του δικτύου είναι το Ucnnet.

4.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

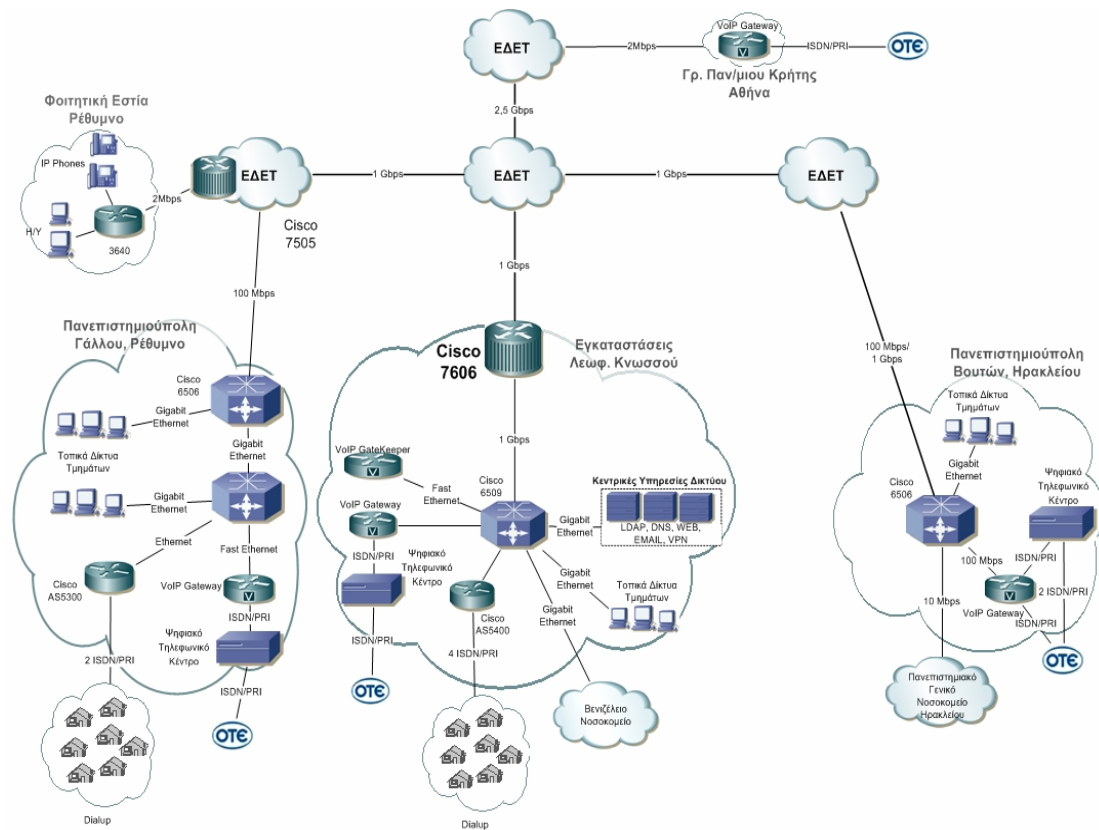
Το backbone του Πανεπιστημίου Κρήτης περιλαμβάνει 4 Cisco router και 4 Cisco switches. Το δίκτυο του Πανεπιστημίου συνδέεται στο δίκτυο της ΕΔΕΤ από τρία σημεία από το router του Ρεθύμνου, τον router των εγκαταστάσεων στην οδό Κνωσού και το switch της πανεπιστημιούπολης στα Βουτά του Ηρακλείου. Όλες η συνδέσεις με την ΕΔΕΤ είναι τεχνολογίας Gigabit Ethernet 1GBps.

Στο Ρέθυμνο οι εστίες και η εκεί Πανεπιστημιούπολη τροφοδοτούνται μέσω κοινού router (Cisco 7505). Η σύνδεση με τις εστίες είναι DSL 2mbps και εξυπηρετεί H/Y και IP phones, ενώ η σύνδεση της πανεπιστημιούπολης είναι τεχνολογίας Fast Ethernet 100Mbps. Στο τοπικό δίκτυο της Παν. Ρεθύμνου χρησιμοποιούνται συνδέσεις Gigabit Ethernet, Fast Ethernet και απλό Ethernet.. Το δίκτυο εξυπηρετεί τα τοπικά δίκτυα των τμημάτων μία VoIP gateway αλλά και ένα router Cisco AS5300 οποίος παρέχει dial- up υπηρεσίες 2 γραμμών ISDN/PRI.

Το δίκτυο στην Κνωσού περιλαμβάνει ένα κεντρικό μεταγωγέα που συνδέεται μέσω router Cisco 7606. Πάνω στο μεταγωγέα συνδέονται τοπικά δίκτυα τμημάτων Voip Gateways, router που δίνει dial-up συνδέσεις 4 γραμμών ISDN/PRI. Ακόμη πάνω στο δίκτυο της Κνωσού είναι συνδεδεμένοι όλοι οι server Που εξυπηρετούν τις βασικές διαδικτυακές υπηρεσίες του δικτύου (DNS server, E-mail server, VPN server, WEB servers κλπ).

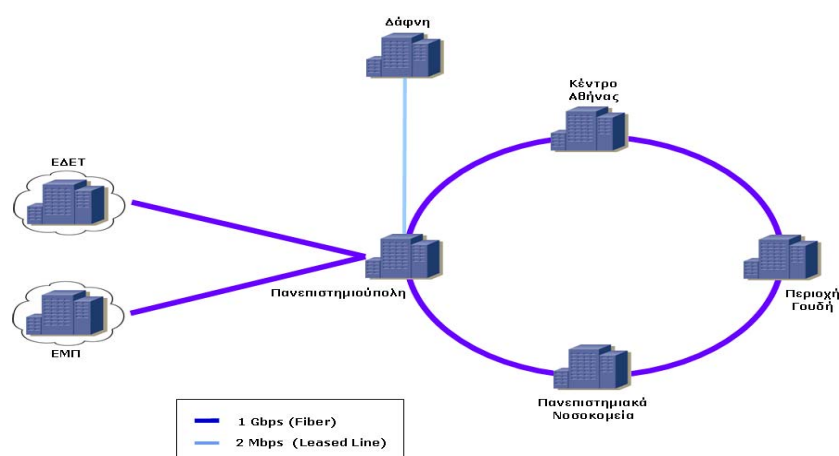
Το δίκτυο των Βουτών συνδέεται στην ΕΔΕΤ και με εναλλακτική σύνδεση Fast Ethernet 100Mbps. Κατά τα άλλα αποτελεί μία μικρογραφία των προηγούμενων δύο.

Συνολικά το δίκτυο παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



5. Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών ιδρύθηκε το 1837 λειτουργεί 5 Σχολές με 26 Τμήματα και 5 ανεξάρτητα Τμήματα. Το Δίκτυο του Πανεπιστημίου το ανέλαβε το Κέντρο Λειτουργίας και Διαχείρισης Δικτύου (εν συντομία Κ.ΛΕΙ.ΔΙ.) που έχει ως κύριο σκοπό τη διασφάλιση υψηλής ποιότητας δικτυακών υπηρεσιών για το σύνολο των μελών του Ιδρύματος.

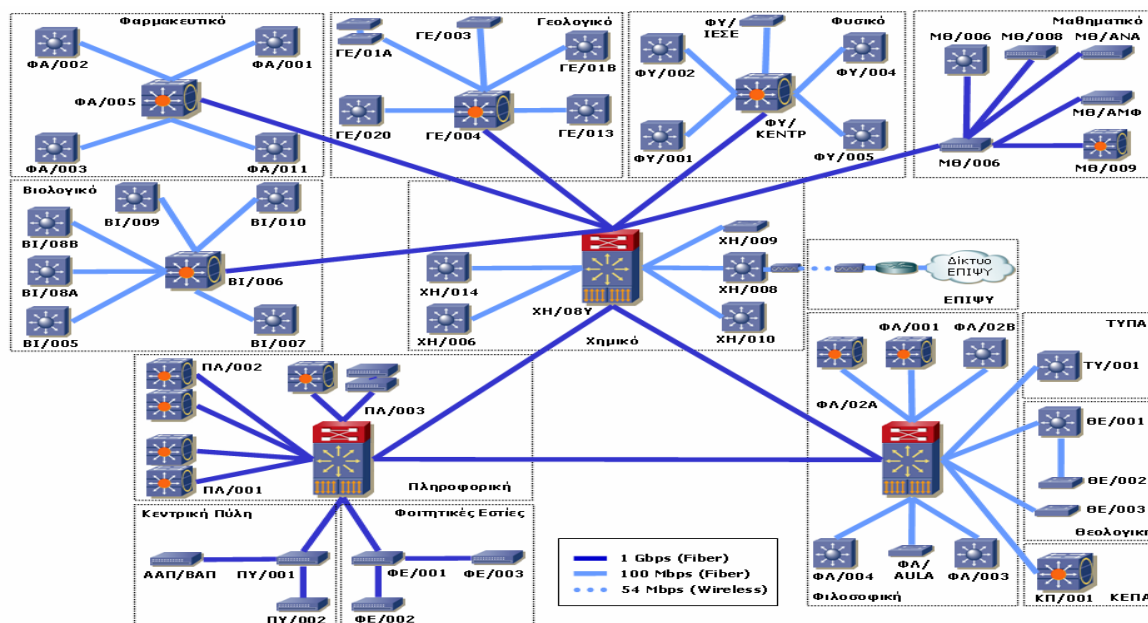


Εικόνα 5.1 Αφαιρετικό Δίκτυο Καποδιστριακού Πανεπιστημίου

5.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

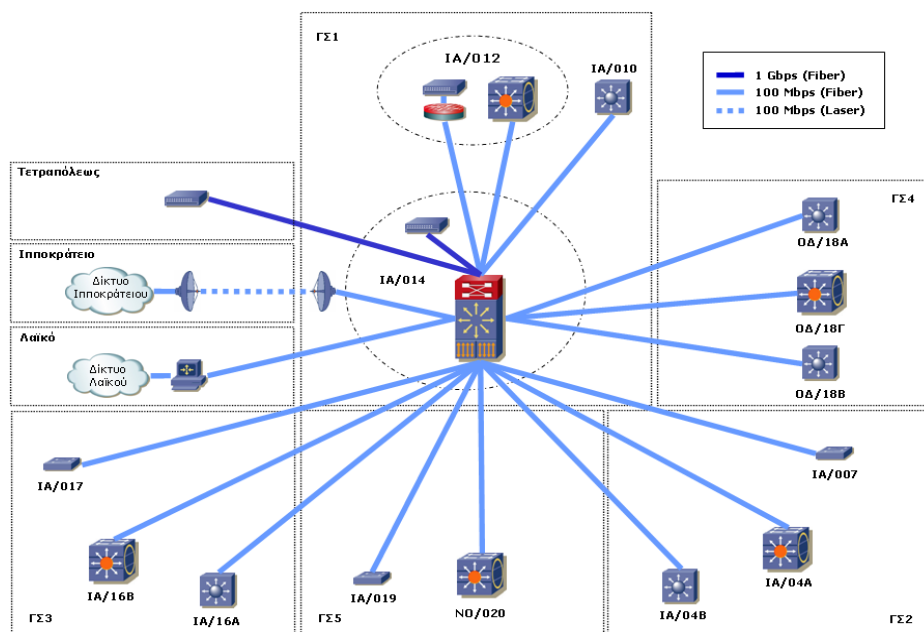
Το Δίκτυο δεδομένων του Πανεπιστημίου περιλαμβάνει 30 δρομολογητές και 120 μεταγωγούς, που βρίσκονται κατανεμημένοι σε όλες τις κτιριακές εγκαταστάσεις. Λόγω της μεγάλης διασποράς των κτιρίων του Πανεπιστημίου, δημιουργήθηκε ένας δακτύλιος οπτικών ινών για να την σύνδεσή τους με ταχύτητα της τάξης του 1 Gbps. Τα κτίρια αυτά είναι το Πανεπιστήμιο των Ιλισίων, η Ιατρική Σχολή στο Γουδί, τα διάφορα κτίρια του Πανεπιστημίου στο κέντρο, οι εγκαταστάσεις του ΤΕΦΑΑ στη Δάφνη με μισθωμένη γραμμή του ΟΤΕ (σε ταχύτητα 2 Mbps), καθώς και κάποια Νοσοκομεία. Όλο το δίκτυο συνδέεται στο Internet μέσω του ΕΔΕΤ σε ταχύτητα 1 Gbps και υπάρχει και εφεδρική σύνδεση όμοιας ταχύτητας προς το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε την τοπολογία των δικτύων όλων των διαφορετικών κτιρίων που αποτελούν το Πανεπιστήμιο.

