



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΙΑΣ ΕΛΑΦΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ –  
ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ



ΔΙΟΝΥΣΗΣ ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΣ  
ΡΑΦΑΗΛ ΛΟΥΚΑ

ΑΜ 5606  
ΑΜ 6495

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και η εξάντληση των φυσικών πόρων έχει ενισχύσει την ανάγκη δημιουργίας εναλλακτικών λύσεων. Πρωταρχικό λόγο λαμβάνει η εξοικονόμηση ενέργειας που αποσκοπεί στην τόσο στην προστασία του περιβάλλοντος, στην παγκόσμια οικονομία όσο και στην κάλυψη κοινωνικών και αναπτυξιακών αναγκών.

Έχοντας πρωταρχικό σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έπειτα από την πρώτη ενεργειακή κρίση του 1973, εφάρμοσε τα πρώτα εθνικά προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας. Τα προγράμματα αυτά κατάφεραν να αποφέρουν εντυπωσιακά αποτελέσματα στη μείωση της κατανάλωσης αυτής, με ποσοστό 25% (Ντέμης.2014). Στην Ελλάδα την τελευταία διετία πραγματοποιείται προσπάθεια εφαρμογής εθνικού προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας, το ονομαζόμενο ως «εξοικονομώ».

Την 9<sup>η</sup> Απριλίου του 2010 εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ (Φ.Ε.Κ 407/9.4.2010), ο οποίος εναρμονίστηκε προς την κοινοτική οδηγία 91/2000 περί ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Στην παρούσα πτυχιακή αναφέρονται οι ισχύουσες νομοθεσίες της Ελλάδας και της Κύπρου περιλαμβανομένων των απαιτούμενων παραμέτρων, που αφορούν τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Παρουσιάζεται συνοπτικά ο υπολογισμός των απαιτούμενων συντελεστών και εκπονείται μελέτη ενεργειακής απόδοσης όπου προκύπτει και η ενεργειακή του κατάταξη. Τέλος προτείνονται επεμβάσεις που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας για το κτίριο που μελετάται.

**Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών:** Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουν επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουν υπεύθυνα ότι είναι συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχουν δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία τους όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησαν και έλαβαν ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουν επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουν ενσωματώσει στην εργασία τους προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουν πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουν αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

(Υπογραφή)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εκπονείται στην Πάτρα, για το τμήμα Μηχανολογίας του ΑΤΕΙ Πάτρας, και αφορά την ενεργειακή μελέτη κτιρίου που χωροθετείται στην Κύπρο.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εισαγωγή σχετικά με την ενέργεια, στην οποία αναφέρονται οι μορφές ενέργειας αιολική, γεωθερμική, ηλιακή, η ενέργεια του νερού αλλά και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έπειτα, αναφέρονται χαρακτηριστικά της θερμότητας και της μετάδοσής της αλλά και σε στοιχεία όπως η θερμομόνωση. Τέλος, εξηγείται η αναγκαιότητα εκπόνησης της παρούσας μελέτης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αρχικά πραγματοποιείται μια ιστορική αναδρομή ενώ στη συνέχεια αναφέρονται οι ισχύουσες νομοθεσίες που αφορούν την ενεργειακή κατανάλωση για την χώρα της Ελλάδας και της Κύπρου. Επιπλέον, δίνονται ορισμοί και βασικά χαρακτηριστικά που θα μελετηθούν στο τρίτο κεφάλαιο.

Στο τρίτο κεφάλαιο δίνονται τα βασικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη κτιρίου καθώς επίσης υπολογίζονται οι απαιτούμενοι συντελεστές που θα χρησιμοποιηθούν για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης με την βοήθεια του λογισμικού Κ.Εν.Α.Κ.. Τέλος, παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθούνται κατά την χρήση του παραπάνω λογισμικού με στόχο τον υπολογισμό κατάταξης του κτιρίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, πραγματοποιούνται σενάρια παρεμβάσεων, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης και την αναβάθμισή του όσο το δυνατόν πιο κοντά σε αυτό της μηδενικής κατανάλωσης.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα οικονομικά στοιχεία των παρεμβάσεων, ξεχωριστά για το κάθε ένα καθώς και τα έτη που θα πραγματοποιηθεί η απόσβεσή τους.

Λέξεις- κλειδιά: ενεργειακή κατανάλωση, ενεργειακή απόδοση, Κ.Εν.Α.Κ, Α.Π.Ε, κτίρια μηδενικής κατανάλωσης.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ .....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ.....	8
1.1    ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	8
1.2    ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	12
1.3    ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	14
1.3.1    Θερμότητα.....	14
1.1.2    Μηχανισμοί μεταφοράς θερμότητας .....	15
1.2    ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ .....	16
1.2.1    Τρόποι θερμομόνωσης.....	17
1.3    ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	20
1.3.1    Χαρακτηριστικά και τρόποι εφαρμογής .....	20
1.3.2    Μηχανικές ιδιότητες .....	20
1.3.3    Χημική συμπεριφορά και ανθεκτικότητα.....	20
1.3.4    Κατηγοριοποίηση θερμομονωτικών υλικών .....	20
1.3.5    Τα κυριότερα θερμομονωτικά υλικά.....	21
1.4    ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	23
2.1    ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	23
2.2    ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	23
2.3    Κ.Εν.Α.Κ.....	24
2.4    ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	25
2.5    ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ- ΑΥΤΟΝΟΜΩ.....	27
2.6    ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΠΡΟ .....	28
2.7    ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	29
2.8    ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ .....	30
2.9    ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΠΡΟΥ .....	30
2.10    ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	30
2.11    ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ .....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> – ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.....	34
3.1    ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	34
3.2    ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	34
3.3    ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	34
3.3.1    Τοπογραφία κτιρίου .....	34
3.3.2    Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο .....	35
3.3.3    Περιγραφή δομικών στοιχείων του κτιρίου .....	35
3.3.4    Διαφανή στοιχεία.....	40

3.4 ΣΚΙΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ .....	40
3.4.1 Συντελεστές σκίασης υπό μελέτη κτιρίου .....	41
3.4.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα $F_{hor}$ .....	41
3.4.3 Συντελεστής σκίασης από πρόβλους $F_{ove}$ .....	42
3.4.4 Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές $F_{fin}$ .....	43
3.5 ΗΛΕΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	45
3.5.1 Συστήματα θέρμανσης .....	45
3.5.2 Συστήματα ψύξης .....	45
3.5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ .....	45
3.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....	45
3.6.1 Σύστημα τεχνητού φωτισμού .....	45
3.6.2 Σύστημα αερισμού .....	46
3.7 ΠΡΟΣΟΜΟΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Κ.Εν.Α.Κ .....	46
3.7.1 Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα .....	47
3.7.2 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ .....	48
3.7.3 Διάταξη ελέγχου και αυτοματισμών .....	48
3.7.4 Διείσδυση αέρα από χαραμάδες .....	48
3.7.5 Κέλυφος .....	50
3.7.6 Διαφανή δομικά στοιχεία .....	53
3.7.7 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις .....	53
3.8 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ .....	58
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> – ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	60
4.1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ .....	60
4.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΥΡΑΣ .....	62
4.3 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ .....	63
4.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ .....	64
4.5 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	65
4.7 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ .....	66
4.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ .....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	69
5.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....	69
5.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....	70
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	72

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

A.Π.Ε	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
U	Συντελεστής θερμοπερατότητας
Κ.Εν.Α.Κ.	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
m	Μέτρα
h	Ωρα
°C	Βαθμοί Κελσίου
Kw/h	Kilowatt ανά ώρα
ΚΜΚ	Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης

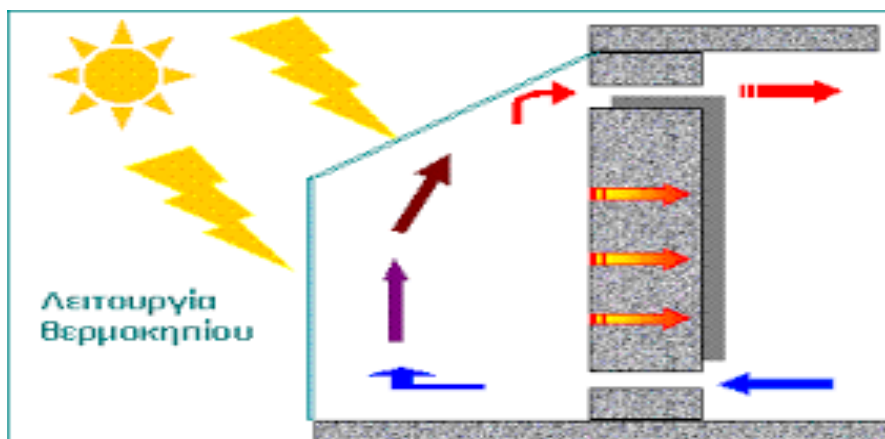
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ

## 1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τα αποθεματικά είναι καταθέσεις φυσικών πόρων όπως καύσιμα, στοιχεία και ορυκτά που είναι γνωστό ότι υπάρχουν με ένα λογικό επίπεδο βεβαιότητας με βάση γεωλογικές και μηχανικές μελέτες. Αυτά τα αποθεματικά είναι επίσης ανακτήσιμα οικονομικά με τεχνολογίες που υπάρχουν σήμερα. Τα αποθέματα ενέργειας παρουσιάζουν τάχιστα μείωση, γεγονός που είναι ανησυχητικό για την επιβίωσή μας. Η άμετρη κατανάλωση των ήδη υπαρχόντων αποθεμάτων θέτει σε κίνδυνο την ίδια ύπαρξη της ανθρωπότητας, συνεπώς αναζητούνται διαρκώς νέοι πόροι για την διασφάλιση της βιωσιμότητας των ανθρώπων. Οι αναζητήσιμοι πόροι πρόκειται να αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο, καθώς το παρόν αποτελεί μία αναφορά στα είδη ενέργειας που υφίστανται και χρησιμοποιούνται ήδη, καθώς επίσης και στην διαχείρισή τους.

Εκκινώντας, ένα από τα κύρια είδη ενέργειας αποτελεί η ηλιακή, η οποία θεωρείται ως μία ήπια μορφή ενέργειας με αυξημένες προσδοκίες, κυρίως σε χώρες στις οποίες παρουσιάζονται μεγάλα ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας όπως η Ελλάδα και η Κύπρος. Παρά το γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία εκτιμάται ετησίως σε  $1,1 \cdot 10^{29}$  mj, μόνο τα  $5,4 \cdot 10^{18}$  mj φθάνουν στη γη, μόλις ένα μικρό ποσοστό της ηλιακής ενέργειας η οποία καταφθάνει αξιοποιείται. Η αξιοποίησή της πραγματοποιείται μέσω τεχνολογιών, οι οποίες χρησιμοποιούν την θερμότητα αλλά και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από τον ήλιο για χρήση θέρμανσης και ψύξης της κτηριακής υποδομής αλλά και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας υλοποιείται με τους τρόπους οι οποίοι αναλύονται στη συνέχεια.

Τα συστήματα τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω, εστιάζουν στην κατάλληλη διαχείριση των δομικών στοιχείων των κτηρίων και κάνοντας χρήση των νόμων της μεταφοράς θερμότητας συλλέγουν, αποθηκεύουν κατάλληλα και τη διανέμουν στο χώρο. Ο τρόπος λειτουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται από τα συστήματα αυτά, για την συλλογή της ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, εγκλωβίζεται μέσω γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και διανέμεται η συλλεγόμενη θερμότητα στο εσωτερικό του χώρου. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας του φαινομένου που προαναφέρθηκε.



Εικόνα 1.1 Διαδικασία εφαρμογής φαινομένου του θερμοκηπίου.



- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Στα ενεργειακά συστήματα αφού γίνει η συλλογή της ηλιακής ενέργειας, μετατρέπεται σε θερμότητα και στη συνέχεια διανέμεται, χρησιμοποιώντας ως μέσο μεταφοράς κάποιο ρευστό ή αέρα. Ακόμα, τα συστήματα αυτά έχουν ευρεία χρήση σε βιομηχανικές διεργασίες, σε αγροτικές μονάδες αλλά και στη θέρμανση και ψύξη χώρων. Η πιο κοινή χρήση των ενεργειακών συστημάτων ενέργειας, αποτυπώνεται στους ηλιακούς θερμοσίφωνες.



*Εικόνα 1.2 Ηλιακός θερμοσίφωνας*

Η αλλαγή στη σύσταση κάποιων υλικών, όπως των ημιαγωγών, λόγω ηλιακής ακτινοβολίας δημιούργησε την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω του «φωτοβολταϊκού φαινομένου». Τα ηλιακά κύτταρα αποτελούνται από ημιαγωγούς, για το λόγο αυτό έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό, όπου παράγονται ποσότητες ενέργειας οι οποίες αξιοποιούνται από τους παραγωγούς τους (Χασικίση,2010).



*Εικόνα 1.3 Φωτοβολταϊκά πάνελ*

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας εμφανίζεται στην Ελλάδα κυρίως σε εφαρμογές θερμικής υπόστασης, όπως είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες και τα φωτοβολταϊκά. Το Ελληνικό κράτος, καθώς επίσης και η Ευρωπαϊκή ένωση προωθούν τη χρήση και ανάπτυξη των ΑΠΕ μέσω χρήσης της ηλιακής ενέργειας.

Ακόμα μία μορφή ενέργειας αποτελεί η γεωθερμική, η οποία αντλείται από τα πετρώματα της γης, τα υπόγεια ύδατα και αέρια που βρίσκονται στο εσωτερικό της. Η δημιουργία της είναι αποτέλεσμα διάσπασης ραδιενεργών ισωτόπων όπως είναι το ουράνιο κ.α. τα οποία βρίσκονται στο μανδύα της γης. Η συσσωρευμένη γεωθερμική ενέργεια βρίσκει δίοδο εξόδου με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού, μέσω της οποίας λαμβάνει χώρα η εκμετάλλευσή της. Οι μορφές που εμφανίζονται, χρησιμοποιούνται είτε άμεσα για παροχή θερμού νερού κυρίως οικιακής χρήσης είτε μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια.



*Εικόνα 1.4 Γεωθερμική ενέργεια*

Επίσης, οι εκμεταλλεύσιμες ενέργειες παράγονται και από τη θάλασσα. Η ορθή εκμετάλλευση των παλιρροιών, των κυμάτων και των ωκεανών μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή μεγάλων ενεργειακών αποθεμάτων για τη χρήση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο παραπάνω τρόπος διαχείρισης των παλιρροιών δεν αποτελεί μία πρακτική η οποία πραγματοποιείται μόνο τα τελευταία χρόνια. Στα πλαίσια αυτά, ως παράδειγμα αυτής της πρακτικής, παρατηρείται πως εκατοντάδες χρόνια πριν τα νερά των ωκεανών δεσμεύονταν και μέσω της αποθηκευμένης ενέργειας κινούσαν νερόμυλους. Η αποθήκευση πραγματοποιείτο μέσω της κατασκευή φραγμάτων, τα οποία γέμιζαν μέσω των παλιρροιών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εντοπίζεται κατά το έτος 1581, και αφορά στην κατασκευή αντίστοιχου χαρακτήρα φράγματος στο Λονδίνο όπου η παροχή νερού επιτυγχάνονταν μέσω της αξιοποίησης του ποταμού Τάμεση. Ακόμα, αναφορικά με το προαναφερθέν παράδειγμα, μερικοί από τους σημαντικότερους σταθμούς που εκμεταλλεύονταν την ενέργεια των παλιρροιών προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν στη Γαλλία, στη πόλη της La Rance και στην Ρωσία στην πόλη της Kislaya Cryba.



*Εικόνα 1.5 Εκμετάλλευση ενέργειας κυμάτων*

Τέλος, όσο αφορά στην αιολική ενέργεια, παράγεται μέσω της διαρκής κίνησης του ανέμου. Η κίνηση αυτή πραγματοποιείται λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, της ανομοιογένειας του εδάφους και φυσικά της περιστροφικής κίνησης της γης. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της ανομοιογένειας της επιφάνειας δημιουργείται ανομοιόμορφη θέρμανση σε συγκεκριμένα μέρη της, όπου και παράγονται άνεμοι. Η δύναμη του ανέμου έχει την ικανότητα να κινήσει τόσο ιστιοφόρα πλοία, όσο και ανεμόμυλους, όπου στους τελευταίους πραγματοποιείται και η εκμετάλλευση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σημαντική επισήμανση στο πεδίο αυτό αποτελεί η παρατήρηση πως αν καταστεί δυνατόν να εκμεταλλευτεί όλη η αιολική ενέργεια για ένα έτος θα είναι η διπλάσια από αυτή που χρειάζεται η γη σε ηλεκτρική ενέργεια για το ίδιο χρονικό περιθώριο. Οι ρίζες της ενέργειας αυτής όπως και της γεωθερμικής, εντοπίζονται από την αρχαιότητα. Από εκείνη κιόλας την εποχή ο άνθρωπος είχε αντιληφθεί την δύναμή του ανέμου, γεγονός, το οποίο γίνεται αντιληπτό μέσω των βιβλίων της μυθολογίας με έντονες αναφορές στον Αίοιο, τον θεό του ανέμου, και τη δύναμη του, η οποία φαίνεται να έχει επιδραστική ικανότητα για την ανθρώπινη ζωή. Η χρήση της αιολικής ενέργειας αποδεικνύεται ακόμα, και από την κίνηση των πλοίων των χρόνων εκείνων, αλλά και από τη χρήση του ανεμόμυλου στο γεωργικό τομέα. Παρά τη δύναμη που εμφάνιζε η αιολική ενέργεια, παραγκωνίστηκε μετά την εμφάνιση των ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, η χρήση του συγκεκριμένου τύπου ενέργειας επανήλθε κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1970, περίοδος η οποία χαρακτηρίζεται από την έξαρση της πετρελαϊκής κρίσης. Από την δεκαετία αυτή και έπειτα, ξεκίνησε η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα με αυξανόμενο ρυθμό (Χασικίδη, 2010).



Εικόνα 1.6 Εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας τότε και τώρα.

Γίνεται αντιληπτό λοιπόν, πως οι παραπάνω μορφές ενέργειας αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εύρυθμης λειτουργίας της κοινωνίας και της οικονομικής άνθισης αυτής λόγω της φιλικότητάς τους προς το περιβάλλον γεγονός που θα συζητηθεί στο επόμενο υποκεφάλαιο.

## 1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εμφανίζεται στην ανθρώπινη καθημερινότητα, με εντονότερο αποτύπωμα κατά τα τελευταία χρόνια. Παρόλα αυτά δεν έχουν γίνει ακόμα κατανοητός ο βαθμός σημασίας του ρόλου που διαδραματίζουν τόσο για την ανθρώπινη ζωή γενικότερα, όσο και ειδικότερα για την επιστημονική κατανόηση και διερεύνηση του όρου «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας». Σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού είτε λόγω άγνοιας, είτε λόγω άρνησης δεν αντιλαμβάνεται πως η μαζική χρήση των ΑΠΕ αποτελεί τον μοναδικό τρόπο διάσωσης του περιβάλλοντος από τις διάφορες καταστροφικές δραστηριότητες που ενεργούν εναντίον του.

Η κύρια ουσία η οποία συνθέτει την καταστροφή αυτή του περιβάλλοντος, είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το οποίο πλέον αποτελεί τον κυριότερο υπεύθυνο για την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το αέριο αυτό παράγεται από την επεξεργασία ορυκτών καυσίμων από το οποίο το 50% αυτών των ρύπων απορροφάται από το επίγειο οικοσύστημα ενώ το υπόλοιπο 50% διαχέεται στην ατμόσφαιρα, κάτι που επιδεινώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση και ακολούθως το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αρκετές χώρες, με ανεπτυγμένο βιομηχανικό τομέα, φαίνεται να επιδεινώνουν την αύξηση του φαινομένου με την παραγωγή μεγάλων ποσοστών ρύπων. Πιο συγκεκριμένα, η Ευρώπη, ως συνένωση κρατών, συμβάλει κατά 10% στο σύνολο των ετήσιων επίγειων ρύπων, η Βόρεια Αμερική με ποσοστό κατά 14% ενώ η Κίνα συμβάλει με ποσοστό της τάξεως του 27% έχοντας την πρώτη θέση στην κατάταξη, σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη το 2013 (Anon., 2013). Το διοξείδιο του άνθρακα δεν αποτελεί ωστόσο τη μόνη ρυπαντική ουσία. Άλλες ουσίες είναι επίσης τα αιωρούμενα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου και το τροποσφαιρικό όζον. Ακόμα, οι ουσίες αυτές, συμβάλλουν επίσης στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και εμφανίζονται από την καύση ορυκτών καυσίμων με σκοπό την παραγωγή ενέργειας, τις μεταφορές, τα νοικοκυριά αλλά και από τις βιομηχανικές διεργασίες και την χρήση διαλυτών, την γεωργία και την διαχείριση των αποβλήτων (“Ατμοσφαιρική ρύπανση,” 2020).

Οι ρύποι δημιουργούν προβλήματα τόσο στο ίδιο το περιβάλλον όσο και στην υγεία του ανθρώπου. Ξεκινώντας από το περιβάλλον, παρατηρείται η εμφάνιση φαινομένων όπως η οξίνιση, και ο ευτροφισμός κατά το οποίο απορρίπτονται θρεπτικά συστατικά από το οικοσύστημα όπως επίσης συμβαίνει και σε καλλιέργειες οι οποίες εκτίθενται σε μεγάλα ποσοστά όζοντος. Όσο αφορά στην υγεία του ανθρώπου, δημιουργούν προβλήματα νευρολογικά και αναπνευστικά και επηρεάζουν το αναπαραγωγικό σύστημα των παιδιών που δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένα (Χαϊνης, 2016).

Με βάση τα προαναφερόμενα, γίνεται αντιληπτό πόσο σημαντική είναι η χρήση των ΑΠΕ στην καθημερινότητα. Βασικό είναι σε πρώτη φάση να αποσαφηνιστεί ο όρος ΑΠΕ. Στα πλαίσια αυτά, ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζονται όλες εκείνες τις μορφές ενέργειας οι οποίες παράγονται μέσω διάφορων φυσικών διαδικασιών όπως είναι ο άνεμος, η κυκλοφορία του νερού, η γεωθερμία και η ακτινοβολία του ήλιου. Το πρώτο βασικό χαρακτηριστικό των ΑΠΕ αποτελεί η άφθονη και δωρεάν εύρεσή τους στη φύση. Το δεύτερο χαρακτηριστικό τους απορρέει από τη δυνατότητα αέναης χρήσης που παρέχουν, καθώς δεν προκαλούν καμία μόλυνση στο περιβάλλον. Ακόμα, στα χαρακτηριστικά που διαθέτουν εντάσσεται η παραδοχή πως η ενέργεια που παράγουν δεν είναι εξαγωγήμια συνεπώς είναι εκμεταλλεύσιμη στο τόπο που εμφανίζονται, ανεξάρτητα από την απόσταση

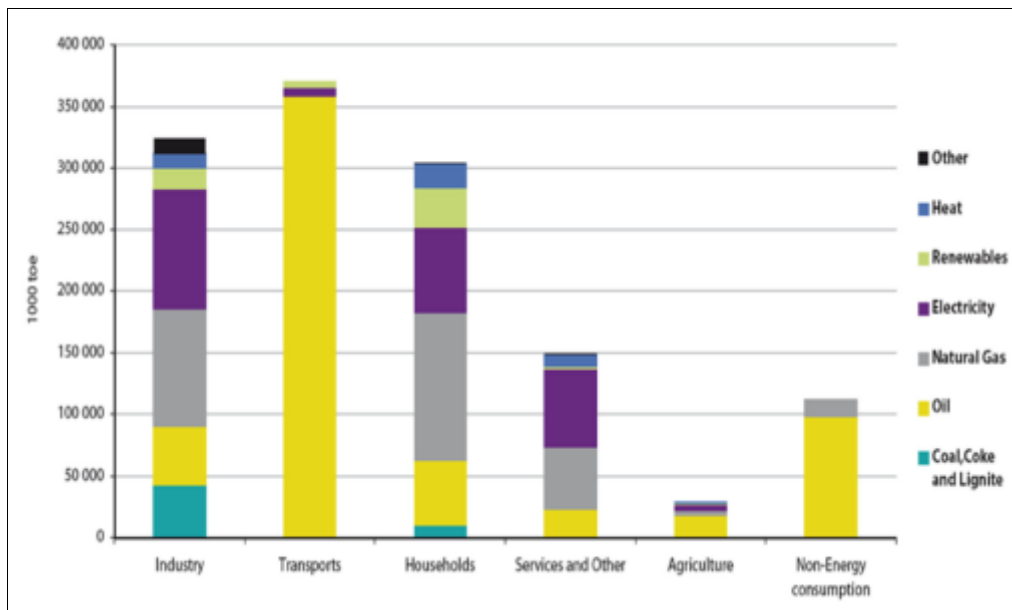
από το αστικό κέντρο. Τέλος, οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη τεχνολογιών σε τομείς όπως ο ερευνητικός και ο κατασκευαστικός, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι δύναται να προσφέρουν καινούριες θέσεις εργασίας σε πολλούς νέους επιστήμονες (Γιακουμής, 2021). Στον παρακάτω πίνακα της EWEA φαίνεται η πρόβλεψη εξέλιξης της απασχόλησης στη πράσινη οικονομία για τη χώρα της Γερμανίας.

