

# Πρόταση Διαμόρφωσης Δικτυακής Υποδομής και Δικτύου Δεδομένων Σχολικού Συγκροτήματος

Αναστάσιος Γ. Χατζηπαπαδόπουλος

Καθηγητής Πληροφορικής ΥΠΔΒΜΘ  
chatzipap@gmail.com

## Περίληψη

Η κτιριακή υποδομή στην πλειοψηφία των σχολικών συγκροτημάτων σήμερα, είναι παλαιότερη των αρχών της δεκαετίας, όταν και άρχισαν να εφαρμόζονται τα πρότυπα της δομημένης καλωδίωσης. Όσο αφορά στην δικτυακή υποδομή την οποία χρησιμοποιούν, παρατηρούνται ποικίλες καταστάσεις. Μελετημένες και δομημένες εγκαταστάσεις που δεν αξιοποιούνται πλήρως, χασοτικές εγκαταστάσεις από διαχρονικές επεμβάσεις και προσθήκες έως και πλήρη απουσία υποδομής. Συνέπεια όλων αυτών είναι να μην υπάρχουν εγγυήσεις ασφάλειας, ομαλής και απρόσκοπτης λειτουργίας, σωστής διαχείρισης του δικτύου όπως και εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που μπορεί αυτή να προσφέρει. Η πρόταση παρουσιάζει ένα μοντέλο υποδομής που μπορεί να εφαρμοστεί και σε παλαιές αλλά και σύγχρονες εγκαταστάσεις, το οποίο με μικρό κόστος εξοπλισμού δύναται να βελτιώσει ή να εξασφαλίσει κατά περίπτωση την ασφάλεια και τη σωστή διαχείριση του δικτύου δεδομένων ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της σύγχρονης εκπαίδευσης.

**Λέξεις Κλειδιά:** δομημένη καλωδίωση, δικτυακή υποδομή σχολείων, σχολικό δίκτυο δεδομένων, δικτυακή ασφάλεια σχολείων, διαχείριση σχολικού δικτύου, βελτίωση δικτυακής υποδομής.

## 1. Εισαγωγή

Η χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση αλλά και στη διοικητική μέριμνα είναι επιβεβλημένη και ολοένα αυξανόμενη. Η σύνδεση με το Διαδίκτυο αποτελεί σημαντικό εργαλείο αρωγής για όλα τα μέλη της σχολικής κοινότητας. Επίσης η εκμάθηση των τεχνολογιών του Διαδικτύου ως κύριος σκοπός διδασκαλίας σύμφωνα με τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών, όπως και η ενασχόληση με αυτό για διάφορες μορφές επικοινωνίας και συνεργασίας (Ηλ. Ταχυδρομείο, τηλεδιάσκεψη, κοινωνική δικτύωση), είναι καθημερινή πρακτική. Επιπλέον, η διοικητική πλευρά του ελληνικού σχολείου ως δημόσια υπηρεσία, η επαφή του με τα γραφεία εκπαίδευσης για αποστολή και λήψη υλικού μέσω Διαδικτύου, η τήρηση ηλεκτρονικού αρχείου μαθητών και καθηγητών, η μηχανοργάνωση, το e-school (ΥΠΕΠΘ, [http://www.yperth.gr/docs/e\\_school\\_091201.pdf](http://www.yperth.gr/docs/e_school_091201.pdf)), απαιτούν απρόσκοπτη, συνεχή και ασφαλή σύνδεση με το Διαδίκτυο [Μπελεσιώτης (2006)]. Τις απαιτήσεις αυτές εξασφαλίζει η υποδομή του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου (ΠΣΔ, <http://www.sch.gr>)

με τη βοήθεια της οποίας και του δικτύου πρόσβασής της, παρέχονται οι κατάλληλες ζεύξεις για να συνδεθούν τα σχολεία στον οικείο νομαρχιακό κόμβο. Σύμφωνα με το ΠΣΔ η πρόσβαση στο Διαδίκτυο και σε όλες τις υπηρεσίες που παρέχει θα πρέπει να θεωρούνται ως ένα αγαθό, που δίνεται στα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας για την προαγωγή της γνώσης και τη διευκόλυνση του μαθήματος. Το ΠΣΔ επίσης για προστασία των μαθητών από το παράνομο και ακατάλληλο περιεχόμενο παρέχει την Υπηρεσία Ελέγχου περιεχομένου στο Διαδίκτυο (ΠΣΔ, <http://www.sch.gr/sch-portal/aboutSch/presentations/2007/fyladio-11.pdf>). Η υποδομή αυτή όμως εξασφαλίζει τις απαιτήσεις απρόσκοπτης λειτουργίας που αναφέρθηκαν μέχρι το σχολείο, αλλά όχι πάντα μέσα σε αυτό. Το υποσύνολο της εσωτερικής δικτυακής υποδομής της σχολικής μονάδας ολοκληρώνει το κύκλωμα επικοινωνίας μεταξύ δύο επικοινωνούντων κόμβων και η καλή του λειτουργία είναι σημαντική για την τελική ποιότητα της επικοινωνίας αυτής.

Στην πρόταση αυτή παρουσιάζεται μία διαμόρφωση εσωτερικής δικτυακής υποδομής σχολικού συγκροτήματος, που συμβάλλει καθοριστικά στη βελτιστοποίηση των υπαρχόντων υποδομών, ολοκληρώνοντας τους κανόνες καλής λειτουργίας και ασφάλειας που έχουν ήδη θεσπιστεί. Εξασφαλίζεται επίσης, πλήρη διαχείριση των τοπικών δικτύων των εργαστηρίων και των γραφείων διοίκησης, επίλυση καθημερινών προβλημάτων διδασκαλίας στα τοπικά δίκτυα των εργαστηρίων καθώς και στις διοικητικές εργασίες μηχανογράφησης όπου απαιτείται αυξημένη ασφάλεια και σταθερότητα.