Η τοπολογία του δικτύου στην Πανεπιστημιούπολη Ιλίσίων αποτελείται από το δίκτυο κορμού με 3 κεντρικούς μεταγωγείς (Cisco catalyst 6500) που συνδέονται μεταξύ τους με οπτικές ίνες στο 1 Gbps, το δίκτυο διανομής που συνδέεται στο δίκτυο κορμού (Cisco catalyst 5500) με οπτικές ίνες στα 100 Mbps και τέλος το δίκτυο πρόσβασης που συνδέεται στο δίκτυο διανομής σε ταχύτητες 100 Mbps ή 1 Gbps.



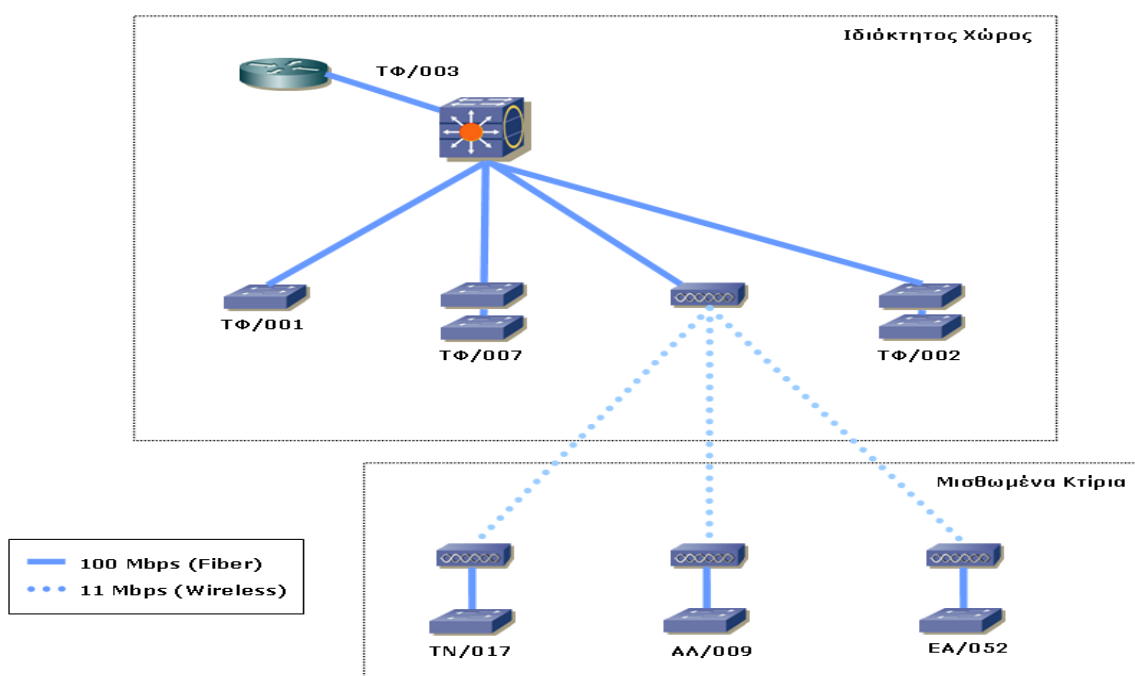
Εικόνα 5.2 Πανεπιστημιούπολη Ιλίσίων

Στην Ιατρική Σχολή, η δομή είναι διαφορετική καθώς ένας κεντρικός μεταγωγός (Cisco catalyst 6500) συνδέει όλα τα επιμέρους κτίρια σε ταχύτητα 100 Mbps και στους τελικούς χρήστες προσφέρονται ταχύτητες 10 ή 100 Mbps. Επίσης στον κεντρικό μεταγωγό συνδέονται με ταχύτητες 100 Mbps και δύο Πανεπιστημιακά Νοσοκομεία: το Λαϊκό και το Ιπποκράτειο. Η σύνδεση με το Λαϊκό γίνεται μέσω οπτικής ίνας, ενώ με το Ιπποκράτειο μέσω μιας ζεύξης laser.



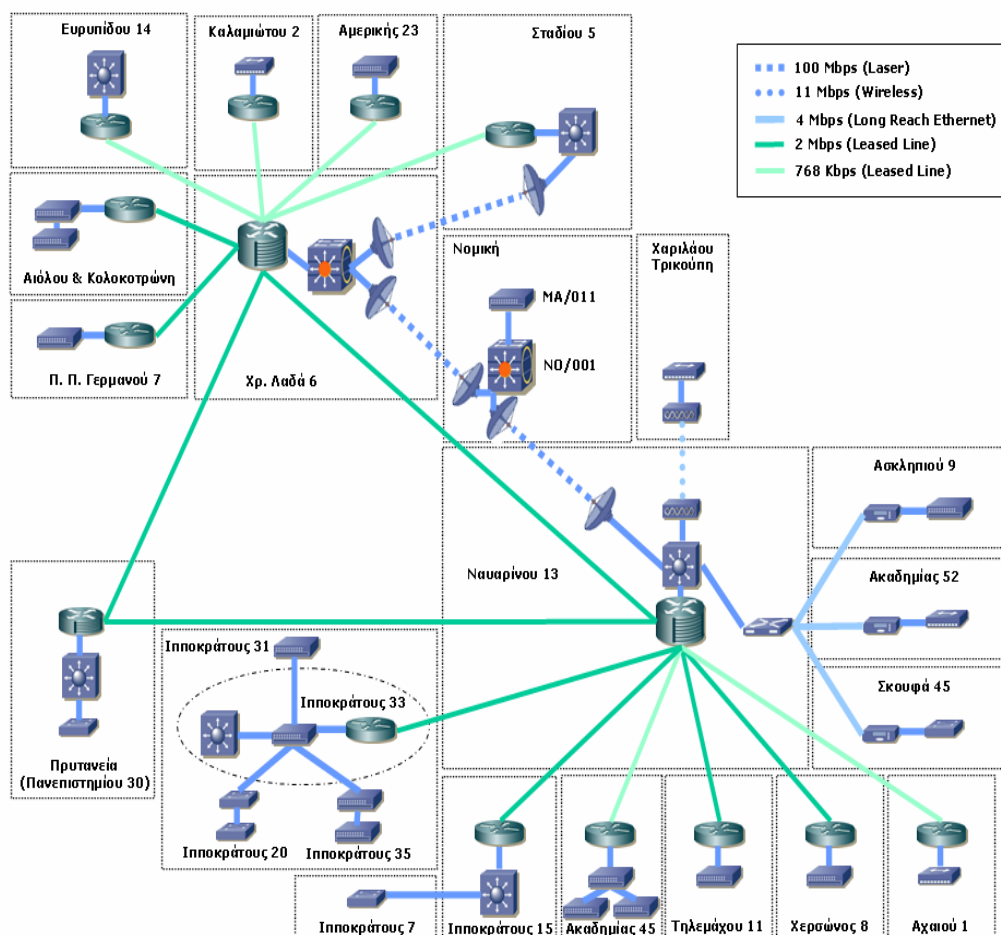
Εικόνα 5.3 Ιατρική Σχολή

Στα ΤΕΦΑΑ ακολουθείται δομή αντίστοιχη με την Ιατρική Σχολή, με έναν κεντρικό μεταγωγό (Cisco catalyst 5500) και επί μέρους μεταγωγούς πρόσβασης (Cisco catalyst 1900). Επιπλέον στον κεντρικό μεταγωγό συνδέονται μέσω ασύρματης ζεύξης ταχύτητας 11 Mbps κάποια κοντινά κτίρια που μισθώνονται από το τμήμα.



Εικόνα 5.4 ΤΕΦΑΑ

Στο κέντρο της Αθήνας τα πολλά μεμονωμένα κτίρια οδήγησαν αναγκαστικά στη χρήση μισθωμένων γραμμών της τάξης των 2 Mbps και μικρών δρομολογητών σε κάθε κτίριο. Πρέπει να σημειωθεί όμως, ότι βρίσκεται σε εξέλιξη η διαδικασία αναβάθμισης της δικτυακής σύνδεσης με χρήση ζεύξεων laser στα 100 Mbps.



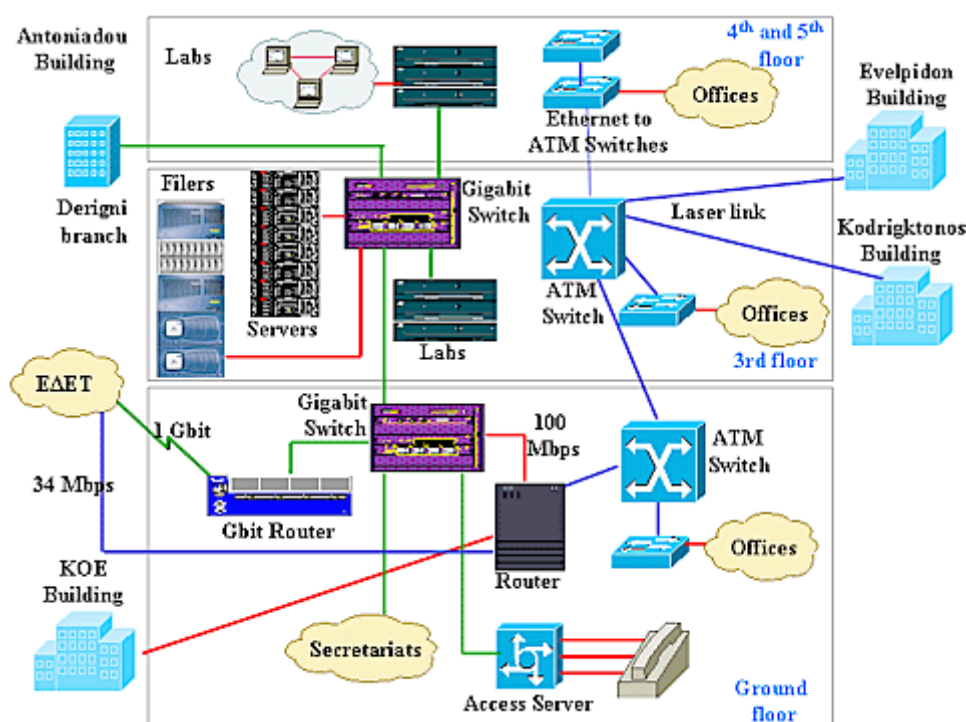
Εικόνα 5.5 Μεμονωμένα κτίρια του κέντρου Αθήνας

Τέλος όσον αφορά τα πανεπιστημιακά νοσοκομεία υπάρχει ένας κεντρικός μεταγωγός (Cisco catalyst 3750) που παρέχει σύνδεση 100 Mbps στα νοσοκομεία Αρεταίειο, Αιγινήτειο και Ευγενίδιο και εξασφαλίζει επικοινωνία και με την Πανεπιστημιούπολη μέσω του οπτικού δακτυλίου.

6. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

6.1 Σύντομη Παρουσίαση

Το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών ιδρύθηκε το 1920 ως Ανωτάτη Σχολή Εμπορικών Σπουδών. Το 1926 μετονομάστηκε σε Ανωτάτη Σχολή Οικονομικών και Εμπορικών Επιστημών (ΑΣΟΕΕ) και από το 1989 έχει την τωρινή του ονομασία. Αποτελείται από 8 προπτυχιακά τμήματα και 26 μεταπτυχιακά. Το Κέντρο Διαχείρισης Δικτύου εποπτεύει την λειτουργία του δικτύου δεδομένων και φωνής και εκτείνεται σε 8 κτίρια.