Πίνακας 1.1 Renewable Energy: Employment Effects, Impact of the Expansion of Renewable Energy on the German Labour Market, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety June 2006.

	2010	2020	2030
Gross employment <sup>3</sup>			
ExS "cautious"	244 102	306 691	332 848
ExS "cautious optimistic"	262 893	353 541	415 010
Net employment <sup>4</sup> ExS "cautious" and EPS "DLR 2005 + CO <sub>2</sub> "	46 040	56 610	62 040
Employees <sup>5</sup>	55 230	73 600	84 410
Net employment <sup>4</sup> ExS "cautious" and EPS "Surcharge <sup>2</sup> "	46 330	61 140	94 540
Employees <sup>5</sup>	55 520	78 270	118 910
Net employment <sup>4</sup> ExS "cautious optimistic" and EPS "DLR 2005 + CO <sub>2</sub> "	55 250	89 910	113 700
Employees <sup>5</sup>	65 870	112 800	147 500
Net employment <sup>4</sup> ExS "cautious optimistic" and EPS "Surcharge <sup>2</sup> "	55 510	94 410	146 230
Employees <sup>5</sup>	66 120	117 440	182 060

Προχωρώντας στην ανάλυση, σχετικά με την προσφορά εργασίας, είναι σημαντικό να μην παραληφθούν και τα οικονομικά οφέλη που παρέχονται μέσω της χρήσης των ΑΠΕ. Τόσο εγχώριες όσο και διεθνής εταιρίες, κυρίως κατασκευαστικές, ενδιαφέρονται τους για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, γεγονός που αναπτύσσει την γενική εικόνα αλλά και οικονομία της εκάστοτε χώρας.

Οι ΑΠΕ παρέχουν τη δυνατότητα χρήσης σε διάφορους τομείς στην καθημερινότητα όπως στην κίνηση των οχημάτων, στη λειτουργία των σπιτιών αλλά και στη γεωργική παραγωγή κ.α. Η κατανάλωση της ενέργειας που πραγματοποιείται από τα νοικοκυριά πρώτα και έπειτα από τα οχήματα, αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό παγκοσμίως, κάτι που οδηγεί αναπόφευκτα στην σκέψη και αναζήτηση νέων τρόπων φιλικών προς το περιβάλλον, για την παραγωγή και κατανάλωσή της. Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται ο καταμερισμός της ενέργειας ανά τομέα χρήσης.



Εικόνα 1.7 Καταμερισμός μορφών ενέργειας ανά τομέα [Πηγή: Eurostat]

Κάποιοι από τους τρόπους παραγωγής ενέργειας με την χρήση ΑΠΕ αποτελούν οι ανεμογεννήτριες, τα φράγματα, τα φωτοβολταϊκά αλλά και η χρήση υβριδικών και ηλεκτρικών οχημάτων. Σημαντικό στο σημείο αυτό είναι να αναφερθεί πως η Ελλάδα βρίσκεται χαμηλά στην κατάταξη αναφορικά με τη χρήση ΑΠΕ, προς την παραγωγή ενέργειας, με πρώτη στην κατάταξη να βρίσκεται η Ισλανδία, η οποία παράγει το 100% της ενέργειας που καταναλώνει μέσω Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, γεγονός που την καθιστά ως πρότυπο ενέργειας. Αν και η ηλιακή ακτινοβολία είναι ελάχιστη λόγω της γεωγραφική θέσης της Ισλανδίας, η γεωθερμία είναι από τους κύριους τρόπους παραγωγής και διάθεσης ενέργειας. Η χώρα διαθέτει πληθώρα ηφαιστειών εξαιτίας των τεκτονικών πλακών πάνω στους οποίους εγκαθίσταται, με επακόλουθο την διάθεση 600 θερμικών πηγών. Το 13% της ενέργειας παράγεται μέσω υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων ενώ το υπόλοιπο 87 % από την γεωθερμία (Λεχουρίτη, 2020).

Συνοψίζοντας τις πληροφορίες που παρατέθηκαν πιο πάνω, γίνεται αντιληπτό το πόσο απαραίτητο είναι να πραγματοποιηθεί αλλαγή στον τρόπο που γίνεται η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας με τρόπους φιλικούς προς το περιβάλλον και επομένως στον άνθρωπο, μέσω της χρήσης των ΑΠΕ.

## 1.3 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### 1.3.1 Θερμότητα

Η θερμότητα αποτελεί το είδος ενέργειας το οποίο μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας. Η μέτρηση του ποσού θερμότητας που μεταφέρεται είναι αυτό που απασχολεί κυρίως την επιστήμη της θερμοδυναμικής. Η επιστήμη αυτή αποτελείται, μεταξύ άλλων, από δύο βασικούς νόμους, οι οποίοι θα αναλυθούν, καθώς αποτελούν σημαντικό στοιχείο για την πορεία της παρούσας πτυχιακής. Ο πρώτος νόμος ο οποίος ονομάζεται και αρχή της ενέργειας, αναφέρεται στη δυνατότητα που έχει η ενέργεια να αλλάζει μορφή και στην αδυναμία δημιουργίας της και εξαφάνισής της. Στο νόμο αυτό στηρίχθηκε και το

χαρακτηριστικό των ΑΠΕ που αναφέραμε πιο πάνω, σχετικά με την ανανεωσιμότητα. Συνεπώς, γίνεται κατανοητό πως η αρχική ενέργεια που λαμβάνεται θα πρέπει να είναι ίση με την επεξεργάζουσα στον τελικό απολογισμό. Ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής αναφέρεται στη μεταφορά ενέργειας που πραγματοποιείται ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, το στοιχείο με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία είναι αυτό που μεταφέρει τη θερμότητα στο στοιχείο με τη μικρότερη. Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα βάση του δεύτερου νόμου πως η μεταφορά θερμότητας σταματά όταν και τα δύο στοιχεία αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία (Cengel 2005; Serway 1990).

### 1.1.2 Μηχανισμοί μεταφοράς θερμότητας

Η μεταφορά της θερμότητας δεν πραγματοποιείται πάντοτε με τον ίδιο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν τρεις τρόποι-μηχανισμοί, οι οποίοι κάποιες φορές συνυπάρχουν, συνδυάζονται ή και αλληλοεπιδρούν. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι η αγωγή, η συναγωγή και η ακτινοβολία.

#### Αγωγή

Κατά την αγωγή, η μεταφορά της θερμότητας γίνεται από τα πιο ενεργά σωματίδια της ουσίας προς τα λιγότερα ενεργά εξαιτίας της αλληλοεπίδρασης μεταξύ τους. Η μεταφορά θερμότητας με αγωγή μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο στα στερεά και υγρά όσο και στα αέρια. Κατά τις περιπτώσεις υγρών και αερίων η μεταφορά πραγματοποιείται κατά την τυχαία σύγκρουση και διάχυση των σωματιδίων μεταξύ τους. Αντίθετα στα στερεά, οφείλεται στις ταλαντώσεις των μορίων μεταξύ τους όπου πραγματοποιείται από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Ο ρυθμός αγωγής της θερμότητας είναι άρρητα συνδεδεμένος με την γεωμετρία του μέσου, το πάχος, την πυκνότητα, το υλικό αλλά και από την διαφορά της θερμοκρασίας που έχουν οι δύο ουσίες.



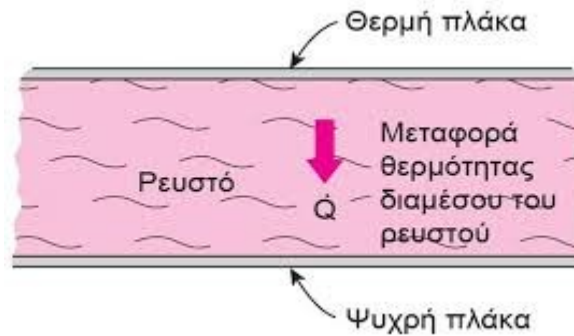
*Εικόνα 1.8 Μεταφορά θερμότητας με αγωγή*

Στην εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα μεταφοράς θερμότητας με αγωγή ανάμεσα σε στερεό και αέριο. Παρατηρείται λοιπόν ότι η μετάδοση πραγματοποιείται από την ζεστή φλόγα προς τη μεταλλική ράβδο, όπου τα σωματίδια της μεταλλικής πλάκας, λόγω των ταλαντώσεων, μεταφέρουν τη θερμότητα μέχρι το χέρι.

#### Συναγωγή

Κατά την μεταφορά θερμότητας μέσω της συναγωγής απαραίτητη είναι η παρουσία ρευστού. Αναλυτικότερα, η μεταφορά πραγματοποιείται ανάμεσα σε μία στερεή ουσία και σε ένα κινούμενο ρευστό όπου περιλαμβάνεται και ο μηχανισμός της αγωγής. Τα είδη της συναγωγής είναι δύο, η ελεύθερη και η εξαναγκασμένη. Κατά την ελεύθερη συναγωγή, η κίνηση του ρευστού οφείλεται σε ανυψωτικές

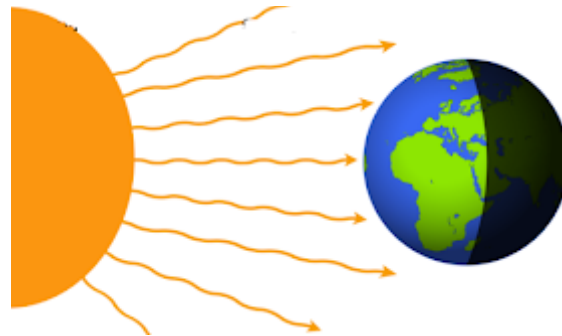
δυνάμεις οι οποίες δημιουργούνται από την διαφορά θερμοκρασίας του ρευστού. Στην περίπτωση της εξαναγκασμένης συναγωγής, το ρευστό διαχέεται στην επιφάνεια του στερεού μέσω εξωτερικών δυνάμεων, που το εξαναγκάζει στη κίνηση αυτή, με το ρυθμό της κίνησης του ρευστού να είναι ανάλογη με την μετάδοση της θερμότητας (Cengel 2005; Καρέκος 2001).



Εικόνα 1.9 Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή

### Ακτινοβολία

Τέλος, υπάρχει η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία, η οποία μεταφέρεται με τη χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Αυτό συμβαίνει λόγω των μεταβολών που γίνονται στην ηλεκτρονική διαμόρφωση των μορίων και πραγματοποιείται από την μορφή ενέργειας που εκπέμπουν τα σώματα λόγω της θερμοκρασίας τους. Σημαντικό να αναφερθεί είναι πως όλα τα σώματα με βαθμό θερμοκρασίας πάνω από το απόλυτο μηδέν ( $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) έχουν την ικανότητα να εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία (Χριστοδούλου,2016). Η πιο απλή περίπτωση μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία είναι από τον ήλιο.



Εικόνα 1.10 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

## 1.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η θερμομόνωση, αποτελεί μία διαδικασία κατά την οποία γίνεται επέμβαση στην εσωτερική και εξωτερική τοιχοποιία η οποία σκοπό έχει την ελαχιστοποίηση της διαφυγής της θερμικής ενέργειας (Υπηρεσία Ενέργειας, 2010). Η μείωση και ελαχιστοποίηση αυτής, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με την οποία τροφοδοτούνται τα διάφορα τεχνικά στοιχεία που αφορούν τη διαδικασία θέρμανσης- ψύξης. Ακολουθώντας τις απαιτήσεις σχετικού διατάγματος και εφαρμόζοντας σωστά την διαδικασία της θερμομόνωσης η μείωση μπορεί να



εμφανίσει σημαντική διαφορά από την αρχική εικόνα του κτιρίου. Οι απαιτήσεις διαφέρουν ανά χώρα και ζώνη κλίματος λόγω διαφοράς θερμοκρασίας και αναγκών (Νικολάου, 2020). Πιο συγκεκριμένα, η θερμομόνωση αποτελεί ένα προστατευτικό περίβλημα το οποίο είναι απαραίτητο σε υποστυλώματα, δοκούς, τοιχοποιίες αλλά και στέγες ή οροφές.

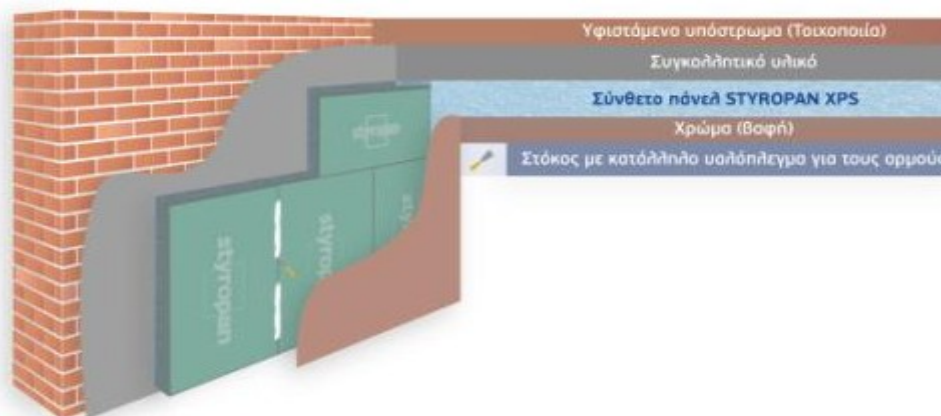
Έχοντας τοποθετήσει τη βάση κανονισμών, μέσω της θερμομόνωσης σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται αρχικά, η υγιεινή, η άνεση και η καλύτερη διαβίωση των ατόμων που κάνουν χρήση του κτιρίου, ενώ στη συνέχεια παρέχεται οικονομικό όφελος στην κατανάλωση ενέργειας όσο αφορά τις ενεργειακές απαιτήσεις που έχει το κτίριο. Επιπλέον, επιτυγχάνεται η μείωση των θορύβων που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον, αφού τα υλικά της θερμομόνωσης ως επί το πλείστον είναι και ηχομονωτικά. Τέλος, η χρήση θερμομόνωσης συνιστά στην προστασία του περιβάλλοντος αφού η κατανάλωση της απαιτούμενης ενέργειας μειώνεται αισθητά με αποτέλεσμα την μείωση και της εκπομπής ρύπων προς την ατμόσφαιρα (Νικολάου, 2020). Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί αναφορά στους τρόπους θερμομόνωσης των προαναφερόμενων στοιχείων του κτηρίου.

### 1.2.1 Τρόποι θερμομόνωσης

#### Εξωτερική τοιχοποιία, υποστυλώματα και δοκοί

Η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας, των υποστυλωμάτων και των δοκών μπορεί να πραγματοποιηθεί με την προσθήκη θερμομονωτικών τούβλων είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά. Σημαντικό είναι η θερμομόνωση η οποία παρέχεται να είναι επαρκής απέναντι στις απαιτήσεις των κανονισμών. Επιπλέον, θα πρέπει να είναι συνεχής χωρίς κενά και θερμογέφυρες και να παρέχει προστασία από την διείσδυση της υγρασίας.

Η τοποθέτηση θερμομόνωσης στο διάκενο, εφόσον υπάρχει, γίνεται ανάμεσα στον εσωτερικό και εξωτερικό τοίχο όπου είναι συνήθως κατασκευασμένοι από τούβλα. Εναλλακτικά, κάποιες φορές γίνεται η χρήση θερμομονωτικών τούβλων, όπως για παράδειγμα τούβλα από κυψελωτό σκυρόδεμα ή τούβλα που αποτελούνται από την κατασκευή τους από μονωτικά υλικά. Έτσι, δεν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση επιπλέον υλικών θερμομόνωσης κατά την κατασκευή του κτιρίου.



Εικόνα 1.11 Παράδειγμα εξωτερικής θερμομόνωσης.

### Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εξωτερικής θερμομόνωσης

Ως βασικότερο πλεονέκτημα της εξωτερικής θερμομόνωσης αποτελεί η επίδοση που προσφέρει στην διατήρηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του χώρου μετά την διακοπή της θέρμανσης. Επακόλουθο είναι η εξοικονόμηση ενέργειας καθώς θα γίνεται λιγότερη χρήση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Με την τοποθέτηση της θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία επιτυγχάνεται η συνέχειά της χωρίς διακοπές οπότε και παρέχεται η μέγιστη μονωτική ικανότητα. Ακόμα, αποφεύγεται η συστολή και διαστολή των δομικών στοιχείων αφού προστατεύονται από την εξωτερική θερμομόνωση. Τέλος, επιπλέον πλεονέκτημα αποτελεί η αποφυγή μείωσης του ωφέλιμου εμβαδού του χώρου αφού βρίσκεται εξωτερικά. Σημαντικό μειονέκτημα ωστόσο εμφανίζεται στη περίπτωση που είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί σε υφιστάμενη κατοικία με ανομοιόμορφη επιφάνεια, καθώς υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης ρωγμών. Επιπλέον, το κόστος για την τοποθέτησή της σε υφιστάμενο κτήριο είναι αρκετά μεγαλύτερο σε σχέση με την περίπτωση να πραγματοποιηθεί κατά την κατασκευή του κτιρίου.

### Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, υποστυλωμάτων και δοκών

Παρότι η εξωτερική θερμομόνωση παρέχει ένα φράγμα προστασίας από τις εξωτερικές συνθήκες, η εσωτερική θερμομόνωση των δομικών στοιχείων που αποτελούν το εσωτερικό του κτιρίου είναι απαραίτητη για την άμεση απόδοση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

### Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εσωτερικής θερμομόνωσης

Όσο αφορά στην εσωτερική θερμομόνωση εντοπίζονται κάποια πλεονεκτήματα καθώς και κάποια μειονεκτήματα. Αναλυτικότερα, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην εσωτερική θερμομόνωση δεν διαβρώνονται από εξωτερικούς παράγοντες όπως ο ήλιος, η υγρασία κ.α.. Επιπλέον, είναι οικονομικότερα από αυτά που χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους του κτιρίου. Παρόλα αυτά με την εσωτερική θερμομόνωση, η απόδοση δεν είναι μεγάλη καθώς δεν προσφέρει διατήρηση της θερμότητας αφότου γίνει η διακοπή θέρμανσης. Επιπλέον, τα δομικά στοιχεία δεν προστατεύονται από συστολές και διαστολές που προκύπτουν από τις θερμοκρασίες του εξωτερικού περιβάλλοντος καθώς επίσης υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης υγρασίας εσωτερικά του χώρου λόγω εγκλωβισμού των υδρατμών. Για την αποφυγή του τελευταίου δύναται να τοποθετηθεί φράγμα υδρατμών μπροστά από το μονωτικό υλικό κάτι όμως που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του ωφέλιμου εμβαδού του χώρου.

### Θερμομόνωση κουφωμάτων

Τα κουφώματα αποτελούν τα ανοίγματα πλευρικά στην τοιχοποιία, τα οποία είναι σε άμεση επαφή με το περιβάλλον. Επομένως, παίζουν βασικό ρόλο στην κατανάλωση ενέργειας που αφορά την θέρμανση και ψύξη του κτιρίου. Η χρήση κατάλληλων κουφωμάτων μπορούν να αποφέρουν ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης αυτής. Τα κουφώματα αυτά, θα πρέπει να αποτελούνται από υαλοπίνακες και σκελετό που θα καλύπτουν τις θερμομονωτικές απαιτήσεις όπως

επίσης θα πρέπει να ικανοποιούν την ανάγκη για στεγανοποίηση έτσι ώστε να μην διαφεύγει η θερμότητα από τυχόν χαραμάδες. Η απώλεια αυτή παρατηρείται κυρίως στις παλιές ή κακές κατασκευές.

### Πλαίσια

Το ιδανικότερο υλικό των πλαισίων, των υλικών που πλαισιώνουν τα κουφώματα, είναι το αλουμίνιο. Αντίθετα, το ξύλο ή τα πλαίσια από συνθετικά υλικά παρουσιάζουν χαμηλή ικανότητα θερμομόνωσης.

### Παντζούρια

Τα παντζούρια, αν και δεν χρησιμοποιούνται πάντα, στην περίπτωση που τοποθετούνται, η ιδανική τοποθέτησή τους είναι σε συνέχεια με το θερμομονωτικό υλικό των τοίχων. Παρότι παρατηρείται η τοποθέτησή τους ανάμεσα στην τοιχοποιία (διάκενο), θα πρέπει να αποφεύγεται καθώς συντελεί στην απώλεια θερμότητας.

### Υαλοπίνακες

Η χρήση διπλών υαλοπινάκων ή η χρήση θερμομονωτικού υλικού ανάμεσά τους είναι η καλύτερη επιλογή, καθώς προσφέρει θερμομόνωση αλλά και ηχομόνωση. Παρόλα αυτά, για να αποφέρουν θετικά αποτελέσματα όσο αφορά την θερμομόνωση, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και συμπληρωματικά στοιχεία όπως είναι τα στοιχεία σκίασης.

### Οροφή

Εκτός από τις εσωτερικές και εξωτερικές τοιχοποιίες, σημαντική εξίσου είναι και η θερμομόνωση των οροφών των κτιρίων. Διατίθενται δύο είδη θερμομόνωσης, πάνω από την πλάκα και κάτω από την πλάκα. Ξεκινώντας με την θερμομόνωση κάτω από την πλάκα, παρατηρούνται ομοιότητες με την θερμομόνωση της εσωτερικής τοιχοποιίας. Το είδος αυτό χρησιμοποιείται όταν υπάρχει ανάγκη για άμεση απόδοση του κλιματισμού και το μονωτικό τοποθετείται είτε πριν είτε μετά την σκυροδέτηση. Συνήθως, καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος, με γυψοσανίδα ή με ψευδοροφή, αν το ύψος του χώρου μας το επιτρέπει (Χριστοδούλου,2016). Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα είναι και αυτά παρόμοια με της εσωτερικής τοιχοποιίας. Τα υλικά δεν επηρεάζονται από τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος και παρέχει άμεση απόδοση. Η θερμότητα όμως δεν διατηρείται μετά την διακοπή της θέρμανσης και η εμφάνιση υγρασίας είναι και σε αυτό το κομμάτι πιθανόν εμφανής.

Αντίθετα, με την θερμομόνωση πάνω από την πλάκα επιτυγχάνεται η διατήρηση της θερμότητας και μετά την διακοπή της θέρμανσης. Επιπλέον, τα υλικά της θερμομόνωσης αυτής είναι απαραίτητο να προστατευτούν από τις τυχόν επιδράσεις της υγρασίας, τοποθετώντας τα είτε πάνω είτε κάτω από την πλάκα. Με το είδος αυτό, πραγματοποιείται εξοικονόμηση ενέργειας ενώ δεν διαφοροποιείται το ύψος του κτηρίου αφού τα υλικά τοποθετούνται εξωτερικά.

## 1.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα θερμομονωτικά υλικά συντελούν στη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας που αποτελούν τα δομικά στοιχεία. Ο συντελεστής αυτός έχει ως στόχο την μείωση απώλειας θερμότητας (Καρέκος, 2001). Για τα στοιχεία που η μεταφορά θερμότητας πραγματοποιείται με αγωγή, σημασία δίδεται στο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) ενώ στα σύνθετα δομικά στοιχεία, σημασία δίνεται στο συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ) (Παπαδόπουλος, 2013).

### 1.3.1 Χαρακτηριστικά και τρόποι εφαρμογής

Το κόστος αγοράς καθώς και οι φυσικοχημικές ιδιότητές φαίνεται να αποτελούν βασικά κριτήρια για την επιλογή ενός θερμομονωτικού υλικού. Χαρακτηριστικά των υλικών αυτών αποτελούν ο συντελεστής αγωγιμότητας, ο συντελεστής θερμοπερατότητας, η ειδική θερμότητα και ο συντελεστής διαστολής, ο οποίος αποτρέπει την καταστροφή της στεγάνωσης.

Τα υλικά δύναται να εφαρμοστούν είτε αποκτώντας τα έτοιμα από το εμπόριο είτε κατασκευάζοντάς τα επί τόπου στο έργο. Σημαντικό είναι να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας τόσο για το προσωπικό εργασίας όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος, κάτι που προτρέπει τον συνεχή έλεγχο καθ' όλη την διάρκεια της κατασκευής.

### 1.3.2 Μηχανικές ιδιότητες.

Οι μηχανικές ιδιότητες που απαιτείται να χαρακτηρίζονται τα υλικά αυτά είναι η αντοχή σε θλίψη, κάμψη, εφελκυσμό και στις δονήσεις αλλά και σε αντοχή στη γήρανση. Επιπλέον, απαιτούμενες ιδιότητες αποτελούν η κατάλληλη πυκνότητα, η ελαστικότητα και η ευθραυστότητα, ενώ είναι σημαντικό να επιλέγονται σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες.