## **2. Περιγραφή της Υπάρχουσας Δικτυακής Υποδομής**

### **2.1 Δικτυακή Υποδομή ΠΣΔ**

Με τον όρο δομημένη καλωδίωση χαρακτηρίζουμε το σύνολο των προτύπων και κανονισμών που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό την μελέτη και την εγκατάσταση καλωδιώσεων ασθενών ρευμάτων ιεραρχικής δομής για ανταλλαγή δεδομένων, σημάτων και έλεγχο επικοινωνιών σε ένα κτίριο [Elliot (2002)].

Τοπολογία τοπικού δικτύου είναι ο τρόπος και η μορφή σύνδεσης των κόμβων ενός δικτύου μεταξύ τους και μπορεί να είναι φυσική ή λογική [Teare D. (1999)].

Το μοντέλο σχεδιασμού και οι λειτουργικές προδιαγραφές του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου βασίζονται στην τεχνολογία και στη μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της παγκόσμιας εξάπλωσης του Διαδικτύου και στηρίζεται με την οικογένεια δικτυακών πρωτοκόλλων, γνωστή ως TCP/IP. Το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο δομείται σε μία ιεραρχική δομή τριών επιπέδων:

- Δίκτυο Κορμού: Ως δίκτυο κορμού χρησιμοποιείται το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ, <http://www.gnet.gr>).
- Δίκτυο Διανομής: Το σχολικό δίκτυο εγκαθιστά στην πρωτεύουσα κάθε νομού εξοπλισμό και εξασφαλίζει τη βέλτιστη πρόσβαση των σχολείων του νομού στο δίκτυο και στις υπηρεσίες του.

- Δίκτυο Πρόσβασης: Χρησιμοποιείται για να διασυνδέει άμεσα και με τις κατάλληλες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις τα σχολεία στον οικείο νομαρχιακό κόμβο. Με βάση συγκεκριμένα οικονομοτεχνικά χαρακτηριστικά επιλέγεται ο βέλτιστος τρόπος διασύνδεσης ανάμεσα σε: Κύκλωμα ADSL, Ασύρματη ζεύξη, Μισθωμένο κύκλωμα, Ψηφιακό κύκλωμα ISDN, Απλό κύκλωμα PSTN, Κύκλωμα VDSL (πilotικά), Οπτικές συνδέσεις (μελλοντικά), Δορυφορικές ζεύξεις (μελλοντικά) (ΠΣΔ, <http://www.sch.gr/sch-portlets/aboutSch/presentations/2007/fyladiokentriko.pdf>).

## 2.2 Δικτυακή Υποδομή Σχολικών Μονάδων

Οι περισσότερες σχολικές μονάδες χρησιμοποιούν για την πρόσβασή τους στο Διαδίκτυο συνδέσεις κυκλώματος ADSL και γίνεται προσπάθεια χρήσης αντίστοιχων κυκλωμάτων σε πιο απομακρυσμένες μονάδες με βελτίωση των τηλεπικοινωνιακών γραμμών. Στις μονάδες όπου υφίσταται η δυνατότητα αυτή παρέχεται από το ΠΣΔ ένας δρομολογητής ADSL. Οι δρομολογητές αυτοί συνήθως τοποθετούνται σε εργαστήρια Πληροφορικής σε επίτοιχα ικριώματα (Racks), αλλά πολλές φορές λόγω απουσίας δομημένης καλωδίωσης τοποθετούνται όπου η επικοινωνιακή υποδομή της σχολικής μονάδας το επιτρέπει. Από αυτό το σημείο και πέρα η συνέχεια του σχεδιασμού της δικτυακής υποδομής εντός του Σχολείου και της υλοποίησής της συνήθως δεν ακολουθεί κάποιο μοντέλο, παρά αυτό του αυτοσχεδιασμού. Η ύπαρξη επίσης περισσότερων του ενός δρομολογητών σε ένα κτιριακό συγκρότημα λόγω ύπαρξης πολλών εργαστηρίων ή λόγω συστέγασης και άλλων σχολικών μονάδων σε αυτό (ΣΕΚ, Εσπερινά), είναι συχνό φαινόμενο το οποίο κάνει πιο σύνθετη την ορθή σχεδίαση του δικτύου δεδομένων.

Υφίσταται ακόμα πληθώρα απαιτήσεων και ιδιαιτεροτήτων που αφορούν στον τρόπο διαμόρφωσης του κτιρίου, το πλήθος και το είδος των εργαστηρίων που εξυπηρετούνται από τους δρομολογητές, το πλήθος των συσκευών με δυνατότητα δικτυακής σύνδεσης (φορητοί Η/Υ, PDA, εκτυπωτές, σαρωτές, φωτοτυπικά, τηλεομοιοτυπικά). Επιπλέον τα γραφεία διοίκησης χρρίζουν δικτυακής σύνδεσης με αυξημένες απαιτήσεις, ασφάλειας, σταθερότητας και ταχύτητας, καθιστώντας την ορθή υλοποίηση της τοπολογίας και της ενδοσχολικής δικτυακής υποδομής καθώς και τη χρήση αυτής έργο απαιτητικό. Η ύπαρξη επίσης πολλών μαθητών με επαρκή και βαθιά γνώση των νέων τεχνολογιών έχει σαν συνέπεια τα ασταθή και ελλιπή όσον αφορά στη δικτυακή ασφάλεια συστήματα να διεγείρουν τη φαντασία τους και να είναι ευάλωτα στις ικανότητές τους.

