



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

Ζιανού Μαρία

Επιβλέπων: Σταμούλης Γεώργιος

Βόλος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

Διπλωματική Εργασία

Ζιανού Μαρία

Επιβλέπων: Σταμούλης Γεώργιος

Βόλος 2021



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**ELECTRICAL INSTALATION DESIGN AND ENERGY ANALYSIS OF
A BUILDING USING A CAD SOFTWARE**

Diploma Thesis

Ziano Maria

Supervisor : Stamoulis George

Volos 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον κύριο Σταμούλη Γεωργίου για τη βοήθεια του. Επιπλέον ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Ζημέρη Δημήτριο που με τις γνώσεις του μέσα από τα μαθήματα του αλλά και εκτός ωραρίου μαθήματος βοήθησε αποτελεσματικά στην διεκπεραίωση αυτής της εργασίας. Τέλος, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και το σύζυγό μου, για όλη τη στήριξη και υπομονή σε αυτήν τη διαδρομή. Την παρούσα εργασία θα ήθελα να την αφιερώσω στον γιο μου Δημήτρη, που είναι δύομιση ετών.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η Δηλών/ούσα

Ζιανού Μαρία

Ιούλιος 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σύγχρονη εποχή η ανάγκη για μείωση των εκπομπών ρύπων και κατά συνέπεια η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι μεγάλη. Για το λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί και εφαρμόζεται ένα νομοθετικό πλαίσιο, διαφορετικό σε κάθε χώρα, ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα και το νομικό πλαίσιο, σύμφωνα με το οποίο κάθε κτήριο πρέπει να πληροί ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Στην Ελλάδα έχουμε τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), βάση του οποίου έχουν οριστεί οι ελάχιστες προδιαγραφές ως προς το σχεδιασμό του κτιρίου, τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κελύφους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων (θέρμανση, ψύξη, μηχανικός αερισμός, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμός). Ο μηχανικός λοιπόν, πρέπει να εκπονήσει τη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, βασισμένη στην ισχύουσα νομοθεσία, σύμφωνα με την οποία θα αναλύει και θα αξιολογεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε και τα πρότυπα της ASHRAE στα οποία βασίζονται οι υπολογισμοί της μελέτης αλλά και στον υπολογισμό των φορτίων των χώρων (ψύξη, θέρμανσης). Έχοντας υπόψιν τους κανονισμούς αυτούς, στις παρούσα διπλωματική εργασία έχει γίνει μελέτη για ένα νέο ξενοδοχείο στην περιοχή του Βόλου. Για την υλοποίηση της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό TEE-KENAK, το λογισμικό της DIALux για την μελέτη φωτισμού και το λογισμικό FINE-HVAC της 4M για τον υπολογισμό των ψυκτικών και θερμικών φορτίων κάθε χώρου. Πραγματοποιήθηκαν τρία διαφορετικά σενάρια, όσον αφορά το κέλυφος, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτιρίου. Στο τέλος, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων των σεναρίων, με σκοπό την εύρεση της ενεργειακά αποδοτικότερης εγκατάστασης του κτιρίου.

ABSTRACT

In modern times the need to reduce emissions and consequently reduce energy consumption is great. For this reason, a legal framework has been created and implemented, different in each country, depending on the climate data and the legal framework, according to which each building must meet certain minimum energy efficiency requirements. In Greece we have the Energy Efficiency Regulation of Buildings (K.E.N.A.K.), based on which the minimum specifications have been defined regarding the design of the building, the thermo-technical characteristics of the shell elements and the technical characteristics of the electromechanical installations (heating , cooling, mechanical ventilation, domestic hot water, lighting). The engineer must therefore prepare the Energy Efficiency Study, based on current legislation, according to which he will analyze and evaluate the energy efficiency of the building. We must also mention the ASHRAE standards on which the study calculations are based but also the calculation of the room loads (cooling, heating). Having in mind these regulations, in the present dissertation a study has been made for a new hotel in the area of Volos. For the implementation of this study the TEE-KENAK software was used, the DIALux software for the lighting study and the FINE-HVAC software of 4M for the calculation of the cooling and thermal loads of each space. Three different scenarios were carried out, in terms of the shell, the renewable energy sources and the electromechanical systems of the building. In the end, the results of the scenarios are compared, in order to find the most energy efficient installation of the building.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	6
Abstract.....	7
Περιεχόμενα.....	9
1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ).....	11
1.1 Κτίριο Αναφοράς.....	11
1.2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου.....	11
1.3 Κλιματικές Ζώνες της Ελλάδας.....	13
1.4 Κατηγορίες Κτιρίων.....	14
1.5 Επιθυμητές Εσωτερικές Συνθήκες Χώρου.....	14
1.6 Κτιριακό Κέλυφος.....	17
1.7 Θερμογέφυρες.....	18
2 Αερισμός.....	20
2.1 Αερισμός λόγω διείσδυσης αέρα (αεροστεγανότητα).....	20
2.2 Φυσικός αερισμός.....	22
2.3 Μηχανικός Αερισμός.....	22
3 Μονάδες Θέρμανσης, Ψύξης και Ζεστού Νερού Χρήσης.....	24
3.1 Αντλίες Θερμότητας.....	25
3.2 Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας.....	27
3.3 Σύστημα Άμεσης Εκτόνωσης (VRV-VRF).....	29
3.4 Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX).....	30
4 Φωτισμός.....	32
4.1 Φυσικός Φωτισμός.....	33
5 Αυτοματισμοί.....	35
5.1 Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου.....	35
5.2 Αυτοματισμοί Φωτισμού.....	37
5.3 Αυτοματισμοί Θέρμανσης, Ψύξης και Αερισμού.....	39
6 Λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.....	41
7 Δόμηση Του Κτιρίου.....	46
7.1 Σενάριο 1.....	49

7.2	Σενάριο 2.....	51
7.3	Σενάριο 3.....	52
8	Συγκριτικά Αποτελέσματα Σεναρίων.....	54
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59

1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η ανάγκη για όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια σε συνδυασμό με την απαίτηση για μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, καθώς και για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οδήγησε τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στη θεσμοθέτηση ενός νομικού πλαισίου ενεργειακής πολιτικής. Βάσει αυτού δημιουργήθηκε λοιπόν ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων στην Ελλάδα, με σκοπό την αναβάθμιση ενεργειακά των παλιών κτηρίων, αλλά και τη δημιουργία νέων χαμηλής κατανάλωσης κτιρίων. Καταλαβαίνουμε έτσι ότι ένα κτίριο δεν αρκεί να είναι καλαίσθητο και ασφαλές, όμως πρέπει να πληροί και κάποια ενεργειακά κριτήρια. Ζούμε σε μία χώρα η οποία έχει πολλές δυνατότητες για να εκμεταλλευτούμε την ηλιακή ενέργεια, σημειώνουμε παρόλα αυτά ένα μικρό ποσοστό εκμετάλλευσης της στην Ευρώπη. Ακολουθώντας τις οδηγίες του ΚΕνΑΚ μπορούμε μέσα από νέες κατασκευές και αναβάθμιση του κτηρίου μας να αλλάξουμε αυτό το ποσοστό και να εξοικονομήσουμε ενέργεια και χρήματα, εκμεταλλευόμενοι την ηλιακή ενέργεια. Έτσι λοιπόν κάθε νέο κτήριο ή κτίριο που είναι προς ενοικίαση ή πώληση ή ακόμα και όταν πρέπει να γίνει ανανέωση άδειας ή αλλαγή χρήσης, πρέπει να εκδίδεται το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου (ΠΕΑ), βάσει του οποίου το κτίριο θα κατατάσσεται σε μία κατηγορία. Από αυτή τη συνθήκη εξαιρούνται κάποια είδη κτιρίων καθώς και χώροι κάτω των 50 τ.μ. Στις νέες μελέτες θα πρέπει η κατηγορία ενεργειακής απόδοσης να είναι τουλάχιστον Β. Συμβάλλουμε έτσι λοιπόν στην προστασία του περιβάλλοντος, αλλά ταυτόχρονα και στην ανάπτυξη τεχνολογικά εξελιγμένων εγκαταστάσεων που έχουνε πολλές φορές σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

1.1 Κτίριο Αναφοράς

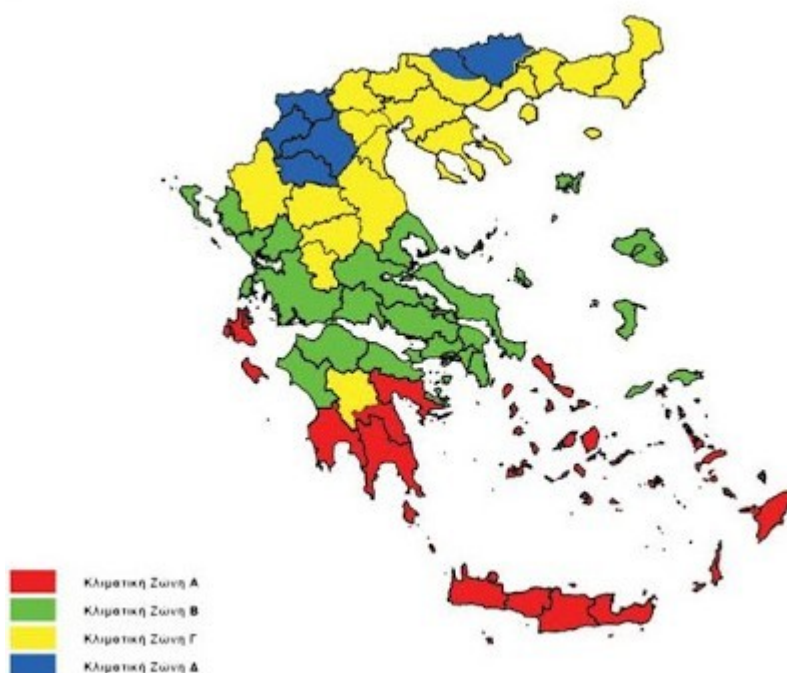
Σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ ως κτίριο αναφοράς ορίζεται κτίριο το οποίο είναι ίδιο με αυτό που μελετάμε. Έχει δηλαδή την ίδια γεωμετρία, χωροταξία, χρήση, και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το κτίριο μας. Το κτίριο αναφοράς ακολουθεί τις ελάχιστες προδιαγραφές του ΚΕνΑΚ και έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τόσο στο κέλυφος του όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αναφέρονται στο ζεστό νερό χρήσης, στο φωτισμό καθώς και τον κλιματισμό (θέρμανση, ψύξη, αερισμό).

1.2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου είναι το έντυπο που μας δείχνει την τελική κατάταξη του κτιρίου μας βασιζόμενο στην ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (Εικόνα 1). Το κτίριο αναφοράς έχει κατηγορία ενεργειακής απόδοσης Β. Όταν ένα κτίριο είναι μικτής χρήσης, τότε για κάθε τμήμα που ανήκει σε βασική κατηγορία κύριας χρήσης χρειάζεται και ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον πίνακα 1.

1.3 Κλιματικές Ζώνες της Ελλάδας

Στην Ελλάδα έχουν δημιουργηθεί τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης (Εικόνα 2). Οι ζώνες αυτές κατατάσσονται στον Πίνακα 2 από τη θερμότερη προς την ψυχρότερη ζώνη. Για κάθε νόμο όταν μία περιοχή βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων η περιοχή αυτή εντάσσεται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκει. Εξαιρέση αποτελεί η Ζώνη Δ όπου όλες οι περιοχές ανεξαρτήτου υψόμετρου περιλαμβάνονται στην ίδια ζώνη.



Εικόνα 2: Κλιματικές Ζώνες Ελλάδας

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
ΖΩΝΗ Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλίκι, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Πίνακας 2: Νομοί ανά Κλιματική Ζώνη

1.4 Κατηγορίες Κτιρίων

Όπως προαναφέραμε υπάρχουν κτίρια τα οποία εξαιρούνται της υποχρέωσης να ακολουθήσουν τη νομοθεσία του ΚΕνΑΚ. Τέτοια κτίρια είναι μνημεία, λόγω ιστορικής αξίας για παράδειγμα, χώροι λατρείας, βιομηχανίες ή βιοτεχνίες, αποθήκες, εργαστήρια, αγροτικής χρήσης κτίρια και κτίρια μικρότερα των 50 τ.μ. Όλα τα υπόλοιπα εντάσσονται σε κατηγορίες, η καθεμία από τις οποίες έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές στο φωτισμό, κλιματισμό βάσει του ΚΕνΑΚ προκειμένου να πιστοποιηθεί η ενεργειακή απόδοση. Οι κατηγορίες αυτές φαίνονται στον Πίνακα 3.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Πίνακας 3: Βασικές κατηγορίες κτιρίων

1.5 Επιθυμητές Εσωτερικές Συνθήκες Χώρου

Κάθε κτίριο χρειάζεται συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας ανάλογα με τη χρήση του. Οι συνθήκες αυτές μέσω παραμέτρων χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σύμφωνα με ευρωπαϊκά πρότυπα. Κάθε σύστημα κλιματισμού πρέπει να επιτυγχάνει θερμική άνεση σε κάθε χώρο. Η θερμική άνεση επηρεάζεται από διάφορες παραμέτρους για παράδειγμα τη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική υγρασία του αέρα, τη θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών, τη δραστηριότητα των χρηστών, όπως και άλλα. Από αυτές οι δύο πρώτες είναι που θα πρέπει να ελεγχθούν και να προσαρμοστούν στο σύστημα του κλιματισμού για να επιτευχθεί η θερμική άνεση.