### 1.3.3 Χημική συμπεριφορά και ανθεκτικότητα.

Όσο αφορά τις χημικές ιδιότητες, τα υλικά θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από αντοχή στη διάβρωση αλλά και στους μικροοργανισμούς για αποφυγή μικροζημιών. Επίσης, σημαντική αποτελεί η θερμική αντοχή ανάλογα με τις απαιτούμενες ανάγκες του έργου και η αντοχή στην υγρασία. Σε ειδικές περιπτώσεις, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αντοχή σε διάφορα αέρια, στην υπεριώδη ακτινοβολία και στο θαλασσινό αλάτι (Καλκάνης et al, 2001).

### 1.3.4 Κατηγοριοποίηση θερμομονωτικών υλικών

Η κατηγοριοποίηση των θερμομονωτικών υλικών πραγματοποιείται με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Όσο αφορά την χημική σύνθεση, τα υλικά διαχωρίζονται σε οργανικά, ανόργανα και σύνθετα ενώ με βάση την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους διαχωρίζονται σε τρεις επιμέρους κατηγορίες:

- Ορυκτά υλικά όπου είναι η άμμος, ο βωξίτης το γυαλί κ.κ.
- Πρώτες ύλες για αφρώδες πλαστικό, όπως είναι η ουλευάνη και η φορμαδεΰδη.
- Φυσικά οργανικά υλικά, όπως είναι ο φελλός, το ξύλο, το μαλλί κ.α..

Ο διαχωρισμός με βάση τη δομή τους γίνεται σε αφρώδη, ινώδη και κοκκώδη (Παπαδόπουλος, 2004).

### 1.3.5 Τα κυριότερα θερμομονωτικά υλικά

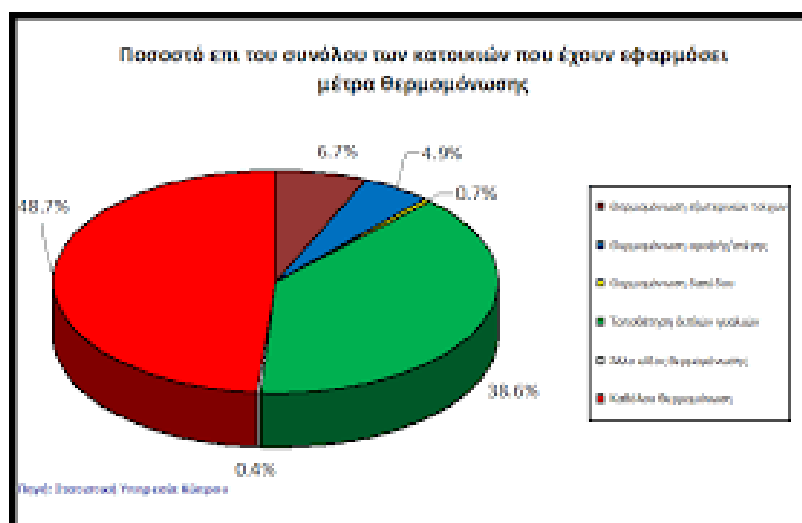
Τα πιο συνήθη και κυριότερα υλικά για χρήση θερμομόνωσης αποτελούν ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη, η πολυουρεθάνη, τα εύκαμπτα θερμομονωτικά υλικά και τέλος, τα φαινολικά μονωτικά υλικά. Το υλικό που εμφανίζει αυξημένη χρήση είναι ο υαλοβάμβακας, ο οποίος αποτελείται από μεγάλους μήκους ίνες γυαλιού χρώματος λευκού. Ο υαλοβάμβακας παράγεται από ορυκτές πρώτες ύλες όπως αλουμίνα, ραζορίτη, πυριτική άμμο και ανθρακική σόδα.

## 1.4 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε και προηγουμένως, το μεγαλύτερο ποσοστό στην κατανάλωση ενέργειας την κατέχουν τα κτίρια με ποσοστό μάλιστα 40%. Αυτό συνέβαλε στο γεγονός, επικέντρωσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τον τομέα της βελτίωσης των παραγωγικών διαδικασιών με σκοπό την αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής των πολιτών της, όσο αφορά την ελαχιστοποίηση της ενέργειας που καταναλώνουν.

Είναι γεγονός επίσης, πως τα υφιστάμενα κτίρια σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες καταναλώνουν μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας σε σχέση με τις νέες κατασκευές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζονται αυξημένες προοπτικές για εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από ενεργειακή αναβάθμιση, περισσότερο στα υφιστάμενα κτίρια από ότι στα νεόκτιστα.

Όσο αφορά την περιοχή της Κύπρου, εξαιτίας του γεγονότος πως μέχρι και το 2007 δεν υπήρχε νομοθεσία που αφορούσε την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων δεν παρουσίαζε βασική θερμομόνωση και κατ' επέκταση χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Αναλυτικότερα, το 54% των κτιρίων δεν φέρει καμία θερμομόνωση, το 43% έχει διπλούς υαλοπίνακες, το 7% φέρει θερμομόνωση στην εξωτερική τοιχοποιία και μόνο το 6% φέρει θερμομόνωση στην εσωτερική τοιχοποιία [Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου]. Ένα ποσοστό 4% αφορά κτίρια που χτίστηκαν μετά το 2008 και εμπίπτουν στην νομοθεσία όπου υποχρεώνει την παρουσία θερμομόνωσης έτσι ώστε να μπορέσει να εκδοθεί άδεια δόμησης (Ιωάννου, 2016).



Εικόνα 1.12 ποσοστά θερμομονωμένων κτηρίων στην Κύπρο.

Με βάση τα παραπάνω γνωστοποιημένα στοιχεία, η ανάγκη της υφιστάμενης μελέτης είναι απαραίτητη, καθώς η ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών στην Κύπρο αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Με την παρούσα μελέτη θα πραγματοποιηθεί ανάλυση εκ πρώτης όψεως στη διαφοροποίηση που εμφανίζει η Κύπρος, τόσο νομοθετικά όσο και κλιματολογικά ενώ στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μελέτη για την κατανάλωση ενέργειας μιας υφιστάμενης κατοικίας. Τέλος, θα δοθούν πιθανά σενάρια αλλαγών ενεργειακού ενδιαφέροντος με σκοπό την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας στην υφιστάμενη κατοικία.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

### **2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

Η ανάγκη του ανθρώπου να προστατευθεί από τις ακραίες και επικίνδυνες μεταβολές της θερμοκρασίας και των φυσικών φαινομένων, διατηρείται από τα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του. Η ανάγκη αυτή συνδεόταν αναπόσπαστα με την προσπάθεια επιβίωσής του. Στην προσπάθειά του αυτή, ο άνθρωπος επιδίωκε να εξασφαλίσει την άνεση τουλάχιστον σε ανεκτό επίπεδο στους χώρους διαμονής ή απασχόλησής του. Αρκετοί παράγοντες συντέλεσαν στην επιλογή των χώρων αυτών όπως το κλίμα και οι γεωγραφικές συνθήκες την περιοχής. Η κατοικία του πρώτου ανθρώπου εμφανίζεται σε σπηλιές οι οποίες του παρείχαν προστασία από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και τις υψηλές του καλοκαιριού. Σημαντικός παράγοντας της ανάπτυξης του πολιτισμού ήταν η ανακάλυψη της φωτιάς, η οποία του έδωσε τη δυνατότητα να μεταβάλλει, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες, την θερμοκρασία του άμεσου περιβάλλοντος που βρισκόταν. Όταν ο άνθρωπος ξεπέρασε το πρόβλημα της θέρμανσης του χώρου διαμονής του έπειτα από αρκετά χρόνια, οδηγήθηκε στην αναζήτηση νέων μεθόδων θέρμανσης όπως ήταν τα τζάκια αλλά και πρωτόγονων συστημάτων κεντρικής θέρμανσης με την ταυτόχρονη διάνοιξη οπών στις κορυφές των σπηλιών για την διαφυγή του καπνού. Η ανάπτυξη της εφευρετικότητάς του τον οδήγησε στην δημιουργία καινοτομιών, οι οποίες πολλές φορές ξεπερνούσαν τις τότε τεχνολογίες και δυνατότητες που υπήρχαν.

### **2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Όπως ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η αναλογία της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στο κτιριακό τομέα στην Ευρώπη για ψύξη, θέρμανση, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό είναι 40%. Ο τριτογενής κτιριακός τομέας καθώς και ο οικιακός έχουν εκτοπίσει τους παραδοσιακούς μεγάλους καταναλωτές όπως οι βιομηχανίες και οι μεταφορές. Το 94% της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται πλέον από την παραγωγή και χρήση ενέργειας, από το οποίο για το 45% τουλάχιστον οφείλεται ο κτιριακός τομέας. Με αφορμή τη συνεχή αύξηση του ποσοστού εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα αλλά και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχει επιφέρει, ήταν να δοθεί μεγάλη έμφαση διεθνώς στη σωστή χρήση και εξοικονόμησης της ενέργειας.

Με τις σημερινές τεχνολογίες έχει καταστεί εφικτή κατά μεγάλο ποσοστό η εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, μεγέθους έως και 22% μέχρι και το 2022 ενώ η εξοικονόμηση αυτή πραγματοποιείται με απλές παρεμβάσεις και τεχνικές. Τα 10 εκατομμύρια των οικιακών λεβήτων που χρησιμοποιούνται για θέρμανση των κτιρίων είναι ηλικίας ίσης ή και μεγαλύτερης των 20 ετών όπου με την αντικατάστασή τους μπορεί να επιτευχθεί μέχρι και 5% εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, μέσω μελετών αναμένεται η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για τον κλιματισμό των κτιρίων, όπου με την εγκατάσταση κλιματιστικών χαμηλής απόδοσης η κατανάλωση μπορεί να μειωθεί έως και 25%. Επιπλέον, η αντικατάσταση ή η εξ' αρχής τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων αλλά και συστημάτων φυσικού φωτισμού και δροσισμού στα κτίρια, μπορεί να αποδώσει έως και 60% εξοικονόμηση ενέργειας. Αντίστοιχα, η αξιοποίηση των ΑΠΕ όπως για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά μπορούν να αποφέρουν επιπλέον εξοικονόμηση. Η τοποθέτηση

απλής θερμομόνωσης στα κτίρια της Ευρώπης, σύμφωνα με εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μπορεί να μειώσει την εκπομπή ρύπων (CO<sup>2</sup>) κατά 42% (Ζαχαρόπουλος, 2020).

## 2.3 Κ.Εν.Α.Κ

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) διατυπώνεται στην ΚΥΑ 5825/ 9-4-2010 και τέθηκε σε εφαρμογή με την εγκύκλιο οικ.1603/ 4-10-2010. Ο Κ.Εν.Α.Κ. αποτελεί τη υλοποίηση του Νόμου 3661 και ουσιαστικά θεσμοθετεί τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος (Πλούμπη, 2013). Βάση του Νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις», έχει καταστεί απαραίτητη η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης, με τον νόμο να έχει εναρμονιστεί η Ελληνική νομοθεσία. Στο νόμο αυτό ενσωματώνονται όλες οι διατάξεις της Οδηγίας (2002/91/ΕΚ), ο οποίος προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων και διακρίνει πέντε βασικές ενότητες οι οποίες αφορούν: τον καθορισμό των ελαχίστων απαιτήσεων ενεργειακή απόδοση, τη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης νέων και υφιστάμενων κτιρίων, την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, την επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού και την διαπίστευση ενεργειακών επιθεωρητών.

Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 αντικαταστάθηκε στις 19 Μαΐου 2010 με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιτύπωση)». Από το Ελληνικό κράτος εκδόθηκε ο νόμος 4122/2013 «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις», όπου προκύπτουν κάποιες βασικές αλλαγές όπως:

1. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπου καθορίζονται από τον Κ.Εν.Α.Κ, τόσο στο σύνολο του κτιρίου, όσο και στα επιμέρους στοιχεία. Λαμβάνονται υπόψη τα βέλτιστα επίπεδα με βάση το κόστος κατά την εκτιμώμενη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής του κτιρίου ή στοιχείου.
2. Από την 1.1.2021 όλα τα κτίρια θα πρέπει να είναι μηδενικής κατανάλωσης ενώ για τα νέα κτίρια που αφορούν υπηρεσίες δημοσίου τομέα η ισχύς αυτή ισχύει από 1.1.2019. Τα τελευταία, που καλύπτουν επιφάνεια άνω των 500 τ.μ. θα πρέπει να έχουν αναρτημένο σε εμφανή θέση το ΠΕΑ.
3. Η ενεργειακή κατηγορία θα πρέπει να αναφέρεται όταν διαφημίζεται, πωλείται ή μισθώνεται ένα κτίριο, εφόσον έχει εκδοθεί ΠΕΑ.
4. Η πρώτη επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού θα πρέπει να πραγματοποιείται εντός 4 ετών. Επίσης, από την 1.1.2014 για την έκδοση ΠΕΑ είναι απαραίτητη η προσκόμιση εκθέσεων επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού (Φύλλου 2010).



## 2.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Για να πραγματοποιηθεί η εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα και νέα κτίρια είναι απαραίτητη εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Για το λόγο αυτό ο κατάλογος του Κ.Εν.Α.Κ ορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, τις οποίες θα πρέπει να ακολουθεί κάθε νέο και υφιστάμενο κτίριο. Οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται όταν η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου που εξετάζεται είναι ίση ή μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση κτίριο αναφοράς ή όταν το κτίριο που εξετάζεται παρουσιάζει ίδια χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς όσο αφορά το κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (Πλούμπη, 2013).

Σύμφωνα με τον κανονισμό, η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό εκφράζεται σε  $KWh/m^2 \cdot \acute{\epsilon}τος$  και διαχωρίζεται σε κατηγορίες ενεργειακών ορίων από το Α έως το Η. Τα όρια αυτά καθορίζονται συναρτήσει:

α) του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφορά του κανονισμού  $R_r$ , ο οποίος αντιστοιχεί στη μέγιστη κατά τον κανονισμό επιτρεπόμενη τιμή ενεργειακής κατανάλωσης σε νέα κτίρια ή υφιστάμενα άνω των 1.000 τ.μ.

β) του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κτιριακού αποθέματος  $R_s$ , ο οποίος αντιστοιχεί στη μέση τιμή της ενεργειακής κατανάλωσης του Εθνικού κτιριακού αποθέματος.

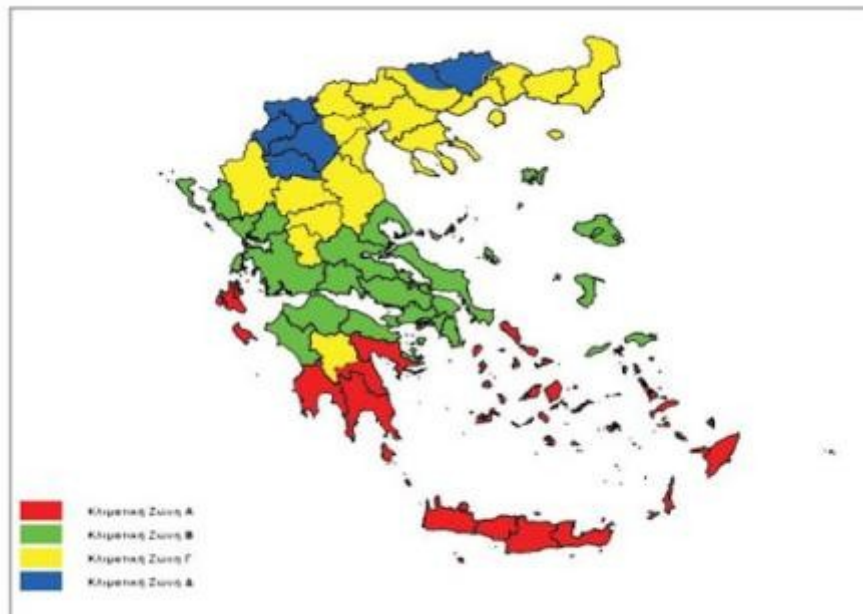
Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα όρια με τους αποδεκτούς συντελεστές βάση Κ.Εν.Α.Κ για το κάθε ένα:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ	
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
$EP \leq 0,33 \cdot R_r$	A+
$0,33 \cdot R_r < EP \leq 0,5 \cdot R_r$	A
$0,5 \cdot R_r < EP \leq 0,75 \cdot R_r$	B+
$0,75 \cdot R_r < EP \leq 1,0 \cdot R_r$	B
$1,0 \cdot R_r < EP \leq 1,41 \cdot R_r$	Γ
$1,41 \cdot R_r < EP \leq 1,82 \cdot R_r$	Δ
$1,82 \cdot R_r < EP \leq 2,27 \cdot R_r$	E
$2,27 \cdot R_r < EP \leq 2,73 \cdot R_r$	Z
$2,73 \cdot R_r < EP$	H
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Εικόνα 2.1: Όρια ενεργειακών ορίων Κ.Εν.Α.Κ

Για τη πραγματοποίηση της ενεργειακής επιθεώρησης είναι απαραίτητη επίσης η σύνδεση με τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής των εξεταζόμενων κτιρίων. Η Ελληνική επικράτεια στα πλαίσια της Μελέτης της ενεργειακής απόδοσης έχει χωριστεί σε τέσσερις κλιματικές ζώνες. Οι περιοχές του κάθε νομού όπου το

υψόμετρο τους βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο των 500 μέτρων, εντάσσονται αυτόματα στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη. Στις παρακάτω δύο εικόνες εμφανίζεται ο χάρτης της Ελλάδας απεικονιζόμενος των κλιματικών ζωνών και ο διαχωρισμός των κλιματικών ζωνών κατά νομούς.



Εικόνα 2.2: Απεικόνιση κλιματικών ζωνών Ελλάδας

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθέρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Εικόνα 2.3: Διαχωρισμός κλιματικών ζωνών κατά νομούς στην Ελλάδα

[ΤΟΤΕΕ-20701]

## 2.5 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ- ΑΥΤΟΝΟΜΩ

Με την ανάγκη της Ελλάδας να ακολουθήσει τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο αφορά την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, θεσπίστηκαν πολιτικές και προγράμματα ως κίνητρα για την εφαρμογή τους. Αυτά αφορούν επιδοτήσεις για αλλαγή λεβήτων πετρελαίου σε λέβητες φυσικού αερίου, την αντικατάσταση κλιματιστικών με νέα αποδοτικότερα συστήματα κ.α. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα επιδότησης για παρέμβαση σε δημόσια κτίρια όπου στεγάζονται κατά μεγάλο ποσοστό υπηρεσίες και τέλος ενεργοποιήθηκαν προγράμματα για το ευρύ κοινό, κατά το οποίο επιδοτεί διάφορες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην κύρια κατοικία τους με το πιο πρόσφατο να είναι το "Εξοικονομώ-Αυτονομώ". Το τελευταίο παρέχει πόρους για νέα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας όπως είναι ο μηχανικός αερισμός, αυτοματισμοί για φωτισμό και άλλα συστήματα.

Το επιδοτούμενο πρόγραμμα "Εξοικονομώ- Αυτονομώ", το οποίο πραγματοποιείται κάθε χρόνο με διαφορετική ονομασία διαθέτει επιδοτούμενες δράσεις στο ευρύ κοινό τα τελευταία χρόνια, με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κατοικιών. Το πρόγραμμα αυτό, το οποίο ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2021, παρέχει δικαίωμα συμμετοχής σε φυσικά πρόσωπα και αφορά μεμονωμένες κατοικίες και πολυκατοικίες. Τα κριτήρια που επιλέγονται είναι το ατομικό/ οικογενειακό εισόδημα του αιτούντα ενώ το μέγιστο ποσοστό επιχορήγησης μπορεί να φθάσει μέχρι και το 95% σε ειδικές περιπτώσεις. Βασικός συντελεστής για την επιχορήγηση είναι οι παρεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν στα κτίρια να τις αναβαθμίζουν κατ' ελάχιστο 3 ενεργειακές κατηγορίες, πράγμα που δεν ισχύει για τις πολυκατοικίες καθώς δεν τίθεται ελάχιστος ενεργειακός στόχος (ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ – ΑΥΤΟΝΟΜΩ, 2020). Ο οικονομικός προϋπολογισμός που διατέθηκε για το έτος 2020-2021 μέσω του προγράμματος «Εξοικονομώ- Αυτονομώ» φαίνεται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.2 Προϋπολογισμός "Εξοικονομώ- Αυτονομώ" 2020-2021

Περιφέρεια	Προϋπολογισμός Επιχορήγησης (€ εκατ.)
Κρήτης	31.0
Β. Αιγαίου	12.0
Ν. Αιγαίου	27.0
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	74.0
Δυτικής Μακεδονίας	73.5
Κεντρικής Μακεδονίας	130.0
Θεσσαλίας	84.0
Ηπείρου	65.0
Ιονίων Νήσων	10.0
Αττικής	160.0
Στερεάς Ελλάδας	31.5
Πελοποννήσου	48.0
Δυτικής Ελλάδας	57.0

## 2.6 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Η Κύπρος, με τους νόμους περί Ρύθμισης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του 2006 έως 2012 έχει ενσωματώσει στο Εθνικό της δίκαιο την οδηγία 2010/31/ΕΕ, η οποία έχει ως στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, με τη λήψη διαφόρων μέτρων, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες, τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων καθώς και το κόστος. Πιο συγκεκριμένα θεσπίζεται γενικό πλαίσιο για τη μεθοδολογία υπολογισμού της συνολικής ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθορίζονται οι απαιτήσεις της ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια, καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για υφιστάμενα κτίρια που χρήζουν ανακαίνιση, πραγματοποιείται ρύθμιση για την έκδοση πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια αλλά και για τα κτίρια που ενοικιάζονται ή πωλούνται και πραγματοποιείται ρύθμιση για την καθιέρωση τακτικών επιθεωρήσεων των εγκαταστάσεων θέρμανσης με λέβητα και των συστημάτων κλιματισμού. Επιπλέον, υφίστανται μέτρα για την καθιέρωση απαιτήσεων που αφορούν τη σωστή διαστασιολόγηση, εγκατάσταση, ρύθμιση και λειτουργία τεχνικών συστημάτων που εγκαθίστανται σε υφιστάμενα κτίρια ή αντικαθίστανται ή αναβαθμίζονται και τέλος μέτρα για την προώθηση των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, όπου λαμβάνεται ο στόχος όλα τα νέα κτίρια που

κατασκευάζονται μετά την 31η Δεκεμβρίου 2020 να είναι κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Η θέσπιση των παραπάνω μέτρων είναι σημαντική καθώς τα κτίρια διαθέτουν μεγάλο κύκλο ζωής με επακόλουθο η κατανάλωση ενέργειας να πραγματοποιείται μακροπρόθεσμα. Επομένως, όλα τα κτίρια θα πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης οι οποίες θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στις τοπικές συνθήκες (Νικολάου,2020).

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης ενός υφιστάμενου κτιρίου δεν είναι απαραίτητη στο συνολικό κτίριο αλλά μπορεί να περιοριστεί στα μέρη εκείνα που αφορούν κατεξοχήν την απόδοση του κτιρίου και παρουσιάζουν ευνοϊκότερη σχέση του κόστους με το όφελος. Προς εφαρμογή των παραπάνω και σύμφωνα με το άρθρο 15 του νόμου, ο Υπουργός με το πρώτο Διάταγμα Απαιτήσεων Ελάχιστης Ενεργειακής Απόδοσης το οποίο εκδόθηκε 21 Δεκεμβρίου 2007, καθόρισε τους μέγιστους επιτρεπόμενους συντελεστής θερμοπερατότητας για τα νέα κτίρια και για τα κτίρια άνω των 1000 τετραγωνικών μέτρων τα οποία χρήζουν ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας. Από το 2010 καθορίστηκε απαραίτητη η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, ενεργειακής κατηγορίας τουλάχιστον Β, για όλα τα νέα κτίρια αλλά και για αυτά επιφάνεια άνω των 1.000 τετραγωνικών που χρήζουν ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας. Το 2013 πραγματοποιήθηκε μείωση 15% των μεγίστων συντελεστών θερμοπερατότητας, ενώ τέθηκαν οι μέγιστοι συντελεστές θερμοπερατότητας για τα στοιχεία του κελύφους που αντικαθίστανται και τοποθετούνται σε υφιστάμενα κτίρια. Παράλληλα, τέθηκε το ελάχιστο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας το οποίο είναι απαραίτητο να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τα κτίρια που δεν χρησιμοποιούνται ως κατοικίες. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας του κελύφους μειώθηκαν κι άλλο το 2016 με σκοπό την καλύτερη αναλογία κόστους και οφέλους σε σχέση με τον κύκλο ζωής του κτιρίου ενώ ανακοινώθηκε η υποχρέωση όλων των κτιρίων στην παραγωγή ελάχιστων ποσοστών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Τέλος, σύμφωνα με το Διάταγμα που τέθηκε σε εφαρμογή την 1η Ιανουαρίου 2017, απαιτείται όλα τα κτίρια που υφίστανται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας να έχουν πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης με την ενεργειακή κατηγορία να είναι ίση η καλύτερη από Β, με το βαθμό αυτό να ορίζεται όπου είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό (Νικολάου, 2020).