## 2.3 Διευθυνσιοδότηση εντός της Σχολικής Μονάδος

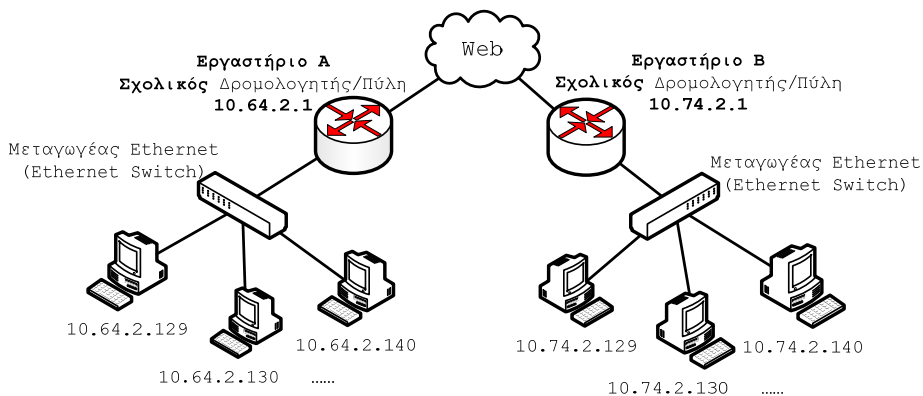
Στα σχολεία όπου υπάρχει η δυνατότητα κυκλώματος ADSL, παρέχεται από το ΠΣΔ ένας δρομολογητής ADSL με εσωτερική IP διεύθυνση (Lan IP) κλάσης Α της μορφής 10.x.x.1, με ενεργοποιημένο το πρωτόκολλο DHCP για δυνατότητα αυτόματης απόδοσης διευθύνσεων IP στους υπολογιστές πελάτες που θα έχουν πρόσβαση μέσω

αυτού στο Διαδίκτυο. Η επιλογή αυτή της δυναμικής απόδοσης διευθύνσεων IP αν και εν πρώτης όψεως έχει πλεονεκτήματα, (π.χ. αποσυμφόρηση του έργου απόδοσης και καταγραφής διευθύνσεων, αποφυγή IP conflict κ.λ.π.) εντούτοις έχει και τα μειονεκτήματά της. Τέτοια είναι για παράδειγμα η επιβάρυνση της δικτυακής κίνησης με broadcast DHCP ερωτήματα, ενδεχόμενα προβλήματα όπου υφίστανται δύο ή περισσότεροι DHCP Servers όπως αδυναμία καθορισμού του δικτύου που θα ανήκει κάποιος νεοεισερχόμενος σταθμός εργασίας.

## 2.4 Δικτυακές δομές εντός της Σχολικής Μονάδος

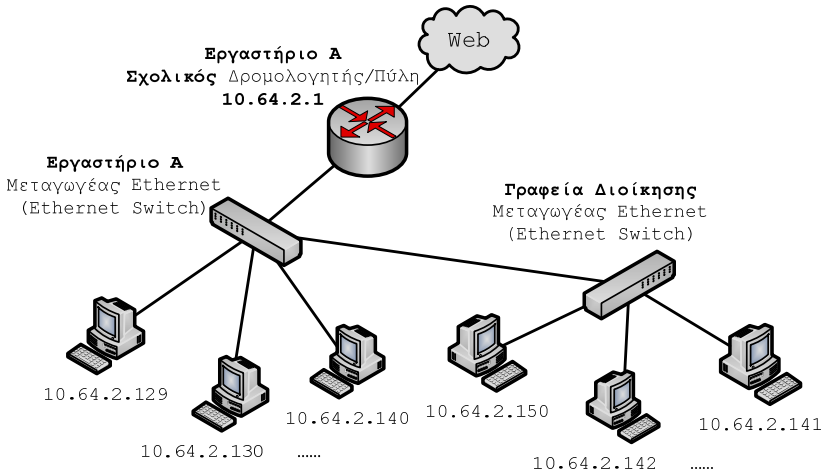
Στις σχολικές μονάδες επικρατούν συνήθως δύο δικτυακές δομές ή και διάφοροι συνδυασμοί τους. Στην πρώτη δομή υπάρχουν δύο ή περισσότεροι δρομολογητές, οι οποίοι ανήκουν σε κάποια εργαστήρια ή στη διοικητική μονάδα και συνδέονται σε αυτούς αντίστοιχα τοπικά δίκτυα εργαστηρίων ή γραφείων, ανεξάρτητα και απομονωμένα μεταξύ τους. Η δομή αυτή εξυπηρετεί θέματα ασφάλειας. Ωστόσο δεν είναι εφικτό κάθε τοπικό δίκτυο εντός του σχολείου να έχει το δικό του σχολικό δρομολογητή, αλλά και όταν αυτό συμβαίνει, η απομόνωσή τους στερεί τις δυνατότητες εκμετάλλευσης των δικτυακών πόρων και συσκευών που θα πρόσφερε η διασύνδεσή τους (π.χ. ανταλλαγή ή διαμοιρασμός συσκευών και αρχείων, δικτυακών υπηρεσιών κ.α.) (Σχήμα 1).

