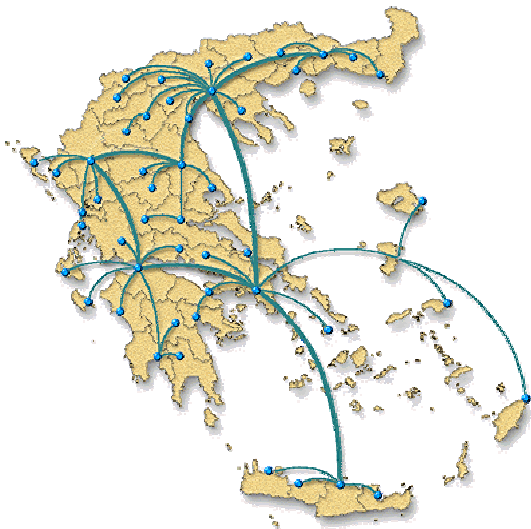




UNIVERSITY OF MACEDONIA
MASTER IN INFORMATION SYSTEMS

Networking Technologies

Professor: A.A. Economides



**Case-studies of Network
Design and Management
for Tele-Education**

SYMEONIDOU MARIA

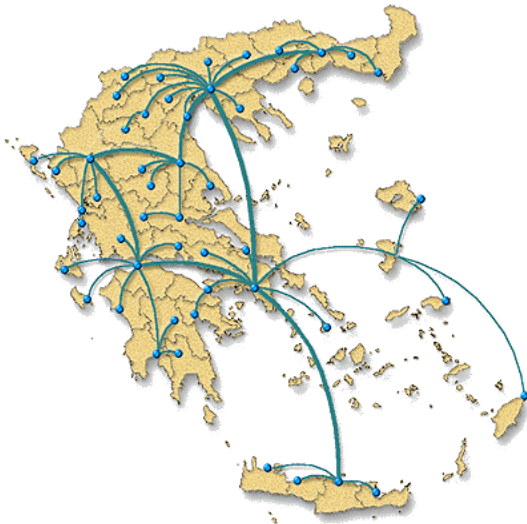
JANUARY 2002

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΜΣ ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων

Υπεύθυνος Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης



**Μελέτη περιπτώσεων
σχεδιασμού και διαχείρισης
δικτύων τηλε-εκπαίδευσης**

ΣΥΜΕΩΝΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2002

Abstract

Tele-education can improve the quality of traditional education while reducing its cost. Tele-education networks use a wide range of network technologies with different capabilities in with audio and video transmission. This paper studies factors of quality and efficiency of a tele-education systems and application requirements, analyzes most-used protocols and the level of security that the system must provide. Network solutions are evaluated with case-studies of already existing networks and pilot-projects, necessary equipment and offered software solutions.

Περίληψη

Η τηλε-εκπαίδευση μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα και να χαμηλώσει το κόστος της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Τα δίκτυα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης χρησιμοποιούν ένα ευρύ φάσμα των τεχνολογιών δικτύωσης, με αντίστοιχες ικανότητες στην μετάδοση εικόνας και ήχου. Οι τηλεοπτικές εφαρμογές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την απαίτηση για την υψηλή τηλεοπτική ποιότητα καθώς επίσης και τις απαιτήσεις για το βίντεο. Στην παρούσα εργασία μελετούνται οι παράμετροι ποιότητας και απόδοσης ενός συστήματος τηλε-εκπαίδευσης, οι απαιτήσεις των εφαρμογών, αναλύονται τα ευρέως χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα και η ασφάλεια που πρέπει να έχει το σύστημα. Εξετάζονται οι δικτυακές λύσεις με παραδείγματα από υπάρχοντα δίκτυα και πιλοτικά προγράμματα, ο απαραίτητος εξοπλισμός και οι προσφερόμενες λύσεις σε λογισμικό.

CONTENTS

1. Abstract	Pg.	5
2. Categories of Tele-Education	Pg.	8
3. Factors of Quality and Efficiency in a Tele-Education system	Pg.	11
3.1. Application requirements	Pg.	11
3.1.1. Lo-tech applications	Pg.	12
3.1.2. Mid-tech applications	Pg.	12
The ETSIT case	Pg.	13
3.1.3. Hi-tech applications	Pg.	14
3.2. Protocols	Pg.	15
3.2.1. The H.323 Protocol	Pg.	16
3.2.2. The H.320 Protocol	Pg.	17
3.2.3. The T.120 Protocol	Pg.	19
The First Virtual Corporation case	Pg.	22
4. Security	Pg.	23
5. Network solutions	Pg.	24
5.1. Local Area Networks (LANs)	Pg.	24
5.1. Wide Area Networks (WANs)	Pg.	25
The 'Hellenic Tele-Education Network' case	Pg.	26
5.1. Satellite Networks	Pg.	28
The Trapeze project	Pg.	28
6. Tele-education classroom	Pg.	29
6.1. Equipment	Pg.	30
6.2. Design	Pg.	33
7. Software	Pg.	35
The Centra Symposium case	Pg.	36
8. Case-studies	Pg.	39
8.1. The TEN project	Pg.	39
8.2. The ABC'95 project	Pg.	40
8.3. The Queen's University	Pg.	42
8.4. The Anna University	Pg.	43
8.5. The electronic village in Blacksburg	Pg.	43
8.6. Tele-education for people with disabilities	Pg.	44
9. Conclusions	Pg.	45
Bibliography	Pg.	46

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	Σελ.	5
2. Κατηγορίες τηλε-εκπαίδευσης	Σελ.	8
3. Παράμετροι ποιότητας - απόδοσης συστήματος τηλε-εκπαίδευσης	Σελ.	11
3.1. Απαιτήσεις εφαρμογών	Σελ.	11
3.1.1. Εφαρμογές χαμηλής τεχνολογίας	Σελ.	12
3.1.2. Εφαρμογές μέσης τεχνολογίας	Σελ.	12
Η περίπτωση του ETSIT	Σελ.	13
3.1.3. Εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας	Σελ.	14
3.2. Πρωτόκολλα	Σελ.	15
3.2.1. Το πρωτόκολλο H.323	Σελ.	16
3.2.2. Το πρωτόκολλο H.320	Σελ.	17
3.2.3. Το πρωτόκολλο T.120	Σελ.	19
Η περίπτωση της First Virtual Corporation	Σελ.	22
4. Ασφάλεια	Σελ.	23
5. Δικτυακές λύσεις	Σελ.	24
5.1. Τοπικά δίκτυα (LANs)	Σελ.	24
5.1. Δίκτυα ευρείας περιοχής (WANs)	Σελ.	25
Η περίπτωση του Πανελλήνιου Δικτύου για την Εκπαίδευση	Σελ.	26
5.1. Δορυφορικά δίκτυα	Σελ.	28
Το πρόγραμμα Grapeze	Σελ.	28
6. Αίθουσες τηλε-εκπαίδευσης	Σελ.	29
6.1. Εξοπλισμός	Σελ.	30
6.2. Σχεδιασμός	Σελ.	33
7. Λογισμικό	Σελ.	35
Εφαρμογές με το Centra Symposium	Σελ.	36
8. Εφαρμογές	Σελ.	39
8.1. Η περίπτωση του προγράμματος TEN	Σελ.	39
8.2. Η περίπτωση του προγράμματος ABC'95	Σελ.	40
8.3. Η περίπτωση του Πανεπιστημίου Queen's στη Β. Ιρλανδία	Σελ.	42
8.4. Η περίπτωση του Ινδικού Πανεπιστημίου Anna	Σελ.	43
8.5. Η περίπτωση του ηλεκτρονικού χωριού στο Blacksburg	Σελ.	43
8.6. Τηλε-εκπαίδευση για άτομα με ειδικές ανάγκες	Σελ.	44
9. Συμπεράσματα	Σελ.	45
Βιβλιογραφία	Σελ.	46

1. Εισαγωγή

Η έννοια της τηλε-εκπαίδευσης, καλύπτει έναν τρόπο διδασκαλίας και ένα ιδιαίτερα μεγάλο εύρος υπηρεσιών, που περιλαμβάνουν κυρίως την εκμάθηση μέσω του διαδικτύου. Με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, παραδίδονται μαθήματα σε ακροατήρια που διαχωρίζονται χωρικά ή/και χρονικά. σε μια προσπάθεια να εξυπηρετηθούν αποτελεσματικά οι εκπαιδευτικές ανάγκες των πληθυσμών.

Η έννοια της τηλε-εκπαίδευσης, ξεκίνησε αρχικά με την εμφάνιση των αλληλεπιδραστικών πολυμεσικών εφαρμογών (interactive multimedia), στις αρχές της δεκαετίας του '90. Ξεκίνησε από τα απλά εκπαιδευτικά βίντεο, που έδειχναν συνήθως τη χρήση προγραμμάτων H/Y, ή τον τρόπο σύνδεσης νέων περιφερειακών στα πληροφοριακά συστήματα.

Σήμερα, χρησιμοποιούνται αλληλεπιδραστικές (interactive) εφαρμογές, οι οποίες αφήνουν το χρήστη να περιηγηθεί στο υλικό που προσφέρουν, ή να απαντήσει σε ερωτηματολόγια σχετικά με τις θεματικές ενότητες που ενδιαφέρεται, ενώ το σημαντικότερο πλεονέκτημα που προσφέρουν είναι η δυνατότητα του χρήστη να αλληλεπιδράσει με το υλικό που του παρέχουν (εικονικές – virtual - τάξεις, συμμετοχή σε συζητήσεις με άλλους συσπουδαστές ή εκπαιδευτές κλπ). Η επικοινωνία μέσω συστημάτων βιντεοσυνδιάσκεψης (videoconference), ως μία τεχνολογία με πολύ μεγάλο ποσοστό αλληλεπίδρασης, μπορεί να καταργήσει τα όρια μιας αίθουσας διδασκαλίας. Σηνηθώς τα συστήματα τηλε-εκπαίδευσης λειτουργούν μέσω ειδικών γραμμών (π.χ. ISDN συνδέσεων) και όχι μέσω του Internet, λόγω του μικρού και μη εγγυημένου διαθέσιμου εύρους ζώνης (bandwidth).

Στην τηλε-εκπαίδευση μπορούν να αξιοποιηθούν όλες οι νέες τεχνολογικές δυνατότητες, δηλαδή:

- ήχος, είτε από μικρόφωνα είτε από απλή τηλεφωνική σύνδεση (ως εναλλακτική λύση για συνέχιση της τηλεδιάσκεψης σε περιπτώσεις προβληματικής σύνδεσης),
- εικόνα, είτε κινούμενη από κάμερα ή συσκευή βίντεο, είτε ακίνητη από διαφάνειες (slides) ή από το επιδιασκόπιο (document camera-για προβολή τρισδιάστατων αντικειμένων και διαφανειών),
- δεδομένα, προγράμματα ή και ανταλλαγή εφαρμογών με τη χρήση υπολογιστών.

Η τηλε-εκπαίδευση απευθύνεται :

- είτε σε επιχειρήσεις και οργανισμούς του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, που παρέχουν προγράμματα κατάρτισης, και επιθυμούν να επεκτείνουν τη λειτουργία τους στο διαδίκτυο, δημιουργώντας έναν δικτυακό εκπαιδευτικό οργανισμό.
- είτε σε επιχειρήσεις που απλά επιθυμούν να επιμορφώνουν ανά διαστήματα τα στελέχη τους - ιδιαίτερα όταν πρόκειται για επιχειρήσεις που χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό υπαλλήλων, εκτεταμένη γεωγραφική διασπορά, μεγάλο αριθμό υποκαταστημάτων και δίκτυα διανομής και πωλήσεων.
- είτε σε άτομα ανεξαρτήτως ηλικίας, που θέλουν να επιμορφωθούν ή να ενημερωθούν για κάποιο θέμα.

Η νέα αυτή διαδικασία μάθησης παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα [1]:

- Μείωση του κόστους μετακίνησης και διαμονής σε σχέση με τις μεθόδους της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Το μάθημα είναι πάντα διαθέσιμο από οποιοδήποτε σημείο.
- Δυνατότητα υλοποίησης εύελικτων εκπαιδευτικών προγραμμάτων.
- Δυνατότητα παρακολούθησης μαθημάτων που δεν προσφέρονται από τοπικά πανεπιστήμια
- Το μάθημα είναι εύκολο να εμπλουτιστεί με υλικό πολυμέσων, κάτι που το καθιστά πιο ευχάριστο και εύστοχο.
- Είναι δυνατή η παρακολούθηση από άτομα με ειδικές ανάγκες
- Επίσης η ανάγκη του κάθε ανθρώπου για συνεχή επιμόρφωση και εκπαίδευση καθώς και οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις, καθιστούν την τηλε-εκπαίδευση έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς παροχής υπηρεσιών σήμερα, καθώς απευθύνεται σε ένα ευρύ, τόσο από ηλικιακής πλευράς όσο και από πλευράς μαθησιακών αναγκών, κοινό.

2. Κατηγορίες τηλε-εκπαίδευσης

Ένας πρώτος διαχωρισμός στις κατηγορίες τηλε-εκπαίδευσης είναι ανάλογα με αν σπουδαστές και καθηγητές επικοινωνούν στον ίδιο χρόνο. Έχουμε:

- **Σύγχρονη διδασκαλία:** Υπάρχει η απαίτηση οι διδασκόμενοι και ο διδάσκων να χρησιμοποιούν τα όποια μέσα είναι απαραίτητα για να γίνει το μάθημα *την ίδια χρονική στιγμή*. Χρησιμοποιείται η ψηφιακή βιντεοδιάσκεψη και η ακουστική διάσκεψη (video and audio conferencing), η συνομιλία (on line chat) [2,3]. Παράδειγμα, όταν το μάθημα γίνεται με τη μορφή τηλεδιάσκεψης, όπου τόσο ο διδάσκων όσο και οι διδασκόμενοι χρησιμοποιούν κάποια κάμερα (Web camera), για να επικοινωνούν σε πραγματικό χρόνο. Για να συμμετάσχει κάποιος στο μάθημα, θα πρέπει συνδεθεί, χρησιμοποιώντας κάποιο κατάλληλο πρόγραμμα, με τον υπολογιστή του κάποια προκαθορισμένη ώρα σε έναν εξυπηρετητή (server) όπου διεξάγεται το μάθημα. Η αλληλεπίδραση σε αυτή την περίπτωση είναι σύγχρονη για όλους τους συμμετέχοντες, γεγονός που διευκολύνει την καλύτερη κατανόηση του διδακτικού αντικειμένου, αφού οι διδασκόμενοι έχουν τη δυνατότητα να παρεμβαίνουν δυναμικά στη ροή του μαθήματος.
- **Ασύγχρονη διδασκαλία:** Οι συμμετέχοντες έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν το μάθημα όποτε αυτοί το επιθυμούν [2,3]. Παράδειγμα, όταν ο διδάσκων μαγνητοσκοπεί το μάθημα και είτε το αποστέλλει με e-mail στους σπουδαστές είτε το αποθηκεύει σε κάποιον δικτυακό τόπο. Οι διδασκόμενοι μπορούν, όποτε το επιθυμούν, να κατεβάσουν το βίντεο του μαθήματος και να το παρακολουθήσουν. Η αλληλεπίδραση σε αυτή την περίπτωση είναι ασύγχρονη και κατά συνέπεια οποιεσδήποτε απορίες, συζητήσεις μεταξύ μαθητών και εισηγητών θα πρέπει να γίνουν με κάποιο άλλο μέσο, όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), ηλεκτρονικές ταχυδρομικές λίστες (e-mailing lists) και πίνακες ανακοινώσεων (on line bulletin boards). Το βασικό χαρακτηριστικό και κύριο πλεονέκτημα της ασύγχρονης διανομής του διδακτικού περιεχομένου είναι ότι η επιλογή της ώρας της παρακολούθησης ενός μαθήματος αφήνεται στην ευχέρεια του χρήστη και, παύει να υφίσταται το βασικό πρόβλημα της διαφοράς ώρας μεταξύ του τόπου όπου γίνεται το μάθημα και του τόπου όπου βρίσκεται ο χρήστης.
- **Υβριδικό μοντέλο:** Ασύγχρονη παρακολούθηση ενός μαθήματος και παράλληλα σύγχρονες συναντήσεις των συμμετεχόντων για την επίλυση αποριών, συζητήσεις κλπ. [2,3]

Ανάλογα με το κοινό στο οποίο απευθύνεται μία υπηρεσία, μπορούμε να έχουμε διαμόρφωση του διδακτικού περιεχομένου για διδασκαλία, η οποία προσανατολίζεται σε ομάδες ατόμων, ή διδασκαλία η οποία προσανατολίζεται σε ένα άτομο, κάτι που συχνά ταυτίζεται με τη διδασκαλία κατ' απαίτηση (on demand)[2]. Ανάλογα με την προσέγγιση που χρησιμοποιείται, έχουμε κατηγοριοποιήσεις σε on-line σεμινάρια, παρουσιάσεις, παραδόσεις, slide shows κλπ. Ένα πρόγραμμα κατάρτισης βασισμένο σε υπολογιστή (computer based training CBT) πριν την εμφάνιση του διαδικτύου ήταν ένα τυπικό εξατομικευμένο προϊόν εκμάθησης (self-paced learning) όπου η αρχική αλληλεπίδραση ήταν μεταξύ του σπουδαστή και του περιεχομένου, μέσω του υπολογιστή. Το διαδίκτυο προσφέρει ικανότητες συνεργασίας όπως η συνομιλία, οι συζητήσεις και η διανομή εγγράφων. Αυτό έχει επιτρέψει ένα εικονικό μοντέλο τάξεων να παρουσιάζεται on-line όπου ο σπουδαστής μπορεί να αλληλεπιδράσει με άλλους σπουδαστές, με τον καθηγητή και το σε απευθείας σύνδεση περιεχόμενο. Δεδομένου ότι το CBT ήταν κυρίως εξατομικευμένο, βλέπουμε τώρα να αναπτύσσονται πιο συνεργάσιμα προϊόντα εκμάθησης, που παρέχουν περισσότερες προαιρετικές δυνατότητες στην ανάπτυξη των μαθησιακών περιβαλλόντων. Στα εταιρικά περιβάλλοντα υπάρχει μια αυξανόμενη τάση, για μείωση της ανάγκης για τη δομημένη κατάρτιση με την παροχή πληροφοριών σχετικών με την εργασία, την άμεση εκμάθηση και υποστήριξη αποφάσεων στους υπαλλήλους, όσο αυτοί ασκούν την εργασία τους. Η υλοποίηση γίνεται χωρίς δομημένα προγράμματα εκμάθησης, και χωρίς μετακίνηση των εργαζομένων από την εργασία τους [4].

