Ομάδα Εργασίας Ιδ3

FTTX (Fiber to the Home – Fiber to the Building)

ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ FTTX

Γενικές αρχές, διεθνείς πρακτικές και τεχνικές προδιαγραφές για την:

- **κατασκευή δικτύων οπτικών ινών τάφρους εντός πόλεων**
- **εγκατάσταση δομημένης οριζόντιας και κάθετης καλωδίωσης εντός κτιρίων (γραφείων ή διαμερισμάτων).**

Σεπτέμβριος 2008

1 Γενικές Αρχές και Πρακτικές για την Ανάπτυξη Υποδομών Δικτύου Οπτικών Ινών σε πόλεις και κτήρια **5**
1.1 Βασικές Υποδομές με Σωλήνες 5
1.1.1 Συμβατική Υποδομή με Σωλήνες (Σ) 5
1.1.2 Συστοιχίες μικρο-σωληνώσεων M1 & M2 (Microduct bundles) 7
1.1.3 Συνδετήρες – Διακλαδωτήρες μικρο-σωληνώσεων 9
1.2 Φρεάτια σε δρόμους (Φ) 10
1.2.1 Φρεάτιο Φ1 μεγάλο 12
1.2.2 Φρεάτιο Φ2 μεσαίο 12
1.2.3 Φρεάτιο Φ3 μικρό 12
1.2.4 Καλύμματα 12
1.3 Τάφροι (trenches) 13
1.3.1 Μέθοδοι κατασκευής Τάφρου 13
1.3.1.1 Μέθοδος mini-Trencher (Μικροτάφρου) 13
1.3.1.2 Μέθοδος Micro Trencher 15
1.3.2 Τύποι Ταφρών 16
1.3.2.1 Τάφρος (Χ1) 16
1.3.2.2 Τάφρος (Χ2) 18
1.3.2.3 Τάφρος (Χ3) 19
1.4 Δίκτυο Οπτικών Ινών 19
1.4.1 Βασικοί Τύποι Οπτικών ίνων 19
1.4.2 Τύποι καλωδίων Σωλήνων 20
1.4.2.1 Τύποι καλωδίων για υποδομή με Σωλήνες 20
1.4.2.2 Τύποι καλωδίων για υποδομή se Μικροσωλήνες 21
1.4.3 Μέθοδοι Εγκατάστασης Καλωδίων Σωλήνων 24
1.4.3.1 Εγκατάσταση καλωδίου με Έλξη 24
1.4.3.2 Εγκατάσταση καλωδίου με Εμφύσηση 24
1.4.3.3 Εγκατάσταση καλωδίου με Επίπλευση 25
1.5 Διατάξεις Συγκόλλησης Οπτικών Ινών 26
1.6 Εξωτερικοί Οικίσκοι 27
1.7 Οπτικός Κατανεμητής (ODF) 28

1.8 Είσοδος Οπτικής ίνας στο Σπίτι 29

1.8.1 Σημείο Εισόδου στο κτήριο 30

1.8.1.1 Σημείο Εισόδου σε πολυκατοικία 31

1.8.1.2 Σημείο Εισόδου σε κτήριο / μονοκατοικία 32

1.8.2 Εσωτερική Καλωδίωση 33

1.9 Σήμανση 34

2 Πίνακες Υλικών Ευρυζωνικού Δικτύου Οπτικών Ινών 36

2.1 Υποδομή Δικτύου 36

Δίκτυο Εγκατάστασης οπτικών Ινών από τους κόμβους διανομής ή πρόσβασης μέχρι το σημείο εισόδου στο κτήριο 36

2.1.1 ΠΤΧ 1.1: Σωληνώσεις (Σ) 36

2.1.2 ΠΤΧ 1.2: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Μ1 37

2.1.3 ΠΤΧ 1.3: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Μ2 38

2.1.4 ΠΤΧ 1.4: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Μ3 38

2.1.5 ΠΤΧ 1.5: Συστοιχία Μικροσωληνώσεων Μ4 39

2.1.6 ΠΤΧ 1.6: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Ν2 για εγκατάσταση σε κενές σωλήνες Φ50/44 39

2.1.7 ΠΤΧ 1.7: Διακλαδωτήρες Μικροσωληνώσεων 40

2.1.8 ΠΤΧ 1.8: Φρεάτια Φη 40

2.1.9 ΠΤΧ 1.9: Τάφροι (Χ1) 41

2.1.10 ΠΤΧ 1.10: Τάφρος (Χ2) 41

2.1.11 ΠΤΧ 1.11: Τάφρος (Χ3) 42

2.1.12 ΠΤΧ 1.12: Οπτικό Καλώδιο Δικτύου 42

2.1.13 ΠΤΧ 1.13: Διατάξεις Συγκόλλησης ινών σε εξωτερικούς χώρους (μούφες) 43

2.1.14 ΠΤΧ 1.14: Οπτικοί Κατανεμητές Δικτύου 44

2.1.15 ΠΤΧ 1.15: Οικίσκοι εξωτερικού χώρου 45

2.2 Υποδομή Χρηστών 46

Δίκτυο Εγκατάστασης οπτικών Ινών σε Χρήστες από το σημείο εισόδου στο κτήριο μέχρι το τερματικό σημείο 46

2.2.1 ΠΤΧ 2.1: Μικροσωλήνας σύνδεσης Χρηστών 46

2.2.2 ΠΤΧ 2.2: Διακλαδωτήρες Μικροσωληνώσεων 46

2.2.3 ΠΤΧ 2.3: Οπτικοί κατανεμητές (IFDH) Χρηστών 47

2.2.4 ΠΤΧ 2.4: Επίτοιχο εσωτερικό κιβώτιο τερματισμού οπτικών ινών .. 47

2.2.5 ΠΤΧ 2.5: Επίτοιχο εξωτερικό κιβώτιο τερματισμού οπτικών ινών .. 47

2.2.6 ΠΤΧ 2.6: Οπτικό Καλώδιο σε εσωτερικό κτηρίου 48

3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πλαίσιο Σχεδιασμού Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομής Δικτύου FTTH 50
3.1 Πλαίσιο Σχεδιασμού Κατασκευής Δικτύου 50
3.1.1 Σχεδιασμός Ελέγχου Εργοταξίου και λειτουργίας εγκατάστασης.... 50
3.1.2 Θέματα Καλωδίωσης 52
3.2 Πλαίσιο Λειτουργίας και Συντήρησης υποδομής Δικτύου 54
3.3 Μετρήσεις Οπτικών Ινών 54
3.3.1 Μέθοδος LSPM 54
3.3.2 Μέθοδος OTDR..... 55
4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Υπόδειγμα Επιλογής Εξοπλισμού για Υποδομή Δικτύου FTTH 56
5 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ..... 62

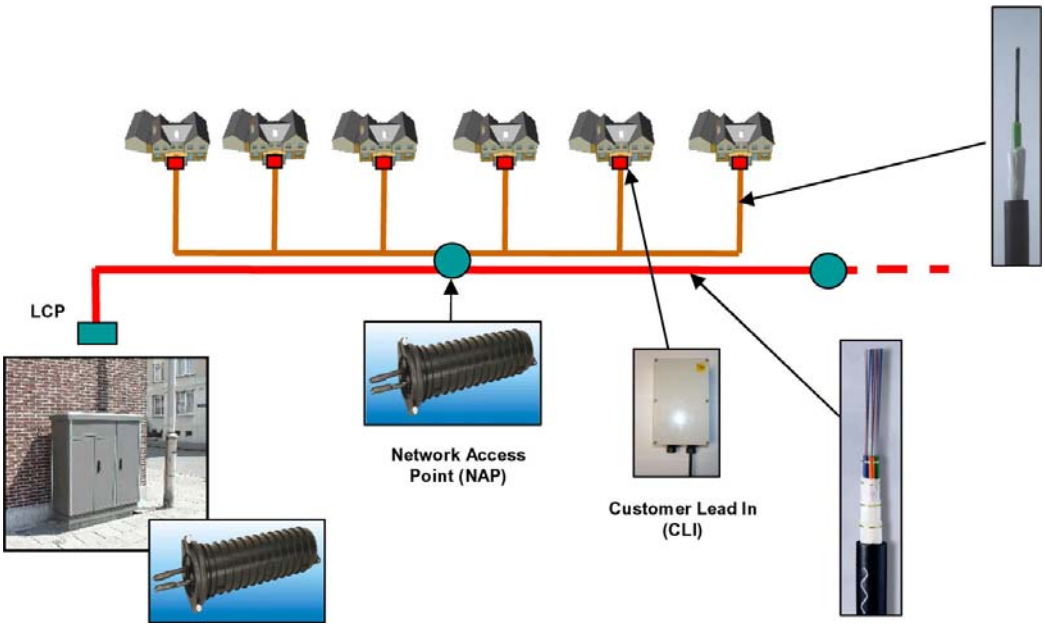
1 Γενικές Αρχές και Πρακτικές για την Ανάπτυξη Υποδομών Δικτύου Οπτικών Ινών σε πόλεις και κτήρια

Στο κεφάλαιο αυτό περιέχεται μια γενική ανάλυση των διαθέσιμων Επιλογών Ανάπτυξης Υποδομών δικτύου οπτικών ινών σε πόλεις. Κάθε επιλογή προσφέρει χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα καθώς και περιορισμούς. Οι επιλογές ανάπτυξης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά.

1.1 Βασικές Υποδομές με Σωλήνες

1.1.1 Συμβατική Υποδομή με Σωλήνες (Σ)

Αυτή είναι η πιο συμβατική μέθοδος υπόγειας εγκατάστασης καλωδίου και συμπεριλαμβάνει τη δημιουργία ενός δικτύου σωλήνων που επιτρέπει την εκ των υστέρων εγκατάσταση καλωδίων με τεχνικές έλξης, εμφύσησης ή επίπλευσης. Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει ένα μεγάλο κύριο σωλήνα που περιέχει μικρότερους υποσωλήνες (για ανεξάρτητη εγκατάσταση καλωδίου), ένα μεγάλο κύριο σωλήνα εντός του οποίου έλκονται προοδευτικά καλώδια το ένα πάνω από το άλλο καθώς αναπτύσσεται το δίκτυο ή ένα μικρό υποσωλήνα για την εγκατάσταση ενός μόνου καλωδίου. Η εγκατάσταση σωλήνα αποτελεί την ευκολότερη και ασφαλέστερη μέθοδο και επιτρέπει επίσης την περαιτέρω πρόσβαση και αναδιαμόρφωση. Όπως και στη μέθοδο άμεσου ενταφιασμού (παρακάτω) πρέπει να ληφθούν υπόψη τα υπόλοιπα ενταφιασμένα δίκτυα κοινής ωφελείας. Η αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης καλωδίου σε σωλήνες εξαρτάται έντονα από την ποιότητα της τοποθέτησης του σωλήνα, ανεξάρτητα από την μέθοδο εγκατάστασης.



Σχ.1.: Συμβατική Υποδομή με Σωλήνες

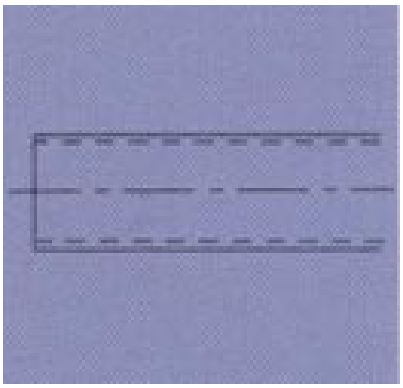
Η χρήση ενός μόνου σωλήνα μεγιστοποιεί τον αριθμό των καλωδίων που μπορούν να εγκατασταθούν αλλά οι γεμάτοι σωλήνες δυσκολεύουν την αφαίρεση των παλαιότερων καλωδίων (τυπικά στο κάτω τμήμα του σωλήνα) για να δημιουργηθεί χώρος για νέα καλώδια. Η χρήση υποσωλήνων μπορεί να μειώνει τον ολικό αριθμό καλωδίων που μπορούν να εγκατασταθούν, αλλά τουλάχιστον τα παλαιότερα καλώδια μπορούν να αφαιρεθούν και να εγκατασταθούν νέα. Επιτρέπει επίσης το ίδιο καλά με την έλξη καλωδίου την εμφύσηση καλωδίου, εφόσον είναι ευκολότερη η δημιουργία αεροστεγούς σύνδεσης στον υποσωλήνα.

Τα καλώδια εγκαθίστανται στους σωλήνες με έλξη, εμφύσηση ή επίπλευση. Εάν πρόκειται να τραβηχτούν, τότε ο σωλήνας είτε πρέπει να έχει προ-εγκατεστημένο οδηγό έλξης ή να εγκατασταθεί ένας με ράβδο οδηγό. Εάν πρόκειται να εγκατασταθούν με εμφύσηση ή επίπλευση, τότε ο σωλήνας και οι τυχόν συνδέσεις μεταξύ των τμημάτων του σωλήνα πρέπει να είναι αεροστεγή και να αντέχουν τουλάχιστον στην πίεση που θα εφαρμοσθεί για το σκοπό αυτό.

Οι σωλήνες HDPE θα έχουν εξωτερική διάμετρο 40mm ή 50mm και εσωτερική διάμετρο 32mm ή 44mm αντίστοιχα σε διάταξη μονών σωληνώσεων ή συστοιχιών περισσοτέρων της μιάς συνδεδεμένων κατά μήκος σωληνώσεων. Οι σωλήνες θα έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης τμημάτων τους, χωρίς αλλαγή της εσωτερικής διαμέτρου για την εξασφάλιση της απρόσκοπτης ολίσθησης υποσωληνώσεων εντός του σωλήνα. Οι σωλήνες θα είναι κατασκευασμένοι από HDPE με υψηλές προδιαγραφές όσον αφορά την αντοχή σε θλίψη, παραμόρφωση και κρούση

Οι σωλήνες θα έχουν εσωτερικά ιδιαίτερα λεία επιφάνεια και διαμήκεις εσοχές για μείωση της επιφάνειας επαφής με υποσωληνώσεις ή καλώδια, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι τριβές και να διευκολύνεται το πέρασμα των τελευταίων. Οι κενές σωληνώσεις θα φέρουν στο εσωτερικό τους διηλεκτρικό οδηγό για έλξη υπο-σωληνώσεων ή καλωδίων.

Οι σωλήνες θα είναι ενιαίου χρώματος (μαύρου ή γκρι ή πορτοκαλί) και θα διαφέρουν από τους σωλήνες ύδρευσης, φυσικού αερίου, και ηλεκτροδότησης (τυπικά μπλε και κίτρινου χρώματος αντίστοιχα).



Σχ.2.: Τυπικό δείγμα Σωλήνα HDPE

Οι σωλήνες δεν θα διακόπτονται εκτός όπου προβλέπεται από την μελέτη και συντρέχει ιδιαίτερος λόγος (συγκόλληση ινών, έλξη καλωδίων, εισαγωγή υπο-σωλήνων και συστημάτων μικρο-σωληνώσεων).

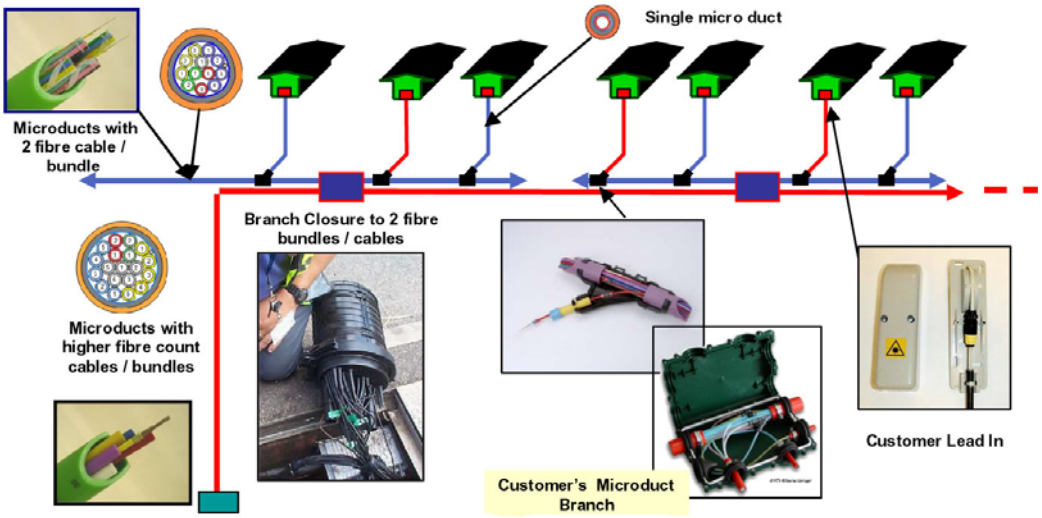
Οι σωλήνες πρέπει να συμμορφώνονται στις οδηγίες για προστασία του περιβάλλοντος ISO GUIDE 64.2 (Guide for the inclusion of environmental aspects

in product standard, draft 9/96) και IEC Guide 109, Environmental aspects – inclusion in electrotechnical product standard, 1995/08.
Κατ' ελάχιστο θα πρέπει να έχουν προδιαγραφές ισοδύναμες του EN 50086-2-4/1994 όσον αφορά την αντοχή σε πίεση, κάμψη (έως την αναφερόμενη ελάχιστη ακτίνα) και κρούση.

Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να υπάρχει χρωματικός κώδικας ή άλλος εμφανής τρόπος αναγνώρισης της κάθε σωλήνωσης

1.1.2 Συστοιχίες μικρο-σωληνώσεων M1 & M2 (Microduct bundles)

Συστοιχίες μικρο-σωληνώσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστηματικά, ιδιαίτερα στο μέρος του δικτύου που προσδιορίζεται να ικανοποιήσει άμεσα ή μελλοντικά αυξημένη πυκνότητα συνδέσεων μεταξύ κύριων κόμβων, κόμβων διανομής και πρόσβασης αλλά και στις τελικές συνδέσεις προς μεμονωμένους χρήστες. Η επιλογή αυτή χρησιμοποιεί πεπιεσμένο αέρα για τη γρήγορη εμφύσηση μονάδων οπτικών ινών και καλωδίων μικρής διαμέτρου μέσω δικτύου σωλήνων προς τους τελικούς χρήστες / κτίρια.



Σχ.3.: Συμβατική Υποδομή με Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων

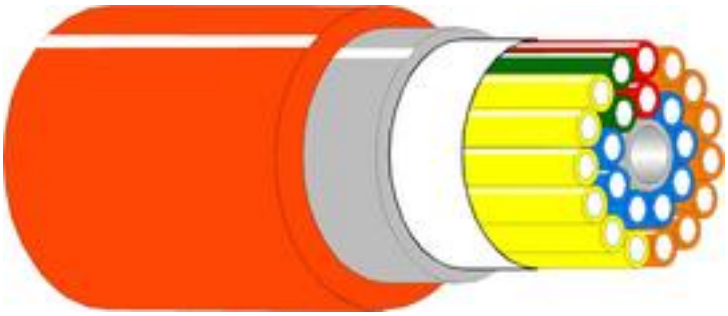
Επίσης, μπορεί να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των συνδέσμων καλωδίων οπτικών ινών (Κ.Ο.Ι.) και των αντίστοιχων συγκολλήσεων με την εμφύσηση τμημάτων οπτικής ίνας μεγάλου μήκους στο δίκτυο σωλήνων (οι οποίοι σωλήνες συνδέονται εύκολα μέσω πρεσαριστών συνδέσμων). Η επιλογή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με υποδομή σωλήνα, άμεσου ενταφιασμού ή εναέρια και οι σωλήνες μπορούν να τοποθετηθούν σε κατασκευές σχεδιασμένες για οποιαδήποτε από αυτές τις μεθόδους
Οι μικροσωλήνες διαστασιολογούνται σύμφωνα με τον κύριο σωλήνα υποδοχής και τα καλώδια που θα εγκατασταθούν. Σε αντίθεση με τη συμβατική σωλήνωση, η μικροσωλήνωση πρέπει να ταιριάζει με τα καλώδια οπτικών ινών που θα χρησιμοποιηθούν για να εξασφαλιστεί η συμβατότητα κατά την εγκατάσταση.
Οι μικροσωλήνες μπορεί να προσφέρονται ως ανεξάρτητοι ελεύθερης τοποθέτησης σε σωλήνα, σε συστοιχίες ή για άμεσο ενταφιασμό. Υπάρχουν και άλλες παραλλαγές για επίτοιχη τοποθέτηση (σήραγγες) ή δομές στύλων για εναέριους κλάδους.

Σχ.4.: Τυπικά δείγματα Μικροσωλήνων

Οι συστοιχίες μικρο-σωληνώσεων θα έχουν απαραίτητα προδιαγραφές για εξωτερική χρήση και θα είναι τοποθετημένες εντός προστατευτικών σωλήνων εξωτερικής διαμέτρου περίπου 40mm και προδιαγραφών για άμεσο ενταφιασμό (Direct Bury into Ground DB). Το εξωτερικό τους περίβλημα να επιτρέπει την ολίσθησή τους εντός σωληνώσεων ή υπο-σωληνώσεων ή παράλληλα με υπο-σωληνώσεις και άλλες συστοιχίες μικρο-σωληνώσεων εντός της αυτής σωλήνωσης. Προδιαγράφονται οι πιο κάτω τύποι συστημάτων:

- (M1) Συστοιχία μικροσωληνώσεων (microduct bundles) με 7 ή περισσότερους σωληνίσκους (microtubes), στην καθεμία εκ των οποίων θα μπορεί να εμφυσηθεί, με την κατάλληλη διάταξη εμφύσησης, μικροκαλώδιο (micro-cable) με αριθμό ινών έως και 72 το καθένα. Η συστοιχία μπορεί να απαρτίζεται από διακριτές δέσμες μικρότερου αριθμού σωληνίσκων εάν αυτές μπορούν να τοποθετηθούν τμηματικά εντός υπο-σωλήνα ώστε να συνθέσουν τον απαιτούμενο αριθμό μικροσωληνίσκων ο οποίος σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να καλύπτεται (7 ή παραπάνω). Οι σωληνίσκοι θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό τους. Τυπικές διαστάσεις των σωληνίσκων είναι: D≤10mm, d≤8mm. Η τυπική εξωτερική διάσταση της έτοιμης προς ενταφιασμό δέσμης είναι 40mm για 7 μικροσωλήνες.

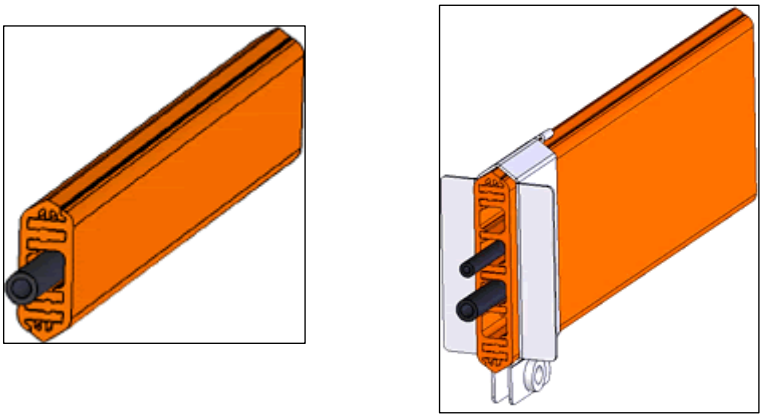
- (M2) Συστοιχία μικροσωληνώσεων (microduct) με σωληνίσκους (microtubes) για την υλοποίηση του Δικτύου Συγκέντρωσης. Σε κάθε σωληνίσκο θα μπορεί να εμφυσηθεί, με την κατάλληλη διάταξη εμφύσησης, μικροκαλώδιο (micro-cable) με αριθμό ινών τουλάχιστον 8 το καθένα. Οι σωληνίσκοι θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό τους. Τυπικές διαστάσεις των μικροσωληνίσκων είναι D/d = 5mm/3,5mm ή D/d = 3mm/2,1mm. Επίσης τυπικές κατηγορίες συστοιχιών M2 ανάλογα με τον αριθμό των σωληνίσκων που υπάρχουν είναι οι M2/12, M2/19, M2/24. Οι διαστάσεις των σωληνίσκων θα πρέπει να είναι ίδιες και θα χρησιμοποιούν τους ίδιους συνδέσμους για όλες τις κατηγορίες που περιγράφονται πιο κάτω:
    - M2/24: η συστοιχία θα περιέχει τουλάχιστο 24 σωληνίσκους.
    - M2/19: η συστοιχία θα περιέχει τουλάχιστο 19 σωληνίσκους.
    - M2/12: η συστοιχία θα περιέχει τουλάχιστο 12 σωληνίσκους



Σχ.5.: Τυπικό δείγμα Σωλήνα Άμεσου Ενταφιασμού (DB)

- (M3) Τα πολυσωλήνια τύπου M3 αποτελούνται από 4 σωληνίσκους διαστάσεων 5/3,5. Κάθε ένα από τα M3 καταλήγει στο εσωτερικό κάθε διασυνδεόμενου κτιρίου και από τη μεριά του δικτύου διασυνδέεται με τους σωληνίσκους του πολυσωληνίου M2 στο σημείο όπου το X2 τέμνεται με το X1 μέσω συνδέσμου ο οποίος τοποθετείται στο σημείο αυτό.