Ανάλογα βέβαια με τις συνθήκες που χρειάζεται ο κάθε χώρος ενός κτιρίου, δημιουργούνται και οι θερμικές ζώνες. Οι ειδικές συνθήκες λειτουργίας των βοηθητικών χώρων ενός κτιρίου παραδείγματος χάρη διαδρομών, αποθηκών και λουτρών

ακολουθούνται κατά τον σχεδιασμό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, ενώ κατά την μελέτη ενεργειακής απόδοσης λαμβάνεται υπόψη μία ενιαία τιμή για κάθε παράμετρο. Οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου, δηλαδή οι χώροι με παρόμοια χρήση, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες. Επίσης τμήματα του κτιρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου εντάσσονται σε άλλες θερμικές ζώνες, καθώς δεν μπορούν να αποτελέσουν από μόνο τους μία ανεξάρτητη ζώνη. Χωρίζουμε το κτίριο σε θερμικές ζώνες και έπειτα υπολογίζουμε τα θερμικά και ψυκτικά φορτία σε κάθε ζώνη. Υπάρχουν συγκεκριμένες περιπτώσεις όπου επιβάλλεται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες όπως ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009. Αυτές είναι :

1. Διαφορά θερμοκρασίας περισσότερο από 4 βαθμούς μεταξύ των τμημάτων κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο.
2. Υπάρχουν χώροι διαφορετικής χρήσης
3. Όταν έχουμε διαφορετικό σύστημα θέρμανσης/ψύξης σε κάποιους χώρους λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών
4. Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες συναλλαγές ενέργειας
5. Υπάρχουν χώροι στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας του κτιρίου

Το πόσες θερμικές ζώνες θα δημιουργηθούν σε ένα κτίριο είναι στο χέρι του μελετητή. Εκτός από τις θερμικές ζώνες σε ένα κτίριο υπάρχουν και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (Μ.Θ.Χ.) όπως και οι ηλιακοί χοροί. Αυτοί έρχονται σε επαφή με τους θερμαινόμενους χώρους προκαλώντας θερμικές απώλειες και θεωρούνται ως αδρανείς ενεργειακά. Κατά τον υπολογισμό για τα εσωτερικά θερμικά κέρδη ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και των ηλιακών θεωρούνται μηδενικά, παρόλα αυτά συμμετέχουν ενεργά στον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης των θερμικών ζωνών με τις οποίες συνορεύουν.

Σε κάθε θερμική ζώνη επιτυγχάνουμε θερμική άνεση όταν το εσωτερικό κλίμα είναι άνετο, δηλαδή η υγρασία σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία του χώρου προσλαμβάνονται από τους ανθρώπους ως ευχάριστες. Η θερμοκρασία σαν υποκειμενική παράμετρος μπορεί να διαφέρει από χώρο σε χώρο. Ωστόσο για να έχουμε μία ενεργειακά αποδοτική εγκατάσταση πρέπει να καθοριστεί ένα επιθυμητό επίπεδο της θερμοκρασίας ανά χρήση. Τα επίπεδα αυτά φαίνονται στον Πίνακα 4 για όλες τις κατηγορίες των κτιρίων για τη θερινή και χειμερινή περίοδο. Από την άλλη πλευρά για να έχουμε τον καλύτερο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στο σύστημα κλιματισμού που έχει εγκατασταθεί, εκτός από τη θέρμανση και ψύξη ελέγχουμε και τη σχετική υγρασία του χώρου. Έτσι επιτυγχάνουμε το καλύτερο αποτέλεσμα. Οι τιμές της σχετικής υγρασίας φαίνονται επίσης στον Πίνακα 4.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εσπιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	23	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	18	26	35	50
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50
Νηπιαγωγείο	20	26	35	45
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50
Αιθουσες αναμονής	20	26	35	50

Πίνακας 4: Τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

Συνέχεια Πίνακας 4: Τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων

Επιπλέον, ο κατάλληλος φωτισμός και αερισμός είναι εξίσου σημαντικοί για να έχουμε ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες. Αυτά είναι δύο κεφάλαια που θα αναλύσουμε παρακάτω. Τέλος, σημαντική είναι η ποσότητα των θερμικών κερδών από τον Η/Μ εξοπλισμό που υπάρχει σε κάθε χώρο, καθώς και από τα άτομα τα οποία συναθροίζονται στο χώρο αυτό. Η ποσότητα αυτή χρησιμεύει στο σωστό υπολογισμό και διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης, ψύξης και αερισμού.

1.6 Κτιριακό Κέλυφος

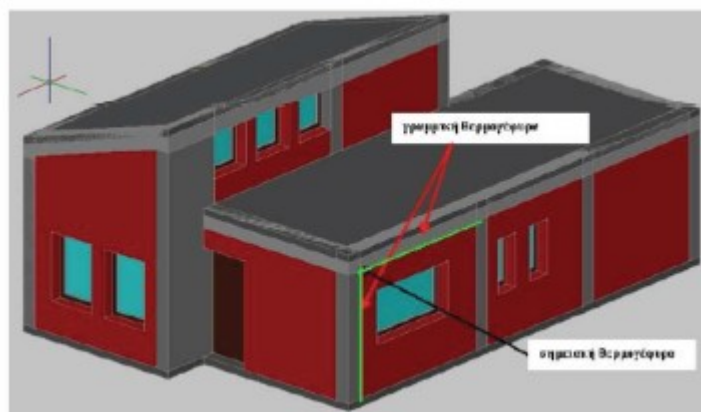
Ένα ενεργειακά αποδοτικό κτίριο ξεκινάει από έναν ορθολογικό σχεδιασμό. Ο μηχανικός είναι αυτός που θα πρέπει να αξιοποιήσει όλες τις τεχνικές θωράκισης του κελύφους, ώστε να έχουμε όσο το δυνατό λιγότερες απώλειες. Πρέπει λοιπόν να λάβει υπόψιν κάποιες σημαντικές παράμετροι όπως τον προσανατολισμό του κτιρίου για την πλήρη εκμετάλλευση των κλιματικών συνθηκών, τον σχεδιασμό και τοποθέτηση των κουφωμάτων σε κάθε πλευρά του κτιρίου ανάλογα με τις απαιτήσεις για αερισμό, φυσικό φωτισμό και ηλιασμό, την ηλιοπροστασία του κτιρίου και άλλα.

Οι βασικότεροι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος είναι οι θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών, η σκίαση και ο αερισμός. Έτσι, πρέπει να υπολογίσουμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας U κάθε διαφανούς και αδιαφανούς επιφάνειας που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με μη θερμαινόμενους χώρους και με το έδαφος. Επίσης, πρέπει να γίνει υπολογισμός των συντελεστών σκίασης F από απέναντι εμπόδια, προβόλους και πλευρικές προεξοχές. Είναι στη ευχέρια του μελετητή να χρησιμοποιήσει τα κατάλληλα δομικά υλικά και κουφώματα ώστε να πετύχει χαμηλούς συντελεστές

θερμοπερατότητας και συνεπώς ένα ενεργειακά αποδοτικό κέλυφος με μειωμένες ροές θερμότητας.

1.7 Θερμογέφυρες

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι περιοχές του κελύφους στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποιήσεις στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας επίστρωσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διαδρομής. Σε αυτά τα σημεία παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους. Οι αιτίες δημιουργίας των θερμογεφυρών μπορεί να είναι κατασκευαστικές, γεωμετρικές και συνδυασμός αυτών. Ανάλογα με τη μορφή μιας διατομής οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε γραμμικές και σημειακές. Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Η επίδραση των σημειακών θερμογεφυρών στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα, για αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Γραμμική και Σημειακή Θερμογέφυρα

Συνέπεια των θερμογεφυρών είναι η επιβάρυνση στη θερμική προστασία του κτιρίου και η μεγάλη επίδραση στην θερμική άνεση στο εσωτερικό του χώρου. Εκτός αυτών προκαλούν φθορές στην φυσική υπόσταση του κτιρίου. Αυτό αποδεικνύεται με τη συγκέντρωση υγρασίας στα δομικά στοιχεία στα οποία διαφεύγει η θερμότητα και πέφτει η επιφανειακή θερμοκρασία όπως στην Εικόνα 4 και στην Εικόνα 4α. Η αντιμετώπιση των θερμογεφυρών είναι σωστή μόνωση του κελύφους.



Εικόνα 3: Φθορά από θερμογέφυρα κουφώματος



Εικόνα 3α: Φθορά λόγω θερμογεφυρών

2 ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Σε κάθε εσωτερικό χώρο πρέπει να τηρούνται οι κανόνες υγιεινής για αυτό είναι απαραίτητη η ανανέωση του εσωτερικού αέρα με την εισαγωγή αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον. Ανάλογα με την χρήση του κάθε χώρου του κτιρίου υπάρχουν και διαφορετικές απαιτήσεις σε νωπό αέρα όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1 2017. Οι τιμές αυτές είναι τέτοιες ώστε να καλύπτεται το ελάχιστο φορτίο αερισμού ($m^3 /h/άτομο$) ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού ($άτομα/m^2$) ανά χρήση κτιρίου. Για τον αερισμό του κτιρίου πρέπει να μεριμνήσουμε ξεχωριστά για τον αερισμό λόγω αεροστεγανότητας, από το φυσικό αερισμό αλλά και τον μηχανικό αερισμό όταν αυτός απαιτήται. Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας έχει συνεχή λειτουργία σε αντίθεση με τον μηχανικό και φυσικό αερισμό που πραγματοποιούνται όταν λειτουργεί το κτίριο με σκοπό την ανανέωση του εσωτερικού αέρα. Στο κτίριο αναφοράς, για τον τριτογενή τομέα, εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1 2017, ενώ η διείσδυση αέρα από τα κουφώματα ορίζεται ως $5,5m^3/h$ και ανά m^2 κουφώματος.

2.1 Αερισμός λόγω διείσδυσης αέρα (αεροστεγανότητα)

Σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ, ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του υπό μελέτη κτιρίου είναι αυτός που γίνεται μέσω χαραμιάδων των κουφωμάτων, μέσω των καμινάδων των εστιών καύσης καθώς και μέσω του ίδιου του κελύφους (θεωρείται μηδενική στους υπολογισμούς). Όσον αφορά τις θυρίδες αερισμού και τις καμινάδες ακολουθεί ο Πίνακας 5 με τις τιμές του εισερχόμενου αέρα για τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης.

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα (m^3/h)
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών αερίου	10
Εξώθυρα με περιθώριο στο κάτω μέρος $> 1,0$ cm και σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον	10

Πίνακας 5: Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα από θυρίδες αερισμού

Από την άλλη πλευρά έχουμε την διείσδυση αέρα από τα κουφώματα. Η τεχνολογία κάθε είδους κουφώματος έχει αναπτυχθεί τόσο, που τα χαρακτηριστικά των προϊόντων όχι μόνο καλύπτουν τις απαιτήσεις του ΚΕνΑΚ, αλλά επιτρέπουν πολύ χαμηλή διείσδυση αέρα. Η κατηγοριοποίηση των κουφωμάτων με βάση την αεροδιαπερατότητα γίνεται σε κλάσεις 1, 2, 3, 4. Στην παρούσα διπλωματική εργασία τα κουφώματα είναι Κλάσης 4. Ακολουθεί ο Πίνακας 6 με τις τιμές διείσδυσης αέρα λόγω χαραμιάδων και τους συντελεστές των κλάσεων για τα πιστοποιημένα κουφώματα. Στις τιμές των συντελεστών έχει γίνει αναγωγή στα 6 Pa από τα 100 Pa που έγινε η πιστοποίηση, Πίνακας 7.

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[m ³ /h/m ²]	[m ³ /h/m ²]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο.	11,8	15,1
Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.		
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό.	9,8	12,5

Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση.		
Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.		
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο.	7,4	8,7
Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.		
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό.		
Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση.	5,3	6,8
Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.		
Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)		
Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος	1	7,7
	2	4,1
	3	1,4
	4	0,5
Γυάλινες προσόψεις		
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.		

Πίνακας 6: Διείσδυση αέρα από χαραμάδες ανά μονάδα επιφάνειας και είδος κουφώματος

Κατηγορία – Κλάση	Διαπερατότητα στα 100 Pa – Πασκάλ (m ³ /h·m ²)	Μέγιστη πίεση δοκιμής (Pa – Πασκάλ)
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

Πίνακας 7: Διείσδυση αέρα στα 100 Pa

2.2 Φυσικός Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται σε κτίρια στα οποία δεν υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα τεχνητού αερισμού. Τέτοια κτίρια συνήθως είναι οι κατοικίες διότι στα κτίρια τριτογενούς τομέα είναι υποχρεωτική η χρήση μηχανικού αερισμού έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι συνθήκες υγιεινής και να γίνονται οι απαραίτητες εναλλαγές αέρα. Όταν υπάρχει μηχανικό σύστημα αερισμού σε μία κατοικία τότε ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα μηχανικού αερισμού. Ο φυσικός αερισμός γίνεται μέσω των κουφωμάτων που έχουμε βάλει στο κτίριο και καταγράφεται σε m^3/s .

Στο κτίριο αναφοράς, όταν είναι κατοικία, εφαρμόζεται φυσικός αερισμός βάσει των ελάχιστων απαιτήσεων του κανονισμού (Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1 2017). Από την άλλη όταν είναι τριτογενούς τομέα εγκαθίστανται σύστημα τεχνητού αερισμού.

Ο φυσικός αερισμός επίσης μπορεί να αποτελέσει μία τεχνική απομάκρυνσης θερμότητας από το κτίριο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Έτσι μπορεί να γίνει εξοικονόμηση σε ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Με την κατάλληλη ηλιοπροστασία στα κτίρια μπορούμε να πετύχουμε μείωση του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού, ημερήσιου ή νυχτερινού. Ο νυχτερινός αερισμός ιδιαίτερα το καλοκαίρι είναι πολύ πιο αποτελεσματικός τη στιγμή που ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Προσφέρει δροσιά στη θερμική μάζα του κτιρίου με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη ημέρα.

2.3 Μηχανικός αερισμός

Ο μηχανικός αερισμός είναι αναγκαίος στις περιπτώσεις όπου ο φυσικός αερισμός είναι ή δυσχερής ή ανεπαρκής. Επίσης συνιστάται και πολλές φορές είναι υποχρεωτικός για χρήσεις χώρων όπου απαιτείται ακριβής έλεγχος των εναλλαγών αέρα για λόγους θερμικούς αλλά και υγιεινής. Ο μηχανικός αερισμός επιτυγχάνεται με προσαγωγές ποσότητας αέρα από το εσωτερικό των χώρων και αντικαθιστώντας τον με ίσες ποσότητες νωπού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον. Ο τεχνητός αερισμός μπορεί να μειώσει τα ψυκτικά φορτία των κτιρίων ιδιαίτερα όταν γίνεται και τις νυχτερινές ώρες αποφορτίζοντας έτσι τη θερμότητα που έχει συσσωρευτεί στο κτίριο από όλη την ημέρα. Μπορεί επίσης να συμβάλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας τη χειμερινή περίοδο με τον έλεγχο των θερμικών απωλειών από αερισμό.