- **Διδασκαλία εξατομικευμένου ρυθμού:** Η καλή εκπαίδευση εξατομικευμένου ρυθμού, μέσω του διαδικτύου ή τοπικού Intranet, παρέχει στους σπουδαστές μια μετρήσιμη απόδοση βασισμένη σε ορισμένες οδηγίες και στόχους. Η υψηλή αλληλεπίδραση οδηγεί συνήθως σε μια καλύτερη εμπειρία εκμάθησης. Χρησιμοποιείται βέλτιστα για τα καλά δομημένα προβλήματα που απαιτούν τη γνώση, την κατανόηση, και την εφαρμογή ασκήσεων δεξιοτήτων. Ένα παράδειγμα θα ήταν ένα πρόγραμμα που διδάσκει τους προγραμματιστές Java. Χρησιμοποιούνται συστήματα υποστήριξης απόδοσης (PSS) και προσομοιώσεις. Τα PSS συστήματα παρέχουν στους σπουδαστές τις πρακτικές γνώσεις επίλυσης προβλημάτων. Χρησιμοποιούνται καλύτερα για τα περίπλοκα προβλήματα που απαιτούν την ανάλυση και τη σύνθεση των στοιχείων, των σχέσεων, και των οργανωτικών αρχών για να παραγάγουν τις λύσεις. Οι τύποι των PSS περιλαμβάνουν:
 - 1 Ανάκτηση πληροφοριών, π.χ. Ένα σύστημα που παρέχει την πρόσβαση σε ενημερωμένες προδιαγραφές προϊόντων.
 - 2 Βοηθητικά συστήματα, π.χ. ένα σύστημα που διδάσκει σε νέους υπαλλήλους πώς

να συμπληρώσουν έντυπα

- 3 Συστήματα υποστήριξης, π.χ. ένα σύστημα που παρέχει εξυπηρέτηση πελατών με τη βοήθεια βάσεων δεδομένων.

Οι προσομοιώσεις μπορούν να παρέχουν στο μεμονωμένο σπουδαστή, εμπειρίες που θα κληθεί να αντιμετωπίσει αργότερα σαν αληθινά γεγονότα. Είναι κατάλληλες για δύσκολα και σύνθετα προβλήματα και δίνουν την δυνατότητα της αξιολόγησης των πληροφοριών και την ευκαιρία για νέες ιδέες, σχέδια ή προϊόντα [5].

- **Ομαδική διδασκαλία:** Τα εικονικά ασύγχρονα σεμινάρια παρέχουν τις ευκαιρίες εκμάθησης ομάδας ατόμων, σε ένα περιβάλλον στο οποίο οι σπουδαστές και ο καθηγητής είναι σε ανοικτή γραμμή σε διαφορετικούς χρόνους. Είναι τα πιο κατάλληλα για περίπλοκα προβλήματα. Ένα παράδειγμα ενός ασύγχρονου σεμιναρίου θα ήταν διευθυντές που μαθαίνουν πώς να πραγματοποιούν μια συνέντευξη, με το γράψιμο των ερωτήσεών τους και τη λήψη των απαντήσεων από βοηθούς και συσπουδαστές. Οι εικονικές σύγχρονες τάξεις, παρέχουν τη εκπαίδευση μιας ομάδας συνεργάσιμων ατόμων, σε ένα περιβάλλον πραγματικού χρόνου. Ένα παράδειγμα θα ήταν μια ομάδα αντιπροσώπων πωλήσεων, που μαθαίνουν πώς να χειρίζονται τους δύσκολους πελάτες, μέσω παραδειγμάτων, συνεργαζόμενοι on-line με συσπουδαστές και έναν βοηθό. Οι προσομοιώσεις μπορούν επίσης να παρέχουν σε μια ομάδα σπουδαστών μια εμπειρία που μιμείται ορισμένες πραγματικές πτυχές. Συνήθως είναι πλούσιες σε πολυμέσα, και πιο σύνθετες από τις σύγχρονες τάξεις. Παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελέσει μια άσκηση όπου υπάλληλοι-σπουδαστές θα έπαιρναν μέρος με διαφορετικούς ρόλους σε μια προσομοίωση της εταιρείας τους, με τους υπάρχοντες κανόνες, ώστε να μπορούν να διαπραγματευτούν σωστά για τη δουλειά τους [5].

3. Παράμετροι ποιότητας - απόδοσης συστήματος τηλε-εκπαίδευσης

Ένα σύστημα τηλε-εκπαίδευσης, πρέπει να έχει σχεδιαστεί για την ταυτόχρονη μετάδοση ήχου, εικόνας και δεδομένων. Πρέπει επίσης να παρέχει μια τέτοια ποιότητα υπηρεσιών (Quality of Service) που να ικανοποιεί τους χρήστες [6].

Οι κύριοι παράμετροι που καθορίζουν την QoS ενός δικτύου είναι :

- Εύρος ζώνης (bitrate), δηλαδή η ποσότητα δεδομένων που μεταφέρονται μέσα από το δίκτυο.
- Χρονική καθυστέρηση (delay). Η χρονική καθυστέρηση καθορίζει τη μέγιστη καθυστέρηση των διαφόρων μορφών δεδομένων που παρατηρείται σε μια από άκρη σε άκρη μετάδοση.
- Αξιοπιστία. Η αξιοπιστία αναφέρεται στις συγκρούσεις που συμβαίνουν μεταξύ των δεδομένων και στις πιθανότητες απώλειάς τους.
- Αστάθεια. Η διακύμανση της χρονικής καθυστέρησης θεωρείται η τέταρτη παράμετρος της QoS που λαμβάνεται υπόψη

Η Διεθνής Τηλεπικοινωνιακή Ένωση - Τομέας Τηλεπικοινωνιών (ITU-T) ανέπτυξε έναν αλγόριθμο συμπίεσης κινούμενης εικόνας (video) που περιγράφεται στη σύσταση H.261, το οποίο είναι γενικό πρότυπο και υποστηρίζεται από όλες τις κατασκευάστριες εταιρίες.

3.1. Απαιτήσεις εφαρμογών

Από όλες τις παραμέτρους εφαρμογής που είναι σχετικές για το δίκτυο, ο ρυθμός μετάδοσης (bitrate) και η καθυστέρηση (delay) είναι τα σημαντικότερα. Με βάση αυτές τις δύο παραμέτρους, οι εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης μπορούν να διαιρεθούν σε τρεις κατηγορίες [11]:

- εφαρμογές χαμηλής-τεχνολογίας, οι οποίες προσφέρουν ένα περιορισμένο ποσό στοιχείων και αποδέχονται μια μεγάλη καθυστέρηση,
- εφαρμογές μέσης-τεχνολογίας, οι οποίες προσφέρουν ένα μέσο ποσό στοιχείων ή/και απαιτούν μια σύντομη καθυστέρηση,
- εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας, οι οποίες προσφέρουν ένα υψηλό ποσό στοιχείων και απαιτούν μια σύντομη καθυστέρηση.

3.1.1. Εφαρμογές χαμηλής-τεχνολογίας

Δεν προσφέρουν περισσότερο από μερικές εκατοντάδες bytes ανά δευτερόλεπτο και επιτρέπουν τις καθυστερήσεις των πολλαπλάσιων δευτερολέπτων. Τα υπάρχοντα δίκτυα συνήθως δεν έχουν προβλήματα για να υποστηρίξουν αυτές τις εφαρμογές. Τα παραδείγματα των εφαρμογών τηλε-εκπαίδευσης χαμηλής-τεχνολογία είναι:

- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο). Τα ηλεκτρονικά ταχυδρομεία μπορούν να ανταλλαχθούν άμεσα μεταξύ των σπουδαστών και των καθηγητών, αλλά μπορούν επίσης να κατευθυνθούν σε έναν κατάλογο συζήτησης.
- World Wide Web (WWW). Οι περισσότερες υπάρχουσες σειρές μαθημάτων τηλε-εκπαίδευσης αξιοποιούν το WWW. Αυτές οι σειρές μαθημάτων στηρίζονται στους WWW browsers, όπου οι μαθητές διαβάζουν το κείμενο (που μπορεί να περιλαμβάνει και εικόνες) και τις ασκήσεις. Οι απαντήσεις των ασκήσεων μπορούν να επιστραφούν στο δάσκαλο μέσω των εντύπων WWW, τα οποία είναι επίσης χρήσιμα σε περίπτωση που οι νέοι σπουδαστές θέλουν να πάρουν μέρος σε μια σειρά μαθημάτων ή έναν διαγωνισμό.
- Συνομιλία (Chat). Χρησιμοποιείται για συζητήσεις μεταξύ των σπουδαστών και των καθηγητών.

Σήμερα, οι εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούνται μεμονωμένα μόνο σε ειδικές περιπτώσεις.

3.1.2. Εφαρμογές μέσης-τεχνολογίας

Οι αμέσως πιο εξελιγμένες εφαρμογές, διαφοροποιούνται ως προς τη μορφή του διδακτικού υλικού, το οποίο μπορεί να έχει τη μορφή συνεχούς ροής (streaming) ή συμπιεσμένου βίντεο και ήχου, παρουσιάσεων πολυμέσων, java applets ή και shockwave flash plug-ins κλπ [12]. Χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι μπορούν να υποστηριχθούν από τα υπάρχοντα δίκτυα. Παράγουν δεδομένα μέχρι εκατοντάδες kbit ανά δευτερόλεπτο, και απαιτούν σύντομες καθυστερήσεις (λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο). Τα παραδείγματα των εφαρμογών τηλε-εκπαίδευσης μέσης-τεχνολογία είναι:

- Μη-διαλογική φωνητική επικοινωνία (Non-interactive voice). Εκτός από το κείμενο και τις εικόνες, οι σελίδες WWW μπορούν επίσης να περιλάβουν τη φωνή. Στα περιβάλλοντα τηλε-εκπαίδευσης, η μη-διαλογική φωνή θα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική εάν παρέχει τις βασικές πληροφορίες στις εικόνες. Μια άλλη χρήση μιας μη-διαλογικής φωνής είναι φωνητικό ταχυδρομείο.
- Μη-διαλογική οπτική επικοινωνία (Non-interactive video). Οι σελίδες WWW μπορούν επίσης να εμπλουτιστούν video, το οποίο περιορίζεται σε αρκετά δευτερόλεπτα και ο συνολικός αριθμός bytes που μεταφέρονται δεν υπερβαίνει το

1Mbyte. Το βίντεο ξεκινά (is streamed) είτε από μια συσκευή ευρυζωνικού εξυπηρετητή (broadcast server) είτε από έναν βίντεο-εξυπηρετητή (video disk server), επιτρέποντας την εξομάλυνση της καθυστέρησης (latency) και της ασυνέπειας του δικτύου. Η μεταφορά ολοκληρωμένων παρουσιάσεων video, είναι προβληματική για τα περισσότερα από τα παρόντα δίκτυα.

- Διαλογική φωνή (interactive voice). Μια εφαρμογή που έχει τις απαιτήσεις σε ρυθμό μετάδοσης (bitrate) καθώς επίσης και καθυστέρησης, είναι η διαλογική φωνή. Ανάλογα με την απαραίτητη ποιότητα και τις διαθέσιμες τεχνικές συμπίεσης, ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να είναι μεταξύ 10 και 64 kbit ανά δευτερόλεπτο. Η καθυστέρηση πρέπει να είναι λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο.
- Διαμοιραζόμενος ηλεκτρονικός πίνακας (whiteboard). Μια εφαρμογή που μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε συνδυασμό με τη διαλογική φωνή, είναι ο ηλεκτρονικός πίνακας, που απαιτεί σύντομες καθυστερήσεις στα δίκτυα.

Η περίπτωση του ETSIT

Το ETSIT είναι ένα έργο τηλε-εκπαίδευσης, που χρησιμοποιεί ως πληροφοριακό σύστημα το δίκτυο CODE VSAT, που αναπτύσσεται στο πλαίσιο του προγράμματος Olympus από την Telefonica Sistemas και Τμήμα Μηχανικών Τηλεματικής, στην Ισπανία [13]. Στην πρώτη φάση του, το ETSIT απευθυνόταν στα τμήματα τηλεπικοινωνιών των ισπανικών πανεπιστημίων. Σήμερα, στη δεύτερη φάση του, είναι ένα λειτουργικό σύστημα με ένα κανονικό πρόγραμμα μαθημάτων, ανοικτό για να ενσωματώσει νέα κέντρα και χρήστες με εφαρμογές και περιεχόμενα μαθημάτων που απευθύνονται στις ανάγκες τους. Το CODE μέσω του πρωτοκόλλου TCP/IP και τοπικού LAN παρέχει, ένα ανοικτό πλαίσιο για τις πρότυπες υπηρεσίες (εικονικό τερματικό, μεταφορά αρχείων, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, κλπ.) και σύνδεση μέσω δικτύων.

Το ETSIT άρχισε τον Σεπτέμβριο του 1992 με τη σύνδεση των σχολείων της Μαδρίτης και του Λας Πάλμας (Κανάριες νήσοι) με το δορυφόρο Olympus, για δύο σειρές μαθημάτων. Το μάθημα παρακολούθησαν 15 σπουδαστές από τη Μαδρίτη (τοπική αίθουσα με έναν καθηγητή) και 21 σπουδαστές από το Λας Πάλμας (απομακρυσμένη αίθουσα με έναν καθηγητή). Οι δύο καθηγητές ενέργησαν ως παρατηρητές.

Κάθε κέντρο είχε μια παρόμοια αρχιτεκτονική: ένα Unix WS που εκτελεί μια διανεμημένη εφαρμογή τηλε-εκπαίδευσης και αλληλεπιδρά μέσω του τοπικού LAN (IEEE 802.3 TCP/IP) με το δίκτυο CODE VSAT και τα περιφερειακά (PCs με τους τηλεοπτικούς προβολείς, τους τηλεοπτικούς και ηχητικούς κωδικοποιητές, τη φωτογραφική μηχανή, το σαρωτή κλπ) σε περιβάλλον Windows.

Στην απομακρυσμένη αίθουσα, υπήρχε ένα ασύρματο μικρόφωνο και μια οθόνη (τηλεοπτικός προβολέας) με ένα παράθυρο για τα στοιχεία και τις ακίνητες εικόνες όπου

ο εκπαιδευτικός παρουσίαζε τις φωτογραφικές διαφάνειες και τις εικόνες με ένα ποντίκι ως δείκτη, και ένα δεύτερο παράθυρο με το βίντεο από μια φωτογραφική μηχανή που τοποθετήθηκε στην τάξη του εισηγητή. Η φωνή ήταν διαλογική και οι σπουδαστές μπορούσαν να διακόψουν οποιαδήποτε στιγμή με ερωτήσεις. Τα στοιχεία και το βίντεο δεν ήταν διαλογικά. Η φωνή κωδικοποιούνταν σε 64Kbps, και το βίντεο ήταν ασυμπίεστο με μέση απόδοση 1,5Mbps. Η δεύτερη τάξη είχε το ίδιο περιβάλλον, αλλά χωρίς το τηλεοπτικό παράθυρο, και ο εκπαιδευτικός είχε πρόσθετα, μια κάμερα, ένα σαρωτή, μια οθόνη και πληκτρολόγιο για τη διαχείριση της εφαρμογής.

Η νέα εφαρμογή για πολυσημειακή τηλε-εκπαίδευση, περιλαμβάνει τηλεοπτική αλληλεπίδραση, απομακρυσμένο έλεγχο λειτουργιών, συμπίεση βίντεο και ήχου, σαρωτή και φωτογραφική μηχανή στις απομακρυσμένες αίθουσες (τα κανάλια επιστροφής είναι 64Kbps), νέα παράθυρα για ανοικτή επικοινωνία (καθηγητής και σπουδαστές που γράφουν ταυτόχρονα στο ίδιο φύλλο ή που παρουσιάζουν εικόνες), ηλεκτρονικός πίνακας, άμεση πρόσβαση σπουδαστών στο σύστημα κατά τη διάρκεια του μαθήματος μέσω φορητών PCs και του τοπικού LAN, και νέες περιφερειακές μονάδες.

3.1.3. Εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας

Χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι δεν μπορούν να υποστηριχθούν από τα περισσότερα από τα παρόντα δίκτυα. Παράγουν χαρακτηριστικά περισσότερο από 1Mbit ανά δευτερόλεπτο, και έχουν δεν πρέπει να έχουν καθυστερήσεις [11,14]. Τα παραδείγματα των εφαρμογών τηλε-εκπαίδευσης υψηλής τεχνολογίας είναι:

- Διμερής τηλεοπτική σύσκεψη. Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει στους μεμονωμένους σπουδαστές για να αλληλεπιδράσει με τον (απομακρυσμένο) εκπαιδευτή.
- Πολυμερής τηλεοπτική σύσκεψη. Επιτρέπει στους εκπαιδευτές και τους σπουδαστές για να είναι σε διαφορετικές θέσεις.
- Δημιουργία εικονικών τάξεων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών client – server προγραμμάτων, τα οποία είναι σε θέση να διαχειρίζονται μία πληθώρα τύπων αρχείων σε ένα καταναμημένο περιβάλλον εργασίας. Ενσωματώνουν σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, τη δυνατότητα βίντεο και ηχητικών διασκέψεων, δωμάτια συνομιλιών (chatrooms), διαμοίραση εφαρμογών, δυναμικής παρέμβασης στη ροή μίας παρουσίασης, πίνακες ανακοινώσεων και τη δημιουργία αναφορών. Επιπλέον παρέχουν τη δυνατότητα άμεσης και ταυτόχρονης σε όλους τους συμμετέχοντες ενημέρωσης του διαθέσιμου διδακτικού υλικού, αλλαγής του προσώπου που εισηγείται του μαθήματος (floor control), ενώ συνήθως περιλαμβάνουν και όλα τα απαραίτητα εργαλεία για τη συγγραφή, συγκέντρωση και οργάνωση του εκπαιδευτικού υλικού.

3.2. Πρωτόκολλα

Όπως φάνηκε από τα προηγούμενα, η τεχνολογία βίντεο είναι μια από τις πιο συνηθισμένες στην τηλε-εκπαίδευση. Για την μετάδοση των εικόνων απαιτείται η ενοποίηση πολλών τεχνολογιών όπως το T1, το ISDN, το ATM, η μεταγωγή πλαισίου (frame relay) και το Ethernet σε ένα ενιαίο σύστημα μετάδοσης (unified content delivery system).

