



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΕΥΡΙΖΩΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ FTTX

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΓΚΑΝΟΣ

A.M 1046077

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ	I
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΓΚΑΝΟΣ	I
<i>ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ</i>	I
ΠΑΤΡΑ 2019.....	I
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΥΑ FTTX	6
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	6
1.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ	7
1.2.1 FTTC: FIBER TO CURB (H NODE, FTTN)	7
1.2.2 ΔΙΚΤΥΟ ACTIVE STAR FTTH	8
1.2.3 FTTH PON (ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΟΠΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ)	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: FTTP(FIBER TO THE PREMISES)	11
2.1 FIBER TO THE BUILDING (FTTB)	12
2.1.1 ΤΑΧΥΤΗΤΑ FTTB	12
2.1.2 ΚΟΣΤΟΣ FTTB	13

2.2 FIBER TO THE HOME (FTTH).....	13
2.2.1 ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥ FTTH	14
2.2.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ FTTH.....	14
2.3 FIBER TO THE OFFICE (FTTO).....	17
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΕ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΓΕΩΡΓΑΦΙΚΗ	
ΕΚΤΑΣΗ.....	18
 3.1 FIBER TO THE CABINET (FTTC - ΊΝΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΗΜΑ)	18
3.1.1 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΤΟΥ FTTC.....	18
3.1.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	19
 3.2 FIBER TO THE NODE (FTTN).....	20
3.2.1 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ	20
3.2.2 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΤΟΥ FTTN.....	21
3.2.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	22
 3.3 FIBER TO THE DISTRIBUTION POINT (FTTDP).....	23
3.3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ FTTP	24
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ FTTX ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	26
4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΥΠΕΛΑΦΟΣ.....	26
4.2 FTTH GPON SPLICELSS SOLUTION (ΧΩΡΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ).....	27
4.3 FTTH ΛΥΣΗ ΠΡΟΣΘΨΗΣ	28
4.4 ΛΥΣΗ FTTH RISER ΜΕ ΚΙΒΩΤΙΟ ΔΑΠΕΛΟΥ	29
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	30

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

FTTx : Fiber To The x

FTTC : Fiber To The Curl/Closet/Cabinet

FTTN : Fiber To The Node

FTTB : Fiber To The Building

FTTH : Fiber To The Home

PON : Passive Optical Network

GPON : Gigabit Passive Optical Networks

PLC : Planar Lightwave Circuit

NBN : National Broadband Network

GPON : Gigabit Passive Optical Networks

ONT : Optical Network Terminal

FDH : Fiber Distribution Hub

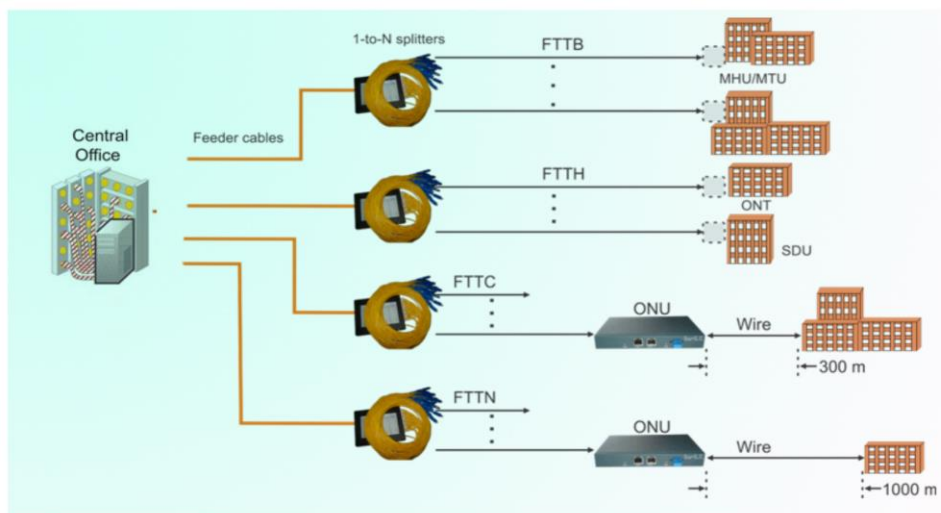
OLT : Optical Line Terminal

FOSC : Fiber Optic Closure

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΥΑ FTTX

1.1 Ορισμός

Μια απλή κατανόηση του FTTx είναι το Fiber στο x, το x εδώ μπορεί να αντικατασταθεί όπως το H για το σπίτι, το B για το κτίριο, το C για το περιορισμό ή ακόμα και το W για ασύρματα κλπ. Είναι μια νέα τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο σημερινό δίκτυο. Όπως γνωρίζουμε, σε σύγκριση με το χάλκινο ή ψηφιακό ραδιόφωνο, το υψηλό εύρος ζώνης της ίνας και η χαμηλή εξασθένηση αντισταθμίζουν εύκολα το υψηλότερο κόστος. Η εγκατάσταση οπτικών ινών μέχρι το σπίτι ή οι χώροι εργασίας των χρηστών ήταν πάντα ο στόχος της βιομηχανίας οπτικών ινών. Χάρη στην οπτική ίνα σε όλη τη διαδρομή προς τον συνδρομητή, μπορούμε να αποκτήσουμε πρωτοφανή υψηλότερη ταχύτητα στην απόλαυση περισσότερων υπηρεσιών στο σπίτι με το δίκτυο FTTx, όπως η τηλεργασία, η τηλεϊατρική, οι ηλεκτρονικές αγορές και ούτω καθεξής. Ακριβώς επειδή οι απαιτήσεις για εύρος ζώνης συνεχίζουν να ανεβαίνουν προς τα πάνω, η τεχνολογία FTTx είναι πλέον πολύ δημοφιλής στους ανθρώπους και πρέπει να είναι επιτακτική.



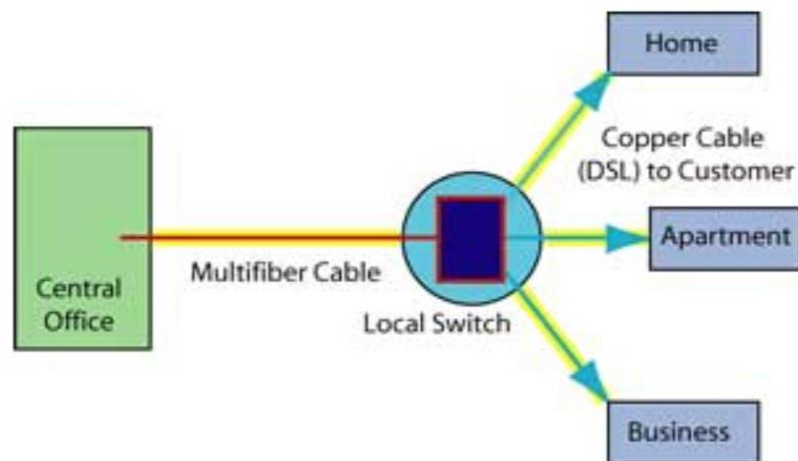
1.1-1. FTTx Network

1.2 Αρχιτεκτονικές

Σύμφωνα με τον διαφορετικό τόπο τερματισμού, οι κοινές αρχιτεκτονικές δικτύου FTTx περιλαμβάνουν αυτούς τους ακόλουθους τύπους:

