

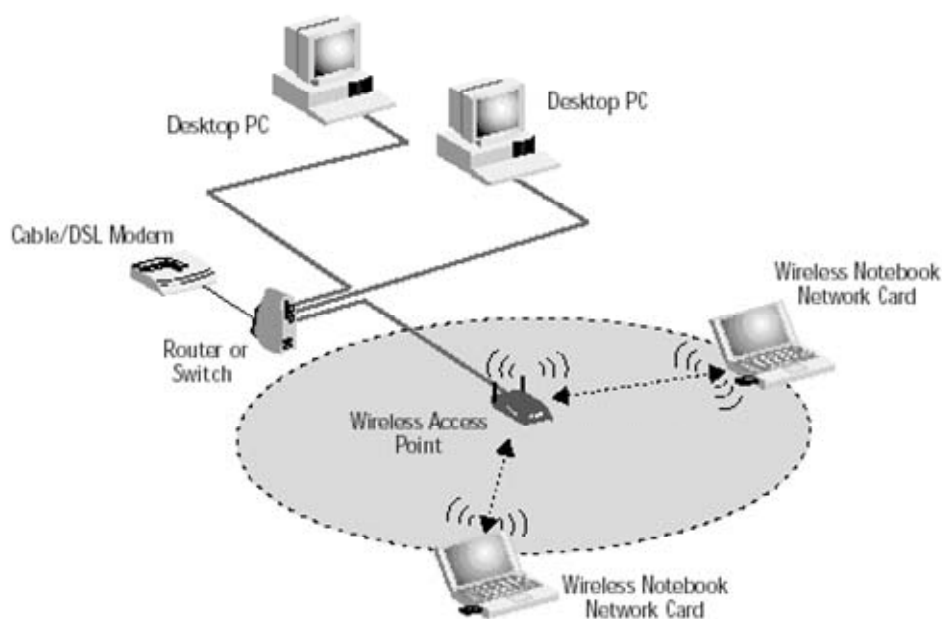
# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών  
Τμήμα Ηλεκτρολογίας

## Πτυχιακή εργασία

«ΜΕΛΕΤΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ ΣΤΗΝ ΣΗΤΕΙΑ.»



Εισηγητής: Βασιλάκης Κώστας  
Σπουδαστής: Κολυβάκης Νικόλαος

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σημερινές απαιτήσεις για την υποστήριξη Τοπικών Δικτύων, δημιούργησαν την ανάγκη της ιδιαίτερης ανάπτυξης υποδομής για ασθενή ρεύματα (τηλεφωνική και δικτυακή υποδομή) στις εγκαταστάσεις των υπό κατασκευή κτιρίων. Οι σύγχρονες τεχνολογίες των Τοπικών Δικτύων για να αποδώσουν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης (155Mbps) και ποιοτική επικοινωνία απαιτούν μέσα μετάδοσης πολύ καλής ποιότητας. Παλαιότερα αντιμετωπιζόταν μόνο το θέμα της κατασκευής εσωτερικής καλωδίωσης για τηλεφωνία. Σήμερα είναι απαραίτητο, λόγω της μεγάλης εξάπλωσης και χρήσης των Τοπικών Δικτύων, αλλά και λόγω του ότι είναι εφικτή και συμφέρουσα πλέον η συνεργασία τους με τα σύγχρονα ψηφιακά τηλεφωνικά κέντρα, να λαμβάνεται ειδική μέριμνα και για τον σχεδιασμό και υλοποίηση κοινής υποδομής ασθενών ρευμάτων που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη Τοπικών Δικτύων και του τηλεφωνικού δικτύου.

Μία πολύ γνωστή τυποποίηση αυτής της κοινής αντιμετώπιση της υποδομής των ασθενών ρευμάτων, η οποία ονομάζεται δομημένη καλωδίωση, είναι η **EIA/TIA 568**. Η δομημένη καλωδίωση, σύμφωνα με την προδιαγραφή EIA/TIA 568, αναπτύσσεται ιεραρχικά ξεκινώντας από την καλωδίωση **κορμού** (backbone network ή κατακόρυφο δίκτυο) η οποία ενώνει τις επιμέρους καλωδιώσεις στα διάφορα σημεία, αναφέρεται στην **οριζόντια** καλωδίωση που ασχολείται με τις καλωδιώσεις σε ορόφους και μεμονωμένα κτίρια, συνεχίζει με τους **κατανεμητές** που είναι τα σημεία κατάληξης και διανομής της οριζόντιας καλωδίωσης, περιγράφει τον **τρόπο σύνδεσης** των κόμβων (connectors, υποδοχές) και προτείνει το **τρόπο διαχείρισης** του δικτύου.

Οι προδιαγραφές της EIA/TIA 568 προτείνουν την χρήση συνεστραμμένων καλωδίων UTP για την δημιουργία της οριζόντιας καλωδίωσης και για την ανάπτυξη της καλωδίωσης κορμού οπτικές ίνες (μεγάλα κτίρια και συγκροτήματα κτιρίων όπως ακαδημαϊκά & ερευνητικά ιδρύματα, νοσοκομεία, αεροδρόμια)

Η αρχή για την κατασκευή δομημένων καλωδίωσεων στα κτίρια για την λειτουργία δικτύων φωνής και δεδομένων έγινε με την έγκριση του standard καλωδίωσης EIA/TIA 568 Commercial Building Telecommunication Wiring Standard από την επιτροπή EIA/TIA (Electronic Industry Association/ Telecommunication Industry Association) όπως αυτό καθορίστηκε τον Δεκέμβριο του 1990.

Το πρότυπο αυτό αφορά το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο ενός κτιρίου από την εισαγωγή του δικτύου πόλεως έως και την πρίζα του τερματικού, αλλά και το δίκτυο μεταξύ κτιρίων τα οποία βρίσκονται σε κοινό ανοικτό περιβάλλον. Προσδιορίζει δε ένα καλωδιακό σύστημα με σαφώς προδιαγεγραμμένη τοπολογία, σαφώς προδιαγεγραμμένες αποστάσεις και σαφώς καθορισμένους τύπους καλωδίων, συνδέσμων, Adaptors, Connectors, Outlets, Pin Assignments ούτως ώστε να διασφαλιστεί πλήρως η διασυνδεσιμότητα του.

Έτσι είναι δυνατόν στην ίδια πρίζα να συνδεθεί οποιοδήποτε τερματικό φωνής και δεδομένων με απόλυτη συμβατότητα χωρίς να απαιτηθεί ειδική καλωδίωση και κυρίως χωρίς να περιορίζεται η δυνατότητα να αλλάξουν το είδος των τερματικών, οι θέσεις τους και κυρίως η διάρθρωση των χώρων μιας επιχείρησης όταν αυτό απαιτηθεί .

Το πρότυπο αυτό εγκαινιάζει τα τεχνικά και λειτουργικά κριτήρια για την πλήρη διασύνδεση και συνεργασία διαφορετικών δικτύων καθώς και διαφορετικών υπολογιστικών και τηλεφωνικών συστημάτων που πρόκειται να εγκατασταθούν σε αυτό. Διασφαλίζει έτσι, την αποφυγή μετέπειτα παρεμβάσεων στην καλωδίωση κτιρίων τα οποία κατασκευάζονται ή αναπαλαιώνονται και ελαχιστοποιεί το κόστος και την ενόχληση που θα προκληθούν από αυτές τις παρεμβάσεις, όταν το κτίριο θα βρίσκεται ήδη σε λειτουργία.

Ακολουθώντας με την έκδοση των δύο οδηγιών TSB 36 (Technical System Bulletin - Additional Cable Specifications for Unshielded Twisted Pair Cables) & TSB 40 Technical System Bulletin - Additional Transmission Specifications for Unshielded Twisted Pair

Connecting Hardware) συμπληρώθηκε η προδιαγραφή EIA/TIA 568 ως προς τα χαρακτηριστικά και την τυποποίηση των καλωδίων και του υλικού σύνδεσης που χρησιμοποιούνται σε δομημένες καλωδιώσεις και με την τελική προσθήκη των χαρακτηριστικών μετρήσεων και λειτουργίας ενοποιήθηκαν στην Πρόταση Προδιαγραφής SP-2840 (System Proposal -Commercial Building Telecommunication cabling Standard).

Τέλος με την έγκριση του SP-2840 ολοκληρώθηκε η δεύτερη έκδοση του EIA/TIA 568A ενοποιήθηκαν τα παραπάνω και συμπληρώθηκαν από τα χαρακτηριστικά του συστήματος πλέον και όχι μόνο των μερών αυτού και ορίστηκε ο τρόπος μέτρησης και πιστοποίησης των δικτύων.

Τα ασύρματα δίκτυα υπάρχουν εδώ και μια δεκαετία, αλλά μόλις τα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκε μια έκρηξη στη χρήση τους, εξαιτίας κυρίως της τεχνολογικής εξέλιξης στις ασύρματες δικτυακές φορητές συσκευές (φορητοί υπολογιστές, PDA, κλπ.) καθώς και της πτώσης της τιμής των τελευταίων.

Ο σημερινός τρόπος ζωής απαιτεί άμεση και ταχεία πρόσβαση σε πληροφορίες και δεδομένα για τον συνεχώς κινούμενο χρήστη. Αυτό το νέο δυναμικό περιβάλλον έχει δημιουργήσει μια διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για καλύτερες, απλούστερες, πιο αποτελεσματικές και παράλληλα πιο οικονομικές μεθόδους ασύρματης τοπικής πρόσβασης.

Με τον όρο τοπική πρόσβαση εννοούμε την πρόσβαση στο Διαδίκτυο και την παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (όπως π.χ. τηλεφωνία, τηλεδιασκέψεις, κτλ) για τον τελικό χρήστη. Η ασύρματη τοπική πρόσβαση επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας μιας τηλεπικοινωνιακής υποδομής ασύρματων δικτύων. Κύριο χαρακτηριστικό της υποδομής αυτής είναι ότι τα επί μέρους στοιχεία της μεταδίδουν τα δεδομένα από και προς τον τελικό χρήστη ασύρματα.

Τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται για την σύνδεση χρηστών μέσα σε ένα κτίριο ή σε ομάδα γειτονικών κτιρίων χωρίς τη χρήση καλωδίων. Η εφαρμογή των Wireless hotspots περιορίζεται σε τοπικό επίπεδο, διαφέροντας έτσι από τις ασύρματες λύσεις ευρείας κάλυψης, οι οποίες επεκτείνονται σε μεγάλες αποστάσεις με τη χρήση κυψελοειδούς ή δορυφορικής τεχνολογίας.

Οι σημαντικότερες τεχνολογίες ασύρματης κάλυψης είναι οι Bluetooth, HomeRF και IEEE 802.11. Οι δύο πρώτες τεχνολογίες έχουν μικρότερη εμβέλεια από την τρίτη τεχνολογία. Παρακάτω, οι τεχνολογίες θα αναλυθούν πιο συγκεκριμένα.

Συμπερασματικά, τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να αναπτυχθούν και να παρέχουν δικτυακές υπηρεσίες σε πολλούς διαφορετικούς χώρους και περιβάλλοντα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε χώρου καθώς και οι ανάγκες των χρηστών υποδεικνύουν μια σειρά από λειτουργικές απαιτήσεις οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό του ασύρματου δικτύου.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη μελέτη της δομημένης καλωδίωσης και ασύρματης πρόσβασης στο διαδίκτυο στους χώρους του παραρτήματος του ΤΕΙ Κρήτης στη Σητεία για την κάλυψη των αναγκών της ακαδημαϊκής κοινότητας του Ιδρύματος στα κτίρια καθώς και στους εξωτερικούς χώρους. Με την δομημένη καλωδίωση έχουμε σκοπό την πλήρη δικτύωση των κτιρίων σε ένα ενιαίο δίκτυο διανομής με σκοπό την πλήρη κάλυψη των επικοινωνιακών αναγκών, την πληρέστερη δυνατόν λύση ώστε να καλύπτει τις παρούσες και μελλοντικές λειτουργικές συνδέσεις χωρίς την προσθήκη νέων καλωδιώσεων παρά μόνο ενεργού εξοπλισμού.

Το δίκτυο διανομής θα πρέπει:

α. να προσφέρει λειτουργικότητα σε περιβάλλον πολλών κατασκευαστών και να χαρακτηρίζεται από ευελιξία σε αλλαγές και επεκτάσεις .

β. να είναι κατασκευασμένο με την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία στον χώρο των Δικτύων με βάση τα καθιερωμένα πρότυπα και βάση των Τεχνικών Προδιαγραφών του έργου.

γ. να υποστηρίζει με τον καλύτερο τρόπο το σύνολο των δραστηριοτήτων του κτιρίου.

δ. να επιτρέπει την ομαλή επέκταση και αναβάθμιση της δικτυακής υποδομής και των δικτυακών υπηρεσιών του κτιρίου με βάση την ανάπτυξη και τις εξελίξεις των δικτύων υπολογιστών .

ε. να επιτρέπει την υλοποίηση μηχανισμών του δικτύου, να εξασφαλίζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά απόδοσης και είναι επιδεκτική επεκτάσεων , προσθηκών και τροποποιήσεων με βάση την ανάπτυξη των κτιρίων, των λειτουργιών του και την εξέλιξη των δικτύων.

στ. να υποστηρίζει όλα τα διεθνώς χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα δικτύων και την πλήρη ολοκλήρωση με τα μέσα μετάδοσης , τα δίκτυα υπολογιστών και τις υπολογιστικές διατάξεις.

ζ. Ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στο θέμα της διαχείρισης του δικτύου με απλό , φιλικό, αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο χωρίς την απαίτηση ειδικών εργαλείων.

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network-WLAN) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επέκταση ή εναλλακτική λύση ενός κοινού ενσύρματου δικτύου, επιτρέποντας την ασύρματη μετάδοση και λήψη δεδομένων ακόμη και στον εν κινήσει χρήστη.

Στο πρώτο κεφάλαιο της πτυχιακής γίνεται μια γενική αναφορά για την δομημένη καλωδίωση καθώς επίσης για τους τύπους δικτύων. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πρότυπο της δομημένης καλωδίωσης καθώς επίσης και τα παθητικά και ενεργά υλικά που χρησιμοποιούμε σε ένα ολοκληρωμένο δίκτυο. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τις ασύρμες ζεύξεις. Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στις βασικές αρχές σχεδιασμού ενός WLAN. Στα παραρτήματα της πτυχιακής υπάρχουν τα σχέδια της δομημένης καλωδίωσης και του ασύρματου δικτύου του παραρτήματος στη Σητεία.

## **1. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ**

### **1.1 Ανάγκες σύγχρονης καλωδίωσης ασθενών ρευμάτων**

Η κάθε σύγχρονη επιχείρηση πρέπει στις εγκαταστάσεις της να υλοποιήσει την απαραίτητη τηλεπικοινωνιακή υποδομή με στόχο την καλύτερη λειτουργία της. Η υποδομή αυτή περιλαμβάνει την απαραίτητη δομημένη καλωδίωση και τις αναγκαίες εφαρμογές, οι οποίες θα καλύπτουν τις λειτουργίες της. Η δομημένη καλωδίωση περιλαμβάνει την εσωτερική καλωδίωση του κτιρίου και θα καλύπτει τις ανάγκες των δικτύων Φωνής και Δεδομένων. Για τον σκοπό αυτό τα συστήματα των ασθενών ρευμάτων θα πρέπει περιλαμβάνονται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων.

Το Δίκτυο Δεδομένων περιλαμβάνει:

- τη δομημένη καλωδίωση και τον ενεργό και τερματικό εξοπλισμό δικτύου, που ενεργοποιεί τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες μέσα στο κτίριο
- τον ενεργό εξοπλισμό, ο οποίος απαιτείται για τη διασύνδεσή του με άλλα Δίκτυα Δεδομένων εκτός του κτιρίου.
- Το Δίκτυο Φωνής περιλαμβάνει τη δομημένη καλωδίωση και τον ενεργό και τερματικό εξοπλισμό φωνής, που ενεργοποιεί τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες μέσα στο κτίριο.

Για κάθε θέση εργασίας θα υπάρχει μία τουλάχιστον τηλεπικοινωνιακή πρίζα με δύο παροχές UTP Cat-6 (RJ-45, 4 ζευγών), μία παροχή για τηλεφωνία και η άλλη για δεδομένα. Ο ακριβής αριθμός των πριζών σε κάθε χώρο προσδιορίζεται με βάση τον μέγιστο αριθμό θέσεων εργασίας που μπορεί να υποστηρίξει αυτός ο χώρος ( $1 \text{ θέση εργασίας}/6\text{m}^2$ ), ενώ η ακριβής θέση των πριζών βρίσκεται με τέτοιο τρόπο ώστε η μέγιστη απόσταση από την πρίζα μέχρι την κάθε θέση εργασίας να είναι μικρότερη από 3m (EIA/TIA 568A). Η κάθε τηλεπικοινωνιακή παροχή UTP Cat6, θα φέρει πινακίδα αρίθμησης (EIA/TIA 568A), καθώς επίσης και κλείστρα για προστασία από την σκόνη, ενώ η σύνδεση των καλωδίων των τηλεπικοινωνιακών συσκευών στις πρίζες πρέπει να γίνεται υπό κλίση ώστε να αποφεύγεται η καταπόνηση των καλωδίων. Μπορεί να τοποθετούνται επίσης πρίζες για διάφορες χρήσεις όπως για την σύνδεση του αισθητήρα (Radar) συστήματος συναγερμού ή για τη σύνδεση ενός θυροτηλεφώνου κ.λ.π.

Η καλωδίωση του κτιρίου αφορά την εσωτερική καλωδίωση και γίνεται με βάση τις αρχές της δομημένης καλωδίωσης (EIA/TIA 568A). Η οριζόντια και κάθετη καλωδίωση του κτιρίου για φωνή και δεδομένα γίνεται με καλώδια UTP-cat 6 (EIA/TIA 568A) για να είναι δυνατή η μετάδοση δεδομένων με ταχύτητες 155Mbps χρησιμοποιώντας τουλάχιστον τις τεχνολογίες Fast Ethernet και 155Mbps ATM, ενώ προβλέπεται η χρήση οπτικών ινών αν χρειαστεί στο μέλλον. Τα καλώδια UTP-cat 6 αποτελούνται από 4 συνεστραμμένα ζεύγη που περιβάλλονται από τον πλαστικό μανδύα καλωδίου. Τα καλώδια αυτά υπάρχουν και σε παραλλαγές των 24/25 ζευγών που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο κορμού αντί για τα απλά 4 ζευγών. Τα πολύζευγα καλώδια συνίσταται να αποφεύγονται γιατί είναι πιο ακριβά και η χρήση τους συνεπάγεται παρενέργειες στα χαρακτηριστικά μετάδοσης του δικτύου. Τα υλικά πρέπει να πληρούν την προδιαγραφή HFFR (Halogen Free Fire Retardant) ώστε οι αναθυμιάσεις εκλυόμενων αερίων σε περίπτωση φωτιάς να περιορίζονται σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι τερματισμοί της καλωδίωσης UTP θα έχουν κατάλληλη ομαδοποίηση στα αντίστοιχα σημεία: IC (Intermediate Cross-connect-Κατανεμητής Κτιρίου). Πρέπει να ακολουθείται ενιαίο σύστημα ονοματολογίας ιεραρχικά από την πρίζα μέχρι το IC. Οι οδεύσεις και η προστασία των αγωγών, που χρησιμοποιούνται, πρέπει να ακολουθούν το EIA/TIA 568A, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα στις οδεύσεις και η αποτελεσματική προστασία, από καταπονήσεις και βλάβες των αγωγών. Κάθε πρίζα θα συνδέεται ακτινωτά με τον κατανεμητή ορόφου (TC) και οι επιμέρους TC ακτινωτά με τον IC. Οι κατανεμητές περιέχονται σε καμπίνες 19" και η χωρητικότητά τους εκφράζεται σε πολλαπλάσια του U ( $1U=4,5\text{cm}$ ). Η Οριζόντια Καλωδίωση εκτείνεται από τον TC μέχρι την τηλεπικοινωνιακή πρίζα σε κάθε θέση εργασίας. Η Κατακόρυφη Καλωδίωση εξασφαλίζει την διασύνδεση ανάμεσα στον IC και

τον TC. Όλα τα παθητικά στοιχεία της καλωδίωσης (patch cords, adaptors, κατανεμητές, patch-panels, πρίζες, κ.α.) είναι cat-6 (EIA/TIA 568A) για να είναι δυνατή η μετάδοση δεδομένων με ταχύτητες 155Mbps χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες 155Mbps ATM.

## 1.2 Τύποι δικτύων

Το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο στην σημερινή του μορφή είναι το δίκτυο μέσα από το οποίο ταξιδεύουν ρεύματα που μεταφέρουν σήματα διαφόρων κατηγοριών τα οποία δεν είναι κατ' αποκλειστικότητα μόνο τηλεφωνικά. Το δίκτυο των υπολογιστών είναι επίσης άλλο ένα τέτοιο δίκτυο όπως επίσης και τα δίκτυα ασφάλειας. Σε γενικές γραμμές τα δίκτυα που υπάρχουν σήμερα είναι:

- Τηλεφωνικό με όλες τις νέες εφαρμογές
- Ηλεκτρονικών υπολογιστών
- Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου
- Συστημάτων Ασφαλείας
- Συστημάτων Ανακοινώσεων, Μουσικής, Video κλπ

Η αύξηση του αριθμού των διαφόρων δικτύων οφείλεται στις δυνατότητες που παρέχει σε νέες οικονομικές εφαρμογές η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των επικοινωνιών και η διαμόρφωση νέων κοινωνικών συνθηκών και αναγκών.

Η έκταση των δικτύων οφείλεται στην ανάγκη της διασυνδέσεως μεταξύ των νέων και κατά κανόνα δαπανηρών συσκευών, ούτως ώστε πρόσβαση στη χρήση τους να έχουν πολλοί χρήστες εγκατεστημένοι σε διαφορετικές θέσεις μέσα στο ίδιο κτίριο ή σε συγκροτήματα κτιρίων. Η σύγχρονη ή εναλλάξ κοινή χρήση των συσκευών μπορεί να γίνεται διότι αυτή εξ ορισμού είναι η αποστολή τους. Μπορεί να γίνεται όμως και για την καλύτερη οικονομική αλλά και επιχειρησιακή εκμετάλλευση τους ή και για όλους τους λόγους μαζί. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν ένας Ηλεκτρονικός Υπολογιστής με τις διάφορες τερματικές και περιφερειακές του μονάδες, ένα σύστημα ασφαλείας με τα αισθητήρια του ή ακόμα και η κλειδαριά μιας εξωτερικής πόρτας που πρέπει να ανοίγει από διαφορετικά σημεία του κτιρίου.

Η εξελικτική αυτή πορεία δημιούργησε έναν κυκεώνα από πολλά ανεξάρτητα μεταξύ τους ηλεκτρικά δίκτυα τα οποία άρχισαν να δημιουργούν δυσεπίλυτα προβλήματα και στη σχεδίαση αλλά και στην χρήση και εκσυγχρονισμό τους.

Κατ' αρχάς, δεν ήταν δυνατόν να σχεδιαστεί καθένα από αυτά χωρίς να είναι γνωστό από την αρχή με ακρίβεια η χρήση κάθε χώρου εντός του κτιρίου και η ακριβής θέση εγκατάστασης του κάθε μηχανήματος ή συσκευής. Από την άλλη, για κάθε δίκτυο χρησιμοποιούνται τελείως διαφορετικά καλώδια ενώ τα υλικά τερματισμού και συνδέσεως των καλωδίων ακολουθούν την ίδια και μεγαλύτερη πολυμορφία. Συνήθως παρατηρείται και το φαινόμενο μηχανήματα που προορίζονται για την ίδια ακριβώς λειτουργία και προέρχονται από διαφορετικού κατασκευαστές, να πρέπει να συνδεθούν με ξεχωριστό τρόπο στο δίκτυο ή ακόμα και να μην συνεργάζονται αρμονικά με άλλες συσκευές του δικτύου. Ένας επιπρόσθετος παράγων που προέκυψε και που έκανε τον μέχρι τώρα σχεδιασμό των δικτύων να οδηγεί σε αδιέξοδο, είναι η πολύ γρήγορη εξέλιξη της τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιακών και ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η εξέλιξη αυτή είχε σαν αποτέλεσμα τα μηχανήματα να μορφοποιούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα πολλές φορές ολόκληρο το δίκτυο να απαιτεί επανεγκατάσταση.

Για τους λόγους αυτούς, γεννήθηκε η ανάγκη για ένα κοινό πρότυπο πάνω στο οποίο θα βασιζόταν η σχεδίαση των δικτύων.

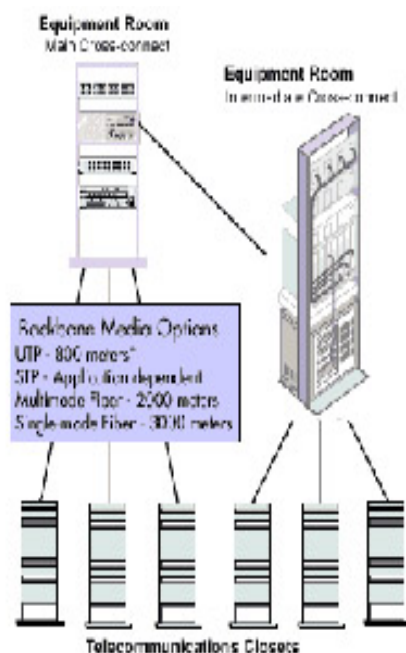
## **2. ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ**

## 2.1 Περιγραφή του δικτύου

Τα προβλήματα που υπήρχαν, οδήγησαν σταδιακά στην επινόηση ενός τύπου ενιαίου, αρθρωτού (modular) και ανεξαρτήτως μεγέθους, απλού στην κατασκευή δικτύου, το οποίο με απλό τρόπο να καλύπτει τις ανάγκες ενός κτιρίου στον τομέα της επικοινωνίας. Καίριο σημείο στην κατασκευή του δικτύου είναι η αντοχή στο πέρασμα του χρόνου. Φυσικά οι απαιτήσεις μας δεν είναι δυνατόν να είναι μακροπρόθεσμες, αλλά το χρονικό διάστημα μιας δεκαετία είναι το ιδανικό. Τα κύρια χαρακτηριστικά του νέου αυτού τύπου δικτύου, το οποίο λόγω της κατασκευής του επικράτησε να λέγεται «Δομημένη Καλωδίωση», είναι τα ακόλουθα:

1. Το δίκτυο καλύπτει επιτυχώς τις απαιτήσεις των τηλεπικοινωνιακών συσκευών και ακολουθεί το κτίριο για περισσότερο από 10 χρόνια χωρίς την ανάγκη μετατροπών ή αχρηστεύσεως τμημάτων του δικτύου.
2. Εάν υπάρχει ανάγκη επεκτάσεως, αυτή να γίνεται εύκολα και χωρίς ή με ελάχιστες διαταραχές στο υφιστάμενο δίκτυο.
3. Τα δομικά υλικά του δικτύου είναι απολύτως τυποποιημένα, κατασκευάζονται βάσει συγκεκριμένων προδιαγραφών και η αποδέσμευση λόγω της τυποποίησεως από συγκεκριμένους κατασκευαστές, έκανε τις τιμές ανταγωνιστικότερες και την διαθεσιμότητα των υλικών μεγαλύτερη.
4. Το δίκτυο είναι εξ ορισμού τελείως ανεξάρτητο από την τεχνολογία κατασκευής και την προέλευση των μηχανημάτων που θα συνδεθούν μέσω αυτού. Το δίκτυο επίσης μπορεί να σχεδιαστεί χωρίς να υπάρχει λεπτομερής γνώση για το είδος, τον τρόπο λειτουργίας, την ακριβή θέση και τον αριθμό των συσκευών που πρόκειται να εγκατασταθούν.
5. Το δίκτυο δηλαδή, όσον αφορά την σχεδίαση και εγκατάσταση, γίνεται τελείως ανεξάρτητο από τα μηχανήματα που συνδέει και οι μηχανικοί δικτύων δεν απαιτείται πέραν των γενικών γνώσεων να κατέχουν πλήρως τα της λειτουργίας των μηχανημάτων αυτών ούτε με λεπτομέρεια τις θέσεις εγκαταστάσεως.
6. Όλα τα μηχανήματα πλην των τερματικών συσκευών είναι συγκεντρωμένα, ούτως ώστε τόσο η συντήρηση όσο και η διαχείριση να γίνονται ταχύτερα, απλούστερα και με ελάχιστη παρενόχληση από τους χρήστες.
7. Η αρχιτεκτονική του δικτύου είναι Ιεραρχικού Αστέρος. Δηλαδή όλα τα καλώδια ξεκινούν από τον κατανεμητή και καταλήγουν στις πρίζες χωρίς να έχουν ενδιάμεσες συνδέσεις ή διακλαδώσεις. Εάν υπάρχει λόγος οι κατανεμητές να συνδεθούν με κεντρικότερο κατανεμητή η σύνδεση γίνεται πάλι με τον ίδιο τρόπο. Δηλαδή, οι μικροί κατανεμητές συνδέονται με τον κεντρικότερο κατανεμητή με ευθείες διαδρομές καλωδίων. Εάν απαιτείται σύνδεση με ακόμη κεντρικότερο κατανεμητή, αυτό επιτυγχάνεται με τον ίδιο τρόπο.





*Σχήμα 12 – Τοπολογία τύπου αστέρα σε ένα σύστημα δομημένης καλωδίωσης*

## **2.2 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα δομημένης καλωδίωσης**

Συναντάμε πολλά πλεονεκτήματα στην τυποποιημένη και οργανωμένη καλωδίωση. Ένα σχεδιασμένο και οργανωμένο σύστημα καλωδίωσης κοστίζει λιγότερο αν εγκατασταθεί εξ' αρχής και αν συντηρείται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος. Ένα καλοσχεδιασμένο σύστημα καλωδίωσης είναι πιο αξιόπιστο επειδή σχεδιάζεται ώστε να υποστηρίξει τις εφαρμογές χρηστών που εκτελούνται μέσα στο κτίριο. Επίσης δεν χρειάζεται να αναβαθμίζεται συνεχώς κι έτσι δεν προκαλούνται διακοπές λειτουργίας. Η διαδικασία αναβάθμισης ενός συστήματος καλωδίωσης προκαλεί πολλές διακοπές λόγω των πολλών εργασιών που απαιτούνται για εγκατάσταση και υποστήριξη των συστημάτων καλωδίωσης επικοινωνιών.

Ένα σύστημα δομημένης καλωδίωσης είναι ανεξάρτητο των εφαρμογών και των συσκευών που χρησιμοποιούνται, δηλαδή είναι σχεδιασμένο να εξυπηρετεί τόσο ανάγκες τηλεφωνίας, όσο και data, video κλπ. Εγκαθίσταται με τέτοιο τρόπο που να εξυπηρετούνται παρούσες και μελλοντικές εφαρμογές. Επίσης είναι επεκτάσιμο και ευέλικτο στις ανακατατάξεις θέσεων στους χώρους εργασίας. Τέλος υπάρχουν προδιαγραφές ποιότητας και επιδόσεων πάνω στις οποίες στηρίζεται η εγκατάσταση της δομημένης καλωδίωσης.

Σίγουρα μελετώντας κανείς την δομημένη καλωδίωση διαπιστώνει ότι είναι δύσκολο να συνάξει μειονεκτήματα. Μοναδικό αρνητικό το οποίο θα μπορούσαμε να πούμε είναι ότι κατά την κατασκευή της δομημένης καλωδίωσης θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ως προς τις απαιτήσεις του κτιρίου, διότι μετά την κατασκευή δεν μπορούν να γίνουν αλλαγές έτσι ώστε να διορθώσουμε τυχόν σφάλματα στη δομή του δικτύου.

## 2.3 Δομή της τυποποίησης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι προδιαγραφές για τη Δομημένη Καλωδίωση κτιρίων. Οι Καλωδιώσεις ενός κτιρίου χωρίζονται εν γένει σε εξωτερικές και εσωτερικές καλωδιώσεις

### 2.3.1 Εξωτερικές Καλωδιώσεις

Οι εξωτερικές καλωδιώσεις αφορούν στην υλοποίηση ενός Δικτύου Κορμού, από καλώδια οπτικών ινών, που συνδέουν καλωδιακά τα κτίρια μεταξύ τους. Τα καλώδια οπτικών ινών που σχεδιαστικά εξυπηρετούν τον σκοπό αυτό, καταλήγουν στον κεντρικό καταναεμητή κόμβου. Επίσης στις εξωτερικές καλωδιώσεις συνήθως συμπεριλαμβάνεται υλοποίηση ζεύξης με πολύζευγα τηλεφωνικά καλώδια χαλκού για την σύνδεση των κτιρίων με το δίκτυο του ΟΤΕ και την διανομή εσωτερικών γραμμών / υπηρεσιών του τηλεφωνικού κέντρου μεταξύ κτιρίων.

### 2.3.2 Εσωτερικές Καλωδιώσεις

Η εσωτερική καλωδίωση θα πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες του φορέα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει την ικανότητα εξέλιξης της προσφερόμενης υποδομής μαζί με τις μελλοντικές απαιτήσεις και την τεχνολογία. Σοβαρότατο ρόλο στην ικανότητα αυτή θα παίξει η καλωδίωση που θα εγκατασταθεί, βοηθώντας τέτοιες εξελίξεις. Για το λόγο αυτό η δομημένη καλωδίωση θα πρέπει να ακολουθεί πλήρως το πρότυπο ANSI/TIA/EIA 568A και τις προσθήκες του, TSB 36 και TSB 40A, που καθορίζουν το Σύστημα Δομημένης Καλωδίωσης, καθώς επίσης και τα πρότυπα ISO/IEC 11801, EN 50173. Η Εσωτερική Καλωδίωση των κτιρίων περιλαμβάνει τις οριζόντιες και κατακόρυφες καλωδιώσεις χαλκού και τις καλωδιώσεις οπτικών ινών που θα καλύψουν τις ανάγκες των εφαρμογών φωνής και δεδομένων.

### 2.3.3 Προδιαγραφές Καλωδίωσης

Τα κτιριακά συγκροτήματα σε επίπεδο καλωδιακού δικτύου χωρίζονται σε κόμβους, κτίρια και ορόφους κτιρίων. Η καλωδίωση θα πρέπει να ακολουθεί ακτινική (star) αρχιτεκτονική και να χωρίζεται σε δύο υποσυστήματα:

- **Το ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ Α** της καλωδίωσης που αφορά τις καλωδιώσεις και τους καταναεμητές που θα υλοποιηθούν στο εσωτερικό κάθε κτιρίου και συνδέει τους χρήστες με τις ενεργές συσκευές.
- **Το ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ Β** της καλωδίωσης που συνδέει τους Κεντρικούς Καταναεμητές Κτιρίων του Κόμβου μεταξύ τους.

Το υποσύστημα Α θα πρέπει να υλοποιηθεί με υλικά χαλκού, Κατηγορίας 6 ενώ το υποσύστημα Β θα πρέπει να υλοποιηθεί εξ ολοκλήρου με χρήση πολύτροπων οπτικών ινών. Το εσωτερικό καλωδιακό δίκτυο των κτιρίων θα πρέπει να υλοποιηθεί με επιλογή κατάλληλων υλικών ώστε να αποτελεί ένα ενιαίο καλωδιακό σύστημα μετάδοσης φωνής - δεδομένων και εικόνας. Τα υλικά πρέπει να συμμορφώνονται με τα πρότυπα ANSI/TIA/EIA 568 A ή ISO/IEC 11801 και είναι πιστοποιημένα κατά ISO 9001. Το καλωδιακό σύστημα πρέπει να συμμορφώνεται πλήρως με τα πρότυπα ANSI/TIA/EIA 568A ή ISO/IEC 11801 ή EN 50173 καθώς και με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες για την

Ηλεκτρομαγνητική Συμβατότητα (European Directives on Electromagnetic Compatibility 89/336/EEC και 92/31/EEC) και να υποστηρίζει μετάδοση δεδομένων σε ρυθμούς 155 Mbps/sec στα 100 μ. (preliminary draft ATM FORUM). Το υποσύστημα Α της εσωτερικής καλωδίωσης αφορά τις καλωδιώσεις και τους καταναμητές που θα υλοποιηθούν στο εσωτερικό κάθε κτιρίου, θα συνδέει δε τους χρήστες με τις ενεργές συσκευές και θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής:

- Εγκατάσταση επίτοιχων διπλών τηλεπικοινωνιακών πριζών RJ 45 κατηγορίας 6.
- Οριζόντια καλωδίωση με καλώδια χαλκού UTP 4" ζευγών cat6, σύμφωνα με ANSI/TIA/EIA 568A και ISO/IEC 11801.
- Κατακόρυφη καλωδίωση με πολύτροπα καλώδια οπτικών ινών (12 ινών) και χαλκού riser UTP 1000 ζευγών cat 6 για τηλεφωνική διασύνδεση, σύμφωνα με ANSI/TIA/EIA 568A και ISO/IEC 11801. Η κατακόρυφη διασύνδεση των τηλεφωνικών πολύζευγων πρέπει να υλοποιείται με δύο ζευγάρια ανά RJ45 τηλεφωνικής αναμονής πληρώντας τα απαραίτητα πρότυπα διασύνδεσης ψηφιακών συσκευών και υπηρεσίες ISDN.
- Εγκατάσταση ενός καταναμητή ανά όροφο. Σαφής διαχωρισμός Οριζοντίου και Κάθετου πεδίου.
- Εγκατάσταση ενός καταναμητή κτιρίου. Σαφής διαχωρισμός Οριζόντιου και Κάθετου πεδίου.

### **2.3.4 Τηλεπικοινωνιακές Πρίζες**

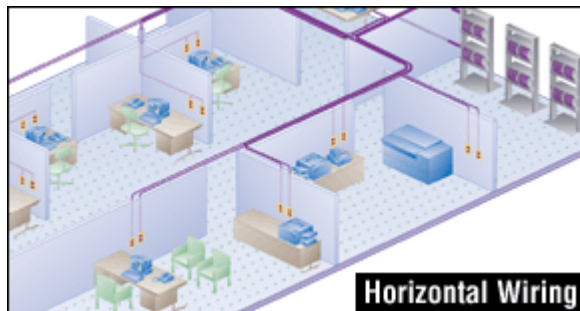
Διπλές επίτοιχες τηλεπικοινωνιακές πρίζες για την κάλυψη των αναγκών των κτιρίων. Η επιθεώρηση και αποκατάσταση των συνδέσεων των πριζών θα πρέπει να γίνεται από το μπροστινό μέρος χωρίς να υπάρχει ανάγκη απεγκατάστασης της πρίζας, θα πρέπει να εγκαθίστανται δε σε ύψος περίπου 90 cm από το πάτωμα και σε μέρος που θα διευκολύνει τη σύνδεσή τους με τις θέσεις εργασίας. Οι πρίζες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με προστατευτικά καπάκια για τις δύο υποδοχές RJ 45.

Η σύνδεση των δύο εξόδων των πριζών θα πρέπει να μπορεί να υποστηρίζει μία σύνδεση δεδομένων και μία σύνδεση φωνής. Υπάρχει όμως η δυνατότητα χρησιμοποίησης αμφοτέρων των εξόδων για δεδομένα ή φωνή αναλόγως των αναγκών διότι οι έξοδοι είναι ισότιμες. Κάθε έξοδος θα αριθμείται με μονοσήμαντο αλφαριθμητικό συμβολισμό, αντίστοιχα δε, θα πρέπει να υπάρχει αρίθμηση στα πεδία μικτονόμησης όλων των καταναμητών, σύμφωνα και με τα όσα ορίζει το διεθνές πρότυπο TIA/EIA-606.

Σε κάθε έξοδο πρέπει να τερματίζονται πλήρως και τα 4 ζεύγη του UTP καλωδίου, σύμφωνα με T 568A pin/pair assign. Οι πρίζες πρέπει να πληρούν τα διεθνή πρότυπα:

- ANSI/TIA/EIA 568A
- TIA/EIA TSB 40A Category 6
- ISO/IEC 11801

### 2.3.5 Οριζόντια Καλωδίωση



Το οριζόντιο δίκτυο αποτελείται από οκτασύρματα καλώδια UTP κατηγορίας 6 και συνδέει τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες με το οριζόντιο πεδίο (Ο.Π.) του κατανεμητή κάθε ορόφου (ΚΟ). Τα καλώδια UTP που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι πλήρως συμβατά με τα πρότυπα TIA/EIA 568A και ISO/IEC 11801.

Για την υλοποίηση του δικτύου θα πρέπει να ακολουθείται η αρχιτεκτονική δομημένης "ανοικτής" καλωδίωσης με βάση την τοπολογία αστέρα, σύμφωνα με τα Διεθνή πρότυπα TIA/EIA 568A όπου και τα οκτώ σύρματα της κάθε εξόδου πρίζας εργασίας θα είναι άμεσα συνδεδεμένα στο οριζόντιο πεδίο του κατανεμητή ορόφου (Κ.Ο.).

Το οριζόντιο δίκτυο διανομής θα πρέπει να παρέχει δυνατότητα μέγιστης ταχύτητας πρόσβασης στον τελικό χρήστη μέχρι 155 Mbps. Επίσης η εγκατάσταση των συνδέσεων και των οδεύσεων χαλκού θα γίνει σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA 569, 570 καθώς και με τους κανονισμούς του Ελληνικού Κράτους περί Ε.Η.Ε. όπως ορίζονται στο ΦΕΚ Β767 (31.12.92). Τα καλώδια UTP μεταξύ κατανεμητού ορόφου και πρίζας πρέπει να είναι συνεχή και θα τοποθετούνται μέσα στην υπάρχουσα υποδομή όδευσης. Στην περίπτωση έλλειψης κατάλληλης υποδομής οδεύσεως, θα πρέπει να τοποθετούνται μέσα σε κλειστό επίτοιχο πλαστικό κανάλι από αυτοσβενόμενο PVC, χωρίς τρύπες.

Η όδευση των καναλιών από τον κατανεμητή ορόφου ως την τηλεπικοινωνιακή πρίζα θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο που δεν θα διαταράσσεται η αισθητική ισορροπία του χώρου. Τα πλαστικά κανάλια που θα τοποθετηθούν θα πρέπει να στερεώνονται στον τοίχο ή στην οροφή των χώρων απ' όπου διέρχονται με κατάλληλα ούπα και βίδες γαλβανιζέ. Στα σημεία που χρειάζεται αλλαγή της κατεύθυνσης ή διακλάδωση των καναλιών, αυτή θα πρέπει να γίνεται με όλους τους κανόνες καλοτεχνίας και ασφάλειας και με άρτια εφαρμογή των καναλιών μεταξύ τους, για όσο το δυνατόν καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα, ιδιαίτερα στα ορατά σημεία.

Σε κάθε κανάλι θα πρέπει να προβλέπεται χώρος για την μελλοντική εγκατάσταση καλωδίων, γι' αυτό και δεν θα πρέπει να είναι πλήρη σε ποσοστό μεγαλύτερο του 75% της χωρητικότητάς τους.

Οι οδεύσεις των καλωδίων UTP θα πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η κατά το δυνατό μέγιστη απόσταση από πεδία ηλεκτρικών ρευμάτων όπως ορίζεται από το πρότυπο TIA/EIA 568A. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να τηρούνται κατ' ελάχιστον οι αποστάσεις που προβλέπονται, μεταξύ καλωδίων ισχυρών και ασθενών ρευμάτων, καθώς και η απόσταση μεταξύ UTP καλωδίων.

### 2.3.6 Κατανομητής ορόφου (Κ.Ο.)

Σε όλους τους ορόφους του κτιρίου θα πρέπει να τοποθετηθεί ένας Κατανομητής ορόφου (Κ.Ο). Ο Κατανομητής ορόφου (Κ.Ο) αποτελείται από τρία πεδία: το Οριζόντιο Πεδίο Χαλκού (ΟΠΧ), το Τηλεφωνικό Κατακόρυφο Πεδίο Χαλκού (ΤΚΠΧ) και τα Πεδία των Οπτικών Κατανομητών (ΠΟΚ). Στο ΟΠΧ θα πρέπει να τερματίζουν πλήρως τα καλώδια από τις πρίζες των χρηστών. Τα (ΤΚΠΧ) θα πρέπει να έχουν πλήρη τηλεφωνική σύνδεση τεσσάρων αγωγών (2 ζευγών) με τον Κεντρικό Κατανομητή Κτιρίου (ΚΚΚ.). Τα ΠΟΚ θα πρέπει να έχουν πλήρη σύνδεση 8 ινών με τον Κεντρικό Κατανομητή Κτιρίου (ΚΚΚ.) Το μέγεθος των ΟΠΧ και ΤΚΠΧ θα πρέπει να υπερκαλύπτει κατά 10% τις ανάγκες ώστε να εξασφαλίζεται η εναλλαξιμότητα χρήσης των πριζών και η προσθήκη επιπλέον πριζών εφ' όσον αυτό απαιτηθεί μελλοντικά.

Στο ΟΠΧ θα πρέπει να τερματίζονται πλήρως όλα τα καλώδια UTP 4 ζευγών cat6 από τις διπλές πρίζες του ορόφου. Στο ΤΚΠΧ ορόφου θα πρέπει να γίνονται οι τερματισμοί των πολύζευγων καλωδίων χαλκού RISER UTP 50 ζευγών cat3 της κατακόρυφης καλωδίωσης που το άλλο άκρο τους θα διασυνδέεται με τα αντίστοιχα πεδία του Κατανομητή του κτιρίου (ΚΚΚ). Οι κατανομητές ορόφου θα πρέπει να πληρούν τα κάτωθι:

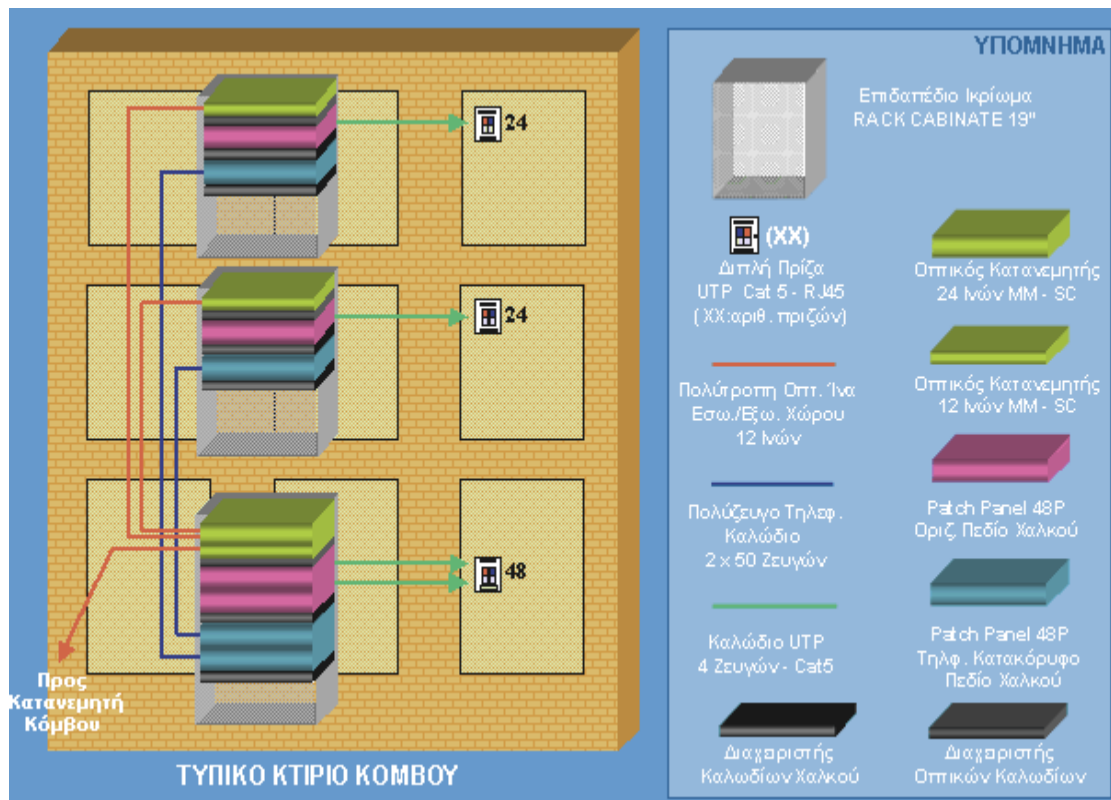
- Κατανομητές χαλκού, πλάτους 19", (Patch panels UTP) 24 θέσεων και 48 θέσεων πλήρως συμβατούς με το πρότυπο ISO/IEC DIS 11801 και TIA/EIA 568<sup>A</sup>
- Τα απαραίτητα βύσματα RJ-45 UTP Category 6 για τον τερματισμό των UTP καλωδίων χαλκού 4 ζευγών της οριζόντιας καλωδίωσης και των UTP καλωδίων χαλκού 100 ζευγών της κατακόρυφης καλωδίωσης, να είναι σύμφωνα με την προδιαγραφή T 568A.

Στα παραπάνω Patch panel τα RJ 45 βύσματα να είναι προεγκατεστημένα από το εργοστάσιο.

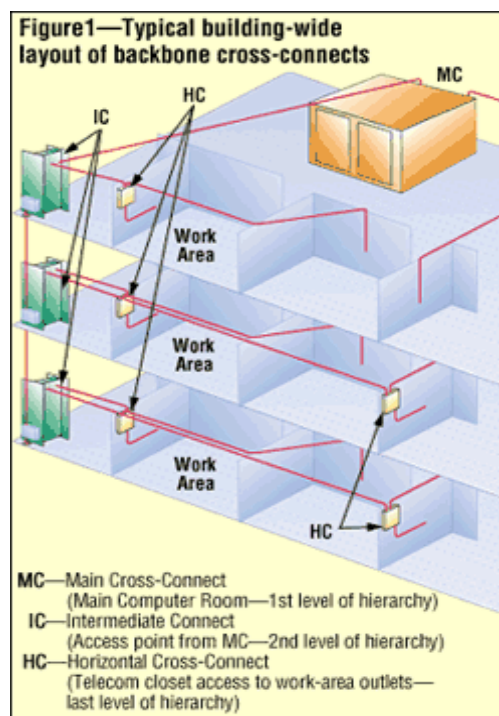
Όλα τα Patch panel χαλκού που θα χρησιμοποιηθούν, να φέρουν πιστοποίηση ανεξάρτητου εργαστηρίου (UL) ότι πληρούν την τεχνική προδιαγραφή TSB 40A της TIA/EIA 568A και να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές διασφάλισης ποιότητας (quality assurance standards) ISO 9001.

Θα πρέπει να προσφέρονται Patch cords χαλκού UTP 4 ζευγών cat6 για τη μικτονομήση του ΟΠΧ με τα ΤΚΠΧ και τις ενεργές συσκευές του κατανομητή ορόφου. Οι κατανομητές θα πρέπει να τοποθετούνται σε ικριώματα επιδαπέδια μεταλλικά, με αντιστατική βαφή, πλάτους 19", ύψους ανάλογου του μεγέθους των κατανομητών χαλκού προσαυξημένου κατά 20%, βάρους 42 cm, με πόρτα που θα διαθέτει κλειδαριά ασφαλείας (κοινό κλειδί για όλα τα ικριώματα) και δυνατότητα εισαγωγής καλωδίων από το πάνω και το κάτω μέρος.

Όλες οι εργασίες εγκατάστασης και τερματισμού θα πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τις συστάσεις του προτύπου TIA/EIA 568A καθώς και του ΦΕΚ Β767 (31.12.92), για να διατηρηθεί η υψηλή απόδοση των υλικών. Οι κατανομητές ορόφου θα πρέπει να είναι σχεδιασμένοι και εξοπλισμένοι σύμφωνα με όσα ορίζει το πρότυπο ANSI/TIA/EIA-569 για την αποφυγή καταπονήσεων των καλωδίων καθώς και για την καλή διευθέτηση και οργάνωση αυτών. Επιπλέον, θα πρέπει να ακολουθείται ενιαία οργάνωση σε όλους που θα διευκολύνουν την εποπτεία και τις μελλοντικές επεμβάσεις και επεκτάσεις. Οι κατανομητές ορόφων θα πρέπει να τοποθετηθούν σε προστατευμένους και διαμορφωμένους χώρους και κατά προτίμηση δίπλα ή μέσα στα επιλεγμένα σημεία καθέτων οδεύσεων. Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται το λογικό διάγραμμα της δομημένης καλωδίωσης ενός τυπικού κτιρίου.



### 2.3.7 Κατακόρυφη Καλωδίωση



Για την Κατακόρυφη Καλωδίωση του δικτύου των κτιρίων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί καλώδιο χαλκού UTP 100" ζευγών Category 6 για το τηλεφωνικό δίκτυο και πολύτροπη (multimode) οπτική ίνα 8 - ινών για την κατακόρυφη διασύνδεση του δικτύου δεδομένων. Όλες οι οπτικές καλωδιακές συνδέσεις του υποσυστήματος A θα

πρέπει να υλοποιηθούν με καλώδια 8 οπτικών ινών multimode 62,5/125  $\mu\text{m}$  εσωτερικού/εξωτερικού χώρου. Όλες οι καλωδιακές συνδέσεις του υποσυστήματος Β θα πρέπει να υλοποιηθούν με καλώδια 8 οπτικών ινών multimode 62,5/125  $\mu\text{m}$  εσωτερικού/εξωτερικού χώρου.

- διάμετρος πυρήνα / περιβλήματος : 62,5/125  $\mu\text{m}$
- πρωτεύουσα επικάλυψη : 250  $\mu\text{m}$
- graded index (βαθμωτού δείκτη διάθλασης) κατάλληλη για fusion splicing
- Εξασθένιση σήματος στα 850nm :  $\leq 3,0 \text{ db/Km}$
- Εξασθένιση σήματος στα 1300nm :  $\leq 0,8 \text{ db/Km}$
- Εύρος φάσματος στα 1300nm :  $\geq 600 \text{ MHz*Km}$
- Εύρος φάσματος στα 850nm :  $\leq 200 \text{ MHz*Km}$

Το καλώδιο να έχει τα παρακάτω μηχανικά τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Loose tube με προστατευτικό gel
- Low smoke Zero Halogen, non flammable
- Διάμετρος : 10 mm
- Tensile strength : 2.400 N
- Crash resistant permanent : 200 N/cm
- Κωδικοποίηση χρώματος ανά loose tube και ανά οπτική ίνα.

Τα καλώδια θα πρέπει να ξεκινούν από τον όροφο όπου θα εγκατασταθεί ο Κεντρικός Κατανομητής του κτιρίου και να οδεύουν προς τα πάνω ή προς τα κάτω καταλήγοντας σε κάθε όροφο και να συνδέουν τα πεδία φωνής (ΤΚΠΧ) και οπτικών κατανομητών μετάδοσης δεδομένων (ΟΚ) του Κεντρικού Κατανομητή με τα αντίστοιχα πεδία των κατανομητών ορόφων. Η ποσότητα των καλωδίων RISER 100 ζευγών UTP cat6 που τερματίζεται στους κατανομητές ορόφων και στους κατανομητές κτιρίων, πρέπει να έχει υπολογιστεί ώστε να υπερκαλύπτει κατά 10% τις ανάγκες του Φορέα και να εξασφαλίζεται έτσι η προσθήκη επιπλέον πριζών εφ' όσον αυτό χρειαστεί μελλοντικά. Επιπλέον όλα τα καλώδια RISER που θα τοποθετηθούν θα πρέπει να είναι τερματισμένα με τέσσερις αγωγούς (2 ζεύγη) και στα δύο άκρα τους τόσο στους κατανομητές ορόφων όσο και στους κατανομητές κτιρίων. Η οδευση της Κατακόρυφης Καλωδίωσης πρέπει να γίνεται μέσω υπάρχουσας υποδομής οδεύσεων. Στην περίπτωση έλλειψης υποδομής οδεύσεων, αυτή θα πρέπει να γίνει με μεταλλικές σχάρες απαραίτητων διαστάσεων. Επίσης να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα (γιώσεις, τήρηση ελαχίστων αποστάσεων κ.λ.π.) ώστε να αποφευχθούν οι ηλεκτρικές παρεμβολές στην καλωδίωση. Οι οδεύσεις καλωδίωσης να γίνουν μέσα από τους κατακόρυφους αγωγούς των κτιρίων (όπου αυτά υπάρχουν), είτε μέσα από νέες οπές που θα διανοιχτούν για τον παραπάνω σκοπό. Τα καλώδια της κατακόρυφης καλωδίωσης μετά την εγκατάσταση να σημανθούν με ειδική ταινία, η οποία θα είναι τυπωμένη με ανεξίτηλο μελάνι. Σε όλες τις περιπτώσεις οι οδεύσεις και η προστασία των καλωδίων που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να ακολουθούν το πρότυπο ΕΙΑ/ΤΙΑ 569, 570 έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα στις οδεύσεις και η αποτελεσματική προστασία από καταπονήσεις και βλάβες των αγωγών.

### **2.3.8 Κατανεμητής Κτιρίου (ΚΚ)**

Σε κάθε κτίριο θα πρέπει να εγκατασταθεί ένας Κατανεμητής Κτιρίου. Στους Κατανεμητές κτιρίων (ΚΚΚ), θα πρέπει να καταλήγει το σύστημα καλωδίωσης από τους κατανεμητές ορόφων σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν παραπάνω. Ο ΚΚΚ, αποτελείται από το ΟΠΧ του συγκεκριμένου ορόφου όπως και τα ΤΚΠΧ και ΟΚ Κτιρίου που θα συνδέονται με τα καλώδια UTP 100" ζευγών Riser cat 6 και Πολύτροπα Καλώδια Οπτικών Ινών της κατακόρυφης καλωδίωσης με τα αντίστοιχα πεδία (ΤΚΠΧ) και (ΟΚ) των κατανεμητών ορόφου. Σε όλες τις περιπτώσεις των κτιρίων οι κατανεμητές κτιρίου, είναι ταυτόχρονα και κατανεμητές ορόφων για τους ορόφους εκείνους στους οποίους τοποθετούνται, με αντίστοιχα. ΟΠΧ για τον τερματισμό των καλωδίων UTP που καταλήγουν σ' αυτούς από τις πρίζες του ορόφου. Η εγκατάσταση των κατανεμητών κτιρίου θα πρέπει να περιλαμβάνει τα κάτωθι:

Κατανεμητές χαλκού, πλάτους 19", (Patch panels UTP) 24 θέσεων πλήρως συμβατούς με το πρότυπο ISO/IEC DIS 11801 και EIA-TIA/568A, εφοδιασμένους με τα απαραίτητα βύσματα RJ-45 UTP Category 6 για τον τερματισμό των UTP καλωδίων χαλκού 4 ζευγών της οριζόντιας καλωδίωσης και των UTP καλωδίων χαλκού 100 ζευγών της κατακόρυφης καλωδίωσης, σύμφωνα με την προδιαγραφή T 568A.

Στα παραπάνω Patch panel τα RJ 45 βύσματα θα πρέπει να είναι προεγκατεστημένα από το εργοστάσιο. Για όλα τα κτίρια πρέπει να προσφέρεται, εκτός από τις απαραίτητες θέσεις RJ 45 στα Patch Panel χαλκού των κατανεμητών κτιρίων (Κ.Κ), και επιπλέον θέσεις σε αναμονή για τις πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις των ΟΠΧ και ΤΚΠΧ αυτών. Όλα τα Patch panel χαλκού που θα χρησιμοποιηθούν, πρέπει να φέρουν πιστοποίηση ανεξάρτητου εργαστηρίου (UL) ότι πληρούν την τεχνική προδιαγραφή TSB 40A της TIA/EIA 568A και είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές διασφάλισης ποιότητας (quality assurance standards) ISO 9001.

Να προσφερθούν Patchcords χαλκού UTP 4 ζευγών cat6 για την μικτονόμηση του ΟΠΧ με τα ΤΚΠΧ του κατανεμητή κτιρίου και με τις ενεργές συσκευές. Οι κατανεμητές να τοποθετηθούν σε ικριώματα μεταλλικά επιδαπέδια, με αντιστατική βαφή, πλάτους 19", ύψους τουλάχιστον διπλάσιου από αυτό που θα καταλάβουν οι ενεργές συσκευές που θα εγκατασταθούν, βάθους μεγαλύτερο από 60 cm, με μεταλλική πόρτα που θα διαθέτει κλειδαριά ασφαλείας (κοινό κλειδί για όλα τα ικριώματα), δυνατότητα εισαγωγής καλωδίων από το πάνω και το κάτω μέρος και δυνατότητα αφαίρεσης των πλαϊνών τοιχωμάτων για διευκόλυνση των εργασιών. Τα ικριώματα να διαθέτουν ακόμη υποδοχή για ανεμιστήρα στην οροφή και για πολύπριζο 8 θέσεων με διακόπτη για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στις ενεργές συσκευές, η αντοχή τους δε σε φορτίο είναι 350 Kgr. Για όλα τα ικριώματα που θα τοποθετηθούν να έχει προβλεφθεί επιπλέον χώρος για τη μεταφορά και τερματισμό σε αυτά των τηλεφωνικών καλωδίων που καταλήγουν στα κτίρια, ώστε αυτά μελλοντικά να μικτονομηθούν με τα ΤΚΠΧ των κατανεμητών κτιρίου.

Όλες οι εργασίες εγκατάστασης και τερματισμού θα πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τις συστάσεις του προτύπου EIA/TIA 568A καθώς και του ΦΕΚ Β767 (31.12.92), για να διατηρηθεί η υψηλή απόδοση των υλικών. Οι κατανεμητές κτιρίου θα πρέπει να είναι σχεδιασμένοι και εξοπλισμένοι σύμφωνα με όσα ορίζει το πρότυπο ANSI/TIA/EIA-569 για την αποφυγή καταπονήσεων των καλωδίων καθώς και για την καλή διευθέτηση και οργάνωση αυτών. Επιπλέον, θα πρέπει να ακολουθείται ενιαία οργάνωση σε όλους που θα διευκολύνουν την εποπτεία και τις μελλοντικές επεμβάσεις και επεκτάσεις. Οι κατανεμητές κτιρίου θα πρέπει να τοποθετηθούν σε προστατευμένους και διαμορφωμένους χώρους και κατά προτίμηση κοντά στα επιλεγμένα σημεία καθέτων οδεύσεων. Τέλος στα ικριώματα των ΚΚ κάθε κτιρίου θα πρέπει να τοποθετούνται οι ενεργές συσκευές του δικτύου καθώς και οι οπτικοί κατανεμητές στους οποίους θα



τερματίζονται τα οπτικά καλώδια που θα συνδέσουν τις ενεργές συσκευές μεταξύ τους για την υλοποίηση του καλωδιακού Υποσυστήματος Β.

### **2.3.9 Καλωδιακό Υποσύστημα Β**

Το υποσύστημα Β θα χρησιμοποιηθεί για να συνδέσει τους Κεντρικούς Καταναμητές Κτιρίων του Κόμβου μεταξύ τους. Όλες οι καλωδιακές συνδέσεις του υποσυστήματος Β θα πρέπει να υλοποιηθούν με καλώδια 8 οπτικών ινών multimode 62,5/125  $\mu\text{m}$  εσωτερικού / εξωτερικού χώρου. Όλες οι καλωδιακές συνδέσεις του υποσυστήματος Β θα πρέπει να υλοποιηθούν με καλώδια 12 οπτικών ινών multimode 62,5/125  $\mu\text{m}$  εσωτερικού / εξωτερικού χώρου. Οι ίνες των καλωδίων πρέπει να έχουν τα εξής οπτικά τεχνικά χαρακτηριστικά:

- διάμετρος πυρήνα / περιβλήματος : 62,5/125  $\mu\text{m}$
- πρωτεύουσα επικάλυψη : 250  $\mu\text{m}$
- graded index (βαθμωτού δείκτη διάθλασης) κατάλληλη για fusion splicing
- Εξασθένιση σήματος στα 850nm :  $\leq 3,0 \text{ db/Km}$
- Εξασθένιση σήματος στα 1300nm :  $\leq 0,8 \text{ db/Km}$
- Εύρος φάσματος στα 1300nm :  $\geq 600 \text{ MHz*Km}$
- Εύρος φάσματος στα 850nm :  $\leq 200 \text{ MHz*Km}$

Το καλώδιο να έχει τα παρακάτω μηχανικά τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Loose tube με προστατευτικό gel
- Low smoke Zero Halogen, non flammable
- Διάμετρος : 10 mm
- Tensile strength : 2.400 N
- Crash resistant permanent : 200 N/cm
- Κωδικοποίηση χρώματος ανά loose tube και ανά οπτική ίνα.

Ακόμη το οπτικό καλώδιο να είναι πλήρως διηλεκτρικό και να διαθέτει αντιπρωκτική προστασία.

### **2.3.10 Οδεύσεις Καλωδίων Οπτικών Ινών**

Στις περιπτώσεις που τα καλώδια οπτικών ινών οδεύουν στο εσωτερικό κτιρίων μέσα από χώρους εργασίας, θα πρέπει να τοποθετούνται μέσα στην υπάρχουσα υποδομή οδεύσεων αλλιώς σε λευκό αυτοσβενδόμενο πλαστικό κανάλι από PVC. Για τις οδεύσεις που θα γίνουν σε διαδρόμους και υπόγειους χώρους κτιρίων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μεταλλική σχάρα. Οι απαραίτητες εξωτερικές οδεύσεις θα πρέπει να γίνουν με εκσκαφή τάφρου διαστάσεων 40 x 70 cm στην οποία θα τοποθετηθούν σωλήνες PVC  $\Phi 100$ . Σε βάθος 20 cm από την επιφάνεια του οδοστρώματος να τοποθετηθεί πλαστική ενδεικτική ταινία σήμανσης. Τα φρεάτια εισαγωγής να φέρουν επίσης προστατευτικό κάλυμμα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η πλήρης στεγανότητα αυτών.

### **2.3.11 Τερματισμοί Οπτικών Καλωδίων - Οπτικοί Κατανεμητές**

Τα καλώδια οπτικών ινών ξεκινούν από οπτικούς κατανεμητές και τερματίζουν σε οπτικούς κατανεμητές. Για όλες τις περιπτώσεις να υπάρχει συνεχής ίνα point to point μεταξύ των δύο σημείων, χωρίς ενδιάμεσες συγκολλήσεις (splices) ή τερματισμούς και μικτονομήσεις. Οι οπτικοί κατανεμητές να είναι 19", 12 και 24 θέσεων και να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Box, rack mounted 19" για SC to SC adapters εξοπλισμένους με splicing box επαρκές για τον τερματισμό όλων των οπτικών ινών της χωρητικότητας του κατανεμητή, splicing tray με χώρο για θερμοσυστελλόμενους σωληνίσκους καθώς επίσης και προστατευτικά αυτοσυγκρατούμενα καπάκια για όλες τις θέσεις.

Επίσης, μαζί με τους οπτικούς κατανεμητές να παρέχονται:

- Connectors τύπου SC με pig tail τουλάχιστον 1,5m, ίδιων χαρακτηριστικών με την multimode ίνα, με insertion loss max 0.3 db, με κεραμικό ferrule, metallic holding και να συνοδεύονται από θερμοσυστελλόμενο σωληνίσκο και μεταλλικό στέλεχος προστασίας αυτού, κατάλληλο για fusion splicing.
- SC - to - SC adaptor με αυτοσυγκρατούμενο πλαστικό καπάκι προστασίας, προεγκατεστημένους από το εργοστάσιο πάνω στους οπτικούς κατανεμητές.

Optical Patch Cords multimode 62,5/125 μm τύπου SC to SC για τη σύνδεση με τις ενεργές συσκευές και να φέρουν αυτοσυγκρατούμενο καπάκι προστασίας στα άκρα τους. Τα Optical Patch Cords να είναι δύο ινών, ενισχυμένα με ίνες aramid και να παραδοθούν συσκευασμένα και χαρακτηρισμένα στο insertion loss το οποίο δεν θα ξεπερνά τα 0.30 db/connector. Τα καλώδια οπτικών ινών να οδηγούνται στους οπτικούς κατανεμητές οι οποίοι θα πρέπει να εγκατασταθούν στους χώρους των κεντρικών κατανεμητών κτιρίων μέσα στα επιδαπέδια μεταλλικά ικριώματα 19 ιντσών. Εκεί θα πρέπει να συγκολλούνται με τα μονόινα οπτικά καλώδια (pigtails) που διαθέτουν έτοιμους συνδεδεμένους SC συνδετήρες (connectors) από το εργοστάσιο κατασκευής. Οι SC συνδετήρες στη συνέχεια συνδέονται στους διπλούς υποδοχείς (adaptors) SC to SC του οπτικού κατανεμητή. Οι τερματισμοί να γίνουν από ειδικευμένο συνεργείο με τεχνική fusion splicing για ελαχιστοποίηση των απωλειών και καλύτερη ποιότητα τερματισμών. Επίσης να γίνει σήμανση όλων των οπτικών κατανεμητών καθώς και των καλωδίων οπτικών ινών που καταλήγουν σε αυτούς με ετικέτες έτσι ώστε να παρασχεθεί πλήρης τεκμηρίωση της εγκατάστασης.

### **2.3.12 Πιστοποίηση λειτουργικότητας & έλεγχος αποδοχής της εγκατάστασης**

Οι διαδικασίες πιστοποίησης και ελέγχου αποδοχής της καλωδιακής υποδομής (Acceptance Tests), που θα εφαρμοστούν στα πλαίσια της (προσωρινής και οριστικής) παραλαβής από τον Φορέα θα πρέπει να είναι σύμφωνες με αυτά που ορίζει το πρότυπο EIA/TIA 568-A και διεθνές πρότυπο IEC/ISO 11801 και ANSI/TIA/EIA TSB-67.

Η πιστοποίηση θα πρέπει να περιλαμβάνει τους εξής ελέγχους:

- Έλεγχος φυσικής συνέχειας του δικτύου.
- Μέτρηση αντίστασης βρόγχου συνεχούς.
- Έλεγχος επιπέδου ηλεκτρικών παρασίτων.
- Μέτρηση μήκους καλωδίου.

- Μέτρηση σύνθετης αντίστασης καλωδίου.
- Μέτρηση χωρητικότητας καλωδίου.
- Μέτρηση επιπέδου απώλειας σήματος.
- Έλεγχος επιπέδου δυσδιομιλίας (Crosstalk NEXT).
- Μέτρηση λόγου σήματος προς θόρυβο.

Για όλες τις οπτικές συνδέσεις μεταξύ ενεργών συσκευών θα πρέπει να γίνουν μετρήσεις πιστοποίησης σε δύο μήκη κύματος σύμφωνα με το πρότυπο TIA/EIA 568 A. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί το όργανο της εταιρείας OMNISCANNER2 υψηλών προδιαγραφών-σύγχρονης τεχνολογίας, Επίσης θα γίνει η μέτρηση απώλειας οπτικής ισχύος και θα μετρηθεί κάθε πλήρως τερματισμένη ίνα ξεχωριστά. Οι μετρήσεις για τις οπτικές ίνες θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις προδιαγραφές multimode ANSI X3T9.5 (100Mbps TAXI) και multimode ITU-T G.957 και G.958 (155Mbps OC-3, 622Mbps OC-12).

## 2.4 Παθητικός εξοπλισμός

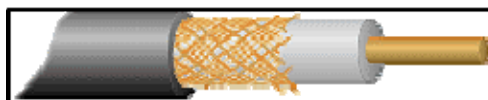
### 2.4.1 Μέσα μετάδοσης

Διάφορα φυσικά μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πραγματική μετάδοση. Το καθένα από αυτά έχει τη δική του θέση όσον αφορά στο εύρος ζώνης, στην καθυστέρηση, στο κόστος και στην ευκολία εγκατάστασης και συντήρησής τους. Τα μέσα αυτά διακρίνονται σε διπλαγωγούς, ομοαξονικά καλώδια και οπτικές ίνες.

### 2.4.2 Ομοαξονικό Καλώδιο

Ένα σύνηθες μέσο μετάδοσης είναι το ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable). Το ομοαξονικό καλώδιο επινοήθηκε το 1929 και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1941 από την AT&T για την εγκατάσταση της διηπειρωτικής επικοινωνίας.

Αποτελείται από έναν εσωτερικό αγωγό ο οποίος περιβάλλεται από μονωτικό υλικό. Το μονωτικό υλικό περιβάλλεται από κυλινδρικό αγωγό ο οποίος έχει τη μορφή ενός πυκνού πλέγματος. Ο εξωτερικός αγωγός καλύπτεται με τη σειρά του από ένα πλαστικό προστατευτικό κάλυμμα. Και οι δυο αγωγοί μοιράζονται έναν κεντρικό άξονα και για το λόγο αυτό ονομάζεται ομοαξονικό καλώδιο.



Το ομοαξονικό καλώδιο έχει εύρος ζώνης τα 400Mhz και είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στην εξωτερική παρεμβολή. Χρησιμοποιείται για να συνενώσει αποστάσεις 300-600 μέτρων και το κόστος του είναι χαμηλό. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως στην αγορά. Τα μειονεκτήματά του είναι ότι είναι αρκετά χοντρό για καλώδιο και ότι μερικές φορές είναι δύσκολο στην εγκατάσταση. Ο πιο κοινός τύπος connector που χρησιμοποιείται είναι ο BNC (Byone-Neil-Concelman).

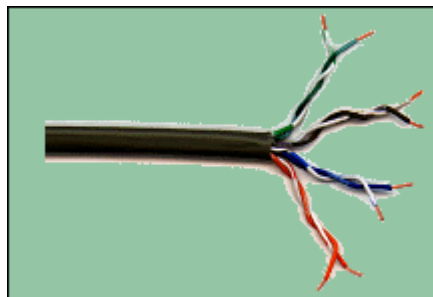


Υπάρχουν δύο είδη ομοαξονικού καλωδίου. Το λεπτό ομοαξονικό καλώδιο και το χοντρό. Το λεπτό αναφέρεται και ως thinnet και το πρότυπο στο IEEE που το διαχειρίζεται είναι το 10Base2. Το 2 στην ονομασία υποδεικνύει ότι η μέγιστη απόσταση κάλυψης είναι τα 200 μέτρα. Χρησιμοποιείται συνήθως σε σχολικά δίκτυα.

Το χοντρό ομοαξονικό καλώδιο (thick coaxial cable) αναφέρεται και ως thicknet περιγράφεται από το 10Base5 πρότυπο του IEEE. Όπως και πριν, το 5 αναφέρεται στα 500 μέτρα δυνατής απόστασης. Το επιπλέον χαρακτηριστικό που έχει, είναι ένα επιπρόσθετο κάλυμμα το οποίο το προστατεύει από την υγρασία. Είναι άκαμπτο και δύσκολο στην εγκατάσταση και χρησιμοποιείται συνήθως σε δίκτυα μεγάλων αποστάσεων.

### 2.4.3 Διπλαγωγός

Ο διπλαγωγός είναι το παλαιότερο μέσο μετάδοσης και ακόμη το πλέον δημοφιλέστερο. Απαρτίζεται από δύο μονωμένα χάλκινα σύρματα, πάχους 1mm. Για να αποφεύγονται οι παρεμβολές μεταξύ των σημάτων των δύο καλωδίων, αυτά είναι περιστρεμμένα το ένα πάνω στο άλλο. Κάθε σύνδεση πάνω στο συνεστραμμένο ζεύγος χρησιμοποιεί και τα δύο καλώδια. Έτσι, επειδή στην τηλεφωνία και σε ορισμένες εφαρμογές γραφείου χρειάζονται περισσότερες της μίας συνδέσεις, ένας διπλαγωγός συνήθως φέρει πολλαπλά συνεστραμμένα ζεύγη. Μέχρι το 1988, τα περισσότερα κτίρια γραφείων διέθεταν ένα καλώδιο με 4 συνεστραμμένα ζεύγη από τον κατακεμητή ορόφου προς το κάθε γραφείο. Αυτό το σχήμα επέτρεπε να συνδέονται μέχρι και τέσσερα συνήθη τηλέφωνα ή δύο τηλέφωνα πολλαπλών γραμμών από κάθε γραφείο με τον εξοπλισμό της τηλεφωνικής εταιρίας. Στην σημερινή εποχή, οι διπλαγωγοί με 2 συνεστραμμένα ζεύγη εγκαθίστανται από την τηλεφωνική εταιρία στα νοικοκυριά, για τη διάθεση διπλής τηλεφωνικής γραμμής.



Οι διπλαγωγοί προσφέρουν ευκολία στην εγκατάσταση και είναι ικανοί για συνδέσεις μέχρι 100 μέτρα. Είναι η πιο δημοφιλής επιλογή για σχολικά δίκτυα. Διακρίνονται σε 8 κατηγορίες βάσει χαρακτηριστικών.

Category 1 Voice Only (Telephone Talk)

Category 2 Data to 4Mbps (Local Talk)

Category 3 Data to 10Mbps (Ethernet)

Category 4 Data to 20Mbps (16Mbps Token Ring)

Category 5 Data to 100Mbps (Fast Ethernet)

Category 5e Data to 1000 Mbps (class D 100 MHz)

Category 6 Data to 2500 Mbps (class E 250 MHz)

Category 7 Data to 2500 Mbps οποιαδήποτε μεταφορά δεδομένων και ευρείας ζώνης τηλεοπτικό σήμα (class F 600 MHz)

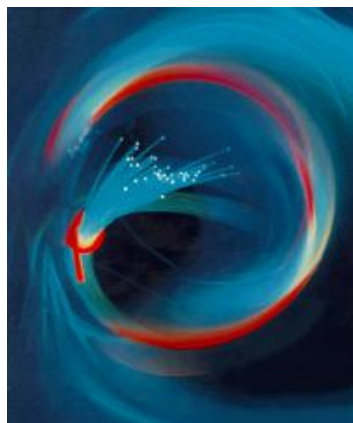
Η κατηγορία 5 συναντάται συνήθως σε 10Mbps Ethernet δίκτυα. Το πρωτόκολλο που περιγράφει την μετάδοση πάνω από διπλαγωγούς κατηγορίας 3,4 και 5 είναι το 10BaseT του IEEE 802.3i . Ο συνήθης connector για έναν διπλαγωγό είναι ο RJ-45, ο οποίος μοιάζει με τους τηλεφωνικούς connectors.



RJ-45 connector

Παρ' όλο που οι διπλαγωγοί συνήθως 'συνδέονται' με τη σπιτική χρήση, απαντώνται και σε εγκατάσταση οριζοντίου δικτύου LAN επειδή είναι φθηνότερο από το ομοαξονικό καλώδιο.

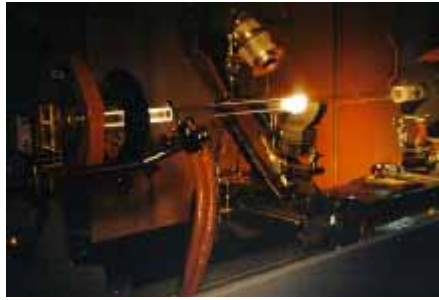
#### **2.4.4 Οπτικές ίνες (Fiber Optics) - Καλώδια Οπτικών Ινών**



Δέσμη οπτικών ινών. Ένα καλώδιο οπτικών ινών, το οποίο περιέχει μια δέσμη οπτικών ινών μπορεί να μεταφέρει εκατό τηλεοπτικά κανάλια ταυτόχρονα, χωρίς το πάχος του να ξεπερνά το πάχος μιας κιμωλίας.

Ένα άλλο αρκετά συνηθισμένο καλώδιο στις σύγχρονες καλωδιώσεις είναι η οπτική ίνα. Χρησιμοποιείται, κυρίως, όπου οι αποστάσεις είναι μεγάλες και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το καλώδιο συνεστραμένων ζευγών και όπου οι απαιτήσεις σε ρυθμούς

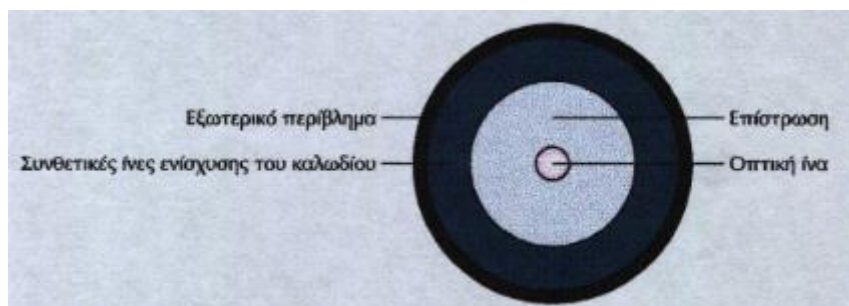
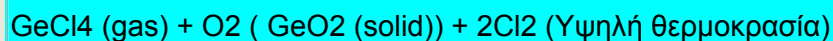
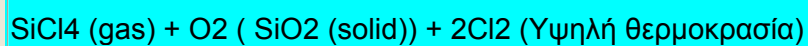
μετάδοσης είναι αρκετά αυξημένες. Σκεφτείτε, ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οπτική ίνα για να καλύψουμε απόσταση 5Km και οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων φθάνουν τα 10 Gbps.



Η βασική κατασκευή μιας οπτικής ίνας φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 1. Στο κέντρο του καλωδίου υπάρχει η οπτική ίνα, η οποία κατασκευάζεται από γυαλί ικανό να μεταφέρει φωτεινή δέσμη συγκεκριμένου μήκους κύματος με πολύ λίγες απώλειες. Την οπτική ίνα περιβάλλει ειδική επίστρωση υλικού με μικρότερο δείκτη διάθλασης από το υλικό της ίνας, το οποίο ονομάζεται cladding ή buffer. Το υλικό αυτό βοηθά στη συνεχή ανάκλαση της φωτεινής δέσμης, η οποία θα πέσει μέσα στην οπτική ίνα, εφόσον η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη της οριακής διότι σε άλλη περίπτωση θα έχουμε διάθλαση στην εξωτερική επίστρωση (cladding) (Βλέπε σχήμα 1). Με αυτό τον τρόπο η οπτική ίνα εγκλωβίζει τη δέσμη του φωτός και την οδηγεί στην άκρη της.

#### Σημείωση:

Η βασική χημική αντίδραση από την οποία παράγεται το οπτικό γυαλί είναι:



Σχήμα 1. Η κατασκευή καλωδίου οπτικής ίνας

Την επίστρωση περιβάλλει δέσμη συνθετικών ινών, οι οποίες έχουν στόχο την προστασία της ίνας από πιθανά τραβήγματα, όπου είναι επικίνδυνο να σπάσει το γυαλί, το οποίο αποτελεί και τον πυρήνα της ίνας. Όλα τα παραπάνω περικλείονται σε εξωτερικό πλαστικό περίβλημα όμοιο με αυτό των καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών.

### **Σημείωση**

Υπάρχουν οπτικές ίνες, οι οποίες κατασκευάζονται από πλαστικό. Προς το παρόν δεν είναι μέσα στις προδιαγραφές, που καθορίζονται από τα διεθνή πρότυπα. Οφείλουμε, όμως, να σημειώσουμε, ότι καταβάλλονται προσπάθειες για να βελτιωθούν τα χαρακτηριστικά τους και ειδικά η πολύτροπη, graded index πλαστική ίνα ενδέχεται να αποτελέσει αξιόπιστο μέσο μετάδοσης εφάμιλλο της γιάλινης ίνας

### **Τρόποι εκπομπής και μετάδοσης στις οπτικές ίνες**

Η εκπομπή του οπτικού σήματος σε οπτική ίνα γίνεται από πηγή LED (light Emmiting Diode) ή LASER (Light Amplification by Stimulated Emission off Radiation), και τα μήκη κύματος του φωτός, που η οπτική ίνα είναι σχεδιασμένη να μεταφέρει, ποικίλουν από 800nm μέχρι 1500nm.

Οι οπτικές ίνες διαφοροποιούνται, κατ'αρχήν, από τον τρόπο μετάδοσης του σήματος σε αυτές. Η πρώτη βασική διάκριση είναι μεταξύ των πολύτροπων και μονότροπων οπτικών ινών.

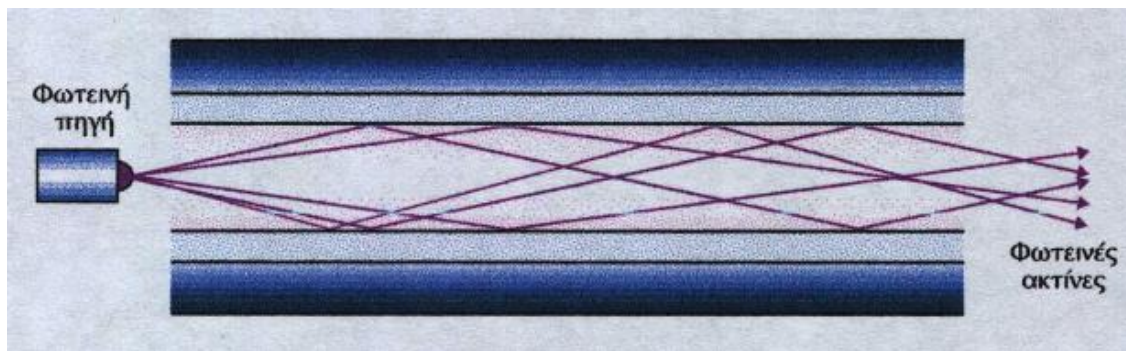
### **Πολύτροπες οπτικές ίνες (Multimode fiber optics)**

Ο τρόπος αναφοράς των μεγεθών για τις οπτικές ίνες είναι να αναφέρουμε πρώτα τη διάμετρο του πυρήνα (γυαλιού) και στη συνέχεια τη διάμετρο της επίστρωσης (cladding). Οι μετρήσεις των παραπάνω μεγεθών γίνονται σε 10<sup>-6</sup> μέτρα. Οι πολύτροπες οπτικές ίνες έχουν τυπικά μεγέθη 50μm/ 125μm, 62,5/125, 85/125 ή 100/140. Ο συνηθέστερος τύπος, ο οποίος κυκλοφορεί, είναι ο 62,5/125. Η ολική διάμετρος της οπτικής ίνας συμπεριλαμβανομένων των ενισχυτικών συνθετικών ινών και του εξωτερικού περιβλήματος φτάνει τα 900μm. Η αρχή μετάδοσης σε πολύτροπη οπτική ίνα είναι ότι οι διάφορες ακτίνες του οπτικού σήματος ανάλογα με την είσοδο τους στην οπτική ίνα ταξιδεύουν ανακλώμενες υπό διαφορετικές γωνίες, όπως φαίνεται στα σχήματα 2,3. Αυτός ο τρόπος μετάδοσης ονομάζεται πολύτροπος (multimode), επειδή έχουμε πολλούς δρόμους μετάδοσης, που αντιστοιχούν στις διαφορετικές γωνίες ανάκλασης. Οι πολύτροπες οπτικές ίνες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τις διακριτού βήματος (step index) και τις βαθμιαίου βήματος (graded index).

### **Οπτική ίνα διακριτού δείκτη (step index)**

Στις ίνες αυτές συμβαίνει απότομη μεταβολή του δείκτη διάθλασης μεταξύ της κεντρικής ίνας και του υλικού επίστρωσης. Στην περίπτωση αυτή, η πορεία των ακτίνων εμφανίζεται στο Σχήμα 2.

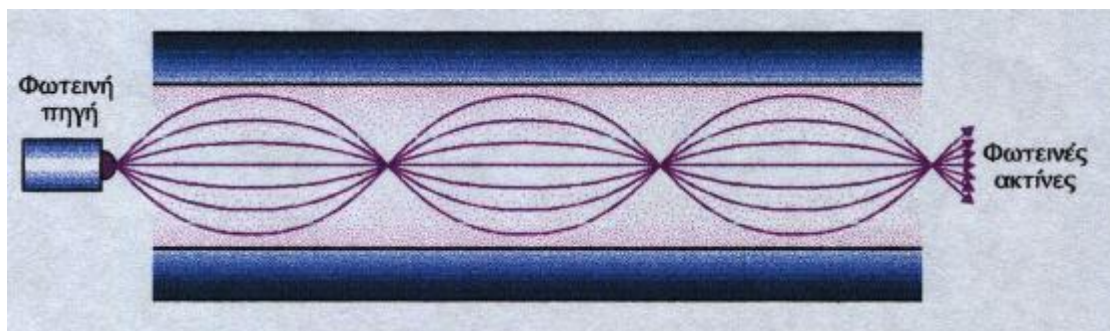




Σχήμα 2. Οπτική ίνα διακριτού δείκτη

### **Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη (graded index)**

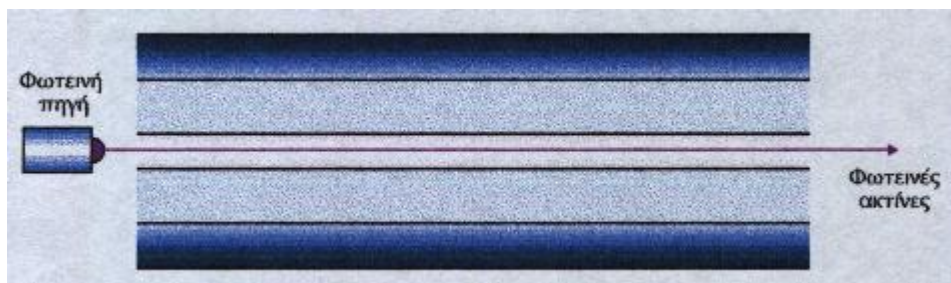
Οι ίνες αυτές χαρακτηρίζονται από βαθμιαία μεταβολή του δείκτη διάθλασης του υλικού της κεντρικής ίνας. Συμβαίνει βαθμιαία μείωση όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο προς την εξωτερική επιφάνεια του γυαλιού. Η πορεία των ακτινών σε μια τέτοια ίνα είναι αυτή, που φαίνεται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη

### **Μονότροπες οπτικές ίνες (single mode fiber optics).**

Στις μονότροπες οπτικές ίνες η διάμετρος της κεντρικής ίνας είναι πολύ μικρή και πλησιάζει περίπου το επίπεδο του μήκους κύματος του εκπεμπόμενου σήματος. Στην περίπτωση αυτή, έχουμε έναν μόνο δυνατό τρόπο μετάδοσης του οπτικού σήματος, τον αξονικό. Η πορεία των ακτινών σε μια τέτοια οπτική ίνα φαίνεται στο Σχήμα 4. Η κεντρική ίνα στις μονότροπες οπτικές ίνες έχει διάμετρο από 5μm έως 10μm με συνηθέστερη τιμή τα 8,3 μm.



Σχήμα 4. Μονότροπη οπτική ίνα



## **Χαρακτηριστικά και επιδόσεις**

Οι επιδόσεις μιας οπτικής ίνας συνδέονται με τον τρόπο μετάδοσης του σήματος στην ίνα, με το αν, δηλαδή, η ίνα είναι πολύτροπη ή μονότροπη και με το μήκος κύματος του φωτός, που εκπέμπεται από την πηγή. Στις μονότροπες οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται μήκη κύματος μεταξύ των 1310 nm και των 1550 nm. Στις πολύτροπες οπτικές ίνες έχουμε μήκη κύματος από 850 nm έως 1300 nm. Θα πρέπει να τονίσουμε, ότι για δεδομένη εγκατάσταση, θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο ένας τρόπος μετάδοσης και μόνο ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος από τις πηγές σε όλη την έκταση της εγκατάστασης.

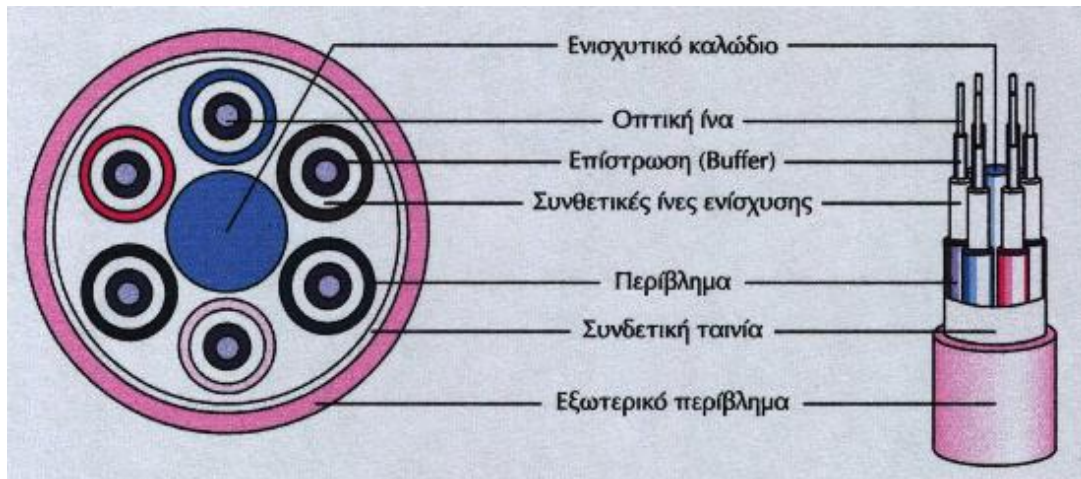
Οι οπτικές ίνες μπορούν να μεταφέρουν σήματα με πολύ μεγάλο εύρος ζώνης σε μεγάλες αποστάσεις με πολύ μικρή εξασθένηση του σήματος. Οι πολύτροπες οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αποστάσεις, που υπερβαίνουν τα 3Km, ενώ οι μονότροπες οπτικές ίνες μπορούν να υπερβούν τα 10 Km.

Υπάρχουν, όμως, και άλλοι παράγοντες, οι οποίοι περιορίζουν τις παραπάνω αποστάσεις μετάδοσης. Τέτοιοι παράγοντες είναι το εύρος ζώνης της πηγής και του δέκτη των σημάτων σε μια οπτική ίνα, και η χρωματική διασπορά του μεταδιδόμενου σήματος μέσα στην οπτική ίνα, η οποία διασπορά αυξάνεται με την απόσταση και εξασθενίζει το σήμα. Επίσης, επιβαρυντικός παράγων είναι η χρήση συνδέσμων και διακλαδωτών στην πορεία των οπτικών ινών. Θα πρέπει να σημειώσουμε, ότι στις πολύτροπες οπτικές ίνες είναι πιο ανεκτό να χρησιμοποιήσουμε συνδετήρες και διακλαδωτές απ,ότι στις μονότροπες. Επίσης, στις πολύτροπες οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαμηλού κόστους πηγές LED, ενώ οι μονότροπες οδηγούνται συνήθως από πηγή LASER. Τυπική τιμή εξασθένησης σήματος για μια 62,5/125 πολύτροπη οπτική ίνα είναι 3,5 dB/Km για σήμα με μήκος κύματος 850 nm και 1.0 dB/Km για μήκος κύματος 1300nm. Τυπικό μέγεθος εξασθένησης σήματος για μονότροπη οπτική ίνα είναι 0,5 dB/Km στα 1310 nm και 0,4 dB/Km στα 1550nm.

## **Τύποι οπτικών ινών**

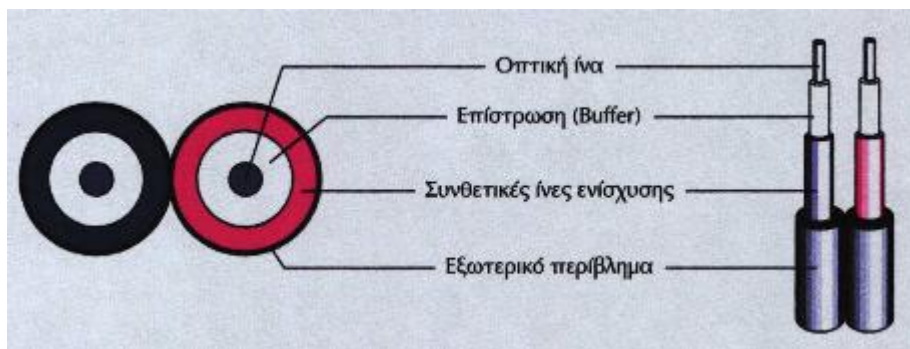
Τα καλώδια οπτικών ινών περιέχουν από 1 έως 36 οπτικές ίνες .Τα πιο συνηθισμένα είναι τα καλώδια με ζυγό αριθμό οπτικών ινών για την επικοινωνία των full-duplex κυκλωμάτων. Θα ξεχωρίσουμε δυο τύπους οπτικών ινών ως προς την κατασκευή τους.

- Στην πρώτη περίπτωση, έχουμε σε κάθε οπτική ίνα και εξωτερικά από την επίστρωση συνθετικές ίνες και εξωτερικό μονωτικό περίβλημα. Μέσα στο καλώδιο υπάρχουν πολλές τέτοιες ίνες, όπου η κάθε ίνα αποτελεί και ένα ξεχωριστό καλώδιο. Μέσα στο καλώδιο περιέχονται εκτός από καλώδια οπτικών ινών και καλώδια, τα οποία χρησιμεύουν για ενίσχυση και στρογγυλοποίηση του όλου σχήματος. Όλα αυτά τα καλώδια, τέλος, περικλείονται από εξωτερικό περίβλημα. Αυτή η κατασκευή είναι γνωστή σαν Tight Buffer. Στο Σχήμα 5 εμφανίζεται ανάλογη κατασκευή καλωδίου οπτικών ινών.



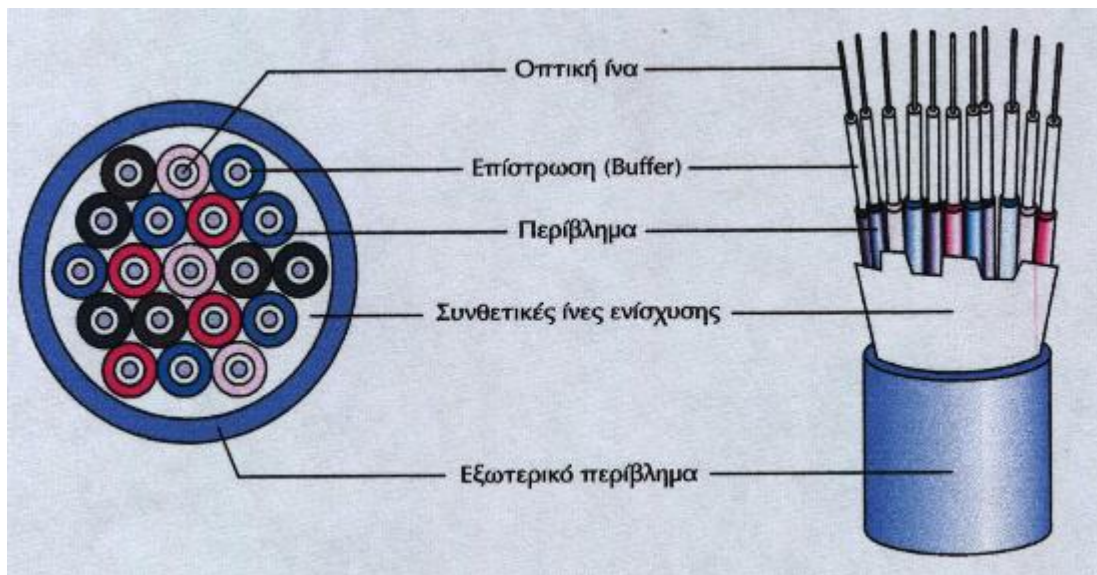
Σχήμα 5. Καλώδιο οπτικών ινών ( Tight Buffer )

Παρόμοιας κατασκευής είναι τα εύκαμπτα καλώδια, που χρησιμοποιούμε για τη σύνδεση με τον ενεργό εξοπλισμό (Optical patch cords). Αυτά αποτελούνται από δυο καλώδια ενωμένα στο εξωτερικό τους, το κάθε ένα από τα οποία περιέχει οπτική ίνα από πλαστικό. Στο σχήμα 6 εμφανίζεται ένα οπτικό καλώδιο σύνδεσης.



Σχήμα 6. Οπτικό Patch cord

- Στην δεύτερη περίπτωση, έχουμε τις οπτικές ίνες με την επίστρωσή τους να είναι τοποθετημένες ελεύθερα μέσα στο καλώδιο και περικλείονται από εξωτερικό περίβλημα, αφού πρώτα τοποθετηθεί μέσα στο καλώδιο επίστρωση από συνθετικές ίνες για την ανθεκτικότητα του καλωδίου. Αυτή η κατασκευή είναι γνωστή σαν Loose Buffer. Στο Σχήμα 7 εμφανίζεται ανάλογη κατασκευή καλωδίου οπτικών ινών.



Σχήμα 7. Καλώδιο οπτικών ινών ( Loose Buffer )

### **Χρήσεις - Παραδείγματα**

Τα καλώδια οπτικών ινών, τα οποία, συνήθως περιέχουν δεσμίδες οπτικών ινών, χρησιμοποιούνται, κυρίως, από τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς για επίγειες και υποθαλάσσιες συνδέσεις μεγάλων αποστάσεων, αντικαθιστώντας τόσο τις γραμμές ομοαξονικών καλωδίων, όσο και τις επίγειες και δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις. Τα τελευταία χρόνια έχουν ποντισθεί πολλά καλώδια οπτικών ινών, με χωρητικότητα, η οποία ξεπερνά τα 30.000 κυκλώματα φωνής, για τη διασύνδεση ηπείρων. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν το καλώδιο BSFOCS, που εκτείνεται στην περιοχή της Μαύρης θάλασσας και συνδέει τη Βουλγαρία, Ουκρανία και Ρωσία, το καλωδιακό σύστημα SEA - ME - WE 3 (South East Asia - Middle East - West Europe), που ξεκινά από τη Δυτική Ευρώπη (Γερμανία, Μεγ. Βρετανία), περνά από τα στενά του Γιβραλτάρ στη Μεσόγειο (Ιταλία, Ελλάδα, Κύπρο) συνεχίζει από τα στενά του Σουέζ προς την Ασία (Ινδία, Σιγκαπούρη) και χωρίζεται σε δύο μέρη, με το ένα άκρο να καταλήγει στην Ιαπωνία και το άλλο στην Αυστραλία και το καλώδιο ADRIA-1, που συνδέει την Ελλάδα (Κέρκυρα), την Αλβανία (Durrës) και την Κροατία (Dubrovnik).

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται, επίσης, από ιδιωτικές εταιρίες σε τοπικά δίκτυα, σε πανεπιστημιακά δίκτυα κορμού, σε δίκτυα ευρείας περιοχής, σε δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης, σε εφαρμογές με υψηλές απαιτήσεις σε ασφάλεια μετάδοσης, όπως οι στρατιωτικές και, τέλος, σε βιομηχανικές εφαρμογές, όπου υπάρχει υψηλός βιομηχανικός θόρυβος, στον οποίο οι οπτικές ίνες παρουσιάζουν ανοσία.

### **Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα**

Οι οπτικές ίνες φαίνεται να είναι σήμερα η καλύτερη λύση στα μέσα μετάδοσης και αυτό γιατί τα πλεονεκτήματα, που παρουσιάζουν, σε σχέση με τα άλλα μέσα είναι ιδιαίτερα σημαντικά.

Οι οπτικές ίνες διαθέτουν πολύ μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες μετάδοσης (της τάξης των Gbps). Συνήθεις ταχύτητες μετάδοσης είναι αυτές των 2 και 10 Gbps, ενώ έχουν επίσης αναπτυχθεί συστήματα των 20,40 και 50 Gbps. Σε περίπτωση πολυπλεξίας με διαίρεση μήκους κύματος, οι ταχύτητες φθάνουν στα μερικά Tbps. Επίσης, δεν επηρεάζονται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, με αποτέλεσμα να συνιστάται η χρήση τους σε βιομηχανικό περιβάλλον και σε χώρους με

υψηλό θόρυβο. Η εξασθένηση των σημάτων είναι μικρότερη από ό,τι στα χάλκινα και ομοαξονικά καλώδια, με αποτέλεσμα οι αποστάσεις μεταξύ ενισχυτών ή άλλων ενεργών στοιχείων να κυμαίνονται από μερικά μέχρι και μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, ανάλογα με τη τεχνική και το ρυθμό μετάδοσης. Η υποκλοπή ή η παρεμβολή πληροφορίας είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθούν, με αποτέλεσμα οι οπτικές ίνες να συνιστούν πολύ ασφαλές μέσο μετάδοσης. Επίσης, το βάρος και ο όγκος τους είναι σημαντικά μικρότερος από τα αντίστοιχα μεγέθη των άλλων αγωγών. Αξίζει να αναφέρουμε, σαν παράδειγμα, ότι χάλκινο καλώδιο με 1000 ζεύγη και μήκος 500 μέτρων ζυγίζει περίπου 4000 κιλά, ενώ οπτική ίνα του ίδιου μήκους, που περιέχει τον ίδιο αριθμό καναλιών, ζυγίζει μόνο 45 κιλά. Επιπλέον, δεν είναι ευαίσθητη σε υγρό περιβάλλον, όπου τα χάλκινα καλώδια μπορεί να δημιουργήσουν βραχυκυκλώματα. Επειδή η οπτική ίνα δεν μεταφέρει ηλεκτρικό σήμα, προτιμάται σε περιοχές υψηλού κίνδυνου εκρήξεων από σπινθήρες (χώροι καυσίμων, εύφλεκτων αερίων κλπ.).

Συμπερασματικά, θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι τα καλώδια οπτικών ινών παρουσιάζουν ίδιες μηχανικές ιδιότητες με τα ομοαξονικά, αλλά είναι ελαφρότερα σε βάρος, μικρότερα σε διάμετρο και οι αποστάσεις μεταξύ των επαναληπτών είναι μεγαλύτερες. Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα, που παρουσιάζουν οι οπτικές ίνες, είναι η δυσκολία υλοποίησης συνδέσεων, επειδή απαιτείται υψηλή προσαρμογή και ευθυγράμμιση της φωτεινής πηγής, για να μην υπάρχει διασπορά και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες. Όμως, η πρόοδος της τεχνολογίας, που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια στην περιοχή των οπτικών ινών, αντιμετώπισε με επιτυχία την παραπάνω δυσκολία, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η χρήση τους και για συνδέσεις σημείου προς πολλά σημεία. Παρόλα αυτά, η χρήση τους σε τέτοιες συνδέσεις δεν έχει ακόμη ευρέως εξαπλωθεί, ιδιαίτερα λόγω του αυξημένου κόστους, που παρουσιάζουν τέτοια συστήματα.

Συμπερασματικά λοιπόν:

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Μεγάλη χωρητικότητα της τάξης των Gbps	Δυσκολία στη σύνδεση, με συνέπεια την ανάγκη ύπαρξης επιδέξιων εγκαταστατών
Με νέες τεχνικές πολυπλεξίας με διαίρεση μήκους κύματος (Wave division Multiplexing) επιτυγχάνονται ταχύτητες της τάξης των Tbps.	Δυσκολία διασύνδεσης πολλών χρηστών πάνω σε ένα καλώδιο
Μικρό μέγεθος και βάρος	Ακριβές για μικρές αποστάσεις
Χαμηλή εξασθένηση	-
Απρόσβλητη σε περιβαλλοντολογικές παρεμβολές	-
Υψηλή ασφάλεια - δυσκολία στις υποκλοπές	-
Μεγάλες εγκαταστάσεις μειώνουν το κόστος	-

## 2.4.5 Κατανεμητής

Ο κατανεμητής γενικά είναι ένας χώρος σε κάθε όροφο ενός κτιρίου που προορίζεται για τη διασύνδεση της οριζόντιας καλωδίωσης με την κατακόρυφη καλωδίωση, ενώ μπορεί να αποτελεί ένα ενδιάμεσο ή το κύριο σημείο μεικτονόμησης για διαφορετικά τμήματα του συστήματος κατακόρυφης καλωδίωσης. Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει το σημείο οριοθέτησης της καλωδίωσης, δηλαδή το ακραίο σημείο της καλωδίωσης που βρίσκεται στο σημείο εισαγωγής του κτιρίου. Οι κατανεμητές γενικά έχουν την λογική ότι οι τερματισμοί των καλωδίων πρέπει να γίνονται σταθερά σε οριολωρίδες, ενώ οι συνδέσεις του τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού να γίνονται με μεικτονομήσεις.

Ο χώρος του κατανεμητή πρέπει να είναι αφιερωμένος μόνο σε τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες και συναφείς λειτουργίες. Κανονικά στο χώρο του κατανεμητή δεν πρέπει να υπάρχουν άλλες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις εκτός από εκείνες που είναι απαραίτητες για τις συσκευές τηλεπικοινωνιακών και γενικά ασθενών ρευμάτων.

Κάθε κτίριο πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον ένα κατανεμητή, χωρίς να υπάρχει άνω όριο στο πλήθος των κατανεμητών που μπορεί να υπάρχουν. Είναι προτιμότερο οι κατανεμητές να τοποθετούνται στο μέσον του ορόφου, έτσι ώστε να μειώνονται οι οριζόντιες αποστάσεις των καλωδίων.

Ένας κατανεμητής θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ανά όροφο. Πρόσθετοι κατανεμητές είναι δυνατόν να υπάρχουν όταν η εξυπηρετούμενη επιφάνεια του ορόφου υπερβαίνει κάποια όρια, τυπικά τα 1000τ.μ. ή η απόσταση του κατανεμητή από την πιο ακραία θέση εργασίας υπερβαίνει τα 90μ. Ο τοπικός κατανεμητής, στον οποίο καταλήγει η οριζόντια καλωδίωση του ορόφου πολλές φορές αναφέρεται και σαν «κατανεμητής ορόφου». Αν υπάρχουν περισσότεροι του ενός κατανεμητές στον όροφο, πρέπει να προβλεφθεί τουλάχιστον ένας καλωδιακός δρόμος σύνδεσης μεταξύ τους, κατά προτίμηση ο συντομότερος.

Ο χώρος του κατανεμητή μπορεί να είναι ένα μικρό, κλειστό δωμάτιο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν χώρος συσκευών επικοινωνίας. Είναι φυσικό ο χώρος του κεντρικού κατανεμητή να είναι μεγαλύτερος από το χώρο ενός κατανεμητή ορόφου, γιατί συνήθως στεγάζει και ένα πλήθος από απαραίτητες τηλεπικοινωνιακές συσκευές, καθώς και τον τερματισμό της οριζόντιας καλωδίωσης του ορόφου, στον οποίο βρίσκεται.

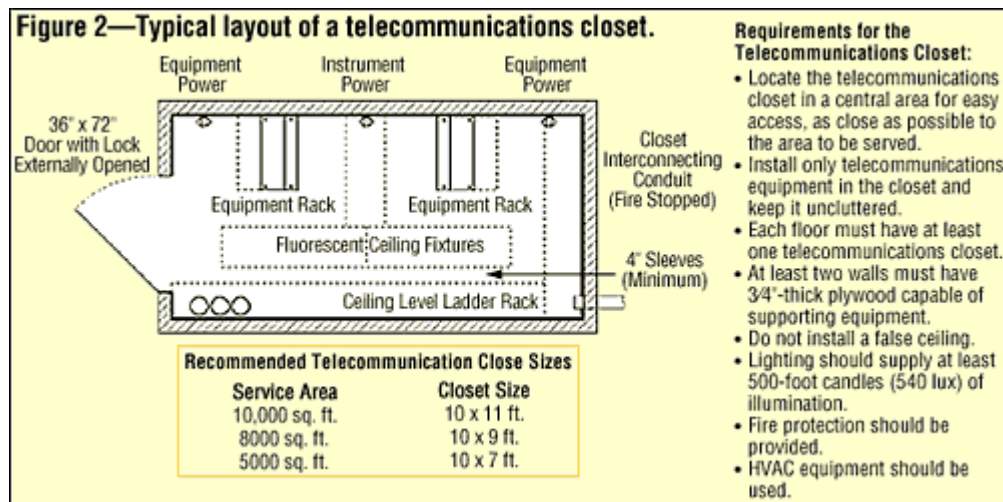
Οι διαστάσεις του χώρου του κατανεμητή καθορίζονται, κατά περίπτωση, ανάλογα με το μέγεθος του εξοπλισμού, που πρόκειται να στεγάσει. Μια ενδεικτική τιμή για κατανεμητή ορόφου είναι τα 5τ.μ. Και για κεντρικό κατανεμητή τουλάχιστον 10.τμ.

- Κάθε κατανεμητής πρέπει να περιλαμβάνει απαραίτητα τα ακόλουθα παθητικά στοιχεία:
- Μεταλλικό ικρίωμα με διαστάσεις επαρκείς για τη στέγαση των στοιχείων, που προορίζονται να αναρτηθούν σ'αυτό και με δυνατότητα ασφάλισης.
- Σύνθετα πλαίσια μεικτονόμησης (modular patch panels) για τον τερματισμό της οριζόντιας καλωδίωσης.
- Οπτικό κατανεμητή για τη σύνδεση οπτικών ινών της κατακόρυφης καλωδίωσης
- Οριολωρίδες για τον τερματισμό πολύζευγων UTP κάθετων καλωδίων
- Οδηγούς καλωδίων για την οργάνωση των καλωδίων μεικτονόμησης.



## 2.4.6 Χώρος συσκευών επικοινωνίας

Ο χώρος συσκευών επικοινωνίας είναι το δωμάτιο εκείνο του κτιρίου, που φιλοξενεί τα κεντρικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα, που είναι απαραίτητο να συνδεθούν στο σύστημα καλωδίωσης ασθενών ρευμάτων του κτιρίου. Παρόλο που ο χώρος συσκευών επικοινωνίας σαφώς διαφέρει από τους καταναμητές, λόγω της φύσης ή της πολυπλοκότητας του εξοπλισμού που περιέχει, πολλές ή όλες οι λειτουργίες ενός καταναμητή και κυρίως του κεντρικού παρέχονται από το χώρο συσκευών επικοινωνίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο χώρος συσκευών επικοινωνίας περιέχει τον κεντρικό καταναμητή του κτιρίου.



Κάθε κτίριο περιλαμβάνει ένα τουλάχιστον χώρο συσκευών επικοινωνίας. Πολλαπλοί χώροι συσκευών επικοινωνίας σ' ένα κτίριο είναι δυνατόν να υπάρχουν εφόσον απαιτείται, κάτι τέτοιο όμως δεν συνιστάται.

Το μέγεθος του χώρου αυτού υπολογίζεται με βάση τον όγκο των συστημάτων που θα εγκατασταθούν και τις απαιτήσεις τους σε ελεύθερο χώρο. Σε περίπτωση έλλειψης τέτοιων στοιχείων, η έκταση αυτού του χώρου εκτιμάται υπολογίζοντας για κάθε 100τ.μ. χώρου θέσεων εργασίας 1τ.μ. αυτού του χώρου.

Ο χώρος συσκευών επικοινωνίας πρέπει να βρίσκεται κοντά στην όδευση της καλωδίωσης κορμού με την οποία και συνδέεται. Κατά την επιλογή του χώρου πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η ευκολία επέκτασης της αρχικής του δομής, γι' αυτό επιθυμητό είναι να αποφεύγονται χώροι που βρίσκονται δίπλα σε ανελκυστήρες, φωταγωγούς κλπ. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η γεινίαση του χώρου με ισχυρές πηγές ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής. Φωτοτυπικά μηχανήματα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 3μ. από το χώρο των συσκευών επικοινωνίας.

Στο χώρο πρέπει να υπάρχει δυνατότητα κλιματισμού για τις ανάγκες των συσκευών και να λαμβάνεται μέριμνα για την αποφυγή εισροής σκόνης. Αν το κεντρικό σύστημα κλιματισμού δεν λειτουργεί συνεχώς έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες των συσκευών του χώρου, είναι προτιμητέο να εγκατασταθεί πρόσθετο αυτόνομο μηχανήματα κλιματισμού για το χώρο αυτό.

Η τροφοδοσία ισχύος του χώρου πρέπει να εξασφαλίζεται από ειδική παροχή ξεχωριστού πίνακα καθώς επίσης ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δίνεται στη σωστή γείωση. Αν υπάρχει η δυνατότητα συστήματος UPS, είναι καλύτερα η παροχή ισχύος να γίνεται από το UPS. Ένα UPS ισχύος μέχρι 100 KVA μπορεί να εγκατασταθεί στον ίδιο χώρο, ενώ αν είναι μεγαλύτερης ισχύος πρέπει να προβλέπεται ξεχωριστός χώρος.

Για λόγους ασφαλείας πρέπει να απαγορεύεται η προσπέλαση στο χώρο από μη εξουσιοδοτημένα άτομα, γι' αυτό πρέπει να έχει τη δυνατότητα να κλειδώνει.

#### **2.4.7 Πρίζες RJ 45, UTP**

Οι πρίζες είναι 4 ζευγών, έχουν τυποποιημένη μορφή και σε αυτές μπορούν να τερματιστούν με ταχεία σφηνωτή σύνδεση IDC καλώδια UTP.

#### **2.4.8 Πρίζες RJ 45, FTP (Fully shielded)**

Οι πρίζες είναι 4 ζευγών, έχουν τυποποιημένη μορφή και σε αυτές μπορούν να τερματιστούν με ταχεία σφηνωτή σύνδεση IDC καλώδια FTP. Οι πρίζες περιβάλλονται εξ ολοκλήρου από μεταλλικό θώρακα που προστατεύει από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

#### **2.4.9 Πρίζες RJ 45, FTP (Through shield ή continuity shield)**

Οι πρίζες είναι 4 ζευγών, έχουν τυποποιημένη μορφή και σε αυτές μπορούν να τερματιστούν με ταχεία σφηνωτή σύνδεση IDC καλώδια FTP. Οι πρίζες δεν περιβάλλονται εξ ολοκλήρου από μεταλλικό θώρακα και δεν προστατεύονται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές αλλά οι θώρακες των καλωδίων και από τις δύο πλευρές της πρίζας συνδέονται μέσω αυτής.

#### **2.4.10 Patch panels**

Τα patch panels είναι συστοιχίες από μηχανισμούς (jacks) πριζών RJ 45 όλων των ειδών που στην περίπτωση αυτή ονομάζονται θύρες.

Υπάρχουν δηλαδή patch panels που αποτελούνται από jacks UTP, FTP fully shielded ή FTP through shield. Οι συστοιχίες των jacks είναι τοποθετημένες επάνω σε πλαίσια πλάτους 19□□ (ιντσών) και ύψους 4,5 cm.

Συνήθως patch panels με αριθμό θυρών μέχρι 24 έχουν το τυποποιημένο ύψος των 4,5 cm. Patch panels με μεγαλύτερο αριθμό θυρών έχουν ύψος σε ακέραια πολλαπλάσια των 4,5 cm.

Το τυποποιημένο ύψος των 4,5 cm ονομάζεται πολύ συχνά U (Unit).

Στην περιγραφή των patch panels αναφέρεται πάντοτε το ύψος σε U.

#### **2.4.11 Patch cords**

Τα patch cords είναι καλώδια γεφυρώσεως UTP ή FTP, που χρησιμοποιούνται για τις διάφορες συνδέσεις στους καταναμητές, καθώς επίσης και για τις συνδέσεις διάφορων συσκευών με τις πρίζες.

Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, ποικίλουν ως προς τα υλικά κατασκευής ή ακόμη και το σχήμα. Τα πιο συνηθισμένα είναι εκείνα που αποτελούνται από εύκαμπτο καλώδιο 4 ζευγών, Cat 5e και τερματισμένα σε βύσματα RJ 45. Σε περιπτώσεις συνδέσεων μεταξύ οριολωρίδων χρησιμοποιείται κατά κανόνα εύκαμπτο καλώδιο 4 ζευγών χωρίς βύσματα τερματισμού. Για σύνδεση οριολωρίδας και patch panel

χρησιμοποιούνται patch cords με το ένα άκρο ελεύθερο και το άλλο τερματισμένο σε βύσμα RJ 45.

### **2.4.12 Υλικά Οπτικών Ινών**

Οι οπτικές ίνες τερματίζονται σε οπτικά Patch Panels και οπτικές πρίζες. Υπάρχουν επίσης οπτικά patch cords και διάφορα άλλα βοηθητικά υλικά.

Σε αντιδιαστολή με την τυποποίηση RJ 45 των συνδέσμων καλωδίων χαλκού δεν υπάρχει αντίστοιχη αυστηρή τυποποίηση για τους συνδέσμους των οπτικών ινών.

Ο τερματισμός των οπτικών ινών γίνεται κατά κανόνα από εξειδικευμένα συνεργεία διότι απαιτείται περισσότερο εκπαιδευμένο προσωπικό και αρκετά πιο ακριβός εξοπλισμός σε σχέση με τον απαιτούμενο για καλώδια χαλκού

### **2.4.13 Γειώσεις**

Αναπόσπαστο στοιχείο ενός συστήματος καλωδίωσης αποτελούν οι γειώσεις που το προστατεύουν. Εκτός από την προστασία του ανθρώπινου προσωπικού και του εξοπλισμού από επικίνδυνες τάσεις, οι γειώσεις μπορούν να μειώσουν την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής από και προς το τηλεπικοινωνιακό σύστημα καλωδίωσης. Ακατάλληλη γείωση μπορεί να ευνοήσει παρεμβολή επαγωγικών τάσεων στα τηλεπικοινωνιακά κυκλώματα.

Στο σχεδιασμό του συστήματος γείωσης πρέπει οπωσδήποτε να ακολουθούνται οι οδηγίες και οι απαιτήσεις γείωσης των κατασκευαστών του εξοπλισμού. Επιπλέον κάθε κατασκευαστής πρέπει να διαθέτει την κατάλληλη γείωση. Η γείωση πρέπει να είναι διαθέσιμη στα ικριώματα, στα πλαίσια μεικτονόμησης, στον εξοπλισμό συντήρησης και ελέγχου, στον τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό και στον εξοπλισμό Η/Υ. Η γείωση πρέπει να είναι συνδεδεμένη στο ενιαίο σύστημα γείωσης του ηλεκτρικού συστήματος του χώρου, έτσι ώστε να είναι η ίδια για όλες τις συνδεδεμένες συσκευές.

- Τα κουτιά των κατασκευητών πρέπει να είναι γειωμένα για την ασφάλεια του προσωπικού, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας.
- Καλώδια FTP γειώνονται μόνον μέσω patch panel και όχι και από άλλα ενδιάμεσα σημεία του καλωδίου ή της πρίζας. Ορισμένοι κατασκευαστές που παρασκευάζουν μόνο UTP προϊόντα και προκειμένου να αποθαρρύνουν τη χρήση FTP καλωδίων, διαδίδουν ότι το καλώδιο FTP για να μη δημιουργήσει προβλήματα απαιτεί γειώσεις όχι μόνο στα δύο άκρα του, αλλά και σε πολλά ενδιάμεσα σημεία. Αυτό θεωρητικά είναι αληθές. Στην πράξη όμως δεν μπορεί να γίνει εύκολα, αλλά και να γίνει, είναι πολύ πιθανόν ότι θα δημιουργήσει σοβαρές παρενέργειες λόγω ρευμάτων βρόγχου από την ενδεχόμενη ύπαρξη πολλαπλών μη ισοδυναμικών γειώσεων.
- Τα patch panels γειώνονται σε ειδικό αγωγό γείωσης επάνω στον οποίο συνδέεται επίσης το σώμα του ικριώματος, το κουτί, οι πόρτες κλπ. Οι συνδέσεις γίνονται με πολύκλινα καλώδια γειώσεων ελάχιστης διατομής 2,5 χιλιοστών. Ο αγωγός της γείωσης του κουτιού ή του ικριώματος (Rack) με τη σειρά του και με πολύκλινα καλώδια γειώσεων ελάχιστης διατομής 6 χιλιοστών κατ' ελάχιστον, συνδέεται σε κάποιο κύριο σημείο γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Στην περίπτωση που υπάρχουν στο δίκτυο πολλές γειώσεις πρέπει να είναι ισοδυναμικές ή να μην υπάρχει μεταξύ τους διαφορά μεγαλύτερη του 1V RMS.



## 2.5 Ενεργός εξοπλισμός

### 2.5.1 Hub

Το hub είναι μια δικτυακή συσκευή που επιτρέπει την διασύνδεση πολλών υπολογιστών σχηματίζοντας ένα δίκτυο. Είναι ένα μικρό τετράγωνο κουτί που τροφοδοτείται με ρεύμα από υποδοχή στον τοίχο. Οι υπολογιστές μπορούν να επικοινωνούν απευθείας ο ένας με τον άλλον μέσω αυτού του δικτύου.

Περιλαμβάνει μια σειρά από θύρες στις οποίες τοποθετούνται τα καλώδια του δικτύου. Μικρά hub μπορούν να εξυπηρετήσουν έως και τέσσερις υπολογιστές. Ο υπολογισμός γίνεται βάσει του αριθμού των θυρών που διαθέτει κάθε hub. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει έξτρα θύρα για τη διασύνδεση hub μεταξύ τους. Μεγαλύτερα hub μπορούν να έχουν από 8-24 θύρες. Το πιο συνηθισμένο είδος hub είναι το Ethernet hub.

Τα hub θεωρούνται ως συσκευές επιπέδου 1 του OSI Model. Στο φυσικό επίπεδο, τα hub δεν προσφέρονται για ανεβασμένο επίπεδο δικτυακής επικοινωνίας, καθώς δεν διαβάζουν την πληροφορία που μεταφέρουν και δεν έχουν γνώση της προέλευσης και του προορισμού των πακέτων.

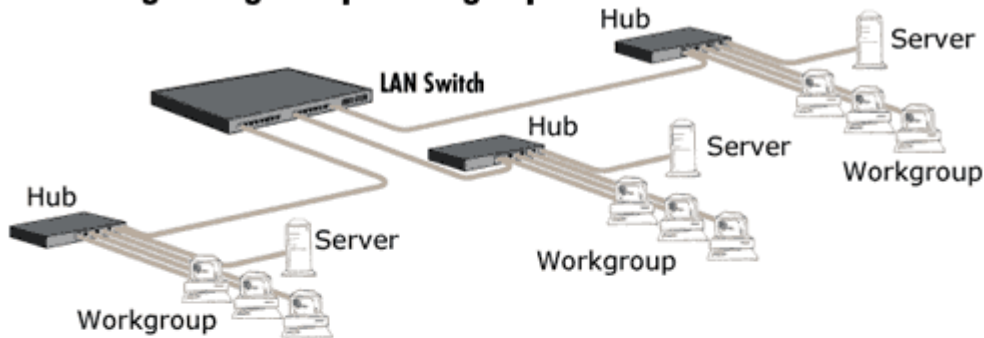
Τα hub διαχωρίζονται σε 3 κατηγορίες. Τα *παθητικά*, τα *ενεργητικά* και τα *έξυπνα*. Τα παθητικά hub ή αλλιώς 'συγκεντρωτές' απλά παραλαμβάνουν τα εισερχόμενα πακέτα και τα στέλνουν σε όλες τις συσκευές του δικτύου. Τα ενεργητικά hub ή 'πολύθυροι επαναλήπτες' ενισχύουν το ηλεκτρικό σήμα των εισερχόμενων πακέτων πριν τους διαδώσουν στο δίκτυο. Τα έξυπνα hub είναι ένα στάδιο ψηλότερα από τα ενεργά hub με την έννοια ότι είναι εύκολα αποθηκεύσιμα και παρέχουν υποστήριξη από απόσταση.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των hub είναι το χαμηλό κόστος τους. Για το λόγο αυτό αποτελούν τον πιο οικονομικό και απλό τρόπο για την κατασκευή μικρών δικτύων. Μπορούν να λειτουργήσουν με dial-up καλώδιο καθώς και DSL υπηρεσίες. Τα εναλλακτικά των hub που είναι οι routers και οι switchers, παρατίθενται παρακάτω.

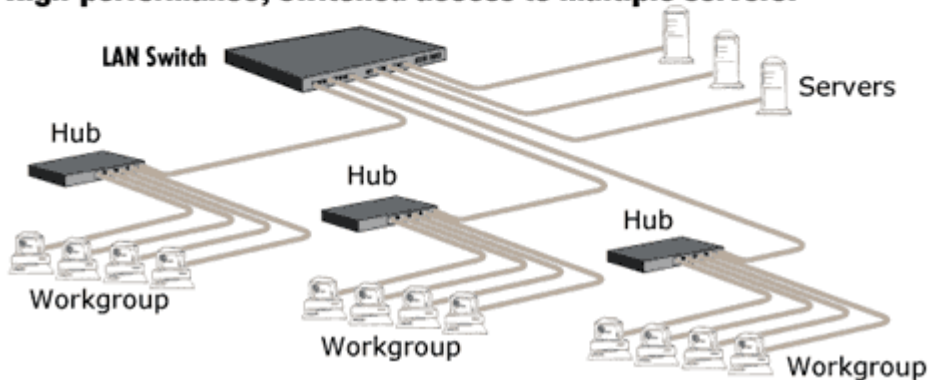
### 2.5.2 Switch

Ο switch είναι μια μικρή συσκευή που επιτυγχάνει διασύνδεση υπολογιστών σε χαμηλό επίπεδο. Τεχνικά, οι switches λειτουργούν στο επίπεδο 2 (Data Layer) του OSI Model. Οι συσκευές αυτές επιτρέπουν σε κάθε χρήστη να στέλνει πληροφορίες στο δίκτυο χωρίς να καθυστερεί τους άλλους χρήστες και χωρίς να επιβαρύνει τις λειτουργίες τους.

### Switching among multiple workgroups.



### High-performance, switched access to multiple servers.



Μοιάζουν πολύ με τα hub, άλλα είναι ικανά να επιβλέπουν τα πακέτα δεδομένων που παραλαμβάνουν, να επαληθεύουν τον αποστολέα και τον παραλήπτη και να τα προωθούν. Τα switches εξοικονομούν εύρος δικτύου με το να αποστέλλουν μηνύματα μόνο στην συσκευή που πρέπει και όχι σε ολόκληρο το δίκτυο.

### 2.5.3 Router

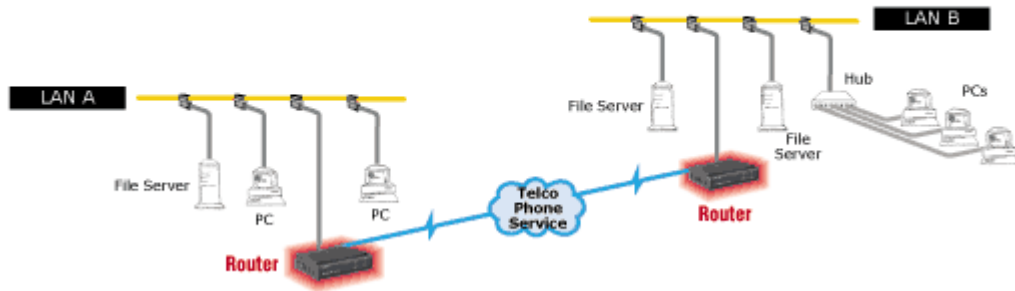
Ως router θεωρούμε ένα ειδικού σκοπού υπολογιστή ο οποίος κατευθύνει τα πακέτα δεδομένων στο δίκτυο. Είναι συσκευές που μπορούν να ανιχνεύσουν εάν μέρος του δικτύου δεν λειτουργεί ή βρίσκεται σε συμφόρηση και να κατευθύνουν την πληροφορία.

Οι routers επιτρέπουν την διασύνδεση δικτύων με διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ο router είναι η μόνη συσκευή που ουσιαστικά βλέπει κάθε μήνυμα που αποστέλλεται και από τις δύο πλευρές του δικτύου. Διασφαλίζει ότι η πληροφορία θα φτάσει στον προορισμό της και απαγορεύει την πρόσβαση από το ένα δίκτυο στο άλλο, απαγορεύοντας μη αναγκαία πληροφορία να μεταφέρεται από δίκτυο σε δίκτυο. Οι routers συνδέουν πολλαπλά δίκτυα LAN και έχει πρόσβαση στις network addresses.

### Typical applications:

Use a router to transmit data between multiple LANs running the same protocol but with different network identities (see the diagram below).

Use a bridge to separate or segment a LAN with high amounts of traffic but still allow communication among all connected devices when necessary.



Ένας πίνακας απόφασης είναι ένα από τα βασικά εργαλεία του router για να γνωρίζει που θα αποσταλούν τα πακέτα. Αυτός ο πίνακας είναι μια συλλογή από πληροφορίες πάνω σε ποιες συνδέσεις οδηγούν σε ποια ομάδα διευθύνσεων, ποιες είναι οι προτεραιότητες των συνδέσεων καθώς και κανόνες για τη διαχείριση λειτουργιών ρουτίνας και εκτάκτων περιπτώσεων. Στην σύνθεση ενός router περιέχονται και κανόνες για τη διασφάλιση του δικτύου οι οποίοι όμως δεν είναι αρκετοί και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται και firewalls.

Υπάρχουν δυο τύποι routing, ο στατικός και ο δυναμικός. Στατικό ονομάζουμε το routing όταν υπάρχει ένας σταθερός τρόπος που δρομολογούνται τα δεδομένα ανεξάρτητα από την κατάσταση του δικτύου. Αντίθετα, στον δυναμικό τρόπο, λαμβάνεται υπ' όψιν η κατάσταση δικτύου και υπάρχει επαναδρομολόγηση εάν αυτό κριθεί απαραίτητο.

### 2.5.4 Bridges

Οι bridges χρησιμοποιούνται για να διασυνδέουν LAN τουλάχιστον επιπέδου 2 του OSI Model. Διαθέτουν θύρες για να συνδεθούν τα δίκτυα μεταξύ τους. Πακέτα που λαμβάνονται σε μια θύρα είναι δυνατόν να αναμεταδοθούν από διαφορετική θύρα. Η bridge κρατάει στην μνήμη την διεύθυνση του πακέτου καθώς και τη θύρα από την οποία μεταδόθηκε. Στην συνέχεια ψάχνει στην μνήμη του για την διεύθυνση προορισμού. Εάν η διεύθυνση βρίσκεται στην μνήμη, τότε το πακέτο προωθείται. Εάν δεν βρεθεί η απαραίτητη πληροφορία στην μνήμη, τότε το πακέτο προωθείται από κάθε άλλη θύρα εκτός από την θύρα προέλευσης.

Οι bridges κατηγοριοποιούνται με διάφορους τρόπους. Ένας σύνηθες τρόπος διαχωρισμού είναι βάσει τις έκτασης της περιοχής που εξυπηρετούν. Έτσι, υπάρχουν bridges που διασυνδέουν LAN σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές και αποκαλούνται Remote Bridges καθώς και bridges που παρέχουν άμεση επικοινωνία μεταξύ δικτύων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή. Αυτές ονομάζονται Local Bridges.

Υπάρχουν επίσης και άλλου είδους bridges. 'Transparent', χρησιμοποιούνται συνήθως με Ethernet, Source-Route και κυρίως με Token Ring. 'Translational', που παρέχουν μεταφραστικές υπηρεσίες μεταξύ διαφορετικών τύπων αρχείων, και 'Source-Route Transparent', που επιτρέπουν επικοινωνία μεταξύ πρωτοκόλλων Token Ring και Ethernet.

Μειονέκτημα των bridges είναι ότι είναι αρκετά αργές συσκευές και πολλές φορές χάνουν δεδομένα που δεν είναι δυνατόν να επαναφερθούν. Switches και Routers αντικαθιστούν με γοργούς ρυθμούς τις bridges εξαιτίας της μεγαλύτερης ταχύτητας τους και της ικανότητά τους να διασυνδέουν διαφορετικού τύπου δίκτυα.

### **2.5.5 Gateways**

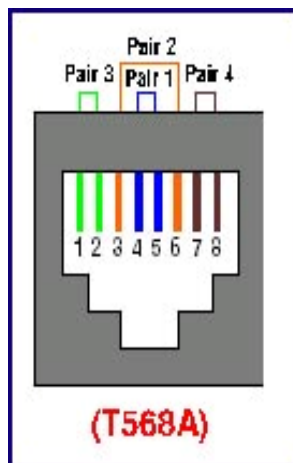
Οι gateways λειτουργούν στο υψηλότερο επίπεδο του OSI (Application Layer). Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση ανόμοιων δικτύων και εφαρμογών. Οι gateway αποτελούνται από software μετατροπής πρωτοκόλλων ικανού να επεξεργαστεί την πληροφορία με τρόπο που να γίνεται κατανοητή από τον παραλήπτη. Παρ' όλο που αυτό θεωρείται μεγάλο πλεονέκτημα, οι gateway είναι πολύ αργές συσκευές στην μετάδοση δεδομένων.

## **2.6 Υποσύστημα διασυνδέσεων**

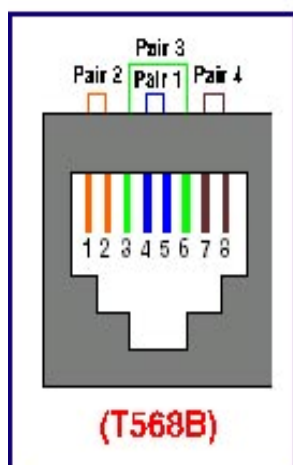
Αρθρωτές έξοδοι οκτώ θέσεων (ISO 8877) συνιστώνται για τερματισμό οριζόντιων καλωδίων UTP και ScTP , τα οποία χρησιμοποιούνται για εφαρμογές φωνής και δεδομένων .Η αρθρωτή έξοδος οκτώ θέσεων (που συνήθως καλείται σύνδεσμος RJ 45 ) είναι η πρότυπη έξοδος για τερματισμό χάλκινων οριζόντιων καλωδίων σε κτίρια κατοικιών και σε εμπορικά κτίρια. Η αρθρωτή έξοδος οκτώ θέσεων επιτρέπει και στα τέσσερα ζεύγη ενός οριζόντιου καλωδίου UTP ή ScTP να τερματίζονται στην αρθρωτή έξοδο.

Όλες οι αρθρωτές έξοδοι οκτώ θέσεων πρέπει να συρματώνονται σύμφωνα με τις συγκροτήσεις T568A ή T568B. Αυτές οι συγκροτήσεις καθορίζονται στα πρότυπα καλωδιώσεων ANSI/TIA/EIA-568-A ΚΑΙ ANSI/TIA/EIA-568-B.

Οι συγκροτήσεις αρθρωτής εξόδου T568A και T568B είναι πολύ παρόμοιες. Και οι δύο συγκροτήσεις εξόδου τερματίζουν το μπλε ζεύγος στις ακίδες 4 και 5 και το καφέ ζεύγος στις ακίδες 7 και 8. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο συγκροτήσεις αρθρωτής εξόδου είναι το που τερματίζονται το πορτοκαλί και το πράσινο ζεύγος. Η συγκρότηση αρθρωτής εξόδου T568A τερματίζει το πορτοκαλί ζεύγος στις ακίδες 3 και 6 και το πράσινο ζεύγος στις ακίδες 1 και 2. Η συγκρότηση αρθρωτής εξόδου T568B τερματίζει το πορτοκαλί ζεύγος στις ακίδες 1 και 2 και το πράσινο ζεύγος στις ακίδες 3 και 6. Τα τέσσερα ζεύγη ενός οριζόντιου καλωδίου πρέπει να τερματίζονται σε μια τηλεπικοινωνιακή έξοδο ως εξής:



ΖΕΥΓΟΣ	ΑΚΡΟΔΕΚΤΗΣ	ΧΡΩΜΑ
T1	5	ΛΕΥΚΟ / ΜΠΛΕ
R1	4	ΜΠΛΕ
T2	3	ΛΕΥΚΟ/ΠΟΡΤΟΚ.
R2	6	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
T3	1	ΛΕΥΚΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
R3	2	ΠΡΑΣΙΝΟ
T4	7	ΛΕΥΚΟ / ΚΑΦΕ
R4	8	ΚΑΦΕ



ΖΕΥΓΟΣ	ΑΚΡΟΔΕΚΤΗΣ	ΧΡΩΜΑ
T1	5	ΛΕΥΚΟ / ΜΠΛΕ
R1	4	ΜΠΛΕ
T2	1	ΛΕΥΚΟ/ΠΟΡΤΟΚ.
R2	2	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
T3	3	ΛΕΥΚΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ
R3	6	ΠΡΑΣΙΝΟ
T4	7	ΛΕΥΚΟ / ΚΑΦΕ
R4	8	ΚΑΦΕ

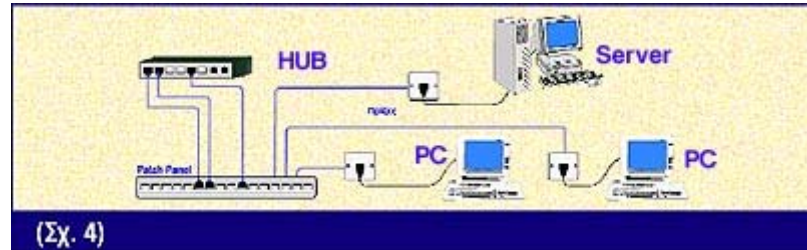
## 2.7 Υποσύστημα διαχείρισης

Με τον όρο διαχείριση εννοούμε την δυνατότητα που έχουμε να συνδέουμε με ευκολία μια θέση εργασίας με το δίκτυο. Απ' το σημείο εισαγωγής του δικτύου μας στο κτίριο, μέχρι και την πρίζα του χρήστη, υπάρχει μια σειρά συνδέσεων που γίνονται και οι οποίες είναι εύκολες και εύχρηστες για τον αρμόδιο υπεύθυνο που θα τις πραγματοποιήσει.

Όπως γνωρίζουμε το δίκτυο έρχεται στον κεντρικό κατανεμητή του κτιρίου. Εκεί γίνεται η πρώτη σύνδεση όπου συνδέουμε με ένα patch cord (στην περίπτωση μας, στο ΤΕΙ Σητείας, με οπτικό patch cord) απ' το patch panel του κεντρικού κατανεμητή με τη θέση στο patch panel που μας οδηγεί στον κατανεμητή ορόφου που βρίσκεται η θέση εργασίας που μας ενδιαφέρει. Πλέον το δίκτυο φτάνει έως τον κατανεμητή ορόφου. Εκεί γίνεται η σύνδεση μ' ένα adaptor(μετατρέπει τον παλμό φωτός της οπτικής ίνας σε ηλεκτρικό παλμό) απ' το οπτικό patch panel στο switch με τη θύρα στο patch panel που αντιστοιχεί στη πρίζα εργασίας στην οποία. Πλέον το δίκτυο φτάνει έως τον κατανεμητή ορόφου. Στη συνέχεια συνδέουμε μ' ένα patch cord UTP μια θύρα του switch με την θύρα στο patch panel που αντιστοιχεί στη πρίζα εργασίας στην οποία θέλουμε να έχουμε δίκτυο.(σχ.4)

Σε περίπτωση βλάβης, λόγω του ότι γνωρίζουμε πλήρως την διαδρομή απ' την είσοδο του δικτύου στο κτίριο μέχρι την πρίζα, μπορούμε να βρούμε που βρίσκεται το σφάλμα της σύνδεσης ελέγχοντας κατά σειρά τα σημεία ένωσης απ' τα patch cord.

Επιπρόσθετα ένα πράγμα που μπορούμε να κάνουμε εύκολα είναι να μεταφέρουμε μια γραμμή τηλεφώνου από μια θέση εργασίας σε μια άλλη. Αρκεί να βγάλουμε τον ακροδέκτη του patch cord που κατέληγε στη θύρα του patch panel της πρίζας που βρισκόταν η τηλεφωνική γραμμή και να τον τοποθετήσουμε στη θύρα του patch panel που αντιστοιχεί στη πρίζα που θέλουμε τη γραμμή τηλεφώνου.



## **3.Γενικά για τις ασύρματες ζεύξεις**

Ένα Ασύρματο Δίκτυο αποτελείται από σημεία πρόσβασης (κόμβους – κεραιοσυστήματα) εγκατεστημένα σε δημόσιους ή μη χώρους, τα οποία διασυνδέονται μεταξύ τους με ασύρματο τρόπο (wireless backbone) ή ενσύρματο (xDSL συνδέσεις ή Οπτικά Καλώδια), μέσω των οποίων διασυνδέονται ασύρματα οι χρήστες στο Δίκτυο.

Οι κόμβοι αυτοί εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε διάφορες ζώνες συχνοτήτων ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο πρότυπο. Η φυσική πρόσβαση των τελικών χρηστών γίνεται μέσω ειδικών τερματικών συσκευών (κεραιοσυστήματα). Η μέγιστη ισχύς εκπομπής των κόμβων ανάλογα με την περιοχή συχνοτήτων δεν πρέπει να υπερβαίνει συγκεκριμένα όρια ισχύος (π.χ. τα 100mWatts (20 dbm) στην περιοχή των 2.4 GHz). Η εμβέλεια των κόμβων και η προσφερόμενη ταχύτητα στους χρήστες εξαρτάται από το ακολουθούμενο πρότυπο. Η ταχύτητα πρόσβασης των συνδρομητών κυμαίνεται από 11Mbps έως και πάνω από 54 Mbps (στην περιοχή των 2.4 GHz).

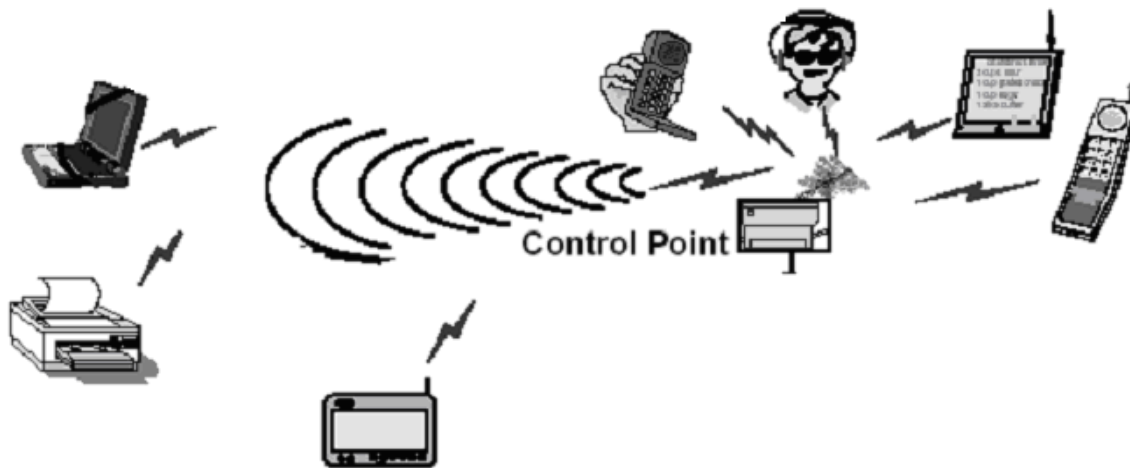
Προκειμένου να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ασύρματης διασύνδεσης, θα αξιολογηθούν ξεχωριστά διάφορα πρότυπα και τεχνολογικές λύσεις που στηρίζονται σε ασύρματη RF (Radio Frequency - Ραδιοσυχνότητες) και οπτική τεχνολογία.

### **3.1.Διαθέσιμες τεχνολογίες και πρότυπα**

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ολοένα και πιο αυξημένη χρήση ασύρματων τεχνολογιών για την προσφορά ευρυζωνικών υπηρεσιών σε επίπεδο πρόσβασης. Με τον όρο ασύρματα δίκτυα και ζεύξεις εννοούμε την επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών με χρήση ραδιοκυμάτων στον αέρα, χωρίς την χρήση καλωδίων οποιασδήποτε μορφής. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε διαφορετικούς τρόπους επίτευξης μιας ασύρματης ζεύξεως. Διάφορες τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί και τυποποιηθεί για την ασύρματη τοπική πρόσβαση. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι οι Bluetooth, HomeRF και IEEE 802.11.

Το HomeRF στηρίζεται στην τεχνολογία SWAP (Shared Wireless Access Protocol, Μοιραζόμενο Ασύρματο Πρωτόκολλο Πρόσβασης). Το SWAP συνδυάζει στοιχεία από το IEEE 802.11 μαζί με ιδέες από το ευρωπαϊκό σύστημα ψηφιακής ασύρματης τηλεφωνίας DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone) φτιάχνοντας έτσι ένα φθινό πρότυπο για μεταφορά ήχου και δεδομένων με ταχύτητα μέχρι 2Mbps. Αν και το HomeRF υποστηρίζει ταυτόχρονη μεταφορά ήχου και δεδομένων, η χαμηλή ταχύτητα που προσφέρει σε συνδυασμό με το κόστος υλοποίησής του, που είναι παρόμοιο με αυτό του IEEE 802.11b, δεν του δίνει ιδιαίτερες προοπτικές επιτυχίας. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά του HomeRF είναι ίδια με αυτά του IEEE 802.11 έχοντας τα ίδια προβλήματα παρεμβολών με το Bluetooth.





**Σχήμα 1:**HomeRF SWAP

Το πρότυπο Bluetooth που δημιουργήθηκε από τις Ericsson, IBM, Toshiba, Intel, Nokia και Motorola και υποστηρίζεται από άλλες 1900 εταιρίες, είναι το πρότυπο που χρησιμοποιείται κατά κόρων για μικρής εμβέλειας ασύρματης δικτύωσης ηλεκτρονικών συσκευών (κινητά, PDA, PC, εκτυπωτές, fax, modem, πληκτρολόγια κ.τ.λ.) με χαμηλή κατανάλωση (0,01W) και χαμηλό κόστος. Τα δίκτυα αυτά ονομάζονται PAN (Personal Area Networks, Δίκτυα Προσωπικού Χώρου) γιατί σε αντίθεση με τα LAN, ο χώρος ο οποίος καλύπτεται είναι πολύ λίγα μέτρα. Τα PAN έχουν ουσιαστικά σχεδιαστεί με σκοπό την κατάργηση των καλωδίων. Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μέχρι 1Mbps ενώ είναι δυνατή και η ταυτόχρονη μεταφορά ήχου. Η συχνότητα που εκπέμπονται τα δεδομένα είναι τα 2,4GHz ενώ χρησιμοποιείται η τεχνική εναλλαγής συχνότητας. Από πλευράς ασφάλειας, αν και το Bluetooth δεν παρέχει ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο, η μικρή του εμβέλεια περιορίζει τον κίνδυνο.

Η IEEE 802.11 αποτελεί και την πλέον διαδεδομένη τεχνολογία για την ανάπτυξη ασύρματων τοπικών δικτύων, καθότι παρέχει τις υψηλότερες ονομαστικές ακτίνες κάλυψης (δηλ. μεγαλύτερη εμβέλεια), ενώ διατηρεί την απλότητα και την αποτελεσματικότητα των υποκείμενων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Η τεχνολογία IEEE 802.11 χρησιμοποιείται παγκοσμίως με το όνομα Wi-Fi (Wireless Fidelity).

### **3.2. Ασύρματες RF ζεύξεις**

Η ασύρματη διασύνδεση με χρήση ραδιοσυχνοτήτων παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Τα βασικά πλεονεκτήματα αφορούν στην εικονική διασύνδεση αφού αν η προτεινόμενη λύση χρησιμοποιεί συχνότητες που δεν απαιτούν «αδειοδότηση» (unlicensed band) το κόστος περιορίζεται στην αρχική επένδυση αγοράς εξοπλισμού και σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια τέλη χρήσης φάσματος μικρού ύψους χωρίς ουσιαστικά να υφίστανται μηνιαία τηλεπικοινωνιακά κόστη που θα βαρύνουν τα λειτουργικά έξοδα του εκάστοτε Φορέα. Σε περίπτωση όμως που το δίκτυο αναπτύσσεται για να προσφέρει υπηρεσίες σε πελάτες και πολύ περισσότερο σε πελάτες επιχειρήσεις, οι απαιτήσεις τόσο σε χρήση φάσματος όσο και σε αδειοδότηση αλλάζουν. Πιο συγκεκριμένα, συνήθως επιλέγονται περιοχές φάσματος που απαιτούν αδειοδότηση και επομένως έχουν κάποιο κόστος αλλά διασφαλίζουν την ποιότητα της υπηρεσίας και την αποκλειστική χρήση των συχνοτήτων.



Τα δύο κύρια θέματα που αφορούν στο σχεδιασμό των ασύρματων δικτύων και επηρεάζουν την απόδοση τους σχετίζονται:

Με την ύπαρξη **οπτικής επαφής** μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος

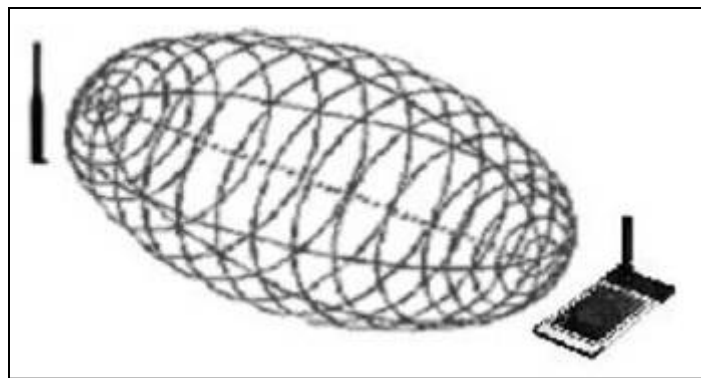
Με την **απόσταση** μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος

### Οπτική Επαφή

Οι περισσότερες τεχνολογίες που είναι σήμερα διαθέσιμες και υποστηρίζουν σταθερές ευρυζωνικές ασύρματες υπηρεσίες, απαιτούν την ύπαρξη οπτικής επαφής (Line Of Sight, LOS) μεταξύ των σημείων που θα διασυνδεθούν ασύρματα.

Με τον όρο οπτική επαφή ουσιαστικά δεν υποδηλώνεται απλά ότι τα δύο σημεία προς διασύνδεση «βλέπονται», αλλά ότι δεν υπάρχουν εμπόδια τουλάχιστον στο 60% της 1<sup>η</sup> ζώνης Fresnel που δημιουργείται μεταξύ των δύο σημείων.

Δυστυχώς, υπάρχουν ελάχιστοι μη μαθηματικοί τρόποι για να περιγραφτούν οι ζώνες Fresnel. Γενικά η ζώνη Fresnel μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρισδιάστατος οβάλ όγκος που ορίζεται περί τον άξονα που ενώνει το κεραιοσύστημα του πομπού με το αντίστοιχο του δέκτη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 2:** Αναπαράσταση Ζώνης Fresnel

Γενικά, οι ζώνες Fresnel εξαρτώνται μόνο από τον προαναφερόμενο άξονα και το μήκος κύματος που εκπέμπουν τα κεραιοσυστήματα και δεν εξαρτώνται ούτε από την ισχύ εκπομπής ούτε και από την κατευθυντικότητα των κεραιών. Η ακτίνα των ζωνών Fresnel, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$R_n = M \sqrt{\frac{N}{F_{\text{GHz}}} \left( \frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2} \right)}$$

Όπου

$R_n$  είναι η ακτίνα της n-ιστής ζώνης

$M$  είναι μια σταθερά ίση με 17,3 στην περίπτωση που οι υπολογισμοί γίνονται σε μέτρα

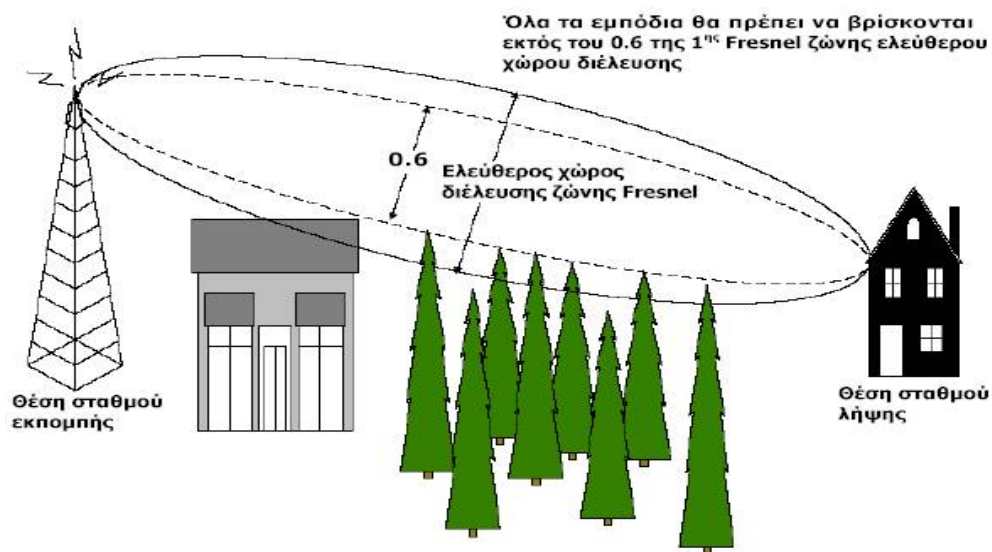
**N** είναι η n-ιοστή ζώνη

**F<sub>GHz</sub>** είναι η συχνότητα εκπομπής σε GHz

**D<sub>1</sub>** η απόσταση του πομπού από το σημείο που παρουσιάζεται εμπόδιο σε χιλιόμετρα

**D<sub>2</sub>** η απόσταση του δέκτη από το σημείο που παρουσιάζεται εμπόδιο σε χιλιόμετρα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί προκειμένου να είναι εφικτή ικανοποιητική ζεύξη μεταξύ δύο σημείων ενδιαφέροντος θα πρέπει τα τυχόν ενδιάμεσα να μην παρεμβάλλονται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 40% στην 1<sup>η</sup> ζώνη Fresnel, όπως χαρακτηριστικά παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



**Σχήμα 3:** Εμπόδια στην 1<sup>η</sup> ζώνη Fresnel

Όταν ένα εμπόδιο βρίσκεται μέσα στη πρώτη ζώνη του Fresnel τότε το κανάλι χαρακτηρίζεται σαν OLOS (Optical Line of Site). Το πρότυπο IEEE 802.16 μπορεί να παρέχει επικοινωνία και σε σημεία τα οποία βρίσκονται σε συνθήκες OLOS κάτι που ο προκάτοχος του (IEEE 802.11) δύσκολα μπορούσε να πετύχει. Η χρήση της διαμόρφωσης OFDM επιτρέπει στο πρότυπο να εξασφαλίζει σταθερές και αξιόπιστες συνδέσεις ακόμα και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής (Non Line of Sight - NLOS). Η τεχνική OFDM υποστηρίζει μετάδοση με πολλαπλές φέρουσες προσδίδοντας στο πρότυπο ανθεκτικότητα στη μετάδοση των δεδομένων και πολύ καλές επιδόσεις σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιόδευσης (multipath fading). Επιπλέον, η χρήση κωδίκων διόρθωσης σφαλμάτων όπως οι FEC (Forward Error Correction) και CRC (Cyclic Redundancy Check) προσδίδει στο πρότυπο τη δυνατότητα αξιόπιστης μετάδοσης κρατώντας σε χαμηλά επίπεδα την ισχύ εκπομπής και λήψης.[3]

Αν θεωρηθεί ότι ένας κόμβος εκπέμπει σήμα στην περιοχή των 2,437 GHz (κεντρική συχνότητα για το πρότυπο 802.11b, κανάλι 6) και ένα πιθανό εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση 1.500 μέτρων από αυτό και 1.300 μέτρων από το κέντρο ελέγχου, τότε στο σημείο αυτό η 1η ζώνη Fresnel θα έχει μήκος περίπου 10,5 μέτρα σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο. Αν λοιπόν δεν υπάρχει εμπόδιο σε απόσταση 6,3 μέτρα από τον κεντρικό άξονα τότε η ασύρματη ζεύξη θα είναι εφικτή χωρίς προβλήματα.

Στην περιοχή συχνοτήτων που δεν απαιτείται αδειοδότηση (2400-2483.5 MHz -ISM band) και εφόσον χρησιμοποιείται τεχνολογία διασποράς φάσματος και οι σταθμοί είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 της ETSI, δεν απαιτείται εκχώρηση ραδιοσυχνότητας παρά μόνο μια σχετική δήλωση στην ΕΕΤΤ.<sup>[4]</sup>

Στη συγκεκριμένη μπάντα συχνοτήτων εφόσον τηρείται η απαίτηση για μέγιστη εκπεμπόμενη ισχύ 100mW (20dbm EIRP) και οι προαναφερόμενοι όροι, είναι επιτρεπτή η διασύνδεση των σημείων ενδιαφέροντος με διάφορους τεχνικούς τρόπους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διεθνή πρότυπα για ασύρματα τοπικά δίκτυα και ζεύξεις.

### **3.2.1. Πρότυπα της οικογένειας IEEE 802.11**

Η 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων που περιγράφουν τη λειτουργία ασύρματων τοπικών δικτύων (WLAN, Wireless Local Access Network). Περιγράφονται τα δύο πρώτα επίπεδα του OSI, δηλαδή το φυσικό επίπεδο (PHY, Physical Layer) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (MAC, Medium Access Control). Τα πρωτόκολλα αυτά δημοσιεύονται από την IEEE γεγονός που είναι σημαντικό για την διαλειτουργικότητα, δηλαδή την ικανότητα συνεργασίας των συσκευών που το ακολουθούν. Η IEEE 802.11 περιγράφει μόνο τα δύο κατώτερα επίπεδα του OSI, επιτρέποντας έτσι σε οποιαδήποτε εφαρμογή να εργάζεται πάνω σε συσκευή 802.11 όπως ακριβώς θα εργαζόταν πάνω από Ethernet. Οι συσκευές 802.11 δηλαδή μεταφέρουν διαφανώς την πληροφορία από τα πιο πάνω επίπεδα του OSI.

Το 1997, μετά από επτά χρόνια μελέτης, η IEEE δημοσίευσε το πρότυπο IEEE 802.11, το πρώτο πρότυπο για ασύρματη δικτύωση. Το πρότυπο αυτό προβλέπει ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2 Mbps. Η μετάδοση γίνεται με ασύρματο τρόπο με χρήση διαμόρφωσης FHSS ή DSSS σε ζώνες συχνοτήτων 915MHz, 2.4GHz, 5.2GHz ή υπέρυθρη μετάδοση στα 850nm ως 900nm. Υποστηρίζει δυνατότητες όπως προτεραιοποίηση της κίνησης, εφαρμογές πραγματικού χρόνου και διαχείριση ισχύος συσκευής. Το πρότυπο γνώρισε περιορισμένη επιτυχία λόγω των πολύ χαμηλών ρυθμών μετάδοσης.

Τα πιο ευρέως διαδεδομένα πρότυπα σήμερα είναι το 802.11a, το 802.11b και το 802.11g.

Το πρότυπο **802.11b** επικυρώθηκε από το IEEE τον Ιούλιο του 1999 και λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων από 2.4 έως 2.497 GHz. Η μέθοδος διαμόρφωσης που έχει επιλεγεί για το 802.11b είναι η Τεχνική Ευρέως Φάσματος Άμεσης Ακολουθίας (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS), η οποία χρησιμοποιεί τη Συμπληρωματική Διαμόρφωση Κώδικα (Complementary Code Keying - CCK), καθιστώντας έτσι δυνατή την επίτευξη ταχυτήτων έως 11 Mbps.

Η προδιαγραφή **802.11a** επικυρώθηκε επίσης τον Ιούλιο του 1999, αλλά αντίστοιχα προϊόντα δεν διατέθηκαν στην αγορά μέχρι το 2001. Για το λόγο αυτό δεν είναι τόσο ευρέως ανεπτυγμένη όσο η 802.11b. Η 802.11a λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ 5.15 και 5.875 GHz και χρησιμοποιεί τη μέθοδο Διαμόρφωσης με Πολύπλεξη Ορθογωνίων Φερουσών (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) καθιστώντας έτσι δυνατές, ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων έως 54 Mbps.

Το νεότερο πρότυπο της IEEE είναι το **802.11g**, το οποίο επικυρώθηκε τον Ιούνιο του 2003. Ενώ το 802.11g λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ 2.4 και 2.497 GHz (ίδια περιοχή με το 802.11b), χρησιμοποιεί διαμόρφωση OFDM που επιτρέπει ρυθμό

μετάδοσης (bit rate) μέχρι 54 Mbps (παρόμοια με το πρότυπο 802.11a). Το 802.11g παρέχει συμβατότητα με το πρότυπο 802.11b.

**Πίνακας 2:** Τα IEEE πρότυπα για ασύρματη δικτύωση

Πρότυπο	Περιγραφή
802.11	Το αρχικό πρότυπο WLAN. Υποστηρίζει ταχύτητες από 1 έως 2 Mbps.
802.11a	Πρότυπο WLAN υψηλής ταχύτητας για τη ζώνη των 5 GHz. Υποστηρίζει ταχύτητες έως 54 Mbps.
802.11b	Πρότυπο WLAN για τη ζώνη των 2.4 GHz . Υποστηρίζει ταχύτητες έως 11 Mbps.
802.11e	Υποστήριξη ποιότητας υπηρεσιών για τα WLAN.
802.11f	Ορισμός επικοινωνίας μεταξύ των σημείων πρόσβασης, προκειμένου να διευκολυνθεί η επικοινωνία πολλών καταναμημένων WLANs.
802.11g	Καθιέρωση επιπλέον τεχνικής διαμόρφωσης στη ζώνη των 2.4 GHz, με σκοπό την επίτευξη ταχυτήτων έως 54 Mbps.
802.11h	Ορισμός διαχείρισης φάσματος στη ζώνη των 5 GHz για χρήση στην Ευρώπη και την Ασία.
802.11i	Αναφορά στις αδυναμίες ασφάλειας των πρωτοκόλλων πιστοποίησης και κωδικοποίησης. Το πρότυπο αυτό συμπεριλαμβάνει τα πρωτόκολλα 802.1X, TKIP, και AES

### 3.2.2.Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων

Η ταχύτητα μιας ζεύξης τύπου WLAN εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, από την αποδοτικότητα του ενσύρματου δικτύου που συνδέει τα σημεία πρόσβασης, μέχρι τη δομή του κτιρίου που έχει εγκατασταθεί και το πρότυπο που χρησιμοποιείται. Κατά γενικό κανόνα σε όλα τα WLANs, η ταχύτητα μειώνεται με την αύξηση της απόστασης.

Τα πρότυπα 802.11 υποστηρίζουν διάφορους ρυθμούς μετάδοσης, προκειμένου να προσαρμόζονται στην απώλεια ισχύος των σημάτων και να διατηρούν υψηλή την ποιότητα συναρμολόγησης των πακέτων δεδομένων. Ο χρήστης του WLAN εκτελεί συνεχώς διαδικασίες που ανιχνεύουν και θέτουν αυτόματα την καλύτερη δυνατή ταχύτητα.

Οι συχνότητες στις οποίες εκπέμπουν τα πρότυπα 802.11b και 802.11g, τους επιτρέπουν να διεισδύουν σε στερεά υλικά και να έχουν έτσι μια ακτίνα κάλυψης της τάξης των 100 μ. Το πρότυπο 802.11a παρουσιάζει μια πιο απότομη πτώση στην ταχύτητα καθώς η απόσταση αυξάνεται από το σημείο πρόσβασης, και επιδεικνύει έτσι μια ακτίνα κάλυψης της τάξης των 50 μ στα περισσότερα εσωτερικά περιβάλλοντα.

Οι ασύρματες γέφυρες (wireless bridges) που χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση δύο σημείων με βάση τα προαναφερόμενα πρότυπα ή συμμορφωμένα με τα πρότυπα

(compliance) μπορούν να καλύψουν ζεύξεις από μερικές εκατοντάδες μέτρα έως μερικά χιλιόμετρα ανάλογα την απολαβή της χρησιμοποιούμενης κεραίας και τον κατασκευαστή.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται μια σύγκριση των τριών κυριότερων προτύπων Wi-Fi της οικογένειας 802.11.

**Πίνακας 3: Σύγκριση Προτύπων Οικογένειας 802.11**

Ασύρματα Πρότυπα IEEE	Πρότυπο 802.11a	Πρότυπο 802.11b	Πρότυπο 802.11g
Συχνότητα	5 GHz Ελάχιστα χρησιμοποιούμενη ζώνη 5 GHz δύναται να συνυπάρξει με 2,4 GHz δίκτυα χωρίς παρεμβολές. Προσφέρεται για ιδιωτική χρήση στην Ελλάδα.	2,4 GHz Ευρέως χρησιμοποιούμενη ζώνη. Πιθανότητα παρεμβολής με άλλες 2,4 GHz συσκευές, όπως ασύρματα τηλέφωνα, φούρνους μικροκυμάτων, κ.α.	2,4 GHz Ευρέως χρησιμοποιούμενη ζώνη. Πιθανότητα παρεμβολής με άλλες 2,4 GHz συσκευές, όπως ασύρματα τηλέφωνα, φούρνους μικροκυμάτων, κ.α.
Ταχύτητα Μετάδοσης	54 Mbps 5 φορές πιο δυνατό από το 802.11b	11 Mbps Οι υπηρεσίες καλωδιακού modem δεν ξεπερνούν τυπικά τα 4 με 5 Mbps.	54 Mbps 5 φορές πιο δυνατό από το 802.11b
Μέση Πραγματική Ρυθμαπόδοση	27 Mbps	4-5 Mbps	20-25 Mbps
Διαμόρφωση	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), 5 GHz	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), 2.4 GHz	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), 2.4 GHz
# Καναλιών / Μη υπερκαλυπτόμενα	12 / 8	11 / 3	11 / 3
Τυπική ακτίνα κάλυψης σε εσωτερικούς χώρους (οι ρυθμοί μετάδοσης είναι ανά κανάλι)	12 m @ 54 Mbps 91 m @ 6 Mbps	100 ft ( 30 m) @ 11 MBps; 300 ft (91 m) @ 1 Mbps	100 ft ( 30 m) @ 11 MBps; 300 ft (91 m) @ 1 Mbps

<b>Εμβέλεια</b>	Μικρότερη εμβέλεια από τα 802.11b και 802.11g. Λόγω της μεγαλύτερης συχνότητας λειτουργίας, προσφέρει τυπικά μικρότερη εμβέλεια, και είναι λιγότερο ικανό να διαπεράσει τοίχους και πατώματα.	Μεγαλύτερη εμβέλεια από το 802.11a, Το σήμα των 2,4 GHz ταξιδεύει μακρύτερα από το σήμα των 5GHz, και μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα.	Μεγαλύτερη εμβέλεια από το 802.11a, Το σήμα των 2,4 GHz ταξιδεύει μακρύτερα από το σήμα των 5GHz, και μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα.
<b>Συμβατότητα</b>	Ασύμβατο με 802.11b και 802.11g	Ευρέως χρησιμοποιούμενο. Συμβατότητα με 802.11g δίκτυα.	Μειωμένη συμβατότητα με 802.11b δίκτυα (στα 11 Mbps), ασύμβατο με το 802.11a πρότυπο.
<b>Απήχηση</b>	Μικρή βάση χρηστών. Περιορισμένες επιλογές 802.11a εξοπλισμού	Μεγαλύτερη βάση χρηστών από το 802.11a. Το πρότυπο 802.11b χρησιμοποιείται σήμερα στα περισσότερα hot spots συμπεριλαμβανομένων αεροδρομίων, ξενοδοχείων, εστιατορίων, και άλλους δημόσιους χώρους. Πολύ μεγάλη δυνατότητα επιλογής 802.11b εξοπλισμού	Πρόσφατα επικυρωμένο πρότυπο. Με ταχύτερες 5 φορές μεγαλύτερες από το 802.11b. Έχει πάρει τη θέση του και είναι πλέον η βασική επιλογή στις ασύρματες επικοινωνίες.
<b>Κόστος</b>	Το ακριβότερο	Το φθηνότερο	Από τη στιγμή επικύρωσης του, οι τιμές έχουν μειωθεί σημαντικά. Τιμές ανταγωνιστικές σε σχέση με το 802.11b πρότυπο. Φθηνότερο από το 802.11a.
<b>Οφέλη</b>	Μέγιστη ταχύτητα, δεν επηρεάζεται από τη λειτουργία συσκευών 2,4 GHz, μπορεί να συνυπάρξει με δίκτυα 802.11b και 802.11g χωρίς παρεμβολές.	Μεγαλύτερη βάση χρηστών, χρησιμοποιείται στα περισσότερα hot spots, πολύ μεγάλη δυνατότητα επιλογής εξοπλισμού	Συνδυάζει την ταχύτητα του 802.11a με την εμβέλεια του 802.11b προτύπου, συμβατό με 802.11b δίκτυα και hot spots, προσιτή τιμή.

### 3.2.3.Πρότυπο WiMax

Το 2003 η IEEE υιοθέτησε το πρότυπο 802.16 γνωστό και ως WiMAX με στόχο την υλοποίηση της ευρυζωνικής πρόσβασης του τελευταίου μιλίου σε μια μεγαλύτερη γεωγραφική περιοχή από αυτή που επιτρέπουν τα πρότυπα της οικογένειας 802.11X, παρέχοντας στους επιχειρησιακούς πελάτες ευρυζωνικές υπηρεσίες τύπου T1 (1.544 Mbps), ενώ στους απλούς χρήστες πρόσβαση ανάλογη του DSL με αρκετά μεγαλύτερη ακτίνα κάλυψης.

Το πρότυπο αυτό σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί σε μια ευρεία μπάντα συχνοτήτων η οποία εκτείνεται από 2 ως 66 GHz. Υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης ως και 72 Mbps στον αέρα ενώ η πραγματική ταχύτητα στο Ethernet υπολογίζεται στα 50 Mbps. Οι αποστάσεις που μπορεί να καλυφθούν ξεπερνούν τα 50 Km σε συνθήκες οπτικής επαφής. Μια σημαντική διαφορά του προτύπου IEEE 802.16 σε σχέση με το IEEE

802.11 είναι ότι το πρώτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής φυσικά με ρυθμούς μετάδοσης πολύ χαμηλότερους των 50 Mbps.

Το WiMAX σχεδιάστηκε κατά βάση ώστε να καλύπτει κυρίως Point-to-Multipoint (PTM) συνδέσεις χωρίς ωστόσο να αποκλείεται και η χρήση του για point to point συνδέσεις. Η διαμόρφωση η οποία χρησιμοποιείται ονομάζεται OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Πρόκειται για μια πολύ ανθεκτική διαμόρφωση σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιόδευσης (multipath) ειδικότερα στις συχνότητες πάνω των 2 GHz όπου το πρότυπο χρησιμοποιεί.

Λόγω των μεγάλων αποστάσεων που καλύπτει και ταυτόχρονα τους υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που μπορεί να παρέχει, το πρότυπο WiMAX βρίσκει πολλές εφαρμογές, λύνοντας σημαντικά προβλήματα που απασχολούσαν του τεχνικούς δικτύων στις αρχές της δεκαετίας.

**Πίνακας 4:** Υποπρότυπα του IEEE 802.16

Πρότυπο	Περιγραφή
802.16a	Επέκταση του προτύπου στη ζώνη 2 – 11 GHz. Υποστηρίζει NLOS συνδέσεις.
802.16c	Καλύπτει τη λειτουργία του προτύπου στη ζώνη συχνοτήτων 10-66 GHz σε συνθήκες οπτικής επαφής.
802.16d	Παρέχει εγγυήσεις για ποιότητα υπηρεσίας
802.16e	Εισάγει και περιγράφει την έννοια της κινητικότητας των χρηστών από το ένα base station (σταθμό βάσης) στον άλλο.
802.16-2004	IEEE 802.16a + IEEE 802.16c + IEEE 802.16d

○ *Χρήσεις του WiMax<sub>[5]</sub>*

Λόγω των ιδιοτήτων και δυνατοτήτων του προτύπου αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, μερικούς από τους οποίους αναλύονται στην συνέχεια.

***Δίκτυο κορμού στα κυψελωτά συστήματα κινητής τηλεφωνίας***

Η εισαγωγή του προτύπου σε πλήρη εμπορική εφαρμογή αυτού αναμένεται να μειώσει σημαντικά το κόστος εξάπλωσης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας μιας και αποτελεί μια οικονομικότερη πρόταση, αν συγκριθεί με την οπτική ίνα, για τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας για τη διασύνδεση των επίγειων σταθμών. Εξασφαλίζει ταυτόχρονα αξιοπιστία και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που απαιτούν τα δίκτυα κορμού των κινητών δικτύων επικοινωνιών.

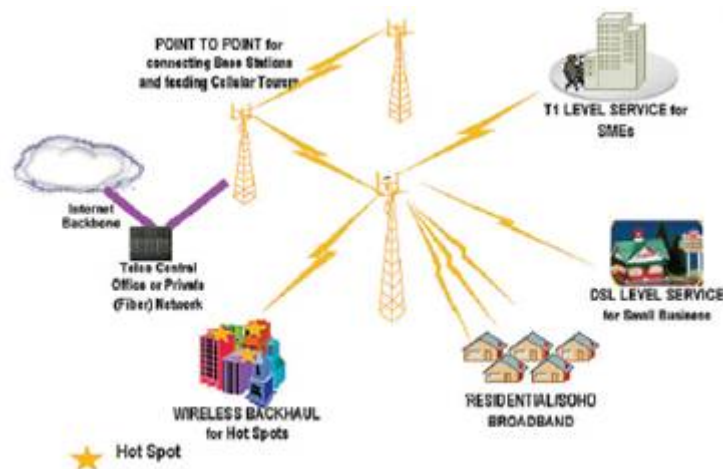
***Broadband on Demand***

Λόγω της παροχής υπηρεσιών σε υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης είναι εφικτή η χρήση της τεχνολογίας για εφαρμογές πραγματικού χρόνου κάτι που με το πρότυπο IEEE 802.11 σε μεγάλες αποστάσεις δεν ήταν εφικτό.



**Παρέχει κάλυψη σε περιοχές που είναι αδύνατο να καλυφθούν με χρήση χαλκού ή οπτικής ίνας.**

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συμπλήρωμα δικτύων οπτικών ινών σε τμήματα του εδάφους στα οποία το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης δικτύων οπτικών ινών είναι απαγορευτικό.



**Σχήμα 4:** Χρήση του WiMAX

#### ο Χαρακτηριστικά του WiMAX

Οι ταχύτητες μετάδοσης του προτύπου εξαρτώνται από την εκάστοτε ψηφιακή διαμόρφωση που χρησιμοποιείται. Συνήθεις διαμορφώσεις είναι η 64 QAM η οποία μπορεί να εξασφαλίσει και τη μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης, η 16 QAM και η QPSK η οποία μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλη κάλυψη του συστήματος.

Το πρότυπο IEEE 802.16 παρέχει υψηλού επιπέδου ποιότητα υπηρεσίας. Το επίπεδο MAC του προτύπου είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει στους χρήστες, όταν οι ίδιοι το επιθυμούν, εγγυημένο ρυθμό μετάδοσης (κάτι που σημαίνει εγγυημένο QOS) και ταυτόχρονα κίνηση best effort σε χρήστες που καλύπτονται από το ίδιο base station, σημείο που το πρότυπο IEEE 802.11 δεν μπορούσε να εξασφαλίσει. Δηλαδή, αν υποθέσουμε ότι δύο χρήστες καλύπτονται από το ίδιο Base Station, είναι δυνατό ο ένας χρήστης να έχει εγγυημένη ποιότητα υπηρεσίας και ο δεύτερος χρήστης να δέχεται και να στέλνει απλή IP κίνηση best effort κάτι που με το πρότυπο 802.11 δεν ήταν δυνατό. Δηλαδή χρήστες που βρισκόταν στην κάλυψη ενός Access Point είχαν την ίδια ποιότητα υπηρεσίας.

Την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων στο WiMAX αναλαμβάνει ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης DES (Data Encryption Standard, Πρότυπο Κωδικοποίησης Δεδομένων) και συγκεκριμένα μια παραλλαγή του αλγορίθμου ο Triple DES. Το DES αναπτύχθηκε το 1970 από το Αμερικανικό Εθνικό Γραφείο Προτύπων. Η βασική ιδέα ήταν η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου κρυπτογράφησης που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί (και να βελτιωθεί) από διάφορες εταιρείες ή οργανισμούς. Το DES ανήκει στην οικογένεια των συμμετρικών αλγορίθμων και κάνει χρήση κλειδιών με μήκος 56 bit. Ο "κλασικός" αλγόριθμος DES είναι πλέον ξεπερασμένος, αφού με τη χρήση ενός σύγχρονου υπολογιστή μπορεί να παραβιαστεί σχετικά εύκολα. Στο μεταξύ, εφαρμόζοντας διάφορες τεχνικές επάνω στο DES, μπορούμε να αυξήσουμε σημαντικά την ασφάλειά του. Με τη μέθοδο Triple - DES, για παράδειγμα, το μήνυμα κωδικοποιείται τρεις φορές, με τρία διαφορετικά κλειδιά.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στην αρχική του έκδοση το πρότυπο IEEE 802.16 λειτουργούσε στην ζώνη συχνοτήτων 10-66 GHz. Στις παραπάνω συχνότητες η επικοινωνία μεταξύ δύο σταθμών επιτυγχάνεται μόνο όταν οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται σε συνθήκες οπτικής επαφής. Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται στο υποπρότυπο **IEEE 802.11 c**. Η ανάγκη για επικοινωνία μεταξύ σταθμών που δεν βρίσκονται σε οπτική επαφή ήταν το κίνητρο για τη δημιουργία του υπό-προτύπου **IEEE 802.16a**. Τον Ιανουάριο του 2003 το πρότυπο επεκτάθηκε ώστε να λειτουργεί και στις συχνότητες από 2-11 GHz όπου στις συχνότητες αυτές ήταν δυνατή η δημιουργία συνδέσεων χωρίς οπτική επαφή πομπού - δέκτη. Το υποπρότυπο το οποίο περιγράφει τη διαδικασία αυτή ονομάστηκε IEEE 802.16 a. Τα πρώτα προϊόντα WiMAX τα οποία είναι διαθέσιμα στην αγορά ακολουθούν στην μεγαλύτερή τους πλειοψηφία το υποπρότυπο αυτό.

Καθώς η πολυπλοκότητα των εφαρμογών που διαδίδονται πάνω από ένα ασύρματο δίκτυο ολοένα και αυξάνει, η ποιότητα υπηρεσίας πάνω από τέτοια δίκτυα γίνεται ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα της επικοινωνίας. Για παράδειγμα, η μετάδοση video σε πραγματικό χρόνο απαιτεί από το δίκτυο συνθήκες πολύ χαμηλής καθυστέρησης μετάδοσης. Για αυτό το λόγο, προκειμένου να ικανοποιηθεί η ανάγκη για ποιότητα υπηρεσίας ορίστηκε το υποπρότυπο **IEEE 802.16 d**.

Η ένωση των υπό-προτύπων IEEE 802.11 a, c, d όρισε το πρότυπο **IEEE 802.16-2004** το οποίο περιγράφει τη συνολική λειτουργικότητα των επιμέρους υπό-προτύπων που προαναφέρθηκαν για συχνότητες λειτουργίας 2-66 GHz.

Το πρότυπο IEEE 802.16-2004 ορίζει την επικοινωνία χρηστών οι οποίοι βρίσκονται μέσα σε ένα κελί το οποίο καλύπτεται από ένα base station . Όταν κάποιος χρήστης κινηθεί σε περιοχή που βρίσκεται εκτός περιοχής κάλυψης του base station η σύνδεση χάνεται. Το υποπρότυπο **IEEE 802.16 e** εισάγει και περιγράφει την έννοια της κινητικότητας των χρηστών από ένα base station σε άλλο. Στο υποπρότυπο αυτό ορίζεται ότι ένας κινητός χρήστης μπορεί να συνεχίσει να εξυπηρετείται από το δίκτυο ακόμα και αν κινείται με ταχύτητες οι οποίες προσεγγίζουν τα 120 Km/h .

Αναλυτικότερα για τα πρότυπα IEEE 802.16 έχουμε:

#### IEEE 802.16a

Εγκρίθηκε τον Ιανουάριο του 2003.

Λειτουργεί για οποιαδήποτε συχνότητα στο διάστημα 2-11 GHz.

Στις παραπάνω συχνότητες, η επικοινωνία NLOS (Non-Line of Sight) είναι πραγματικότητα με το πρότυπο αυτό, γεγονός που το καθιστά ως τη κατάλληλη τεχνολογία για εφαρμογές last-mile.

Ο συνολικός ρυθμός δεδομένων φτάνει τα 100 Mb/s σε κάθε κανάλι επικοινωνίας των 20MHz.

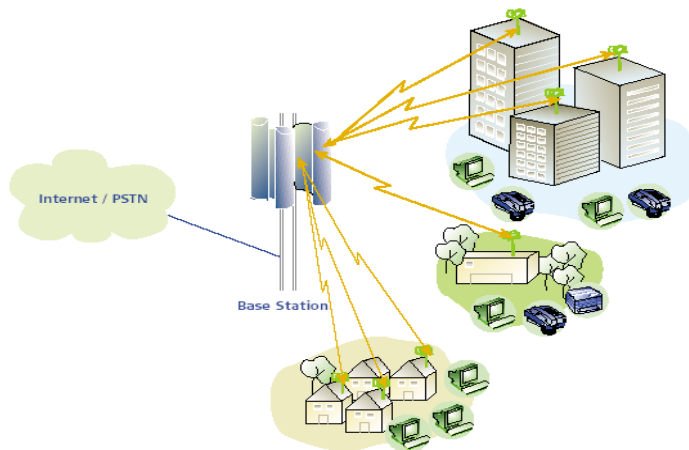
Τυπικές ακτίνες κυψελών 1-2 μίλια.

Αποτελεί τη κατάλληλη backhaul τεχνολογία για να συνδέσει 802.11 wireless LANs (τοπικά δίκτυα υπό το πρότυπο τεχνολογίας 802.11) και commercial hotspots με το διαδίκτυο.

Απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις, οικιακούς χρήστες, προωθώντας την ανάπτυξη των ευρυζωνικών υπηρεσιών ακόμα και σε περιοχές όπου η παραδοσιακή ενσύρματη επικοινωνία είναι μη διαθέσιμη.

Η τυπική τοπολογία συστήματος 802.16 αποτελείται από ένα κεντρικό σταθμό βάσης στη κορυφή κτηρίου ή πύργου, που επικοινωνεί με κινητό συνδρομητή. Η ζεύξη

είναι σημειακή-πολύ-σημειακή (a point-to-multipoint communication). Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η τοπολογία αυτή.



**Σχήμα 5:** Σύνδεση point to multipoint

#### 802.16b

Το πρότυπο IEEE 802.16b αναφέρεται σε συστήματα FWA με συχνότητες λειτουργίας (license-exempt applications) 5-6 GHz.

#### 802.16c

Σκοπός η ανάπτυξη προφίλ συστημάτων με συχνότητα λειτουργίας 10-66 GHz και προδιαγραφών ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης LOS (Line-of-sight). Μέγιστοι ρυθμοί δεδομένων σε αυτά, 70Mbits/s, με ακτίνα κάλυψης μέχρι 50km.

#### 802.16d

Εγκρίθηκε στις 24 Ιουνίου 2004. Δημοσιεύεται με το τίτλο IEEE Standard 802.16-2004 αντικαθιστώντας τα πρότυπα IEEE 802.16-2001, 802.16c-2002 και 802.16a-2003. Στόχος του η ανάπτυξη προφίλ συστημάτων 802.16 ("Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems")

#### IEEE 802.16e (Mobile Wireless MAN)

Εγκρίθηκε στις 23 Σεπτεμβρίου 2004.

Ουσιαστικά αποτελεί παραλλαγή του πρότυπου IEEE 802.16 ("Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems") όπως αυτό ορίζεται στα πρότυπα IEEE Standards 802.16a και 802.16c

Περιέχει τις προδιαγραφές των επιπέδων Physical, Medium Access Control για τη συνδυασμένη λειτουργία σταθερής και εν κινήσει ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης σε αδειοδοτημένες μπάντες συχνότητας.

Παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα ασύρματης σύνδεσης με πάροχο υπηρεσιών διαδικτύου (Wireless Internet Service Provider), όταν ταξιδεύουν πέραν του γραφείου ή του σπιτιού τους ή σε άλλη πόλη που έχει διαφορετικό WISP. Αναπτύσσει δηλαδή νομαδικούς χρήστες.

Η σύνδεση του κινητού χρήστη είναι εφικτή για ταχύτητες από 75 μέχρι 93 μίλια την ώρα.

Συμπληρώνει ή ανταγωνίζεται το πρότυπο IEEE 802.20, το οποίο αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης και ανάπτυξης προγενέστερα του IEEE802.16e.

### ο *Πλεονεκτήματα του WiMax*

Τα βασικά πλεονεκτήματα του WiMax σε σχέση με τα πρότυπα 802.11 (Wifi), περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

Υψηλότερες ταχύτητες πρόσβασης σε σχέση με το WiFi.

Σημαντικά υψηλότερη εμβέλεια από το WiFi.

Ένας ενιαίος κύριος σταθμός WiMAX μπορεί να εξυπηρετήσει εκατοντάδες χρήστες.

Τα τερματικά σημεία εγκαθίστανται εντός ημερών αντί των εβδομάδων που απαιτούνται για τις συνδεδεμένες με καλώδιο συνδέσεις.

Μπορεί να δουλέψει σε ορισμένες συχνότητες και χωρίς οπτική επαφή.

### ο *Μειονεκτήματα του WiMAX*

Το WiMax παρουσιάζει επίσης και μια σειρά από μειονεκτήματα στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

Η οπτική επαφή (LOS) απαιτείται για τις μεγάλης απόστασης (5-30 μίλια) συνδέσεις.

Οι δυνατές βροχές μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην ρυθμαπόδοση.

Άλλη ασύρματη ζεύξη στην περιοχή μπορεί να δημιουργήσει παρεμβολές και να προκαλέσει μια μείωση της ρυθμαπόδοσης.

### **3.2.4. Σύγκριση WLAN και WiMax**

Κάθε τεχνολογία είναι σημαντική για διαφορετικούς λόγους. Ενώ το WLAN είναι ιδανικό για τις απομονωμένες περιοχές, το WiMAX προσφέρει ασύρματη κάλυψη σε μεγάλες αποστάσεις. Στον παρακάτω πίνακα θα δούμε επιγραμματικά τα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας.

**Πίνακας 5:** Σύγκριση Ασύρματων Τεχνολογιών

<b>Ασύρματα Πρότυπα</b>	<b>Ταχύτητα (Mbps)</b>	<b>Εμβέλεια</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>Διασύνδεση</b>	<b>Υποστηρίζεται</b>
<b>Bluetooth</b>	1Mbps	10m	2.4GHz	Καμία	Ericson,IBM, Intel, Toshiba, Nokia, Motorola
<b>HomeRF</b>	2Mbps	50m	2.4GHz	Ethernet	Proxim, Intel, HP, 3COM, Motorola
<b>IEEE802.11</b>	2Mbps	100m-2km	2.4GHz	Ethernet	Cisco, Lucent, 3COM, Apple, Nokia, Compaq
<b>802.11b</b>	11Mbps		2.4GHz		
<b>802.11a</b>	54Mbps		5GHz		
<b>802.11g</b>	54Mbps		2.4GHz		
<b>Wi-max</b>	70 Mbps	70Km	2-11 GHz		Red Line

### **3.2.5.Ασφάλεια ασύρματου δικτύου**

Δεδομένων των υπαρκτών κινδύνων παραβίασης και έχοντας ως στόχο την αύξηση της ασφάλειας των ασύρματων δικτύων, το IEEE έχει ενσωματώσει στο πρότυπο 802.11 μεθόδους που συντελούν στην αύξηση της ασφάλειας του ασυρμάτου δικτύου (Basic Industry Standard Security). Οι μέθοδοι εστιάζουν κυρίως σε θέματα ασφάλειας ασύρματων τοπικών δικτύων, παρουσιάζονται όμως στη συνέχεια γιατί θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και να χρησιμοποιηθούν κάποιες από αυτές στην υλοποίηση του έργου, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν προσπάθειες υποκλοπής σημάτων.

#### SSID

Το SSID (Secure Set Identifier) είναι το χαρακτηριστικό όνομα ενός ασύρματου δικτύου το οποίο χρησιμοποιείται για να διαφοροποιούνται τα δίκτυα που ενδεχομένως λειτουργούν στον ίδιο χώρο. Γενικά όλες οι συσκευές ασύρματης σύνδεσης έχουν μια προκαθορισμένη τιμή του SSID, τυπική για κάθε μοντέλο. Για να διευκολυνθεί η διαδικασία σύνδεσης δύο συσκευών WLAN, κάθε συσκευή εκπέμπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα το SSID της. Έτσι, όταν δύο συσκευές βρεθούν μέσα στα όρια εμβέλειάς τους, αυτομάτως αναγνωρίζουν η μια την άλλη, και στη συνέχεια μπορούν, εφόσον έχουν το ίδιο SSID, να συνδεθούν.

Αν και ο παραπάνω μηχανισμός απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία σύνδεσης δύο ή περισσότερων «φιλικών» υπολογιστών, εγκυμονεί κινδύνους, διότι βοηθά σημαντικά πιθανούς «εχθρούς» να εντοπίσουν το εν λόγω δίκτυο. Ο μόνος τρόπος με τον οποίο μπορεί να περιοριστεί ο παραπάνω κίνδυνος είναι να αποτραπεί η αυτόματη εκπομπή του SSID, μια δυνατότητα που προσφέρεται μόνο από τα Σημεία Πρόσβασης.

Συνοψίζοντας, όταν χρησιμοποιείται ένα Σημείο Πρόσβασης, ένα πρώτο μέτρο ασφάλειας που μπορεί κανείς να πάρει είναι να απενεργοποιήσει την εκπομπή του SSID και να αλλάξει το όνομα του δικτύου με κάποιο δύσκολα προβλεπόμενο.

### Πιστοποίηση χρήστη

Το πρότυπο 802.11 ενσωματώνει δύο μεθόδους πιστοποίησης: *Open System* και *Shared Key*. Η πρώτη δεν παρέχει ουσιαστικά καμία πιστοποίηση εκτός από την αναγνώριση της διεύθυνσης MAC των συσκευών. Έτσι, η συγκεκριμένη μέθοδος επιτρέπει σε όσες συσκευές έχουν το ίδιο SSID να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Η μέθοδος *Shared Key* επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μόνο ανάμεσα στις συσκευές που έχουν το ίδιο SSID και το ίδιο κλειδί κρυπτογράφησης (WEP Key, βλ. επόμενη παράγραφο). Όταν μια συσκευή προσπαθήσει να συνδεθεί με μια άλλη (π.χ., με ένα σημείο πρόσβασης), τότε αυτή, θα απαντήσει στέλνοντάς της ένα απλό αρχείο κειμένου. Στη συνέχεια, η συσκευή που επιχειρεί να συνδεθεί θα το κωδικοποιήσει χρησιμοποιώντας το δικό της WEP Key και θα το στείλει πίσω. Η σύνδεση των δύο συσκευών θα είναι εφικτή μόνο εάν το κείμενο έχει κρυπτογραφηθεί σωστά.

Μολονότι η μέθοδος *Shared Key* δίνει την αίσθηση ότι προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια από την *Open System*, η εφαρμογή της εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους. Το αδύνατο σημείο της *Shared Key* είναι η αποστολή του απλού κειμένου. Αν, για παράδειγμα, κάποιος καταγράψει με κατάλληλο εξοπλισμό την επικοινωνία μεταξύ ενός σημείου πρόσβασης και των συσκευών που συνδέονται σε αυτό, θα καταφέρει να συγκεντρώσει έναν ικανοποιητικό αριθμό δεδομένων (απλό και κωδικοποιημένο κείμενο), από τα οποία είναι δυνατόν να υπολογίσει το WEP Key που χρησιμοποιείται. Εύλογα συμπεραίνει κανείς ότι οι παρούσες μέθοδοι πιστοποίησης δεν διακρίνονται για το υψηλό επίπεδο ασφάλειας που προσφέρουν.

### Κρυπτογράφηση δεδομένων

Το πρότυπο 802.11b περιλαμβάνει εκτός από τις δύο μεθόδους πιστοποίησης που αναφέρθηκαν παραπάνω και μια μέθοδο κρυπτογράφησης δεδομένων που ονομάζεται WEP (Wireless Equivalent Privacy).

Η WEP βασίζεται στον αλγόριθμο κρυπτογράφησης RC4, ο οποίος χρησιμοποιεί ένα κλειδί μεγέθους 40bit ή 104bit και έναν τυχαίο αριθμό που ονομάζεται Initialization Vector και έχει μήκος 24bit. Οι συσκευές μάλιστα που ακολουθούν το πρότυπο 802.11b+, υποστηρίζουν κωδικοποίηση με κλειδί μήκους 256bit (τυχαίος αριθμός 24bit και κλειδί 232bit). Λόγω όμως κάποιων εγγενών αδυναμιών του αλγορίθμου RC4, η υποκλοπή του χρησιμοποιούμενου κλειδιού είναι δυνατή. Μια τακτική που μπορεί να δυσκολέψει τους πιθανούς «εισβολείς» είναι να χρησιμοποιείται κλειδί μεγάλου μεγέθους (128bit ή 256bit), το οποίο να αλλάζει αρκετά συχνά.

Το Wi-Fi Protected Access (WPA) είναι ένα στοιχείο του πρότυπου ασφαλείας IEEE 802.11i. Εξέλιξη του WPA είναι το WPA2 το οποίο είναι ισχυρότερο πρότυπο ασφαλείας όσο αφορά την κρυπτογράφηση, την πιστοποίηση και τη διαχείριση των κλειδιών κρυπτογράφησης. Τόσο το WPA όσο και το WPA2 βελτιώνουν την κρυπτογράφηση των δεδομένων με χρήση Temporal Key Integrity (TKIP), Message Integrity Check (MIC) και IEEE 802.1x. επιπροσθέτως, εκτός από TKIP, το WPA2 χρησιμοποιεί το Advanced Encryption Standard (AES) επιτυγχάνοντας ισχυρότερη κρυπτογράφηση.

## Advanced Industry Standard Security

Το ΙΕΕΕ έχει υιοθετήσει και αναπτύσσει έναν επιπλέον αριθμό προτύπων / πρωτοκόλλων (Advanced Industry Standard Security) προκειμένου να αυξήσει το επίπεδο ασφάλειας του προτύπου 802.11b.

Πίνακας 6: Πρότυπα Ασφαλείας 802.11X

<b>IEEE 802.1X</b>	Πρότυπο ασφάλειας που επιβάλλει ένα πλαίσιο επικύρωσης, καθώς και τη δυναμική διανομή των κλειδιών συνόδου για την κρυπτογράφηση WEP. Απαιτείται να υπάρχει server RADIUS
<b>IEEE 802.11i</b>	Ανερχόμενο πρότυπο ασφαλείας που αναπτύσσεται από το ΙΕΕΕ και το οποίο εμπεριέχει την προστασία επικύρωσης του ΙΕΕΕ 802.1X. Επιπλέον, προσθέτει εξελιγμένα πρότυπα ασφαλείας (Advanced Encryption Standards . AES) για προστασία της κρυπτογράφησης, μαζί με άλλα χαρακτηριστικά.
<b>WPA</b>	Το Wi-Fi Protected Access είναι ένα πρότυπο ασφαλείας που επιλύει τα προβλήματα κρυπτογράφησης του WEP, υιοθετώντας το Πρωτόκολλο Ακεραιότητας του Προσωρινού Κλειδιού (Temporal key integrity protocol . TKIP). Επίσης, το WPA συμπεριλαμβάνει τα πλεονεκτήματα επικύρωσης του 802.1X.
<b>EAP</b>	Το Extensible authentication protocol (EAP) είναι ένα πρωτόκολλο σημείου προς σημείο το οποίο υποστηρίζει πολλαπλές μεθόδους επικύρωσης. Η υποστήριξη τύπων EAP εξαρτάται από το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται.

### RADIUS

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιήθηκε μία στρατηγική που είναι γνωστή σαν Πιστοποίηση, Έγκριση και Παρακολούθηση (authentication, authorization, accounting-**AAA**) για να εκτελέσει τις λειτουργίες της πιστοποίησης της ταυτότητας του χρήστη, τη παροχή ή όχι πρόσβασης και την παρακολούθηση των κινήσεων των απομακρυσμένων χρηστών αντίστοιχα. Η υποστήριξη των RADIUS δίνει τη δυνατότητα στη Cisco να προτείνει μία πολύ ευέλικτη και αποδοτική AAA λύση.

Ο RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) είναι βασισμένος στο client/server μοντέλο. Οι servers πρόσβασης (**NAS**-Network Access Servers) λειτουργούν σαν clients του RADIUS. Ο client είναι υπεύθυνος για την προώθηση της πληροφορίας του χρήστη στον αρμόδιο RADIUS server και την εκτέλεση των εντολών που θα του σταλούν πίσω από το server.

Ο RADIUS server παρέχει υπηρεσίες πιστοποίησης και παρακολούθησης σε έναν ή περισσότερους RADIUS clients δηλαδή συσκευές NAS. Οι RADIUS servers είναι υπεύθυνοι για το να λαμβάνουν τις αιτήσεις σύνδεσης των χρηστών, να τους πιστοποιούν και τέλος να επιστρέφουν όλη τη πληροφορία με τις απαιτούμενες ρυθμίσεις για τους clients ώστε να δοθούν οι αιτούμενες υπηρεσίες στους χρήστες. Ο RADIUS server πρόσβασης είναι συνήθως ένας αφιερωμένος σταθμός εργασίας συνδεδεμένος με το δίκτυο.

Τα δεδομένα ελέγχου ταυτότητας αποθηκεύονται σε τοπικό επίπεδο ή σε μια εξωτερική βάση δεδομένων SQL ή μια εξωτερική Unix. Ο RADIUS server μπορεί επίσης να συνδεθεί σε μια PAM (Pluggable Authentication Service) αρχιτεκτονική για να ανακτήσει τον έλεγχο ταυτότητας στοιχείων.

## 4.Βασικές Αρχές Σχεδιασμού Ενός WLAN

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τις βασικές αρχές σχεδιασμού ενός ασύρματου δικτύου και θα αναλύσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη ώστε τελικά να προσδιοριστεί η τοπολογία του δικτύου και η επιλογή της τεχνολογίας και του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα μελέτη.

### 4.1.Θεωρητικό Υπόβαθρο

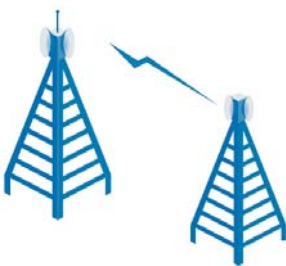
Ένα σωστά υλοποιημένο ασύρματο δίκτυο πρέπει να τηρεί όσο το δυνατόν γίνεται ορισμένους κανόνες.

Αρχικά, καλό είναι να σκεφτόμαστε όχι μόνο την δική μας ζεύξη αλλά και τις υπόλοιπες (ακόμα και τις μελλοντικές) που μοιράζονται τον ίδιο εναέριο χώρο. Στόχος είναι να υπάρχει αξιόπιστο ασύρματο δίκτυο μέσα στα νόμιμα πλαίσια και να καλύπτει ορισμένες ανάγκες. Ο σεβασμός στον άλλο είναι απαραίτητος όχι μόνο από ηθικής πλευράς αλλά και για πρακτικούς λόγους.

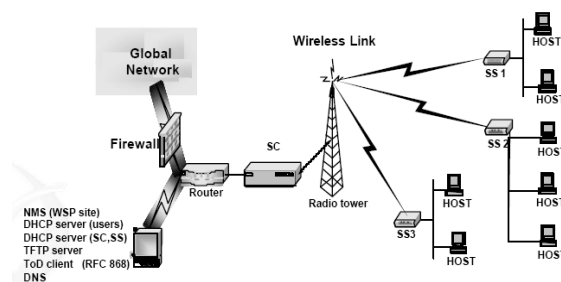
Εκπέμπουμε όσο χρειαζόμαστε.

Προτεραιότητα δίνουμε στην ασφάλεια του δικτύου, έπειτα στην αξιοπιστία και στην νομιμότητα και τέλος στο κόστος.

Η σύνδεση μιας ζεύξης μπορεί να είναι είτε σημείο προς σημείο (point-to-point) είτε σημείο προς πολλά σημεία (point-to-multipoint).



**Σχήμα 6:**Σύνδεση point to point



**Σχήμα 7:**Σύνδεση point to multipoint



## 4.2. Παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη

Παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη είναι η θέση του κάθε κόμβου και ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί.

Συγκεκριμένα, η θέση κάθε κόμβου περιλαμβάνει παράγοντες όπως το γεωγραφικό σημείο του κόμβου (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), την οπτική επαφή που έχει με τους άλλους κόμβους, το είδος της περιοχής (ορεινή ή πεδινή), την ύπαρξη ηλεκτροδότησης, το μέρος που βρίσκεται ο κόμβος (μέσα σε κτίριο ή σε εξωτερικό χώρο) καθώς και την παρεμβολή άλλων σημάτων από γειτονικούς κόμβους.

Η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού είναι μια διαδικασία πολύ σημαντική και χρονοβόρα. Το βασικό στοιχείο του εξοπλισμού είναι η κεραία. Υπάρχουν αρκετά είδη κεραιών όπου στη συνέχεια (παρ. 3.3.1) ακολουθεί η ανάλυσή τους ώστε να γίνει η σωστότερη επιλογή για την συγκεκριμένη μελέτη.

- **Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της κεραίας είναι οι εξής:**

### Συσχετισμός με τον υπόλοιπο εξοπλισμό:

Η χρήση μιας κάρτας με ρυθμιζόμενη ισχύ μας επιτρέπει να έχουμε μεγαλύτερη γκάμα επιλογών στην απολαβή (κέρδος) της κεραίας στα νόμιμα πλαίσια. Το μήκος και η ποιότητα του καλωδίου έχουν σημαντικό ρόλο. Η χρήση προέκτασης καλωδίου μπορεί να μειώσει την εκπομπή καθώς και την λήψη. Καθώς και η χρήση άλλων κεραιών μπορεί να δημιουργήσει παρεμβολές.

### Εγκατάσταση:

Ορισμένες κεραιές είναι πιο εύκολες στην εγκατάσταση και άλλες λιγότερο λόγω του σχήματος τους. Τα μεγέθη ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο της κεραίας. Τα κάτοπτρα απαιτούν πιο γερή στήριξη από ότι οι παραβολικές.

### Αντοχή στον χρόνο:

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα της κατασκευής. Μπορεί να μην είναι τόσο σημαντικό αν επιλέξουμε αλουμινένιο ή σιδερένιο κάτοπτρο αλλά η επιλογή μιας γερής βάσης είναι.

### Μορφολογία:

Σε πολλές περιοχές δεν είναι εύκολη η ασύρματη επικοινωνία λόγω των κτιρίων (σε συγκρότημα κτιρίων, όπως ο χώρος του ΤΕΙ), δέντρα, υψομετρικές διαφορές. Υπάρχουν δηλαδή, αρκετά εμπόδια τα οποία πρέπει να λάβουμε υπόψη γιατί είτε κρύβουν το οπτικό πεδίο είτε δημιουργούν ανακλάσεις. Πρέπει να καταλάβουμε ότι κάποιες ζεύξεις δεν είναι εφικτές απευθείας και ως βρίσκονται μόλις μερικά μέτρα.

### Κόστος:

Οι τιμές των εξοπλισμών ποικίλουν. Όμως, μια φτηνή λύση δεν είναι πάντα και η καλύτερη. Αν όντως μας ενδιαφέρει μια αξιόπιστη κατασκευή το τελευταίο που θα σκεφτούμε θα είναι το κόστος.

- **Παράγοντες που επηρεάζουν την μετάδοση του σήματος:**

Η απόδοση μετάδοσης του σήματος σε μια ζεύξη εξαρτάται από:

1. την ισχύ εκπομπής (Transmit Power),
2. το κέρδος της κεραίας εκπομπής και λήψης (Antenna gain),

3. την ευαισθησία του δέκτη (Receiver Threshold),
4. την απώλεια μετάδοσης,
5. την απώλεια των καλωδίων,
6. το περιθώριο διάλειψης (Fade Margin)

Ο Γενικός τύπος που περιγράφει την λαμβανόμενη ισχύ σε ένα δέκτη είναι ο ακόλουθος:

$$P_{RX} = P_{TX} - AF_{TX} - AF_{RX} + G_{RX} + G_{TX} - F_{SL} - A_o - A_G - A - T_{ol}$$

όπου

$P_{RX}$ : Η λαμβανόμενη ισχύ (Received power (dBm))

$P_{TX}$ : Η εκπεμπόμενη ισχύ (Transmitted power (dBm))

$AF_{TX}$ : Η απώλειες του καλωδίου κεραίας για τον πομπό (Antenna feeder loss (db))

$AF_{RX}$ : Η απώλειες του καλωδίου κεραίας για τον δέκτη (Antenna feeder loss (db))

$G_{RX}$ : Το κέρδος της κεραίας δέκτη (Receiver Antenna gain (dBi))

$G_{TX}$ : Το κέρδος της κεραίας πομπού (Transmitter Antenna gain (dBi))

$F_{SL}$ : Οι Απώλειες μετάδοσης (Free space loss (dB))

$A_o$ : Οι απώλειες λόγω εμποδίων (Obstacle loss (dB))

$A_G$ : Εξασθένιση λόγω αερίων (Gas attenuation (dB))

$A$ : Επιπλέον απώλειες από άλλους λόγους (Additional loss (dB))

$T_{ol}$ : Παράγοντας Ανεκτικότητας (Tolerance)

#### Απώλειες Μετάδοσης(Path Loss):

Θεωρούμε ότι οι απώλειες μετάδοσης ισούνται περίπου με τις απώλειες κενού χώρου (Free-Space Loss), δηλαδή είναι η ελάχιστη απώλεια που μπορεί να συμβεί ανάμεσα σε πομπό και δέκτη, οφείλεται στο σκόρπισμα της ακτινοβολούμενης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στο χώρο και δίδεται από το τύπο:

$$L = 92,45 + 20\log(f) + 20\log(d)$$

Όπου

L: οι απώλειες σε db,

d: το μήκος της ζεύξης σε km,

f: η συχνότητα σε GHz

Έστω ότι θέλουμε να υπολογίσουμε τις απώλειες μετάδοσης που θα υποστεί το σήμα όταν είμαστε στο φάσμα των 2,4GHz σε μια απόσταση 2 km.

$$L = 92,45 + 20\log(2,4) + 20\log(2) = 106\text{db}$$

#### Ευαισθησία Δέκτη (Receiver Threshold):

Το κατώφλι του δέκτη (η ευαισθησία του) εξαρτάται από:

- 1.Τη χωρητικότητα του συστήματος
- 2.Τη διαμόρφωση
- 3.Την ποιότητα ηλεκτρονικών του δέκτη

και δίδεται από το τύπο:

$$P_{th} = 10 \log(F \text{ kT BW}) + S/N$$

Όπου

F: το Noise Figure του δέκτη, σε καλούς δέκτες έχει τιμές γύρω στο 2,

BW: το εύρος φάσματος του καναλιού,

S/N: ο λόγος σήμα προς θόρυβο που απαιτείται για την αποδιαμόρφωση του σήματος και εξαρτάται από τον τύπο διαμόρφωσης.

#### Περιθώριο Διάλειψης (Fading Margin):

Η απώλεια κενού χώρου είναι η βάση για τον υπολογισμό της λαμβανόμενης ισχύος. Οι ραδιοζεύξεις σχεδιάζονται έτσι ώστε η νόμιμη ισχύ στο δέκτη να είναι αρκετά μεγαλύτερη από την ελάχιστη απαιτούμενη (το κατώφλι του δέκτη). Το περιθώριο αυτό μας δηλώνει πόση επιπρόσθετη εξασθένηση μπορεί να αντιμετωπίσει η ραδιοζεύξη χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας της και δίδεται από το τύπο:

$$FFM = P_{RECEIVED} - P_{THRESHOLD}$$

όπου

FFM: το περιθώριο σε dbm,

$P_{RECEIVED}$ : η νόμιμη ισχύς στο δέκτη κάτω από κανονικές συνθήκες,

$P_{THRESHOLD}$ : η ελάχιστη ισχύς που απαιτείται από το δέκτη ώστε να αποδιαμορφώνει το σήμα με ένα μικρό αριθμό λαθών (BER  $10^{-5}$ ).

#### **Λοιποί παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη**

Όταν πολλές πηγές χρησιμοποιούν μια συχνότητα (ή γειτονική) ταυτόχρονα και ο δέκτης δέχεται σήματα από πολλές πηγές, τότε ο δέκτης θα έχει δυσκολίες διάκρισης της μιας από την άλλη και η επικοινωνία δυσχεραίνεται ή χάνεται.

Ειδικά, το φάσμα των 2,4GHz χρησιμοποιείται για πολλές εφαρμογές εκτός από το WLAN. Για τις 5GHz συχνότητες που χρησιμοποιούν IEEE 802.11a ή WiMax πρωτόκολλο, αφενός τα κανάλια δεν επικαλύπτουν και αφετέρου υπάρχουν ειδικές λειτουργίες που προστατεύουν από παρεμβολές. Οι λειτουργίες **DFS** και **TPC** το φροντίζουν αυτό αυτόματα.

**Dynamic Frequency Selection:** Το DFS επιλέγει συνεχώς τα κανάλια για την αποφυγή παρεμβολών, προσπαθώντας να επιλέξει ένα κενό κανάλι ειδάλως το βέλτιστο.

Εάν ένα κανάλι υποβιβάζει τη ζεύξη θα κινηθεί προς άλλο, βοηθώντας έτσι όχι μόνο το συγκεκριμένο χρήστη αλλά και τους γειτονικούς.

**Transmit Power Control:** Το TPC επιλέγει την χαμηλότερη αποδεκτή ισχύ ώστε να διατηρηθεί η ζεύξη, χρησιμοποιώντας χαμηλή ισχύ όπου είναι αυτό δυνατόν και μέγιστη όταν την χρειάζεται. Έτσι, εξοικονομείται ενέργεια και επίσης μπορούν να συνδεθούν πολλοί περισσότεροι χρήστες.

### 4.3. Επιλογή κεραίας

Η κεραία είναι ένα μεταλλικό συνήθως αντικείμενο σε μια διάταξη έτσι ώστε να επιτρέπει την αποστολή ή και την λήψη ραδιοκυμάτων βάση του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Η κεραία έχει μεγάλη ποικιλομορφία σε μεγέθη και σχήματα (μπορεί να είναι απλά ένας κύλινδρος, ένα χωνί, μια επίπεδη πλακέτα, μια σειρά-συστοιχία από κεραίες, ή ακόμα και ένα κομμάτι από καλώδιο). Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε μόνο με τις εξωτερικές κεραίες που εξυπηρετούν συνδέσεις ασύρματων δικτύων. Ο ρόλος της είναι σημαντικός για μια σταθερή και απροβλημάτιστη ζεύξη σημείων και θα πρέπει να κάνουμε την επιλογή της με ιδιαίτερη προσοχή. Πριν ψάξουμε για τον τύπο και τα χαρακτηριστικά της κεραίας, θα πρέπει να γνωρίζουμε την μορφολογία και τις αποστάσεις της περιοχής που θέλουμε να καλύψουμε. Πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια κεραία που μας παρέχει αρκετή ισχύ, σε σημείο να έχουμε σταθερή ζεύξη αλλά να μην έχουμε περισσότερη ισχύ από ότι χρειαζόμαστε (για την ακρίβεια θα πρέπει να υπάρχει κάποιο περιθώριο έτσι ώστε να μπορέσουμε να διατηρήσουμε σταθερή ζεύξη και σε έκτακτες συνθήκες όπως αυξημένη υγρασία). Μεγαλύτερη ισχύ από ότι χρειαζόμαστε σημαίνει και μεγαλύτερη λήψη θορύβου, περισσότερες ανακλάσεις, και παρεμπόδιση άλλων ραδιοεπικοινωνιών.

Μια κεραία έχει απολαβή (κέρδος) όταν εκπέμπει ή λαμβάνει κάποια ηλεκτρομαγνητική ενέργεια προς/από μία κατεύθυνση. Η μονάδα μέτρησης ενίσχυσης απολαβής (κέρδους) της κεραίας μετριέται σε [dBi](#). Καθορίζεται από την απολαβή που έχει, σε σχέση με μια ιδανική κεραία η οποία έχει μηδενική απολαβή και λέγεται [ισοτροπική διπολική κεραία](#) (isotropic dipole antenna). Ιδανική κεραία δεν υπάρχει και δεν μπορεί να κατασκευαστεί, αλλά είναι χρήσιμη ως σημείο αναφοράς στους υπολογισμούς.

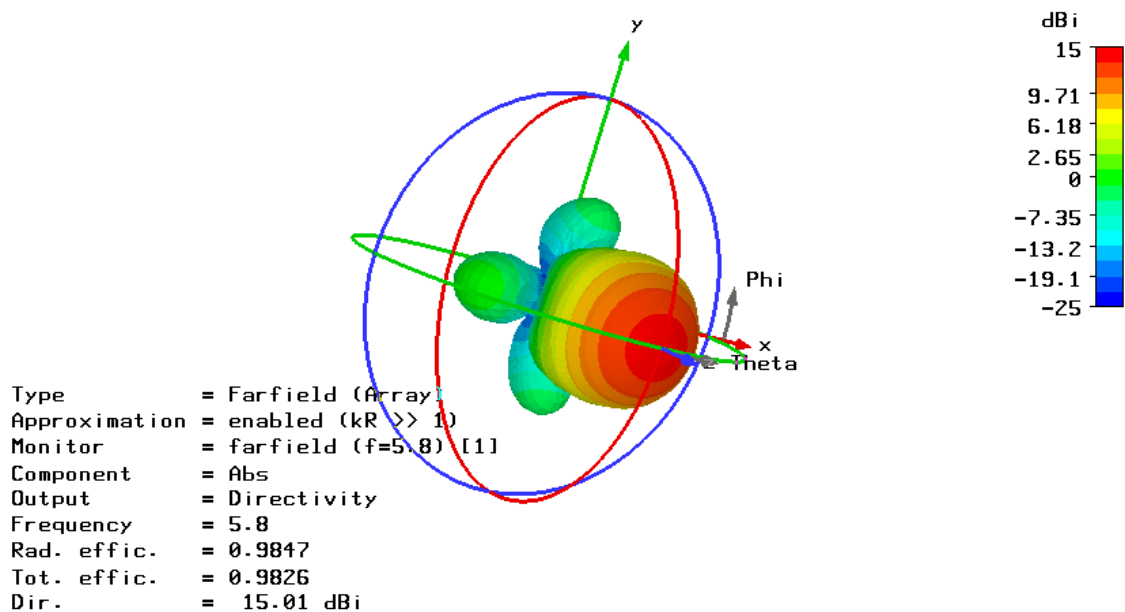
Οι κεραίες είναι τριών πόλωσης. Η πόλωση έχει σχέση με το πως μεταφέρεται το ραδιοκύμα, έτσι έχουμε *κυκλική*, *οριζόντια* και *κάθετη* πόλωση. Εδώ δεν θα ασχοληθούμε με την κυκλική γιατί είναι πιο σπάνια (εξυπηρετεί σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις και έχει καλύτερη αντιμετώπιση στις ανακλάσεις - αν θέλετε περισσότερες πληροφορίες). Τα ραδιοκύματα είναι ευκολότερο να τα σχεδιάζουμε και να τα σκεφτόμαστε επίπεδα σε δύο διαστάσεις. Όταν το κύμα φεύγει από την κεραία κάθετα τότε η κεραία είναι πολωμένη κάθετα, αντίστοιχα συμβαίνει όταν είναι οριζόντια. Αν γυρίσουμε την ίδια κεραία (κάθετης ή οριζόντιας πόλωσης) πλάγια κατά 90 μοίρες τότε αλλάζουμε και την πόλωση της. Όταν δύο κεραίες μιας ζεύξης έχουν διαφορετική πόλωση τότε έχουμε σημαντικές απώλειες (αυτό κοστίζει περίπου 20 dB χαμένη ισχύ). Οπότε επιλέγουμε να έχουν πάντα την ίδια πόλωση. Αυτή η ιδιότητα αποτελεί και πλεονέκτημα αφού επιτρέπει σε περισσότερα ραδιοσυστήματα να μοιράζονται τον ίδιο εναέριο χώρο. Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας επιλογής της πόλωσης είναι η μείωση ανακλάσεων που δημιουργούν το φαινόμενο της πολυδιόδευσης (multipath).

Μια κεραία λειτουργεί και ως κατευθυντήρας. Έτσι μπορούμε με την επιλογή ενός τύπου κεραίας να τονίσουμε την εκπομπή προς μία κατεύθυνση και να μειώσουμε την εκπομπή προς άλλες ενώ αντίθετα με μία άλλου τύπου κεραία να έχουμε ισομερή εκπομπή προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο τρόπος εκπομπής της κεραίας αυτής ονομάζεται

πρότυπο εκπομπής και μας βοηθάει να επιλέξουμε τον σωστό τύπο έτσι ώστε να έχουμε την βέλτιστη εκπομπή αλλά και λήψη.

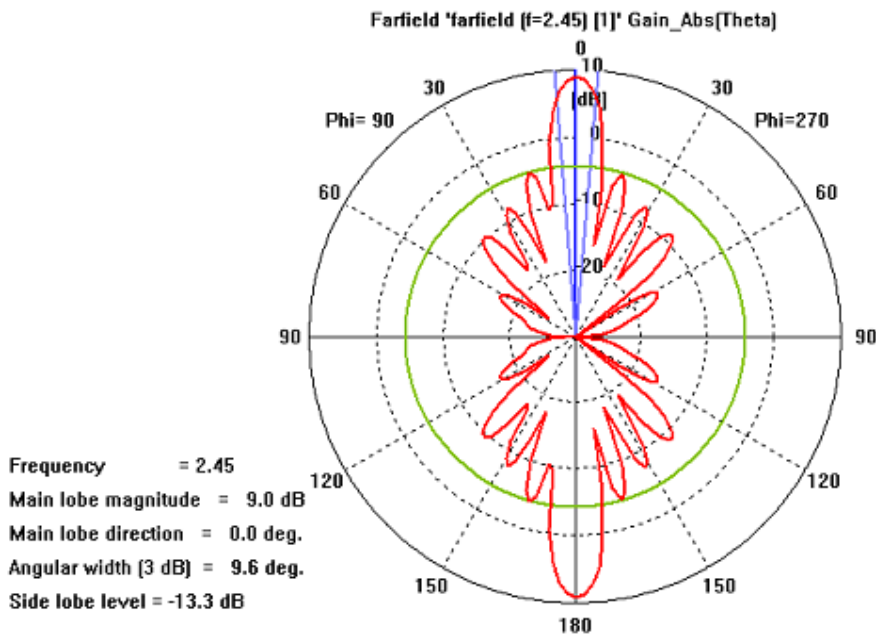
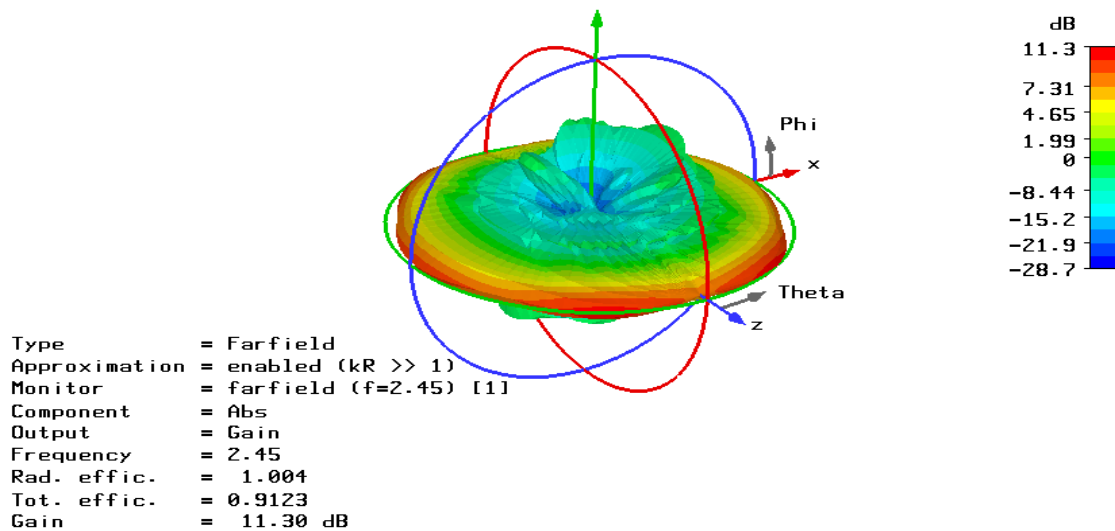
Οι κεραιές ανάλογα με το πρότυπο εκπομπής τους διακρίνονται σε:

Κατευθυντική (directional): Το χαρακτηριστικό πρότυπο εκπομπής της είναι έντονα ενισχυμένο προς μια κατεύθυνση. Κατευθυντικές είναι οι παραβολικές πλέγματος (Grid Parabolic) και τα «δορυφορικά πιάτα». Το πρότυπο εκπομπής είναι έτσι ώστε να δημιουργεί μια σχετικά στενή δέσμη, που όμως μπορεί να φτάσει σε μεγαλύτερη απόσταση. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι, εκτός από τη μεγάλη απόσταση, λόγω της στενής δέσμης δεν είναι εύκολο να έχουν παρεμβολές και παράσιτα, έτσι ώστε να σύνδεση να είναι καθαρή. Ιδανικές περιπτώσεις για τη χρήση τους είναι η σύνδεση σημείου προς σημείο (point to point) ειδικά αν είναι μεγάλες οι αποστάσεις, αλλά και η σύνδεση ενός σημείου με ένα Access Point, το οποίο χρησιμοποιεί omni Directional κεραιά.



**Σχήμα 8:** Κάλυψη Κατευθυντικής κεραιάς

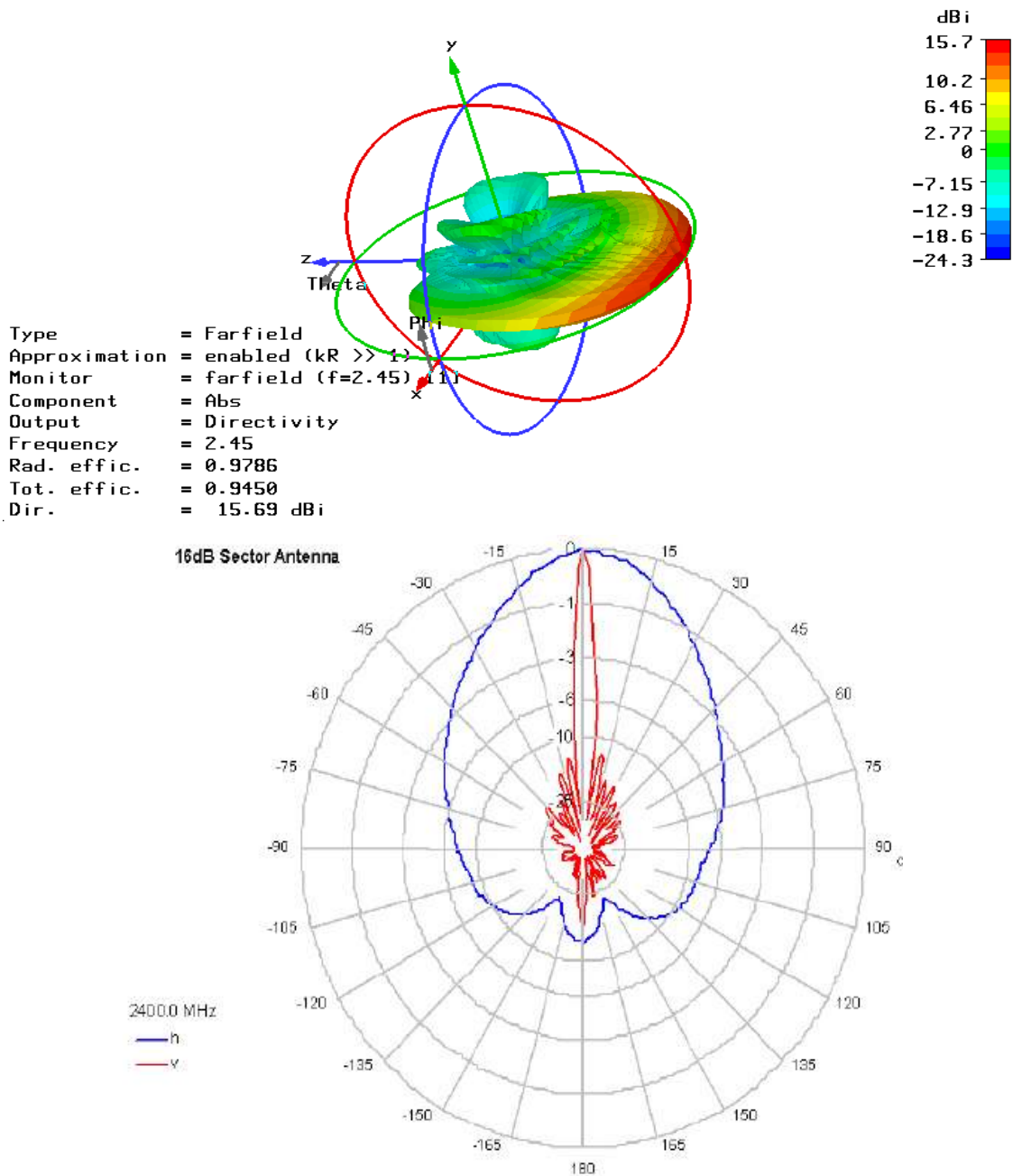
Πολυκατευθυντική (omni directional, omni): Ή αλλιώς ονομαζόμενη ευρείας διασποράς. Οι κεραιές αυτές εκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις με την ίδια ενίσχυση (gain). Στην πράξη, το πρότυπο εκπομπής τους είναι έτσι ώστε να δημιουργούν γύρω τους ένα πεδίο που μοιάζει με «ιπτάμενο δίσκο», με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερη ενίσχυση στον κατακόρυφο άξονα και μεγαλύτερο στον οριζόντιο. Το πόσο επίπεδος θα είναι αυτός ο «ιπτάμενος δίσκος» και τη έκταση θα έχει, καθορίζεται από τα επιμέρους χαρακτηριστικά της κεραιάς και την ενίσχυσή της. Ιδανική περίπτωση χρήσης τους είναι η σύνδεση ενός σημείου με πολλά (point to multipoint) με τη χρήση ενός Access Point.



**Σχήμα 9:** Κάλυψη Πολυκατευθυντικής κεραίας

Σε αρκετές περιπτώσεις είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε αντί για μία ομπλή μία ή περισσότερες *Sector* (με γωνία οριζόντιας κάλυψης από  $40^\circ$  έως  $180^\circ$ ) ή *FlatPanel* κεραίες οι οποίες είναι πιο ενδιάμεσες λύσεις. Όταν για παράδειγμα, υπάρχουν πολλαπλά APs σε μια στερεή μεταλλική βάση ή όταν οι σταθμοί (clients) βρίσκονται προς μια πλευρά ή όταν έχουμε ένα μεγάλο εμπόδιο που εμποδίζει το οπτικό μας πεδίο προς την μία πλευρά (π.χ. ένα ύψωμα) ή όταν θέλουμε να καλύψουμε μεγαλύτερες αποστάσεις. Επίσης, όταν θέλουμε να έχουμε την δυνατότητα να απομονώνουμε τμήματα της εκπομπής μας απενεργοποιώντας την αντίστοιχη sector, γιατί δεν υπάρχουν πλέον client ή έχει δημιουργηθεί άλλος κόμβος AP ο οποίος καλύπτει καλύτερα την συγκεκριμένη περιοχή. Μπορούμε επίσης, να αντικαταστήσουμε μια sector με μία άλλη sector με

διαφορετική γωνία κάλυψης, υπάρχουν και sector οι οποίες είναι ρυθμιζόμενες ανάλογα με τις ανάγκες μας. Συνήθως οι πολυκατευθυντικές κεραίες έχουν κάθετη πόλωση.



**Σχήμα 10:** Κάλυψη Sector κεραίας

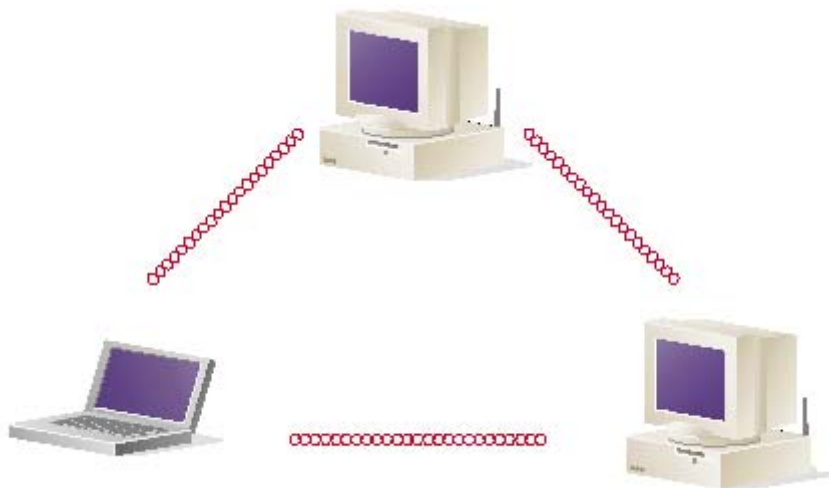
Από τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι πέρα από την κύρια εκπομπή, δημιουργούνται και μικρές πλαινές. Η κύρια εκπομπή λέγεται και κύριος λοβός ενώ οι μικρές πλαινές πλάγιοι λοβοί. Μια καλή κατευθυντική κεραία θα πρέπει να έχει όσο το δυνατόν στενότερο κεντρικό λοβό και όσο το δυνατόν μικρότερους πλάγιους λοβούς. Οι πλάγιοι λοβοί είναι υπεύθυνοι πολλές φορές για λήψη θορύβου ενώ δεν μας εξυπηρετούν στην εκπομπή. Επίσης, όσο πιο στενός είναι ο κεντρικός λοβός τόσο περισσότερο μειώνονται οι ανακλάσεις και η πιθανότητα για θόρυβο.

Κατά την υλοποίηση μιας ζεύξης θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τόσο το οριζόντιο όσο και το κάθετο επίπεδο εκπομπής. Για παράδειγμα, έχουμε μια omni κεραία στην ταράτσα ενός κτιρίου ύψους 40 μέτρων. Μια συνηθισμένη γωνία κάθετης κάλυψης είναι οι 10 μοίρες, οι οποίες όμως μοιράζονται σε 5 μοίρες πάνω από τον οριζόντιο άξονα και 5 μοίρες κάτω. Συνεπώς, εάν υπάρχει χρήστης αρκετά κοντά (π.χ. στα 50μ)σε κτίριο ύψους 20μ. ενδέχεται να μην μπορεί να συνδεθεί (εκτός και αν έχει πέσει πάνω σε πλάγιο λοβό).Αντιθέτως αν ο χρήστης βρίσκεται πιο μακριά (π.χ. στα 800μ.) τότε η σύνδεση του με την κεραία είναι σταθερή και σίγουρη.

#### 4.4. Δομή δικτύου

Ένα ασύρματο δίκτυο μπορεί να αναπτυχθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους όσο αφορά τον τύπο των συνδέσεων των κόμβων.

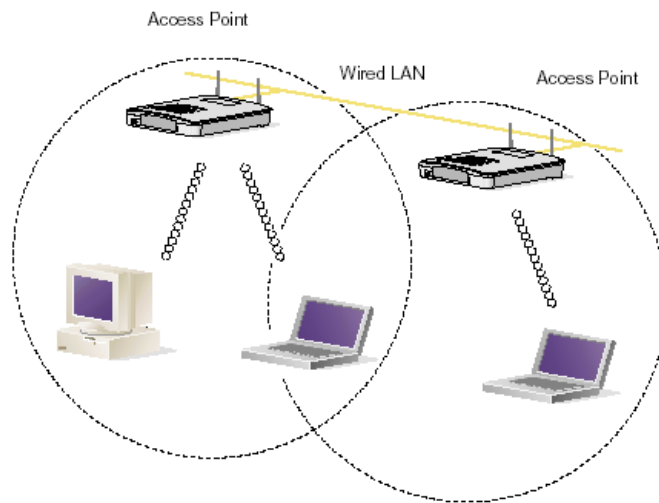
Ο πρώτος τύπος σύνδεσης είναι οι ad hoc συνδέσεις (ή peer to peer). Αυτού του είδους η σύνδεση γίνεται μεταξύ των δύο ισότιμων μηχανημάτων. Είναι το αντίστοιχο του να συνδέεις δύο υπολογιστές με ένα καλώδιο. Όλες οι συσκευές οι οποίες είναι εφοδιασμένες με μία κάρτα δικτύου (client adapter) μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους και να επικοινωνήσουν.



**Σχήμα 11:** Ad hoc Wireless LAN

Ο δεύτερος τύπος σύνδεσης είναι δίκτυο με υποδομή (infrastructure). Σ' αυτή η σύνδεση, οι κόμβοι δεν είναι ισότιμοι. Υπάρχουν κόμβοι που είναι σημεία πρόσβασης (AP, Access Point) και μέσω αυτών μπορούν να συνδεθούν οι χρήστες. Τα APs συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσεις οι οποίες αποτελούν την «ραχοκοκαλιά» (backbone) του δικτύου ή αλλιώς δίκτυο κορμού.





**Σχήμα 12:** Ασύρματη υποδομή σε ενσύρματο δίκτυο

## **5. ΜΕΛΕΤΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ**

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ ΣΤΗ ΣΗΤΕΙΑ**

Το κείμενο αυτό αποτελεί μια προ-μελέτη των τεχνικών προδιαγραφών που θα πρέπει να πληρούν το ενδοκτιριακό καλωδιακό δίκτυο και το εξωτερικό ασύρματο δίκτυο, οι ενεργές συσκευές του δικτύου του παραρτήματος του ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ στη Σητεία. Στο παράρτημα Α παραθέτω τα τοπογραφικά των κτιρίων με τις οδεύσεις και τις θέσεις εργασίας(όπου κάθε θέση εργασίας είναι πρίζες 2 RJ45) και στο παράρτημα Β παραθέτω τα σχέδια με το site survey που έγινε στις 22/10/09 στη Σητεία.

#### **5.1 Περιγραφή του έργου**

Το καλωδιακό δίκτυο είναι κοινό για το δίκτυο δεδομένων και για το τηλεφωνικό δίκτυο σε ότι αφορά την οριζόντια καλωδίωση. Το δίκτυο του παραρτήματος του ΤΕΙ σε φυσικό επίπεδο, καλύπτει 2 κτίρια με 2 συνολικά ορόφους και περιλαμβάνει περί τις 624 τηλεπικοινωνιακές απολήξεις (πρίζες). Κάθε κλίνη περιλαμβάνει 2 πρίζες RJ 45 ενώ τοποθετούνται θέσεις εργασίας και στα γραφεία ο αριθμός των οποίων ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε γραφείου.

Η καλωδίωση αυτή ακολουθεί πλήρως το πρότυπο **EIA/TIA 568** που οριστικοποιήθηκε το 1991 από την *Electronic Industries Association*. Με τη χρήση αυτού του προτύπου στην κατασκευή των τηλεπικοινωνιακών δικτύων ενός κτιρίου, καθίσταται δυνατό να συνδεθεί οποιαδήποτε τερματική συσκευή (τηλέφωνο, ηλεκτρονικός υπολογιστής κ.λπ.), σε οποιαδήποτε τηλεπικοινωνιακή απόληξη (πρίζα), χωρίς την ανάγκη ειδικών διασυνδέσεων, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η αλλαγή των συσκευών, των θέσεων τους αλλά και της διαμόρφωσης του εργασιακού χώρου, ανάλογα με τις ανάγκες των εστιών και των χρηστών. Γίνεται επίσης δυνατή η πλήρης διασύνδεση και συνεργασία διαφορετικών συστημάτων υπολογιστών, τηλεφωνίας ή και άλλων, διαμέσου του ίδιου καλωδιακού δικτύου που πλέον αποτελεί δομικό στοιχείο του κτιρίου.

#### **5.2 Περιγραφή σχεδιασμού**

##### **5.2.1 Τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες)**

Οι τηλεπικοινωνιακές παροχές είναι κατηγορίας 6 με διπλές παροχές RJ45 της εταιρίας Legrand των τεσσάρων ζευγών και αναρτώνται επί του πλαστικού καναλιού που φέρει την καλωδίωση. Κάθε μία από αυτές εξυπηρετεί μια θέση εργασίας. Πρέπει να φέρουν κλείστρα για προστασία από τη σκόνη και ειδικές υποδοχές για πινακίδα αρίθμησης και χρωματικής κωδικοποίησης. Η δεξιά παροχή (B) θα χρησιμοποιείται τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για σύνδεση δεδομένων και η αριστερή (A) τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για τηλεφωνική σύνδεση, με δυνατότητα όμως χρησιμοποίησης αμφοτέρων των παροχών μόνο για δεδομένα ή μόνο για τηλεφωνική σύνδεση αναλόγως των αναγκών.

1. Τα χαρακτηριστικά της είναι:
  - 1) Πρίζα διπλή επίτοιχη, οκτώ (8) επαφών (8 pins - RJ45), κατά ISO 8877 EIA/TIA-568.

- 2) Κατάλληλη να δεχθεί φωνή και δεδομένα (voice and data) κατά ISO 8877.
- 3) Δυνατότητα διέλευσης υψίσυχνου σήματος 100 MHz.
- 4) Δυνατότητα σύνδεσης κάθε είδους τερματικού, με την χρήση ειδικών προσαρμογέων (adaptors) όπως Balun, RS232 κ.λπ.
- 5) Με μία σειρά από παρελκόμενα όπως πλαστικά σήματα διαφόρων χρωμάτων για να είναι ευδιάκριτο εάν στο jack συνδέεται data terminal ή voice terminal.
- 6) Δυνατότητα προσαρμογής ST type Fiber optic Connectors.
- 7) Παρέχει την δυνατότητα απεγκατάστασης, επιθεώρησης και αποκατάστασης των συνδέσεων από το μπροστινό μέρος.
- 8) Τα καλώδια είναι στερεωμένα στο πίσω μέρος του coupler με organizers.
- 9) Παρέχει δυνατότητα για προστατευτικά καπάκια με αυτόματη επαναφορά σε κάθε υποδοχή.

Σε κάθε παροχή δεδομένων μπορεί να συνδεθεί ένας σταθμός εργασίας εφοδιασμένος με κάρτα UTP (Unshielded Twisted Pair) Ethernet μέσω κατάλληλου μήκους UTP patch cord. Σε περιπτώσεις που οι τηλεπικοινωνιακές παροχές δεν επαρκούν λόγω αύξησης των απαιτήσεων υπάρχει η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης ομάδας σταθμών εργασίας μέσω τοπικού hub κατ' ευθείαν στον μεταγωγέα Ethernet του κεντρικού καταμεμητή.

Στην κατασκευή της δομημένης καλωδίωσης τηλεπικοινωνιών σε ένα κτίριο, πρωτεύοντα ρόλο λαμβάνει η μελέτη της υποδομής για την εγκατάσταση των καλωδίων και η εναρμόνιση της μελέτης με την συνολική κτιριακή υποδομή και τις μελέτες των Ηλεκτρικών και Μηχανολογικών του κτιρίου.

### 5.2.2 Καλώδια

Όλα τα καλώδια της οριζόντιας καλωδίωσης είναι οκτασύρματα UTP κατηγορίας 6 και τερματίζονται πλήρως (και τα οκτώ σύρματα) και στα δύο άκρα (στην πίσω πλευρά των patch-panels των περιφερειακών κανανεμητών και στις RJ45 τηλεπικοινωνιακές παροχές) σύμφωνα με το πρότυπο T568A.

### 5.2.3 Κανάλια-οδεύσεις

Η μελέτη των έργων υποδομής για τη Δομημένη Καλωδίωση Τηλεπικοινωνιών στηρίχθηκε στις παρακάτω προδιαγραφές:

- 1) **ANSI/EIA/TIA 569** (Commercial Building Standard for Telecommunication Pathways and Spaces).
- 2) **ANSI/EIA/TIA 570** (Residential and Light Commercial Telecommunication Wiring Standard).
- 3) **ANSI/EIA/TIA 606** (Administration Standard for the telecommunication Infrastructure of Commercial Buildings).
- 4) **ANSI/EIA/TIA 607** (Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Buildings).
- 5) Υ.Β.Ε.Τ. (Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων - Κ.Ε.Η.Ε.).
- 6) Ο.Τ.Ε. (Κανονισμοί Δευτερευουσών Τηλεφωνικών Εγκαταστάσεων).

### **5.2.3α Γενικά Χαρακτηριστικά**

Τα κανάλια και οι οδεύσεις για τα κτίρια των σπουδαστικών εστιών έχουν τα παρακάτω γενικά χαρακτηριστικά:

- 1) Όλες οι καλωδιώσεις είναι τοποθετημένες σε κανάλια ή στις ψευδοροφές, σε ειδικές σωληνώσεις στερεωμένες σε σταθερά σημεία (οροφή, κολώνες, δοκάρια).
- 2) Οι καλωδιώσεις από όροφο σε όροφο διέρχονται από πλαστικά κανάλια κλειστού τύπου διαστάσεων 105x35 mm.
- 3) Όλα τα κανάλια και οι διατρήσεις είναι πλήρη το πολύ μέχρι 60% της διατομής τους.
- 4) Λαμβάνεται ειδική προστασία για τις καλωδιώσεις που διέρχονται από μεταλλικές ακμές.
- 5) Οι καλωδιώσεις έχουν τις απαιτούμενες αποστάσεις από καλωδιώσεις ισχύος σύμφωνα με το πρότυπο ANSI/EIA/TIA 569.
- 6) Όλα τα καλώδια είναι οργανωμένα με χρήση εξαρτημάτων συγκράτησης σε όλο το μήκος τους.
- 7) Όλες οι καλωδιώσεις UTP στους εσωτερικούς χώρους διέρχονται από τα κανάλια τα οποία είναι εγκατεστημένα πάνω από το "σοβατεπί" με τρία τουλάχιστον στηρίγματα ανά μέτρο.
- 8) Τα κανάλια στις θέσεις εργασίας, τερματίζουν σε επίτοιχες πρίζες 80 εκατοστά περίπου πάνω από το πάτωμα.

### **5.2.3β Μεταλλικά κανάλια διέλευσης καλωδίων**

Οι μεταλλικές σχάρες καθώς και τα εξαρτήματα αυτών για τις αλλαγές κατεύθυνσης, διασταυρώσεις, αλλαγές διαστάσεων σχαρών (συστολές), βάσεις στήριξης καθώς και οι τερματικές τάπες είναι τυποποιημένα και όχι ιδιοκατασκευές. Οι σχάρες των καλωδιώσεων οι οποίες οδεύουν εντός ψευδοροφής (όπου υπάρχει αυτή η δυνατότητα) είναι ανοικτού τύπου.

### **5.2.3γ Πλαστικά κανάλια διέλευσης καλωδίων**

Τα καλώδια διανέμονται στους χώρους με επίτοιχα πλαστικά κανάλια τύπου Legrand. Τα κανάλια διατρέχουν οριζόντια τα γραφεία και τα δωμάτια στο ύψος της οροφής καθ' όλο το μήκος τους. Σε συγκεκριμένα σημεία της διαδρομής αυτής, εκκινούν από το οριζόντιο τμήμα του τα κατακόρυφα στελέχη των καναλιών τα οποία απολήγουν σε διπλές παροχές RJ45 στο ύψος (τυπικά) των 80 cm από το δάπεδο. Τονίζεται ότι σε κάθε περίπτωση θα υπάρχει διαθεσιμότητα σε μήκος καλωδίου έτσι ώστε να είναι δυνατή η μετακίνηση του κατακόρυφου στελέχους έως και 1 μέτρο.

Η διατομή του καναλιού στα κατακόρυφα στελέχη του, είναι επιθυμητό να είναι επαρκής για την τοποθέτηση διπλής παροχής επ' αυτού. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, σε κάθε κανάλι θα πρέπει να προβλέπεται χώρος για τη συστράση επιπρόσθετων καλωδίων UTP σε ποσοστό 60% των εγκατεστημένων. Παρόμοια πρόβλεψη πρέπει να υπάρχει και

στις οπές που θα γίνουν για την όδευση των καλωδίων διαμέσου μεσοτοιχιών ή ορόφων. Στην τελευταία περίπτωση οι οπές πρέπει να επενδύονται εσωτερικά με κατάλληλο υλικό έτσι ώστε να αποφεύγεται τραυματισμός των καλωδίων κατά την τοποθέτησή τους.

Οι ενώσεις και αλλαγές κατεύθυνσης και διατομής είναι άκρως επιθυμητό να γίνεται με ειδικά τεμάχια ("κούρμπες, γωνίες, ταυ"). Σε τακτά διαστήματα τα οποία δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 2,5 μέτρα, τα καλώδια πρέπει να σταθεροποιούνται εντός του καναλιού με ειδικά πλαστικά "άγκιστρα" ή άλλο παρόμοιο τρόπο.

Οι διπλές παροχές (πρίζες) αναρτώνται επί του καναλιού και πρέπει να υπάρχει δυνατότητα (α) οριζόντιας μετακίνησης κατά 1-2 μέτρα της διπλής παροχής σε περίπτωση οριζόντιας όδευσης του καναλιού σε χαμηλό ύψος και (β) οριζόντιας μετακίνησης κατά 1-2 μέτρα του κάθετου στελέχους του καναλιού που φέρει την διπλή παροχή, έτσι ώστε η θέση τους να προσαρμόζεται ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες. Και στις δύο περιπτώσεις τα καλώδια που απολήγουν στην παροχή πρέπει να έχουν το αντίστοιχο πλεόνασμα μήκους.

#### **5.2.4 Κατανεμητές**

Στα κτίρια υπάρχει ένας κατανεμητής στο καθένα, ώστε να ικανοποιούνται οι περιορισμοί στις αποστάσεις που ορίζονται από τα πρότυπα, και τις θέσεις εργασίας που αυτό περιλαμβάνει. Οι κατανεμητές αυτοί είναι επιθυμητό να τοποθετηθούν δίπλα στις κοινόχρηστες σκάλες των κτιρίων και να κατασκευαστεί μεταλλικό πλέγμα με πόρτα για πρόσβαση σ' αυτούς για την προστασία τους και ταυτόχρονα την δυνατότητα αερισμού του χώρου χωρίς την προσθήκη κλιματισμού.

Όλοι οι κατανεμητές απαρτίζονται από τα απαραίτητα παθητικά στοιχεία: μεταλλικό ικρίωμα (rack) 19" με δυνατότητα ασφάλισης, πεδία οργάνωσης καλωδίων, σύνθετα πλαίσια μικτονόμησης (modular patch panels), οπτικό κατανεμητή και τις προδιαγραφόμενες ενεργές συσκευές για το δίκτυο δεδομένων. Στα ικρίωματα θα πρέπει να υπάρχει επαρκής χώρος για την στέγαση των απαραίτητων hubs. Σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να προβλέπεται χώρος για τα προτεινόμενα ενεργά στοιχεία ανά τοπικό κατανεμητή και επιπλέον χώρος για τη στέγαση μεταγωγέων Ethernet και άλλων ενεργών στοιχείων ακόμη και εκεί που δεν προβλέπεται άμεσα. Η ανάρτηση των ενεργών στοιχείων, οπτικών κατανεμητών και patch-panels γίνεται σε επιδαπέδιο ικρίωμα ανάλογα σύμφωνα με το απαιτούμενο μέγεθος, το βάρος των αναρτούμενων στοιχείων και τον περιβάλλοντα χώρο.

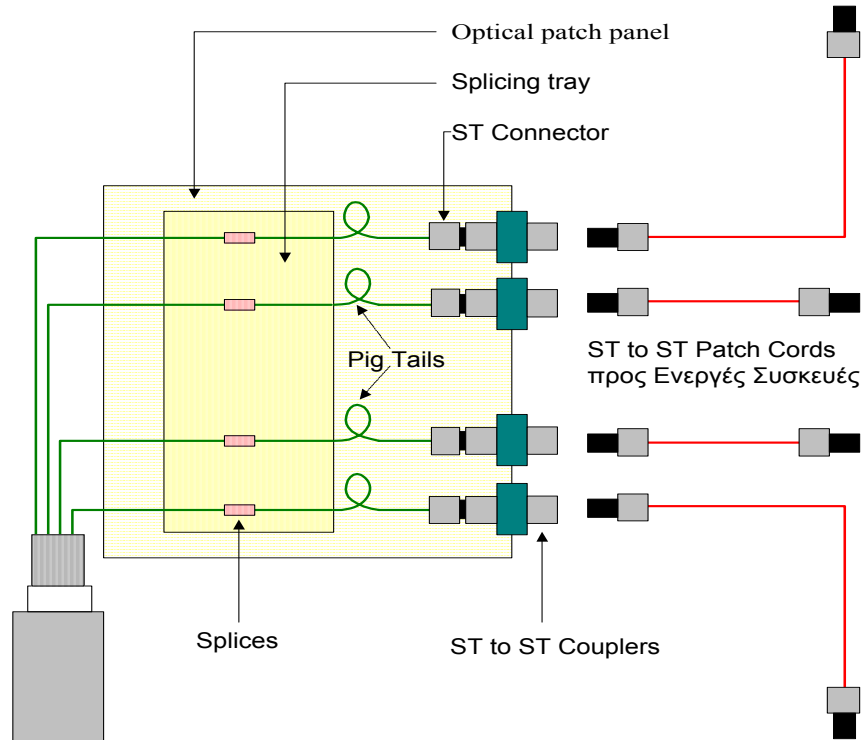
Σε κτίρια περιορισμένης "διαμέτρου", τοποθετώντας τους κατανεμητές κάπου στη "μέση" του κτιρίου και σε ενδιάμεσο όροφο, εξασφαλίζουμε ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των πλέον απομακρυσμένων σταθμών και του κεντρικού κατανεμητή του συγκροτήματος είναι εντός των ορίων που ορίζουν τα πρότυπα (<100m) έτσι ώστε να είναι δυνατή η απ' ευθείας σύνδεση του Ethernet μεταγωγέα (Ethernet switch) που βρίσκεται στον κεντρικό κατανεμητή με σταθμούς εργασίας ή εξυπηρετητές οπουδήποτε σε κάποιο κτίριο όταν αυτό παραστεί αναγκαίο.

#### **5.2.5 Οπτικοί κατανεμητές**

Οι οπτικοί κατανεμητές όπου αυτοί απαιτούνται (στους περιφερειακούς κατανεμητές και τον κεντρικό κατανεμητή του συγκροτήματος) θα αναρτώνται σε ικρίωμα 19". Οι εισερχόμενες ίνες θα οδηγούνται στο ερμάριο διευθέτησης των μονίμων συνδέσεων (splicing tray) του κατανεμητή.

Οι ίνες θα συγκολλούνται (splicing) με τα προκατασκευασμένα pig tails του κατανεμητή των οποίων το άλλο άκρο διαθέτει έτοιμους συνδέσμους ST. Οι σύνδεσμοι ST βισματώνονται εσωτερικά στους ST-to-ST couplers του οπτικού κατανεμητή. Προτείνεται αυτός ο τρόπος τερματισμού λόγω των μικρών απωλειών που παρουσιάζουν τα splices και οι ST σύνδεσμοι (συνολική απώλεια ανά τερματισμό ίση περίπου με 0.5 dB).

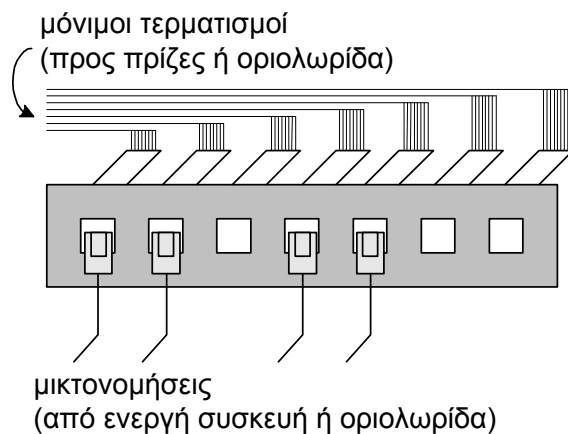
Μια τυπική διάταξη απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Η σύνδεση με τα ενεργά στοιχεία του δικτύου (π.χ. Ethernet switches) τα οποία βρίσκονται στον ίδιο χώρο με τους οπτικούς κατανεμητές γίνεται με κατάλληλα συνδετικά καλώδια ST-to-ST Patch cords τα οποία έχουν μήκος 2 μέτρα.

### 5.2.6 Modular Patch Panels και οριολωρίδες μικτονόμησης

Στους περιφερειακούς κατανεμητές θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά σύνθετα πλαίσια μικτονόμησης (modular patch panels) με θύρες RJ45 από την μια πλευρά και ζεύγη τερματισμού από την άλλη όπως φαίνεται σχηματικά στο παρακάτω διάγραμμα.



Οι θύρες RJ45 διευκολύνουν την μικτονόμηση καθώς δεν απαιτούνται εξειδικευμένα εργαλεία για αλλαγές. Στις περιπτώσεις ενεργών συσκευών, για παράδειγμα, οι θύρες των

hubs ή των μεταγωγέων Ethernet συνδέονται με καλώδιο Patch Cord UTP στις αντίστοιχες RJ45 θύρες των σύνθετων πλαισίων μικτονόμησης.

### **5.2.7 Καλωδίωση μεταξύ των κτιρίων**

Οι οδεύσεις θα να γίνουν μέσω του υπογείου διαδρόμου που ενώνει τα δύο κτίρια πάνω σε σχάρα που έχει τοποθετηθεί στην οροφή του διαδρόμου και η σύνδεση του δικτύου δεδομένων γίνεται με οπτικό καλώδιο εσωτερικού /εξωτερικού χώρου με τέσσερις (4) πολύτροπες ίνες.

### **5.2.8 Κεντρικός Κατανεμητής του Συγκροτήματος**

Ο κεντρικός κατανεμητής απαρτίζεται από ασφαλιζόμενο κιβώτιο που στεγάζει το patch-panel τερματισμού των καλωδίων δεδομένων και τις ενεργές συσκευές του δικτύου δεδομένων: Ethernet Switches, Hubs και έχει ικανό χώρο για τοποθέτηση οπτικού κατανεμητή για τη σύνδεση οπτικών ινών, δρομολογητή.

### **5.2.9 Αρίθμηση παροχών και εξόδων των patch panels**

Κάθε τηλεπικοινωνιακή παροχή (πρίζα) αριθμείται με σειρά η οποία περιέχει: (α) τον συμβολισμό του κτιρίου (π.χ. Α), (β) τον συμβολισμό του κατανεμητή (π.χ 1Κ) (γ) τον αριθμό του δωματίου στον οποίο ανήκει η διπλή παροχή(π.χ. 01), (δ) το αριθμό της πρίζας στον χώρο (π.χ. Α) και το γράμμα που χαρακτηρίζει το πλαίσιο μικτονόμησης (L για τις αριστερές παροχές, R για τις δεξιές) π.χ. Α1Κ 01Α L.

### **5.2.10 Γειώσεις**

Αναπόσπαστο στοιχείο του συστήματος καλωδίωσης αποτελούν οι γειώσεις που το προστατεύουν. Εκτός από την προστασία του ανθρώπινου προσωπικού και του εξοπλισμού από επικίνδυνες τάσεις, οι γειώσεις μπορούν να μειώσουν την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής από και προς το τηλεπικοινωνιακό σύστημα καλωδίωσης. Επιπλέον κάθε κατανεμητής πρέπει να διαθέτει την κατάλληλη γείωση. Η γείωση πρέπει να είναι διαθέσιμη στα ικριώματα, στα πλαίσια μικτονόμησης, στον εξοπλισμό συντήρησης και ελέγχου, στον τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό και στον εξοπλισμό Η/Υ. Η γείωση πρέπει να είναι συνδεδεμένη στο ενιαίο σύστημα γείωσης του ηλεκτρικού συστήματος του χώρου, έτσι ώστε να είναι η ίδια για όλες τις συνδεδεμένες συσκευές.

Τα κουτιά των κατανεμητών πρέπει να είναι γειωμένα για την ασφάλεια του προσωπικού, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας. Τα patch panels γειώνονται σε ειδικό αγωγό γείωσης επάνω στον οποίο συνδέεται επίσης το σώμα του ικριώματος, το κουτί, οι πόρτες κλπ. Οι συνδέσεις γίνονται με πολύκλινα καλώδια γειώσεων ελάχιστης διατομής 2,5 χιλιοστών. Ο αγωγός της γείωσης του κουτιού ή του ικριώματος (Rack) με τη σειρά του και με πολύκλινα καλώδια γειώσεων ελάχιστης διατομής 6 χιλιοστών κατ' ελάχιστον, συνδέεται σε κάποιο κύριο σημείο γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Στην περίπτωση που υπάρχουν στο δίκτυο πολλές γειώσεις πρέπει να είναι ισοδυναμικές ή να μην υπάρχει μεταξύ τους διαφορά μεγαλύτερη του 1V RMS.

Έχοντας υπ' όψιν τους κανόνες που διέπουν το σύστημα γειώσεων, τοποθετείται καλώδιο NYAF 10mm το οποίο γειώνει τον εκάστοτε κατανεμητή με τον αντίστοιχο

ηλεκτρικό πίνακα ο οποίος βρίσκεται στον απέναντι τοίχο. Η όδευση του καλωδίου NYAF περνάει από μεταλλική σχάρα μέχρι να καταλήξει στον ηλεκτρικό πίνακα. Όπου κριθεί απαραίτητο θα δημιουργηθεί κόμβος γείωσης για να έχουμε την ελάχιστη δυνατή αντίσταση γείωσης.

### **5.2.11 Τροφοδοσία κατανεμητών**

Στο σημείο δημιουργίας των κατανεμητών υπάρχει τροφοδοσία. Για το λόγο αυτό φροντίζουμε τη τοποθέτηση καλωδίου NYL 3x2.5mm, του οποίου η όδευση περνάει από μεταλλική σχάρα στην οροφή του διαδρόμου του ισογείου, για να καταλήξει στον ηλεκτρικό πίνακα.

### **5.2.12 Έλεγχος δικτύου.**

Μετά την εγκατάσταση κάθε φάσης και προς επιβεβαίωση ότι όλα έχουν εγκατασταθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους θα διεξαθούν:

1) Μετρήσεις για το δίκτυο κορμού οπτικής ίνας με όργανο Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) κατάλληλο για μετρήσεις οπτικής ίνας multimode.

2) Μέτρηση end-to-end για κάθε διαδρομή του καλωδίου οπτικής ίνας. Μετά το πέρας του ελέγχου παραδίδεται τεύχος της εκτύπωσης των μετρήσεων στο οποίο διαφαίνεται καταγραφή των Fiber Optic Transmission Characteristics για κάθε διαδρομή και γραφική απεικόνιση για την εξασθένιση του σήματος με το μήκος της διαδρομής.

3) Μετρήσεις για το δίκτυο Χαλκού, με Network Analyser στα 100Mbps (WIRE SCOPE 100). Μετά το πέρας του ελέγχου παραδίδεται τεύχος της εκτύπωσης των μετρήσεων στο οποίο διαφαίνεται ότι το δίκτυο χαλκού είναι κατηγορίας 6. Γίνεται καταγραφή των Transmission Characteristics για κάθε διαδρομή βάσει των αποτελεσμάτων της οποίας καταγράφονται τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που υποστηρίζει, και δίδεται γραφική απεικόνιση για την εξασθένιση του σήματος με το μήκος της διαδρομής.

4) Όλες οι καλωδιώσεις και τα ενδιάμεσα εξαρτήματα ελέγχονται πλήρως με βάση τις διαδικασίες ελέγχου που προβλέπονται στην προδιαγραφή EIA/TIA-568. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι κάθε πρίζα ελέγχεται τουλάχιστον για τερματισμό, αντεστραμμένα ζεύγη, συνέχεια γραμμής, εξασθένιση σήματος, συνακρόαση - next και θόρυβο γραμμής.

## **5.3 Πιστοποίηση λειτουργικότητας & έλεγχος αποδοχής της εγκατάστασης**

Οι διαδικασίες πιστοποίησης και ελέγχου αποδοχής της καλωδιακής υποδομής (Acceptance Tests), που θα εφαρμοστούν στα πλαίσια της (προσωρινής και οριστικής) παραλαβής από τον Φορέα θα πρέπει να είναι σύμφωνες με αυτά που ορίζει το πρότυπο EIA/TIA 568-A και διεθνές πρότυπο IEC/ISO 11801 και ANSI/TIA/EIA TSB-67.

Η πιστοποίηση θα πρέπει να περιλαμβάνει τους εξής ελέγχους:

- Έλεγχος φυσικής συνέχειας του δικτύου.
- Μέτρηση αντίστασης βρόγχου συνεχούς.
- Έλεγχος επιπέδου ηλεκτρικών παρασίτων.



- Μέτρηση μήκους καλωδίου.
- Μέτρηση σύνθετης αντίστασης καλωδίου.
- Μέτρηση χωρητικότητας καλωδίου.
- Μέτρηση επιπέδου απώλειας σήματος.
- Έλεγχος επιπέδου δυσδιομιλίας (Crosstalk NEXT).
- Μέτρηση λόγου σήματος προς θόρυβο.

Για όλες τις οπτικές συνδέσεις μεταξύ ενεργών συσκευών θα πρέπει να γίνουν μετρήσεις πιστοποίησης σε δύο μήκη κύματος σύμφωνα με το πρότυπο TIA/EIA 568 A. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί το όργανο της εταιρείας OMNISCANNER2 υψηλών προδιαγραφών-σύγχρονης τεχνολογίας, Επίσης θα γίνει η μέτρηση απώλειας οπτικής ισχύος και θα μετρηθεί κάθε πλήρως τερματισμένη ίνα ξεχωριστά. Οι μετρήσεις για τις οπτικές ίνες θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις προδιαγραφές multimode ANSI X3T9.5 (100Mbps TAXI) και multimode ITU-T G.957 και G.958 (155Mbps OC-3, 622Mbps OC-12).

#### **5.4 Παραδοτέα**

Οποιαδήποτε επέκταση στο δίκτυο δεδομένων ή φωνής, πρέπει να συνοδεύεται από ενημέρωση του φακέλου τεκμηρίωσης του κτιρίου ο οποίος θα δημιουργηθεί, ο οποίος περιέχει τα εξής:

- Σχέδια καλωδιώσεων και σε ηλεκτρονική μορφή (AutoCAD) οριζόντιας, κατακόρυφης καλωδίωσης και καλωδίωσης κορμού.
- Αρίθμηση και αποτύπωση παροχών, patch-panels, οριολωρίδων, καλωδίων και συνδετικών χορδών (χαλκός και οπτικές ίνες)
- Αποτύπωση ενεργών συσκευών και μικτονόμησης όλων των κατανεμητών δεδομένων και φωνής.

Αποτελέσματα ελέγχου καλωδίωσης χαλκού και οπτικών ινών (μετρήσεις απόσβεσης, NEXT κ.λ.π) σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα TSB-36, TSB-40 και TSB-67.

## Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ .....	4
1.1 Ανάγκες σύγχρονης καλωδίωσης ασθενών ρευμάτων .....	4
1.2 Τύποι δικτύων .....	6
2. ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ.....	7
2.1 Περιγραφή του δικτύου.....	8
2.2 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα δομημένης καλωδίωσης.....	9
2.3 Δομή της τυποποίησης.....	10
2.3.1 Εξωτερικές Καλωδιώσεις.....	10
2.3.2 Εσωτερικές Καλωδιώσεις.....	10
2.3.3 Προδιαγραφές Καλωδίωσης.....	10
2.3.4 Τηλεπικοινωνιακές Πρίζες .....	11
2.3.5 Οριζόντια Καλωδίωση.....	12
2.3.6 Κατανεμητής ορόφου (Κ.Ο.).....	13
2.3.7 Κατακόρυφη Καλωδίωση.....	14
2.3.8 Κατανεμητής Κτιρίου (ΚΚ) .....	16
2.3.9 Καλωδιακό Υποσύστημα Β.....	17
2.3.10 Οδεύσεις Καλωδίων Οπτικών Ινών .....	17
2.3.11 Τερματισμοί Οπτικών Καλωδίων - Οπτικοί Κατανεμητές.....	18
2.3.12 Πιστοποίηση λειτουργικότητας & έλεγχος αποδοχής της εγκατάστασης .....	18
2.4 Παθητικός εξοπλισμός .....	19
2.4.1 Μέσα μετάδοσης.....	19
2.4.2 Ομοαξονικό Καλώδιο .....	19
2.4.3 Διπλαγωγός.....	20
2.4.4 Οπτικές ίνες (Fiber Optics) - Καλώδια Οπτικών Ινών.....	21
2.4.5 Κατανεμητής .....	29
2.4.6 Χώρος συσκευών επικοινωνίας.....	30
2.4.7 Πρίζες RJ 45, UTP.....	31
2.4.8 Πρίζες RJ 45, FTP (Fully shielded).....	31
2.4.9 Πρίζες RJ 45, FTP (Through shield ή continuity shield).....	31
2.4.10 Patch panels.....	31
2.4.11 Patch cords .....	31
2.4.12 Υλικά Οπτικών Ινών .....	32
2.4.13 Γειώσεις.....	32
2.5 Ενεργός εξοπλισμός .....	33
2.5.1 Hub .....	33

2.5.2 Switch.....	33
2.5.3 Router .....	34
2.5.4 Bridges .....	35
2.5.5 Gateways.....	36
2.6 Υποσύστημα διασυνδέσεων .....	36
2.7 Υποσύστημα διαχείρισης.....	37
3.Γενικά για τις ασύρματες ζεύξεις.....	39
3.1.Διαθέσιμες τεχνολογίες και πρότυπα.....	39
3.2.Ασύρματες RF ζεύξεις.....	40
3.2.1. Πρότυπα της οικογένειας IEEE 802.11.....	43
3.2.2.Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων.....	44
3.2.3.Πρότυπο WiMax .....	46
3.2.4.Σύγκριση WLAN και WiMax.....	51
3.2.5.Ασφάλεια ασύρματου δικτύου .....	52
4.Βασικές Αρχές Σχεδιασμού Ενός WLAN .....	55
4.1.Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	55
4.2.Παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη.....	56
4.3. Επιλογή κεραιάς.....	59
4.4. Δομή δικτύου .....	63
5. ΜΕΛΕΤΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΙΚΩΝ ΕΣΤΙΩΝ ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ .....	65
5.1 Περιγραφή του έργου .....	65
5.2 Περιγραφή σχεδιασμού .....	65
5.2.1 Τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες).....	65
5.2.2 Καλώδια .....	66
5.2.3 Κανάλια-οδεύσεις.....	66
5.2.4 Κατανεμητές .....	68
5.2.5 Οπτικοί κατανεμητές.....	68
5.2.6 Modular Patch Panels και οριολωρίδες μικτονόμησης.....	69
5.2.7 Καλωδίωση μεταξύ των κτιρίων .....	70
5.2.8 Κεντρικός Κατανεμητής του Συγκροτήματος.....	70
5.2.9 Αρίθμηση παροχών και εξόδων των patch panels.....	70
5.2.10 Γειώσεις .....	70
5.2.11 Τροφοδοσία κατανεμητών .....	71
5.2.12 Έλεγχος δικτύου. ....	71
5.3 Πιστοποίηση λειτουργικότητας & έλεγχος αποδοχής της εγκατάστασης .....	71
5.4 Παραδοτέα .....	72