



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΣΕ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΥΠΑΡΙΣΣΗΣ Δ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Μαρία-Παρασκευή Γ. Ιωαννίδου

Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ,
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΣΕ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΥΠΑΡΙΣΣΗΣ Δ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Μαρία-Παρασκευή Γ. Ιωαννίδου
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την.....

.....
.....
.....
Μαρία Ιωαννίδου Νικόλαος Θεοδώρου Παναγιώτης Τσαραμπάρης
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. Καθηγητής Ε.Μ.Π. Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

.....

Γεώργιος Δ. Κυπαρίσσης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος Δ. Κυπαρίσσης 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ'ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην αναβάθμιση της εσωτερικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης κατοικίας που τοποθετείται στον Οξύλιθο Ευβοίας, Δ.Δ. Κύμης. Ταυτόχρονα με την αναβάθμιση, θα μελετηθεί και η τροφοδοσία νέων φορτίων. Επιπλέον, η παρούσα εργασία, αφορά στην αναβάθμιση της εγκατάστασης θέρμανσης και του ζεστού νερού χρήσης. Ο υπάρχον λέβητας πετρελαίου, θα αντικατασταθεί από ηλεκτρικό λέβητα που θα θερμαίνει την κατοικία και θα παρέχει ζεστό νερό χρήσης. Η απόδοση του συστήματος θα βελτιωθεί από την τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών στην κεραμοσκεπή της κατοικίας. Η τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών θα γίνει με κριτήριο τη μέγιστη απόδοση κατά τη χειμερινή περίοδο. Η εύρεση κατάλληλου ηλεκτρικού λέβητα, θα γίνει με υπολογισμό των θερμιδικών αναγκών της οικίας. Ο υπολογισμός θα γίνει με τη χρήση του προγράμματος ThermoCad έκδοση 17.0.1.

Λέξεις-κλειδιά:

μελέτη εσωτερικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, γραμμή παροχής, πτώση τάσης, προστασίες ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, γραμμή USB, ηλεκτρικός λέβητας, θερμικές απώλειες, ThermoCad, ηλιακός συλλέκτης

ABSTRACT

The present work refers to the upgrading of the internal electrical installation of dwelling, which is located in Oxyolithos of Evia, Kymi. At the same time as the upgrade, new loads will be studied. Furthermore, this work concerns the upgrading of the heating and hot water installation. The existing oil burner will be replaced by an electric boiler that will heat the house and provide hot water. The performance of the system will be improved by installing solar panels in the tiled roof of the house. The installation of the solar panels will be based on maximum performance during the winter season. Finding a suitable electric boiler will be done by calculating the calorie needs of the house. The calculation will be made using ThermoCad version 17.0.1.

key words:

study, internal electrical installation, supply line, voltage drop, electrical installation protections, USB line, electric boiler, heat losses, ThermoCad, solar collector

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2017 στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια του ΕΜΠ, κ. Μαρία-Παρασκευή Γ. Ιωαννίδου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου την παρούσα διπλωματική εργασία. Η βοήθεια και η στήριξη που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησής της, ήταν ζωτικής σημασίας για την ολοκλήρωσή της.

Επίσης δεν θα μπορούσα να παραλείψω και τους φίλους μου, ειδικά το Θωμά, τη Σοφία και τη Δέσποινα, που ήταν πάντα δίπλα μου, όταν τους χρειαζόμουν στηρίζοντάς με μέχρι το τέλος. Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη που είχα όλα αυτά τα χρόνια.

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1: Σχηματικό διάγραμμα γείωσης προστασίας.....	24
Εικόνα 2: Διάγραμμα γραμμής μετρητή- γενικού πίνακα [πηγή: Διπλωματική Βησάριος 23]	25
Εικόνα 3: Κάτοψη του ισογείου χώρου της αποθήκης [πηγή: AutoCAD].....	31
Εικόνα 4: Κάτοψη του ορόφου, που αποτελεί την κύρια κατοικία [πηγή: AutoCAD]	32
Εικόνα 5: Κάτοψη της κεραμοσκεπής [πηγή: AutoCAD].....	33
Εικόνα 6: Στοιχεία παροχών για καταναλωτές χαμηλής τάσης [πηγή: ΔΕΗ www.dei.gr]	38
Εικόνα 7: Σχηματικό διάγραμμα γραμμής παροχής γενικού πίνακα.....	66
Εικόνα 8: Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες ανά πόλη [πηγή: EMY www.hnms.gr]	69
Εικόνα 9: Το περιβάλλον του προγράμματος ThermoCad [πηγή: thermocad]	82
Εικόνα 10: Η κάτοψη της αποθήκης [πηγή: thermocad]	82
Εικόνα 11: Η κάτοψη της κύριας κατοικίας [πηγή: thermocad].....	83
Εικόνα 12: Η κάτοψη της στέγης [πηγή: thermocad]	83
Εικόνα 13: Θερμικές απώλειες 1ου δωματίου [πηγή: thermocad]	84
Εικόνα 14: Θερμικές απώλειες κουζίνας [πηγή: thermocad]	85
Εικόνα 15: Θερμικές απώλειες 2ου δωματίου [πηγή: thermocad]	86
Εικόνα 16: Θερμικές απώλειες σαλονιού [πηγή: thermocad]	87
Εικόνα 17: Θερμικές απώλειες λουτρού [πηγή: thermocad]	88
Εικόνα 18: Θερμικές απώλειες διαδρόμου [πηγή: thermocad]	89
Εικόνα 19: Συνολική θερμική ανάγκη [πηγή: thermocad]	90
Εικόνα 20: Επίτοιχος Ηλεκτρικός Λέβητας [πηγή: www.aggelopoulos.gr]	91
Εικόνα 21: χαρακτηριστικά επίτοιχου λέβητα [πηγή: www.aggelopoulos.gr]	92
Εικόνα 22: Μέση ηλιακή ενεργειακή ακτινοβολία 2001-08 [πηγή: EMY http://www.hnms.gr/]	93
Εικόνα 23: Ενδεικτικό σχηματικό διάγραμμα συνδυασμένου συστήματος [πηγή: netgreensolar.com].....	97
Εικόνα 24: Επεξήγηση γωνιών σε τοποθετημένο ηλιακό συλλέκτη [πηγή: Εργασία φωτοβολταϊκών Κυπαρίσσης 37]	99
Εικόνα 25: Υψομετρική διαφορά στέγης.....	100

Εικόνα 26: Βάση στήριξης συλλέκτη	101
Εικόνα 27: Αντιστοιχία συλλεκτών - ατόμων για το ZNX [πηγή: http://www.buderus.gr].....	102
Εικόνα 28: Αντιστοιχία συλλεκτών βάση θερμικών αναγκών [πηγή: http://www.buderus.gr].....	103
Εικόνα 29: Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών.....	104
Εικόνα 30: Τοποθέτηση πάνελ, στην κάτοψη της στέγης	105

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1: Πίνακας καλωδίων και σωλήνων εγκιβωτισμού τους [πηγή: www.jimkava.com].....	16
Πίνακας 2: Προσδιορισμός τύπου ασφάλειας [πηγή: http://ebooks.edu.gr].....	21
Πίνακας 3: Πίνακας στάθμης αντικεραυνικής προστασίας[πηγή: http://www.jimkava.com]	27
Πίνακας 4: Πίνακας εγκατεστημένων φορτίων	35
Πίνακας 5 Επαυξημένος πίνακας εγκατεστημένων φορτίων	36
Πίνακας 6: Πίνακας φορτίων που απαιτούν ξεχωριστή γραμμή παροχής.....	40
Πίνακας 7: Πίνακας γραμμών που τροφοδοτούν περισσότερα από ένα φορτία	41
Πίνακας 8: Πίνακας φόρτισης των τριών φάσεων.....	42
Πίνακας 9: Πίνακας μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης για καλώδια, μέχρι τριών ενεργών αγωγών, βάση διατομής καλωδίου.[πηγή: www.electrologos.gr].....	43
Πίνακας 10: Διαχωρισμός κλιματικών ζωνών [πηγή: EMY www.hnms.gr]	71
Πίνακας 11: Συντελεστής διόρθωσης $\Delta\kappa\alpha$ [πηγή: heat load of buildings 30].....	75
Πίνακας 12: Συντελεστής διόρθωσης $\Delta\kappa\varsigma$ [πηγή: heat load of buildings 30]	75
Πίνακας 13: συντελεστής ταυτοχρονισμού απωλειών αερισμού[πηγή: μελέτη θέρμανσης Ζώγου 2011].....	80

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
Ευρετήριο εικόνων.....	8
Ευρετήριο πινάκων	9
Περιεχόμενα.....	10
1.Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις.....	14
1.1 Κατάταξη των Ε.Η.Ε.....	14
1.2 Βασικά μέρη μίας Ε.Η.Ε.	14
2. Τεχνική περιγραφή ηλεκτρικής εγκατάστασης.....	15
2.1 Γενικά.....	15
2.2 Τροφοδοσία ΔΕΗ - Μετρητή	15
2.3 Καλωδιώσεις - Σωληνώσεις	16
2.4 Διακόπτες - Ρευματοδότες	17
2.5 Πίνακας διανομής.....	17
3. Προστασία εσωτερικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης	18
3.1 Ασφάλειες Τήξεως	18
3.1.1 Βιδωτές ασφάλειες (κλασικά φυσίγγια):	18
3.1.2 Κυλινδρικές ασφάλειες:.....	18
3.1.3 Μαχαιρωτές ασφάλειες:	19
3.1.4 Ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξης:	19
3.2 Αυτόματες Ασφάλειες (Μικροαυτόματοι).....	19
3.3 Διακόπτες διαφυγής	21
3.3.1 Γενικά	21
3.3.2 Διαφορικός διακόπτης εντάσεως (ΔΔΕ).....	21
3.4 Γείωση.....	22
3.4.1 Γείωση προστασίας	23
3.4.2 Λειτουργική γείωση.....	24
3.5 Αντικεραυνική προστασία	25
3.5.1 Γενικά	25
3.5.2 Ποια κτίρια χρειάζονται προστασία	27
3.5.3 Εξωτερική προστασία.....	27
3.5.3.1 Αλεξικέραυνο.....	28

3.5.3.2 Αγωγός καθόδου	28
3.5.3.3 Ηλεκτρόδια γείωσης	29
3.5.4 Εσωτερική προστασία	29
4. Μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης	30
4.1 Περιγραφή κατοικίας	30
4.2 Κατόψεις κατοικίας.....	31
4.3 Συμφωνημένη ηλεκτρική ισχύς.....	34
4.4 Μέγιστη Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς.....	34
4.5 Συντελεστής ταυτοχρονισμού (ή ετεροχρονισμού)	35
4.6 Κατηγορία ηλεκτρικής παροχής.....	37
4.7 Πτώση Τάσης Σε Οικιακές Εγκαταστάσεις	39
4.8 Στοιχεία των ηλεκτρολογικών γραμμών	39
5. Υπολογισμός γραμμών παροχής.....	42
5.1 Μεγάλων εγκατεστημένων φορτίων (>2,2KW).....	42
5.1.1 Γραμμή ηλεκτρικής κουζίνας	42
5.1.2 Γραμμή φούρνου	44
5.1.3 Γραμμή Επίτοιχου Ηλεκτρικού Λέβητα	45
5.1.4 Γραμμή για τη σύνδεση Ανευπωτικού Μηχανήματος.....	47
5.1.5 Γραμμή πλυντηρίου ρούχων.....	48
5.2 Μικρών εγκατεστημένων φορτίων (<2,2KW).....	49
5.2.1 Γραμμή για τη Σύνδεση Τόρνου.....	49
5.2.2 Γραμμή πλυντηρίου πιάτων.....	50
5.3 Υπολογισμός γραμμών φωτισμού.....	51
5.3.1 Γραμμή "φώτα 1".....	51
5.3.2 Γραμμή "φώτα 2".....	52
5.4 Υπολογισμός γραμμών ρευματοδότησης.....	53
5.4.1 Γραμμή "ρευματοδότηση 1".....	53
5.4.2 Γραμμή "ρευματοδότηση 2"	55
5.4.3 Γραμμή "ρευματοδότηση 3".....	56
5.4.4 Γραμμή "δωμάτιο 1"	58
5.4.5 Γραμμή "δωμάτιο 2".....	59
5.4.6 Γραμμή "σαλόνι"	60
5.4.7 Γραμμή "αποθήκη"	61

5.5 Γραμμή φόρτισης συσκευών μέσω USB	62
5.6 Γραμμή παροχής γενικού πίνακα	64
6 Μελέτη θέρμανσης της κατοικίας.....	67
6.1 Θερμικές ανάγκες των κτιρίων	67
6.1.1 Γενικά	67
6.1.2 Τυποποιημένες εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού.....	68
6.1.3 Συνιστώμενες θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων	70
6.2 Κανονικές θερμικές ανάγκες.....	72
6.2.1 Διάρθρωση των υπολογισμών	72
6.2.2 Κανονική εξωτερική θερμοκρασία.....	72
6.2.3 Κανονική εσωτερική θερμοκρασία	73
6.2.4 Κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας.....	73
6.2.5 Κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας.....	74
6.2.6 Κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού	75
6.2.7 Κανονικές θερμικές ανάγκες του ελεύθερου αερισμού.....	75
6.2.8 Πιέσεις προερχόμενες από την ανεμόπτωση.....	76
6.2.9 Πιέσεις προερχόμενες από την άνωση	77
6.2.10 Συνδυασμένη επίδραση ανεμόπτωσης και άνωσης.....	77
6.2.11 Σχέσεις υπολογισμού.....	78
6.2.12 Κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου.....	79
6.3 ThermoCad 17.0.1	80
6.3.1 Γενικά	80
6.3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών κατοικίας.....	81
6.3.2.1 Θερμικές απώλειες 1 ^{ου} δωματίου.....	84
6.3.2.2 Θερμικές απώλειες κουζίνας.....	85
6.3.2.3 Θερμικές απώλειες 2 ^{ου} δωματίου.....	86
6.3.2.4 Θερμικές απώλειες σαλονιού.....	87
6.3.2.5 Θερμικές απώλειες λουτρού	88
6.3.2.6 Θερμικές απώλειες διαδρόμου.....	89
6.3.2.7 Θερμικές απώλειες συνόλου κατοικίας	89
6.4 Επιλογή ηλεκτρικού λέβητα.....	90
7. Ηλιακοί Συλλέκτες.....	92
7.1 Γενικά.....	92

7.2 Πόσο καθαροί (ενεργειακά) είναι οι ηλιακοί συλλέκτες	94
7.3 Τρόπος λειτουργίας του ηλιακού συλλέκτη.....	95
7.4 Συνδυασμένη λειτουργία για τη θέρμανση	95
7.5 Τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη	98
7.6 Επιλέγοντας κατάλληλη κλίση και προσανατολισμό	99
7.7 Επιλέγοντας κατάλληλο ηλιακό συλλέκτη	101
7.8 Τοποθέτηση των συλλεκτών στη στέγη.....	104
7.9 Παρεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση.....	105
8. Συμπεράσματα	106
9. Βιβλιογραφία	108

1.Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

1.1 Κατάταξη των Ε.Η.Ε.

Οι Ε.Η.Ε. μπορούν να κατηγοριοποιηθούν, αναλόγως της χρήσης του ηλεκτρικού ρεύματος σε οικιακές (ή φωτισμού) που είναι μονοφασικές ή σε βιομηχανικές (ή κίνησης) που είναι τριφασικές.

Επιπλέον, ανάλογα με το χώρο διακρίνονται σε εγκαταστάσεις υπαίθριες ή κλειστού χώρου. Αναλόγως των συνθηκών διακρίνονται σε εγκαταστάσεις ξηρών ή υγρών χώρων, χώρους ηλεκτρικών υπηρεσιών όπως είναι οι υποσταθμοί, χώρους με κίνδυνο για πυρκαγιά ή έκρηξη, χώρους λιπαρούς όπως είναι τα χημικά εργαστήρια, χώρους σκοτισμένους όπως είναι τα κλωστοϋφαντουργεία, χώρους συγκέντρωσης πολλών ατόμων και τέλους χώρους που αφορούν ζώα.

για κάθε έναν χώρο, υπάρχει ξεχωριστός εξοπλισμός που πρέπει να χρησιμοποιείται και ξεχωριστοί κανονισμοί που πρέπει να εφαρμόζονται.

1.2 Βασικά μέρη μίας Ε.Η.Ε.

Η ΔΕΗ φροντίζει για την παροχή τάσης μέχρι το μετρητή του χώρου που θα τροφοδοτηθεί. Αυτός μπορεί να είναι κατοικία ή οτιδήποτε άλλοι από τα προηγούμενα. Από το μετρητή, αναχωρεί μία γραμμή, η λεγόμενη γραμμή μετρητή - πίνακα η οποία καταλήγει στο γενικό πίνακα. Από εκεί μετά γίνεται η τροφοδότηση της υπόλοιπης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Κάθε γραμμή που αναχωρεί από το γενικό πίνακα, μπορεί να τροφοδοτεί ένα μεμονωμένο φορτίο με μία ανεξάρτητη γραμμή, μπορεί να τροφοδοτεί ένα σύνολο από ηλεκτρικές συσκευές ή τέλος μπορεί να τροφοδοτεί έναν μικρότερο (σε ισχύ) υποπίνακα ή δευτερεύον πίνακα.

Οι ανεξάρτητες γραμμές μπορούν αν τροφοδοτούν ένα μεγαλύτερο φορτίο, όπως είναι ο θερμοσίφωνας, η ηλεκτρική κουζίνα ή ο ηλεκτρικός λέβητας, ή ένα μικρότερο φορτίο όπως είναι ένα κλιματιστικό. Μπορούν ακόμα να τροφοδοτήσουν μία συγκεκριμένη πρίζα (τη λεγόμενη ενισχυμένη πρίζα) για την τροφοδότηση ισχυρότερων φορητών συσκευών όπως για παράδειγμα ενός πλυντηρίου.

Οι πίνακες διαχωρίζονται αναλόγως των φάσεων που τους τροφοδοτούν σε μίας φάσης ή μονοφασικούς και σε τριών φάσεων ή τριφασικούς. Οι υποπίνακες τοποθετούνται συνήθως είτε σε περιπτώσεις που τα φορτία βρίσκονται σε απόσταση από το γενικό πίνακα, με αποτέλεσμα να μην συμφέρει να αναχωρήσουν πολλές γραμμές γιατί και η πτώση τάσης θα είναι μεγάλη αλλά και η σπατάλη των υλικών είτε σε περιπτώσεις που θέλουμε να γίνει κάποια κατηγοριοποίηση των φορτίων, όπως για παράδειγμα γίνεται με τους υποπίνακες φωτισμού μεγάλων κτιρίων.

Ο αγωγός της γείωσης, ξεκινάει από το μετρητή της ΔΕΗ, όπου εκεί θα γειωθεί είτε με τον ουδέτερό είτε με ηλεκτρόδια είτε με οποιοδήποτε άλλο τρόπο έχει επιλεγθεί (π.χ. με το δίκτυο του νερού).. Στη συνέχεια ακολουθεί όλες τις γραμμές τροφοδοσίας μέχρι τη σύνδεση τους με τα φορτία όπου και συνδέεται τελικά με τα μεταλλικά περιβλήματα ή όποιο άλλο μέρος κρίνει ο κατασκευαστής της ηλεκτρικής συσκευής.

2. Τεχνική περιγραφή ηλεκτρικής εγκατάστασης

2.1 Γενικά

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων και πρόκειται να κατασκευαστεί σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD384 "απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις" και τις απαιτήσεις της ΔΕΗ.

2.2 Τροφοδοσία ΔΕΗ - Μετρητή

Η ΔΕΗ όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα είναι υπεύθυνη για τη τροφοδοσία του μετρητή της με την συμφωνηθείσα τάση 230/400V-50Hz. Ο μετρητής τοποθετείται συνήθως κοντά στην είσοδο της κατοικίας. Λεπτομέρειες σχετικά με την προστασία του μετρητή και την είσοδο του καλωδίου, δίνονται από τη ΔΕΗ. Ο μετρητής γειώνεται άμεσα στη θεμελιακή ή άλλη γείωση τη κατοικίας. Για τη συγκεκριμένη κατοικία προβλέπεται ένας μετρητής.

2.3 Καλωδιώσεις - Σωληνώσεις

α. Οι παροχές των πινάκων θα γίνουν με καλώδια J1VV-R ή J1VV-U ή A05VV-R ή A05VV-U και όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή θα χρησιμοποιούνται χαλυβδοσωλήνες.

β. Όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή και όχι στεγανή, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια H07V-U ή H07V-R μέσα σε πλαστικούς σωλήνες. Αντίστοιχα, όπου η εγκατάσταση είναι στεγανή (χωνευτή ή ορατή) θα χρησιμοποιηθούν καλώδια A05VV-U ή A05VV-R ή H07V-U ή H07V-R και χαλυβδοσωλήνες. Σε περίπτωση χρήσης καλωδίων H07V-U ή H07V-R οι χαλυβδοσωλήνες θα έχουν εσωτερική μόνωση. Σαν στεγανοί χώροι, θεωρούνται ο χώρος του μπάνιου και του λέβητα.

γ. Ειδικά όταν η εγκατάσταση είναι ενσωματωμένη στο μπετό, θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες τύπου HELIFLEX.

δ. Τα μεγέθη των σωληνώσεων, ανάλογα με τη διατομή του καλωδίου, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Καλώδια	Σωλήνας
3x1,5mm ²	Φ 11mm ή Φ 13,5mm
3x2,5mm ² , 5x1,5mm ²	Φ16mm
3x4mm ² , 5x2,5mm ²	Φ21mm ή Φ23mm
3x6mm ² , 5x4mm ²	Φ21mm ή Φ23mm
3x10mm ² , 5x6mm ²	Φ29mm
3x16mm ² , 5x10mm ²	Φ36mm

Πίνακας 1: Πίνακας καλωδίων και σωλήνων εγκιβωτισμού τους
[πηγή: www.jimkava.com]

ε. Όλες οι γραμμές τροφοδοσίας θα έχουν υποχρεωτικά αγωγό γείωσης

στ. Οι οριζόντιες γραμμές θα βρίσκονται σε ύψος 2,6 μέτρων (αφού υπάρχει η δυνατότητα)

ζ. Για τις γραμμές φωτισμού θα έχουμε διατομή τουλάχιστον 1,5mm², ενώ για τις γραμμές των ρευματοδοτών, διατομή τουλάχιστον 2,5 mm².

2.4 Διακόπτες - Ρευματοδότες

Οι διακόπτες θα είναι τετράγωνοι διμερείς χωνευτοί με πλήκτρο ισχυρής κατασκευής 10 A/250 V με πορσελάνινη βάση και θα τοποθετηθούν σε ύψος 1,12 μέτρα από το πάτωμα. Οι ρευματοδότες θα είναι τετράγωνοι διμερείς χωνευτοί, ισχυρής κατασκευής σούκο 16 A/250 V και θα τοποθετηθούν σε ύψος 70 εκ. από το πάτωμα.

2.5 Πίνακας διανομής

Οι πίνακας θα αποτελείται από μεταλλικό κουτί λαμαρίνας D.K.P. προστασίας IP54 και είναι κατάλληλος για την τοποθέτηση οργάνων μέσω φορέων σχήματος διπλού Π. Η μετωπική του πλάκα είναι επίσης μεταλλική θα φέρει τις απαραίτητες τρύπες για τα όργανα του πίνακα και προσαρμόζεται στο κουτί με 4 χρωμιούμενους κοχλίες. Το πάχος της λαμαρίνας θα είναι τουλάχιστον 1 χιλ. Ο πίνακας θα φέρει πόρτα μεταλλική, με πλαστικό τζάμι, ικανούς μεντεσέδες και κλειδαριά. Θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στη σωστή τοποθέτηση των οργάνων μέσα στους πίνακες, ώστε να γίνεται με άνεση ή όδευση και σύνδεση των καλωδίων. Γενικά τα στοιχεία προσαγωγής θα είναι στο κάτω μέρος του πίνακα. Ο γενικός διακόπτης και οι ασφάλειες θα είναι συμμετρικά προς τον κατακόρυφο άξονα. Τα υπόλοιπα στοιχεία θα είναι διατεταγμένα σε κανονικές οριζόντιες σειρές συμμετρικά προς τον κατακόρυφο άξονα. Ο πίνακας θα πρέπει να έχει δυνατότητα να δεχθεί μελλοντικά κάποιο πρόσθετο εξοπλισμό. Έτσι η χωρητικότητά του θα είναι κατά 30% περίπου μεγαλύτερη αυτής που απαιτείται για την τοποθέτηση των οργάνων. Θα φέρει ξεχωριστές μπάρες φάσεων, ουδετέρου και γείωσης. Μεταξύ των άλλων, ο πίνακας θα περιλαμβάνει:

- Γενικές συντηκτικές ασφάλειες
- Γενικό διακόπτη
- Ηλεκτρονόμο διαφυγής έντασης 30mA
- Αναχωρήσεις προς τις καταναλώσεις, προστατευόμενες από μικροαυτόματες ασφάλειες

3. Προστασία εσωτερικής ηλεκτρολογικής

εγκατάστασης

3.1 Ασφάλειες Τήξεως

Οι ασφάλειες τήξεως, ανάλογα την κατασκευή τους, διακρίνονται σε βιδωτές, κυλινδρικές και μαχαιρωτές.

3.1.1 Βιδωτές ασφάλειες (κλασικά φυσίγγια):

Χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και κατηγοριοποιούνται με βάση την ένταση του ρεύματος που αντέχουν. Μία τέτοια ασφάλεια αποτελείται από το φυσίγγι που είναι πορσελάνινο και το νήμα το οποίο συνδέει το επάνω μέρος της ασφάλειας με μία χρωματιστή επαφή στο κάτω μέρος της. Η χρωματιστή επαφή είναι ουσιαστικά μία τυποποίηση που μας ενημερώνει για το μέγιστο ρεύμα που αντέχει η ασφάλεια. Αυτό μπορεί να είναι : 6, 10, 16, 20, 25, 35, 40, 50, 63, 80 ή 100Α. Όταν η ασφάλεια καεί, το νήμα κόβεται και η χρωματιστή επαφή, πέφτει. Το φυσίγγι ή ασφάλεια στερεώνεται σε μία ειδική βάση επάνω στον πίνακα. Για να αποφευχθεί η τοποθέτηση λανθασμένης ασφάλειας στην ειδική βάση ή ασφαλειοθήκη, υπάρχει ένα πορσελάνινο εξάρτημα, που τοποθετείται στο βάθος της και λέγεται μήτρα. Τέλος, η ασφάλεια στερεώνεται με το πώμα, το οποίο φέρει τζαμάκι μέσα από το οποίο φαίνεται η χρωματιστή επαφή και αναγνωρίζεται εύκολα εάν είναι καμμένη η ασφάλεια.

3.1.2 Κυλινδρικές ασφάλειες:

Είναι κυλινδρικές με μεταλλικές βάσεις. Τοποθετούνται σε ασφαλειοθήκες που επιτρέπουν τη ζεύξη - απόζευξη του κυκλώματος με σχετική ασφάλεια. Θεωρούνται από πολλούς, προτιμότερη λύση από τις κλασικές ασφάλειες (φυσίγγια). Οι κυλινδρικές ασφάλειες τήξεως εμφανίζονται στο εμπόριο με δύο αριθμούς. Ο πρώτος αριθμός δηλώνει τη διάμετρο της ασφάλειας και ο δεύτερος δηλώνει το μήκος της. Και οι δύο αριθμοί εκφράζονται σε mm (χιλιοστά). Χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις ρεύματος, όπως σε πίνακες υποσταθμών και σε πίνακες διανομής της ΔΕΗ.

Επίσης, κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους, χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών συσκευών.

3.1.3 Μαχαιρωτές ασφάλειες:

Το σώμα τους έχει ορθογώνια μορφή. Σε κάθε μία από τις δύο βάσεις τους έχουν από ένα έλασμα. Τα ελάσματα αυτά, στερεώνονται σε ειδικές λάμες, που βρίσκονται στην βάση της ασφάλειας. Έτσι γίνεται η στήριξη της ασφάλειας και ταυτόχρονα η ηλεκτρική επαφή. Για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών από την βάση τους, χρησιμοποιείται ειδική μονωτική λαβή. Μαχαιρωτές ασφάλειες υπάρχουν, σε τυποποιημένα μεγέθη, από 6 έως και 1000 A, αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις (άνω των 30 A).

3.1.4 Ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξης:

Σημαντικό στοιχείο στην επιλογή μίας ασφάλειας, είναι η ταχύτητα διακοπής. Διαχωρίζονται έτσι δύο τύποι ασφαλειών. Οι ασφάλειες ταχείας τήξης (τύπος L) και τις ασφάλειες βραδείας τήξης (τύπος G). Συνηθέστερες είναι οι ασφάλειες ταχείας τήξης, ενώ οι βραδείας τήξης χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων ή σε συνεργασία με ασφάλειες ταχείας τήξης. Οι ασφάλειες ταχείας τήξης χρησιμοποιούνται κυρίως στις εγκαταστάσεις φωτισμού. Τα φυσίγγια των ασφαλειών βραδείας τήξης έχουν κόκκινα γράμματα ενώ τα φυσίγγια των ασφαλειών ταχείας διακρίνονται από τα μαύρα γράμματα. Οι ασφάλειες τήξεως δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για λειτουργικό χειρισμό με βάση την παράγραφο 537.5.3 του ΕΛΟΤ HD 384.

3.2 Αυτόματες Ασφάλειες (Μικροαυτόματοι)

Το βασικό πρόβλημα με τις ασφάλειες τήξεως, είναι η ανάγκη αντικατάστασής τους, κάθε φορά που διακόπτουν την τροφοδοσία. Γι' αυτό δημιουργήθηκαν οι αυτόματες ασφάλειες. Προστατεύουν από υπερεντάσεις (άρα και βραχυκυκλώματα) με τον ίδιο τρόπο, χωρίς όμως να χρειάζεται να αντικατασταθούν κάθε φορά. Οι αυτόματες ασφάλειες έχουν διαφορετική κατασκευή από τις ασφάλειες τήξεως. Αποτελούνται από ένα ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο και από ένα διμεταλλικό στοιχείο, το θερμικό.

Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο κάνει διακοπή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, με πολύ γρήγορη απόκριση ενώ το διμεταλλικό διακόπτει σε περίπτωση υπερεντάσεως με καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων ή και λεπτών, ανάλογα με την υπερένταση. Στην αυτόματη ασφάλεια σε κατάσταση υπερέντασης (overload) - γίνεται ενεργοποίηση θερμικού στοιχείου, ενώ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος (shortcircuit) - ενεργοποίηση ακαριαίου στοιχείου. Το ηλεκτρικό τόξο, κατά το άνοιγμα της επαφής στο βραχυκύκλωμα, “μεταφέρεται” στο φλογοκρύπτη (κίτρινο στοιχείο ασφάλειας). Οι αυτόματες ασφάλειες διακρίνονται σε:

- **Μονοπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν πάντα τον αγωγό της φάσης, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος, για παροχή ισχύος όχι μεγαλύτερη από 1,5 kW.
- **Διπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν τη φάση και τον ουδέτερο, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος για παροχή ισχύος μεγαλύτερη από 1,5 kW
- **Μονοπολικές +N:** Προστατεύουν και διακόπτουν μόνο τη φάση και διακόπτουν χωρίς να προστατεύουν τον ουδέτερο, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος.
- **Τριπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν.
- **Τετραπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις και ο ουδέτερος, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν.

Οι αυτόματες ασφάλειες διαχωρίζονται ανάλογα με το ρεύμα βραχυκύκλωσης, σε 3, 6 και 10kA. Σε μερικές περιπτώσεις κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες με ικανότητα διακοπής μέχρι και 25kA. Ένα άλλο στοιχείο των αυτόματων ασφαλειών είναι οι χαρακτηριστικές καμπύλες που εκφράζουν το χρόνο ενεργοποίησης του μηχανισμού διακοπής της ασφάλειας από τη στιγμή που θα εμφανιστεί το βραχυκύκλωμα, συναρτήσει αυτού του ρεύματος[25]. Έτσι για κάθε ικανότητα διακοπής έχουμε τρεις χαρακτηριστικούς τύπους ασφαλειών που προσδιορίζονται με τα γράμματα “B”, “C”, “D” και αναφέρονται σε μια περιοχή

ρευμάτων βραχυκύκλωσης που είναι πολλαπλάσια του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας I_{ov} της ασφάλειας :

χαρακτηριστική καμπύλη	"B"	"C"	"D"
Περιοχή ρευμάτων βραχυκύκλωσης	$0,6 \cdot I_{ov}$	$0,5 \cdot I_{ov}$	$0,4 \cdot I_{ov}$

Πίνακας 2: Προσδιορισμός τύπου ασφάλειας [πηγή: <http://ebooks.edu.gr>]

Οι αυτόματες ασφάλειες στερεώνονται στην ράγα του πίνακα διανομής και απαιτείται μία για κάθε γραμμή παροχής. Αντέχουν για 2×10^4 ζεύξεις - αποζεύξεις. Συχνά χρησιμοποιούνται και ως διακόπτες, αν και θα πρέπει να αποφεύγεται. Επειδή οι αυτόματες ασφάλειες έχουν ένα ποσοστό αποτυχίας, θα πρέπει για ασφάλεια να τοποθετούμε ως γενική ασφάλεια του πίνακα μία ασφάλεια τήξεως και όχι μία αυτόματη ασφάλεια.

3.3 Διακόπτες διαφυγής

3.3.1 Γενικά

Με τους διακόπτες διαφυγής επιτυγχάνεται η απόξευση του τμήματος της εγκατάστασης όπου εμφανίζεται τάσης επαφής μεγαλύτερη από 50 V, κάτι που μπορεί να συμβεί όταν υπάρξει βλάβη της μόνωσης, σε πολύ μικρό χρόνο. Διακρίνουμε τους **Διαφορικούς Διακόπτες Τάσεως (Δ.Δ.Τ)** και τους **Διαφορικούς Διακόπτες Εντάσεως (Δ.Δ.Ε.)** (ή ρελέ προστασίας ή διαφυγής ή αντηλεκτροπληξιακοί ή αυτόματοι διαφορικοί διακόπτες). Ο Δ.Δ.Τ. πλέον χρησιμοποιείται σπάνια. Κατασκευάζονται ως διπολικοί για μονοφασικές παροχές ή τετραπολικοί για τριφασικές παροχές.

3.3.2 Διαφορικός διακόπτης εντάσεως (ΔΔΕ)

Ο διακόπτης διαρροής έντασης (Δ.Δ.Ε.) ή αλλιώς ηλεκτρονόμος ασφαλείας ή ρελέ διαρροής ή ρελέ διαφυγής είναι μία συσκευή που δέχεται σαν είσοδο την τιμή του ρεύματος της φάσης ή σε περίπτωση τριφασικού διακόπτη, διαβάζει σαν είσοδο το

διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων των τριών φάσεων και σαν έξοδο διαβάζει το ρεύμα που ρέει στον αγωγό του ουδετέρου. Όταν αντιληφθεί διαφορά (γι' αυτό και λέγεται διαφορικός) μεταξύ των δύο ρευμάτων, μεγαλύτερη των 30mA, ανοίγει τις επαφές του ακαριαία και αποσυνδέει τη φάση από το υπόλοιπο κύκλωμα. Προστατεύει κατ' αυτόν τον τρόπο αποτελεσματικά και από ηλεκτροπληξία, καθότι η ηλεκτροπληξία είναι μία διαρροή ρεύματος προς την γη, δια μέσου του ανθρώπινου σώματος. Για να είναι αποτελεσματική ωστόσο η λειτουργία θα πρέπει αυτός να βρίσκεται στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει. Για τον λόγο αυτό τοποθετείται στην αρχή του πίνακα διανομής μίας ΕΗΕ αμέσως μετά τον γενικό διακόπτη και την γενική ασφάλεια (ή τρεις γενικές ασφάλειες στο τριφασικό) και έτσι προστατεύει και το μεγαλύτερο μέρος του πίνακα.

Οι διακόπτες αυτοί έχουν μέσο όρο ζωής περίπου 20.000 ζεύξεις-αποζεύξεις. Η ευαισθησία τους είναι συνήθως 30mA και ο χρόνος απόζευξης 0,2 δευτερόλεπτα. Η ονομαστική τους ένταση λειτουργίας, δηλαδή το φορτίο σε Α που μπορούν να διακόπτουν χωρίς πρόβλημα, είναι 40Α ή 63Α. Σε μεγαλύτερα φορτία μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι από ένας ΔΔΕ και καθείς να προστατεύει κάποιο κομμάτι του κυκλώματος. Η καλή λειτουργία του ΔΔΕ ελέγχεται με ένα test button που έχει ενσωματωμένο ο διακόπτης.

Στις εγκαταστάσεις που διαθέτουν ΔΔΕ πρέπει να προσέχουμε, ώστε να μην γίνεται πουθενά μετά τον διακόπτη σύνδεση του ουδετέρου με τον αγωγό γείωσης, επειδή έτσι ο ΔΔΕ θα προκαλεί διακοπή. Ο Δ.Δ.Ε. δεν καλύπτει την περίπτωση βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτωσης γι' αυτό πρέπει να προηγούνται πάντα ασφάλειες. Τα ρελέ προστασίας δεν μπορούν να προστατέψουν από ηλεκτροπληξία το άνθρωπο αν ακουμπήσει ταυτόχρονα φάση και ουδέτερο.

3.4 Γείωση

Το σύστημα γείωσης θα αρχίζει από τη συλλεκτήρια μπάρα του γενικού πίνακα και θα καταλήγει σε κάθε σημείο ρευματοληψίας χωρίς να συνδέεται με οποιαδήποτε άλλη εγκατάσταση ή σύστημα ή τον ουδέτερο. Ο ηλεκτρικός μετρητής καθώς και η συλλεκτήρια μπάρα του Γενικού πίνακα, εάν ήταν εφικτό, θα συνδέονταν στη θεμελιακή γείωση. Στη περίπτωση της παρούσας κατοικίας, θα πρέπει να γίνει γείωση με τη μέθοδο τριγώνων γείωσης. Επειδή είναι δύσκολη η δημιουργία γείωσης με

αντίσταση μικρότερη του 1Ω απαιτούνται συνήθως περισσότερα του ενός τριγώνου. Εάν δε μπορεί να δημιουργηθεί αυτή η τιμή της αντίστασης, κατασκευάζονται χωριστές γειώσεις στη μέση και στη χαμηλή τάση με τιμή αντίστασης στη χαμηλή τάση μικρότερη των 10Ω .

Στις συνήθεις κτιριακές εγκαταστάσεις διακρίνονται δύο είδη γειώσεων. Η γείωση λειτουργίας και η γείωση προστασίας ή αλλιώς γείωση μεταλλικών συσκευών. Επίσης όταν προβλέπεται προστασία από τους κεραυνούς, τότε υπάρχει ιδιαίτερη γείωση για το αλεξικέραυνο. Η γείωση προστασίας εφαρμόζεται σε συσκευές με μεταλλικά μέρη και περιβλήματα, για να προστατέψουν το χρήστη από πιθανή διαρροή ρεύματος προς το μεταλλικό περίβλημα που έρχεται σε επαφή για την αποφυγή βραχυκυκλώματος. Η γείωση λειτουργίας είναι απαραίτητη για την ασφαλή λειτουργία ενός κυκλώματος και των συσκευών που αποτελούν την ηλεκτρολογική εγκατάσταση, δηλαδή την εφαρμογή τάσης προς τη γη. Αν η ίδια συσκευή χρειάζεται λειτουργική γείωση και γείωση προστασίας, τότε η συσκευή γειώνεται διπλά και τα δύο σημεία γείωσης θα πρέπει να απέχουν μεταξύ τους μέτρα. Η γείωση αποτελεί ουσιαστικά μία καταβόθρα φορτίου, πρακτικά άπειρου. Η σύνδεση με τη γείωση μπορεί να εξουδετερώσει οποιοδήποτε θετικό ή αρνητικό φορτίο, ενώ φορτίζει αγωγίμα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα σε ηλεκτροστατικό πεδίο. Σημειωτέων ότι όλα τα σημεία που είναι γειωμένα συμπεριφέρονταν σαν να συνδέονται μεταξύ τους, γιατί το δυναμικό σε κάθε γειωμένο σημείο είναι το ίδιο.

3.4.1 Γείωση προστασίας

Η συνολική αντίσταση του ανθρώπου μπορεί να μεταβάλλεται. Αυτή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το δέρμα του, το έδαφος που στέκεται κλπ. Όταν έρθει σε επαφή με μεταλλικό περίβλημα γειωμένης ηλεκτρικής συσκευής, στο οποίο εκδηλώνεται ρεύμα διαρροής τότε η τιμή του ρεύματος που θα διαρρέει τον άνθρωπο (αντίσταση R_a) μειώνεται ανάλογα με τη συνολική τιμή της αντίστασης της γείωσης (αντίσταση R_g). Πρέπει να ισχύει $R_g \ll R_a$, ώστε να ισχύει $I_g \gg I_a$ και άρα ολόκληρη η τιμή του ρεύματος να ουσιαστικά να συγκεντρώνεται στη I_g . Επομένως η τιμή της αντίστασης γείωσης πρέπει να προσεγγίζει το μηδέν ώστε να μεγιστοποιεί το ρεύμα

που τη διαρρέει και να ελαχιστοποιεί το ρεύμα που διαρρέει τον άνθρωπο. Πρακτικά η αντίσταση γείωσης σε συνήθεις κτηριακές εγκαταστάσεις είναι μερικά Ω.



Εικόνα 1: Σχηματικό διάγραμμα γείωσης προστασίας

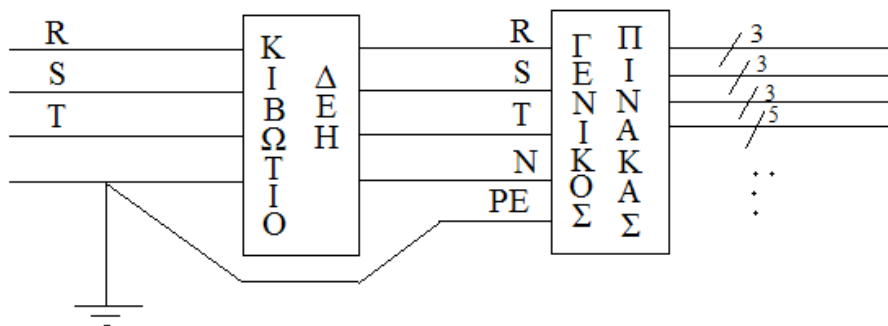
3.4.2 Λειτουργική γείωση

Η λειτουργική γείωση σε οικιακές εγκαταστάσεις πραγματοποιείται είτε με το ηλεκτρόδιο της γείωσης, είτε με τη γείωση του ουδέτερου, είτε με διαφορικούς διακόπτες διαφυγής έντασης, τα λεγόμενα ρελέ διαφυγής.

Σε αυτήν την περίπτωση επιλέγεται ως μέθοδος προστασίας αυτή με γείωση στον ουδέτερο του δικτύου, όταν αυτός είναι γειωμένος. Σκοπός της κατασκευής γείωσης είναι η προστασία των ανθρώπων από ηλεκτροπληξία εξ επαφής.

Η ΔΕΗ χρησιμοποιεί στις μέρες μας δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (χαμηλής τάσης) γειωμένου ουδέτερου. Εκτός από κάποιες περιοχές στην Αττική που εφαρμόζεται η άμεση γείωση, στο υπόλοιπο δίκτυο, ο ουδέτερος γειώνεται μεταξύ του υποσταθμού παροχής ενέργειας και πριν από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή και από το σημείο γείωσης αναχωρούν ξεχωριστοί αγωγοί ουδέτερου και προστασίας. Επομένως η κύρια τριφασική γραμμή μετρητή – γενικού πίνακα πρέπει εκτός από τους αγωγούς φάσεων (R,S,T) και τον ουδέτερο αγωγό (N), να περιλαμβάνει και τον αγωγό προστασίας, δηλαδή τη γείωση (PE).

Ο τρόπος εκτέλεσης της λειτουργικής γείωσης φαίνεται στο παρακάτω και αφορά στην περίπτωση καταναλωτών μικρής ισχύος και περιορισμένης έκτασης, όπου η γείωση του ουδέτερου αγωγού γίνεται πριν τον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης και από αυτό το σημείο αναχωρεί και ο αγωγός προστασίας, όπου συνδέονται τα μεταλλικά μέρη των συσκευών της εγκατάστασης.



Εικόνα 2: Διάγραμμα γραμμής μετρητή- γενικού πίνακα [πηγή: Διπλωματική Βησσάριος 23]

3.5 Αντικεραυνική προστασία

3.5.1 Γενικά

Σε όλη τη Γη πέφτουν περίπου 100 κεραυνοί το δευτερόλεπτο. Ο κάθε κεραυνός απελευθερώνει τεράστια ισχύ, αλλά η ελάχιστη διάρκειά του, κάνει την εκμετάλλευση της ισχύος αυτής, πρακτικά αδύνατη. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα της ατμόσφαιρας οφείλεται κυρίως στα θετικά και αρνητικά ιόντα που κινούνται μέσα στο ηλεκτρικό της πεδίο. Η αγωγιμότητα του αέρα αυξάνει σε σχέση με το ύψος. Η διαφορά δυναμικού που προκαλεί τον κεραυνό οφείλεται στα (συνήθως) αρνητικά φορτισμένα ιόντα στα σύννεφα και στα θετικά φορτισμένα ιόντα της ξηράς ή της θάλασσας. Το φαινόμενο οφείλεται στη συγκέντρωση φορτίων (θετικών και αρνητικών) σε διαφορετικές περιοχές. Όταν οι εντάσεις των ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούνται, πάρουν πολύ μεγάλες τιμές, λαμβάνει χώρα το φαινόμενο κατά το οποίο ο μονωτής αέρας διασπάται, δημιουργώντας ένα αγωγίμο δρόμο μεταξύ των δύο αντίθετα φορτισμένων περιοχών. Κεραυνοί μπορεί να ξεσπάσουν ανάμεσα σε διαφορετικά νέφη, μέσα στο ίδιο νέφος, ανάμεσα σε ένα νέφος και στον αέρα ή από ένα νέφος προς το έδαφος. Η διαφορά δυναμικού πριν τον κεραυνό είναι πολλά εκατομμύρια Volt ενώ η ένταση του τεράστιου σπινθήρα που δημιουργείται, είναι αρκετά εκατομμύρια Amper.. Το μήκος ενός κεραυνού φθάνει έως αρκετά χιλιόμετρα και έχει τεθλασμένη ή κυματοειδή μορφή. Η διάρκεια που κρατά ο κεραυνός είναι μικρότερη από ένα δευτερόλεπτο, αλλά θερμοκρασία που αναπτύσσεται είναι 10.000 βαθμοί Κελσίου. Δημιουργεί έντονο ιονισμό των αερίων του αέρα, τα οποία εκπέμπουν φως κατά τη διάρκεια της εκκένωσης (το φαινόμενο της αστραπής).

Τα αποτελέσματα των κεραυνών μπορεί να είναι άμεσα ή έμμεσα. Τα άμεσα αποτελέσματα προέρχονται από θερμότητα που οφείλεται στην αντίσταση (ωμική), στο τόξο και στο αποτέλεσμα καύσης, ακόμη μηχανικά αποτελέσματα που οφείλονται στην απότομη μεταφορά ενέργειας από τον κεραυνό στη δομική κατασκευή και μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα στρεβλώσεις στοιχείων από δυνάμεις Laplace κτλ. Στα έμμεσα φαινόμενα περιλαμβάνονται χωρητική, επαγωγική και μαγνητική συμπεριφορά. Η «πρόβλεψη» των κεραυνών φαίνεται (με την απόλυτη έννοια) να είναι αδύνατη. Ο περιορισμός των συνεπειών τους μπορεί να εξασφαλιστεί με αυξημένα ποσοστά ασφάλειας με τη χρήση συστηματικών κατασκευών προστασίας. Στα έμμεσα αποτελέσματα θα πρέπει να περιληφθούν και οι κίνδυνοι από τη βηματική τάση μετά από πτώση του κεραυνού στο έδαφος.

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας ξεκινάει με την εκτίμηση της στάθμης προστασίας στην οποία εντάσσεται κάθε κατασκευή. Αυτή καθορίζει την ακτίνα της κυλιόμενης σφαίρας του ηλεκτρογεωμετρικού μοντέλου. Στη συνέχεια πρέπει να υπολογίζονται:

- τα σημεία στα οποία θα τοποθετούνται οι ακίδες
- οι αποστάσεις μεταξύ των ακίδων
- τα ύψη των ακίδων
- η «κρέμαση» των εναέριων αγωγών
- οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των αγωγών και των προς προστασία εγκαταστάσεων ώστε να αποτραπεί ο κίνδυνος υπερπήδησης

Η στάθμη προστασίας στην οποία εντάσσεται κάθε κατασκευή, υπολογίζεται με την βοήθεια αλγόριθμου, στον οποίο λαμβάνονται ως παράμετροι οι ημέρες καταιγίδας, η θέση, το είδος, το περιεχόμενο, η χρήση της κατασκευής και οι περιβαντολογικές συνέπειες από πιθανό κεραυνικό πλήγμα. Εξαρτάται από την τιμή του συντελεστή αποτελεσματικότητας E . Ο συντελεστής αυτός είναι συνάρτηση της αναμενόμενης συχνότητας ζημιών από κεραυνικό πλήγμα και της αναμενόμενης συχνότητας κεραυνοπληξίας σε μία κατασκευή. Τέλος οι στάθμες προστασίας είναι τέσσερις (4) με πιο αυστηρή την στάθμη I.

Συντελεστής αποτελεσματικότητας E	Στάθμη προστασίας	Διάσταση βρόγχου	Απόσταση καθόδων	Ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας
$0,98 < E$	Στάθμη I + πρόσθετα μέτρα	5x5	10 m	20 m
$0,95 < E < 0,98$	Στάθμη I	5x5	10 m	20 m
$0,9 < E < 0,95$	Στάθμη II	10x10	10 m	30 m
$0,8 < E < 0,9$	Στάθμη III	15x15	15 m	45 m
$0 < E < 0,8$	Στάθμη IV	20x20	20 m	60 m

Πίνακας 3: Πίνακας στάθμης αντικεραυνικής προστασίας [πηγή: <http://www.jimkava.com>]

3.5.2 Ποια κτίρια χρειάζονται προστασία

Η ΔΕΗ τοποθετεί αγωγούς αλεξικέραυνων κατά μήκος των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας για την προστασία του από τους κεραυνούς. Τα συστήματα αντικεραυνικής προστασίας της ΔΕΗ εξασφαλίζουν προστασία στα κτίρια που βρίσκονται κοντά σε γραμμές μεταφοράς ή δίκτυα χαμηλής τάσης. Σε περιοχές που δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ ή αυτό είναι υπόγειο καθώς και σε κτίρια όπου η πτώση ενός κεραυνού θα προσκαλέσει σημαντικές ζημιές, επιβάλλεται η αντικεραυνική προστασία με αλεξικέραυνο. Τέτοια κτίρια είναι οι εκκλησίες, τα σχολεία, νοσοκομεία, μεγάλα οικοδομικά κτιριακά συγκροτήματα, χώροι συγκέντρωσης πολλών ατόμων, κτίσματα εκτός οικισμών καθώς επίσης και χώροι μεγάλης επικινδυνότητας όπως αποθήκες πυρομαχικών, δεξαμενές καυσίμων, βιομηχανικοί χώροι κλπ.

3.5.3 Εξωτερική προστασία

Για τη συνήθη εξωτερική προστασία ενός κτιρίου τοποθετείται στο υψηλότερο σημείο που προεξέχει, μία ακίδα. Η ακίδα αυτή συνδέεται με έναν μεταλλικό αγωγό ικανοποιητικής διατομής. ο αγωγός αυτός ονομάζεται αγωγός καθόδου και καταλήγει σε ένα ηλεκτρόδιο μέσα τη γη. Όταν πέσει κεραυνός, η μεταλλική ακίδα λόγω της μορφής και της θέσης της, συλλέγει τον κεραυνό και μέσω του αγωγού καθόδου,

οδηγεί το ρεύμα της εκκένωσης προς τη γη. Έτσι το κτίριο μένει ανέπαφο και αποφεύγονται οι καταστροφικές συνέπειες του κεραυνού, χάρη σε αυτό το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας του κτιρίου. Ιδανική προστασία, θα είχαμε εάν εγκλωβίζαμε το κτίριο σε ένα μεταλλικό κλωβό, ο οποίος θα απομόνωνε το κτίριο από κάθε εξωτερική ηλεκτρική επίδραση. Αυτού του είδους οι αντικεραυνικές προστασίες, που παίρνουν και το όνομά τους από τον κλωβό Φαρενάιτ, εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις, καθότι έχουν ιδιαίτερα υψηλό κόστος.

Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας αποτελείται από:

- Το αλεξικέραυνο
- Τον αγωγό καθόδου
- Το ηλεκτρόδιο γείωσης

3.5.3.1 Αλεξικέραυνο

Το αγωγίμο στέλεχος (ράβδος) που τοποθετείται στην κορυφή του κτιρίου για τη συγκέντρωση των ηλεκτρικών φορτίων ονομάζεται αλεξικέραυνο τύπου ακίδας. Σε κτίρια που καλύπτουν μεγάλες επιφάνειες, χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα αλεξικέραυνα. Εκτός από τα αλεξικέραυνα τύπου ακίδας, τοποθετείται περιμετρικά στην οροφή του κτιρίου, ένας γυμνός χάλκινος συλλεκτήριος αγωγός πάνω στον οποίο συνδέονται όλα τα αλεξικέραυνα (ακίδες) και μέσω του αγωγού καθόδου και του ηλεκτροδίου, οδηγούνται προς τη γη. Η γείωση του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας παρέχει την ικανότητα διέλευσης πολύ μεγάλων ηλεκτρικών φορτίων σε πολύ μικρή χρονική διάρκεια (τάξης μsec). Η γείωση προστασίας της ΕΗΕ παρέχει την ικανότητα διέλευσης επίσης μεγάλων φορτίων αλλά χρονικής διάρκειας msec έως sec δηλαδή αρκετά μεγαλύτερη από αυτή του κεραυνού. Γι' αυτό οι απαιτήσεις για τη γείωση προστασίας είναι πολύ μεγαλύτερες και η επιλογή των υλικών γίνεται αυστηρότερα.

3.5.3.2 Αγωγός καθόδου

Η διατομή του αγωγού καθόδου έχει κυκλική ή τετράγωνη τομή. Ανάλογα με το υλικό κατασκευής, διακρίνουμε τους αγωγούς καθόδου σε:

- χάλκινους
- γαλβανισμένου χάλυβα
- χάλκινους με εξωτερική επίστρωση
- χαλύβδινους με εξωτερική επίστρωση

Οι αγωγοί κυκλικής διατομής έχουν ελάχιστη διατομή 50mm^2 ενώ οι αγωγοί ορθογωνικής μορφής έχουν διατομή με ελάχιστες διαστάσεις $20 \times 2,5\text{mm}$.

3.5.3.3 Ηλεκτρόδια γείωσης

Ως ηλεκτρόδια γείωσης χρησιμοποιούνται:

- Χαλύβδινι ή επιψευδαργυρωμένοι ράβδοι, διατομής σταυρού σε μήκη από 1,5 μέχρι 3 μέτρα.
- Ράβδοι επιχαλκωμένοι ηλεκτρολυτικά με χαλύβδινη ψυχή, διαμέτρου $\Phi 12$, 14 , 17 ή 18mm και μήκους 1.2 , 1.5 και 3 μέτρων.
- Ταινία ή αγωγός (χάλκινος ή χαλύβδινος επιψευδαργυρωμένος) για τοποθέτηση στα θεμέλια

3.5.4 Εσωτερική προστασία

Το σύστημα εσωτερικής αντικεραυνικής προστασίας γίνεται για να προστατέψουμε συσκευές και αντικείμενα από τις υπερτάσεις που δημιουργούν οι κερανοί [24]. Για το σκοπό αυτό:

- Κάνουμε ισοδυναμικές συνδέσεις των αγωγίμων τμημάτων του προστατευόμενου χώρου. Δηλαδή συνδέουμε αγωγίμα με την εγκατάσταση γείωσης της αντικεραυνικής προστασίας τα μεταλλικά δίκτυα π.χ. των σωληνώσεων κεντρικής θέρμανσης, παροχής νερού, παροχής φ. αερίου, αποχέτευσης κλπ και τις μεταλλικές σωληνώσεις ζεστού και κρύου νερού στο μπάνιο.
- Χρησιμοποιούμε ειδικές συσκευές απαγωγής των υπερτάσεων είτε κεντρικά στο γενικό πίνακα, για την προστασία του συνόλου της εγκατάστασης είτε τοπικά στην τροφοδότηση των ηλεκτρονικών συσκευών.

4. Μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

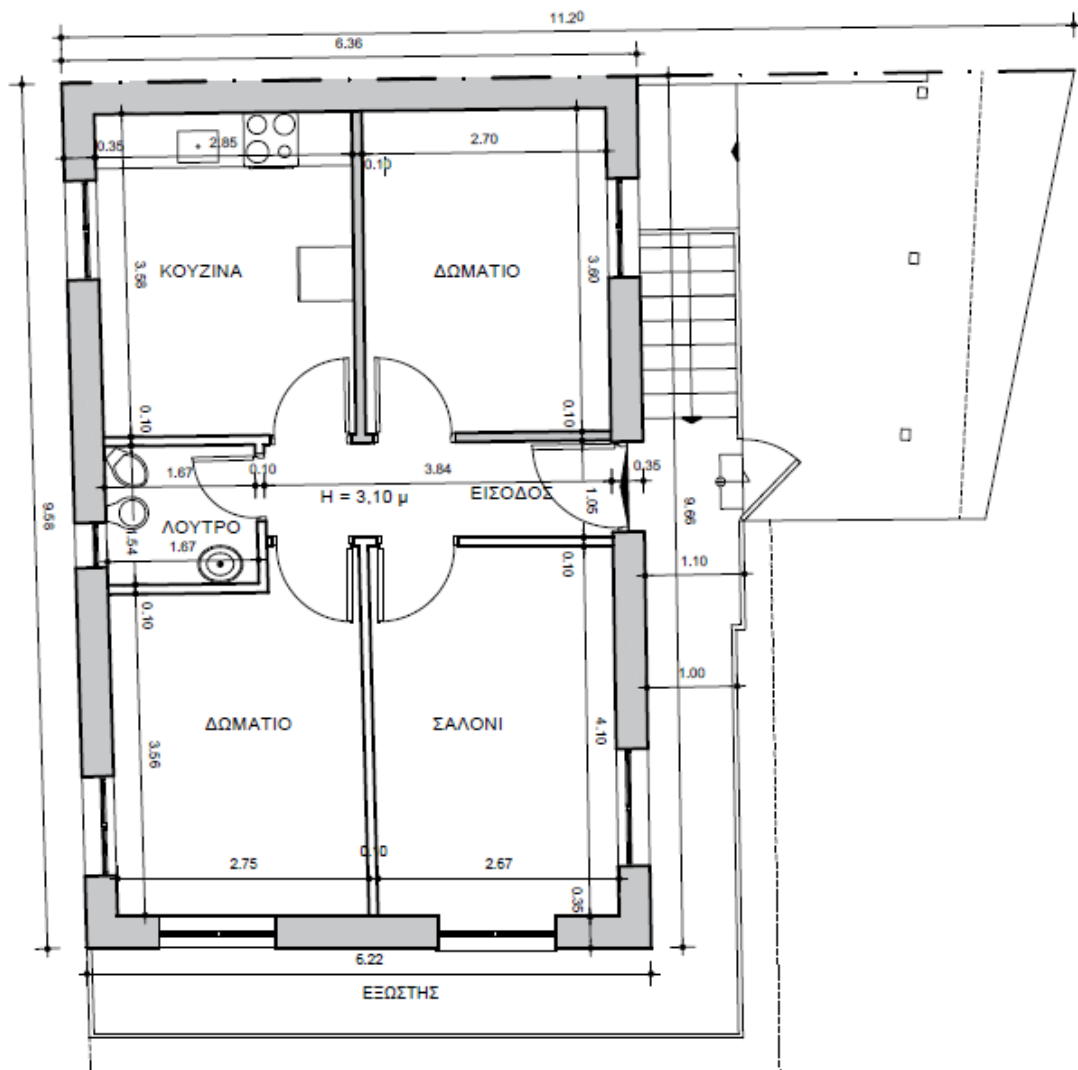
4.1 Περιγραφή κατοικίας

Η προς μελέτη κατοικία είναι ένα διώροφο κτίσμα με κεραμοσκεπή στην κορυφή. Βρίσκεται στον Οξύλιθο Ευβοίας και ανήκει στο δημοτικό διαμέρισμα της Κύμης.