1.2.1 FTTC: Fiber To Curb (ή Node, FTTN)

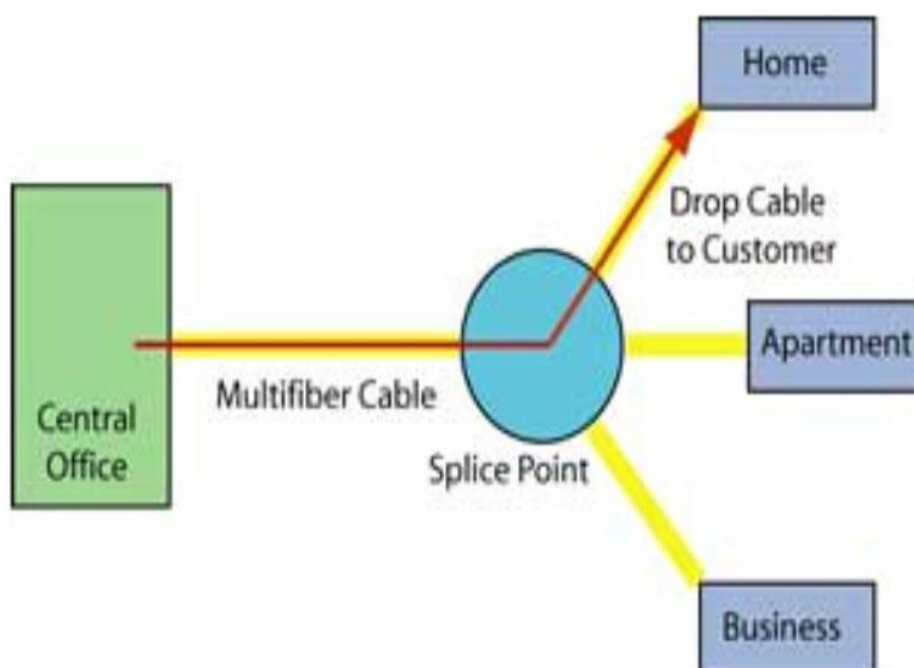
Το Fiber to the curb φέρνει την ίνα στο περίπτερο ή απλά στο δρόμο, αρκετά κοντά για την καλωδίωση χαλκού που ήδη συνδέει το σπίτι για να φέρει DSL (Digital Subscriber Line). Στην πραγματικότητα, το εύρος ζώνης FTTC εξαρτάται από την απόδοση DSL όπου το εύρος ζώνης μειώνεται σε μακρά μήκη από τον κόμβο στο σπίτι. Αν και το κόστος του FTTC είναι μικρότερο από το FTTH κατά την πρώτη εγκατάσταση, περιορίζεται από την ποιότητα των καλωδίων χαλκού που είναι εγκατεστημένα επί του παρόντος ή κοντά στο σπίτι και την απόσταση μεταξύ του κόμβου και του σπιτιού. Έτσι, σε πολλές αναπτυγμένες χώρες, το FTTC τώρα σταδιακά αναβαθμίζεται σε FTTH.[1]



1.2-1 FTTx Network [2]

1.2.2 Δίκτυο Active Star FTTH

Το ενεργό δίκτυο αστεριών FTTH σημαίνει ότι ένα ενεργό δίκτυο αστερί στο σπίτι έχει μία ίνα που είναι αφιερωμένη σε κάθε σπίτι. Είναι ο απλούστερος τρόπος για την επίτευξη ινών στο σπίτι και προσφέρει το μέγιστο εύρος ζώνης και ευελιξία. Ωστόσο, αυτή η αρχιτεκτονική χρειάζεται γενικά υψηλότερο κόστος, όπως οι απαιτήσεις τόσο των ηλεκτρονικών σε κάθε άκρο όσο και των ειδικών ινών για κάθε σπίτι.

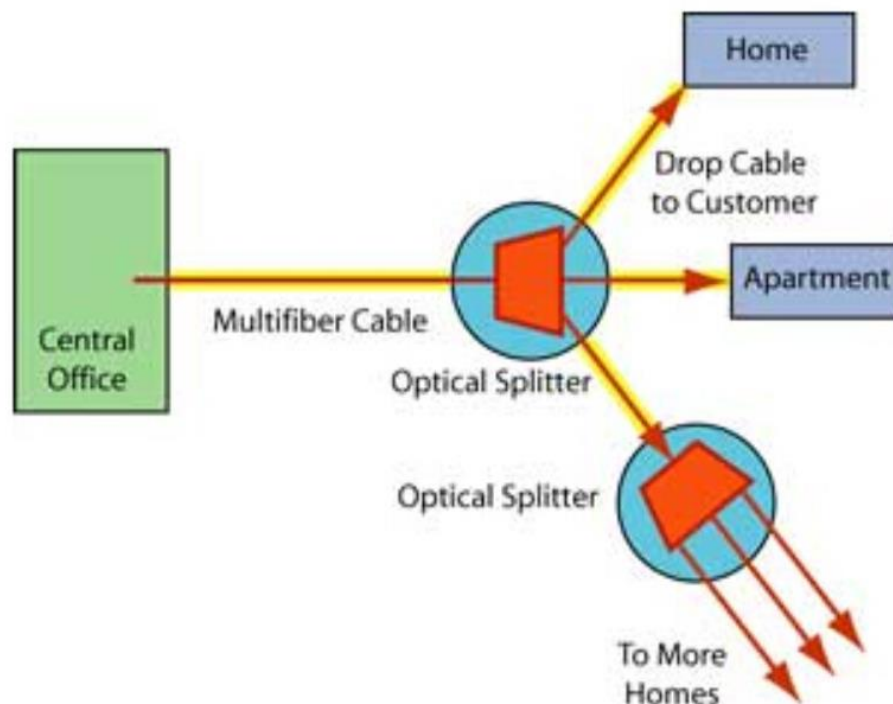


1.2-2 FTTH δίκτυο σε μορφή αστέρα [3]

1.2.3 FTTH PON (παθητικό οπτικό δίκτυο)

Η αρχιτεκτονική FTTH αποτελείται από ένα παθητικό οπτικό δίκτυο (PON) που επιτρέπει σε πολλούς πελάτες να μοιράζονται την ίδια σύνδεση, χωρίς ενεργά συστατικά (δηλαδή, συστατικά που παράγουν ή μετασχηματίζουν φωτισμό μέσω οπτικών-ηλεκτρο-οπτικών μετατροπών). Σε αυτήν την αρχιτεκτονική, χρειάζεται

συνήθως ένας διαιρέτης PON. Ο διαχωριστής PON είναι αμφίδρομος, δηλαδή τα σήματα μπορούν να αποστέλλονται προς τα κάτω από το κεντρικό γραφείο, μεταδίδονται σε όλους τους χρήστες και τα μηνύματα από τους χρήστες μπορούν να αποστέλλονται προς τα πάνω και να συνδυάζονται σε μία ίνα για να επικοινωνούν με το κεντρικό γραφείο. Ο διαχωριστής PON είναι ένα σημαντικό παθητικό στοιχείο που χρησιμοποιείται στα δίκτυα FTTH. Υπάρχουν κυρίως δύο είδη παθητικών οπτικών διαχωριστών: ο ένας είναι ο παραδοσιακός χωριστής διασυνδεδεμένου τύπου, γνωστός ως ζεύκτης FBT ή οπτικός διαχωριστής FBT WDM, ο οποίος διαθέτει ανταγωνιστική τιμή. ο άλλος είναι ο διαιρέτης PLC που βασίζεται στην τεχνολογία PLC (Planar Lightwave Circuit), η οποία έχει ένα συμπαγές μέγεθος και κοστούμια για εφαρμογές πυκνότητας. Επειδή μειώνει σημαντικά το κόστος των συνδέσεων με την κοινή χρήση, αυτή η αρχιτεκτονική προτιμάται περισσότερο από τους ανθρώπους κατά την επιλογή της αρχιτεκτονικής.[3]



1.2-3 FTTH δίκτυο σε μορφή αστερα με χρήση PON [3]

Στη συνέχεια αναλύονται οι δύο βασικές κατηγορίες στις οποίες χωρίζουμε τα διαφορα ειδη οπτικων δικτύων. Ο διαχωρισμός αυτος γινεται με βαση την τοπολογία, δηλαδη με βαση το ευρος της περιοχης την οποια καλυπτουν τα δικτυα. Σε κάθε περιπτωση ισχυουν διαφορετικα πρωτοκολλα και εγκατασταση δικτυων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: FTTP(FIBER TO THE PREMISES)

Το Fiber To The premises (FTTP) είναι ένα μέσο παράδοσης καλωδίων οπτικών ινών που παρέχει πρόσβαση στο Internet απευθείας σε χρήστη ή ομάδες χρηστών από πάροχο υπηρεσιών Internet (ISP). Είναι ένας από τους πολλούς όρους τοπολογίας των οπτικών ινών που μερικές φορές ομαδοποιούνται στη γενική κατηγορία του "Fiber to the x" και παρομοίως συντομογραφούνται.

Το FTTP εκτελείται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από ένα ομοαξονικό καλώδιο Internet ή σύνδεση μέσω τηλεφώνου. Αυτός ο τρόπος παροχής της οπτικής επικοινωνίας μέσω οπτικών ινών πραγματοποιείται μέσω της χρήσης ενός οπτικού δικτύου διανομής που συνδέει το κεντρικό γραφείο με τις εγκαταστάσεις που καταλαμβάνουν οι συνδρομητές.

Ορισμένες παραδόσεις ινών στην κατηγορία "Fiber To The X" φέρνουν μόνο μια σύνδεση ινών σε έναν γενικότερο προορισμό. Οι μέθοδοι παράδοσης, όπως το "Fiber To The Node" (FTTN), φέρνουν μόνο μια σύνδεση ινών σε έναν κοινόχρηστο κόμβο σε δημόσιο χώρο. Εναλλακτικά, οι μέθοδοι παράδοσης, όπως το FTTP, φέρνουν ένα καλώδιο ίνας σε μια μεμονωμένη ιδιοκτησία και έναν συγκεκριμένο χρήστη ή νοικοκυριό.

