

# **ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ ΣΤΟ ΧΩΡΙΟ**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα .....	2
1. Πρόλογος.....	3
2. Υλοποίηση.....	3
2.1 Σημείο προς σημείο απομακρυσμένο δίκτυο WIFI .....	4
2.1.1 Γενικά.....	4
2.1.2 Περιγραφή εγκατάστασης .....	4
2.1.2.1 Σημείο A (παλιά αποθήκη) .....	4
2.1.2.2 Σημείο B (σπίτι) .....	5
2.2 Τοπικό υπο-δίκτυο σε σπίτι/εργαστήριο .....	6
2.2.1 Σπίτι .....	6
2.2.2 Εργαστήριο .....	6
3. Επίλογος.....	7
Παράρτημα A (Τοπολογία Δικτύου) .....	8
Παράρτημα B (Κόστος Εξοπλισμού/Υλικών) .....	9
Παράρτημα Γ (Οδηγός δημιουργίας ethernet βύσματος rj45).....	10
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	13

## 1. Πρόλογος

Το παρόν project προέκυψε μετά την συνειδητοποίηση ότι η περιοχή που κατοικώ και εργάζομαι δεν πρόκειται να καλυφθεί ποτέ από ενσύρματο ευρυζωνικό ίντερνετ (adsl). Ακόμα και αν κάποτε εγκατασταθεί dslam στο τοπικό τηλεφωνικό κέντρο, κάτι εξαιρετικά αμφίβολο στο κοντινό (μπορεί και μακρινό) μέλλον, η απόσταση του χωριού υπερβαίνει τα 7-8 χιλιόμετρα, απαγορευτική απόσταση για ευρυζωνικό ίντερνετ. Η τελευταία ελπίδα ήταν το κοινοτικό πρόγραμμα «Ανάπτυξη Ευρυζωνικών Υποδομών σε λευκές αγροτικές περιοχές της ελληνικής επικράτειας»[1], το οποίο φαίνεται κολλημένο κάπου μεταξύ οικονομικής κρίσης, γραφειοκρατίας, και μνημονίου.

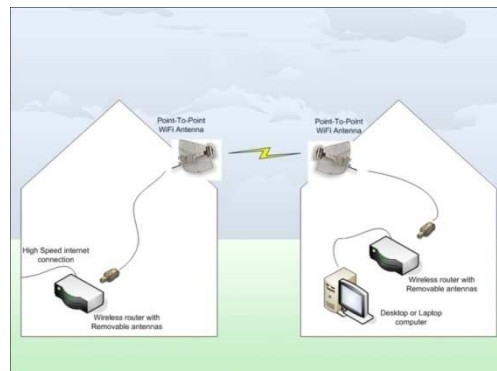
Σε τόσο δικτυακά απομονωμένες περιοχές οι λύσεις είναι 2. Δορυφορικό ίντερνετ και τα 3G δίκτυα των εταιριών κινητής. Ευτυχώς οι περιοχή καλύφθηκε με δίκτυο 3g εδώ και περίπου 2 χρόνια, εξυπηρετώντας επαρκώς κάποιες ιντερνετικές ανάγκες. Όπως όμως είναι προφανές οι λύσεις αυτές δεν λύνουν το πρόβλημα, αφού είναι και ακριβές και περιοριστικές (περιορισμένος όγκος δεδομένων). Υπηρεσίες όπως νοір, επιτήρηση χώρων μέσω ίντερνετ, απομακρυσμένη χρήση υπολογιστή, home automation, video conference, audio και video streaming είναι αδύνατες μέσω αυτών των λύσεων.