Πιο συχνά όμως συναντάμε τη δεύτερη δομή, όπου ένα εργαστήριο ή τα γραφεία διοίκησης χωρίς δρομολογητή και άρα σύνδεση στο Διαδίκτυο, συνδέονται με το χώρο που έχει δρομολογητή για να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτό για τις ανάγκες τους (Σχήμα 2). Η περίπτωση αυτή προκύπτει επίσης όταν, σε μια σχολική μονάδα που ανήκει στην πρώτη δομή, θελήσουμε να επεκτείνουμε το δίκτυο, προσφέροντας πρόσβαση στο Διαδίκτυο και σε κάποιο άλλο τοπικό δίκτυο εντός του σχολείου (π.χ. Σχολική Βιβλιοθήκη).



Σχήμα 1. Δομή απομονωμένων εργαστηρίων

Στη δεύτερη αυτή δομή έχουμε τα πλεονεκτήματα μεν της διασύνδεσης των τοπικών δικτύων, προκύπτει όμως σοβαρό θέμα ασφάλειας των κρίσιμων δεδομένων εφόσον όλες οι διεπαφές δικτύου των τερματικών κόμβων βρίσκονται στο ίδιο τμήμα φυσικού δικτύου και έχουν την ίδια διεύθυνση δικτύου (10.64.2) και μοναδική διεύθυνση τελικού συστήματος (10.64.2.x) (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2.** Δομή φυσικά διασυνδεδεμένων εργαστηρίων/γραφείων

Συνεπώς υφίσταται επικοινωνία και σε επίπεδο δικτύου καθώς και σε φυσικό επίπεδο (σύνδεση μέσω μεταγωγέων ethernet) και η ασφάλεια που συνήθως έγκειται στους κωδικούς πρόσβασης δύνανται να υπονομευθεί. Επίσης και στις δύο δομές ο μόνος τρόπος ελέγχου της πρόσβασης σε διάφορες υπηρεσίες Διαδικτύου είναι μέσω λύσεων λογισμικού, η οποία στην πράξη έχει δείξει ότι δεν έχει πάντα τα επιθυμητά αποτελέσματα και είναι προτιμότερο να συνδυάζεται με λύσεις υλικού. Επιπλέον στα σχολικά συγκροτήματα που διαθέτουν περισσότερους από έναν σχολικούς δρομολογητές προσφέρεται, θεωρητικά τουλάχιστον, μεγαλύτερο εύρος ζώνης στους υπολογιστές πελάτες που συνδέονται σε αυτούς. Θα ήταν αναμενόμενο λοιπόν να παρουσιάζονται καλύτεροι ρυθμοί μετάδοσης λόγω ισοκατανομής του φόρτου διαδικτυακής κίνησης. Οι αλλαγές όμως των ωρολογίων προγραμμάτων κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους καθώς και η ανισοβαρής κατανομή των ωρών διδασκαλίας στα εργαστήρια, λόγω δυσκολίας εκπόνησης του εβδομαδιαίου προγράμματος, σε συνδυασμό με τη πολυπλοκότητα αλλαγής δικτυακών ρυθμίσεων, προκαλούν υπερφόρτωση σε ορισμένους δρομολογητές, ενώ κάποιοι άλλοι παραμένουν σχεδόν ανενεργοί. Να αναφέρουμε δε ότι, σε περίπτωση βλάβης ενός δρομολογητή ένα τμήμα του δικτύου θα παραμείνει για εύλογο χρονικό διάστημα εκτός σύνδεσης έως την αποκατάσταση της βλάβης λόγω αδυναμίας δρομολόγησης της διαδικτυακής κίνησης μέσω άλλου δρομολογητή που βρίσκεται ήδη σε λειτουργία.

### **3. Προτεινόμενη δομή δικτύου δεδομένων**

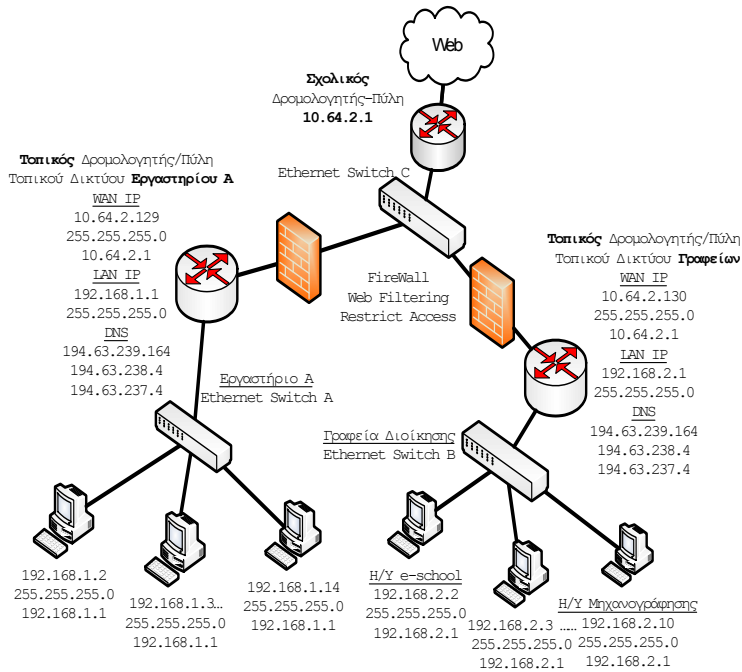
Στις περισσότερες σχολικές μονάδες, απαιτείται λοιπόν να επιτευχθεί διαχωρισμός των σταθμών εργασίας με βάση το χώρο όπου αυτοί ανήκουν (π.χ. γραφεία, εργαστήρια), διατηρώντας όμως δυνατότητες επικοινωνίας και αποκτώντας παράλληλα πλήρη διαχειριστικό έλεγχο των χώρων αυτών. Επίσης όπου υπάρχουν περισσότεροι του ενός δρομολογητές πρέπει να είναι εφικτή η πλήρης εκμετάλλευση του εύρους ζώνης που παρέχουν και να δίνεται η δυνατότητα ισοκατανομής του φορτίου κίνησης σε αυτούς. Η λύση που θα αναπτυχθεί στη συνέχεια παρουσιάζει την επίτευξη των στόχων αυτών χρησιμοποιώντας τοπικούς δρομολογητές (Routers) οι οποίοι τοποθετούνται σε χαμηλότερη ιεραρχία από τους σχολικούς δρομολογητές. Οι δρομολογητές αυτοί θα ελέγχονται από τους υπεύθυνους εκπαιδευτικούς και θα ρυθμίζονται σύμφωνα με τις ανάγκες του Σχολείου.