Υπάρχουν δύο τρόποι που μπορεί να επιτευχθεί ο μηχανικός αερισμός. Ο πρώτος είναι με ανεξάρτητο σύστημα ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής αέρα. Ο δεύτερος είναι με τη χρήση Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων (ΚΚΜ) οι οποίες έχουν τη δυνατότητα θέρμανσης και ψύξης του νωπού αέρα και πιθανόν να καλύπτουν και απαιτήσεις κλιματισμού του κτιρίου με αέρα.

Όταν έχουμε ανεξάρτητο σύστημα ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής αέρα για τον μηχανικό αερισμό αυτό αποτελείται μόνο από τους ανεμιστήρες προσαγωγής και απαγωγής και συμπληρωματικά σε κάποιες περιπτώσεις από έναν εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας μεταξύ του νωπού και του απορρίπτω μενού αέρα. Όταν δηλαδή έχουμε ένα τέτοιο σύστημα δεν γίνεται ούτε θέρμανση αλλά ούτε και ψύξη του νωπού αέρα πριν προσαχθεί στο χορό αλλά μόνο μία μικρή προθέρμανση ή πρόψυξη αν υπάρχει εναλλάκτης.



Εικόνα 5: Διάφοροι ανεμιστήρες απαγωγής-προσαγωγής

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες είναι συστήματα τα οποία αποτελούνται από διάφορα τμήματα με σκοπό να επεξεργαστούν τον αέρα. Έτσι συνδέουμε μεταξύ τους διάφορα φίλτρα, κιβώτια μίξης, στοιχεία θέρμανσης-ψύξης, μονάδες ύγρανσης, ανεμιστήρες, εναλλάκτες, ηχοπαγίδες κ.τ.λ, και συγκροτούμε μία κεντρική κλιματιστική μονάδα. Σκοπός της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν είναι μόνο ο αερισμός του

Εικόνα 7: Εναλλάκτης Αέρα-Αέρα

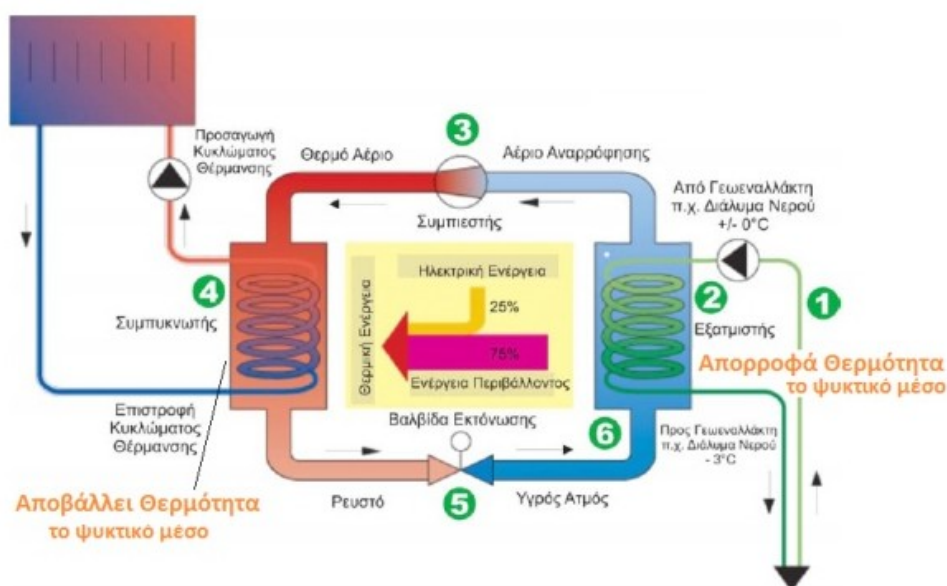
3 ΜΟΝΑΔΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης που εξυπηρετούν ένα κτίριο σχεδιάζονται για να καλύπτουν τις απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα τις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος. Το μερικό φορτίο που καλείται να καλύψει το σύστημα θέρμανσης ή ψύξης προκαλεί μείωση της πραγματικής απόδοσης σε σχέση με την ονομαστική. Για αυτό λοιπόν, πρέπει να γίνεται μέριμνα για την κάλυψη των μερικών φορτίων για να λειτουργεί το σύστημα με όσον το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης.

3.1 Αντλίες Θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι μία συσκευή που έχει την ικανότητα να απορροφά θερμότητα από μία πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και να τη μεταφέρει σε ένα αποδεκτή υψηλότερης θερμοκρασίας. Στηρίζεται στις αρχές λειτουργίας των συσκευών ψύξης (ψύκτες) με τη διαφορά ότι δύναται να αντιστρέφει το ψυκτικό κύκλο τόσο για ψυκτική όσο και για θερμική λειτουργία. Παράδειγμα, το χειμώνα η αντλία θερμότητας έχει την ικανότητα να μεταφέρει θερμότητα από τον ψυχρό εξωτερικό αέρα (0oC – 15oC) σε ένα χορό κατοίκησης (20oC) με σκοπό τη θέρμανση του χώρου. Το καλοκαίρι η αντλία θερμότητας έχει την ικανότητα να μεταφέρει θερμότητα από ένα χώρο κατοίκησης (26 oC) προς το θερμότερο εξωτερικό αέρα (35 oC) με σκοπό την ψύξη του χώρου. Ο ψυκτικός κύκλος της αντλίας θερμότητας το χειμώνα (ή Αρχή λειτουργίας της) είναι οι εξής:

- Στον εξατμιστή. Ο εναλλάκτης βρίσκεται σε επαφή με το ύπαιθρο όπου πλέον αντλεί τη θερμότητα και το ψυκτικό ρευστό μετατρέπεται από υγρή σε αέρια φάση χαμηλής θερμοκρασίας και πίεσης.
- Στο συμπιεστή. Το ρευστό περνά από το συμπιεστή και αυξάνει τη θερμοκρασία και την πίεση του.
- Στο συμπυκνωτή. Ο εναλλάκτης βρίσκεται σε επαφή με το χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε δηλαδή τον εσωτερικό χώρο. Το ρευστό σε αέρια φάση συμπυκνώνεται αποβάλλοντας τη θερμότητα στο χώρο και μετατρέπεται σε υγρή μορφή υψηλής πίεσης.
- Η εκτονωτική βαλβίδα. Το ρευστό υγρής φάσης περνά και μειώνει την πίεσή του για να επανέλθει στον εξατμιστή όπως φαίνεται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8: Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας

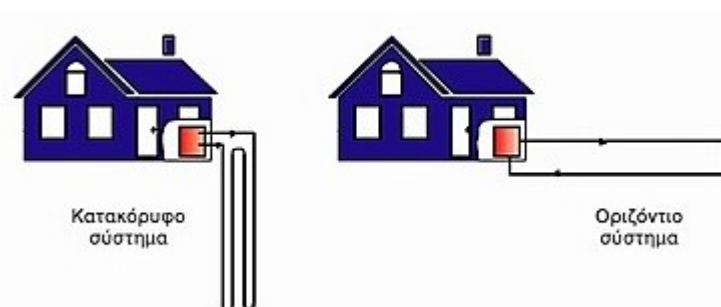
Οι αντλίες θερμότητας με βάση την πηγή θερμότητας χαρακτηρίζονται σε αέρα-αέρα, αέρα-νερού, νερού-νερού, νερού-αέρα, εδάφους-αέρα κ.τ.λ. Οι αντλίες αέρα-αέρα συναντώνται συνήθως σε κλιματιστικές μονάδες σε κατοικίες. Οι αντλίες αέρα-νερού σε συνδυασμό με Fan Coils λαμβάνουν την αρχική στάθμη ενέργειας από το νερό, ενώ οι αντλίες εδάφους τη λαμβάνουν από το υπέδαφος (γεωθερμία). Κάποια από τα πλεονεκτήματα της αντλίας θερμότητας είναι :

1. Δεν ρυπαίνει με καυσαέριο την ατμόσφαιρα
2. Παρέχει ασφάλεια
3. Εξοικονομεί χώρο και χρόνο παραλαβής καυσίμου
4. Είναι ανεξάρτητη από τροφοδοσία καυσίμου
5. Έχει χαμηλή κατανάλωση και μεγάλο βαθμό απόδοσης
6. Με την εγκατάσταση μπορούμε να έχουμε θέρμανση και ψύξη
7. Λειτουργία σε ακραίες θερμοκρασίες και
8. Απλή εγκατάσταση

Επίσης μία εφαρμογή που μπορεί να εξοικονομήσει περισσότερη ενέργεια πάνω στις αντλίες θερμότητας κατά τη θέρμανση το χειμώνα είναι η αντλία να βοηθηθεί με θερμό υγρό μέσω των συλλεκτών ηλιακής ενέργειας. Έτσι η ενέργεια που καταναλώνει ο συμπιεστής της αντλίας είναι πολύ χαμηλή καθώς το νερό είναι ήδη σε πολύ ικανοποιητική θερμοκρασία για να κυκλοφορήσει στην κεντρική θέρμανση και έχουμε την αντλία θερμότητας σαν εφεδρεία όταν υπάρχει έλλειψη ηλιοφάνειας.

3.2 Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

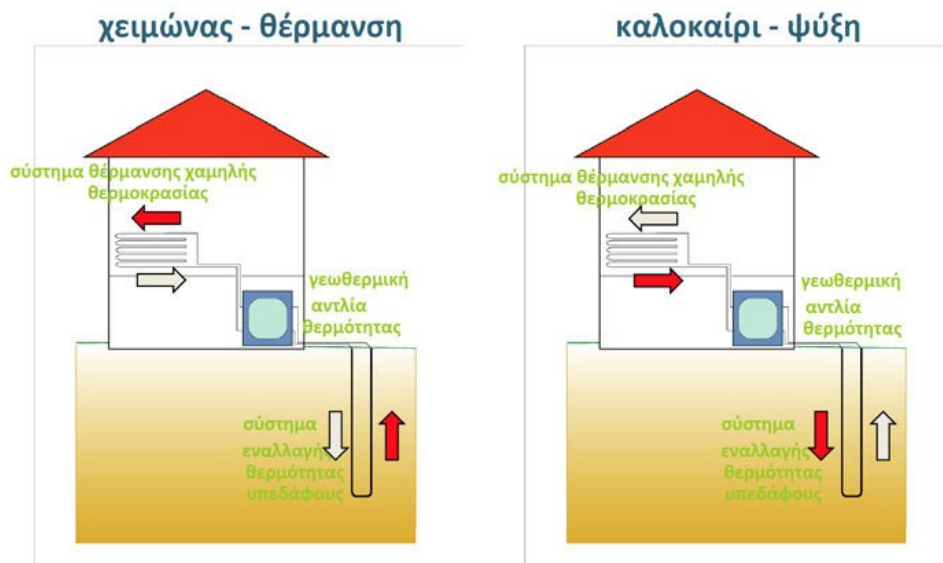
Αυτές οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια του εδάφους (θερμοχωρητικότητα) για τον κλιματισμό των χώρων του κτιρίου. Στο υπέδαφος της γης η θερμοκρασία είναι σταθερή στους 18-20 βαθμούς Κελσίου. Εκμεταλλευόμενοι λοιπόν τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ επιφάνειας και υπεδάφους μπορούμε να πετύχουμε τον κλιματισμό, θέρμανση και ψύξη δηλαδή του κτιρίου. Αυτό γίνεται με την γεωθερμική αντλία θερμότητας και η θερμότητα μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων σε οριζόντια διάταξη και χαμηλό βάθος ή σε κατακόρυφη διάταξη εκμεταλλευόμενοι μία γεώτρηση που γίνεται για αυτό το σκοπό (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Κατακόρυφο και οριζόντιο σύστημα γεωθερμίας

Σε ένα γεωθερμικό σύστημα έχουμε το πρωτεύον κύκλωμα, το οποίο κατασκευάζεται στο έδαφος από ένα κλειστό δίκτυο πλαστικών σωλήνων και αποτελείται από υδρόψυκτο εναλλάκτη (συμπιεστή/εξατμιστή), ο οποίος αλληλοεπιδρά μέσω νερού με τη θερμοχωρητικότητα του εδάφους. Έτσι απορρίπτεται η απορροφά θερμότητα. Το δευτερεύον κύκλωμα αποτελείται επίσης από υδρόψυκτο εναλλάκτη, ο οποίος μέσω των σωληνώσεων αλληλεπιδρά με τις τοπικές μονάδες Fan Coil Units είτε με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες.

Η λειτουργία το χειμώνα έχει ως εξής, ένα ρευστό που κυκλοφορεί στον γεωεναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας την αποδίδει στο κτίριο. Το καλοκαίρι, λειτουργεί αντίστροφα, απάγει την θερμότητα από το κτίριο και μέσω του γεωεναλλάκτη την αποδίδει στο πιο δροσερό έδαφος (Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Χειμερινή και θερινή λειτουργία Γ.Α.Θ.