## **2.7 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Μετά τη Σικελία και τη Σαρδηνία, η Κύπρος είναι το τρίτο μεγαλύτερο σε έκταση νησί της Μεσογείου, καταλαμβάνει έκταση 9251 τετραγωνικά χιλιόμετρα ενώ έχει μέγιστο μήκος 225 χιλιόμετρα με την απόσταση να μετράτε μεταξύ των ακρωτηρίων Δρέπανον και Απόστολος Ανδρέας και πλάτος 94 χιλιόμετρα με την απόσταση να μετράτε μεταξύ των ακρωτηρίων Κορμακίτη και Γάτας ενώ το συνολικό μήκος των ακτών της είναι 782 km . Από το 2004 η Κύπρος αποτελεί μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συναντάται στο νοτιοανατολικότερο άκρο τόσο της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και ολόκληρης της Ευρώπης. Από μορφολογικής απόψεως αποτελείται από δύο μεγάλες οροσειρές αυτή του Τροόδου που δεσπόζει στο κεντρικό τμήμα του νησιού με μέγιστο υψόμετρο 1952 μέτρα και αυτή του Πενταδακτύλου η οποίας βρίσκεται στο βορειότερο τμήμα μέγιστο υψόμετρο 1085 μέτρα( Καταφυγιώτου, 2014).

## 2.8 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Καθώς η Κύπρος περιβάλλεται από την ανατολική Μεσόγειο, οφείλει σε αυτήν τα μεσογειακά κλιματικά χαρακτηριστικά της. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι το ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και τον ήπιο βροχερό χειμώνα (Χριστοδούλου, 2013). Το ηλιακό δυναμικό της Κύπρου είναι πολύ υψηλό, με ημερήσια ηλιοφάνεια 9,8 έως 14,5 ώρες. Η ημερήσια ηλιακή ηλιοφάνεια κατά μέσο όρο είναι 5,2 KWh/m<sup>2</sup>, που αντιστοιχεί με την χαμηλότερη τον Δεκέμβριο στα 2,2 KWh/m<sup>2</sup> και την υψηλότερη τον Ιούνιο που είναι 8,12 KWh/m<sup>2</sup>. Η ελάχιστη θερμοκρασία εντοπίζεται τον Ιανουάριο με μέση τιμή 9°C και η μέγιστη τον Αύγουστο με μέση τιμή τους 35 °C (Καραφυγιώτου, 2014). Οι βροχοπτώσεις, επίσης, εντοπίζονται κυρίως τους μήνες Δεκέμβριο μέχρι και Φεβρουάριο, με την μεγαλύτερη βροχόπτωση να κυμαίνεται έως 1190 mm στα βουνά του Τροόδου, όπου συχνά τους μήνες αυτούς εμφανίζονται και χιονοπτώσεις (Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου 2014, Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου, “Cyprus-Geography, climate and population” 2014).

## 2.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΥΠΡΟΥ

Η μοναδική πηγή ενέργειας που διαθέτει η Κύπρος είναι η ηλιακή, ενώ βασίζεται στην εισαγωγή καυσίμων εξ' ολοκλήρου για την ενεργειακή της κάλυψη στα κτίρια. Το πιο συχνό καύσιμο που διατίθεται είναι το πετρέλαιο και το αμέσως επόμενο το κάρβουνο. Το τελευταίο μάλιστα όταν αποκτά χαμηλή τιμή χρησιμοποιείται και για τη παραγωγή τσιμέντου. Εξαιτίας της γρήγορης αύξησης της οικονομίας της Κύπρου τα τελευταία χρόνια, η ενεργειακή κατανάλωση αυξάνεται τα τελευταία 10, με ετήσιο ρυθμό του 7%, βαθμός ίσος με τον ρυθμό αύξησης του Εγχώριου Εθνικού Προϊόντος (Gross National Product). Ο μοναδικός οργανισμός που παράγει, μεταδίδει και διανέμει ηλεκτρική ενέργεια στην περιοχή της Κύπρου είναι η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ). Το σύστημα παραγωγής, το οποίο είναι απομονωμένο, αποτελείται από τρεις ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς, με συνολική ισχύ 988 MWe. Δεδομένου του γεγονότος της έντονης εξάρτησης της Κύπρου στην εισαγωγή καυσίμων, η ενεργειακή πολιτική του κράτους στοχεύει στην προώθηση και ενίσχυση ενεργειακών τεχνολογιών και συστημάτων που αποσκοπεί στην ορθή χρήση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης προωθεί την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την χρήση μη ρυπογόνων τεχνολογιών άνθρακα (Καλογήρου, n.d.).

## 2.10 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Όσον αφορά από τεχνολογικής, κοινωνικής και οικονομικής απόψεως οι ανανεώσιμες πηγές είναι σε εξαιρετικά μεγάλο βαθμό βιώσιμες στην περιοχή της Κύπρου, επηρεαζόμενο από την κατ' εξοχήν χρήση πετρελαίου για τις ενεργειακές ανάγκες, το υψηλό κόστος της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και την αποδοχή από το κοινό για χρήση ηλιακής ενέργειας. Το 1956 εισήχθησαν από το Ισραήλ οι πρώτοι συλλέκτες, ενώ τέσσερα χρόνια μετά περίπου ξεκίνησε η κατασκευή τους στην Κύπρο.

Παρότι στην αρχή εμφανίστηκαν προβλήματα όπως διαρροές και χαμηλή απόδοση που είχε ως αποτέλεσμα το υψηλό κόστος, στη συνέχεια και ενώ διορθώθηκαν τα προβλήματα αυτά, πραγματοποιήθηκε μαζική κατασκευή συλλεκτών

με το κόστος αυτών να μειώνεται και οι εγκατεστημένες μονάδες να αυξάνονται. Η ετήσια παραγωγή συλλεκτών ηλιακών θερμοσιφώνων σήμερα φτάνει στα 30.000 τ.μ.. Η πιο συχνή εικόνα ενός τυπικού ηλιακού συστήματος στην Κύπρο είναι θερμοσιφωνικού τύπου όπου εμφανίζεται με δυο επίπεδους συλλέκτες οι οποίοι καλύπτουν συνολικό εμβαδό περίπου 3 - 4 τ.μ. και έχουν δοχείο αποθήκευσης 150 με 180 lt ντεπόζιτο κρύο νερού. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την διασωλήνωση αλλά και στις πλάκες απορρόφησης των συλλεκτών είναι ο χαλκός, όπως επίσης και ο κύλινδρος ζεστού νερού. Στο κύλινδρο ζεστού νερού τοποθετείται, μέσω σερπαντίνας, ο λέβητας πετρελαίου ο οποίος χρησιμοποιείται ως εφεδρικό σύστημα στα σπίτια που έχουν εγκατεστημένο σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Για λόγους αισθητικής συχνά εμφανίζεται η εγκατάσταση του συστήματος σε κεκλιμένες οροφές ή σε χαμηλό επίπεδο η οποία συνδυάζεται με σύστημα πίεσης Καλογήρου, n.d.).

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιείται κυρίως στον οικιακό τομέα για την παραγωγή ζεστού νερού ενώ παράλληλα καλύπτεται και το 50% των ξενοδοχειακών μονάδων. Ο πιο συχνός τύπος στα συστήματα αυτά είναι ο θερμοσιφωνικός και τα συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας τα οποία εμφανίζονται σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις. Σε μελέτη προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε, έχοντας ως δεδομένα ένα τυπικό μετεωρολογικό έτος της Κύπρου και ένα θερμοσίφωνο οικοσύστημα σύστημα εμβαδού 3,8 τ.μ. και 160 λίτρα δεξαμενή ζεστού νερού, παρατηρήθηκε ότι μπορεί να καλύψει το 80% ετήσιων αναγκών σε ζεστό νερό μιας ολόκληρης οικογένειας.

Το ηλιακό σύστημα της βεβιασμένης κυκλοφορίας παρουσιάζεται με εμφανή να είναι μόνο τα ηλιακά πλαίσια και τον κύλινδρο ζεστού νερού να τοποθετείται στο μηχανοστάσιο. Πρόσθετα στο σύστημα είναι η αντλία και ο διαφορικός θερμοστάτης. Το σύστημα αυτό αν και προσφέρει καλύτερη αισθητική εικόνα παραμένει πιο ακριβό από το τυπικό. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η τοποθέτηση ενός τέτοιου συστήματος σε οροφή.



Εικόνα 2.4: Συλλέκτες βεβιασμένης κυκλοφορίας.

Η Κύπρος, έχοντας κατακτήσει την πρώτη θέση συγκριτικά με άλλες μεσογειακές χώρες αλλά και την Ευρωπαϊκή Ένωση στην χρήση της ηλιακής ενέργειας, με το συνολικό εμβαδό ηλιακών συλλεκτών οι οποίοι είναι λειτουργικοί να είναι 560.000 τ.μ. με αυτό να αναλογεί σε 0,86 τ.μ. ανά κάτοικο, με τη τιμή που αντιστοιχεί στην Ελλάδα να είναι μόνο 0,3 τ.μ..

Είναι αναγκαίο στο σημείο αυτό να τονιστεί πώς μέχρι πρόσφατα δεν παραδεχόταν επιχορήγηση για αντικατάσταση ηλιακών συστημάτων. Με το νέο σχέδιο επιδοτήσεων το οποίο εφαρμόστηκε πρόσφατα, επιδοτείται με 170 ευρώ η αλλαγή των παλαιών συστημάτων με καινούργια μεγαλύτερης απόδοσης. Η αλλαγή αυτή οφείλεται στην ευαισθητοποίηση του κόσμου απέναντι στη μόλυνση του πλανήτη η οποία είναι απόρροια των κοινωνικών χαρακτηριστικών αλλά και του επιπέδου μόρφωσης απέναντι στα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, σε αυτήν την πρόοδο έχει συνεισφέρει και ο τομέας της βιομηχανίας, ο οποίος κατέχει την ικανότητα να παράγει καλής ποιότητας πρώτες ύλες και μηχανήματα με χαμηλό κόστος αλλά και στη σωστή αξιοποίηση της τεχνολογίας και προσωπικού.

Το ποσοστό ηλιακής ενέργειας που διαχέεται στην Κύπρο θα μπορούσε να είναι εκμεταλλεύσιμο με διάφορους άλλους τρόπους μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κάτι όμως που ακόμα δεν έχει αναπτυχθεί. Επιπλέον, αν και η χρήση της αιολικής ενέργειας μέσω των ανεμόμυλων τον προηγούμενο αιώνα για άντληση νερού κατείχε μεγάλο ποσοστό, μέχρι σήμερα δεν έχει δημιουργηθεί κανένα αιολικό πάρκο. Παρά το χαμηλό αιολικό δυναμικό της Κύπρου, υπάρχουν τοποθεσίες στις οποίες θα μπορούσαν να εγκατασταθούν μικρά αιολικά πάρκα και να εκμεταλλευτεί η μορφή αυτή ενέργειας (Καλογήρου, n.d.).

## 2.11 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας όσο αφορά τους ηλιακούς συλλέκτες στην Κύπρο παρέχει έναυσμα στις προοπτικές για εξοικονόμηση ενέργειας. Με τη βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων, προάγουν την εξοικονόμηση ενέργειας όπου προκύπτουν οικονομικά οφέλη τα οποία, αφενός μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς όφελος της αισθητικής των κτιρίων, όπως για παράδειγμα ξενοδοχείων με σκοπό την προσέλκυση πελατών και αφετέρου, στη διαφήμιση της Κύπρου σχετικά με την περιβαλλοντική φροντίδα που αποφέρει η εξοικονόμηση ενέργειας, με στόχο την προσέλκυση "πράσινων" τουριστών, οι οποίοι είναι ομάδες ανθρώπων ευαισθητοποιημένοι στα περιβαλλοντικά θέματα.

Σημαντικό είναι να πραγματοποιηθεί έλεγχος για να αξιολογηθούν τα σπίτια που διαθέτουν συστήματα ηλιακής θέρμανσης όσο αφορά το όφελος. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ο συνδυασμός των ηλιακών αυτών συστημάτων θέρμανσης με την ηλιακή ψύξη, με σκοπό την ανάπτυξη της χώρας στον τομέα αυτό.

Ένας άλλος τομέας ο οποίος εμφανίζει προοπτική στις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας είναι ο βιομηχανικός. Στον τομέα αυτό μέχρι σήμερα δεν πραγματοποιείται χρήση της ηλιακής ενέργειας για χρήση θέρμανσης, ψύξης και χρήσης ζεστού νερού. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι καμία βιομηχανία δεν δέχεται να επενδύσει σε έρευνα όσο αφορά τα συστήματα αυτά, ενώ αντίστοιχα καμία βιομηχανία δεν τα επιλέγει εφόσον δεν υπάρχουν εφαρμογές οι οποίες να αποτελούνται από χαμηλού κόστους συστήματα αναγνωρισμένης τεχνολογίας. Επακόλουθο είναι λοιπόν, η κατάσταση αυτή να αλλάξει με την παρέμβαση του κράτους, καθιστώντας υποχρεωτική την εφαρμογή τους. Η έναρξη παροχής χορηγιών πιθανόν να βοηθήσει τον τομέα της βιομηχανίας όπου εάν επιτύχει θα παρουσιαστούν σημαντικά οφέλη τόσο στον τομέα της βιομηχανίας όσο και στη γενικότερη οικονομία.

Τέλος, η εφαρμογή εγκατάστασης φωτοβολταϊκών είναι προοπτική με καλούς δείκτες, καθώς η μεγάλη ηλιοφάνεια της χώρας προσφέρει μεγάλο ποσοστό



επιτυχίας στα φωτοβολταϊκά συστήματα, με το μόνο μειονέκτημα το κόστος τους το οποίο θα πρέπει να μειωθεί έτσι ώστε να παρουσιαστεί πρόοδος στην εγκατάσταση και χρήση τους (Καραφυγιώτου, 2014).



Εικόνα 2.5: Εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά σε σπίτι στην Κύπρο.



Εικόνα 2.6: Νέο φωτοβολταϊκό πάρκο στην Κύπρο.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.**

### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Με βάση το νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89), καθίσταται υποχρεωτική η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης, η οποία ισχύει για όλα τα νέα υφιστάμενα ανακαινισμένα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11 όπως έχουν διατυπωθεί. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης συντάσσεται με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και τις τεχνικές οδηγίες του τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας το οποίο υποστηρίζει τον κανονισμό σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

### **3.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.**

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι ο υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου ελαφριάς κατασκευής και η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης αυτής με την προσθήκη παρεμβάσεων, οι οποίοι αποσκοπούν στη σωστή λειτουργία του κτηρίου. Η ελαχιστοποίηση αυτή θα επιτευχθεί με τη μελέτη και αξιοποίηση της θέσης κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο και της Ηλιάκης ακτινοβολίας για τον κάθε προσανατολισμό. Επιπλέον θα πραγματοποιηθεί μελέτη της θερμομόνωσης τόσο στο κέλυφος του κτηρίου όσο και στα διάφανα δομικά στοιχεία, όπου θα δοθούν παρεμβάσεις όπως για παράδειγμα η επιλογή θερμομονωτικών υαλοπινάκων. Η επιλογή κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, και την κάλυψη απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμός, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης είναι σημαντική με βάση τη δυνατότερη ελαχιστοποίηση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Μελέτη θα πραγματοποιηθεί επίσης για τη χρήση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα αλλά και η πραγματοποίηση αυτοματισμών στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που στόχο έχουν να αποτρέψουν την άσκοπη χρήση τους.

### **3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ**

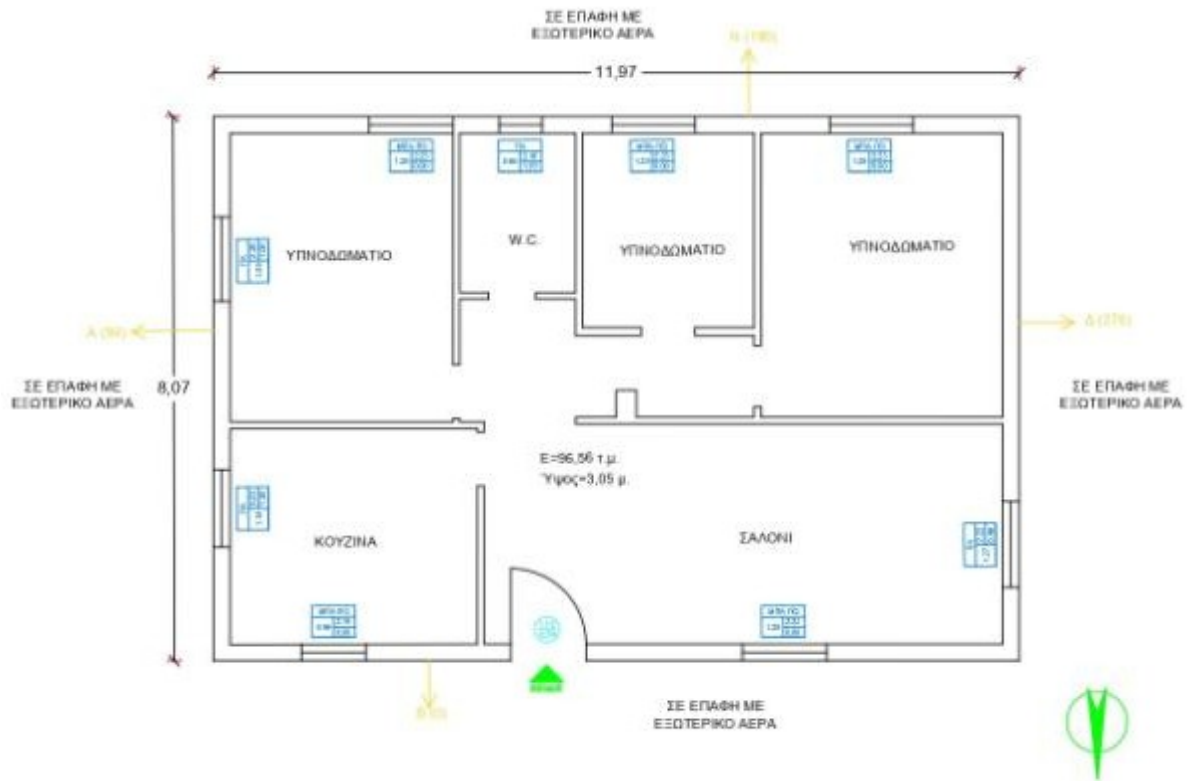
Στο υποκεφάλαιο αυτό Θα πραγματοποιηθεί η περιγραφή της υπό μελέτη κατοικίας όσο αφορά τον περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση της αλλά και το προφίλ λειτουργίας όλων των επιμέρους χώρων του.

#### **3.3.1 Τοπογραφία κτηρίου**

Η υπό μελέτη κατοικία είναι μονοκατοικία στην περιοχή Μαρώνη της Λάρνακας, στο νότιο τμήμα της Κύπρου. Εντάσσεται επομένως στην πρώτη κλιματική ζώνη. Το κτίριο μελέτης είναι 96,56 τ.μ. και αποτελείται από ένα όροφο. Είναι κατασκευασμένο με υλικά ελαφριάς κατασκευής, έχει κτιστεί το 1990 και είναι κτισμένο σε οικόπεδο 165 τ.μ. ενώ ο περιβάλλον χώρος αποτελείται από κωνοφόρα δέντρα και ελιές. Η μπροστινή όψη διατίθεται ως κήπος.

### 3.3.2 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο

Η κατοικία δεν διαθέτει εξώστες καθώς οι εξώθυρες καταλήγουν στο περιβάλλοντα χώρο. Εσωτερικά η κατοικία αποτελείται από τρία υπνοδωμάτια, ένα μπάνιο, ένα σαλόνι και μία κουζίνα. Διαθέτει ανοίγματα σε όλες τις πλευρές της καθώς όλα τα δωμάτια αποτελούνται από τουλάχιστον ένα άνοιγμα. Παρακάτω φαίνεται η κάτοψη της κατοικίας.



Εικόνα 3.1: Κάτοψη της υπό μελέτης ισόγειας κατοικίας

### 3.3.3 Περιγραφή δομικών στοιχείων του κτιρίου

#### 3.3.3.1 Αδιαφανή δομικά στοιχεία

##### ➤ Εξωτερική τοιχοποιία

Η εξωτερική τοιχοποιία αποτελείται από γυψοσανίδα πάχους 10mm τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά, από ξύλο τύπου OSB πάχους 12mm εσωτερικά και εξωτερικά ενώ ανάμεσα υπάρχει στατικός αέρα 50 mm και πετροβάμβακας πάχους 50 mm σε σκελετό με μορίνες των 100 mm. Τέλος, η εξωτερική τοιχοποιία διαθέτει μια λεπτή στρώση τσιμεντοκονίας και εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 80 mm στην εξωτερική επιφάνια. Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας καθώς και η απεικόνιση του εσωτερικού της εξωτερικής τοιχοποιίας.

Περιγραφή κατασκευής		Εξωτερική τοιχοποιία			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
<b>Ξεκινώντας από το εσωτερικό</b>					
1	Γυψοσανίδα	0,010	0,250	0,040	
2	OSB	0,0120	0,14	0,086	
3	Στατικός αέρας	0,050		0,160	
4	Πετροβάμβακας	0,050	0,14	0,357	
5	OSB	0,012	0,14	0,086	
6	Εξυλασμένη πολυστερίνη	0,080	0,03	2,667	
7	Γυψοσανίδα εξωτερική χρήσης	0,010	0,25	0,040	
8	Τσιμεντοκονία	0,005	1,39	0,004	
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		<b>Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	
Rsi (m <sup>2</sup> K/W)		0,130		<b>0,277</b>	
Rse (m <sup>2</sup> K/W)		0,040		<b>0,277</b>	
<b>Σημειώσεις</b>		Απαιτήση: U<=0.489(W/m <sup>2</sup> K)			

Εικόνα 3.2 Υπολογισμός και απεικόνιση συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας.

Παρατηρούμε πως ο συντελεστής θερμοπερατότητας ικανοποιεί την απαίτηση για  $U \leq 0.489$  (W/m<sup>2</sup>K) (Παράμετροι σχεδιασμού Κατοικιών με Σχεδόν Μηδενική Ενεργειακή Κατανάλωση ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ 1, 2 ΚΑΙ 3 n.d.).

Σύμφωνα με την κυπριακή νομοθεσία θα υπολογιστεί η θερμοχωρητικότητα της εξωτερικής τοιχοποιίας. Η οδηγία αυτή προϋποθέτει την ικανοποίηση ενός τουλάχιστον από τα παρακάτω:

1. Το συνολικό πάχος των στρωμάτων των υλικών να είναι τουλάχιστον 0,1 m.
2. Να έχουμε φθάσει τουλάχιστον στο μέσο της κατασκευής.
3. Να έχουμε φθάσει κατά τον υπολογισμό της σε θερμομονωτικό υλικό με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda \leq 0.08$  W/mK.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ξεκινάμε από το εσωτερικό μέρος υπολογίζοντας για κάθε ένα υλικό ξεχωριστά. Παρακάτω φαίνεται ο υπολογισμός της θερμοχωρητικότητας για την εξωτερική τοιχοποιία.

Περιγραφή κατασκευής		Εξωτερική τοιχοποιία			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού $d$ (m)	Πυκνότητα Υλικού $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	Ειδική Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού $C_p$ (kJ/(kgK))	Ωφέλιμη Θερμοχωρητικότητα Υλικού $C_m$ (kJ/m <sup>2</sup> K)
<b>Ξεκινώντας από το εσωτερικό</b>					
1	Γυψοσανίδα	0,010	900,000	1,000	55,00000
2	OSB	0,0120	500,000	1,600	9,600
3	Στατικός αέρας	0,050	1,230	1,008	0,062
4	Πετροβάμβακας	0,050	70,000	0,840	2,940
5	OSB	0,012	500,000	1,600	9,600
6	Εξυλασμένη πολυστερίνη	0,080	40,000	0,350	1,120
7	Γυψοσανίδα εξωτερική χρήσης	0,010	500,000	1,600	8,000
8	Τσιμεντοκονία	0,005	2000,000	1,100	11,000
<b>Ωφέλιμη Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής</b>				<b><math>C_m</math> (kJ/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>42,322</b>

Εικόνα 3.3 Υπολογισμός θερμοχωρητικότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

#### ➤ Εσωτερική τοιχοποιία.

Η εσωτερική τοιχοποιία, η οποία είναι αυτή που διαχωρίζει του εσωτερικούς χώρους του σπιτιού, θεωρείται κλιματιζόμενη και αποτελείται από γυψοσανίδα πάχους 10 mm και από τις δύο πλευρές, από ξύλο τύπου OSB πάχους 12 mm και από τις δύο πλευρές ενώ ανάμεσά της περιέχεται μονωτικό υλικό το οποίο είναι πετροβάμβακας πάχους 4 mm. Παρακάτω φαίνονται οι υπολογισμοί του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  καθώς και η εσωτερική απεικόνιση της τοιχοποιίας.