- (M4) Ο τύπος του αγωγού έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε τα καλώδια οπτικών ινών να προστατεύονται μέσα στον τραχύ κάθετο αγωγό, ο οποίος είναι ανθεκτικός στις συντριβές και ικανός να αντισταθεί στις άστατες καιρικές συνθήκες και στη θερμοκρασία. Ο αγωγός είναι ένα διμερές, λεπτού προφίλ σύστημα αγωγών από PVC που "κουμπώνει" γύρω από το καλώδιο ινών και έπειτα τοποθετημένος σε μια λεπτή τομή στην υποδομή. Ο αγωγός τύπου M4 αποτελείται από 1-4 αυλακώσεις διαστάσεων από 25mm – 55mm. Ο M4 καταλήγει στο εσωτερικό κάθε διασυνδεόμενου κτιρίου και από τη μεριά του δικτύου διασυνδέεται με τους σωληνίσκους του πολυσωληνίου M2 στο σημείο όπου το X3 τέμνεται με το X1 μέσω συνδέσμου ο οποίος τοποθετείται στο σημείο αυτό.



Σχ.6.: Τυπικό δείγμα Σωλήνα Άμεσου Ενταφιασμού (M4)

1.1.3 Συνδετήρες – Διακλαδωτήρες μικρο-σωληνώσεων

Οι σωλήνες που περιβάλλουν τις συστοιχίες μικρο-σωληνώσεων ενώνονται μεταξύ τους με ειδικά τεμάχια σύνδεσης ή/και διακλάδωσης ώστε να διατηρείται αφ' ενός η συνέχεια της προστασίας και στεγάνωσης σωληνίσκων και καλωδίων και αφ' ετέρου να εξασφαλίζεται η έξοδος παρόμοιων ή μικρότερων σωληνώσεων για εξυπηρέτηση κόμβων, και χρηστών αντίστοιχα. Θα απαιτηθούν διακλαδωτήρες οι οποίοι θα επιτρέπουν α) την είσοδο και απαραίτητα την ταυτόχρονη έξοδο τμημάτων σωλήνα του βρόχου ιδίας διαμέτρου και β) την έξοδο τουλάχιστον 2 σωληνίσκων με τη δυνατότητα εσωτερικής σύνδεσης των σωληνίσκων των εξερχόμενων σωλήνων πρόσβασης προς αντίστοιχους σωληνίσκους οποιουδήποτε εκ των σωλήνων του βρόχου.

Σχ.7.: Τυπικό δείγμα συνδετήρων μικροσωληνώσεων

Για την ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων χώρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν διακλαδωτήρες τύπου «Η», «Υ». Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα τρόπου οργάνωσης και στήριξής τους εντός των φρεατίων.

Σχ.8.: Τυπικό δείγμα διακλαδωτήρων μικροσωληνώσεων

1.2 Φρεάτια σε δρόμους (Φ)

Απαιτείται η τοποθέτηση φρεατίων πρόσβασης κατάλληλου μεγέθους σε τακτά διαστήματα κατά μήκος της διαδρομής του σωλήνα. Η επιλογή της θέσης τους πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπόψη τη βέλτιστη θέση για τη σύνδεση με τους ακραίους κλάδους των τελικών χρηστών. Τα φρεάτια των σωλήνων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα ώστε να επιτρέπουν όλες τις εργασίες εγκατάστασης καλωδίων στους σωλήνες, την αποθήκευση των περισσιών μήκους (σε «κουλούρες») καλωδίου για σύνδεση και συντήρηση, των αναρτήρων και φορέων καλωδίου, καθώς και την αποθήκευση των συνδέσμων Κ.Ο.Ι. δηλαδή των κιβωτίων συγκόλλησης καλωδίου. Τα φρεάτια μπορεί να κατασκευάζονται επί τόπου ή να είναι προκατασκευασμένα για την ελαχιστοποίηση του κατασκευαστικού κόστους και της αναστάτωσης του χώρου τοποθέτησης. Διατίθενται επίσης δομικά στοιχεία φρεατίου κατασκευασμένα επί τόπου. Όπου τα υφιστάμενα φρεάτια πρόσβασης είναι ανεπαρκή λόγω μεγέθους ή υπερσυγκέντρωσης καλωδίων / κιβωτίων θα πρέπει να εξεταστεί η κατασκευή πλαϊνού εκτός τροχιάς φρεατίου. Κατά περίπτωση μπορεί να απαιτείται πρόνοια αποφυγής μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης και ασφάλισης του φρεατίου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, θα πρέπει να εξεταστεί η περίπτωση τοποθέτησης ειδικά θωρακισμένων καλυμμάτων φρεατίων και κλειδαριών ασφαλείας κατά της παραβίασης.

Υπάρχουν διαθέσιμοι τέσσερις βασικοί τύποι Φρεατίων:

- Θυρίδες χειρός από σκυρόδεμα
- Θυρίδες χειρός από HDPE
- Πολυεστερικές θυρίδες χειρός
- Πολυκαρβονικές θυρίδες χειρός

Υπάρχουν διάφορα μεγέθη και σχήματα για όλους τους τύπους και οι περισσότεροι τύποι από πλαστικό διατίθενται σε σταθερά μεγέθη και αρθρωτή επέκταση. Παρακάτω φαίνονται ενδεικτικά διάφορες μορφές φρεατίων

(α): Από Σκυρόδεμα

(β): HDPE

(γ) : Πολυκαρβονικά

Σχ.9.: Τυπικό δείγμα Φρεατίων

Η επιλογή του τύπου του φρεατίου βασίζεται στα ακόλουθα κριτήρια:

- Που θα εγκατασταθεί; (κυρίως λόγοι ασφαλείας)
- Ποιο είναι το μέγιστο φορτίο που πρέπει να αντέχει;
- Πόσος χώρος απαιτείται;
- Ποιοι είναι οι τοπικοί κανονισμοί;
- Θα τοποθετηθεί υπογείως ή στην επιφάνεια του εδάφους;

Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει κίνδυνος καταστροφής ορισμένες φορές είναι προτιμότερο να τοποθετηθεί το φρεάτιο πλήρως υπογείως. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί φρεάτιο με κάλυμμα με μηχανισμός ασφαλείας. Υπάρχουν διαθέσιμοι αρκετοί τύποι για όλους τους τύπους θυρίδων χειρός.

Τα φρεάτια μπορεί να λειτουργούν ως ευθείς για τη μεταξύ τους σύνδεση διαδοχικών τμημάτων καλωδίου και ίνας, ή να λειτουργούν ως διακλαδωτικοί σύνδεσμοι προς μικρότερους ακραίους κλάδους. Στα φρεάτια θα τοποθετούνται οι σύνδεσμοι Κ.Ο.Ι. Τα κύρια ζητήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στα φρεάτια κατά τον σχεδιασμό είναι η αντίσταση στο μακροχρόνιο πλημμύρισμα και η πρόβλεψη για μελλοντική πρόσβαση για πρόσθεση ή αναδιαμόρφωση των κυκλωμάτων οπτικών ινών των τελικών χρηστών. Τυπικά, η τοποθέτηση φρεατίων μπορεί να πραγματοποιείται ανά 500m για μεσαίας πυκνότητας περιοχές και ανά 250m σε υψηλής πυκνότητας περιοχές.

Ενδεικτικά χαρακτηριστικά παρατίθενται στη συνέχεια:

1.2.1 Φρεάτιο Φ1 μεγάλο

Χαρακτηριστικά του φρεατίου Φ1 θα είναι:

- Μέσο μήκος φρεατίου (εσωτερικά): 900mm
- Μέσο πλάτος φρεατίου (εσωτερικά) 700mm
- Μέσο βάθος φρεατίου 650mm με απόσταση μεγαλύτερη των 200mm μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους και των αγωγών)
- Προβλεπόμενη μέση απόσταση μεταξύ των φρεατίων: 250-300 m
- Περιμετρική κάλυψη με σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 150mm με οπλισμό 2#T377

1.2.2 Φρεάτιο Φ2 μεσαίο

Χαρακτηριστικά του φρεατίου Φ2 θα είναι:

- Μέσο μήκος φρεατίου (εσωτερικά): 600mm
- Μέσο πλάτος φρεατίου (εσωτερικά) 600mm
- Μέσο βάθος φρεατίου 650mm με απόσταση μεγαλύτερη των 200mm μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους και των αγωγών)
- Προβλεπόμενη μέση απόσταση μεταξύ των φρεατίων: 250-300 m
- Περιμετρική κάλυψη με σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 150mm με οπλισμό 2#T377

1.2.3 Φρεάτιο Φ3 μικρό

Χαρακτηριστικά του φρεατίου Φ3 θα είναι:

- Μέσο μήκος φρεατίου (εσωτερικά): 300mm
- Μέσο πλάτος φρεατίου (εσωτερικά) 300mm
- Μέσο βάθος φρεατίου 450mm με απόσταση μεγαλύτερη των 200mm μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους και των αγωγών)
- Περιμετρική κάλυψη με σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 150mm με οπλισμό 2#T377

1.2.4 Καλύμματα

Τα καλύμματα των φρεατίων πρέπει να υπερκαλύπτουν τις προδιαγραφές D 400 για αντοχή πάνω από 40 τόνους και πρέπει να έχουν τις αναγκαίες βεβαιώσεις του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης. Σε κάθε περίπτωση, τα φρεάτια θα πρέπει να μπορούν να φιλοξενήσουν τις απαραίτητες διατάξεις συγκόλλησης ινών, διακλάδωσης μικρο-σωληνώσεων, σύνδεσης και σφράγισης υπο-σωλήνων κλπ. Επίσης θα πρέπει να μπορούν να φιλοξενήσουν πλεονασματικό καλώδιο χωρίς να παραβιάζονται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή για την ελάχιστη ακτίνα κάμψης κλπ. Τέλος θα πρέπει να αναγράφεται συγκεκριμένα το λογότυπο που αφορά το

δίκτυο.

Το φορτίο που πρέπει να αντέχει η θυρίδα χειρός ταξινομείται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο: EN 124. Στο πρότυπο αυτό περιγράφονται επίσης όλες οι απαιτούμενες δοκιμές.

ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
A 15 15 kN φορτίο δοκιμής	Περιοχές κυκλοφορίας που χρησιμοποιούνται μόνο από πεζούς και ποδήλατα και παρόμοιες περιοχές (π.χ. χώροι πάρκων) - μπορούν να διασχιστούν από αυτοκίνητα σε περιορισμένη έκταση
B 125 125 kN φορτίο δοκιμής	Πεζοδρόμια, χώροι πεζών, χώροι στάθμευσης - μπορούν να διασχιστούν από αυτοκίνητα σε περιορισμένη έκταση
D 400 400 kN φορτίο δοκιμής	Όλοι οι οδοί κυκλοφορίας (εκτός από διαδρόμους προσγείωσης)

Στοιχεία Πρωτύπου EN 124

1.3 Τάφροι (trenches)

Ο ακριβής καθορισμός του τύπου της τάφρου θα πρέπει να προκύψει μετά από λεπτομερή έρευνα της τοπογραφίας αρχικά και των υπογείων εμποδίων με τις κατάλληλες ή προσφορότερες μεθόδους σε συνεργασία με τους δήμους και τους οργανισμούς (ΟΤΕ, ΔΕΗ, Υδρευση κλπ) ώστε να εξασφαλισθούν παράλληλα η αποφυγή κατασκευής νέων εγκαταστάσεων άνωθεν υφισταμένων υπογείων εγκαταστάσεων που βρίσκονται σε μεγαλύτερο βάθος (γεγονός που προκαλεί προβλήματα στην προσπέλαση των υφισταμένων εγκαταστάσεων για εκτέλεση εργασιών συντήρησης ή επέκτασης αλλά και εκθέτει τις νέες τάφρους σε κινδύνους από την εκτέλεση των ανωτέρω εργασιών που οπωσδήποτε κάποτε θα απαιτηθούν) και οι ελάχιστες οριζόντιες αποστάσεις για λειτουργικούς λόγους και για αποφυγή βλαβών από επεμβάσεις σε παρακείμενα δίκτυα.

1.3.1 Μέθοδοι κατασκευής Τάφρου

1.3.1.1 Μέθοδος mini-Trencher (Μικροτάφρου)

Η μικροτάφρος είναι τομή ανοικτού τύπου στην άκρη του δρόμου (ασφαλτικό οδόστρωμα) ή σε πεζοδρόμια, διατομής βάθους μέχρι 400 mm και πλάτους ≤150 mm σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία και με τις συστάσεις ITU-T L.48 και L.35 (CCITT outside plant technologies for public networks). Η τομή κατασκευάζεται με την χρήση μηχανημάτων τύπου trencher. Το, συγκεκριμένου τύπου, μηχάνημα διάνοιξης μικροτάφρου κινείται σε συνήθους τύπου ελαστικά και με ειδικό τροχό διάνοιξης (ο οποίος περιέχει τα κατάλληλα κοπτικά εξαρτήματα), κατασκευάζει χάνδακα τυποποιημένων διαστάσεων, σε μια ευθεία γραμμή στον ελάχιστο δυνατό

χρόνο.

Σχ.10.: Τυπικό μηχάνημα για κατασκευή μικροτάφρου (mini Trencher)

Μετά τη διάνοιξη και τον καθαρισμό της τάφρου θα πρέπει να τοποθετηθούν οι κατάλληλες σωληνώσεις με τη σειρά που εμφανίζονται στο σχεδιασμό, εξασφαλίζοντας τη συγκεκριμένη χωροθέτηση τους καθ' όλο το μήκος της. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην αποφυγή μετακινήσεων και παραμορφώσεων των σωληνώσεων ώστε να διατηρείται πάντοτε η καθ' ύψος και πλάτος χωροθέτησης των (δηλαδή η τήρηση και σταθερότητα της προβλεπόμενης διατομής της Μικροτάφρου) καθ' όλο το μήκος της τάφρου. Δυνατή προς το σκοπό αυτό είναι η χρήση, ανά μικρές αποστάσεις (το πολύ 2 μ.) πλαστικών πλαισίων σταθεροποίησης των σωλήνων στην προβλεπόμενη θέση.

Η τοποθέτηση των σωλήνων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Ταυτόχρονου ενταφιασμού των σωλήνων κατά την φάση της διάνοιξης του χάνδακα (απαιτείται ειδικός μηχανισμός)
- Μη – ταυτόχρονου ενταφιασμού των σωλήνων. Στην περίπτωση αυτή γίνεται η διάνοιξη του χάνδακα για Χ μέτρα και κατόπιν ενταφιάζονται οι σωλήνες.

Σχ.11.: Τυπική εγκατάσταση σωλήνα για τάφρο τύπου mini Trencher

Σε κάθε περίπτωση κατά την διάρκεια της κατασκευής θα πρέπει να τοποθετούνται τα απαραίτητα διαχωριστικά στον δρόμο καθώς και οι κατάλληλες σημάνσεις με σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων. Ή κατασκευή των υποδομών θα γίνεται σε μικρά επί μέρους τμήματα, μήκους το πολύ 500μ. Θα γίνεται αποκατάσταση της τομής την ίδια ημέρα και θα παραδίδεται στην κυκλοφορία μετά την πλήρη αποκατάσταση των υλικών στην ονομαστική τους αντοχή, ώστε να κρατηθεί η όχληση σε χαμηλά επίπεδα

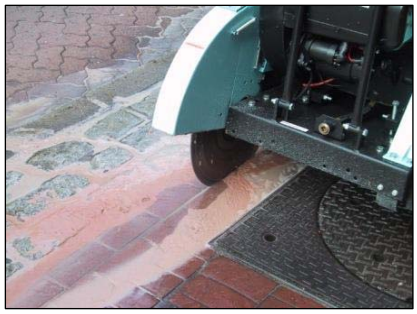
Μετά την τοποθέτηση των σωλήνων γίνεται η πλήρωση του χαντακιού ως εξής σύμφωνα με τη οδηγία ITU-T η οποία αναφέρει:

- Η πρώτη στρώση θα είναι από σκυρόδεμα των 200Kg/m3
- Στην συνέχεια θα τοποθετηθεί ταινία σήμανσης η ενδεικτικό πλέγμα κατασκευασμένο σύμφωνα με το EN 12613
- Η τελευταία στρώση θα περιλαμβάνει την αποκατάσταση του ασφαλτικού της επιφανείας στην αρχική της μορφή.

Επισημαίνεται ότι η ανάγκη μηχανικής προστασίας από τους κινδύνους λόγω εκτελέσεως χωματουργικών εργασιών σε παρακείμενες θέσεις ή δίκτυα ενδεχομένως επιβάλλει να εξασφαλισθεί αυξημένη (ως προς τις προβλέψεις της ανωτέρω οδηγίας) μηχανική προστασία των σωλήνων με κατασκευή υποστρώματος και πλευρικών επικαλύψεων από σκυρόδεμα. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις είναι δυνατό να «προταχθεί» η εξασφάλιση μελλοντικώς δυνατότητας επέμβασης στην υποδομή (σωλήνωση) π.χ. για «παρεμβολή» νέου φρεατίου σε θέση που αρχικά δεν προβλεπόταν ή δεν κρίθηκε σκόπιμη η κατασκευή του. Στις τελευταίες αυτές περιπτώσεις είναι δυνατή η χρήση «ισχνού» σκυροδέματος εγκιβωτισμού των σωλήνων σε τμήματα της διαδρομής.
Στις περιπτώσεις όπου η τελική επιφάνεια παρουσιάζει ιδιαιτερότητες (κυβόλιθοι, πλάκες πεζοδρομίου, κ.λ.π.) τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της τάφρου θα προσαρμόζονται ανάλογα για την ορθή και έντεχνη αποκατάσταση της τελικής επιφάνειας.

1.3.1.2 Μέθοδος Micro Trencher

Το σύστημα κάθετης ένθετης οπτικής καλωδίωσης (micro trencher) αλλάζει τον τρόπο που τοποθετούνται τα καλώδια οπτικών ινών. Συνδυάζοντας την ευκολία στη χρήση και την ταχύτητα της τοποθέτησης, όπως επίσης και τα θετικά πλεονεκτήματα για τις πόλεις και τους εγκαταστάτες, η μεθοδολογία του συγκεκριμένου συστήματος είναι μια ελκυστική λύση για την οπτική καλωδίωση last mile. Εκτός από το χαμηλό αντίκτυπο στους πεζούς, την κυκλοφορία, και τις εμπορικές ζώνες, το άλλο πλεονέκτημα για τις πόλεις αφορά τον αντίκτυπο στην υποδομή αυτών.
Η μέθοδος δεν χρησιμοποιεί αυλάκωμα μέσω των οδοστρωμάτων και των πεζοδρομίων και δεν επηρεάζει το οδόστρωμα. Το σύστημα ένθετης οπτικής καλωδίωσης απαιτεί μόνο μια λεπτή περικοπή με «τροχό» (αρμοκοπή με δίσκο). Οι τομές στις σκληρές επιφάνειες, όπως η άσφαλτος ή το σκυρόδεμα, εφαρμόζονται με ένα απλό κόφτη πλακών και είναι 1,5 cm φάρδος και 10 ή 12 cm βάθος. Στις μαλακές επιφάνειες, οι τομές εφαρμόζονται με μια μικρή μηχανή. Ιδανικά, οι τομές στο σκυρόδεμα ακολουθούν τις υπάρχουσες γραμμές ρευστοκονιάματος για αισθητικούς λόγους. Μόλις τοποθετηθεί ο αγωγός, η τομή αποκαθίσταται αμέσως καλυπτόμενη με τα κατάλληλα υλικά αποκατάστασης, ενώ στα πεζοδρόμια εμποτίζεται για να αποκαταστήσει την εμφάνιση της αρχικής υποδομής. Οι εγκαταστάσεις του συγκεκριμένου συστήματος στα οδοστρώματα είναι διακριτικές, ενώ οι ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις στα πεζοδρόμια και στις λεωφόρους είναι ουσιαστικά αόρατες.



Σχ.12.: Τυπικό μηχάνημα για τάφρο τύπου micro Trencher

Το σύστημα κάθετης ένθετης οπτικής καλωδίωσης σχεδιάζεται έτσι ώστε τα καλώδια οπτικών ινών να προστατεύονται μέσα στον τραχύ κάθετο αγωγό, ο οποίος είναι ανθεκτικός στις συντριβές και ικανός να αντισταθεί στις άστατες καιρικές συνθήκες και στη θερμοκρασία. Ο αγωγός είναι " zippered" κλειστός πάνω από το καλώδιο και έπειτα τοποθετημένος σε μια λεπτή τομή στην υποδομή.

Σχ.13.: Τυπική εγκατάσταση σωλήνα για τάφρο τύπου micro Trencher

1.3.2 Τύποι Ταφρών

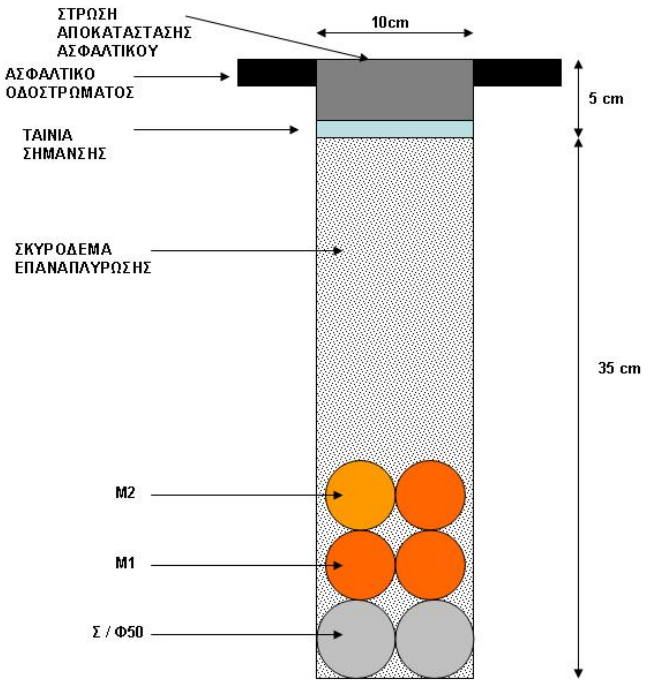
Επισημαίνεται ότι η κατασκευή και η διατομή των τάφρων εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του δικτύου και στη συνέχεια από τη μελέτη. Οι κατωτέρω τύποι αναφέρονται ενδεικτικά.