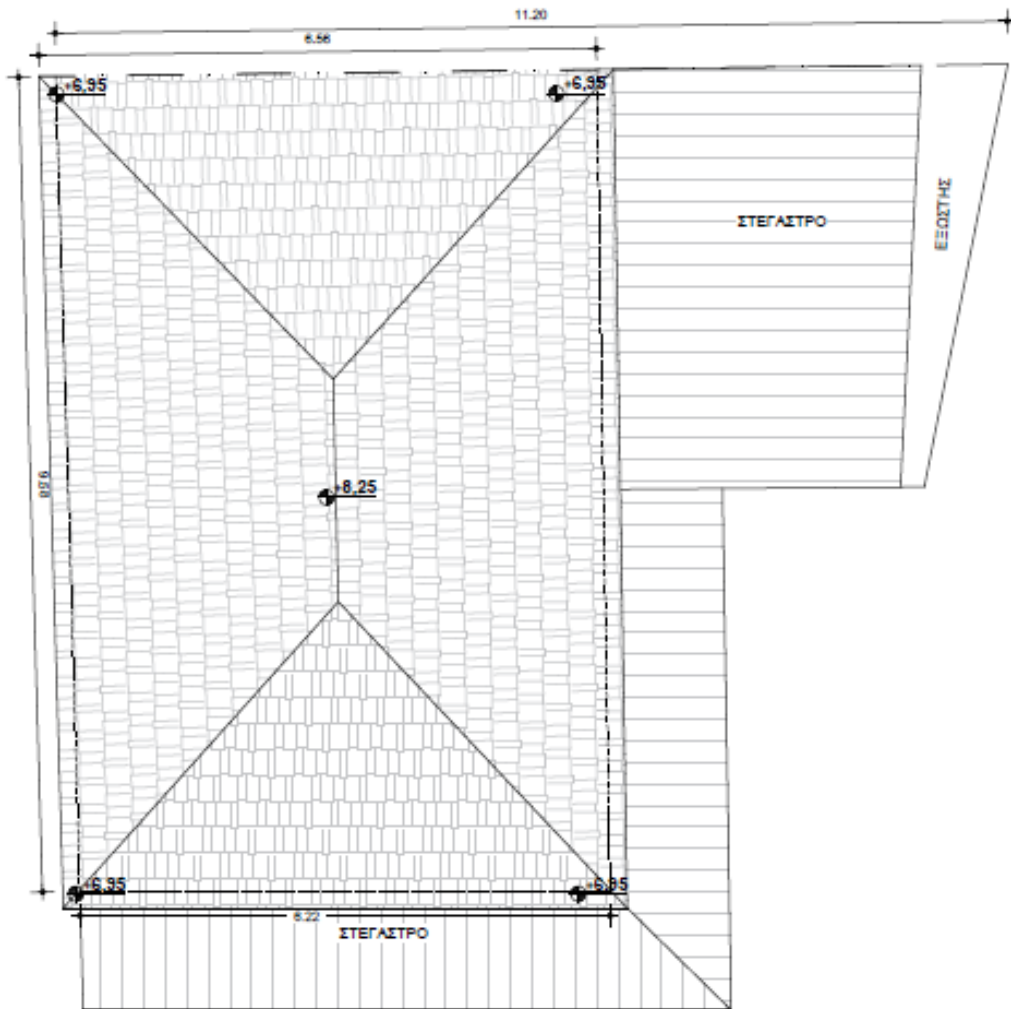
Το ισόγειο, το οποίο χρησιμοποιείται σαν αποθήκη, χρονολογείται πριν το 1955. Περιμετρικά έχει τοίχο από πέτρα 60cm, όπως συνήθιζαν την εποχή εκείνη. Έχει δύο πόρτες εισόδου μεταλλικές και δύο μεταλλικά παράθυρα με τζάμι. Εσωτερικά δεν υπάρχουν τοίχοι, καθότι αποτελεί έναν ενιαίο χώρο.

Ο όροφος χρονολογείται γύρω στο 1967. Το περίγραμμά του, είναι όπως ακριβώς και της από κάτω αποθήκης. Περιμετρικά, έχει διπλό τούβλο με κενό ανάμεσα ενώ οι εσωτερικοί τοίχοι αποτελούνται από ένα μόνο τούβλο. Οι πόρτες είναι όλες ξύλινες, όπως επίσης ξύλινα είναι και τα κουφώματα. Περιμετρικά στον όροφο υπάρχει μπαλκόνι πλάτους 1m όπως επίσης και μία βεράντα. Το πάτωμα του ορόφου αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα, χωρίς στοιχεία μόνωσης και το ταβάνι διαχωρίζει από τη στέγη με ξύλινη κατασκευή, επίσης χωρίς μόνωση.

Το οίκημα είναι ελεύθερο από τη βορεινή, νότια και δυτική πλευρά του ενώ ανατολικά φέρει μεσοτοιχία με άλλη κατοικία. Συνολικά δεν ξεπερνά τα 8,5m. Η μετάβαση από το ισόγειο στον όροφο γίνεται με σκάλες. Η θέρμανση του σπιτιού επιτυγχάνεται με τη χρήση καυστήρα πετρελαίου ενώ το ζεστό νερό χρήσης, με θερμοσίφωνα. Το λεβητοστάσιο τοποθετείται στο υπόγειο, δίπλα στην αποθήκη και φέρει ένα μεγάλο παράθυρο.



Εικόνα 4: Κάτοψη του ορόφου, που αποτελεί την κύρια κατοικία [πηγή: AutoCAD]



ΑΝΟΨΗ

Εικόνα 5: Κάτοψη της κεραμοσκεπής [πηγή: AutoCAD]

4.3 Συμφωνημένη ηλεκτρική ισχύς

Η συμφωνημένη ισχύς σε (KVA), είναι η ανώτατη φαινόμενη ισχύς που απαιτείται να παρέχει η ΔΕΗ στον καταναλωτή και με τον συντελεστή ισχύος που προσδιορίζει και οφείλει να διατηρεί στις τιμές που καθορίζει (ελάχιστη τιμή συντελεστή ισχύος μπορεί να είναι, Σ.Ι.: $\cos\varphi = 0,85$). Η συμφωνημένη ισχύς αναφέρεται και στο συμβόλαιο παροχής που υπογράφει ο καταναλωτής με τον πάροχο και είναι η ισχύς με βάση την οποία υπολογίζεται ο μετρητής που θα τοποθετηθεί, τα στοιχεία προστασίας και η διατομή του αγωγού μετρητή – γενικού πίνακα της ΕΗΕ. [2]

4.4 Μέγιστη Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς

Οι διάφορες συσκευές του καταναλωτή καταγράφονται και το άθροισμα των ισχύων τους καθορίζει τη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ. Η ονομαστική ισχύς αναγράφεται στην πινακίδα της κάθε ηλεκτρικής συσκευής και είναι η ισχύς που μπορεί να αποδίδει η συσκευή συνεχώς δίχως πρόβλημα υπερφόρτισης. Αντί της φαινόμενης ισχύος, πιθανόν να αναγράφεται η πραγματική ισχύς (kW) και ο συντελεστής ισχύος ($\cos\varphi$). Από το γνωστό τύπο της ισχύος, προκύπτει η ονομαστική ή φαινόμενη ισχύς της συσκευής.

$$S = V * I = V * I * \cos\varphi + V * I * \sin\varphi$$

$$P = S * \cos\varphi \quad \text{και} \quad Q = S * \sin\varphi$$

$$\text{άρα } S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{Q}{\sin\varphi}$$

Παρακάτω φαίνονται τα διάφορα φορτία ταξινομημένα βάση της κατανάλωσής τους.

α/α	Φορτία	Ισχύς (watt)
1	κουζίνα	6000
2	φούρνος	3000
3	απορροφητήρας	500
4	ψυγείο	300
5	φωτισμός δωματίων	420
6	φωτισμός μπάνιου και κουζίνας	300
7	φωτισμός διαδρόμων	150
8	φωτισμός εξωτερικός και αποθήκης	400
9	πλυντήριο πιάτων	2000
10	πλυντήριο ρούχων	3000
11	ηλεκτρικός λέβητας	15000
12	κλιματιστικά (3x)	1800
13	διάφορες μικροσυσκευές (15x)	21000
14	τόρνος	1500
15	ανυψωτικό μηχάνημα	2200
16	τροφοδοτικό 220v/5v	120
ΣΥΝΟΛΟ:		57690

Πίνακας 4: Πίνακας εγκατεστημένων φορτίων

Οπότε, η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς, πλησιάζει τα 58 KW.

4.5 Συντελεστής ταυτοχρονισμού (ή ετεροχρονισμού)

Σε μία κατοικία, όλες οι καταναλώσεις δε λειτουργούν ταυτόχρονα. Επιπλέον δεν λειτουργούν συνεχώς στο μέγιστο της ζήτησης των ισχύων τους. Αντίθετα διάφορες διατάξεις στο εσωτερικό των συσκευών (που περιλαμβάνουν αισθητήρες θερμοκρασίας κυρίως αλλά και άλλους), ρυθμίζουν την ένταση του απορροφούμενου ρεύματος, ώστε η συσκευή να λειτουργεί βάση προδιαγραφών και με ασφάλεια. Για τους λόγους αυτούς, αντί των πραγματικών καταναλώσεων, λαμβάνουμε τις συμβατικές καταναλώσεις. Αποφεύγουμε έτσι να κάνουμε χρήση μεγαλύτερων

καλωδίων απ' όσο χρειάζεται, μειώνουμε τις θερμικές επιπτώσεις και την πώση τάσης στις γραμμές.

α/α	Φορτία	Εγκατεστημένη Ισχύς (watt)	Συντελεστής Ταυτοχρονισμού (g)	Συμβατική Ισχύς (watt)
1	κουζίνα	6000	0,42	2520
2	φούρνος	3000	0,4	1200
3	απορροφητήρας	500	0,5	250
4	ψυγείο	300	0,45	135
5	φωτισμός δωματίων	420	0,45	189
6	φωτισμός μπάνιου και κουζίνας	300	0,5	150
7	φωτισμός διαδρόμων	150	0,42	63
8	φωτισμός εξωτερικός και αποθήκης	400	0,4	160
9	πλυντήριο πιάτων	2000	0,4	800
10	πλυντήριο ρούχων	3000	0,42	1260
11	ηλεκτρικός λέβητας	15000	0,42	6300
12	κλιματιστικά (3x)	1800	0,45	810
13	διάφορες μικροσυσκευές (15x)	21000	0,4	8400
14	τόρνος	1500	0,22	330
15	ανυψωτικό μηχάνημα	2200	0,19	418
16	τροφοδοτικό 220v/5v	120	0,26	31,2
ΣΥΝΟΛΟ:		57690	~0,4	23016,2

Πίνακας 5 Επαυξημένος πίνακας εγκατεστημένων φορτίων

Στον πίνακα 5 δίνονται οι τιμές του συντελεστή ταυτοχρονισμού (g), οι οποίες έχουν προκύψει όπως θα αναφερθεί αμέσως μετά. Επιπλέον, στον πίνακα 5 σημειώνεται η συμβατική ισχύς, βάση της οποίας θα υπολογιστεί και η διατομή του καλωδίου της κεντρικής γραμμής που πηγαίνει από το μετρητή της ΔΕΗ στο γενικό πίνακα.

Τα συμβατικά φορτία υπολογίζονται, πολλαπλασιάζοντας την πραγματική ισχύ με τον κατάλληλο συντελεστή ταυτοχρονισμού (η ετεροχρονισμού). Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού είναι ίσος ή μικρότερος της μονάδας, διαφέρει για κάθε είδος φορτίου και εκφράζει το ποσοστό των φορτίων που είναι ενεργοποιημένα την ίδια χρονική στιγμή στην εγκατάσταση της οικίας.

Ωστόσο, για να υπολογιστεί επακριβώς ο συντελεστής ταυτοχρονισμού για κάθε φορτίο, πρέπει να προσδιορίζονται οι ώρες λειτουργίας ανάλογα με τη χρονική περίοδο που διανύεται (χειμώνας - καλοκαίρι), τα μέλη της οικογένεια που κάνουν χρήση της εγκατάστασης και άλλοι δυναμικοί παράγοντες. Γεγονός που είναι ιδιαίτερα περίπλοκο και συμβαίνει σπάνια. Συνήθως λαμβάνονται υπόψιν κάποιες εμπειρικές τιμές, οι οποίες έχουν επιβεβαιωθεί στην πράξη και φυσικά είναι προσανατολισμένες και στις ανάγκες της κάθε οικίας.

4.6 Κατηγορία ηλεκτρικής παροχής

Το μέγεθος της ηλεκτρικής παροχής επιλέγεται ανάλογα με τις ανάγκες της εγκατάστασης. Η φαινόμενη ισχύς όπως προκύπτει για την παραπάνω κατοικία, κάνοντας χρήση ενός ελάχιστου συντελεστή ισχύος (η επιλογή του οποίου αποτελεί και τη χειρότερη περίπτωση λειτουργίας), είναι ίση με:

$$S = \frac{P}{\cos\phi} \Rightarrow S = \frac{23016,2}{0,85} \Rightarrow S = 27,08 \text{ KVA}$$

Παρακάτω παρατίθενται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των τυποποιημένων μονοφασικών και τριφασικών παροχών ΧΤ. Στο κιβώτιο του μετρητή της ΔΕΗ,

τοποθετούνται, εκτός από τον μετρητή, γενικές ασφάλειες τήξης ή μικροαυτόματοι για την προστασία του μετρητή από βραχυκυκλώματα. Η προστασία του μετρητή από υπερφορτίσεις εξασφαλίζεται από τις γενικές ασφάλειες του πίνακα διανομής της εταιρίας ηλεκτρικής ενέργειας.

Στοιχεία μονοφασικών και τριφασικών παροχών Χ.Τ.

ΠΑΡΟΧΗ		ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ				ΜΕΤΡΗΤΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΕΛΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ Μ/Σ
		Γενική εσωτ. εγκατάσταση	Μετρητής		Ελάχ. Αναχ. δικτύου ΧΤ		Συγκεντρικά θ.Ν. (Cu)	X - LPE		
No	kVA		A	A		A			A	mm ²
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ										
03	8	35	35	40	63	10/40 15/60	2 x 6	-	3 x 10	50
05	12	50	63	63	80	15/60	2 x 16	-	3 x 16	50
ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ										
1	15	25	25	25	63	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 6	50
2	25	35	35	40	63	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 10	50
3	35	50	63	63	100	3 x 20/60 3 x 10/60	4 x 16	-	5 x 16	100 (75)
4	55	80	100	-	160	3 x 50/100 3 x 20/100	4 x 25	-	3x25+16+16 ⁽⁵⁾	100
5	85	125	160	-	250	3 x 1.5/6 3x 1/6	4 x 50	3x95 Al + 35 Cu	3x50+25+25 ⁽⁵⁾	160
6	135	200	250	-	400	3 x 1.5/6 3x 1/6	Μονοπολ. 95 Cu	3x150 Al + 50 Cu	3x120+70+70 ⁽⁵⁾	250

Εικόνα 6: Στοιχεία παροχών για καταναλωτές χαμηλής τάσης [πηγή: ΔΕΗ www.dei.gr]

Βάση της παραπάνω φαινόμενης ισχύος, η κατοικία ανήκει στη Νο3 κατηγορία των τριφασικών παροχών. Ανάλογα με την κατηγορία και το είδος της κατοικίας, προκύπτει και η τιμολόγηση. Στη συνέχεια, θα γίνει ανάλυση των ρευμάτων των τριών φάσεων και θα καταλήξουμε στα χαρακτηριστικά του μετρητή, των προστασιών και των γραμμών μεταφοράς από το μετρητή της ΔΕΗ έως το γενικό πίνακα. Έτσι θα κατηγοριοποιηθεί η κατοικία.

4.7 Πτώση Τάσης Σε Οικιακές Εγκαταστάσεις

Γενικά, οι αγωγοί (καλώδια) εμφανίζουν πολύ μικρή σύνθετη αντίσταση. Η αντίσταση αυτή είναι ευθέως ανάλογη με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό όπως επίσης και με το μήκος του αγωγού. Αντίθετα, είναι αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του αγωγού. Αποτέλεσμα της αντίστασης αυτής είναι η δημιουργία πτώσης τάσης στο τέλος του αγωγού, δηλαδή στην τροφοδοσία του φορτίου. Πολλά φορτία ωστόσο είναι ευαίσθητα στην τάση τροφοδοσίας τους και θα πρέπει πάντα να ελέγχεται ότι αυτή η πτώση τάσης που δημιουργείται μεταξύ της αναχώρησης από τον πίνακα και της άφιξης της γραμμής στο φορτίο, δεν ξεπερνά κάποια επιθυμητά όρια. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, αν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις αναφορικά με τη λειτουργία των συσκευών ή, ενδεχομένως ειδικών διατάξεων προστασίας, συνιστάται στην πράξη, η πτώση τάσης από την αρχή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μέχρι το σημείο σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής να μην υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης της εγκατάστασης. Προσωρινές συνθήκες, όπως μεταβατικές τάσεις και μεταβολή τάσης λόγω αντικανονικής λειτουργίας μπορούν να μη λαμβάνονται υπόψη. Η πτώση τάσης μπορεί να προσδιοριστεί με 3 τρόπους.

1. Με την μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του κυκλώματος μέσω οργάνου
2. Με την μέθοδο του διαγράμματος του ΕΛΟΤ HD 60364-6
3. Να υπολογιστεί μαθηματικά

Στην παρούσα μελέτη, θα προτιμηθεί η μαθηματική προσέγγιση, καθότι είναι ακριβέστερη της μεθόδου των διαγραμμάτων και δεν χρήζει ειδικού εξοπλισμού για τη μέτρηση της σύνθετης αντίστασης των γραμμών

4.8 Στοιχεία των ηλεκτρολογικών γραμμών

Ακολουθεί η περιγραφή των ηλεκτρικών γραμμών που θα αναχωρούν από τον γενικό πίνακα και θα έχουν άφιξη στις διάφορες καταναλώσεις της κατοικίας. Στους πίνακες που ακολουθούν αναγράφονται, ποιά φορτία απαιτούν ξεχωριστές γραμμές, πώς θα συνδυαστούν τα υπόλοιπα φορτία, πώς θα γίνει ο διαμοιρασμός των φάσεων για τα μονοφασικά φορτία, προκειμένου να αποφύγουμε όσο γίνεται τις ασύμμετρες

φορτίσεις καθώς και το πλήθος και το είδος των ρευματοδοτών και διακοπών που θα χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο, τα ακριβή χαρακτηριστικά των γραμμών μεταφοράς θα υπολογιστούν στο παρακάτω κεφάλαιο.

α/α	Φορτία που απαιτούν ξεχωριστή γραμμή	ονομασία γραμμής	τύπος γραμμής (1φ ή 3φ)	ισχύς γραμμής (KW)
1	κουζίνα	κουζίνα	R	6
2	φούρνος	φούρνος	S	3
3	πλυντήριο ρούχων	πλ. ρούχων	T	3
4	πλυντήριο πιάτων	πλ. Πιάτων	S	2
5	ηλεκτρικός λέβητας	λέβητας	R,S,T	15
6	τόρνος	τόρνος	T	1,5
7	ανυψωτικό μηχάνημα	αναβατήριο	R,S,T	2,2

Πίνακας 6: Πίνακας φορτίων που απαιτούν ξεχωριστή γραμμή παροχής

Οι συσκευές αυτές, εκτός των δύο πλυντηρίων, θα συνδεθούν απευθείας στις αντίστοιχες γραμμές τους. Δεν θα παρεμβάλλεται δηλαδή ρευματοδότης. Για τα δύο πλυντήρια, θα χρησιμοποιηθούν ενισχυμένοι ρευματοδότες.

Ο διαμοιρασμός των φάσεων, γίνεται με βάση τη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ προκειμένου να αποφευχθεί, όσο γίνεται, η ασύμμετρη φόρτισή τους.

$$\{R\}: P = 6 + \frac{15}{3} + \frac{2,2}{3} + 3,4 + 3,6 + 0,8 = 19,53KW$$

$$\{S\}: P = 3 + 2 + \frac{15}{3} + \frac{2,2}{3} + 3,6 + 3,6 + 1 = 18,93KW$$

$$\{T\}: P = 3 + \frac{15}{3} + 1,5 + \frac{2,2}{3} + 3,6 + 3,6 + 1,8 = 19,23KW$$

α/α	ονομασία γραμμής	τύπος γραμμής	στοιχεία γραμμής	μέγιστη ισχύ γραμμής (KW)
1	ρευματοδότηση 1	S	1 ρευματοδότης απορροφητήρα, 1 ρευματοδότης μπάνιου, 1 ρευματοδότης εξωτερικά	3,6
2	ρευματοδότηση 2	T	2 ρευματοδότες κουζίνας, 1 ρευματοδότης ψυγείου	3,6
3	ρευματοδότηση 3	R	2 ρευματοδότες διαδρόμου, 1 εξαερισμός μπάνιου	3,4
4	δωμάτιο 1	R	ρευματοδότης a/c, 2 ρευματοδότες	3,6
5	δωμάτιο 2	S	ρευματοδότης a/c, 2 ρευματοδότες	3,6
6	σαλόνι	T	ρευματοδότης a/c, 2 ρευματοδότες	3,6
7	αποθήκη	T	2 φωτιστικά αποθήκης, 2 διακόπτες αλέ ρε τούρ, 1 ρευματοδότης	1,8
8	φώτα 1	R	1 φωτιστικό κουζίνας, 1 φωτιστικό 1ου δώματος, 2 φωτιστικά διαδρόμου, 1 φωτιστικό μπάνιου, 3 απλοί διακόπτες, 1 διακόπτης κομμιτατέρ	0,8
9	φώτα 2	S	2 φωτιστικά σαλονιού, 1 φωτιστικό 2ου δώματος, 2 φωτιστικά εξωτερικά, 1 απλός διακόπτης, 2 διακόπτες κομμιτατέρ	1

Πίνακας 7: Πίνακας γραμμών που τροφοδοτούν περισσότερα από ένα φορτία

Έτσι, η συνολική φόρτιση της κάθε φάσης, όπως προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους φορτίων των πινάκων 5 και 6, είναι παρόμοια.

Φάση	Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ (KW)
R	19,53
S	18,93
T	19,23
Σύνολο	51,69

Πίνακας 8: Πίνακας φόρτισης των τριών φάσεων

5. Υπολογισμός γραμμών παροχής

5.1 Μεγάλων εγκατεστημένων φορτίων (>2,2KW)

5.1.1 Γραμμή ηλεκτρικής κουζίνας

Θα υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που απαιτείται για την τροφοδότηση της ηλεκτρικής κουζίνας, η οποία λειτουργεί με ονομαστική ισχύ 6KW και υπό φασική τάση είναι 230V. Ο υπολογισμός της έντασης του ρεύματος, απαιτείται για την επιλογή του καλωδίου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

$$P = V * I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{6000}{230} \Rightarrow I = 26,09A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 9, το καλώδιο θα πρέπει να έχει διάμετρο 6mm².

Ονομαστική διατομή καλωδίων	Μέγιστη ένταση για πολυπολικά καλώδια
1,5	14
2,5	20
4	25
6	33
10	43
16	60
25	83
35	100
50	127

Πίνακας 9: Πίνακας μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης για καλώδια, μέχρι τριών ενεργών αγωγών, βάση διατομής καλωδίου. [πηγή: www.electrologos.gr]

Η πτώση τάσης πάνω στη μη διακλαδιζόμενη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9,2V. Όπως προκύπτει από την κάτοψη, η τροφοδοσία της κουζίνας απαιτεί 12 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 6mm². Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{2 * I * l * \rho * \cos\varphi}{S * n}$$

όπου

ρ : η ειδική αντίσταση του αγωγού, που για το χαλκό είναι 0,0175($\mu\Omega * m$)

l : το μήκος της γραμμής (m)

I : η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (A)

$\cos\varphi$: ο συντελεστής ισχύος, όπου από εδώ και πέρα θα θεωρείται μοναδιαίος, για τον οποίο μοναδιαίο σ.ι. έχουμε τη μεγαλύτερη πτώση τάσης, δηλαδή τη χειρότερη περίπτωση όπου το φορτίο είναι καθαρά ωμικό

S : η διατομή του αγωγού (mm^2)

n : το πλήθος των αγωγών ανά φάση, όπου από εδώ και πέρα θα αγνοείται καθότι θα σε τέτοιες οικιακές εγκαταστάσεις είναι ίσο με τη μονάδα.

$$\Delta U = \frac{2 * I * l * \rho * \cos\varphi}{S * n} = \frac{2 * 26,09 * 12 * 0,0175}{6 * 1} = 1,8263 \text{ V}$$

Σε ποσοστό η πτώση τάσης, υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,8263)}{230 - 1,8263} * 100\% = 0,8\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή άρα και η διατομή του καλωδίου είναι αποδεκτή, αφού: $1,8263 \text{ V} < 9,2\text{V}$ ή $0,8\% < 4\%$.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) $3 \times 6\text{mm}^2$, με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου $13,5\text{mm}^2$. Η γραμμή αυτή προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 25A.

5.1.2 Γραμμή φούρνου

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που απαιτείται για την τροφοδότηση του ηλεκτρικού φούρνου, ο οποίος λειτουργεί με ονομαστική ισχύ

3KW και υπό τάση 230V. Ο υπολογισμός της έντασης του ρεύματος, απαιτείται για την επιλογή του καλωδίου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

$$P = V * I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{3000}{230} \Rightarrow I = 13,05A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε για να μην είναι οριακή η φόρτίσή του, θα έχει διάμετρο 2,5mm². Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Όπως προκύπτει από την κάτοψη, η τροφοδοσία του φούρνου απαιτεί 12 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 2,5mm². Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{2 * I * l * \rho * \cos\phi}{S} = \frac{2 * 13,05 * 12 * 0,0175}{2,5} = 2,1924 V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 2,1924)}{230 - 2,1924} * 100\% = 0,96\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή άρα και η διατομή του καλωδίου είναι αποδεκτή, αφού: 2,1924 V < 9,2V ή 0,96% < 4%.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 2,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm. Η γραμμή αυτή προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A.

5.1.3 Γραμμή Επίτοιχου Ηλεκτρικού Λέβητα

Ο λέβητας που έχει επιλεγεί για την κάλυψη των αναγκών της συγκεκριμένης κατοικίας, όπως περιγράφετε παρακάτω, στο κεφάλαιο 6, που γίνεται η μελέτη θερμικών αναγκών και η αντιστοιχία της σε KW, έχει ισχύ 15KW. Μας δίνει ακόμα τη δυνατότητα να επιλέξουμε εάν θα τροφοδοτηθεί από μία φάση ή και από τις τρεις.

Το μέγιστο ρεύμα που θα απορροφά, στην περίπτωση που τροφοδοτηθεί από μία μόνο φάση, θα έχει τιμή:

$$P = V * I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{15000}{230} \Rightarrow I = 65,21A$$

Στην περίπτωση που τροφοδοτηθεί και από τρεις φάσεις, που είναι και το προτιμότερο αφού με αυτόν τον τρόπο θα έχουμε και μικρότερα ρεύματα να διαρρέουν την εγκατάσταση (άρα μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση σφάλματος και οικονομικότερο εξοπλισμό) αλλά και καλύτερη και πιο ίση φόρτιση των τριών φάσεων, το μέγιστο απορροφούμενο ρεύμα, θα έχει ένταση:

$$P = 3 * V * I \Rightarrow I = \frac{P}{3 * V} = \frac{15000}{3 * 230} \Rightarrow I = 21,74A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο θα πρέπει να έχει διάμετρο 4mm². Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θέλουμε να ξεπερνά, σε αυτήν την περίπτωση το 2%, (δηλαδή τα 4,6 V) για να εξασφαλίσουμε αποδοτικότερη λειτουργία του λέβητα. Όπως προκύπτει από την κάτοψη, η τροφοδοσία του λέβητα απαιτεί 8 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 4mm². Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * l * \rho * \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 21,74 * 8 * 0,0175}{4} = 1,32V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,32)}{230 - 1,32} * 100\% = 0,57\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή άρα και η διατομή του καλωδίου είναι αποδεκτή, αφού: 1,32V < 4,6V ή 0,57% < 2%.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 5 x 4mm², με τρεις φάσεις, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το

καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 23mm. Η γραμμή αυτή προστατεύεται από τρεις αυτόματες ασφάλειες των 25Α έκαστη.

5.1.4 Γραμμή για τη σύνδεση Ανυψωτικού Μηχανήματος

Το ανυψωτικό μηχάνημα που έχει επιλεχθεί είναι το TW 242 PE και έχει ισχύ 2,2KW. Είναι δικόλωνο ηλεκτροδραυλικό, ανυψωτικής ικανότητας 4200κιλών. Το μηχάνημα διαθέτει ηλεκτρομαγνητικές ασφάλειες και στις δύο κολόνες ενώ ασφαλίζει μηχανικά και τους τέσσερις βραχίονες. Διατίθεται σε τριφασικό με CE και ISO Γερμανίας. Το μέγιστο ρεύμα που θα απορροφά, θα έχει τιμή:

$$P = 3 * V * I \Rightarrow I = \frac{P}{3 * V} = \frac{2200}{3 * 230} = 3,2A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 1,5mm². Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, επειδή τροφοδοτείται κινητήρας, δεν θα πρέπει να ξεπερνά στην περίπτωση αυτή το 2%, δηλαδή τα 4,6 V. Όπως προκύπτει από την κάτοψη, η τροφοδοσία του λέβητα απαιτεί 15 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 1,5mm². Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * l * \rho * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 3,2 * 15 * 0,0175}{1} = 0,97V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 0.97)}{230 - 0.97} * 100\% = 0,42 \%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή άρα και η διατομή του καλωδίου.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 5 x 1,5mm², με τρεις φάσεις, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm². Η γραμμή αυτή προστατεύεται από τρεις αυτόματες ασφάλειες των 10Α έκαστη.

5.1.5 Γραμμή πλυντηρίου ρούχων

Συνεχίζοντας, θα υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που απαιτείται για την τροφοδότηση του πλυντηρίου ρούχων, το οποίο λειτουργεί με ονομαστική ισχύ 3KW και υπό τάση 230V. Ο υπολογισμός της έντασης του ρεύματος, απαιτείται όμοια με πριν, για την επιλογή του καλωδίου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

$$P_{\text{ρούχων}} = V * I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{3000}{230} = 13,05A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8 τα καλώδια που θα επιλέξουμε θα πρέπει να έχουν διάμετρο 2,5mm². Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, επειδή τροφοδοτείται κινητήρας, δεν θα πρέπει να ξεπερνά στην περίπτωση αυτή το 2%, δηλαδή τα 4,6 V. Όπως προκύπτει από την κάτοψη, η τροφοδοσία του φούρνου απαιτεί 10 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 2,5mm². Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{2 * I * l * \rho * \cos\varphi}{S} = \frac{2 * 13,05 * 10 * 0,0175}{2,5} = 1,827V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,827)}{230 - 1,827} * 100\% = 0,8\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή άρα και η διατομή του καλωδίου.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 2,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm. Η γραμμή αυτή προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A.