Μια άλλη παραλλαγή του FTTP περιλαμβάνει το "Fiber To The Home" (FTTH), το οποίο δημιουργεί μια σύνδεση μεταξύ ενός και μοναδικού πελάτη και υλοποιείται μέσω ενός καλωδίου ινών και ενός.

Άλλες συγκεκριμένες παραλλαγές του "Fiber To The X" αναφέρουν εάν ένα καλώδιο τρέχει σε ένα συγκεκριμένο χώρο εργασίας / ψυχαγωγίας ή σε μια συγκεκριμένη μονάδα κατοικίας σε πολυκατοικία. Το Google Fiber αποτελεί καλό παράδειγμα νέων καλωδίων οπτικών ινών που εκτελούνται απευθείας στους πελάτες.[4]

2.1 Fiber To The Building (FTTB)

Το Fiber to the Building (FTTB) είναι ένας τύπος εγκατάστασης καλωδίου οπτικών ινών όπου το καλώδιο οπτικών ινών μεταφέρεται σε ένα σημείο σε κοινόχρηστο ακίνητο και η άλλη καλωδίωση παρέχει τη σύνδεση σε μονοκατοικίες, γραφεία ή άλλους χώρους. Οι εφαρμογές FTTB χρησιμοποιούν συχνά ενεργά ή παθητικά οπτικά δίκτυα για τη διανομή σημάτων μέσω ενός κοινού καλωδίου οπτικών ινών σε μεμονωμένα νοικοκυριά ή γραφεία.[1]

Οι ίνες στο κτίριο μπορούν επίσης να είναι γνωστές ως ίνες στο υπόγειο.

2.1.1 Ταχύτητα FTTB

Tier	Maximum speed	Typical evening speed
Basic (NBN 12)	12Mbps	7Mbps
Standard (NBN 25)	25Mbps	15Mbps
Standard Plus (NBN 50)	50Mbps	30Mbps
Premium (NBN 100)	100Mbps	60Mbps

2-1-1-1 Ταχύτητες FTTb τεχνολογίας [5]

Οι ταχύτητες στον παραπάνω πίνακα είναι οι μέγιστες ταχύτητες που μπορείτε να λάβετε σε αυτά τα σχέδια. Και με το Fiber στο κτίριο, έχετε μια καλή πιθανότητα να επιτύχετε ταχύτητες κοντά σε αυτές εξαιτίας του πόσο μικρός χαλκός συμπεριλαμβάνεται ως μέρος της σύνδεσής σας.[5]

Ωστόσο, οι πραγματικές ταχύτητες που παίρνετε στο σπίτι θα εξακολουθούν να εξαρτώνται από:

- i. Το σχέδιο NBN και ο πάροχος με τον οποίο έχετε εγγραφεί.
- ii. Συγκέντρωση κατά τις ώρες αιχμής («ταχύτητες το βράδυ»).

Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι η ταχύτητά σας NBN είναι ένας κοινός πόρος. Εάν εγγραφείτε σε ένα σχέδιο NBN 50, τα 50Mbps σας μοιράζονται μεταξύ κάθε ατόμου και συσκευής στο νοικοκυριό σας.[4]

Για παράδειγμα, εάν κάνετε streaming μιας ταινίας στο Netflix, το διαδίκτυο θα είναι πιο αργό για όλους τους άλλους που χρησιμοποιούν τη σύνδεσή σας ταυτόχρονα. Οι ταχύτερες ταχύτητες NBN σημαίνουν ότι υπάρχει μεγαλύτερη χωρητικότητα για κοινή χρήση: μπορείτε να προβάλλετε όλο το βίντεο που θέλετε και ότι κανένας άλλος δεν θα παρατηρήσει κάποια επιβράδυνση.

2.1.2 Κόστος FTTB

Το κόστος των ινών στο κτίριο NBN ποικίλλει ανάλογα με την ταχύτητα που επιθυμείτε και τον πάροχο με τον οποίο προχωράτε. Η τιμή των σχεδίων NBN αλλάζει πάντα, αλλά μπορείτε να περιμένετε να πληρώσετε κάπου μεταξύ \$ 60 και \$ 100 το μήνα για τη σύνδεσή σας. Στη συνέχεια, πρέπει απλά να αποφασίσετε ποιος πάροχος έχει το πακέτο καλύτερης αξίας για την τρέχουσα κατάσταση σας.

2.2 Fiber To The Home (FTTH)

Το Fiber to Home (FTTH) είναι η παράδοση ενός σήματος επικοινωνίας μέσω οπτικών ινών από τον εξοπλισμό μεταγωγής του χειριστή μέχρι το σπίτι ή την επιχείρηση, αντικαθιστώντας έτσι την υπάρχουσα υποδομή χαλκού όπως τα τηλεφωνικά καλώδια και το ομοαξονικό καλώδιο.

Πάνω από μια δεκαετία έχει περάσει από την πρώτη εγκατάσταση οπτικών ινών στο σπίτι (FTTH), ξεκινώντας από την Ιαπωνία και την Ιταλία. Ωστόσο, το κόστος οικοδόμησης ενός δικτύου παραμένει το κύριο εμπόδιο για την πανταχού παρούσα σύνδεση ινών για κάθε νοικοκυριό. Σύμφωνα με δημοσιεύματα, από το 2005 έως το 2015, το κόστος ανά σπίτι πέρασε μειώθηκε από \$ 1.021 σε λίγο κάτω από \$ 700.[5]

2.2.1 Που Βασίζεται το Κόστος του FTTH

Η οικοδόμηση ενός εξωτερικού δικτύου φυτικών ινών μπορεί να είναι απαιτητική. Οι κατασκευές, η μηχανική των έργων πολιτικού μηχανικού, η απόκτηση αδειών και τα δικαιώματά τους μπορούν να αντιπροσωπεύουν περίπου τα δύο τρίτα του συνολικού κόστους, ενώ ο εξοπλισμός αντιπροσωπεύει το ένα τρίτο. Ενώ το κόστος εξοπλισμού GPON και εξοπλισμού ινών έχει πράγματι μειωθεί, τα ποσοστά ειδικευμένου εργατικού δυναμικού έχουν αυξηθεί. Οποιαδήποτε προσπάθεια απόσυρσης του κόστους από το δίκτυο πρέπει να εξετάσει προσεκτικά τη μείωση του κόστους εργασίας.

Η αρχιτεκτονική μειώνει το κόστος σε δίκτυα FTTH και υπάρχουν διαφορετικοί τύποι: κεντρικός διαχωρισμός έναντι κατανεμημένου διαχωρισμού, αλυσίδα με αστερίσκο και αλυσίδα με αλυσίδες και αλληλεπικαλυπτόμενη έναντι σκληρυσμένης σύνδεσης. Ας δούμε τα οφέλη κάθε προσέγγισης.

2.2.2 Αρχιτεκτονικές FTTH

- **Κεντρική αρχιτεκτονική διαχωρισμού**

Η κεντρική προσέγγιση χρησιμοποιεί διαχωριστές μονού σταδίου που βρίσκονται σε κεντρικό διανομέα είτε σε μια τοπολογία αστεριού είτε σε μαργαρίτα. Παρέχει τη βέλτιστη ευελιξία στη διαχείριση των συνδρομητικών συνδέσεων και τη χρησιμότητα του συνδεδεμένου εξοπλισμού.

Η κεντρική αρχιτεκτονική split χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα για να προσεγγίσει τους συνδρομητές σε αρχικές αναπτύξεις του FTTH. Μια κεντρική προσέγγιση χρησιμοποιεί συνήθως έναν διαχωριστή 1x32 που βρίσκεται σε ένα διανομέα διανομής ινών (FDH), ο οποίος μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε στο δίκτυο. Ο splitter 1x32 συνδέεται απευθείας μέσω μιας μόνο ίνας σε ένα τερματικό οπτικής γραμμής GPON (OLT) στο κεντρικό γραφείο. Από την άλλη πλευρά του διαχωριστή, 32 ίνες κατευθύνονται μέσω θυρών διανομής, θυρίδων σύνδεσης και / ή συνδέσμων σημείων πρόσβασης σε 32 καταστήματα πελατών, όπου συνδέονται με ένα τερματικό οπτικών δικτύων (ONT). Έτσι, το PON συνδέει μια θύρα OLT με 32 ONTs.

Ωστόσο, καθώς οι περιοχές που δεν καλύπτονται από το FTTH καθίστανται δαπανηρότερες για να βασιστούν σε μια βάση κατ'οίκον, πρέπει να εξεταστούν εναλλακτικές λύσεις για τη μείωση του κόστους και την ταχύτητα ανάπτυξης του χρόνου. Η ισχυρή συνδεσιμότητα είναι ένα κλειδί για τη μείωση του χρόνου εγκατάστασης. Η άλλη βασική λύση είναι η χρήση καταναμημένου διαχωρισμού.