1.3.2.1 Τάφρος (Χ1)

Η τάφρος Χ1 αποτελεί το μέρος του κεντρικού δικτύου υποδομής. Είναι ανοικτού τύπου στην άκρη του δρόμου (ασφαλτικό οδόστρωμα) διατομής βάθους 400 mm και πλάτους ≤150 mm σύμφωνα τις προδιαγραφές ITU-T L.48 και L.35 (CCITT outside plant technologies for public networks).

Μετά τη διάνοιξη και τον καθαρισμό της τάφρου θα τοποθετηθούν 6 σωλήνες οι οποίοι θα είναι δυο κενοί Φ50 για εφεδρεία, 3 μικρο σωλήνες τύπου Μ1/7 και 1 μικροσωλήνα τύπου Μ2/24 εξασφαλίζοντας τη συγκεκριμένη χωροθέτηση τους

καθ' όλο το μήκος της τάφρου. Στο σχήμα 4 φαίνεται η τυπική μορφή σε τομή. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην αποφυγή μετακινήσεων και παραμορφώσεων των σωληνώσεων ώστε να διατηρείται πάντοτε η καθ' ύψος και πλάτος χωροθέτησης των καθ' όλο το μήκος του.



Σχ.14.: Τυπική τομή Τάφρου Χ1

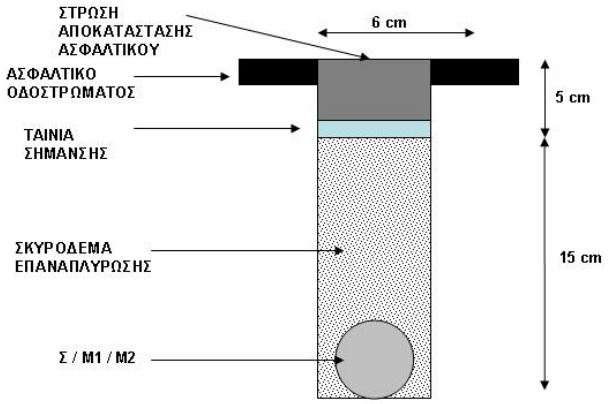
Μετά την τοποθέτηση των σωλήνων γίνεται η πλήρωση του χαντακιού ως εξής:

- Η πρώτη στρώση θα είναι από σκυρόδεμα των 200Kg/m3 σε ύψος περίπου 350 mm.
- Στην συνέχεια θα τοποθετηθεί ταινία σήμανσης ή ενδεικτικό πλέγμα κατασκευασμένο σύμφωνα με το EN 12613.
- Η τελευταία στρώση θα περιλαμβάνει την αποκατάσταση του ασφαλτικού της επιφανείας στην αρχική της μορφή σε ύψος τουλάχιστο 50mm.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις όπου απαιτείται παράλληλη εκσκαφή, αλλά και σε περίπτωση εκσκαφής κάθετης στην πορεία της τάφρου σε μεγαλύτερο βάθος που θα προκαλέσει κρέμασμα των σωλήνωννα μπορεί να προβλεφθεί πλήρης εγκιβωτισμός των σωλήνων με υπόστρωμα σκυροδέματος κάτω από τους σωλήνες, αλλά και πλευρικός εγκιβωτισμός. Σκυρόδεμα αρκετά υδαρό και με λεπτόκοκκα υλικά θα ήταν ενδεδειγμένο για τον πλήρη εγκιβωτισμό της διατομής. Ακόμη η χρήση πλαισίων στήριξης των σωλήνων ανά 2 μ. περίπου, θα εξασφάλιζε την χωροθέτηση των σωλήνων σε κάθε διατομή και τον πλήρη εγκιβωτισμό τους.

1.3.2.2 Τάφρος (Χ2)

Η τάφρος Χ2 θα χρησιμοποιηθεί για την εξυπηρέτηση χρηστών. Κατασκευάζεται σε δρόμους, πεζοδρόμια, ρείθρα, προαύλιους χώρους, διατομής βάθους τουλάχιστον 200 mm και πλάτους 50 mm σύμφωνα με τις προδιαγραφές ITU-T L.48, ITU-T L.49 και L.35 (CCITT outside plant technologies for public networks). Θα γίνει ή χρήση των αντιστοίχων κοπτικών εργαλείων που περιγράφονται στις ανωτέρω προδιαγραφές ITU-T.



Σχ.15.: Τυπική τομή Τάφρου Χ2

Στην πιο πάνω εικόνα εμφανίζεται μία τυπική τομή του μικροχάνδακα Χ2. Μετά τη διάνοιξη και τον καθαρισμό του θα πρέπει να τοποθετηθεί η κατάλληλη σωλήνωση. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην αποφυγή μετακινήσεων και παραμορφώσεων της σωλήνωσης ώστε να διατηρείται πάντοτε η καθ' ύψος και πλάτος χωροθέτηση της καθ' όλο το μήκος του.
Κατόπιν της τοποθέτησης της σωλήνωσης, θα γίνει η τμηματική πλήρωση του ως εξής:

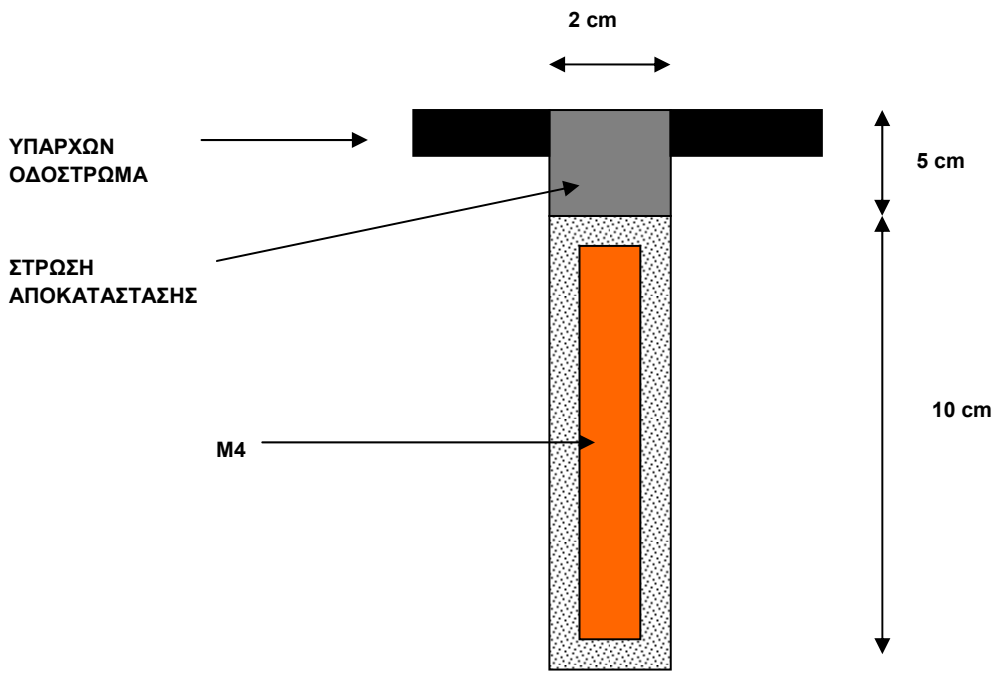
- Η πρώτη στρώση θα είναι από σκυρόδεμα των 200Kg/m3 σε ύψος περίπου 150 mm.
- Στην συνέχεια θα τοποθετηθεί ταινία σήμανσης ή ενδεικτικό πλέγμα κατασκευασμένο σύμφωνα με το EN 12613.
- Η τελευταία στρώση θα περιλαμβάνει την αποκατάσταση της επιφανείας στην αρχική της μορφή, λαμβάνοντας ιδιαίτερη μέριμνα για την αποφυγή ασυνεχειών της επιφάνειας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις όπου απαιτείται παράλληλη εκσκαφή, αλλά και σε περίπτωση εκσκαφής κάθετης στην πορεία της τάφρου σε μεγαλύτερο βάθος που θα προκαλέσει κρέμασμα των σωλήνωννα μπορεί να προβλεφθεί πλήρης εγκιβωτισμός των σωλήνων με υπόστρωμα σκυροδέματος κάτω από τους

σωλήνες, αλλά και πλευρικός εγκιβωτισμός. Σκυρόδεμα αρκετά υδαρό και με λεπτόκοκκα υλικά θα ήταν ενδεδειγμένο για τον πλήρη εγκιβωτισμό της διατομής. Ακόμη η χρήση πλαισίων στήριξης των σωλήνων ανά 2 μ. περίπου, θα εξασφάλιζε την χωροθέτηση των σωλήνων σε κάθε διατομή και τον πλήρη εγκιβωτισμό τους.

1.3.2.3 Τάφρος (Χ3)

Η τάφρος Χ3 ή μικροτάφρος θα χρησιμοποιηθεί για την εξυπηρέτηση χρηστών. Κατασκευάζεται σε δρόμους, πεζοδρόμια, ρείθρα, προαύλιους χώρους, διατομής βάθους τουλάχιστον 150 mm και πλάτους 15-20 mm. Οι προδιαγραφές βάση προτύπου είναι υπό εξέλιξη. Θα γίνει ή χρήση των αντιστοίχων κοπτικών εργαλείων που περιγράφονται στις ανωτέρω προδιαγραφές ITU-T.



Σχ.16.: Τυπική τομή τάφρου Χ3

Στην πιο πάνω εικόνα εμφανίζεται μία τυπική τομή της τάφρου Χ3. Μετά τη διάνοιξη και τον καθαρισμό του χάνδακα θα πρέπει να τοποθετηθεί η κατάλληλη σωλήνωση.
Κατόπιν της τοποθέτησης της σωλήνωσης, θα γίνει η πλήρωση του η οποία περιλαμβάνει την αποκατάσταση της επιφανείας στην αρχική της μορφή, λαμβάνοντας ιδιαίτερη μέριμνα για την αποφυγή ασυνεχειών της επιφάνειας.

1.4 Δίκτυο Οπτικών Ινών

1.4.1 Βασικοί Τύποι Οπτικών ινων

Ο Τύπος του Υφισταμένου Δικτύου Ινών αποτελείται από μονότροπες ίνες και αυτό μας συνδέει πίσω στον Κόμβο Πρόσβασης (ή POP [Point Of Presence - Σημείο Παρουσίας]) στον εξοπλισμό εξυπηρέτησης. Θα απαιτηθεί μια ζεύξη σύνδεσης ίνας

στην περιοχή του δικτύου FTTH από ένα στρατηγικό σημείο στο δίκτυο (σημείο συγκέντρωσης ίνας).

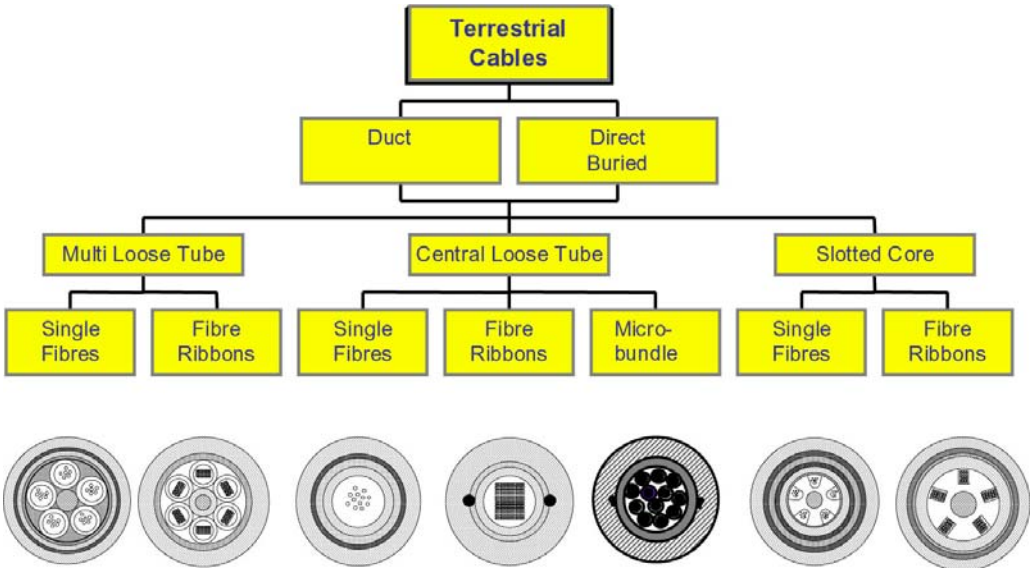
Μονότροπη ίνα
Η μονότροπη ίνα προσφέρει τη μικρότερη οπτική απώλεια (καλύτερη απόσταση) και τη μεγαλύτερη ικανότητα ρυθμού μετάδοσης δεδομένων. Εφόσον είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ίνα, ειδικά στα πιο παλιά δίκτυα, είναι πιθανό να είναι η ίδια και συνεπώς συμβατή με την υφιστάμενη βάση ίνας. Συνεπώς οποιαδήποτε σύνδεση σε ένα νέο δίκτυο FTTH θα είναι διάφανη (χωρίς πρόσθετο ενεργό εξοπλισμό) και ομοιόμορφη (κοινές πρακτικές, εργαλεία και συντήρηση). Προσφέρει επίσης τη μεγαλύτερη προοπτική περαιτέρω αναβάθμισης, με τη χρήση ενεργού εξοπλισμού υψηλότερου επιπέδου που θα εκμεταλλεύεται την τεράστια ικανότητα του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων.
Η επιλογή μονότροπης ίνας είναι χαμηλότερου κόστους αλλά επιβαρύνεται με μεγαλύτερο κόστος εξοπλισμού συγκριτικά με τα συστήματα πολύτροπων ινών. Για το μέλλον, οι μεγάλης κλίμακας αναπτύξεις δικτύων FTTH ενδέχεται να μειώσει τα κόστη εξοπλισμού μονότροπου τύπου λόγω αυξημένου όγκου.

Πολύτροπη ίνα
Η πολύτροπη ίνα είναι μια γενικά αποδεκτή λύση για εσωτερικά δίκτυα κτιρίων και πανεπιστημιακά δίκτυα δεδομένων. Έχει μικρότερα κόστη εξοπλισμού και σύνδεσης αλλά μεγαλύτερα κόστη ίνας συγκριτικά με τη μονότροπη ίνα. Παρέχει μικρότερη ικανότητα ρυθμού μετάδοσης δεδομένων συγκριτικά με τη μονότροπη ίνα, παρόλο που νεώτεροι τύποι ίνας προσφέρουν μεγαλύτερη ικανότητα ρυθμού μετάδοσης δεδομένων για δίκτυα μικρών αποστάσεων. Μια παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη για τη χρήση πολύτροπης ίνας είναι η σύνδεση στην υφιστάμενη βάση ίνας, η οποία είναι μονότροπη ίνα. Αυτό θα απαιτήσει κάποιον τύπο ενδιάμεσου ενεργού εξοπλισμού. Οι πολύτροπες ίνες μπορούν να εγκατασταθούν επιτυχώς σε κτίρια διαμερισμάτων ή πολυκατοικίες με τη χρήση ενός τοπικού ενεργού κόμβου (στο υπόγειο).

1.4.2 Τύποι καλωδίων Σωλήνων

1.4.2.1 Τύποι καλωδίων για υποδομή με Σωλήνες

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία καλωδίων για χρήση σε δίκτυο σωλήνων. Εάν προβλέπεται εναλλακτικώς ή σε θέσεις όπου παρουσιάζονται δυσκολίες να έλκονται με τη χρήση βαρούλκου, θα πρέπει να είναι ανθεκτικότερα από τις εκδόσεις εμφύσησης, καθώς η εφαρμοζόμενη δύναμη εφελκυσμού μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη. Τα καλώδια εμφύσησης πρέπει να είναι σχετικά ελαφρά και άκαμπτα προς υποβοήθηση της διαδικασίας εμφύσησης. Η ύπαρξη του σωλήνα προσφέρει μεγάλο βαθμό προστασίας σύνθλιψης, με εξαίρεση τα σημεία εισόδου του καλωδίου στα φρεάτια. Τα καλώδια για τοποθέτηση εντός σωλήνα συνήθως είναι με περίβλημα μη μεταλλικό (για να μην υπάρχει ανάγκη γείωσης, για αντικεραυνική προστασία και/ή για περιβαλλοντικούς λόγους). Ωστόσο, μπορεί να περιέχουν μεταλλικά στοιχεία για μεγαλύτερη αντοχή (π.χ. κεντρικά χαλύβδινα στελέχη αντοχής), για απομακρυσμένη ανίχνευση από το έδαφος (π.χ. στοιχεία χαλκού) ή για αυξημένη προστασία από υγρασία (διαμήκης μανδύας αλουμινίου). Το περιβάλλον των σωλήνων γενικά είναι φιλικό αλλά τα καλώδια σχεδιάζονται να αντέχουν σε ενδεχόμενο μακροχρόνιο πλημμύρισμα με νερό και σποραδικό πάγωμα



Σχ.17.: Κατηγορίες καλωδίων για χρήση σε σωλήνες

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία σχεδίων καλωδίου, όλα όμως βασίζονται σε μικρό αριθμό στοιχείων. Το πρώτο και πιο συνηθισμένο 'δομικό στοιχείο' είναι ο θάλαμος ελεύθερης τοποθέτησης (σωληνίσκος χαλαρής δομής), που αποτελείται από ένα πλαστικό θάλαμο που περιέχει τον απαιτούμενο αριθμό ινών (4 ή 12) μαζί με ένα συστατικό πλήρωσης του θαλάμου (επίστρωση) που προστατεύει τις ίνες και τις βοηθά να κινούνται εντός του θαλάμου καθώς το καλώδιο διαστέλλεται και συστέλλεται λόγω των περιβαλλοντικών και μηχανικών συνθηκών. Άλλα δομικά στοιχεία είναι πολλές ίνες σε μορφή ταινίας ή εντός λεπτού εύκολα απογυμνούμενου θαλάμου επικάλυψης. Οι ίνες μπορεί επίσης να είναι συγκεντρωμένες σε στενές σχισμές χαραγμένες σε ένα κεντρικό στοιχείο καλωδίου.

Τυπικά, οι θάλαμοι (που περιέχουν ξεχωριστές ίνες ή πολλαπλές ταινίες) διατάσσονται σε διάταξη SZ γύρω από ένα κεντρικό στοιχείο καλωδίου που αποτελείται από ένα ενισχυτικό στέλεχος με πλαστικό περίβλημα κεντρικό στοιχείο μηχανικής ενίσχυσης). Μπορεί επίσης να περιλαμβάνονται και υλικά αντίστασης στην απορρόφηση νερού όπως αδιάβροχες ταινίες και νήματα ή Jelly για την αποτροπή διείσδυσης υγρασίας στο καλώδιο είτε περιφερειακά είτε κατά μήκος, με εξωτερικό περίβλημα πολυαιθυλενίου (ή εναλλακτικών υλικών) για προστασία από το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι ίνες, οι ταινίες ή οι δέσμες μπορεί επίσης να εσωκλείονται εντός ενός μεγάλου κεντρικού θαλάμου. Αυτό στη συνέχεια περιβάλλεται από εξωτερικό περίβλημα μαζί με ενισχυτικά στοιχεία.

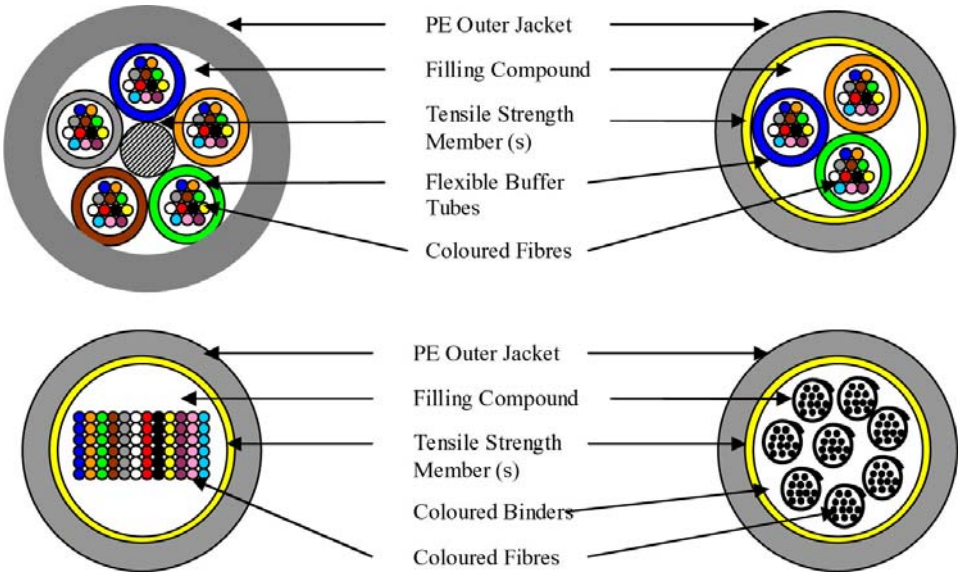
1.4.2.2 Τύποι καλωδίων για υποδομή se Μικροσωλήνες

Τα καλώδια μικροσωλήνων μπορεί να είναι καλώδια μικροσωλήνων (π.χ. διαμέτρου 6mm 72 ινών για χρήση σε μικροσωλήνα 10/8) ή πολύ μικρά καλώδια μονάδων οπτικών ινών εμφύσησης που περιέχουν έως 12 ίνες εντός 1 έως 3mm (π.χ. 4 ίνες x 1mm διάμετρος για χρήση σε σωλήνες 5/3.5mm). Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους σωλήνες είναι μικρά ελαφριά που τυπικά απαιτούν το σωλήνα για προστασία. Με άλλα λόγια, ο σωλήνας και το καλώδιο

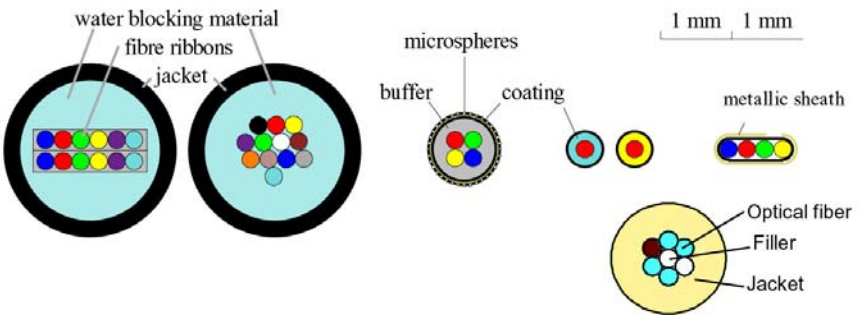
συμπεριφέρονται μαζί ως σύστημα. Τα καλώδια εγκαθίστανται με εμφύσηση. Και οι δύο τύποι καλωδίου φέρουν ειδικά εξωτερικά περιβλήματα για να υποβοηθήσουν την εμφύσηση.

Το μέγεθος του μικροσωλήνα επιλέγεται για να ταιριάζει με το καλώδιο και τον απαιτούμενο αριθμό ινών. Παρακάτω αναγράφονται τυπικοί συνδυασμοί μεγέθους καλωδίου και μεγέθους σωλήνα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα μεγέθη και συνδυασμοί.