Όλα τα παραπάνω με έκαναν να σκεφτώ ακραίες λύσεις μεταφοράς δεδομένων από το πλησιέστερο αστικό κέντρο (πάνω από 30km!) μέσω long range wifi [2], κάτι που θα απαιτούσε και ενδιάμεσο αναμεταδότη (repeater) με ανάγκες ηλεκτρικής ισχύος από μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα, που θα εκτόξευε το κόστος στα ύψη. Ευτυχώς ο διπλανός καποδιστριακός δήμος φρόντισε να καλυφθούν οι περισσότεροι οικισμοί του με adsl. Έτσι το project που είχα στο μυαλό μου απλουστεύτηκε (θεωρητικά!), αφού πλέον το ασύρματο δίκτυο μου θα έπρεπε να έχει εμβέλεια ως το απέναντι χωριό, σε απόσταση λίγο πάνω από 3 χιλιόμετρα. Το μόνο που θα έμενε ήταν να πείσω ένα ιδιοκτήτη να βάλω μια νέα τηλεφωνική σύνδεση με adsl και μια κεραία στην στέγη της ιδιοκτησίας του. Αποδείχθηκε το δυσκολότερο μέρος του project. Αλλά αυτές οι περιπέτειες ξεπερνούν τον σκοπό μιας τεχνολογικής παρουσίασης. Αν γράψω ποτέ τα απομνημονεύματα ενός ατυχούς νέου αποκλεισμένου στις εσχαιές της τεχνολογικά αναλφάβητης ελληνικής επαρχίας θα τα συμπεριλάβω εκεί!

## 2. Υλοποίηση

Ο κορμός του project αφορά την ασύρματη σύνδεση ενός σημείου (A) με πρόσβαση σε ευρυζωνικό ίντερνετ με ένα άλλο χωρίς πρόσβαση (B). Το δεύτερο σκέλος του project αφορά την δημιουργία υποδομής στο δεύτερο σημείο (σπίτι/εργαστήριο), για την εκμετάλλευση της μόνιμης πλέον ευρυζωνικής του σύνδεσης.

Για το πρώτο σκέλος επιλέχθηκε, όπως ήταν φυσικό, η δημιουργία ενός σημείου



Εικόνα 1: Σημείο προς σημείο δίκτυο wifi

προς σημείο απομακρυσμένου δικτύου wifi (point to point long range wifi), με την βοήθεια δύο κατευθυντικών κεραιών, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.

Για το δεύτερο αναπτύχθηκε συνδυασμός ασύρματων και ενσύρματων δικτύων και υποδικτύων για την κάλυψη όλων των χώρων με ασύρματο internet και την επικοινωνία όλων των δικτυακών συσκευών (κάμερες, pcs, τηλεόραση, access points) μεταξύ τους.

## 2.1 Σημείο προς σημείο απομακρυσμένο δίκτυο WIFI

### 2.1.1 Γενικά

Το σημείο που διατέθηκε από τον ιδιοκτήτη για την εγκατάσταση της τηλεφωνικής σύνδεσης και του εξοπλισμού μετάδοσης, αποτελεί μια παλιά αποθήκη. Δυστυχώς στο σημείο είναι δύσκολη η άμεση οπτική επαφή με το σπίτι, το σήμα του wifi αναγκαστικά περνάει από δύο συστάδες δέντρων, η μία μάλιστα αποτελείται από κωνοφόρα δέντρα, τα οποία απορροφούν και σε μεγαλύτερο βαθμό την μικροκυματική ακτινοβολία του wifi (των 2.4 GHz). Οι αρχικές δοκιμές έδειξαν οριακό σήμα (περίπου -82db). Η αλλαγή του καναλιού εκπομπής από 1 σε 11 [3], και η τοποθέτηση του εξοπλισμού μετάδοσης κοντά στην κεραία (παρακάμπτοντας το 5 μέτρων καλώδιο της κεραίας) ανέβασε το σήμα στο -72db. Σήμα ικανοποιητικό για την συνέχιση του project από αυτό το σημείο. Όλες οι δοκιμές έγιναν με το wifi scanner "Inssider" [4], το οποίο έτρεχε σε ένα nettop της acer με τον wifi adapter της tp-link με αποσπώμενη κεραία (TP-LINK TL-WN722N).

Οι θεωρητικοί υπολογισμοί, πριν τις δοκιμές στο πεδίο, για την επιλογή των κεραιών έγιναν με διαθέσιμα online wifi calculators [5].