#### **3.1 Διαχωρισμός στο επίπεδο Δικτύου**

Το ΠΣΔ για τη διαχείριση της πρόσβασης των Σχολικών Μονάδων όπως αναφέρθηκε παρέχει δρομολογητές τους οποίους διαχειρίζεται με απομακρυσμένη πρόσβαση και με άγνωστους κωδικούς πρόσβασης. Συνεπώς ουδείς και ορθά δεν έχει πρόσβαση στις ρυθμίσεις τους. Οι δρομολογητές ως συσκευές πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον δύο διεπαφές δικτύου (στα σχολεία συνήθως διεπαφές Ethernet) εφόσον συνδέουν δύο ή περισσότερα δίκτυα στο επίπεδο δικτύου του μοντέλου OSI (ή στο επίπεδο διαδικτύου του TCP/IP) και πρέπει να έχουν τη δυνατότητα προώθησης πακέτων μεταξύ των διεπαφών αυτών και άρα και των δικτύων που συνδέουν. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι υφίσταται δρομολόγηση με βάση τη λογική (εν προκειμένω IP) διεύθυνση που έχει καθοριστεί στους σταθμούς εργασίας των εν λόγω δικτύων [Stevens (1993)]. Στην περιγραφόμενη δομή της πρότασης χρησιμοποιούνται τοπικοί δρομολογητές οι οποίοι φιλτράρουν τα πακέτα που διακινούν με βάση τις διευθύνσεις πηγής (Source IP) και προορισμού (Destination IP). Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο επιθυμητός διαχωρισμός σε επίπεδο δικτύου, αφού οι δρομολογητές μπορούν να αποδεχθούν ή να απορρίψουν ένα πακέτο ανάλογα με το αν ανήκει ή όχι στο οριζόμενο λογικό υποδίκτυο [Tanenbaum (2003)].

#### **3.2 Εφαρμογή της πρότασης σε μονάδες με έναν σχολικό δρομολογητή**

Σε ένα σχολείο με ένα σχολικό δρομολογητή εσωτερικής IP Δνσης (Lan IP) 10.64.2.1 ο οποίος παρέχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο σε όλο το συγκρότημα, τοποθετούμε ένα τοπικό δρομολογητή/πύλη στο Εργαστήριο Α (Σχήμα 3), με εξωτερική IP Δνση (Wan IP) κλάσης Α: 10.64.2.129 στο εύρος δηλαδή του σχολικού δρομολογητή 10.64.2.1 και εσωτερική IP Δνση (Lan IP) κλάσης C:192.168.1.1.



**Σχήμα 3.** Δομή συνδεδεμένων εργαστηρίων/γραφείων σε μονάδες με έναν σχολικό δρομολογητή

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα τοπικό δίκτυο κλάσης C, το 192.168.1.0. Όμοια τα γραφεία διαχωρίζονται από το υπόλοιπο δίκτυο με τοπικό δρομολογητή εξωτερικής IP Δνσης (Wan IP) κλάσης A:10.64.2.130 και εσωτερικής IP Δνσης (Lan IP) κλάσης C: 192.168.2.1, δημιουργώντας έτσι δεύτερο τοπικό δίκτυο κλάσης C, το 192.168.2.0. Επιτυγχάνεται έτσι ο λογικός διαχωρισμός (στο επίπεδο δικτύου) του Εργαστηρίου Α και των Γραφείων Διοίκησης από το υπόλοιπο δίκτυο κλάσης Α (το 10.64.2.0) και επιπλέον :

- δεσμεύοντας μόνο δύο IP διευθύνσεις την 10.64.2.129 και την 10.64.2.130,
- αφήνοντας μεγάλο περιθώριο ανάπτυξης του δικτύου,
- περιορίζοντας ταυτόχρονα την κίνηση στο δίκτυο από Broadcast & Multicast πακέτα.