Περιγραφή κατασκευής		Εσωτερική τοιχοποιία			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού $d$ (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού $\lambda$ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού $R$ (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
<b>Ξεκινώντας από το εσωτερικό</b>					
2	Γυψοσανίδα	0.010	0.25	0.040	<p> <span style="color: yellow;">■</span> Γυψοσανίδα  <span style="color: grey;">■</span> Πετροβάμβακας  <span style="color: green;">■</span> OSB </p>
3	Ξυλεία OSB	0.012	0.14	0.086	
4	Πετροβάμβακας	0.040	0.25	0.160	
5	Ξυλεία OSB	0.012	0.14	0.086	
7	Γυψοσανίδα	0.010	0.25	0.040	
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		<b>Συντελεστής Θερμοπερατότητας <math>U</math> (W/m<sup>2</sup>K)</b>	
Rsi (m <sup>2</sup> K/W)		0.130			
Rse (m <sup>2</sup> K/W)		0.130			

Εικόνα 3.4 Υπολογισμοί και απεικόνιση εσωτερικής τοιχοποιίας.

Η θερμοχωρητικότητα της εσωτερικής τοιχοποιίας είναι:

Περιγραφή κατασκευής		Εσωτερική τοιχοποιία			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού $d$ (m)	Πυκνότητα Υλικού $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	Ειδική Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού $C_p$ (kJ/(kgK))	Ωφέλιμη Θερμοχωρητικότητα Υλικού $C_m$ (kJ/m <sup>2</sup> K)
<b>Ξεκινώντας από το εσωτερικό</b>					
2	Γυψοσανίδα	0.010	900.000	1.000	9.000
3	Ξυλεία OSB	0.012	500.000	1.600	9.600
4	Πετροβάμβακας	0.040	70.000	0.840	2.352
5	Ξυλεία OSB	0.012	500.000	1.600	9.600
6	Γυψοσανίδα	0.010	900.000	1.000	9.000
<b>Ωφέλιμη Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής</b>				<b><math>C_m</math> (kJ/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>39.552</b>

Εικόνα 3.5 Υπολογισμός θερμοχωρητικότητας εσωτερικής τοιχοποιίας

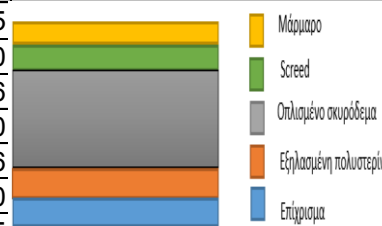
Στην εικόνα 3.6 φαίνεται η εσωτερική εικόνα χώρου με τα υλικά από τα οποία αποτελείται η κατοικία.



Εικόνα 3.6 Παρουσίαση υλικών εσωτερικής τοιχοποιίας.

➤ **Εκτεθειμένο δάπεδο**

Το δάπεδο είναι εκτεθειμένο στο περιβάλλον καθώς έρχεται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 200mm , εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 50mm, επίχρισμα πάχους 25mm ενώ στο εσωτερικό έχουμε Screed πάχους 100 mm και μάρμαρο 20mm. Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας:

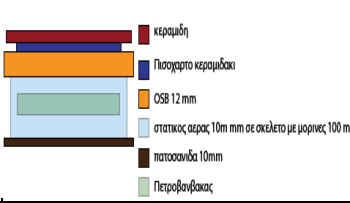
Περιγραφή κατασκευής		Εκτεθειμένο δάπεδο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
<b>Ξεκινώντας από το εσωτερικό</b>					
1	Επίχρισμα	0,0250	1	0,025	 <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">■</span> Μάρμαρο</li> <li><span style="color: green;">■</span> Screed</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Οπλισμένο ακυρόδεμα</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Εξηλασμένη πολυστερίνη</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Επίχρισμα</li> </ul>
2	Γυψοσανίδα	0,010	0,25	0,040	
3	Ξυλεία OSB	0,012	0,14	0,086	
4	Πετροβάμβακας	0,050	0,25	0,200	
5	Ξυλεία OSB	0,012	0,14	0,086	
7	Γυψοσανίδα	0,010	0,25	0,040	
8	Επίχρισμα	0,0250	1	0,025	
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		<b>Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	
Rsi (m <sup>2</sup> K/W)		0,130			
Rse (m <sup>2</sup> K/W)		0,040			
<b>Σημειώσεις</b>		Απαίτηση: U<=1,6(W/m <sup>2</sup> K)			

Εικόνα 3.7 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του εκτεθειμένου δαπέδου.

Παρατηρείται πως ο βαθμός θερμοπερατότητας ικανοποιεί την απαίτηση που είναι U<=1,6 W/m<sup>2</sup>K.

### ➤ Εκτεθειμένη οροφή

Η οροφή είναι εκτεθειμένη στο περιβάλλον καθώς δεν βρίσκεται άλλος όροφος πάνω στην υπό μελέτη κατοικία. Η οροφή αποτελείται λαμβάνοντας τα υλικά από εσωτερικά, πατοσανίδα 10 mm, στατικό αέρα 50 mm και πετροβάμβακα 50mm σε μορφίνες των 100 mm, έπειτα ξυλεία OSB πάχους 12 mm και τέλος, πισσόχαρτο κεραμιδάκι πάχους 10 mm και κεραμίδι πάχους 15 mm.

Περιγραφή κατασκευής		Εκτεθειμένη οροφή			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
<b>Ξεκινώντας από το εσωτερικό</b>					
1	Πατοσανίδα	0,0100	0,14	0,071	 <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> κεραμίδι</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Πισσόχαρτο κεραμιδάκι</li> <li><span style="color: orange;">■</span> OSB 12 mm</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> στατικός αέρας 10m mm σε οκτώλετο με μορφίνες 100 mm</li> <li><span style="color: grey;">■</span> πατοσανίδα 10mm</li> <li><span style="color: green;">■</span> Πετροβάνβακας</li> </ul>
2	Στατικός αέρας	0,100	0	0,160	
3	Πετροβάμβακας	0,050	0,25	0,200	
4	Ξυλεία OSB	0,012	0,14	0,086	
5	Πισσόχαρτο κεραμιδάκι	0,010	0,19	0,053	
7	Κεραμίδι	0,015	0,4	0,038	
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		<b>Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	
Rsi (m <sup>2</sup> K/W)		0,130			
Rse (m <sup>2</sup> K/W)		0,040			
<b>Σημειώσεις</b>		Απαίτηση: U<=0.72(W/m <sup>2</sup> K)			

Εικόνα 3.8 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας της εκτεθειμένης οροφής.

Στην εικόνα 3.9 παρουσιάζεται η όψη της οροφής από την εσωτερική μεριά με τα υλικά που διαθέτει.



Εικόνα 3.9 Υλικά εσωτερική οροφής.

### 3.3.4 Διαφανή στοιχεία.

Η κατοικία αποτελείται από ανοιγόμενες μπαλκονόπορτες και παράθυρα. Όλα τα ανοίγματα αποτελούνται από ανοιγόμενα κουφώματα αλουμινίου με διπλούς υαλοπίνακες 12 mm, χωρίς θερμοδιακοπή και το ποσοστό πλαισίου επί κουφώματος είναι 20% με προστατευτικά ρολά. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, από τον πίνακα 4.1 του Κ.Εν.Α.Κ έχουμε συντελεστή θερμοπερατότητας  $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Σύμφωνα με τον πίνακα 3.4<sup>α</sup> του ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (σελ. 54) βλέπουμε πως η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας για την Α ζώνη είναι  $3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Η πόρτα εισόδου είναι ξύλινη χωρίς θερμοπροστασία με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U= 3.5\text{W/m}^2\text{K}$ . Τέλος, το παράθυρο που βρίσκεται στο μπάνιο αποτελείται από διπλούς υαλοπίνακες 12 mm, χωρίς θερμοδιακόπτη και ποσοστό πλαισίου επί κουφώματος είναι 20% χωρίς προστατευτικά ρολά.

## 3.4 ΣΚΙΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ

Τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου μπορούν να σκιάζονται εξωτερικά από την ύπαρξη εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως για παράδειγμα προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία και εσοχές. Επιπλέον, μπορούν να στεγάζονται από την ύπαρξη δέντρων ή απέναντι κτιρίων μεγαλύτερου ύψους από αυτό της υπό μελέτη κατοικίας.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης λαμβάνεται υπόψη η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, υπολογίζοντας τους συντελεστές σκίασης. Οι συντελεστές σκίασης καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων τα οποία



είναι: οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκίαστρα. Καθώς οι συντελεστές αυτοί έχουν διαφορετική τιμή ανάλογα με την εποχή αλλά και τον προσανατολισμό, είθισται να χρησιμοποιούνται οι μέσες τιμές συντελεστών σκίασης και διαχωρίζονται ένας για την χειμερινή περίοδο και ένας για την καλοκαιρινή. Ο συνολικός σκιασμός ενός δομικού στοιχείου προκύπτει από το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης οι οποίοι είναι:

- Συντελεστής σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος  $\rightarrow F_{hor}$ .
- Συντελεστής σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο  $\rightarrow f_{ove}$
- Συντελεστής σκίασης από πλευρικό εμπόδιο  $\rightarrow F_{fin}$

$$F_s = F_{hor} * F_{ove} * F_{fin}$$

Όλοι οι συντελεστές λαμβάνουν την τιμή 1 όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και την τιμή 0 όταν υπάρχει πλήρη σκίαση.

### 3.4.1 Συντελεστές σκίασης υπό μελέτη κτιρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ, ο μέσος συντελεστής σκίασή των κατακόρυφων ανοιγμάτων του κτηρίου κατά την θερινή περίοδο είναι:

- 0,70 για τις νότιες όψεις και
- 0,75 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό.

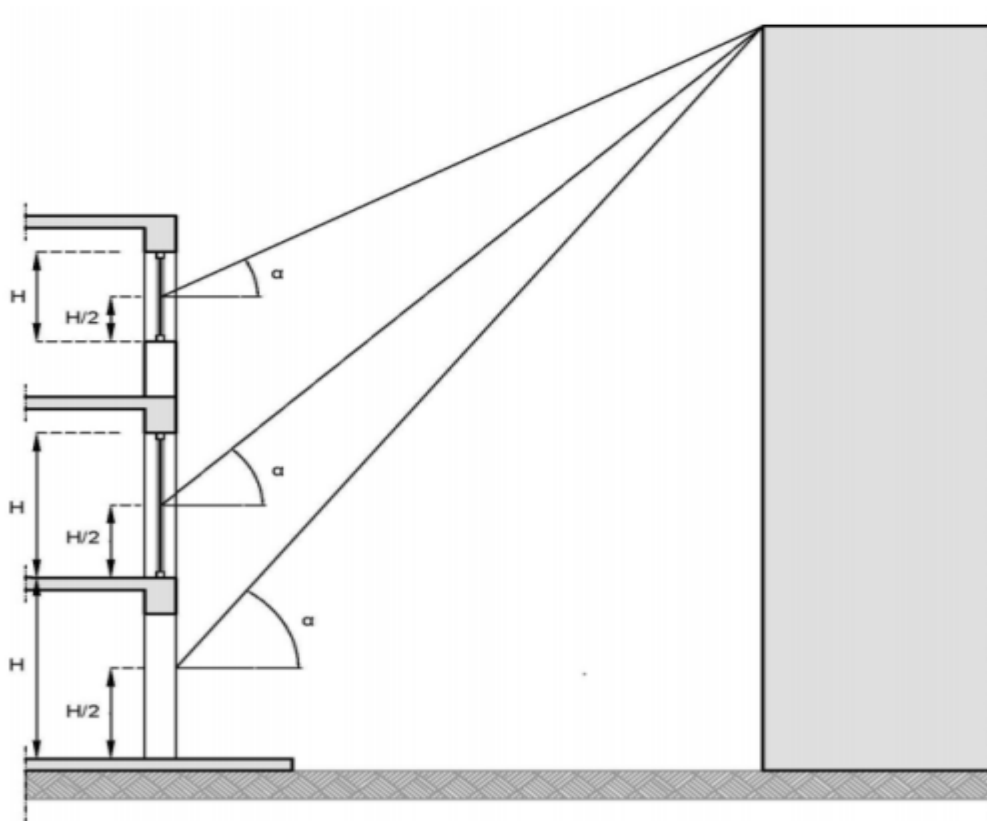
Για τους ενδιάμεσους προσανατολισμούς ισχύουν οι συντελεστές:

- 0,80 για βορειοανατολικό και βορειοδυτικό,
- 0,73 για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό,
- 1,00 για βόρειο.

Όσο αφορά τα αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία του κτιρίου, ο μέσος συντελεστής σκίασης λαμβάνεται 0,90, σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. Για τα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία όπως είναι η οροφή, ο μέσος συντελεστής σκίασης λαμβάνεται 1.

### 3.4.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα $F_{hor}$

Ο συντελεστής αυτός προσδιορίζει την σκίαση που προκύπτει από την ύπαρξη φυσικών ή τεχνητών εμποδίων όπως δέντρα ή ψηλότερα κτίρια. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοια εμπόδια ο συντελεστής λαμβάνεται 1 ενώ στην περίπτωση που δημιουργούν πλήρη σκίαση στο υπό μελέτη κτίριο λαμβάνεται 0.

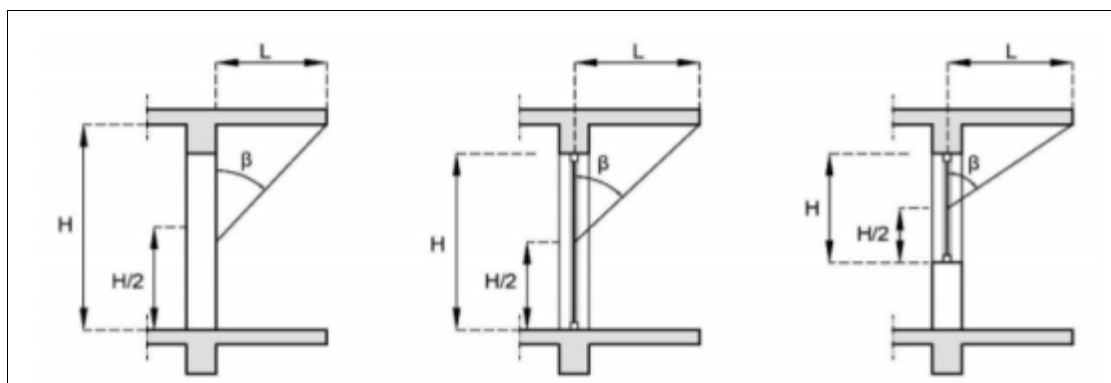


Εικόνα 3.10 Απεικόνιση της γωνίας  $\alpha$  που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο δομικό στοιχείο

Για τον υπολογισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα, είναι απαραίτητο να μετρηθεί η γωνία  $\alpha$  του εμποδίου. Η τιμή του συντελεστή σκίασης λαμβάνεται από τον πίνακα 3.19 του TOTEE 20701-1/2017.

### 3.4.3 Συντελεστής σκίασης από προβόλους Fone

Ο συντελεστής αυτός προσδιορίζει την σκίαση των δομικών στοιχείων του κτιρίου όταν υπάρχουν οριζόντιες προεξοχές όπως εξώστες κτλ. Για τον υπολογισμό του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\beta$ , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

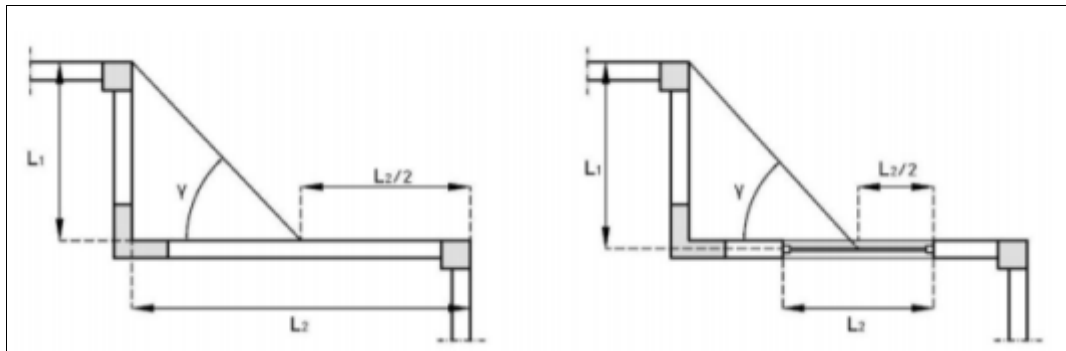


Εικόνα 3.11 Απεικόνιση της γωνίας  $\beta$  που σχηματίζει ο πρόβολος με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο για τον υπολογισμό του συντελεστή σκίασης.

Παρατηρείται η γωνία  $\beta$  ανάλογα με το δομικό στοιχείο που θέλουμε να υπολογίσουμε. Ο συντελεστής σκίαση υπολογίζεται με βάση τη γωνία  $\beta$ , σύμφωνα με τον πίνακα 3.20 του ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

### 3.4.4 Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές $F_{fin}$

Ο συντελεστής αυτός προσδιορίζει την σκίαση που προκύπτει όταν υπάρχουν κατακόρυφες προεξοχές όπως είναι οι πλευρικές προεξοχές του ίδιου κτιρίου ή διπλανού. Για τον υπολογισμό του συντελεστή σκίασης αυτόν είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\gamma$ , όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.12 Απεικόνιση γωνίας  $\gamma$  που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκύπτει σε ένα κατακόρυφο δομικό στοιχείο.

Το κτίριο υπό μελέτη, περιμετρικά σκιάζεται μόνο από προβόλους. Δεν διαθέτει άλλου είδους σκίαση όπως τέντες κλπ., ενώ τα δέντρα που το περιβάλλουν έχουν ύψος μικρότερο ή ίσο με το κτίριο. Επιπλέον, τα απέναντι κτίρια διαθέτουν ύψος ίσο με της υπό μελέτη κατοικίας και σε απόσταση μεγαλύτερη των 15 μέτρων. Συνεπώς, οι συντελεστές σκίασης οριζοντα  $F_{hor}$  και σκίασης από πλευρικές εσοχές  $F_{fin}$  θα πάρουν τη τιμή 1 καθώς δεν σκιάζουν τα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Αυτό που θα χρειαστεί να υπολογίσουμε είναι ο συντελεστής σκίασης από προβόλους  $F_{ove}$ .

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τον συντελεστή σκίασης από προβόλους θα πρέπει να υπολογίσουμε την γωνία  $\beta$  για κάθε ένα άνοιγμα αλλά και για κάθε τοίχο ξεχωριστά. Χρησιμοποιώντας την τριγωνομετρική συνάρτηση της εφαπτομένης υπολογίζουμε τους συντελεστές σκίασης για κάθε δομικό στοιχείο σε σχέση με τον προσανατολισμό, ακολουθώντας τον πίνακα 3.20 του ΤΟΤΕΕ 20701-1/201 όπως φαίνεται παρακάτω:

**Πίνακας 3.1** Συντελεστές σκίασης από οριζόντιους προβόλους Fov

Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
≥70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

## 3.5 ΗΛΕΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 3.5.1 Συστήματα θέρμανσης.

Η κατοικία στο σύνολό της θερμαίνεται από ένα κοινό σύστημα θέρμανσης. Διαθέτει λέβητα πετρελαίου ισχύος 35kW, ο οποίος τροφοδοτεί το σύστημα θέρμανσης με ζεστό νερό 70°C. Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα λαμβάνεται 0,80. Οι θερματικές μονάδες του συστήματος είναι θερμαντικά σώματα με βαθμό απόδοσης 0,87 τύπου PANEL ενώ οι σωληνώσεις της θέρμανσης είναι καλά μονωμένες. Οι σωληνώσεις της θέρμανσης από τους διανομείς μέχρι και τις τελικές μονάδες περνούν μέσα από το Screed του πατώματος. Για την κυκλοφορία του θερμαντικού νερού χρησιμοποιείται επίσης ένας κυκλοφορητής ισχύος 150 W ενώ ο βαθμός απόδοσης του λέβητα υπολογίζεται σύμφωνα με τον κυπριακό νόμο. Στην περίπτωση μας δεν υπάρχει μέτρηση του βαθμού απόδοσης και των καυσαερίων, οπότε θεωρείται 0,85. Το σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται για τους μήνες από Οκτώβριο έως και Απρίλιο.

### 3.5.2 Συστήματα ψύξης.

Η κατοικία φέρει 3 τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρετού τύπου οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ψύξη για τους μήνες από Μάιο έως και Σεπτέμβριο και φαίνονται στο πίνακα 2.

Πίνακας 3.3: Χαρακτηριστικά συστημάτων ψύξης

A/A	Ονομαστική ισχύς (kW)	Χώρος	EER
2	2,6	Υπνοδωμάτιο	3.2
3	2,6	Υπνοδωμάτιο	3.2
4	5,2	Σαλόνι	3.2

### 3.5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ.

Η κατοικία διαθέτει ηλεκτρικό θερμοσίφωνα για την ικανοποίηση των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης. Η ισχύς του είναι 4kW και η χρήση του πραγματοποιείται όλο το χρόνο.

## 3.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.

### 3.6.1 Σύστημα τεχνητού φωτισμού

Η κατοικία διαθέτει 47 λαμπτήρες ως σύστημα τεχνητού φωτισμού. Όλοι οι λαμπτήρες ελέγχονται από χειροκίνητους διακόπτες και είναι συμπαγούς φθορισμού όπως αυτοί της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 3.13 Λαμπτήρες συμπαγή φθορισμού.

### 3.6.2 Σύστημα αερισμού.

Η κατοικία ικανοποιεί τις απαιτήσεις αερισμού μέσω του φυσικού αερισμού, καθώς δεν διαθέτει κάποιο σύστημα μηχανικού αερισμού.

### 3.7 ΠΡΟΣΟΜΟΩΣΗ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Κ.Εν.Α.Κ.

Κατά την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης με το λογισμικό Κ.Εν.Α.Κ, θα θεωρήσουμε μία θερμαντική ζώνη, καθώς ικανοποιεί τις απαιτήσεις που δίνονται από τον νόμο του Κ.Εν.Α.Κ και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 (σελ.48623). Το λογισμικό αυτό έχει καταχωρημένες μόνο περιοχές της Ελλάδας, επομένως, η Λάρνακα δεν βρίσκεται μέσα σε αυτό. Για το λόγο αυτό το κτίριο θα μελετηθεί με τα κλιματικά δεδομένα της Ιεράπετρας. Επιλέγουμε την Ιεράπετρα καθώς είναι η Ελληνική πόλη με τα ομοιότερα κλιματολογικά δεδομένα με την Λάρνακα.

Εφόσον λαμβάνεται μία θερμική ζώνη, το εμβαδό αυτής θα είναι ίσο με αυτό του κτιρίου, δηλαδή 96,56 τ.μ. ενώ η ψυχόμενη επιφάνεια λαμβάνεται κατά το ήμισυ του εμβαδού, 48,28 m<sup>2</sup>. ο όγκος του κτιρίου με ύψος 3,05 m είναι 302,40 m<sup>3</sup> και ο ψυχόμενος όγκος το μισό αυτής, 151,20.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται συμπληρωμένα τα παραπάνω στοιχεία, όπου συμπληρώνονται και οι πηγές ενέργειας που διαθέτει το κτίριο.

Εντάξει να εισαγάγετε τα στοιχεία:  3D  Φωτοβιολογικά  Απομνημονεύστε κάποια παραβίαση

Γενικά | Υλικά, αποστάσεις, πάχος | Αντικείμενα

Περιγραφή:

Χρήση κτίριου:

Συνολική επιφάνεια (m²):  Συνολικός όγκος (m³):

Οριζόντια επιφάνεια (m²):  Οριζόντιος όγκος (m³):

Καθίστημα επιφάνεια (m²):  Καθίστημα όγκος (m³):

Αριθμός ορόφων:  Υψος τυπικού ορόφου (m):  Υψος κτισίτου (m):

Στάθμη κτίριου:  +

Αριθμός θερμοσφινών όροφων:  Αριθμός ηλιακών κέντρων:

Αριθμός μη θερμοσφινών κέντρων:

Πηγή ενέργειας	Θερμότητα	Ψύξη	Αερισμός	3D	Φωτοβολ.	Συστατικό	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
Ηλιακή	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	kWh	00-06-00 - 01-01-10
Παράβολο θέρμανσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	k	00-06-00 - 01-01-10
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00-06-00 - 01-01-10

Συνθήκες θερμοσφινών όροφων  Συνθήκες αποστατικής όρασης  Συνθήκες απώλειας όρασης  Παύση του κεντρικού κέντρου

Λογισμικό TEE - GENAC - (Εθνικό Κέντρο Τεχνολογικών Εφαρμογών) - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 3.14 Δεδομένα εισαγωγής χαρακτηριστικών επιφάνειας του κτιρίου

### 3.7.1 Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα

Η ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα υπολογίζεται για όλο το κέλυφος του κτιρίου σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας.3.5: Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα (Κ.Εν.Α.Κ)

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m².K))
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Η κατοικία ανήκει στην κατηγορία 1 με συντελεστή ανοιγμένης θερμοπερατότητας 80kJ/(m²K).