### 2.1.2 Περιγραφή εγκατάστασης

#### 2.1.2.1 Σημείο Α (παλιά αποθήκη)

Στο σημείο Α εγκαταστάθηκε μια κατευθυντική κεραία πλέγματος (TP-LINK TL-ANT2424B) (εικόνα 2). Ο στύλος της κεραίας τοποθετήθηκε στο πίσω μέρος της αποθήκης, αγκυρώθηκε στο έδαφος και σταθεροποιήθηκε στον τοίχο. Μέσα στον στύλο μπήκε μια δεύτερη μεταλλική σωλήνα μικρότερης διατομής έτσι ώστε το ύψος της κεραίας να αυξομειώνεται χωρίς πρόβλημα. Το τελικό ύψος της κεραίας είναι τελικά 2 μέτρα περίπου πάνω από το ύψος της στέγης.



Εικόνα 2: Κεραία 2.4Ghz

Πάνω στον στύλο βιδώθηκε με αυτοδιάτρυτες βίδες το στεγανό κουτί, στο οποίο τοποθετήθηκε το router/modem (TP-LINK TD-W8951ND). Δυστυχώς ο internet provider δεν διαθέτει router με αποσπώμενη κεραία, οπότε αγόρασα ένα φθινό να κάνει την δουλειά. Γενικά, να πω πως όλος ο εξοπλισμός είναι TP-LINK για λόγους συμβατότητας, αλλά και κόστους. Μέχρι τώρα λειτουργεί άψογα! Πολύ καλή αναλογία κόστους/επιδόσεων.



Εικόνα 3: Εγκατάσταση στο σημείο A (αποθήκη)

Στο στεγανό κουτί οδηγήθηκε η τροφοδοσία, το τηλεφωνικό καλώδιο και το καλώδιο της κεραίας. Ο μετασχηματιστής του router τοποθετήθηκε και αυτός μέσα στο κουτί, κάτι που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υπερθέρμανσης τους καλοκαιρινούς μήνες. Πήρα αυτό το μικρό ρίσκο για πρακτικούς λόγους.

Το βύσμα της κεραίας είναι N type connector και του router SMA type, οπότε χρειάστηκε να παρεμβληθεί ένα “N-type Male to RP-SMA Male connector pigtail” (TP-Link TL-ANT24PT Pigtail Cable), με insertion loss 0.8db.

Η τελική μορφή της εγκατάστασης στο σημείο A φαίνεται στην εικόνα 3.

Η όλη κατανάλωση της εγκατάστασης μετρήθηκε με ένα μετρητή watt γύρω στα 7Wh/h. Ο στόχος

ήταν να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη για να είναι όσο μικρότερη η όχληση στον ιδιοκτήτη της αποθήκης. Το κόστος του ρεύματος υπολογίστηκε

περίπου στα 10€ ανά έτος.

#### 2.1.2.2 Σημείο B (σπίτι)

Στο σημείο B (σπίτι) εγκαταστάθηκε ίδια κεραία σε ύψος 2 μέτρα πάνω από το ύψος της στέγης. Στο παρόμοιο στεγανό κουτί τοποθετήθηκε ένα access point (TP-LINK TL-WA801ND) σε client mode, έτσι ώστε να λαμβάνει το



Εικόνα 5: Εγκατάσταση στο σημείο B (σπίτι)

ασύρματο δίκτυο του router του σημείου A και να μεταδίδει ενσύρματα το δίκτυο στην wan port του router του τοπικού δικτύου του σπιτιού.

Στο στεγανό κουτί (εικόνα 4) οδηγήθηκε το καλώδιο της κεραίας (με το ίδιο pigtail και εδώ) και το καλώδιο ethernet, που όχι μόνο συνδέει το access point με το router, αλλά και τροφοδοτεί το AP με ρεύμα μέσω ενός power over ethernet (POE) αντάπτορα (πάνω δεξιά, εικόνα 6).