Εικόνα 6.1 Δίκτυο Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών

6.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Στο δίκτυο του Πανεπιστημίου χρησιμοποιούνται 3 ειδών τεχνολογίες. Όπως φαίνεται και από το σχήμα που ακολουθεί υπάρχει τεχνολογία Fast Ethernet σε ταχύτητα 100 Mbps που συνδέει πλήθος γραφείων, εργαστηρίων και υπηρεσιών εντός του κεντρικού κτιρίου σε Ethernet to ATM switches, και επίσης συνδέει το σύστημα αποθήκευσης δεδομένων (Netapp Filers) και όλους τους Servers σε ένα Gigabit

switch. Επιπλέον μέσω ενός router γίνεται σύνδεση με το απομακρυσμένο κτίριο ΚΟΕ. Από τα ATM switches φεύγουν τεχνολογίας Laser συνδέσεις ταχύτητας 34 Mbps που καταλήγουν μέσω ενός Router σε ένα Gigabit Switch και στο δίκτυο του ΕΔΕΤ και κατευθείαν σε 2 απομακρυσμένα κτίρια του Πανεπιστημίου, αυτό της Ευελπίδων και αυτό της Κοδρικτόνος. Τέλος από τα Gigabit switches η τεχνολογία σύνδεσης μετατρέπεται σε Gigabit Ethernet ταχύτητας 1 Gbps που συνδέει το απομακρυσμένο κτίριο Αντωνιάδου, την υπηρεσία Γραμματείας, τα κυρίως εργαστήρια του Πανεπιστημίου και μέσω ενός Gbit router γίνεται η κυρίως επικοινωνία με τον κόμβο του ΕΔΕΤ.

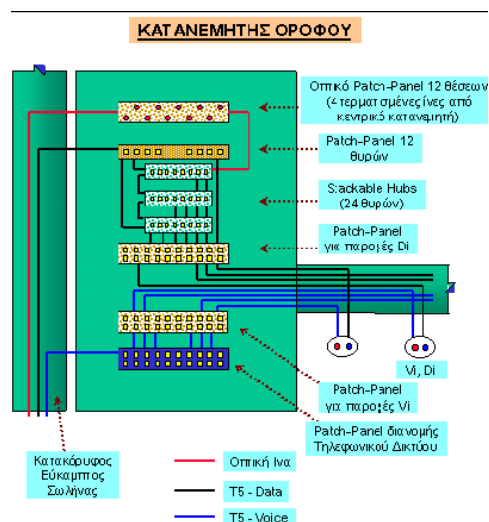
7. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

7.1 Σύντομη Παρουσίαση

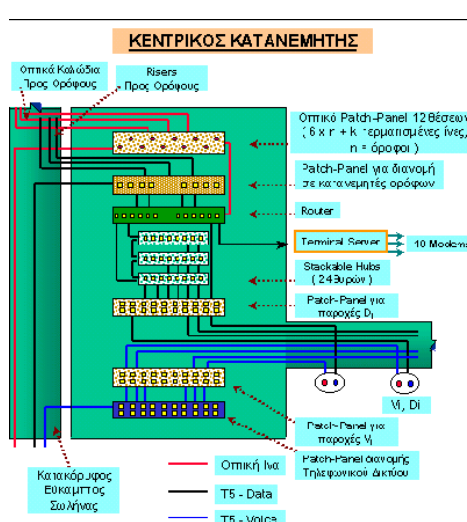
Το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας ιδρύθηκε το 1990 και είναι η μετεξέλιξη της Ανωτάτης Βιομηχανικής Σχολής Θεσσαλονίκης. Σήμερα λειτουργεί 10 ακαδημαϊκά τμήματα, καθώς και 4 μεταπτυχιακά. Το Κέντρο Διαχείρισης Δικτύου λειτουργεί από το 1991, αλλά την σημερινή του μορφή την πήρε το 2003.

7.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Το δίκτυο του Πανεπιστημίου εξυπηρετεί 4 κτίρια 5 ορόφων το καθένα και χωρίζεται σε τρία τμήματα, την οριζόντια, την κατακόρυφη και την κεντρική καλωδίωση. Στο οριζόντιο τμήμα η καλωδίωση έχει τοπολογία αστέρα σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA 568B και περιλαμβάνει 35 switches και hubs. Αυτά με τη σειρά τους, μέσω του κάθετου τμήματος της δομημένης καλωδίωσης (οπτικές ίνες), καταλήγουν στους κεντρικούς καταναμητές κτιρίων και από εκεί σε 3 δρομολογητές (Cisco catalyst 6506, Cisco 3550-12T), οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους μέσω οπτικών ινών σε διάταξη δένδρου.



Εικόνα 7.1 Κατανεμητής ορόφου

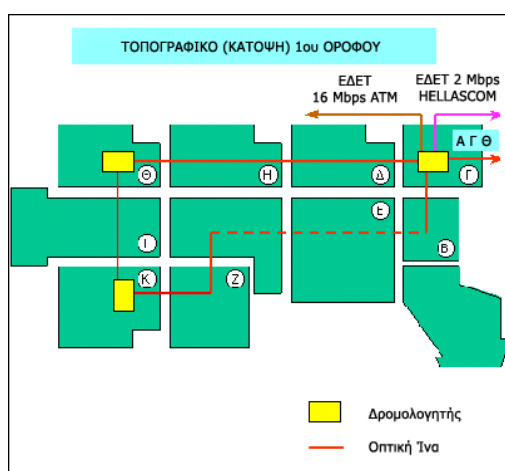


Εικόνα 7.2 Κεντρικός Κατανεμητής

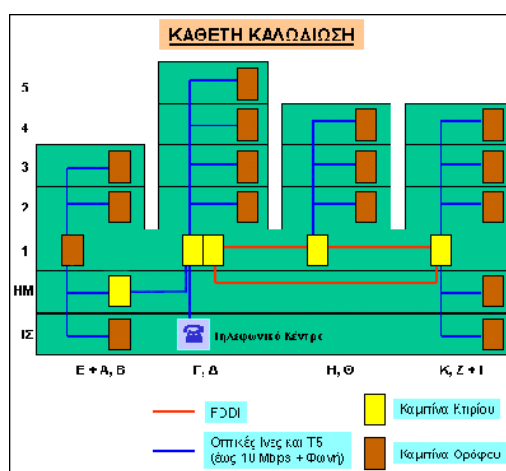
Σε κάθε όροφο βρίσκεται τοπικός κατανεμητής που διαχειρίζεται το δίκτυο του ορόφου και συνολικά υπάρχουν 15 τεμάχια τοπικών κατανεμητών. Η κατακόρυφη καλωδίωση αναλαμβάνει τη σύνδεση μεταξύ των τοπικών και του κεντρικού κατανεμητή. Η σύνδεση γίνεται με καλώδια οπτικής ίνας και χαλκού UTP

για κάθε κτίριο, τα οποία μεταφέρουν την κάθε θέση εργασίας ως διπλή και προσαυξημένη κατά 20%. Παράλληλα γίνεται κατακόρυφη καλωδίωση φωνής μέσω καλωδίου χαλκού 25 συνεστραμμένων ζευγών UTP κατηγορίας 5, με χωρητικότητα ανάλογη της πλήρης κάλυψης των θέσεων εργασίας προσαυξημένη και εδώ κατά 20%. Η κεντρική καλωδίωση παρέχει σύνδεση μεταξύ των κεντρικών καταναμητών, με τη χρήση 6 κεντρικών καμπινών σε 4 κομβικά σημεία των κτιρίων, που βρίσκονται στον 1^ο όροφο. Χρησιμοποιείται και εδώ καλώδιο οπτικής ίνας και χαλκού UTP πολλαπλών συνεστραμμένων ζευγών.

Τέλος υπάρχουν 3 δρομολογητές που επικοινωνούν το τοπικό δίκτυο με τον έξω κόσμο. Ένας που χρησιμοποιεί 2 γραμμές, 16 Mbps (ATM) και 2 Mbps (PCM) αντίστοιχα προς το ΕΔΕΤ (Cisco 7507), και άλλοι δύο (access servers) που χρησιμοποιούν 120 ISDN γραμμές dial-up (Cisco AS5300 Modem Access Server).

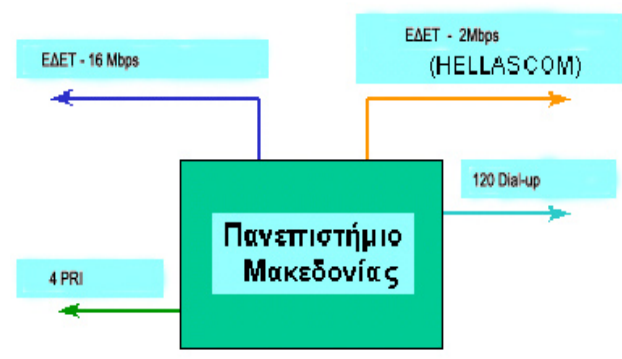


Εικόνα 7.3 Τοπογραφικό (Κάτοψη) 1^{ου} ορόφου



Εικόνα 7.4 Κάθετη καλωδίωση

ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ



Εικόνα 7.5 Εξωτερικές Συνδέσεις

8. ΤΕΙ Αθηνών

8.1 Σύντομη Παρουσίαση

Το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας αποτελείται από 5 σχολές που περιλαμβάνουν συνολικά 35 τμήματα. Λειτουργεί από το 1950 ως ΚΑΤΕ, μετά ως ΚΑΤΕΕ και πλέον ως ΤΕΙ. Το Κέντρο Διαχείρισης Δικτύου (ΚΔΔ) έχει αναλάβει από το 1988 την οργάνωση, λειτουργία και συντήρηση του δικτύου δεδομένων του Ιδρύματος και είναι υπεύθυνο επίσης και για την υποστήριξη πρόσθετων υπηρεσιών, την ασφάλεια των δεδομένων, την τεκμηρίωση του δικτύου και την υποστήριξη των χρηστών.

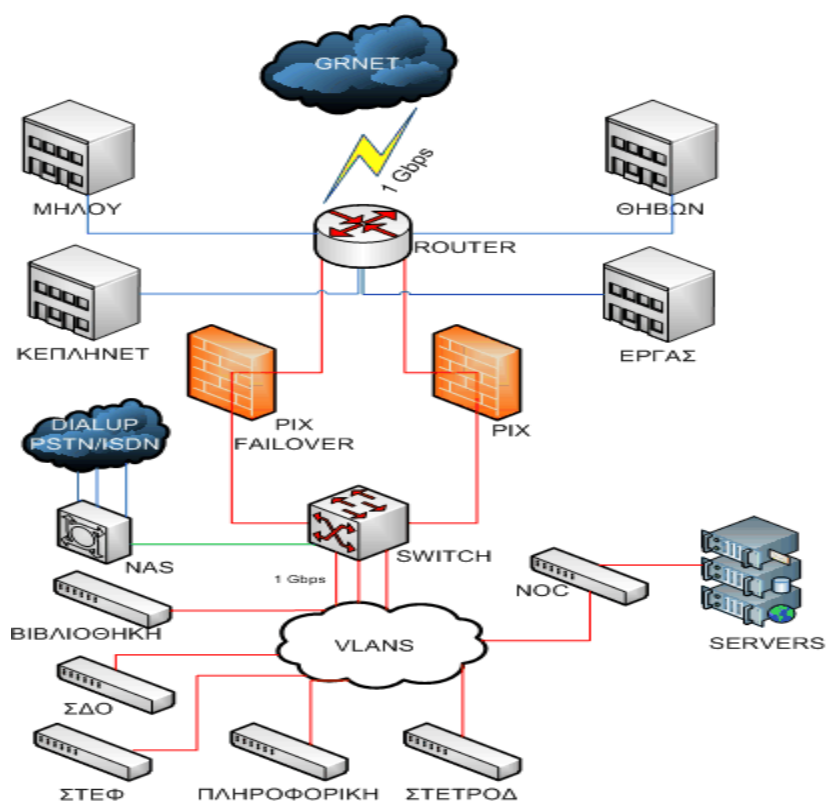
8.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Το δίκτυο του ΤΕΙ Αθήνας χρησιμοποιούσε τεχνολογία ATM, αλλά από το 2004 αναβαθμίστηκε σε τεχνολογία Gigabit στα πλαίσια του Γ' ΚΠΣ. Σήμερα, μετά και την αναβάθμιση του 2006, αποτελείται από ένα δίκτυο κορμού (backbone) τεχνολογίας Gigabit ταχύτητας 1 Gbps. Η σύνδεση των κτιρίων με τον κεντρικό κόμβο (Cisco 7304) γίνεται σε τοπολογία αστέρα με πολύτροπες οπτικές ίνες και τεχνολογία Gigabit. Επίσης υπάρχουν το δίκτυο διανομής εντός των κτιρίων τεχνολογίας Fast Ethernet και το δίκτυο πρόσβασης τεχνολογίας Ethernet/Fast Ethernet. Μέσα στον ευρύτερο χώρο του ΤΕΙ υπάρχουν 50 διαφορετικά τοπικά δίκτυα (LANs) που διασυνδέονται στο backbone μέσω μεταγωγέων (switches) Fast Ethernet. Τέλος το δίκτυο διανομής, δίκτυο κορμού και η διασύνδεση του δικτύου δεδομένων του ΤΕΙ με το Internet (μέσω ΕΔΕΤ) είναι τεχνολογίας Gigabit Ethernet (1 Gbps).