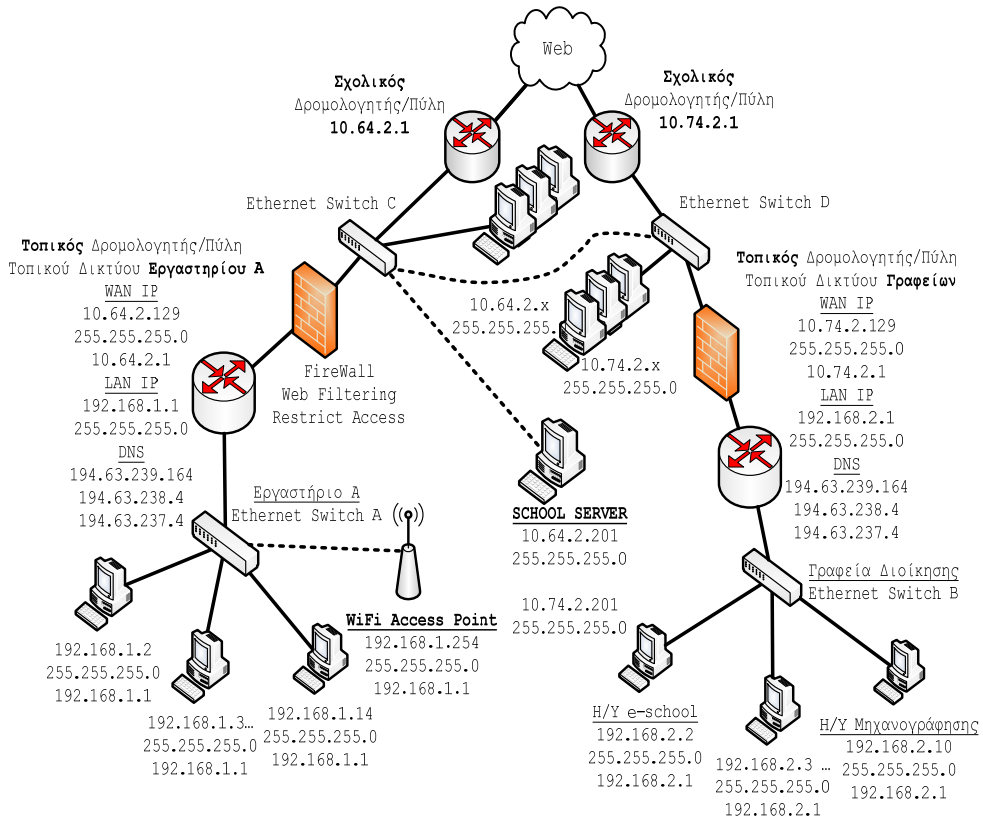
Οι υπολογιστές των γραφείων στην προηγούμενη δομή (Σχήμα 2), βρίσκονται στο ίδιο εύρος διευθύνσεων 10.64.2.x με τους υπολοίπους επικοινωνούσαν σε επίπεδο δικτύου με τους υπολογιστές των εργαστηρίων. Μετά την εφαρμογή της προτεινόμενης δομής (Σχήμα 3), η επικοινωνία αυτή έχει αποκοπεί με τη χρήση των δρομολογητών, την ενεργοποίηση του τοίχους προστασίας και την αλλαγή του εύρους διευθύνσεων που ανήκουν, χωρίς βέβαια να χαθεί η πρόσβαση τους στο Διαδίκτυο. Επιτυγ-

χάνεται έτσι, η επιθυμητή ασφάλεια που πρέπει να έχουν οι σταθμοί εργασίας της μηχανογράφησης και του e-school, η μείωση των κινδύνων των κοινόχρηστων φακέλων κ.λ.π.

### **3.3 Εφαρμογή της πρότασης σε μονάδες με δύο ή περισσότερους σχολικούς δρομολογητές**

Σε ένα σχολείο με δύο σχολικούς δρομολογητές εσωτερικών διευθύνσεων IP (Lan IP): 10.64.2.1 και 10.74.2.1 αντίστοιχα, συνδέουμε σε χαμηλότερη ιεραρχία, δύο τοπικούς δρομολογητές με εξωτερικές IP Δνσεις (Wan IP): 10.64.2.129, 10.74.2.129 και με εσωτερικές διευθύνσεις IP (Lan IP): 192.168.1.1, 192.168.2.1 αντίστοιχα, διαχωρίζοντας έτσι σε επίπεδο δικτύου, το εργαστήριο Α και τα γραφεία διοίκησης (Σχήμα 4) όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο 3.2. Εκτός από τους δύο τοπικούς δρομολογητές έχουν προστεθεί δύο μεταγωγείς Ethernet (Ethernet Switch C, D) για συνένωση των δικτύων. Η λογική της ανάπτυξης αυτής επεκτείνεται με παρόμοιο τρόπο όταν υπάρχουν και περισσότεροι των δύο σχολικών δρομολογητών καθώς και όταν συνδέεται σε αυτούς διαφορετικό πλήθος εργαστηρίων. Παρατηρούμε ότι η δικτυακή κίνηση του Εργαστηρίου Α δρομολογείται στο Διαδίκτυο μέσω του Δρομολογητή/Πύλη 10.64.2.1, ενώ των γραφείων μέσω του 10.74.2.1. Σε περίπτωση βλάβης (ή διαμοιρασμού του φόρτου αν υπάρχουν περισσότεροι δρομολογητές και εργαστήρια) του δρομολογητή 10.64.2.1 η επαναδρομολόγηση της κίνησης είναι εύκολη υπόθεση, μέσω των ρυθμίσεων του τοπικού δρομολογητή 192.168.1.1 αλλάζοντας την εξωτερική IP διεύθυνσή του (Wan IP) από 10.64.2.129 σε μία διαθέσιμη IP στο εύρος διευθύνσεων του 10.74.2.x ας πούμε στην 10.74.2.130. Έτσι όλη η κίνηση του Εργαστηρίου Α δρομολογείται από την πύλη 10.74.2.1 χωρίς καμία υπονόμηση ασφάλειας ή άλλης συνέπειας στην εύρυθμη λειτουργία του δικτύου. Η δομή αυτή εφαρμόζεται με παρόμοια λογική ακόμα και σε πιο σύνθετα δικτυακά περιβάλλοντα.





