



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Πρόγραμμα σπουδών: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Πτυχιακή Εργασία

Μελέτη για την μετατροπή κατοικίας στην περιοχή
της Ζακύνθου σε μηδενικής ενεργειακής
κατανάλωσης

Φοιτήτρια: Λούγκου Στυλιανή

A.M: HN07717

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Τσιαμήτρος

(Υπογραφή)

.....

Στυλιανή Λούγκου

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα γίνει μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ΑΠΕ για την ενεργειακή κάλυψη κατοικίας στην περιοχή της Ζακύνθου ώστε να μετατραπεί σε κατοικία μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Η εργασία θα περιλαμβάνει την ενεργειακή επιθεώρηση της κατοικίας πριν τις επεμβάσεις (όπως λειτουργεί δηλαδή σήμερα) και μετά τις επεμβάσεις.

Επιπλέον, θα περιέχει το κοστολόγιο που θα χρειαστεί για την εφαρμογή της ενεργειακής κάλυψης (κόστος υλικών, εργασίες, κόστος λειτουργίας κλπ) όσο και η απόσβεση που θα υπάρξει. Ωστόσο, θα γίνουν όλες οι απαραίτητες παρεμβάσεις συνυπολογίζοντας τις ιδιαιτερότητες που εμφανίζονται στα νησιά (κατοίκηση μόνο το καλοκαίρι, διάβρωση από την αλμύρα κλπ).

ΛέξειςΚλειδιά: Κ.Εν.Α.Κ., Ενεργειακή Επιθεώρηση, Ενεργειακή απόδοσηκτιρίων, Κτήριο Μηδενικού Ισοζυγίου, Ζάκυνθος

ABSTRACT

In this case study, a study of energy saving and RES use will be made for the energy coverage of a residence in the area of Zakynthos in order to turn it into a zero energy consumption residence. The work will include the energy inspection of the residence before the interventions (as it works today) and after the interventions.

In addition, it will contain the cost list that will be needed for the implementation of the energy coverage (cost of materials, works, operating costs, etc.) as well as the depreciation that will occur. However, all the necessary interventions will be made, taking into account the peculiarities that appear on the islands (inhabitation only in the summer, corrosion from the salt, etc.).

Keywords: K.Ev.A.K, Energy Inspection, Energy performance of buildings, Net-Zero Home, Zakynthos

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	iii
Abstract	v
Πίνακας Περιεχομένων	vii
Πίνακας Εικόνων.....	viii
Κατάλογος Πινάκων.....	ix
Εισαγωγή.....	01
Κεφάλαιο 1:Ενεργειακή Ταξινόμηση Κτιρίων.....	02
1.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)	02
1.2 Τεχνικές προδιαγραφές & Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων	03
Κεφάλαιο 2:Ανάλυση τρέχουσας εγκατάστασης	04
2.1 Ανάλυση παρούσας κτιριακής εγκατάστασης	04
2.1.1Επιλογή θεμάτων προς ριζική ανακαίνιση	05
2.1.2Ενεργειακή Επιθεώρηση Α'	06
2.2 Πρόγραμμα Εξοικονομώ 2023	13
Κεφάλαιο 3:Ριζική ανακαίνιση εγκατάστασης.....	14
3.1 Ανάλυση ανακαινισμένης κτιριακής εγκατάστασης.....	15
3.1.1Επιλογή υποσυστημάτων και υλικού εξοπλισμού.....	16
3.1.1.1Ψύξη – Θέρμανση - ΖΝΧ.....	17
3.1.1.2Φωτισμός – Ηλεκτρικές συσκευές	20
3.1.1.3Αυτοματισμοί – Έξυπνο σπίτι.....	20
3.1.1.4Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	21
3.1.2Ενεργειακή Επιθεώρηση Β'	23
3.2 Οικονομικός έλεγχος βιωσιμότητας μελέτης	33
Συμπεράσματα.....	34
Βιβλιογραφία.....	35

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1.1	Απεικόνιση ενεργειακή κατάταξης κατοικίας (Πηγή: Google)	02
2.1	Αρχιτεκτονική κάτοψη κατοικίας πριν την ανακαίνιση (Πηγή: Προσωπική συλλογή)04	
2.2	Αρχιτεκτονική κάτοψη κατοικίας μετά την ανακαίνιση (Πηγή: Προσωπική συλλογή)05	
2.3	Κενό Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ΠΕΑ (Πηγή: ΦΕΚ 407B – 9.4.2010).....	06
2.4	Αποτελέσματα υπολογισμένης ενεργειακής κλάσης (Πηγή: Πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ)	12
3.1	Προσομοίωση της κατοικίας στην Ζάκυνθο μετά την ανακαίνιση	15
3.2	Σύστημα Κλιματισμού & ΖΝΧ κατοικίας	17
3.3	Αποτελέσματα από PVGIS	22
3.4	Αποτελέσματα από PVGIS για μηνιαία παραγωγή ενέργειας	23
3.5	Συμπλήρωση γενικών στοιχείων κατοικίας	26
3.6	Συμπλήρωση στοιχείων θερμικής ζώνης	27
3.7	Συμπλήρωση αδιαφανών επιφανειών	27
3.8	Συμπλήρωση σε επαφή με το έδαφος.....	27
3.9	Συμπλήρωση διαφανών επιφανειών.....	28
3.10	Συμπλήρωση συστημάτων θέρμανσης.....	28
3.11	Συμπλήρωση συστημάτων ψύξης.....	28
3.12	Συμπλήρωση συστημάτων ΖΝΧ	29
3.13	Συμπλήρωση συστήματος φωτοβολταϊκών	29
3.14	Συμπλήρωση μη θερμαινόμενου χώρου	29
3.15	Δημιουργία έκθεσης υπολογισμένων αποτελεσμάτων.....	30
3.16	Λήψη αποτελέσματος ενεργειακής κατάταξης	31
3.17	Λήψη αποτελέσματος τελικής ενεργειακής κατάταξης.....	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

2.1	Μέρος του πίνακα 2.2 «Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων» (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-1, σελ. 29).....	07
2.2	Συγκεντρωτικός πίνακας τιμών για την Ζάκυνθο (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-3).....	07
2.3	Πίνακας υπολογισμού θερμομόνωσης κελύφους κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)09	
2.4	Πίνακας υπολογισμού θερμικών απωλειών κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)	11
2.5	«Πίνακας 2.2.2 Επιχορήγηση» (Πηγή: Ιστοσελίδα Εξοικονομώ [09]).....	13
3.1	Τιμές θερμοπερατότητας κελύφους.....	14
3.2	Σχηματική αναπαράσταση και περιγραφή νέου κελύφους της κατοικίας.....	16
3.3	Σύστημα Θέρμανσης Κατοικίας	18
3.4	Σύστημα Ψύξης Κατοικίας.....	19
3.5	Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης – ZNX	19
3.6	Πίνακας υπολογισμού θερμομόνωσης ανακαινισμένου κελύφους (Πηγή: Μελέτη σε Excel)	24
3.7	Πίνακας υπολογισμού θερμικών απωλειών ριζικά ανακαινισμένης κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)	25
3.8	Πίνακας υπολογισμού κόστους αναβάθμισης κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)....	34

x |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μελετώντας την ενεργειακή κατάταξη κτηριακών μονάδων ασχέτως της χρήσεως τους και ιδιαίτερα στην περίπτωση που ο στόχος της έρευνας είναι η επίτευξη ενεργειακά μηδενικού ισοζυγίου, είναι σημαντικό να καθοριστούν οι έννοιες και να γίνει μια βιβλιογραφική επισκόπηση των όσων αντικειμένων θα απασχολήσουν την παρούσα μελέτη καθ' όλη την διάρκεια της διεξαγωγής της.

Αν και η έννοια του ενεργειακά μηδενικού ισοζυγίου δεν έχει επίσημα οριστεί, ακολουθώντας τον ορισμό που προτείνεται στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην οδηγία 2010/31/ΕΕ [01] του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 19^{ης} Μαΐου 2010. Το άρθρο 2 θέτει ότι, κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας νοείται; «κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με το παράρτημα I. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.»

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης η συγγραφέας αποφάσισε ότι, ενεργειακά μηδενικό ισοζύγιο νοείται η παραγωγή επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου, κατά τη διάρκεια ενός έτους, ανανεώσιμης μορφής ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσότητα όση είναι η κατανάλωση, με αποτέλεσμα το καθαρό μηδενικό ενεργειακό αποτύπωμα. Με την προσπάθεια για καθαρή μηδενική ενεργειακή απόδοση, τα κτίρια μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και να συμβάλουν σε ένα βιώσιμο μέλλον.

Το πρωταρχικό ερευνητικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται σε αυτή τη πτυχιακή εργασία είναι: «Πώς μπορούν οι υπάρχουσες κατοικίες να ανακαινιστούν για να επιτευχθεί καθαρή μηδενική ενεργειακή απόδοση; Τι επιπτώσεις επιφέρει σε αυτήν την διαδικασία η επιλογή κατοικίας σε ένα νησί όπως η Ζάκυνθος;» Αυτές οι ερωτήσεις περιλαμβάνουν την πρόκληση της μετατροπής συμβατικών κτιρίων μεγάλης κατανάλωσης σε υψηλής απόδοσης, βιώσιμες κατοικίες που παράγουν ή αντισταθμίζουν την ενεργειακή τους κατανάλωση μέσω ανανεώσιμων πηγών.

Διερευνώντας τις διάφορες στρατηγικές, τεχνολογίες και προβληματισμούς που εμπλέκονται στη μετασκευή υφιστάμενων κατοικιών σε καθαρή μηδενική ενεργειακή απόδοση, η μελέτη θέτει ως στόχο την επιλογή μιας κατοικίας και την ενεργειακή επιθεώρηση αυτής πριν αλλά και μετά την όποια αναβάθμιση υποστεί, παρατηρώντας τα προβλήματα που μπορεί να δυσκολεύουν την επίτευξη τέτοιων έργων αλλά και τους τρόπους αντιμετώπισης τους, καθώς επίσης το κόστος αλλά και το χρόνο απόσβεσης ενός τέτοιου εγχειρήματος.

Συμπερασματικά, μεγάλο αντίκτυπο στο τελικό αποτέλεσμα της πτυχιακής εργασίας φέρει η ορθή αξιολόγηση των διαφόρων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και της αποτελεσματικότητας και καταλληλότητας τους. Ανάμεσα σε άλλα, συμπεριλαμβάνετε η αξιολόγηση τεχνολογιών όπως η βελτίωση της μόνωσης της τοιχοποιίας, τα ενεργειακά αποδοτικά συστήματα HVAC, τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε συνδυασμό με διάφορους αυτοματισμούς με στόχο την βελτίωση της κατανάλωσης, μειώνοντας τις όποιες σπατάλες στο ελάχιστο

Κεφάλαιο 1: Ενεργειακή Ταξινόμηση Κτιρίων

Στην Ελλάδα, αρμόδιος ρυθμιστής θεμάτων που αφορούν την ενεργειακή απόδοση κτιρίων και την κατάταξη – ταξινόμηση τους σε μια σταθερή για όλους κλίμακα, φέρει ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) [02]. Ο σχεδιασμός κτιρίων θεωρείται ολοκληρωμένος μόνο εφόσον έχει μελετηθεί η Ενεργειακή απόδοση και κατάταξη του κτιρίου με την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α), το οποίο έχει ισχύ περί τα 10 έτη.

Ως κανονισμός ο οποίος θέτει κατευθυντήριες γραμμές και απαιτήσεις για την αξιολόγηση και την ταξινόμηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ο ΚΕΝΑΚ στοχεύει στη δημιουργία ευαισθητοποίησης σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, την ενθάρρυνση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και την διευκόλυνση της εφαρμογής βελτιώσεων ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα. Η ενεργειακή ταξινόμηση παίζει ζωτικό ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη διασφάλιση της βιωσιμότητας των κτιρίων. Μάλιστα, τον Δεκέμβριο του 2021, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission) παρουσίασε πρόταση της για την ενίσχυση των ανακαινίσεων και την απανθρακοποίηση κτιρίων [03], [04] εισάγοντας με την σειρά της την έννοια των κτιρίων μηδενικών εκπομπών (Zero Emission Building – ZEB).

Τα επίπεδα ταξινόμησης καθορίζονται μέσω ενεργειακών υπολογισμών και αξιολογήσεων σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια. Η εκχωρηθείσα ενεργειακή κλάση αντικατοπτρίζει τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με την τιμή της να κυμαίνεται από την κατηγορία A+ που αντιπροσωπεύει τα πιο ενεργειακά αποδοτικά κτίρια και την κατηγορία G που υποδεικνύει κτίρια με εξαιρετικά χαμηλή ενεργειακή απόδοση.

1.1. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)



Εικόνα 1.1: Απεικόνιση ενεργειακή κατάταξης κατοικίας (Πηγή: Google)

Αναζητώντας για το αίτιο που σηματοδότησε την ανάγκη για δημιουργία ενός κανονισμού για την ενεργειακή απόδοση κτιριακών μονάδων, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) [05] αναφέρει ως έναυσμα για τα όσα επακολουθούν την κοινοτική οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» [06] με την οποία, η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006.

Η εναρμόνιση της Ελλάδας με την παραπάνω Οδηγία ήρθε με την εφαρμογή του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις», ο οποίος μεταξύ άλλων έφερε υποχρέωση έκδοσης ενός κανονισμού στον οποίο θα έπρεπε να αναφέρονται οι ελάχιστες προδιαγραφές και απαιτήσεις της ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, καθώς και η μέθοδος που θα πρέπει να ακολουθηθεί για τον υπολογισμό της.

