

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»



Μία Διδακτική Πρόταση για Βασικές Τεχνολογίες και Δικτυακά Πρότυπα του 21ου Αιώνα

Βασιλική Νιάρρου, Αριστείδης Λούβρης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νιάρρου Β., & Λούβρης Α. (2026). Μία Διδακτική Πρόταση για Βασικές Τεχνολογίες και Δικτυακά Πρότυπα του 21ου Αιώνα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 394-399. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8730>

Μία Διδακτική Πρόταση για Βασικές Τεχνολογίες και Δικτυακά Πρότυπα του 21^{ου} Αιώνα

Βασιλική Νιάρρου¹, Αριστείδης Λούβρης²

¹ 2^ο Τ.Ε.Ε. Νέας Σμύρνης

² Γραφείο ΚτΠ, Υπ.Ε.Π.Θ

yniarrou@sch.gr, alouvriss@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διανύουμε μια εποχή ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων, κατά την οποία το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής ενημερώνεται διαρκώς. Ειδικά στον τομέα των Δικτύων, οι διδάσκοντες καλούνται να προσφέρουν επίκαιρη γνώση στους μαθητές, χωρίς όμως να ξεφεύγουν από τα πλαίσια του Αναλυτικού Προγράμματος. Η παρούσα εργασία αποτελεί μία διδακτική πρόταση επικαιροποίησης των ενοτήτων των δικτυακών προτύπων, στην οποία παρουσιάζεται το δικτυακό πρότυπο *single-server-view*, ως βάση για τα δίκτυα του 21^{ου} αιώνα, όταν η αξία ενός δικτύου για τους χρήστες, θα βασίζεται κυρίως στις υπηρεσίες που αυτό παρέχει. Το πρότυπο βασίζεται σε μια αρχιτεκτονική δικτύου δύο επιπέδων, η οποία αποτελείται από ένα επίπεδο προώθησης δεδομένων και ένα επίπεδο ελέγχου των υπηρεσιών, που εκτελεί όλες τις εργασίες επεξεργασίας. Μέσα από το πρότυπο αυτό, οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με τεχνολογίες αιχμής όπως τα φωτονικά δίκτυα, οι πράκτορες, η διαχείριση που στηρίζεται στην πολιτική (*policy*) και η προσέγγιση ενοποίησης κινητών και σταθερών δικτύων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Δικτυακά Πρότυπα, Αρχιτεκτονική Δικτύων *single-server-view*, Πράκτορες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην Τεχνική Επαγγελματική Εκπαίδευση, ειδικότερα στον Τομέα Πληροφορικής και Δικτύων, αλλά και σε άλλους Τομείς, καθώς και στο Πρόγραμμα Σπουδών του Ενιαίου Λυκείου, τα μαθήματα Πληροφορικής που σχετίζονται με τα Δίκτυα, αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι για την προετοιμασία του αποφοίτου για τη μελλοντική του επαγγελματική εξέλιξη. Πιο συγκεκριμένα, ο γενικός σκοπός του μαθήματος «Μετάδοση Δεδομένων και Δίκτυα *H/Y I & II*» των Τ.Ε.Ε., είναι να αποκτήσει ο μαθητής στέρεες γνώσεις που αφορούν στις επικοινωνίες δεδομένων και στα δίκτυα υπολογιστών, με έμφαση στη δομή, στην ταξινόμηση και στην περιγραφή των προτύπων τους, ώστε να είναι ικανός να διαχειρίζεται και να κάνει ρυθμίσεις ενός δικτύου υπολογιστών (ΥΠΕΠΘ 1999). Τα σχολικά εγχειρίδια (ΥΠΕΠΘ 2000) φέρνουν τους μαθητές σε μία πρώτη επαφή με τις έννοιες της αρχιτεκτονικής και των δικτυακών προτύπων που βασίζονται στην οργάνωση σε επίπεδα, όπως τα πρότυπα OSI και TCP/IP και