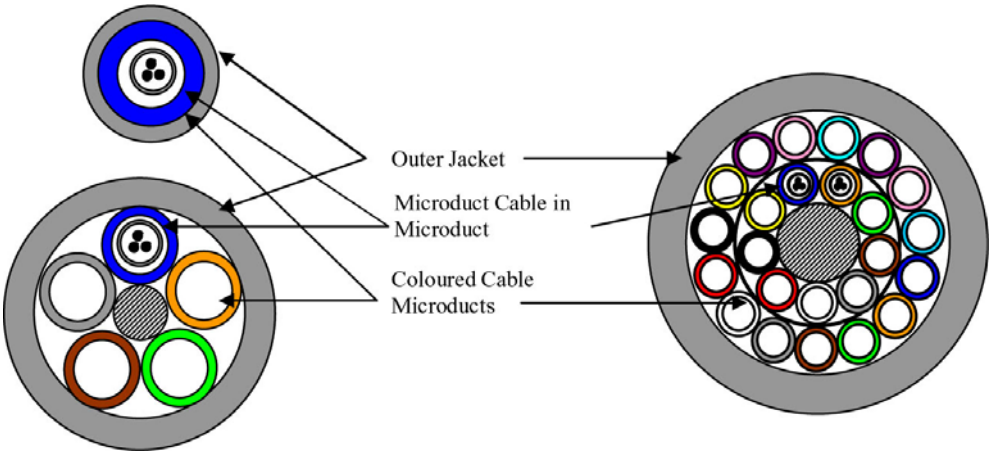
Εξωτερική διάμετρος μικροσωλήνα (mm)	**Εσωτερική διάμετρος μικροσωλήνα (mm)**	**Τυπικός αριθμός οπτικών ινών**	**Τυπική διάμετρος καλωδίου (mm)**
12mm	10mm	72-96	7-8mm
10mm	8mm	48-72	6-6.5mm
7mm	5.5mm	6-12	2.5mm
5mm	3.5mm	2-1-12	1-1.6mm
4 mm	3 mm	2-6	1,8-2 mm



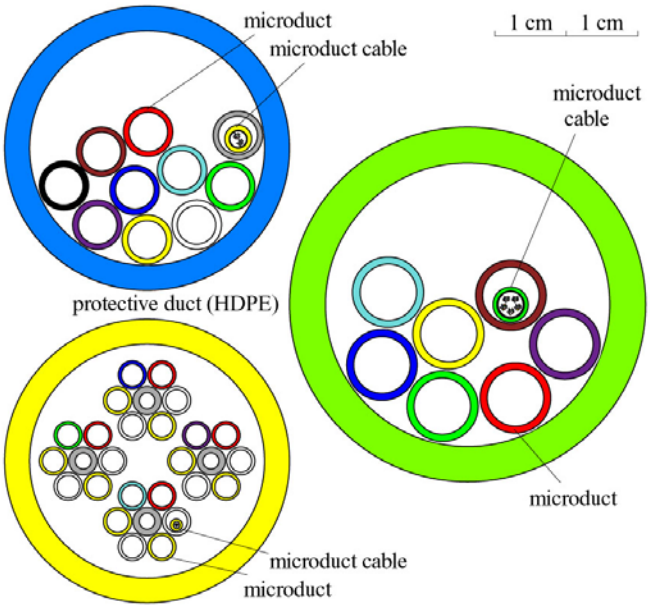
Σχ.18.: Καλώδια μικροσωλήνων οπτικών ινών



Σχ.19.: Μονάδες οπτικής ίνας



Σχ.20.: Μικροσωλήνας προστατευόμενου καλωδίου με ενσωματωμένο σφιχτό εξωτερικό σωλήνα



Σχ.21.:Προστατευόμενοι μικροσωλήνες, ελεύθερης τοποθέτησης

Η απόσταση εμφύσησης που επιτυγχάνεται εξαρτάται από το μικροσωλήνα, το καλώδιο και τον εξοπλισμό εγκατάστασης που χρησιμοποιείται καθώς και από τη

δυσκολία της διαδρομής (ειδικά η ύπαρξη γωνιών και κατακόρυφων αποκλίσεων στη διαδρομή). Καθώς η οπτική ίνα καταλήγει στον τελευταίο κλάδο προς το σπίτι, μπορεί να είναι εφικτή η χρησιμοποίηση ακόμη μικρότερων σωλήνων (π.χ. εξωτερικής διαμέτρου 4mm / εσωτερικής διαμέτρου 2.5mm ή εξωτερικής διαμέτρου 3mm / εσωτερικής διαμέτρου 2.1mm), καθώς η απόσταση εμφύσησης μπορεί να είναι σχετικά μικρή.

1.4.3 Μέθοδοι Εγκατάστασης Καλωδίων Σωλήνων

1.4.3.1 Εγκατάσταση καλωδίου με Έλξη

Οι παρακάτω πληροφορίες αποτελούν ένα περίγραμμα των απαιτούμενων παραμέτρων εγκατάστασης και εξοπλισμού. Πρέπει επίσης να γίνει αναφορά στην προδιαγραφή IEC (International Electrotechnical Commission) 60794-1-1 Παράρτημα C 'Guide to the installation of optical fibre cables' (Οδηγός εγκατάστασης καλωδίων οπτικών ινών).

Για να τραβηχτούν καλώδια εντός σωλήνα, πρέπει είτε να υπάρχει προ-εγκατεστημένος οδηγό έλξης ή αυτός πρέπει να εγκατασταθεί πριν από την έλξη του καλωδίου. Το καλώδιο για την έλξη του τηλεπικοινωνιακού καλωδίου και ο σχετικός μηχανισμός πρέπει να διαθέτει στροφέα, που επιτρέπει στο καλώδιο να περιστρέφεται ελεύθερα κατά την εγκατάσταση, καθώς και ασφάλεια έναντι υπέρβασης της προβλεπόμενης δύναμης εφελκυσμού, ονομαστικής αντοχής μικρότερης ή ίσης της αντοχής εφελκυσμού του καλωδίου. Για να υπάρχει δυνατότητα εγκατάστασης μεγάλων μηκών καλωδίου, το καλώδιο οπτικών ινών θα πρέπει να έχει επαρκή ονομαστική αντοχή για το πρόσθετο απαιτούμενο φορτίο έλξης ή να υπάρχουν ενδιάμεσα σημεία πρόσβασης στο καλώδιο κατά την εγκατάσταση, από όπου θα πραγματοποιείται βοηθητική έλξη ή θα υπάρχουν ενδιάμεσες βοηθητικές διατάξεις έλξης (καστάνιες ή προωθητές καλωδίων).

Κατά την εγκατάσταση των καλωδίων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μηχανικές και περιβαλλοντικές τους αντοχές σύμφωνα με τα φύλλα τεχνικών χαρακτηριστικών του προμηθευτή. Αυτές δεν πρέπει να υπερβαίνονται. Το φορτίο εφελκυσμού αντιπροσωπεύει τη μέγιστη δύναμη εφελκυσμού που επιτρέπεται να εφαρμοστεί σε ένα καλώδιο κατά τη διαδικασία εγκατάστασης και εξασφαλίζει ότι οι όποιες καταπονήσεις μεταδίδονται στις ίνες βρίσκονται εντός των ορίων ασφαλείας. Η χρήση στροφέα και μηχανικής ασφάλειας προστατεύει το καλώδιο σε περίπτωση υπέρβασης της δύναμης έλξης. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν λιπαντικά καλωδίου για να μειωθεί η τριβή μεταξύ καλωδίου και υποσωλήνα, μειώνοντας έτσι το φορτίο εφελκυσμού με την προϋπόθεση να μην αντιβαίνει η χρήση τους (ανάλογα με το είδος του λιπαντικού) στις προδιαγραφές των καλωδίων και των σωλήνων. Η ελάχιστη διάμετρος κάμψης αντιπροσωπεύει την ελάχιστη περιέλιξη αποθήκευσης καλωδίου εντός ενός θαλάμου καλωδίου. Πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλες διατάξεις τροχαλιών και οδηγών που να εξασφαλίζουν ότι δεν θα υπάρχει υπέρβαση της ελάχιστης δυναμικής ακτίνας κάμψης κατά την εγκατάσταση. Εάν η εξωτερική διάμετρος του καλωδίου υπερβαίνει το 75% της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα, το μήκος έλξης μπορεί να μειωθεί.

1.4.3.2 Εγκατάσταση καλωδίου με Εμφύσηση

Παραδοσιακά, τα καλώδια εγκαθίστανται στους σωλήνες με έλξη. Προσφάτως, ειδικά με την ανάπτυξη ελαφρών μη μεταλλικών τύπων καλωδίου, ένα σημαντικό ποσοστό καλωδίων εγκαθίστανται με εμφύσηση. Αυτή μπορεί να είναι

γρηγορότερη από την έλξη και μπορεί να επιτρέπει την εγκατάσταση μεγαλύτερων συνεχόμενων μηκών. Εάν εγκατασταθούν εφεδρικοί σωλήνες, υπάρχει στη συνέχεια δυνατότητα εγκατάστασης αντίστοιχων καλωδίων όταν αυξηθεί η ζήτηση ('έγκαιρα').
Κατά την εμφύσηση καλωδίων σε ένα σωλήνα, είναι σημαντικό το δίκτυο σωλήνων να είναι αεροστεγές σε όλο του το μήκος. Αυτό πρέπει να θεωρείται δεδομένο για νέα κατασκευή αλλά μπορεί να χρειάζεται έλεγχο σε υφιστάμενες σωληνώσεις, ειδικά εάν είναι παλιάς κατασκευής (π.χ. υφιστάμενο δίκτυο). Πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα και της εξωτερικής διαμέτρου του καλωδίου. Εάν η εξωτερική διάμετρος του καλωδίου υπερβαίνει το 75% της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα, απαιτούνται μεγαλύτερες πιέσεις αέρα από αυτές που αναπτύσσουν οι συμβατικοί συμπιεστές ή θα πρέπει να μειωθεί το μήκος εμφύσησης. Εντούτοις έχουν επιτευχθεί καλά αποτελέσματα και σε μεγαλύτερους βαθμούς πλήρωσης, π.χ. καλώδιο 7.1 mm έχει εμφυσηθεί για πάνω από 1 km σε μικροσωλήνα 10 mm εσωτερικής διαμέτρου 8 mm (βαθμός πλήρωσης 89%). Εάν το καλώδιο είναι πολύ μικρό μπορεί να προκύψουν άλλες δυσκολίες εγκατάστασης, ειδικά εάν το καλώδιο είναι πολύ εύκαμπτο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι δυσκολίες αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν με την προσαρμογή ημι-ανοικτής οδηγού σαΐτας στο άκρο του καλωδίου.

Απαιτείται κεφαλή εμφύσησης καλωδίου τόσο για την εμφύσηση όσο και για την ώθηση του καλωδίου στο σωλήνα. Η ώθηση υπερνικά την τριβή μεταξύ καλωδίου και αγωγού κατά τις πρώτες εκατοντάδες μέτρων και τραβάει το καλώδιο από το τύμπανο. Οι σωλήνες και οι συνδέσεις πρέπει να είναι επαρκώς 'αεροστεγείς' ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη παροχή αέρα σε όλο το σωλήνα. Απαιτείται κατάλληλος αεροσυμπιεστής στο τέρμα του εξοπλισμού καλωδίωσης του τμήματος σωλήνα συνδεδεμένος στην κεφαλή εμφύσησης. Η υδραυλική πίεση στην κεφαλή εμφύσησης που χρησιμοποιείται για να παρέχει έλξη οδήγησης/ώθησης στο καλώδιο πρέπει να είναι αυστηρά ελεγχόμενη για να μην προκληθεί ζημιά στο καλώδιο.

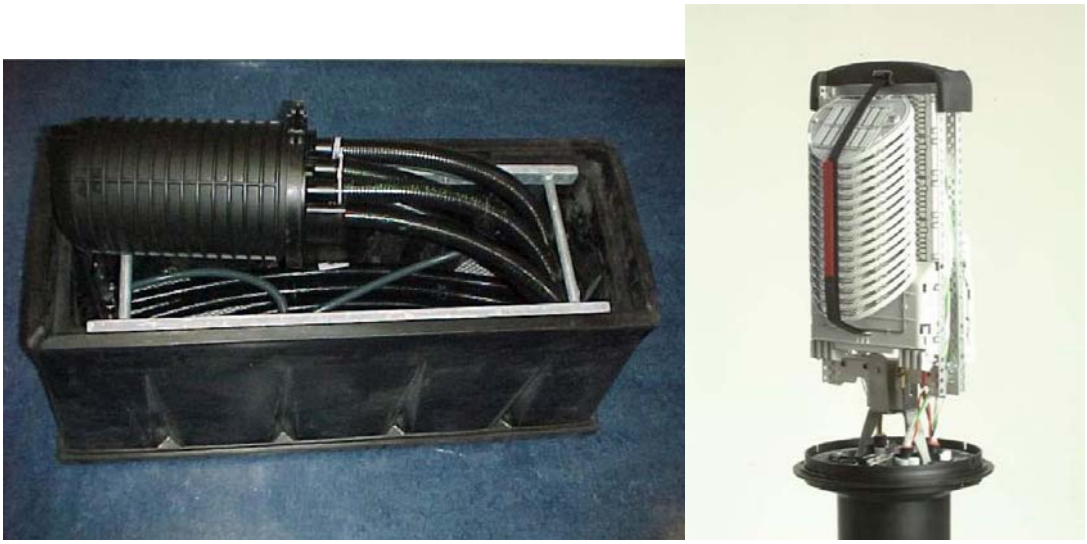
1.4.3.3 Εγκατάσταση καλωδίου με Επίπλευση

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα περισσότερα υπόγεια καλώδια εξωτερικής τοποθέτησης εκτίθενται σε νερό για μεγάλο μέρος της ζωής τους, η επίπλευση είναι μια εναλλακτική μέθοδος της εμφύσησης. Η επίπλευση μπορεί να πραγματοποιηθεί με μηχανήματα που είναι αρχικά σχεδιασμένα για εμφύσηση. Απλά ο αέρας αντικαθίσταται από το νερό. Συγκριτικά με την εμφύσηση, η επίπλευση επιτρέπει την τοποθέτηση τμημάτων καλωδίων σημαντικά μεγαλύτερου μήκους σε σωλήνες χωρίς ενδιάμεσα σημεία πρόσβασης. Η επίπλευση μπορεί να αποδειχθεί πολύ αποτελεσματική για πέρασμα καλωδίου σε πολλές περιπτώσεις. Με την επίπλευση επίσης μειώνεται η απόδοση κατά την τοποθέτηση καλωδίων που έχουν εξωτερική διάμετρο που υπερβαίνει το 75% της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα. Εντούτοις έχουν επιτευχθεί καλά αποτελέσματα και σε μεγαλύτερους βαθμούς πλήρωσης, π.χ. καλώδιο 38 mm έχει περαστεί με επίπλευση για πάνω από 1.9 km σε σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου 41 mm (βαθμός πλήρωσης 93%). Επιτρέπει την ασφαλή αφαίρεση των καλωδίων από το σωλήνα (float out), καθιστώντας έτσι εφικτή την επαναχρησιμοποίηση αυτών των καλωδίων. Συγκριτικά η αφαίρεση καλωδίου με φύσημα (blow out) είναι μια επικίνδυνη διαδικασία.

1.5 Διατάξεις Συγκόλλησης Οπτικών Ινών

Πρόκειται για διατάξεις που θα τοποθετηθούν σε εξωτερικούς χώρους, κατά κανόνα σε φρεάτια, και σκοπό έχουν την προέκταση μέσω συγκόλλησης οπτικού καλωδίου εν σειρά (με πιθανή αλλαγή τύπου καλωδίου), ή την διακλάδωση καλωδίου.

Η είσοδος και έξοδος των καλωδίων πρέπει να είναι δυνατή από την ίδια πλευρά της διάταξης. Οι διαστάσεις πρέπει να είναι κατά το δυνατόν περιορισμένες αλλά και επαρκείς για να επιτρέπουν την άνετη συγκόλληση του επιθυμητού αριθμού των ινών αλλά και τη διευθέτηση των διερχομένων θαλάμων ή ταινιών του καλωδίου - τροφοδότη.



Σχ.22.:Διατάξεις συγκόλλησης Ινών

Η βασική δομή μπορεί να απαρτίζεται από ένα πλαστικό περίβλημα, υδατοστεγές (συμμορφούμενο στο πρότυπο IP68) και θα συμπεριλαμβάνει σύστημα εισαγωγής, σφράγισης και στεγανότητας κατά την είσοδο των καλωδίων. Το άνοιγμα του περιβλήματος πρέπει να εξασφαλίζει την άμεση πρόσβαση χωρίς την ανάγκη ειδικών διατάξεων και το κλείσιμο πρέπει να είναι ερμητικό.Το περίβλημα πρέπει να μπορεί να συνδυαστεί με διατάξεις κλειδώματος και ασφάλισης. Το κιτ συναρμολόγησης κάθε διάταξης πρέπει να συμπεριλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υλικά όπως θερμοσυστελλόμενα, καθαριστικά, λειαντικά, προστατευτικά ελάσματα και αφυγραντικά.

Στην περίπτωση συμβατικής προσέγγισης, οι διατάξεις συγκόλλησης και επέκτασης που θα χρησιμοποιηθούν στο παρόν έργο (σύνδεσμοι- «μούφες») θα επιτρέπουν είτε τη μονοκυκλωματική διαχείριση είτε την απλή πολυκυκλωματική διαχείριση, και θα μπορούν να οργανώνουν η κάθε μία έως και 144 συγκολλήσεις μεταξύ 2-4 τμημάτων καλωδίων διαφορετικών διαμέτρων, προφανώς με ίνες του ιδίου τύπου (π.χ 2 εισερχόμενα καλώδια των 72 ινών και ένα απερχόμενο των 144 ινών ITU-G.652.C).

Στην περίπτωση χρήσης μικροσωληνώσεων, ή μικτής προσέγγισης οι διατάξεις επέκτασης, θα πρέπει να επιτρέπουν εναλλακτικά την είσοδο και έξοδο έως και

τεσσάρων μικροσωληνώσεων και τη συγκόλληση όλων των ινών του φιλοξενούμενου στη μικροσωλήνωση μικρο-καλωδίου.

Στην περίπτωση συμβατικής προσέγγισης, οι διατάξεις συγκόλλησης και διακλάδωσης θα τοποθετηθούν στα φρεάτια διακλάδωσης προς τους κόμβους πρόσβασης. Οι διατάξεις αυτές θα πρέπει να μπορούν να οργανώνουν έως 72 συγκολλήσεις για τουλάχιστον 6 τμήματα εισερχομένων και εξερχομένων καλωδίων με δυνατότητα συνύπαρξης καλωδίων διαφορετικών διαμέτρων και αριθμού ινών του ιδίου τύπου.

1.6 Εξωτερικοί Οικίσκοι

Οι εξωτερικοί οικίσκοι ή καμπίνες είναι μεταλλικοί ή πλαστικοί χώροι στέγασης τοποθετημένα υπέργεια συνήθως σε πεζοδρόμια. Τα ερμάρια συνήθως τοποθετούνται για σχετικά εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στα κυκλώματα οπτικών ινών. Συγκριτικά με τα φρεάτια που θα εγκατασταθούν οι σύνδεσμοι μπορούν να δεχτούν μεγαλύτερο αριθμό ινών και μπορούν να προσφέρουν ευελιξία τύπου οπτικού κατανεμητή (ODF). Αυτά συχνά χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση διατάξεων διαχωριστών (splitter) σε αρχιτεκτονικές PON (Passive Optical Network - Παθητικό Οπτικό Δίκτυο) που απαιτούν ευέλικτη συνδεσιμότητα σε αποκλειστικές οπτικές ίνες τελικού χρήστη.
Απαιτείται να ληφθεί σοβαρά υπόψη η παράμετρος ασφάλειας και πρόληψης από βανδαλισμό και τροχαία ατυχήματα.
Η τοποθέτηση ενδέχεται επίσης να περιορίζεται από τις τοπικές αρχές (ιστορικά κέντρα πόλεων, δημόσιοι χώροι ασφαλείας κλπ.). Για αυτό το λόγο, αρκετοί προμηθευτές υλικού προσφέρουν και υπόγειες λύσεις ερμαρίων με δυνατότητα ανύψωσης από το έδαφος μόνο όταν χρειάζεται πρόσβαση. Σε θέση αποθήκευσης δεν πρέπει να φαίνεται κάτι περισσότερο από μία θυρίδα χειρός.

Σχ.23.:Εξωτερικοί Οικίσκοι

Το Ερμάριο Δρόμου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως σημείο διανομής σωλήνα και/ή καλωδίου οπτικών ινών στην περιοχή πρόσβασης. Το Ερμάριο Δρόμου αποτελείται από 3 μέρη: Βάση, τμήμα Διαχείρισης Σωλήνα και τμήμα Διαχείρισης Συγκόλλησης. Οι Σωλήνες, τα Δομικά Καλώδια και τα Καλώδια Οπτικής Ίνας μπορούν να στερεωθούν σε ράγα τοποθέτησης. Το διαμέρισμα διαχείρισης σωλήνα χρησιμοποιείται για τη σύνδεση, διαμοίραση και αποθήκευση σωλήνων και καλωδίων. Το ίδιο διαμέρισμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο πρόσβασης για εμφύσηση (επίσης εμφύσηση ενδιάμεσου σημείου) Μονάδων Ινών, σωλήνων ή Καλωδίων Οπτικών Ινών.
Από το τμήμα διαχείρισης σωλήνα οι σωλήνες και τα καλώδια οδηγούνται στο τμήμα διαχείρισης συγκόλλησης (Κιβώτιο, Κουτί Τερματισμού). Στο τμήμα διαχείρισης συγκόλλησης μπορούν να συγκολληθούν οι ίνες των διάφορων τύπων καλωδίων. Αυτή η κατασκευή επιτρέπει την εύκολη και χωρίς σφάλματα σύνδεση των διάφορων τύπων καλωδίων.

Σχ.24.: Εξωτερικό κιβώτιο διανομής

1.7 Οπτικός Κατανεμητής (ODF)

Ο οπτικός κατανεμητής (ODF) είναι το σημείο διασύνδεσης μεταξύ των καλωδίων της εξωτερικής εγκατάστασης (εξωτερικό δίκτυο) και του ενεργού εξοπλισμού μετάδοσης. Τυπικά αυτά είναι κάπως μεγάλα σε μέγεθος και συγκεντρώνουν αρκετές εκατοντάδες έως αρκετές χιλιάδες οπτικές ίνες.

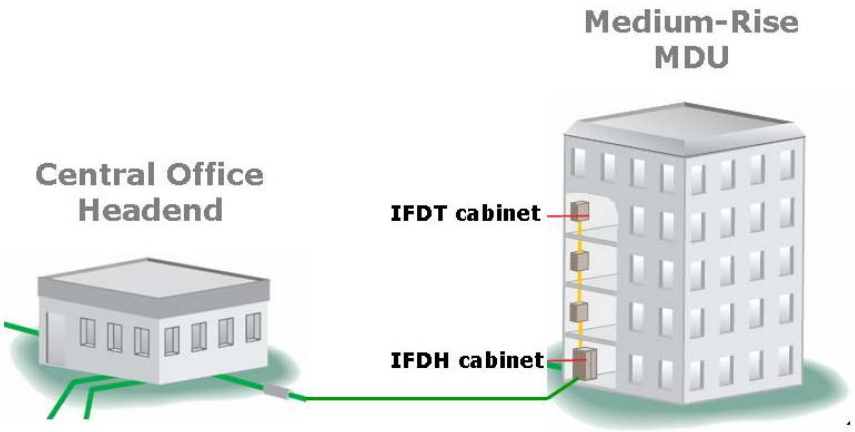
Γενικά τα εξωτερικά καλώδια τερματίζονται εντός ενός ODF με τη χρήση τυπικού οπτικού συνδετήρα. Αυτό κανονικά προβλέπει τη συγκόλληση ενός προσαρμογέα απόληξης οπτικής ίνας με συνδετήρα (καλωδιοουράς) στην απόληξη κάθε οπτικής ίνας.Στις περισσότερες περιπτώσεις, το ODF προσφέρει ευέλικτη σύνδεση μεταξύ των θυρών ενεργού εξοπλισμού και των συνδετήρων των οπτικών ινών πεδίου. Οι ίνες αναγνωρίζονται και αποθηκεύονται τυπικά σε φυσικά διαχωρισμένα ερμάρια ή ράφια για απλοποίηση της συντήρησης και προστασία του κυκλώματος οπτικών ινών ή για την αποφυγή ακούσιας επέμβασης σε ευαίσθητα κυκλώματα ινών.