1.2. Τεχνικές προδιαγραφές & Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων είναι μια ιδιαίτερη και χρονοβόρα μελέτη της οποίας γενικές οδηγίες μπορούν να βρεθούν στο σύνολο τους μέσω του ΤΕΕ υπό την μορφή τεχνικών οδηγιών. Μάλιστα, υπάρχουν 5 βασικές τεχνικές οδηγίες που δημοσιεύθηκαν το 2017 και έκτοτε αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, από το σύνολο των 10 πλέον τεχνικών οδηγιών επάνω στο θέμα του ενεργειακού σχεδιασμού. Ακολουθεί σχετική αναφορά στις τεχνικές οδηγίες και το περιεχόμενο της κάθε μιας:

1. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1:Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2:Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων.
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3:Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4:Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού.
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5:Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6:Βιοκλιματικός σχεδιασμός στον ελλαδικό χώρο.
7. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7:Τεχνητός και Φυσικός Φωτισμός κτιρίων.
8. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-8: Εγκαταστάσεις αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
9. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-9: Οικονομική αξιολόγηση ενεργειακών επενδύσεων.
10. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-10: Στοιχεία υπολογισμού εγκαταστάσεων θέρμανσης – ψύξης – αερισμού (κλιματισμού) ζεστού νερού χρήσης κτιριακών χώρων

Μέσω των τεχνικών οδηγιών, ο ΚΕΝΑΚ παρέχει τυποποιημένα μεθόδους και στοιχεία που χρειάζονται για όλη την επικράτεια της Ελλάδας, με σκοπό την διευκόλυνση και καθοδήγηση των μηχανικών κατά την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης. Ανάμεσα στο πλήθος παραγόντων που συμπεριλαμβάνονται στην μελέτη αυτή πριν την ταξινόμηση του κτίσματος σε κάποια τάξη απόδοσης, συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, αερισμό και φωτισμό, τα υλικά κατασκευής του κελύφους του κτιρίου, η χρήση αυτού, τα φορτία που εμπεριέχονται στην τυπική χρήση της εγκατάστασης καθώς και η οποιασδήποτε μορφής χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Ο τρόπος κατασκευής της εγκατάστασης έχει αρκετές επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας, που κατά κύριο λόγο αφορά το σύνολο των αναγκών Κλιματισμού (θέρμανση – ψύξη – αερισμός). Μελετώντας τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του κελύφους του κτιρίου, δίνοντας σημασία στην θερμομόνωση, την αεροστεγανότητα και εν δυνάμει στις ενεργειακές απώλειες που μπορεί να έχει η εγκατάσταση στο σύνολο της είναι δυνατόν, συνδυαστικά με την χρήση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων, όπως λέβητες υψηλής απόδοσης, αντλίες θερμότητας ή τηλεθέρμανση, να επιτευχθούν σοβαρές βελτιώσεις ως προς το σύνολο της καταναλωμένης ενέργειας.

Ενώ γενικότερα, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα ηλιακά θερμικά συστήματα ή τα φωτοβολταϊκά πάνελ, μπορεί να προσφέρουν μεγάλη βελτίωση της τελικής ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και παράλληλα να ισοσταθμίσουν τις όποιες ενεργειακές καταναλώσεις μπορεί να έχει η εγκατάσταση σε βάθος χρόνου για την επίτευξη μηδενικού ισοζυγίου.

Κεφάλαιο 2: Ανάλυση τρέχουσας εγκατάστασης

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά την εικονική μελέτη ενός κατά τα άλλα πραγματικού κτίσματος στο νησί της Ζακύνθου. Πρόκειται για την κύρια κατοικία μιας τετραμελούς οικογένειας που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί το 1963 για ιδιοκατοίκηση. Το 2001 η κατοικία υπέστη σοβαρές ζημιές λόγω πυρκαγιάς που προκλήθηκε από τα ηλεκτρολογικά της και ανακαινιστικέ πλήρως τόσο από την πλευρά της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης όσο και με την μορφοποίηση των χώρων εντός της κατοικίας για να ταιριάζει στις ανάγκες της οικογένειας (Διαχωρισμός παιδικού υπνοδωματίου σε 2 δωμάτια, προσθήκη τουαλέτας στο δωμάτιο των γονέων, μόνωση του εσωτερικού τοίχου του γκαράζ).

2.1. Ανάλυση παρούσας κτιριακής εγκατάστασης

Έως το 2019, το κτίσμα ήταν η κύρια κατοικία της οικογένειας, ώσπου τα νεότερα μέλη μετακόμισαν σταδιακά στην Αθήνα για τις σπουδές τους. Το κτίσμα παραμένει κύρια κατοικία των γονέων στα χαρτιά αν και η οικογένεια σκέφτεται το ενδεχόμενο μετακόμισης ή την ριζική ανακαίνιση του, σύμφωνα με τα πρότυπα των κτιρίων μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου για την μείωση του κόστους διαμονής και συντήρησης της κατοικίας στο μέλλον.

Καθώς το κτίσμα είναι αρκετά μεγάλο σε ηλικία, τα αρχικά αρχιτεκτονικά σχέδια του δεν είναι διαθέσιμα προς την συγγραφέα της παρούσας πτυχιακής και για τον λόγο αυτό σχεδιάστηκε εκ νέου η κάτοψη της κατοικίας στο σχεδιαστικό πρόγραμμα RoomSketcher, αντλώντας τα μεγέθη της τοιχοποιίας από προσωπικές μετρήσεις και σημειώσεις.



Εικόνα 2.1: Αρχιτεκτονική κάτοψη κατοικίας πριν την ανακαίνιση (Πηγή: Προσωπική συλλογή)

Στην εικόνα 2.1, εμφανίζονται οι κύριοι χώροι της κατοικίας με βάση την γενική χρήση τους και τα τετραγωνικά τους όπως αυτά υπολογίστηκαν αυτόματα από το σχεδιαστικό πρόγραμμα. Η κατοικία αποτελείται από 3 υπνοδωμάτια, 2 τουαλέτες, σαλόνι, κουζίνα και γκαράζ που χωράει με άνεση 1 αυτοκίνητο.

2.1.1. Επιλογή θεμάτων προς ριζική ανακαίνιση

Με δεδομένο την άνεση της οικογενείας σε περίπτωση διαμονής τους στην κατοικία αυτή και ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και την πιθανή εκμετάλλευση της ως ενοικιαζόμενη κατοικία τύπου Airbnb στην περίπτωση μετακόμισης τους στην Αθήνα, οι αλλαγές που γίνονται ως μέρος της ανακαίνισης πέραν της βελτίωσης τις ενεργειακής απόδοσης της κατοικίας, έχουν και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου κατοίκησης της.

Ένα μεγάλο μέρος της ανακαίνισης παρουσιάζεται στο χώρο του σαλονιού. Δεδομένου του αρκετά μεγάλου χώρου που κατέχει το σαλόνι, γίνεται ολική αναδιαμόρφωση του προσθέτοντας χώρο στο κεντρικό δωμάτιο (Bedroom 1) για την δημιουργία δωματίου – ντουλάπας, καθώς επίσης γίνεται προσθήκη χώρου και στο κοινόχρηστο μπάνιο για μεγαλύτερη άνεση. Επίσης, δημιουργούνται δύο νέα δωμάτια παράλληλα με τον τοίχο του γκαράζ ένα δωμάτιο για το πλυσταριό και ένα ως αποθήκη τροφίμων.

Η κουζίνα αναδιαμορφώνεται και διαχωρίζεται νοητά σε κουζίνα και τραπεζαρία, μεταφέροντας παράλληλα την εξώπορτα του σπιτιού σε σημείο που πρότερα άνηκε στην κουζίνα. Καθώς επίσης, μέρος αυτής που χρησιμοποιούταν ως απλός διάδρομος πλέον δίνεται τόσο στην αποθήκη τροφίμων όσο και στο γκαράζ για την επέκτασή του.



Εικόνα 2.2: Αρχιτεκτονική κάτοψη κατοικίας μετά την ανακαίνιση (Πηγή: Προσωπική συλλογή)

Ακόμα, εξωτερικά της κατοικίας γίνεται διαμόρφωση μικρής βεράντας στο σημείο που τοποθετήθηκε η νέα είσοδος στο σπίτι και για όλη την έκταση του τοίχου ακολουθώντας το μέγεθος της τραπεζαρίας, ενώ στον εξωτερικό χώρο που συνορεύει η κουζίνα με το σαλόνι και το υπνοδωμάτιο 1 που ως τώρα ήταν κενός και καλυμμένος με γρασίδι, γίνεται προσθήκη μιας μικρής πισίνας.

Τέλος, ανάμεσα στην ενιαία ζώνη θέρμανσης του σπιτιού και τους μη θερμαινόμενους χώρους γίνεται επιλογή κατασκευής των τοίχων με όμοιο τρόπο όπως τους εξωτερικούς (προσθήκη μόνωσης), διασφαλίζοντας έτσι την καλύτερη μόνωση του σπιτιού από πιθανές

απώλειες προς τους μη θερμαινόμενους χώρους. Ο υπόλοιπος περιβάλλοντας χώρος πλησίον της κατοικίας παραμένει καθαρός από δέντρα ή άλλες κατασκευές, δημιουργώντας μια αυλή γεμάτη λουλούδια και άφθονο γρασίδι. Στα φυσικά όρια του χώρου ωστόσο τοποθετούνται τόσο θάμνοι και δέντρα όσο και ένας ξύλινος φράκτης, οριοθετώντας το σύνολο της ιδιοκτησίας της οικογένειας.

2.1.2. Ενεργειακή Επιθεώρηση Α'

Έχοντας ως τελικό στόχο τον οικονομικό έλεγχο του όλου εγχειρήματος και του πόσο χρόνο θα χρειαστεί για να γίνει απόσβεση του κόστους ριζικής ανακαίνισης, θεωρήθηκε σημαντικό να γίνει μια αρχική εκτίμηση της εγκατάστασης ως προς την ενεργειακή της κατάσταση για να είναι πιο εμφανή η αναλογία κόστους ως προς το τελικό αποτέλεσμα. Ως σημείο αναφοράς για τον λόγο αυτό, θα δημιουργηθεί ένα εικονικό ΠΕΑ βάση της κενής φόρμας (βλ. εικόνα 2.2) που υπάρχει στην Εφημερίδα της κυβερνήσεως (ΦΕΚ 407B – 9.4.2010) [07] και των σχετικών επεξηγήσεων για τον τρόπο συμπλήρωσης του.

The image shows two forms related to energy performance certification. The left form is the 'Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης' (Energy Performance Certificate) and the right form is the 'Ετήσια Κατανομή Ενεργειών ανά Χρήση' (Annual Energy Distribution by Use).

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Left Form):

- ΧΡΗΣΗ:** Κτίριο Τμήμα κτιρίου Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου):
- Κλιματική Ζώνη:** Διεύθυνση: Τ.Κ. (Φωτογραφία κτιρίου)
- Πόλη:** Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m²): Ονομα ιδιοκτήτη:
- ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**
- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ** (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)
- ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ**
- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m²·έτος)]**
- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ** (A+, A, B, C, D, E, F, G, H)
- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m²·έτος)]**
- ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]**
- ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO₂/(m²·έτος)]**
- ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]**
- ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m²·έτος)]** (με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας)
- ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO₂/(m²·έτος)]**

Ετήσια Κατανομή Ενεργειών ανά Χρήση (Right Form):

- ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ** (με βάση τους υπολογισμούς)
- Πηγή ενέργειας** / **Τελική χρήση** / **Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)**
- Ηλεκτρική:** Θέρμανση Ψύξη Αερισμός Φωτισμός Συσκευές ΖΝΧ
- Ορυκτά καύσιμα:** Πετρέλαιο Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Φυσικό αέριο Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Άλλα (προσδιορίστε) Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ
- ΑΠΕ:** Ηλιακή Θέρμανση Ψύξη Φωτισμός Συσκευές ΖΝΧ Βιομάζα Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Γεωθερμία Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Άλλα (προσδιορίστε) Θέρμανση Ψύξη Συσκευές ΖΝΧ Φωτισμός
- Σύνολο**
- ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m²·έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:** Θέρμανση, Ψύξη, Αερισμός, Φωτισμός, Συσκευές, Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)
- ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**
- 1.
- 2.
- 3.
- Αριθμός σύστασης** / **Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)** / **Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας (kWh/m²·έτος)** / **Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg/(m²·έτος))** / **Εκτιμώμενη ετήσια μείωση κόστους αποπληρωμής (€t)**
- 1.
- 2.
- 3.
- * Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.
- Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:**
- Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:**
- Α.Μ. Επιθεωρητή:**
- Υπογραφή:**
- Σφραγίδα:**

Εικόνα 2.3: Κενό Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ΠΕΑ (Πηγή: ΦΕΚ 407B – 9.4.2010)

Σε αυτό το εγχείρημα, βοήθεια παρέχει επίσης κάθε τεχνική οδηγία που βρίσκεται διαθέσιμη μέσω του Τεχνικού Επιμελητηρίου [05] όπως η TOTEE 20701-1 / 4 και το πρόγραμμα του KENAK που επίσης βρίσκεται διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του ΤΕΕ.

Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1, στην ενότητα 3.2 «Καθορισμός θερμικών ζωνών κτηρίου», πρέπει να γίνει διαχωρισμός θερμικών ζωνών της κατοικίας, χωρίζοντας την σε χώρους με ίδια χρήση βάση κάποιων γενικών κανόνων και οδηγιών όπως αυτοί αναλύονται στην ενότητα αυτή. Η κατοικία αυτή αποτελείται από μια ενιαία θερμική ζώνη με εξαίρεση του μη θερμαινόμενου χώρου, το γκαράζ. Με βάση τον πίνακα 2.1 που ακολουθεί, η καθορισμένη τιμή θερμοκρασίας για μια μονοκατοικία είναι 20°C για την χειμερινή περίοδο και 26 °C για την καλοκαιρινή και η σχετική υγρασία ανέρχεται στο 40% και 45% αντίστοιχα.

Πίνακας2.1:Μέρος του πίνακα 2.2 «Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων» (Πηγή: TOTEE 20701-1, σελ. 29)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υποδομάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου	20	26	35	50

Η Ζάκυνθος ανήκει στην Α κλιματική ζώνη και οι εξωτερικές συνθήκες που πρέπει να ληφθούν υπόψη παρέχονται μέσω μετρήσεων που προϋπάρχουν, σε ένα σύνολο πινάκων κλιματολογικών δεδομένων που εμπεριέχονται στην τεχνική οδηγία 20701-3 και συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (βλ. πίνακα 2.2) για την διευκόλυνση υπολογισμού των θερμικών ενεργειακών απωλειών της κατοικίας. Στην περίπτωση έλλειψης δεδομένων για την Ζάκυνθο, πάρθηκαν ως βάση οι τιμές της Ζώνης Α ή το γειτονικό, Αργοστόλι Κεφαλονιάς.