Επιπλέον έχει στηθεί ένας ισχυρός δρομολογητής για την διασύνδεση με τα απομακρυσμένα κτίρια του Τ.Ε.Ι. Αθήνας (κτίρια ΕΡΓΑΣ, και Θηβών). Η σύνδεση γίνεται σε ταχύτητα 1 Mbps αναβαθμισμένη κατά πολύ σε σχέση με την παλιά των 330 Kbps. Η αναβάθμιση έγινε μέσω γραμμής ISDN των 2 Mbps, η οποία εξυπηρετούσε την τηλεφωνική διασύνδεση των κτιρίων. Εκτός αυτών έγινε αναβάθμιση και στη σύνδεση με το κτίριο της οδού Μήλου, από 4 σε 20 Mbps με την εγκατάσταση νέου δρομολογητή (Cisco 2610) και μεταγωγέα καθώς και με τη χρήση ασύρματης ζεύξης.

Εκτός αυτών έχει αναβαθμιστεί και το τηλεφωνικό δίκτυο του Ιδρύματος από απλό Ethernet (10 Mbps) σε Fast Ethernet (100 Mbps) με την αντικατάσταση 70 απλών συγκεντρωτών (hubs) με μεταγωγείς (switches) υψηλών ταχυτήτων. Επίσης έχει γίνει εγκατάσταση στα γραφεία των Προϊσταμένων 30 τηλεφωνικών συσκευών VoiceIP για πιλοτική χρήση μέσα από το δίκτυο δεδομένων IP.

Σχετικά με την δομημένη καλωδίωση υπάρχουν 2200 παροχές (πρίζες) στο κεντρικό κτίριο, καθώς και 1700 νέες παροχές που καλύπτουν πλήρως όλους τους χώρους και ορόφους των απομακρυσμένων κτιρίων. Όλες οι παροχές μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για δεδομένα, είτε για τηλέφωνο. Επεκτάθηκε ακόμα και η υποδομή με οπτικές ίνες σε όλα τα κτίρια, συνδέοντας τα με τον Κεντρικό κόμβο του Δικτύου.



Εικόνα 8 Δίκτυο ΤΕΙ Αθηνών

9. ΤΕΙ Χαλκίδας

9.1 Σύντομη Περιγραφή

Το δίκτυο του ΤΕΙ Χαλκίδας κατασκευάστηκε το 1997 στο πλαίσιο του προγράμματος Δράση Δικτύων του Υπουργείου Παιδείας και αφορούσε το σύνολο των πανεπιστημίων και ΤΕΙ της χώρας. Το 1997 δημιουργήθηκε και ο φορέας διαχείρισης του δικτύου Το κέντρο διαχείρισης δικτύου του Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας που λειτουργεί από το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους.

9.2 Τοπολογία περιγραφή Δικτύου

Το Δίκτυο είναι σχεδόν εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένο σε FastEthernet, με ταχύτητα μέχρι 100Mbps μεταξύ των υπολογιστών, εκτός από τον τομέα της Βιβλιοθήκης, που έχει το δικό της Gigabit Ethernet με χρήση οπτικών ινών και μέγιστες ταχύτητες μέχρι 1Gbit.

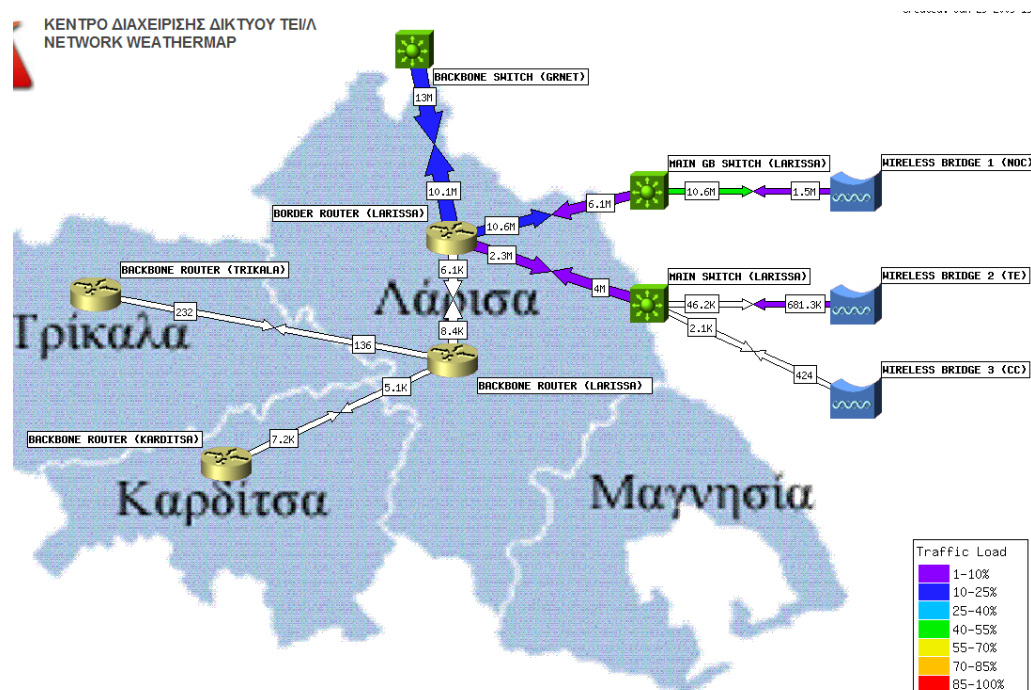
Το δίκτυο έχει τοπολογία αστέρα, είναι εξ' ολοκλήρου switched και στον σχεδιασμό του έγινε κάθε δυνατή προσπάθεια να μην υπάρχουν σημεία με συμφόρηση. Μετά από πολύμηνη προσπάθεια, στα μέσα του 1999 ενεργοποιήθηκε η νέα γραμμή που συνδέει το ΤΕΙ με το Internet. Η γραμμή αυτή επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων με ταχύτητες μέχρι 2Mbps, έχει δηλαδή 30 περίπου φορές μεγαλύτερο εύρος ζώνης από την προηγούμενη μισθωμένη γραμμή του ΤΕΙ (που ήταν ταχύτητας 64Kbps) και ο φορέας είναι ISDN (E1-PRI). Η γραμμή αυτή είναι υπό συνεχή παρακολούθηση από το NOC του ΤΕΙ. Η παροχή του Internet γίνεται μέσω του δικτύου του GRNet ή ΕΔΕΤ (Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας).

Η νέα αυτή γραμμή των 2Mbps προς το παρόν καλύπτει τις ανάγκες του ΤΕΙ, όσο για τα προβλήματα του παρελθόντος (μεγάλες αναμονές κατά την περιήγηση στο δίκτυο, προβλήματα στη μεταφορά e-mail κλπ) σχεδόν εξαφανίστηκαν. Η ταχύτερη αυτή γραμμή επιτρέπει πια την πραγματοποίηση πολλών σύγχρονων υπηρεσιών όπως η τηλεσυνδιάσκεψη με ζωντανή μετάδοση εικόνας και ήχου, η οριζόντια δράση βιβλιοθηκών και γραφείων διασύνδεσης και πολλά άλλα που προς το παρόν είναι στο στάδιο του σχεδιασμού ή της υλοποίησης.

10.ΤΕΙ Λάρισας

10.1 Συνοπτική Παρουσίαση

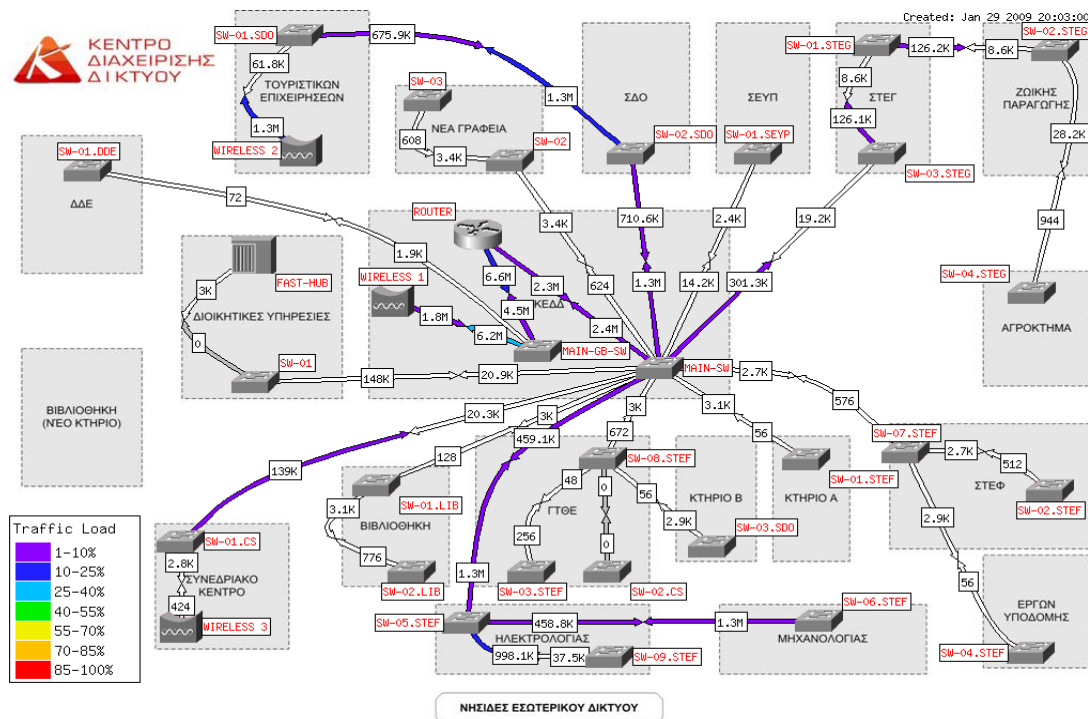
Το Τ.Ε.Ι. Λάρισας ιδρύθηκε το 1983, όπως και όλα τα Τεχνολογικά Εκπαιδευτικά Ιδρύματα της χώρας, όταν καταργήθηκαν τα μέχρι τότε λειτουργούντα Κέντρα Ανώτερης Τεχνικής & Επαγγελματικής Εκπαίδευσης (ΚΑΤΕΕ), και θεσπίστηκε η βαθμίδα της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης, στην οποία εντάχθηκαν τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (Α.Ε.Ι.) και τα Τ.Ε.Ι.. Περιλαμβάνει 7 Σχολές με 19 διαφορετικά Τμήματα. Το Κέντρο Διαχείρισης Δικτύου του Ιδρύματος που ξεκίνησε το 1996 αφορά δίκτυο φωνής-δεδομένων και αποτελεί βασικό στοιχείο για τη στήριξη του συνόλου των λειτουργιών του.



Εικόνα 10.1 Δίκτυο ΤΕΙ Λάρισας, ΤΕΙ Καρδίτσας, ΤΕΙ Τρικάλων

10.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Το δίκτυο του ΤΕΙ Λάρισας συνδέεται με το εθνικό δίκτυο έρευνας και τεχνολογίας (ΕΔΕΤ) σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Πανεπιστημιακού Διαδικτύου (GUNet). Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο γίνεται με υψηλές ταχύτητες 1 Gb. Η δικτυακή υποδομή συντηρείται και εξελίσσεται συνεχώς και καλύπτει τόσο το campus του Ιδρύματος στην Λάρισα, όσο και τα Παραρτήματα Καρδίτσας και Τρικάλων. Υπάρχουν 4 κεντρικοί routers, δύο εγκατεστημένοι στην Λάρισα και από ένας σε Καρδίτσα και Τρίκαλα αντίστοιχα. Οι τρεις αποτελούν το δίκτυο κορμού και ο τέταρτος ως border router επικοινωνεί με το GRNet. Στο κεντρικό σύμπλεγμα του ΤΕΙ στη Λάρισα βρίσκεται σε εξέλιξη η διαδικασία αναβάθμισης όλων των διασυνδέσεων με οπτικές ίνες. Μέχρι τώρα έχουν υλοποιηθεί η σύνδεση του τμήματος Διοίκησης και Διαχείρισης Έργων και της Βιβλιοθήκης με το δίκτυο δεδομένων κορμού και ακολουθούν όλα τα υπόλοιπα.