5.2 Μικρών εγκατεστημένων φορτίων (<2,2KW)

5.2.1 Γραμμή για τη Σύνδεση Τόρνου

Στην αποθήκη της κατοικίας θα συνδεθεί μονοφασικό φορτίο, ισχύος 1,5KW. Το μέγιστο ρεύμα, θα είναι, κατά τα γνωστά:

$$P = V * I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{1500}{230} = 6,52A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 1,5mm². Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, επειδή τροφοδοτείται κινητήρας, δεν θα πρέπει να ξεπερνά στην περίπτωση αυτή το 2%, δηλαδή τα 4,6 V. Η τροφοδοσία του τόρνου, απαιτεί 5 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 1,5mm², αφού τα καλώδια κατεβαίνουν κάθετα, μέσα από κανάλι της πλάκας, στο χαμηλότερο επίπεδο της οικίας. Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{2 * I * l * \rho * \cos\varphi}{S} = \frac{2 * 6,52 * 5 * 0,0175}{1,5} = 0.76V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 0,76)}{230 - 0,76} * 100\% = 0,33\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 1,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 13,5mm². Η γραμμή αυτή προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 10Α.

5.2.2 Γραμμή πλυντηρίου πιάτων

Το μέγιστο ρεύμα προκύπτει κατά τα γνωστά:

$$P = V * I \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{2000}{230} = 8,7A$$

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 1,5mm². Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η τροφοδοσία του τόννου, απαιτεί 11 τρέχοντα μέτρα καλωδίου διαμέτρου 1,5mm², αφού τα καλώδια κατεβαίνουν κάθετα, μέσα από κανάλι της πλάκας, στο χαμηλότερο επίπεδο της οικίας. Οπότε, η πτώση τάσης υπολογίζεται:

$$\Delta U = \frac{2 * I * l * \rho * \cos\varphi}{S} = \frac{2 * 8,7 * 11 * 0,0175}{1,5} = 2,233V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 2,233)}{230 - 2,233} * 100\% = 0,98\%$$

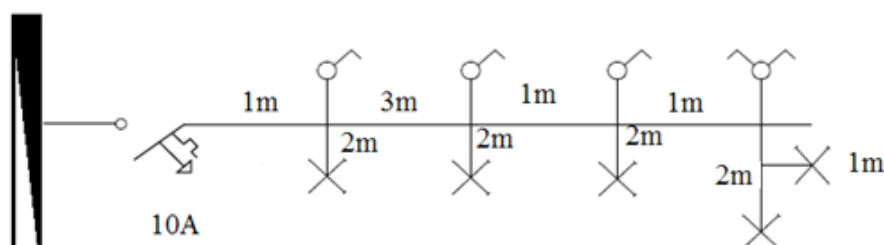
Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 1,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 13,5mm². Η γραμμή αυτή προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 10Α.

5.3 Υπολογισμός γραμμών φωτισμού

5.3.1 Γραμμή "φώτα 1"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθούν ένα φωτιστικό στην κουζίνα, ελεγχόμενο από έναν απλό διακόπτη, ένα φωτιστικό στο 1ο δωμάτιο, ελεγχόμενο και αυτό από έναν απλό διακόπτη, ένα φωτιστικό στο μπάνιο που όμοια με τα άλλα δύο θα ελέγχεται και αυτό από έναν απλό διακόπτη και τέλος δύο φωτιστικά στο διάδρομο που θα ελέγχονται από έναν διακόπτη κομμιτατέρ. Η γραμμή αυτή θα είναι μη διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, είναι 0,45Α για κάθε φωτιστικό σώμα, δηλαδή 5*0,45=2,25Α Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 1,5mm² και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 10Α.

Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I$$

όπου: $\Sigma l * I = (1 * 2,25 + 3 * 1,8 + 1 * 1,35 + 1 * 0,9 + 2 * 0,45 * 4 + 1 * 0,45) = 13,95$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 13,95}{1,5} = 0,326V$$

ή σε ποσοστό:

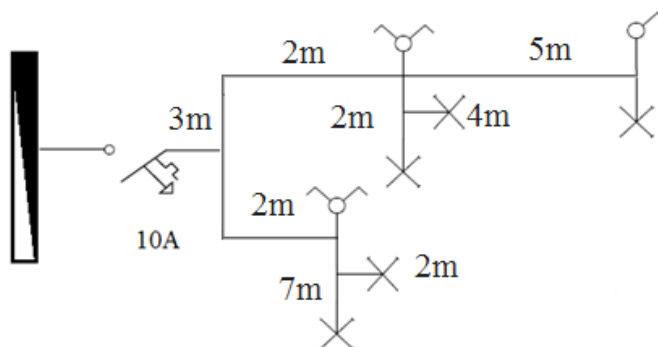
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 0,326)}{230 - 0,326} * 100\% = 0,14\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 1,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 13,5mm².

5.3.2 Γραμμή "φώτα 2"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθούν ένα διπλό φωτιστικό στο σαλόνι, ελεγχόμενο από έναν διακόπτη κομμιτατέρ, ένα φωτιστικό στο 2ο δωμάτιο, ελεγχόμενο από έναν απλό διακόπτη και δύο φωτιστικά εξωτερικά, ελεγχόμενα από έναν διακόπτη κομμιτατέρ. Η γραμμή αυτή θα είναι διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, είναι 0,45Α για κάθε φωτιστικό σώμα, δηλαδή $5 \cdot 0,45 = 2,25\text{A}$ Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο $1,5\text{mm}^2$ και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 10Α.

Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho}{S} \Sigma l * I$$

$$\text{όπου: } \Sigma l * I = (3 * 2,25 + 2 * 0,9 + 7 * 0,45 + 2 * 0,45 + 2 * 1,35 + 2 * 0,45 + 4 * 0,45 + 5 * 0,45) = 20,25$$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 20,25}{1,5} = 0,473\text{V}$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 0,473)}{230 - 0,473} * 100\% = 0,21\%$$

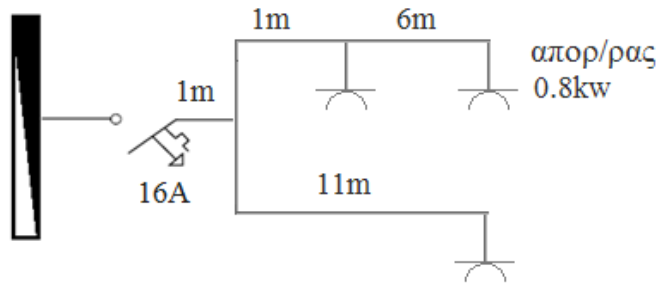
Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) $3 \times 1,5\text{mm}^2$, με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου $13,5\text{mm}^2$.

5.4 Υπολογισμός γραμμών ρευματοδότησης

5.4.1 Γραμμή "ρευματοδότηση 1"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθεί ένας ρευματοδότης που θα τροφοδοτεί τον απορροφητήρα, ένας απλός ρευματοδότης που θα τοποθετηθεί εξωτερικά του μπάνιου της κατοικίας και ένας ρευματοδότης ενισχυμένος που θα τοποθετηθεί στη βεράντα. Η γραμμή αυτή θα είναι διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Ο επιλεγμένος απορροφητήρας έχει ισχύ περίπου 0,5KW, δηλαδή θα απορροφά ρεύμα ίσο με 2,2A. Ωστόσο, επειδή θα μπορούσε κάποια στιγμή να αντικατασταθεί με ισχυρότερο, θα μελετήσουμε τη γραμμή για τη θεωρητικά μεγαλύτερη ισχύ που βρίσκουμε στο εμπόριο για απορροφητήρα 60cm, η οποία είναι 800watt. Σε αυτήν την περίπτωση, το απορροφούμενο ρεύμα μπορεί να φτάσει τα 3,5A. Ο κάθε ένας από τους άλλους δύο ρευματοδότες (όπως και οι υπόλοιποι ρευματοδότες της συγκεκριμένης μελέτης), υπολογίζεται ότι θα τροφοδοτούν ταυτόχρονα φορτία ισχύος μέχρι 1400watt και άρα ρεύμα εντάσεως 6,1A. Η τιμή αυτή δεν έχει προκύψει αυθαίρετα, αλλά είναι ο μέσος όρος της ισχύος των συσκευών που βρίσκονται στην κατοικία. Εάν μάλιστα συνυπολογίσουμε το συντελεστή ταυτοχρονισμού, που γι' αυτές τις περιπτώσεις, προκύπτει εμπειρικά ότι είναι περίπου 0,5 καθώς επίσης και το γεγονός ότι μία ασφάλεια μπορεί να παρέχει ρεύμα 20% μεγαλύτερο του ονομαστικού, χωρίς πρόβλημα για τις μονώσεις των καλωδίων, για σχεδόν μία ώρα, αντιλαμβανόμαστε ότι η παραπάνω συνθήκη, είναι ασφαλής και απροβλημάτιστη για την εγκατάστασή μας. Προκύπτει κατά τα παραπάνω, ότι η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, είναι $(6,1+6,1+3,5)=15,7A$. Όπως προκύπτει από το Πίνακα 8, το καλώδιο θα πρέπει να έχει διάμετρο $2,5mm^2$ και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho}{S} \Sigma l * I$$

$$\text{όπου: } \Sigma l * I = (1 * 15,7 + 11 * 6,1 + 1 * 9,6 + 6 * 3,5) = 113,4$$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 113,4}{2,5} = 1,588V$$

ή σε ποσοστό:

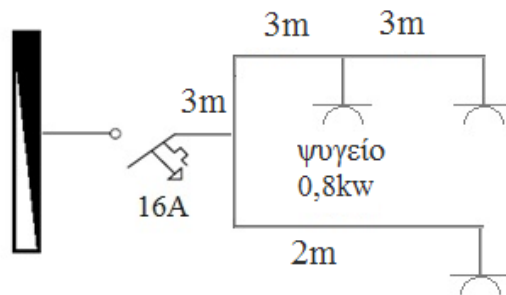
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,588)}{230 - 1,588} * 100\% = 0,7\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 2,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm².

5.4.2 Γραμμή "ρευματοδότηση 2"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθεί ένας ρευματοδότης που θα τροφοδοτεί το ψυγείο, και δύο ρευματοδότες που θα τοποθετηθούν στην κουζίνα. Η γραμμή αυτή θα είναι διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Το εγκατεστημένο ψυγείο έχει ισχύ 300watt, τραβάει δηλαδή ρεύμα ίσο με 1,3Α. Ωστόσο, επειδή θα μπορούσε κάποια στιγμή να αντικατασταθεί με ισχυρότερο, θα μελετήσουμε τη γραμμή για τη θεωρητικά μεγαλύτερη ισχύ που βρίσκουμε στο εμπόριο για ψυγείο 60cm, με μέγιστο ύψος, όπως ορίζεται από τα ντουλάπια, ίσο με 1,80. Η ισχύς αυτή μπορεί να φτάσει τα 800watt. Σε αυτήν την περίπτωση, το απορροφούμενο ρεύμα θα είναι 3,5Α. Προκύπτει κατά τα παραπάνω, ότι η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, είναι (6,1+6,1+3,5)=15,7Α. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα

επιλέξουμε θα έχει διάμετρο $2,5\text{mm}^2$ και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16Α. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho}{S} \Sigma l * I$$

$$\text{όπου: } \Sigma l * I = (3 * 15,7 + 2 * 6,1 + 3 * 9,6 + 3 * 6,1) = 106,4$$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 106,4}{2,5} = 1,49\text{V}$$

ή σε ποσοστό:

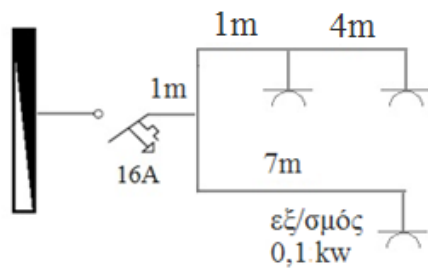
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,49)}{230 - 1,49} * 100\% = 0,65\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x $2,5\text{mm}^2$, με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm^2 .

5.4.3 Γραμμή "ρευματοδότηση 3"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθούν 3 ρευματοδότες, ο ένας εκ των οποίων θα τροφοδοτεί αποκλειστικά τον εξαερισμό του μπάνιου. Οι άλλοι δύο θα τοποθετηθούν στο διάδρομο της κατοικίας. Η ενεργοποίηση του εξαερισμού θα γίνεται την ίδια τη συσκευή. Η γραμμή αυτή θα είναι διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Ο εξαερισμός αποτελείται από έναν μικρό σε ισχύ, (περίπου 100 watt) ανεμιστήρα. Το απορροφούμενο ρεύμα θα είναι λιγότερο από 0,5A. Προκύπτει κατά τα παραπάνω, ότι η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, είναι $(6,1+6,1+0,5)=12,7A$. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο $2,5mm^2$ και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho}{S} \Sigma l * I$$

$$\text{όπου: } \Sigma l * I = (1 * 12,7 + 7 * 0,5 + 1 * 12,2 + 4 * 6,1) = 52,8$$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 126}{2,5} = 0,739V$$

ή σε ποσοστό:

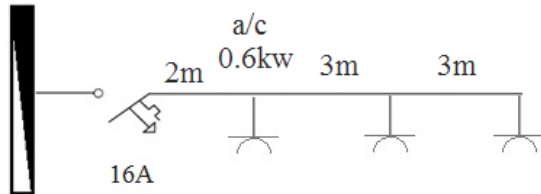
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 0,739)}{230 - 0,739} * 100\% = 0,32\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) $3 \times 2,5mm^2$, με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου $16mm^2$.

5.4.4 Γραμμή "δωμάτιο 1"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθούν 3 ρευματοδότες, ο ένας εκ των οποίων θα τροφοδοτεί αποκλειστικά ένα a/c. Η γραμμή αυτή θα είναι μη διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Επειδή ο συγκεκριμένος χώρος είναι μικρός (<20τμ) ένα κλιματιστικό έως 10000btu, είναι υπέρ αρκετό για τη σωστή ψύξη του χώρου. Τέτοια κλιματιστικά, είναι συνήθως λιγότερα από 600watt και απορροφούν ρεύμα εντάσεως έως 2,6A. Έτσι προκύπτει ότι η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, θα είναι (6,1+6,1+2,6)=14,8A Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 2,5mm² και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho}{S} \Sigma l * I$$

$$\text{όπου: } \Sigma l * I = (2 * 14,8 + 3 * 12,2 + 3 * 6,1) = 84,5$$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 84,5}{2,5} = 1,183V$$

ή σε ποσοστό:

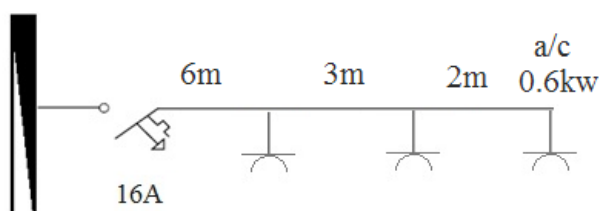
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,183)}{230 - 1,183} * 100\% = 0,52\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 2,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm².

5.4.5 Γραμμή "δωμάτιο 2"

Όμοια με την προηγούμενη γραμμή έτσι και σε αυτή θα συνδεθούν 3 ρευματοδότες, ο ένας εκ των οποίων θα τροφοδοτεί αποκλειστικά ένα a/c. Η γραμμή αυτή θα είναι μη διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Και ο συγκεκριμένος χώρος είναι μικρός (<20τμ), οπότε όμοια με πριν ένα κλιματιστικό έως 10000btu, είναι αρκετό για τη σωστή ψύξη του χώρου. Τέτοια κλιματιστικά, είναι συνήθως λιγότερα από 600watt και απορροφούν ρεύμα εντάσεως έως 2,6A. Έτσι προκύπτει ότι η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, θα είναι (6,1+6,1+2,6)=14,8A Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 2,5mm² και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho}{S} \Sigma l * I$$

$$\text{όπου: } \Sigma l * I = (6 * 14,8 + 3 * 8,7 + 2 * 2,6) = 120,1$$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 120,1}{2,5} = 1,681V$$

ή σε ποσοστό:

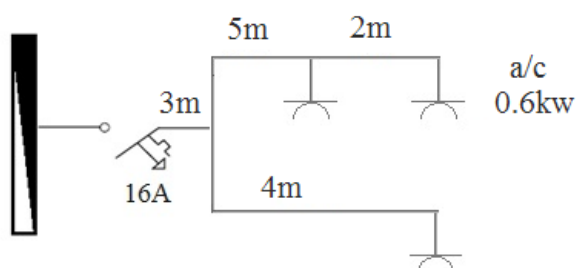
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,681)}{230 - 1,681} * 100\% = 0,74\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 2,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm².

5.4.6 Γραμμή "σαλόνι"

Όμοια με τις προηγούμενες δύο γραμμές και σε αυτή τη γραμμή θα συνδεθούν 3 ρευματοδότες, ο ένας εκ των οποίων θα τροφοδοτεί αποκλειστικά ένα a/c. Η γραμμή αυτή θα είναι διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Και ο συγκεκριμένος χώρος είναι μικρός (<20τμ), οπότε όμοια με πριν ένα κλιματιστικό έως 10000btu, είναι αρκετό για τη σωστή ψύξη του χώρου. Τέτοια κλιματιστικά, είναι συνήθως λιγότερα από 600watt και απορροφούν ρεύμα εντάσεως έως 2,6A. Έτσι προκύπτει ότι η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, θα είναι (6,1+6,1+2,6)=14,8A Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 2,5mm² και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 16A. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2 V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{s} \Sigma l * I$$

όπου: $\Sigma l * I = (3 * 14,8 + 4 * 6,1 + 5 * 8,7 + 2 * 2,6) = 117,5$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 117,5}{2,5} = 1,645V$$

ή σε ποσοστό:

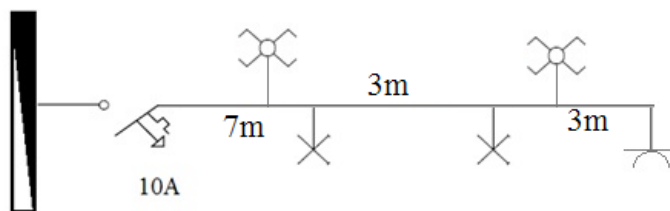
$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,645)}{230 - 1,645} * 100\% = 0,72\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 2,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 16mm².

5.4.7 Γραμμή "αποθήκη"

Στη γραμμή αυτή θα συνδεθούν 2 φωτιστικά ελεγχόμενα από διακόπτες αλέ ρε τούρ και ένας ρευματοδότης. Η γραμμή αυτή θα είναι μη διακλαδιζόμενη και το μονογραμμικό σχέδιό της, ακολουθεί παρακάτω.



Η μέγιστη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τη γραμμή, είναι 0,45A για κάθε φωτιστικό σώμα και 6,1A για το ρευματοδότη, δηλαδή $2 * 0,45 + 6,1 = 7A$. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο που θα επιλέξουμε θα έχει διάμετρο 1,5mm² και η γραμμή αυτή θα πρέπει να προστατεύεται από αυτόματη ασφάλεια 10A. Η πτώση τάσης πάνω στη γραμμή, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 4%, δηλαδή τα 9.2V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται παρακάτω:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I$$

όπου: $\Sigma l * I = (7 * 7 + 3 * 6,55 + 3 * 6,1) = 86,95$

άρα:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho}{S} \Sigma l * I = \frac{2 * 0,0175 * 86,95}{1,5} = 2,03V$$

ή σε ποσοστό:

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 2,03)}{230 - 2,03} * 100\% = 0,89\%$$

Προκύπτει από τα παραπάνω, ότι η πτώση τάσης είναι επιτρεπτή.

Το καλώδιο που επιλέγεται είναι H05VV-U (NYM) 3 x 1,5mm², με μία φάση, ουδέτερο και γείωση. Από τον Πίνακα 1 βρίσκουμε τη συνολική διατομή του καλωδίου ώστε να επιλέξουμε την κατάλληλη σωλήνα στην οποία θα τοποθετηθεί το καλώδιο. Προκύπτει σωλήνα διαμέτρου 13,5mm².

5.5 Γραμμή φόρτισης συσκευών μέσω USB

Στις μέρες μας, η πιο κοινή ίσως σύνδεση των διαφόρων ηλεκτρονικών συσκευών, είναι η σύνδεση μέσω θύρας USB. Η θύρα αυτή είναι ένα σύστημα διαύλου, το οποίο χρησιμοποιείται για την επικοινωνία ενός υπολογιστή με περιφερειακά συστήματα. Μπορεί να παρέχει επίσης ενέργεια σε συσκευές χαμηλής κατανάλωσης, χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη μίας επιπλέον θύρας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, tablet και άλλες φορητές συσκευές, φορτίζουν πλέον κατ' αποκλειστικότητα μόνο μέσω θυρών mini-usb και micro-usb, οι οποίες λειτουργούν υπό τάση 5V. Αυτός ακριβώς είναι ο λόγος για τον οποίο, θα εγκατασταθεί στη συγκεκριμένη μελέτη, ξεχωριστή γραμμή φόρτισης τέτοιων συσκευών. Στο γενικό πίνακα του σπιτιού, θα εγκατασταθεί τροφοδοτικό ράγας 220/5V DC. Γραμμές θα φεύγουν από το τροφοδοτικό προς τα δύο δωμάτια, το σαλόνι αλλά και την κουζίνα και θα καταλήγουν σε ειδικές πρίζες οι οποίες φιλοξενούν δύο θύρες usb,

αποκλειστικά για φόρτιση. Κάθε τέτοια θύρα μπορεί να τροφοδοτήσει τη συνδεδεμένη συσκευή με ρεύμα έντασης έως 2,1A. Άρα, η κάθε πρίζα πρέπει να μπορεί να έχει συνεχή παροχή 4,2A. Θα υπάρχουν 4 τέτοιες πρίζες σε όλη την κατοικία, μία σε κάθε κύριο χώρο, άρα η μέγιστη ισχύ του τροφοδοτικού θα πρέπει να είναι:

$$P_{max} = 4(\text{χώροι}) * 1 \left(\frac{\text{πρίζα}}{\text{χώρο}} \right) * 2 \left(\frac{\text{θύρες}}{\text{πρίζα}} \right) * 2,1 \left(\frac{A}{\text{θύρα}} \right) * 5V = 84\text{watt}$$

Το επιλεγμένο τροφοδοτικό είναι το MDR60-5 ράγας 5VDC 60W/10A, οπότε θα χρειαστούν δύο πανομοιότυπα τροφοδοτικά. Κάθε ένα από τα δύο τροφοδοτικά, θα τροφοδοτεί δύο χώρους. Τα συγκεκριμένα τροφοδοτικά έχουν προστασία από βραχυκύκλωμα, υπερφόρτιση γραμμής και υπέρτασης στην είσοδο. Παρέχουν 2 γραμμές εξόδου το καθένα, οπότε κάθε μία από τις γραμμές εξόδου καθενός εκ των δύο τροφοδοτικών, θα τροφοδοτεί έναν χώρο. Επίσης, τα τροφοδοτικά αυτά, δίνουν τη δυνατότητα ρύθμισης της dc τάσης εξόδου, ώστε αυτή να προσαρμόζεται κατάλληλα, για να είναι αποδεκτή η τάση εξόδου στη θύρα, μετά τη πτώση τάσης πάνω στη γραμμή τροφοδοσίας. Ωστόσο, επειδή η ρύθμιση αυτή επεμβαίνει ταυτόχρονα και στις δύο εξόδους του τροφοδοτικού, θα πρέπει οι θύρες που θα συνδεθούν στο ίδιο τροφοδοτικό, να απέχουν περίπου το ίδιο, ώστε η πτώση τάσης να είναι παρόμοια για τις δυο γραμμές των δύο εξόδων, του ίδιου τροφοδοτικού.

Για τον παραπάνω λόγο, το πρώτο τροφοδοτικό θα τροφοδοτεί τις θύρες που θα βρίσκονται στο χώρο της κουζίνας και του 1ου δωματός. Η απόσταση κάθε μίας εκ των θυρών από το τροφοδοτικό ράγας, είναι παρόμοια και ίση με 5m. Επιπλέον το τροφοδοτικό θα παρέχει έως 4,2A ανά έξοδο. Οπότε, όπως προκύπτει από τον Πίνακα 8, το καλώδιο θα πρέπει να έχει διάμετρο 1,5mm². Θα πρέπει να προσαρμόσουμε κατάλληλα την έξοδο του τροφοδοτικού, ώστε η πτώση τάσης στην άφιξη να μην υπερβαίνει το 4%, δηλαδή στην περίπτωση αυτή, τα 0,2V. Θα πρέπει δηλαδή η τάση εξόδου να είναι εντός του εύρους 4,8~5,2V. Η πτώση τάσης υπολογίζεται κατά τα γνωστά:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * l * I * \cos\varphi}{S * n} = \frac{2 * 0,0175 * 5 * 4,2}{1,5 * 2} = 0,245V$$

Όπως και στα προηγούμενα έχουμε υπολογίσει για το χειρότερο συντελεστή ισχύος, δηλαδή για $\cos\varphi=1$ και για δύο ζευγάρια αγωγών τροφοδοσίας, δηλαδή για $n=2$, προκειμένου να μπορεί να ρυθμιστεί η τάση εξόδου μέσα στο επιτρεπτό εύρος. Όπως παρατηρούμε, η πτώση τάσης είναι μεγαλύτερη από την επιθυμητή. Θα πρέπει λοιπόν, να ρυθμιστεί η τάση εξόδου του τροφοδοτικού και αντί για τα 5V, να υψωθεί στα:

$$V_{out, new} = 5 + \frac{0,245}{2} = 5,12V$$

Κατ' αυτόν τον τρόπο, στην περίπτωση όπου τροφοδοτείται η κάθε γραμμή με τη μέγιστη ένταση ρεύματος, η τάση εξόδου θα είναι ίση με 4,87V και δεν θα παρεμποδίζεται η σωστή φόρτιση των συσκευών.

Ομοίως και για το δεύτερο τροφοδοτικό, το οποίο θα καλύπτει το χώρο του σαλονιού και του 2ου δωματός. Σε αυτήν την περίπτωση, οι θύρες απέχουν 7m και 6m αντίστοιχα. Η αντίστοιχες πτώσεις τάσης, είναι:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * l * I * \cos\varphi}{S * n} = \frac{2 * 0,0175 * 6 * 4,2}{1,5 * 2} = 0,294V$$

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * l * I * \cos\varphi}{S * n} = \frac{2 * 0,0175 * 7 * 4,2}{1,5 * 2} = 0,343V$$

Άρα το τροφοδοτικό θα πρέπει να ρυθμιστεί ώστε η τάση εξόδου του να είναι :

$$V_{out, new} = 5 + \frac{0,343}{2} = 5,17V$$

Κατ' αυτόν τον τρόπο, η τάση στη θύρα για την περίπτωση της μέγιστης πτώσης τάσης, θα είναι 4,83V. Ικανή να λειτουργήσει απροβλημάτιστα τις συσκευές μας.

5.6 Γραμμή παροχής γενικού πίνακα

Όπως βρέθηκε νωρίτερα, στον πίνακα 4 η μέγιστη ζητούμενη ισχύ, σε πραγματικές συνθήκες, δεδομένου δηλαδή του συντελεστή ταυτοχρονισμού καθώς και ενός συντελεστή ισχύος της τάξης του 0.85, είναι 27,08KVA. Επιπλέον ο διαμοιρασμός

των φάσεων είναι τέτοιος, ώστε να φορτίζονται παρόμοια, σύμφωνα με τον πίνακα 7. Η ισχύς αυτή είναι τριφασική. Το ρεύμα φάσης, βρίσκεται ως εξής:

$$S = 3 * V * I \Rightarrow I = \frac{S}{3 * V} = \frac{27078}{3 * 230} = 39,25A$$

Αυτή είναι η μέση τιμή του ρεύματος για καθεμία από τις τρεις φάσεις. Αναλυτικότερα, από τον Πίνακα 7, μπορούμε να βρούμε το μέγιστο ρεύμα φάσης, σύμφωνα με το φορτίο της κάθε μιας. Και πάλι, υπολογίζουμε τη χειρότερη περίπτωση όπου ο συντελεστής ισχύος γίνεται 0,85. Στο τέλος, πολλαπλασιάζουμε με το συντελεστή ταυτοχρονισμού, ο οποίος έχει προκύψει κατά μέσο όρο, ίσος με 0,4.

$$\{R\}: I = \frac{S}{V} = \frac{P}{V * \cos\varphi} = \frac{19530}{230 * 0,85} = 99,89A \Rightarrow I' = I * 0,4 = 39,95A$$

$$\{S\}: I = \frac{S}{V} = \frac{P}{V * \cos\varphi} = \frac{18930}{230 * 0,85} = 96,83A \Rightarrow I' = I * 0,4 = 38,73A$$

$$\{T\}: I = \frac{S}{V} = \frac{P}{V * \cos\varphi} = \frac{19230}{230 * 0,85} = 98,36A \Rightarrow I' = I * 0,4 = 39,35A$$

Η γραμμή παροχής του γενικού πίνακα, (γραμμή μετρητή – πίνακα) προστατεύεται πρακτικά μόνο από βραχυκύκλωμα μέσω του μικροαυτόματου ή των ασφαλειών τήξεως που υπάρχουν στο κιβώτιο του μετρητή. Η προστασία από υπερεντάσεις) επιτυγχάνεται μέσω των ασφαλειών του γενικού πίνακα της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Η κύρια γραμμή μετρητή – γενικού πίνακα και τα εξαρτήματά της όπως οι ασφάλειες, υπολογίζονται βάσει της μέγιστης έντασης της γραμμής. Προκύπτει ότι για τη δεδομένη συμφωνημένη ισχύ, η ονομασία της παροχής θα είναι

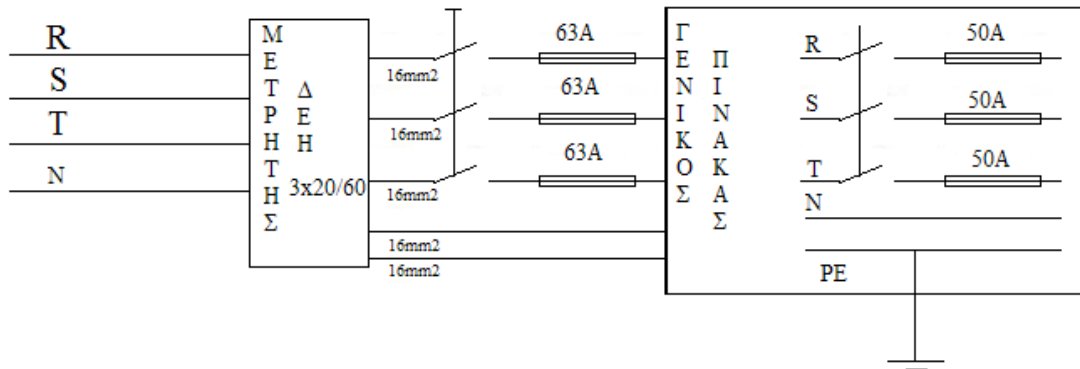
η Νο3, με παροχή ισχύος 35KVA. Θα τοποθετηθεί ένας τριφασικός μετρητής 3x20/60 με τρεις αυτόματες ασφάλειες 3*63A, και τριπολικό διακόπτη 3*63A. Η ασφάλεια στο γενικό πίνακα θα είναι 50A για κάθε φάση ενώ το ρελέ διαφυγής ρεύματος θα έχει στοιχεία 40A/30mA. Το καλώδιο παροχής θα είναι 4x16mm² ενώ το καλώδιο μετρητή - γενικού πίνακα θα είναι H05VV-U(NYM) 5x16mm². Η πτώση τάσης επάνω στην τριφασική γραμμή που μεταφέρει ισχύ από το μετρητή της ΔΕΗ στο γενικό πίνακα και έχει μήκος 18 μέτρα, υπολογίζεται κατά τα γνωστά:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I * l * \rho}{S} = \frac{\sqrt{3} * 39,95 * 18 * 0,0175}{16} = 1,36V$$

ή

$$\Delta U = \frac{230 - (230 - 1,36)}{230 - 1,36} * 100\% = 0,6\%$$

Τιμή αποδεκτή, αφού είναι μικρότερη του 1% (2,3V) που επιθυμούμε να μην ξεπεράσουμε σε αυτή τη γραμμή μεταφοράς. Το τιμολόγιο χρέωσης, θα χαρακτηριστεί Γ1 οικιακό, ενώ το διάγραμμα της γραμμής αυτής, ακολουθεί στο επόμενο σχήμα.