1.8 Είσοδος Οπτικής ίνας στο Σπίτι

Για την ανάπτυξη οπτικής υποδομής σε χρήστες (FTTH) τα οποία αποτελούνται κυρίως από κτήρια πολυκατοικιών και λιγότερο από μονοκατοικίες, απαιτείται ο σχεδιασμός να γίνει ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή, τον πληθυσμό αλλά και τον τύπο των κτηρίων.

Σαν γενική παραδοχή, η υποδομή FTTH αφορά το τμήμα εισόδου στο κτήριο και η πρόσβαση στο/α διαμερίσματα μέχρι το σημείο αναμονής στο εσωτερικό του χρήστη. Τέλος έχουμε την οπτική σύνδεση του χρήστη από τον τελευταίο κόμβο πρόσβασης μέχρι το τερματικό σημείο του διαμερίσματος.

Η βασική μορφή ανάπτυξης της υποδομής για οπτική καλωδίωση στο χρήστη (σε κτήρια πολυκατοικιών) φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχ.25.:Γενική μορφή διάταξης κάθετης εγκατάστασης οπτικής υποδομής

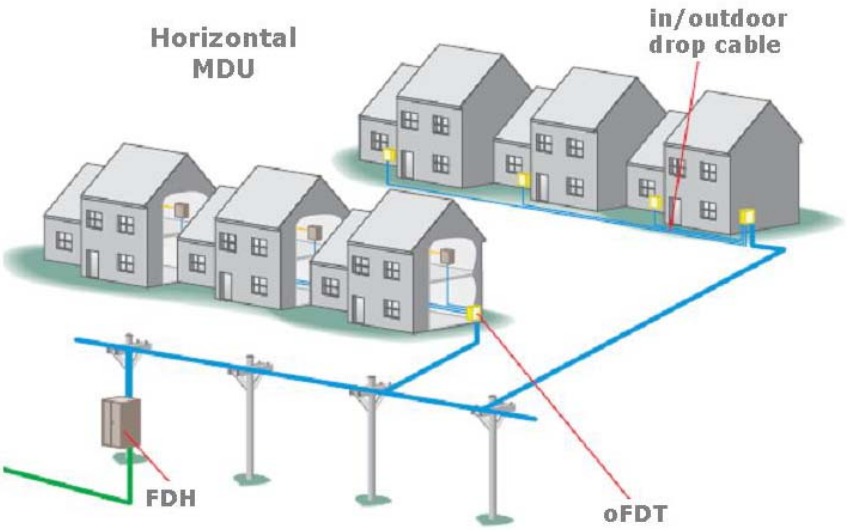
Η παραπάνω διάταξη περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Το Κόμβο πρόσβασης (Καμπίνα εξωτερική ή εσωτερική)
- Καμπίνα διακλάδωσης Ισογείου
- Κατανεμητής Ορόφου

Στα συγκροτήματα κατοικιών, η εσωτερική καλωδίωση αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα της Υποδομής FTTH. Το παραπάνω διάγραμμα αναφέρεται στην εσωτερική καλωδίωση ενός κτιρίου με ανάπτυξη μικροσωλήνα ή συμβατικό καλώδιο. Οι μικροσωλήνες αναπτύσσονται σε ανοδικούς κλάδους προς κάθε όροφο από ένα ισόγειο σημείο εισόδου. Οι σωλήνες δρομολογούνται οριζόντια προς κάθε διαμέρισμα ή δωμάτιο χρησιμοποιώντας κατά περίπτωση διατάξεις διαχωρισμού για τη διανομή των σωλήνων. Η εσωτερική μικροσωλήνωση κατατάσσεται σε κατηγορία εσωτερικής ανάπτυξης από το ισόγειο σημείο εισόδου (δηλαδή χαμηλής εκπομπής καπνού και μηδενικής εκπομπής αλογόνου). Οι μικροσωλήνες στερεώνονται ανά τακτά διαστήματα σε οριζόντια θέση. Οι μονάδες ή τα καλώδια ινών εγκαθίστανται στους μικροσωλήνες από έξω, στη συνέχεια στον ανοδικό κλάδο και τέλος εντός των διαμερισμάτων μέσω οριζοντίων ακραίων κλάδων μικροσωλήνα.

Παρόμοια προσέγγιση μπορεί να υιοθετηθεί και για συμβατικό καλώδιο.
Όταν χρησιμοποιείται Ενεργός Κόμβος διανομής στο ισόγειο της πολυκατοικίας μπορεί να θεωρηθεί ότι χρησιμοποιεί πολύτροπη ίνα αντί για μονότροπη ίνα. Αυτός ο τύπος ίνας έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε επαγγελματικούς χώρους για τοπικά δίκτυα. Οι πολύτροπες ίνες είναι προτιμητέες καθώς έχουν χαμηλότερο κόστος συγκριτικά με τα συστήματα πολύτροπης ίνας.

Η βασική μορφή ανάπτυξης της υποδομής για οπτική καλωδίωση στο χρήστη (σε μεμονωμένες κατοικίες) φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. (η εναέρια διαδρομή είναι ενδεικτική και δεν αποτελεί προτεινόμενη μέθοδο εγκατάστασης)



Σχ.26.:Γενική μορφή διάταξης οριζόντιας εγκατάστασης οπτικής υποδομής

Η παραπάνω διάταξη περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Το Κόμβο πρόσβασης (Καμπίνα εξωτερική ή εσωτερική)
- Το κιβώτιο σύνδεσης

Στα κτίρια κατοικιών, ο ακραίος κλάδος γενικά θα τερματίζεται στην κατασκευή του σπιτιού και θα δρομολογείται εξωτερικά σε ένα κουτί τερματισμού. Αυτό με τη σειρά του δρομολογεί την ίνα σε μια Μονάδα Τερματισμού (η οποία μπορεί να αποτελεί τμήμα της Μονάδας Οπτικού Δικτύου (Optical Network Unit – ONU)). Εάν η μονάδα αυτή βρίσκεται εντός του κτιρίου, θα πρέπει οι ίνες να διατρέξουν το τοίχωμα του κτιρίου μέσω κατάλληλης διάταξης εισόδου καλωδίου (CLI) και στη συνέχεια να δρομολογηθούν εντός του κτιρίου προς την ONU.
Εάν η ONU είναι τοποθετημένη εξωτερικά εντός κουτιού, ο ακραίος κλάδος απλά τερματίζεται με παρόμοιο τρόπο σε μια τροφοδοσία δικτύου κοινής ωφελείας. Και στις δύο περιπτώσεις, η απαίτηση εσωτερικής οπτικής καλωδίωσης είναι μικρή ή δεν υπάρχει, παρά μόνον εάν ζητηθεί από τον ιδιοκτήτη του σπιτιού/συνδρομητή.

1.8.1 Σημείο Εισόδου στο κτήριο

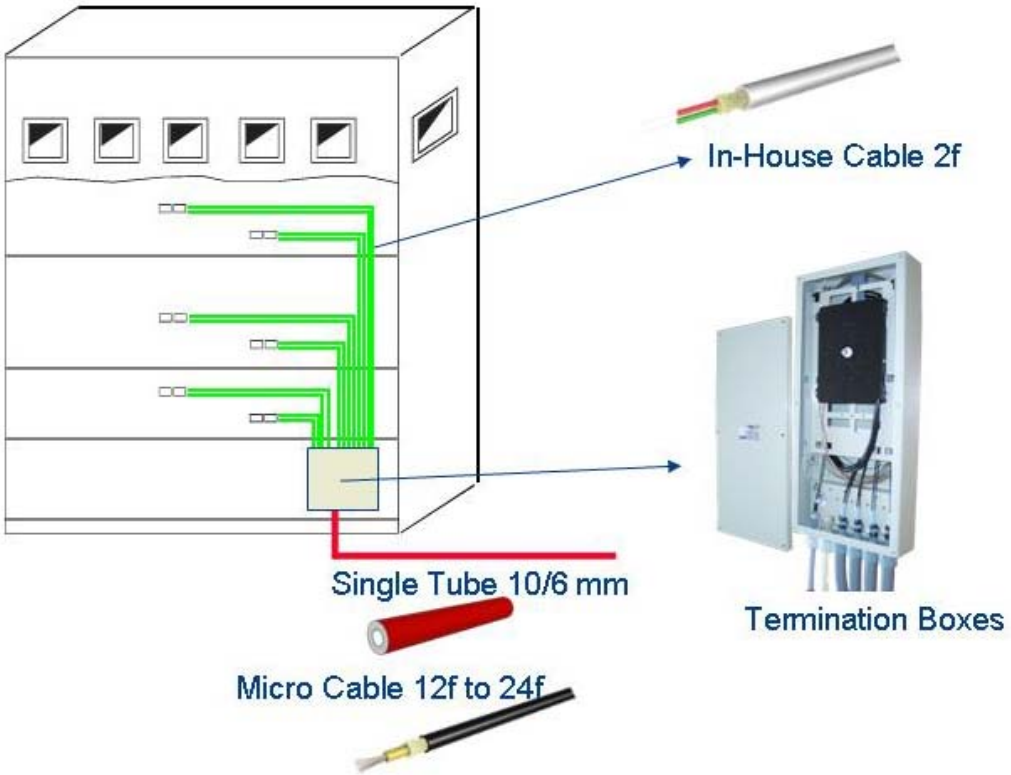
Ανάλογα με τον τύπο της οικίας υπάρχουν και διάφοροι μέθοδοι για την είσοδο του καλωδίου στο κτήριο. Αυτό εξαρτάται κυρίως από το που θα βρίσκεται το τελευταίο σημείο διανομής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θεωρούμε ότι το σημείο διανομής

βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος του κτηρίου (σε κάποιο οικίσκο) και συνδέεται η οικία ή αριθμός κατοικοιών

1.8.1.1 Σημείο Εισόδου σε πολυκατοικία

Περίπτωση 1:

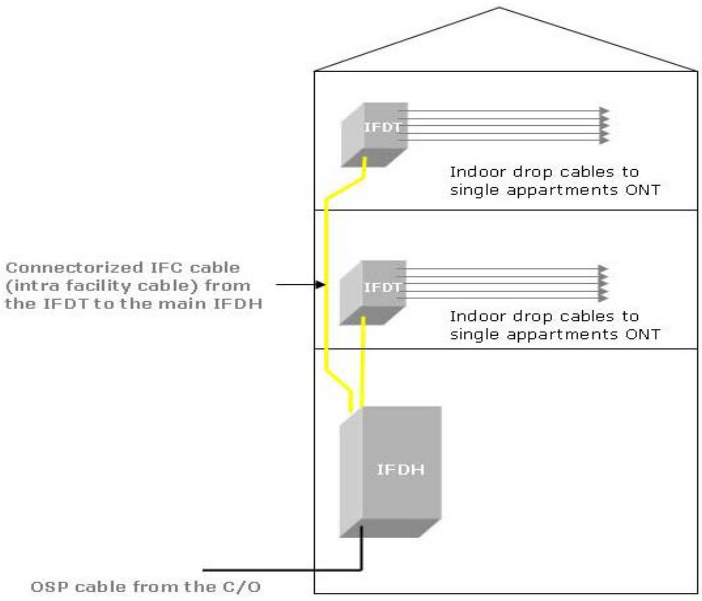
Σε περίπτωση πολυκατοικίας τοποθετούμε ανάλογα με τον αριθμό των διαμερισμάτων εσωτερικό κεντρικό κουτί διανομής και από εκεί σε κάθε διαμέρισμα χωριστά εγκαθιστούμε εσωτερική καλωδίωση μέχρι το σημείο τερματισμού



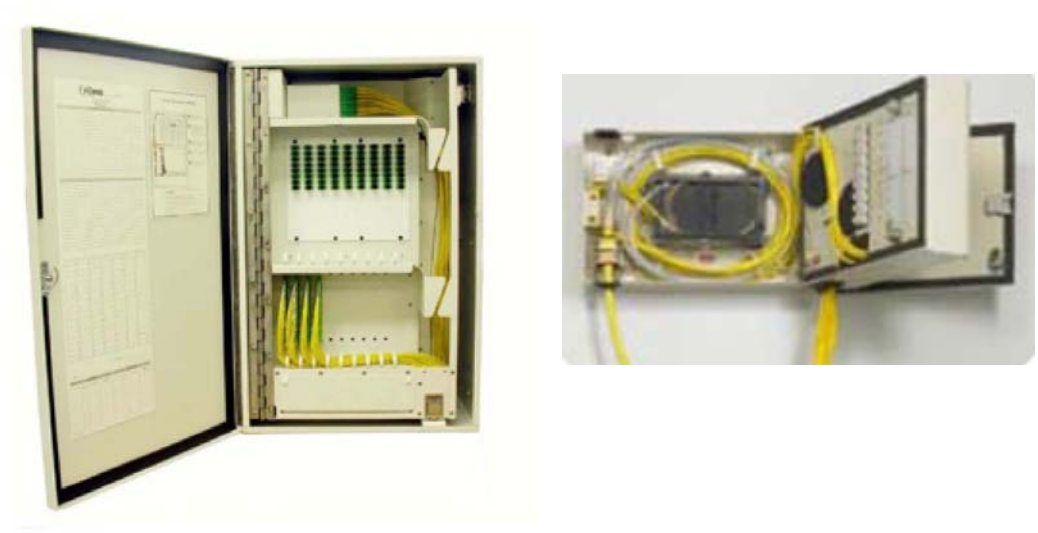
Σχ.27.:Σημείο εισόδου σε πολυκατοικία (περίπτωση 1)

Περίπτωση 2:

Η περίπτωση 2 αφορά πολυκατοικία στην οποία τοποθετούνται στο ισόγειο το γενικό πίνακα διανομής και σε κάθε όροφο το τερματικό κουτί διακλάδωσης ανάλογα με τον αριθμό των διαμερισμάτων ανά όροφο τοποθετούμε ανάλογα με τον αριθμό των διαμερισμάτων εσωτερικό κουτί διανομής ανά όροφο και από εκεί σε κάθε διαμέρισμα χωριστά εγκαθιστούμε εσωτερική καλωδίωση



Σχ.28.:Σημείο εισόδου σε πολυκατοικία (περίπτωση 2)

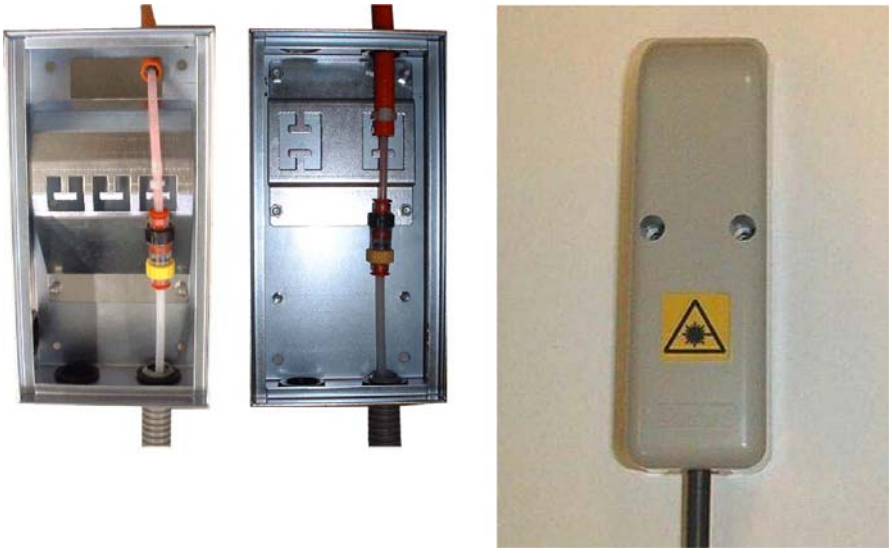


(α) : IFDH (β): IFDT

Σχ.29.:Ενδεικτικά κουτιά διανομής και διακλάδωσης σε πολυκατοικία (περίπτωση 2)

1.8.1.2 Σημείο Εισόδου σε κτήριο / μονοκατοικία

Σε περίπτωση μονοκατοικίας τοποθετούμαι κουτί εισόδου καλωδίου είτε εξωτερικό είτε εσωτερικό και εγκαθιστούμε εσωτερική καλωδίωση μέχρι το σημείο τερματισμού



(α) (β)

Σχ.30.: (α)Εξωτερικού Κουτιού Εισόδου Καλωδίου, όπου φαίνεται η αλλαγή του σωλήνα (έχει αφαιρεθεί το κάλυμμα) – (β) Παράδειγμα Εισόδου Καλωδίου με πέρασμα ινών υπό γωνία 90° από Τοίχο Κτιρίου

1.8.2 Εσωτερική Καλωδίωση

Τα καλώδια εσωτερικού χώρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την είσοδο του κτιρίου και μπορεί να διατρέχουν μικρές διαδρομές εντός ενός σπιτιού ή μεγάλες διαδρομές εντός ενός κτιρίου. Αυτά μπορεί να είναι καλώδια μονής ίνας, πιθανώς με προ-εγκατεστημένους συνδετήρες, έως σχέδια πολλών ινών σε διατάξεις διατεταγμένης τοποθέτησης ή ελεύθερης τοποθέτησης σε σωλήνα, όπως περιγράφεται παρακάτω. Υπάρχουν επίσης παραλλαγές οπτικών ινών εμφύσησης σε μικροσωλήνα.

Παρόλο που τα σχέδια μπορεί να διαφέρουν, προορίζονται όλα για χρήση στις οικίες των τελικών χρηστών, πρέπει συνεπώς τυπικά να προσφέρουν κάποια μορφή πυροπροστασίας. Αυτή τυπικά μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση περιβλήματος χαμηλής εκπομπής καπνού και μηδενικής εκπομπής αλογόνου (LSZH - low smoke zero halogen). Το καλώδιο πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένο ώστε να διαθέτει κάποιο βαθμό προστασίας από διάδοση φλόγας (για παράδειγμα IEC60332-1 και IEC 60332-3 κατηγορία C) και εκπομπή καπνού (IEC61034-2). Τα υλικά μπορεί να χαρακτηρίζονται αναφορικά με την περιεκτικότητά τους σε αλογόνο σύμφωνα με το IEC60754-1 και αναφορικά με την αγωγιμότητα και το pH σύμφωνα με το IEC60754-2.

Μπορεί να εφαρμόζονται και άλλα κριτήρια, ανάλογα με τις ακριβείς απαιτήσεις του τελικού χρήστη, όμως σε κάθε περίπτωση η φροντίδα της δημόσιας ασφάλειας είναι πρωταρχικής σημασίας. Τυπικές απαιτήσεις απόδοσης καλωδίου δίνονται στη σειρά προδιαγραφών IEC60794-2.

- Ο πιο απλός τύπος καλωδίου είναι η συνδετική χορδή (patchcord) ή καλωδιοουρά (tail cable). Αυτή αποτελείται από μια ίνα διαμέτρου 250 μικρών με ακριλική επένδυση και εξωτερικό περίβλημα τυπικά από νάιλον έως τα 0.8-1mm. Αυτό βελτιώνει τις ιδιότητες χειρισμού της ίνας και επιτρέπει πιο ισχυρή σύνδεση μέσω των συνδετήρων. Αυτή μπορεί να

εφαρμοστεί σε διατεταγμένη τοποθέτηση για βέλτιστη ανθεκτικότητα. ή σε ημιδιατεταγμένη στρώση για διευκόλυνση της απογύμνωσης (για παράδειγμα όπου πρέπει να απογυμνωθεί 1m ή περισσότερο για διευκόλυνση αποθήκευσης στην κασέτα). Ένα στρώμα αραμιδικών ινών προσδίδει αντοχή. Αυτό καλύπτεται με περίβλημα από υλικό χαμηλής εκπομπής καπνού.

- Για διανομή των ινών σε ένα κτίριο, μια δημοφιλής μέθοδος κατασκευής είναι η πολλαπλής διατεταγμένης τοποθέτησης ('multi-tight'). Αυτή είναι παρόμοια με το παραπάνω καλώδιο, με τη διαφορά ότι τυπικά μπορεί να φέρει έως 24 ίνες.

Οι ίνες μπορεί επίσης να βρίσκονται εντός θαλάμων ελεύθερης τοποθέτησης, είτε ενός κεντρικού θαλάμου ελεύθερης τοποθέτησης (για έως 24 ίνες) ή πολλαπλών θαλάμων ελεύθερης τοποθέτησης για έως 144 ίνες, για σύνδεση σε rack σε κεντρικά κτίρια. Τα καλώδια μικροσωλήνων μπορούν να κατασκευαστούν με υλικά χαμηλής εκπομπής καπνού και μηδενικής εκπομπής αλογόνου (LSZH) για εφαρμογές εσωτερικών χώρων.

1.9 Σήμανση

Οι σωληνώσεις, τα φρεάτια, οι κατανεμητές, οι διακλαδώσεις και οι καλωδιώσεις που αναφέρονται σε κτιριακές εγκαταστάσεις ή εγκαταστάσεις εισαγωγής, για την εύκολη αναγνώρισή τους κατά τους ελέγχους, τις δοκιμές, τις επισκευές ή τις τροποποιήσεις της εγκατάστασης, θα πρέπει να έχουν συγκεκριμένη σήμανση.

- Ειδικότερα, οι υπόγειες σωληνώσεις, θα σημαίνονται με ανιχνεύσιμη προειδοποιητική ταινία τοποθετημένη σε απόσταση 100 mm πάνω από το σωλήνα και η διαδρομή των υπόγειων γραμμών πρέπει να αποτυπώνεται σε σχέδιο, κατά τρόπο που να είναι δυνατός ο εντοπισμός τους χωρίς να υπάρχει η ανάγκη δοκιμαστικών εκσκαφών, σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 50174-3, όπως εκάστοτε ισχύει.
- Οι οδεύσεις πρέπει να έχουν σήμανση, ειδικά αν σε ένα χώρο εμφανίζεται πάνω από μία όδευση, σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ ΕΝ 50174-1 και ISO/IEC 14763-1 όπως εκάστοτε ισχύουν.
- Η κεντρική εγκατάσταση πρέπει να συμπεριλαμβάνει εγγραφές ή/και σχεδιαγράμματα που να περιλαμβάνουν την ταυτότητα της κάθε όδευσης που συνδέεται, μαζί με άλλες πληροφορίες σχετικά με την όδευση, πχ τον τύπο της, το χώρο που η κάθε όδευση εμφανίζεται, τα σημεία της γείωσης κλπ ΕΛΟΤ ΕΝ 50174-1, IEC60617 και ISO/IEC 14763-1 όπως εκάστοτε ισχύουν.

Όλα τα καλώδια πρέπει να έχουν σήμανση τουλάχιστον στις δύο άκρες τους.

Το σύστημα διαχείρισης των καλωδιώσεων πρέπει να συμπεριλαμβάνει κάθε «ταυτότητα» των καλωδίων, όπως και κάθε άλλη πληροφορία σχετική, πχ ο τύπος του καλωδίου, το μήκος του, την ημερομηνία εγκατάστασης, το χαρακτηριστικό του σημείου τερματισμού, τις οδεύσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί και τις σχετικές γειώσεις.

Για καλώδια οπτικών ινών που περιέχουν πολλές ίνες πρέπει να σημαίνεται η κάθε οπτική ίνα χρησιμοποιώντας το χρωματοκώδικα που ορίζεται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50174-1 (όπως εκάστοτε ισχύει) με ξεχωριστή ταμπέλα. Οι προτερματισμένες οπτικές ίνες (pig tale) πρέπει να διαθέτουν σήμανση σύμφωνα με τα Πρότυπα της σειράς IEC 61300-3, όπως εκάστοτε ισχύουν.