Πίνακας2.2: Συγκεντρωτικός πίνακας τιμών για την Ζάκυνθο (Πηγή: TOTEE 20701-3)

Μήνας	Μέση θερμοκρασία 24ωρου (°C)	Βαθμοημέρες θέρμανσης DD (18°C)	Βαθμοώρες Ψύξης CDH (26°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)	Θερμοκρασία νερού από το δίκτυο πόλης (°C)
Ιανουάριος	10,5	233	-	81,1	13,0
Φεβρουάριος	10,5	210	-	79,1	12,8
Μάρτιος	11,8	192	-	79,8	13,8
Απρίλιος	14,8	96	-	78,9	16,3
Μάιος	19,7	-	-	70,5	19,9
Ιούνιος	24,3	-	59	61,8	23,8
Ιούλιος	27,2	-	626	58,8	26,2
Αύγουστος	27,1	-	873	62,4	26,6
Σεπτέμβριος	23,6	-	-	70,5	24,9
Οκτώβριος	19,1	-	-	76,3	21,7
Νοέμβριος	14,8	96	-	81,8	18,1
Δεκέμβριος	11,7	195	-	81,1	14,8
Μ.Ο.	17,9	-	-	73,5	19,3
Σύνολο	-	1.022	1.558	-	-

Τα δεδομένα που βρίσκονται στον πίνακα 2.2 μπορούν να βρεθούν μέσω του TOTEE 20701-3 σε διάφορους πίνακες, των οποίων η αρίθμηση και ο τίτλος ακολουθούν συνοπτικά παρακάτω. Η σειρά που εμφανίζονται αντιστοιχεί και στην στήλη που καταλαμβάνουν στον πίνακα 2.2:

- πίν. 3.1 «Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου
- πίν. 3.7 «Βαθμοήμερες θέρμανσης DD με θερμοκρασία αναφοράς 18°C»
- πίν. 3.8 «Βαθμοώρες ψύξης CHD με θερμοκρασία αναφοράς 26 °C» (Τιμές από Αργοστόλι)
- πίν. 3.9 «Μέση μηνιαία σχετική υγρασία %»
- πίν. 6.2 «Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου για τις διάφορες κλιματικές ζώνες» (Τιμές από Ζώνη Α)

Παράλληλα, ένα ακόμα χρήσιμο στοιχείο θεωρείται η τυπική τιμή διείσδυσης αέρα των κουφωμάτων που υπάρχουν εγκαταστημένα προς το παρόν στην κατοικία για την εύρεση της αεροπερατότητας και των θερμικών απωλειών που προκύπτουν εν τέλει στην τοιχοποιία. Βάση του πίνακα 3.24 στην TOTEE 20701-1, η τυπική τιμή διείσδυσης αέρα που προκύπτει για ξύλινα κουφώματα με διπλό υαλοπίνακα και χωρίς πιστοποίηση είναι 9,8 m³/h/m²για πόρτες και 12,5 m³/h/m² για παράθυρα.

Με την συλλογή των πληροφοριών που χρειάζονται από τις διάφορες τεχνικές οδηγίες, το επόμενο βήμα στην μελέτη της ενεργειακής απόδοσης της κατοικίας, είναι η ανάλυση του κελυφους και ο υπολογισμός της θερμομόνωσης όλων των τοίχων της εγκατάστασης, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3. Η τιμή του Rγια κάθε δομικό στοιχείο προκύπτει από την διαίρεση:

$$R \left(\frac{m^2 * K}{W} \right) = \frac{d}{\lambda}$$

Ενώ η τιμή του R ολικόπροκύπτει μέσω της προσθήκης όλων των αντιστάσεων:

$$R \text{ ολικό} \left(\frac{m^2 * K}{W} \right) = R_i + R_a + R_1 + R_2 + \dots + R_N$$

Η τιμή του Υπροκύπτει μέσω της διαίρεσης:

$$U \left(\frac{W}{m^2 * K} \right) = \frac{1}{R \text{ ολικό}}$$

Το απαιτούμενο U (W/m²K) όπως αυτό παρουσιάζεται στον πίνακα 3.4.α στην TOTEE 20701-1/2017 είναι 1,20 για το Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος, 0,50 για την οροφή και 0,60 για την τοιχοποιία, με εξαίρεση την περίπτωση επαφής του τοίχου σε κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο όπου η τιμή του Uείναι 1,50, με τα κουφώματα στο 3,20στην Ζώνη ενδιαφέροντος.

Ενώ, οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης R_{ikai} και R_{amporoun} να βρεθούν στην TOTEE 20701-2/2017, στον πίνακα 3.β. από τον οποίο και συμπληρώνονται όπου χρειάζεται στον πίνακα 2.3.

Πίνακας2.3: Πίνακας υπολογισμού θερμομόνωσης κελυφους κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)

Τοιχοποιία (Εξωτερική)			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	0,1	0,47	0,212765957
Θερμομονωτικό Υλικό	-	-	-
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
U (W/m²K)	R ολικό	R_i	R_a
2,3323998	0,428743	0,13	0,04
Τοιχοποιία (Μη θερμαινόμενος χώρος)			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	0,1	0,47	0,212765957
Θερμομονωτικό Υλικό	-	-	-
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
U (W/m²K)	R ολικό	R_i	R_a
1,927737	0,518743	0,13	0,13
Οροφή			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
Πλάκα	0,25	1,51	0,165562914
Θερμομονωτικό Υλικό	-	-	-
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
U (W/m²K)	R ολικό	R_i	R_a
2,8446271	0,3515399	0,10	0,04
Δάπεδο			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,022988506
Πλάκα	0,2	1,51	0,212765957
Θερμομονωτικό Υλικό	0,04	0,033	1,21
Πλακάκια	0,02	3,5	0,022988506
U (W/m²K)	R ολικό	R_i	R_a
2,3323998	0,428743	0,17	0,00

Από τα πρώτα αυτά αποτελέσματα, είναι εμφανές ότι η κατοικία έχει αρκετά υψηλές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας στο κέλυφος της και συνεπώς αναμένεται να έχει μεγάλες θερμικές απώλειες οι οποίες θα πρέπει να βελτιωθούν. Μελετώντας την μοναδική θερμική ζώνη της κατοικίας και με δεδομένη την θέση της κατοικίας στον χάρτη παρατηρείται ότι:

- Βόρειος τοίχος έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον για 10,4μ.
 - Μπαλκονόπορτα στο δωμάτιο 1 διαστάσεων 3μ x 2,1μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στην κουζίνα διαστάσεων 1,8μ x 1,2μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στην κουζίνα διαστάσεων 1,8μ x 1,2μ
 - Γκαραζόπορτα στο γκαράζ διαστάσεων 2,6μ x 2,15μ

- Νότιος τοίχος έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον για 10,4 μ.
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στο μπάνιο 1 διαστάσεων 1μ x 1μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στο δωμάτιο 2 διαστάσεων 1,8μ x 1,2μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στο δωμάτιο 3 διαστάσεων 1,8μ x 1,2μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στην κουζίνα διαστάσεων 1,2μ x 1,2μ
- Δυτικός τοίχος έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον για 19,07μ.
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στο δωμάτιο 1 διαστάσεων 1,2μ x 1,2μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στο δωμάτιο 1 διαστάσεων 1,2μ x 1,2μ
 - Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι διαστάσεων 1,54μ x 2,1μ
- Ανατολικός τοίχος έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον για 19,07μ.
 - Πόρτα εισόδου – εξόδου στην κατοικία διαστάσεων 1μ x 2,1μ
 - Παράθυρο ανοιγόμενο στο μπάνιο 2 διαστάσεων 1μ x 1μ
 - Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι διαστάσεων 3,3μ x 2,1μ

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω καταγεγραμμένες τιμές, γίνεται ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών όλων των τοίχων της εγκατάστασης, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4.

Για την συμπλήρωση του πίνακα αυτού καταγράφεται τόσο ο τύπος του κάθε υλικού που αναλύεται ακολουθώντας μια γενική περιγραφή για τον διαχωρισμό τους, καθώς και των βασικών γωνιών ενδιαφέροντος για το κάθε αντικείμενο.

Έτσι για γ (deg) είναι η γωνία του τοίχου ή κουφώματος ως προς το σημείο αναφοράς και με το β (deg) η γωνία του τοίχου ή κουφώματος ως προς το επίπεδο. Το εμβαδόν υπολογίζεται βάση μήκους του κάθε τοίχου επί το ύψος του, ή τα αντίστοιχα για το κάθε κούφωμα.

Η τιμή του P (Watt) για κάθε δομικό στοιχείο και κούφωμα προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό τριών μεταβλητών ως εξής:

$$P \text{ (Watt)} = \text{Εμβαδόν} * U * \Delta T$$

Όπου:

- Εμβαδόν (m²) είναι η επιφάνεια που καλύπτει ο εκάστοτε τοίχος ή κούφωμα
- U (W/m²K) ο συντελεστής θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων
- ΔT (°C) είναι η διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικά και εξωτερικά της κατοικίας.

Το ΔT στην παρούσα μελέτη, δεδομένου της τοποθεσίας της εγκατάστασης και των τοπικών καταγεγραμμένων μετρήσεων θερμοκρασίας προκύπτουν ως 18 βαθμοί κελσίου. Ενώ, στην περίπτωση της αεροπερατότητας (m³/h), αυτή προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του Εμβαδού τις κάθε επιφάνειας ξεχωριστά επί την σταθερά αεροπερατότητας που είναι 12,5 για παράθυρα και 9,5 για πόρτες.

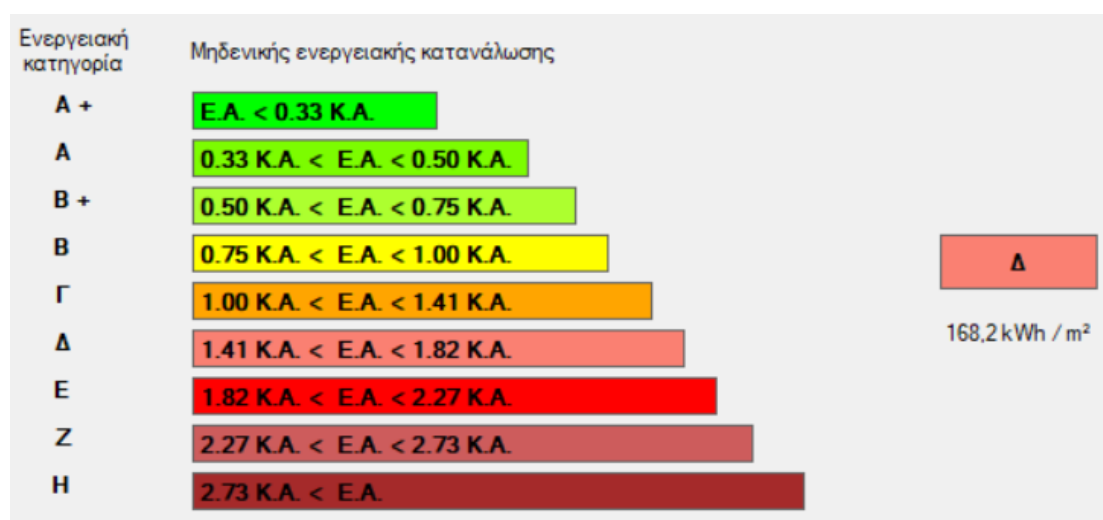
Πίνακας2.4: Πίνακας υπολογισμού θερμικών απωλειών κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)

θερμικές απώλειες								
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	εμβαδόν (m2)	U (W/m2K)	ΔT	P(Watt)	αεροπερατότητα (m3/h)
Τοίχος	Τοίχος στο βορρά	0	90	9,79	2,33	18	410,5926	
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στο δωμάτιο 1	0	90	6,30	3,2	18	362,88	78,75
Κούφωμα	Παράθυρο στην κουζίνα	0	90	2,16	3,2	18	124,416	27
Κούφωμα	Παράθυρο στην κουζίνα	0	90	2,16	3,2	18	124,416	27
Κούφωμα	Γκαραζόπορτα	0	90	5,59	3,2	18	321,984	54,782
Τοίχος	Τοίχος στην ανατολή	90	90	37,65	2,33	18	1578,8313	
Κούφωμα	Πόρτα εισόδου	90	90	2,10	3,2	18	120,96	20,58
Κούφωμα	Παράθυρο στο μπάνιο 2	90	90	1,00	3,2	18	57,6	12,5
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι	90	90	6,93	3,2	18	399,168	86,625
Τοίχος	Τοίχος στο νότο	180	90	19,24	2,33	18	806,9256	
Κούφωμα	Παράθυρο στο μπάνιο 1	180	90	1,00	3,2	18	57,6	12,5
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 2	180	90	2,16	3,2	18	124,416	27
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 3	180	90	2,16	3,2	18	124,416	27
Κούφωμα	Παράθυρο στην κουζίνα	180	90	1,44	3,2	18	82,944	18
Τοίχος	Τοίχος στη δύση	270	90	41,56	2,33	18	1743,06834	
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 1	270	90	1,44	3,2	18	82,944	18
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 1	270	90	1,44	3,2	18	82,944	18
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι	270	90	3,23	3,2	18	186,2784	40,425
Οροφή	πλάκα	0	0	198,33	2,84	18	10138,5274	
Δάπεδο	έδαφος	0	180	198,33	2,33	18	8317,87632	
						Σύνολο	25248,7879	468,162

Πέραν των παραπάνω θα πρέπει να ερευνηθεί τόσο η θέρμανση και ψύξη της κατοικίας όσο και η κατανάλωση της σε ηλεκτρική ενέργεια. Ως συμβατική αρκετά παλαιά εγκατάσταση, ο βασικός τρόπος θέρμανσης της είναι μέσω σωμάτων καλοριφέρ και ενός καυστήρα πετρελαίου ενώ βοηθητικό ρόλο έχει μια μικρού μεγέθους σόμπα ξύλου στο χώρο του σαλονιού. Για την ψύξη της κατοικίας δεν υπάρχει κάποιο προεγκατεστημένο σύστημα, με την οικογένεια να χρησιμοποιεί φορητούς ανεμιστήρες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Στην περίπτωση του ζεστού νερού χρήσης (ZNX), τόσο ένας ηλιακός θερμοσίφωνας όσο και ένα μπόιλερ συνδεδεμένο με τον καυστήρα πετρελαίου παρέχουν στην κατοικία την όποια ζήτηση σε ζεστό νερό υπάρχει. Τέλος, στις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβάνονται πέραν των προαναφερθέντων και ο φωτισμός της εγκατάστασης, καθώς χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο κλασικές λάμπες πυρακτώσεως σε όλη την εγκατάσταση.

Στο σύνολο τους, τα παραπάνω στοιχεία μεταφέρονται στο πρόγραμμα του TEE KENAK για την δημιουργία του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης με σκοπό την εύρεση της ενεργειακής του κατάταξης. Παρακάτω, στην εικόνα 2.4 φαίνονται τα αποτελέσματα του προγράμματος μετά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης, χαρακτηρίζοντας την ως Δ Ενεργειακής Κλάσης.