προσφέρουν μία εισαγωγή σε θέματα διαχείρισης δικτύων, ενώ καλύπτουν ως ένα βαθμό τα θέματα μετάδοσης δεδομένων. Από την ύλη τους όμως απουσιάζουν σημαντικά και επίκαιρα θέματα όπως τα φωτονικά δίκτυα, η ενιαία προσέγγιση κινητών και σταθερών δικτύων και η παροχή υπηρεσιών μέσω του Διαδικτύου. Πράγματι, εξαιτίας της τρομακτικής αύξησης της χρήσης του Διαδικτύου, αναμένεται ότι τον 21^ο αιώνα, μεγάλος αριθμός υπηρεσιών θα παρέχεται μέσω του δικτύου επικοινωνιών και το ενδιαφέρον των χρηστών θα στραφεί στις υπηρεσίες που παρέχονται και στο πόσο εύκολα μπορεί κανείς να αποκτήσει πρόσβαση σε αυτές. Ταυτόχρονα, τεχνολογίες αιχμής που προκύπτουν από τη χρήση οπτικών ινών, αλλάζουν το τοπίο σε θέματα ταχυτήτων σε σχέση με τα παραδοσιακά μέσα (συνεστραμμένα ζεύγη, ομοαξονικά καλώδια). Μέσα από όλα αυτά γεννιέται η ανάγκη επαναπροσδιορισμού των γενικών στόχων των σχετικών με τα Δίκτυα μαθημάτων, ώστε να εμπεριέχουν την ενιαία αντιμετώπιση σταθερών και μη δικτύων, πολλαπλών προτύπων, ποιότητας υπηρεσιών και τρόπων μετάδοσης και να παρέχουν την απαραίτητη ευελιξία που απαιτεί ένας χώρος διαρκώς τεχνολογικά εξελισσόμενος.

Η ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Η γνωριμία των μαθητών με τις νέες απαιτήσεις και τα δικτυακά πρότυπα που θα μπορέσουν να ανταποκριθούν σε αυτές, μπορεί να γίνει με την παρουσίαση ενός απλού δικτυακού προτύπου όπως το δίκτυο single-server-view (άποψη μοναδικού εξυπηρετητή) (Morigidera et al. 2000). Η δικτυακή άποψη που παρέχει το πρότυπο αυτό στον χρήστη, μοιάζει με έναν τεράστιο εξυπηρετητή. Ενώ ως τώρα η έμφαση δινόταν στην αποδοτική μετάδοση δεδομένων μέσα από διαύλους που συνδέονται με δρομολογητές και μετά με εξυπηρετητές, οι μαθητές στο εξής περνάνε στις έννοιες της αποδοτικής παροχής υπηρεσιών και των προηγμένων τεχνολογιών επεξεργασίας πληροφοριών - όπως τα ενεργά δίκτυα, η τεχνολογία πράκτορα, η κατανομημένη επεξεργασία και η διαχείριση βασισμένη στις πολιτικές (policies). Επίσης, το περιγραφόμενο δικτυακό πρότυπο αντιστοιχεί σε ένα ολοκληρωμένο σταθερό/κινητό δίκτυο το οποίο θα αντιμετωπίζει όλα τα τερματικά ως κινητά, με τα σταθερά τερματικά να θεωρούνται μηδενικής φορητότητας. Έτσι, θα μνήσει τους μαθητές σε μία ενιαία προσέγγιση, τη στιγμή που η κινητή πρόσβαση τείνει να καταστεί η κυρίαρχη τεχνολογία για την πρόσβαση στις υπηρεσίες ενός δικτύου και η ανάπτυξη του Πρωτοκόλλου Διαδικτύου (IP), κατευθύνεται προς την παροχή κινητού (mobile) IP.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ SINGLE-SERVER-VIEW

Ο επανασχεδιασμός και η επέκταση της ύλης των μαθημάτων των Δικτύων, μπορεί να βασιστεί στην ήδη υπάρχουσα, αλλά με μια πιο λειτουργική δομή και οργάνωση, ώστε να καλύπτει μεγαλύτερο και πιο σύγχρονο κομμάτι ύλης από αυτό που προβλέπεται από το υπάρχον Αναλυτικό Πρόγραμμα και ταυτόχρονα να καταφέρει να δώσει στους μαθητές μία σφαιρική εικόνα των εννοιών των Δικτύων. Μία τέτοια οργάνωση μπορεί να είναι μία top-down (από πάνω προς τα κάτω) προσέγγιση του γνωστικού