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας έχει πολύ μικρή κατανάλωση σε σχέση με αυτό που αποδίδει συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση της ενέργειας Έχουμε τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας νερού και αέρα. Οι εδάφους αέρα δεν είναι διαδεδομένες ιδιαίτερα στον ελλαδικό χώρο. Στα συστήματα εδάφους-νερού μπορούμε επίσης να αναφέρουμε και το σύστημα με υδατοσυλλέκτη. Αυτό το σύστημα αναφέρεται σε μία εγκατάσταση με γεωτρήσεις άντλησης και επαναφοράς των υπόγειων υδάτων. Χρειαζόμαστε δύο πηγάδια στο οποία από το πρώτο αντλείται το νερό και οδηγείται στην αντλία θερμότητας όπου αφού παραληφθεί η ενέργεια, διοχετεύεται πίσω στον υδροφόρο ορίζοντα μέσω του δεύτερου. Αποτελεί καλή λύση όταν υπάρχουν υπόγεια νερά. Το κύριο μειονέκτημα είναι το αυξημένο κόστος κατασκευής, επειδή απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός, οι υποβρύχιες αντλίες δηλαδή, και έχουμε μικρότερη οικονομία λόγω της μεγάλης ηλεκτρικής κατανάλωσης των αντλιών αυτών. Χρειάζεται παρόλα αυτά πολύ λίγο χώρο στο οικόπεδο (Εικόνα 11).

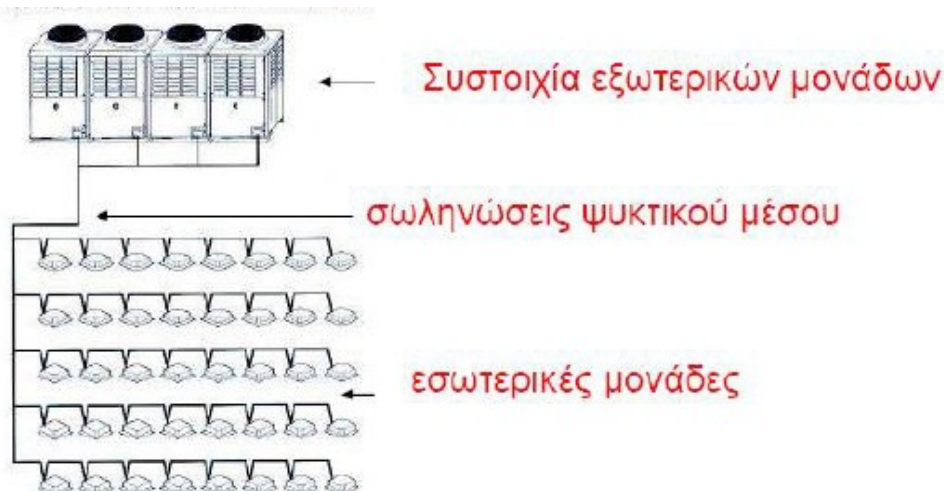


3.3 Σύστημα Άμεσης Εκτόνωσης (VRV-VRF)

Τα συστήματα αυτού του είδους χρησιμοποιούν ως ψυκτικό μέσο ένα ψυκτικό ρευστό και όχι το νερό (συστήματα αέρα-ψυκτικού υγρού). Το σύστημα αποτελείται από μία εξωτερική μονάδα ή μία συστοιχία μονάδων και πολλές εσωτερικές μονάδες συνδεδεμένες μεταξύ τους με σωληνώσεις ψυκτικού ρευστού. Σε όλες τις μονάδες υπάρχουν εναλλάκτες αέρα-ψυκτικού ρευστού (Εικόνα 12). Στα συστήματα VRF η ροή του ψυκτικού υγρού ποικίλει ανάλογα με τη ζήτηση. Έτσι τα Fan Coil μπορούν να ελέγχονται μεμονωμένα ή με ομαδικά χειριστήρια. Το ψυκτικό υγρό ρέει στη μονάδα η οποία ζητά ψύξη ή θέρμανση. Για να ανταποκριθεί η εξωτερική μονάδα στις διάφορες απαιτήσεις, οι συμπιεστές είναι inverter, πράγμα που σημαίνει ότι η ταχύτητά τους μπορεί να μεταβάλλεται αλλάζοντας τη συχνότητα της τροφοδοσίας στο συμπιεστή. Καθώς αλλάζει η ταχύτητα του συμπιεστή το ίδιο συμβαίνει και με την ποσότητα ψυκτικού ρευστού που παρέχεται από τον συμπιεστή.

Η λειτουργία του συστήματος είναι :

- Το χειμώνα το ψυκτικό ρευστό εξατμίζεται στην εξωτερική μονάδα απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον. Μεταφέρεται σε αέρια φάση στις εσωτερικές μονάδες και συμπυκνώνεται αποβάλλοντας θερμότητα στους εσωτερικούς χώρους, και μετατρέπεται ξανά σε ρευστή κατάσταση οπότε και επαναλαμβάνεται ο ψυκτικός κύκλος.
- Το καλοκαίρι το ψυκτικό ρευστό εξατμίζεται στις εσωτερικές μονάδες απορροφώντας θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο. Μετατρέπεται σε αέρια φάση μέχρι τον συμπυκνωτή, στην εξωτερική μονάδα, όπου αποβάλλεται η θερμότητα στο περιβάλλον και μετατρέπεται ξανά σε ρευστή μορφή και επαναλαμβάνει τον κύκλο.

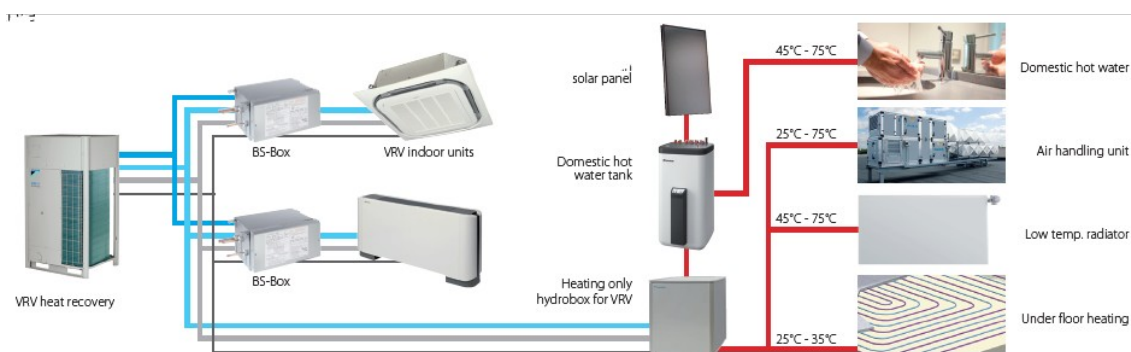


Εικόνα 12: Σύστημα VRV

3.4 Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)

Η απαίτηση για ζεστό νερό χρήσης σε ένα κτίριο ή σε ένα ανεξάρτητα λειτουργικά τμήματα αυτού εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, αλλά και από τον ανθρωπινό παράγοντα. Έτσι κάθε κτίριο παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση σε ζεστό νερό χρήσης. Για να υπολογίσουμε την θερμική ενέργεια που καταναλώνουμε για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης ακολουθούμε τα στοιχεία του Πίνακα 2.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1 2017 που δείχνουν την τυπική ημερήσια κατανάλωση σε ζεστό νερό χρήσης ανά χρήστη του υπό μελέτη κτιρίου, καθώς και την ετήσια κατανάλωση. Όλα τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης που προαναφέραμε έχουν τη δυνατότητα να παράγουν και ζεστό νερό χρήσης. Επίσης, σε αυτά μπορεί να συνυπολογιστεί και ο κλασικός λέβητας υγρών, στερεών ή αερίων καυσίμων.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το σύστημα άμεσου εκτόνωσης VRV στο οποίο δεν συνδέουμε απευθείας σωληνώσεις νερού, όμως χρειάζεται επιπλέον εξοπλισμός. Ο εξοπλισμός αυτός είναι ένα υδροδοχείο το οποίο συνδέεται με την εξωτερική μονάδα VRV-ανάκτησης θερμότητας και μία δεξαμενή νερού για την αποθήκευση του παραγόμενου ζεστού νερού χρήσης (Εικόνα 13).

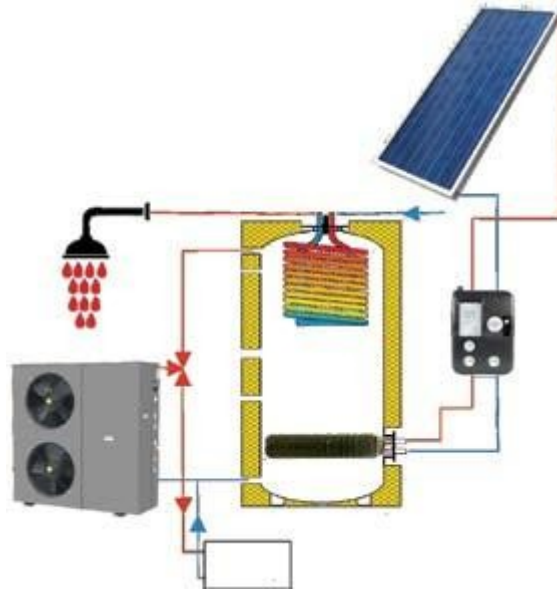


Εικόνα 13: Σύστημα VRV με υδροδοχείο

Με το σύστημα αυτό η θερμοκρασία του νερού γίνεται από 25 έως 80 βαθμούς Κελσίου χωρίς ηλεκτρικό θερμαντήρα. Η θέρμανση του ZNX είναι σχεδόν δωρεάν αφού έχουμε μεταφορά θερμότητας από περιοχές που απαιτούν ψύξη σε περιοχές που απαιτούν θέρμανση ή ζεστό νερό.

Η πιο οικονομική και οικολογική λύση για ZNX είναι η χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μερίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60% της συνολικής κατανάλωσης ZNX σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Αν τις ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης καλύπτουν άλλα συστήματα που παράγουν ενέργεια μέσω ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης, καθώς και από αντλίες θερμότητας που έχουν σημαντικά μεγάλο βαθμό απόδοσης, δεν είναι υποχρεωτική η κάλυψη του ποσοστού αυτού. Επίσης, αν στα συστήματα αντλιών θερμότητας συνδέσουμε ένα δοχείο αδρανείας (buffer), για την αποθήκευση του ζεστού νερού, και σε αυτό συνδέσουμε, επίσης, τους ηλιακούς συλλέκτες μπορούμε να επιτύχουμε μεγάλη οικονομία τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης και κατά τους χειμερινούς μήνες (Εικόνα 14). Τα δοχεία αυτά ονομάζονται διπλής ενέργειας ή

τριπλής αν έχουν και αντίσταση. Μπορεί να περιέχουν και εναλλάκτη θερμότητας για περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 14: Buffer διπλής ενέργειας με εναλλάκτη

Στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης και στην διακίνηση του ζεστού νερού χρήσης χρειάζονται κάποιες βοηθητικές συσκευές. Η σημαντικότερη από αυτές είναι ο κυκλοφορητής. Μπορεί να είναι συμβατικός κυκλοφορητής με ρακόρ ή ηλεκτρονικός κυκλοφορητής με φλάντζα, ανάλογα με τη διατομή της σύνδεσης (Εικόνα 15, Εικόνα 16). Ο κυκλοφορητής είναι μία αντλία που χρησιμοποιείται για την βεβαιωμένη κίνηση του νερού στο σύστημα σωληνώσεων θέρμανσης. Έτσι μεταφέρει το ζεστό νερό που παράγεται από και προς τη μονάδα παραγωγής μέσω των σωληνώσεων προς τις τερματικές μονάδες της εγκατάστασης. Για την εύρυθμη λειτουργία του κυκλοφορητή σημαντική είναι η σωστή διαστασιολόγησή του έτσι ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στις αντιστάσεις του δικτύου της εγκατάστασης, για την αποδοτικότερη και πιο οικονομική λειτουργία του συστήματος. Γνωρίζοντας λοιπόν το μανομετρικό του κυκλοφορητή καθώς και την παροχή νερού σε λίτρα ανά ώρα επιλέγουμε τον κατάλληλο μηχανισμό.



Εικόνα 15: Κυκλοφορητής με ρακόρ



Εικόνα 16 : Ηλεκτρονικός κυκλοφορητής με φλάντζα

4 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο φωτισμός του κτιρίου πρέπει να είναι λειτουργικός και ευχάριστος. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να γίνει Μελέτη Φωτισμού σύμφωνα με τα πρότυπα του ΚΕΝΑΚ, για να έχουμε την επιθυμητή στάθμη φωτισμού και την κατάλληλη ομοιομορφία. Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς ο φωτισμός είναι ένα από τα πιο ενεργοβόρα συστήματα ενός κτιρίου, ο ΚΕΝΑΚ καθορίζει πώς τα κτίρια τριτογενούς τομέα ως ελάχιστη φωτεινή απόδοση (lm/W) των συστημάτων γενικού φωτισμού τα 60 lm/W , ενώ κτίριο αναφοράς έχει τα 55 lm/W . Κάθε χώρος έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε φωτισμό, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 2.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1 2017. Οι τιμές για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού του κτιρίου αναφοράς τριτογενούς τομέα και των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων για τις οποίες η φωτεινή απόδοση καθορίστηκε στα 55 Lm/w δίνονται στον Πίνακα 8. Αυτές οι τιμές της εγκατεστημένης ισχύος των φωτιστικών ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας W/m^2 του κτιρίου αναφοράς είναι οι μέγιστες επιτρεπόμενες για την κάλυψη της μέσης ελάχιστης στάθμης (Lx) γενικού φωτισμού. Το 70% της φωτεινής ροής πρέπει να κατευθύνεται προς τα κάτω στην επιφάνεια εργασίας. Ειδικά στα γραφεία προτείνεται να περιοριστούν τα φωτιστικά σώματα με μη αποδοτική κατανομή φωτισμού. Στα όρια των τιμών της εγκατεστημένης ισχύος δεν περιλαμβάνονται φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για ειδικό φωτισμό ανάδειξης, φωτισμό ασφαλείας, φωτισμό χώρων ειδικής χρήσης (π.χ. χειρουργεία).

Ζώνες τεχνητού φωτισμού / Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτιρίων [W/m^2]
1000	32	28,0
500	16	14,0
400	12,8	11,2
300	9,6	8,4
250	8,0	7,0
200	6,4	5,6
100	3,2	2,8

Πίνακας 8: Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανάλογα της στάθμης φωτισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Τα παραπάνω έχουν νόημα μόνο στα κτίρια τριτογενούς τομέα και για τον λειτουργικό φωτισμό, καθώς στις κατοικίες η κατανάλωση των φωτιστικών δεν λαμβάνεται υπόψιν, παρά μόνο τα θερμικά κέρδη στον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων.