Εικόνα 2.4: Αποτελέσματα υπολογισμένης ενεργειακής κλάσης (Πηγή: Πρόγραμμα KENAK)

2.2. Πρόγραμμα Εξοικονομώ 2023

Αναζητώντας βιβλιογραφικές πηγές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πληροφοριών για την παρούσα πτυχιακή, ενδιαφέρον παρουσίασε το Εθνικό σχέδιο ανάκαμψης και ανθεκτικότητας του Υπουργείου Οικονομικών μέσω του ομώνυμου ταμείου [08] σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση και το πρόγραμμα NextGenerationEU – Ελλάδα 2.0. Το εγχείρημα αυτό αποτελεί μεγάλη ευκαιρία για την ανάπτυξη και βελτίωση διαφόρων τομέων σε όλη την Ελλάδα αξιοποιώντας το σύνολο των πόρων σε ένα αρκετά μικρό χρονικό διάστημα με εμφανή και μόνιμα αποτελέσματα.

Με την υποστήριξη του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας από το Εθνικό σχέδιο ανάκαμψης και ανθεκτικότητας που αναφέρεται παραπάνω, το πρόγραμμα «Εξοικονομώ» δημιουργήθηκε. Το πρόγραμμα αυτό είναι επίσης γνωστό και ως «εξοικονομώ κατ' Οίκων» ή ως «Εξοικονομώ – Αυτονομώ» και αποτελεί έργο του ταμείου ανάκαμψης, με στόχο αυτού όπως αναγράφεται στην επίσημη σελίδα της κυβέρνησης [09], «την προώθηση της εθνικής ενωσιακής ενεργειακής πολιτικής για την εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω της αναβάθμισης της ενεργειακής κλάσης νοικοκυριών, κατά τουλάχιστον 3 ενεργειακές κατηγορίες».

Μία κατοικία, προκειμένου να κριθεί επιλέξιμη, πρέπει να πληροί τις ακόλουθες γενικές προϋποθέσεις:

- Υφίσταται νόμιμα.
- Δεν έχει κριθεί κατεδαφιστέα.
- Χρησιμοποιείται ως κύρια κατοικία.
- Έχει καταταχθεί βάσει του Πρώτου Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Α' Π.Ε.Α.) σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Γ.

Βάση των διαθέσιμων δεδομένων για την οικονομική κατάσταση της οικογένειας, της κατάστασης της κατοικίας και με γνώμονα τις παραμέτρους που αναγράφονται στην ιστοσελίδα του προγράμματος, ο πατέρας της οικογένειας στον οποίο και ανήκουν οι τίτλοι ιδιοκτησίας του ακινήτου θεωρείται από το πρόγραμμα ως δυνητικά ωφελούμενος εφόσον το ατομικό του εισόδημα ανέρχεται στις 9.800€ και το οικογενειακό εισόδημα περί τα 14.800€, ποσά που τους κατατάσσουν στην εισοδηματική κατηγορία 2, με το ποσοστό επιχορήγησης όπως προκύπτει από τον πίνακα 2.2.2 της ιστοσελίδας (βλ. Πίνακα 2.5) να ανέρχεται στο 70% του τελικού κόστους ριζικής ενεργειακής ανακαίνισης της κατοικίας.

Πίνακας2.5: «Πίνακας 2.2.2 Επιχορήγηση» (Πηγή: Ιστοσελίδα Εξοικονομώ [09])

	Ατομικό Εισόδημα (€)	Οικογενειακό Εισόδημα (€)	Ποσοστό Επιχορήγησης	
			Ιδιοκατοίκηση από τον αιτούντα	Δωρεάν Παραχώρηση σε έτερο Πρόσωπο / Ενοικίαση
1	≤5.000	≤10.000	75%	65%
2	>5.000 - 10.000	>10.000 - 20.000	70%	60%
3	>10.000 - 20.000	>20.000 - 30.000	55%	45%
4	>20.000 - 30.000	>30.000 - 40.000	45%	40%
5	>30.000	>40.000	40%	40%

Κεφάλαιο 3: Ριζική ανακαίνιση εγκατάστασης

Όπως έχει αναφερθεί και στην ενότητα 2.1.1, υπάρχουν αρκετές αλλαγές που πρέπει να γίνουν στην κατοικία για τις ανάγκες βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου, για την οικογένεια που θα κατοικεί στην εγκατάσταση. Ωστόσο, πέραν των αλλαγών αυτών, προκύπτουν αρκετά σημεία που χρήζουν ριζικής ανακαίνισης μέσω της αρχικής ενεργειακής μελέτης του κτιρίου και ειδικά όπως προκύπτουν από την ανάλυση των θερμικών απωλειών και της θερμοπερατότητας στο κέλυφος του.

Πίνακας 3.1: Τιμές θερμοπερατότητας κελύφους

A/A	Αρχικές Τιμές $U(W/m^2K)$	Μέγιστη Τιμή Βάση KENAK
Τοιχοποιία σε επαφή με το περιβάλλον	2,3323998	0,60
Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	1,927737	1,50
Οροφή	2,8446271	0,50
Δάπεδο	2,3323998	1,20

Για την επίτευξη της ανακαίνισης θα πρέπει να οριστούν με σαφήνεια οι στόχοι που θα πρέπει να ολοκληρωθούν και να συμπεριληφθούν στην τελική μελέτη. Τα κύρια σημεία ενδιαφέροντος της ριζικής ανακαίνισης όπως προκύπτουν μετά την ολοκλήρωση των υπολογισμών του κεφαλαίου 2 και σε συνεργασία με τα όσα θα ήθελε η οικογένεια να γίνουν στην εγκατάσταση, μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Κατασκευή νέας τοιχοποιίας για την αναδιαμόρφωση της κατοικίας
- Προσθήκη θερμομόνωσης σε όλο το κέλυφος της
- Ενίσχυση μόνωσης σε τοίχους με επαφή σε μη θερμαινόμενους χώρους
- Αλλαγή όλων των κουφωμάτων της εγκατάστασης
 - Επιλογή παραθύρων βάση προτύπων με χαμηλή θερμοπερατότητα
 - Επιλογή εξώπορτας βάση προτύπου
- Αναδιαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου πέριξ της κατοικίας
- Αντικατάσταση συστημάτων
 - Ψύξης – Θέρμανσης – Κλιματισμού – ZNX
 - Φωτιστικών στοιχείων – Μεγάλων ηλεκτρικών συσκευών
- Προσθήκη συστημάτων
 - Αυτοματισμού – Έξυπνου σπιτιού
 - Παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ

3.1. Ανάλυση ανακαινισμένης κτιριακής εγκατάστασης

Η γενική μορφολογία της κατοικίας μετά την ριζική ανακαίνιση εμφανίζεται μέσω της εικόνας 2.2 υπό την μορφή αρχιτεκτονικού σχεδίου, ενώ μια πιο γενικευμένη εκδοχή της κατοικίας στο τέλος όλων των αλλαγών μπορεί να θεωρηθεί η εικόνα 3.1 που ακολουθεί.



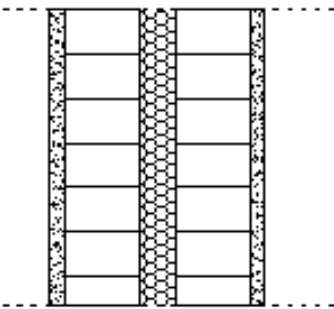
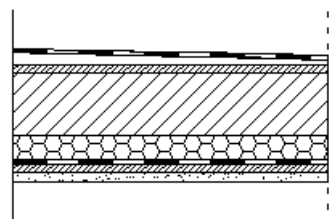
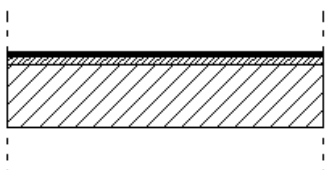
Εικόνα 3.1: Προσομοίωση της κατοικίας στην Ζάκυνθο μετά την ανακαίνιση

Το κέλυφος της εγκατάστασης έχει παραμείνει σε μέγεθος κοντά στο αρχικό. με ουσιαστικές διαφορές του μεγέθους του εξωτερικά, να περιορίζονται στον χώρο που καταλαμβάνει το γκαράζ με την προσθήκη αρκετού χώρου που θεωρητικά χωράει πλέον μέχρι και 2 αυτοκίνητα.

Η μορφολογία του κελύφους επίσης έχει υποστεί αρκετές αλλαγές με κύρια διαφορά την προσθήκη θερμομονωτικού υλικού τόσο στην τοιχοποιία όσο και την οροφή. Σημαντική διαφορά έκανε και η επιλογή της αλλαγής όλης της τοιχοποιίας που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους σε όμοια με αυτή των εξωτερικών τοίχων, μειώνοντας έτσι δραστικά την όση μεταφορά θερμότητας από τον ένα χώρο στον άλλο.

Στον πίνακα που ακολουθεί (βλ. πίνακα 3.2) παρουσιάζεται σχηματικά η αναπαράσταση των επί μέρους στοιχείων του κελύφους της κατοικίας με αναλυτική περιγραφή των υλικών όπως αυτά συναντούνται στο κάθε σχήμα, συμπεριλαμβανομένων των παχών για το κάθε υλικό για τον ευκολότερο υπολογισμό της θερμικής αγωγιμότητας και θερμομόνωσης της τοιχοποιίας κατά τον δεύτερο κύκλο ενεργειακής επιθεώρησης. Επίσης, αλλαγές υπήρξαν και εξωτερικά της κατοικίας με την προσθήκη βεράντας στο νέο σημείο εισόδου – εξόδου της κατοικίας και την μετατροπή μέρους του κήπου κοντά στο σαλόνι σε ανοιχτή πισίνα.

Πίνακας3.2: Σχηματική αναπαράσταση και περιγραφή νέου κέλφους της κατοικίας

Κέλφος Κατοικίας	Σχηματική Παράσταση	Περιγραφή
Τοιχοποιία (πλινθοδομή)		<ol style="list-style-type: none"> 1. Ασβεστοκονίαμα 2cm 2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους 10cm 3. Αφρώδης Εξηλασμένη Πολυστερίνη 3,5cm 4. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους 10cm 5. Ασβεστοκονίαμα 2cm
Οροφή		<ol style="list-style-type: none"> 1. Ασβεστοκονίαμα 2cm 2. Τσιμεντοκονίαμα για Ενδοδαπέδια 2cm 3. Φράγμα Υδρατμών 4. Αφρώδης Εξηλασμένη Πολυστερίνη 3,5cm 5. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm 6. Τσιμεντοκονίαμα 2 cm 7. Στεγανωτικό Ταράτσας
Δάπεδο		<ol style="list-style-type: none"> 1. Ξύλινο Πάτωμα 0,5cm 2. Τσιμεντοκονίαμα για Ενδοδαπέδια 2cm 3. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm

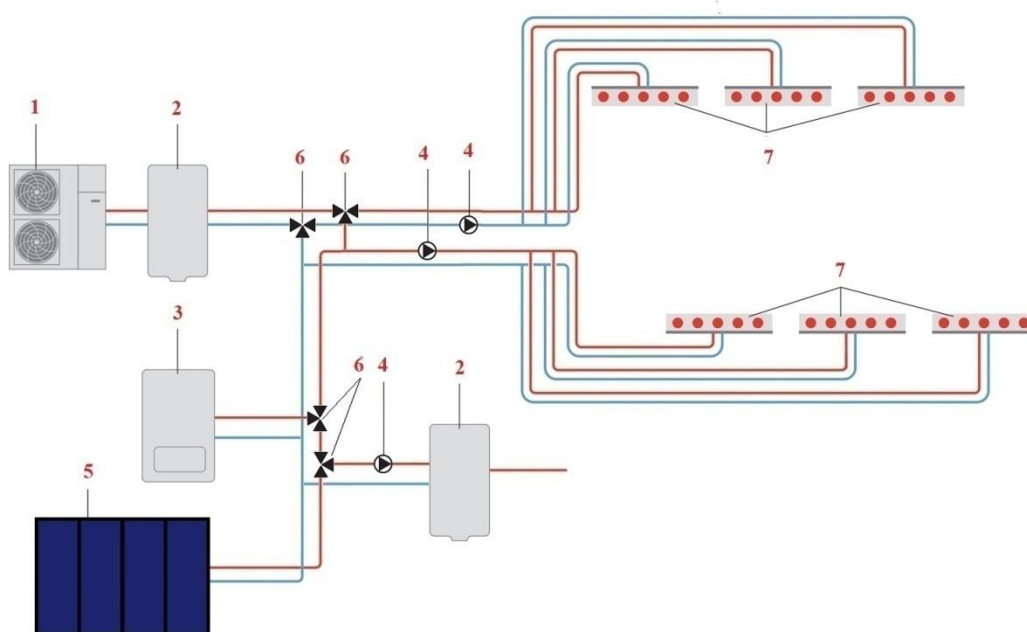
Μια εξίσου μεγάλη μεταβολή έγινε και στα προεγκατεστημένα κουφώματα. Τα ξύλινα κουφώματα χωρίς ιδιαίτερη θερμομονωτική προστασία αφαιρέθηκαν σε όλη την εγκατάσταση και αντικαταστάθηκαν με συνθετικά κουφώματα υψηλών προδιαγραφών, ανθεκτικών τόσο στην αλμύρα του αέρα και της βροχής, όσο και στις μέγιστες και ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας που παρουσιάζονται στην Ζάκυνθο σε βάθος χρόνου. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι η εξώπορτα της κατοικίας μεταφέρθηκε από τον ανατολικό τοίχο στο σαλόνι, στον βόρειο τοίχο, στην κουζίνα, σε σημείο που ενώνεται με το σαλόνι.

3.1.1. Επιλογή υποσυστημάτων και υλικού εξοπλισμού

Σε αυτό το σημείο της εργασίας και μέσω της ενότητας 3.1.1 θα αναπτυχθούν όλα τα επί μέρους υποσυστήματα που επιλέχθηκαν για την εγκατάσταση καθώς και τυχόν υπολογισμοί σχετικοί με αυτά όπου αυτό κριθεί απαραίτητο, για την τελική χρήση τους κατά την δεύτερη ενεργειακή επιθεώρηση στο τέλος της θεωρητικής ριζικής ανακαίνισης.