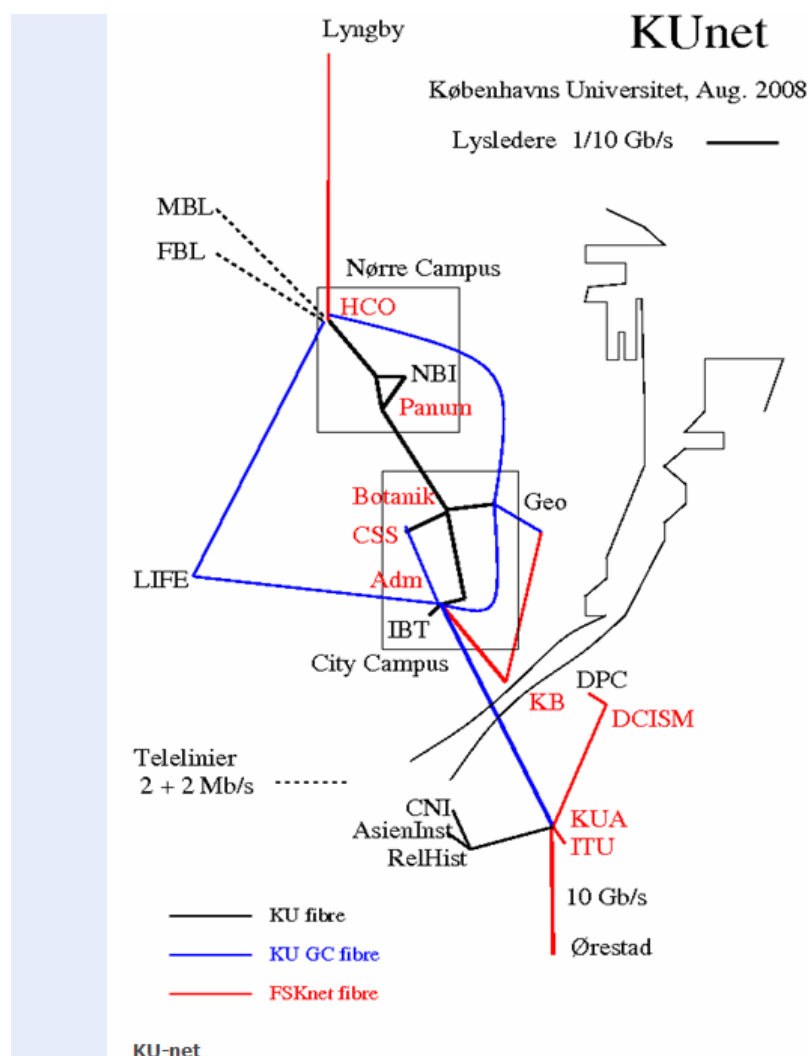
Εικόνα 10.2 Τοπολογία Δικτύου ΤΕΙ Λάρισας

11. Πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης

11.1 Σύντομη Περιγραφή

Το δίκτυο του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης (KUnet) είναι ένα δίκτυο που συνδέει τα τμήματα των τοπικών δικτύων των διαφόρων ιδρυμάτων με έναν αριθμό κεντρικών δρομολογητών. Το δίκτυο διασυνδέει 32 κόμβους – κτίρια σε όλη την έκταση του πανεπιστημίου. Υπεύθυνος για την διαχείριση του δικτύου είναι το UNI-C (University Corporate IT).

11.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου



Εικόνα 11 Δίκτυο Πανεπιστημίου Κοπεγχάγης

Η σύνδεση των επιμέρους δικτύων γίνεται με την χρήση των μοντέλων δρομολογητών CISCO 3750/3550 καθώς και με μερικά παλαιότερα μοντέλα, όπως τα Netbuilder και CoreBuilder της 3Com. Οι δρομολογητές συνδέονται μεταξύ τους με οπτικές ίνες ταχυτήτων 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, με τεχνολογία Ethernet 10Mbps και με μερικές συνδέσεις FDDI 100 Mbps. Επιπλέον υπάρχουν δύο ασύρματες συνδέσεις 34Mbps και μερικές μισθωμένες γραμμές 2Mbps.

Το πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης συνδέεται με δύο ακόμη μητροπολιτικά δίκτυα, αυτά των περιοχών Lyngby και Orestad. Προς το Lyngby υπάρχουν δύο συνδέσεις Gigabit Ethernet 1 Gbps και 10 Gbps και προς το Orestad μία Gigabit Ethernet σύνδεση των 10 Gbps. Μέσω των δύο συνδέσεων αυτών το πανεπιστήμιο συνδέεται στο πανεπιστημιακό δίκτυο της Δανίας το Forskningsnettet και κατ'επέκταση στον κόμβο του NORDUnet στην Στοκχόλμη. Το NORDUnet είναι μία συνεργασία μεταξύ πανεπιστημίων των χωρών Σουηδίας, Δανίας, Νορβηγίας, Φιλανδίας και Ισλανδίας(<http://www.nordu.net/>).

Το πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης συμμετέχει και στο δίκτυο IPv6 που προσπάθησε να δημιουργήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση το 2002-2004. Σήμερα στο πανεπιστήμιο υπάρχει εγκατεστημένος ο δρομολογητής Cisco 7206 με διεπαφές (interfaces) δύο του 1 Gbps, δύο των 100 Mbps και μία 10 Mbps, ο οποίος μπορεί και λειτουργεί Multicast IPv6. Ακόμη υπάρχουν δρομολογητές Cisco 3750 που τρέχουν IPv6 όχι όμως Multicast, ενώ στα μέσα του 2008 αναμενόταν η έκδοση E του δρομολογητή που θα έχει αυτή την δυνατότητα.

12. London School of Economics

12.1 Σύντομη περιγραφή

Το LSE έχει 23 κτήρια στην κυρίως περιοχή του στο Houghton St και 8 φοιτητικές εστίες που βρίσκονται διασκορπισμένες στην ευρύτερη περιοχή του εσωτερικού Λονδίνου σε απόσταση εύκολα προσπελάσιμη με μέσα μαζικής μεταφοράς.

12.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Σε κάθε κτήριο στο κυρίως campus υπάρχει τοπικό δίκτυο δεδομένων, το οποίο είναι υλοποιημένο με ένα συνδυασμό από μεταγωγείς HP2524 Ethernet που προσφέρουν ταχύτητες 10/100 Mbps και από μεταγωγείς HP2626 Ethernet. Οι τελευταίοι, είναι συνδεδεμένοι με έναν από τους 4 κεντρικούς υπολογιστές/ δωμάτια ελέγχου του δικτύου με σύνδεση οπτικής ίνας ταχύτητας 1Gbps.

Το δίκτυο κορμού περιλαμβάνει ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο πλέγματος τεσσάρων κεντρικών μεταγωγέων Cisco Catalyst 6509 στο κτίριο του St Clements και στο Παλαιό Κτίριο του πανεπιστημίου, καθώς και ένα ζευγάρι μεταγωγέων Cisco Catalyst 3750 στο κτίριο της οδού Lionel Robbins και στον Πύργο 2.

Όλα τα κτίρια του LSE καθώς και οι φοιτητικές εστίες συνδέονται με ένα από τους κεντρικούς μεταγωγείς. Μερικά κτίρια επιπλέον έχω και μία δευτερεύουσα σύνδεση με δεύτερο κεντρικό μεταγωγέα για είναι εύκολη η επαναφορά του δικτύου.

Το LSE διαθέτει δύο δρομολογητές Cisco 7204 που του εξασφαλίζουν κύρια και εναλλακτική σύνδεση 100Mbps με το Μητροπολιτικό Δίκτυο του Λονδίνου και το Ίντερνετ.

Ανάμεσα στο δίκτυο κορμού του LSE και τους κεντρικούς δρομολογητές βρίσκονται τοποθετημένοι δύο τείχη προστασίας Netscreen NS500 τα οποία είναι ομοίως ρυθμισμένα.

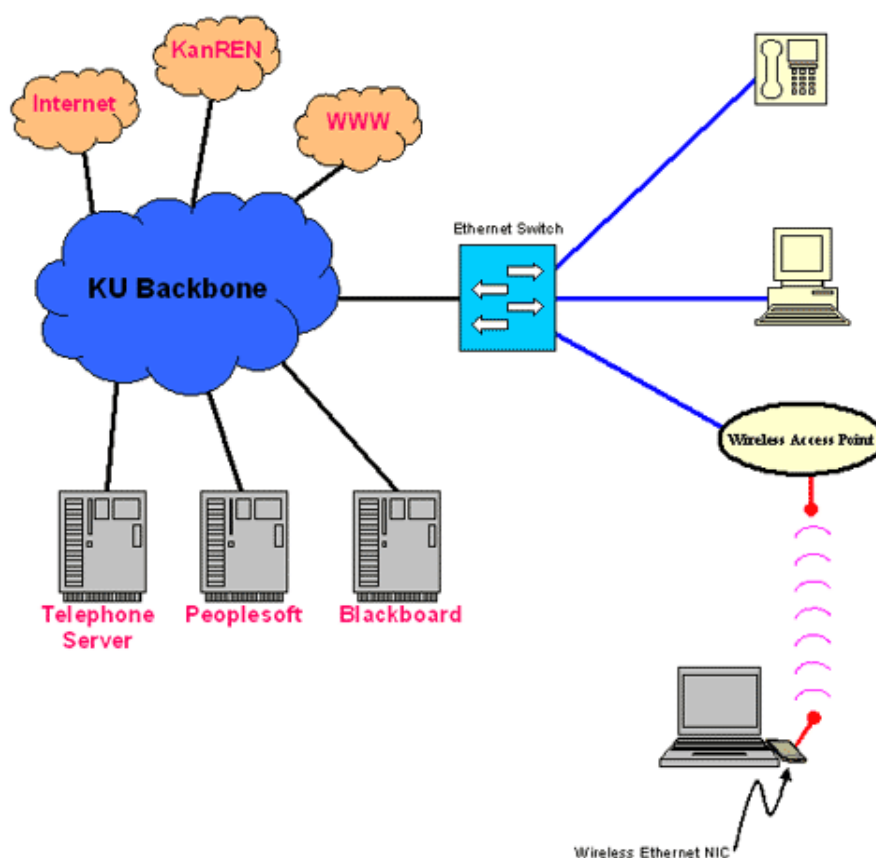
Το δίκτυο δεδομένων μεταφέρει κυρίως κίνηση IP που δρομολογείται δια μέσου ενός δικτύου, το οποίο ρυθμίζεται από στατικές διαδρομές και δυναμικά πρωτόκολλα όπως το OSPF και το BGP.

Οι επτά φοιτητικές εστίες συνδέονται με τις κύριες εγκαταστάσεις με κυκλώματα 100mbps τα οποία παρέχονται από μία εταιρεία τηλεπικοινωνιών. Η μικρότερη εστία συνδέεται με 2Mbps.

13. Πανεπιστήμιο του Kansas

13.1 Συνοπτική Παρουσίαση

Το Πανεπιστήμιο του Kansas ιδρύθηκε το 1866, λειτουργεί σήμερα 16 προπτυχιακά τμήματα, 14 μεταπτυχιακά προγράμματα και προσφέρει και εξ'αποστάσεως εκπαίδευση.