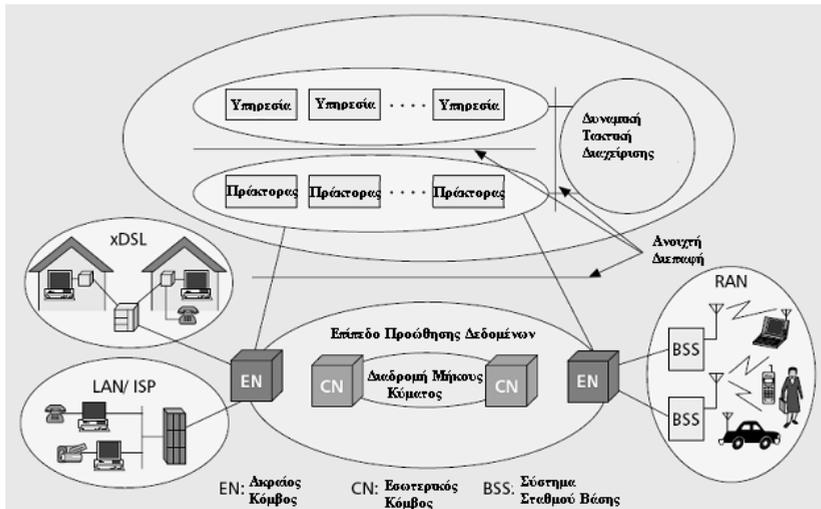
αντικειμένου (Kurose & Ross 2005), η οποία μπορεί να ξεκινήσει με έννοιες ήδη οικείες στους μαθητές και πάνω τους να δομήσει πιο στέρεα τη νέα γνώση που αντιστοιχεί σε επιμέρους διδακτικούς στόχους, διατηρώντας ταυτόχρονα και την αίσθηση της ολότητας, συνέχειας και σύνδεσης των επιπέδων. Το ξεκίνημα μιας τέτοιας ανάλυσης μπορεί να γίνει με το οικείο παράδειγμα του Διαδικτύου, όπου οι μαθητές σταδιακά θα έρθουν σε επαφή με βασικές έννοιες όπως Πρωτόκολλα, Υπηρεσίες, Διαχείριση, Τεχνικές Μεταγωγής και Πολυπλεξίας, τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου όπως κόμβοι, μέσα μετάδοσης, συσκευές διασύνδεσης, κλπ. Μία τέτοια οργάνωση ευνοεί εκτός από τη διαδικασία της σύνθεσης, και τις συγκρίσεις μεταξύ λειτουργιών ή υλοποιήσεων, ενώ ταυτόχρονα εξυπηρετεί και την ανάγκη δημιουργίας συσχετισμών. Είναι σημαντικό τα νέα δικτυακά πρότυπα να μπορέσουν να ενσωματωθούν στις υπάρχουσες διδακτικές ενότητες, χωρίς να υποβαθμιστεί η μεγάλη σημασία των προτύπων που παρουσιάζονται ήδη στους μαθητές. Τα μοντέλα OSI και TCP/IP που χρησιμοποιούνται ως τώρα, δίνουν ως ένα σημείο το βαθμό αφαίρεσης με τον οποίο πρέπει να λειτουργήσουν οι μαθητές ώστε να αντιληφθούν τις έννοιες των επιπέδων και των πρωτοκόλλων και να μπορέσουν να τις χρησιμοποιήσουν για τη γνωριμία τους με οποιοδήποτε άλλο μοντέλο.

Πιο συγκεκριμένα, και σχετικά με τα νέα πρότυπα, η προτεινόμενη διδακτική πρόταση περιλαμβάνει μία επίσης από πάνω προς τα κάτω, προσέγγιση της έννοιας της Αρχιτεκτονικής Δικτύων, η οποία θα παρουσιάζεται στους μαθητές σαν ένας συνδυασμός επιπέδων που περιλαμβάνουν συγκεκριμένες λειτουργίες και πρωτοκόλλων τα οποία τις υλοποιούν. Έτσι, τα υπάρχοντα πρότυπα θα μπορέσουν να παρουσιαστούν μέσα στο ίδιο πλαίσιο με τα νέα, βοηθώντας τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν την κοινή λογική που τα διέπει και ταυτόχρονα να μπορέσουν να αναδείξουν τις ομοιότητες και διαφορές τους. Η σειρά παρουσίασης μπορεί να είναι γραμμική – ιστορική, ξεκινώντας από το μοντέλο OSI, αυτό που προτείνεται όμως, είναι να γίνει μία παράλληλη παρουσίαση των προτύπων, με βάση κοινά επίπεδα, όπως το Φυσικό Επίπεδο. Έτσι, οι μαθητές θα οδηγηθούν στη στήριξη της γνώσης σε σταθερά σημεία αναφοράς, πράγμα που θα τους επιτρέπει οποιαδήποτε μελλοντική επέκταση.