2 Πίνακες Υλικών Ευρυζωνικού Δικτύου Οπτικών Ινών

2.1 Υποδομή Δικτύου

Δίκτυο Εγκατάστασης οπτικών Ινών από τους κόμβους διανομής ή πρόσβασης μέχρι το σημείο εισόδου στο κτήριο

2.1.1 ΠΤΧ 1.1: Σωληνώσεις (Σ)

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.1.1	Κενές σωλήνες HDPE για μελλοντική εμφύσηση συστοιχιών μικροσωληνώσεων	
ΤΧ 1.1.2	Εξωτερική διάμετρος που να επιτρέπει τη χρήση μικρών φρεατίων, στροφείων μεγάλου μήκους	≥ 40 mm για Φ40 ≥ 50 mm για Φ50
ΤΧ 1.1.3	Εσωτερική διάμετρος επαρκούσα για την τοποθέτηση καλωδίων	≥ 32 mm για Φ40 ≥ 44 mm για Φ50
ΤΧ 1.1.4	Σύνδεση τμημάτων των σωληνώσεων, χωρίς αλλαγή της εσωτερικής διαμέτρου για την εξασφάλιση της απρόσκοπτης ολίσθησης υπο-σωληνώσεων ή μικρο-σωληνώσεων εντός του σωλήνα	
ΤΧ 1.1.5	Εσωτερική ιδιαίτερα λεία επιφάνεια και διαμήκεις αυλακώσεις για μείωση της επιφάνειας επαφής με υποσωληνώσεις, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι τριβές και να διευκολύνεται το πέρασμα υπο-σωληνώσεων	
ΤΧ 1.1.6	Να υπάρχει εσωτερικός διηλεκτρικός οδηγός για έλξη υπο-σωληνώσεων ή καλωδίων	
ΤΧ 1.1.7	Ενιαίου χρώματος	
ΤΧ 1.1.8	Να μην διακόπτονται εντός των φρεατίων εκτός αν συντρέχει ιδιαίτερος λόγος (συγκόλληση ινών, έλξη καλωδίων, εισαγωγή υπο-σωλήνων και συστημάτων μικρο-σωληνώσεων)	
ΤΧ 1.1.9	Συμμόρφωση με τις οδηγίες για προστασία του περιβάλλοντος ISO GUIDE 64.2 (Guide for the inclusion of environmental aspects in product standard, draft 9/96) και IEC Guide 109 (Environmental aspects – inclusion in electrotechnical product standard, 1995/08)	
ΤΧ 1.1.10	Βαρέως τύπου	
ΤΧ 1.1.11	Να έχουν προδιαγραφές ισοδύναμες του EN 50086-2-4/1994 όσον αφορά την αντοχή σε πίεση, κάμψη και κρούση	

ΤΧ 1.1.12	Να υπάρχει χρωματικός κώδικας ή άλλος εμφανής τρόπος αναγνώρισης της κάθε σωλήνωσης	

2.1.2 ΠΤΧ 1.2: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Μ1

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.2.1	Αριθμός μικροσωλήνων	≥ 7
ΤΧ 1.2.2	Εξωτερική διάμετρος	≤40 mm
ΤΧ 1.2.3	Εσωτερική και εξωτερική διάμετρος κάθε μικροσωλήνα	
ΤΧ 1.2.4	Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές ITU-T L.57 (CCITT outside plant technologies for public networks)	
ΤΧ 1.2.5	Να μπορεί να εμφυσηθεί στον καθένα μικροσωλήνα, με την κατάλληλη διάταξη εμφύσησης, μικροκαλώδιο (micro-cable) με αριθμό ινών έως και 72 το καθένα	
ΤΧ 1.2.6	Η συστοιχία να είναι κατάλληλη για άμεσο ενταφιασμό, οπότε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς προστατευτικό σωλήνα	
ΤΧ 1.2.7	Οι μικροσωλήνες θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό τους	
ΤΧ 1.2.8	Αναγραφή του λογότυπου του φορέα ανά 100-150 m (με αναλλοίωτη ευκρινή γραφή)	

2.1.3 ΠΤΧ 1.3: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Μ2

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.3.1	Αριθμός μικροσωλήνων	≥ 12
ΤΧ 1.3.2	Εξωτερική διάμετρος	≤40 mm
ΤΧ 1.3.3	Εσωτερική και εξωτερική διάμετρος κάθε μικροσωλήνα	
ΤΧ 1.3.4	Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές ITU-T L.57 (CCITT outside plant technologies for public networks)	
ΤΧ 1.3.5	Να μπορεί να εμφυσηθεί στον καθένα μικροσωλήνα, με την κατάλληλη διάταξη εμφύσησης, μικροκαλώδιο (micro-cable) με αριθμό ινών τουλάχιστον 8 το καθένα	
ΤΧ 1.3.6	Η συστοιχία να είναι κατάλληλη για άμεσο ενταφιασμό, οπότε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς προστατευτικό σωλήνα	
ΤΧ 1.3.7	Οι μικροσωλήνες θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό/διαχωρισμό τους	
ΤΧ 1.3.8	Αναγραφή του λογότυπου του φορέα ανά 100-150 m (με αναλλοίωτη ευκρινή γραφή)	

2.1.4 ΠΤΧ 1.4: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Μ3

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.4.1	Αριθμός μικροσωλήνων (4x5/3)	
ΤΧ 1.4.2	Εξωτερική διάμετρος	<= 20 mm
ΤΧ 1.4.3	Να μπορεί να εμφυσηθεί στον καθένα σωληνίσκο, με την κατάλληλη διάταξη εμφύσησης, μικροκαλώδιο (micro-cable) κατάλληλης διαμέτρου με αριθμό ινών έως και 12 το καθένα	
ΤΧ 1.4.4	Η συστοιχία να είναι κατάλληλη για άμεσο ενταφιασμό, οπότε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς προστατευτικό σωλήνα.	
ΤΧ 1.4.5	Οι σωληνίσκοι θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό τους.	
ΤΧ 1.4.6	Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές ITU-T L.57 (CCITT outside plant technologies for public networks)	

2.1.5 ΠΤΧ 1.5: Συστοιχία Μικροσωληνώσεων Μ4

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.5.1	Προστασία ενός (1) καλωδίων εξωτερικής διαμέτρου 6mm.	
ΤΧ 1.5.2	Προστασία τριών (3) καλωδίων εξωτερικής διαμέτρου 4mm.	
ΤΧ 1.5.3	Προστασία τεσσάρων (4) καλωδίων εξωτερικής διαμέτρου 6mm.	
ΤΧ 1.5.4	Διαθέσιμο σε στροφείο των 100m	
ΤΧ 1.5.5	Ονομαστικό βάρος ανά κατηγορία	
ΤΧ 1.5.6	Διαστάσεις ανά κατηγορία (συναρμολογημένο)	
ΤΧ 1.5.7	Υλικό PVC	

2.1.6 ΠΤΧ 1.6: Συστοιχίες Μικροσωληνώσεων Ν2 για εγκατάσταση σε κενές σωλήνες Φ50/44

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.6.1	Αριθμός μικροσωλήνων	
ΤΧ 1.6.2	Εξωτερική διάμετρος συστοιχίας ≤ 34 mm	
ΤΧ 1.6.3	Να μπορεί να εμφυσηθεί στον καθένα σωληνίσκο, μικροκαλώδιο (micro-cable) κατάλληλης διαμέτρου με αριθμό ινών έως και 12 το καθένα	
ΤΧ 1.6.4	Να δύναται να εγκατασταθεί εντός σφήνα τύπου Σ	Υ2/24 ≥ 2450 N
ΤΧ 1.6.5	Η σύνδεση διαφορετικών τμημάτων να πραγματοποιείται εντός φρεατίων	
ΤΧ 1.6.6	Οι σωληνίσκοι θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό τους.	
ΤΧ 1.6.7	Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές ITU-T L.57 (CCITT outside plant technologies for public networks)	

2.1.7 ΠΤΧ 1.7: Διακλαδωτήρες Μικροσωληνώσεων

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.7.1	Να επιτρέπουν την είσοδο και έξοδο τμημάτων σωλήνα του βρόχου, ή τμημάτων μικροσωλήνωσης άμεσου ενταφιασμού (τυπικά <=50 mm)	
ΤΧ 1.7.2	Να επιτρέπουν την έξοδο σωλήνων πρόσβασης με τη δυνατότητα εσωτερικής σύνδεσης των σωληνίσκων των εξερχόμενων σωλήνων πρόσβασης προς αντίστοιχους σωληνίσκους οποιουδήποτε εκ των σωλήνων του βρόχου	

2.1.8 ΠΤΧ 1.8: Φρεάτια Φη

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.8.1	Φ1 μεγάλο (μήκος Χ πλάτος)	Τουλάχιστο 900mm x 700mm
ΤΧ 1.8.2	Φ2 μικρό (μήκος Χ πλάτος)	Τουλάχιστο 600mm x 600mm
ΤΧ 1.8.3	Φ3 μικρό (μήκος Χ πλάτος)	Τουλάχιστο 300mm x 300mm
ΤΧ 1.8.4	Βάθος φρεατίου (με απόσταση ≥ 20 cm μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους και των αγωγών)	65 cm
ΤΧ 1.8.5	Προβλεπόμενη μέση απόσταση μεταξύ των φρεατίων	≥ 200 m
ΤΧ 1.8.6	Περιμετρική κάλυψη με σκυρόδεμα (με οπλισμό 2#Τ377) πάχους	≥ 150 mm
ΤΧ 1.8.7	Τα καλύμματα των φρεατίων πρέπει να υπερκαλύπτουν τις προδιαγραφές D 400 για αντοχή πάνω από 10 τόνους και πρέπει να έχουν τις αναγκαίες βεβαιώσεις του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης	
ΤΧ 1.8.8	Τα φρεάτια θα πρέπει να μπορούν να φιλοξενήσουν τις απαραίτητες διατάξεις συγκόλλησης ινών, διακλάδωσης μικρο-σωληνώσεων, σύνδεσης και σφράγισης υπο-σωλήνων	

ΤΧ 1.8.9	Τα φρεάτια θα πρέπει να μπορούν να φιλοξενήσουν πλεονασματικό καλώδιο χωρίς να παραβιάζονται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή για την ελάχιστη ακτίνα κάμψης	
ΤΧ 1.8.10	Αναγραφή του λογότυπου του φορέα στο καπάκι του φρεατίου	
ΤΧ 1.8.11	Θα συμμορφώνονται με τα πρότυπα της ITU-T (CCITT) Outside Plant Technologies for Public Networks	

2.1.9 ΠΤΧ 1.9: Τάφροι (Χ1)

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.9.1	Τάφρος ανοικτού τύπου στην άκρη του δρόμου (ασφαλτικό οδόστρωμα) σύμφωνα με τις προδιαγραφές ITU-T L.48 και L.35 (CCITT outside plant technologies for public networks)	
ΤΧ 1.9.2	Βάθος χάνδακα	≤400 mm
ΤΧ 1.9.3	Πλάτος χάνδακα	≤150 mm
ΤΧ 1.9.4	Πλήθος Σωληνώσεων (Σ) και συστοιχιών (Μ1 και/ή Μ2) που θα εγκατασταθούν	≥ 6
ΤΧ 1.9.5	Τοποθέτηση Σωληνώσεων (Σ) σε οριζόντια διάταξη τριών (3) σειρών με δυο (2) σωλήνες σε κάθε σειρά, όπου οι κενές Φ50 τοποθετούνται στον πυθμένα του χαντακιού	
ΤΧ 1.9.6	Τα ενδιάμεσα υλικά πλήρωσης να συμμορφώνονται με το πρότυπο ITU-T L.48 και τις απαιτήσεις της μελέτης για την επίτευξη μηχανικής προστασίας ή προσπελασιμότητας.	

2.1.10 ΠΤΧ 1.10: Τάφρος (Χ2)

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.10.1	Διάνοιξη Τάφρου ανοικτού τύπου σε δρόμους, πεζοδρόμια, ρείθρα, προαύλιους χώρους για την εξυπηρέτηση χρηστών σύμφωνα με τις προδιαγραφές (CCITT outside plant technologies for public networks)	
ΤΧ 1.10.2	Βάθος ≥ 150 mm	
ΤΧ 1.10.3	Πλάτος: ≤100 mm	
ΤΧ 1.10.4	Πλήθος σωλήνων που θα εγκατασταθούν	≥ 2
ΤΧ 1.10.5	Στρώση από σκυρόδεμα 200 kgr/m3, με προσθήκη ταινίας σήμανσης	
ΤΧ 1.10.6	Αποκατάσταση τελικής επιφάνειας	

2.1.11 ΠΤΧ 1.11: Τάφρος (Χ3)

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.11.1	Διάνοιξη Χάνδακα ανοικτού τύπου σε δρόμους, πεζοδρόμια, ρείθρα, προαύλιους χώρους για την εξυπηρέτηση χρηστών σύμφωνα με τις προδιαγραφές ITU-T L.48, ITU-T L.49 και ITU-T L.35 (CCITT outside plant technologies for public networks)	
ΤΧ 1.11.2	Βάθος ≥ 150 mm	
ΤΧ 1.11.3	Πλάτος: ≤100 mm	
ΤΧ 1.11.4	Πλήθος σωλήνων που θα εγκατασταθούν	≥ 2
ΤΧ 1.11.5	Αποκατάσταση τελικής επιφάνειας	

2.1.12 ΠΤΧ 1.12: Οπτικό Καλώδιο Δικτύου

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.12.1	Μικρο-καλώδιο για απ' ευθείας διασύνδεση κεντρικών κόμβων ή απ' ευθείας διασύνδεση κεντρικού με ενδιάμεσους κόμβους διανομής ή απευθείας σύνδεση κόμβου διανομής με κόμβο πρόσβασης με δυνατότητα εμφύσησης σε μικρο-σωλήνα	
ΤΧ 1.12.2	Τα καλώδια και οι εργασίες τοποθέτησης, πέραν των ειδικών περιπτώσεων θα πρέπει να είναι συμβατά με τα πρότυπα ITU-T L.35, L.43, L.10, L.14 and L.1	
ΤΧ 1.12.3	Θα πρέπει να είναι συμβατή με το πρότυπο ITU-G652.C	
ΤΧ 1.12.4	Περιλαμβάνει πλήθος οπτικών ίσο με ΝΝ, όπου ΝΝ	4, 8, 12, 24, 72
ΤΧ 1.12.5	Δυνατότητα εμφύσησης σε συστοιχίας μικροσωληνώσεων Μ1 ή Μ2(10/8) για τα καλώδια με ΝΝ = 24, 36, 72	
ΤΧ 1.12.6	Δυνατότητα εμφύσησης σε συστοιχίας μικροσωληνώσεων Μ2 (5/3,5) ή Μ3 για τα καλώδια με ΝΝ = 4, 8, 12	
ΤΧ 1.12.7	Διάμετρος (εξωτερική) καλωδίου	
ΤΧ 1.12.8	Βάρος καλωδίου (για μήκος 1 Km)	
ΤΧ 1.12.9	Οι διακριτές οπτικές ίνες αλλά και οι δέσμες	

	οπτικών ινών πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό/διαχωρισμό τους	
TX 1.12.10	Προδιαγραφές για εξωτερική χρήση και αντίσταση στην απορρόφηση νερού κατά IEC 60794-1-2-F5	
TX 1.12.11	Θερμοκρασιακή διακύμανση απόσβεσης ως προς τους 20 °C για μεταβολές από −40 έως +70 °C σύμφωνα με τα IEC 60793-2, IEC 60793-1	≤ 0,05 dB
TX 1.12.12	Διείσδυση νερού: Έλεγχος σε συμφωνία με την προδιαγραφή IEC 60794-1-2-F5	
TX 1.12.13	Όλοι οι έλεγχοι για τις μηχανικές ιδιότητες του μικροκαλωδίου και τις συνθήκες περιβάλλοντος θα είναι σε συμφωνία με την προδιαγραφή IEC 60794-5	
TX 1.12.14	Οι παράμετροι της οπτικής ίνας και οι έλεγχοί της θα γίνουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές IEC 60793-2 και IEC 60793-1	
TX 1.12.15	Στον εξωτερικό μανδύα των μικροκαλωδίων και σε όλο το μήκος τους θα υπάρχει εκτύπωση με βήμα 1m στην οποία θα αναφέρεται το πλήθος των ινών	

2.1.13 ΠΤΧ 1.13: Διατάξεις Συγκόλλησης ινών σε εξωτερικούς χώρους (μούφες)

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
TX 1.13.1	Η βασική δομή μπορεί να απαρτίζεται από ένα πλαστικό περίβλημα, υδατοστεγές (συμμορφούμενο στο πρότυπο IP68) και θα συμπεριλαμβάνει σύστημα εισαγωγής, σφράγισης και αδιαβροχοποίησης των καλωδίων. Το άνοιγμα του περιβλήματος πρέπει να εξασφαλίζει την άμεση πρόσβαση χωρίς την ανάγκη ειδικών διατάξεων και το κλείσιμο πρέπει να είναι ερμητικό	
TX 1.13.2	Το περίβλημα πρέπει να μπορεί να συνδυαστεί με διατάξεις κλειδώματος και ασφάλισης. Το κιτ συναρμολόγησης κάθε διάταξης πρέπει να συμπεριλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υλικά όπως θερμοσυστελλόμενα, καθαριστικά, λειαντικά, προστατευτικά ελάσματα και αφυγραντικά	
TX 1.13.3	Οι διατάξεις συγκόλλησης και επέκτασης θα πρέπει να μπορούν να οργανώνουν έως 144 συγκολλήσεις για κάθε ζεύγος εισερχομένου και εξερχόμενου καλωδίου	
TX 1.13.4	Οι διατάξεις συγκόλλησης και διακλάδωσης θα πρέπει να μπορούν να οργανώνουν έως 72 συγκολλήσεις για τουλάχιστον 4 τμήματα εισερχομένων και εξερχόμενων καλωδίων μέγιστης χωρητικότητας 72 ινών το καθένα με δυνατότητα συνύπαρξης καλωδίων διαφορετικών διαμέτρων και αριθμού ινών	

2.1.14 ΠΤΧ 1.14: Οπτικοί Κατανεμητές Δικτύου

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.14.1	Κατανεμητής με πλαίσιο προσαρμοζόμενο σε ικρίωμα 19” (rack mounted)	
ΤΧ 1.14.2	Βάθος	≤ 500 mm
ΤΧ 1.14.3	Ύψος	1 U
ΤΧ 1.14.4	Οπτικοί προσαρμογείς (optical connectors) τύπου LC για τερματισμό μιας μονότροπης (singlemode) οπτικής ίνας	
ΤΧ 1.14.5	Προτερματισμένα pig-tails για σύνδεση (συγκόλληση) μικροκαλωδίων οπτικών ινών	
ΤΧ 1.14.6	Διαθέσιμος χώρος για συγκολήσεις (splices) ινών και αποθήκευση περισσευούμενου καλωδίου	
ΤΧ 1.14.7	Συρταρωτή μορφή κατανεμητή	
ΤΧ 1.14.8	Προστατευτικά κάμψης των οπτικών ινών με ακτίνα κάμψης	≥ 30 mm
ΤΧ 1.14.9	Συμμόρφωση με το πρότυπο ITU-T L.12	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ

2.1.15 ΠΤΧ 1.15: Οικίσκοι εξωτερικού χώρου

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 1.15.1	Συνολικό ύψος από το έδαφος	≤ 160 cm
ΤΧ 1.15.2	Εξωτερικό πλάτος	≥ 140 cm
ΤΧ 1.15.3	Βάθος	≥ 70 cm
ΤΧ 1.15.4	Βάση στήριξης του κιβωτίου ιδίου μήκους - πλάτους και ύψους τουλάχιστον 30 cm	
ΤΧ 1.15.5	Βάση στήριξης του κιβωτίου με διευκολύνσεις εισόδου και διευθέτησης των μικροσωληνώσεων	
ΤΧ 1.15.6	Διπλά τοιχώματα	
ΤΧ 1.15.7	Προστασία από διάβρωση	
ΤΧ 1.15.8	Προδιαγραφές προστασίας IP55	
ΤΧ 1.15.9	Δύο (2) εσωτερικά ικριώματα 19” με ωφέλιμο ύψος ≥ 22 RU το καθένα	
ΤΧ 1.15.10	Θύρα με χερούλι και κλειδαριά ασφαλείας τριών σημείων	
ΤΧ 1.15.11	Πολλαπλά σημεία εισόδου καλωδίων από τη βάση, με καπάκια κάλυψης	
ΤΧ 1.15.12	Αισθητήρες θερμοκρασίας, πρόσβασης, βανδαλισμού	
ΤΧ 1.15.13	Αισθητήρες καπνού, υγρασίας	
ΤΧ 1.15.14	Μονάδα απομακρυσμένης πρόσβασης μέσω TCP/IP για απομακρυσμένο έλεγχο / επεξεργασία των συνθηκών λειτουργίας της καμπίνας σε πραγματικό χρόνο	
ΤΧ 1.15.15	Ενσωματωμένος heat exchanger	≥ 60 W/K
ΤΧ 1.15.16	Κουτί τροφοδοσίας ρεύματος	
ΤΧ 1.15.17	Διάταξη γείωσης	

2.2 Υποδομή Χρηστών

Δίκτυο Εγκατάστασης οπτικών Ινών σε Χρήστες από το σημείο εισόδου στο κτήριο μέχρι το τερματικό σημείο

2.2.1 ΠΤΧ 2.1: Μικροσωλήνας σύνδεσης Χρηστών

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 2.1.1	Αριθμός μικροσωλήνων	
ΤΧ 2.1.2	Εξωτερική διάμετρος	
ΤΧ 2.1.3	Να μπορεί να εμφυσηθεί στον σωληνίσκο, με την κατάλληλη διάταξη εμφύσησης, μικροκαλώδιο (micro-cable) κατάλληλης διαμέτρου με αριθμό ινών έως και 12	
ΤΧ 2.1.4	Οι σωληνίσκοι θα πρέπει να έχουν χρωματικό ή άλλο κώδικα για τον εύκολο εντοπισμό τους.	
ΤΧ 2.1.5	Προστατευμένα εντός πλαστικού καναλιού ή σωλήνα σπιράλ κατάλληλου για εξωτερικό χώρο, που να εξασφαλίζουν την προστασία των ινών και να μη παραβιάζουν τις απαιτήσεις του κατασκευαστή ινών και καλωδίων	

2.2.2 ΠΤΧ 2.2: Διακλαδωτήρες Μικροσωληνώσεων

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 2.2.1	Να επιτρέπουν την είσοδο και έξοδο τμημάτων σωλήνα του βρόχου, ή τμημάτων μικροσωλήνα	
ΤΧ 2.2.2	Να επιτρέπουν την έξοδο σωλήνων πρόσβασης με τη δυνατότητα εσωτερικής σύνδεσης των σωληνίσκων των εξερχόμενων σωλήνων πρόσβασης προς αντίστοιχους σωληνίσκους οποιουδήποτε εκ των σωλήνων του βρόχου	

2.2.3 ΠΤΧ 2.3: Οπτικοί κατανεμητές (IFDH) Χρηστών

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 2.3.1	Επιτοίχιος κατανεμητής για τερματισμό n ζευγών ινών	
ΤΧ 2.3.2	Οπτικοί προσαρμογείς (optical connectors) τύπου SC/APC ή LC/UPC ή LC/APC για τερματισμό μιας μονότροπης (singlemode) οπτικής ίνας	
ΤΧ 2.3.3	Προτερματισμένα pig-tails για σύνδεση (συγκόλληση) μικροκαλωδίων οπτικών ινών	
ΤΧ 2.3.4	Διαθέσιμος χώρος για συγκολλήσεις (splices) ινών και αποθήκευση περισσευούμενου καλωδίου	