Εικόνα 13 Kansas University Network

13.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Το Δίκτυο του Πανεπιστημίου προσφέρει τις υπηρεσίες του σε 17.000 τελικούς χρήστες, χρησιμοποιεί δεκάδες servers, υψηλών απαιτήσεων πλατφόρμες και διασυνδέει πολλές απομακρυσμένες τοποθεσίες και διάφορα περιφερειακά

δίκτυα. Τα 10/100BaseT και IEEE 802 πρωτόκολλα παρέχουν τη βασική του υποστήριξη. Το backbone του δικτύου αποτελείται από πέντε πολυστρωματικούς switches και 3 routers. Οι συσκευές αυτές είναι διασυνδεδεμένες σε τοπολογία 'mesh' μέσω οπτικών ινών που λειτουργούν σε Gigabit Ethernet. Αυτή την περίοδο η πανεπιστημιούπολη βρίσκεται σε διαδικασία αναβάθμισης των Ethernet hubs και repeaters με νέους των εταιριών 3Com και Cisco.

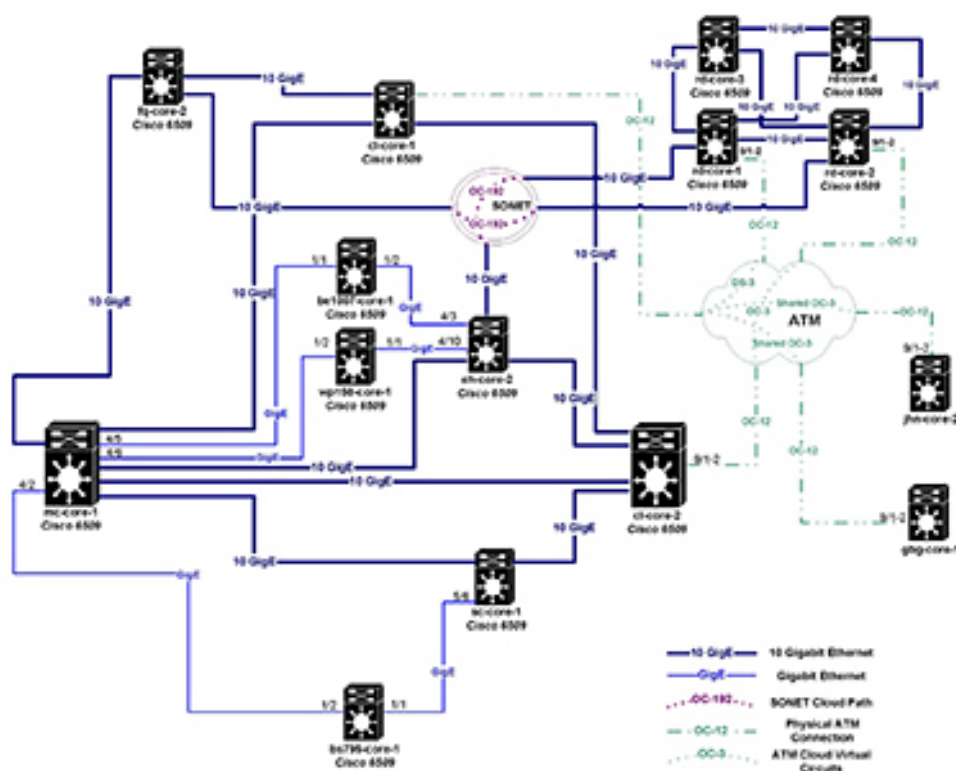
Το δίκτυο επικοινωνεί με τον “έξω κόσμο” μέσω του KANREN (Kansas Research and Education Network) για σύνδεση με άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα και με το Internet, καθώς επίσης και με το GPN (Great Plains Network) για πρόσβαση σε άλλα κρατικά δίκτυα και στο Internet 2(<http://www.internet2.edu/>) (μη-κυβερνητική κοινοπραξία 200 Πανεπιστημίων για την ανάπτυξης του Internet). Όλη αυτή η συνδεσιμότητα παρέχεται μέσω Ethernet και χρησιμοποιείται Virtual LAN τεχνολογία για τον διαχωρισμό της κυκλοφορίας προς τα Internet1 και 2. Τέλος στο campus λειτουργεί και ασύρματο δίκτυο τεχνολογίας 802.11b που επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται θεωρητικά μέχρι 11 Mbps, στην πράξη όμως το ποσοστό αυτό ποικίλει.

14. Πανεπιστήμιο του Pittsburgh

14.1 Συνοπτική Παρουσίαση

Το Πανεπιστήμιο του Pittsburgh ιδρύθηκε το 1787 και αποτελείται από 15 Τμήματα. Το Δίκτυο δεδομένων και φωνής του Πανεπιστημίου ονομάζεται PittNet (Pittsburgh Network) και παρέχει τις υπηρεσίες του σε περίπου 32.000 προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές, καθώς επίσης και σε 10.500 ακαδημαϊκό και διοικητικό προσωπικό.

PittNet Backbone - Initial 10 Gigabit Implementation



Εικόνα 14 Δίκτυο Πανεπιστημίου του Pittsburgh

14.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Ο κορμός του δικτύου είναι βασισμένος σε οπτικές ίνες τεχνολογίας Gigabit Ethernet ταχύτητας 1 Gbps. Στους τελικούς χρήστες προσφέρονται συνολικά περισσότερες από 26.000 Ethernet port, 800 Dialup modems και 30 ασύρματα σημεία πρόσβασης που βρίσκονται μέσα στις πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις. Επιπλέον γίνεται επικοινωνία με τις τέσσερις περιφερειακές πανεπιστημιούπολεις με συνδέσεις τεχνολογίας ATM Oc-3, T1, και Frame Relay. Το προσφερόμενο εύρος ζώνης είναι 160 Mbps για σύνδεση με το Internet και μέχρι 1 Gbps για σύνδεση με το Internet2. Η σύνδεση των σπουδαστών από τις Εστίες τους και τα Εργαστήρια Υπολογιστών των πανεπιστημιούπολεων γίνεται με ταχύτητα 80 Mbps. Εκτός αυτών το πανεπιστήμιο διατηρεί πρόσθετες συνδέσεις δικτύων, συμπεριλαμβανομένης μιας σύνδεσης Gigabit Ethernet με το δίκτυο UPMC και διάφορες wide area συνδέσεις προς νοσοκομεία και προς απομακρυσμένες πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις εκτός του campus.

Στα άμεσα σχέδια του Πανεπιστημίου είναι η αναβάθμιση του Δικτύου κορμού σε 10 Gigabit Ethernet, ή αν είναι τεχνολογικά εφικτό και σε πολλαπλάσιο των 10 Gigabit, ή τέλος σε τεχνολογία SONET (www.cisco.com) (Synchronous Optical NETwork). Η αναβάθμιση αυτή αν και προς το παρόν δεν είναι αναγκαία, λόγω του ότι ακόμα δεν χρησιμοποιείται στις μέγιστες δυνατότητές του, ωστόσο αυτό θα αλλάξει ριζικά με την υιοθέτηση τεχνολογιών όπως είναι το Video on Demand και το audio streaming. Το διάγραμμα παρακάτω απεικονίζει την υποδομή του Δικτύου δεδομένου ότι έχει αναβαθμιστεί το backbone σε ταχύτητα 10 Gigabit.

15. Πανεπιστήμιο του Stanford

15.1 Συνοπτική Παρουσίαση

Το Πανεπιστήμιο του Stanford ιδρύθηκε το 1885. Το δίκτυο δεδομένων του Πανεπιστημίου ονομάζεται SUNet και εξυπηρετεί περίπου 6700 προπτυχιακούς και 8000 μεταπτυχιακούς φοιτητές.

15.2 Τοπολογία Περιγραφή Δικτύου

Το Δίκτυο του πανεπιστημίου στην ραχοκοκαλιά του χρησιμοποιεί δύο ζεύγη από routers/switches που διασυνδέουν όλο τον υπόλοιπο εξοπλισμό. Κάθε router τελικού χρήστη συνδέεται και με τους δύο routers του backbone (ραχοκοκαλιά) για να έχει περισσότερη αξιοπιστία. Το μόνο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στο SUNet είναι το Internet Protocol (IP). Όλες οι συνδέσεις πάνω στο backbone γίνονται με χρήση τεχνολογίας Ethernet 1 Gbps, ενώ οι χρήστες συνδέονται στα δίκτυα του campus είτε με 1 Gbps είτε με 100 Mbps Ethernet, ανάλογα με τον διαθέσιμο εξοπλισμό του κάθε κτιρίου.

Εκτός της πανεπιστημιούπολης, στην γύρω περιοχή του Palo Alto είναι δυνατή η επικοινωνία με το SUNet μέσω οπτικών ινών που έχει εγκαταστήσει η Πόλη του Palo Alto. Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό χρησιμοποιούνται οι απλές εμπορικές τηλεφωνικές γραμμές που τρέχουν σε T1 (1.5 Mbps) ταχύτητες. Το δίκτυο κορμού του SUNet μπορεί να αναλυθεί σε τέσσερις τομείς-περιοχές. Τρεις αφορούν το δίκτυο που παρέχεται στους τελικούς χρήστες και τοποθετείται στο κυρίως campus, στην Ιατρική Σχολή και στις Εστίες των φοιτητών, και ο τέταρτος αφορά την επικοινωνία με τον “έξω κόσμο”. Οι δρομολογιτές εντός του ίδιου τομέα ανταλλάσσουν πακέτα μέσω του IP άμεσα, ενώ μεταξύ διαφορετικών τομέων-περιοχών το IP χρησιμοποιεί την ικανότητα δρομολόγησης του backbone.

Η επικοινωνία προς τα έξω γίνεται με το Internet σε ταχύτητα 1 Gbps, με το Internet 2 μέσω του CENIC(<http://www.cenic.org/>) και με δύο συνδέσεις προς το CalREN2 (που αναπτύχθηκε από το CENIC). Το CENIC προσφέρει υψηλού εύρους ζώνης συνδέσεις σε όλους τους συμμετέχοντες στο Internet 2. Μέσω του CalREN2 σ'αυτούς που βρίσκονται στην California, και μέσω του Abilene σε όλους πανεθνικά.

Επιπλέον το CENIC έχει αναπτύξει και διαχειρίζεται το DCN (Digital California Network), το οποίο προσφέρει κι αυτό σύνδεση του SUNet στο Internet. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι το Πανεπιστήμιο βρίσκεται σε διαδικασία αναβάθμισης του δικτύου κορμού από 1 σε 10 Gigabit ανά δευτερόλεπτο και αντικατάστασης όλων των routers/switches.

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν 15 δίκτυα πανεπιστημίων εκ των οποίων 5 ξένα πανεπιστήμια και 10 ελληνικά. Όσον αφορά τα εξεταζόμενα δίκτυα η εργασία επικεντρώνεται στην μελέτη των δικτύων κορμού των πανεπιστημίων και συγκεκριμένα στην περιγραφή της τοπολογίας τους και στις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες.

Όσον αφορά τα δίκτυα κορμού καθολική παρατήρηση είναι πως η επικρατούσα τεχνολογία είναι η Ethernet. Μάλιστα η παρουσία του Gigabit Ethernet έχει ενισχυθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια έναντι των παλαιότερων τεχνολογιών(κλασικό Ethernet, FastEthernet). Το κλασικό Ethernet έχει εκλείψει τελείως ενώ το FastEthernet χρησιμοποιείται ακόμη αρκετά, κυρίως όμως σαν δευτερεύουσα σύνδεση προς τον έξω κόσμο(π.χ Πανεπιστήμιο Κρήτης) είτε για να συνδέσει τα γραφεία και τα μικρότερα τοπικά δίκτυα εντός του πανεπιστημίου με τους κεντρικούς μεταγωγούς. Μόνο για τρία πανεπιστήμια το FastEthernet αποτελεί κύρια σύνδεση με το Ίντερνέτ καθώς και τεχνολογία δικτύου κορμού, αυτά είναι το Πανεπιστήμιο Πειραιά το LSE και το Πανεπιστήμιο του Κάνσας.

Το Gigabit Ethernet είναι αυτό που παίζει στα περισσότερα πανεπιστήμια το ρόλο της κύριας σύνδεσης με τον έξω κόσμο ενώ αποτελεί και την ραχοκοκαλιά του δικτύου συνδέοντας τον εξωτερικό δρομολογητή του κάθε δικτύου με τους κύριους εσωτερικούς δρομολογητές και μεταγωγούς. Μία σημαντική παρατήρηση όσον αφορά το Gigabit Ethernet έχει να κάνει με την σύγκριση της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται από τα ελληνικά και ξένα πανεπιστήμια. Αυτό που βλέπουμε είναι ότι ενώ σχετικά πρόσφατα, και αυτό λόγω των χρηματοδοτούμενων προγραμμάτων από την Ε.Ε., αποκτήσαν τα Ελληνικά Πανεπιστήμια 1Gbps συνδέσεις, πανεπιστήμια του εξωτερικού ήδη έχουν προχωρήσει (University of Copenhagen) ή προχωρούν (Pittsburg, Stanford) σε ταχύτητες 10Gpbs Gigabit Ethernet.

Άλλες τεχνολογίες που συναντώνται στα δίκτυα είναι το ATM, το FDDI το Frame Relay και το LRE. Οι τεχνολογίες ATM και Frame Relay είναι παλιές και ξεπερασμένες και χρησιμοποιούνται μόνο σε μικρά κομμάτια του δικτύου. Το Frame Relay το συναντήσαμε μόνο στο Πανεπιστήμιο του Pittsburg, ενώ το ATM σε τρία πανεπιστήμια, αυτά του Pittsburg, της ΑΣΟΕ και του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Το

τελευταίο αυτό πανεπιστήμιο είναι ιδιόμορφη περίπτωση καθώς ενώ το τοπικό του δίκτυο είναι βασισμένο σε Gigabit Ethernet η σύνδεσή του με το Ίντερνετ έχει παραμείνει στην τεχνολογία ATM. Το FDDI επίσης, αν και μη ξεπερασμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται μόνο στην Κοπεγχάγη. Τέλος το LRE, μία εκδοχή του κλασικού Ethernet χρησιμοποιείται σε δύο πανεπιστήμια το Καποδιστριακό και του Ιονίου.

Σε πολλές περιπτώσεις οι ανάγκες των Πανεπιστημίων για σύνδεση των κτιρίων τους οδηγεί σε ασύρματες λύσεις. Η πιο διαδεδομένη ασύρματη λύση είναι αυτή του Laser το οποίο παρέχει αξιόλογες ταχύτητες έως 100Mbps. Η τεχνολογία αυτή συναντάται στην ΑΣΟΕ, στο Εθνικό Καποδιστριακό και στο Πανεπιστήμιο του Πειραιά.

Στον τομέα της υλικής υποδομής η σημαντική παρατήρηση είναι πως τα μοντέλα της Cisco είναι αυτά που χρησιμοποιούνται σε συντριπτικά μεγαλύτερο βαθμό. Όσον αφορά, την καλωδίωση τα καλώδια χαλκού κυριαρχούν ενώ οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται λιγότερο και πιο κεντρικά στο δίκτυο. Ακόμη πρέπει να παρατηρήσουμε πως η χρήση οπτικών ινών είναι μεγαλύτερη στα πανεπιστήμια του εξωτερικού.

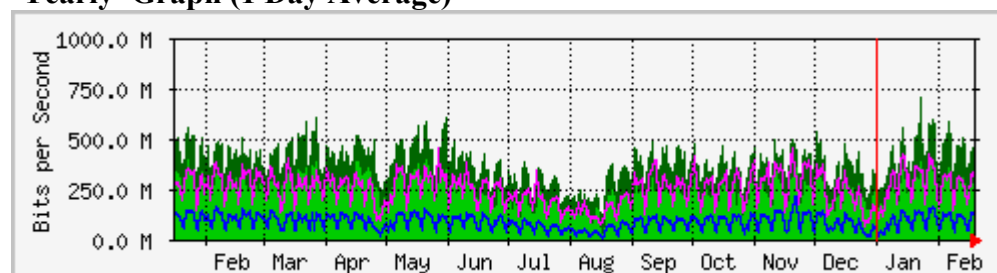
Συγκρίνοντας τα ελληνικά με τα ξένα πανεπιστήμια μπορούμε να πούμε πως τα ελληνικά υπολείπονται των ξένων μεν, αλλά σε βαθμό που μπορούμε να διατυπώσουμε την θέση ότι τα προσεγγίζουν. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα ελληνικά πανεπιστήμια προχώρησαν σε σημαντικές αναβάθμισης των δικτύων τους εκμεταλλευόμενα την ευρωπαϊκή χρηματοδότηση μέσω των ΚΠΣ. Έτσι γίναν και αυτά κοινωνοί τεχνολογιών όπως το Gigabit Ethernet. Βέβαια ένα σημαντικό ζήτημα είναι κατά πόσο αξιοποιούν τις δυνατότητες των δικτύων τους, κάτι που θα εξετάσουμε στην συνέχεια.

Βαθμός Αξιοποίησης Δικτύων των Ελληνικών Πανεπιστημίων

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα η διασύνδεση των ελληνικών πανεπιστημίων στο δίκτυο της ΕΔΕΤ τους προσφέρει γρήγορες συνδέσεις συγκρίσιμες με αυτές των πανεπιστημίων του εξωτερικού. Θα πρέπει να εξεταστεί παρ' όλα αυτά αν οι συνδέσεις αυτές πράγματι αξιοποιούνται από πλευράς των πανεπιστημίων. Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας παρουσιάζονται τα ετήσια διαγράμματα κίνησης των δικτύων των ελληνικών πανεπιστημίων που συμπεριλήφθηκαν στην εργασία. Τα διαγράμματα αυτά πάρθηκαν από την σελίδα ελέγχου του δικτύου της ΕΔΕΤ (<http://netmon.grnet.gr>). Ειδικά για το Πανεπιστήμιο Κρήτης και το Αριστοτέλειο δίνονται και Δυστυχώς για κάποια πανεπιστήμια τα διαγράμματα αναφέρονται στους τελευταίους 24 μήνες ενώ άλλα καταγράφουν στατιστικά για λιγότερους μήνες.

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

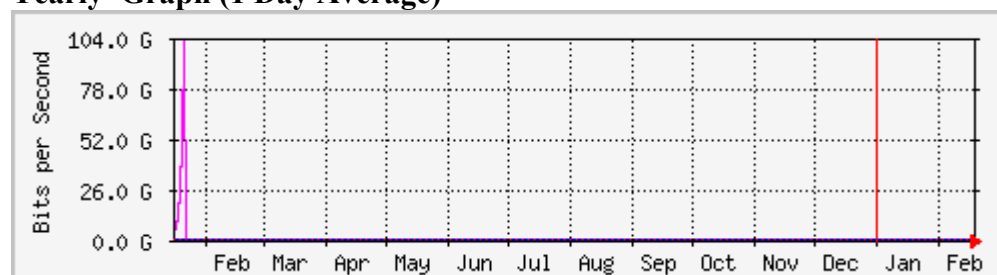
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max In: 717.6 Mb/s (71.8%) Average In: 250.5 Mb/s (25.1%) Current In: 249.5 Mb/s (25.0%)
Max Out: 459.7 Mb/s (46.0%) Average Out: 92.8 Mb/s (9.3%) Current Out: 117.8 Mb/s (11.8%)

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

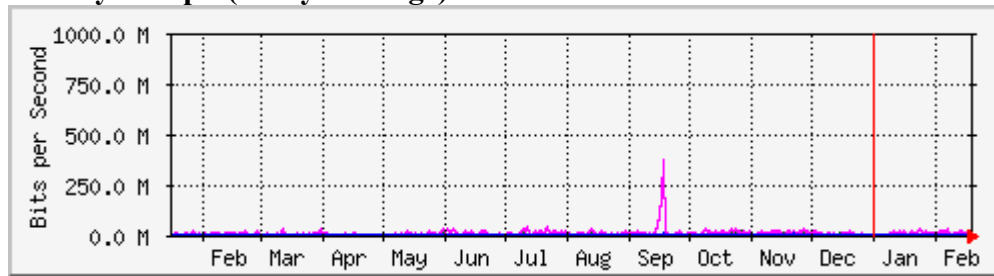
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max In: 254.9 Mb/s (25.5%) Average In: 45.2 Mb/s (4.5%) Current In: 67.7 Mb/s (6.8%)
Max Out: 103.5 Gb/s (10351.2%) Average Out: 22.1 Mb/s (2.2%) Current Out: 18.1 Mb/s (1.8%)

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

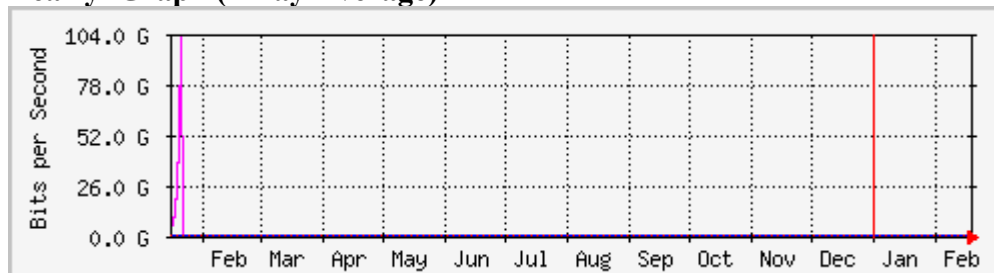
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:33.9 Mb/s (3.4%) Average **In**:2702.0 kb/s (0.3%) Current **In**:1335.3 kb/s (0.1%)
Max **Out**:374.4 Mb/s (37.4%) Average **Out**:2937.1 kb/s (0.3%) Current **Out**:3702.0 kb/s (0.4%)

ΤΕΙ Λάρισας

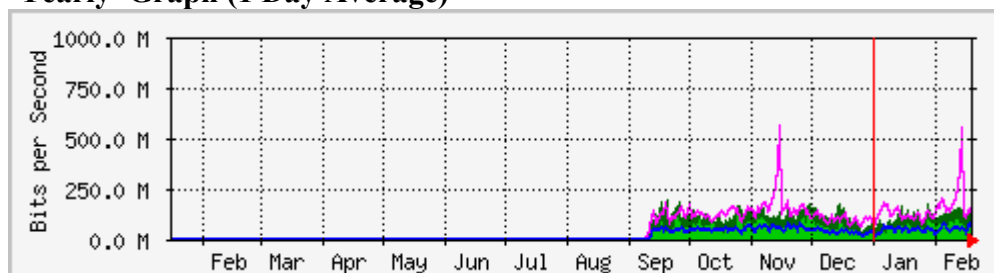
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:254.9 Mb/s (25.5%) Average **In**:45.2 Mb/s (4.5%) Current **In**:67.7 Mb/s (6.8%)
Max **Out**:103.5 Gb/s (10351.2%) Average **Out**:22.1 Mb/s (2.2%) Current **Out**:18.1 Mb/s (1.8%)

Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

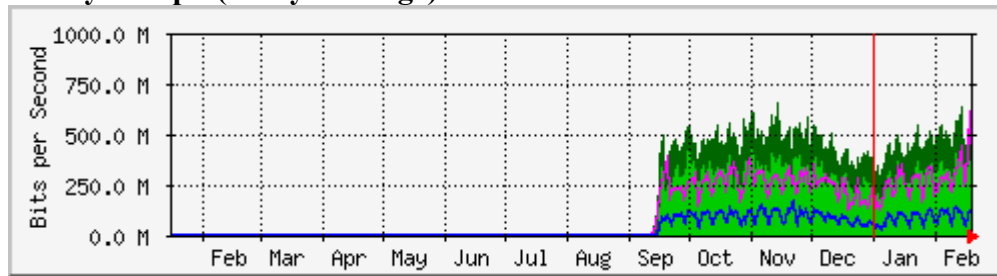
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:201.7 Mb/s (20.2%) Average **In**:70.5 Mb/s (7.1%) Current **In**:95.3 Mb/s (9.5%)
Max **Out**:561.7 Mb/s (56.2%) Average **Out**:53.8 Mb/s (5.4%) Current **Out**:60.0 Mb/s (6.0%)

Καποδιστριακό

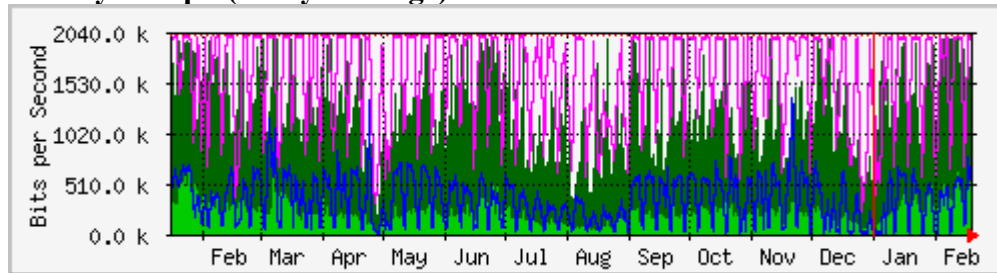
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:668.7 Mb/s (66.9%) Average **In**:317.9 Mb/s (31.8%) Current **In**:326.7 Mb/s (32.7%)
Max **Out**:619.2 Mb/s (61.9%) Average **Out**:96.5 Mb/s (9.6%) Current **Out**:129.1 Mb/s (12.9%)

ΤΕΙ Χαλκίδας

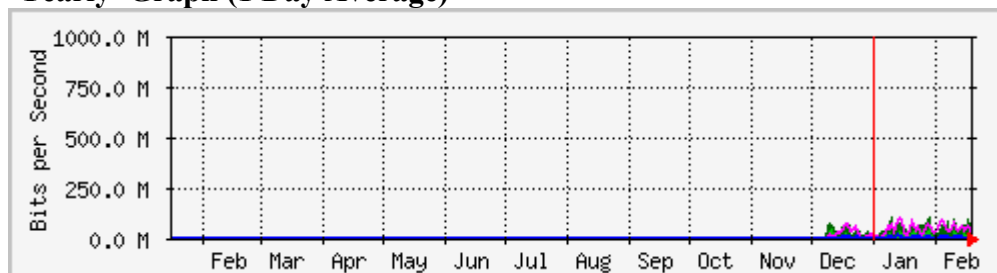
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:1996.8 kb/s (99.8%) Average **In**:230.7 kb/s (11.5%) Current **In**:526.3 kb/s (26.3%)
Max **Out**:2019.2 kb/s (101.0%) Average **Out**:358.7 kb/s (17.9%) Current **Out**:542.1 kb/s (27.1%)

Πειραιώς

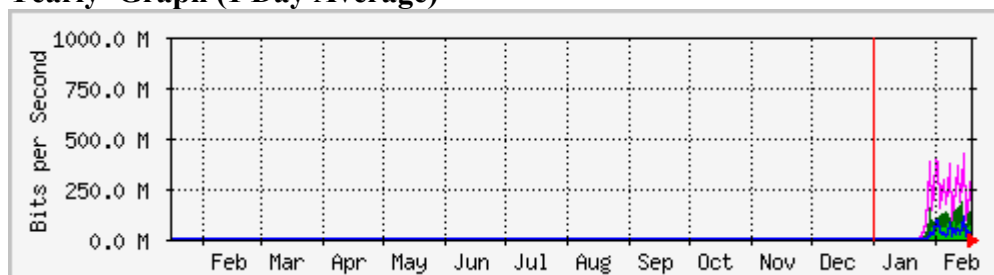
'Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:112.7 Mb/s (11.3%) Average **In**:24.9 Mb/s (2.5%) Current **In**:21.6 Mb/s (2.2%)
Max **Out**:105.8 Mb/s (10.6%) Average **Out**:8362.4 kb/s (0.8%) Current **Out**:9696.1 kb/s (1.0%)

TEI Αθηνών

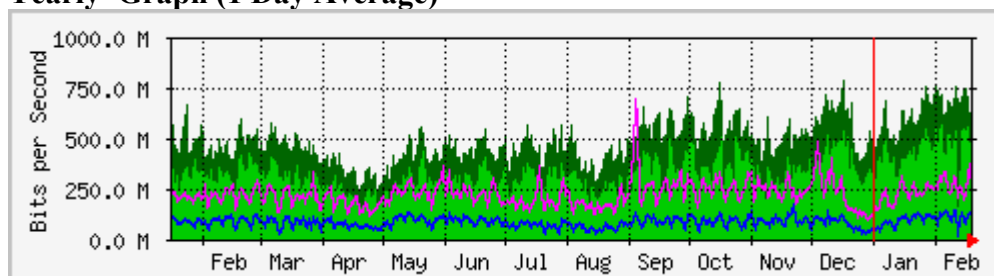
Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:215.7 Mb/s (21.6%) Average **In**:66.8 Mb/s (6.7%) Current **In**:86.9 Mb/s (8.7%)
Max **Out**:424.2 Mb/s (42.4%) Average **Out**:48.1 Mb/s (4.8%) Current **Out**:36.6 Mb/s (3.7%)

Πανεπιστήμιο Κρήτης

Yearly' Graph (1 Day Average)



Max **In**:790.2 Mb/s (79.0%) Average **In**:342.3 Mb/s (34.2%) Current **In**:432.3 Mb/s (43.2%)
Max **Out**:697.4 Mb/s (69.7%) Average **Out**:90.1 Mb/s (9.0%) Current **Out**:117.9 Mb/s (11.8%)

GREEN ### Incoming Traffic in Bits per Second

BLUE ### Outgoing Traffic in Bits per Second

DARK GREEN### Maximal 5 Minute Incoming Traffic

MAGENTA### Maximal 5 Minute Outgoing Traffic

Πριν προχωρήσουμε στα όποια συμπεράσματα θα πρέπει να σημειώσουμε πως η αξιοπιστία αυτών περιορίζεται από το γεγονός ότι τα στοιχεία δεν καλύπτουν ίδια χρονικά διάρκεια για όλα τα πανεπιστήμια. Ακόμη τα συμπεράσματα αυτά δεν μπορούν να γενικευτούν με ασφάλεια για όλα τα ελληνικά πανεπιστήμια και αφορούν μόνο όσα εξετάζονται.

Η πρώτη σημαντική παρατήρηση είναι πως σε όλα τα ιδρύματα (εκτός του ΤΕΙ Χαλκίδας) η μέση ετήσια εξερχόμενη κίνηση (Outgoing Traffic) είναι μικρότερη από την μέση εισερχόμενη (Incoming Traffic). Γεγονός που σημαίνει ότι κατά μέσω όρο τα πανεπιστήμιά μας παίρνουν και όχι δίνουν πληροφορία.

Δεύτερη παρατήρηση είναι πως στα περισσότερα ιδρύματα τα μέσα ετήσια ποσοστά αξιοποίησης της συνδέσεις είτε αφορά εισερχόμενη είτε εξερχόμενη κίνηση είναι χαμηλά. Τα μεγαλύτερα ποσοστά αξιοποίησης τις εισερχόμενης κίνησης παρουσιάζουν τα: Πανεπιστήμιο Κρήτης (34.2%), Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο (31.8%) και το Αριστοτέλειο (25.1%). Ακόμη όμως και το πανεπιστήμιο με την μεγαλύτερη μέση ετήσια αξιοποίηση δεν ξεπερνά το ούτε το 50% των δυνατοτήτων της σύνδεσης. Πέρα από αυτά τα πανεπιστήμια το μέσο ποσοστό πέφτει κοντά στο 10% και μάλιστα στα πανεπιστήμια που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται και μεγάλα για την χώρα ιδρύματα όπως τα Πανεπιστήμια Πειραιώς και Μακεδονίας. Παρόμοια συμπεράσματα βγαίνουν και για την εξερχόμενη κίνηση.

Προτάσεις για Μελλοντική Μελέτη

Η παρούσα εργασία επικέντρωσε την προσοχή της στη μελέτη και σύγκριση των τεχνολογιών και εξοπλισμών που χρησιμοποιούν 15 Πανεπιστημιακά Ιδρύματα για την δημιουργία των δικτύων κορμού τους. Λόγω του περιορισμού της έκτασης της εργασίας δεν επεκτάθηκε σε τομείς ενδιαφέροντος τους οποίους προτείνουμε για περαιτέρω μελέτη. Οι προσφερόμενοι τομείς μελέτης είναι οι εξής επόμενοι:

- Περιγραφή των τεχνολογιών των Ασύρματων Δικτύων των Πανεπιστημίων
- Μελέτη των τεχνολογιών Ασφάλειας (λογισμικού-υλισμικού) καθώς και οι πολιτικές ασφάλειας.
- Μελέτη των υπηρεσιών που παρέχουν τα Πανεπιστήμια (VPN, VOIP, DNS)

Ακόμη ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία συνολική μελέτη των ελληνικών πανεπιστημίων που θα αφορούσε στον βαθμό αξιοποίησης των δικτύων τους καθώς και στην μελέτη κόστους οφέλους των επενδύσεων που έγιναν σε αυτά.

Βιβλιογραφία

1. Αριστοτελείο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Κεντρική Ιστοσελίδα: www.auth.gr

http://noc.auth.gr/stats/monthly_reports/auth_stats_2008-01.pdf [Ανάγνωση 12-1-2009]

<http://noc.auth.gr/network/index.html> [Ανάγνωση 12-1-2009]

2. Πανεπιστήμιο Πειραιά

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.unipi.gr>

http://www.unipi.gr/ypires/diktia_ypires.html [Ανάγνωση 12-1-2009]

3. Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.ionio.gr>

<http://www.ionio.gr/noc/> [Ανάγνωση 15-1-2009]

4. Πανεπιστήμια Κρήτης

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.uoc.gr/>

<http://www.ucnet.uoc.gr/index.php> [Ανάγνωση 22-1-2009]

5. Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.uoa.gr/>

<http://www.noc.uoa.gr/> [Ανάγνωση 25-1-2009]

6. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.aueb.gr/>

<http://www.aueb.gr/pages/foithsh/noc.php> [Ανάγνωση 25-1-2009]

7. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.uom.gr/>

<http://www.cnc.uom.gr/> [Ανάγνωση 20-1-2009]

8. ΤΕΙ Αθηνών

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.teiath.gr/>
<http://www.noc.teiath.gr/> [Ανάγνωση 18-1-2009]

9. ΤΕΙ Χαλκίδας

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.teihal.gr>
<http://www.teihal.gr/noc/inet.asp> [Ανάγνωση 23-1-2009]

10. ΤΕΙ Λάρισας

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.teilar.gr/>
<http://noc-portal.teilar.gr/> [Ανάγνωση 23-1-2009]

11. Πανεπιστήμιο Κοπεγχάγης

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.ku.dk/English/>
<http://net.ku.dk/> [Ανάγνωση 18-1-2009]

12. London School of Economics

Κεντρική Ιστοσελίδα: www.lse.ac.uk/
<http://www.lse.ac.uk/itservices/Network/Overview.htm> [Ανάγνωση 18-1-2009]

13. Πανεπιστήμιο Kansas

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.ku.edu/>
<http://www.technology.ku.edu/~technology/network/about/networks/> [Ανάγνωση 24-1-2009]

14. Πανεπιστήμιο Pittsburgh

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.pitt.edu/>
<http://technology.pitt.edu/about/it-plan/planned-initiatives.html> [Ανάγνωση 24-1-2009]

15. Πανεπιστήμιο Stanford

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.stanford.edu/>
<http://www.stanford.edu/dept/its/organization/sunetbackbone/> [Ανάγνωση 25-1-2009]

16. Εταιρία Cisco

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.cisco.com/>

http://www.cisco.com/en/US/tech/tk482/tk607/technologies_tech_note09186a0080094313.shtml [24-2-2009]

17. Δικτυο Φορέων Internet 2

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.internet2.edu/>

18. Δύκτιο NORDUNet

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.nordu.net/>

19. Δίκτυο CENIC

Κεντρική Ιστοσελίδα: <http://www.cenic.org/>

18. Σελίδα Ελέγχου Δικτύου ΕΔΕΤ

Κεντρική Σελίδα: <http://netmon.grnet.gr>

<http://netmon.grnet.gr/traffic/thessaloniki-2.grnet.gr/grnetrouter.auth.thessaloniki-2.access-link.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/thessaloniki-2.grnet.gr/grnetrouter.uom.thessaloniki-2.access-link.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/larissa-2/grnetrouter.teilar.larissa-2.access-link.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/athens-3/athens-3.grnet.gr.155.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/athens-3/grnetrouter.uoa.athens-3.access-link.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/athens-1.grnet.gr/athens-teihal.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/eie-1.grnet.gr/grnetrouter.unipi.eie-1.access-link.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/eie-1.grnet.gr/eie-1.grnet.gr.14.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/heraklio-2.grnet.gr/grnetrouter.uoc.heraklio-2.access-link.grnet.gr.html> [17-2-2009]

<http://netmon.grnet.gr/traffic/heraklio-2.grnet.gr/heraklio-2.grnet.gr.12.html> [17-2-2009]