Σχήμα 4. Δομή συνδεδεμένων εργαστηρίων/γραφείων σε μονάδες με δύο ή περισσότερους σχολικούς δρομολογητές

### 3.4 Επιπλέον δυνατότητες

Έχοντας διαμορφώσει το δίκτυο δεδομένων του σχολείου όπως περιγράφηκε, έχουμε μεγάλη δυνατότητα ανάπτυξης και διαχείρισης του σχολικού δικτύου. Ο υπεύθυνος εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στους τοπικούς δρομολογητές εκμεταλλευόμενος όλες τις ρυθμίσεις διαχείρισης που περιλαμβάνουν:

- Τοίχος προστασίας (Firewall) για αποτροπή cookies, ActiveX, Java Applets, Multicast Packets, ICMP Packets κ.λ.π. αυξάνοντας τα επίπεδα ασφαλείας για όλο το τοπικό δίκτυο του εργαστηρίου Α (ή γραφείων).
- Φιλτράρισμα Περιεχομένου Ιστού (Web Filtering/Restrict Access) για απόλυτο έλεγχο μέσω υλικού πλέον για τις ιστοσελίδες που επισκέπτονται οι μαθητές. Με λέξεις κλειδιά (π.χ. games, youtube, liveradio ) μπορούμε να δημιουργήσουμε και να αποθηκεύσουμε κανόνες περιεχομένου και να τους ενεργοποιούμε/απενεργοποιούμε χωρίς επανεκκινήσεις, καθολικά για όλους

τους σταθμούς ή αποσπασματικά για ορισμένους ανάλογα με τις απαιτήσεις της διδασκαλίας, κάτι που δεν είναι εφικτό να κάνει το ΠΣΔ. Είναι εφικτό επίσης να δημιουργήσουμε κανόνες πρόσβασης βάση ωρολογίου προγράμματος (πχ. Κάθε Δευτέρα από 10.30 έως 12.15 πλήρη απαγόρευση πρόσβασης στο Διαδίκτυο για τους Η/Υ από 192.168.1.2 – 192.168.1.14)

- Ενεργοποίηση του πρωτοκόλλου DHCP.

Υπάρχει πλέον η δυνατότητα ασφαλούς εγκατάστασης ενός ασύρματου σημείου πρόσβασης (WiFi Access Point), (Σχήμα 4) με χαμηλότερη ιεραρχία από τον τοπικό δρομολογητή του εργαστηρίου Α, στο εύρος 192.168.1.x (π.χ. 192.168.1.254) με απενεργοποιημένο το DHCP πρωτόκολλο (ο τοπικός δρομολογητής θα παρέχει την υπηρεσία). Βέβαια απαιτείται και η ενεργοποίηση κάποιου πρωτοκόλλου κρυπτογράφησης (WPA, WPA-2, WPA-PSK) ώστε να υπάρχει πλήρης έλεγχος πρόσβασης των ασύρματων κόμβων σε αυτόν (Laptop, PDA, Smartphones κ.α.). Ο δικτυακός έλεγχος του εργαστηρίου είναι πλήρης δίνοντας μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης και διαχείρισης του δικτύου καθώς και υλοποίησης ασκήσεων έργων και εφαρμογών χωρίς κίνδυνο υπονόμησης της καλής λειτουργίας του υπόλοιπου δικτύου.

Μπορούμε επίσης να επεκτείνουμε τις προσφερόμενες δικτυακές υπηρεσίες, τοποθετώντας στη δικτυακή δομή, έναν εξυπηρετητή, δικτυακά προσπελάσιμο από οποιοδήποτε μέρος του σχολείου (SCHOOL SERVER), (Σχήμα 4). Στον εξυπηρετητή αυτόν εγκαθίστανται πολλαπλές κάρτες δικτύου (NICs) και ορίζονται IP διευθύνσεις από όλα τα διαθέσιμα δίκτυα (10.64.2.x, 10.74.2.x). Με αυτόν τον τρόπο ο SCHOOL SERVER γίνεται διαθέσιμος από όλα τα δίκτυα του σχολείου (10.64.2.0, 10.74.2.0, 192.168.1.0, 192.168.2.0). Στον εξυπηρετητή αυτόν μπορούν επίσης να εγκατασταθούν διάφορες υπηρεσίες όπως File Server, WEB Server, FTP Server, E-mail Server, Media Server, με διαφορετικούς λογαριασμούς και επίπεδα ασφάλειας για κάθε ομάδα χρηστών και με λύσεις ανοιχτού ή εμπορικού λογισμικού. Έχουμε επίσης τη δυνατότητα εγκατάστασης εργαλείων λογισμικού διαχείρισης και ελέγχου δικτύου για την ορθή και βέλτιστη λειτουργία του. Υλοποιείται έτσι μία μορφή ενδοδικτύου (Intranet) αξιοποιώντας τις δυνατότητες της οικογένειας πρωτοκόλλων TCP/IP εντός του σχολείου. Σε περιπτώσεις μάλιστα νέων σχολείων όπου υφίσταται υποδομή δομημένης καλωδίωσης, όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός μπορεί να τοποθετηθεί στο υποσύστημα κεντρικής διασύνδεσης κτιρίου. Οι δυνατότητες και οι τρόποι αξιοποίησης της είναι απεριόριστες και μπορεί να καλυφθούν πλήρως οι ανάγκες πρόσβασης εκπαιδευτικών και μαθητών, σε πλήθος ηλεκτρονικών αρχείων (βιβλίων, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, εκπαιδευτικού υλικού, μαθητικών εργασιών, κ.α.) από οποιοδήποτε χώρο του σχολείου.