4.1 Φυσικός Φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός, όπου υπάρχει, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με τον τεχνητό. Έτσι, τους χώρους που έχουν ανοίγματα μπορούμε να τους χωρίσουμε σε ζώνες και μέσω αυτοματισμών να γίνεται καλύτερος έλεγχος του φωτισμού. Το μέγεθος της κάθε ζώνης εξαρτάται από τη γεωμετρία και τη διαμόρφωση των εξωτερικών ανοιγμάτων, τη θέση του ήλιου και την κατάσταση του ουρανού.

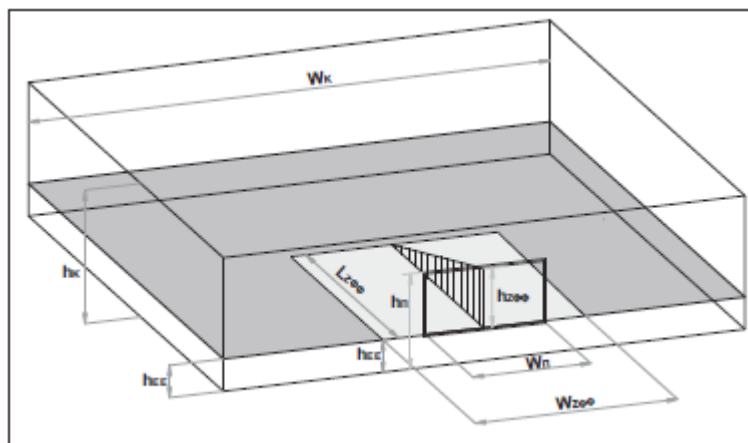
Εάν σε ένα χώρο υπάρχει πλευρικό άνοιγμα (Εικόνα 17), το οποίο έχει πλάτος W_{π} και ύψος πρεκτιού h_{π} , τότε η ζώνη φυσικού φωτισμού που σχηματίζεται καλύπτει μέρος του χώρου επάνω από την επιφάνεια εργασίας (με ύψος h_{EE}) και έχει βάθος $L_{Z\Phi\Phi}$, που εξαρτάται από το ύψος της δέσμης φυσικού φωτισμού $h_{Z\Phi\Phi}$ (ύψος μεταξύ πρεκτιού και επιφάνεια εργασίας) και υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$\bullet \quad L_{Z\Phi\Phi} = 2,5 * h_{Z\Phi\Phi} \quad (1)$$

$$\bullet \quad h_{Z\Phi\Phi} = h_{\pi} - h_{EE} \quad (2)$$

Αντίστοιχα, το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού W_{π} (Εικόνα 17) υπολογίζεται ως το άθροισμα του πλάτους του παραθύρου W_{π} και το μισό του βάθους της ζώνης φυσικού φωτισμού $L_{Z\Phi\Phi}$, όπως περιγράφεται στην ακόλουθη σχέση:

$$W_{Z\Phi\Phi} = W_{\pi} + 0,5 * L_{Z\Phi\Phi} \quad (3)$$



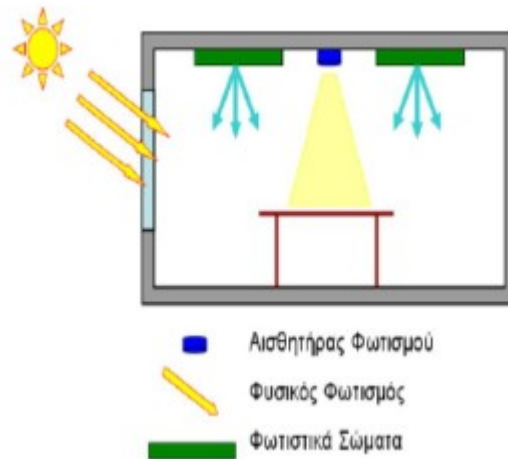
Εικόνα 17: Ζώνη φυσικού φωτισμού από πλευρικό άνοιγμα

Σε μία ενεργειακή μελέτη ή επιθεώρηση εκτιμάται το ποσοστό του φυσικού φωτισμού που καλύπτει το υπό μελέτη τμήμα. Για περισσότερη ευκολία του μηχανικού-μελετητή ορίζουμε ως περιοχή φυσικού φωτισμού:

- Από κατακόρυφα πλευρικά ανοίγματα: η περιοχή προς το εσωτερικό του χώρου από τα πλευρικά ανοίγματα κατά $L_{Z\Phi\Phi} = 4\text{m}$, και πλάτος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος αυξημένο κατά 2m ($W_{\pi} + 2\text{m}$), δηλαδή 1m από κάθε πλευρά.

- Από οριζόντια ανοίγματα οροφής: η περιοχή που βρίσκεται κάτω από το άνοιγμα οροφής και εκτείνεται 1,5 m πέρα από τα όρια της προβολής του ανοίγματος επί της επιφάνειας εργασίας.

Για την βέλτιστη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού χρησιμοποιούνται αισθητήρες φωτισμού / ζεύξης φυσικού τεχνητού φωτισμού. Για να θεωρηθεί στρατηγικής σημασίας η διάταξη αυτή πρέπει εκτός από τους αισθητήρες φωτισμού να υπάρχει και επάρκεια δυναμικού.



Εικόνα 18: Βασικά μέρη ενός τυπικού συστήματος ελέγχου φωτισμού με αισθητήρα

5 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι αυτοματισμοί ενός κτιρίου αναφέρονται σε μία διαδικασία κεντρικού ή τοπικού ελέγχου των διαφόρων συστημάτων του. Ο στόχος αυτής της διαδικασίας είναι να βελτιωθούν οι συνθήκες άνεσης στο κτίριο, να έχουμε αποτελεσματική λειτουργία των κτιριακών συστημάτων, ενώ το σημαντικότερο είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των λειτουργικών δαπανών. Ένα κτίριο στο οποίο υπάρχει σύστημα αυτόματου ελέγχου συχνά ονομάζεται <<έξυπνο κτίριο>>. Βασικές λειτουργίες του συστήματος είναι η διατήρηση των επιθυμητών επιπέδων κλιματισμού, η παροχή φωτός στους διάφορους χώρους ανάλογα με τη χρήση τους και η παροχή πληροφοριών όταν υπάρχουν αστοχίες των συσκευών στο δίκτυο, παρέχοντας ειδοποιήσεις. Κάποια από τα οφέλη του συστήματος αυτοματισμού ενός κτιρίου είναι:

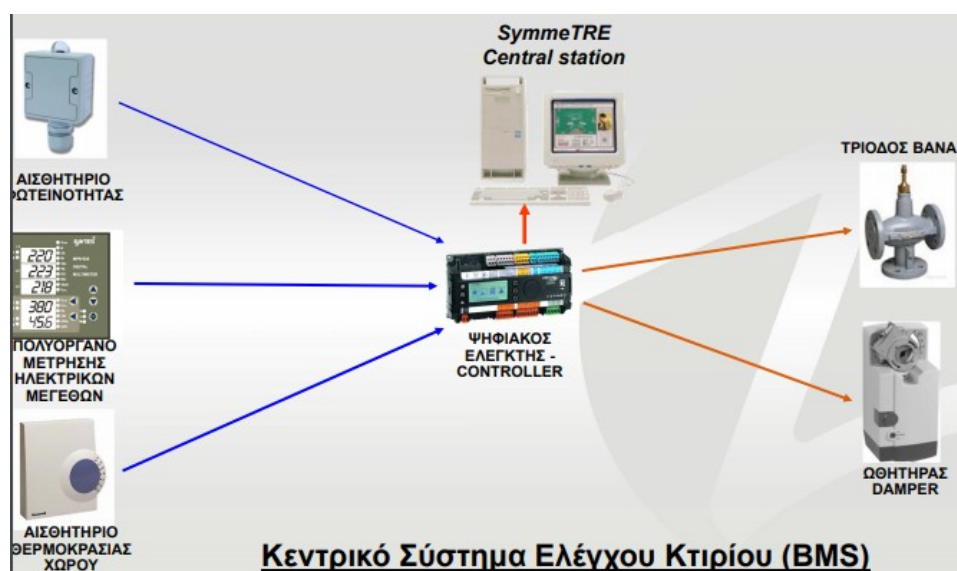
- Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και συνεπώς η εξοικονόμηση ενέργειας .
- Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που συνεπάγεται τη μείωση των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα και άλλων ρύπων .
- Διασφάλιση υψηλού επιπέδου συνθηκών άνεσης και ασφάλειας στους χρήστες
- Έλεγχος στη σκίαση των ανοιγμάτων .
- Έλεγχος στο φωτισμό όλου του κτιρίου .
- Ασφάλεια μέσω ειδοποιήσεων για τυχόν διαρρήξεις ή πυρκαγιές.
- Αυτόματη έναυση/απενεργοποίηση συσκευών μέσω χρονοδιακόπτη ή ανάλογα με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Όταν τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού κ.α. διαθέτουν κάποια διάταξη αυτόματου ελέγχου και ρύθμιση λειτουργίας τότε η ενέργεια που χρειάζεται για την κάλυψη των απαιτούμενων φορτίων ανά τελική χρήση μειώνεται. Αντίθετα όταν δεν υπάρχει καμία διάταξη αυτόματου ελέγχου η ενέργεια αυτή αυξάνεται. Η μείωση αυτή υπολογίζεται βάσει του συντελεστή διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) ενέργειας ανά τελική χρήση του αντίστοιχου συστήματος. Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης διαμορφώνεται ανάλογα με το είδος των διατάξεων αυτοματισμών και τον αριθμό των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου που ελέγχεται. Οι κατηγορίες των διατάξεων αυτοματισμού μπορεί να είναι Α, Β, Γ, Δ.

5.1 Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων, ή αλλιώς Building Energy Management System BEMS, είναι ένα κεντρικό αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου βασισμένο σε υπολογιστή και εγκατεστημένο στο κτίριο το οποίο επισκοπεί και ελέγχει όλες τις ηλεκτρικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου. Χρησιμοποιεί προηγμένους αλγόριθμους για τον έλεγχο όλων των συστημάτων της εγκατάστασης και συμβάλλει στην επίτευξη του καλύτερου εργασιακού περιβάλλοντος με μικρή κατανάλωση ενέργειας. Ένα σύγχρονο BEMS αποτελεί ένα κεντρικό σημείο όλων των περιφερειακών συστημάτων ελέγχου, και μέσα από μία SCADA πλατφόρμα λειτουργεί σαν υπερκείμενο σύστημα για όλα τα υποσυστήματα, όπως έλεγχος εισόδου ατόμου, έλεγχος φωτισμού, κλιματισμού,

ανελκυστήρα και τα λοιπά. Ένα BEMS αποτελείται από τους ψηφιακούς ελεγκτές, δηλαδή κεντρικές μονάδες που υλοποιούν και εκτελούν σενάρια και εντολές λειτουργίας. Τις εισόδους, όπως μετρητές, αισθητήρες π.χ. θερμομέτρα νερού ή αέρα, μετρητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Τις εξόδους, π.χ. ενεργοποίηση ρελέ, και τέλος το ειδικό λογισμικό Η/Υ, μέσω του οποίου επιτυγχάνουμε την εποπτεία όλου του συστήματος και της εγκατάστασης και μέσα από αυτό ρυθμίζουμε όλες τις παραμέτρους στις εγκαταστάσεις μας (Εικόνα 19).



Εικόνα 19: Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου

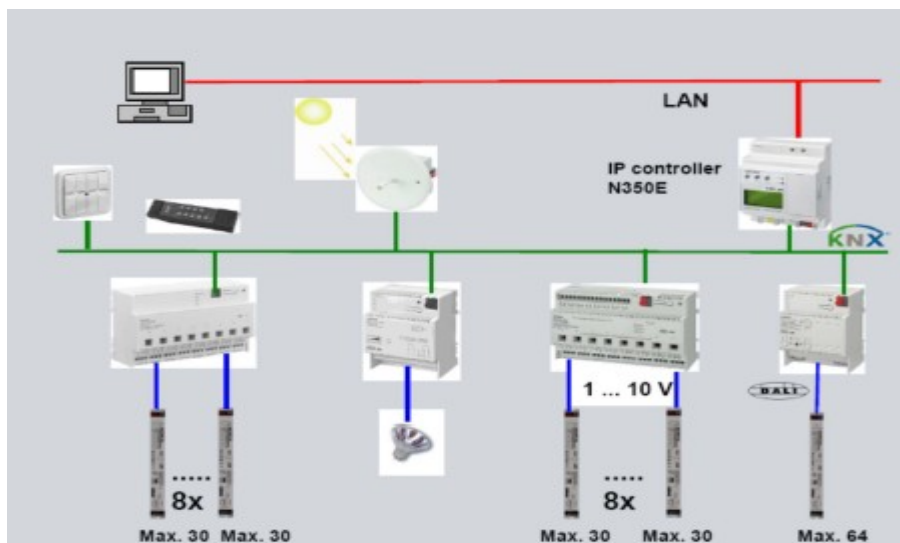
Τα συστήματα BMS είναι συνδεδεμένα άμεσα με συστήματα κτιριακού αυτοματισμού KNX, τα οποία είναι συστήματα αποκεντρωμένου και ευέλικτου ελέγχου. Το KNX είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας παγκοσμίως δεδομένο. Αυτή η τεχνολογία προσφέρει υψηλή ευελιξία για την εγκατάσταση προϊόντων από διάφορους κατασκευαστές προσφέροντας βιώσιμη προστασία της επένδυσης. Η αρχή λειτουργίας του KNX αυτοματισμού βασίζεται σε ένα αποκεντρωμένο bus (Εικόνα 20). Όλες οι λειτουργίες ελέγχονται ανεξάρτητα, δεν χρειάζεται κεντρικός υπολογιστής, έχουμε γρήγορη ανταλλαγή πληροφοριών, ελεύθερη διασύνδεση άλλων εξαρτημάτων και είναι ένα σύστημα ανοιχτό και επεκτάσιμο.