### 3.7.2 Μέση κατανάλωση ZNX

Για τον υπολογισμό της μέσης ετήσιας κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου λαμβάνουμε υπόψιν τον πίνακα 3.6:

Πίνακας 3.6 Μέση κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [ℓ/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91

Το κτίριο αποτελείται από 3 υπνοδωμάτια και θεωρείται ότι κατοικούν 4 άτομα μέσα σε αυτό, επομένως η ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης είναι 200 ℓ. Η μέση ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού είναι 87,86 m<sup>3</sup>/έτος.

### 3.7.3 Διάταξη ελέγχου και αυτοματισμών

Καθώς η κατοικία δεν απαρτίζεται από κάποιο σύστημα αυτοματισμού σχετικά με τον έλεγχο του συστήματος θέρμανσης και ψύξης, ανήκει στην κατηγορία Δ των διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα:

<p><b>Συστήματα παραγωγής, διανομής &amp; εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Κανένας αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων, του δικτύου διανομής, των αντλιών διανομής.</li><li>2. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο.</li><li>3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα.</li><li>4. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης.</li></ol> <p><b>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν υπάρχει κανένας έλεγχος ή είναι χειροκίνητος ο έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο ή στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας.</li><li>2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).</li><li>3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα.</li></ol>	Δ
--	---

Εικόνα 3.15 Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών

### 3.7.4 Διείσδυση αέρα από χαραμάδες

Για τον υπολογισμό του αέρα που διεισδύει από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων, χρησιμοποιείται η παρακάτω σχέση:

$$V=A*a$$

Όπου:

A=εμβαδό ανοίγματος



A=Τιμή διείσδυσης αέρα λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας και είδος κουφώματος.

Όλα τα κουφώματα των ανοιγμάτων, αποτελούνται από μεταλλικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση. Διαθέτουν διπλό υαλοπίνακα και είναι ανοιγόμενα. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.7 που φαίνεται παρακάτω, λήφθηκαν οι τιμές διείσδυσης αέρα:

Πίνακας 3.7 Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα (Κ.Εν.Α.Κ, 48697)

Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.			
<b>Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση</b>			
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.		7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.		5,3	6,8
<b>Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)</b>			
Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος:		1	7,7
		2	4,1
		3	1,4
		4	0,5
<b>Γυάλινες προσόψεις</b>			
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.			

$$P1 = 1,27 * 1,26 * 6,8 = 10,88 \frac{m^3}{h}$$

$$P2 = 1,25 * 2,23 * 5,3 = 14,77 \frac{m^3}{h}$$

$$P3 = 0,64 * 0,61 * 6,8 = 2,65 \frac{m^3}{h}$$

$$P4 = 1,25 * 2,23 * 5,3 = 14,77 \frac{m^3}{h}$$

$$P5 = 1,25 * 2,23 * 5,3 = 14,77 \frac{m^3}{h}$$

$$P6 = 0,96 * 2,19 * 5,3 = 11,14 \frac{m^3}{h}$$

$$P7 = 1,25 * 2,23 * 5,3 = 14,77 \frac{m^3}{h}$$

Η θύρα εισόδου αποτελείται από ξύλινο κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.

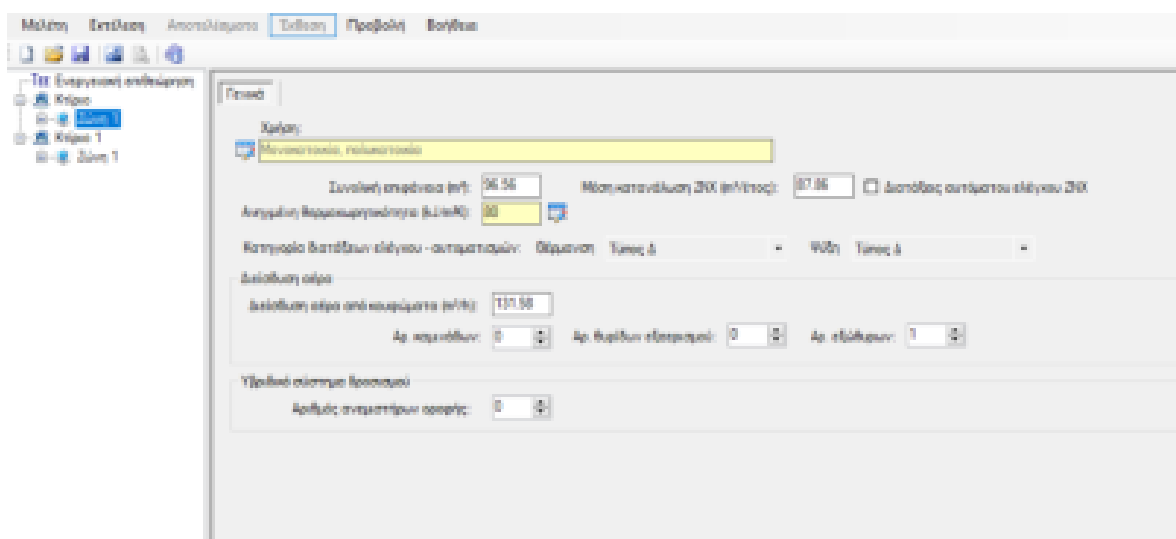
$$P_{\theta\epsilon\iota\varsigma} = 1,12 * 2,24 * 11,8 = 29,6 \frac{m^3}{h}$$

$$P_8 = 1,15 * 0,94 * 6,8 = 7,35 \frac{m^3}{h}$$

$$P_9 = 1,25 * 1,28 * 6,8 = 10,88 \frac{m^3}{h}$$

Επομένως, η διείσδυση αέρα υπολογίζεται:  $V=131,58 \frac{m^3}{h}$

Στην εικόνα 3.16 φαίνεται η καρτέλα συμπλήρωσης των παραπάνω υπολογισμών.



Εικόνα 3.16 Δεδομένα εισαγωγής χαρακτηριστικών του κτιρίου.

### 3.7.5 Κέλυφος.

Για την συμπλήρωση της καρτέλας που αφορά το κέλυφος συμπληρώνουμε ανά στήλη. Έτσι,

#### Τύπος

Ορίζουμε τον τύπο του δομικού στοιχείου μέσα από τις επιλογές: τοίχος, οροφή, δάπεδο, πόρτα και μεσοτοιχία.

#### Περιγραφή

Περιγράφουμε το δομικό στοιχείο, γράφοντας προσανατολισμό αλλά και επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο όταν ισχύει.

#### Προσανατολισμός γ

Για τον υπολογισμό του προσανατολισμού γ ορίζουμε την απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια που υπολογίζεται προς την κατεύθυνση του βορρά. Στο παρακάτω πίνακα 3.8 φαίνονται οι τιμές αξιμούθιου ανάλογα με τον προσανατολισμό:

Πίνακας 3.8 Προσανατολισμός γ

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [°]	0	90	180	270

### Γωνία Β (deg)

Η γωνία β υπολογίζεται μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου. Παράδειγμα είναι το δάπεδο με 0° ή μια κατακόρυφη επιφάνεια με 90°.

### Εμβαδόν

Στη στήλη αυτή υπολογίζεται το εμβαδόν της επιφάνειας. Στην περίπτωση που η επιφάνεια αποτελείται και από ανοίγματα, τα εμβαδά αυτών αφαιρούνται από το εμβαδόν της τοιχοποιίας.

### Συντελεστής θερμοπερατότητας

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας λαμβάνεται ίσος με αυτόν που υπολογίσαμε στο κεφάλαιο 3.3.

### Συντελεστής απορροφητικότητας α

Ο συντελεστής απορροφητικότητας α ορίζεται ως ο λόγος της ακτινοβολίας που απορροφάται από το δομικό στοιχείο και διαφέρει ανάλογα με την επίστρωσή του. Στον παρακάτω πίνακα 3.9 φαίνονται οι τιμές ανάλογα με τις επιστρώσεις.

Πίνακας 3.9 Τιμές απορροφητικότητας ακτινοβολίας α (Κ.Εν.Α.Κ, 48681)

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
<b>Κατακόρυφα δομικά στοιχεία</b>		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Σπλιπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Φυτεμένη όψη (με αειθαλή φυτά)	0,30	0,70
<b>Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)</b>		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με	0,35	0,65
χαλαζιακή ψηφίδα)		
Σπλιπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30
Φυτεμένο δώμα	0,30	0,70

Το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει ανοιχτόχρωμο επίχρισμα στην τοιχοποιία του με συντελεστή  $\alpha = 0,40$  και η οροφή η οποία αποτελείται από κεραμίδι έχει συντελεστή  $\alpha = 0,60$ . Η πόρτα εισόδου λαμβάνει συντελεστή απορροφητικότητας  $\alpha = 0,6$ .

### Συντελεστής εκπομπής $\epsilon$

Με τον συντελεστή εκπομπής υπολογίζεται το ποσοστό της ακτινοβολίας που αντανακλάται και επιστρέφει στο περιβάλλον. Η αντανάκλαση ή εκπομπή αυτή διαφέρει ανάλογα με το υλικό και την διαμόρφωση της επιφάνειας. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.10 υπολογίζουμε τον συντελεστή εκπομπής:

Πίνακας 3.10 Συντελεστής εκπομπή (Κ.Εν.Α.Κ, 48682)

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνθετες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Σπληνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30
Φυτεμένο δώμα ή φυτεμένη όψη με αειθαλή φυτά	0,80

### Συντελεστές σκίασης

Οι συντελεστές σκίασης, οι οποίοι αναλυθήκαν σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, είναι απαραίτητοι για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας και πόσο αυτή μειώνεται. Σημειώνεται, πως οι συντελεστές σκίασης είναι πάντα μειωτικοί, λαμβάνονται τιμές από 0-1, με 0 για επιφάνειες πλήρης σκίασης και με 1 επιφάνειες με καθόλου σκίαση.

Παρακάτω στην εικόνα 3.17 φαίνεται η συμπλήρωση των παραπάνω στοιχείων.

	Τύπος	Παράση	γ (m²)	θ (m³)	Εμβαδόν (m²)	U' (W/m²K)	α' (i)	α' (e)	F_solar(h)	F_solar(i)	F_solar(j)	F_solar(k)	F_solar(l)
1	Τάκος	Β	0	90	29,177	0,277	0,4	0,8	1	1	1	1	1
2	Τάκος	Α	90	90	21,933	0,277	0,4	0,8	1	1	1	1	1
3	Τάκος	Ν	180	90	27,756	0,277	0,4	0,8	1	1	1	1	1
4	Τάκος	Δ	270	90	33,013	0,277	0,4	0,8	1	1	1	1	1
5	Πάτω	ΕΞΩΤΕΡΗ ΠΟΡΤΑ Β	0	90	2,509	3,50	0,8	0,80	1	1	1	1	1
6	Όροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	96,96	1,287	0,6	0,80	1	1	1	1	1
7													

Εικόνα 3.17 Δεδομένα εισαγωγής χαρακτηριστικών του κελύφους

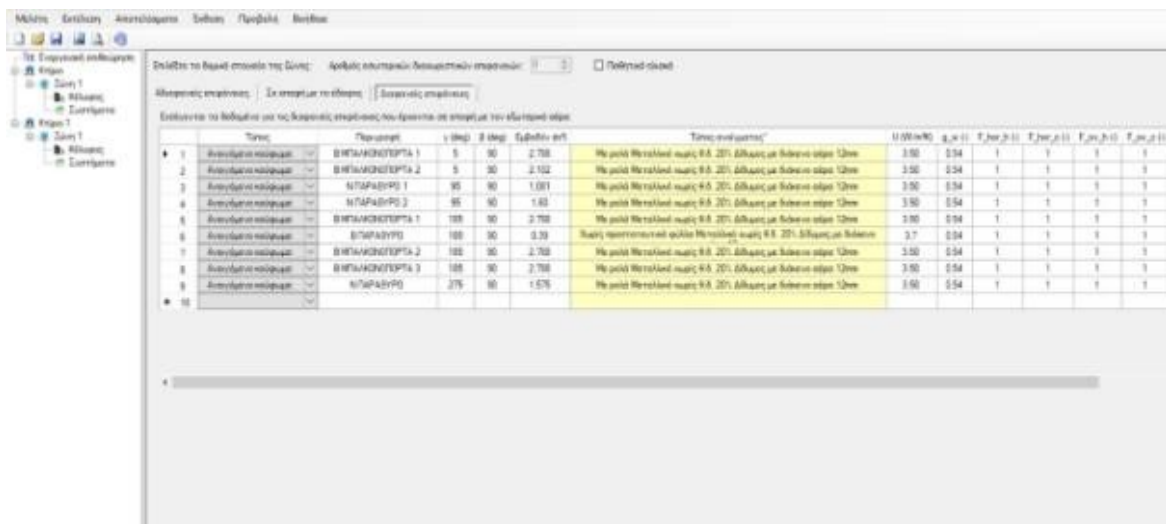
### 3.7.6 Διαφανή δομικά στοιχεία.

Για την εισαγωγή των δεδομένων στην καρτέλα των διαφανών στοιχείων στο λογισμικό, ακολουθείται η ίδια διαδικασία με αυτή του κελύφους. Επιπλέον, για τα στοιχεία αυτά απαραίτητος είναι ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοκικού κέρδους από τα κουφώματα ,gw, ο οποίος εξαρτάται από τον τύπο του υαλοπίνακα που αποτελείται το κούφωμα και το ποσοστό του πλαισίου. Στον πίνακα 3.11 φαίνονται οι τιμές του συντελεστή αυτού:

Πίνακας 3.11 Τιμές συντελεστή gw διαφανών στοιχείων (Κ.Εν.Α.Κ, 48684)

Τύπος υαλοπίνακα	Ποσοστό πλαισίου F <sub>f</sub>				
	10%	20%	30%	40%	50%
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46	0,39
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41	0,34
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής κανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36	0,30
Διπλό παράθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41	0,34
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27	0,23

Στην εικόνα 3.18 φαίνεται η συμπλήρωση των στοιχείων για τις διαφανείς επιφάνειες.



Εικόνα 3.18 Δεδομένα εισαγωγής χαρακτηριστικών διαφανών δομικών στοιχείων

### 3.7.7 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

#### Σύστημα θέρμανσης

Η υπό μελέτη κατοικία θερμαίνεται μέσω λέβητα πετρελαίου με ισχύ 35KW και βαθμό απόδοσης 0,8, στοιχεία τα οποία ελήφθησαν από την ενημερωτική ταμπέλα που βρίσκεται επάνω στον λέβητα. Διαθέτει δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις) χωρίς μόνωση με ισχύ 150 kW και βαθμό απόδοσης 0,85. Τα στοιχεία του δικτύου διανομής ελήφθησαν από προηγούμενη μελέτη που είχε πραγματοποιηθεί. Τέλος, οι τερματικές μονάδες αποτελούνται από θερμαντικά

σώματα τα οποία είναι διαμοιρασμένα σε όλη την κατοικία, με βαθμό απόδοσης 0,958.

Το ποσοστό απωλειών του δικτύου διανομής υπολογίζεται σύμφωνα με τον κανονισμό ίσο με 11, από τον πίνακα 3.12:

Πίνακας 3.12 Ποσοστό θερμικών απωλειών

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους		
	Μόνωση <sup>1</sup> κτηρίου αναφοράς	Μόνωση <sup>2</sup> ίση με την ακτίνα σωλήνων	Ανεπαρκής μόνωση <sup>3</sup>	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με υψηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60°C)							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0

Για τον υπολογισμό του βαθμού απόδοσης θα χρησιμοποιήσουμε τον παρακάτω τύπο:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

Όπου:

$F_{rad}$ : ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις

τερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα ισούται με μονάδα ( TOTEE 20701,48707), σύμφωνα με τον πίνακα 3.13:

Πίνακας 3.13 Παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων,  $F_{rad}$

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	$f_{rad}$
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από 4 m	0,95
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

$F_{im}$ : ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτιρίου, που παίρνει τιμές από τον πίνακα 3.14:

Πίνακας 3.14 Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης:	$f_{im}$
με συνεχή λειτουργία	1,00
με διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

$F_{hydr}$ : ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των θερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον πίνακα 3.15:

Πίνακας 3.15 Παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του συστήματος

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης:	$f_{hydr}$
με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
με συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

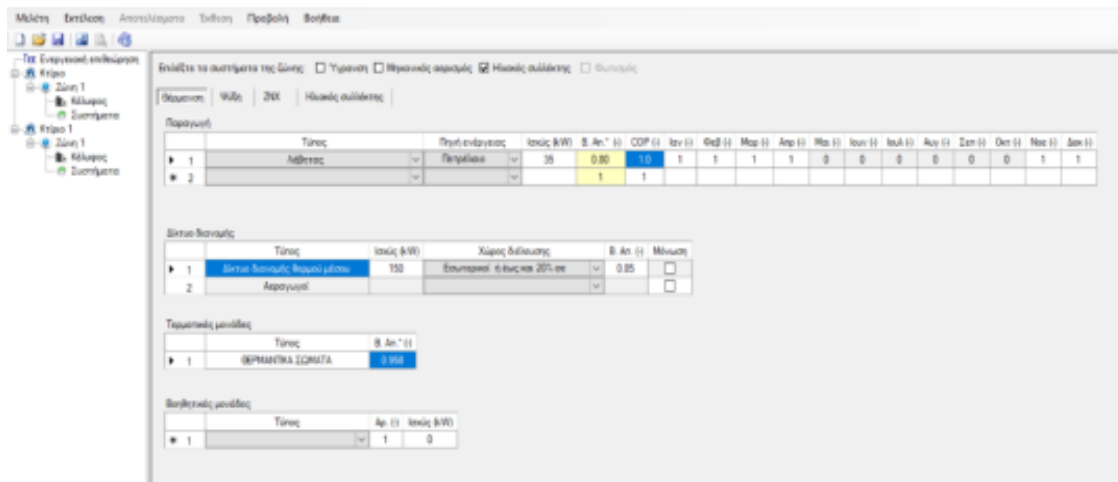
Τέλος, είναι η απόδοση εκπομπής  $\eta_{em}$  των θερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον πίνακα 3.16:

Πίνακας 3.16 Απόδοση εκπομπής θερματικών μονάδων

Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ θερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος θερματικής μονάδας	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	-	-	0,90
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης	-	-	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	-	-	0,85

Έπειτα από τους υπολογισμούς καταλήγουμε στον βαθμό απόδοσης των θερματικών μονάδων:  $\eta_{em,t} = 0,958$ .

Στην εικόνα 3.19 φαίνονται τα δεδομένα που αναφέρθηκαν συμπληρωμένα στην αντίστοιχη καρτέλα του λογισμικού.

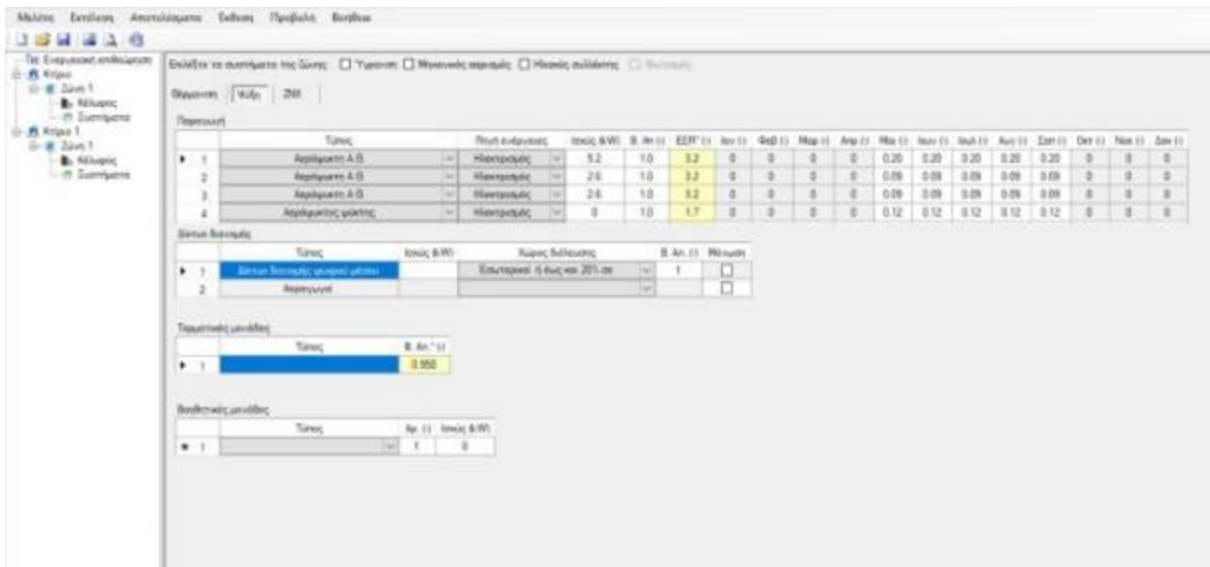


Εικόνα 3.19 Δεδομένα εισαγωγής συστημάτων θέρμανσης.

Εικόνα 3.19 Δεδομένα εισαγωγής συστημάτων θέρμανσης.

### Σύστημα ψύξης

Ως σύστημα ψύξης η κατοικία διαθέτει 3 τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρετού τύπου από τα οποία το ένα είναι 18 btu ενώ τα άλλα δύο 9 btu. Ο χώρος κάλυψης της ψύξης είναι 73,39 τ.μ. το οποίο αντιστοιχεί στο 76,00% της συνολικής επιφάνειας της κατοικίας. Για την κάλυψη της απαιτούμενης ισχύος της κατοικίας έχει προστεθεί και ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης. Για την κάλυψη του ψυκτικού φορτίου χρησιμοποιούνται παραπάνω από μία μονάδα παραγωγής ψύξης, η οποία κατανέμετε σύμφωνα με την ψυκτική απόδοση, του εκάστοτε συστήματος παραγωγής ψύξης, όπως φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 3.20:



Εικόνα 3.20 Δεδομένα εισαγωγής συστημάτων ψύξης

Εικόνα 3.20 Δεδομένα εισαγωγής συστημάτων ψύξης

Για τον υπολογισμό του βαθμού απόδοσης των τερματικών μονάδων θα χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω τύπος:



$$N_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{ydr}}$$

Όπου,

$n_{em}$ : η απόδοση εκπομπής μια θερματικής μονάδας και λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα 3.17:

Πίνακας 3.17: Απόδοση εκπομπής  $n_{em}$  τοπικών ηλεκτρικών μονάδων

Τύπος θερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής $n_{em}$ ηλεκτρικών μονάδων
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο	0,91
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο	0,94

$f_{rad}$ : ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των θερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις θερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα ισούται με μονάδα, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.18:

Πίνακας 3.18: Παράγοντας αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας  $f_{rad}$

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	$f_{rad}$
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από 4 m	0,95
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

$f_{im}$ : ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτιρίου, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.19:

Πίνακας 3.19: Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας  $f_{im}$

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης:	$f_{im}$
με συνεχή λειτουργία	1,00
με διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

$f_{hydr}$ : ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των θερματικών μονάδων, όπως φαίνεται στο πίνακα 3.20:

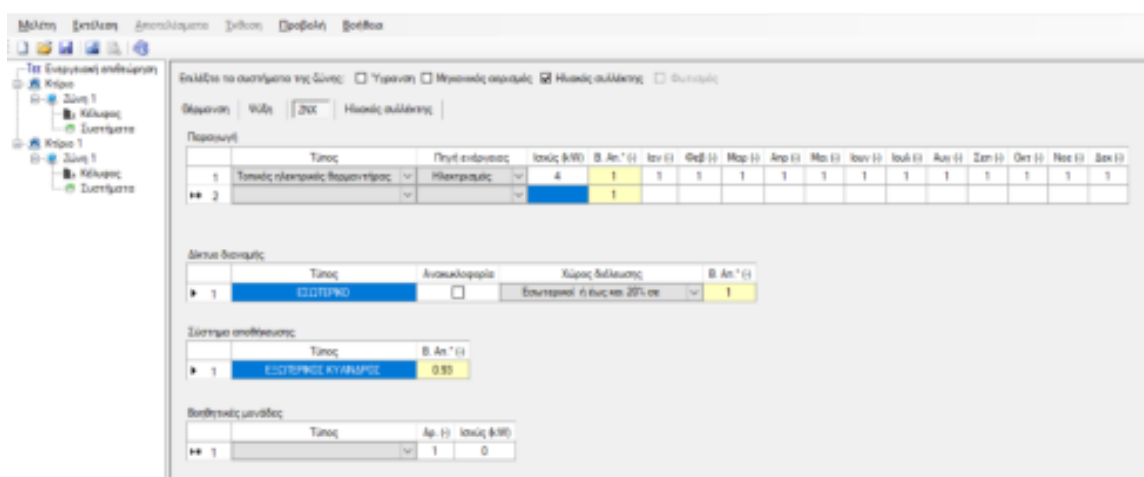
Πίνακας 3.20: Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας  $F_{hydr}$

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης:	$f_{hydr}$
με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
με συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

Έπειτα από πράξεις καταλήγουμε σε βαθμό απόδοσης 0,958.