2.2.4 ΠΤΧ 2.4: Επίτοιχο εσωτερικό κιβώτιο τερματισμού οπτικών ινών

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Απαίτηση
ΤΧ 2.4.1	Στεγανοποιημένο κιβώτιο εσωτερικού χώρου με δυνατότητα στήριξης σε τοίχο	
ΤΧ 2.4.2	Διαστάσεων (Μήκος x Πλάτος)	
ΤΧ 2.4.3	Οπτικό patch panel τερματισμού n ινών με συνδετικά άκρα τύπου LC	
ΤΧ 2.4.4	Δυνατότητα εισαγωγής καλωδίων οπτικών ινών από τη βάση του κιβωτίου και οπτικών patch cords	
ΤΧ 2.4.5	Δυνατότητα εισαγωγής οπτικών patch cord για σύνδεσή τους στους LC τερματισμούς	
ΤΧ 2.4.6	Χώρος και εξαρτήματα για αποθήκευση επιπλέον καλωδίου και εξασφάλιση την ελάχιστης ακτίνας κάμψης των οπτικών ινών	
ΤΧ 2.4.7	Κλειδαριά πόρτας κιβωτίου	
ΤΧ 2.4.8	Ελάχιστες προδιαγραφές προστασίας: ▪ IP45	

2.2.5 ΠΤΧ 2.5: Επίτοιχο εξωτερικό κιβώτιο τερματισμού οπτικών ινών

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Απαίτηση
ΤΧ 2.5.1	Πλήρως Στεγανοποιημένο κιβώτιο εσωτερικού χώρου με δυνατότητα στήριξης σε τοίχο	
ΤΧ 2.5.2	Διαστάσεων (Μήκος x Πλάτος)	

ΤΧ 2.5.3	Οπτικό patch panel τερματισμού n ινών με συνδετικά άκρα τύπου LC	
ΤΧ 2.5.4	Δυνατότητα εισαγωγής καλωδίων οπτικών ινών από τη βάση του κιβωτίου και οπτικών patch cords	
ΤΧ 2.5.5	Δυνατότητα εισαγωγής οπτικών patch cord για σύνδεσή τους στους LC τερματισμούς	
ΤΧ 2.5.6	Χώρος και εξαρτήματα για αποθήκευση επιπλέον καλωδίου και εξασφάλιση την ελάχιστης ακτίνας κάμψης των οπτικών ινών	
ΤΧ 2.5.7	Κλειδαριά πόρτας κιβωτίου	
ΤΧ 2.5.8	Ελάχιστες προδιαγραφές προστασίας: ▪ IP54 σύμφωνα με το IEC529 (BSEN60529:1991)	

2.2.6 ΠΤΧ 2.6: Οπτικό Καλώδιο σε εσωτερικό κτηρίου

Α/Α	Περιγραφή / Προδιαγραφές	Μέγεθος
ΤΧ 2.6.1	Οπτικές ίνες singlemode για απ' ευθείας διασύνδεση του σημείου εισόδου του κτηρίου μέχρι το τερματικό σημείο του χρήστη με δυνατότητα εμφύσησης σε μικρο-σωλήνα	
ΤΧ 2.6.2	Θα πρέπει να είναι συμβατή με το πρότυπο ITU-G652.C	
ΤΧ 2.6.3	Το καλώδιο θα είναι 2 ινών/4 ινών/8 ινών κατάλληλο για εμφύσηση μέσα στη συστοιχία μικροσωληνώσεων Μ3	
ΤΧ 2.6.4	Διάμετρος (εξωτερική) καλωδίου	
ΤΧ 2.6.5	Όλοι οι έλεγχοι για τις μηχανικές ιδιότητες του μικροκαλωδίου και τις συνθήκες περιβάλλοντος θα είναι σε συμφωνία με την προδιαγραφή IEC 60794-5	
ΤΧ 2.6.6	Οι παράμετροι της οπτικής ίνας και οι έλεγχοί της θα γίνουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές IEC 60793-2 και IEC 60793-1	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πλαίσιο Σχεδιασμού Λειτουργίας & Συντήρησης Υποδομής Δικτύου FTTH

Το παράρτημα αυτό καλύπτει θέματα σχεδιασμού, λειτουργίας και συντήρησης υποδομής ενός δικτύου FTTH. Παρόλο που κάθε σχέδιο δικτύου FTTH θα διαφέρει και θα λειτουργεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα και συνθήκες, η απαίτηση σχεδιασμού, λειτουργίας και συντήρησης είναι κοινή σε όλα.

Κατά την κατασκευή του δικτύου, ο κατασκευαστής θα πρέπει να εξασφαλίσει την ελάχιστη δυνατή όχληση του κοινού και του περιβάλλοντος περίγυρου. Αυτό είναι πολύ πιθανό να περιλαμβάνεται στις συμβατικές υποχρεώσεις προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι η διαδικασία εγκατάστασης και κατασκευής θα προκαλέσει λίγη ή καθόλου όχληση εντός της περιοχής FTTH. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω προσεκτικής μελέτης και εκτέλεσης. Αυτό οδηγεί επίσης στην ανάγκη για ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων κατασκευής που τελικά θα ωφελήσουν το επιχειρηματικό σχέδιο FTTH. Ο κακός σχεδιασμός θα φέρει τα αντίθετα αποτελέσματα και εν δυνάμει θα οδηγήσει σε κακή απόδοση κατασκευής και σε αποτυχία το πρόγραμμα κατασκευής.

Παρόλο που οι οπτικές ίνες είναι ένα αξιόπιστο μέσο με αποδεδειγμένα αξιόπιστη λειτουργία για δεκάδες έτη, συνεχίζουν να είναι ευάλωτες σε απρόβλεπτες βλάβες που θα απαιτήσουν κινητοποίηση και γρήγορη και αποτελεσματική επισκευή. Κατά τη διάρκεια τέτοιων συμβάντων είναι κεφαλαιώδους σημασίας η άμεση πρόσβαση στα αρχεία των δικτύων από τους αρμόδιους για την επισκευή. Είναι ζωτικής σημασίας από την έναρξη κατασκευής του δικτύου να ταξινομούνται και να συγκεντρώνονται τα αρχεία και τα έγγραφα προς υποστήριξη της συνεπακόλουθης ανάλυσης του δικτύου. Οι διαδικασίες συντήρησης πρέπει να σχεδιάζονται εκ των προτέρων και να υπάρχουν σχετικές συμβατικές πρόνοιες για την εξασφάλιση ότι το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό θα είναι διαθέσιμο όταν απαιτηθεί.

3.1 Πλαίσιο Σχεδιασμού Κατασκευής Δικτύου

3.1.1 Σχεδιασμός Ελέγχου Εργοταξίου και λειτουργίας εγκατάστασης

Η εργασία με υπόγεια συστήματα απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και σε πολλές περιπτώσεις θα προκαλεί διακοπή της κυκλοφορίας. Θα απαιτηθεί συνεργασία με τις τοπικές αρχές και τοποθέτηση των κατάλληλων διατάξεων ελέγχου. Στα ακόλουθα σημεία αναφέρονται συνοπτικά τα κύρια ζητήματα εγκατάστασης που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ενασχόληση με μια εγκατάσταση με σωλήνες:

Γενικά Ζητήματα Διαχείρισης

- Απαιτείται εμπειρία εργασίας με υπόγεια ή εναέρια συστήματα, πρακτικές και συνθήκες εργασίας σωληνώσεων και καλωδίων
- Ο προσεκτικός σχεδιασμός της εγκατάστασης θα οδηγήσει σε αποτελεσματική και ασφαλής λειτουργία. Συνιστάται συνεργασία με τις Τοπικές Αρχές πριν από την εγκατάσταση, όπου έχει εφαρμογή.

- Θα πρέπει να υπάρχει πλήρης εκτίμηση των κοντινών Παροχών Κοινής Ωφελείας τόσο από τις τοπικές αρχές όσο και από 'επί τόπου' επιβεβαίωση με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού ανίχνευσης.

Ασφάλεια

- Θα πρέπει να οργανωθούν κατάλληλες ζώνες ασφαλείας με χρήση κώνων σήμανσης και πινακίδων κυκλοφορίας. Η διακοπή της κυκλοφορίας θα πρέπει να συντονιστεί με τις τοπικές αρχές.

- Όλα τα φρεάτια καλωδίων θα πρέπει να είναι αναγνωρίσιμα και αυτά που προορίζονται για πρόσβαση θα πρέπει να ελέγχονται για εύφλεκτα και τοξικά αέρια πριν από την είσοδο.

- Σε περιορισμένους χώρους, θα πρέπει να πραγματοποιούνται πλήρεις έλεγχοι αέρα και οξυγόνου πριν από την είσοδο και να παρέχεται όπου απαιτείται εξαναγκασμένος αερισμός. Κατά τη διάρκεια υπόγειας εργασίας, όλο το προσωπικό θα πρέπει να έχει μόνιμα σε λειτουργία προειδοποιητικό εξοπλισμό συνεχούς επιτήρησης επιπέδων εύφλεκτων και τοξικών αερίων, διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου.

- Σε περίπτωση ανίχνευσης εύφλεκτων αερίων, θα πρέπει να ειδοποιηθεί άμεσα η τοπική Πυροσβεστική Υπηρεσία.

- Όλα τα υφιστάμενα ηλεκτρικά καλώδια θα πρέπει να επιθεωρηθούν για τυχόν φθορές και εκτεθειμένους αγωγούς.

Κατασκευή, Εξοπλισμός και Σχεδιασμός

- Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί πλήρη προσεκτική εξέταση ολόκληρου του υπόγειου συστήματος σωληνώσεων ή της εναέριας εγκατάστασης πριν από την εγκατάσταση.

- Στα φρεάτια καλωδίων με μεγάλη στάθμη νερού θα πρέπει να αντλείται το πλεονάζον νερό.

- Οι σωλήνες θα πρέπει να ελέγχονται για ζημιές και ενδεχόμενα φραξίματα. Συνιστάται η πραγματοποίηση ελέγχου των τμημάτων σωλήνα με δοκιμαστικό άξονα ή βούρτσα πριν από την εγκατάσταση.

- Οι θυρίδες θα πρέπει να ελέγχονται προς εξασφάλιση του απαιτούμενου χώρου για περιέλιξη των πλεονασμάτων καλωδίου, πρόβλεψη στηριγμάτων καλωδίων και χώρο για τοποθέτηση Κιβωτίων Σύνδεσης Συγκόλλησης.

- Θα πρέπει να εξασφαλιστεί σχέδιο για βέλτιστη τοποθέτηση του εξοπλισμού καλωδίου, των ενδιάμεσων σημείων μεταφοράς και εξοπλισμό μαζέματος/έλξης καλωδίου. Τα ίδια ισχύουν και στην περίπτωση εμφύσησης των καλωδίων στο σωλήνα, η οποία απαιτεί Κεφαλή Εμφύσησης και Εξοπλισμό Συμπιεστή. Θα πρέπει αντίστοιχα να προβλέπονται ανοχές για αλλαγές στο ύψος.

- Θα πρέπει να υπάρχει επικοινωνία με τον κατασκευαστή του σωλήνα ή του εσωτερικού σωλήνα προς εξασφάλιση οδηγιών εγκατάστασης καλωδίου.

- Οι κυματοειδείς σωλήνες με ραβδώσεις και οι σωλήνες με εσωτερική επένδυση χαμηλής τριβής είναι σχεδιασμένοι να μειώνουν την τριβή καλωδίου/σωλήνα κατά την εγκατάσταση. Οι λείοι χωρίς εσωτερική επένδυση σωλήνες μπορεί να απαιτούν κατάλληλο συμβατό με το καλώδιο λιπαντικό.

- Λαβές έλξης χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή του σχοινιού-οδηγού έλξης στο άκρο του καλωδίου. Αυτές συχνά είναι δικτυωτής/πλεκτής βάσης ή προσαρμόζονται με μηχανικό τρόπο στο άκρο του καλωδίου ελαχιστοποιώντας τη διάμετρο και συνεπώς το χώρο του χρησιμοποιούμενου σωλήνα. Θα πρέπει επίσης να τοποθετηθεί διάταξη 'στροφέα με ασφάλεια' μεταξύ της λαβής έλξης του καλωδίου και του σχοινιού-οδηγού έλξης.

- Οι στροφείς είναι σχεδιασμένοι να εξουδετερώνουν τυχόν ροπές περιστροφής που παράγονται κατά την έλξη και με τον τρόπο αυτό να προστατεύουν το καλώδιο. Μια μηχανική ασφάλεια απόσπασης προστατεύει το καλώδιο από υπερβολικές δυνάμεις έλξης σπάζοντας μια 'θυσιαζόμενη' περόνη αποκοπής. Οι περόνες διατίθενται σε διάφορες τιμές εφελκυσμού.

- Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί Βαρούλκο Έλξης κατάλληλης δυναμικότητας. Τα βαρούλκα θα πρέπει να διαθέτουν δυναμόμετρο επιτήρησης εφελκυσμού κατά τη διάρκεια της έλξης.

- Για την οδήγηση του καλωδίου υπό τάση από τον εξοπλισμό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τροχαλίες, καστάνιες και τεμάχια σχήματος τεταρτημόριου για την οδήγηση του καλωδίου υπό τάση από τον εξοπλισμό, προς και από την είσοδο του σωλήνα και προς τον εξοπλισμό μαζέματος για εξασφάλιση τήρησης της ελάχιστης διαμέτρου κάμψης του καλωδίου.

- Σε όλες τις θέσεις λειτουργίας θα πρέπει να υπάρχουν ασύρματοι επικοινωνίας, κινητά τηλέφωνα ή ανάλογος εξοπλισμός.

- Σε περιπτώσεις όπου το φορτίο εφελκυσμού του καλωδίου προσεγγίζει το όριό του και μπορεί να αναμένεται μεγαλύτερο τμήμα έλξης, μπορεί να συνιστάται η χρήση ενδιάμεσων σημείων ή βοηθητικών βαρούλκων.

- Διάταξη Τύλιξης καλωδίου: συνιστάται ρυμουλκούμενο με τύμπανο.

3.1.2 Θέματα Καλωδίωσης

Καλωδίωση Σωλήνων και Μικροσωλήνων

- Η εγκατάσταση και η συντήρηση των σωλήνων είναι σχετικά απλή. Σε κάποιες περιπτώσεις τα καλώδια μπορεί να αποκαλυφτούν από σφάλμα, θα πρέπει συνεπώς να υπάρχουν πάντα διαθέσιμα τμήματα σωλήνωσης για συντήρηση.

- Τα καλώδια οπτικών ινών για τοποθέτηση σε σωλήνα και ενταφιασμού μπορεί να έχουν παρόμοιες κατασκευές, με τα τελευταία προφανώς να φέρουν μεγαλύτερη προστασία από το περιβάλλον στο οποίο εγκαθίστανται και λειτουργούν.

- Μήκος διαδρομής συν ανοχή για τη σύνδεση (τυπικά 3-5 μέτρα).

- Εφεδρικό/πλεόνασμα καλωδίου σε χώρους φρεατίων τυπικά 20 μέτρα. Αυτό θα επιτρέψει την εκ των υστέρων πρόσθεση συνδέσεων πρόσβασης σε ενδιάμεσα σημεία.
- Δεν θα πρέπει να υπάρχει υπέρβαση των τιμών Ελάχιστης Ακτίνας Κάμψης (Minimum Bend Radii - MBR) και μέγιστου φορτίου εφελκυσμού.

- Η MBR συνήθως εκφράζεται ως πολλαπλάσιο της διαμέτρου του καλωδίου (π.χ. 20xD) και συνήθως ορίζεται ως η μέγιστη τιμή για στατικές και δυναμικές καταστάσεις

- Η στατική MBR είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή κάμψης για το καλώδιο σε λειτουργία (δηλαδή κουλουριασμένο εντός θυρίδας ή φρεατίου). Η δυναμική MBR είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή κάμψης για το καλώδιο σε συνθήκες έλξης κατά την εγκατάσταση.

- Η τιμές Φορτίου Έλξης (ή Εφελκυσμός Έλξης, N, ή Δύναμη, Kgf) συνήθως προσδιορίζονται για συνθήκες βραχυχρόνιας ή μακροχρόνιας καταπόνησης. Οι τιμές φορτίου βραχυχρόνιας καταπόνησης αναφέρονται στο μέγιστο εφελκυσμό που μπορεί να εφαρμοστεί στο καλώδιο κατά τη διαδικασία εγκατάστασης και οι τιμές μακροχρόνιας καταπόνησης αναφέρονται στο μέγιστο εφελκυσμό που μπορεί να εφαρμοστεί στο καλώδιο καθ’ όλη τη διάρκεια της λειτουργικής ζωής του καλωδίου.

- Σε περιπτώσεις εγκατάστασης των καλωδίων με εμφύσηση, το καλώδιο και ο σωλήνας θα πρέπει να είναι κατάλληλα για τη διαδικασία εμφύσησης.

- Θα πρέπει να υπάρχει επικοινωνία με τον/τους προμηθευτή/ές καλωδίου και σωλήνα προς εξασφάλιση οδηγιών εγκατάστασης.

Καλώδιο Άμεσου Ενταφιασμού

- Οι τεχνικές εγκατάστασης καλωδίων ενταφιασμού μπορεί να περιλαμβάνουν άνοιγμα ορύγματος, εκσκαφή, κατευθυντήρια διάτρηση και διάτρηση με ώθηση. Πρέπει επίσης να γίνει αναφορά στην προδιαγραφή IEC (International Electrotechnical Commission) 60794-1-1 Παράρτημα C.3.6 ‘Installation of buried cables’ (Εγκατάσταση ενταφιασμένων καλωδίων).

- Επιβεβαίωση ελάχιστης ακτίνας κάμψης και μέγιστων φορτίων έλξης για συνθήκες εγκατάστασης και μακροχρόνιας λειτουργίας.

- Διασφάλιση επιτήρησης φορτίου εφελκυσμού καλωδίου κατά τον ενταφιασμό και μη υπέρβασης μέγιστων ορίων καλωδίου.

- Η πλήρης εξέταση του ενταφιασμένου τμήματος θα εξασφαλίσει αποτελεσματική εργασία εγκατάστασης.

- Τα σημεία διασταύρωσης με άλλα δίκτυα κοινής ωφελείας θα πρέπει να είναι αναγνωρίσιμα

- Όλα τα ενταφιασμένα καλώδια θα πρέπει να είναι αναγνωρίσιμα και με κατάλληλη σήμανση για τυχόν μελλοντικό εντοπισμό

- Η οπίσθια πλήρωση πρέπει να εξασφαλίζει ότι τα καλώδια προστατεύονται κατάλληλα έναντι ζημιάς από μεγάλες πέτρες π.χ. με άμμο. Η οπίσθια

πλήρωση πρέπει να πατικώνεται για την αποφυγή μελλοντικής μετακίνησης ή καθίζησης εδάφους

- Όλες οι επιφάνειες πρέπει να αποκαθίστανται σύμφωνα με τα τοπικά πρότυπα

3.2 Πλαίσιο Λειτουργίας και Συντήρησης υποδομής Δικτύου

Πρέπει να ληφθούν υπόψη ζητήματα σχετικά με:

- Μετρήσεις
- Αρχεία καλωδίων ινών και σωλήνων
- Σήμανση σημαντικών στοιχείων υποδομής
- Πλήρης υποστήριξη με έγγραφα
- Αναγνώριση σήμανση σημαντικών στοιχείων υποδομής που υπόκεινται σε εργασίες συντήρησης
- Λίστα δευτερεύουσας συντήρησης
- Σχέδιο για καταστροφική βλάβη δικτύου λόγω εξωγενών παραγόντων (ακούσιο σκάψιμο καλωδίου και σωλήνα)
- Διατήρηση στοκ ανταλλακτικών καλωδίων και σωλήνωσης υποδομής για περιπτώσεις όπως ανωτέρω
- Θέση και διαθεσιμότητα αρχείων δικτύου για τα ανωτέρω
- Πρόβλεψη συμβολαίου συντήρησης

3.3 Μετρήσεις Οπτικών Ινών

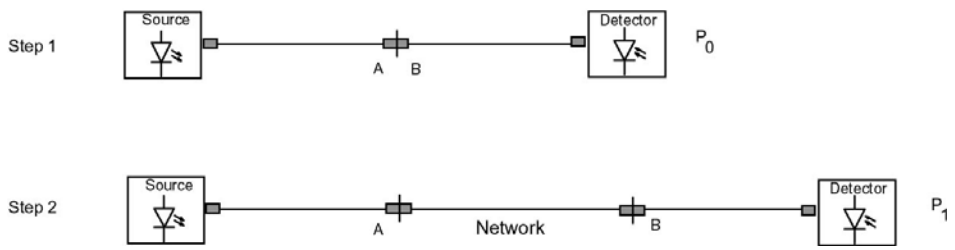
Στις ακόλουθες περιπτώσεις πραγματοποιούνται οπτικές μετρήσεις σε ένα δίκτυο FTTH:

- Συμμόρφωση δικτύου και δοκιμές παραλαβής
- Συντήρηση
- Εντοπισμός σφάλματος σε περίπτωση βλάβης

Οι δημοφιλέστερες μέθοδοι είναι οι μέθοδοι LSPM (Light Source Power Meter - Μετρητής Ισχύος Φωτεινής Πηγής) και OTDR (Optical Time Domain Reflectometer - Κύριος Ανακλαστικός Μετρητής Οπτικού Χρόνου).

3.3.1 Μέθοδος LSPM

Εκπέμπεται φως από σταθερή φωτεινή πηγή στο ένα άκρο του δικτύου. Ο Μετρητής Ισχύος θα μετρήσει τη λαμβανόμενη οπτική ισχύ στο άλλο άκρο του δικτύου. Η ολική οπτική απώλεια της γραμμής μπορεί εύκολα να υπολογιστεί με την εξής διαδικασία:



Σχ.31.: Μέθοδος Μέτρησης LSPM

Η μέθοδος αυτή υπολογίζει την ακριβή σημείο προς σημείο απώλεια ενός οπτικού δικτύου και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται συχνά σε δοκιμές παραλαβής. Σε μονότροπα δίκτυα δεν υπάρχει ανάγκη μέτρησης της απώλειας και από τις δύο πλευρές.

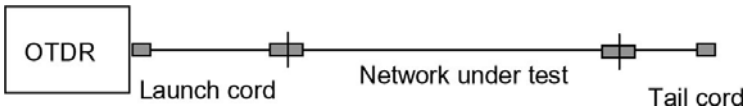
Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν δίνει πληροφορίες ανά διαστήματα σχετικά με τη θέση μιας βλάβης (για παράδειγμα απώλεια συγκόλλησης ή συνδετήρα). Σε αυτήν την περίπτωση η μέθοδος OTDR παρέχει περισσότερες πληροφορίες.