Εικόνα 20: Μονάδα λογικής BUS KNX

5.2 Αυτοματισμοί Φωτισμού

Οι εγκαταστάσεις αυτοματισμού του φωτισμού περιλαμβάνει συνήθως συστήματα αφής / σβέσης. Η αφή / σβέση του φωτιστικού σώματος μπορεί να γίνει χειροκίνητα από το διακόπτη ή χειριστήριο, ή αυτόματα με χρήση χρονοδιακόπτη ή με συνδυασμό χειροκίνητης και αυτόματης λειτουργίας. Σε μεγάλους χώρους συνήθως γίνεται διαχωρισμός σε ζώνες φωτισμού με αντίστοιχα συστήματα αφής / σβέσης ή ακόμα και διαχωρισμός σε διαφορετικά επίπεδα στάθμης φωτισμού στην επιφάνεια εργασίας. Με τη χρήση ενός συστήματος KNX μπορούμε να πετύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ελέγχου σε πραγματικό χρόνο, έλεγχο του φυσικού φωτισμού και έλεγχο της ανθρώπινης παρουσίας. Ένα παράδειγμα αυτοματισμού είναι ο έλεγχος φωτισμού σε συνάρτηση με τον ημερήσιο φωτισμό Εικόνα 21.



Εικόνα 21: Έλεγχος φωτισμού με βάσει τον ημερήσιο φωτισμό

Έχοντας λοιπόν μία τέτοια διάταξη, θα τη συγκρίνουμε με μία διάταξη φωτισμού χωρίς αυτοματισμό στην Εικόνα 22. Στην πρώτη εικόνα βλέπουμε μία αίθουσα διδασκαλίας η οποία αποτελείται από δύο κυκλώματα φωτισμού σταθερής κατανάλωσης ενέργειας 16,4 W/m². Δίπλα έχουμε ανακαίνιση την ίδια αίθουσα και πλέον έχουμε τρία κυκλώματα φωτισμού τα οποία ελέγχονται. Το φως της ημέρας δεν επαρκεί για τον πλήρη φωτισμό και η απαίτηση του τεχνητού φωτισμού συμπληρώνεται από το κάθε κύκλωμα όπως φαίνεται στα ποσοστά από επάνω στη συγκεκριμένη περίπτωση. Η κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στα 6,6 W/m². Μετά από κάποια ώρα που το φως της ημέρας γίνεται πιο έντονο η ένταση των φωτιστικών των κυκλωμάτων κοντά στα παράθυρα μειώνεται αυτόματα μέσω του συστήματος ελέγχου, και έτσι έχουμε ακόμη περισσότερη μείωση κατανάλωσης στα 5,7 W/m².



Εικόνα 22 : Αριστερά αίθουσα χωρίς έλεγχο, στο κέντρο αίθουσα με έλεγχο 7:45, δεξιά η αίθουσα στις 9:30

Στις 12:00 το μεσημέρι το φως της ημέρας είναι αρκετό σχεδόν για πλήρη φωτισμό της αίθουσας. Το κύκλωμα που βρίσκεται πιο κοντά στο παράθυρο χρησιμοποιείται μόνο κατά 40%. Η κατανάλωση μειώνεται ακόμα περισσότερο στα 4,8 W/m². Καθώς η ώρα περνάει, η θέση του ήλιου έχει αλλάξει και μπαίνει λιγότερο φως στην αίθουσα. Έτσι η ένταση του τεχνητού φωτισμού αρχίζει να ανεβαίνει τόσο κοντά στο παράθυρο όσο και στα δεξιά του δωματίου, αυξάνοντας την κατανάλωση στα 5,9 W/m². Τέλος στις 5:30 το απόγευμα, αυξάνουμε ακόμα περισσότερο τον τεχνητό φωτισμό διασφαλίζοντας οπτική άνεση σύμφωνα με τα πρότυπα σε όλες τις ώρες της ημέρας και της νύχτας, αυξάνοντας κι άλλο την κατανάλωση στα 7,6 W/m² (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Αριστερά η αίθουσα στις 12:00, στο κέντρο η αίθουσα στις 14:00, δεξιά για αίθουσα στις 17:30

5.3 Αυτοματισμοί Θέρμανση, Ψύξης και Αερισμού

Τα συστήματα αυτά παρέχουν εξοικονόμηση ενέργειας με αυτόματη ρύθμιση του θερμοστάτη, σύμφωνα με τις εξωτερικές συνθήκες και την ύπαρξη ατόμων στο χώρο. Μπορούμε να έχουμε ελεγχόμενο κλιματισμό από απόσταση, όταν ο χώρος είναι άδειος, έτσι ώστε μόλις αρχίσει να έρχεται κόσμος να υπάρχουνε ήδη ιδανικές συνθήκες. Όπως προαναφέραμε σε εγκαταστάσεις που υπάρχει αυτόματος έλεγχος τα ψυκτικά φορτία μπορούν μέσω του συντελεστή διόρθωσης, ανάλογα την κατηγορία του αυτοματισμού, να μειωθούν. Από την άλλη αν δεν υπάρχει αυτοματισμός τότε ο συντελεστής αυτός είναι αυξητικός όπως φαίνεται στον Πίνακα 9.

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	Συντελεστής διόρθωσης θέρμανσης $f_{BAC,h}$ και ψύξης $f_{BAC,c}$							
	Α		Β		Γ		Δ	
	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$
Κατοικία	0,81	0,81	0,88	0,88	1	1	1,09	1,09
Προσωρινή διαμονή	0,61	0,76	0,85	0,79	1	1	1,17	1,76
Συνάθροιση καινού	0,64	0,3	0,94	0,73	1	1	1,22	1,32
Εκπαίδευσης	0,80	0,80	0,88	0,88	1	1	1,20	1,20
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,86	0,86	0,91	0,91	1	1	1,31	1,31
Σωφρονισμού	0,81	0,81	0,88	0,88	1	1	1,10	1,10
Εμπορίου	0,46	0,55	0,71	0,85	1	1	1,56	1,59
Γραφείων	0,70	0,57	0,79	0,80	1	1	1,44	1,57

Πίνακας 9: Συντελεστές διόρθωσης θέρμανσης και ψύξης για διάφορες χρήσεις κτιρίων

Οι αυτοματισμοί της εγκατάστασης θέρμανσης συνήθως είναι απλοί. Κύρια παράμετρος που θα καθορίσει τις διατάξεις και το σύστημα που θα χρησιμοποιηθούν είναι το είδος της εγκατάστασης θέρμανσης, δηλαδή αν είναι μονοσωλήνιο ή δισωλήνιο σύστημα διανομής ζεστού νερού, καθώς και η παροχή θερμότητας που θα διαχειριστούν. Αν υπάρχει τοπική μονάδα ψύξης ή θέρμανσης, τότε οι αυτοματισμοί λειτουργίας είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τη μονάδα και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της εγκατάστασης για την ομαλή λειτουργία της. Άρα ο έλεγχος σου των εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους και συνδυάζοντας τους:

- Επεμβαίνοντας στη θερμότητα ή ψύξη της μονάδας παραγωγής με σύστημα αφής σβέσης χειροκίνητα από τους χρήστες ή αυτόματα μέσω κάποιας βασικής διάταξης, για παράδειγμα χρονοδιακόπτες.
- Επεμβαίνοντας στη λειτουργία του δικτύου διανομής του μέσου με σύστημα αφής σβέσης του κυκλοφορητή ή των αντλιών διανομής γενικότερα. Η λειτουργία γενικά του δικτύου διανομής συνήθως ελέγχεται κεντρικά και συνήθως ακολουθεί τη λειτουργία της κεντρικής μονάδας παραγωγής.
- Επεμβαίνοντας στη θερμοκρασία του νερού προσαγωγής στα θερμαντικά σώματα με χρήση βανών ανάμειξης στο κύκλωμα (τρίοδης ή τετραοδης βάνας).
- Επεμβαίνοντας στην παροχή νερού στα θερμαντικά σώματα κεντρικά ή τοπικά με χρήση των κατάλληλων ηλεκτροκίνητων βαλβίδων οι οποίες ενεργοποιούνται με εντολή είτε από το θερμοστάτη είτε από σύστημα αφής σβέσης. Επέμβαση μπορεί

να γίνει ακόμα και σε επίπεδο πραγματικής μονάδας με χρήση θερμοστατικών βαλβίδων ή ηλεκτρονικών ελεγκτών.

Ο τρόπος με τον οποίο ο έλεγχος της μονάδας παραγωγής, δηλαδή ο τρόπος που γίνεται η έναυση και παύση της λειτουργίας της μονάδας αφορά κατ' επέκταση όλη την εγκατάσταση. Για τον έλεγχο αυτό πρέπει να ξέρουμε το είδος της εγκατάστασης, δηλαδή εάν είναι με θερμική αδράνεια ή όχι. Σύστημα με θερμική αδράνεια θεωρούμε το σύστημα που εκμεταλλεύεται τη θερμική αδράνεια των δομικών στοιχείων ενός κτηρίου και επομένως, η θερμοκρασιακή μεταβολή των χώρων και εν γένει η απόκριση του συστήματος είναι πιο αργή. Τέτοια συστήματα θέρμανσης είναι με θερμαντικά σώματα, η ενδοδαπέδια ή επιτοίχια θέρμανση και ψύξη με ψυχόμενες οροφές. Αντίθετα συστήματα θέρμανσης ψύξης με Fan Coil Units ή μονάδες απευθείας εκτόνωσης ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες είναι συστήματα γρηγόρης απόκρισης, αφού επηρεάζουν κυρίως τον αέρα του χώρου. Ο έλεγχος λοιπόν της λειτουργίας της μονάδας παραγωγής γίνεται με διαφορετικό τρόπο για τα συστήματα θερμικής αδράνειας και με διαφορετικό τρόπο για τα άλλα.

Ο έλεγχος του αερισμού συνήθως είναι συμβατικός αφού κύριος γίνεται με λειτουργία αφής/σβέσης και αν υπάρχει έλεγχος θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής, τότε αυτός ο έλεγχος είναι απλός με τη χρήση θερμομέτρησης. Συγκεκριμένα για τον συμβατικό έλεγχο των συστημάτων αερισμού γίνονται τα ακόλουθα:

- Επέμβαση στις μονάδες αερισμού ή κεντρικής κλιματιστικής μονάδας με βασικό έλεγχο της λειτουργίας τους με σύστημα αφής/σβέσης είτε χειροκίνητα είτε μέσω χρονοδιακόπτη.
- Στις μονάδες αερισμού ο έλεγχος της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής με βάση την επιθυμητή θερμοκρασία, ενώ στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες μπορεί να ελέγχεται και η υγρασία του αέρα προσαγωγής από την ίδια τη μονάδα, πάλι για την επιθυμητή τιμή υγρασίας του χώρου.

Σε ένα πιο αποδοτικό σύστημα αερισμού ο έλεγχος αερισμού γίνεται βάσει ποιότητας αέρα. Η λειτουργία στις εγκαταστάσεις αερισμού ελέγχεται από αισθητήρες ποιότητας αέρα, δηλαδή μέτρηση συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα. Οι αποδέκτες τιμές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα είναι διαφορετικές ανάλογα τον οργανισμό που της επιβάλλει και τον τύπο της χρήσης. Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος αερισμού λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη συνθήκη, έτσι ώστε να υπάρχει επαρκής νωπός αέρας κατά την μέγιστη συγκέντρωση ατόμων. Επομένως όταν υπάρχουν λιγότερα άτομα από αυτά που υπολογίστηκαν στη μελέτη, μπορεί να γίνει μείωση της ποσότητας νωπού αέρα στο κτίριο χωρίς να υπερβούν τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα τις επιτρεπόμενες τιμές. Στην περίπτωση αυτή τα αισθητήρια μέτρησης συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα βρίσκονται στο κτίριο ή τους αεραγωγούς επιστροφής και η ποσότητα νωπού αέρα ρυθμίζεται έτσι ώστε να μην υπερβούν οι συγκεντρώσεις αυτές τις επιτρεπόμενες τιμές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω ρύθμισης των στροφών του ανεμιστήρα προσαγωγής (με Inverter) για μείωση ή αύξηση της παροχής προσεγμένου αέρα ή με τη λειτουργία των ανεμιστήρων αερισμού ανά περιόδους.

6 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έχει γίνει ενεργειακή μελέτη σε ένα ξενοδοχείο με τη χρήση του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ. Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών σε συνεργασία με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Το λογισμικό αυτό αποτελεί σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα. Εφαρμόζει απαραίτητους αλγόριθμους για να υπολογίσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο σε ευρωπαϊκά πρότυπα (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.), καθώς και στα εθνικά και στις αντίστοιχες οδηγίες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στην αρχική σελίδα του προγράμματος πρέπει να δηλωθούν τα γενικά στοιχεία του κτιρίου. Κυριότερο από όλα η χρήση του κτιρίου μέσα από μία λίστα επιλογών. Έπειτα κάποια στοιχεία του κτιρίου όπως το όνομα ιδιοκτήτη, τον αριθμό κτηματολογίου, τη διεύθυνσή του. Στη συνέχεια σημαντικό είναι να ορίσουμε αν το υπό μελέτη κτίριο είναι σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ 2010 ή σύμφωνα με τον νέο αναθεωρημένο ΚΕΝΑΚ του 2017. Έπειτα βάζουμε τα κλιματικά δεδομένα και επιλέγουμε εάν βρίσκεται σε υψόμετρο πάνω από 500 μέτρα υψόμετρο (Εικόνα 24).

The screenshot shows the 'Γενικά στοιχεία κτιρίου' (General building data) form in the TEE KENAK software. The form includes the following fields and options:

- Χρήση κτιρίου:** A dropdown menu with a yellow highlight.
- Κτίριο Αριθμός: [text box]
- Κτιριακή μονάδα Τίτλος: [text box]
- ΚΑΕΚ:** [text box]
- Ιδιοκτησιακό καθεστώς:** [dropdown menu]
- Όνομα ιδιοκτήτη:** [text box]
- Ταχυδρομική διεύθυνση:** [text box]
- Υπεύθυνος:** [dropdown menu]
- Όνοματεπώνυμο:** [text box]
- Τηλέφωνο / Φαξ:** [text box]
- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:** [text box]

Below the form is a table with the following columns: Κατάσταση κατασκευής, Συνοπτική περιγραφή, Πηγή, Έτος Οικ. Αδ., Έτος.