Η τελική μορφή της εγκατάστασης στο σημείο B φαίνεται στην εικόνα 5.



Εικόνα 4: Στεγανό κουτί στο σημείο B (σπίτι)

## 2.2 Τοπικό υπο-δίκτυο σε σπίτι/εργαστήριο

### 2.2.1 Σπίτι

Καρδιά του τοπικού υποδικτύου είναι το router (TP-LINK TL-WR1043ND) στην WAN port του οποίου καταλήγει το καλώδιο του AP. Στις LAN ports του συνδέονται έμμεσα ή άμεσα όλες οι υπόλοιπες συσκευές του σπιτικού δικτύου. Η διαφορά αυτού του router με τα router/modem που δίνουν οι πάροχοι internet είναι ότι η επικοινωνία με τα δίκτυα υψηλότερης τάξης δεν γίνεται μέσω τηλεφωνικού καλωδίου (άρα δεν διαθέτει θύρα εισόδου rj11) , αλλά μέσω καλωδίου ethernet (με θύρα εισόδου rj45). Η διάταξη αυτή επιτρέπει την δημιουργία ξεχωριστού τοπικού υποδικτύου για τις δικτυακές συσκευές του σπιτιού πίσω από το αυτό το router, με προφανή πλεονεκτήματα στον τομέα της ασφάλειας. Δεν θα ήθελα το δίκτυο του σπιτιού να ανήκει στο ίδιο δίκτυο με αυτό του long range wifi, που εκπέμπει σε εμβέλεια μερικών χιλιομέτρων!

Το router έχει δύο διευθύνσεις δικτύου (IPs). Μία για το ανώτερο δίκτυο (πχ. WAN IP: 192.168.1.150) και μία ως gateway του υποδικτύου (πχ. LAN IP: 191.168.1.1).



Εικόνα 6: Θέση κεντρικού Router στο σπίτι

Η θέση του router επιλέχθηκε να είναι στο κοντινότερο δωμάτιο από την κεραία (εικόνα 6). Για καλή μου τύχη, στο σημείο αυτό υπήρχε και πρίζα τηλεφώνου. Αντικατέστησα τις απλές μπρίζες με διπλές τηλεφώνου/ethernet (κάτω αριστερά, εικόνα 6) και πέρασα το καλώδιο ethernet (UTP Cat6) από τα κανάλια των καλωδίων τηλεφώνου (η χρήση ατσαλίνας αποτελεί μονόδρομο για αυτή την δουλειά).

Έτσι μπόρεσα εύκολα να συνδέσω το router στο απομακρυσμένο υπνοδωμάτιο του 1<sup>ου</sup> ορόφου, με το gigabit switch του ισογείου (TP-Link TL-SG1005D), το οποίο και μοιράζει το δίκτυο στις συσκευές του σαλονιού και του γραφείου (τηλεόραση, HDTV LIVE, υπολογιστής με εξωτερικό σκληρό γεμάτο με ταινίες διαθέσιμες στην TV, κονσόλες, IP Cameras κτλ.). Με μικρό κόστος και κόπο το σπίτι απέκτησε δικτυακή υποδομή!

Παράλληλα το router δημιούργησε και ένα ασύρματο wifi δίκτυο για την σύνδεση όλων των φορητών συσκευών (κινητά, tablets), με εμβέλεια όλο το σπίτι.

### 2.2.2 Εργαστήριο

Από το κεντρικό router ξεκίνησε επιπλέον ένα καλώδιο ethernet με κατεύθυνση το διπλανό εργαστήριο, εναέρια σε απόσταση περίπου 15 μέτρα. Τα μεγάλο μήκος του καλωδίου προκαλεί προβληματισμούς για τον χρόνο ζωής του. Θα δείξει. Σαν στύλοι υποστήριξης χρησιμοποιήθηκαν ο στύλος της κεραίας και ο στύλος του





Εικόνα 8: Σύνδεση σπιτιού  
- εργαστηρίου

σκοινοῦ της μπουγάδας (!) ο οποίος βρέθηκε στην ιδανική θέση (εικόνα 7). Από εκεί με μία εγκάρσια τρύπα το καλώδιο βρέθηκε εντός του εργαστηρίου.