Το Φυσικό Επίπεδο, είναι το χαμηλότερο επίπεδο, κοινό σημείο σε όλες τις αρχιτεκτονικές, το οποίο αναλαμβάνει τη μεταφορά των δεδομένων στο μέσο μετάδοσης. Οι μαθητές είναι ήδη εξοικειωμένοι με τεχνικές μετάδοσης όπως η Πολυπλεξία Επιμερισμού Συχνότητας (FDM) και η Πολυπλεξία Επιμερισμού Χρόνου (TDM). Σαν λογική συνέχεια στις τεχνικές αυτές, μπορεί να παρουσιαστεί η Πολυπλεξία Επιμερισμού Μήκους Κύματος (WDM) (Ζαχαρόπουλος 2005). Η αρχή που βρίσκεται πίσω από την πολυπλεξία οπτικών κυμάτων διαφορετικού μήκους είναι ίδια με εκείνη της FDM καθώς τα οπτικά σήματα χρησιμοποιούν διαφορετικά μήκη κύματος φέροντος για την ταυτόχρονη μετάδοσή τους. Το κύριο πλεονέκτημα της WDM είναι ότι πολλαπλασιάζει το εύρος ζώνης ζώνης οπτικής ίνας επί τον αριθμό των μηκών κύματος που μπορούν να μεταφερθούν (Ε.Δ.Ε.Τ. 2005). Σήμερα, για τα φωτονικά δίκτυα είναι διαθέσιμα 200 μήκη κύματος σε κάθε ίνα και αναμένεται να φτάσουν τα 1000.

Έχοντας καλύψει τις βασικότερες τεχνολογίες του Φυσικού Επιπέδου, μπορεί να αρχίσει η παρουσίαση της αρχιτεκτονικής δικτύου single-server-view. Ξεκινώντας από

το πιο σύνθετο μοντέλο, το OSI, με επτά επίπεδα οργάνωσης και περνώντας στη συνέχεια στο TCP/IP με τα τέσσερα επίπεδα, το δίκτυο single-server-view (βλ. Σχήμα 1) έρχεται να ολοκληρώσει το βαθμό αφαίρεσης σε δύο μόνο λογικά επίπεδα, το επίπεδο προώθησης δεδομένων και το επίπεδο ελέγχου υπηρεσιών.



Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική Δικτύου single-server-view

Το επίπεδο προώθησης δεδομένων χρησιμοποιεί έναν απλό μηχανισμό μεταφοράς δεδομένων, βάσει μιας διαδρομής μήκους κύματος. Έτσι, μπορεί να γίνει χρήση τεχνολογιών φωτονικών δικτύων βασισμένων στην WDM, οι οποίες παρέχουν μεγάλη χωρητικότητα και λειτουργίες δρομολόγησης μήκους κύματος, διατηρώντας μια απλή φυσική δομή στο δίκτυο και καθιστώντας την προώθηση δεδομένων ευκολότερη. Σε αυτό το συμπέρασμα μπορούν να οδηγηθούν οι μαθητές μέσα από συγκρίσεις με τις υπόλοιπες τεχνολογίες αυτού του επιπέδου. Ταυτόχρονα μπορούν να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους σε σχέση με τις δικτυακές τοπολογίες και να κάνουν συσχετισμούς ανάμεσα στις τεχνικές μετάδοσης και δρομολόγησης των δεδομένων. Στην αρχιτεκτονική single-server-view χρησιμοποιείται η Πλήρως Συνεκτική Δομή, αντιστοιχώντας κάθε μήκος κύματος σε μια άμεση διαδρομή μεταξύ κόμβων. Χρησιμοποιώντας ειδικές συσκευές όπως Οπτικούς Πολυπλέκτες Προσθαφαιρέσης (OADM) ή οπτικούς κατανεμητές, οι κόμβοι μπορούν να προσθέσουν ή να απορρίψουν μήκη κύματος, δημιουργώντας έτσι εύκολα διαδρομές μήκων κύματος και καθιστώντας την προώθηση δεδομένων απλή, απαλλάσσοντας τους κόμβους από περιττή επεξεργασία δρομολόγησης, σημείο που επιβαρύνει ιδιαίτερα όταν η κίνηση στο δίκτυο αυξάνει.