3.3.2 Μέθοδος OTDR

Ο εξοπλισμός δοκιμής OTDR εκπέμπει ένα φωτεινό παλμό στο δίκτυο.
Το ανακλώμενο φως ανιχνεύεται και με αυτήν την εξαρτώμενη από το χρόνο πληροφορία θα παραχθεί το ακόλουθο ίχνος:

- Απώλεια τοπικής διεπαφής (απώλεια παρεμβολής)
- Απώλεια απομακρυσμένης διεπαφής (απώλεια παρεμβολής)

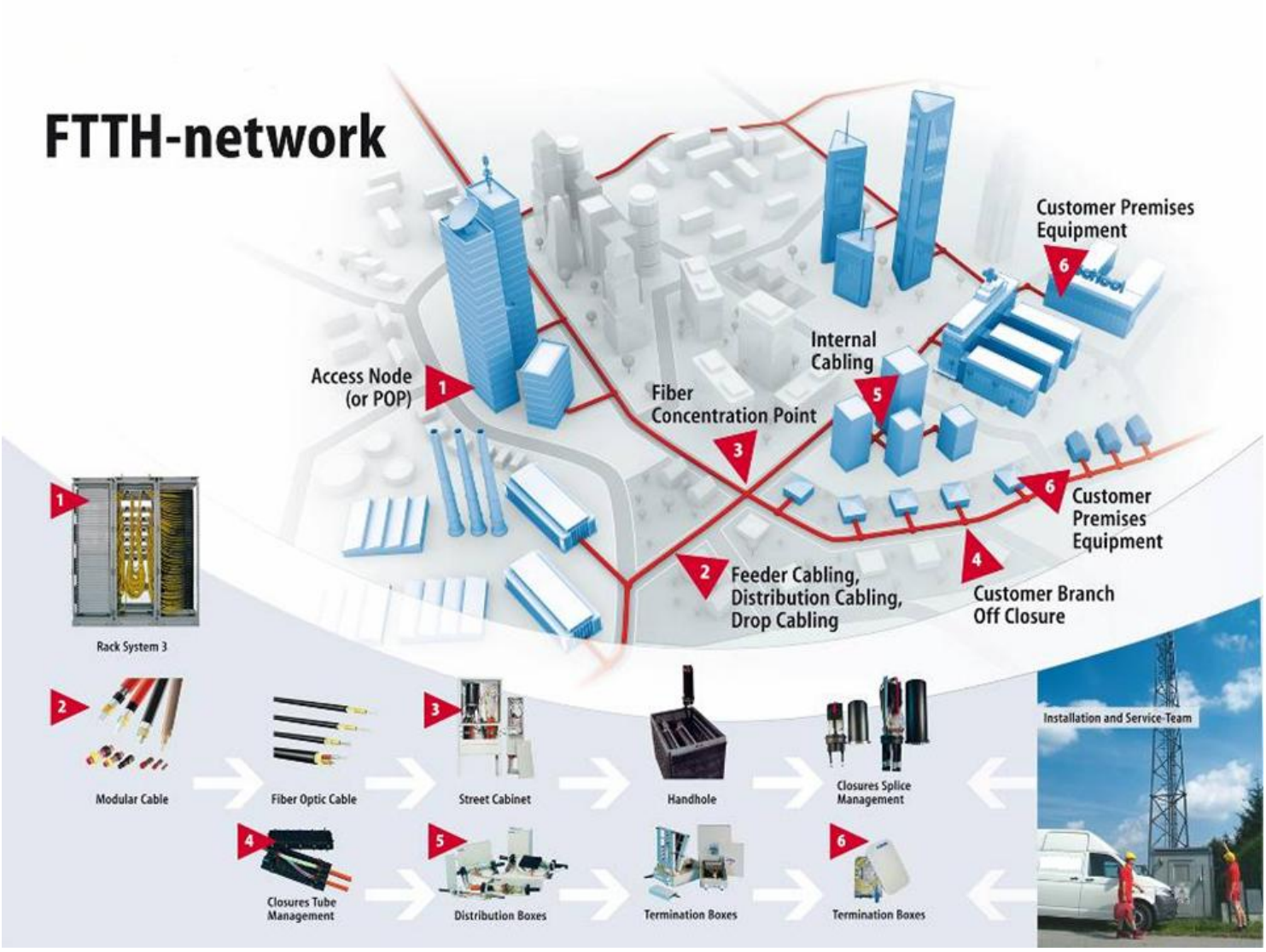
Η μέθοδος OTDR επιτρέπει τη μέτρηση της απώλειας και της ανάκλασης σε ένα δεδομένο σημείο στο δίκτυο. Συνεπώς η μέθοδος αυτή επιτρέπει τον εντοπισμό ενός σημείου υψηλής απώλειας ή υψηλής ανάκλασης (κομμένη ίνα, ανοικτός συνδετήρας) στο δίκτυο.

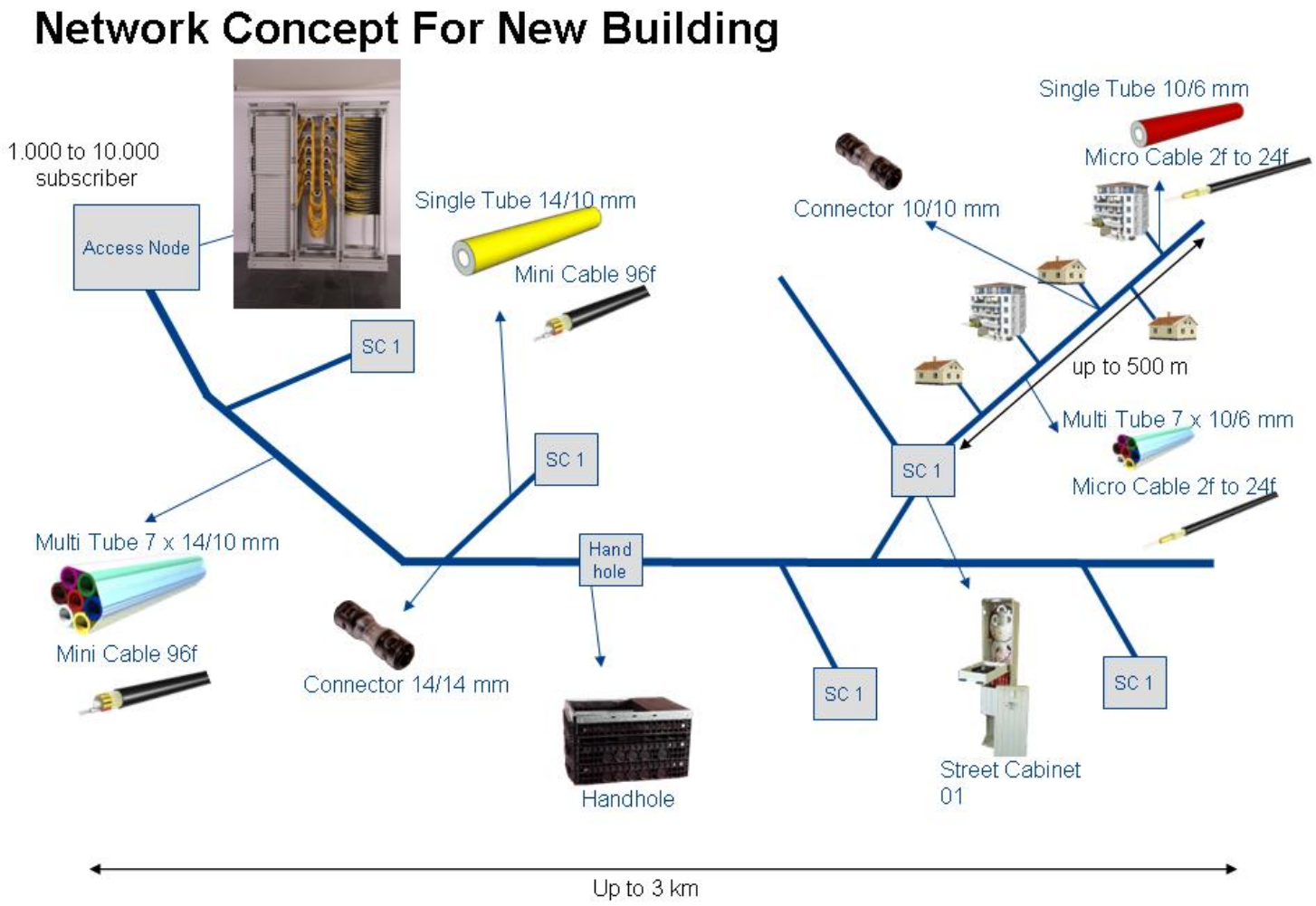


Σχ.32.: Μέθοδος Μέτρησης ODTR

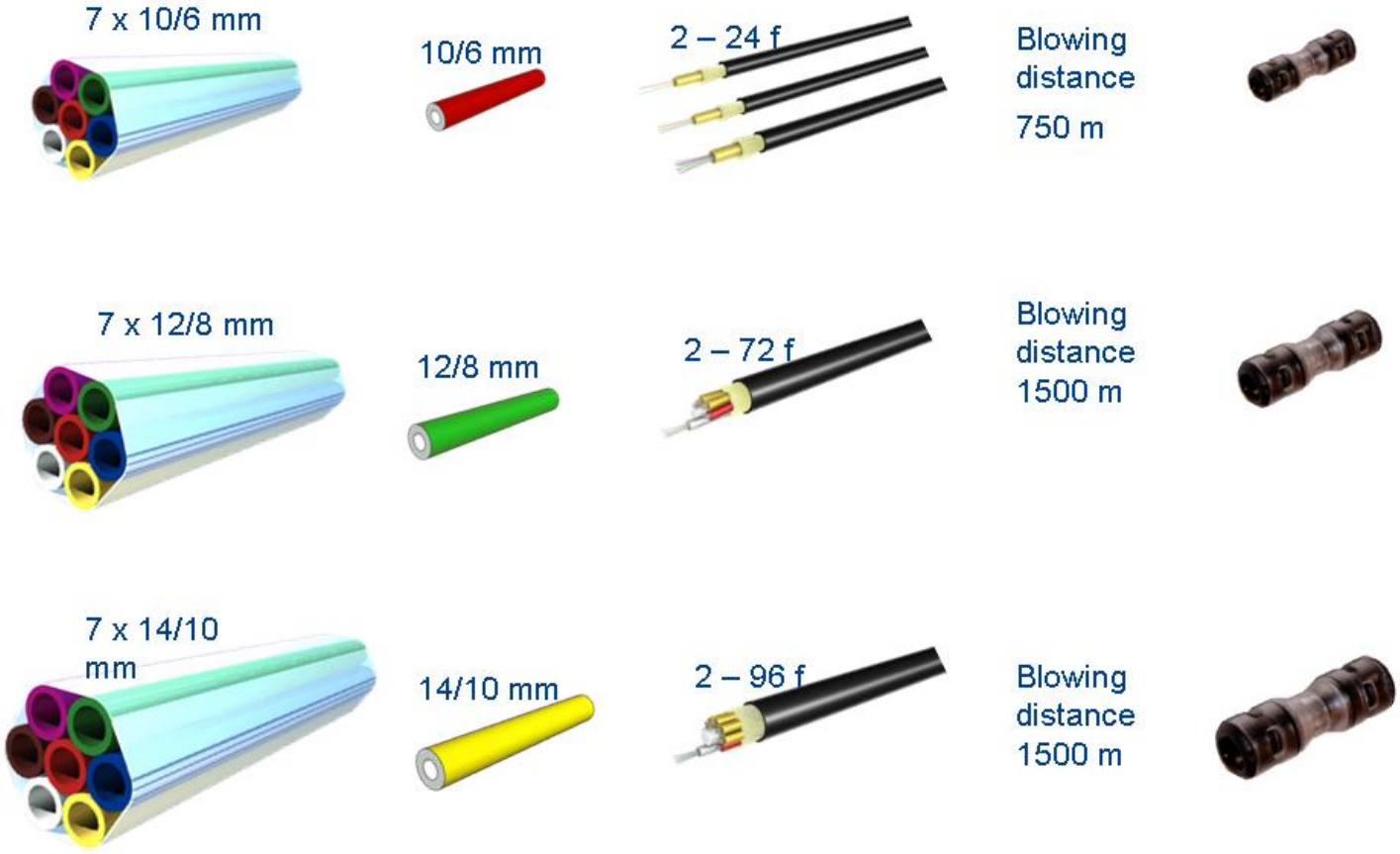
Για την πιο ακριβή μέτρηση της απώλειας μιας διάταξης ή μιας συγκόλλησης πρέπει να μετρηθεί η απώλεια και από τις δύο πλευρές του δικτύου και να υπολογιστεί η μέση τιμή των 2 μετρήσεων απώλειας.

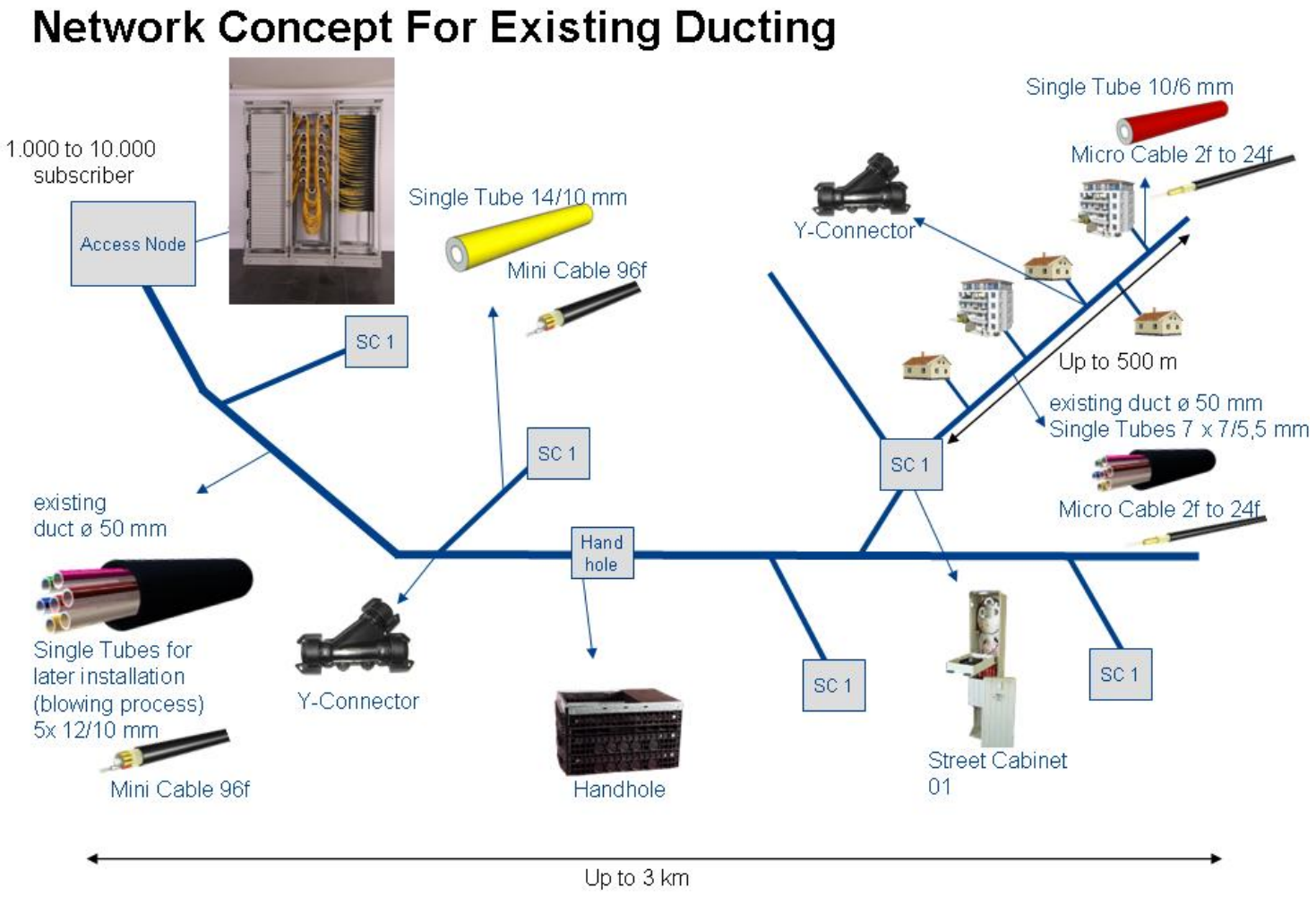
4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Υπόδειγμα Επιλογής Εξοπλισμού για Υποδομή Δικτύου FTTH



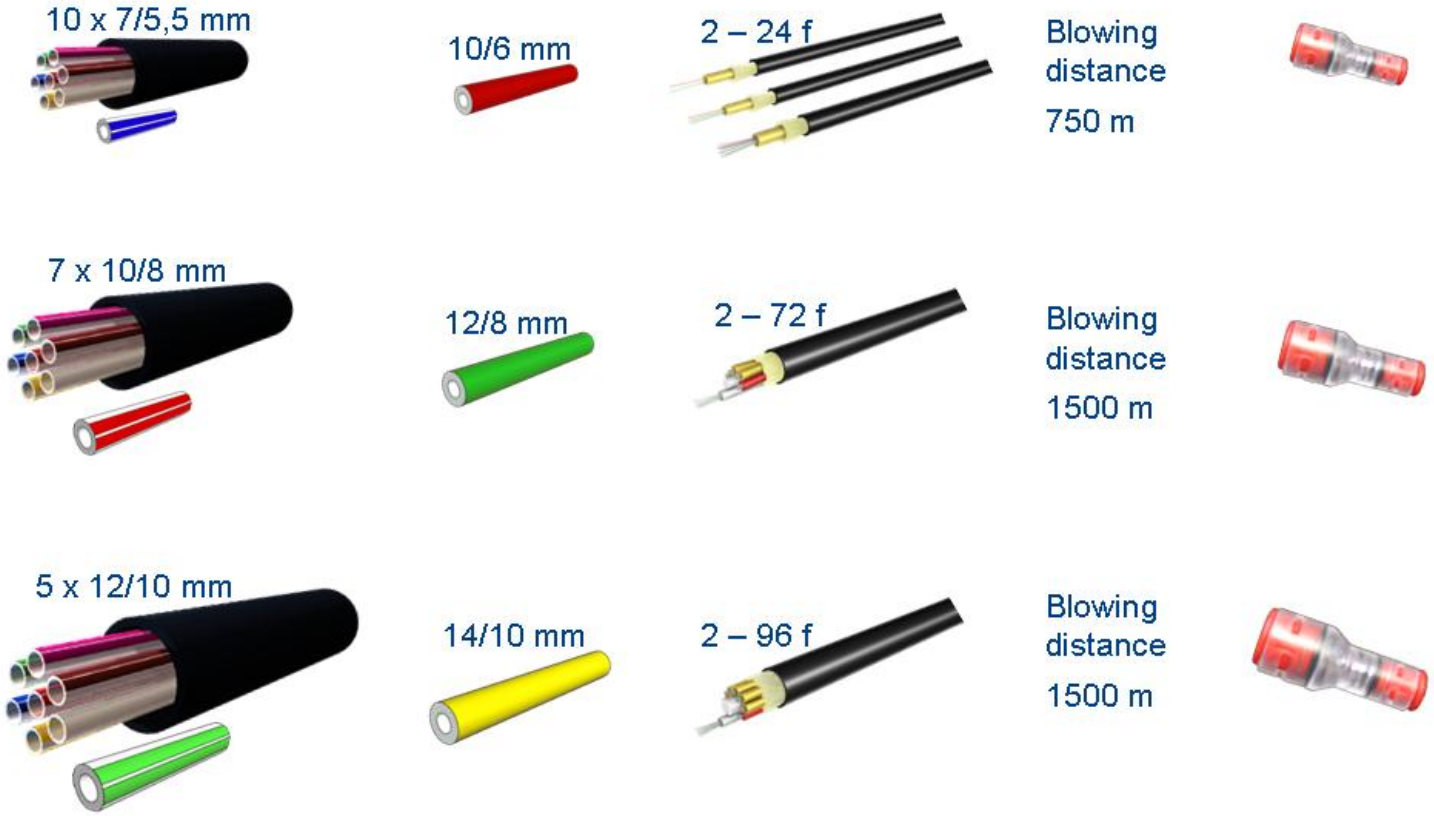

Network Concept For New Building
1.000 to 10.000
subscriber
Access Node
SC 1
Single Tube 14/10 mm
Mini Cable 96f
SC 1
Multi Tube 7 x 14/10 mm
Mini Cable 96f
Connector 14/14 mm
Hand
hole
Handhole
Connector 10/10 mm
Single Tube 10/6 mm
Micro Cable 2f to 24f
up to 500 m
Multi Tube 7 x 10/6 mm
Micro Cable 2f to 24f
SC 1
SC 1
SC 1
SC 1
Street Cabinet
01
Up to 3 km

Tubes For New Building




Network Concept For Existing Ducting
1.000 to 10.000
subscriber
Access Node
SC 1
Single Tube 14/10 mm
Mini Cable 96f
Single Tube 10/6 mm
Micro Cable 2f to 24f
Y-Connector
Up to 500 m
existing duct ø 50 mm
Single Tubes 7 x 7/5,5 mm
Micro Cable 2f to 24f
existing
duct ø 50 mm
Hand
hole
Single Tubes for
later installation
(blowing process)
5x 12/10 mm
Mini Cable 96f
Y-Connector
Handhole
Street Cabinet
01
Up to 3 km

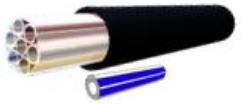
Single Tubes For Existing Ducting



Upgrading For Existing Ducting

Multitube with pre-installed tubes wind on a drum

10 x 7/5,5 mm



10/6 mm

2 – 24 f

Blowing distance 750 m

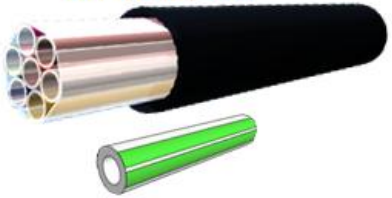
7 x 10/8 mm

12/8 mm

2 – 72 f

Blowing distance 1500 m

5 x 12/10 mm



14/10 mm

2 – 96 f

Blowing distance 1500 m

5 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

Αγγλική Ορολογία	Ελληνική Ορολογία
single-mode fibre	Μονότροπη ίνα
multimode fibre	Πολύτροπη ίνα
FTTH	FIBRE TO THE HOME - ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ (μένει αμετάφραστο και μεταφράζεται μόνο στην αρχή ενδεικτικά)
bandwidth-carrying capacity	ικανότητα ρυθμού μετάδοσης δεδομένων
Infrastructure	υποδομή
Deployment	ανάπτυξη
pulling	Έλξη / τράβηγμα
blowing	Εμφύσηση
floatation	Επίπλευση
Duct	σωλήνας
sub-duct	Υποσωλήνας
Branch-off closures	Κιβώτια διακλαδώσεων
microduct	Συστοιχεία μικροσωληνώσεων / μικροσωλήνας
Feeder duct	Σωλήνας τροφοδότης
Feeder cable	Καλώδιο τροφοδότης
footway box	Φρεάτιο πεζοδρομίου
Loose tube	Θάλαμος ελεύθερης τοποθέτησης (συγκέντρωσης οπτικών ινών)
Multi Loose tube	Πολλαπλών Θαλάμων Ελεύθερης Τοποθέτησης
Central Loose tube	Κεντρικού θαλάμου ελεύθερης τοποθέτησης
Slotted core	Πυρήνα με Σχισμές Τοποθέτησης

Microbundle	Μικροδέσμη
Ribbon	Ταινία (συγκέντρωσης οπτικών ινών)
Access chamber	Φρεάτιο πρόσβασης
Drop cable	Ακραίος κλάδος
cable splice closure	Κιβώτιο συγκόλλησης καλωδίου
Microcable	μικροκαλώδιο
pre-connectorised	Με προεγκατεστημένους συνδετήρες
tight-buffered	Διατεταγμένης τοποθέτησης
'multi-tight'	πολλαπλής διατεταγμένης τοποθέτησης
exchange building	κεντρικό κτίριο
Breakout Device	Διάταξη διαχωρισμού
Patchcord	Συνδετική χορδή
Pigtail	Καλωδιοουρά
Connector	Συνδετήρας
Jumper	Γέφυρα σύνδεσης
insertion loss	Απώλεια παρεμβολής
return loss	Απώλεια επιστροφής
heat shrinkable tubing	συρρικνούμενη με θερμότητα σωλήνωση
Handhole	Θυρίδα χειρός
Splitter	Διάταξη διαμοίρασης - διαμοιραστής (ή διχαστής ή διαχωριστής?)