Στο εργαστήριο χρησιμοποίησα ένα παλιό router (PHILIPS CGA5722N/TE) (εικόνα 8), το οποίο, απενεργοποιώντας του τον DHCP server και δίνοντάς του μια μόνιμη διεύθυνση, συμβατή με το τοπικό υποδίκτυο (πχ. 191.168.1.50), μετατρέπεται σε άριστο AP, παρέχοντας ασύρματο ίντερνετ σε όλο το εργαστήριο, αλλά και σε switch,



Εικόνα 7: Θέση router εργαστηρίου

σύνδεση όλων των IP καμερών ασφαλείας. Τέλεια!

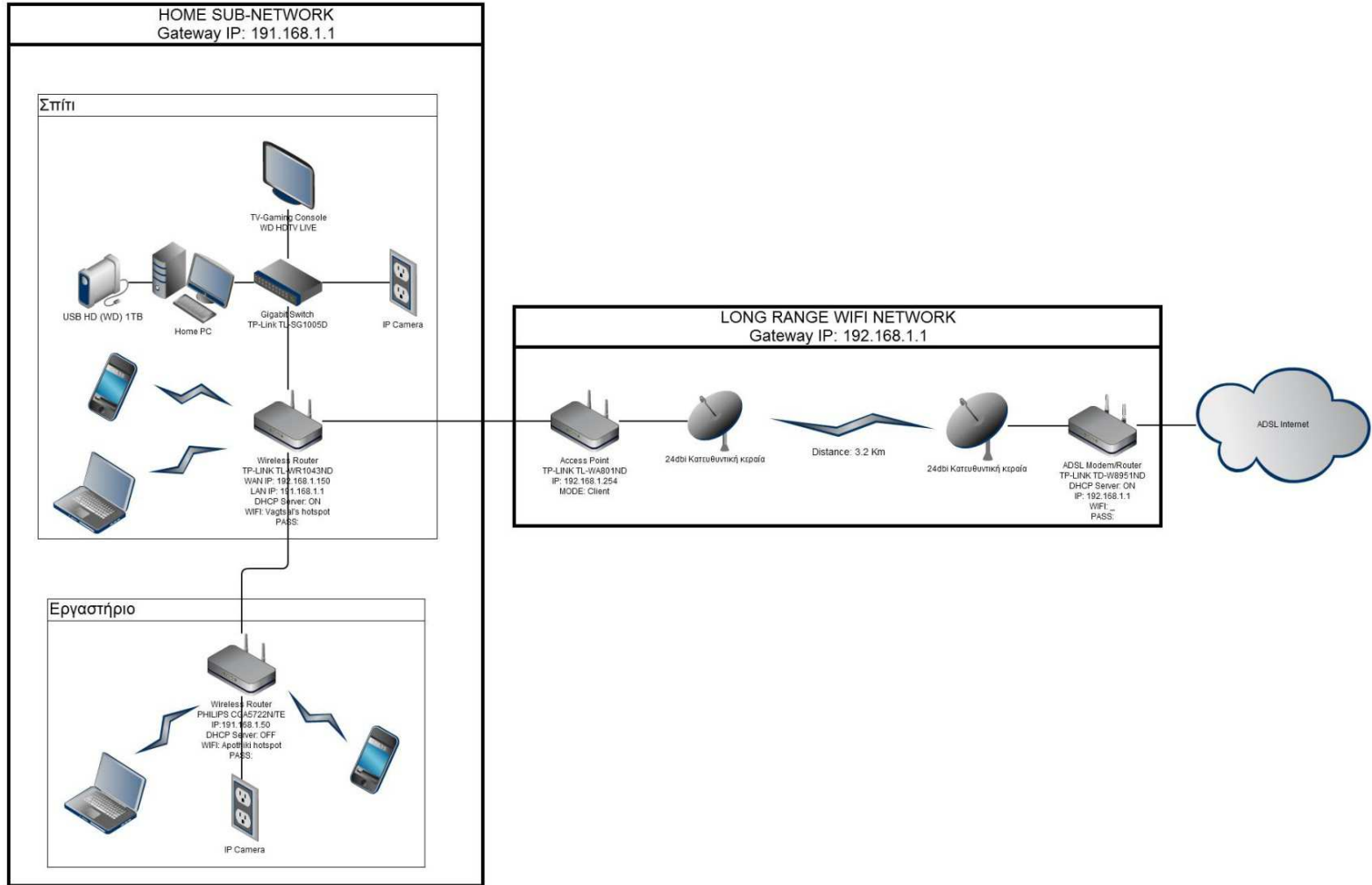
Η συνολική τοπολογία του δικτύου του project φαίνεται στο Παράρτημα Α.