At the bottom, there are checkboxes for building status: Παλιό, Ριζ. ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.), Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.), Ριζ. ανακαινιζόμενο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.), Νέο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.).

At the very bottom, there is a section for 'Κλιματολογικά δεδομένα' (Climatological data) with a dropdown menu, a checkbox for 'Υψόμετρο πάνω από 500 (m)', and a 'Ζώνη:' dropdown menu.

Εικόνα 24: Αρχική καρτέλα του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ για τα βασικά στοιχεία του κτιρίου

Επιλέγοντας στα αριστερά την ετικέτα Κτίριο, μπαίνουμε σε μία καρτέλα στην οποία δηλώνουμε τα γενικά χαρακτηριστικά, δηλαδή τη συνολική επιφάνεια του κτιρίου, τον ωφέλιμο όγκο του, προσδιορίζουμε αν έχει και πόσες θερμικές ζώνες, αν υπάρχουν μη θερμαινόμενοι χώροι καθώς και ηλιακοί (Εικόνα 25). Δίπλα από τα γενικά χαρακτηριστικά υπάρχει η καρτέλα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ). Εκεί μπορούμε να επιλέξουμε την μονάδα συμπαράγωγής καθώς και την πηγή ενέργειας που αυτήν χρησιμοποιεί. Πρέπει να δηλώσουμε επίσης τον βαθμό ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης του συστήματος για την τελική αξιολόγηση του (Εικόνα 26). Τέλος, υπάρχει και η ετικέτα με τα φωτοβολταϊκά. Εκεί δηλώνουμε τον τύπο των φωτοβολταϊκών εφόσον υπάρχουν. Μπορεί να είναι μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά κ.τ.λ. Πρέπει να

δηλώσουμε επίσης τον συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας A , την επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα των φωτοβολταϊκών πλακών, την ισχύ που αυτά παράγουν καθώς και τον προσανατολισμό και την κλίση των πλακών. Ο συντελεστής σκίασης είναι δηλωμένος στο 1, έτσι ώστε να μην σκιάζονται από πουθενά. Στη σύνδεση μπορούμε να επιλέξουμε με συμψηφισμό ή χωρίς της παραγόμενης ενέργειας (Εικόνα 27).

Γενικά | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m²): 0 Ωφέλιμος όγκος (m³):

Αριθμός θερμικών ζωνών: 0 Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0

Εικόνα 25: Γενικά χαρακτηριστικά κτιρίου

	Μονάδα	Πηγή ενέργειας	B. Απ. Ηλε. (-)	B. Απ. Θερ. (-)
▶* ΣΗΘ1				

Εικόνα 26: Δήλωση συστήματος συμπαραγωγής

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Σύνδεση
▶*							1	

Εικόνα 27: Δήλωση φωτοβολταϊκών

Αφού έχουμε επιλέξει πόσες θερμικές ζώνες, πόσους μη θερμαινόμενους χώρους έχει το κτίριο μας, μας δίνεται το δικαίωμα επεξεργαστούμε στον καθένα από αυτούς τους χώρους. Επιλέγοντας αριστερά τη ζώνη που θέλουμε, μπορούμε να την επεξεργαστούμε. Αρχικά, δηλώνουμε τη χρήση της ζώνης αυτής, την επιφάνεια και την μέση κατανάλωση σε ζεστό νερό χρήσης ανά έτος, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου. Επίσης ορίζουμε την ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα, που έχει να κάνει με τον τύπο της κατασκευής του κελύφους. Επιλέγουμε την κατηγορία των διατάξεων αυτόματου ελέγχου για θέρμανση και ψύξη. Έπειτα βρίσκεται το πεδίο με τα στοιχεία για τη διείσδυση του αέρα όπου πρέπει να συμπληρωθεί η διείσδυση αέρα από τα κουφώματα και να δηλώσουμε εάν υπάρχουν καμινάδες, θυρίδες εξαερισμού και εξώπορτες σε επαφή με τον εξωτερικό χώρο. Τέλος, επιλέγουμε αν Υπάρχουνε κι ανεμιστήρες οροφής (Εικόνα 28).

Γενικά

Χρήση: Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας - Υπνοδωμάτια

Συνολική επιφάνεια (m²): 120 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου:

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²): 280

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Β Ψύξη Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h):

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

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 28: Γενικά χαρακτηριστικά ζώνης

Στην ετικέτα κέλυφος γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα σε αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες καθώς και σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος. Εδώ δηλώνουμε τον τύπο της επιφάνειας αν αυτός είναι τοίχος, οροφής κ.α. (αδιαφανείς επιφάνειες) , αν είναι ανοιγόμενο ή μη κούφωμα ή πρόσοψη (διαφανείς επιφάνειες) και αν είναι τοίχος ή δάπεδο (Σε επαφή με το έδαφος). Αφού έχουμε ήδη υπολογίσει τον συντελεστή θερμοπερατότητας της συγκεκριμένης επιφάνειας, συμπληρώνουμε τα πεδία που μας ζητάει. Αυτά είναι ο προσανατολισμός, η κλίση, το εμβαδόν της κάθε επιφάνειας, ο συντελεστής θερμοπερατότητας, η απορροφητικότητα και ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία. Επίσης ζητούνται οι συντελεστές σκίασης για κάθε επιφάνια. Αυτοί έχουν υπολογιστεί επίσης αναλυτικά με βάση τους προβόλους, τα πλευρικά εμπόδια καθώς και τα εμπόδια που βρίσκονται στον ορίζοντα του κτιρίου. Τέλος πρέπει να υπολογιστεί και να συμπληρωθεί στο κατάλληλο πεδίο οι θερμογέφυρες όλης της ζώνης (και από τα κουφώματα και από της τοιχοποιίες, Εικόνα 29).

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a' (°)	e' (°)	F_hor_h (t)	F_hor_c (t)	F_ov_h (t)	F_ov_c (t)	F_fin_h (t)	F_fin_c (t)
▶ 1	Τοίχος		285	90	15	0.25	0.6	0.8	1	1	0.93			
* 2														

	Θερμογέφυρες	ΣΨ (W/K)
▶ 1		

Εικόνα 29: Περιγραφή επιφανειών κελύφους

Στη συνέχεια επιλέγουμε την ετικέτα συστήματα. Εκεί έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε ότι σύστημα έχουμε εγκαταστήσει στο κτίριο μας μαζί με το δίκτυο διανομής, τις τερματικές μονάδες και τις βοηθητικές μονάδες. Δίνεται επίσης η δυνατότητα να επιλέξουμε εάν υπάρχει ηλιακός συλλέκτης. Στη θέρμανση και στην ψύξη επιλέγουμε τον τύπο της μονάδας παραγωγής και την πηγή ενέργειας που αυτήν χρησιμοποιεί. Στην ισχύ βάζουμε την ηλεκτρική ισχύ που αυτήν απορροφά από το δίκτυο. Αν πρόκειται για αντλία θερμότητας ο βαθμός απόδοσης παραμένει 1. Αν είναι λέβητας αυτός υπολογίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του KENAK ή δίνεται από το φυλλάδιο του κατασκευαστή. Έπειτα συμπληρώνουμε και τον συντελεστή επίδοσης (SCOP, ESEER) της μονάδας παραγωγής. Στα κελιά όπου αναφέρονται οι μήνες του έτους γράφουμε το ποσοστό συνεισφοράς της μονάδας στη θέρμανση ή ψύξη. Στο δίκτυο διανομής επιλέγουμε την τοποθέτηση των σωληνώσεων εάν είναι εσωτερική ή εξωτερική αν υπάρχει μόνωση και τον βαθμό απόδοσης σύμφωνα με τους πίνακες του KENAK. Συμπληρώνουμε Επίσης τον τύπο των τερματικών μονάδων και τον βαθμό απόδοσης αυτών καθώς και τις βοηθητικές μονάδες όπως κυκλοφορητές, ανεμιστήρες των Fan Coil, ηλεκτροβάνες κ.α. (Εικόνα 30).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	COP (-)	Jan (-)	Feb (-)	Mar (-)	Apr (-)	Mai (-)	Jun (-)	Jul (-)	Aug (-)	Sep (-)	Ok
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντια εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός		1	1										
* 1				1	1										

< >

Δίκτυο διανομής

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

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

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

Εικόνα 30: Συστήματα Θέρμανσης/ψύξης

Ομοίως τον μηχανικό αερισμό συμπληρώνουμε τον τύπο της μονάδας που χρησιμοποιούμε. Αν αυτή είναι η κεντρική κλιματιστική μονάδα έχει ενεργό τμήμα θέρμανσης και ψύξης. Συμπληρώνουμε το ποσοστό της ανάκτησης θερμότητας και ανακυκλοφορίας, την παροχή αέρα που χρειαζόμαστε, καθώς επίσης και αν υπάρχει ενεργό τμήμα ύγρανσης στη μονάδα αυτή (Εικόνα 31). Επίσης δηλώνουμε το σύστημα μηχανικού αερισμού σε δύο γραμμές μία για την απαγωγή και μία για την προσαγωγή του αέρα.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψυξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m³/s)
▶▶ 1		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 31: τμήμα μηχανικού αερισμού

Στο ζεστό νερό χρήσης δηλώνουμε πάλι την μονάδα παραγωγής, την ισχύ που καταναλώνει καθώς και το ποσοστό συνεισφοράς της στους μήνες του έτους. Πρέπει επίσης να δηλώσουμε το δίκτυο διανομής και το σύστημα αποθήκευσης του νερού μαζί με τις βοηθητικές μονάδες που χρειαζόμαστε. Στην ετικέτα του ηλιακού συλλέκτη επιλέγουμε τον τύπο αυτού αν είναι απλώς, επιλεκτικός, συγκεντρωτικός κ.α. Επιλέγουμε εάν χρησιμοποιείται για θέρμανση ή ζεστό χρήσης νερό ή και τα δύο, την επιφάνειά του, το συντελεστή αξιοποίησης Ηλιακής ακτινοβολίας και τον προσανατολισμό των πλακών (Εικόνα 32).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						1

Εικόνα 32: Τμήμα ηλιακού συλλέκτη

Τέλος συμπληρώνουμε τα απαραίτητα στοιχεία στην καρτέλα του φωτισμού ανάλογα με τους αυτοματισμούς που έχουμε βάλει στην εγκατάσταση μας και τις ζώνες φωτισμού που έχουμε δημιουργήσει (Εικόνα 33).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρανση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW):

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	0
2	500	0
3	400	0
4	300	0
5	250	0
6	200	0
7	100	0

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 1. Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Εικόνα 33: Τμήμα φωτισμού

Αν στο κτίριο μας έχουμε μη θερμαινόμενο χώρο τότε αυτός πρέπει να δηλωθεί. Έτσι καταγράφουμε την συνολική του επιφάνεια και τη διείσδυση αέρα στο χώρο. Συμπληρώνουμε τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες καθώς και αυτές που έρχονται σε επαφή με το έδαφος με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως στο κέλυφος του κτιρίου (Εικόνα 34).

Γενικά

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

Αδιαφανείς επιφάνειες

#	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a" (t)	e" (t)	F_hor_h (t)	F_hor_c (t)	F_av_h (t)	F_av_c (t)	F_fin_h (t)	F_fin_c (t)
* 1														

Διαφανείς επιφάνειες

#	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος	U (W/m ²)
* 1	Κοίφωμα						

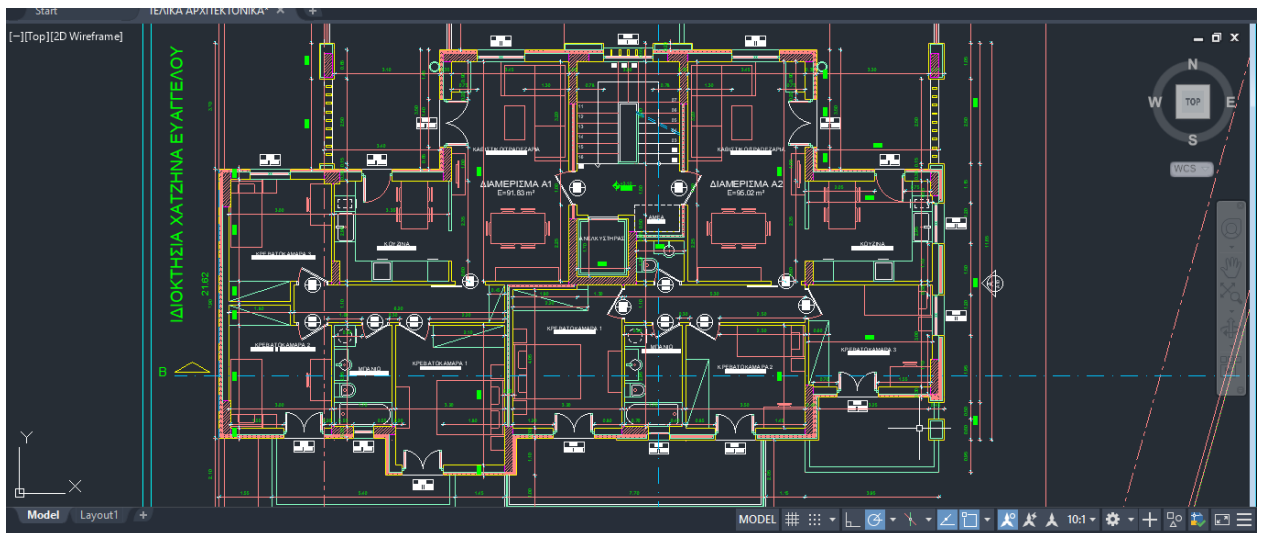
Σε επαφή με το έδαφος

#	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
* 1							

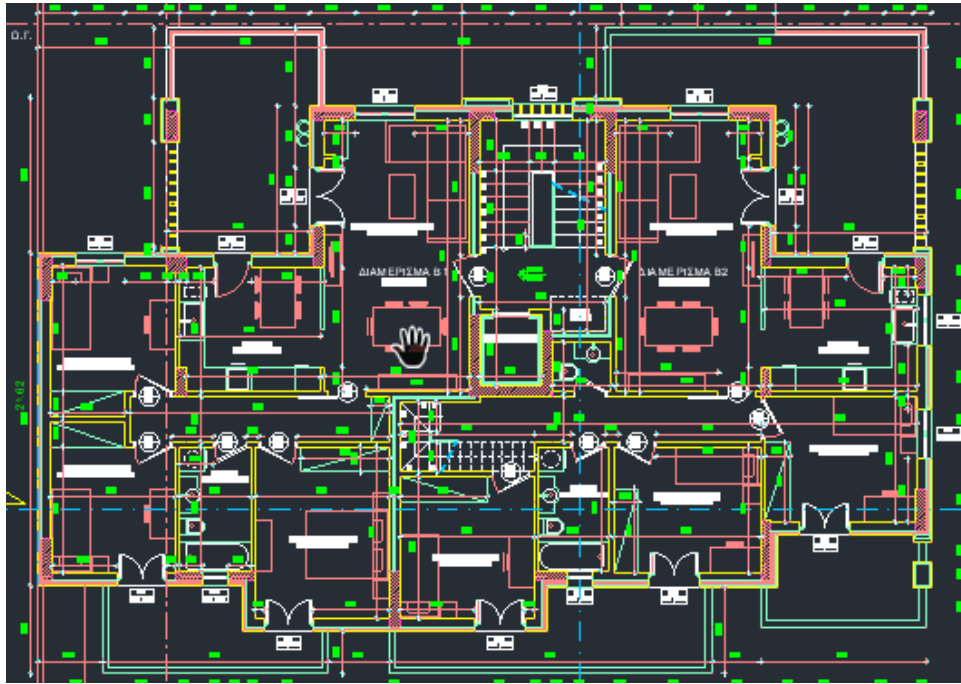
Εικόνα 34: Τμήμα Μ.Θ.Χ.