- **Καταναμημένη αρχιτεκτονική με διαχωρισμό (καταρράκτη)**

Μια κλιμακωτή προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα διαχωριστή 1x4 που βρίσκεται σε εξωτερικό περίβλημα φυτών. Αυτό συνδέεται απευθείας με ένα λιμάνι OLT στο κεντρικό γραφείο. Κάθε μία από τις τέσσερις ίνες που εξέρχονται από αυτόν τον διαχωριστή Στάδιο 1 δρομολογείται σε ένα τερματικό πρόσβασης που φιλοξενεί έναν διαχωριστή 1x8, Στάδιο 2. Σε αυτό το σενάριο, θα υπήρχαν συνολικά 32 ίνες (4x8) που φθάνουν σε 32 σπίτια. Είναι πιθανό να υπάρχουν περισσότερα από δύο στάδια διαχωρισμού σε ένα σύστημα με διαδοχικές κατανομές και ο συνολικός λόγος διαίρεσης μπορεί να ποικίλει ($1x16 = 4x4$, $1x32 = 4x8$ ή $8x4$, $1x64 = 4x4x4$).

Οι καταναμημένες προσεγγίσεις διάσπασης μειώνουν την ποσότητα ινών στην περιοχή διανομής μετακινώντας ένα τμήμα της διαδικασίας διαίρεσης στο σημείο πρόσβασης όπου συνδέονται οι πτώσεις των συνδρομητών. Ο διαχωριστής 1x32 στο πρωτεύον FDH ή το κλείστρο συγκόλλησης οπτικών ινών (FOSC) αντικαθίσταται από έναν διαχωριστή 1x8, για παράδειγμα, και 8 ίνες αφήνουν το FDH στο δίκτυο διανομής αντί 32. Στο σημείο πρόσβασης του συνδρομητή, σε τέσσερις εξόδους στις σταγόνες. Μια παραλλαγή σ' αυτό είναι να τοποθετήσετε έναν διαχωριστή 1x4 στην περιοχή εισόδου του χώρου και στους splitters 1x8 στο σημείο πρόσβασης. Κάθε προσέγγιση παρέχει ακόμα 32 συνδέσεις στο OLT, αλλά έχει επιτύχει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα:

Η έρευνα της CommScope δείχνει ότι η χωρητικότητα FDH μπορεί να μειωθεί κατά 75%, επιτρέποντας μικρότερες καμπίνες, ευκολότερη τοποθέτηση και την προοπτική μετακίνησης από ένα ερμάριο σε ένα κλείστρο συγκολλήσεως.

Οι απαιτούμενες ίνες διανομής μειώθηκαν επίσης κατά 75%, μειώνοντας το καλώδιο για καλώδιο, καθώς και για το κλείσιμο των συνδέσεων και τη συγκόλληση της εργασίας.

Το σημείο πρόσβασης περιλαμβάνει τώρα έναν διαχωριστή, έτσι μια μικρή αλλαγή εδώ επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση σε ολόκληρη την προσέγγιση.

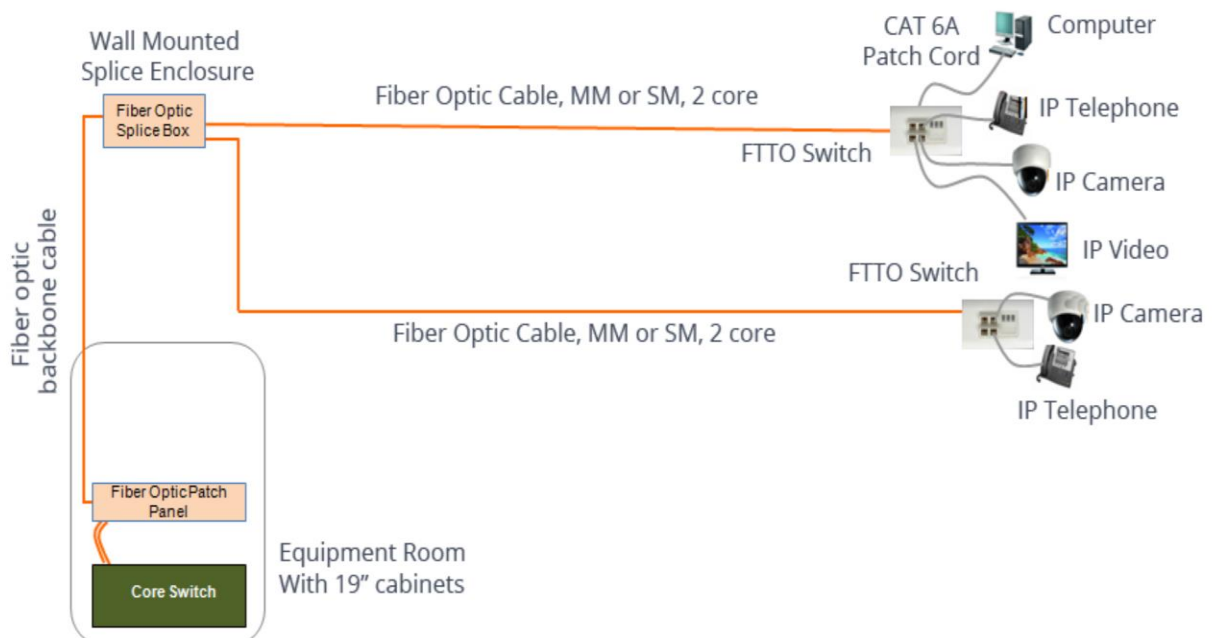
- **Αστική αρχιτεκτονική**

Μια αρχιτεκτονική αστέρι τραβά τα καλώδια πίσω σε μια κεντρική τοποθεσία χρησιμοποιώντας προ-τερματιζόμενη καλωδίωση, έτσι είναι πολύ αποτελεσματική από μια προοπτική ματίσματος. Χρησιμοποιεί περίπου 35% -45% περισσότερο καλώδιο από τις αρχιτεκτονικές αλυσίδες με μαργαρίτες και μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι αριθμοί εξαρτημάτων λόγω διαφορετικών μηκών καλωδίων. Ενώ το καλώδιο συχνά θεωρείται ως ένα σχετικά φθινό μέρος του συνολικού κόστους ενός δικτύου FTTH, το πρόσθετο καλώδιο που απαιτείται στη διαμόρφωση των αστεριών μεταφέρει πρόσθετο κόστος εργασίας για ανάπτυξη.

Η αρχιτεκτονική αστέρι μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα τερματικό υπηρεσίας πολλαπλών θυρών (MST), ένα συστατικό των γραμμών συνδεσιμότητας - προσφέρει την επιλογή να μην συνδέει καμία από τις πατωσιές ίνες στο σημείο διανομής. Ονομάζεται αστέρι επειδή κάθε ουρά τερματικού επιστρέφει σε μια θέση ματίσματος. Όταν χρησιμοποιείται με κεντρικό διαχωρισμό, κάθε καλώδιο που κινείται μεταξύ του MST και της θήκης σύνδεσης θα έχει μία ίνα ανά θύρα τερματικού. Όταν χρησιμοποιείται με κατανεμημένο διαχωρισμό, χρησιμοποιείται μία απλή ίνα μεταξύ του τερματικού και της θήκης σύνδεσης και ο ακροδέκτης ενσωματώνει έναν διαχωριστή 1x4 ή 1x8. Οι κατανεμημένες αρχιτεκτονικές διάσπασης χρησιμοποιούν περίπου την ίδια ποσότητα καλωδίου με την κεντρική, αλλά οι μετρήσεις ινών είναι ένα κλάσμα και συνεπώς το κόστος συναρμολόγησης είναι ένα κλάσμα.

2.3 Fiber To The Office (FTTO)

Το FTTO (Fiber To Office) είναι μια μελλοντική υποδομή δικτύωσης για σύγχρονα περιβάλλοντα γραφείου. Το FTTO είναι μια οικονομικά αποδοτική καλωδιακή υποδομή για σύγχρονα περιβάλλοντα γραφείου που συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των τεχνολογιών οπτικών ινών και χαλκού. Το FTTO είναι μια τυπική συμβατή και αποκεντρωμένη καλωδίωση για σύγχρονα περιβάλλοντα γραφείου. Συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της εξαιρετικά αποδοτικής τεχνολογίας οπτικών ινών με την ευελιξία της καλωδιωμένης ζεύξης καλωδίων. Σε αντίθεση με το συμβατικό δομημένο καλωδιακό δίκτυο (SCN), το FTTO χρησιμοποιεί επιπλέον καλώδια οπτικών ινών που προστατεύονται μελλοντικά για καλωδίωση σπονδυλικής στήλης και οριζόντια καλωδίωση.[3] Η καλωδίωση χαλκού έρχεται μόνο για να συνδέσει τερματικό εξοπλισμό όπως σταθμούς εργασίας, VoIP-Phones ή IP-κάμερες. Ως αποτέλεσμα, οι διακόπτες FTTO προσφέρουν πλούσιες λειτουργίες διαχείρισης ενέργειας όπως το Power-over-Ethernet και το ενεργειακά αποδοτικό Ethernet. Με το Fiber To Office, οι επιχειρήσεις επωφελούνται από μια πολύ αποδοτική δικτυακή υποδομή που προσφέρει ευελιξία, προστατεύει τις επενδύσεις και μειώνει το κόστος κύκλου ζωής.