Τα πρωτόκολλα που έχουν επικρατήσει για βιντεοδιάσκεψη και που θα αναλυθούν λεπτομερώς στις επόμενες παραγράφους είναι το H.323, το H.320 και το T.120. Υπάρχουν και εναλλακτικές λύσεις, που όμως αποτυγχάνουν να περάσουν την ουσιαστική δοκιμή της λειτουργίας στο πρακτικό περιβάλλον της τηλε-εκπαίδευσης. Τα πρωτόκολλα αυτά είναι [12]:

- **MPEG-2.**

Αναφέρεται και σαν H.310 όταν εφαρμόζεται σε ATM, παρέχει την πολύ υψηλής ποιότητας βιντεοσυνδιάσκεψη. Έχει τρεις βασικές ανεπάρκειες:

1. είναι ένα σύστημα συμπίεσης που απαιτεί 6 - 8 Mb/s του εύρους ζώνης μετάδοσης. Μπορεί να εφαρμοστεί σε Ethernet άνω των 100Mb/s ή σε ATM στην τοπική περιοχή
2. χρησιμοποιείται σε λιγότερο από το 5% των εφαρμογών βιντεοσυνεδριάσεων - δεν υπάρχει κανένας τρόπος επικοινωνίας με το ευρέως διαδεδομένο H.320
3. είναι πολύ ακριβό να εφαρμοστεί, απαιτώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό (hardware).

- **Motion JPEG.**

Μια άλλη τεχνική συμπίεσης ικανή για πολύ υψηλής ποιότητας βιντεοσυνεδρίαση πάσχει ουσιαστικά τις ίδιες αδυναμίες με το MPG-2. Απαιτεί επίσης το υψηλό εύρος ζώνης - 8 - 12Mb/s, καθιστώντας το για εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης. Δεν έχει βρει αποδοχή στην αγορά ως τεχνολογία συνεδριάσεων μέσω video. Δεν έχει επίσης κανέναν πραγματικό τρόπο επικοινωνίας με τα συστήματα βιντεοσυνεδριάσεων του H.320, και καμία ικανότητα διεπιλογών.

- **The MPEG-1 System for video**

Το MPG-1 είναι ένα πρωτόκολλο συμπίεσης για την εφαρμογή των μη-διαλογικών τύπων βίντεο σε περιβάλλον τηλε-εκπαίδευσης. Χρησιμοποιεί ένα τρόπο συμπίεσης που αφορά τις τηλεοπτικές πληροφορίες για ένα δεδομένο πλαίσιο (frame) σε σχέση με τα πλαίσια που το περιβάλλουν. Τελικά μόνο το βίντεο αλλαγών τίθενται μέσω το δίκτυο. Ο ρυθμός μετάδοσης είναι περίπου 1,2 Mb/s.

3.2.1. Το πρωτόκολλο H.323

Αρχιτεκτονική: Στο υψηλότερο επίπεδο, η αρχιτεκτονική του H.323 συνδέει τους χρήστες μέσω ενός συστήματος από ετερογενή δίκτυα με ένα ενοποιημένο σύστημα διευθυνσιοδότησης και ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο διαχείρισης ροής πληροφοριών [12]. Χρησιμοποιώντας σαν βάση τα παραπάνω ως μια ενοποιημένη δομή πρωτοκόλλου (σχήμα 1), οι συμβατές με το H.323 συσκευές μπορούν να βρουν η μία την άλλη και να επικοινωνήσουν σε ένα βασικό επίπεδο. Μπορούν ακόμα να ερευνηθούν για επιπλέον δυνατότητες – βασισμένες σε κάποια στάνταρ - που έχουν υποσυστήματα του δικτύου αν και όταν αυτά είναι διαθέσιμα. Όλα τα υποσυστήματα του H.323 που θα περιγραφούν παρακάτω χρησιμοποιούν το δομή του H.323 για μετάδοση και λήψη δεδομένων.

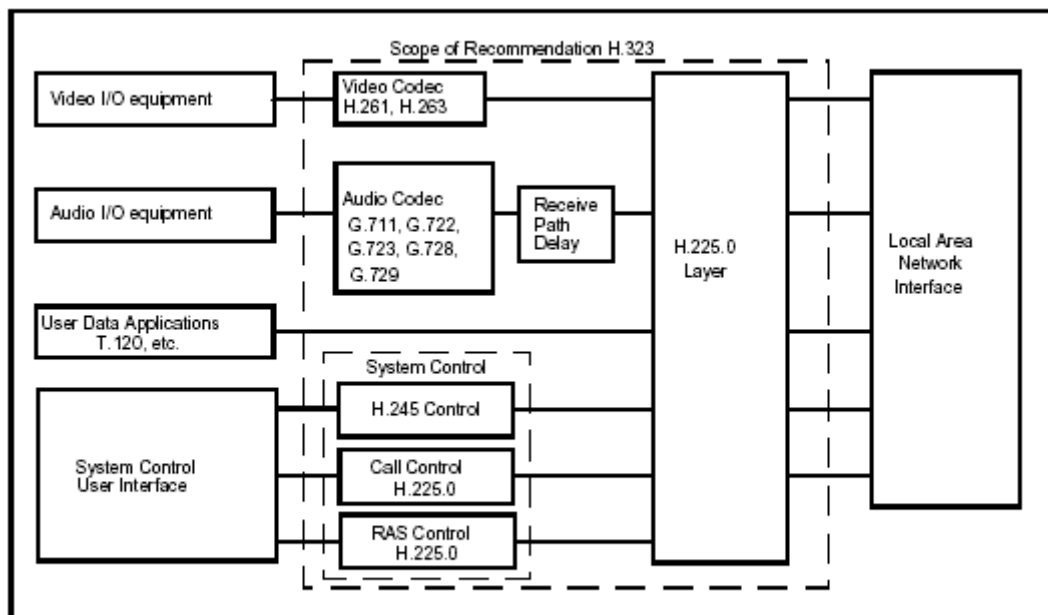


Figure 1: The H.323 Protocol

Η ροή πληροφοριών μέσω του H.323 κατηγοριοποιείται σε ήχο, εικόνα, δεδομένα, έλεγχο επικοινωνία και έλεγχο κλήσεως ως εξής:

AUDIO (ήχος): Το ηχητικό σήμα περιέχει ψηφιοποιημένη και κωδικοποιημένη ομιλία. Για να μειωθεί ο μέσος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα ενεργοποίησης μόνο όταν υπάρχει φωνή. Το ηχητικό σήμα συνοδεύεται από ένα σήμα ελέγχου του ήχου.

VIDEO (εικόνα): Τα σήματα εικόνας περιέχουν ψηφιοποιημένη και κωδικοποιημένη κινούμενη εικόνα. Το σήμα μεταδίδεται με ρυθμό όχι μεγαλύτερο από τον επιλεγμένο κατά το στάδιο της ανταλλαγής πληροφορίας των δυνατοτήτων των συσκευών. Το σήμα εικόνας συνοδεύεται από ένα σήμα ελέγχου της εικόνας.

DATA (δεδομένα): Τα σήματα δεδομένων περιλαμβάνουν ακίνητες εικόνες, εικόνες τηλεομοιοτυπίας, έγγραφα, αρχεία υπολογιστή και άλλα δεδομένα.

COMMUNICATIONS (επικοινωνίες): Τα σήματα ελέγχου επικοινωνίας μεταφέρουν δεδομένα ελέγχου και χρησιμοποιούνται για ανταλλαγή πληροφοριών δυνατοτήτων των συσκευών, ανοίγματος και κλεισίματος λογικών καναλιών, έλεγχου καταστάσεως και άλλες λειτουργίες που είναι τμήμα του ελέγχου επικοινωνίας.

CALL CONTROL (έλεγχος κλήσεως): Τα σήματα ελέγχου κλήσεως χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση κλήσης, αποσύνδεση και άλλες λειτουργίες ελέγχου κλήσεως. Εκτός του καθορισμού των σημάτων δεδομένων που θα υπάρξουν μεταξύ των συσκευών, οι προδιαγραφές του H.323 προσδιορίζουν ένα σύστημα ονοματολογίας και κατάταξης για τις διαφορετικές συσκευές.

3.2.2. Το πρωτόκολλο H.320

Το H.320 είναι ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται στις οπτικές τηλεπικοινωνίες για να εξασφαλίσει συμβατότητα μεταξύ των τερματικών που παράγονται από διαφορετικούς κατασκευαστές [12]. Το H.320 είναι γνωστό ως πρότυπο "ομπρέλα". Αυτό σημαίνει ότι προσδιορίζει ορισμένα πρωτόκολλα για το βίντεο, τον ήχο, τον έλεγχο, κλπ. Υπάρχουν διάφορες κλάσεις H.320 που υποστηρίζουν έναν ποικίλο αριθμό πρωτοκόλλων. Εντούτοις, υπάρχουν υποχρεωτικές απαιτήσεις που εξασφαλίζουν ότι όλα τα H.320 συμβατά συστήματα μπορούν να επικοινωνήσουν με το ένα άλλο. Υπάρχουν επίσης προαιρετικές απαιτήσεις που μπορούν να επιτρέψουν στα συστήματα να παρέχουν πρόσθετες λειτουργίες. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι λειτουργίες θυσιάζονται στο βωμό της συμβατότητας κατά την επικοινωνία με τα συστήματα που καλύπτουν μόνο τις ελάχιστες απαιτήσεις για H.320. Υπάρχουν τρεις κλάσεις:

- κλάση 1: χρησιμοποιεί μόνο τις ελάχιστες απαιτήσεις να είναι συμβατό σύστημα H.320. Ένα σύστημα H.320 κλάσης 1 υποστηρίζει το H.261 για την τηλεοπτική συμπίεση, ανάλυση QCIF (Quarter Common Intermediate Format - κοινή ενδιάμεση μορφή τετάρτων), 7,5 καρέ ανά δευτερόλεπτο, την αποκωδικοποίηση αντιστάθμισης κινήσεων (Motion compensation), και ηχητικό πρωτόκολλο G.711.
- κλάση 2: χρησιμοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις H.320 και υποστηρίζει μερικές προαιρετικές δυνατότητες. Ένα σύστημα H.320 κλάσης 2 πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον όλα τα χαρακτηριστικά που καλύπτονται στην κλάση 1, αλλά μπορεί να υποστηρίξει ως λίγες ή περισσότερες από την κλάση 3 προαιρετικές δυνατότητες, όσες ο κατασκευαστής θα ήθελε.
- κλάση 3: υποστηρίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις του H.320 και όλες τις προαιρετικές δυνατότητες. Ένα σύστημα H.320 κλάσης 3 υποστηρίζει H.261 για την συμπίεση εικόνας, ανάλυση CIF (ή FCIF - Full Common Intermediate Format - πλήρης κοινή

ενδιάμεση μορφή), 7.5, 10, 15, ή 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο προ-επεξεργασία ή μετά-επεξεργασία, αντιστάθμιση κινήσεων σε κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση και ηχητικά πρωτόκολλα G.711, G.722, και G.728.

Πρωτόκολλα Ήχου

- G.711 χρησιμοποιεί από 48 ως 64 Kbps. Παρέχει τον ήχο τηλεφωνικής ποιότητας και είναι το μόνο ηχητικό πρωτόκολλο που απαιτείται από ένα σύστημα για να είναι H.320 συμβατό.
- G.722 επίσης χρησιμοποιεί από 48 ως 64 Kbps. Παρέχει στερεοφωνικό ποιοτικό ήχο και υποστηρίζει συνήθως από τα συστήματα κλάσης 2.
- G.728 χρησιμοποιεί μόνο 16Kbps. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο για τις τηλεδιασκέψεις σε ταχύτητες χαμηλότερες από 256Kbps (ειδικά στις απλές συνδέσεις ISDN-BRI των 128Kbps). Αυτό επιτρέπει περισσότερο εύρος ζώνης για το βίντεο.

CIF και QCIF

CIF (Common Intermediate Format κοινή ενδιάμεση μορφή - επίσης γνωστή ως FCIF - Full Common Intermediate Format - πλήρης κοινή ενδιάμεση μορφή) παρέχει ότι ένα ψήφισμα εικόνων 344x288. Η QCIF παρέχει ανάλυση ενός τετάρτου πλήρους CIF -- 176x144. Σε αυτή την ανάλυση οι εικόνες είναι συχνά χοντροκομμένες και μπορούν να φανούν διαστρεβλωμένες. Τα συστήματα κλάσης 1 υποστηρίζουν μόνο QCIF. Το CIF μπορεί να υποστηριχθεί από κάποια συστήματα κλάσης 2 και πρέπει οπωσδήποτε να υποστηρίζεται από τα συστήματα κλάσης 3.

Ρυθμός μετάδοσης καρέ και αντιστάθμιση κινήσεων (Motion Compensation)

Ο ρυθμός μετάδοσης καρέ (που μετριέται σε καρέ ανά δευτερόλεπτο - frames per second ή fps) ασκεί τη μεγαλύτερη επίδραση στη "ομαλότητα" του βίντεο. Τα περισσότερα καρέ κάνουν το βίντεο περισσότερο ρευστό και λιγότερο «σπαστό». Τα συστήματα κλάσης 1 πρέπει να υποστηρίζουν τουλάχιστον 7,5 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Τα διαθέσιμα καρέ στο H.320 είναι 7.5, 10, 15, και 30 fps.

Η αντιστάθμιση κινήσεων μειώνει το ποσό δεδομένων βίντεο που πρέπει να κωδικοποιηθεί σε κάθε καρέ. Μόνο τα τμήματα κάθε καρέ που έχουν αλλάξει λόγω κίνησης κωδικοποιούνται. Αυτό μπορεί να βοηθήσει να μειωθεί πολύ το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται από μερικά καρέ. Όλα τα συστήματα H.320 πρέπει να είναι σε θέση να αποκωδικοποιήσουν το βίντεο που έχει κωδικοποιηθεί με την αντιστάθμιση κινήσεων. Ένα σύστημα κλάσης 1 υποστηρίζει μόνο την αποκωδικοποίηση, Τα συστήματα κλάσης 2 υποστηρίζουν συνήθως κάποιο είδος της κωδικοποίησης αντιστάθμισης κινήσεων, και τα συστήματα κλάσης 3 υποστηρίζουν συνήθως την αποδοτικότερη κωδικοποίηση.

3.2.3. Το πρωτόκολλο T.120

Το T.120 είναι ένας κατάλογος συστάσεων για την παροχή της μετάδοσης πληροφοριών στις πολυσημειακές επικοινωνίες πολυμέσων [12]. Αποτελείται από πολλά πρωτόκολλα για να εξασφαλίσει ότι η μεταφορά αρχείων, η χρήση πίνακα, και η χρήση διαμοιραζόμενων εφαρμογών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν επικοινωνούν δύο ή περισσότερα τερματικά. Ένα σημαντικό πράγμα που σημειώνεται είναι ότι το T.120 είναι ανεξάρτητο του H.320 (οι πληροφορίες που περνούν χρησιμοποιώντας το T.120 δεν περιέχουν απαραίτητα βίντεο). Το T.120 καθορίζει τη μεταφορά των πληροφοριών σε ποικίλες εφαρμογές πολυμέσων:

- μόνο δεδομένων
- μόνο ήχου
- ήχος και εικόνα
- ήχος, εικόνα και δεδομένα

Επιπλέον, η συλλογή T.120 των συστάσεων λειτουργεί σε πολλούς διαφορετικούς τύπους δικτύων:

- PSTN - Public Switched Telephone Network - δημόσιο επιλεγόμενο τηλεφωνικό δίκτυο
- ISDN - Integrated Services Digital Network - ψηφιακό δίκτυο ενοποιημένων υπηρεσιών
- PSDN - Packet Switched Data Network – επιλεγόμενο μέσω “πακέτων” δίκτυο δεδομένων
- CSDN - Circuit Switched Digital Network - επιλεγόμενο μέσω κυκλωμάτων δίκτυο δεδομένων
- LAN - Local Area Networks - δίκτυα τοπικής περιοχής.

Οι επεκτάσεις στην οικογένεια T.120 είναι αυτήν την περίοδο εν εξελίξει που θα εξετάσουν το θέμα της επικοινωνία μέσω ATM (Asynchronous Transfer Mode - κατάσταση ασύγχρονης μεταφοράς) και του βιντεοφώνου H.324 τεχνολογίας απλού τηλεφωνικού δικτύου.

Υπάρχουν τρία βασικά επίπεδα που απαιτούνται για να δώσουν την καλύτερη ποιότητα που μπορεί να παρασχεθεί από το T.120

- το επίπεδο δικτύου (η ελάχιστη απαίτηση για T.120)
- το επίπεδο πρωτοκόλλου (υπό όρους πρωτόκολλα)
- επίπεδο εφαρμογής (που δεν προσδιορίζεται στο πλαίσιο των συστάσεων T.120)

Επίπεδο δικτύου

Το επίπεδο δικτύου είναι το μόνο επίπεδο του T.120 που απαιτείται για να καταστήσει κάποια συσκευή T.120 συμβατή. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν αυτό το επίπεδο του

T.120, αλλά δεν χρησιμοποιούν το επίπεδο πρωτοκόλλου, μπορούν μόνο να οργανώσουν δικτυακές γειτονιές με εφαρμογές από τον ίδιο κατασκευαστή. Το επίπεδο δικτύου είναι υπεύθυνο για τις από σημείο σε σημείο και πολυσημειακές επικοινωνίες μεταξύ των τοπικών και απομακρυσμένων τερματικών. Το ίδιο το επίπεδο δικτύου αποτελείται επίσης από τρία συστατικά:

Τα σχεδιαγράμματα πρωτοκόλλου μεταφορών (T.123) παρέχουν τα αξιόπιστα σχεδιαγράμματα μετάδοσης για την ποικιλία των δικτύων που υποστηρίζονται από T.120. Παρέχει επίσης μια πρότυπη διασύνδεση στο επίπεδο MCS.

Η πολυσημειακή υπηρεσία επικοινωνιών – MCS (T.122/T.125) χρησιμοποιεί κανάλια για να συνδέσει τις περιοχές μεταξύ τους στις από σημείο σε σημείο ή πολυσημειακές επικοινωνίες. Σε αυτά τα κανάλια μπορούν να ανατεθεί να μεταφέρουν τους διαφορετικούς τύπους πληροφοριών (δηλ. μεταφορά αρχείων, βίντεο, κλπ...) κατά τη διάρκεια μιας διάσκεψης. Ένα τερματικό θα ζητούσε "να εγγραφεί" στο κανάλι που παρέχει τις πληροφορίες που χρειάζεται. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι αυτών των καναλιών:

- τα στατικά κανάλια μπορούν να προσπελαστούν από οποιοδήποτε κανάλι μέσα στη δικτυακή γειτονιά
- τα κανάλια πολλαπλής διανομής επιτρέπουν σε πολλαπλές περιοχές να συνδεθούν μέσα σε μια δικτυακή γειτονιά
- τα ιδιωτικά κανάλια μπορούν να ενωθούν μόνο κατόπιν προσκλήσεως από το δημιουργό του καναλιού
- τα κανάλια μοναδικού μέλους χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν μία Προσδιοριστικό Χρήστη μέσα στη δικτυακή γειτονιά

Πολλά κανάλια αποτελούν αυτό που είναι γνωστό ως δικτυακή γειτονιά. Μια δικτυακή γειτονιά, στην ουσία, είναι μια διάσκεψη μεταξύ των πολλαπλών σημείων κατάληξης. Τα σημεία κατάληξης (αποκαλούμενα κόμβοι MCS) συνδέονται με έναν κορυφαίο προμηθευτή, ή την πολυσημειακή μονάδα ελέγχου (MCU), η οποία παρακολουθεί τις πληροφορίες που απαιτούνται για να κρατηθεί η επικοινωνία των διασκέψεων.