### 3. Επίλογος

Το project μπορεί να στέφθηκε με επιτυχία και να λειτουργεί απροβλημάτιστα για περίπου ένα μήνα, όμως πάντα υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης. Το στήσιμο ενός ftp server για την αποθήκευση και ανάκτηση των εικόνων από τις καμερες ασφαλείας πχ. θα ήταν μια καλή προσθήκη. Όπως και ο αυτοματισμός λειτουργιών του σπιτιού (ιντερνετικοί θερμοστάτες, απομακρυσμένος έλεγχος φωτισμού, θυρών με την χρήση arduino με ethernet shield (σημ. οι πρώτες υλοποιήσεις σε αυτόν τον τομέα έχουν ήδη γίνει επιτυχημένα, σε μια άλλη αναφορά θα γράψω περισσότερες λεπτομέρειες). Επίσης κάποια στιγμή, όλες οι συσκευές θα μπουν πίσω από UPS για την απρόσκοπτη λειτουργία μετά από διακοπή ρεύματος. Όσο οι γνώσεις για τα δίκτυα μεγαλώνουν και υπάρχει όρεξη και χρόνος (και λίγο χρήμα!), εύχομαι να υπάρξουν και άλλα παρόμοια projects.

Ελπίζω με την παρούσα αναφορά να βοήθησα λιγάκι όσους ασχολούνται ερασιτεχνικά με μικρά σπιτικά δίκτυα και να έδωσα πίσω ένα μικρό μέρος από τις δωρεάν γνώσεις που απέκτησα μέσω των διαφόρων ιντερνετικών κοινοτήτων, χωρίς τις οποίες τίποτα από τα παραπάνω δεν θα ήταν εφικτά.

# Παράρτημα Α (Τοπολογία Δικτύου)



Η τοπολογία του δικτύου σχεδιάστηκε με τον, δωρεαν για 1 μήνα, on-line σχεδιαστή απλών δικτύων gliffy [6].



## Παράρτημα Β (Κόστος Εξοπλισμού/Υλικών)

Ενδεικτικό κόστος όλου του εξοπλισμού του project. Οι τιμές ενδέχεται να έχουν αλλάξει.

### -Δικτυακές συσκευές:

Wifi adapter (TP-LINK TL-WN722N): .....	11.75 € (από e-shop)
Router/modem (TP-LINK TD-W8951ND): .....	25.72 € (από mgmanager)
Access Point (TP-LINK TL-WA801ND):.....	29.97 € (από getitnow)
Router (TP-LINK TL-WR1043ND): .....	55.50 € (από getitnow)
Gigabit Switch (TP-Link TL-SG1005D):.....	18.38 € (από public)

### -Κεραίες/καλώδια:

2x Κεραίες (TP-LINK TL-ANT2424B): .....	2x 56.15 € (από mgmanager)
2x Pigtailes (TP-Link TL-ANT24PT Pigtail Cable):..	2x 5.07 € (από mgmanager)
Καλώδιο ethernet (UTP CAT6) 50m .....	50x 0.35 €
Καλώδιο ρεύματος 20m.....	20x 0.35 €
Καλώδιο τηλεφώνου 20m.....	20x 0.30 €
2x Πρίζες χωνευτές (rj45+rg11): .....	2x 8.00 €
Πρέσα rj45+rj11: .....	8.00 €
Βύσματα, επεκτάσεις κτλ.....	20.00 €

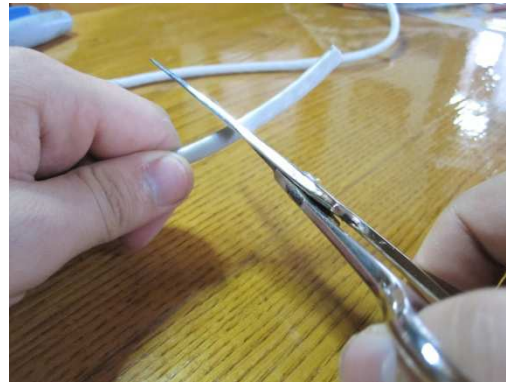
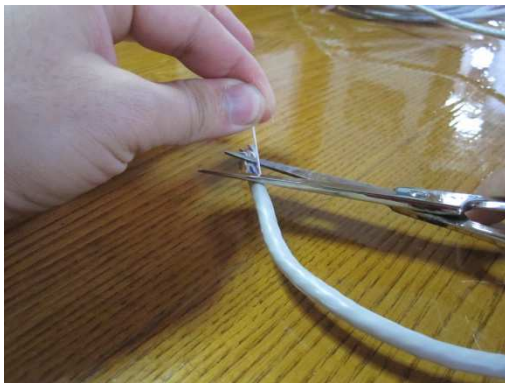
### -Στήριξη Κεραιών:

Μεταλλικές σωλήνες 10m: .....	10x 5.00 €
Βίδες, δεσίματα κτλ. ....	10.00 €

**-Σύνολο .....** 353.26 €

## Παράρτημα Γ (Οδηγός δημιουργίας βύσματος ethernet rj45)

1) Απογύμνωση καλωδίου στα 3-4 εκατοστά (μικρή κάθετη τομή στο εξωτερικό περίβλημα και τράβηγμα του περιβλήματος προς τα έξω).



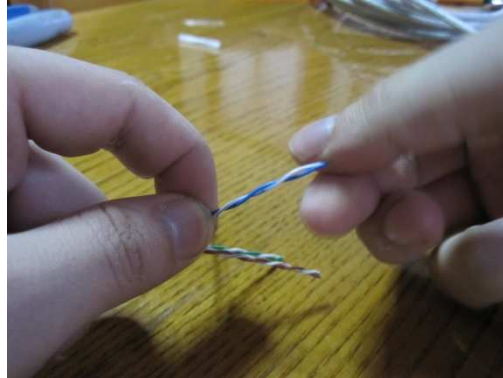
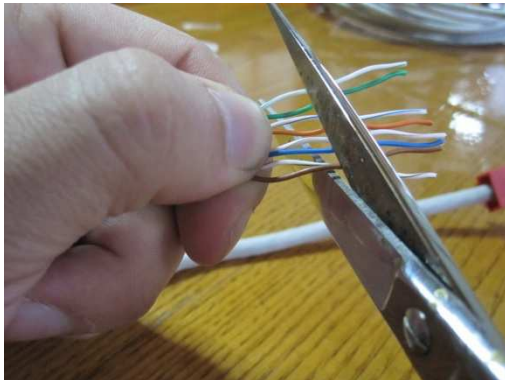
2) Κόψιμο του σχοινού.

3) Απομάκρυνση των ζευγών από το κέντρο.



4) Κόψιμο του κεντρικού πλαστικού διαχωριστή (μόνο για τα καλώδια κατηγορίας CAT6).

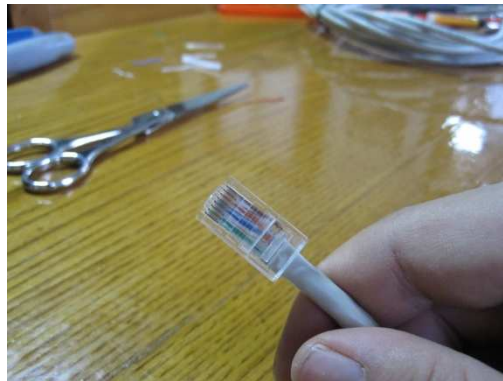
5) Ξεμπέρδεμα των ζευγών.



6) Τοποθέτηση ζευγών στην σωστή σειρά  
(Για straight-through T568A συνδεσμολογία

[6], όπως κοιτάμε το βύσμα με το κλίπ από πίσω, αριστερά προς δεξιά, είναι Πράσινο/άσπρο - πράσινο - πορτοκαλί/άσπρο - μπλέ - μπλέ/άσπρο - πορτοκαλί - καφέ/άσπρο - καφέ) και κόψιμό τους κάθετα ώστε να εξέχουν λιγότερο από 1 εκατοστό από το μη απογυμνωμένο μέρος.

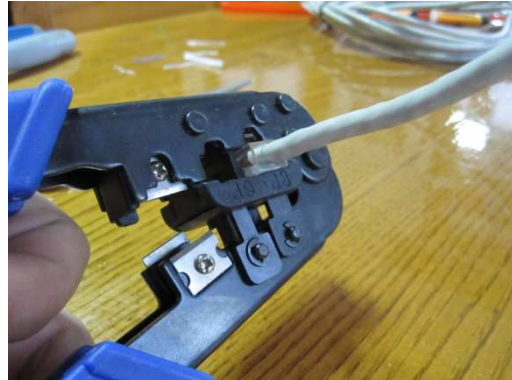
7) Τοποθέτηση καλωδίων στο βύσμα.



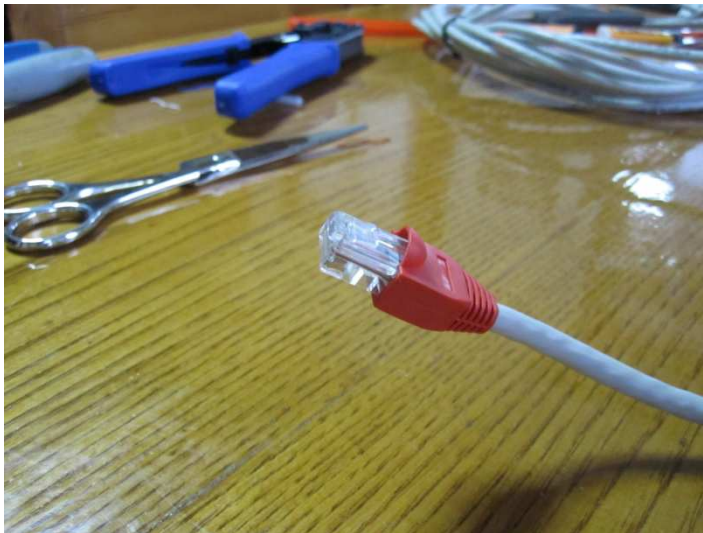
8) Έλεγχος αν τα καλώδια μπήκαν σωστά και αν έφτασαν όλα ως το τέλος της υποδοχής.



9) Πρεσάρισμα του βύσματος με την ειδική πρέσα.



10) Έτοιμο!



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] <http://www.digitalplan.gov.gr/portal/resource/Prosklhsh-34-Anaptyxh-Eyryzwnikwn-Ypodomwn-se-leykes-agrotikes-periohes-ths-Ellhnikhs-Epikrateias>
- [2] <http://tombayotech.blogspot.gr/2011/10/long-range-wifi-deployment-point-b.html>
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels)
- [4] <http://www.metageek.net/products/inssider/>
- [4] [http://www.radiolabs.com/stations/wifi\\_calc.html](http://www.radiolabs.com/stations/wifi_calc.html)
- [5] <http://www.gliffy.com>
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/TIA/EIA-568>