3.1.1.1. Ψύξη – Θέρμανση - ZNX

Η πρώτη και βασικότερη αλλαγή στην θέρμανση της κατοικίας είναι η μετατροπή των θερμών πηγών που προϋπάρχουν (σώματα καλοριφέρ) σε κύκλωμα ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε όλο το δάπεδο της κατοικίας. Το σύστημα αυτό, μεταφέρει θερμό νερό σε όλο το δάπεδο για να θερμάνει κάθε δωμάτιο ομοιόμορφα, ενώ πηγή της θερμότητας πλέον είναι τόσο ο καυστήρας πετρελαίου που προϋπήρχε, σε συνεργασία με μια ηλεκτρική αντλία θερμότητας για την συμπαραγωγή και ουσιαστική μείωση της κατανάλωσης.



Εικόνα 3.2: Σύστημα Κλιματισμού & ZNX κατοικίας

Το σύστημα της ηλεκτρικής αντλίας θερμότητας είναι επίσης η κύρια πηγή ψύξης για την κατοικία, αφού είναι σε θέση να ψύχει νερό στο δοχείο αδράνειας του και να το κυκλοφορεί μέσω σωληνώσεων όμοιων της ενδοδαπέδιας, στην οροφή της εγκατάστασης. Το συνολικό κύκλωμα επίσης εμπεριέχει και το Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) όπου σε δευτερεύον αδρανές δοχείο συγκεντρώνεται θερμό νερό για να χρησιμοποιηθεί από τους κάτοικους της εγκατάστασης.

Το ZNX είναι αποτέλεσμα τόσο της θέρμανσης της κατοικίας και μπορεί να τροφοδοτηθεί από την αντλία θερμότητας, τον καυστήρα πετρελαίου αλλά και τον ηλιακό/ηλεκτρικό θερμοσίφωνα. Στην εικόνα 3.2 παρουσιάζεται γενικευμένα το σύστημα που μελετάτε και πιο γενικά μέσω των σημείων αρίθμησης μπορεί ο αναγνώστης να δει τα εξής:

1. Ηλεκτρική Αντλία Θερμότητας (Ψύξη & Θέρμανση)
2. Δοχείο Αδράνειας (Buffer Tank)
3. Καυστήρας Πετρελαίου
4. Κυκλοφορητές
5. Ηλιακός Θερμοσίφωνα
6. Τρίοδοι Βάνες
7. Σπείρωμα Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης

Με την εύρεση των συστημάτων κλιματισμού που θα εγκατασταθούν εν τέλει στην κατοικία, εάν η παρούσα ριζική ανακαίνιση ήταν αληθινή, θα πρέπει να γίνει και ο αντίστοιχος υπολογισμός των επί μέρους στοιχείων που θα χρειαστούν κατά τον Β έλεγχο ενεργειακής απόδοσης. Τα στοιχεία αυτά για το σύστημα θέρμανσης παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3.

Πίνακας3.3: Σύστημα Θέρμανσης Κατοικίας

Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Λέβητας-Καυστήρας											
Θερμική απόδοση μονάδας (%) : 66,0%											
Είδος καυσίμου: πετρέλαιο											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/m ²): 0 (προϋπάρχει)											
Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Αντλία Θερμότητας											
Θερμική απόδοση μονάδας (%) : 96,0%											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/m ²): Βλ. Ενότητα 3.2											
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δευτερεύον δίκτυο διανομής (kW): 28.8 (=30x96%)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 85 - 65											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 70 - 45											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 94,5% (100% - 5,5% απώλειες)											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : σπείρωμα ενδοδαπέδιας											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 0,94 (άμεση απόδοση θερμότητας μέσω δαπέδου)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
Κυκλοφορητής				3				1,5			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 75 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Αντίστοιχα, στην περίπτωση του συστήματος ψύξης της κατοικίας τα στοιχεία που συλλέγονται και υπολογίζονται συμπληρώνουν τον πίνακα 3.4 που ακολουθεί. Τα στοιχεία αυτά είναι εξίσου σημαντικά με τα αντίστοιχα της θέρμανσης και εν τέλει θα εισαχθούν στο πρόγραμμα του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας3.4: Σύστημα Ψύξης Κατοικίας

Μονάδα παραγωγής ψύξης											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης: Αντλία Θερμότητας											
Συντελεστής συμπεριφοράς μονάδας EER: 3,45											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος ψύξης (Ευρώ/m ²): 0 (συνυπολογίζεται μέσω άλλων συστημάτων)											
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : 28.8 (=30x96%)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 20											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 40											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 94,5% (100% - 5,5% απώλειες)											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : σπείρωμα ενδοδαπέδιας											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 0,94 (άμεση απόδοση θερμότητας μέσω δαπέδου)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
Κυκλοφορητής				1				0,5			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 15 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Τέλος, μέσω του πίνακα 2.5 της TOTEE 20701-1 υπολογίζεται στον πίνακα της εργασίας 3.5 η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45°C) στην κατοικία για την εισαγωγή των τιμών στο KENAK.

Πίνακας3.5: Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης – ZNX

Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Συμπαράγωγή πολλών στοιχείων											
Θερμική απόδοση μονάδας (%): 66 %						Είδος καυσίμου: Πετρέλαιο					
Θερμική απόδοση μονάδας (%): 96 %						Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός					
Θερμική απόδοση μονάδας (%): 94 %						Είδος καυσίμου: Ηλιακή Ενέργεια					
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/m ²): 0 (προϋπάρχει / συνυπολογίζεται μέσω άλλων συστημάτων)											
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Κατανάλωση ZNX που καλύπτει το δίκτυο διανομής (L/ ημέρα): 200L (Stand-by)											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX : ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%) : 100% (λόγω τοπικής κατανάλωσης)											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης : Δοχείο Αδράνειας (Δοχείο θερμού νερού)											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX : 98% (=100%-2% πλευρικές απώλειες)											

3.1.1.2. Φωτισμός – Ηλεκτρικές συσκευές

Ως μέρος της ριζικής ανακαίνισης, δεν θα μπορούσαν να λείψουν τόσο οι αλλαγές των φωτιστικών στοιχείων όσο και των μεγάλων λευκών ηλεκτρικών συσκευών της κατοικίας με νέας τεχνολογίας, υψηλής απόδοσης συσκευές, στοχεύοντας στην μείωση της ημερήσιας ηλεκτρικής κατανάλωσης. Για την αλλαγή των λευκών συσκευών της κατοικίας, ορίστηκε ως προϋπολογισμός το ποσό των 3.000,00€ και η λίστα των αλλαγών εμπεριέχει τις ακόλουθες συσκευές:

- Ψυγείο – Καταψύκτης με κόστος έως 700€
- Ηλεκτρική Κουζίνα – Φούρνος με κόστος έως 600€
- Πλυντήριο Πιάτων με κόστος έως 430€
- Πλυντήριο Ρούχων με κόστος έως 750€
- Στεγνωτήριο με κόστος έως 600€

Ενώ, στην περίπτωση του φωτισμού της όλης εγκατάσταση επιλέχθηκε τόσο η χρήση LEDφωτιστικών στοιχείων όσο και LEDγραμμές υπό την μορφή κρυφού φωτισμού. Η επιλογή αυτή έγινε για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ανά φωτιστικό στοιχείο σε ποσοστό μέχρι και 90% καθώς οι τυπικοί λαμπτήρες πυρακτώσεως καταναλώνουν κατά μέσο όρο 100watt ενώ τα LED10με 20watt.

Αν και τα στοιχεία του συστήματος φωτισμού δεν λαμβάνονται υπόψη στην τελική ενεργειακή απόδοση της κατοικίας, αλλά ούτε και οι μεγάλες λευκές συσκευές, οι παραπάνω προτεινόμενες αλλαγές θεωρούνται από την συγγραφέα της πτυχιακής εργασίας ως επιθυμητές αλλαγές, καθώς επιφέρουν συνολικά μείωση της τυπικής κατανάλωσης με την δραστική αύξηση της ενεργειακής απόδοσης της κάθε συσκευής.

3.1.1.3. Αυτοματισμοί – Έξυπνο σπίτι

Η επιλογή χρήσης διαφόρων αυτοματισμών σε όλη την εγκατάσταση της κατοικίας και ειδικά σε τεχνολογικό επίπεδο έξυπνου σπιτιού, μπορούν δυνητικά να επιφέρουν σημαντική βελτίωση τόσο στην ποιότητα ζωής όσο και στην κατανάλωση ενέργειας. Είναι προσωπική άποψη της συγγραφέα, ότι με τον σωστό προγραμματισμό, την χρήση αλγορίθμων προεκπαιδευμένης τεχνητής νοημοσύνης και την ορθή εκπαίδευση των πολιτών σε τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας, μπορούν να επιτευχθούν πολλές βελτιώσεις στο παρόν δίκτυο ενέργειας.

Ωστόσο, ακόμα και αρκετά συνειδητοποιημένοι πολίτες φαίνεται να χάνουν την αίσθηση της κατανάλωσης που μπορεί να κάνουν όταν αυτή επηρεάζει τον τρόπο ζωής τους και την άνεση τους. Μάλιστα, μια σχετική μελέτη που έγινε στην Σιγκαπούρη [11], συμπέρανε ότι αν και οι άνθρωποι μπορεί να ενδιαφέρονται για το περιβάλλον και την εξοικονόμηση ενέργειας, παρόλα αυτά, η άνεση και η ασφάλεια παίζουν μεγαλύτερο ρόλο στη ζωή των ανθρώπων.

Μέρος των συμπερασμάτων μάλιστα αποδεικνύει ένα κενό ως προς την ωριμότητα και το σχεδιασμό της τεχνολογίας, καθώς δεν λαμβάνει τις συμπεριφορές και τις αντιλήψεις των ανθρώπων ως μέρος της λειτουργικότητας σχεδιασμού έξυπνου σπιτιού. Επομένως, οι τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών δεν θα ήταν αποτελεσματικές εάν δεν έχουν σχεδιαστεί με μονάδες τεχνητής νοημοσύνης που επιτρέπουν στην τεχνολογία να αλληλεπιδρά απρόσκοπτα με τους καταναλωτές.

Μερικοί παράμετροι αυτοματισμών και έξυπνων σπιτιών, που αξίζει να γίνει αναφορά τους και πιθανώς να χρησιμοποιηθούν σε μια ριζική ανακαίνιση όπως αυτή που μελετάτε στην παρούσα πτυχιακή εργασία είναι τα ακόλουθα:

1. Αυτόματος & έξυπνος φωτισμός: Η αυτόματη απενεργοποίηση φωτιστικών στοιχείων σε δωμάτια χωρίς κίνηση για μεγάλο χρονικό διάστημα, η μείωση της εκπεμπόμενης φωτεινότητας ανάλογα τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Εξωτερικός φωτισμός, ώρα της ημέρας κ.α.) καθώς και ο προγραμματισμός ενεργοποίησης και απενεργοποίησης όλων των φωτιστικών με βάση συνθήκες όπως ώρα και χρήση της κατοικίας.
2. Αυτόματη σκίαση δωματίων: Η επιλογή επεκτεινόμενων σκιστηκών πάνελ για τον άμεσο περιβάλλοντα χώρο, σκιστηκά και περσίδες παραθύρων καθώς και αυτόματο άνοιγμα και κλείσιμο κουρτινών είναι μικρές λεπτομέρειες που μπορούν να κάνουν την διαφορά στο κόστος ψύξης των δωματίων.
3. Έξυπνες πρίζες: Πολλές συσκευές καταλήγουν σε αναμονή για μεγάλα χρονικά διαστήματα ενώ η χρήση τους δεν το δικαιολογεί. Αν και η λειτουργία αναμονής για πολλές από αυτές τις συσκευές είναι σαφώς πιο οικονομική από την κατανάλωση της λειτουργίας, δεν παύει να είναι ένα διαρκές φορτίο για το δίκτυο της κατοικίας και οι έξυπνες πρίζες που θα μπορούσαν να απενεργοποιηθούν με βάση την ώρα ή την ζήτηση θα μπορούσαν να βοηθήσουν.
4. Παραμετροποίηση καταναλώσεων: Καλό παράδειγμα αυτού, είναι η χρήση των παγίδων των συστημάτων ασφαλείας ως παράμετρος για την θέρμανση ή ψύξη ενός δωματίου. Εάν για παράδειγμα τα παράθυρα ενός δωματίου είναι ανοιχτά, η θέρμανση ή ψύξη αυτού δεν θα έπρεπε να είναι σε λειτουργία.

3.1.1.4. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Με την ολοκλήρωση των βασικών υπολογισμών των καταναλώσεων της εγκατάστασης στις προηγούμενες ενότητες, σειρά έχει η μελέτη και σχεδίαση του συστήματος παραγωγής ενέργειας στην κατοικία με σκοπό την επίτευξη του ενεργειακά μηδενικού ισοζυγίου. Βάση της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, σε έρευνα που έγινε το 2012 [12], η μέση ετήσια ανάλωση ενέργειας από νοικοκυριά αντιστοιχεί σε 13.994kWh συνολικής ισχύος με 10.244kWh να αντιστοιχούν σε θερμική ενέργεια.

Με στόχο την χρήση ΑΠΕ για αυτοπαραγωγή ενέργειας, δυνητικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ανεμογεννήτριες ή φωτοβολταϊκά πάνελ. Η επιλογή εγκατάστασης οποιουδήποτε αριθμού ανεμογεννητριών δεν θα μπορούσε να αποδώσει αρκετά για την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας και επιπλέον αποτελούν αντιαισθητικό παράγοντα για τον περιβάλλοντα χώρο πλησίον του κτιρίου. Όμως, η επιλογή φωτοβολταϊκών μπορεί να αποδειχτεί καλή επιλογή, καθώς μπορούν να τοποθετηθούν ψηλά, στην οροφή της κατοικίας, σε σημεία μη ορατά στους κατοίκους της οικίας και με αρκετά μεγάλη, κενή επιφάνεια στην πλάκα της οροφής είναι δυνατόν να παραχθεί αξιοπρόσεκτα ποσά ενέργειας.

Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην κατοικία θα πρέπει να βρεθεί το δυναμικό σε παραγωγή ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία, οι κατάλληλες γωνίες για την τοποθέτηση όλων των πάνελ, αλλά και τα κατάλληλα πάνελ και λοιπός εξοπλισμός που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Για την εύρεση του ηλιακού δυναμικού αλλά και των κατάλληλων γωνιών

για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, θα γίνει χρήση της βάσης δεδομένων [13] που έχει δημιουργήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία είναι προσβάσιμη μέσω σχετικού προγράμματος.

Η βάση δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας PVGIS – SARAH 2 μέσω του προγράμματος PVGIS, είναι ανοιχτή προς όλους και άμεσα προσβάσιμη μέσω browser, κάνοντας την δελεαστική επιλογή για τις ανάγκες της εργασίας. Ως πρόγραμμα, μπορεί πέραν της εύρεσης της κατάλληλης θέσης και γωνίας των φωτοβολταϊκών, να υπολογίσει με σχετικά μεγάλη ακρίβεια την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα που θα έχει μια υποθετική εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, δεδομένου ότι παρέχεται στο πρόγραμμα ακριβής τοποθεσία της εγκατάστασης και της μέγιστης ισχύος των φωτοβολταϊκών που υπάρχουν ή θα υπάρχουν εγκατεστημένα.

Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να υπολογιστεί η μέγιστη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας που θα μπορούσε να έχει η εγκατάσταση. Έτσι, για συνολικό χώρο 157,57m² εκ των οποίων τα 147,78m² η πλάκα της οροφής, θα πρέπει να βρεθεί ο μέγιστος αριθμός πάνελ που θα μπορούσαν να τοποθετηθούν χωρίς να εμποδίζουν το ένα το άλλο και η δυνατότητα του κάθε πάνελ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για να υπολογιστούν τα μέγιστα του συνόλου.

Το φωτοβολταϊκό πάνελ που επιλέγεται είναι τεχνολογίας μονοκρυσταλλικού πυριτίου, και πιο συγκεκριμένα επιλέγεται το μοντέλο «AIKO-A-MAH72Mb»[14] της σειράς N-Type ABC Black Hole Series της εταιρίας AIKO. Βάση του φύλλου δεδομένων, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αρκετά υψηλή απόδοση του πάνελ, στα 23.8% και η μέγιστη τιμή ισχύος που έχει καταγραφεί σε περιβάλλον δοκιμών το μεγαλύτερο μοντέλο της σειράς στα 615W ανά πάνελ.

Με μέγεθος 2278mm επί 1134mm, κάθε πάνελ καταλαμβάνει περίπου 2.6m² και για το σύνολο της οροφής της κατοικίας μπορούν να προστεθούν μεγάλο πλήθος αυτών. Λόγω περιορισμών της ΔΕΔΗΕ και της παρούσας εγκατάστασης, επιλέγεται η τοποθέτηση έως 10kWp φωτοβολταϊκών που αντιστοιχούν σε:

$$\frac{10kWp}{615W} \cong 16 \text{ πάνελ}, \quad \text{με συνολική ισχύ } 16 * 615 = 9.840W \text{ ή } 9,84kW$$

Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	30 (opt)
Azimuth angle [°]:	-4 (opt)
Yearly PV energy production [kWh]:	15012.86
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1939.53
Year-to-year variability [kWh]:	343.29
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.64
Spectral effects [%]:	0.53
Temperature and low irradiance [%]:	-9.69
Total loss [%]:	-21.34

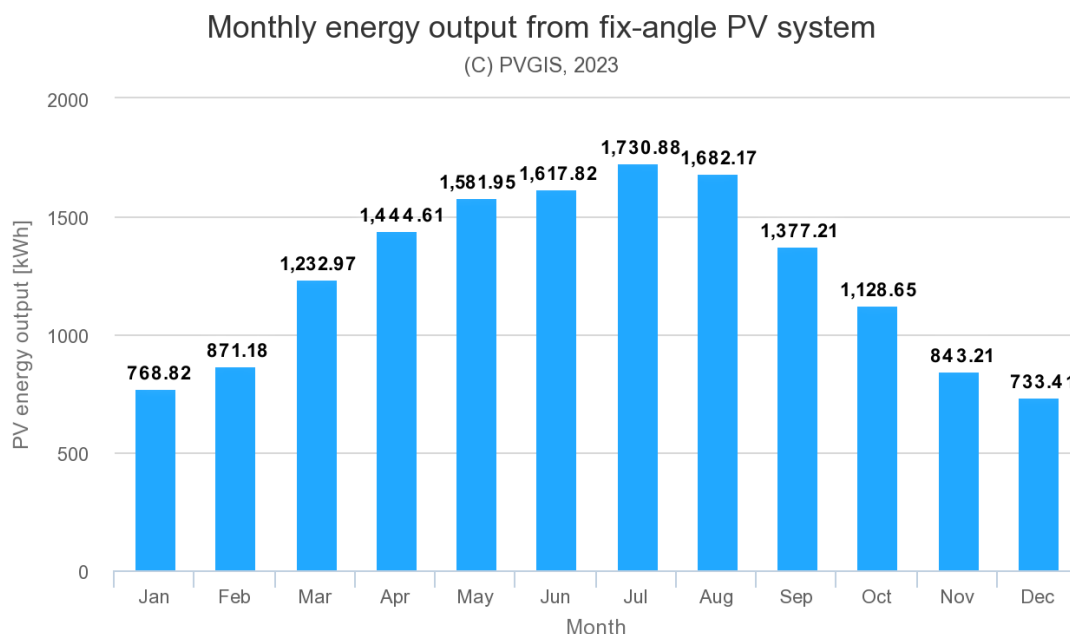
Εικόνα 3.3: Αποτελέσματα από PVGIS

Τα παραπάνω στοιχεία προσαρμόζονται στο ανοιχτό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και με την χρήση της βάσης δεδομένων που προαναφέρθηκε, δημιουργούνται μέσω υπολογισμού θεωρητικά αποτελέσματα της πιθανής παραγωγής που θα μπορούσε να έχει το σύστημα φωτοβολταϊκών που επιλέχθηκε να εγκατασταθεί.

Προφανώς οι τιμές είναι θεωρητικές, βάση δεδομένων που έχουν καταγραφεί μέσα σε αρκετά χρόνια μελέτης και συνεπώς δεν είναι βέβαιο ότι θα πραγματοποιηθούν.

Ωστόσο, για της ανάγκες της παρούσας θεωρητικής μελέτης, οι τιμές αυτές είναι αποδεκτές από την συγγραφέα, όσο χαρακτηρίζονται ως ενδεικτικές τιμές. Στα αποτελέσματα του προγράμματος παρατηρούνται οι τιμές των γωνιών για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε 30 μοίρες κλίση και για γωνία -4 μοιρών, καθώς επίσης το υπολογιζόμενο θεωρητικό ποσό μέγιστης παραγωγής ενέργειας ανά έτος, να υπολογίζεται περί τα 15.012kWhποσό που ικανοποιεί τον μέσο όρο κατανάλωσης νοικοκυριών που υπολόγισε η ΕΛΣΤΑΤ το 2012.

Τα πάνελ θα εγκατασταθούν σε μεταλλικές κεκλιμένες βάσεις στήριξης με τις ανάλογες γωνίες που προέκυψαν από τους υπολογισμούς του προγράμματος, ενώ ανάμεσα τους θα υπάρχει μικρός διάδρομος, όσο απαιτείται με στόχο την αποφυγή σκίασης των πάνελ μεταξύ τους όταν ο ήλιος είναι στο ζενίθ. Στην εικόνα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προγράμματος, με την μηνιαία παραγωγή ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος αναφοράς να παρουσιάζεται υπό την μορφή γραφήματος στήλης. Η μέγιστη παραγόμενη ισχύ που προκύπτει τον Ιούλιο είναι 1.730,88kWhκαι η ελάχιστη τον Δεκέμβριο στα 733,41kWh.



Εικόνα 3.4: Αποτελέσματα από PVGIS για μηνιαία παραγωγή ενέργειας

3.1.2. Ενεργειακή Επιθεώρηση Β'

Όπως έγινε στο πρώτο κύκλο της μελέτης, όπου αναλύθηκε ενεργειακά η κατοικία πριν την οποιαδήποτε μεταβολή, έτσι και τώρα πρέπει να γίνει μια επανάληψη των εκείνων υπολογισμών, βάση των νέων τιμών.

Για την συμπλήρωση του πίνακα 3.6 που ακολουθεί, χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι τιμές που προβλέπεται από τον πίνακα 3.β της TOTEE 20701-2/2017, όσο και οι τύποι που αναλύθηκαν στην ενότητα 2.1.2 του παρόν εγγράφου. Οι πράξεις υπολογίστηκαν μέσω του προγράμματος MSExcel και επαληθεύτηκαν με την χρήση επιστημονικού κομπιούτερ τσέπης, με τα τελικά αποτελέσματα να αποδίδουν την θερμοπερατότητα του κελύφους για κάθε επί μέρους τύπο, όσο αυτή προβλέπεται από τον KENAK.

Πίνακας 3.6: Πίνακας υπολογισμού θερμομόνωσης κελυφους κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)

Τοιχοποιία (Εξωτερική)			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0229885057
Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	0,1	0,47	0,212765957
Αφρώδης Εξηλασμένη Πολυστερίνη	0,035	0,034	1,02941176
Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	0,1	0,47	0,212765957
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0229885057
U (W/m²K)	R ολικό	Ri	Ra
0,598472451	1,67092069	0,13	0,04
Οροφή			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0229885057
Τσιμεντοκονίαμα για Ενδοδαπέδια	0,2	1,4	0,142857143
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,3	0,0652173913
Αφρώδης Εξηλασμένη Πολυστερίνη	0,035	0,034	1,02941176
Τσιμεντοκονίαμα	0,2	1,4	0,142857143
U (W/m²K)	R ολικό	Ri	Ra
0,503903128	1,9845084181	0,10	0,04
Δάπεδο			
Δομικά στοιχεία	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Ξύλινο Πάτωμα	0,15	0,21	0,714285714
Τσιμεντοκονίαμα για Ενδοδαπέδια	0,2	1,4	0,142857143
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,3	0,0652173913
U (W/m²K)	R ολικό	Ri	Ra
0,915449	1,09236	0,17	0,00

Με δεδομένο πλέον την νέα θερμοπερατότητα των στοιχείων που συντελούν το κέλυφος της κατοικίας, και του αρχιτεκτονικού σχεδίου που έχει παραχθεί για το ριζικά ανακαινισμένο κτίσμα, το επόμενο βήμα είναι η σύσταση του πίνακα θερμικών απωλειών.

Οι θερμικές απώλειες ορίζονται με την εκ νέου ανάλυση της τοιχοποιίας, χρησιμοποιώντας το νέο U που βρέθηκε από τον πίνακα 3.6, τις τιμές για τα νέα κουφώματα και τις νέες θέσεις που κατέχουν, σε συνδυασμό με όλους τους νέους και παλαιούς τοίχους. Οι υπολογισμοί γίνονται ξανά μέσω του MSExcel και τα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα 3.7 που ακολουθεί.

Πίνακας3.7: Πίνακας υπολογισμού θερμικών απωλειών ριζικά ανακαινισμένης κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)

Θερμικές απώλειες								
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	εμβαδόν (m2)	U (W/m2K)	ΔT	P(Watt)	αεροπερατότητα (m3/h)
Τοίχος	Τοίχος στο βορρά	0	90	10,67	0,598472451	18	114,942619	
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στο δωμάτιο 1	0	90	6,30	2,2	18	249,48	8,82
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στην κουζίνα	0	90	6,93	2,2	18	274,428	9,702
Κούφωμα	Πόρτα εισόδου	0	90	2,10	2,2	18	83,16	2,94
Τοίχος	Τοίχος στην ανατολή	90	90	30,87	0,598472451	18	332,547202	
Κούφωμα	Παράθυρο στο μπάνιο 2	90	90	1,00	2,2	18	39,6	1,4
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι	90	90	6,93	2,2	18	274,428	9,702
Τοίχος	Τοίχος στο νότο	180	90	19,24	0,598472451	18	207,262979	
Κούφωμα	Παράθυρο στο μπάνιο 1	180	90	1,00	2,2	18	39,6	1,4
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 2	180	90	2,16	2,2	18	85,536	3,024
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 3	180	90	2,16	2,2	18	85,536	3,024
Κούφωμα	Παράθυρο στην κουζίνα	180	90	1,44	2,2	18	57,024	2,016
Τοίχος	Τοίχος στη δύση	270	90	41,56	0,598472451	18	447,716044	
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 1	270	90	1,44	2,2	18	57,024	2,016
Κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 1	270	90	1,44	2,2	18	57,024	2,016
Κούφωμα	Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι	270	90	3,23	2,2	18	128,0664	4,5276
Οροφή	πλάκα	0	0	147,78	0,503903128	18	1340,4025	
Δάπεδο	έδαφος	0	180	147,78	0,915449	18	2435,131	
						Σύνολο	6308,9087	50,5876

Στην συνέχεια, τα στοιχεία που υπολογίστηκαν στον παραπάνω πίνακα καθώς και το σύνολο των πληροφοριών που συλλέχθηκαν καθ' όλο το κεφάλαιο 3, θα πρέπει να καταγραφούν και να συμπεριληφθούν στο πρόγραμμα του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ για τον τελικό υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης της κατοικίας.

Παρακάτω, ακολουθεί αναλυτικά το σύνολο των πληροφοριών που συλλέχθηκαν και καταγράφηκαν στο πρόγραμμα, καθώς και το τελικό αποτέλεσμα ενεργειακής κατάταξης της κατοικίας. Οι φωτογραφίες έχουν παραχθεί με την μέθοδο της απεικόνισης στιγμιότυπου οθόνης όσο η συγγραφέας συμπληρώνει τα στοιχεία που χρειάζεται το σύστημα για να κάνει τον υπολογισμό.

Βήμα 1: Η πρώτη κιάλας φόρμα που θα κλιθεί κάποιος να συμπληρώσει με το που ξεκινήσει μια νέα μελέτη στο πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ είναι αυτή των γενικών στοιχείων της εγκατάστασης που μελετάτε. Στοιχεία που στην τελική αναφορά ευρημάτων του προγράμματος θα χρησιμοποιηθούν και στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

Γενικά στοιχεία κτιρίου

Χρήση κτιρίου: Μονοκατοικία

Κτίριο Αριθμός: Κτιριακή μονάδα Τίτλος:

ΚΑΕΚ: Ιδιοκτησιακό καθεστώς: Ιδιωτικό

Όνομα ιδιοκτήτη: Δημήτριος Τσιμητρός Ταχυδρομική διεύθυνση:

Υπεύθυνος: Ιδιοκτήτης Ονοματεπώνυμο: Στέλλα Λούγκου

Τηλέφωνο / Φαξ: +30 26950 07717 Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Κατάσταση κατασκευής	Συνοπτική περιγραφή	Πηγή	Έτος Οικ. Αδ.	Έτος
Ολοκληρωμένο	Αρχική ολοκλήρωση έργου	Οικοδομική Άδεια	1963	2022
▶ Ολοκληρωμένο	Ριζική Ανακαίνιση	Πτυχιακή Εργασία		2023

Παλιό Ριζ. ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.) Ριζ. ανακαινιζόμενο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.) Νέο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.)

Κλιματολογικά δεδομένα

Ζάκυνθος Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη: Ζώνη Α

Εικόνα 3.5: Συμπλήρωση γενικών στοιχείων κατοικίας

Βήμα 2: Το επόμενο βήμα είναι ο ορισμός των θερμικών ζωνών ή, στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, την μοναδική θερμική ζώνη της κατοικίας με τα στοιχεία που ζητούνται από το πρόγραμμα και η συμπλήρωση στοιχείων σχετικά με την θερμική ζώνη.

Γενικά ΣΗΘ Φωταβολταϊκά

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 198.33 Ωφέλιμος όγκος (m³): 495.83

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 1 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 147.78 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): 73 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³K): 230

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος A Ψύξη Τύπος A

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 50.58

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 1

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 3.6: Συμπλήρωση στοιχείων θερμικής ζώνης

Βήμα 3: Ακολουθώντας το μενού του προγράμματος και τις καρτέλες που γίνονται διαθέσιμες μετά την συμπλήρωση των στοιχείων θερμικής ζώνης, πρέπει να καταγραφούν τα γενικά στοιχεία της τοιχοποιίας, όπως αυτά υπολογίστηκαν και παραπάνω στον πίνακα 3.7, με πρώτο είδος να είναι τα αδιαφανή στοιχεία (τοιχοί) του κελύφους.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	Τοίχος στο βορρά	0	90	10.67	0.598472	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
2	Τοίχος	Τοίχος στην ανατολή	90	90	30.87	0.598472	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	Τοίχος στο νότο	180	90	19.24	0.598472	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
4	Τοίχος	Τοίχος στη δύση	270	90	41.56	0.598472	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
5	Οροφή	πλάκα	0	0	198.33	0.503903	0.65	0.80	1	1	1	1	1	1
6	Πόρτα	Πόρτα εισόδου	0	90	2.1	2.2	0.3	0.60	1	1	1	1	1	1
* 7														

Εικόνα 3.7: Συμπλήρωση αδιαφανών επιφανειών

Βήμα 4: Στην συνέχεια πρέπει να συμπληρωθούν όσα στοιχεία του κελύφους έχουν επαφή με το έδαφος. Δεδομένου ότι η εγκατάσταση είναι επάνω στο έδαφος και όχι μέσα σε αυτό, το μόνο στοιχείο που μπορεί να συμπληρωθεί εδώ είναι το δάπεδο της κατοικίας.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο -	έδαφος	147.78	0.9154	0		55.39
* 2							

Εικόνα 3.8: Συμπλήρωση σε επαφή με το έδαφος

Βήμα 5: Φυσικά, μετά θα πρέπει να σημειωθούν και τα στοιχεία των κουφωμάτων ή διαφανών επιφανειών όπως αναφέρονται στο πρόγραμμα. Τα στοιχεία αυτά γενικά όπως και στο παραπάνω βήμα, έρχονται απευθείας από τον πίνακα 3.7.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_r
1	Ανοιγόμενη πρόσοψη	Μπαλκονόπορτα στο δωμάτιο 1	0	90	6.3		2.2	0.56	1	1
2	Ανοιγόμενη πρόσοψη	Μπαλκονόπορτα στην κουζίνα	0	90	6.93		2.2	0.56	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στο μπάνιο 2	90	90	1		2.2	0.56	1	1
4	Ανοιγόμενη πρόσοψη	Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι	90	90	6.93		2.2	0.56	1	1
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στο μπάνιο 1	180	90	1		2.2	0.56	1	1
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 2	180	90	2.16		2.2	0.56	1	1
7	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 3	180	90	2.16		2.2	0.56	1	1
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στην κουζίνα	180	90	1.44		2.2	0.56	1	1
9	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 1	270	90	1.44		2.2	0.56	1	1
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	Παράθυρο στο δωμάτιο 1	270	90	1.44		2.2	0.56	1	1
▶ 11	Ανοιγόμενη πρόσοψη	Μπαλκονόπορτα στο σαλόνι	270	90	3.23		2.2	0.56	1	1
* 12										

Εικόνα 3.9: Συμπλήρωση διαφανών επιφανειών

Βήμα 6: Με το αρχιτεκτονικό κομμάτι της εγκατάστασης να έχει συμπληρωθεί στο πρόγραμμα, θα πρέπει να καταγραφούν και τα συστήματα κλιματισμού της κατοικίας, στοιχεία που υπολογίστηκαν παραπάνω στην εργασία αυτή, ξεκινώντας με τα συστήματα θέρμανσης.

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	60	0.66	4.2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2	Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	30	0.96	2.95	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 3				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	28.8	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.945	<input type="checkbox"/>
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	Σπείρωμα Ενδοδαπέδιας	0.94

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	Κυκλοφορητές	3	1.5
▶▶ 2		1	0

Εικόνα 3.10: Συμπλήρωση συστημάτων θέρμανσης

Βήμα 7: Ακολουθεί το σύστημα ψύξης της κατοικίας με τα γενικά στοιχεία που αντιστοιχούν σε αυτό.

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Υδρόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	30	0.96	3.45	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
▶▶ 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	28.8	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.945	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	Σπείρωμα ενδοδαπέδιας	0.94

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1	Κυκλοφορητές	1	0.5
▶▶ 2		1	0

Εικόνα 3.11: Συμπλήρωση συστημάτων ψύξης

Βήμα 8: Ο μηχανικός αερισμός μένει κενός καθώς η εγκατάσταση είναι μονοκατοικία και δεν υπάρχει ούτε χρειάζεται να υπολογιστεί σύστημα μηχανικού αερισμού. Το επόμενο βήμα είναι το ζεστό νερό χρήσης (ZNX).

Θέρμανση Ψύξη **ZNX**

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Λέβητας	Πετρέλαιο	60	0.66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Ηλεκτρισμός	30	0.96	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 3					1											

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακωφορία	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)
1	Τυπικό δίκτυο διανομής	<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. Αν. (-)
1	Δοχείο Αθρόνειας	0.98

Εικόνα 3.12: Συμπλήρωση συστημάτων ZNX

Βήμα 9: Αντίστοιχα θα πρέπει να καταγραφεί και το σύστημα φωτοβολταϊκών πάνελ που θα παίζει σημαντικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα.

Γενικά ΣΗΘ **Φωτοβολταϊκά**

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Σύνδεση
1	Μονοκρυσταλλικό	0.79	41.6	9.84	356	30	1.0	Με συμψηφισμό
*							1	

Εικόνα 3.13: Συμπλήρωση συστήματος Φωτοβολταϊκών

Βήμα 10: Και εν τέλει καταγράφεται στην εφαρμογή ο μη θερμαινόμενος χώρος.

Γενικά

Συνολική επιφάνεια (m²): 50.55 Διείσδυση αέρα (m³/h): 6

Αδιαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_c} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_c} (-)
1	Ταίχος	Ταίχος στο βορρά	0	90	3.37	0.598472	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
2	Ταίχος	Ταίχος στην ανατολή	90	90	20.42	0.598472	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
* 3														

Διαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναίγματος	U (W/m ² K)	g _w (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)
1	Κούφωμα	Πόρτα γκαράζ	0	90	9.67		2.2	1	1	1
* 2	Κούφωμα									

Εικόνα 3.14: Συμπλήρωση μη θερμαινόμενου χώρου

Βήμα 11: Σε αυτό το σημείο τα στοιχεία που πρέπει να καταγραφούν στις διάφορες καρτέλες του προγράμματος έχουν ολοκληρωθεί και συνεπώς, το πρόγραμμα είναι πλέον σε θέση να τα αναλύσει και να παράγει κάποια αποτελέσματα υπό την μορφή έκθεσης. Η έκθεση αυτή γίνεται με στόχο τον υπολογισμό, βάση του προγράμματος, των ενεργειακών απαιτήσεων σε θέρμανση και ψύξη ανά μήνα για την τοποθεσία της κατοικίας και σε συνδυασμό με όλα τα οικοδομικά υλικά που επιλέχθηκαν για την κατασκευή της.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	7.8	0.0	1.7	0.0
ΦΕΒ	6.4	0.0	1.5	0.0
ΜΑΡ	4.8	0.0	1.6	0.0
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.4	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.3	1.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	11.4	1.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	18.1	0.9	0.0
ΑΥΓ	0.0	17.3	0.9	0.0
ΣΕΠ	0.0	4.0	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	2.2	0.0	1.4	0.0
ΔΕΚ	6.5	0.0	1.6	0.0
ΣΥΝ	28.3	53.2	15.7	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	44.4	0.0	2.4	0.0
ΦΕΒ	38.5	0.0	2.2	0.0
ΜΑΡ	36.8	0.0	2.3	0.0
ΑΠΡ	7.5	0.0	2.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.8	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.9	1.5	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.4	1.4	0.0
ΑΥΓ	0.0	9.0	1.3	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.5	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.8	0.0
ΝΟΕ	29.3	0.0	2.0	0.0
ΔΕΚ	41.2	0.0	2.3	0.0
ΣΥΝ	197.6	24.4	22.4	0.0

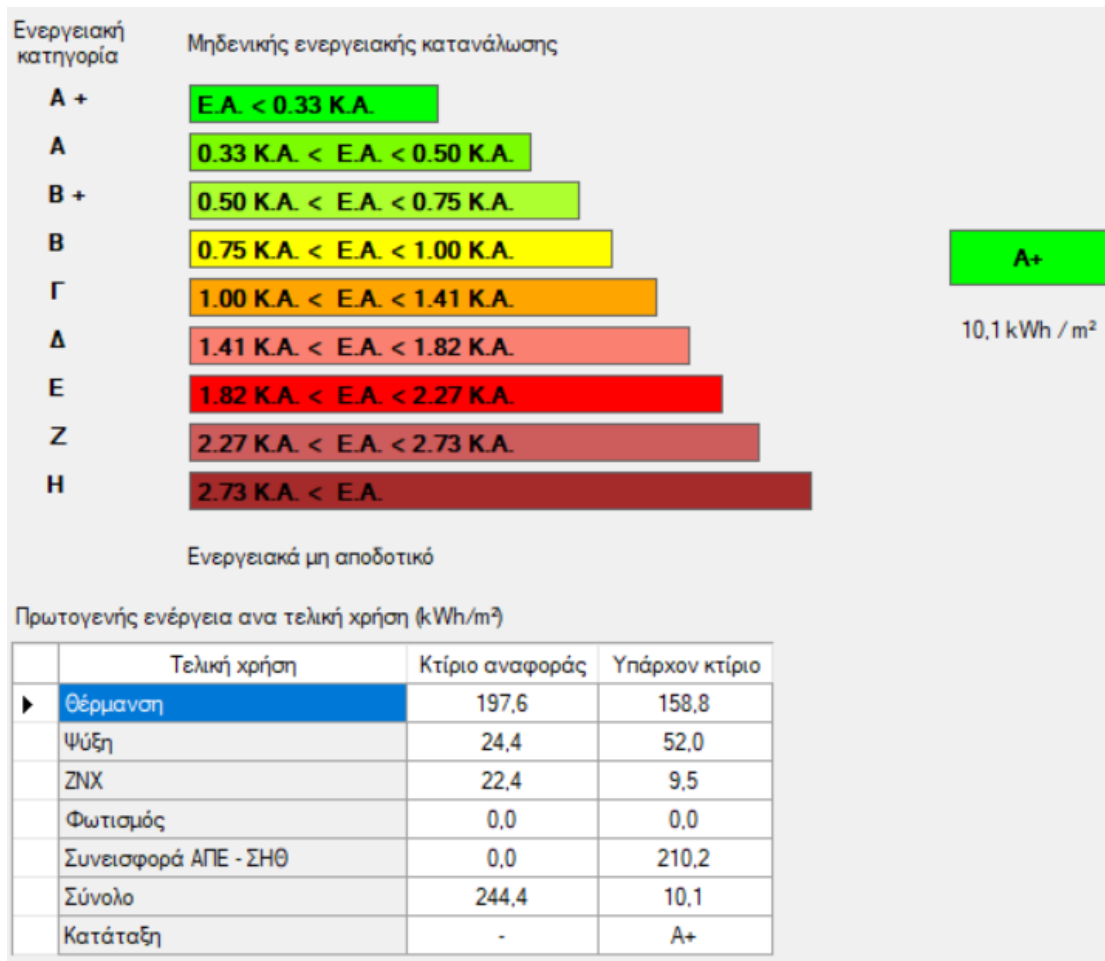
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	22.0	0.0	2.2	0.0
ΦΕΒ	18.7	0.0	2.0	0.0
ΜΑΡ	16.8	0.0	2.1	0.0
ΑΠΡ	3.1	0.0	1.9	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.3	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.2	1.2	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.2	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.6	0.0
ΝΟΕ	12.0	0.0	1.8	0.0
ΔΕΚ	19.8	0.0	2.1	0.0
ΣΥΝ	92.3	8.4	20.4	0.0

Εικόνα 3.15: Δημιουργία έκθεσης υπολογισμένων αποτελεσμάτων

Βήμα 12: Με την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των δεδομένων που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα και την δημιουργία της έκθεσης για τα υπολογισμένα αποτελέσματα, σειρά έχει ο έλεγχος της τελικής κατάταξης της κατοικίας στην περίπτωση που η ριζική ανακαίνιση είχε εφαρμοστεί.

Τα αποτελέσματα αν και αρκετά θετικά σε σημείο που η ενεργειακή κατάταξης της κατοικίας καταλήγει στην κατηγορία A+, δεν φέρνουν την κατοικία σε πραγματικά μηδενικό ισοζύγιο με τα δεδομένα που αρχικά υπολογίστηκαν.



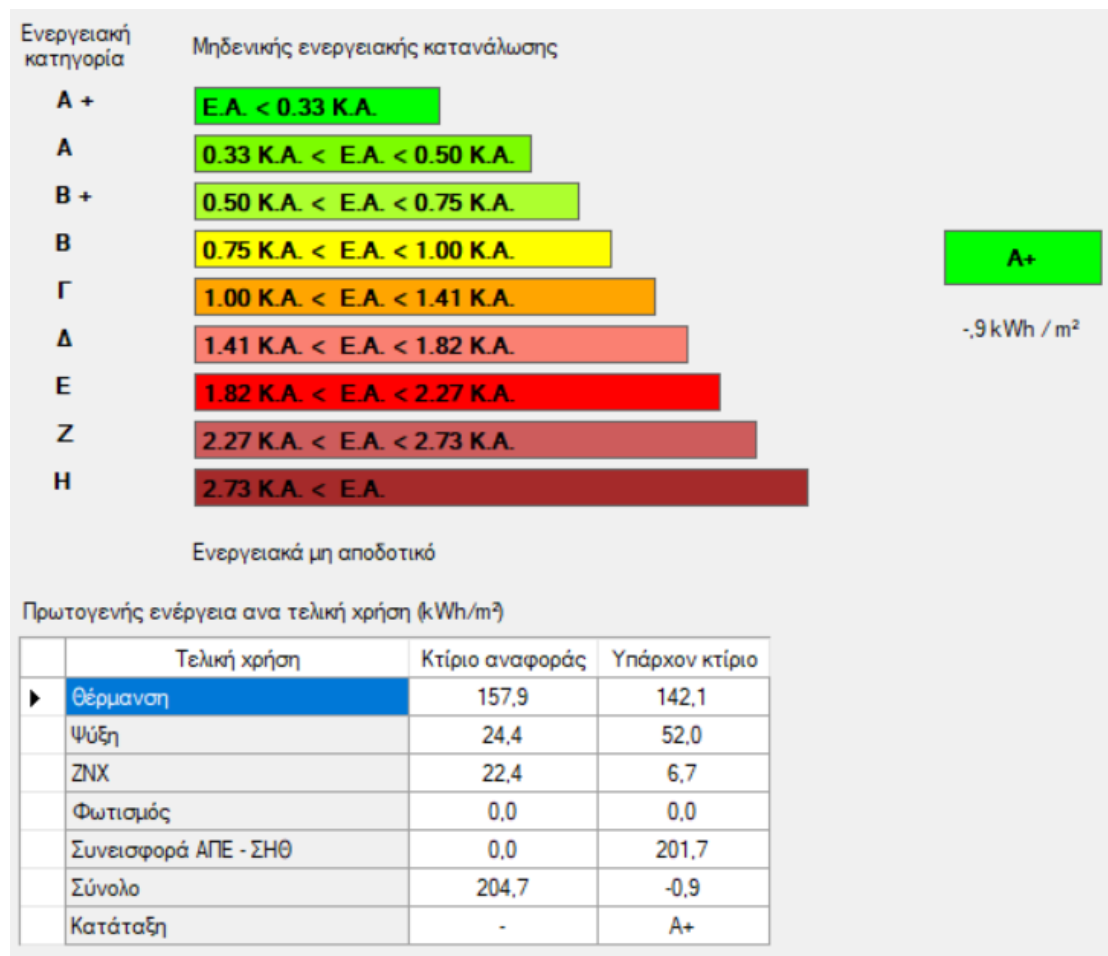
Εικόνα 3.16: Λήψη αποτελέσματος ενεργειακής κατάταξης

Μικρές αλλαγές που επιλέγονται σε αυτό το σημείο για την επίτευξη του ενεργειακού ισοζυγίου, είναι η χρήση καλύτερων συνθετικών κουφωμάτων. Παράλληλα γίνεται μορφοποίηση της μέσης χρήσης της αντλίας θερμότητας και του λέβητα πετρελαίου με την αντλία θερμότητας να παίρνει την θέση ως κύρια πηγή θερμότητας και Ζεστού νερού χρήσης με ποσοστό 70 / 30 έναντι της αντλίας πετρελαίου.

Ακόμα, για τους πιο ελαφριούς σε απαιτήσεις θέρμανσης μήνες γίνεται επιλογή της χρήσης μόνο της αντλίας θερμότητας. Τα φωτοβολταϊκά διαμοιράζονται σε όλη την επιφάνεια της πλάκας για τον ομοιόμορφο καταμερισμό παραγωγής ηλεκτρισμού ανά τετραγωνικό κατοικίας. Έτσι, εκτελώντας το πρόγραμμα εκ νέου τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι:

Παραγωγή		Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
►	1	Λέβητας	Πετρέλαιο	60	0.66	4.2	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
	2	Κεντρική υδράυμικη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	30	0.96	2.95	0.7	0.7	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0.7
* 3					1	1												

Παραγωγή		Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
►	1	Λέβητας	Πετρέλαιο	60	0.66	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	2	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Ηλεκτρισμός	30	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
* 3					1												



Εικόνα 3.17: Λήψη αποτελέσματος τελικής ενεργειακής κατάταξης

Με την ολοκλήρωση της λήψης αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα, παρατηρείται ότι πλέον το ενεργειακό ισοζύγιο που προκύπτει κατά την εκτέλεση του προγράμματος ενεργειακής επιθεώρησης είναι αρνητικό, που στην περίπτωση της πτυχιακής εργασίας σημαίνει ότι όλες οι ενεργειακές απαιτήσεις της εγκατάστασης καλύπτονται πλήρως.

Το ποσό είναι αρκετά μικρό στην αρνητική πλευρά του ισοζυγίου και έτσι η συγγραφέας το θεωρεί αμελητέο καθώς η παραγωγή δεν είναι σταθερή, ούτε απαραίτητα η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς το πρόγραμμα δεν συνυπολογίζει την κατανάλωση ενέργειας από τις ηλεκτρικές συσκευές ούτε το πόσο πραγματικά καλό είναι το φωτοβολταϊκό που έχει επιλεγεί. Πλέον, η συγγραφέας είναι σε θέση να ελέγξει την βιωσιμότητα ενός τέτοιου εγχειρήματος ενεργειακής αναβάθμισης μιας κατοικίας μέσω ριζικής ανακαίνισης για την επίτευξη ενεργειακά μηδενικού ισοζυγίου με την ανάλυση και τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται στην ενότητα 3.2.

3.2. Οικονομικός έλεγχος βιωσιμότητας μελέτης

Στην τελευταία ενότητα της πτυχιακής εργασίας θα προσεγγίσουμε με την μέθοδο της απλής απόσβεσης το οικονομικό όφελος και συνάμα τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης της συγκεκριμένης οικίας. Για να επιτύχουμε τον τελικό στόχο προϋποθέτει να γνωρίζουμε το το κόστος της συνολικής αναβάθμισης το οποίο απαρτίζεται από:

- Κόστος αναβάθμισης τοιχοποιίας-περιβάλλοντα χώρου
- Κόστος αναβάθμισης κουφωμάτων
- Κόστος αναβάθμισης συστημάτων ψύξης-θέρμανσης-ZNX
- Κόστος αναβάθμισης φωτιστικών σωμάτων-ηλ. συσκευών
- Κόστος αναβάθμισης έξυπνου σπιτιού
- Κόστος αναβάθμισης ΑΠΕ

Κόστος αναβάθμισης τοιχοποιίας-περιβάλλοντα χώρου

Το κόστος της συγκεκριμένης αναβάθμιση καθώς προϋποθέτει εξειδικευμένο συνεργείο και απαρτίζεται από πολλά κομμάτια ερωτήθηκε εργοληπτική εταιρεία και λήφθηκε προσφορά για ολόκληρη την αναβάθμιση. Το κόστος από την προσφορά της εργοληπτικής εταιρεία ανέρχεται στις 18000 € συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ.

Κόστος αναβάθμισης κουφωμάτων

Το κόστος αναβάθμισης των κουφωμάτων για να προσεγγιστεί ερωτήθηκε εξειδικευμένο συνεργείο αλουμινίων-κουφωμάτων της περιοχής το οποίο ανταποκρίθηκε άμεσα δίνοντας μια προσεγγιστική προσφορά της τάξεως των 18500€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ σύμφωνα με τις διαστάσεις και τα κριτήρια που εμείς θέσαμε από τα προηγούμενα κεφάλαια.

Κόστος αναβάθμισης συστημάτων ψύξης-θέρμανσης-ZNX

Ύστερα από έρευνα τιμών η αντλία θερμότητας ανέρχεται στα 2600€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ ο υπόλοιπος εξοπλισμός για θέρμανση ψύξη και ζεστό νερό χρήσης κοστολογείται στα 9800 συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ και της εργασίας από την εκάστοτε εταιρεία εγκατάστασης υδραυλικών ειδών.

Κόστος αναβάθμισης φωτιστικών σωμάτων-ηλ. συσκευών

Το κόστος αναβάθμισης των φωτιστικών σωμάτων σε τύπου LED για να προσεγγιστεί ερωτήθηκε εξειδικευμένο ηλεκτρολογικό συνεργείο της περιοχής το οποίο ανταποκρίθηκε άμεσα δίνοντας μια προσεγγιστική προσφορά της τάξεως των 500€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα κριτήρια που εμείς θέσαμε από τα προηγούμενα κεφάλαια. Το κόστος των ηλεκτρικών συσκευών έχει οροθετηθεί στα 3000€ με το ΦΠΑ.

Κόστος αναβάθμισης έξυπνου σπιτιού

Το κόστος αναβάθμισης σε έξυπνη κατοικία για να προσεγγιστεί ερωτήθηκε εξειδικευμένο συνεργείο της περιοχής το οποίο ανταποκρίθηκε άμεσα δίνοντας μια προσεγγιστική προσφορά της τάξεως των 4500€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ σύμφωνα με τα κριτήρια που εμείς θέσαμε από τα προηγούμενα κεφάλαια.

Κόστος αναβάθμισης ΑΠΕ

Ύστερα από έρευνα τιμών τα 16 φωτοβολταϊκά πάνελ ανέρχονται στα 12800€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ ο λοιπός εξοπλισμός υπολογίζεται στα 4000€ με ΦΠΑ και εγκατάσταση.

Αναβάθμιση	Κόστος (€)
Τοιχοποιίας-περιβάλλοντα χώρου	18000
Κουφωμάτων	18500
Συστημάτων ψύξης-θέρμανσης-ZNX	12400
Φωτιστικών σωμάτων-ηλ. συσκευών	3500
Έξυπνου σπιτιού	4500
ΑΠΕ	16800
ΣΥΝΟΛΟ	73700

Πίνακας3.8: Πίνακας υπολογισμού κόστους αναβάθμισης κατοικίας (Πηγή: Μελέτη σε Excel)

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2 η οικογένεια ανήκει στην δεύτερη κατηγορία επιδότησης σύμφωνα με τα εισοδηματικά κριτήρια συνεπώς δικαιούται 70% επιδότηση του συνολικού κόστους της αναβάθμισης. Το συνολικό κόστος που θα πληρώσει η οικογένεια είναι 22110 €.

Για να υπολογίσουμε την περίοδο απόσβεσης θα πρέπει πρώτα να έχουμε προυπολογίσει την ετήσια κατανάλωση σε αναγόμενή σε χρήματα. Το ετήσιο ενεργειακό κόστος της κατοικίας μπορεί εύκολα να βρεθεί από την μελέτη του ΚΕΝΑΚ που μας προσδιορίζει την ενέργεια ανά τετραγωνικό μέτρο. Αναλυτικότερα στην αρχική ανάλυση πριν την αναβάθμιση η οικία χρειάζεται 168,2Kwh/m², όπου στα 150m² ετησίως η οικία χρειαζόταν 25230 Kwh από τις οποίες το 70% προέρχεται από την καύση του πετρελαίου και το υπόλοιπο 30% από ηλεκτρική ενέργεια. Με τιμή κιλοβατώρας 0.08 και τιμή πετρελαίου θέρμανσης 1.10 το ενεργειακό ετήσιο κόστος της οικίας είναι 3650 €. Θεωρούμε πως η αξία της ενεργειακής αναβάθμισης δεν φθίνει με τον χρόνο. Μετά την αναβάθμιση η οικία έχει μηδενικό έως και αρνητικό ελάχιστο ισοζύγιο. Άρα η οικογένεια ετησίως κερδίζει 3600€.

$$\text{Έτη απόσβεσης} = \frac{\text{Κόστος επένδυσης}}{\text{Ετήσιο κέρδος}} = \frac{22110}{3600} = 6 \text{ χρόνια και } 51 \text{ ημέρες}$$

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναδεικνύει την χρησιμότητα του λογισμικού TEE KENAK στην βέλτιστη ενεργειακή μελέτη μιας οικίας. Αναλυτικότερα προσδιορίσαμε διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν τις ενεργειακές απώλειες και πως αυτές μεταφράζονται σε οικονομική ζημία. Επιπροσθέτως στην διάρκεια της πτυχιακής εργασίας προσεγγίσαμε ένα πακέτο αναβαθμίσεων το οποίο εκμηδένισε το ενεργειακό ισοζύγιο με κόστος 20110 ευρώ συμπεριλαμβανομένης της επιδότησης που δικαιούται το νοικοκυριό. Τέλος η απόσβεση της επένδυσης προκύπτει μετά το πέρας των 6 ετών και 51 ημερών, συνεπώς είναι μια κερδοφόρα αναβάθμιση η οποία προϋποθέτει την εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης χωρίς να συνυπολογίζονται φυσικές καταστροφές και εξωτερικές παρεμβάσεις με δόλο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [01] Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Μαΐου 2010 , για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [\[Link\]](#)
- [02] Ηλεκτρονική Ιστοσελίδα, Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων [\[Link\]](#)
- [03] Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία: Η Επιτροπή προτείνει την ενίσχυση της ανακαίνισης και της απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές κτιρίων [\[Link\]](#)
- [04] Ευρωπαϊκή Επιτροπή: Σχεδόν Μηδενικής Ενέργειας Κτίρια – Κτίρια Μηδενικών Εκπομπών [\[Link\]](#)
- [05] Ηλεκτρονική Ιστοσελίδα, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Ενεργειακοί Επιθεωρητές – ΚΕΝΑΚ [\[Link\]](#)
- [06] Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων [\[Link\]](#)
- [07] Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αρ. Φύλλου 407, Τεύχος Δεύτερο, 9 Απριλίου 2010 [\[Link\]](#)
- [08] Υπουργείο Οικονομικών, Ταμείο ανάκαμψης και ανθεκτικότητας «NextGenerationEU - Ελλάδα 2.0» [\[Link\]](#)
- [09] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας «Εξοικονομώ 2023», Ελληνική Δημοκρατία, Χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης [\[Link\]](#)
- [10] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86 – 1992 «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα: Διανομή κρύου – ζεστού νερού» [\[Link\]](#)
- [11] A. Bhati, M. Hansen, C. Man Chan, «Energy conservation through smart homes in a smart city: A lesson for Singapore households» Energy Policy, Volume 104, 2017, Pages 230-239, ISSN 0301-4215, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.032>. [\[Link\]](#)
- [12] Περιβάλλον και Ενέργεια, «Κατανάλωση Ενέργειας στα Νοικοκυριά», Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) [\[Link\]](#)
- [13] European Commission, «Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) – SARAH2», European Union [\[Link\]](#)
- [14] N-Type ABC Black Hole Series «AIKO-A-MAH72Mb datasheet», AIKO [\[Link\]](#)