### Σύστημα ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X)

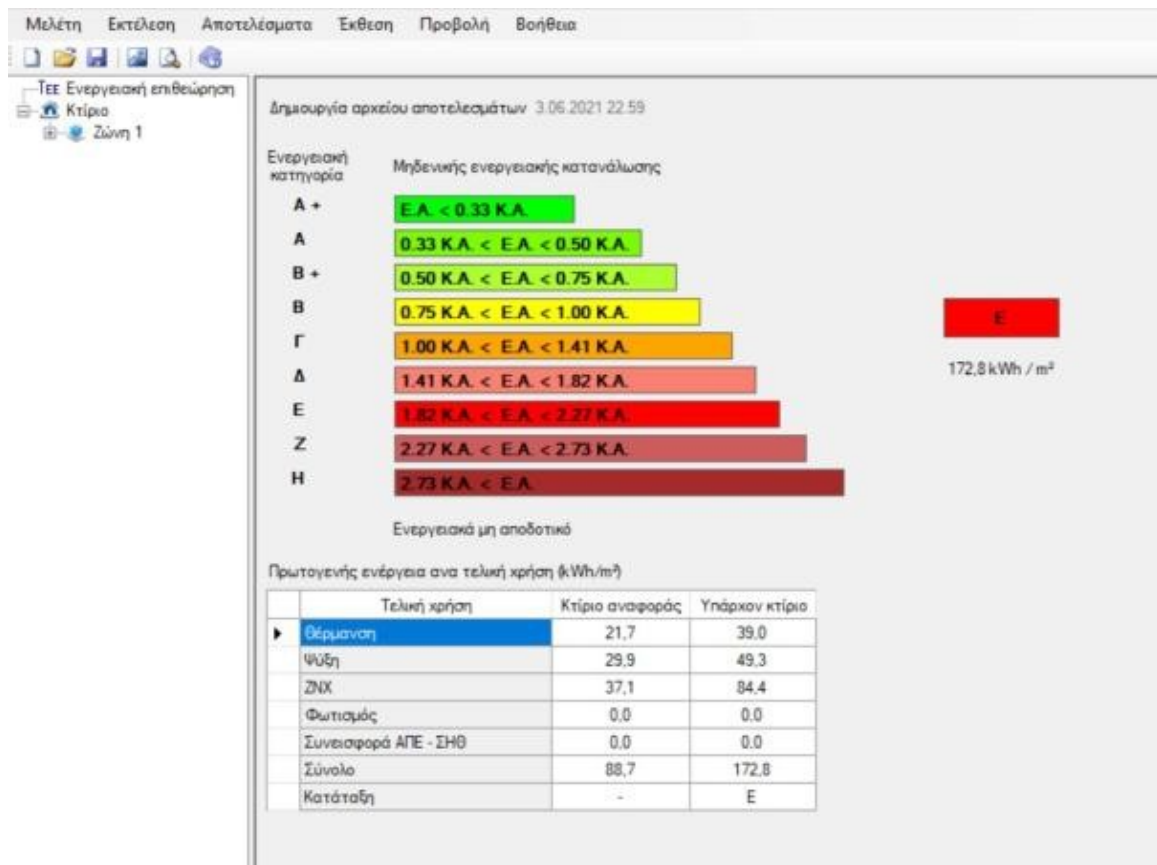
Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, η κατοικία διαθέτει ηλεκτρικό θερμοσίφωνα ισχύς 4kw και βαθμό απόδοσης 1. Οι απώλειες του δικτύου λαμβάνονται μηδενικές, καθώς το δίκτυο διανομής είναι μικρό ενώ οι απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας ή κεντρικών θερμαντήρων λαμβάνονται ως 5% της συνολικής θερμικής ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης. Οι απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο λαμβάνονται ίσες με 7%. Στην εικόνα 3.21 φαίνονται τα παραπάνω δεδομένα τα οποία εισάγονται στο λογισμικό.



Εικόνα 3.21 Δεδομένα εισαγωγής συστήματος ζεστού νερού χρήσης

## 3.8 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ.

Η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου υπολογίζεται σύμφωνα με το λογισμικό TEE- K.Εν.Α.Κ. Η κατηγορία του κτιρίου είναι «Ε» με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 172,8 kWh/m<sup>2</sup>/y. Το κτίριο αναφοράς παρουσιάζει πρωτογενή ενέργεια 88,7 kWh/m<sup>2</sup>/y, με λόγο πραγματικού κτιρίου προς κτίριο αναφοράς να είναι 1,95. Στην εικόνα 3.22 φαίνεται το αποτέλεσμα ενεργειακής κατάταξης σύμφωνα με το λογισμικό TEE- K.Εν.Α.Κ:



Εικόνα 3.22 Αποτέλεσμα κατάταξης κτηρίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση για θέρμανση είναι 39,0kWh/m<sup>2</sup>/y, για ψύξη 49,3kWh/m<sup>2</sup>/y και για ζεστό νερό χρήσης 84,4kWh/m<sup>2</sup>/y. Παρατηρούμε πως όλες οι καταναλώσεις είναι μεγαλύτερες από αυτές του κτιρίου αναφοράς, όπου σημαντική διαφορά εμφανίζεται στο ζεστό νερό χρήσης η οποία αιτιολογείται λόγω μη ύπαρξης ηλιακού θερμοσίφωνα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα προταθούν και θα μελετηθούν οι παρεμβάσεις, οι οποίες θα υλοποιηθούν για την ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας, με στόχο την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των λειτουργικών ενεργειακών δαπανών αυτής. Ουσιαστικός στόχος των παρακάτω παρεμβάσεων είναι η κατάταξη της κτιριακής μονάδας σε Zero Energy Building.

Μέσω του λογισμικού ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ. έγιναν οι απαραίτητοι υπολογισμοί για την ενεργειακή κατανάλωση του υπάρχοντος κτιρίου, ενώ δημιουργήθηκε ένα νέο ενεργειακά αναβαθμισμένο μοντέλο κτιρίου χρησιμοποιώντας τις νέες ενεργειακά αποδοτικότερες παραβάσεις, με βάση τα κλιματικά κριτήρια της Ελλάδας και τα ελληνικά πρότυπα ενεργειακής αναβάθμισης.

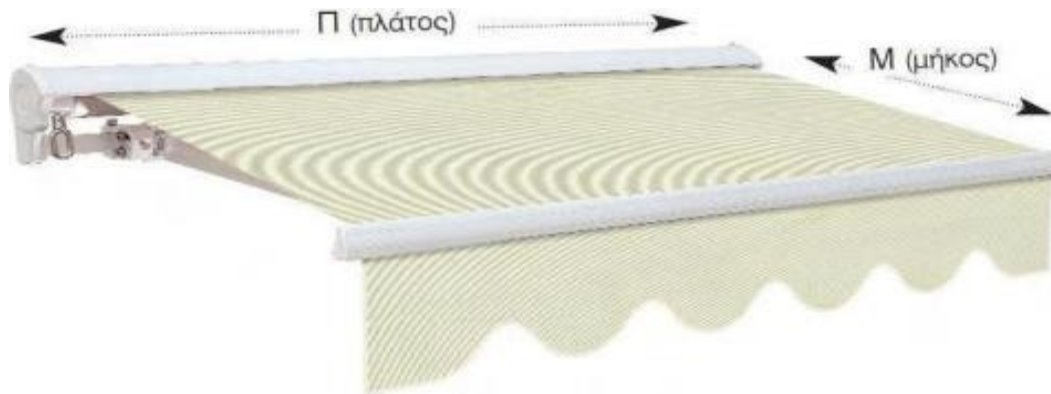
Παράλληλα με την ενεργειακή κατάταξη του νέου κτιρίου θα γίνει και μια οικονομική ανάλυση των επιμέρους παρεμβάσεων, ώστε να γίνει ένα ολοκληρωμένο πλάνο ως προς την πληρωμή του συνολικού κόστους αυτών. Σαφώς λόγω το ότι οι μεμονωμένες παρεμβάσεις είναι οικονομικά αποδοτικότερες από ότι το σύνολο των παρεμβάσεων το οποίο προτείνεται, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι σχεδιάζεται ένα Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης (ΚΜΚ), καθιστά την αποπληρωμή του συνόλου των δαπανών πιο ελαστική και ευέλικτη ως προς το χρόνο της αποπληρωμής αυτών.

Κύρια μέθοδος για την ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας είναι η μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και για το λόγω αυτό μέσω του προγράμματος ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ., εντοπίζονται οι τομείς που εμφανίζονται οι μεγαλύτερες καταναλώσεις. Σύμφωνα με το πρόγραμμα οι καταναλώσεις αυτές εμφανίζονται στη θέρμανση την ψύξη και στο Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ), σημεία στα οποία θα γίνει η στόχευση των παρεμβάσεων. Επίσης για την μετατροπή του κτιρίου σε ΚΜΚ μεγάλη θα είναι η συμβολή των συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Για την τιμολόγηση των απαιτούμενων παρεμβάσεων έχουν χρησιμοποιηθεί οι τιμές του προγράμματος «Εξοικονομώ – Αυτονομώ 2020», προκειμένου να διατηρηθεί μια σταθερή τιμολογιακή πολιτική στα υλοποιούμενα έργα, καθώς δεν υπάρχουν σταθερές τιμές για την αγορά και την εγκατάσταση πολλών από αυτών.

### **4.1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ.**

Ένα από τα μέτρα για τη μείωση κατανάλωσης της ψύξης είναι η εγκατάσταση τεντών στη βορινή και τη νότια πλευρά του σπιτιού, δηλαδή στις πλευρές όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι πιο έντονη κατά τη διάρκεια του έτους και ταυτόχρονα υπάρχουν και τα περισσότερα και μεγαλύτερα ανοίγματα της κτιριακής μονάδας.



Εικόνα 4.1 Τέντα UNIMAC ΤΗ, Πηγή: [WWW.EMBORIDIS.GR](http://WWW.EMBORIDIS.GR)

Κατόπιν έρευνας αγοράς καταλήγουμε στην επιλογή τέντας με ηλεκτρικό διακόπτη της εταιρίας UNIMAC. Στη βορινή πλευρά θα χρησιμοποιηθούν 2 τέντες με πλάτος 5,5m και μήκος (άνοιγμα) 3,5m, ενώ αντίστοιχα στη νότια πλευρά θα εγκατασταθούν 2 τέντες πλάτους 5,5m και μήκους 2,5m. Για λόγους διευκόλυνσης, το κενό ανάμεσα στις τέντες θεωρείται αμελητέο. Το συνολικό εμβαδό του τεντόπανου που θα χρειαστεί είναι 66m<sup>2</sup>, ενώ θα χρησιμοποιηθούν 4 ηλεκτρικοί μηχανισμοί για τη λειτουργία των τεντών. Το συνολικό κόστος των κινητών συστημάτων σκίασης ανέρχεται σε 2.310€, υπολογιζόμενο με τιμή 35€/m<sup>2</sup>.

Μέσα στο λογισμικό TEE-K.Εν.Α.Κ. το αποτέλεσμα της εγκατάστασης τέντας εμφανίζεται στις τιμές των σκιάσεων F\_ον\_η και F\_ον\_c, τόσο των διαφανών όσο και των αδιάφανων επιφανειών του κελύφους του κτιρίου. Οι υπολογισμοί των νέων σκιάσεων είναι ίδιοι με αυτούς που πραγματοποιήθηκαν στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο.

Παρακάτω παρατίθενται στιγμιότυπα από τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

Μόλδα Έπιση Αποτέλεμα Έξση Προβλή Βοήθεια

TEE Εργασία επιτήρηση

Κτίριο

Ζώνη 1

Κτίριο 1

Ζώνη 1

Κτίριο 1

Ζώνη 1

Κτίριο 1

Συστήματα

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 2  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε εσοχή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Επιλέγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έπονται σε εσοχή με τον εδωτερό αέρα

	Τύπος	Παρονομή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	κ' ( )	κ'' ( )	F_ον_η ( )	F_ον_c ( )	F_ον_η ( )	F_ον_c ( )	F_ον_η ( )	F_ον_c ( )	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	Τείχος	θ	0	90	29.177	0.277	0.40	0.80	1	1	0.41	0.41	1	1	
2	Τείχος	Α	90	90	21.933	0.277	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
3	Τείχος	Η	180	90	27.756	0.277	0.40	0.80	1	1	0.20	0.20	1	1	
4	Τείχος	Δ	270	90	23.013	0.277	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
5	Πάτω	ΕΣΣΤΕΡΚΗ ΠΟΡΤΑ Β	0	90	2.509	0.62	0.2	0.20	1	1	0.52	0.52	1	1	
6	Οροφή	ΟΡΟΦΗ ΔΩΜΑ	0	0	96.56	1.287	0.60	0.80	1	1	1	1	1	1	
7															

Εικόνα 4.2 Σκίαση Αδιάφανων επιφανειών.

Κωδικός	Όνομα	Όγκος (m³)	Βάρος (kg)	Αγωγιμότητα (W/mK)	Χαρακτηριστικό	U (W/m²K)	g (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)	U (W/m²K)
1	ΕΠΙΧΑΛΟΥΣΤΡΙΑ 1	0	0	2,700	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,75	0,41	1	1	0,02	0,02	1	1
2	ΕΠΙΧΑΛΟΥΣΤΡΙΑ 2	0	0	2,702	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,75	0,41	1	1	0,02	0,02	1	1
3	ΑΠΟΡΡΙΣΤΟ 1	90	90	1,001	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,00	0,41	1	1	1	1	1	1
4	ΑΠΟΡΡΙΣΤΟ 2	90	90	1,001	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,00	0,41	1	1	1	1	1	1
5	ΕΠΙΧΑΛΟΥΣΤΡΙΑ 1	100	100	2,700	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,75	0,41	1	1	0,02	0,02	1	1
6	ΑΠΟΡΡΙΣΤΟ	100	100	1,001	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,00	0,41	1	1	0,27	0,27	1	1
7	ΕΠΙΧΑΛΟΥΣΤΡΙΑ 2	100	100	2,702	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,75	0,41	1	1	0,02	0,02	1	1
8	ΕΠΙΧΑΛΟΥΣΤΡΙΑ 1	100	100	2,700	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,75	0,41	1	1	0,02	0,02	1	1
9	ΑΠΟΡΡΙΣΤΟ	270	270	1,072	Με ποιά ζώνη κλιματισμού (έλεγχος) 471, 0 θέρμανση σταθερή (καταστάση)	1,75	0,41	1	1	1	1	1	1

Εικόνα 4.3: Σκίαση διαφανών επιφανειών

## 4.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΥΡΑΣ.

Η υπάρχουσα εξωτερική θύρα του κτιρίου είναι ξύλινη αγνώστων στοιχείων με εμβαδό 2,509 m<sup>2</sup> και συντελεστή θερμοπερατότητας U=3,5 (W/m<sup>2</sup>K) σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ\_20701-1 . Η συγκεκριμένη εξωστόθυρα θα αλλαχτεί και στη θέση της θα τοποθετηθεί μια νέα πόρτα αλουμινίου καλύτερης ποιότητας και εξαιρετικά υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Έπειτα από έρευνα αγοράς η πόρτα αυτή θα είναι της εταιρίας ALUMIL χρώματος σκούρο καφέ και θα διαθέτει το σύστημα SUPREME SD95 με ίσιο θερμομονωτικό προφίλ. Όσο αφορά τα τεχνικά της χαρακτηριστικά θα διαθέτει περιμετρική στεγάνωση τριών επιπέδων με EPDM ελαστικά, η πλήρωση της θα είναι με πάνελ, το είδος της θερμομόνωσης της θα είναι πολυαμίδια πλάτους 34mm, Alumil Energy bar και αφρώδες υλικό, το πάχος της θα είναι 54 mm και ο συντελεστής θερμοπερατότητας της θα είναι U<sub>f</sub>=0,62 (W/m<sup>2</sup>K). Η τελική τιμή μαζί με την τοποθέτηση της θα ανέρχεται στα 2.000€.



Εικόνα 4.4: Θύρα Εισόδου, ALUMIL, Πηγή: [www.alumil.com](http://www.alumil.com)

### 4.3 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Σχεδόν όλα τα υπάρχοντα κουφώματα είναι μεταλλικά με ρολά, με ποσοστό κουφώματος 20% και δίδυμο υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 12mm. Τα συγκεκριμένα κουφώματα έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U= 3,50$  ( $Wm^2K$ ). Ένα μόνο κούφωμα δεν έχει προστατευτικά φύλλα και το συγκεκριμένο έχει συντελεστή  $U= 3,70$  ( $Wm^2K$ ). Έπειτα από έρευνα αγοράς θα γίνει αντικατάσταση των υπάρχοντων κουφωμάτων με νέα, τα οποία θα είναι της εταιρίας ALUMIL και συγκεκριμένα της σειράς SUPREME S77 Standard με ρολό τύπου S13600.



Εικόνα 4.5: Εξωτερικό Κούφωμα Αλουμινίου SUPREME S77 Standard, Πηγή: [www.Alumil.com](http://www.Alumil.com)



Εικόνα 4.6: Ρολό Αλουμινίου S13600, Πηγή: [www.Alumil.com](http://www.Alumil.com)

Σε όλα τα εξωτερικά κουφώματα θα προστεθούν προστατευτικά ρολά, εκτός αυτού του μπάνιου, το οποίο εξ αρχής δεν είχε κάποιο προστατευτικό φύλλο. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων είναι τα εξής: Διπλός υαλοπίνακας με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής 12 mm και ποσοστό κουφώματος 40%. Σκοπός αυτής της παρέμβασης είναι καλύτερη στεγάνωση της κατοικίας με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης της κτιριακής μονάδας. Η τιμή των συγκεκριμένων κουφωμάτων και ρολών για την αγορά και την τοποθέτησή τους διαμορφώνεται με τιμή για τις μπαλκονόπορτες 350€/m<sup>2</sup> , για τα παράθυρα 440€/m<sup>2</sup> και για τα ρολά 140€/m<sup>2</sup>. Στον παρακάτω πίνακα αναλύονται τα συνολικά κόστη για κάθε κούφωμα και υπολογίζεται το συνολικό κόστος της συγκεκριμένης παρέμβασης.

Πίνακας 4.1: Συνολικά Κόστη Κουφωμάτων

ΚΟΥΦΩΜΑ	ΚΟΣΤΟΣ €
B ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 1	1366,12
B ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 2	1029,98
A ΠΑΡΑΘΥΡΟ 1	626,98
A ΠΑΡΑΘΥΡΟ 2	928
N ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 1	1366,12
N ΠΑΡΑΘΥΡΟ	144,3
N ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 2	1366,12
N ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 3	1366,12
Δ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1091,48
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>9285,22</b>

Οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας και των συντελεστών ηλιακού κέρδους υαλοπίνακα έγιναν μέσω της επίσημης σελίδας της ALUMIL και τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών εισήχθησαν στο πρόγραμμα TEE-K.Εν.Α.Κ., προκειμένου να συμπεριληφθούν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της ενεργειακής κλάσης της κατοικίας. Παρακάτω παρουσιάζονται αποσπάσματα από το συγκεκριμένο πρόγραμμα, όπου φαίνονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων.

Περιγραφή	U (W/m²K)	g (W/m²K)	g <sub>ext</sub> (W/m²K)	g <sub>int</sub> (W/m²K)	g <sub>ext</sub> (W/m²K)	g <sub>int</sub> (W/m²K)	g <sub>ext</sub> (W/m²K)	g <sub>int</sub> (W/m²K)
B ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 1	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
B ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 2	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Δ ΠΑΡΑΘΥΡΟ 1	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Δ ΠΑΡΑΘΥΡΟ 2	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
N ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 1	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
N ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
N ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 2	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
N ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ 3	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Δ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78

Εικόνα 4.7: Τύπος Κουφώματος και Αντίστοιχο U

#### 4.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Η συγκεκριμένη κατοικία έχει ήδη εγκατεστημένα τρία κλιματιστικά, ένα 18.000 Btu και δυο 9.000 Btu με υπολογιζόμενη ισχύ 5,2 kW, 2,6 kW και 2,6 kW αντίστοιχα. Η απαιτούμενη ψυκτική ισχύς της κατοικίας είναι 13,8 Kw και καθώς με τα υπάρχοντα κλιματιστικά δεν καλύπτεται η απαιτούμενη ψυκτική ισχύς, έγινε ακόμη μια προσθήκη μιας αντλίας θερμότητας αέρα – αέρα διαιρουμένου τύπου (split unit). Μετα από έρευνα αγοράς επιλέχθηκε ένα κλιματιστικό της εταιρίας LG, συγκεκριμένα το μοντέλο DUALCOOL Κλιματιστικό Inverter 12000 BTU. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κλιματιστικού είναι ότι έχει ονομαστική ισχύ ψύξης 3,4 Kw και



συντελεστή απόδοσης ψύξης (EER) 3,34 w/w. Το κόστος αυτού μετά της εγκατάστασης ανέρχεται στα 900€.



Εικόνα 4.8: Κλιματιστικό DUALCOOL Inverter 12.000 Btu, Πηγή: [www.lg.com](http://www.lg.com)

#### 4.5 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.

Στο ήδη υπάρχον κτίριο υπάρχει ως σύστημα θέρμανσης ένα λέβητας πετρελαίου με ονομαστική ισχύ 35 kW και με βαθμό απόδοσης 0,80. Παράλληλα είναι εγκατεστημένα μέσα στο σπίτι ως τερματικές μονάδες θερμαντικά σώματα βαθμού απόδοσης 0,958. Υπάρχουν διάφορες επιλογές όσο αφορά τα συστήματα θέρμανσης, όμως εμείς θα επιλέξουμε να εγκαταστήσουμε ένα σύστημα αντλίας θερμότητας αέρα – νερού, η οποία, θα χρησιμοποιηθεί μόνο για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης. Η επιλογή της αντλίας θερμότητας είναι σαφώς οικονομικά και ενεργειακά περισσότερο συμφέρουσα από οποιαδήποτε άλλο πιθανό σύστημα θέρμανσης. Μέσω της επιλογής της αντλίας θερμότητας η κατοικία ανεξαρτητοποιείται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων και χρησιμοποιεί μόνο ηλεκτρική ενέργεια. Έπειτα από έρευνα αγοράς επιλέγεται να εγκατασταθεί μια αντλία της εταιρίας LG, και συγκεκριμένα το μοντέλο HU161H.U32 με απόδοση θέρμανσης 16 kW, συντελεστή απόδοσης θέρμανσης 2,61 w/w και με μέγιστη θερμοκρασία παρεχόμενου νερού τους 80 °C.



Εικόνα 4.9: Αντλία Θερμότητα LG THERMA V HU161H.U32, Πηγή: [www.lg.com](http://www.lg.com)

Η συγκεκριμένη αντλία μπορεί να συνδεθεί απευθείας με τις ήδη υπάρχουσες θερματικές μονάδες της κατοικίας (θερμαντικά σώματα), με αποτέλεσμα να μην καθίσταται υποχρεωτική η αντικατάστασή τους. Το κόστος αυτής μαζί με την εγκατάσταση της ανέρχεται στα 9.400€.

#### **4.7 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ.**

Για την παροχή ζεστού νερού χρήσης, εκτός από την αντλία θερμότητας, η οποία θα χρησιμοποιείται τους χειμερινούς μήνες, έχει επιλεγεί να γίνει και τοποθέτηση ενός ηλιακού συλλεκτικού, ο οποίος θα αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία και θα προσφέρει δωρεάν και χωρίς κατανάλωση ενέργειας ζεστό νερό χρήσης κατά τους μήνες Μάιο – Οκτώβριο. Ο τύπος ηλιακού συλλέκτη που θα τοποθετηθεί είναι επιλεκτικός επίπεδος με συντελεστή αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας 0,36, εμβαδό ηλιακών πάνελ 4m<sup>2</sup> και χωρητικότητα 200lt. Συγκεκριμένα θα είναι της εταιρίας Bauer και συγκεκριμένα το μοντέλο VR-200 PLUS. Το κόστος και η εγκατάσταση αυτού ανέρχονται στα 1500€.



*Εικόνα 4.9: Ηλιακόσ Συλλέκτης BAUER VR-200PLUS, Πηγή: [www.bauer.gr](http://www.bauer.gr)*

#### **4.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ.**

Θέλοντας να κατατάξουμε την συγκεκριμένη κατοικία ως Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη χρησιμοποίησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην Κύπρο με έντονη ηλιοφάνεια την περισσότερη διάρκεια του έτους, ως κυρίαρχη λύση στην επιλογή ΑΠΕ κρίνεται η ηλιακή ενέργεια.