Ο γενικός έλεγχος διασκέψεων – GCC (T.124) επιτρέπει τον έλεγχο κατά τη διάρκεια των πολυσημειακών επικοινωνιών. Το GCC ενημερώνεται όταν τα σημεία τέλους συνδέονται με μια διάσκεψη, αρχίζουν μια νέα, ή αποχωρούν από μια. Παρακολουθεί επίσης τις διάφορες δυνατότητες που οι διάφορες συνδεδεμένες εφαρμογές προσφέρουν. Επιπλέον, ο GCC βοηθά να διατηρείται η συμβατότητα προς τα πίσω έτσι ώστε οι

περιοχές που χρησιμοποιούν εξοπλισμό ποικίλων προμηθευτών να μπορούν να συνδεθούν σε μια διάσκεψη.

Το επίπεδο πρωτοκόλλου

Εάν η εφαρμογή ενός προμηθευτή προσφέρει μια υπηρεσία που έχει προσδιοριστεί από ένα πρωτόκολλο T.120, τότε αυτή πρέπει να υποστηρίζει το ανάλογο πρωτόκολλο. Υπάρχουν επίσης διάφορες δυνατότητες που είναι προαιρετικές σε κάποια πρωτόκολλα.

Η ακίνητη εικόνα και το πρωτόκολλο σημειώσεων (T.126) περιλαμβάνουν τη μεταφορά εικόνας, πίνακα, και το διαμοιρασμό ποικίλων συμβάντων συσκευών. Οι εικόνες του T.126 ή τα καρτέ ενός βίντεο μπορούν να απομονωθούν και να μεταφερθούν στα σημεία τέλους. Η υποστήριξη πίνακα επιτρέπει σημειώσεις ακόμα και στις εικόνες σε πολλαπλά τερματικά. Το T.126 επιτρέπει επίσης στα γεγονότα από το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, και άλλες συσκευές να μοιραστούν στα σημεία τέλους σε μια διάσκεψη. Αυτό επιτρέπει το "διαμερισμό εφαρμογής" όπου κάθε τερματικό σημείο μπορεί να συμβάλει στη λειτουργία μιας "κοινής" εφαρμογής.

Η πολυσημειακή δυαδική μεταφορά αρχείων (T.127) δεν έχει οποιουδήποτε περιορισμούς στους τύπους αρχείων που μπορούν να μεταφερθούν. Καθορίζει πώς τα αρχεία στέλνονται και λαμβάνονται από μια πολυσημειακή διάσκεψη. Μερικές από τις προαιρετικές δυνατότητες περιλαμβάνουν τη δυνατότητα να μεταφέρονται συγχρόνως πολλαπλά αρχεία και τον περιορισμό της πρόσβασης αρχείων σε εκείνα τα τερματικά που προσδιορίζονται από τον διαχειριστή.

Τα ιδιόκτητα πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται μερικές φορές από τους προμηθευτές για να προσθέσουν λειτουργίες που δεν προσδιορίζονται στο πλαίσιο των συστάσεων του T.120. Ένα πράγμα που σημειώνεται είναι ότι τα ιδιόκτητα πρωτόκολλα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια πολλαπλών κατασκευαστών επικοινωνία. Μόνο όταν όλα τα συμμετέχοντα τερματικά παρέχονται από τον ίδιο προμηθευτή μπορεί ένα ιδιόκτητο πρωτόκολλο να χρησιμοποιηθεί.

Το επίπεδο εφαρμογής

Το επίπεδο εφαρμογής δεν καθορίζεται συγκεκριμένα στο πλαίσιο των συστάσεων του T.120. Το T.121 είναι ένα γενικό πρότυπο εφαρμογής (GAT) και προορίζεται να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την ανάπτυξη των πρωτοκόλλων εφαρμογής. Το GAT είχε ως σκοπό να είναι πολύ γενικό προκειμένου να δοθεί η ευελιξία στους κατασκευαστές στην προσθήκη δυνατοτήτων στις εφαρμογές τους. Το GAT προσδιορίζει πώς να

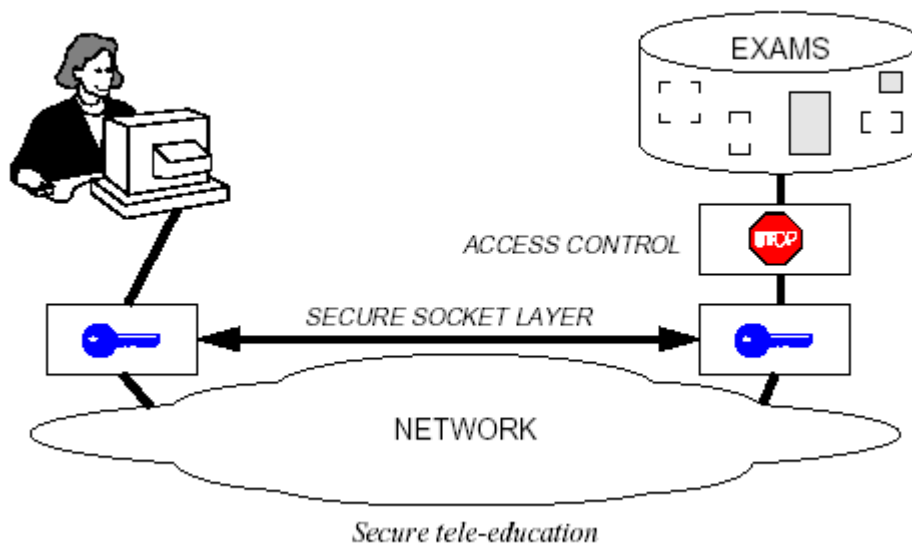
γίνονται διαχείριση ο GCC, η MCS, και άλλοι πόροι. Υπάρχουν στην ουσία τρεις τύποι εφαρμογών. Πρώτες, εκείνες που χρησιμοποιούν μόνο το επίπεδο δικτύου του T.120 και στηρίζονται στα ιδιόκτητα πρωτόκολλα. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν μόνο να συνδεθούν μόνο με άλλες εφαρμογές του ίδιου προμηθευτή. Δεύτερες, εκείνες που εμμένουν στις συστάσεις του T.120 για το επίπεδο πρωτοκόλλου. Τα τερματικά που τρέχουν αυτές τις εφαρμογές μπορούν να επικοινωνήσουν ανεξάρτητα από τον προμηθευτή. Τρίτες, εφαρμογές που είναι ένας συνδυασμός των πρώτων δύο. Αυτές οι εφαρμογές εμμένουν στις συστάσεις T.120 για το επίπεδο πρωτοκόλλου και μπορούν να επικοινωνούν με εφαρμογές διαφορετικού προμηθευτή, αλλά και να παρέχουν τη λειτουργία πρόσθετες δυνατότητες κατά την επικοινωνία με τα τερματικά από τον ίδιο προμηθευτή.

Η περίπτωση της First Virtual Corporation

Η First Virtual Corporation, μια επιχείρηση δικτύωσης στην Καλιφόρνια, έχει αναπτύξει μεθόδους που επιτρέπουν τον πρακτικό συνδυασμό των πρωτοκόλλων H320 και MPG-1 [14]. Χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό της εταιρείας, ένας εκπαιδευτικός θα μπορούσε δώσει μια διάλεξη χρησιμοποιώντας το H.320 για βιντεοδιάσκεψη, και να εμφανίσει έπειτα στους σπουδαστές ένα εκπαιδευτικό βίντεο βασισμένο στο MPEG-1, ως τμήμα της διάλεξης, στο χρόνο της πραγματικής τηλεδιάσκεψης. Με τον ίδιο τρόπο ο εκπαιδευτής μπορεί να εισαγάγει ‘ζωντανές ραδιοφωνικές μεταδόσεις’ στην τηλεδιάσκεψη για να ενισχύσει την εκπαιδευτική εμπειρία. Το σύνολο των προϊόντων της εταιρείας First Virtual, επιτρέπει τον απλό και αποτελεσματικό συνδυασμό των πρωτοκόλλων H.320 και MPG-1 σε ένα πολύ ευρύ φάσμα των τεχνολογιών δικτύωσης συμπεριλαμβανομένων των δικτύων ATM, T1 και ISDN.

4. Ασφάλεια

Εάν οι σπουδαστές πρόκειται να εξεταστούν από τις απομακρυσμένες θέσεις, η ασφάλεια γίνεται ένα σημαντικό ζήτημα. Η ασφάλεια περιλαμβάνει τον έλεγχο πιστοποίησης ταυτότητας, εμπιστευτικότητας και πρόσβασης [16]. Η πιστοποίηση ταυτότητας απαιτείται για να εξασφαλίσει ότι οι απαντήσεις δίνονται πραγματικά από τους σπουδαστές. Η εμπιστευτικότητα απαιτείται για να εξασφαλίσει ότι οι σπουδαστές δεν μπορούν να δουν τις απαντήσεις των άλλων σπουδαστών. Ο έλεγχος πρόσβασης απαιτείται για να εξασφαλίσει ότι οι σπουδαστές δεν μπορούν να λάβουν τις ερωτήσεις που ανήκουν στους διαγωνισμούς για τους οποίους δεν δήλωσαν συμμετοχή. Οι WWW browsers, όπως ο Netscape, περιλαμβάνουν το στρώμα ασφαλών υποδοχών (Secure Socket Layer - SSL), το οποίο φροντίζει την πιστοποίηση ταυτότητας και την εμπιστευτικότητα. Οι κεντρικοί υπολογιστές WWW, όπως NCSA και Apache, περιλαμβάνουν ενσωματωμένες λειτουργίες ελέγχου πρόσβασης. Αυτές οι λειτουργίες χρησιμοποιούν ένα μηχανισμό ονόματος - κωδικού πρόσβασης για να προστατεύσουν την πρόσβαση στα αρχεία και τους καταλόγους αρχείων (που περιέχουν τους διαγωνισμούς).



5. Δικτυακές λύσεις

Υπάρχουν διάφορες λύσεις για εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης. Ένας γενικός διαχωρισμός γίνεται ανάμεσα σε τοπικά δίκτυα (LANs), και δίκτυα ευρείας περιοχής (WANs) [7,8].

5.1 Τοπικά δίκτυα (LANs)

Χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τους κεντρικούς υπολογιστές τηλε-εκπαίδευσης (παραδείγματος χάριν WWW και video-servers), τις τάξεις και, σε περίπτωση Πανεπιστημιακών δικτύων, τους σπουδαστές που ζουν στην πανεπιστημιούπολη. Το παραδοσιακό Ethernet, χρησιμοποιείται συχνά για να συνδέσει 10 - 100 σταθμούς με ένα ενιαίο μέσο. Η τοπολογία αυτού του δικτύου είναι η τοπολογία bus. Σε κάθε χρονική στιγμή, μόνο ένας από αυτούς τους σταθμούς θα είναι σε θέση να διαβιβάσει ένα πακέτο. Το μήκος ενός πακέτου μπορεί να είναι μέχρι 1500 bytes, δεδομένου ότι το ο ρυθμός μετάδοσης είναι 10Mbit ανά δευτερόλεπτο, τα περισσότερα πακέτα μπορούν να διαβιαστούν μέσα σε 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου.

Το παραδοσιακό Ethernet, δεν είναι κατάλληλο να υποστηρίξει τις εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης μέσης-τεχνολογία. Για τέτοιες εφαρμογές η καλύτερη λύση είναι switched Ethernet, με τοπολογία αστέρα (star). Το κέντρο του αστέρα διαμορφώνεται από το διακόπτη Ethernet και κάθε σταθμός συνδέεται με αυτόν τον διακόπτη μέσω ενός καλωδίου. Τα πακέτα που φθάνουν πέρα από ένα ορισμένο καλώδιο στο διακόπτη, διαβιάζονται από το διακόπτη πέρα από το εξερχόμενο καλώδιο που συνδέει το σταθμό προορισμού. Το πακέτο δεν διαβιάζεται πέρα από τα άλλα καλώδια, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετάδοση άλλων πακέτων.

Αν και η έκδοση 10Mbit switched Ethernet μπορεί να ταιριάζει για PCs και τερματικούς σταθμούς που τρέχουν εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης μέσης τεχνολογίας, στερείται σίγουρα την ικανότητα να υποστηριχθούν οι κεντρικοί υπολογιστές τηλε-εκπαίδευσης υψηλής τεχνολογίας, όπως οι video-servers. Για τέτοιες εφαρμογές η λύση είναι fast Ethernet, που λειτουργεί σε 100 Mbit ανά δευτερόλεπτο. Και σε αυτή την περίπτωση όμως, ο αριθμός σταθμών που μπορεί να συνδεθεί με ένα Ethernet παραμένει περιορισμένος. Εάν πρέπει να συνδεθούν χιλιάδες σταθμοί, η διασύνδεση πολλαπλών Ethernet γίνεται αναπόφευκτη και πρέπει να εισαχθούν δρομολογητές (routers).

5.2 Δίκτυα ευρείας περιοχής WANS

Χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τα διαφορετικά πανεπιστήμια, και να επιτρέψουν στους σπουδαστές από ένα πανεπιστήμιο για να ακολουθήσουν τις σειρές μαθημάτων σε άλλα πανεπιστήμια [16]. Τα πανεπιστήμια μέσα στις Κάτω Χώρες διασυνδέονται μέσω SURFnet, το οποίο τρέχει το πρωτόκολλο διαδικτύου και αποτελείται από αρκετά rings 34 MBIT/S. Το SURFnet συνδέεται με άλλες ευρωπαϊκές χώρες μέσω του δικτύου TEN34 σε 22 MBIT/S.

Το SURFnet4, είναι βασισμένο στην τεχνολογία ασύγχρονης μεταφοράς (ATM). Το ATM έχει πολλά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, με σημαντικότερη ύπαρξη τη δυνατότητα οργάνωσης στις συνδέσεις, ώστε να υπάρχει εξασφαλισμένη ποιότητα της υπηρεσίας (QoS). Σε γενικές γραμμές το ATM είναι ιδανικό να υποστηρίζει τις εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης υψηλής τεχνολογίας, όπως η τηλεοπτική σύσκεψη.

Δυστυχώς υπάρχουν μερικά προβλήματα που παρακωλύουν τη διαδεδομένη εισαγωγή του ATM:

- Τα παρόντα δίκτυα του ATM δεν προσφέρουν ακόμα όλη την απαραίτητη υποστήριξη.
- Δεν υπάρχουν ακόμα πολλές εφαρμογές που εκμεταλλεύονται την πλήρη δύναμη του ATM. Λόγω αυτής της έλλειψης, ο εξοπλισμός του ATM παραμένει ακριβός και δεν υπάρχουν πολλές επιχειρήσεις πρόθυμες να επενδύσουν στις εφαρμογές του ATM.
- Οι σπουδαστές, οι δάσκαλοι και (video) servers συνδέονται συνήθως με LANs. Λόγω των σχετικά υψηλών δαπανών του ATM, δεν υπάρχουν ακόμα πολλά ATM βασισμένα σε LANs.
- Ο αντίκτυπος του Διαδικτύου και της IP έχει υποτιμηθεί. Η IP βελτιώνεται συνεχώς και η νέα έκδοση από το (IPv6), σε συνδυασμό με ένα πρωτόκολλο επιφύλαξης των στοιχείων συμπεριφοράς (RSVP) και η Multicast backbone (MBone), εκπληρώνει ήδη πολλές από τις υποσχέσεις του ATM.

Το πλεονέκτημα των ATM, είναι ότι ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης (bitrate) που παρέχονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την IP Επιπλέον, και οι εφαρμογές που δεν υποστηρίζονται αρκετά από την IP (π.χ. η πολυμερής τηλεοπτική σύσκεψη), θα είναι σε θέση ακόμα να χρησιμοποιήσουν το ATM.

Η περίπτωση του Πανελλήνιου Δικτύου για την Εκπαίδευση

Παράδειγμα στην κατηγορία των δικτύων ευρείας περιοχής (WANs) είναι το Πανελλήνιο Δίκτυο για την Εκπαίδευση - EDUnet [17], το οποίο αναπτύσσεται ως ένα ενιαίο δίκτυο με πανελλαδική κάλυψη, στην υπηρεσία της εκπαίδευσης. Το μοντέλο σχεδιασμού και οι λειτουργικές προδιαγραφές του Δικτύου βασίζονται στο TCP/IP. Αποτελείται από:

Δίκτυο Κορμού : χρησιμοποιεί το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ, www.grnet.gr), το οποίο χρησιμοποιείται για τον ίδιο σκοπό και από το Πανεπιστημιακό Δίκτυο (GUnet - Greek Universities Network, www.gunet.gr). Το Δίκτυο διασυνδέεται με το ΕΔΕΤ σε επτά κύρια σημεία (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, Λάρισα, Ιωάννινα και Ξάνθη).

Δίκτυο Διανομής : εξασφαλίζει την ολοκληρωμένη διασύνδεση των σχολικών και διοικητικών μονάδων με το δίκτυο κορμού και διακρίνεται σε δύο επίπεδα:

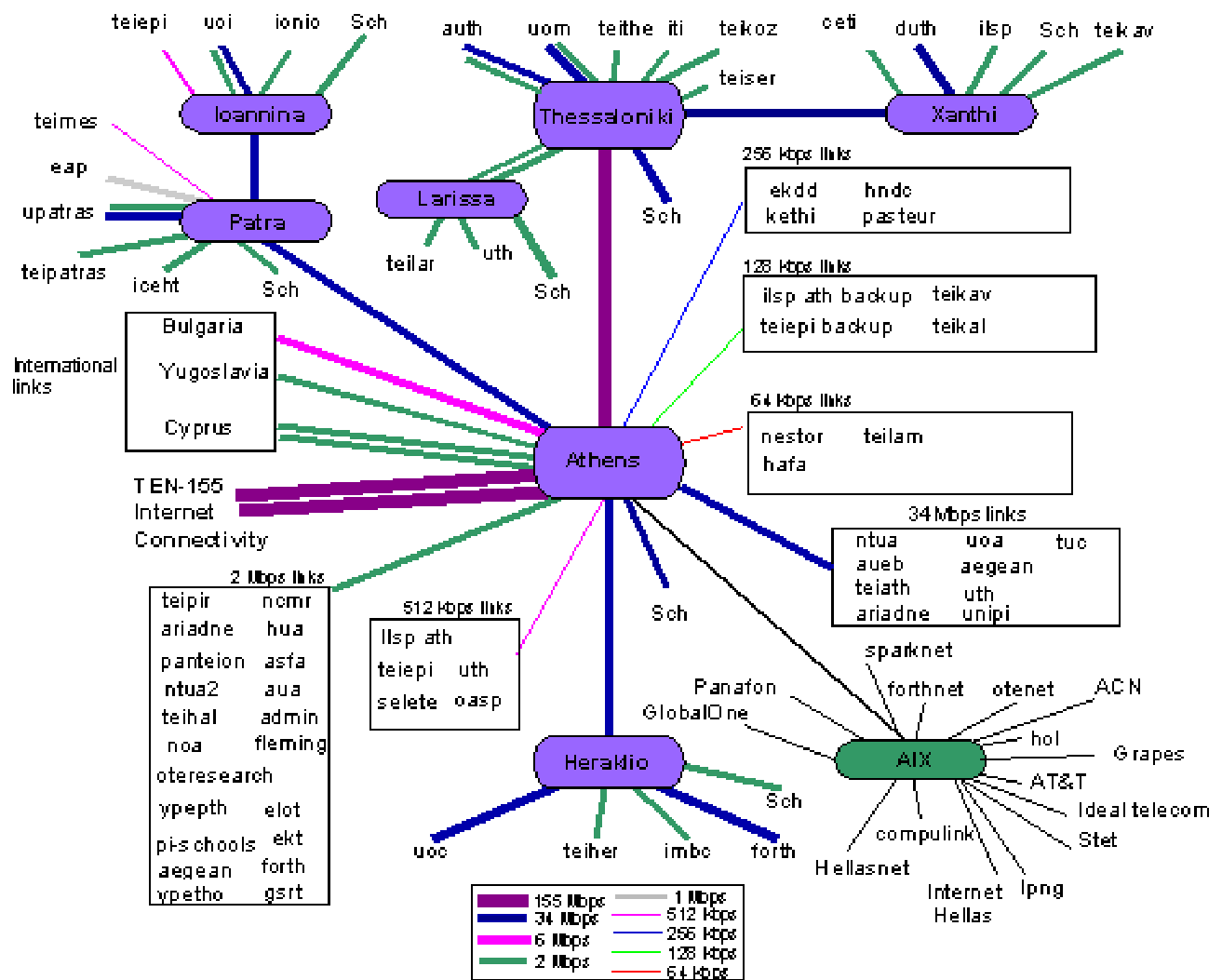
- α. Πρώτο επίπεδο, το οποίο απαρτίζεται από 9 ευρύτερες γεωγραφικές περιοχές και αντιπροσωπεύουν τους κύριους κόμβους του δικτύου διανομής.
- β. Δεύτερο Επίπεδο, το οποίο απαρτίζεται από 51 μικρότερες γεωγραφικές περιοχές (αντιστοιχούν στους νομούς της χώρας) και αντιπροσωπεύουν τους δευτερεύοντες κόμβους του δικτύου διανομής.

Στην πρωτεύουσα κάθε νομού εγκαθίσταται δικτυακός εξοπλισμός με σκοπό τη βέλτιστη, από τεχνικο-οικονομική άποψη, πρόσβαση των σχολείων του νομού στο δίκτυο. Η παροχή των δικτυακών υπηρεσιών εξασφαλίζεται με την εγκατάσταση κατάλληλου υπολογιστικού εξοπλισμού στους 9 κύριους κόμβους του δικτύου διανομής.

Δίκτυο Πρόσβασης : διασυνδέει άμεσα και με τις κατάλληλες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις τις σχολικές και διοικητικές μονάδες ενός νομού στον οικείο νομαρχιακό κόμβο. Εναλλακτικά και ανάλογα με συγκεκριμένα τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά επιλέγεται ο βέλτιστος τρόπος διασύνδεσης ανάμεσα σε ψηφιακό κύκλωμα ISDN, μισθωμένο αναλογικό κύκλωμα, απλό επιλεγόμενο αναλογικό κύκλωμα, ασύρματη ζεύξη (πυλοτική εφαρμογή), δορυφορική ζεύξη (πυλοτική εφαρμογή).

Τεχνική Περιγραφή - Τοπολογία δικτύου : Η τοπολογία του ΕΔΕΤ περιλαμβάνει σε πρώτη φάση κόμβους του δικτύου στην Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ιωάννινα, Ξάνθη, Ηράκλειο και Λάρισα.

Η παρούσα κατάσταση απεικονίζεται στο σχήμα :



Η τεχνική διαχείριση και ανάπτυξη του ΕΔΕΤ πραγματοποιείται με την μορφή του Κατανεμημένου Εικονικού Κέντρου Διαχείρισης (Virtual Network Operations Center).

Ο κύριος κόμβος περιλαμβάνει:

- Ένα δρομολογητή (router).** Ο δρομολογητής συνδέεται απευθείας σε κόμβο του δικτύου κορμού. Στο δρομολογητή συνδέονται επίσης ακτινικά οι αντίστοιχοι δρομολογητές των δευτερευόντων κόμβων διανομής της ευρύτερης γεωγραφικής περιοχής του.
- Ένα τουλάχιστο συγκεντρωτή πρόσβασης (access concentrator)** για τη διασύνδεση των κόμβων πρόσβασης της στενής γεωγραφικής περιοχής του κόμβου διανομής μέσω ISDN και dialup συνδέσεων.
- Ένα εξυπηρετητή υπηρεσιών (server)** για την υλοποίηση υπηρεσιών DNS, E-Mail, WWW, FTP.

4. Ένα μεταγωγέα (*switch*) και **Βοηθητικό εξοπλισμό** όπως τροφοδοτικό αδιάλειπτης παροχής τάσης (UPS), συσκευή απομακρυσμένης πρόσβασης (*remote access*), ικρίωμα τοποθέτησης (*rack*) κλπ.

Ο δευτερεύων Κόμβος αποτελείται από μια σύνθετη συσκευή ικανή να εκτελέσει χρέη δρομολογητή και συγκεντρωτή:

1. **Ως Δρομολογητής** για τη σύνδεση του συγκεκριμένου δευτερεύοντος κόμβου διανομής με τον αντίστοιχο κύριο κόμβο διανομής και ως **Συγκεντρωτής πρόσβασης (*access concentrator*)** για τον τερματισμό των κλήσεων των κόμβων πρόσβασης.

2. **Βοηθητικός εξοπλισμός**, όπως τροφοδοτικό αδιάλειπτης παροχής τάσης (UPS), συσκευή απομακρυσμένης πρόσβασης (*remote access*), ικρίωμα τοποθέτησης (*rack*) κλπ. Οι δευτερεύοντες κόμβοι δεν περιλαμβάνουν εξυπηρετητές, θεωρώντας ότι οι ανάγκες τους καλύπτονται από τους εννέα κύριους κόμβους. Η ύπαρξη εξυπηρετητών μόνο στους κύριους κόμβους διανομής θα συγκεντρώσει τη διαχειριστική προσπάθεια σε συγκεκριμένα, λίγα σχετικά, σημεία παρουσίας και θα επιτρέψει καλύτερη χρήση και διαστασιολόγηση της ισχύος των εξυπηρετητών.

Η σύνδεση των κύριων με τους δευτερεύοντες κόμβους διανομής θα υλοποιηθεί μέσω ψηφιακών μισθωμένων γραμμών επαρκούς εύρους ζώνης (*bandwidth*), για την κάλυψη της κίνησης των δευτερευόντων κόμβων.

5.3 Δορυφορικά δίκτυα

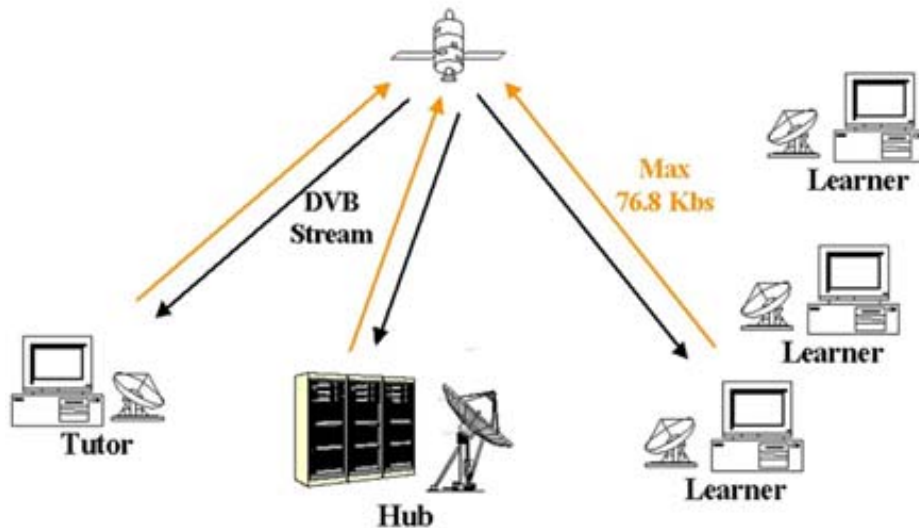
Γενικά τα δορυφορικά συστήματα επικοινωνιών εστιάζουν στην ευρυζωνική μονόδρομη επικοινωνία (*broadband one-way communication*). Η σύνδεση επιστροφής καθιερώνεται συνήθως μέσω των επίγειων γραμμών (σύνδεση *modem* μέσω της τηλεφωνικής γραμμής, μερικές φορές μέσω του *ISDN*) [18].

Το πρόγραμμα Trapeze

Τον Νοεμβρίου του 1999 άρχισε το πρόγραμμα Trapeze, που είχε στόχο την παροχή υπηρεσιών τηλε-εκπαίδευσης (μέσω δορυφόρων) για τους ανθρώπους που ζουν στις απομακρυσμένες περιοχές και για τους ανθρώπους που μετακινούνται συνεχώς - όπως εκείνους στις κοινότητες τσίρκων ή εκθεσιακών χώρων [19]. Λόγω της κινητικότητάς τους, αυτές οι κοινότητες δεν έχουν πρόσβαση στις σταθερές γραμμές επικοινωνίας. Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε με επιτυχία τον Απρίλιο του 2001. Τα βασικά συστατικά του προγράμματος περιλάμβαναν :

- Ανάπτυξη τηλεπικοινωνιακών πλατφορμών
- Καθορισμό μαθησιακών περιβαλλόντων

- Ανάπτυξη σειράς μαθημάτων
- Πειραματική προετοιμασία
- Αξιολόγηση
- Σταθεροποίηση, που περιλαμβάνει τη δημιουργία των σχεδιαγραμμάτων και την οργάνωση των συμβουλευτικών δραστηριοτήτων για τις οργανώσεις που ενεπλάκησαν με την εκπαίδευση των διακινούμενων κοινοτήτων .



Αρχιτεκτονική του συστήματος : Μέσα στο πρόγραμμα Trapeze, χρησιμοποιήθηκε διπλής κατεύθυνσης δορυφορική τεχνολογία (δηλ. η δορυφορική τεχνολογία χρησιμοποιείται και για την σύνδεση επιστροφής), η οποία προσφέρει την ιδανική λύση για να χτίσει μια εκπαιδευτική υπηρεσία για τους διασκορπισμένους και κινητούς χρήστες για να διαβιβάσει τα μεγάλα αρχεία πληροφοριών, είτε πρόκειται για στοιχεία, βίντεο, ήχου, ή γραφική παράσταση. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία VSAT, που λειτουργεί στην Ku-band. Η διπλής κατεύθυνσης αλληλεπίδραση υψηλού-εύρους ζώνης είναι όχι μόνο δυνατή, αλλά και προσιτή, (τελικοί χρήστες που χρειάζονται έναν μικρό δέκτη, 98cm). Οι πληροφορίες πολυμέσων μεταφορτώνουν από το Hub σε multicasting mode στις ταχύτητες 3 MBIT/S. Η σύνδεση από τους σταθμούς χρηστών στο Hub πραγματοποιείται από μετάδοση μέσω συστήματος κεραιών. Για τους χρήστες το κόστος είναι μικρό.

6. Αίθουσες Τηλε-εκπαίδευσης

6.1 Εξοπλισμός

Ο τηλεπικοινωνιακός και περιφερειακός εξοπλισμός κάθε ηλεκτρονικής τάξης πρέπει να αξιοποιεί στο μέγιστο βαθμό τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, και να προσομοιώνει το περιβάλλον και τη διαδικασία της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η αποτελεσματική και παραγωγική επικοινωνία των φοιτητών και των διδασκόντων που συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα τηλε-εκπαίδευσης. Ο απαραίτητος εξοπλισμός στην περίπτωση αυτή είναι [9] ένας ηλεκτρονικός πίνακας (electronic whiteboard), ένα επιδιασκόπιο (document camera - φωτ.1) για την προβολή διαφανειών ή τρισδιάστατων αντικειμένων, μια γραφική ταμπλέτα (tablet pad - φωτ.2) με ειδικό στυλό (light pen), ένα βίντεο για την εγγραφή των μαθημάτων, ένας βίντεο-προβολέας, μερικά push-to-talk κατευθυντικά μικρόφωνα, κάμερες (φωτ.3) και ένας μίκτης. Υπάρχει η δυνατότητα της παρακολούθησης του εκπαιδευτή από την κάμερα (wireless ring), ενώ οι μαθητές μπορούν να μιλούν πατώντας το μικρόφωνό τους. Επίσης, απαιτείται η κατάλληλη ηχητική εγκατάσταση και εγκατάσταση φωτισμού. Η αίθουσα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή παραδόσεων σε απομακρυσμένα ακροατήρια. Υπάρχει η δυνατότητα της multi-point video conference, δηλ. ταυτόχρονη διασύνδεση περισσότερων των δύο σημείων.



φωτ. 1



φωτ. 2



φωτ. 3

Αίθουσα τηλε-εκπαίδευσης στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας έχει διαμορφωθεί και εξοπλιστεί πλήρως μια αίθουσα τηλε-εκπαίδευσης χωρητικότητας 32 ατόμων στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.), στα Τρίκαλα [20].

Στη αίθουσα έχει εγκατασταθεί ένα σύστημα βιντεοσυνδιάσκεψης αίθουσας TC2000 της εταιρείας VTEL που μπορεί να υποστηρίξει ταχύτητες μετάδοσης έως και 512 Kbps. Η επικοινωνία του συστήματος με το δίκτυο ISDN του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας υλοποιείται με τη σύνδεση 4 BRI γραμμών μεταξύ αυτού και του τηλεφωνικού κέντρου Alcatel 4400 του Τ.Ε.Φ.Α.Α.

Τα χαρακτηριστικά του συστήματος είναι:

- Μέγιστη ταχύτητα επικοινωνίας 512 Kbps
- 4-πλό ISDN BRI interface με ενσωματωμένο αντίστροφο πολυπλέκτη (IMUX)
- Δυνατότητα μετάδοσης εικόνας με ρυθμό 30 frames per second
- Υποστήριξη των πρωτοκόλλων H.320 για βιντεοσυνδιάσκεψη πάνω από ISDN δίκτυα και T.120 για διαμοίραση εφαρμογών
- Ηχητικό σύστημα που υποστηρίζει εξασθένηση ηχούς (echo cancellation) και εξασθένηση ήχων του περιβάλλοντος (ambient noise suppression)
- Δυνατότητα σύνδεσης με τοπικό δίκτυο και πρόσβασης στο Internet
- Δυνατότητα σύνδεσης με εκτυπωτή και εγγραφές βίντεο

Το βασικό σύστημα συνοδεύεται από τις ακόλουθες περιφερειακές συσκευές:

- 2 έγχρωμες οθόνες 34" για την προβολή εικόνα από το απομακρυσμένο άκρο και εικόνας από το τοπικό άκρο ή τη συνδιάσκεψη δεδομένων, π.χ. αρχεία PowerPoint ή εικόνα της κάμερας εγγράφων
- 2 κάμερες SONY με δυνατότητες Pan, Tilt και Zoom (PTZ cameras)
- Κάμερα εγγράφων για την παρουσίαση διαφανειών εγγράφων, τρισδιάστατων αντικειμένων, κλπ (document camera)
- Εγγραφέα βίντεο (VCR) για την καταγραφή τη βιντεοσυνδιάσκεψης σε κασέτα ή την προβολή βιντεοκασέτας προς στο απομακρυσμένο άκρο
- 2 παν-κατευθυντικά επιτραπέζια μικρόφωνα (omni-directional microphones)
- Μίκτη ήχου και 10 μικρόφωνα τύπου push-to-talk για τη κάλυψη του ακροατηρίου
- Ενισχυτή ήχου και ηχεία
- Γραφική ταμπλέτα (tablet pad) με ειδικό στυλό (light pen) πληκτρολόγιο και ποντίκι για αλληλεπίδραση με το σύστημα

Αίθουσα τηλε-εκπαίδευσης στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

Το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης διαθέτει δύο ηλεκτρονικές τάξεις τηλε-εκπαίδευσης τεχνολογίας ISDN [21]. Αυτή η υποδομή εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο επικοινωνίας και επιτρέπει την ταυτόχρονη σύνδεση έως και τεσσάρων σημείων με τη χρήση μίας Μονάδας Ελέγχου Πολλαπλών Σημείων (Multipoint Control Unit, MCU). Κάθε μία από τις αίθουσες είναι εξοπλισμένη με ένα σύστημα τηλεδιάσκεψης της εταιρίας VTEL που λειτουργεί σε ρυθμό μετάδοσης 512 Kbps (30 frames/sec), μέσα από το δίκτυο ISDN παρέχοντας την πλήρη υποστήριξη των πρωτοκόλλων H.320 και T.120. Ο περιφερειακός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην κάθε αίθουσα, περιλαμβάνει:

- Κάμερες τύπου PTZ (Pan-Tilt-Zoom)
- Βίντεο-προβολέα
- Ηλεκτρική οθόνη προβολής
- Κάμερα εγγράφων
- Εγγραφέα βίντεο
- Ηλεκτρονικό πίνακα
- Ηχητική εγκατάσταση που περιλαμβάνει ασύρματα μικρόφωνα και μικρόφωνα τύπου push-to-talk, μίκτη και ενισχυτή
- Πρόσθετο Φωτισμό
- Εκτυπωτή

Στο χώρο του Τηλεπικοινωνιακού Κέντρου ISDN είναι επίσης εγκατεστημένα τέσσερα συστήματα προσωπικής τηλεδιάσκεψης (personal video-conferencing) με ταχύτητα μετάδοσης 384Kbps. Τα δύο συστήματα είναι της εταιρείας PictureTel, PCS 100 και τα άλλα δύο είναι της εταιρείας VTEL, Smartstation 384 Series.

PictureTel Group Video Venue 2000TS

Χαρακτηριστικά:

- Ταχύτητα μετάδοσης 384 Kbps
- Ρυθμός μετάδοσης 30 frames/sec

Περιέχει:

- Αντίστροφο πολυπλέκτη (inverse multiplexer)
- Μία κάμερα (power camera 100), με δυνατότητες pan, tilt & zoom
- Ασύρματο τηλεχειριστήριο (IR keypad)
- Μικρόφωνο υψηλής ευαισθησίας (power microphone)
- Ηχητική διάταξη μεγάλης ευκρίνειας (virtuoso/bose)
- Δύο έγχρωμες οθόνες 33" Philips 100Hz
- Δύο επιτραπέζια μικρόφωνα και μικροφωνικό μίκτη

VTEL Group Video TC1000

Χαρακτηριστικά:

- Ταχύτητα μετάδοσης 512 Kbps
- Ρυθμός μετάδοσης 30 frames/sec

Περιέχει:

- Αντίστροφο πολυπλέκτη (inverse multiplexer)
- Δύο κάμερες Sony με δυνατότητες pan, tilt & zoom
- Τρία μικρόφωνα Audio Technica
- Μία έγχρωμη οθόνη 32" VTEL
- Μία έγχρωμη οθόνη 27" Panasonic

Το Τηλεπικοινωνιακό Κέντρο ISDN επιπλέον διαθέτει μία γέφυρα τηλεδιάσκεψης (MCU, Multipoint Control Unit) **Video-Montage 570** της εταιρείας Picture Tel που επιτρέπει την πραγματοποίηση τηλεδιασκέψεων πολλαπλών μερών. Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα οκτώ ταυτόχρονων συνδέσεων, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αναβάθμισης, έτσι ώστε να μπορούν να συμμετέχουν στη τηλεδιάσκεψη μέχρι 48 μέλη. Η γέφυρα υποστηρίζει το πρωτόκολλο H.243 για συντονισμό της τηλεδιάσκεψης από το διαχειριστή της γέφυρας.

Ίδρυμα τεχνολογίας και έρευνας

Ινστιτούτο Πληροφορικής - Τμήμα εκπαίδευσης και κατάρτισης

Το Τμήμα Εκπαίδευσης και Κατάρτισης του Ιδρύματος τεχνολογίας και έρευνας [22], διαθέτει πέντε αίθουσες εργαστηρίων. Κάθε εργαστήριο διαθέτει 10 Η/Υ Pentium III καταμεμεμένους σε 10 θέσεις εργασίας και έναν inkjet εκτυπωτή σε κάθε εργαστήριο. Όλα τα εργαστήρια είναι συνδεδεμένα σε τοπικό δίκτυο (LAN) και διαθέτουν μόνιμη σύνδεση στο Internet μέσω μισθωμένης γραμμής (leased line) ταχύτητας 2Mbps.

Το εσωτερικό δίκτυο, ο εξοπλισμός που υπάρχει (routers, switches κλπ), καθώς και η ταχύτητα διασύνδεσης του δικτύου με το Internet, επιτρέπουν την εφαρμογή και ανάδειξη νέων τεχνολογιών, όπως Voice over IP (VoIP), εφαρμογές πολυμέσων, εφαρμογές τηλε-διάσκεψης, τηλε-εκπαίδευσης κλπ.

Οπτικοακουστικός εξοπλισμός : video projectors, slide projectors, τηλεοράσεις, βίντεο.

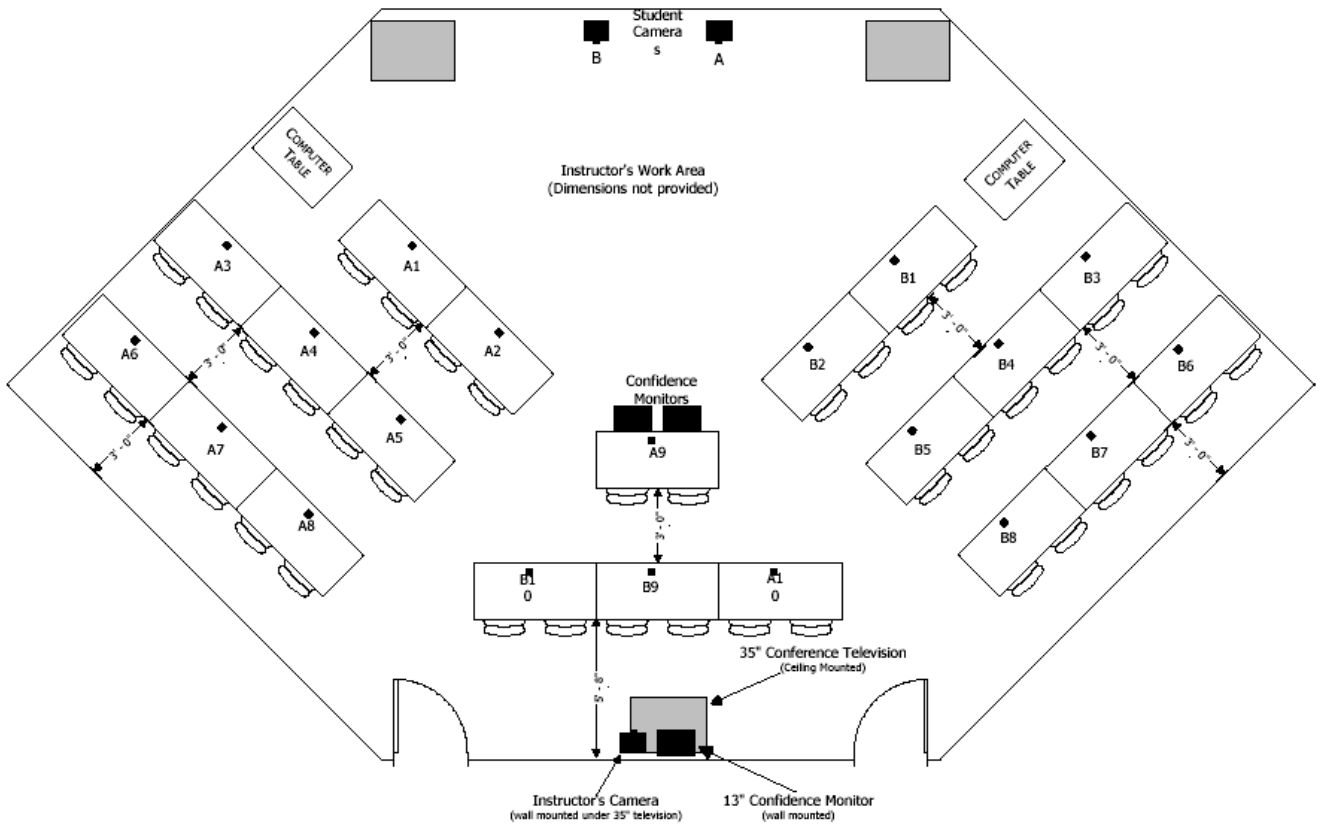
6.2 Σχεδιασμός

Για το σωστό σχεδιασμό μιας αίθουσας τηλε-εκπαίδευσης πρέπει να ληφθούν υπόψη [23]:

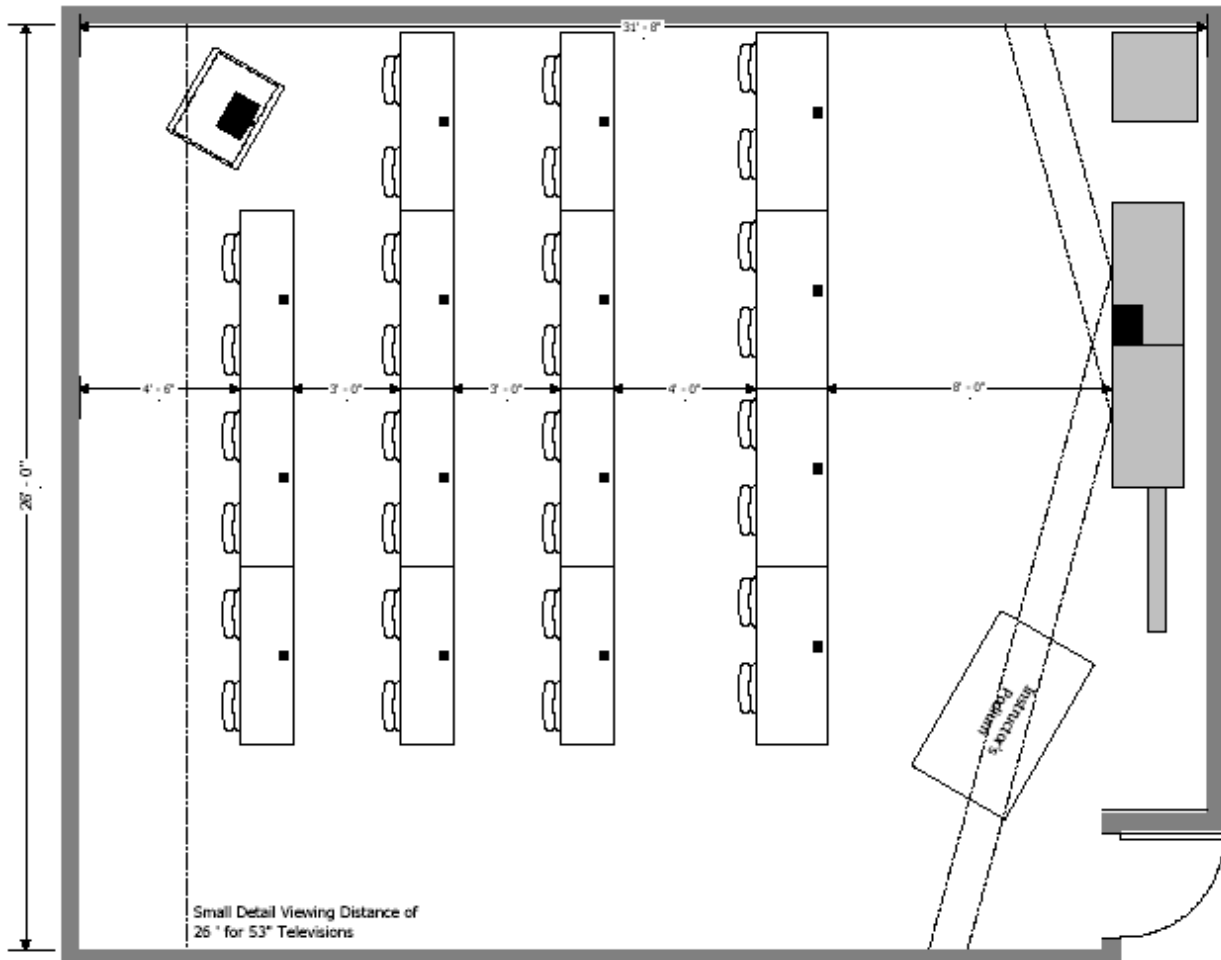
- Κανόνες καλής ηχητικής
- Περιβαλλοντικές συνθήκες
- Ηλεκτρικές συνθήκες
- Σύστημα φωτισμού
- Καλωδιακή υποδομή
- Κλιματολογικοί παράγοντες
- Δικτυακές διασυνδέσεις

Ακολουθούν δύο σχέδια που παρουσιάζουν την διάταξη σε αίθουσες τηλε-εκπαίδευσης Πανεπιστημίων:

University of Louisville



Kentucky Tech - Jefferson Campus



7. Λογισμικό

Το λογισμικό βιντεοσυνδιάσκεψης πρέπει να παρέχει στο χρήστη τις ακόλουθες δυνατότητες [9,10]:

- Λειτουργίες τηλεφωνικού καταλόγου (address book) για την καταχώρηση των αριθμών των σημείων που καλούνται συχνά και δυνατότητες γρήγορης κλήσης αυτών (speed dial). Δυνατότητα δημιουργίας προσωπικού καταλόγου
- Δυνατότητα επιλογής τοπικής και απομακρυσμένης πηγής βίντεο
- Δυνατότητα προ-εστιασμένων σημείων (presets) για κάθε κάμερα για τη διευκόλυνση της κάλυψης συγκεκριμένων θέσεων (π.χ. βασικοί ομιλητές)
- Έλεγχος της εστίασης και της φωτεινότητας της τοπικής κάμερας
- Λειτουργία ένθεσης παραθύρου (picture-in-picture)
- Διακοπή διακοπής της μετάδοσης ήχου ή/και εικόνας
- Διαχείριση και δημιουργία slides (εικόνες, γραφικά, still image capture, παρουσιάσεις Power Point) για παρουσίαση τους κατά τη διάρκεια της βιντεοσυνδιάσκεψης
- Δυνατότητα από κοινού χρήσης εφαρμογών και συνεργασίας με το απομακρυσμένο άκρο (application sharing & data collaboration), μεταφορά αρχείων (file transfer)
- Δυνατότητα ρύθμισης των παραμέτρων της βιντεοσυνδιάσκεψης
- Δυνατότητα υποστήριξης λειτουργιών ηλεκτρονικού πίνακα (whiteboard).
- Φιλικό περιβάλλον επικοινωνίας με το χρήστη (friendly user-interface).

Ακολουθούν οι λύσεις που υπάρχουν σήμερα [24], και μια μικρή ανάλυση στις σημαντικότερες εφαρμογές:

- Ολοκληρωμένες σουίτες εφαρμογών σύγχρονης και ασύγχρονης διδασκαλίας, με δυνατότητες διαχείρισης. Καλύπτουν πλήρως τις μαθησιακές ανάγκες σε οργανισμούς, μέσω εικονικών τάξεων αλλά και για εκμάθηση off-line. Περιλαμβάνουν chat, συζητήσεις, εγγραφές κλπ. Δεν υπάρχουν απαιτήσεις λογισμικού για τους σπουδαστές, εκτός από την πρόσβαση στο διαδίκτυο. Τέτοιες εφαρμογές είναι τα:
 - **KnowledgePlanet** (www.knowledgeplanet.com): Περιλαμβάνει τρία εργαλεία διαχείρισης: Performance, Assessment και Learning. Επίσης, επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογούν και να συγκρίνουν προϊόντα τηλε-εκπαίδευσης από διάφορες εταιρείες.
 - **LearningSpace** (lotus.com/home.nsf/tabs/learnspace): Βασίζεται στο Lotus Notes

και χρησιμοποιεί την τεχνολογία Lotus Notes Domino Server για την παροχή προγραμμάτων σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Το LearningSpace έχει εργαλεία για τη διαχείριση των μαθημάτων: το Schedule, το CourseRoom, το Media Center, το Profile Manager, και το Assessment Manager.

➤ **Saba** (www.saba.com)

- Ολοκληρωμένες σουίτες εφαρμογών σύγχρονης και ασύγχρονης διδασκαλίας, που δεν περιλαμβάνουν διαχείριση. Υποστηρίζουν επικοινωνία, διαμοιρασμό πόρων, και συνεργασία μεταξύ ομάδων μέσα σε μια εταιρεία ή οργανισμό. Τέτοιου είδους εφαρμογές είναι οι: **SiteScape Forum** (www.sitescape.com), **Web Course in a Box** (www.madduck.com), **TeamWave** (www.teamwave.com).
- Συγγραφικά εργαλεία για την κατασκευή Web και online learning εφαρμογών. Επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργήσουν και να διανέμουν υλικό πλούσιο σε συνεχή ροή (streaming). Συνήθως περιορίζονται από τον μεγάλο διαμοιρασμό του bandwidth. Οι μεγαλύτερες ικανότητες τους είναι η δημιουργία πλούσιων σε πολυμέσα, εξατομικευμένης εκμάθησης προγράμματα. Τέτοια εργαλεία είναι τα: **Norton Connect** (www.wwnorton.com/connect/), **Eloquent** (www.eloquent.com), **Authorware** (www.macromedia.com), **Quest** (www.allencomm.com), **Question Mark** (www.questionmark.com), **Trainersoft** (www.trainersoft.com), **Vcampus** (www.uol.com/webuol/index.cfm), **Virtual –U** (virtual-u.cs.sfu.ca, www.vlei.com).
- Εργαλεία που επιτρέπουν ολοκληρωμένη ασύγχρονη διδασκαλία, εγγραφή σπουδαστών, διαχείριση, παρακολούθηση προόδου και λειτουργίες εξετάσεων με τη χρήση του internet. Τέτοια προγράμματα είναι τα: **Docent** (www.docent.com), **Eadministrator** (www.crescentstudio.com), **WebCT** (www.webct.com).
- Εργαλεία που επιτρέπουν ολοκληρωμένη σύγχρονη διδασκαλία, όπως το **PlaceWare** (www.placeware.com), και το **Symposium** (www.centra.com).

Εφαρμογές με το Centra Symposium

Ο client του Centra περιλαμβάνει τα προγράμματα (Centra Agenda Builder, Centra Audio Wizard, Centra Content Manager), τα οποία **υπάρχουν και πλήρως εξελληνισμένα**. Τα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Διεξαγωγή εκπαίδευσης σε χρήστες από διαφορετικούς γεωγραφικούς χώρους
- Εκπαίδευση σε εικονική αίθουσα.
- Δεν απαιτεί την εγκατάσταση λογισμικού αλλά απλά έναν thin client ο οποίος κατεβαίνει και εγκαθίσταται την πρώτη φορά στον Web Browser του εκπαιδευτή και των συμμετεχόντων.

- Ο εκπαιδευτής αλλά και κάθε ένας από τους συμμετέχοντες χρειάζονται μόνο, από έναν υπολογιστή, έναν Web Browser, και σύνδεση στο Internet με ταχύτητα άνω των 28.8 kbps.
- Ο εκπαιδευτής και οι συμμετέχοντες έχουν τη δυνατότητα ολοκληρωμένης φωνητικής συνδιάσκεψης μέσω IP δικτύου (VoIP).
- **Αυξημένη αλληλεπίδραση.** Τα διαδραστικά εργαλεία μεταξύ εκπαιδευτή και συμμετεχόντων επιτρέπουν στον καθένα να συμμετέχει ενεργά στο μάθημα καθώς παρέχουν δυνατότητα λεκτικής και άμεσης μη-λεκτικής επικοινωνίας με ερωτήσεις και απαντήσεις της μορφής ναι/όχι, δημοσκοπήσεις, έρευνες πολλαπλών επιλογών, ανύψωση χεριού, και δημόσιες ή ιδιωτικές συνομιλίες μέσω κειμένου. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα χρήσης του ασπροπίνακα και όλων των εργαλείων του.
- **Just-in-time εισαγωγή PowerPoint.** Ο εκπαιδευτής μπορεί να εισάγει παρουσιάσεις Powerpoint πριν την έναρξη ή κατά την διάρκεια ενός μαθήματος.
- **Ζωντανή εμφάνιση εφαρμογών.** Ο εκπαιδευτής μπορεί να εμφανίσει στους συμμετέχοντες ζωντανά οποιαδήποτε εφαρμογή Windows επιθυμεί κατά την διάρκεια ενός μαθήματος.
- **Δυνατότητα συν-παρουσιαστή.** Ο εκπαιδευτής έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει σε οποιονδήποτε από τους συμμετέχοντες να συντονίσει το μάθημα και να παρουσιάσει το δικό του περιεχόμενο.
- **Έλεγχος Συστήματος.** Ο εκπαιδευτής και οι συμμετέχοντες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον Έλεγχο Συστήματος (Centra System Check) ώστε να ελέγξουν τον υπολογιστή τους και να εξασφαλίσουν την υψηλότερη ποιότητα σύνδεσης και επίδοσης.

Παραδείγματα αποτελούν:

- η τραπεζική εταιρία Advest [25], που χρησιμοποιεί τις λύσεις της Centra για την κατάρτιση σε 600 ανώτερους υπαλλήλους της επιχείρησης.
- η εταιρεία οικοδομικών προϊόντων Armstrong [25], που χρησιμοποιεί την απευθείας σύνδεση μέσω των λύσεων της Centra, για τις επιδείξεις αποτελεσματικής πωλήσεων και υποστήριξης απομακρυσμένων προϊόντων.
- τα κολλέγια Bentley και Bryant.
- ο ΟΤΕ και η εταιρεία CIN [26,27] που προωθούν την e-class, για την εκπαίδευση του προσωπικού τους, καθώς και σαν προσφερόμενη υπηρεσία σε άλλους οργανισμούς.

Σύγκριση λύσεων λογισμικού Τηλε-εκπαίδευσης

An Inventory of Design, Development, and Delivery Software for Internet-Based Learning

Environment	Self-Paced Learning	Group Learning				Learning Management System
		Synchronous		Asynchronous		
		Instructor Led	Collaborative	Instructor Led	Collaborative	
Allaire Forum	X			X		X
Authorware	X			X		
CourseInfo		X	X	X	X	X
Cu-SeeMe	X	X	X			
Docent	X			X	X	X
EAdministrator	X			X	X	X
Eloquent	X			X		
FirstClass	X			X	X	
Generation21	X	X		X		
KnowledgePlanet	X	X	X	X	X	X
KoTrain	X			X		X
Learning Space	X	X	X	X	X	X
LearnLinc		X	X			X
MentorWare	X			X	X	
Norton Connect	X			X		
Pathlore	X			X		X
PathWare	X			X		X
PlaceWare		X	X			
Quest	X			X		
Question Mark	X			X		
RealEducation	X			X	X	
Saba	X	X	X	X	X	X
Serf	X			X		X
SiteScape Forum	X	X	X	X	X	
Symposium		X	X			
TeamWave	X	X	X	X	X	
TLM	X			X		X
Toolbook	X			X	X	
Trainersoft	X			X		
Vcampus	X			X		
Virtual-U	X			X		
WCB	X	X	X	X	X	
Web CT	X			X	X	X

8. Εφαρμογές

8.1. Η περίπτωση του προγράμματος TEN

Το πρόγραμμα TEN (Trans-European Tele Education Network - ET 1022) [28], ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 1996. Χρησιμοποιεί ένα κύριο κορμό με δορυφορική επικοινωνία (VSAT), και οργανώθηκε αποτελούμενος από επτά απομακρυσμένες τάξεις που είναι εξαπλωμένες σε όλη την Ευρώπη, συνδεδεμένες με σταθμούς HUB ή με κεντρικούς κόμβους του δικτύου. Όλες οι σειρές μαθημάτων και τα σεμινάρια είναι ραδιοφωνικές μεταδόσεις από μια Ευρωπαϊκή χώρα. Συμμετέχει η Πορτογαλία, η Ισπανία, το Βέλγιο, η Ιρλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και Ελλάδα. Η διδασκαλία είναι σύγχρονη, και τα μαθήματα δίνονται στα αγγλικά από έναν καθηγητή που μιλά στην "τάξη του εκπαιδευτή" στη Μαδρίτη, στην Ισπανία. Το TEN προσφέρει ως πρότυπο χαρακτηριστικό γνώρισμα τη δυνατότητα της τηλεδιάσκεψης και τη μετάδοση των υλικών εκμάθησης (φωτογραφικές διαφάνειες, βίντεο, ακόμα εικόνες, κείμενο) σε όλες τις σειρές μαθημάτων.

Μια ιδιαιτερότητα του προγράμματος, είναι το υψηλό επίπεδο αλληλεπίδρασης εκπαιδευτών - σπουδαστών. Το σύστημα ενσωματώνει ένα κανάλι επιστροφής μέσω του ISDN, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους απομακρυσμένους σπουδαστές, για να επικοινωνήσει οποιαδήποτε στιγμή με το δάσκαλο μέσω τηλεδιάσκεψης.

Η δορυφορική επικοινωνία έχει χαμηλότερο κόστος από την βιντεοδιάσκεψη μέσω ISDN, αν υπάρξουν πολλές ώρες μαθημάτων και πολλές απομακρυσμένες τάξεις (οι γραμμές ISDN πρέπει να κρατηθούν ανοικτές κατά τη διάρκεια ολόκληρου του χρόνου μιας διάλεξης προκειμένου να συνδεθούν οι απομακρυσμένες τάξεις με τη τάξη του εκπαιδευτή).

Αντίθετα, στο πρόγραμμα TEN, χρησιμοποιείται ένα ενιαίο δορυφορικό κανάλι για να μεταδώσει ραδιοφωνικά σε όλες τις απομακρυσμένες περιοχές, ανεξάρτητα από τον αριθμό των αιθουσών, και μόνο μια σύνδεση ISDN (όποτε μια απομακρυσμένη τάξη χρειάζεται το κανάλι επιστροφής). Έγιναν 30 πειραματικές σειρές μαθημάτων με περισσότερους από 700 συμμετέχοντες. Όλες οι σειρές μαθημάτων ήταν ζωντανές και έγιναν από 1 έως 3 τηλε-διασκέψεις, με διάρκεια τριών ωρών η κάθε μία.

Προς το παρόν το σύστημα τηλεσυνεδριάσεων υποστηρίζεται με τη βοήθεια των εγκαταστάσεων σύσκεψης μέσα από τα πρότυπα βιντεοσυνεδριάσεων μέσω ITU, που εστιάζουν στα περιβάλλοντα ηχητικής σύσκεψης και τις αιτήσεις τους.

Οποιαδήποτε στιγμή και οι τοπικοί και απομακρυσμένοι σπουδαστές μπορούν να ζητήσουν την προσοχή. Εάν ο σπουδαστής που ζητά την προσοχή είναι σε μια απομακρυσμένη τάξη ο εκπαιδευτής θα λάβει την ειδοποίηση μέσω του συστήματος και

θα δώσει τη δικαιοδοσία. Εάν ο σπουδαστής είναι στον τόπο του εκπαιδευτή, η εικόνα και η φωνή του θα παρουσιαστούν σε όλους τους συμμετέχοντες αντί αυτής του εκπαιδευτή. Εάν είναι σε μια απομακρυσμένη θέση, η εικόνα και φωνή θα παρουσιαστούν σε κάθε συμμετέχοντα παράλληλα με αυτή του εκπαιδευτή. Ο εκπαιδευτής και οι σπουδαστές, μοιράζονται το διανεμημένο σύστημα παρουσίασης φωτογραφικών διαφανειών που ο εκπαιδευτής χρησιμοποιεί κανονικά. Αυτό το σύστημα παρουσίασης περιλαμβάνει την ικανότητα διαμερισμού της οθόνης βασισμένο στις εφαρμογές των WINDOWS. Οι όλες της λειτουργίες όπως κενές φωτογραφικές διαφάνειες, σχέδιο, επιλογή χρώματος, κλπ. Παρέχονται στον εκπαιδευτή, και ταυτόχρονα σε οποιοδήποτε απομακρυσμένο σπουδαστή που έχει κληθεί για να αλληλεπιδράσει κατά τη διάρκεια της διάλεξης.

Το σύστημα τηλεεκπαίδευσης περιλαμβάνει επίσης τον περιφερειακό εξοπλισμό για τον εκπαιδευτή και τις δραστηριότητές του. Είναι επίσης δυνατό να συνδεθεί ένα CD ή VCR στην αίθουσα του εκπαιδευτή, για την παρουσίαση καταγραμμένου υλικού στους σπουδαστές, βάσει των τεχνολογιών του ενδοδικτύου που υποστηρίζεται σε δίκτυα LANs, VSAT και ISDN. Το δίκτυο VSAT διαμορφώνει τον κύριο κορμό του συστήματος. Σ' αυτό το σύστημα οι πληροφορίες που ρέουν από την αίθουσα του εκπαιδευτή, είναι ραδιοφωνική μετάδοση μέσω του δορυφόρου, και φθάνει σε όλες τις απομακρυσμένες τάξεις ανεξάρτητα από τον αριθμό τους. Το ίδιο εύρος ζώνης επικοινωνίας απαιτείται με έναν μόνο απομακρυσμένο σταθμό όπως και με τις εκατοντάδες. Το εύρος ζώνης που απαιτείται για τους απομακρυσμένους σταθμούς δεσμεύεται όταν διακόπτουν τον εκπαιδευτή, και επιτρέπονται για να συμμετέχουν, και ακριβώς κατά τη διάρκεια της συμμετοχής του. Αυτά τα κανάλια επιστροφής παρέχονται από το ίδιο το VSAT δίκτυο ή από το δίκτυο ISDN.

8.2. Η περίπτωση του προγράμματος ABC'95

Το πρόγραμμα ABC'95, αφορούσε την τηλε-εκπαίδευση των διανεμημένων θερινών σχολείων RACE μέσω προηγμένων ευρυζωνικών επικοινωνιών [29]. Χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ISABEL, ειδικά διαμορφωμένη για τηλε-εκπαίδευση. Η αρχιτεκτονική και η απόδοσή του έχουν σχεδιαστεί και για να υποστηρίξουν αίθουσες συνεδριάσεων.

Ο κεντρικός στόχος των διανεμημένων θερινών σχολείων ήταν η διασύνδεση διάφορων αιθουσών συνεδριάσεων που βρίσκονται στις διαφορετικές χώρες και που παρέχουν μια υψηλής ποιότητας αλληλεπίδραση με τη βοήθεια ευρυζωνικής επικοινωνίας και υποστήριξης εφαρμογών πολυμέσων.

Τον Ιούλιο του 1993 διασυνδέθηκε το πανεπιστήμιο Aveiro στο Aveiro (Πορτογαλία) με τα ερευνητικά εργαστήρια TELEFONICA I+D στη Μαδρίτη (Ισπανία), με μια σύνδεση

από σημείο σε σημείο (point to point). Τον Ιούλιο του 1994 διασυνδέθηκαν 5 περιοχές: δύο στην Πορτογαλία, δύο στην Ισπανία και ένα στην Ελβετία. Για την σύνδεση των περιοχών χρησιμοποιήθηκε μια σύνδεση σημείο με σημείο (point to point) του ATM μεταξύ των ευρυζωνικών νησιών στην Ισπανία και την Πορτογαλία, και μια δορυφορική σύνδεση ATM μεταξύ της Πορτογαλίας και της Ελβετίας. Τον Ιούνιο του 1995, διασυνδέθηκαν δεκατέσσερις σε όλη την Ευρώπη. Η κάλυψη πραγματοποιήθηκε από το πανευρωπαϊκό πειραματικό δίκτυο ATM (PEAN), μαζί με το εθνικό πιλοτικό ATM μερικών από τις χώρες που συμμετείχαν. Χρησιμοποιήθηκαν τρία δίκτυα και αρχιτεκτονικές:

- 1) εφαρμογή ISABEL σε ATM. Το δίκτυο εφαρμογής ISABEL έχει χρησιμοποιήσει τις TCP-UDP/IP και ATM-AAL5 συνδέσεις για τη διασύνδεση περιοχών, και πύλες AAL3/4 σε ATM. Αυτή η λύση παρέχει την υψηλότερη ποιότητα. Κατά τη διάρκεια ABC'95, δέκα περιοχές διασυνδέθηκαν σε μια διάσκεψη ISABEL με τις πλήρεις ικανότητες αλληλεπίδρασης (ήχος, βίντεο, διάλεξη).
- 2) βιντεοδιάσκεψη H.261 σε ATM. Το δίκτυο βιντεοσυνεδριάσεων μέσω H.261 χρησιμοποίησε ATM- AAL1 τις συνδέσεις, μια πολυσημειακή μονάδα ελέγχου (MCU) που βρίσκονται στις εγκαταστάσεις CET στο Aveiro και ένα σημείο πολλαπλής διανομής του ATM που βρίσκεται στις Βρυξέλλες στη BELGACOM. Αυτή η λύση χρησιμοποιήθηκε με δύο σκοπούς. α) σαν λύση ανάγκης β) για να δημιουργηθούν περιοχές τηλεδιάσκεψης μόνο μέσω H.261.
- 3) εφαρμογή ISABEL μέσω του Διαδικτύου, που χρησιμοποίησε το TCP-UDP/IP και τις πρότυπες συνδέσεις με το διαδίκτυο.

Η εφαρμογή ISABEL επιτρέπει την επίτευξη ιδιαίτερων διαμορφώσεων. Η διαμόρφωση για τηλε-εκπαίδευση χρησιμοποιεί εικονικές τάξεις. Αυτή η διαμόρφωση στοχεύει:

- στους μεμονωμένους ομιλητές που ελέγχουν την παρουσίαση μιας διάλεξης και
- στα σύνθετα γεγονότα υποστήριξης που απαιτούν τον έλεγχο αιθουσών συνεδριάσεων πραγματικού χρόνου. Η εφαρμογή υποστηρίζει τηλεοπτική σύνδεση μεταξύ όλων των συμμετεχόντων στη διάσκεψη σε όλους. Παρουσιάστηκαν μέχρι 10 ταυτόχρονες τηλεοπτικές εικόνες. Η τηλεοπτική συμπίεση ήταν MJPEG.

8.3. Η περίπτωση του Πανεπιστημίου Queen's στη Βόρεια Ιρλανδία

Με περισσότερους από 14.000 σπουδαστές πλήρους απασχόλησης και 8.000 μερικής απασχόλησης και πέντε σχολές, το Queen's είναι το μεγαλύτερο πανεπιστήμιο στη Βόρεια Ιρλανδία [30]. Υπάρχουν επτά ανοικτά υπολογιστικά κέντρα πρόσβασης για τους σπουδαστές, περίπου 7.000 θέσεων, και εξαπλώνονται σε 45 μίλια μακριά, μέχρι το Armagh, όπου οι σπουδαστές μπορούν να παρευρεθούν σε απομακρυσμένες διαλέξεις. Το 1998, αυξήθηκε απότομα η κυκλοφορία στον κύριο κορμό (backbone) καθώς επεκτάθηκε η σε απευθείας σύνδεση εγγραφή, και οι σπουδαστές είχαν πρόσβαση σε απευθείας σύνδεση στα αποθηκευμένα αρχεία μαθημάτων του Πανεπιστημίου από το σπίτι τους. Δεδομένου ότι η κυκλοφορία αυξήθηκε, έγινε σαφές ότι έπρεπε να γίνει καλύτερη διαχείριση στην κατανομή εύρους ζώνης, ώστε να εξασφαλίζεται και η ποιότητα της υπηρεσίας.

Αρχικά, η τοπική ταχύτητα πρόσβασης στον κύριο κορμό ήταν περιορισμένη στα 10Mbps. Δυσκολίες απόδοσης ήταν επίσης πιθανό να προκύψουν με τους δρομολογητές λογισμικού (software routers) δεδομένου ότι οι νέες εφαρμογές απαιτούσαν μικρότερη καθυστέρηση και απώλεια πακέτων. Ο χρόνος διακοπής των συστημάτων έπρεπε να περιοριστεί στο ελάχιστο. Επιπλέον, έπρεπε να καθιερωθούν διαδικασίες ελέγχου της χρησιμοποίησης εύρους ζώνης. Οι δρομολογητές παρείχαν ανεπαρκή διοικητικά εργαλεία για να επιτρέψουν μετρήσεις, προσδιορισμό βλαβών, απολογισμό χρηστών, έλεγχο τάσης και προγραμματισμό ικανότητας. Τέλος, ο κύριος κορμός (backbone) δεν παρείχε τη δυνατότητα να διανεμηθεί το νέο λειτουργικό λογισμικό από την κεντρική περιοχή.

Ο νέος κορμός, εγκαταστάθηκε τον Δεκέμβριο του 1999, χωρίς να δημιουργηθούν προβλήματα στους χρήστες. Το δίκτυο συνδέει 150 κτήρια. Η αρχιτεκτονική βασίστηκε σε πέντε συσκευές SmartSwitch Router 8600s, που διακλαδίζονται σε 30 SmartSwitch 6000s και που προσφέρουν συνολικά 2900 switched Ethernet ports: μια υποδομή ώριμη για τις δυνατότητες της νέας τεχνολογίας, από την τηλεφωνία IP στις εφαρμογές βιντεοσυνεδριάσεων και πολυμέσων.

8.5. Η περίπτωση του Ινδικού Πανεπιστημίου Anna

Στην Ινδία, συνδέθηκαν η πανεπιστημιούπολη Chennai - που είχε ένα επιλεγόμενο βάσει πακέτων ευρυζωνικό δίκτυο IP (packet-switched networked with an IP connection), και η πανεπιστημιούπολη MIT - που είχε ευρυζωνικό δίκτυο, με μια μισθωμένη γραμμή 2 Mbps. Η σύνδεση έγινε τον Οκτώβριο του 2000. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το TopSecret IP TM της εταιρείας VCON [30].

Έξι συσκευές VCON MediaConnect (IP + 1 BRI) εγκαταστάθηκαν στις αίθουσες διαλέξεων, με μια ικανότητα περίπου 100 ατόμων η κάθε μία. Επιπλέον, 7 συσκευές MediaConnect 8000 (IP + 3 BRI) εγκαταστάθηκαν στις αίθουσες διασκέψεων, ενώ 40 συστήματα Escort 25 (μόνο IP) χρησιμοποιήθηκαν για να παρέχουν τις λύσεις υπολογιστών γραφείου. Εγκαταστάθηκαν δύο συστήματα RADVision MCU, ένα σε κάθε πανεπιστημιούπολη, για να μεγιστοποιήσουν την αποδοτικότητα και να ελαχιστοποιήσουν τη χρήση εύρους ζώνης πέρα από την σύνδεση του 2 Mbps WAN. Αυτή η τοπολογία σημαίνει επίσης ότι οι τηλεδιασκέψεις μπορούν να διευθυνθούν τοπικά μεταξύ των τερματικών σημείων σε κάθε πανεπιστημιούπολη, χωρίς χρησιμοποίηση οποιουδήποτε WAN. Επιπλέον, μια πύλη RADVision εγκαταστάθηκε σε κάθε πανεπιστημιούπολη επιτρέποντας στις τηλεοπτικές κλήσεις στο WAN, και ένας κεντρικός ελεγκτής (gatekeeper) RADVision (NGK100) εγκαταστάθηκε για να ελέγξει ολόκληρο το δίκτυο. Το λογισμικό TopSecret IPTM της VCON, εγκαταστάθηκε σε όλες τις μονάδες υπολογιστών και μια συσκευή MediaConnect 8000, για να εξασφαλίσει ασφαλείς μεταφορές βίντεο, ήχου και αρχείων.

8.5. Η περίπτωση του "ηλεκτρονικού χωριού" στο Blacksburg

Οι δορυφορικές επικοινωνίες και τα ασύρματα συστήματα είναι οι αποτελεσματικότερες μέθοδοι για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες εκπαίδευσης και επικοινωνίας στις αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές. Στη Βιρτζίνια, στο Blacksburg - μια πανεπιστημιακή πόλη στους λόφους των Απαλαχίων ορών - το πολυτεχνείο της Βιρτζίνια & το κρατικό πανεπιστήμιο, (γνωστών ως Virginia Tech), πειραματίστηκαν με την κοινοτική δικτύωση, τα εικονικά σχολεία, τους δορυφόρους και άλλα συστήματα καλωδιώσεων [11, 31]. Το Virginia Tech έχει αγοράσει τρεις άδειες για την τοπική πολυσημειακή υπηρεσία διανομής (LMDS), με ασύρματη ευρυζωνική εξυπηρέτηση, στην περιοχή των Απαλαχίων ορών. Είναι στο στάδιο της δοκιμής και του προγραμματισμού της επέκτασης της τεχνολογίας LMDS και των υπηρεσιών με τα τοπικά δημόσια σχολεία, την τοπική κυβέρνηση και τις εγκαταστάσεις υγείας, με τα οπτικά δίκτυα ινών και τις δορυφορικές επικοινωνίες. Οι πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι η πλειοψηφία (89%) των χρηστών του διαδικτύου στο νομό Blacksburg και του Μοντγκόμερυ συνδέεται με την τεχνολογία της Βιρτζίνια. Το υψηλότερο ενδιαφέρον είναι για το ηλεκτρονικό

ταχυδρομείο και το World Wide Web, που είναι χρήσιμα και για κοινωνικές σχέσεις [10].

Στο Blacksburg έχει καθιερωθεί κατάλογος ηλεκτρονικών διευθύνσεων για τα σχολεία, σπουδαστές και εκπαιδευτές, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, καθώς και η ανατροφοδότηση (feedback) στην τοπική κυβέρνηση μέσω WWW. Επίσης γίνονται απευθείας έρευνες και δημοσκοπήσεις μεταξύ περιοχών, καθώς ο ρόλος της δικτύωσης, η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και των απευθείας συνδέσεων είναι σημαντική για την εκπαίδευση, και τη γενική κοινότητα.

8.6. Τηλε-εκπαίδευση για άτομα με ειδικές ανάγκες

Ακολουθούν μερικές εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης για άτομα με ειδικές ανάγκες από πρωτοβουλίες Βορείων Χωρών [32].

Σκωτία: Οι ορεινές περιοχές της Σκωτίας, θέτουν εμπόδια πρόσβασης στις ευκαιρίες εκπαίδευσης και εργασίας για τα άτομα με ειδικές ανάγκες. Ο οργανισμός LEAD Scotland (Linking Education and Disability) παρέχει προγράμματα τηλε-εκπαίδευσης στους ενήλικους με ειδικές ανάγκες, που δεν έχουν πρόσβαση στις καθιερωμένες μεθόδους. Τα προγράμματα ξεκίνησαν πιλοτικά το 1994, μέσω γραμμών ISDN (ψηφιακά δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών - μια υπηρεσία που υποστηρίζει τις προηγμένες εφαρμογές όπως η βιντεοτηλεφωνία). Σήμερα, η σειρά μαθημάτων προσφέρεται μέσω του συνηθισμένων τηλεφωνικού δικτύου (του PSTN) και των modem αντί του ISDN.

Ιρλανδία: Στην Ιρλανδία, προσφέρεται αναγνωρισμένο πιστοποιητικό από το εθνικό ίδρυμα κατάρτισης και ανάπτυξης (NTDI), μετά από την παρακολούθηση μαθημάτων από απόσταση από άτομα με ειδικές ανάγκες. Τα υλικά των μαθημάτων παραδίδονται στο σπουδαστή μέσω του υπολογιστή και του modem. Οι σπουδαστές μπορούν να έρθουν σε επαφή με το δάσκαλο για τα προβλήματα κατά τη διάρκεια των ωρών γραφείου χρησιμοποιώντας έναν αριθμό δωρεάν κλήσης. Το προσωπικό τμήμα υποστήριξης θεωρείται το κύριο χαρακτηριστικό της επιτυχίας του προγράμματος.

Νορβηγία: Ένα καινοτόμο παράδειγμα εφαρμόστηκε στη Νορβηγία, με στόχο να διδαχθούν δύο πολύ νέα αυτιστικά παιδιά πώς να χρησιμοποιούν τη γλώσσα νοημάτων και υποστηρίχθηκε από τα εργαλεία τηλε-εκπαίδευσης. Ένας ειδικός δάσκαλος, περίπου 200km μακριά, χρησιμοποίησε βιντεοσυνδιάσκεψη, για να διδάξει σε γιατρούς και στους γονείς των παιδιών την νοηματική γλώσσα.

9. Συμπεράσματα

Η τηλε-εκπαίδευση μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα και να χαμηλώσει το κόστος της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Τα δίκτυα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης χρησιμοποιούν ένα ευρύ φάσμα των τεχνολογιών δικτύωσης, με ανάλογες ικανότητες για ικανοποίηση των απαιτήσεων στην μετάδοση εικόνας και ήχου. Οι τηλεοπτικές εφαρμογές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την απαίτηση για την υψηλή τηλεοπτική ποιότητα καθώς επίσης και την απαίτηση για το βίντεο σε υψηλής ταχύτητας τοπικού LAN και μικρότερης ταχύτητας WAN. Τα αποδεκτά ευρέα πρότυπα MPG-1 και H.320 είναι τα προτιμημένα μέσα το βίντεο. Οι καλύτερες δικτυακές λύσεις είναι τα ATM, τα ασύρματα δίκτυα, καθώς και τα δορυφορικά δίκτυα, που επικρατούν για εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης μακρινών αποστάσεων, καθώς και σε πιλοτικά προγράμματα στα οποία συμμετέχουν περισσότερες χώρες.

Υπάρχουν πτυχές της τηλε-εκπαίδευσης, που μπορεί να είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τα άτομα με ειδικές ανάγκες ή τους ηλικιωμένους, και στις οποίες πρέπει να δοθεί περισσότερη προσοχή. Και, το σημαντικότερο, όσο μεγαλώνει η ανάγκη για «δια βίου εκπαίδευση», τόσο φαίνεται η χρησιμότητα και η ανάγκη για εκπαίδευση από απόσταση, αντί του παραδοσιακού τρόπου διδασκαλίας.

Εκτός από τις θετικές ευκαιρίες, υπάρχουν ανησυχίες για την αύξηση της από απόσταση εκμάθησης, όπως - σε μερικές περιπτώσεις - ο κίνδυνος κοινωνικής απομόνωσης. Αυτό επειδή η παραδοσιακή τάξη υποστηρίζει τις κοινωνικές σχέσεις με τους συσπουδαστές και τους εκπαιδευτές[34]. Επομένως, στις ρυθμίσεις της από απόσταση εκμάθησης, είναι σημαντικό να αντιμετωπιστούν τα συναισθήματα της απομόνωσης με την εφαρμογή των κατάλληλων δομών υποστήριξης, όπως οι επιτόπιες συνεδριάσεις της ομάδας, βασικές επισκέψεις από τους εκπαιδευτές, και την ενθάρρυνση της επαφής συσπουδαστών, μέσω των ομάδων μελέτης, όταν φυσικά το διάστημα κάποιου προγράμματος είναι μεγάλης διάρκειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Educational Technology Review, Summer 1997: Appropriate Use of Educational Technologies: A Layered Approach, by Mimi Recker.
2. Περιοδικό "Computer για όλους", τεύχος 195, Νοέμβριος 2000
3. Περιοδικό "Ram", τεύχος Ιουλίου 2001
4. E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age, Marc J. Rosenberg, 2001.
5. Educational Technology Review, Autumn-Winter 1998: Architecture Elements for Highly Interactive, Education-Oriented Applications, by Albert C.K Leung
6. Educational Technology Review, Summer 1997: Using Multimedia/Hypermedia Tools Over Networks for Distance Education and Training, by Christos Bouras, Dimitris Fotakis, Vaggelis Kapoulas, Spiros Kontogiannis, Peter Lampsas, Paul Spirakis and Antony Tatakis.
7. Tele- Learning in a Digital World: Network Tele Learning Technologies
8. Ανδρέας Πομπόρτσας, "Εισαγωγή στις νέες τεχνολογίες επικοινωνιών", Α.Τζιόλα ΑΕ, 1997.
9. Σημειώσεις σεμιναρίου "Εισαγωγή στη χρήση του εξοπλισμού των ηλεκτρονικών νησίδων τηλε-εκπαίδευσης του ΑΠΘ", Δίκτυο Τηλεπικοινωνιών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
10. Kavanaugh, Andrea and Scott Patterson. 1998. "The Impact of Computer Networking on Social Capital." paper presented at the National Communication Association. November 1998.

Links στο Internet

11. <http://snmp.cs.utwente.nl/nm/research/results/publications/pras/teleleer.pdf> :
Network support for tele-education, Aiko Pras, Centre for Telematics and Information Technology University of Twente (UT) Περιγραφή απαιτήσεων δικτύου τηλε-εκπαίδευσης, ανάλυση υπαρχόντων τεχνολογιών, περιγραφή standards για την σωστή ποιότητα μετάδοσης εικόνας και ήχου.
12. <http://www.ktln.com>:
Ιστοσελίδα τεχνικών θεμάτων που παρέχει πολλές πληροφορίες για τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές βιντεοσυνδιάσκεψης και τηλε-εκπαίδευσης. Επίσης περιέχει συνδέσεις για σχεδιασμό αιθουσών τηλε-εκπαίδευσης σε πανεπιστήμια και άλλα ιδρύματα σε pdf format
13. <http://www.terena.nl/tech/projects/meps/node2113.html>
Συνοπτική περιγραφή του προγράμματος ETSIT από το Πανεπιστήμιο της Μαδρίτης στην Ισπανία. Το ETSIT είναι ένα έργο τηλε-εκπαίδευσης, που χρησιμοποιεί ως

πληροφοριακό σύστημα το δίκτυο CODE VSAT, που αναπτύσσεται στο πλαίσιο του προγράμματος Olympus από την Telefonica Sistemas και Τμήμα Μηχανικών Τηλεματικής.

14. <http://www.tis.bl.uk/tm/owa/projects.education>

Συνοπτική περιγραφή project τηλε-εκπαίδευσης, με επιγραμματικά στοιχεία για τον εξοπλισμό και την δικτύωση που χρησιμοποιήθηκε. Τα προγράμματα είναι κυρίως Πανεπιστημιακά.

15. http://www.videoonramp.com/MainMenu/Try/Try_Ereference_Street/try_ereference_street.html

Εδώ βρίσκεται μια ψηφιακή βιβλιοθήκη με κείμενα, Multimedia παρουσιάσεις και Powerpoints με white papers και web pages για Video Networking και ασφάλεια στο Internet. Πολλές αναφορές για Wireless Applications, E-Learning/Distance Education.

16. http://www.cg.its.tudelft.nl/~charles/publications/MESH_Report_D213.pdf

Αναλυτική περιγραφή του πιλοτικού προγράμματος "MESH" για τηλε-εκπαίδευση, σχεδίαση, απαιτήσεις, σκοποί.

17. <http://www.edu-net.gr>

Πανελλήνιο Δίκτυο για την Εκπαίδευση – EDUnet. Έργο του Υπουργείου Παιδείας, για την υλοποίηση και λειτουργία της δικτυακής υποδομής και των υπηρεσιών τηλεματικής για την κάλυψη των αναγκών των εκπαιδευτικών και των διοικητικών μονάδων του. Καλείται να αξιοποιήσει, να επεκτείνει και να αναβαθμίσει υποδομές και υπηρεσίες που αναπτύσσονται στα πλαίσια άλλων συναφών έργων, ολοκληρώνοντας ένα προηγμένο πανελλαδικό ενιαίο δίκτυο τηλε-εκπαίδευσης.

18. <http://esapub.esrin.esa.it/bulletin/bullet81/edin81.htm>

Περιγραφή προδιαγραφών δορυφορικών δικτύων για προγράμματα τηλε-εκπαίδευσης και τηλε-ιατρικής.

19. <http://telecom.esa.int/artes/artes3/fileincludes/projects/162efecot/efecot.cfm>

Το πρόγραμμα ARTES 3 ασχολείται με την ανάπτυξη των νέων εφαρμογών από τις μικρομεσαίες μεσαίες μεγέθους επιχειρήσεις ως τις μεγάλες διαστημικές επιχειρήσεις, φορείς παροχής υπηρεσιών και άλλους οργανισμούς. Οι δραστηριότητες είναι αποτέλεσμα της δημόσιας/ιδιωτικής στρατηγικής συνεργασίας των ευρωπαϊκών και καναδικών διαστημικών προγραμμάτων. Αναλυτικά εξετάστηκε το Trapeze project.

20. <http://www.noc.uth.gr/isdnvc/room.htm>

Η σελίδα του εξοπλισμού δικτύου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την Τηλε-εκπαίδευση. Πληροφορίες και φωτογραφίες από τον διαθέσιμο εξοπλισμό των αιθουσών τηλεκπαίδευσης.

21. <http://www.tcom.auth.gr/isdn/services/classrooms.html>, <http://distance.csd.auth.gr>
Η σελίδα του εξοπλισμού του ISDN δικτύου του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για την Τηλε-εκπαίδευση. Πληροφορίες για τις προοπτικές που ανοίγονται με την εφαρμογή των τηλεπικοινωνιών στην εκπαίδευση.
22. <http://dias.training.ics.forth.gr/>
Ίδρυμα τεχνολογίας και έρευνας, Ινστιτούτο Πληροφορικής - Τμήμα εκπαίδευσης και κατάρτισης Το Ινστιτούτο Πληροφορικής είναι ένα από τα έξι Ινστιτούτα του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας, που είναι ένα από τα μεγαλύτερα Εθνικά Ερευνητικά Κέντρα της χώρας.
23. <http://web.mit.edu/acs/eclassrooms.html>
Πληροφορίες για το σωστό σχεδιασμό αιθουσών τηλε-εκπαίδευσης. Κανόνες για σωστή εκμετάλλευση του χώρου (περιβάλλον, ακουστική, φωτισμός κλπ). Παραδείγματα από Πανεπιστήμια και Οργανισμούς.
24. http://teleeducation.nb.ca/content/pdf/design_development_delivery/reportddd.pdf
Λεπτομερής ανάλυση και συγκριτικά παραδείγματα από το λογισμικό τηλε-εκπαίδευσης, για σύγχρονη, ασύγχρονη και εξατομικευμένη διδασκαλία. Συγκρίσεις λύσεων.
25. <http://www.centra.com/partners/index.asp>
Παραδείγματα από Πανεπιστήμια και οργανισμούς σχετικά με τον τρόπο χρησιμοποίησης των λύσεων της εταιρείας Centra για την κάλυψη των μαθησιακών τους αναγκών.
26. <http://e-class.otenet.gr>
Πληροφορίες σχετικά με την δυνατότητα βιντεοδιασκέψεων και τηλε-εκπαίδευσης οργανισμών μέσω της υπηρεσίας e-class της OTENET.
27. <http://www.cin.gr>
Η ιστοσελίδα της εταιρείας CIN A.E., που παρέχει τεχνολογική υποδομή, υπηρεσίες οργάνωσης και διαχείρισης προγραμμάτων e-Learning και on-line collaboration. Οι λύσεις που παρέχει βασίζονται τόσο στο μοντέλο της σύγχρονης διδασκαλίας, με αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και χρήση εικονικών τάξεων, όσο και σε αυτό της ασύγχρονης διδασκαλίας και της διδασκαλίας κατ' απαίτηση (on demand).
28. http://www.unesco.org/webworld/build_info/ten.html
Πληροφορίες για το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα σύγχρονης διδασκαλίας TEN, στο οποίο συμμετέχουν 10 Ευρωπαϊκές χώρες, και που χρησιμοποιεί τη δορυφορική επικοινωνία (VSAT).
29. <http://isabel.dit.upm.es/papers/abc95htm/abc95.html>
Πληροφορίες για το πρόγραμμα τηλε-εκπαίδευσης ABC'95, για τη διασύνδεση διάφορων αιθουσών συνεδριάσεων θερινών σχολείων σε διαφορετικές χώρες.

30. <http://www.mccint.com/itcase/case/edu3.html>

Case-studies από προγράμματα Πανεπιστημίων και διαφόρων άλλων οργανισμών για την τηλε-εκπαίδευση. Περιγράφεται τοπολογία δικτύου, συσκευές, λογισμικό καθώς και οι στόχοι κάθε προγράμματος.

31. <http://www.bev.net.2>

Πληροφορίες για τη δικτύωση του “ηλεκτρονικού χωριού” στο Blacksburg της Βιρτζίνιας, στο οποίο κυριαρχούν οι δορυφορικές επικοινωνίες και τα ασύρματα συστήματα, στην κοινοτική δικτύωση, και στα εικονικά σχολεία.

32. <http://www.stakes.fi/promise/book/pr08dist.htm>

Περιγράφονται οι πρωτοβουλίες ορισμένων κρατών σε θέματα τηλε-εκπαίδευσης για άτομα με ειδικές ανάγκες, και άτομα μεγάλης ηλικίας.

33. <http://www.mccint.com/itcase/education.html>

Η ιστοσελίδα περιέχει διάφορα case-studies για δίκτυα Τηλε-εκπαίδευσης, κυρίως Πανεπιστημιακά.

34. <http://www.ics.lu.se/europe/frame-bis/reportyr3/aggregated.htm>

Μελέτη με τίτλο "Evaluation of Frameworks for Open and Distance Learning", η οποία καλύπτει θέματα τηλε-εκπαίδευσης, κυρίως από την παιδαγωγική πλευρά.