2-3-1 Fiber to the Office [2]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΕ ΕΥΡΥΤΕΡΗ

ΓΕΩΡΓΑΦΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ

Μέχρι στιγμής αναλύσαμε τις πιο συνήθεις εφαρμογές οπτικών ινών σε περιορισμένο εύρος. Συγκεκριμένα το εύρος αυτό δε ξεπερνά το μέγεθος ενός κτηρίου. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την κατηγορία οπτικών δικτύων εκτεταμένου εύρους τα οποία κατηγοριοποιούνται ξεχωριστά, καθώς αυτά διαφέρουν στη βασική οργάνωση και δομή τους.

3.1 Fiber To The Cabinet (FTTC - Ίνα στο περίβλημα)

Η ίνα στο περίβλημα είναι μια τεχνολογία συνδεσιμότητας που βασίζεται σε συνδυασμό καλωδίου οπτικών ινών και καλωδίου χαλκού. Το καλώδιο οπτικών ινών είναι στη θέση του από το τοπικό τηλεφωνικό κέντρο σε ένα σημείο διανομής (κοινώς αποκαλούμενο παράθυρο), εξ ου και η ονομασία ίνα στο περίβλημα. Από αυτό το σημείο διανομής χρησιμοποιείται τυπική τηλεφωνική γραμμή βασισμένη στον χαλκό για την παροχή ευρυζωνικής σύνδεσης.

Συχνά αποκαλείται και “*fiber to the curb*” ή “*fibler to the closet*”.

3.1.1 Ταχύτητες του FTTC

Product	Downstream in mbps (upto)	Upstream in mbps (upto)
FTTC 40/10	40	10
FTTC 80/20	80	20

3-1-1-1 Ταχύτητες FTTC [4]

Οι ταχύτητες στον παραπάνω πίνακα είναι οι μέγιστες ταχύτητες που μπορείτε να λάβετε σε αυτά τα σχέδια. Και με το FTTC, έχετε μια καλή πιθανότητα να επιτύχετε ταχύτητες κοντά σε αυτές λόγω του πόσο λίγο χαλκό περιλαμβάνεται ως μέρος της σύνδεσής σας.

3.1.2 Εξοπλισμός και Εγκατάσταση

Για να επωφεληθεί από το FTTC ο τελικός χρήστης θα χρειαστεί είτε:

- Ένας δρομολογητής ethernet που θα συνδεθεί με ένα δρομολογητή οπτικών ινών BT Openreach και θα παραδώσει τη σύνδεσή σας μέσω PPPoE
- Ένας ειδικός δρομολογητής vDSL που θα συνδεθεί απευθείας με τις εγκαταστάσεις NTE και θα συνδεθεί χωρίς τον δρομολογητή οπτικών ινών BT Openreach.

Θα χρειαστείτε μια τυποποιημένη τηλεφωνική γραμμή POTS για να χρησιμοποιήσετε τη σύνδεση FTTC σε συνδυασμό με. Η εγκατάσταση θα απαιτήσει μια επίσκεψη μηχανικού από την BT Openreach για να θέσει τη σύνδεσή σας στη θέση της. Αυτό θα απαιτήσει να βρίσκεστε στο χώρο των επαγγελματιών σας εγκαταστάσεων για να έχετε πρόσβαση στον μηχανικό.

Ο τρέχων χρόνος παράδοσης για σύνδεση FTTC είναι 10 εργάσιμες ημέρες. Σύμφωνα με τις τελευταίες ενημερώσεις της BT Openreach, το FTTC / P θα είναι διαθέσιμο στο 66% του βρετανικού πληθυσμού το 2014.

Product	Downstream in mbps (upto)	Upstream in mbps (upto)	VoIP Users
FTTC 40/10	40	10	10-20
FTTC 80/20	80	20	20+

3-1-2-1 Ταχύτητες FTTC και users που υποστηρίζει [6]

3.2 Fiber To The Node (FTTN)

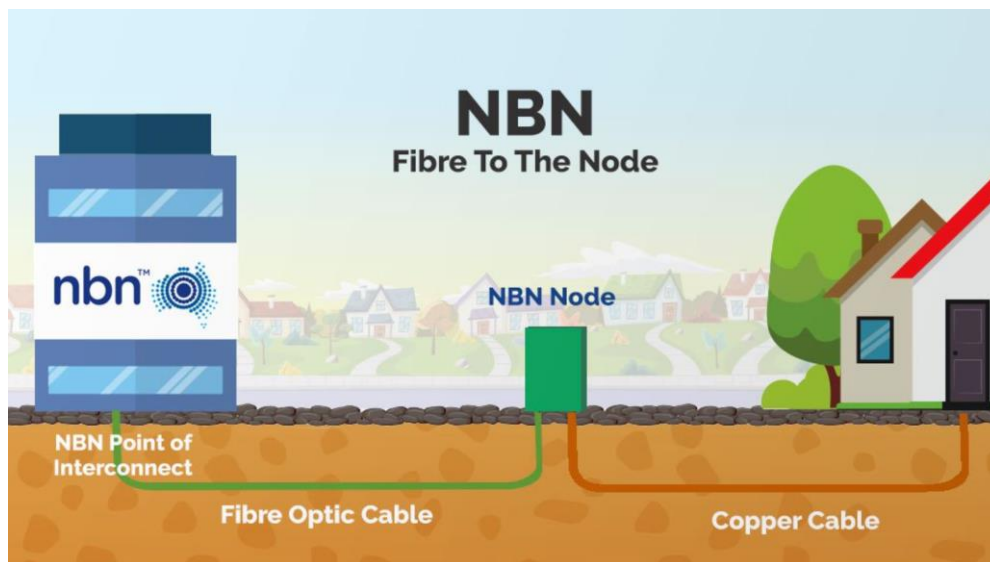
- **Η απλή εξήγηση:** Το Fiber to the Node (FTTN) αποτελεί βασική τεχνολογία στο επίκεντρο της ανάπτυξης του εθνικού ευρυζωνικού δικτύου της Αυστραλίας.
- **Η τεχνική εξήγηση:** Με τη σύνδεση Fibre to the Node (FTTN), ένα καλώδιο οπτικών ινών NBN τοποθετείται σε ένα κεντρικό περίβλημα της γειτονιάς σας (ο κόμβος), όπου συνδέεται με το σπίτι σας χρησιμοποιώντας υπάρχουσες καλωδιώσεις χαλκού.

3.2.1 Πως Λειτουργεί

Το εθνικό ευρυζωνικό δίκτυο αποτελείται από καλώδια οπτικών ινών που εκτείνονται σε όλη τη χώρα από μεγάλους κόμβους και στη γειτονιά σας. Αυτά τα καλώδια είναι σε θέση να παρέχουν απίστευτα γρήγορο και αξιόπιστο διαδίκτυο.

Η τεχνολογία Fibre to the Node (FTTN) είναι ένας από τους επτά διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους το καλώδιο οπτικών ινών μπορεί να συνδεθεί στο σπίτι σας.

Με σύνδεση FTTN, το καλώδιο οπτικών ινών τρέχει σε κεντρικό περίβλημα στη γειτονιά σας: ο κόμβος. Στη συνέχεια, το σπίτι σας συνδέεται στον πλησιέστερο κόμβο χρησιμοποιώντας την ίδια καλωδίωση χαλκού που χρησιμοποιείτε επί του παρόντος για το σταθερό σας τηλέφωνο και την ευρυζωνική σας υπηρεσία ADSL.



3-2-1-1 Fiber to the Node [7]

Επειδή χρησιμοποιείται λιγότερο καλώδιο οπτικών ινών και ανακυκλώνεται περισσότερη υπάρχουσα τηλεφωνική γραμμή, οι συνδέσεις FTTN NBN μπορεί να είναι φθηνότερες σε σύγκριση με άλλους τύπους τεχνολογίας. Αλλά μπορεί να γίνει εις βάρος της ταχύτητας, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως σε αυτόν τον οδηγό. Εάν το σπίτι σας απέχει περισσότερο από 400 μέτρα από τον κόμβο, η σύνδεσή σας ενδέχεται να μην είναι σε θέση να επιτύχει τις μέγιστες ταχύτητες που πρέπει να είναι ικανές να χρησιμοποιήσουν οι NBN.

3.2.2 Ταχύτητες του FTTN

Tier	Maximum speed	Typical evening speed
Basic (NBN 12)	12Mbps	7Mbps
Standard (NBN 25)	25Mbps	15Mbps
Standard Plus (NBN 50)	50Mbps	30Mbps
Premium (NBN 100)	100Mbps	60Mbps

3-2-2-1 Ταχύτητες του FTTn [5]

Οι ταχύτητες στον παραπάνω πίνακα είναι οι μέγιστες ταχύτητες που μπορείτε να λάβετε σε αυτά τα σχέδια. Ωστόσο, σύμφωνα με την NBN Co, το σπίτι σας δεν θα

πρέπει να απέχει περισσότερο από 400 μέτρα από τον κόμβο για να επιτύχει αυτές τις ταχύτητες.[5]

Εάν το σπίτι σας είναι μεταξύ 400 και 700 μέτρων από τον κόμβο, μπορείτε να φτάσετε μόνο σε ταχύτητες έως και 60 Mbps, το οποίο είναι ακόμα αρκετά γρήγορο για να σας δώσει πρόσβαση σε ένα σχέδιο σε οποιαδήποτε ταχύτητα NBN, αν και δεν θα να είστε σε θέση να επιτύχετε μέγιστες ταχύτητες αν επιλέξετε ένα σχέδιο NBN 100.

Αν το σπίτι σας απέχει περισσότερο από 700 μέτρα από τον κόμβο, ο πάροχος NBN δεν πρέπει να σας επιτρέψει να εγγραφείτε σε ένα σχέδιο NBN 100, καθώς δεν θα λάβετε τις ταχύτητες που πληρώνετε.

Η NBN Co αναφέρει ότι αναμένει ότι εννέα από τα δέκα σπίτια που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο FTTN θα λάβουν ταχύτητες μεταξύ 50Mbps και 100Mbps.

3.2.3 Απαιτούμενος Εξοπλισμός

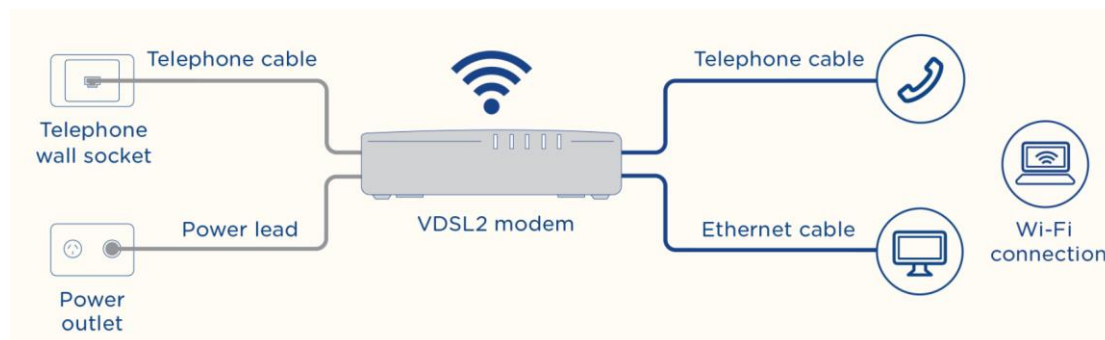
Εφόσον το FTTN χρησιμοποιεί υπάρχουσες καλωδιώσεις χαλκού, θα συνεχίσετε να χρησιμοποιείτε την ίδια τηλεφωνική γραμμή που χρησιμοποιείτε για την υπάρχουσα σύνδεση ADSL σας. Το NBN δεν χρειάζεται να εγκαταστήσει νέο εξοπλισμό στο σπίτι σας στο πλαίσιο της ανάπτυξης.

Όταν οι εγγραφές NBN είναι διαθέσιμες στην περιοχή σας, θα χρειαστείτε ένα δρομολογητή μόντεμ έτοιμο για VDSL2. Εάν ο δρομολογητής μόντεμ σας δεν υποστηρίζει συνδέσεις VDSL2, δεν θα λειτουργήσει με τη σύνδεση FTTN στο διαδίκτυο.

Για να ελέγξετε τη συμβατότητα του μόντεμ σας, ανατρέξτε στη σειρά των θυρών που βρίσκονται στο πίσω μέρος του μόντεμ σας, για να εντοπίσετε μια υποδοχή τηλεφώνου με την ονομασία VDSL. Αν όχι, κοιτάξτε κάτω από το μόντεμ για μια ετικέτα με αύξοντα αριθμό. Τα περισσότερα συμβατά μόντεμ θα πει "ADSL2 + / VDSL2" ή κάτι παρόμοιο.

Τα περισσότερα μόντεμ που πωλήθηκαν το τελευταίο έτος ή δύο θα πρέπει να είναι έτοιμα για VDSL2. Εάν εγγραφείτε για ένα συμβόλαιο διαδικτύου 24 μηνών, το telco σας θα περιλαμβάνει σχεδόν πάντα ένα συμβατό μόντεμ VDSL2 με το σχέδιό

σας. Εάν εγγραφείτε για ένα σχέδιο μήνα σε μήνα, θα χρειαστεί να πληρώσετε το τηλεφωνικό σας κέντρο για ένα νέο μόντεμ (εάν δεν το έχετε ήδη).



3-2-3-1 Εξοπλισμός και Εγκατάσταση FTTN στο σπίτι [2]

Μόλις έχετε το μόντεμ σας, η σύνδεση FTTN NBN θα είναι εύκολη στη ρύθμιση. Αφού η υπηρεσία σας είναι ενεργή, απλά χρησιμοποιήστε ένα καλώδιο τηλεφώνου RJ11 για να συνδέσετε το δρομολογητή μόντεμ στην υποδοχή τηλεφώνου. Σχεδόν κάθε δρομολογητής μόντεμ περιλαμβάνει ένα από αυτά στο κουτί. Οι δρομολογητές μόντεμ VDSL2 απαιτούν επίσης ειδική πηγή ενέργειας, οπότε θα χρειαστείτε μια εφεδρική ηλεκτρική πρίζα.

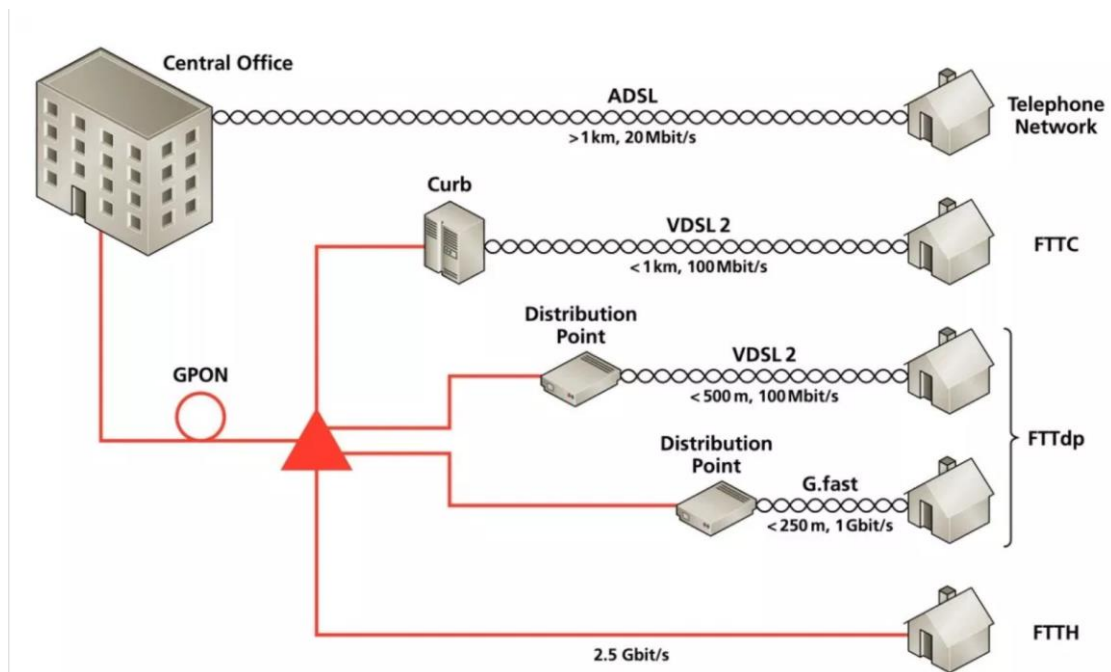
Οι άλλες σας συσκευές θα συνδεθούν στο δρομολογητή μόντεμ VDSL2 χρησιμοποιώντας Wi-Fi ή ενσύρματη σύνδεση Ethernet.

3.3 Fiber To The Distribution Point (FTTdp)

Παρόλο που η φράση «Fiber To The Distribution Point» έχει αναπτυχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια, ο όρος «σημείο διανομής» δεν είναι σαφώς καθορισμένος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σχέση με τον εξοπλισμό σε πολύ διαφορετικά επίπεδα του δικτύου. Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι χρησιμοποιούμε το «σημείο διανομής» με την πιο κοινή έννοια: να αναφερθούμε σε μια μικρή συσκευή που παρέχει μεμονωμένες σταγόνες σε έναν μικρό αριθμό χώρων (γενικά 4-8) από το επίπεδο του δρόμου. Σε όλο τον κόσμο, αυτή η αρχιτεκτονική αναφέρεται συχνά ως 'Για στο σημείο πτώσης' και μερικές φορές χρησιμοποιείται εναλλακτικά με το 'Fiber to Curb / Kerb' (FTTC / FTTK) και το 'Fiber to the Cabinet'.

3.3.1 Εγκατάσταση του FTThp

Στην εγκατάσταση FTThp, το Fiber διεισδύει στο μεγαλύτερο μέρος του δικτύου και μόνο οι σταγόνες (κομμάτια διασύνδεσης) από το σημείο διανομής στις εγκαταστάσεις είναι χαλκός. Αυτό αναφέρεται μερικές φορές ως δίκτυο "βαθιάς ίνας" ή "τελευταία μίλια" με τις χάλκινες σταγόνες συνήθως μεταξύ 30 και 200 μέτρων. Λόγω της εγγύτητας του σημείου διανομής με τις εγκαταστάσεις, χρησιμοποιείται συχνά μια διαχωριζόμενη αρχιτεκτονική με διαχωρισμό για τη μείωση του αριθμού των ινών για την αύξηση της ποιότητας των υπηρεσιών.



3-3-1-1 FTThp -διαμοιρασμός δικτύου [2]

Το FTThp επιτρέπει επίσης αρκετές σύγχρονες εξελίξεις σε χάλκινες γραμμές: VDSL2, G.Fast, XG.Fast και G.hn, οι οποίες είναι σε θέση να φτάσουν σε ευρυζωνικές ταχύτητες παρόμοιες με FTTH.

Το FTTdp έχει αναγνωρισθεί ως μια τεχνολογία που μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ FTTN και FTTH. Με την άρση της ανάγκης των κατασκευαστικών εταιρειών να κατασκευάσουν το "τελευταίο μίλι" του δικτύου, μπορεί να γίνει με χαμηλότερο κόστος και μεγαλύτερη ταχύτητα. Κάντε λήψη του τελευταίου λευκού χαρτιού Fiber στο σημείο διανομής (FTTdp): Πού και γιατί μπορεί να έχει νόημα και να μάθετε περισσότερα σχετικά με το πώς μπορεί να έχει νόημα για την ανάπτυξη του FTTx.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ FTTX ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

4.1 Εγκαταστάσεις στο Υπέδαφος

Η εγκατάσταση του δικτύου κάτω από το έδαφος είναι μια από τις πιο διαδεδομένες λύσεις στην κατασκευή δικτύων FTTx, ειδικά για την ανθεκτικότητα και την διακριτικότητα του. Τα συστήματα αγωγών χρησιμοποιούνται για την κατασκευή καθώς διευκολύνουν την ίδια την κατασκευή και την επακόλουθη εγκατάσταση καλωδίων. Η εμφύσηση των καλωδίων μπορεί να πραγματοποιηθεί σταδιακά και να τροποποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του δικτύου, χωρίς πρόσθετο κόστος εργασίας στο έδαφος. Στα σημεία διανομής δικτύου υπάρχουν χωροί θαλάμου εγκατεστημένοι με κιβώτια που επιτρέπουν τη σύνδεση ινών σε διάφορες διαμορφώσεις.

Η υπόγεια λύση του FTTx προσφέρει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην



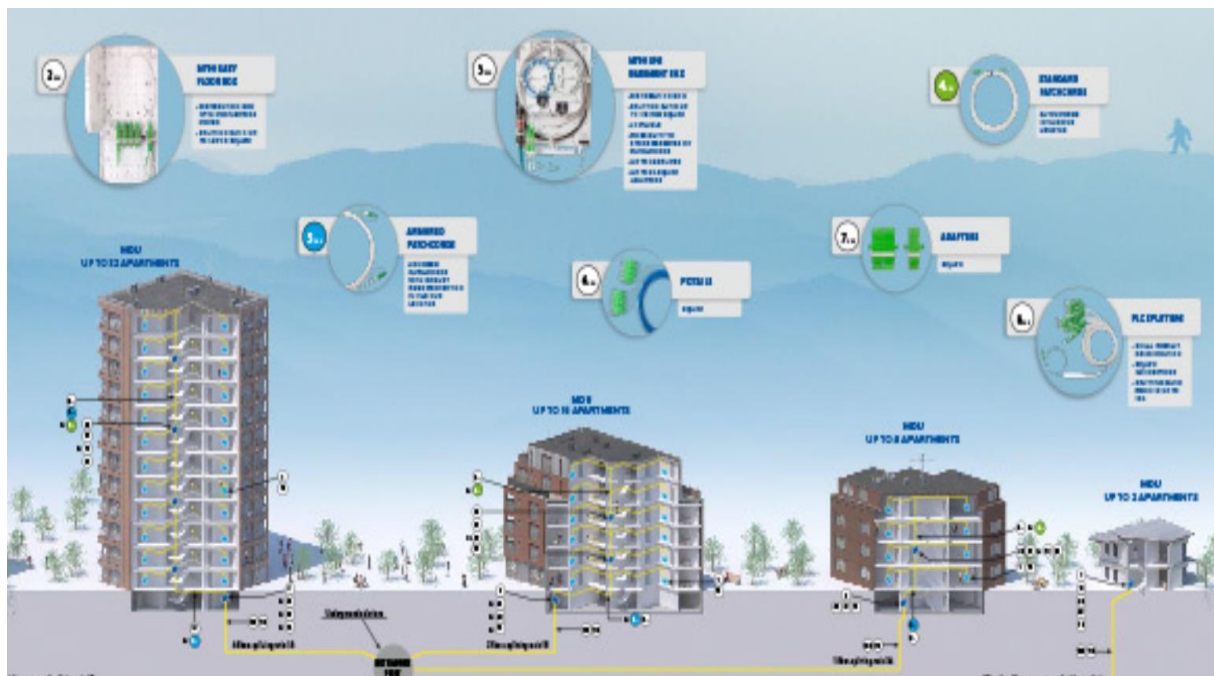
4-1-1 Εγκατάσταση FTTx δικτύου στο υπέδαφος [1]

αμοιβαία συμβατότητα όλων των στοιχείων του δικτύου. Η λύση προορίζεται για χειριστές, εγκαταστάτες και σχεδιαστές που μπορούν να το χρησιμοποιήσουν ως μοντέλο κατά το σχεδιασμό ενός δικτύου.[1]

4.2 FTTH GPON Spliceless Solution (χωρίς συγκόλληση)

Το GPON είναι μία από τις πιο χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες σε δίκτυα FTTH, οφείλεται στην αποτελεσματική χρήση των ινών και των θυρών του ενεργού εξοπλισμού. Τα δίκτυα GPON σήμερα επιτρέπουν την επίτευξη του λόγου διαίρεσης 1: 128 και τη διάσπαση σε δύο και μερικές φορές σε τρία σημεία του δικτύου.

Η λύση FTTH GPON χωρίς συγκόλληση δίνει μια ιδέα για το σχεδιασμό της δομής του δικτύου διανομής με τη χρήση κιβωτίων δαπέδου χωρίς την ανάγκη σύνδεσης των ινών. Το ενσωματωμένο δίκτυο οπτικής διανομής μπορεί να κατασκευαστεί χωρίς την ανάγκη του ειδικευμένου εργατικού δυναμικού και του ακριβού εξοπλισμού.



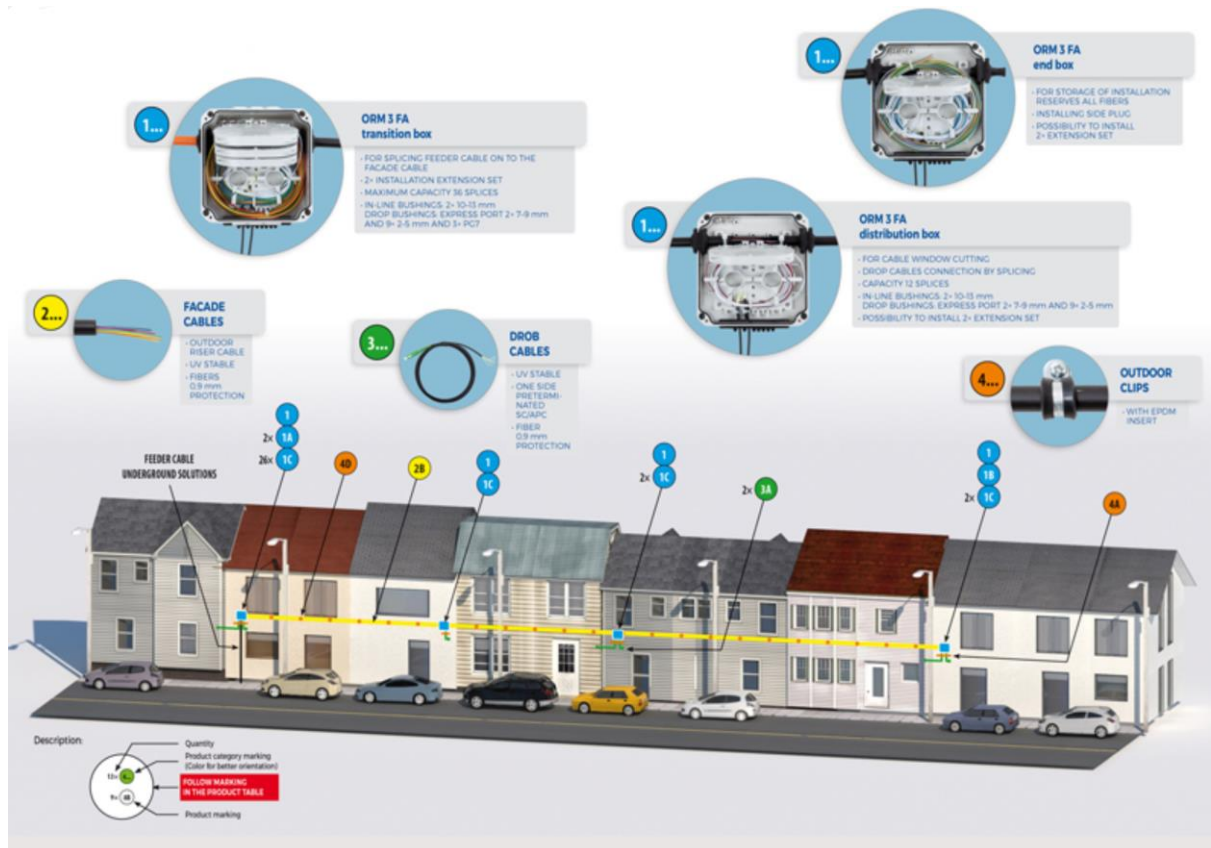
4-2-1 Εκατάσταση με τη χρήση κιβωτίων δαπέδου [1]

Για να βρείτε τον τρόπο στη λύση μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα διαδραστικά σήματα που συνδέονται με τα φύλλα δεδομένων του προϊόντος με λεπτομερείς πληροφορίες.

4.3 FTTH Λύση Πρόσοψης

Η λύση πρόσοψης FTTH προσφέρει έναν τρόπο απλής εγκατάστασης της οπτικής υποδομής, η οποία εξαλείφει πλήρως τις κατασκευές εντός των κτιρίων. Η λύση είναι κατάλληλη ειδικά για διώροφα σπίτια.

Το ORM 3 FA (εξωτερικό κουτί σχεδιασμένο για προσόψεις) μπορεί να

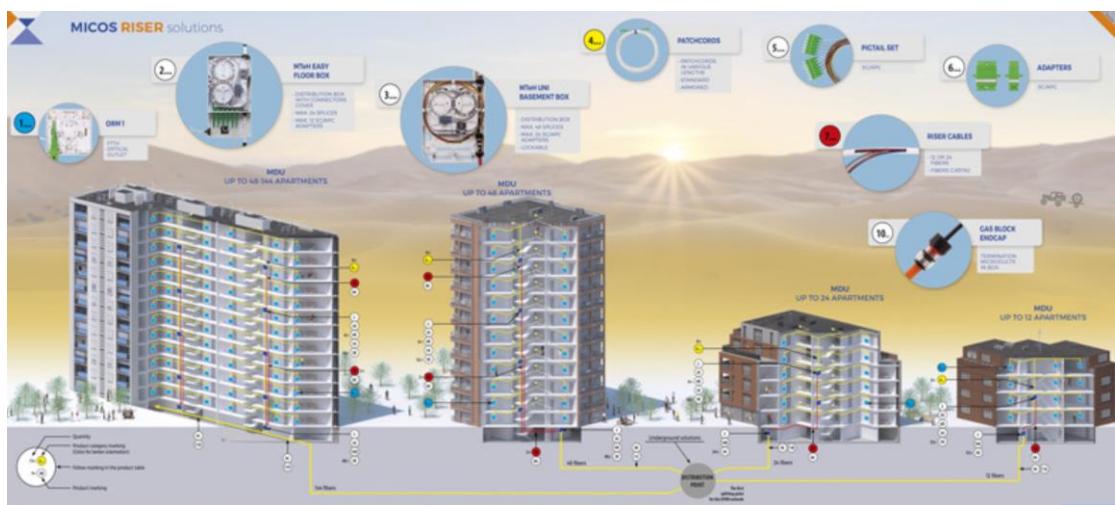


4-3-1 FTTh με εφαρμογή πρόσοψης [1]

χρησιμοποιηθεί τόσο για τη σύνδεση του καλωδίου τροφοδοσίας όσο και για τη σταδιακή σύνδεση των συνδρομητών. Η οριζόντια διανομή καλωδίων εγκαθίσταται στην πρόσοψη χρησιμοποιώντας καλωδιακά κλιπ. Αυτό το καλώδιο επεξεργάζεται με τον ίδιο τρόπο όπως ένα συνηθισμένο καλώδιο ανύψωσης μέσα στα κτήρια.

4.4 Λύση FTTH RISER Με Κιβώτιο Δαπέδου

Η χρήση του καλωδίου Riser ως κατακόρυφη διανομή στα κτίρια είναι σήμερα ένας από τους πιο δημοφιλείς τρόπους κατασκευής του FTTH και συγκεκριμένα λόγω της εύκολης εγκατάστασής του. Είναι απλό να κόβετε τα παράθυρα εργασίας στο καλώδιο στις θέσεις όπου χρειάζεται και στη συνέχεια να τραβήξετε έξω τις ίνες.



4-4-1 FTTH με χρήση καλωδίου riser και επιδαπέδιου κιβωτίου [1]

Στην λύση FTTH RISER που βασίζεται σε κουτιά διανομής δαπέδου, μετά την εγκατάσταση ενός καλωδίου σε 12 διαμερίσματα, 12 ίνες τερματίζονται σε προσαρμογείς SC / APC. Η σύνδεση με τους πελάτες γίνεται πολύ γρήγορα, χωρίς την ανάγκη συγκόλλησης, απλώς και μόνο τοποθετώντας ένα patchcord μεταξύ του κιβωτίου δαπέδου και των χώρων του πελάτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] K. S. Kim, “On the evolution of PON-based FTTH solutions,” *Inf. Sci.*, vol. 149, no. 1, pp. 21–30, Jan. 2003.
- [2] K. Yuksel, S. Dupont, D. Hamoir, and J.- Froidure, “FTTx automated test solution: Requirements and experimental implementation,” *Electron. Lett.*, vol. 41, no. 9, pp. 546–547, Apr. 2005.
- [3] “Digital and Analog Fiber Optic Communications for CATV and FTTx Applications | (2008) | Brilliant | Publications | Spie.” [Online]. Available: <https://spie.org/publications/book/732502?webSyncID=2675d735-9369-16e4-1735-5e693ba745a2&sessionGUID=4c6d5587-e062-e971-1679-3bd56e9c2051&SSO=1>. [Accessed: 08-May-2019].
- [4] “OSA | Proposal of Networking by PON Technologies for Full and Ethernet Services in FTTx.” [Online]. Available: <https://www.osapublishing.org/jlt/abstract.cfm?uri=JLT-22-11-2631>. [Accessed: 08-May-2019].
- [5] “FTTx Definition from PC Magazine Encyclopedia.” [Online]. Available: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/55527/fttx>. [Accessed: 08-May-2019].
- [6] “Semiconductor Optical Amplifiers for FTTx - IEEE Conference Publication.” [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4296137>. [Accessed: 10-May-2019].
- [7] D. A. Atkinson, “Method and apparatus of integration for primary and secondary power with addition of fiber storage for use in FTTx deployments,” US20080218947A1, 11-Sep-2008.