Μελετώντας την κατανομή της ηλιακής ενέργειας σε όλη την Κύπρο παρατηρείται ότι στις πεδινές περιοχές της νήσου, ο μέσος ορός των ωρών που υπάρχει ηλιοφάνειας στη διάρκεια ενός έτους ανέρχεται στο 75% του διαστήματος

που ο ήλιος βρίσκεται πάνω από το ύψος του ορίζοντα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο χρόνος ηλιοφάνειας μέσα στο 24ωρο ανέρχεται σε 11,5 ώρες, ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες Δεκέμβριο και Γενάρη όπου γενικά επικρατούν νεφώσεις, το διάστημα ηλιοφάνειας αγγίζει τις 5,5 ώρες ημερησίως (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου).

Κυρίο μέσο για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα, των οποίων η οικιακή χρήση ξεκίνησε πιλοτικά το 2013 μέσω του συστήματος «Συμψηφισμού μετρήσεων της Εισαγόμενης από το Δίκτυο με την Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια από Φωτοβολταϊκά Συστήματα» (Net Metering) και μέχρι το τέλος του 2020 είχαν εγκατασταθεί περισσότερα από 16.000 φωτοβολταϊκά συστήματα.

Οικιακά ΦΒ συστήματα Net Metering						
ΕΤΟΣ	Αριθμός φ/β συστημάτων ανά έτος	Συνολικός αριθμός φ/β συστημάτων	Εγκατεστημένη ισχύς ανά έτος (KW)	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW)	Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά έτος (MWh)	Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (MWh)
2013	879	879	2609	2609	4198	4198
2014	<b>5083</b>	5962	<b>15284</b>	17893	28789	32987
2015	2067	8029	6219	24112	38796	71783
2016	1017	9046	3726	27838	44791	116575
2017	1134	10180	4510	32348	52048	168622
2018	1172	11352	4951	37299	60014	228637
2019	<b>2998</b>	14350	<b>14224</b>	51523	<b>82901</b>	311537
2020*	<b>2196</b>	16546	<b>9778</b>	61301	<b>57536</b>	369073

\* έως και τον Ιούλιο 2020

Πηγή: Διαχειριστής Συστήματος Διανομής, ΑΗΚ StockWatch

Εικόνα 4.10: Ετήσια στοιχεία φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ως απόρροια των παραπάνω για την χρήση ΑΠΕ και συγκεκριμένα της ηλιακής ενέργειας και τη μετατροπή της σε ηλεκτρική στην κτιριακή μας μονάδα, επιλέγουμε την εγκατάσταση ενός ολοκληρωμένου συστήματος φωτοβολταϊκών της εταιρίας TRIKKIS ENERGY LTD. Αφού έγινε επικοινωνία με έναν από τους ηλεκτρολόγους μηχανικούς της εταιρίας για τη συγκεκριμένη κατοικία και τις απαιτήσεις της αποφασίστηκε η εγκατάσταση 16 φωτοβολταϊκών πάνελ REC250PE ονομαστικής ισχύος 250W το καθένα και με απόδοση της τάξης του 15,8%. Το καθένα από τα παραπάνω πάνελ έχει διαστάσεις 1m \* 1,7m. Τα συγκεκριμένα φωτοβολταϊκά είναι μονοκρυσταλλικά και καταλαμβάνουν επιφάνεια 27,2m<sup>2</sup>.



Εικόνα 4.1.1: Φωτοβολταϊκό Πάνελ REC250PE, Πηγή: TRIKKIS ENERGY

Η αγορά και εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος ανέρχεται στα 7.100€ και περιλαμβάνει:

- Φωτοβολταϊκά πάνελ: 16 \* REC 250W
- Inverter: 1 \* Kostal Pico 3.0
- Εγκατάσταση συσσωρευτών
- Βάσεις στήριξης: Προφίλ αλουμινίου και INOX άγκιστρα (συναρμολόγηση και εγκατάσταση)
- Ηλεκτρολογικό υλικό
- Τοποθέτηση συσκευής ελέγχου
- Σύνδεση δικτύου και έλεγχος λειτουργίας του συστήματος
- Διενέργειες για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης
- Τεχνοοικονομική μελέτη

#### 4.9 Ενεργειακή κατάταξη μέσω ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ.

Παρακάτω εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη της κατοικίας με τα τωρινά στοιχεία του κελύφους και των συστημάτων που έχει εγκατεστημένα, καθώς και η ενεργειακή κατάταξη στην οποία θα ενταχθεί Μετα τις προτεινόμενες παρεμβάσεις.



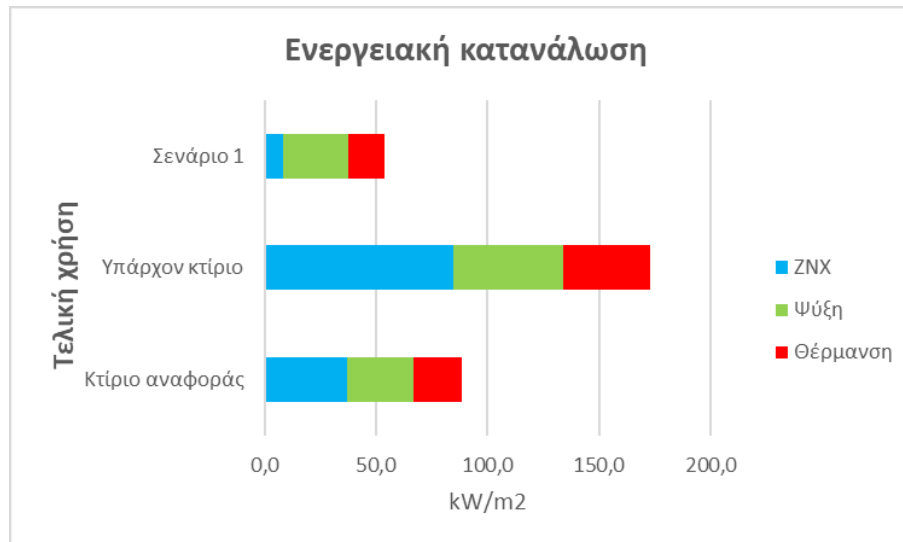
Εικόνα 4.12: Ενεργειακή Κατάταξη μέσω ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ.

Με τη χρήση του προγράμματος ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ. το κτίριο μας θεωρείται Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης, καθώς οι ανάγκες για πρωτογενή ενέργεια για τη θέρμανση, την ψύξη και το ZNX ανέρχονται στα 53,6 kW/m<sup>2</sup>, η οποία ενέργεια είναι στο σύνολο της ηλεκτρική και καλύπτεται πλήρως από το σύστημα ΑΠΕ, με τη συμβολή του οποίου η απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια ανέρχεται στα -4,8 KW/m<sup>2</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.

### 5.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.

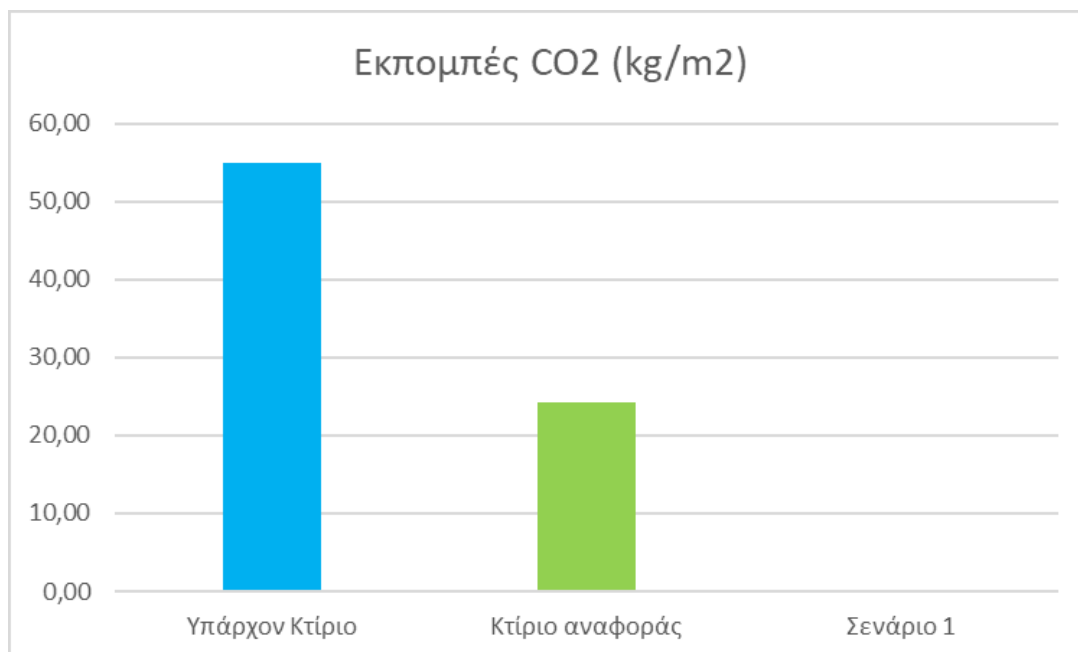
Όλες οι παρεμβάσεις που προτάθηκαν στην κατοικία μας είχαν ως γνώμονα την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τη συνολική ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου. Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται οι καταναλώσεις ανά τελική χρήση, με εξαίρεση το φωτισμό, ο οποίος δε συμπεριλαμβάνεται για τις κατοικίες στο πρόγραμμα ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ.



Εικόνα 5.1: Ενεργειακή Κατανάλωση Ανά Τελική Χρήση

Επόμενος στόχος ήταν η κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων μέσω των συστημάτων ΑΠΕ. Παρατηρούμε στο παραπάνω γράφημα ότι το ΖΝΧ ιδίως στο κτίριό μας απαιτούσε ένα πολύ μεγάλο ποσό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Βλέπουμε ότι μετρά την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος, αλλά και του ηλιακού συλλέκτη, αξιοποιούμε πλήρως τις δυνατότητες της ηλιακής ενέργειας και η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ΖΝΧ, αλλά και θέρμανσης πέφτει σε πάρα πολύ χαμηλά επίπεδα.

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου είναι η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Στο παρακάτω γράφημα εμφανίζονται τα αποτελέσματα των εκπομπών ρύπων σε διάστημα ενός έτους μέσω του προγράμματος ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ., στο κτίριο αναφοράς, στο υπάρχον κτίριο και στο Σενάριο 1, όπου θα εγκαταστήσουμε τις προτεινόμενες παρεμβάσεις.



Εικόνα 5.2: Ενεργειακή Κατάταξη μέσω ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ.

Είναι εμφανές ότι στο κτίριο του σεναρίου 1 οι εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι μηδανινές καθώς αντικαθίστανται οι πηγές ενέργειας, από πετρέλαιο μεταβαίνουμε στην ολοκληρωτική χρήση του ηλεκτρισμού για την κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου. Με τη χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος και την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω αυτού, καλύπτονται όλες οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό με μηδενική εκπομπή ρύπων.

## 5.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Προκειμένου να μετατραπεί ένα οίκημα σε ΚΜΚ σημαντικό παράγοντα αποτελεί το αν είναι οικονομικά σκόπιμο το σύνολο των παρεμβάσεων. Η οικονομική ανάλυση των παρεμβάσεων θα μπορούσε να γίνει από το πρόγραμμα ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ., όμως δεν υπάρχει η επιλογή καταχώρησης κόστους για την εγκατάσταση κινητών συστημάτων σκίασης. Έτσι λαμβάνοντας τις τιμές που έχουν αναφερθεί παραπάνω για την υλοποίηση της κάθε παρέμβασης δημιουργούμε τον παρακάτω πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1: Κόστος παρεμβάσεων

Παρεμβάσεις	Κόστος (€)
Εξωτερική θύρα	2.000
Εξωτερικά κουφώματα	4.630
Κινητά συστήματα σκίασης (Τέντες)	2.310
A/Θ αέρα - αέρα (split)	900
Σύστημα A/Θ αέρα - νερού	9.400
Ηλιακός συλλέκτης	1.500
Φωτοβολταϊκό σύστημα	7.100
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>27.840</b>

Με την μετατροπή της ισόγειας μονοκατοικίας σε ΚΜΚ υπάρχει τεράστια εξοικονόμηση καυσίμων και ηλεκτρισμού. Μέσα από τους υπολογισμούς του προγράμματος ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ. υπολογίζεται ότι στο υπάρχον κτίριο καταναλώνονται 3427,88 kWh ετησίως για θέρμανση με μέσω ενέργειας το πετρέλαιο θέρμανσης, τιμή που αντιστοιχεί σε 320,06lt πετρελαίου. Στην Κύπρο τη συγκεκριμένη περίοδο το κόστος του πετρελαίου θέρμανσης είναι κατά μέσω ορό 0,65€/lt, οπότε το συνολικό κόστος ανέρχεται σε 208,04€. Αντίστοιχα για την ψύξη και τη παραγωγή ΖΝΧ καταναλώνονται ετησίως 4451,42 kWh, ενώ η μέση τιμή του ηλεκτρισμού στη γειτονική χωρά είναι 0,18€/kWh, πράγμα που σημαίνει ότι το ετήσιο συνολικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στα 801,26€. Με την εγκατάσταση και τη χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος και με τη μετατροπή όλων των πηγών ενέργειας σε ηλεκτρισμό, όλες οι ανάγκες τις κατοικίας καλύπτονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας στο υπάρχον κτίριο στο 100%.

Παρατηρούμε ότι το συνολικό ετήσιο ενεργειακό κόστος της υφιστάμενης κατοικίας ανέρχεται στα 1009,3€/έτος, ενώ το σύνολο κόστος των στοχευμένο παρεμβάσεων, οι οποίες θα απαλλάξουν τους ιδιοκτήτες από οποιαδήποτε έξοδα μελλοντικά ανέρχεται στα 27.840€. Σε περίπτωση διεξαγωγής οποιουδήποτε ενεργειακού επιδοτούμενου προγράμματος, όπως είναι το πρόγραμμα «Εξοικονομώ – Αυτονομώ» στην Ελλάδα, μπορεί ο ιδιοκτήτης της κατοικίας να μετατρέψει το σπίτι του σε ΚΜΚ με πολύ λιγότερα χρήματα από ότι είναι το συνολικό κόστος των παρεμβάσεων και να δει απόσβεση των χρημάτων του σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε υφιστάμενη κατοικία στην περιοχή της Κύπρου με έτος κατασκευής 1990 ως προς την ενεργειακή κατανάλωση αλλά και στις δυνατότητες ενεργειακής αναβάθμισής της. Στο πρώτο στάδιο, πραγματοποιήθηκε αναφορά στις μορφές ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή κ.α. με σκοπό να αναδειχθούν ως προς τα οφέλη τους τόσο στο περιβάλλον όσο και στο άνθρωπο.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε αναφορά στην κείμενη νομοθεσία που αφορά την ενεργειακή απόδοση στην Κύπρο και στην Ελλάδα και αναφέρθηκαν οι διαφορές που εμφανίζουν. Επίσης, παρουσίαση του Νόμου Κ.Εν.Α.Κ καθώς και του όμοιου λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Στο δεύτερο στάδιο, πραγματοποιώντας ενεργειακή επιθεώρηση στην κατοικία συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα με τα οποία υπολογίστηκε η ενεργειακή απόδοσή της μέσω του πιστοποιημένου λογισμικού Κ.Εν.Α.Κ.. Παρουσιάστηκαν αναλυτικά όλα τα δομικά και μη στοιχεία της κατοικίας καθώς επίσης υπολογίστηκαν οι απαραίτητοι συντελεστές, οι οποίοι μεταφέρθηκαν έπειτα στο λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης. Με βάση το αποτέλεσμα της ενεργειακής απόδοσης της κατοικίας ως προς το κτίριο αναφοράς, το οποίο ήταν  $172,8 \text{ KWh/m}^2$  παρουσιάζοντας ενεργειακή κλάση E. Η ενεργειακή κλάση που παρουσιάστηκε δικαιολογείται από την απουσία σημαντικών στοιχείων ελαχιστοποίησης ενεργειακής κατανάλωσης όπως είναι ο ηλιακός συλλέκτης και η μειωμένη απόδοση κλιματιστικών και κουφωμάτων.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε μελέτη σχετικά με τις δυνατότητες ενεργειακής αναβάθμισης της κατοικίας, με σκοπό η κατοικία να καταταχθεί στα μηδενικής κατανάλωσης κτίρια. Προτάθηκαν ορισμένες παρεμβάσεις, οι οποίες στο σύνολό τους μπορούν να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου και παράλληλα να εξοικονομήσουν χρήματα στους ιδιοκτήτες.

Οι παραπάνω παρεμβάσεις προτάθηκαν με βάση τον τομέα που ξοδεύεται το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας, το οποίο στη συγκεκριμένη κατοικία ήταν το Ζεστό Νερό Χρήσης, στη συνέχεια η θέρμανση και τέλος η ψύξη. Το αποτέλεσμα ήταν αρχικά η διακοπή χρήσης ορυκτών υλών για την παραγωγή ενέργειας που θα καταναλώνεται στη συγκεκριμένη κατοικία και παράλληλα η ανάπτυξη και η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμβάλλοντας έτσι στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Το επόμενο μεγάλο αποτέλεσμα ήταν η αυτονομία του σπιτιού στο θέμα της ενέργειας, καθώς μέσω των φωτοβολταϊκών και του συστήματος αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, το κτίριο μας έχει τη δυνατότητα, τόσο να μην εξαρτάται από τη δημόσια εταιρία ηλεκτρισμού, αλλά να μπορεί να δίνει την περισσευούμενη ενέργεια και σε άλλες κτιριακές μονάδες.

Ακόμη ένα σημαντικό αποτέλεσμα το οποίο επήλθε με τη θερμομόνωση του σπιτιού ήταν η μείωση της ενέργειας που χρειάζεται για την θέρμανση τους χειμερινούς μήνες και την ψύξη κατά το θέρος συμβάλλοντας έτσι στην ομαλότερη λειτουργία των αντίστοιχων συστημάτων.

Σαφώς όλα τα αποτελέσματα ενισχύουν και στηρίζουν την οικονομική πλευρά της μετατροπής μίας κατοικίας σε Κτίριο Μηδενικής Ενέργειας, καθώς όλες οι παρεμβάσεις έχουν βαθύτερο αντίκτυπο στο οικονομικό σκέλος κάθε νοικοκυριού και



τον γενικότερο στόχο των σύγχρονων ανθρώπων, ο οποίος είναι η αποταμίευση χρημάτων.

Παράλληλα βέβαια προάγεται η οικολογική συνείδηση, ένα αντικείμενο που τα τελευταία χρόνια έχει απασχολήσει όλο τον πλανήτη, καθώς καθημερινά παρατηρούμε τα αποτελέσματα της καταστροφής του περιβάλλοντος.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ατμοσφαιρική ρύπανση. (2020). Retrieved January 21, 2021, from European Environment Agency website: <https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro>
2. Βλάχου Σ., Κόκκορη Σ., «Πειραματικός και αναλυτικός υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων», Πάτρα, 2014.
3. Γιακουμής, Ι. (2021). Μελέτη και κατασκευή συστήματος υβριδικού Α.Π.Ε. μικρής ισχύος αιολικής και φωτοβολταϊκής διάταξης. *Upatras.gr*. <https://doi.org/http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/handle/10889/1574>
4. Γιαννακόπουλος, «Πάνελ Οροφής», Διαθέσιμο στο: [http://www.giannakoroulos.gr/pdf\\_katalogoi/Panel-Orofis-katalogos-giannakoroulos\\_gr.pdf](http://www.giannakoroulos.gr/pdf_katalogoi/Panel-Orofis-katalogos-giannakoroulos_gr.pdf)
5. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ - ΑΥΤΟΝΟΜΩ : Αρχική 2020, [Exoikonomo2020.gov.gr](http://Exoikonomo2020.gov.gr), viewed 5 February 2021, <https://exoikonomo2020.gov.gr/welcome>
6. Ζαχαρόπουλος Π., « ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΚΕΝΑΚ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΙΣΟΓΕΙΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ», ΤΕΙ Πάτρας, Πάτρα, 2020
7. Ισλανδία: η πρώτη χώρα με ενέργεια 100% προερχόμενη από ΑΠΕ– Λεχουρίτη Δ., ΟΜΙΛΟΣ ΔΙΕΘΝΩΝ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ. (2020, September 6). Retrieved January 21, 2021, from Odeth.eu website: <https://odeth.eu/%CE%B9%CF%83%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CE%AF%CE%B1-%CE%B7-%CF%80%CF%81%CF%8E%CF%84%CE%B7-%CF%87%CF%8E%CF%81%CE%B1-%CE%BC%CE%B5-%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1-100-%CF%80%CF%81%CE%BF/>
8. Ιωάννου, Χ. (2016). Πιλοτική μελέτη ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής αναβάθμισης κατοικιών συνεχούς δόμησης στην Κύπρο.
9. Καλογήρου, Σ , «ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ», n.d. viewed 10 February 2021, <https://ktisis.cut.ac.cy/bitstream/10488/843/3/C79-IHT.pdf>
10. Καρέκος, Σ. Ι. (2001). Μετάδοση θερμότητας, θερμομόνωση. Αθήνα : Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, c2001.  
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΩΣ ΚΤΙΡΙΟ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ», Θεσσαλονίκη, 2014.
11. Καταφυγιώτου, Μ. . «Ενέργεια και άνεση σχολικών κτιρίων στις κλιματικές ζώνες της Κύπρου», Doctoral dissertation, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2014.
12. Νικολάου, Γ. (2020). Μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας σε μονοκατοικία στη Κύπρο: διαφορές κανονισμών μεταξύ Ελλάδας και Κύπρου.
13. Ντέμης Π. «Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου», Αθήνα, 2014
14. ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», στο: [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/k-enak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/k-enak)

15. Παπαδόπουλος, Δ. (2013). Διερεύνηση ενεργειακών απαιτήσεων και θερμογραφικός έλεγχος διατηρητέου κτιρίου για ενεργειακή αναβάθμιση.
16. Παράμετροι σχεδιασμού Κατοικιών με Σχεδόν Μηδενική Ενεργειακή Κατανάλωση ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ 1, 2 ΚΑΙ 3 n.d., viewed 26 February 2021, [http://www.epihirimatiki.com/attachments/February%202014/KATOIKIES%20SXEDON%20MHDENIKHS%20KATANALVSHS%20ENERGEIAS\\_PARAMETROI%20SXEDIASMOU.pdf](http://www.epihirimatiki.com/attachments/February%202014/KATOIKIES%20SXEDON%20MHDENIKHS%20KATANALVSHS%20ENERGEIAS_PARAMETROI%20SXEDIASMOU.pdf)
17. Πλούμπη, “Μελέτη ενεργειακής απόδοσης του Δημαρχείου Ιωαννίνων.” Ιωάννινα, 2013. Ntua.gr. [online] Available at: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/8218> [Accessed 3 Feb. 2021].
18. Ρύπανση ατμοσφαιρικού αέρα και επιπτώσεις - Νίκος Δ. Χαΐνης MD FCCP. (2016, November 3). Retrieved January 21, 2021, from Νίκος Δ. Χαΐνης MD FCCP website: <https://hainis.gr/%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%84%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CF%84/>
19. Σιαλής Κ., «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ
20. Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου. “Το κλίμα της Κύπρου.”, 2014, [http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate\\_gr/DMLcyclimate\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument)
21. Υπηρεσία Ενέργειας. (2010). Οδηγός Θερμομόνωσης κτιρίων.
22. Φύλλου, Α 2008, ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ, viewed 3 February 2021, <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/FEK89%20N%203661%2019-05-2008.pdf>
23. Φύλλου, Β, ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ, 2010, viewed 3 February 2021, <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/FEK89%20N%203661%2019-05-2008.pdf>
24. Χασικίδη, Ε. Φ. (2010). *Αιολική ενέργεια σε Ελλάδα και Ευρώπη* (Doctoral dissertation).
25. Χριστοδούλου, Μ. «Ενεργειακή απόδοση νεόδμητων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος», Bachelor's thesis, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός, 2013.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Cengel, Y. A. (2005). Μεταφορά θερμότητας: μια πρακτική προσέγγιση / Yunus A. Cengel; επιμέλεια μετάφρασης Παναγιώτης Ε. Τσιακάρης. Θεσσαλονίκη: Τζιόλας, c2005.
2. Dimitriadis, P., Papatsimpa, L., & Kalkanis, G. (2001). Study of Thermal Phenomena in Junior High School A New Technology-Based Learning Environment. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 417-418). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

3. NEWSROOM IEFIMERIDA.GR. (2013, November 20). Επιδεινώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση: Σε επίπεδο ρεκόρ οι εκπομπές CO2 παγκοσμίως | GREEN | iefimerida.gr. Retrieved January 21, 2021, from iefimerida.gr website:

<https://www.iefimerida.gr/news/131305/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CE%BD%CF%8E%CE%BD%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B1%CF%84%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CF%83%CE%B5-%CE%B5%CF%80%CE%AF%CF%80%CE%B5%CE%B4%CE%BF-%CF%81%CE%B5%CE%BA%CF%8C%CF%81-%CE%BF%CE%B9-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%AD%CF%82-co2-%CF%80%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CF%83%CE%BC%CE%AF%CF%89%CF%82>

4. Serway, R. S. (1990). Serway: Physics for Scientists and Engineers.