Όσο αφορά τη δυναμική διευθυνσιοδότηση IP των κόμβων του σχολείου που είχε προταθεί από το ΠΣΔ εδώ και αρκετά χρόνια, είναι σκόπιμο πλέον να χρησιμοποιείται μόνο για τους προσωρινά εισερχόμενους κόμβους στο ενδοσχολικό δίκτυο. Οι σταθεροί τερματικοί κόμβοι πρέπει να έχουν στατικές IP διευθύνσεις οι οποίες και θα χορηγούνται μετά από προσεκτική καταγραφή τους (για αποφυγή συγκρούσεων) και

δεν θα δίνεται δυνατότητα αλλαγής των δικτυακών ρυθμίσεων από τους τοπικούς χρήστες. Προϋπόθεση όλων αυτών είναι η σωστή δικτυακή δομή, η διασύνδεση όλου του δικτύου, η αγορά κατάλληλου εξοπλισμού (δρομολογητές, κάρτες δικτύου, μεταγωγείς) και η ύπαρξη ενός εκπαιδευτικού με αρμοδιότητες διαχειριστή ενδοσχολικού δικτύου [Μπελεσιώτης (2010)].

Ένα μεγάλο τμήμα των προτάσεων αυτών έχει υλοποιηθεί σε σχολείο που διαθέτει τρεις σχολικούς δρομολογητές και στο οποίο εξ αρχής απουσίαζε πλήρως κάθε έννοια δομημένης καλωδίωσης, με μικρό κόστος εξοπλισμού, με πολύ καλά και ενθαρρυντικά έως τώρα αποτελέσματα και με ικανοποιητική αποδοχή από τη σχολική κοινότητα. Η υποδομή του έχει αποτελέσει πλατφόρμα ανάπτυξης νέων έργων και υπηρεσιών που εξυπηρετούν την καθημερινή ενασχόληση της μονάδας με τις ΤΠΕ, επιλύοντας τα ζητήματα ασφάλειας, διαχείρισης και πρόσβασης που προαναφέρθηκαν. Ως εξοπλισμός χρησιμοποιήθηκε Linksys Router BEFSX41 (Cisco Systems Inc., <http://www.linksys.com>), Access Point LevelOne (Digital Data Communications GmbH, <http://www.level1.com>), ελεύθερο λογισμικό Fillezilla FTP Server (<http://filezilla-project.org>), FreeNas Server (The FreeBSD Foundation, <http://freenas.org>), Apache Server (The Apache Software Foundation, <http://www.apache.org/>), όπως και εμπορικό Microsoft Internet Information Services (Microsoft Corporation, <http://www.microsoft.com>).

#### **4. Επίλογος**

Ένα σημαντικό μέρος της καθημερινότητας του σύγχρονου μαθητή και εκπαιδευτικού, αφιερώνεται στη χρήση των νέων τεχνολογιών και σε διάφορες μορφές επικοινωνίας μέσω αυτών. Η προτεινόμενη δικτυακή υποδομή δύναται να αποτελέσει το θεμέλιο λίθο της καλής λειτουργίας των νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σ' ένα σχολείο, καθώς και της απαιτούμενης αποδοτικότητας και ασφάλειας. Η υποδομή του ΠΣΔ για την πρόσβαση των σχολικών μονάδων στο Διαδίκτυο σε συνδυασμό με την προαναφερόμενη ενδοσχολική δικτυακή διαμόρφωση με χρήση τοπικών δρομολογητών, προσφέρει λύσεις σε φλέγοντα ζητήματα θεμάτων ασφάλειας και δικτυακής διαχείρισης. Η τοποθέτηση ενός σχολικού εξυπηρετητή στη δομή αυτή και η εγκατάσταση αντίστοιχων υπηρεσιών ενδοδικτύου, ολοκληρώνει το πλαίσιο του δικτύου δεδομένων του σύγχρονου ψηφιακού σχολείου και συνθέτει μία πλατφόρμα ασφαλούς ανάπτυξης υφιστάμενων αλλά και μελλοντικών δικτυακών υπηρεσιών.

#### **Αναφορές**

1. Elliot Barry (2002), *Designing a structured cabling system to ISO 11801 2<sup>nd</sup> edition*, Woodhead Publishing.
2. Stevens Richard (1993), *TCP/IP Illustrated: The Protocols*, Addison Wesley Publications.

3. Tanenbaum Andrew (2003), Computer Networks, Prentice Hall Publications.
4. Teare Diane (1999), Designing Cisco Networks, Cisco Press.
5. Μπελεσιώτης Β. (2006), Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας εργαλείο στη σχολική μονάδα. Το στοιχείο που δεν πρέπει να χαθεί, Επιστημονικό Περιοδικό Αστρολάβος, τεύχος 5/2006.
6. Μπελεσιώτης Β. (2010), Η Πληροφορική και οι ΤΠΕ στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σύστημα Βάσης Γνώσης με Στοιχεία Αξιολόγησης και Διδασκαλίας, 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, «Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Το Ψηφιακό Σχολείο» ISSN 1792-1511.

---

### **Abstract**

The building infrastructure in most schools today, is older than the early beginning of the decade, when the standards of structured cabling started to apply. As far as it concerns the network infrastructure which is used, various conditions are observed. Studied and structured installations that are not fully exploited, chaotic installations of diachronic interventions and additions, up to total lack of network infrastructure. The consequences of all the above are the absence of security guarantees, as well as smooth and unhindered operation, proper network management and even lack of further facilities that could be provided and exploited. This proposal presents a model of a network infrastructure that it can be applied in both old and modern installations, which can improve or ensure the network security and enhance the network management with low-cost equipment, in order to meet current demands of modern education.

**Keywords:** Structured cabling, school network infrastructure, school data network, school network security, network management, enhance network management.