7 ΔΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

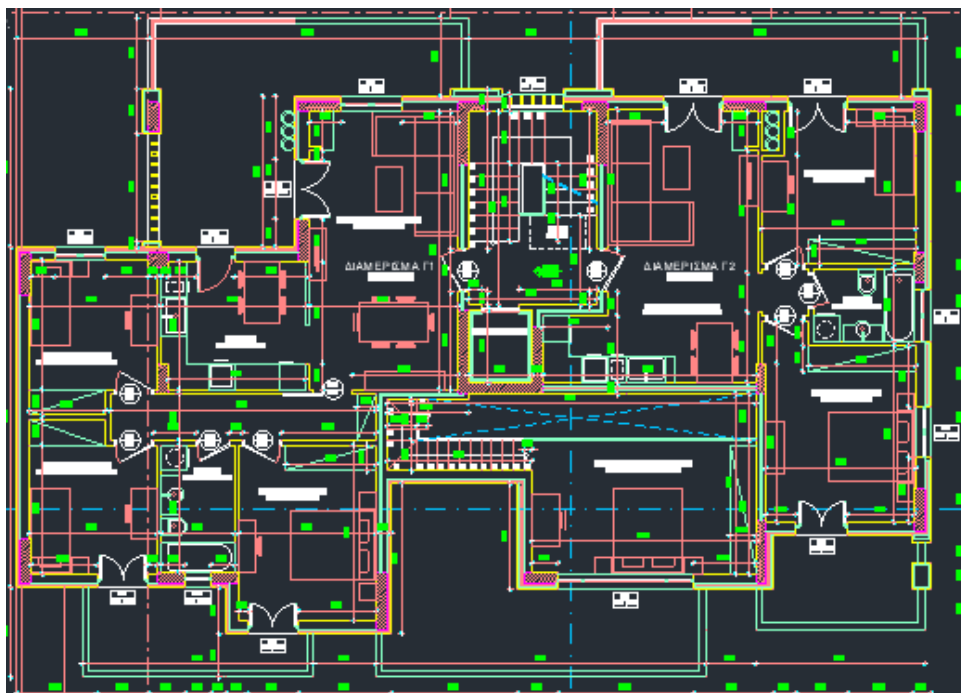
Το υπό μελέτη κτίριο είναι ένα τριώροφο ξενοδοχείο. Έχει γίνει ενεργειακή μελέτη για τρία διαφορετικά σενάρια, όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αλλά και το κέλυφος του κτιρίου. Έχουμε χωρίσει το κτίριο σε τρεις θερμικές ζώνες και μία μη θερμαινόμενη, το κλιμακοστάσιο. Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 527,95 m² και ο ωφέλιμος όγκος 2294,55 m³. Η επιφάνεια του Α ορόφου είναι 182 m², του Β ορόφου 186 m² και του Γ ορόφου 188 m². Το πλαίσιο του κουφώματος που χρησιμοποιήθηκε και στα τρία σενάρια είναι αλουμινίου με θερμοδιακοπή και συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου 2,5 W/m²K. Τα κουφώματα αυτά επίσης είναι κλάσης 4 σε σχέση με την αεροπερατότητά τους. Σε κάποια σενάρια έχουν χρησιμοποιηθεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά) στην εγκατάσταση. Ακολουθούν τα αρχιτεκτονικά σχέδια (κατόψεις) κάθε ορόφου.



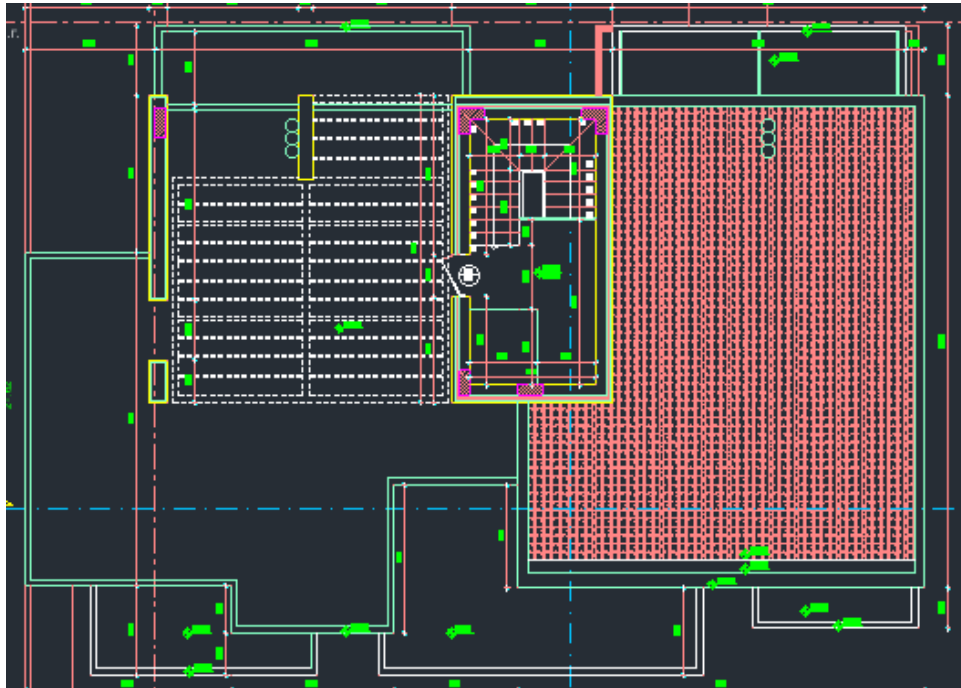
Εικόνα 35: Α Όροφος



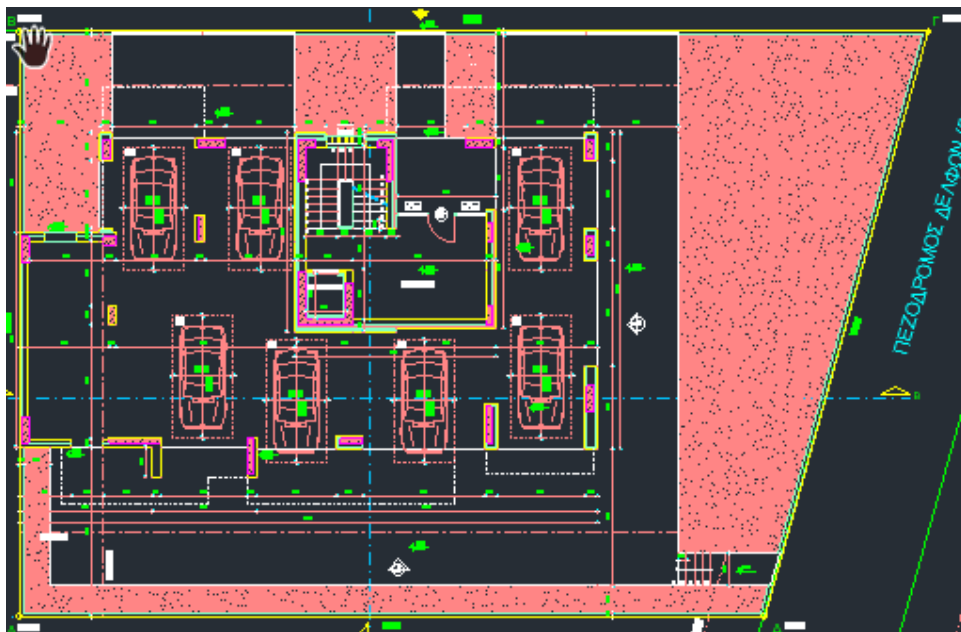
Εικόνα 36: Β Όροφος



Εικόνα 37: Γ Όροφος



Εικόνα 38: Οροφή



Εικόνα 39: Είσοδος - Ισόγειο

Ο μη θερμαινόμενος χώρος έχει ληφθεί ίδιος και για τα τρία σενάρια. Έχει συνολική επιφάνεια 93,14 m². Οι τοιχοποιίες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενο χώρο έχουν τις εξής στρώσεις : γυψοσανίδα, οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτόπλινθους, διογκωμένη πολυστερίνη, οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτόπλινθους, γυψοσανίδα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας αυτής είναι 0,42 W/m²K. Η εξωτερική δρομική τοιχοποιία αποτελείται από τις εξής στρώσεις από έξω προς τα μέσα : ασβεστοκονίαμα, διογκωμένη πολυστερίνη γραφιτούχα, μαπτική οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτόπλινθους, Γυψοσανίδα και παρουσιάζει συντελεστή θερμοπερατότητας 0,25 W/m²K. Η εξωτερική τοιχοποιία με σκυρόδεμα από έξω προς τα μέσα αποτελείται από

ασβεστοκονίαμα, διογκωμένη πολυστερίνη γραφιτούχα, οπλισμένο σκυρόδεμα, γυψοσανίδα και παρουσιάζει συντελεστή θερμοπερατότητας 0,27 W/m²K. Τέλος, οι υαλοπίνακες των κουφωμάτων είναι τριπλή 4_8_4_8_4 και με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ε<= 0,1 και διάκενο αέρα. Το παράθυρο παρουσιάζει U_w = 1,76 W/m²K.

7.1 Σενάριο 1

Στο σενάριο 1 έχει χρησιμοποιηθεί θερμοπρόσοψη 10 εκατοστών σε όλη την επιφάνεια των θερμικών ζωνών. Έτσι λοιπόν η τοιχοποιία πλήρωσης παρουσιάζει συντελεστή θερμοπερατότητας 0.25 W/m²K ενώ η φέρουσα τοιχοποιία 0,27 W/m²K. Άρα θερμογέφυρες παρατηρούνται μόνο στην ένωση των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες. Οπότε στις θερμογέφυρες συμπληρώνουμε όλες τις απώλειες από το λαμπά και από το ανωκάσι/κατωκάσι του κουφώματος. Στα κουφώματα έχει χρησιμοποιηθεί διπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ε<= 0,1 και διάκενο αέρα 12 mm . Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος εξαρτάται από τις διαστάσεις του. Ένας ενδεικτικός υπολογισμός του U_w και της θερμογέφυρας φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

ΠΑΡΑΥΤΡΟ 315x100	Θ/Δ ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	U _f =	2,5 W/(mK)		
ΠΛΗΘΟΣ = 1	ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	A _f =	1,07 m ²	F _f =	33,96825
		g _{gl} =	0,6		
	ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ			U _w =	$\frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + i_g \cdot \Psi_g}{A_w} = 2,38 \text{ W/(mK)}$
	ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ε<= 0,1 ΚΑΙ ΔΙΑΚΕΝΟ ΑΕΡΑ 12 mm	U _g =	1,8 W/(mK)		
	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ (0,86*0,88)m	A _g =	2,08 m ²		APA U _w < U _m
	συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα	Ψ _g =	0,11 W/(mK)		
ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ	Σ(i _g *Ψ _g) = 3*(3,32*0,11) = 1,1	W/K	(ΓΙΑ ΤΟ ΕΝΑ ΠΑΡΑΘ)		
	g _w = g _{gl} (1-f _f) =	0,39619			

Εικόνα 40: Υπολογισμός U_w

ΛΠ-6	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ ΛΑΜΠΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ	ΛΠ-6	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ ΚΑΤΩΚΑΣΙ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ
	1 m		ΜΗΚΟΣ 3,15 m
	0,2 W/(mK)		Ψ 0,55 W/(mK)
	1		ΑΡΙΘΜΟΣ 1
	Σ(i*Ψ) 0,2 W/K		ΠΛΗΘΟΣ 1
			Σ(i*Ψ) 1,7325 W/K
ΛΠ-9	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ ΛΑΜΠΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ	ΛΠ-9	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ ΑΝΩΚΑΣΙ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ
	1 m		ΜΗΚΟΣ 3,15 m
	0,6 W/(mK)		Ψ 0,6 W/(mK)
	1		ΑΡΙΘΜΟΣ 1
	Σ(i*Ψ) 0,6 W/K		ΠΛΗΘΟΣ 1
			Σ(i*Ψ) 1,89 W/K

Εικόνα 41: Υπολογισμός θερμογεφυρών

Στον φωτισμό δεν έχουμε αυτοματισμό φυσικού φωτισμού. