

# Αρχιτεκτονική, Υπηρεσίες και Παιδαγωγική Αξιοποίηση του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου

Νίκος Αδαμόπουλος - Μηχανικός Η/Υ & Πληροφορικής, MSc ([adamopou@cti.gr](mailto:adamopou@cti.gr))

Πέτρος Γανός – Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ([ganos@cti.gr](mailto:ganos@cti.gr))

Διονύσης Καραϊσκάκης – Φυσικός, MSc ([karaisk@cti.gr](mailto:karaisk@cti.gr))

Χρήστος Μπούρας\* – Επίκουρος Καθηγητής ([bouras@cti.gr](mailto:bouras@cti.gr))

Μιχάλης Παρασκευάς – Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ([mparask@cti.gr](mailto:mparask@cti.gr))

Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών

Τομέας Δικτυακών Τεχνολογιών

Πανεπιστήμιο Πατρών – Κτήριο Β'

26500 – Ρίο Πατρών

## Λέξεις κλειδιά

Δίκτυα, Σχολικά Δίκτυα, Εκπαιδευτικά Δίκτυα, Αρχιτεκτονική Δικτύων, Παιδαγωγική Αξιοποίηση Δικτύων, Βασικές Υπηρεσίες Δικτύων, Προηγμένες Υπηρεσίες Δικτύων

## Περίληψη

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται το πρώτο Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο, που υλοποιείται από το έργο «**Άσκοι του Αιόλου**», εντάσσεται στην ενέργεια «**Οδύσσεια**» και χρηματοδοτείται από το «Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης». Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών έχει την ευθύνη για την σχεδίαση, υλοποίηση και ολοκλήρωση του έργου. Με βάση την επίδραση που ασκεί η δικτυακή τεχνολογία στην εκπαιδευτική δραστηριότητα και σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία, η χρήση του δικτύου στην εκπαιδευτική διαδικασία ενεργεί ως αντικείμενο γνώσης, πηγή πληροφόρησης, μαθησιακό και επικοινωνιακό εργαλείο. Ο βασικός στόχος του έργου «**Άσκοι του Αιόλου**» είναι η ολοκλήρωση της δικτυακής υποδομής για τη διασύνδεση των σχολικών εργαστηρίων και των διοικητικών μονάδων και την παροχή δικτυακών υπηρεσιών σε μία ευρεία κλίμακα. Έτσι διαμορφώνεται ένα εκπαιδευτικό δίκτυο, το οποίο βασίζεται στο δίκτυο κορμού του Εθνικού Δικτύου Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ) και παρέχει βασικές και προηγμένες δικτυακές υπηρεσίες στους χρήστες του δικτύου.

## Abstract

In this paper, we present the first Greek School Network, which is implemented by the project “**Winds of Aiolos**”. This project is subsumed in the framework of the European Community Action "Operational Program for the Education and Initial Vocational Training - **Odysseia**". Computer Technology Institute (CTI) has the responsibility for the design and the implementation of the project. On the basis of the influence of the networking technologies to the educational activities and according to the international experience, the usage of the network to the educational procedure acts as knowledgeable object, information source, learning tool and communication tool. The main object of the project “**Winds of Aiolos**” is the implementation of a network infrastructure for the interconnection of school laboratories and educational administration offices and the provision of network services in a wide range. It forms a closed educational network, which is based on the Greek educational and research backbone network (GRNET) and provides basic and advanced network services to the users of the network.

## 1. Εισαγωγή

Οι Δικτυακές Τεχνολογίες τόσο στην Ευρώπη όσο και στις Η.Π.Α., Καναδά, Αυστραλία και άλλες χώρες αποτελούν τις βάσεις πάνω στις οποίες αναπτύσσονται παιδαγωγικά περιβάλλοντα για την υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας [1], [2], [3], [4]. Με βάση την επίδραση των Δικτυακών Τεχνολογιών σε διάφορους τομείς της εκπαιδευτικής δραστηριότητας και τη διεθνή

---

\* Πρόσωπο Επικοινωνίας

εμπειρία από τον χώρο της εκπαίδευσης, είναι δυνατή η κατηγοριοποίηση των χρήσεων του δικτύου στην εκπαιδευτική διαδικασία ως εξής [5], [6], [7]:

- **Πηγή πληροφόρησης** πιστοποιημένων παιδαγωγικά και γνωστικά πληροφοριών [17].
- **Εργαλείο μάθησης.** Το δίκτυο μπορεί εύκολα να αποτελέσει το εργαλείο που συντελεί στην προσομοίωση της μάθησης μέσω εξερεύνησης καθώς και στη μάθηση μέσω τυχαίων περιστατικών [16].
- **Εργαλείο επικοινωνίας** Η χρήση των Δικτυακών Τεχνολογιών βελτιώνει την επικοινωνία μεταξύ μαθητών, δασκάλων και γονέων και επιτρέπει την επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ σχολείων που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές, χώρες, ακόμα και ηπείρους [15].
- **Γνωστικό αντικείμενο** Η σύγχρονη πραγματικότητα επιβάλλει την εξοικείωση κάθε μαθητή με τα δίκτυα δεδομένων και με τις βασικές και προηγμένες υπηρεσίες που αυτά προσφέρουν [8], [10].

Για τη δημιουργία ενός δικτύου παροχής εκπαιδευτικών υπηρεσιών στα σχολεία και με βάση πολιτικά, οικονομικά και τεχνολογικά κριτήρια, προσφέρονται οι παρακάτω επιλογές:

- *Η χρήση ενός ήδη υπάρχοντος δικτύου κορμού (εθνικό ακαδημαϊκό και ερευνητικό δίκτυο).* Λόγω της γεωγραφικής διασποράς των εκπαιδευτικών μονάδων, βασική απαίτηση από το δίκτυο κορμού είναι ο μεγάλος αριθμός σημείων παρουσίας σε όλη την επικράτεια και η συνάφεια των στόχων του φορέα που διαχειρίζεται το δίκτυο κορμού.
- *Η επιλογή παροχέων υπηρεσιών Internet (Internet Service Providers - ISPs) για την πρόσβαση των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων στο Internet και για τη μεταξύ τους επικοινωνία και συνεργασία.*

Η χρήση ενός ήδη υπάρχοντος δικτύου κορμού έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Δυνατότητα χρήσης ενός δικτύου κορμού προσανατολισμένο στην εκπαίδευση και την έρευνα και έχει κατανεμημένους κόμβους σε πολλές περιοχές της κάθε χώρας.
- Κεντρικός σχεδιασμός και διοίκηση της δομής που αναπτύσσεται από το Υπουργείο Παιδείας της κάθε χώρας.
- Διασφάλιση της δυνατότητας άσκησης πολιτικής από το Υπουργείο Παιδείας της κάθε χώρας τόσο σε ζητήματα αυξημένης διαθεσιμότητας εξοπλισμού, όσο και σε θέματα ελέγχου και πιστοποίησης του εκπαιδευτικού περιεχομένου.
- Έλεγχος της ποιότητας χρήσης (Quality of Service - QoS) των παρεχόμενων δικτυακών υπηρεσιών και δυνατότητα διορθωτικών παρεμβάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων δικτυακών υπηρεσιών.
- Εκμετάλλευση στο μέγιστο δυνατό βαθμό της υποδομής και της τεχνογνωσίας που έχει αναπτυχθεί από φορείς που ανήκουν στη δικαιοδοσία του Υπουργείου Παιδείας στα πλαίσια άλλων κάθετων και οριζόντιων δράσεων. Επίσης δυνατότητα χρήσης προηγμένων υπηρεσιών δικτύου.

- Δημιουργία ενός ευέλικτου διαχειριστικού και διοικητικού σχήματος, το οποίο μπορεί να εξασφαλίσει το ελάχιστο παραδεκτό επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών για την εκπαίδευση.

Η άλλη εναλλακτική λύση είναι η διασύνδεση των εκπαιδευτικών μονάδων με κάποιον από τους διαθέσιμους παροχείς υπηρεσιών Internet (ISPs) και έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Δυνατότητα χρήσης της υποδομής του ISP που επιλέγεται για την πρόσβαση στις υπηρεσίες του Internet. Με τη λύση αυτή δε χρειάζεται η ανάπτυξη δικτύου κορμού και πρόσβασης (ή μόνο δικτύου πρόσβασης) με αποτέλεσμα εξοικονόμηση πόρων από την μη προμήθεια εξοπλισμού για την υλοποίηση αυτών των δικτύων. Η επιλογή ενός ISP για την παροχή

υπηρεσιών δικτύου σε εκπαιδευτικές μονάδες, δίνει στο Υπουργείο Παιδείας τη δυνατότητα συλλογικής διαπραγματεύσεως για την επίτευξη ειδικής τιμολογιακής πολιτικής.

- Παροχή υπηρεσιών διαχείρισης του δικτύου και τεχνικής υποστήριξης των χρηστών στην αποτελεσματική χρήση και λειτουργία των υπηρεσιών του δικτύου, χωρίς να χρειάζεται η δημιουργία σχήματος διαχείρισης του δικτύου και στελέχωσής του με εξειδικευμένο προσωπικό.

Η λύση αυτή έχει όμως και μερικά σημαντικά μειονεκτήματα:

- Έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού από το Υπουργείο Παιδείας για την εξέλιξη του δικτύου και έλλειψη ελέγχου στο είδος και την ποιότητα των δικτυακών υπηρεσιών που αυτό παρέχει προς τις εκπαιδευτικές μονάδες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφορετικής ποιότητας στις παρεχόμενες δικτυακές υπηρεσίες ανάλογα με τον ISP που έχει επιλεγεί για κάθε περιοχή. Οι ελλείψεις αυτές ισχύουν και στην περίπτωση που επιλέγεται ένας και μόνο ISP για όλες τις εκπαιδευτικές μονάδες.
- Η άσκηση πίεσης εκ μέρους του Υπουργείου Παιδείας προς τον ISP για την αναβάθμιση των παρεχομένων υπηρεσιών δικτύου προς τις εκπαιδευτικές μονάδες, ενδέχεται να μην είναι αποτελεσματική, λόγω διαφορετικών προτεραιοτήτων του ISP, ως εμπορική επιχείρηση.
- Αδυναμία διασφάλισης μεγάλης διαθεσιμότητας εξοπλισμού, π.χ. σε ένα δίκτυο εκπαίδευσης είναι απαραίτητη η ύπαρξη 1-1 αντιστοίχισης μεταξύ των σχολείων και των διαθέσιμων modems στη πλευρά του ISP, για τις περιπτώσεις που θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο πρόσβασης μέσω του επιλεγόμενου τηλεφωνικού δικτύου (dial-up) μεταξύ κάποιων σχολείων και του ISP.
- Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας του δικτύου ενδέχεται να έρθει σε αντίθεση με τις επιδιώξεις του ISP ως εμπορική επιχείρηση (π.χ. προβολή διαφημιστικών ή άλλων μηνυμάτων προς τους χρήστες του δικτύου).
- Η πρόσβαση σε πηγές υλικού δεν μπορεί να πιστοποιηθεί ως προς την εκπαιδευτική ποιότητα, την επιστημονικά ορθή προέλευση και την παιδαγωγική καταλληλότητα.
- Η ύπαρξη ενός και μόνο χώρου σύνδεσης των παροχών υπηρεσιών Internet μεταξύ τους (Internet Exchange), σημαίνει ότι ακόμα και η επικοινωνία μεταξύ δύο γειτονικών σχολείων που συνδέονται σε διαφορετικούς ISPs θα γίνει με μεγάλη καθυστέρηση.

Στη χώρα μας η εισαγωγή των εκπαιδευτικών μονάδων στην κοινωνία της πληροφορίας σχετίζεται άμεσα με το πρόγραμμα Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης), που αποτελεί το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του ΥΠ.Ε.Π.Θ. [9], [16]. Η ενέργεια «**Οδύσσεια - Ελληνικά Σχολεία στην Κοινωνία της Πληροφορίας**» (ενέργεια 1.1.β και 1.4.γ του Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. του ΥΠ.Ε.Π.Θ.) [11], αποτελεί τη συνέχεια επιτυχημένων πιλοτικών εφαρμογών του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών (Ι.Τ.Υ.) στην αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας κατά την καθημερινή μαθησιακή διαδικασία επάνω σε σημαντικό αριθμό σχολείων, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για την εφαρμογή της στο σύνολο της Ελληνικής Εκπαίδευσης. Το έργο «**Ασκοί του Αιόλου**» εντάσσεται στην ενέργεια «**Οδύσσεια**» και έχει ως βασικό στόχο την εγκατάσταση υποδομής για τη διασύνδεση σε κλειστό δίκτυο (private network) ελληνικών σχολείων σε ευρεία κλίμακα.

Το έργο έχει ήδη υλοποιήσει ένα δίκτυο πανελλαδικής κλίμακας για τη διασύνδεση των σχολείων που συμμετέχουν στην Οδύσσεια, παράλληλα όμως παρέχει τη δυνατότητα διασύνδεσης όλων των σχολείων σε κάθε έναν από τους 29 νομούς που έχει παρουσία. Με το Σχολικό Δίκτυο έχουν διασυνδεθεί 362 Σχολικά εργαστήρια εξοπλισμένα με τελευταίας τεχνολογίας υπολογιστικό εξοπλισμό και 30 Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Επιπλέον, παρέχονται υπηρεσίες Internet σε άλλες 1100 εκπαιδευτικές και 280 διοικητικές μονάδες (στοιχεία Αυγούστου 2000),

ανεβάζοντας το συνολικό αριθμό των διασυνδεδεμένων μονάδων σε 1728. Ο αριθμός αυτός αναμένεται να φθάσει τις 2500 μονάδες μέχρι το τέλος του 2000.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται η αρχιτεκτονική, οι υπηρεσίες και η παιδαγωγική αξιοποίηση του ελληνικού σχολικού δικτύου που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου «Ασκοί του Αιόλου». Στην Ενότητα 2 περιγράφονται θέματα σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής του Δικτύου. Στην Ενότητα 3 παρουσιάζονται οι βασικές και προηγμένες υπηρεσίες που παρέχονται από το δίκτυο. Στην Ενότητα 4 περιγράφεται η διαδικασία υλοποίησης της υπηρεσίας Voice Over IP στο δίκτυο. Στην Ενότητα 5 αναφέρονται οι δυνατότητες παιδαγωγικής αξιοποίησης του δικτύου. Τέλος, στη Σύνοψη αναφέρονται τα συμπεράσματα από την υλοποίηση του δικτύου.

## **2. Το Δίκτυο**

### **2.1 Αρχιτεκτονική του Δικτύου**

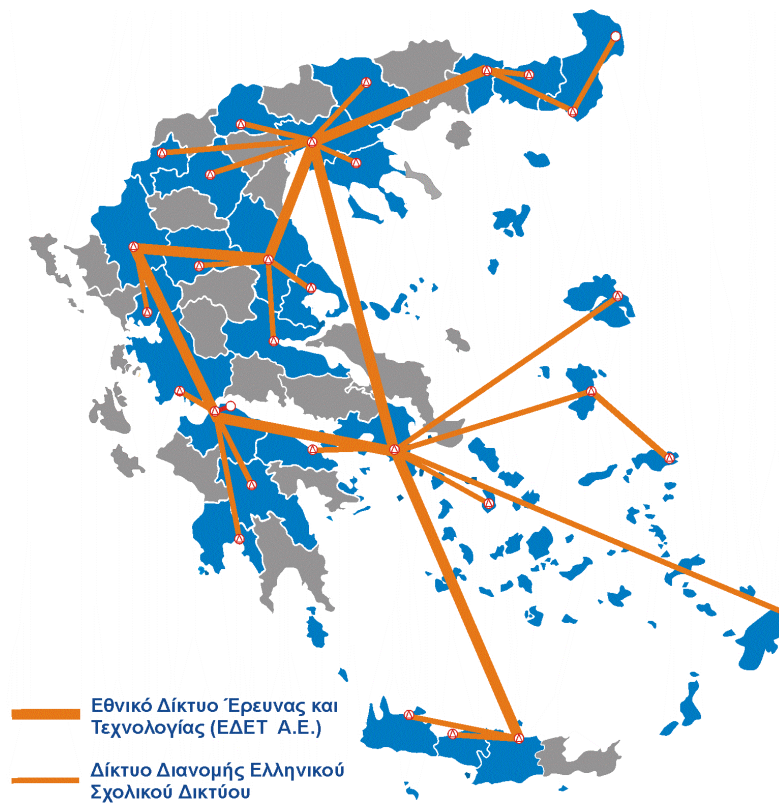
Κατά τον σχεδιασμό του δικτύου ελήφθησαν υπόψη κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την υλοποίηση αλλά και την μελλοντική ανάπτυξη του δικτύου. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στις συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών, στις ταχύτητες διασυνδέσεων και στις υπηρεσίες που παρέχονται στους χρήστες του σχολικού δικτύου.

Για την αρχιτεκτονική σχεδίαση του δικτύου ελήφθησαν υπόψη οι εξής παράγοντες:

- *τα γεωγραφικά σημεία - περιοχές που καλύπτει το δίκτυο* (δυνατότητα για δημιουργία σημείου παρουσίας του δικτύου, διασύνδεση των σημείων μεταξύ τους)
- *τεχνολογικά θέματα* (διαθέσιμες τεχνολογίες δικτύωσης, εφαρμογές που υποστηρίζουν, δυνατότητα για επέκταση, σημεία στα οποία είναι διαθέσιμη η τεχνολογία)
- *οικονομικοί παράγοντες* (κόστος εξοπλισμού, κόστος τηλεπικοινωνιακών διασυνδέσεων (κόστος εγκατάστασης τηλεπικοινωνιακών κυκλωμάτων και κόστος λειτουργίας του δικτύου), κόστος διασύνδεσης με το Internet, κόστος στέγασης σημείων παρουσίας, κόστος πιλοτικής λειτουργίας, κόστος διαχείρισης και λειτουργίας, απαξίωση του εξοπλισμού και κόστος δημιουργίας backup συστήματος).

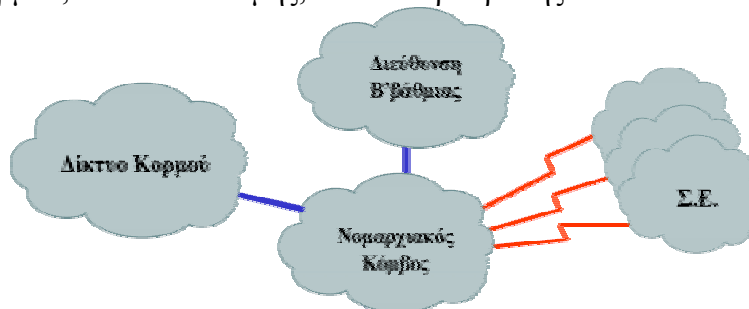
Στο Σχήμα 1 απεικονίζεται το δίκτυο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου «**Ασκοί του Αιόλου**». Με σκούρο χρώμα εμφανίζονται οι 29 νομοί παρουσίας του δικτύου: Αττικής, Θεσσαλονίκης, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Κορινθίας, Αρκαδίας, Μεσσηνίας, Άρτας, Ιωαννίνων, Κοζάνης, Καστοριάς, Πέλλας, Σερρών, Χαλκιδικής, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου, Λέσβου, Χίου, Σάμου, Δωδεκανήσων, Κυκλάδων, Ρεθύμνου, Χανίων και Ηρακλείου, Λάρισας, Τρικάλων, Μαγνησίας και Φθιώτιδας.

Το μοντέλο σχεδιασμού και οι λειτουργικές προδιαγραφές του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου βασίζονται στην τεχνολογία και μεθοδολογία διαδικτύωσης [7], που έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της πλατιάς εξάπλωσης του Internet και στηρίζεται στην οικογένεια πρωτοκόλλων του Internet, γνωστή ως TCP/IP.



Σχήμα 1. Χάρτης Ελληνικού Σχολικού Δικτύου

Η τοπολογία του δικτύου (Σχήμα 2) έχει ιεραρχικό σχήμα και αποτελείται από τα εξής επίπεδα: Δίκτυο Κορμού, Δίκτυο Διανομής, Δίκτυο Πρόσβασης και Τοπικό Δίκτυο Μονάδων.



Σχήμα 2. Αρχιτεκτονική Ελληνικού Σχολικού Δικτύου

## 2.2 Δίκτυο Κορμού

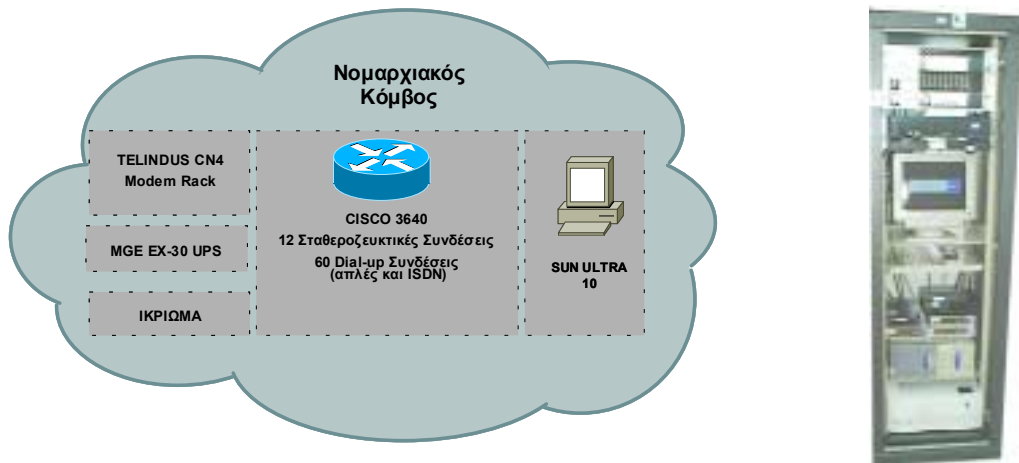
Το έργο δεν αναπτύσσει δικό του δίκτυο κορμού, αλλά με στόχο την αξιοποίηση των υπαρχόντων εθνικών υποδομών χρησιμοποιεί το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ) [12], προς το οποίο έχει 6 σημεία εισόδου με συνολική χωρητικότητα 8.5 Mbps. Οι προδιαγραφές που εκπληρώνει το δίκτυο κορμού (υποστηριζόμενα πρωτόκολλα, ολοκληρωμένο σχήμα διαχείρισης, τεχνογνωσία, ταχύτητες εθνικών και διεθνών συνδέσεων, αυξημένη δυνατότητα τοπικής υποστήριξης), παρέχουν τη δυνατότητα να δημιουργηθεί ένα αποδοτικό, σε σημαντικό βαθμό «κλειστό» δίκτυο (private network), που θα εξασφαλίζει QoS (Quality of Service), ασφάλεια και σημαντική ολοκλήρωση στις εκπαιδευτικές διαδικασίες όλων των βαθμίδων.

### 2.3 Δίκτυο Διανομής

Το Δίκτυο Διανομής είναι το τμήμα του δικτύου που διασυνδέει τα Σημεία Παρουσίας, τόσο μεταξύ τους, όσο και με το Δίκτυο Κορμού. Η τοπολογία έχει σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο ώστε το λειτουργικό κόστος να κρατείται σε χαμηλά επίπεδα, γεγονός ιδιαίτερα κρίσιμο σε δίκτυα μεγάλης γεωγραφικής εμβέλειας. Τα Σημεία Παρουσίας ή αλλιώς Κόμβοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- **Περιφερειακοί Κόμβοι:** Σημεία Παρουσίας του δικτύου που διασυνδέονται άμεσα με το αντίστοιχο σημείο παρουσίας του Δικτύου Κορμού.
- **Νομαρχιακοί Κόμβοι:** Σημεία Παρουσίας του δικτύου που διασυνδέονται έμμεσα με το Δίκτυο Κορμού μέσω της διασύνδεσής τους με τον πλησιέστερο Περιφερειακό Κόμβο.

Οι Κόμβοι του Δικτύου Πρόσβασης έχουν εγκατασταθεί σε κατάλληλο χώρο στις κεντρικές εγκαταστάσεις του ΟΤΕ κάθε περιοχής. Διαθέτουν κατάλληλο ενεργό δικτυακό εξοπλισμό, που εξασφαλίζει τόσο τη δυνατότητα διασύνδεσης των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων της περιοχής με τον Κόμβο, όσο και τη δυνατότητα διασύνδεσης των Κόμβων μεταξύ τους (Σχήμα 3).



(α) Λειτουργικό διάγραμμα

(β) Εξοπλισμός

Σχήμα 3. Περιφερειακός - Νομαρχιακός Κόμβος

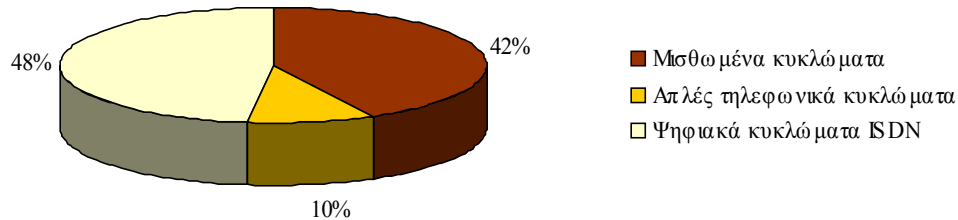
Για την παροχή των δικτυακών υπηρεσιών και τη διαχείριση του δικτύου έχουν εγκατασταθεί εξυπηρετητές με κατάλληλο λογισμικό σε όλους τους Περιφερειακούς και Νομαρχιακούς Κόμβους.

### 2.4 Δίκτυο Πρόσβασης

Το Δίκτυο Πρόσβασης είναι το τμήμα του δικτύου που διασυνδέει τις εκπαιδευτικές και διοικητικές μονάδες με τα πλησιέστερα Σημεία Παρουσίας. Με φθίνουσα σειρά με βάση τη συχνότητα χρήσης τους, τα είδη των διασυνδέσεων που χρησιμοποιούνται είναι:

- **Ψηφιακές τηλεφωνικές διασυνδέσεις** με χρήση ISDN-BRI κυκλωμάτων στα άκρα των μονάδων (64 Kbps – 128 Kbps) και ISDN-PRI στα άκρα των Κόμβων.
- **Σταθερές διασυνδέσεις** με χρήση αφόρτιστων αναλογικών μισθωμένων κυκλωμάτων (Analog Leased Lines, 128 Kbps – 1,1 Mbps).
- **Αναλογικές τηλεφωνικές διασυνδέσεις** με χρήση κοινών PSTN τηλεφωνικών κυκλωμάτων (56 Kbps μετάδοση – 33,6 Kbps λήψη).

Στο σχήμα 4 εμφανίζεται η αναλογία μεταξύ ISDN, μισθωμένων αναλογικών κυκλωμάτων και απλών τηλεφώνων

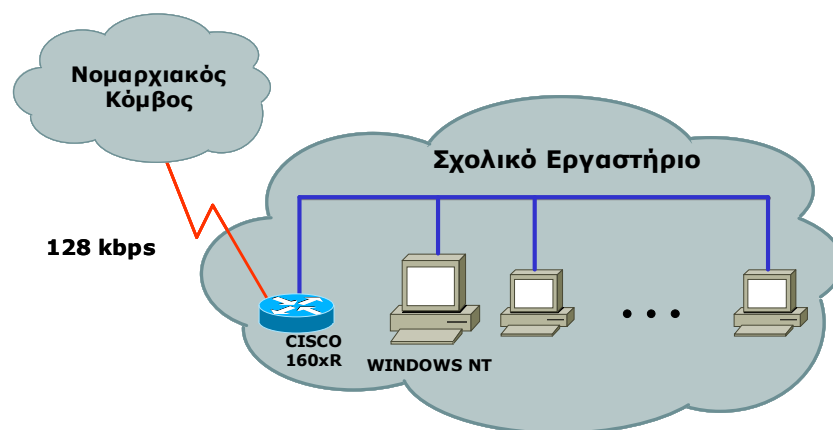


Δύο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Δικτύου Πρόσβασης που προσδίδουν ιδιαίτερο χαρακτήρα στο Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο σε σχέση με τα αντίστοιχα δίκτυα των εμπορικών ISPs, είναι τα εξής:

- Για κάθε εκπαιδευτική ή διοικητική μονάδα αντιστοιχεί αφιερωμένο τηλεπικοινωνιακό κύκλωμα και θύρα στον ενεργό δικτυακό εξοπλισμό, έτσι ώστε η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών του δικτύου να είναι εξασφαλισμένη.
- Ακόμα και για τις περιπτώσεις των μη σταθερών διασυνδέσεων η έναρξη της επικοινωνίας μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο από την πλευρά των μονάδων, όσο και από την πλευρά του Κόμβου. Με αυτόν τον τρόπο το δίκτυο δεν σταματά στα Σημεία Παρουσίας αλλά φτάνει μέχρι το εσωτερικό των μονάδων.

## 2.5 Τοπικό Δίκτυο Μονάδων

Στα Σχολικά Εργαστήρια εγκαθίσταται ο υπολογιστικός και δικτυακός εξοπλισμός που φαίνεται στο σχήμα 5.



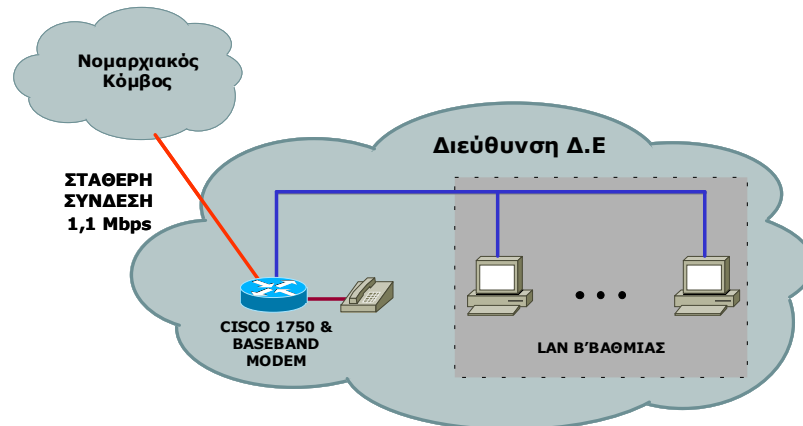
Σχήμα 5. Διασύνδεση Σχολικού Εργαστηρίου Οδύσσειας

Ο υπολογιστικός εξοπλισμός που έχει εγκατασταθεί στα Σχολικά Εργαστήρια, (έργο «Μνηστήρες») είναι σύγχρονης τεχνολογίας και περιλαμβάνει έναν ισχυρό εξυπηρετητή (με λειτουργικό σύστημα Windows NT Server), δέκα (10) κατά μέσο όρο multimedia σταθμούς εργασίας (με λειτουργικό σύστημα Windows 98), έναν έγχρωμο εκτυπωτή, μία μονάδα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (UPS) και μία μονάδα backup (DAT). Το τοπικό δίκτυο του σχολικού εργαστηρίου υλοποιείται με τη βοήθεια ενός Ethernet Hub (10BaseT). Ο δικτυακός εξοπλισμός (έργο «Ασκοί



του Αιόλου») περιλαμβάνει ένα δρομολογητή (CISCO 160x-R) και σε ορισμένα σχολεία (ανάλογα με την τηλεπικοινωνιακή διασύνδεση που επιλέγεται) και ένα modem βασικής ζώνης.

Στις τριάντα (30) Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που συμμετέχουν στο έργο εγκαθίσταται γραμμή υψηλής ταχύτητας (1.152 Kbps) και δικτυακός εξοπλισμός, ο οποίος εκτός των γνωστών δικτυακών υπηρεσιών παρέχει και τη δυνατότητα μετάδοσης φωνής μέσα από το σχολικό δίκτυο (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Διασύνδεση Διεύθυνσης Β' θμιας Εκπαίδευσης

## 2.6 Σχολεία που συνδέονται με απλή τηλεφωνική σύνδεση

Στους (29) νομούς που έχει ήδη παρουσία το Σχολικό Δίκτυο παρέχεται η δυνατότητα στο σύνολο των σχολείων αυτών των νομών να συνδεθούν στο δίκτυο και να αποκτήσουν πρόσβαση σε δικτυακές υπηρεσίες όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail) (ένας ή λίγοι λογαριασμοί), πρόσβαση στον Παγκόσμιο Ιστό (WWW – Proxy), φιλοξενία ιστοσελίδων, κλπ. Ο εξοπλισμός που απαιτείται να υπάρχει από την πλευρά των σχολείων είναι τουλάχιστον ένας Η/Υ με modem και μία τηλεφωνική γραμμή (απλή ή ISDN), ενώ το τηλεπικοινωνιακό κόστος επιβαρύνει το σχολείο.

Επίσης, πρόσφατα το Σχολικό Δίκτυο απέκτησε το προνόμιο της μειωμένης χρέωσης των κλήσεων που πραγματοποιούν τα σχολεία προς το δίκτυο. Το γεγονός αυτό αποτελεί δικαίωμα που παραχωρείται μόνο στα μεγάλα δίκτυα και θα συντελέσει δραματικά στη ραγδαία εξάπλωση του Internet στα Ελληνικά Σχολεία. Ο ΕΠΑΚ του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου είναι 0964-88.888 για κλήσεις μέσω απλών τηλεφωνικών κυκλωμάτων και 0964-48.888 για κλήσεις μέσω ISDN κυκλωμάτων.

## 3. Υπηρεσίες του Δικτύου

### 3.1 Υπηρεσία Φορέα

Σαν Υπηρεσία Φορέα [13] καλούμε το σύνολο των ελάχιστων δυνατοτήτων και υπηρεσιών μέσα στα διάφορα λειτουργικά επίπεδα από τις οποίες πρέπει να απαρτίζεται ο βασικός σκελετός του δικτύου. Ο σχεδιασμός αυτής της υπηρεσίας μπορεί να αναλυθεί στα παρακάτω μέρη:

- Τοπολογία του δικτύου
- Σχήμα διευθυνσιοδότησης και πολιτική δρομολόγησης
- Σχήμα ονοματολογίας

### 3.2 Βασικές Υπηρεσίες

Οι βασικές υπηρεσίες που παρέχονται από το Σχολικό Δίκτυο στα Σχολικά Εργαστήρια [14], είναι οι εξής:



- **Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο (e-mail):** Αποστολή και λήψη ηλεκτρονικών μηνυμάτων.
- **Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web - WWW):** Πρόσβαση στο παγκόσμιο σύστημα παρουσίασης στοιχείων.
- **Ιδεατό Τερματικό Απομακρυσμένης πρόσβασης (Telnet):** Πρόσβαση και εκτέλεση εφαρμογών σε απομακρυσμένο υπολογιστή.
- **Μεταφορά αρχείων (File Transfer Protocol - FTP):** Μεταφορά αρχείων από ένα κεντρικό υπολογιστή (ftp server) στον προσωπικό υπολογιστή του χρήστη.
- **Ηλεκτρονικές συζητήσεις (Electronic Discussion Forums):** Επικοινωνία (με ζωντανή συνομιλία ή με ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων) των μελών μιας ομάδας για θέματα κοινού ενδιαφέροντος.
- **Υπηρεσίες Καταλόγου (Directory Services):** Προσπέλαση ευρετηρίων πληροφοριών, όπως φυσικών προσώπων, ηλεκτρονικών διευθύνσεων, διευθύνσεων αρχείων, κλπ.
- **Φιλτράρισμα περιεχομένου:** Αποκλεισμός της πρόσβασης σε συγκεκριμένες δικτυακές τοποθεσίες (π.χ. σε αυτές που περιέχουν άσεμνο υλικό).
- **Υπηρεσία Caching Proxy:** Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των εξυπηρετητών του δικτύου και του ΕΔΕΤ με σκοπό την βέλτιστη λειτουργία του δικτύου.
- **Φωνητική τηλεφωνία (Voice over IP):** Τηλεφωνική επικοινωνία όλων των μονάδων του σχολικού δικτύου μέσω του δικτύου δεδομένων χωρίς χρέωση και με σκοπό τη μείωση των τηλεπικοινωνιακών τελών του ΥΠΕΠΘ (περιγράφεται στην ενότητα 4).

Στις διασυνδεδεμένες εκπαιδευτικές και διοικητικές μονάδες με απλή τηλεφωνική σύνδεση, παρέχονται ορισμένες βασικές δικτυακές υπηρεσίες, όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (ένας έως λίγοι λογαριασμοί ανά σχολείο), πρόσβαση στον Παγκόσμιο Ιστό, μεταφορά αρχείων, υπηρεσία Caching Proxy, φιλοξενία Ιστοσελίδων σχολείου (Web Hosting).

### 3.3 Προηγμένες Υπηρεσίες

Οι προηγμένες δικτυακές υπηρεσίες [18], [19], [20] που σύντομα θα παρέχονται στους χρήστες του σχολικού δικτύου είναι οι εξής:

- **Τηλεδιάσκεψη:** Επικοινωνία χρηστών του δικτύου γεωγραφικά απομακρυσμένων, βασισμένη σε πραγματικού χρόνου μετάδοση εικόνας και ήχου.
- **Τηλεκπαίδευση:** Παρακολούθηση μαθημάτων ή διαλέξεων βασισμένη σε μετάδοση εικόνας και ήχου σε πραγματικό χρόνο από έναν κεντρικό σταθμό σε πολλούς χρήστες.
- **Βίντεο κατ' απαίτηση. (Video on Demand - VoD):** Προσπέλαση και χρήση αποθηκευμένου ψηφιακού οπτικοακουστικού υλικού ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών.

## 4. Υπηρεσία Μετάδοσης Φωνής (Voice Over IP – VoIP)

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο σχεδιασμός του δικτύου φωνής επάνω από το Σχολικό Δίκτυο, με στόχο την παροχή υπηρεσιών τηλεφωνίας σε μία κλειστή ομάδα χρηστών - διοικητικές μονάδες του ΥΠΕΠΘ- αλλά και διασύνδεση με το Δημόσιο Δίκτυο Σταθερής Τηλεφωνίας στους 29 νομούς που έχει παρουσία το δίκτυο. Στο σχεδιασμό αυτής της υπηρεσίας δόθηκε έμφαση στη βελτιστοποίηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών με την επέμβαση στην διάρθρωση του δικτύου IP τόσο στο ιδιωτικό τμήμα του Δικτύου (Δίκτυο Πρόσβασης), όσο και στο δημόσιο (Δίκτυο Κορμού ΕΔΕΤ). Το δίκτυο φωνής του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα φωνής στην Ελλάδα και ουσιαστικά αποτελεί την πρώτη προσέγγιση παροχής διαφοροποιημένων υπηρεσιών (Differentiated Services) επάνω από το ΕΔΕΤ σε επίπεδο πρωτοκόλλου IP.

Για την υλοποίηση του δικτύου φωνής εγκαταστάθηκε σε κάθε νομό μία πύλη φωνής (VoIP Gateway) στην αντίστοιχη διοικητική μονάδα. Εξασφαλίζεται έτσι η δυνατότητα υλοποίησης ενός κλειστού (εσωτερικού) δικτύου που διασυνδέει αυτές τις μονάδες, ενώ παράλληλα είναι δυνατή η διασύνδεση με το δημόσιο δίκτυο σε κάθε νομό, εξασφαλίζοντας για το δίκτυο φωνής πρόσβαση με την μικρότερη δυνατή χρέωση. Το δίκτυο συντονίζεται κεντρικά με την χρήση ενός Gatekeeper ο οποίος εγκαταστάθηκε σε ένα κόμβο του δικτύου και συντηρεί τον πίνακα δρομολόγησης όλων των κλήσεων του δικτύου.

Το δίκτυο φωνής βασίζεται στο πρότυπο H.323 που επιτρέπει την πραγματοποίηση κλήσεων από και προς τους σταθμούς εργασίας σε όλο το δίκτυο. Το H.323 δίκτυο αποτελεί ένα domain το οποίο για λόγους συμβατότητας με την υπάρχουσα πολιτική στη ονοματολογία ακολούθησε την ίδια ονομασία. Το δίκτυο χωρίζεται σε ζώνες, οι οποίες συμπίπτουν με το νομαρχιακό δίκτυο και ακολουθούν την ίδια γεωγραφική ονοματολογία.

## 5. Παιδαγωγική αξιοποίηση του δικτύου

Το Σχολικό Δίκτυο παρέχει χρήσιμες και παιδαγωγικά πιστοποιημένες δικτυακές υπηρεσίες, καλύπτοντας τους παρακάτω εκπαιδευτικούς στόχους:

- Ανανέωση των παιδαγωγικών μεθόδων και περιβαλλόντων
- Δημιουργία ερεθισμάτων για τη διάχυση πληροφοριών και εκπαιδευτικού υλικού σε μία ευρεία γεωγραφική περιοχή
- Ενθάρρυνση της συνεργασίας, που από μόνη της αποτελεί μια πολύ καλή εκπαιδευτική τεχνική
- Υποκίνηση του ενδιαφέροντος των εκπαιδευομένων μέσω της χρήσης αποτελεσματικού και σύγχρονου υπολογιστικού εξοπλισμού για τη διεξαγωγή των μαθημάτων
- Αποτελεσματική μετάδοση και διανομή του εκπαιδευτικού υλικού στους εκπαιδευόμενους
- Διευκόλυνση σπουδών και πρακτικής άσκησης των μαθητών
- Εκπαίδευση από απόσταση, τηλεεκπαίδευση
- Υποστήριξη διαδικασίας μάθησης μέσα από δικτυακό περιβάλλον
- Συνεργασία ομάδων εργασίας μαθητών γεωγραφικά διασκορπισμένων
- Ανταλλαγή πληροφοριών και απόψεων (π.χ. ερωτήσεις-απαντήσεις από ειδικούς, ασκήσεις – λύσεις, κλπ)
- Ευέλικτη αναζήτηση και ανάκτηση πιστοποιημένα χρήσιμων πληροφοριών
- Δημιουργία & διανομή παρουσιάσεων
- Ενημέρωση, πληροφόρηση, ψυχαγωγία
- Διεξαγωγή θεματικών συζητήσεων, σεμιναρίων, διαλέξεων, κλπ. μέσω δικτύου
- Πρόσβαση σε υπηρεσίες ψηφιακών βιβλιοθηκών εκπαιδευτικών και ερευνητικών ιδρυμάτων
- Συνεργασία και επικοινωνία Δευτεροβάθμιας και Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
- Εξυπηρέτηση προγραμμάτων συμπληρωματικής εκπαίδευσης
- Επικοινωνία με ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά δίκτυα

Τα στατιστικά στοιχεία που δείχνουν την συμπεριφορά των χρηστών καθώς και την εξέλιξη της κίνησης του δικτύου συλλέγονται από ένα μηχανισμό διαχείρισης καταγραφής χρήσης (accounting management) του οποίου ο σχεδιασμός, ο τρόπος λειτουργίας και τα αποτελέσματα καταγραφής περιγράφονται στην εργασία [21].

## Σύνοψη

Το σχολικό δίκτυο μπορεί να αποτελέσει ένα εργαστήριο εφαρμογής των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση, ένα περιβάλλον στο οποίο θα μπορούν να εφαρμοστούν, να αξιολογηθούν και να χρησιμοποιηθούν νέες εκπαιδευτικές μέθοδοι. Παρέχει σε καθηγητές και μαθητές σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ένα δικτυακό περιβάλλον που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τη διαδικασία της μάθησης και τη δυνατότητα συνεργασίας ανάμεσα σε άτομα και σχολεία που βρίσκονται γεωγραφικά διασκορπισμένα

Για τους σκοπούς της ενημέρωσης και προβολής του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου έχει κατασκευαστεί ιστοσελίδα (διεύθυνση: <http://www.sch.gr>), που ενημερώνεται τακτικά και απεικονίζει με ακρίβεια όλα τα στοιχεία που αφορούν το έργο. Η σελίδα αυτή περιέχει καινοτομικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά, δέχεται υψηλό αριθμό επισκέψεων και μετεξελίσσεται σε δικτυακή πύλη των Ελληνικών Σχολείων.

## Βιβλιογραφία

- [1] <http://www.cde.ca.gov/ftpbranch/retdiv/k12>, (1999), "Going Beyond Your Local Area Network", California Department of Education - K12 Network Planning Unit.
- [2] Russell Isaac Rothstein, (1996), "Networking K-12 Schools: Architecture Models and Evaluation of Costs and Benefits", *Master of Science in Management and Master of Science in Technology and Policy*, MIT Sloan School of Management.
- [3] Bradley H. Lamont, (1996), "A Guide to Networking a K-12 School District", *Master of Science in Computer Science*, Graduate College of the University of Illinois at Urbana – Champaign.
- [4] <http://www.en.eun.org>, (1999), "European Schoolnet".
- [5] <http://www.ngfl.gov.uk>, (1999), "National Grid for Learning (NGfL)".
- [6] <http://www.ed.gov>, (1999), "U.S. Department of Education Home Page".
- [7] <http://www.cisco.com>, (1998) "Cisco Education Authority Solutions".
- [8] <http://www.jime.open.ac.uk>, (1999), "Journal of Interactive Media in Education".
- [9] <http://www.ypepth.gr>, (2000), "Greek Ministry of Education and Religious Affairs".
- [10] <http://www.pi-schools.gr>, (2000), "Greek Pedagogical Institute".
- [11] <http://odysseia.cti.gr>, (2000), "Operational Program for the Education and Initial Vocational Training – Odysseia".
- [12] <http://www.grnet.gr>, (2000), "Greek Research & Technology Network (GRNET)".
- [13] C. Bouras, D. Fotakis, A. Katanou, A. Konidaris, S. Kontogiannis, A. Sevasti, E. Stephanou, (1997), "Major Principles on the Design of an Educational Network", *Open Classroom II Conference*, Crete, Greece, pp.359-366.
- [14] C. Bouras, A. Gkamas, V. Kapoulas, P. Lampsas, Th. Tsiatsos, (1998), "A platform for the implementation of the services of an Educational Network", *15th IFIP World Computer Congress-Teleteaching '98*, Vienna, Austria, pp.159-169.
- [15] B. Collis, P. De Vries, W. Veen, & F. Vogelgang de Lier (eds.), (1994), *Telematics in education: the European case*, De Lier: Academic Book Centre.
- [16] W. J. Pelgrum, (1992), "New Information Technologies in the education systems of the EC Member States", *Synthesis Report*, European Commission.
- [17] J. Richardson, (1997), "Information Technology: a new path to creativity in education", *ESKA Publishing*, France.
- [18] B. Furht, (1996), *Multimedia Tools and Applications*, Florida Atlantic University, Kluwer Academic Publishing.
- [19] B. Furht, (1996), *Multimedia Systems and Techniques*, Florida Atlantic University: Kluwer Academic Publishing.
- [20] C. Bouras, D. Fotakis, V. Kapoulas, S. Kontogiannis, P. Lampsas, A. Tatakis, (1997), "Using Multimedia/Hypermedia Tools over Networks for Distance Education and Training", *Journal of Educational Technology Review - ETR*, Vol.7, pp.20-26.
- [21] Ν. Αδαμόπουλος, Χ. Μπούρας, (2000), "Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Κίνησης στο Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο", *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: "Οι τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Πανεπιστημίου Πατρών.