Εικόνα 7: Σχηματικό διάγραμμα γραμμής παροχής γενικού πίνακα

6 Μελέτη θέρμανσης της κατοικίας

6.1 Θερμικές ανάγκες των κτιρίων

6.1.1 Γενικά

Για να υλοποιηθεί η εγκατάσταση θέρμανσης, απαιτείται ένα ποσό θερμότητας το οποίο θα πρέπει να ληφθεί ως βάση κατά το σχεδιασμό. Οι λεγόμενες θερμικές ανάγκες, που αποτελούν αυτή τη βάση, είναι ιδιότητα του κάθε χώρου. Δεν εξαρτώνται από το σύστημα θέρμανσης παρά μόνο από την κατασκευή του χώρου, εννοώντας τα υλικά, το μέγεθος, τη στεγανότητα και άλλα. Προτού γίνει ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών σε ένα νέο κτίριο, πρέπει να γίνεται έλεγχος της θερμομόνωσης δηλαδή το κατά πόσο το κτίριο εκπληρώνει τις απαιτήσεις του ελληνικού Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ). Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών γίνεται για κάθε χώρο του κτιρίου ξεχωριστά, για να μπορεί να προσδιορισθεί το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων του κάθε χώρου. Το σύνολο των θερμικών αναγκών του κτιρίου προκύπτει από το άθροισμα των θερμικών αναγκών όλων των χώρων που επιθυμούμε να θερμαίνονται.

Στην πραγματικότητα, η θερμότητα που μπορεί να μεταδώσει ένα εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τις πραγματικές θερμικές απώλειες. Αυτό γίνεται για να είναι σε θέση το σύστημα θέρμανσης να καλύπτει τις απώλειες του κτιρίου ακόμη και στις ελάχιστες πιθανές τιμές της εξωτερικής θερμοκρασίας (μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής). Οι θερμικές ανάγκες κατ' αυτόν τον τρόπο, ενός κτιρίου αποτελούν συγχρόνως και τις μέγιστες θερμικές απώλειες [13]. Η μεθοδολογία του υπολογισμού των θερμικών αναγκών βασίζεται στους νόμους της φυσικής που αφορούν στη μετάδοση θερμότητα. Επειδή όμως, κατά τον υπολογισμό πρέπει να καθοριστούν και να εκλεγούν αρκετά μεγέθη, όπως π.χ. θερμοκρασίες χώρων διαφόρων χρήσεων, ποσότητες αερισμού κλπ., για να αποφευχθούν αυθαίρετες παραδοχές, οι διάφορες χώρες έχουν καθιερώσει έναν ενιαίο τρόπο υπολογισμού που δίνεται σε μορφή κανονισμού. Οι κανονισμοί αυτοί ωστόσο, τυγχάνει μπορούν να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.[32]

6.1.2 Τυποποιημένες εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού

Βασικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψιν πριν από κάθε υπολογισμό θερμικών αναγκών, είναι η τοποθεσία του κτιρίου. Προφανώς, δεν είναι ίδιες οι θερμικές ανάγκες δύο ίδιων κτιρίων, όπου το πρώτο τοποθετείται στην Πτολεμαΐδα και το άλλο στον Πειραιά. Πρέπει λοιπόν να λαμβάνεται υπόψιν η δυσμενέστερη εξωτερική θερμοκρασία. Ως θερμοκρασία υπολογισμού των θερμικών αναγκών, ο ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης ορίζει τη **“μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία”**. Αυτή είναι η ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας που μπορεί να εμφανιστεί μια φορά το χρόνο, για δύο τουλάχιστον συνεχόμενες ημέρες. Πίνακας τιμών “μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας” για τις μεγαλύτερες ελληνικές πόλεις δίνεται στον Κανονισμό Θερμομόνωσης. Η “μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία” είναι ικανοποιητική για τις περισσότερες περιπτώσεις υπολογισμού. Υποθέτει συνηθισμένη θερμική αδράνεια του κτιρίου (π.χ. κτίρια από τούβλα με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα) και αναφέρεται σε κτίρια μέσα σε πόλεις, σε περιοχές συνεχούς δόμησης. Κατά τη σύνταξη της μελέτης και πάντοτε κατά την κρίση του μελετητή μηχανικού, μπορούν να γίνουν διορθώσεις τοπικών συνθηκών κατά 1°C έως 2°C. Σε κτίρια ιδιαίτερα προστατευμένα από B-BA ανέμους και σε πυκνοδομημένες περιοχές μπορεί να γίνει μία διόρθωση προς υψηλότερες θερμοκρασίες. Αντίθετα σε κτίρια εκτεθέντα σε B-BA ανέμους ή σε κτίρια που βρίσκονται σε αραιοκατοικημένες περιοχές η διόρθωση θα πρέπει να γίνει προς χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στον πίνακα που ακολουθεί, αναγράφονται οι μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες, όπως ορίζονται από τον κανονισμό θερμομόνωσης. [30]

Μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες ελληνικών πόλεων							
Αγρίνιο	-3	Θήρα	-3	Λάρισα	-6	Πτολεμαΐς	-12
Αθήνα	0	Ιεράπετρα	+4	Λευκάδα	0	Πύργος	-1
Αστεροσκο.	+1	Ιωαννίνα	-6	Λήμνος	0	Ρέθυμνο	+3
Αίγιο	0	Καβάλλα	-8	Μέγαρα	0	Σέρρες	-9
Αλεξανδρουπ.	-7	Καλάβρυτα	-6	Μεθώνη	+1	Σητεία	+4
Αλιάρτος	-2	Καλαμάτα	-1	Μεσολόγγι	-2	Σκύρος	+2
Ανάβρυτα	-2	Καλαμπάκα	-6	Μήλος	+3	Σουφλί	-10
Αργοστόλι	-1	Κάρπαθος	+5	Μυτιλήνη	+2	Σπάρτη	0
Αρτα	-2	Κάρυστος	+1	Νάξος	+4	Σταυρός Χαλκιδ	-7
Βόλος	-3	Κατερίνη	-5	Ναύπλιο	0	Σύρος	+3
Δράμα	-8	Κέρκυρα	0	Νέα Φιλαδέλ.		Τανάγρα	-2
Εδεσσα	-7	Κοζάνη	-10	Αττικής	0	Τρίκαλα	-6
Ελευσίς	0	Κομοτηνή	-7	Ξάνθη	-8	Φλώρινα	-11
Ελληνικό Αττ.	-2	Κόνιτσα	-6	Ορεστιάς	-9	Χαλκίδα	+2
Ζάκυνθος	-2	Κόρινθος	-1	Παλαιοχώρα Κρ.	+5	Χανιά	+3
Ηράκλειο	-3	Κύθηρα	+4	Πάτρα	-1	Χίος	+3
Θάσος	-6	Κυμη	0	Πειραιάς	+2		
Θεσσαλονίκη		Κως	-3	Πολύγυρος	-8		
Μίκρα	-5	Λαμία	-4	Πρέβεζα	0		

Εικόνα 8: Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες ανά πόλη [πηγή: EMY www.hnms.gr]

Η επιλεγμένη πόλη, για τη μελέτη μας, είναι η Κύμη, που βρίσκεται σε ακτίνα 5χλμ και παρόμοιο υψόμετρο.

6.1.3 Συνιστώμενες θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων

Οι συνιστώμενες εσωτερικές θερμοκρασίες των διαφόρων χώρων και διαφόρων κτιρίων, δίνονται από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης καθώς και την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2425/86. Με βάση τις θερμοκρασίες αυτές γίνεται ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων σε κάθε θερμαινόμενο χώρο. Σχετικά με τις συνιστώμενες θερμοκρασίες παρατηρούνται τα εξής:[30]

- Σε διαδρόμους, κλιμακοστάσια και άλλους χώρους μετάβασης από το εξωτερικό περιβάλλον σε θερμαινόμενους χώρους, είναι επαρκής μια θερμοκρασία σχεδιασμού 15°C για την προσαρμογή του ατόμου στις συνθήκες του θερμαινόμενου χώρου.
- Σε χώρους όπου συνήθως τα άτομα φέρουν ελαφρά ενδυμασία (π.χ. λουτρά, αποδυτήρια) η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι $22\div 24^{\circ}\text{C}$ για να αντισταθμίζεται η αυξημένη απώλεια θερμότητας από το σώμα.
- Σε χώρους με μεγάλα θερμικά κέρδη από την παρουσία ατόμων (π.χ. αμφιθέατρα, εκκλησίες, κλειστά γυμναστήρια) η θερμοκρασία σχεδιασμού μειώνεται στους 18°C έως 16°C .
- Σε συνεχές σύστημα δόμησης μεταξύ κτισμένων κτιρίων και για τα τμήματα που βρίσκονται σε επαφή, ως θερμοκρασία του γειτονικού κτιρίου εφόσον αυτό θερμαίνεται λαμβάνονται οι τιμές:
Για τη ζώνη Α $+16^{\circ}\text{C}$
Για τη ζώνη Β $+14^{\circ}\text{C}$
Για τη ζώνη Γ $+12^{\circ}\text{C}$
Όταν δεν θερμαίνεται λαμβάνονται οι τιμές:
Για τη ζώνη Α $+10^{\circ}\text{C}$
Για τη ζώνη Β $+7^{\circ}\text{C}$
Για τη ζώνη Γ $+3^{\circ}\text{C}$
- Για μη θερμαινόμενους χώρους προβλέπονται τα εξής: Ως θερμοκρασία χώρων οι οποίοι βρίσκονται κάτω από κεκλιμένη στέγη (π.χ. από κεραμίδια), λαμβάνεται η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία αυξημένη κατά 3°C , εφόσον έχουν τηρηθεί οι οδηγίες του Κ.Θ.Κ.

- Ως θερμοκρασία μη θερμαινόμενων ημι-υπογείων ή υπόγειων χώρων, που έχουν παράθυρα ή πόρτες προς τον εξωτερικό αέρα, λαμβάνεται:

Για τη ζώνη Α +10°C

Για τη ζώνη Β +7°C

Για τη ζώνη Γ +3°C

Στον πίνακα που ακολουθεί, φαίνεται ο διαχωρισμός των κλιματικών ζωνών με τους νομούς που περιλαμβάνονται. Η Ζώνη Β, είναι η επιλεγμένη.[30]

Κλιματική Ζώνη	Νομοί
Ζώνη Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας, Ιθάκης, Κυθήρων, νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
Ζώνη Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων και νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Άρτας, Πρέβεζας
Ζώνη Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
Ζώνη Δ	Γρεβενά, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Πίνακας 10: Διαχωρισμός κλιματικών ζωνών [πηγή: ΕΜΥ www.hnms.gr]

6.2 Κανονικές θερμικές ανάγκες

6.2.1 Διάρθρωση των υπολογισμών

Οι κανονικές θερμικές ανάγκες των κτιρίων Q_n δίνονται από το άθροισμα των κανονικών θερμικών αναγκών αγωγιμότητας Q_t και των κανονικών θερμικών αναγκών αερισμού Q_l .

$$Q_n = Q_t + Q_l$$

6.2.2 Κανονική εξωτερική θερμοκρασία

Ο Ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης, ορίζει βάση της εικόνας 8, την ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία, $t_{a'}$. Η κανονική εξωτερική θερμοκρασία t_a διαφέρει από την εξωτερική θερμοκρασία $t_{a'}$ καθότι λαμβάνει υπόψη και διάφορες άλλες επιδράσεις. Για την μικρή χρονική διάρκεια των ακραίων τιμών $t_{a'}$ μπορούμε να δεχθούμε ότι είναι ανεκτή μια πτώση της θερμοκρασίας του χώρου κατά 1 °C. Έτσι λοιπόν η τιμή υπολογισμού δηλ. η κανονική εξωτερική θερμοκρασία θα εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου [30]. Η επίδραση της θερμοχωρητικότητας παίρνεται υπόψη με ένα διορθωτικό μέλος Δt_a :

$$t_a = t_{a'} + \Delta t_a$$

όπου: t_a = η κανονική εξωτερική θερμοκρασία

Η τιμή του διορθωτικού μέλους Δt_a εξαρτάται από την κατασκευή του κτιρίου. Οι κατασκευές των κτιρίων χωρίζονται σε ελαφρές, βαριές και πολύ βαριές. Ισχύει:

- Ελαφρά κατασκευή $\Delta t_a = 0$ °C
- Βαριά κατασκευή $\Delta t_a = 2$ °C
- Πολύ βαριά κατασκευή $\Delta t_a = 4$ °C

Η διάκριση των κατασκευών γίνεται με βάση τη μάζα των τοίχων. Στην παρούσα περίπτωση πρόκειται για μία ελαφρά κατασκευή.

6.2.3 Κανονική εσωτερική θερμοκρασία

Η θερμοκρασία που νιώθουμε, γνωστή και ως real feel, δεν είναι άλλη από την κανονική εσωτερική θερμοκρασία, t_i . Αποτελεί ένα μέγεθος υπολογιστικό και στον υπολογισμό της παίρνεται υπόψη η φυσική θερμοκρασία του χώρου αλλά και η μέση θερμοκρασία των επιφανειών που περικλείουν το χώρο (χαρακτηριστικός αριθμός Kricsher). Η κανονική εσωτερική θερμοκρασία t_i για χώρους διαφορετικών χρήσεων δίνεται στον Κανονισμό Θερμομόνωσης καθώς και στην Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2425/86. [30]

6.2.4 Κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας

Είναι το άθροισμα όλων των θερμικών ροών αγωγιμότητας μέσω τοίχων, παραθύρων, δαπέδων, οροφών κλπ

$$Qt = \Sigma(Aj * qj)$$

όπου A_j : η επιφάνεια του δομικού στοιχείου j

q_j : η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου j

και

$$q = kn * \Delta t$$

όπου k_n : ο κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας

Δt : η διαφορά θερμοκρασίας

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου είναι:

$$k = \frac{1}{Rk}$$

όπου R_k είναι η συνολική θερμική αντίσταση ενός δομικού στοιχείου με βρίσκεται από τον τύπο:

$$Rk = Ri + \Sigma(R\lambda j) + Ra = \frac{1}{ai} + \frac{\Sigma(dj)}{\lambda j} + \frac{1}{aa}$$

Εδώ χρησιμοποιείται ο δείκτης j για τα στρώματα του δομικού στοιχείου, επειδή ο δείκτης i σημαίνει “εσωτερικός” (π.χ. i_a εσωτερικός συντελεστής συναγωγής).

Είναι:

R_i : η εσωτερική αντίσταση συναγωγής

R_a : η εξωτερική αντίσταση συναγωγής

$R_{\lambda j}$: η αντίσταση θερμοπερατότητας του στρώματος j

i_a : ο συντελεστής συναγωγής της εσωτερικής πλευράς

α_a : ο συντελεστής συναγωγής της εξωτερικής πλευράς

d_j : το πάχος του στρώματος j

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του στρώματος j

6.2.5 Κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας

Η ύπαρξη παραθύρων στο περίβλημα του προς εξέταση χώρου, τα οποία επιτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας όπως ακόμα και η χαμηλότερη θερμοκρασία στο ενδιάμεσο των εξωτερικών τοίχων, απαιτούν την αντίστοιχη διόρθωση του συντελεστή θερμοπερατότητας. Έτσι προκύπτει ο κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας k_n .

$$k_n = k + \Delta k_a + \Delta k_s$$

όπου Δk_a : διόρθωση ανάλογα με τη μάζα των εξωτερικών τοίχων

Δk_s : διόρθωση λόγω ηλιοφάνειας

Η διόρθωση Δk_a εξαρτάται από τον συντελεστή k και δίνεται στον πίνακα 10. Η διόρθωση Δk_s παίρνει υπόψη τη διάχυτη ακτινοβολία, είναι επομένως ανεξάρτητη από τον προσανατολισμό και έχει πάντοτε αρνητικές τιμές. Δίνεται στον πίνακα 11. Για παράθυρα με καθαρό γυαλί και διπλό υαλοπίνακα με $k = 3.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, τα οποία έχουν συντελεστή διέλευσης $\varepsilon = 0.85$, προκύπτει:

$$\Delta k_s = -0,3 * \frac{W}{m^2K}$$

Για τζάμια με διαφορετικούς συντελεστές διέλευσης ε είναι:

$$\Delta k_s = -0,35 * \varepsilon * \frac{W}{m^2K}$$

Συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών επιφανειών, W/m ² K	0,0 έως 1,5	1,6 έως 2,5	2,6 έως 3,1	3,2 έως 3,5
Συντελεστής διόρθωσης Δκ _A , W/m ² K	0	0,1	0,2	0,3

Πίνακας 11: Συντελεστής διόρθωσης Δκ_A [πηγή: heat load of buildings 30]

Είδος διαφανούς επιφάνειας	Συντελεστής διόρθωσης Δκ _s
Καθαρό γυαλί (κανονικό)	-0.3
Ειδικό γυαλί	-0.35*ε

Πίνακας 12: Συντελεστής διόρθωσης Δκ_s [πηγή: heat load of buildings 30]

6.2.6 Κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού

Για τις κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού Q_l ισχύει:

$$Q_l = Q_{fl} + \Delta Q_{rlt}$$

ή

$$Q_l = Q_{lmin}$$

όπου:

Q_{FL} : οι θερμικές ανάγκες ελεύθερου αερισμού

ΔQ_{RLT} : οι πρόσθετες θερμικές ανάγκες λόγω εισροής αέρα με μηχανικό εξαερισμό

Q_{Lmin} : η ελάχιστη τιμή του ελεύθερου αερισμού

6.2.7 Κανονικές θερμικές ανάγκες του ελεύθερου αερισμού

Οι θερμικές ανάγκες του ελεύθερου αερισμού προέρχονται από την εισροή του αέρα μέσω των αρμών του κτιρίου και είναι:

$$Q_{fl} = V * c_p * \rho * (t_i - t_a)$$

όπου:

V : η ροή όγκου του αέρα

c_p : η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα

ρ : η πυκνότητα του αέρα

Για τη ροή του αέρα μέσα από τους αρμούς μπορεί να θεωρηθεί ότι:

$$V = \Sigma (\alpha * l) * (p_a - p_i)^n$$

όπου:

α : ο συντελεστής διαπερατότητας αρμών

l : το μήκος των αρμών

p_a : η πίεση του εξωτερικού αέρα

p_i : η πίεση του εσωτερικού αέρα

Ο εκθέτης n για τους αρμούς σε δομικά στοιχεία κτιρίων μπορεί να ληφθεί ίσος με 2/3. Η διαφορά πίεσης ($p_a - p_i$) μπορεί να προέλθει από ανεμόπτωση ή από θερμική άνωση. Για μικρές οικοδομές με ύψος μικρότερο από 10 m, όπως η κατοικία που μελετάμε, η θερμική άνωση μπορεί να παραληφθεί.

6.2.8 Πιέσεις προερχόμενες από την ανεμόπτωση

Ανομοιόμορφη κατανομή προκαλείται από τη ροή του αέρα γύρω από ένα κτίριο. Στην στραμμένη προς τον άνεμο πλευρά, έχουμε τη δημιουργία υπερπίεσης ενώ στην απέναντι πλευρά, δημιουργείται υποπίεση.

Οι πιέσεις εξαρτώνται από την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου όπως επίσης και από το σχήμα και προσανατολισμό του κτιρίου. Ανάλογα με την πίεση που δημιουργείται, μπαίνει στο κτίριο από την πλευρά της υπερπίεσης ψυχρός αέρας (και δημιουργείται θερμικό φορτίο) ενώ από την πλευρά της υποπίεσης βγαίνει θερμός αέρας. Με το ύψος του κτιρίου αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου και επομένως και η δημιουργούμενη διαφορά πίεσης.

6.2.9 Πιέσεις προερχόμενες από την άνωση

Η διαφορά της πυκνότητας του ψυχρού εξωτερικού αέρα σε σχέση με το θερμότερο εσωτερικό αέρα, προκαλούν τις θερμικές διαφορές πίεσης. Οι διαφορές πίεσης εμφανίζονται σε κατακόρυφους ανοιχτούς χώρους (φρέατα), όπως π.χ. σε κλιμακοστάσια, φρεάτια ανελκυστήρων κλπ., και είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος των φρεάτων και η διαφορά θερμοκρασίας. Χωρίς την επίδραση του ανέμου και όταν οι μη στεγανοί αρμοί είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι ως προς το ύψος, το αποτέλεσμα της άνωσης είναι ότι κατά το χειμώνα επικρατεί υποπίεση στο κάτω μέρος και υπερπίεση στο πάνω μέρος του κτιρίου (σε σχέση με τον εξωτερικό αέρα). Έτσι στο κάτω μέρος εισέρχεται ο ψυχρός αέρας, ενώ ο θερμός αέρας διαφεύγει από το επάνω μέρος δημιουργώντας τις θερμικές απώλειες.

6.2.10 Συνδυασμένη επίδραση ανεμόπτωσης και άνωσης

Κατά την ταυτόχρονη επίδραση ανέμου και θερμικής άνωσης, η ροή μέσα από το κτίριο μπορεί να υπολογιστεί μόνο με τη βοήθεια προγραμμάτων προσομοίωσης σε Η/Υ, λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας των πράξεων. Οι πιέσεις στο εσωτερικό του κτιρίου εξαρτώνται με μία πολύπλοκη σχέση από την κατανομή όλων των εσωτερικών και εξωτερικών αντιστάσεων ροής στους αρμούς του κτιρίου. Εξαρτάται από το μέγεθος της ταχύτητας του ανέμου, κατά πόσο σε ένα ψηλό κτίριο στην πλευρά ανεμόπτωσης, ο αέρας εισέρχεται στο κτίριο λόγω εξωτερικής υπερπίεσης ή εξέρχεται από αυτό λόγω εσωτερικής (θερμικής) υπερπίεσης. Επίσης δεν μπορεί να προβλεφθεί εάν στο κάτω μέρος του κτιρίου και στην απάνεμη πλευρά, ο αέρας βγαίνει λόγω εξωτερικής υπερπίεσης ή εισέρχεται λόγω εσωτερικής (θερμικής) υποπίεσης. Διακρίνουμε τα κτίρια σε δύο κατηγορίες.

- Κτίρια τύπου “φρέατος” χωρίς εσωτερικά διαχωριστικά τοιχώματα
- Κτίρια “πολυώροφα” με αεροστεγείς επιφάνειες διαχωρισμού μεταξύ των ορόφων

Τα κτίρια τύπου φρέατος υπόκεινται ταυτόχρονα στην επίδραση και ανέμου και άνωσης.

Η ροή του αέρα μέσα από το κτίριο καθορίζεται από τη σχέση διαπερατότητας $A = \Sigma(\alpha * l)\alpha$ της πλευράς πρόσπτωσης και τη σχέση διαπερατότητας $N = \Sigma(\alpha * l)n$ της πλευράς απόπτωσης του ανέμου.

Η σχέση A/ N μπορεί να αποδοθεί σε ορισμένους τύπους κάτοψης που ανταποκρίνονται σε δύο κατηγορίες κτιρίων.

- Κτίρια πανταχόθεν ελεύθερα
- Κτίρια σε συνεχή δόμηση

Για τα πανταχόθεν ελεύθερα κτίρια ισχύει $\frac{\Sigma(\alpha * l)\alpha}{\Sigma(\alpha * l)n} = \frac{1}{3}$

Για τα κτίρια σε συνεχή δόμηση ισχύει $\frac{\Sigma(\alpha * l)\alpha}{\Sigma(\alpha * l)n} = 1$

Τα κτίρια τύπου φρέατος εμφανίζουν τις λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες στο κάτω τμήμα τους. Τα πολυώροφα κτίρια υπόκεινται μόνο στην επίδραση του ανέμου. Οι θερμικές ανάγκες αερισμού είναι στο πάνω τμήμα τους μεγαλύτερες από ότι στα κτίρια τύπου φρέατος. Οι λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες εμφανίζονται στο επάνω μέρος.

6.2.11 Σχέσεις υπολογισμού

Από τις παραπάνω εξισώσεις ορίζουμε:

$$Cp * \rho * (pa - pi)^{2/3} = Hh = \epsilon h * H$$

όπου:

H_h : χαρακτηριστικό μέγεθος του κτιρίου σε ύψος h

H : χαρακτηριστικό μέγεθος του κτιρίου σε ύψος 10 m

ϵ_h : συντελεστής διόρθωσης ύψους για ανεμόπτωση σε ύψος h

Οι θερμικές ανάγκες αερισμού για τις περιπτώσεις κτιρίων που αναφέρθηκαν είναι:

Για κτίρια τύπου φρέατος (περιοχή ισχύος : $\epsilon_{SN} \geq 0$):

$$Q_{fls} = [\varepsilon_{sa} * \Sigma(\alpha * l)a + \varepsilon_{sn} * \Sigma(\alpha * l)n] * H * r * (ti - ta)$$

Για πολυώροφα κτίρια:

$$Q(flg) = [\varepsilon(ga) * \Sigma(\alpha * l)a] * H * r * (ti - ta)$$

όπου:

H : το χαρακτηριστικό μέγεθος κτιρίου

ε : ο συντελεστής διόρθωσης

α : ο συντελεστής διαπερατότητας αρμών

l : το μήκος αρμών

r : ο χαρακτηριστικός αριθμός χώρου

Δείκτες:

S = κτίριο τύπου φρέατος

G = πολυώροφο κτίριο

A = πρόσπτωση ανέμου

N = απόπτωση ανέμου

Οι θερμικές ανάγκες ελεύθερου αερισμού υπολογίζονται και με τις δύο παραπάνω εξισώσεις και λαμβάνεται η μεγαλύτερη από τις δύο τιμές.

6.2.12 Κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου

Το άθροισμα των τιμών των κανονικών θερμικών αναγκών της αγωγιμότητας όλων των χώρων του κτιρίου, παράγει τις κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας ολόκληρου του κτιρίου.

Αντίθετα, το μέρος των θερμικών αναγκών του κτιρίου που προέρχεται από τον αερισμό, είναι μικρότερο από το άθροισμα των κανονικών θερμικών αναγκών αερισμού όλων των χώρων του κτιρίου. Αυτό γίνεται διότι δεν είναι δυνατό να υπάρχουν συγχρόνως, σε όλους τους χώρους, οι δυσμενέστερες συνθήκες ανεμόπτωσης. Είναι προφανές ότι οι μέγιστες θερμικές ανάγκες αερισμού μπορούν να παρουσιαστούν συγχρόνως μόνο σε ορισμένους από τους χώρους του κτιρίου. Επομένως οι κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου (για τον υπολογισμό του λέβητα) θα είναι:

$$Q(N, \Sigma) = \Sigma Q(t, j) + \zeta * \Sigma Q(L, j)$$

όπου:

$Q_{(T,j)}$: οι κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας του χώρου j

$Q_{(L,j)}$: οι κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού του χώρου j

ζ : ο συντελεστής ταυτοχρονισμού απωλειών αερισμού

Ισχύς ανέμου	ζ	
	Ύψος κτιρίου H(m)	
	<10	>10
περιοχή ασθενών ανέμων, κανονική θέση	0,5	0,7
όλες οι άλλες περιπτώσεις	0,5	0,5

Πίνακας 13: συντελεστής ταυτοχρονισμού απωλειών αερισμού [πηγή: μελέτη θέρμανσης Ζώγου 2011]

6.3 ThermoCad 17.0.1

6.3.1 Γενικά

Όπως προκύπτει από όλα τα παραπάνω, ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών ενός χώρου, μπορεί να καταστεί μία ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία, εάν ληφθούν υπόψη όλες οι παράμετροι. Και όντως, υπάρχουν περιπτώσεις, όπου πρέπει να γίνει. Ωστόσο, για την πλειονότητα των περιπτώσεων και ευτυχώς για το μελετητή μηχανικό, υπάρχουν προγράμματα, τα οποία μπορούν αρκετά εύκολα να προσδιορίσουν την θερμική ανάγκη ενός κτίσματος και μάλιστα με πολύ καλή ακρίβεια. Ένα τέτοιο πρόγραμμα, είναι και το ThermoCad 17.0.1. το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια. Πρόκειται για ένα πραγματικό εργαλείο, που δίνει λύσεις εκτός των άλλων και σε πολλαπλά ζητήματα ενεργειακής απόδοσης κλειστών χώρων. Αριστερά, στη μπάρα εργασιών, υπάρχει λίστα με όλες τις δυνατότητες του προγράμματος. Δίνεται έτσι η δυνατότητα στο μηχανικό να σχεδιάσει το ζητούμενο χώρο με λεπτομέρεια και να τον τοποθετήσει στο χάρτη φορτώνοντας αυτόματα το

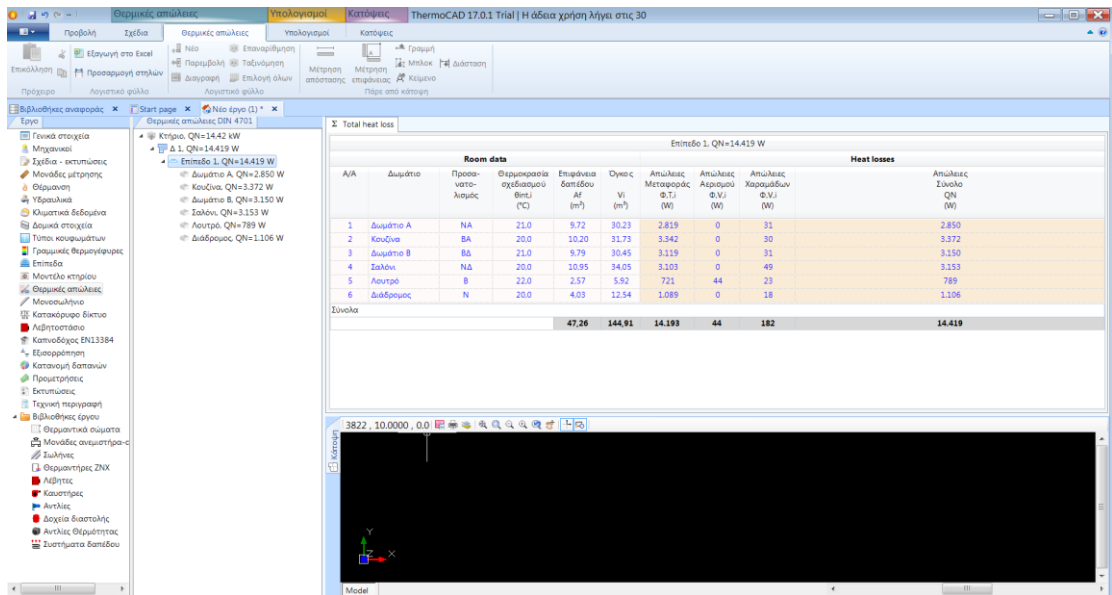
πρόγραμμα, τα στοιχεία που αφορούν τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην τοποθεσία. Δίνεται η δυνατότητα να σχεδιαστεί ο τρόπος θέρμανσης(σώματα ή ενδοδαπέδια), να οριστούν τα υδραυλικά(όπως τα σώματα του καλοριφέρ) για καλύτερη απόδοση και στην συγκεκριμένη περίπτωση, το πρόγραμμα υπολογίζει με καλή ακρίβεια, τις θερμικές απώλειες ανά χώρο και συνολικά. Επιπλέον, εύκολα μπορεί ο μηχανικός να δει το πραγματικό κέρδος (σε θερμίδες ή KW) που μπορεί να έχει, κάνοντας διάφορες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (όπως βελτιώνοντας τα κουφώματα ή κάνοντας μόνωση τύπου "κέλυφος") .[12]Τέλος, του δίνεται η ευκαιρία να συγκρίνει τις διάφορες μεθόδους θέρμανσης ή ακόμα και να τις συνδυάσει, για να σχεδιάσει την αποδοτικότερη λύση.

6.3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών κατοικίας

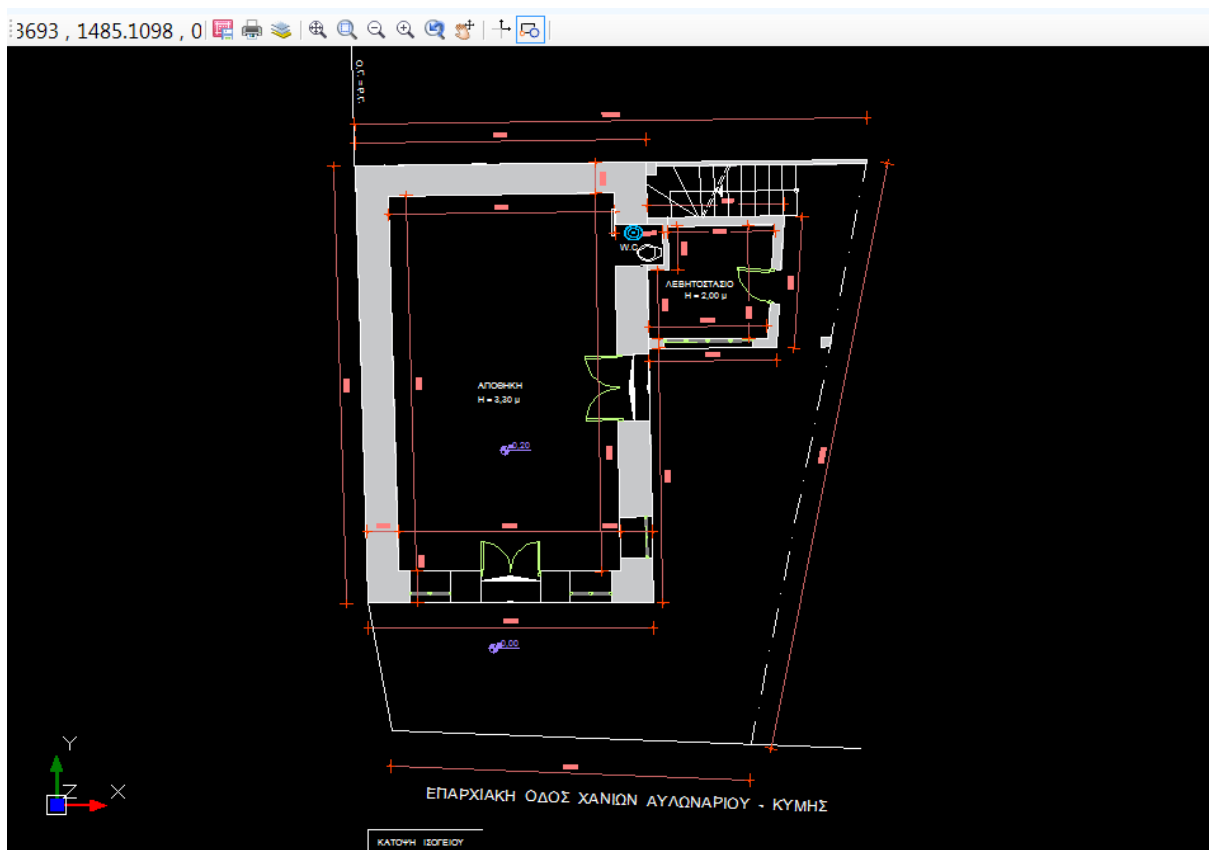
Στο πρόγραμμα εισήχθησαν όλα τα απαραίτητα δεδομένα, προκειμένου ο υπολογισμός να είναι όσο το δυνατό ακριβέστερος. Έχει σημειωθεί το υψόμετρο της οικίας, οι τοίχοι που συνορεύουν με άλλα σπίτια έχουν ομοίως πάρει τις κατάλληλες τιμές θερμοπερατότητας. Η στέγη και το πάτωμα, όπως επίσης οι τοίχοι και τα κουφώματα, έχουν όλα περιγραφεί όπως είναι στην πραγματικότητα, δηλαδή:

- Η στέγη δεν έχει μόνωση και είναι τύπου κεραμοσκεπή
- Το πάτωμα βρίσκεται επάνω από κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο, είναι χωρίς μόνωση και η πλάκα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 35cm
- Οι ενδιάμεσοι τοίχοι αποτελούνται από ένα μόνο τούβλο και σοφά και από τις δύο μεριές.
- Οι εξωτερικοί τοίχοι αποτελούνται από δύο τούβλα με κενό στη μέση και σοφά και από τις δυο μεριές
- Τα κουφώματα είναι ξύλινα με ένα μονό τζάμι
- Η εξωτερική πόρτα είναι ξύλινη

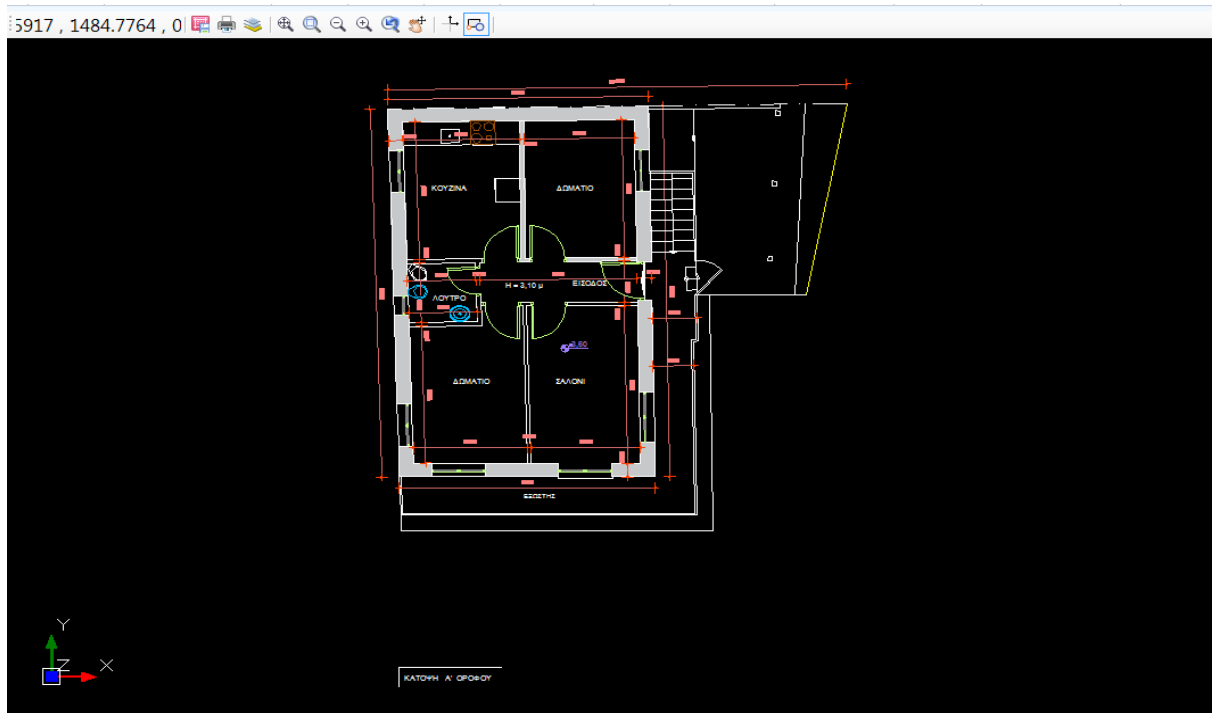
Παρακάτω ακολουθούν κάποιες εικόνες που δείχνουν το περιβάλλον του προγράμματος, τα σχέδια της κατοικίας όπως αυτά εισήχθησαν και φυσικά τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών ανά χώρο ξεχωριστά αλλά και συνολικά.



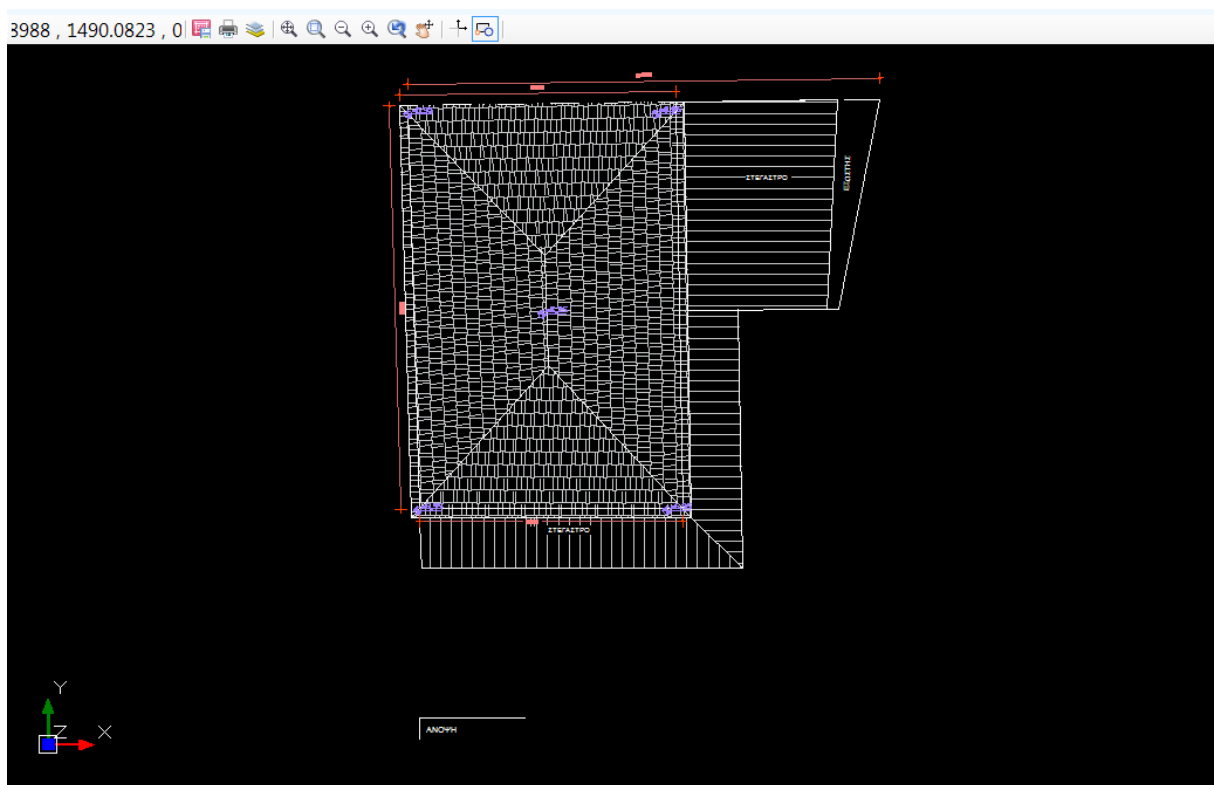
Εικόνα 9: Το περιβάλλον του προγράμματος ThermoCad [πηγή: thermocad]



Εικόνα 10: Η κάτοψη της αποθήκης [πηγή: thermocad]



Εικόνα 11: Η κάτοψη της κύριας κατοικίας [πηγή: thermocad]



Εικόνα 12: Η κάτοψη της στέγης [πηγή: thermocad]

6.3.2.1 Θερμικές απώλειες 1ου δωματίου

Δεδομένα δωματίου | Επιφάνειες δωματίου | Σ Θερμικές απώλειες

Δωμάτιο A, QN=2.850 W

Επιφάνειες δωματίου										Απώλειες μεταφοράς			
A/A	Δομικό στοιχείο	Περιγραφή	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Πλάτος/Υψος (m)	Αρ. Ομ.	Δθ (°C)	Δθ χειροκίνητα	Τιμή U Uk (W/(m²·K))	Μικτή Επιφάνεια (m²)	Αφαιρ. Επιφάνεια (m²)	Καθαρή (Ak) (m²)	Q Uk-Ak-Δθ (W)
1	T1	Μπατικός τοίχο...	N	3.60	3.11	1	21.00		2.200	11.20	1.43	9.77	451.189
1	W1	Σύλινο πλαίσιο...		1.10	1.30	1			5.000			1.43	150.150
2	T1	Μπατικός τοίχο...	A	2.70	3.11	1	21.00		2.200	8.40	0.00	8.40	387.941
3	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	3.60	3.11	1	11.00		1.850	11.20	0.00	11.20	227.839
4	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	2.70	3.11	1	11.00		1.850	8.40	1.79	6.61	134.554
1	D1	Σύλινη πόρτα χ...		0.85	2.10	1			3.500			1.79	68.723
5	FU1	Δάπεδο επάνω...	-	3.60	2.70	1	21.00		2.000	9.72	0.00	9.72	408.240
6	R2	Κεραμοσκεπή έ...	-	3.60	2.70	1	21.00		3.050	9.72	0.00	9.72	622.566

Γεωμετρία δωματίου (εσωτερικές διαστάσεις): Υψος 3.11, Μήκος 2.70, Πλάτος 3.60. Af=9.72 m², V=30.23 m³. Θερμοκρασία σχεδιασμού: θint,i 21.0 °C. Εναλλαγές αέρα: n.min 0.00.

Προσανατολισμός δωματίου: NA. Συντελεστής προσαύξησης: zH=-5%. Διακοπόμενη λειτουργία: zD 20.00 La. Απώλειες από χαραμάδες: Αριθμός H Hk 0.58, Αριθμός R Rk 0.70.

Θερμικές απώλειες δωματίου: Μεταφορά Qo=2.451 W, Προσαυξήσεις Qz=368 W, Μεταφοράς Qi=2.819 W, Χαραμάδες Ql=31 W, Αερισμού Qair=0 W, Σύνολο QN=2.850 W.

Εικόνα 13:Θερμικές απώλειες 1ου δωματίου [πηγή: thermocad]

Πρόκειται για ένα δωμάτιο 9,72m², με ένα παράθυρο, όπου η ανατολική του μεριά είναι μεσοτοιχία με άλλη κατοικία, η νότια πλευρά είναι ελεύθερη και οι άλλες δύο πλευρές είναι εσωτερικές. Το δωμάτιο θερμαίνεται και ο θερμοστάτης είναι ρυθμισμένος στους 21°C. Για τις θερμικές απώλειες του χώρου αυτού, έχουμε:

$$Q_n = Q_o + Q_z + Q_l + Q_{air} = 2451 + 368 + 31 + 0 = 2,85KW$$

6.3.2.2 Θερμικές απώλειες κουζίνας

Κουζίνα, QN=3.372 W

Επιφάνειες δωματίου										Απώλειες μεταφοράς			
A/A	Δομικό στοιχείο	Περιγραφή	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Πλάτος/Ύψος (m)	Αρ. Ομ.	Δθ (°C)	Δθ χειροκίνητα	Τιμή U Uk (W/(m²·K))	Μικτή Επιφάνεια (m²)	Αφαιρ. Επιφάνεια (m²)	Καθαρή (Ak) (m²)	Q Uκ·Ak·Δθ (W)
1	T1	Μπατικός τοίχο...	-	3.58	3.11	1	20.00		2.200	11.13	0.00	11.13	489.887
2	T1	Μπατικός τοίχο...	A	2.85	3.11	1	20.00		2.200	8.86	0.00	8.86	389.994
3	T1	Μπατικός τοίχο...	B	3.58	3.11	1	20.00		2.200	11.13	1.43	9.70	426.967
1	W1	Εύλινο πλαίσιο...		1.10	1.30	1			5.000			1.43	143.000
4	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	2.85	3.11	1	10.00		1.850	8.86	1.79	7.08	130.952
1	D1	Εύλινη πόρτα χ...		0.85	2.10	1			3.500			1.79	62.475
5	FU1	Δάπεδο επάνω...	-	2.85	3.58	1	20.00		2.000	10.20	0.00	10.20	408.120
6	R2	Κεραμοσκεπή ε...	-	2.85	3.58	1	20.00		3.050	10.20	0.00	10.20	622.383

Γεωμετρία δωματίου (εσωτερικές διαστάσεις):
 Ύψος: 3.11 m, Μήκος: 2.85 m, Πλάτος: 3.58 m
 Af=10.20 m², V=31.73 m³

Θερμοκρασία σχεδιασμού: θint,i 20.0 °C
 Εναλλαγές αέρα: n,min 0,00

Προσανατολισμός δωματίου: BA
 Συντελεστής προσαύξησης: zH=5 %
 Διακοπόμενη λειτουργία: zD 20.00 La

Θερμικές απώλειες δωματίου:
 Μεταφορά: Qo=2.674 W
 Προσαυξήσεις: Qz=668 W +
 Μεταφοράς Χαραμάδες: Ql=3.342 W
 Αερισμού: Qair=0 W +
 Συνολο: QN=3.372 W

Απώλειες από χαραμάδες:
 Αριθμός H: Hk 0.58
 Αριθμός R: Rk 0.70

Εικόνα 14:Θερμικές απώλειες κουζίνας [πηγή: thermocad]

Η κουζίνα είναι ένα δωμάτιο 10,02 m², με ένα παράθυρο που κοιτάει στο βορρά. Η ανατολική μεριά είναι μεσοτοιχία με άλλη κατοικία, η βόρεια πλευρά είναι ελεύθερη ενώ οι άλλες δύο πλευρές είναι εσωτερικές. Ο χώρος της κουζίνας θερμαίνεται και ο θερμοστάτης είναι ρυθμισμένος στους 20°C. Για τις θερμικές απώλειες του χώρου αυτού, έχουμε:

$$Q_n = Q_o + Q_z + Q_l + Q_{air} = 2674 + 668 + 30 = 3,372KW$$

6.3.2.3 Θερμικές απώλειες 2ου δωματίου

Δεδομένα δωματίου / Επιφάνειες δωματίου / **Θερμικές απώλειες**

Δωμάτιο Β, QN=3.150 W

Επιφάνειες δωματίου										Απώλειες μεταφοράς			
A/A	Δομικό στοιχείο	Περιγραφή	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Πλάτος/Ύψος (m)	Αρ. Ομ.	Δθ (°C)	Δθ χειροκίνητα	Τμή U Uk (W/(m²·K))	Μικτή Επιφάνεια (m²)	Αφαιρ. Επιφάνεια (m²)	Καθαρή (Ak) (m²)	Q Uκ·Ak·Δθ (W)
1	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	4.10	3.11	1	11.00		1.850	12.75	0.00	12.75	259.483
2	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	2.75	3.11	1	11.00		1.850	8.55	1.79	6.77	137.719
1	D1	Ξύλινη πόρτα χ...		0.85	2.10	1			3.500			1.79	68.723
3	T1	Μπατικός τοίχο...	B	3.56	3.11	1	21.00		2.200	11.07	1.43	9.64	445.442
1	W1	Ξύλινο πλαίσιο...		1.10	1.30	1			5.000			1.43	150.150
4	T1	Μπατικός τοίχο...	Δ	2.75	3.11	1	21.00		2.200	8.55	0.00	8.55	395.126
5	FU1	Δάπεδο επάνω...	-	3.56	2.75	1	21.00		2.000	9.79	0.00	9.79	411.180
6	R2	Κεραμοσκεπή ε...	-	3.56	2.75	1	21.00		3.050	9.79	0.00	9.79	627.050

Γεωμετρία δωματίου (εσωτερικές διαστάσεις)
 Ύψος: 3.11 m
 Μήκος: 3.56 m
 Πλάτος: 2.75 m
 Af=9,79 m²
 V=30,45 m³

Θερμοκρασία σχεδιασμού: θint,i 21.0 °C
 Εναλλαγές αέρα: n,min 0,00

Προσανατολισμός δωματίου: ΒΔ
 Συντελεστής προσαύξησης: zH=5 %
 Διακοπτόμενη λειτουργία: zD 20,00 La
 Απώλειες από χαραμάδες: Hk 0,58, Rk 0,70

Θερμικές απώλειες δωματίου:
 Μεταφορά: Qo=2.495 W
 Προσαυξήσεις: Qz=624 W +
 Μεταφοράς: Qt=3.119 W
 Χαραμάδες: Ql=31 W
 Αερισμού: Qair=0 W +
 Σύνολο: QN=3.150 W

Εικόνα 15:Θερμικές απώλειες 2ου δωματίου [πηγή: thermocad]

Το 2⁰ δωμάτιο καλύπτει μία επιφάνεια 9,79 m² και έχει δύο παράθυρα. Η βορεινή του πλευρά είναι ελεύθερη, όπως ελεύθερη είναι και η δυτική του πλευρά. Οι άλλες δύο πλευρές είναι εσωτερικές Το δωμάτιο αυτό θερμαίνεται και ο θερμοστάτης είναι ρυθμισμένος στους 21⁰C. Για τις θερμικές απώλειες του χώρου αυτού, έχουμε:

$$Q_n = Q_o + Q_z + Q_l + Q_{air} = 2495 + 624 + 31 = 3,15KW$$

6.3.2.4 Θερμικές απώλειες σαλονιού

Σαλόνι QN=3.153 W

Επιφάνειες δωματίου										Απώλειες μεταφοράς			
A/A	Δομικό στοιχείο	Περιγραφή	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Πλάτος/Υψος (m)	Αρ. Ομ.	Δθ (°C)	Δθ χειροκίνητα	Τιμή U Uk (W/(m²·K))	Μικτή Επιφάνεια (m²)	Αφαιρ. Επιφάνεια (m²)	Καθαρή (Ak) (m²)	Q Uk·Ak·Δθ (W)
1	T1	Μπατικός τοίχο...	N	4.10	3.11	1	20.00		2.200	12.75	1.69	11.06	486.684
1	W1	Ξύλινο πλαίσιο...		1.30	1.30	1			5.000			1.69	169.000
2	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	2.67	3.11	1	10.00		1.850	8.30	1.79	6.52	120.596
1	D1	Ξύλινη πόρτα χ...		0.85	2.10	1			3.500			1.79	62.475
3	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	4.10	3.11	1	10.00		1.850	12.75	0.00	12.75	235.894
4	T1	Μπατικός τοίχο...	Δ	2.67	3.11	1	20.00		2.200	8.30	2.73	5.57	245.243
1	W1	Ξύλινο πλαίσιο...		1.30	2.10	1			5.000			2.73	273.000
5	FU1	Δάπεδο επάνω...	-	4.10	2.67	1	20.00		2.000	10.95	0.00	10.95	437.880
6	R2	Κεραμοσκεπή ε...	-	4.10	2.67	1	20.00		3.050	10.95	0.00	10.95	667.767

Γεωμετρία δωματίου (εσωτερικές διαστάσεις)
 Υψος: 3.11 m
 Μήκος: 2.67 m
 Πλάτος: 4.10 m
 Af=10.95 m²
 V=34.05 m³

Θερμοκρασία σχεδιασμού
 θint,i: 20.0 °C

Εναλλαγές αέρα
 n,min: 0.00

Προσανατολισμός δωματίου
 ΝΔ
 Συντελεστής προσαύξησης: zH=-5 %
 Διακοπόμενη λειτουργία
 Συντελεστής προσαύξησης: zD: 20.00 La

Απώλειες από χαρμάδες
 Αριθμός H: Hk: 0.58
 Αριθμός R: Rk: 0.70

Θερμικές απώλειες δωματίου
 Μεταφορά: Qo=2.699 W
 Προσαυξήσεις: Qz=405 W +
 Μεταφοράς: Qt=3.103 W
 Χαρμάδες: Ql=49 W
 Αερισμού: Qair=0 W +
 Συνολο: QN=3.153 W

Εικόνα 16:Θερμικές απώλειες σαλονιού [πηγή: thermocad]

Το σαλόνι καλύπτει μία επιφάνεια 10,95 m² και έχει ένα παράθυρο και μία μπαλκονόπορτα. Η δυτική του πλευρά είναι ελεύθερη, όπως ελεύθερη είναι και η νότια του πλευρά. Οι άλλες δύο μεριές είναι εσωτερικές. Το δωμάτιο αυτό θερμαίνεται και ο θερμοστάτης είναι ρυθμισμένος στους 20⁰C. Για τις θερμικές απώλειες του χώρου αυτού, έχουμε:

$$Q_n = Q_o + Q_z + Q_l + Q_{air} = 2699 + 405 + 49 = 3,153KW$$

6.3.2.5 Θερμικές απώλειες λουτρού

Δεδομένα δωματίου / Επιφάνειες δωματίου / Σ Θερμικές απώλειες

Λουτρό, QN=789 W

Επιφάνειες δωματίου										Απώλειες μεταφοράς			
A/A	Δομικό στοιχείο	Περιγραφή	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Πλάτος/Υψος (m)	Αρ. Ομ.	Δθ (°C)	Δθ χειροκίνητα	Τιμή U _k (W/(m ² ·K))	Μικτή Επιφάνεια (m ²)	Αφαιρ. Επιφάνεια (m ²)	Καθαρή (Ak) (m ²)	Q U _k Ak·Δθ (W)
1	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	1.52	2.30	1	12.00		1.850	3.50	1.47	2.03	44.977
1	D1	Εύλινη πόρτα χ...		0.70	2.10	1			3.500			1.47	61.740
2	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	1.67	2.30	1	12.00		1.850	3.84	0.00	3.84	85.270
3	T1	Μπατικός τοίχο...	B	1.54	2.30	1	22.00		2.200	3.54	0.25	3.29	159.454
1	W1	Εύλινο πλαίσιο...		0.45	0.55	1			5.000			0.25	27.225
4	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	1.67	2.30	1	12.00		1.850	3.84	0.00	3.84	85.270
5	FU1	Δάπεδο επάνω...	-	1.67	1.54	1	22.00		2.000	2.57	0.00	2.57	113.159
6	T1	Μπατικός τοίχο...	-	0.00	0.00	1	22.00		2.200	0.00	0.00	0.00	0.000

Γεωμετρία δωματίου (εσωτερικές διαστάσεις)

Υψος: 2.30
Μήκος: 1.67
Πλάτος: 1.54
Af=2.57 m²
V=5.92 m³

Θερμοκρασία σχεδιασμού: θint.i 22.0 °C

Εναλλαγές αέρα: n,min 1.00

Προσανατολισμός δωματίου: B

Συντελεστής προσαύξησης: zH=5 %

Διακοπτόμενη λειτουργία

Συντελεστής προσαύξησης: zD 20.00 La

Απώλειες από χαραμάδες

Αριθμός H: Hk 0.58
Αριθμός R: Rk 0.70

Θερμικές απώλειες δωματίου

Μεταφορά: Qo=577 W
Προσαυξήσεις: Qz=144 W +
Μεταφοράς: Qt=721 W
Χαραμάδες: Ql=23 W
Αερισμού: Qair=44 W +
Συνολο: QN=789 W

Εικόνα 17:Θερμικές απώλειες λουτρού [πηγή: thermocad]

Το λουτρό καλύπτει μία επιφάνεια μόλις 2,57 m² και έχει ένα παράθυρο. Η βορεινή του πλευρά είναι ελεύθερη ενώ οι άλλες τρεις είναι εσωτερικές. Ο χώρος του μπάνιου θερμαίνεται και ο θερμοστάτης είναι ρυθμισμένος στους 22⁰C. Επιπλέον, στο χώρο αυτό έχουμε και απώλειες αερισμού. Για τις θερμικές απώλειες του χώρου αυτού, έχουμε:

$$Q_n = Q_o + Q_z + Q_l + Q_{air} = 577 + 144 + 23 + 44 = 0,789KW$$

6.3.2.6 Θερμικές απώλειες διαδρόμου

Δεδομένα δωματίου | Επιφάνειες δωματίου | **Θερμικές απώλειες**

Διάδρομος QN=1.106 W

Επιφάνειες δωματίου										Απώλειες μεταφοράς				
A/A	Δομικό στοιχείο	Περιγραφή	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Πλάτος/Ύψος (m)	Αρ. Ομ.	Δθ (°C)	Δθ χειροκίνητα	Τιμή U Uk (W/(m²·K))	Μικτή Επιφάνεια (m²)	Αφαιρ. Επιφάνεια (m²)	Καθαρή (Ak) (m²)	Q Uk·Ak·Δθ (W)	
1	T1	Μπατικός τοίχο...	N	1.05	3.11	1	20.00		2.200	3.27	2.20	1.07	46.882	
1	D1	Ξύλινη πόρτα χ...		1.00	2.20	1			3.500			2.20	154.000	
2	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	3.10	3.11	1	10.00		1.850	9.64	0.00	9.64	178.359	
3	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	1.05	3.11	1	10.00		1.850	3.27	0.00	3.27	60.412	
4	TU1	Μπατικός τοίχο...	-	3.10	3.11	1	10.00		1.850	9.64	0.00	9.64	178.359	
5	FU1	Δάπεδο επάνω...	-	3.10	1.05	1	20.00		2.000	3.26	0.00	3.26	130.200	
6	R2	Κεραμοσκεπή ή ε...	-	3.10	1.05	1	20.00		3.050	3.26	0.00	3.26	198.555	

Γεωμετρία δωματίου (εσωτερικές διαστάσεις): Ύψος 3.11, Μήκος 3.84, Πλάτος 1.05. $Af=4.03 \text{ m}^2$, $V=12.54 \text{ m}^3$

Θερμοκρασία σχεδιασμού: θint.i 20.0 °C

Εναλλαγές αέρα: n.min 0.00

Προσανατολισμός δωματίου: N

Συντελεστής προσαύξησης: zH=-5 %

Διακοπόμενη λειτουργία: Συντελεστής προσαύξησης zD 20.00 La

Απώλειες από χαραμάδες: Αριθμός H Hk 0.58, Αριθμός R Rk 0.70

Θερμικές απώλειες δωματίου:

Μεταφορά Προσαυξήσεις	Qo=947 W
Μεταφοράς Χαραμάδες	Qz=142 W +
Μεταφοράς Αερισμού	Qt=1.089 W
Χαραμάδες	Ql=18 W
Αερισμού	Qair=0 W +
Σύνολο	QN=1.106 W

Εικόνα 18:Θερμικές απώλειες διαδρόμου [πηγή: thermocad]

Ο διάδρομος έχει εμβαδό $4,03 \text{ m}^2$. Είναι βεβαίως εσωτερικός, εκτός από τη νότια πλευρά του, όπου τοποθετείται η κύρια είσοδος. Ο χώρος αυτός δεν θερμαίνεται και για τις θερμικές απώλειες του, έχουμε:

$$Q_n = Q_o + Q_z + Q_l + Q_{air} = 947 + 142 + 18 = 1,106 \text{ KW}$$

6.3.2.7 Θερμικές απώλειες συνόλου κατοικίας

Αθροίζοντας όλες τις παραπάνω, προκύπτει η ελάχιστη θερμική ανάγκη ολόκληρης της κατοικίας. Συνολικά λοιπόν, έχουμε:

$$Q_{total} = 2850 + 3372 + 3150 + 3153 + 789 + 1106 = 14,42 \text{ KW}$$

ή

$$Q_{total} = 14420KW * \frac{0,86Kcal}{h * KW} = 12401.2Kcal/h$$

Σ Total heat loss									
Επίπεδο 1, QN=14.419 W									
Room data						Heat losses			
A/A	Δωμάτιο	Προσανατολισμός	Θερμοκρασία σχεδιασμού θinTi (°C)	Επιφάνεια δαπέδου Af (m ²)	Όγκος Vi (m ³)	Απώλειες Μεταφοράς Φ,T,i (W)	Απώλειες Αερισμού Φ,V,i (W)	Απώλειες Χαραμάδων Φ,V,i (W)	Απώλειες Σύνολο QN (W)
1	Δωμάτιο A	NA	21.0	9.72	30.23	2.819	0	31	2.850
2	Κουζίνα	BA	20.0	10.20	31.73	3.342	0	30	3.372
3	Δωμάτιο B	BA	21.0	9.79	30.45	3.119	0	31	3.150
4	Σαλόνι	NA	20.0	10.95	34.05	3.103	0	49	3.153
5	Λουτρό	B	22.0	2.57	5.92	721	44	23	789
6	Διάδρομος	N	20.0	4.03	12.54	1.089	0	18	1.106
Σύνολα				47,26	144,91	14.193	44	182	14.419

Εικόνα 19: Συνολική θερμική ανάγκη [πηγή: thermocad]

6.4 Επιλογή ηλεκτρικού λέβητα

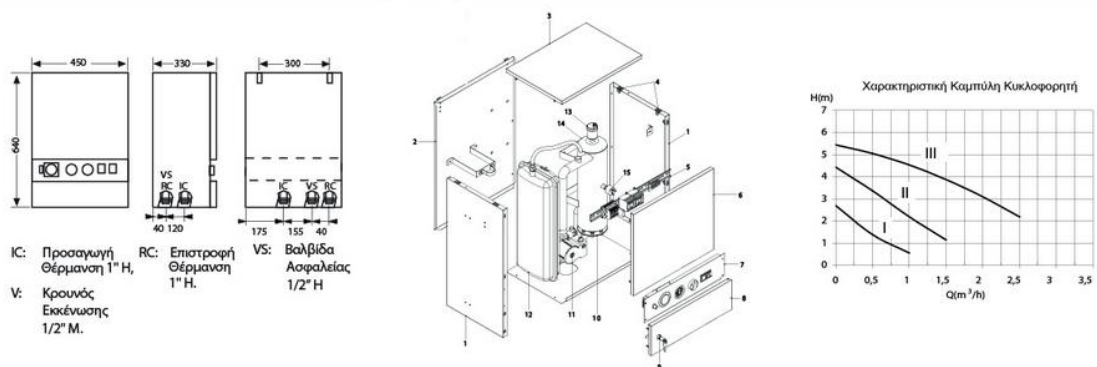
Έχοντας τη συνολική απαίτηση της κατοικίας σε KW ή Kcal/h μπορούμε εύκολα να βρούμε κατάλληλο επίτοιχο ηλεκτρικό λέβητα. Γενικά, οι ηλεκτρικοί λέβητες, προσφέρουν:

- Χαμηλό κόστος αγοράς, εγκατάστασης και λειτουργίας
- Μέγιστη ασφάλεια
- Εύκολο χειρισμό
- Μικρό μέγεθος και μοντέρνο σχεδιασμό
- Αθόρυβη λειτουργία
- Δεν απαιτούν λεβητοστάσιο, δεξαμενή καυσίμου, καμινάδα και εξαερισμό
- Δεν εκπέμπουν ρύπους, οσμές και καυσαέρια
- Δεν έχουν κατάλοιπα καύσης.
- Μηδαμινή συντήρηση
- Λιγότερες θερμικές απώλειες
- Άμεση απόδοση
- Αντιστάθμιση βάσει εξωτερικής θερμοκρασίας
- Δυνατότητα σύνδεσης με ψηφιακό θερμοστάτη ή χρονοθερμοστάτη
- Δυνατότητα ενεργοποίησης μέσω internet
- Δυνατότητα δημιουργίας αυτόνομων ζωνών ή αυτονόμηση ορόφων

- Δυνατότητα αυξομείωσης της ισχύος του ηλεκτρικού λέβητα ακόμα και μετά την εγκατάσταση
- Μπορεί να αντικαταστήσει εύκολα και γρήγορα το λέβητα πετρελαίου σε υπάρχοντα συστήματα
- Ο βαθμός απόδοσής του είναι 100%

Ο λέβητας που επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη κατοικία, είναι ο Record Plus 15KW. Η ισχύς του είναι επαρκής και σε συνδυασμό με τους ηλιακούς συλλέκτες που θα τοποθετηθούν και η ανάλυση των οποίων θα γίνει παρακάτω, η απόδοσή του θα βελτιωθεί ακόμα περισσότερο. Διαθέτει:

- Γενικό διακόπτη λειτουργίας (απομονώνει φάση και ουδέτερο)
- Διακόπτες επιλογής ισχύος λειτουργίας 0% - 50%- 100% και ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας
- Θερμοστάτης ασφαλείας 110°C με διπλό ασφαλιστικό
- 2 Θερμόμετρα, μανόμετρο και υδροστάτη κυκλοφορητή για εξοικονόμηση ενέργειας
- Κυκλοφορητή
- Κλειστό δοχείο διαστολής 7 λίτρων
- Θερμοστάτη ρύθμισης επιθυμητής θερμοκρασίας λειτουργίας
- Πρεσοστάτη ασφαλείας χαμηλής πίεσης λέβητα 0,6bar
- Χρονοδιακόπτη 24ωρο ή εβδομαδιαίο



Εικόνα 20: Επίτοιχος Ηλεκτρικός Λέβητας [πηγή: www.aggelopoulos.gr]

Τα χαρακτηριστικά του λέβητα, όπως υπάρχουν στο ταμπελάκι του.

Μοντέλο		Record Plus			
		45/90	10/15	180	210
Αποδιδόμενη Ισχύς	kW	4,5-9	10,5-15	18	21
Τάση Λειτουργίας	V	230 V- 230 V 3- 400 V 3N-		400 V 3N-	
Ισχύς Συγκροτήματος Αντιστάσεων	kW	6 x 1,5kW	6 x 2,5kW	6 x 3kW	6 x 1,75kW
Πλήθος Συγκροτημάτων Αντιστάσεων	-	1	1	1	2
Πτώση πίεσης	m.Υ.Σ	0,02-0,08	0,11-0,22	0,31	0,46
Αντίσταση	Ohm	35,2	21,1	17,6	30,2
Μέγιστη ένταση ρεύματος τροφοδοσίας 230V / 400V 3N	Ampere	39,1 / 13	65,2 / 21,7	- / 26	- / 30,4
Διατομή Καλωδίου Τροφοδοσία 230V / 400V 3N ΝΥΑ/ΝΥΜΗΥ	mm ²	3x10 / 5x1,5	3x25 / 5x4	- / 5x6	- / 5x6
Διατομή Καλωδίου Τροφοδοσία 230V / 400V 3N ΝΥΜ/ΝΜΗ	mm ²	3x6 / 5x1,5	3x16 / 5x2,5	- / 5x4	- / 5x4
Δοχείο Διαστολής	Liter	7,5			
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	bar	3			
Ελάχιστη πίεση λειτουργίας	bar	0,6			
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας	°C	90			
Μέγιστη θερμοκρασία ασφαλείας	°C	110			
Διατομές σύνδεσης	Προσαγωγή	1" H			
	Επιστροφή	3/4" M			
Ύψος (H)	mm	640			
Πλάτος (L)	mm	450			
Βάθος (W)	mm	330			
Βάρος	Kg	43			
Ασφάλεια (δεν περιλαμβάνεται) 230V / 400V 3N		40A / 16A	80A / 25A	- / 32A	- / 32A

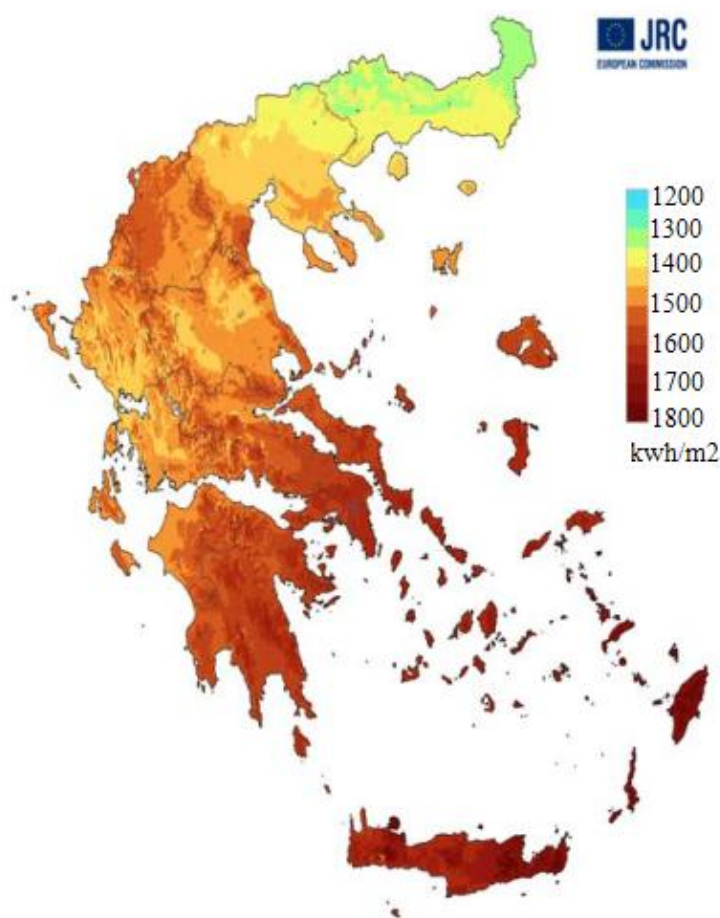
Εικόνα 21: χαρακτηριστικά επίτοιχου λέβητα [πηγή: www.aggelopoulos.gr]

7. Ηλιακοί Συλλέκτες

7.1 Γενικά

Σε κάθε περιοχή της Ελλάδας μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά η ηλιακή ενέργεια. Η ετήσια ηλιακή ακτινοβολία κυμαίνεται μεταξύ 1200 kWh/m² και 1900

kWh/m². Η μέση ηλιακή ενεργειακή ακτινοβολία ανά περιοχή φαίνεται στο "χάρτη ηλιακής ακτινοβολίας" .



Εικόνα 22: Μέση ηλιακή ενεργειακή ακτινοβολία 2001-08 [πηγή: ΕΜΥ <http://www.hnms.gr/>]

Η ηλιακή ενέργεια, αξιοποιείται από το θερμικό ηλιακό σύστημα, πρωτίστως για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης και δευτερευόντως συνεισφέρει στη θέρμανση. Τα ηλιακά συστήματα για τη θέρμανση νερού είναι οικονομικά ως προς την κατανάλωση ενέργειας και φιλικά προς το περιβάλλον και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο. Το ποσοστό θερμότητας που παρέχουν πλέον τα τεχνικά εξελιγμένα ηλιακά συστήματα, είναι ιδιαίτερα μεγάλο.

Με τις εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών μπορεί να αξιοποιηθεί ένα σημαντικό μέρος της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας. Έτσι επιτυγχάνεται

πολύτιμη εξοικονόμηση καυσίμων και μείωση των εκπομπών ρύπων που επιβαρύνουν αισθητά το περιβάλλον μας.

7.2 Πόσο καθαροί (ενεργειακά) είναι οι ηλιακοί συλλέκτες

Η κατασκευή των ηλιακών συλλεκτών και πάνελ γενικότερα, αλλά και η μεταφορά τους απαιτεί διαδικασίες που στοιχίζουν σε ορυκτά καύσιμα. Αυτό σημαίνει ότι πριν ξεκινήσουν να παράγουν "καθαρή" ενέργεια εκμεταλλευόμενοι την ηλιακή ακτινοβολία, έχουν ήδη επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με τις εκπομπές που παρείχθησαν κατά την κατασκευή και μεταφορά τους. Για να υπάρξει αντιστάθμιση, θα πρέπει η "καθαρή" ενέργεια που θα παράξει ένα πάνελ να είναι περισσότερη από την ενέργεια που δαπανήθηκε για την κατασκευή του.

Μελέτες που έχουν γίνει στην Ολλανδία, αποκαλύπτουν ότι χάρη στη συνεχώς αυξανόμενη ηλιακή ισχύ παγκοσμίως, τα ηλιακά πάνελ, έχουν πλέον παράξει περισσότερη ενέργεια από αυτή που δαπανήθηκε. Πιο συγκεκριμένα, η ενέργεια που έχει παραχθεί τα τελευταία 40 χρόνια, έχει αντισταθμίσει τη ρυπογόνο παραγωγή ενέργειας που απαιτήθηκε για την κατασκευή των πάνελ. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς των ερευνητών, για κάθε διπλασιασμό της παγκόσμιας ηλιακής ηλεκτρικής ισχύος (ή ισοδυνάμου της), η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους μειώθηκε κατά 12-13%, και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 17-24%, ανάλογα με το τι υλικό χρησιμοποιήθηκε. Το ηλιακό δυναμικό έχει αυξηθεί περίπου 45% ετησίως από το 1975, φτάνοντας τα 230 GW το 2015 και τα 300GW το 2016. Η εγκατεστημένη ηλιακή ισχύς έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια χάρις στη σημαντική πτώση των τιμών. Η μελέτη υπολογίζει περίπου 20% μείωση στο κόστος για κάθε διπλασιασμό της παραγωγικής ικανότητας από το 1975. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι η αντιστάθμιση της ενέργειας πιθανότατα συνέβη περίπου πριν από πέντε χρόνια, τόσο για την ενέργεια που καταναλώθηκε όσο και για τις εκπομπές που παράχθηκαν και πλέον η παγκόσμια ηλιακή ενέργεια έχει καθαρά θετικό αντίκτυπο, που θα συνεχίσει να αυξάνεται. [28]

7.3 Τρόπος λειτουργίας του ηλιακού συλλέκτη

Ο ηλιακός συλλέκτης βασίζεται στη αρχή λειτουργίας του κλασσικού ηλιακού θερμοσίφωνα. Ένα ηλιακό πάνελ τοποθετείται στην κεραμοσκεπή ή στέγη ή ταράτσα. Ο επίπεδος συλλέκτης δεσμεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια του και την μετατρέπει σε θερμότητα του μέσου που τον διαρρέει. Το βασικό στοιχείο του επίπεδου συλλέκτη είναι ο απορροφητής. Πρόκειται για μία σκουρόχρωμη μεταλλική πλάκα (συνήθως μαύρη) από χαλκό, αλουμίνιο ή χάλυβα. Συνήθως προτιμάται υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην πλάκα αυτή, απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμότητα. Έτσι η θερμοκρασία της πλάκας αυξάνει. Στη συνέχεια και όταν η πλάκα θα σταματήσει να απορροφά θερμότητα από την προσπίπτουσα ακτινοβολία, θα ξεκινήσει να αποβάλλει τη θερμική ενέργεια προς το περιβάλλον με τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο την απορρόφησε. Για να προστατέψουμε την μεταλλική πλάκα την τοποθετούμε εντός μεταλλικής ή άλλης κατασκευής που το επάνω μέρος της καλύπτεται από γυάλινο φύλλο ή από plexiglass Έτσι μένει ένα στρώμα αέρος 30-40 mm μεταξύ της επικάλυψης και της πλάκας του απορροφητή. Η θερμοκρασία της πλάκας μπορεί να φθάσει σε μια θερμοκρασία 80-120°C ή και υψηλότερα. Με τον τρόπο αυτό περιορίζουμε σημαντικά τις θερμικές απώλειες του απορροφητή που δημιουργούνται κυρίως δια μεταφοράς και ακτινοβολίας. Οι απώλειες μέσω μεταφοράς περιορίζονται λόγω της προστασία του απορροφητή από τις καιρικές συνθήκες, οι δε απώλειες ακτινοβολίας με την γυάλινη επικάλυψη. Η μαύρη πλάκα ή αλλιώς ο απορροφητής έχει ενσωματωμένους αγωγούς (σωλήνες ή κανάλια) στους οποίους κυκλοφορεί το μέσο. Καθώς έρχεται σε επαφή με την θερμή από την ηλιακή ακτινοβολία πλάκα, θερμαίνεται και μεταφέρει την θερμότητα έξω από τον συλλέκτη.

7.4 Συνδυασμένη λειτουργία για τη θέρμανση

Μεγάλη σημασία δίνεται στον προσανατολισμό του πάνελ καθώς συνήθως επιδιώκουμε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή πρόσπτωση της ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η προσπίπτουσα ακτινοβολία θερμαίνει το ρευστό που βρίσκεται μέσα στο πάνελ. Αυτό μπορεί να είναι νερό ή αντιπηκτικό υγρό. Η

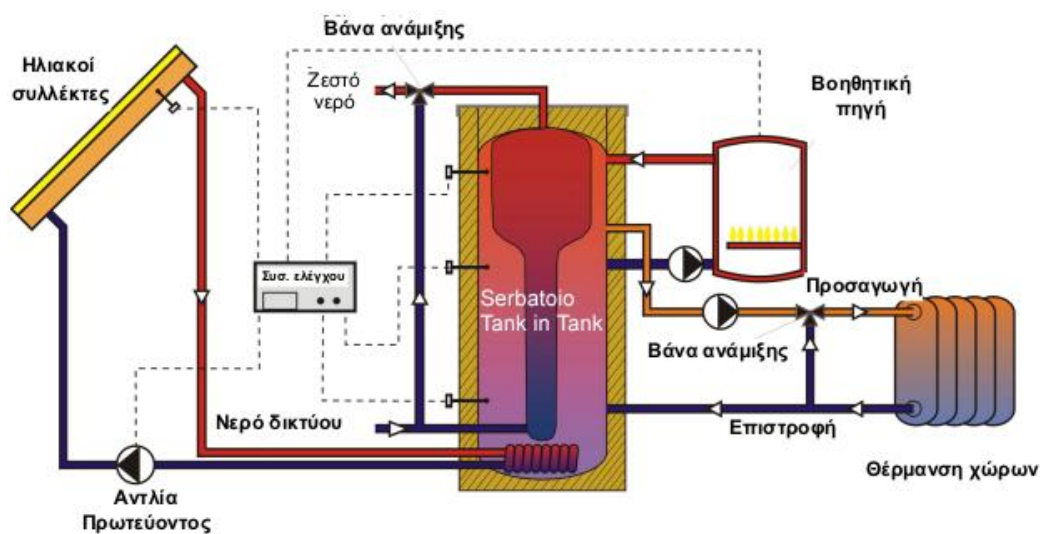
περαιτέρω σύνδεση του συλλέκτη, θα υποδείξει το μέσο αυτό. Ο συλλέκτης απορροφά την προσπίπτουσα ακτινοβολία, η οποία ακτινοβολία αυξάνει τη θερμοκρασία του μέσου. Στη συνέχεια είτε με φυσική ροή είτε με τη χρήση μίας συσκευής που καλείται κυκλοφορητής, το μέσο οδεύει προς ένα δοχείο, στο εξής μπόιλερ και μεταφέρει τη θερμότητα στο υγρό (συνηθέστερα νερό), που βρίσκεται μέσα στη δεξαμενή (μπόιλερ). Στη συνέχεια το μέσο οδεύει και πάλι προς το συλλέκτη για να επαναλάβει τον ίδιο κύκλο. Πολλές τεχνικές και τεχνολογίες έχουν εφαρμοστεί με τα χρόνια προκειμένου να αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης του συστήματος αυτού και να μπορεί να συνδυαστεί και με άλλα μέσα, όπως λέβητες, αντλίες θερμότητας κλπ.

Το παραπάνω σύστημα μπορεί να είναι, όπως είπαμε, είτε φυσικής κυκλοφορίας είτε βεβιασμένης κυκλοφορίας. Σε ένα σύστημα με φυσική κυκλοφορία, η δεξαμενή αποθήκευσης (μπόιλερ) βρίσκεται υποχρεωτικά υψηλότερα από τον ηλιακό συλλέκτη, έτσι ώστε το μέσο που θερμαίνεται στον ηλιακό συλλέκτη (λόγω μικρότερου ειδικού βάρους) να ανεβαίνει στην δεξαμενή, ενώ το ψυχρότερο (και βαρύτερο) μέσο της δεξαμενής να κατεβαίνει και πάλι για θέρμανση στον ηλιακό συλλέκτη. Σε ένα σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας δεν υπάρχει αυτός ο περιορισμός και η δεξαμενή μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση. Η κυκλοφορία του ζεστού νερού εξασφαλίζεται με κυκλοφορητή, ο οποίος τίθεται σε λειτουργία αυτόματα μόνον όταν η θερμοκρασία του νερού στον συλλέκτη είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του νερού στο κάτω μέρος της δεξαμενής (μπόιλερ). Αυτό προϋποθέτει διαφορικό θερμοστάτη και βαλβίδα αντεπιστροφής (για προστασία από αντιστροφή της ροής κατά την διάρκεια της νύχτας). Ο έλεγχος της λειτουργίας του κυκλοφορητή, όπως επίσης και ο έλεγχος όλων των ηλεκτροϋδραυλικών βανών, γίνεται από τη μονάδα ελέγχου που τοποθετείται κοντά στο μπόιλερ[31]. Μερικές φορές είναι ενσωματωμένη με τον κυκλοφορητή. Επίσης, αναγκαία κρίνεται και η παρουσία αισθητήρων θερμοκρασίας στο συλλέκτη, στη δεξαμενή (μπόιλερ) αλλά και ενδιάμεσα.

Η επιλογή του μέσου, εάν θα είναι νερό ή αντιπηκτικό γίνεται κυρίως με τις θερμοκρασίες που περιβάλλοντος και πως αυτές διαμορφώνονται όλο το χρόνο. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, που η θερμοκρασία μπορεί να πέσει κάτω των 0°C, το αντιπηκτικό υγρό δεν επιτρέπει στον θερμικό φορέα να παγώσει και έτσι προστατεύει τους συλλέκτες από το σπάσιμο των σωλήνων. Νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε

περιοχές με υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες, αλλά και εκεί είναι καλό να το αποφεύγουμε, λόγω της περιεκτικότητας σε άλατα, τα οποία διαβρώνουν τις εσωτερικές επιφάνειες των σωλήνων.

Για ένα σύστημα ηλιακής θέρμανσης χρησιμοποιούμε ένα μπόιλερ τριπλής ενέργειας με δοχείο μέσα στο δοχείο, για να παράγει και ζεστό νερό χρήσης και ζεστό νερό για τη θέρμανση. Το μικρότερο δοχείο αποτελεί μέρος ενός ανοιχτού κυκλώματος από το οποίο παρέχεται το ζεστό νερό χρήσης ενώ το υπόλοιπο δοχείο αποτελεί μέρος του κλειστού κυκλώματος της θέρμανσης. Στο κύκλωμα θέρμανσης τοποθετείται μία τρίοδη βάννα ανάμιξης με κινητήρα και ηλεκτρονική συσκευή για αντιστάθμιση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Η κυκλοφορία του ζεστού νερού εξασφαλίζεται με κυκλοφορητή. Η βοηθητική πηγή ενέργειας (π.χ. λέβητας) ενεργοποιείται μόνο όταν δεν επαρκεί η παρεχόμενη ηλιακή ενέργεια. Με αυτόν το τρόπο επιτυγχάνεται η βασική εξοικονόμηση γιατί ο λέβητας λειτουργεί πολύ λιγότερες ώρες (ως υποβοηθητική πηγή ενέργειας, όταν δεν έχουμε αρκετή ηλιοφάνεια).



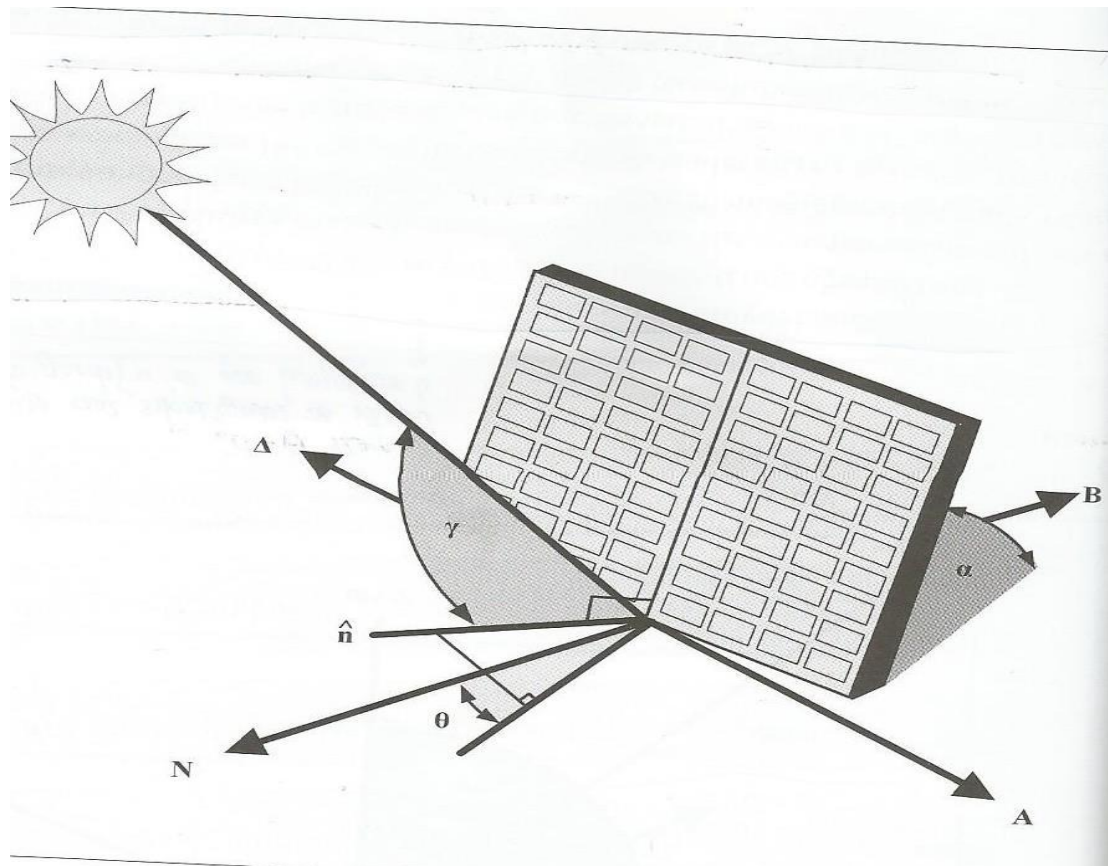
Εικόνα 23.Ενδεικτικό σχηματικό διάγραμμα συνδυασμένου συστήματος [πηγή: netgreensolar.com]

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η λειτουργία του συνδυασμένου συστήματος θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης. Ανάλογα με το μπόιλερ και τις συνδέσεις που θα γίνουν, ο ηλιακός συλλέκτης μπορεί να ζεσταίνει πρώτα το νερό χρήσης και έπειτα να ζεσταίνεται έμμεσα το νερό που ρέει στο κύκλωμα της θέρμανσης, ή το

αντίστροφο. Ομοίως και ο ηλεκτρικός λέβητας, ο οποίος έχει δύο εξόδους. Η πρώτη έξοδος συνδέεται στην παροχή και ζεσταίνει το νερό χρήσης ενώ η δεύτερη παρεμβάλλεται στο κύκλωμα της θέρμανσης. Στην πρώτη περίπτωση που ο λέβητας συνδέεται κανονικά, θα πρέπει ο αισθητήρας θερμοκρασίας για το νερό χρήσης να μεταφερθεί μέσα από το μικρό δοχείο διαστολής (του λέβητα) που είναι τοποθετημένος και να εδράσει στο δοχείο ζεστού νερού χρήσης που έχει το μπόιλερ. Στη δεύτερη περίπτωση, μπορεί να αποσυνδεθεί εντελώς ο λέβητας από το νερό χρήσης και να λειτουργεί μόνο για τη θέρμανση της κατοικίας.

7.5 Τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη

Το πλαίσιο του συλλέκτη, για να αποδίδει μέγιστη ισχύ, θα πρέπει κάθε στιγμή να δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία κάθετα έτσι ώστε να έχει μέγιστη πυκνότητα ανά επιφάνεια και ελάχιστες ανακλάσεις. Επειδή η τοποθέτηση trackers (συσκευών που παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου και στρέφουν κατάλληλα το πλαίσιο, όπως γίνεται σε μεγάλες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις) δεν είναι πάντα δυνατή εναλλακτική λύση (μεγάλο κόστος, έντονοι κραδασμοί, πολεοδομικοί περιορισμοί, κίνδυνος ανεμαρπαγής κλπ), επιλέγουμε κατάλληλο σταθερό προσανατολισμό. Στην περίπτωση της οικιακής εγκατάστασης η έδραση των συλλεκτών πραγματοποιείται με την βοήθεια σταθερών βάσεων κατασκευασμένα από αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χάλυβα. Η τεχνική μελέτη που προηγείται της τοποθέτησης, λαμβάνει υπόψη τη στατική επάρκεια του έργου και την αντοχή σε ανεμοπιέσεις και φορτία χιονιού. Οι βάσεις μπορούν να τοποθετηθούν είτε με σκυροδέτηση είτε με απευθείας εδαφόμπτυξη. Ο τύπος της τοποθέτησης προκύπτει από την γεωτεχνική μελέτη. Κρίσιμες γωνίες για τον υπολογισμό της εγκατάστασης είναι η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας γ , η γωνία προσανατολισμού θ και η γωνία κλίσης του συλλέκτη α . Η γωνία γ ορίζεται ως η ακτινική συνιστώσα της ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια και της καθέτου στην επιφάνεια αυτή. Η κλίση του πλαισίου α είναι η δίεδρη επιφάνεια που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο του πλαισίου και στον ορίζοντα και παίρνει τιμές από 0 έως 180° . Η γωνία προσανατολισμού θ είναι η γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατακόρυφου του πλαισίου και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου.



Εικόνα 24: Επεξήγηση γωνιών σε τοποθετημένο ηλιακό συλλέκτη [πηγή: Εργασία φωτοβολταϊκών Κυπαρίσσης 37]

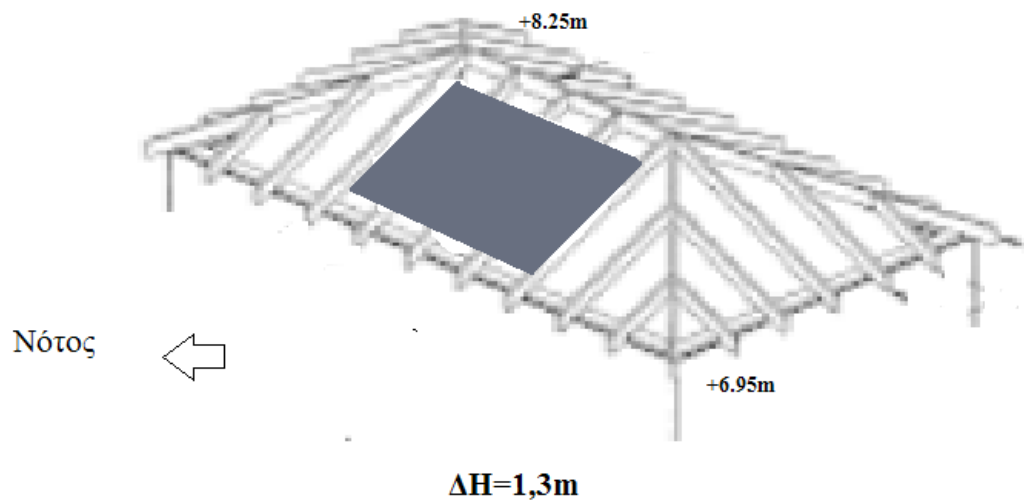
7.6 Επιλέγοντας κατάλληλη κλίση και προσανατολισμό

Για τις χώρες του βόρειου ημισφαιρίου, όπως είναι η Ελλάδα, αποδεικνύεται ότι ο νότιος προσανατολισμός είναι ο βέλτιστος για τη μέγιστη απόδοση ενός ηλιακού πάνελ. Επιπλέον, η κλίση πρέπει να ρυθμίζεται περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που θα τοποθετηθούν τα πάνελ. Για την Ελλάδα, ο μέσος όρος του γεωγραφικού πλάτους, είναι οι 38 μοίρες, που αποτελούν μία καλή επιλογή για να έχουμε καλή απόδοση όλο το χρόνο.

Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη μας ενδιαφέρει το συνδυαστικό σύστημα που μελετάμε να έχει μεγαλύτερη απόδοση τον χειμώνα. Αυτό επειδή το χειμώνα έχουμε αυξημένη απαίτηση σε θέρμανση και λιγότερες ώρες ηλιοφάνειας ενώ αντίθετα το καλοκαίρι έχουμε περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας και σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις θέρμανσης. Οπότε η γωνία κλίσης θα πρέπει να είναι 10-15 μοίρες μεγαλύτερη του

γεωγραφικού πλάτους. Σε αντίθετη περίπτωση, εάν είχαμε αυξημένη ζήτηση ζεστού νερού το μόνο το καλοκαίρι (π.χ. ξενοδοχείο που λειτουργεί μόνο το καλοκαίρι), τότε η γωνία κλίσης θα πρέπει να είναι 10-15 μοίρες μικρότερη του γεωγραφικού πλάτους. Εμπειρικά, κατά τη διάρκεια του μεσημεριού, που ο ήλιος βρίσκεται στο ψηλότερο του σημείο, θα πρέπει, ένα λεπτό αντικείμενο που θα είναι κάθετο στο τζάμι του ηλιακού συλλέκτη (π.χ. μια βέργα) να αφήνει την μικρότερη σκιά.

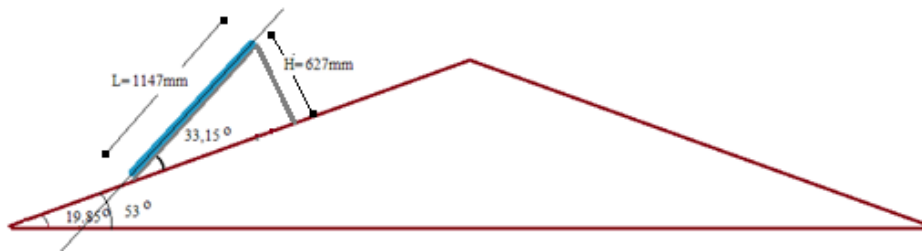
Η εγκατάσταση, που έχουμε να πραγματοποιήσουμε λοιπόν, αφορά την τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών στην κεραμοσκεπή μιας διώροφης κατοικίας στην περιοχή της Εύβοιας. Το γεωγραφικό πλάτος της κατοικίας ισούται με $\varphi = 38^{\circ}34'51.9''$ ενώ το γεωγραφικό μήκος είναι $\alpha = 24^{\circ}06'42.9''$. Επειδή μας ενδιαφέρει η αυξημένη απόδοση το χειμώνα, επιλέγουμε η κλίση των συλλεκτών να είναι όση το πλάτος επαυξημένη κατά 15 επιπλέον μοίρες. Δηλαδή: $\alpha = 38 + 15 = 53$ μοίρες με νότιο προσανατολισμό.



Εικόνα 25: Υψομετρική διαφορά στέγης

Ωστόσο, επειδή στην συγκεκριμένη εγκατάσταση η οροφή της κατοικίας είναι κεραμοσκεπή, τα πλαίσια θα τοποθετηθούν στην κεραμοσκεπή με την κλίση αυτής και άρα θα χρησιμοποιηθούν επιπλέον στηρίγματα για να φέρουν την κλίση στην επιθυμητή τιμή. Η κλίση της στέγης όπως προκύπτει από την εικόνα 3, είναι για τη βόρεια και νότια πλευρά του κτίσματος, ίση με: $\tan\left(\frac{1,3}{3,6}\right)^{-1} = 19,85$ μοίρες ενώ

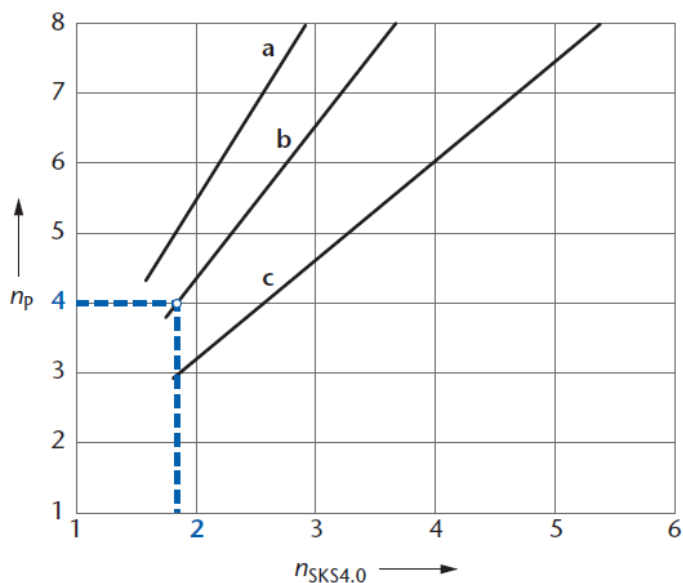
για την δυτική και ανατολική πλευρά, ίση με: $\tan\left(\frac{1,3}{3,4}\right)^{-1} = 20,92$ μοίρες. Η επιφάνεια του νότιου (ή βόρειου) τμήματος της στέγης έχει επιφάνεια: $S = \frac{9,58+2,7}{2} * 3,15 = 19,341 \text{ m}^2$, ενώ του ανατολικού (ή δυτικού): $S = \frac{6,22*3,4}{2} = 11,574 \text{ m}^2$. Ο κάθε συλλέκτης έχει επιφάνεια περίπου $2,37\text{m}^2$. Η βάση στήριξης για τον κάθε έναν θα έχει τη μορφή της εικόνας που ακολουθεί.



Εικόνα 26: Βάση στήριξης συλλέκτη

7.7 Επιλέγοντας κατάλληλο ηλιακό συλλέκτη

Το σύστημα ηλιακών συλλεκτών που θα εγκατασταθεί θα είναι της εταιρίας Buderus Solar. Πρόκειται για μία εταιρία μεγάλης εμπειρίας με ποιοτικό αντικείμενο. Ο επιλεγμένος συλλέκτης είναι το μοντέλο LogalSol SKS 4.0. Πρόκειται για επίπεδο συλλέκτη υψηλής απόδοσης. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ο απαιτούμενος αριθμός συλλεκτών για την κάλυψη ζεστού νερού χρήσης:



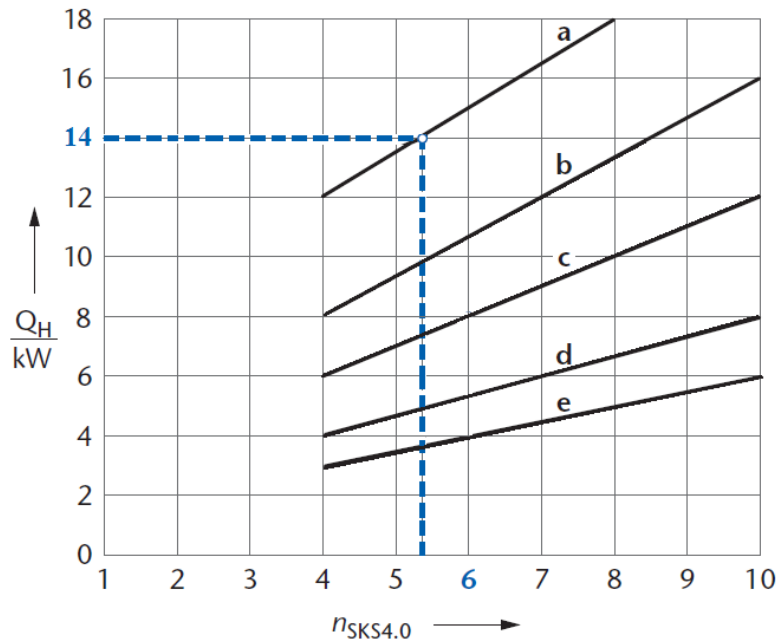
Εικόνα 27: Αντιστοιχία συλλεκτών - ατόμων για το ZNX [πηγή: <http://www.buderus.gr>]

όπου: n_p : ο αριθμός ατόμων της κατοικίας, στην περίπτωση μας, τέσσερα (4)

$n_{SKS4.0}$: ο απαιτούμενος αριθμός συλλεκτών

Οι καμπύλες a,b,c αντιστοιχούν στην ανάγκη για ζεστό νερό ανά άτομο την ημέρα. Η καμπύλη a αφορά χαμηλή ανάγκη (<40l), η καμπύλη b σε μέτρια απαίτηση (~50l) και η καμπύλη c σε υψηλή ανάγκη (~75l) ανά άτομο την ημέρα. Και εδώ επιλέχθηκε μία μέτρια απαίτηση.

Απαιτούνται λοιπόν δύο συλλέκτες μόνο για το ζεστό νερό χρήσης. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη θέλουμε οι συλλέκτες να συνεισφέρουν και στη θέρμανση. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ποιός είναι ο απαιτούμενος αριθμός συλλεκτών για ζεστό νερό χρήσης και συνεισφορά στη θέρμανση κατά κάποιο ποσοστό και με βάση της θερμικές ανάγκες τις κατοικίας.



Εικόνα 28: Αντιστοιχία συλλεκτών βάση θερμικών αναγκών [πηγή: <http://www.buderus.gr>]

όπου: Q_H : η θερμική ανάγκη της κατοικίας σε kw, στην περίπτωση μας, περίπου 14kw.

$n_{sks4.0}$: ο απαιτούμενος αριθμός συλλεκτών

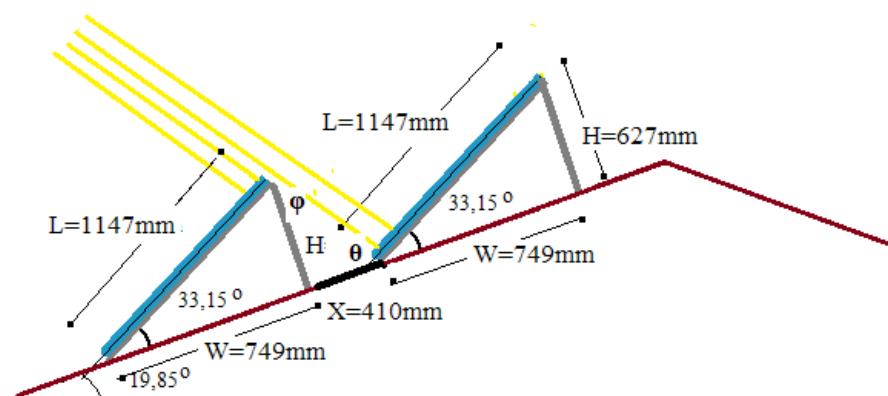
καμπύλες:

- a Ποσοστό κάλυψης περίπου 15%
- b Ποσοστό κάλυψης περίπου 20%
- c Ποσοστό κάλυψης περίπου 25%
- d Ποσοστό κάλυψης περίπου 30%
- e Ποσοστό κάλυψης περίπου 35%

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα, για ποσοστό κάλυψης περίπου 15% απαιτούνται 6 συλλέκτες ενώ για 20% κάλυψη, 9 συλλέκτες. Ωστόσο, θα πρέπει να μελετήσουμε εάν η στέγη μπορεί να φιλοξενήσει τον απαιτούμενο αριθμό συλλεκτών.

7.8 Τοποθέτηση των συλλεκτών στη στέγη

Οι διαστάσεις καθενός συλλέκτη είναι 2070x1147x90mm. Το συνολικό εμβαδό του, είναι 2,37m². Στην εικόνα που ακολουθεί, φαίνεται πόσοι συλλέκτες μπορούν να τοποθετηθούν στη στέγη, έχοντας λάβει υπόψιν μας κατάλληλου μήκους διάδρομους για να είναι δυνατή και ασφαλής η συντήρηση των συλλεκτών. Ακόμα πρέπει να ληφθεί υπόψιν η σκίαση που δημιουργείται κατά τη μέγιστη ηλιοφάνεια.



Εικόνα 29: Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών

Η γωνία θ , υπολογίζεται από τα τρίγωνα που δημιουργούνται.

$$\theta = 180 - 33,15 - 90 = 56,85 \text{ μοίρες}$$

Το μήκος H είναι γνωστό και ίσο με 627mm άρα η επιφάνεια σκίασης, έχει πλάτος:

$$\tan\theta = \frac{H}{X} \Rightarrow X = \frac{H}{\tan\theta} = \frac{627}{1,531} = 410\text{mm}$$

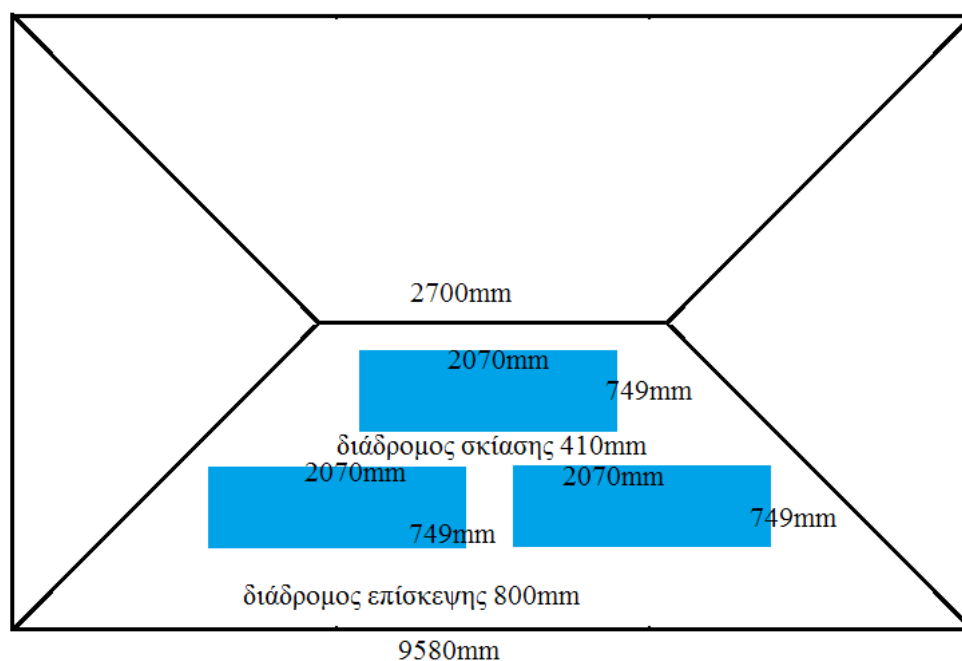
Για τη γωνία φ , έχουμε:

$$\varphi = 180 - 90 - 56,85 = 33,15 \text{ μοίρες}$$

Το μήκος W της βάσης στήριξης, είναι:

$$\tan 33,15 = \frac{H}{W} \Rightarrow W = H * \tan 33,15 = 749\text{mm}$$

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνεται η χωροταξική τοποθέτηση των συλλεκτών. Δυστυχώς, στην παρούσα κεραμοσκεπή, μπορούν να τοποθετηθούν με ασφάλεια μέχρι 3 συλλέκτες. Δεν είναι ιδανική η περίπτωση, αλλά και πάλι θα συνεισφέρουν στη θέρμανση της κατοικίας.



ΝΟΤΟΣ

Εικόνα 30: Τοποθέτηση πάνελ, στην κάτοψη της στέγης

7.9 Παρεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω, είναι ευκαιρία να αναφερθούν μερικές παρεμβάσεις που μπορούν να συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη θέρμανση:

- Σωστή μελέτη των θερμικών απωλειών του κτιρίου από μηχανικό προκειμένου να αποφευχθούν υπέρδιαστολογίσεις και σπατάλες
- Αποφυγή μεγάλων λεβήτων που δεν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ ή λειτουργούν με χαμηλή απόδοση
- Τοποθέτηση περισσότερων λεβήτων σε μεγάλες εγκαταστάσεις με την δυνατότητα λειτουργίας του ενός σε περιόδους που δεν υπάρχει μεγάλη ζήτηση ή επιλογή λεβήτων που μπορούν να λειτουργούν σε χαμηλότερη ισχύ.

- Η εξοικονόμηση που προκύπτει αντισταθμίζει το αυξημένο κόστος αγοράς περισσότερων λεβήτων αντί ενός
- Ένας λέβητας ή ένα μπόιλερ που δεν έχει σωστή μόνωση μπορεί να έχει απώλειες πάνω από 5% σε σχέση με ένα μονωμένο, όπου οι απώλειες δεν ξεπερνούν το 1%.
- Μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας αναφοράς κατά ένα βαθμό συμβάλει σε πάνω από 6% εξοικονόμηση
- Η είσοδος κρύου αέρα στο λεβητοστάσιο ή στο χώρο του μπόιλερ μειώνει την απόδοση του συστήματος
- Σημαντικός ρόλος για την απόδοση του λέβητα είναι ο ετήσιος βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης ο οποίος εκφράζει την ενέργεια που παράγει ο λέβητας, τις απώλειες διακοπής λειτουργίας και τις θερμικές απώλειες του
- Η ύπαρξη καυστήρων προηγμένης τεχνολογίας για τέλεια καύση
- Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι μονωμένες και με τις σωστές διαστάσεις
- Προτείνεται χρήση θερμοστάτη σε κάθε ένα από τα σώματα ξεχωριστά με σκοπό την επιθυμητή θερμοκρασία ανά χώρο
- Προτείνεται ο συχνός καθαρισμός των ηλιακών πάνελ (όταν υπάρχουν) για να έχουν συνεχώς την απόδοση που πρέπει

8. Συμπεράσματα

Όσον αφορά στην αναβάθμιση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, μείζονος σημασίας είναι τα θέματα ασφάλειας που ο μηχανικός πρέπει να καλύψει. Όλες οι διατάξεις και τα μέσα ασφαλείας πρέπει να καλύπτουν επαρκώς τα ονομαστικά μεγέθη. Ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεγάλα φορτία, όπως στην περίπτωση της συγκεκριμένης μελέτης που τοποθετήθηκε λέβητας ισχύος 15kw, ή σε οποιαδήποτε άλλη εγκατάσταση που υπάρχει για παράδειγμα ηλεκτρική κουζίνα. Επιπλέον θα πρέπει να έχει δοθεί έμφαση στον συντελεστή ετεροχρονισμού και να έχουν επιλεγεί οι γραμμές με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώνεται όσο γίνεται η μεγάλη φόρτιση τους, ιδιαίτερα τις ώρες αιχμής. Τα καλώδια θα πρέπει πάντοτε να επιλέγονται με γνώμονα

να αντέχουν μεγαλύτερη φόρτιση από την αναμενόμενη και όχι να είναι οριακής διατομής και για λόγους ασφαλείας (να μην δημιουργηθεί βραχυκύκλωμα μέσα στο κανάλι) αλλά και επειδή τείνει να υπάρχει αύξηση των φορτίων και άρα αύξηση της ζητούμενης ηλεκτρικής έντασης. Η επιλογή πολλών αναχωρήσεων από το γενικό πίνακα, είναι συνήθως ακριβότερη, αλλά καλύπτει πιο σωστά τις ανάγκες τις κατοικίας τόσο σε κανονική λειτουργία όσο και σε περιπτώσεις σφάλματος.

Όσον αφορά στη θέρμανση μίας κατοικίας, μεγάλη σημασία έχει η σωστή μελέτη θερμικών απωλειών. Και μόνο με αυτή τη μελέτη μπορεί να βρεθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός ώστε και η ανάγκη για θέρμανση να ικανοποιείται και το κόστος απόκτησης και συντήρησης να μην είναι υψηλότερο απ' όσο χρειάζεται αλλά και να δουλεύει το σύστημα αποδοτικότερα χωρίς να πέφτουμε στην παγίδα της υπέρ διαστασιολόγησης. Επειδή η μελέτη θερμικών απωλειών, μπορεί να γίνει ιδιαίτερα περίπλοκη, υπάρχουν ειδικά προγράμματα, όπως το ThermoCad, που βοηθούν το μηχανικό να φτάσει σε ένα σωστό αποτέλεσμα ευκολότερα και με ασφάλεια (ως προς τις πράξεις). Πολύ σημαντικό στοιχείο όταν αναφερόμαστε στη θέρμανση, είναι η μόνωση των σωλήνων. Αν και σε αυτή τη μελέτη δεν αναλύθηκε ιδιαίτερα το θέμα αυτό, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι οι σωστά μονωμένοι σωλήνες και η όδυσή τους από όσο το δυνατόν πιο ζεστά μέρη, η επιλογή του χώρου τοποθέτησης των λεβήτων και μπόιλερ, μπορούν να μειώσουν έως και 5% τις απώλειες, αυξάνοντας έτσι έμμεσα το συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος.

Τέλος, όσο φθηνός και αν είναι ο τρόπος που έχουμε βρει για να θερμαίνουμε την κατοικία μας, μπορούμε πάντοτε να στραφούμε προς τον ουρανό για και να εκμεταλλευτούμε λίγη από την καθαρή ενέργεια που καθημερινά μας προσφέρει. Η αναφορά γίνεται φυσικά για την ηλιακή ακτινοβολία, που πλέον μπορεί να συνδυαστεί με όλους τους τρόπους θέρμανσης και να αυξήσει σημαντικά το βαθμό απόδοσης του υπάρχοντος ή του καινούριου συστήματος. Ζωτικής σημασίας στην περίπτωση που στραφούμε προς την ηλιακή ενέργεια, είναι η σωστή τοποθέτηση των ηλιακών πάνελ. Είτε πρόκειται για φωτοβολταϊκή διάταξη είτε για ηλιακό συλλέκτη, η ακατάλληλη τοποθέτηση των πάνελ μπορεί να μειώσει έως και 50% την απόδοσή του. Και εδώ πρέπει να επιλεγεί κατάλληλο πάνελ βάσει των πραγματικών αναγκών.

9. Βιβλιογραφία

1. Κατανάλωση οικιακών συσκευών
<https://www.dei.gr/el/katanalwsi-oikiakwn-suskeuwn>
2. Πίνακες καταναλωτών
https://oaedhlectrologoi.blogspot.gr/2016/12/blog-post_33.html
3. Πτώση τάσης σε κατοικίες
<http://www.electrologos.gr/news/419>
4. Υπολογισμός πτώσεων τάσης
<http://www.geonsolutions.gr/calc.php>
5. Ηλεκτρικός λέβητας
<http://uk.geindustrial.com/>
6. Προδιαγραφές καλωδίων
https://electricalnews.gr/images/Arxeia_PDF/KALODIA_gr.pdf
7. Μελέτη - σχεδίαση - κατασκευή ηλεκτρικής εγκατάστασης
<http://www.jimkava.com/wp-content/uploads/2011/10/kef11.pdf>
8. Ανυψωτικά μηχανήματα
<https://www.malinis.gr/anipsotika>
9. Μέσα και διατάξεις προστασίας
<http://slideplayer.gr/slide/2763150/>
10. Τροφοδοτικό ράγας
<https://www.stathisnet.gr/trofodotiko-mdr60-5-ragas-5vdc-60w-10a-mean-well>
11. Καλώδια ισχύος
http://www.parpanelas.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=82&Itemid=34
12. ThermoCad 17.0.1
<http://www.ti-soft.com/el/support/help/klimacad/projects/heatloss>
13. Υπολογισμός θερμικών απωλειών
<http://www.elith.gr/calc/index.php>
14. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
<http://www.jimkava.com/wp-content/uploads/2011/10/kef11.pdf>
15. Εύρεση συντεταγμένων
<https://www.google.gr/maps/>
16. Εγκαταστάσεις θέρμανσης - forum
<http://www.monachos.gr/forum/forumdisplay.php/6-2-%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-Forum>
17. Διαδικτυακή κοινότητα μηχανικών - forum
<http://www.michanikos.gr/index/>
18. Αγωγοί και καλώδια
<http://www.jimkava.com/wp->

- content/uploads/2011/10/%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%AC%CE%BB
%CE%B1%CE%B9%CE%BF-2.pdf
19. Πρότυπο ΕΛΟΤ "HD 384"
<http://1epal-serron.ser.sch.gr/>
 20. "Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων"
Π. Μπούρκας ΕΜΠ 1998
 21. Πτυχιακή εργασία "Μελέτη θερμικών απωλειών διώροφης κατοικίας -
Θέρμανση της κατοικίας με θερμικά καλώδια"
Παστρικάκης Γεώργιος
<http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/5551/1/STEF1632006.pdf>
 22. online calculators
<http://www.monachos.gr/forum/content.php/265-online-calculators>
 23. Διπλωματική εργασία "Ηλεκτρολογική μελέτη και φωτοβολταϊκό στέγης"
Βησσάριος Ν. Σπαθής 2016
 24. Αντικεραυνικά - οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας
<http://www.jimkava.com/2015/01/02/μελετες-βοηθηματα/>
 25. Στοιχεία εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
[http://ebooks.edu.gr/courses/DSEPAL-
B149/document/540081de34a2/540081e38kfq/54008386cblh.pdf](http://ebooks.edu.gr/courses/DSEPAL-B149/document/540081de34a2/540081e38kfq/54008386cblh.pdf)
 26. Διπλωματική εργασία "Τεχνοοικονομική μελέτη συστημάτων θέρμανσης,
ψύξης και κλιματισμού"
Τουμπουλίδης Χρήστος 2015
[https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/90/TOBOULIDIS
%20CHRISTOS1215.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/90/TOBOULIDIS%20CHRISTOS1215.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 27. Ποιοτική αξιολόγηση ηλιακών συλλεκτών
<http://www.monachos.gr/forum/showthread.php/>
 28. Το "χρέος" των ηλιακών συλλεκτών
[http://www.naftemporiki.gr/story/1182447/oi-iliakoi-sullektes-exoun-
apoplirosei-to-xreos-ton-orukton-kausimon-pou-xrisimopoiithikan-gia-tin-
kataskeui-tous](http://www.naftemporiki.gr/story/1182447/oi-iliakoi-sullektes-exoun-apoplirosei-to-xreos-ton-orukton-kausimon-pou-xrisimopoiithikan-gia-tin-kataskeui-tous)
 29. Ηλιακοί θερμοσίφωνες
<https://hliakoithermosifones.wordpress.com/category>
 30. Heat_load_of_buildings.pdf
 31. Εγχειρίδιο ηλιακών συστημάτων Buderus Solar.pdf
<http://www.buderus.gr/files/>
 32. Βοήθημα εκπόνησης μελέτης θέρμανσης
Ολυμπία Ζώγου, Οκτώβρης 2011
 33. Ηλιακοί συλλέκτες
<http://www.mgavrielatatos.gr/Collectors-2.html>
 34. Μελέτη εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης και κατασκευή εκπαιδευτικής
διάταξης
Αμοιραλής Παναγιώτης - Βαρούχας Νικόλαος

35. Megasun Hlioakmi
<http://www.helioakmi.com/el/products/hliakoi-thermosifones-syllektes-erotiseis.html>
36. Επίτοιχοι ηλεκτρικοί λέβητες
<https://www.agelopoulos.gr/record-plus-10-15-and.html>
37. "Φυσική, τεχνολογία και χρήσεις φωτοβολταϊκών"
Κυπαρίσσης Γιώργος- 2016
38. <https://el.wikipedia.org/wiki>