Το επίπεδο ελέγχου υπηρεσιών αποτελείται από ένα Στρώμα Πράκτορα, ένα Στρώμα Υπηρεσίας και ένα Στρώμα Δυναμικών Πολιτικών Διαχείρισης. Οι έννοιες της

Διαχείρισης και των Πρακτόρων είναι ήδη γνωστές σε εισαγωγικό επίπεδο στους μαθητές. Ένα Στρώμα Πράκτορα παρέχεται προκειμένου να διευκολύνει τον χρήστη να αποκτήσει πρόσβαση σε μία υπηρεσία εύκολα και να συνδέεται με αυτή με τρόπο που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του. Οι Πράκτορες χρησιμοποιούνται επίσης για την διαχείριση του δικτύου, συλλέγοντας δυναμικά πληροφορίες σχετικές με το συνεχώς εξελισσόμενο περιβάλλον/υπηρεσίες του δικτύου, και μέσω της συνεργασίας τους με Διαχειριστές Πολιτικών. Ένα Στρώμα Διαχείρισης Πολιτικών παρέχεται για την αυτοματοποίηση της διαχείρισης του συστήματος, βάσει της τακτικής της διαχείρισης. Το στρώμα αυτό ελέγχει επίσης τη συμπεριφορά του πράκτορα για την εναρμόνιση των λειτουργιών του συστήματος. Η διαχείριση που βασίζεται στην Πολιτική (Blight & Hamada 1999), κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος, ειδικά στον χώρο της διαχείρισης δικτύων IP. Ένα νέο στοιχείο στο πρότυπο single-server-view σχετίζεται με τη χρήση μίας Δυναμικής Διαχείρισης Πολιτικών, έναντι της στατικής διαχείρισης Πολιτικών που χρησιμοποιείται σήμερα, καθώς μιλάμε πλέον για μια δυναμική αλλαγή στις υπηρεσίες και τη λειτουργικότητα των κόμβων, όπως αναφέρεται στις έννοιες Ενεργών Δικτύων (Smith 1999, Brenner & Stadler 1999).

Στο σενάριο ενσωμάτωσης κινητών και σταθερών δικτύων μέσα στην παρούσα αρχιτεκτονική, όλα τα τερματικά αντιμετωπίζονται ως κινητά, και τα σταθερά τερματικά θεωρείται ότι έχουν μηδενική φορητότητα. Τον πυρήνα αποτελεί η βάση δεδομένων των συνδρομητών, η οποία περιέχει πληροφορίες όπως η τοποθεσία του συνδρομητή και τα διαθέσιμα συστήματα πρόσβασης. Για την παροχή μίας υπηρεσίας, ο Πράκτορας επικοινωνίας εισέρχεται στην βάση δεδομένων και ανακτά την τοποθεσία του χρήστη προς δρομολόγηση. Την ίδια στιγμή, ο Πράκτορας συλλέγει πληροφορίες για το σύστημα πρόσβασης και καθορίζει την πιο κατάλληλη μέθοδο προσφοράς υπηρεσιών όπως, για παράδειγμα, φωνή ή βίντεο. Καθορίζει επίσης το σύστημα κωδικοποίησης, το πρωτόκολλο, τον ρυθμό δυαδικών ψηφίων και την κατηγορία της υπηρεσίας. Οι βασικές λειτουργίες της τεχνολογίας Πράκτορα που αναμένεται να έχει η προτεινόμενη αρχιτεκτονική, είναι η εύκολη πρόσβαση σε υπηρεσίες μέσω της συγκάλυψης των διαφορών μεταξύ των συστημάτων, η προσαρμοστική επιλογή υπηρεσιών, η προσαρμογή των παρεχόμενων υπηρεσιών στις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη και η συνεργασία μεταξύ διαφόρων συστημάτων (Takada et al. 1997).

Η γνωριμία των μαθητών με τις βασικές τεχνολογίες Φωτονικών Δικτύων, τις τεχνολογίες Πράκτορα και τη βασισμένη στην Πολιτική Διαχείριση και η μεγαλύτερη εμπάθυση στις συγκεκριμένες έννοιες, εξαρτάται από τους επιμέρους σκοπούς και στόχους που καλείται ο εκπαιδευτικός να επιτύχει σε μία συγκεκριμένη τάξη και γι' αυτό το λόγο προτείνεται να γίνει σύμφωνα με το επίπεδο των διδασκόμενων μαθητών, εφόσον αυτές κρίνονται αρκετά εξειδικευμένες για επίπεδο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, και σε τέτοιο βαθμό ώστε να γίνει κατανοητή η μεγάλη σημασία τους ήδη στα δίκτυα του παρόντος αλλά και του μέλλοντος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επικαιροποίηση του Αναλυτικού Προγράμματος και των σχολικών εγχειριδίων σε συνδυασμό με τη χρήση πολλαπλών πηγών πληροφόρησης, θα αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα στη διαμόρφωση ενός προφίλ αποφοίτου που έχει ανάγκη διαρκούς ενημέρωσης για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις. Στην εποχή αυτής της ραγδαίας ανάπτυξης, ιδιαίτερα στους τομείς Πληροφορικής και Δικτύων, καλούμαστε να προσφέρουμε επίκαιρη γνώση στους μαθητές, εμπλουτίζοντας την ύλη του Αναλυτικού Προγράμματος με σύγχρονα πρότυπα και προηγμένες τεχνολογίες. Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε μια διδακτική πρόταση επικαιροποίησης της ύλης μαθημάτων με θέμα τα Δίκτυα, σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, κυρίως στο χώρο της Τεχνικής Επαγγελματικής Εκπαίδευσης, και συγκεκριμένα των ενοτήτων δικτυακών προτύπων, στην οποία περιγράφεται το πρότυπο single-server-view, ως βάση για τα δίκτυα του 21^{ου} αιώνα, όταν η αξία ενός δικτύου για τους χρήστες, θα βασίζεται κυρίως στις υπηρεσίες που αυτό παρέχει. Μέσα από το πρότυπο αυτό, οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με τεχνολογίες αιχμής όπως τα φωτονικά δίκτυα, οι πράκτορες, οι Πολιτικές Διαχείρισης και η προσέγγιση ενοποίησης κινητών και σταθερών δικτύων, ενώ μία από πάνω προς τα κάτω προσέγγιση του γνωστικού αντικείμενου, με εκκίνηση από οικείες προς τους μαθητές έννοιες, θα οδηγήσει στη στερεή δόμηση της νέας γνώσης και τη συνειδητοποίηση του ενιαίου πλαισίου λειτουργίας παλαιών και νέων προτύπων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Blight D. & Hamada T. (1999), *Scalable PBN*, Proc. IM '99
- Brenner & Stadler R. (1999), *Active network Framework*, Proc. IM '99
- Kurose J. F., Ross K. W. (2005), *Computer networking-A top down approach feat. The Internet*, Pearson Edu. Int.
- Kuwahara H. et al. (1999), *Photonic network architecture towards 1000 wavelengths*, Telecomm '99 Forum
- Moridera A., Murano K. & Mochida Y. (2000), *The network paradigm of the 21st century and its key technologies*, IEEE Communications Magazine
- Nahrstedt K. & Smith J. M. (1995), *The QoS Broker*, Univ. of PA
- Smith J. M. (1999), *Active network*, IEEE Comp.
- Takada Y., Mohri T. & Fujii H. (1997), *A multi-agent model for virtual integration of distributed databases*, CALS Expo int'L 1997, Proc, Track 7
- Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας, ΕΔΕΤ (2005),
<http://www.grnet.gr/index.php?op=modload&modname=Sitemap&action=sitemapviewpage&pageid=51>
- Ζαχαρόπουλος Β. (2005), *Ψηφιακά Συστήματα I*, Διαφάνειες Μαθήματος, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων, Τ.Ε.Ι. Κρήτης,
http://users.epp.teicrete.gr/mathimata/diktia/Δίκτυα_K2_files/frame.htm
- ΥΠΕΠΘ (1999), *Πρόγραμμα Σπουδών*, Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο
- ΥΠΕΠΘ (2000), *Μετάδοση Δεδομένων και Δίκτυα Υπολογιστών*, Τόμοι I και II, Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο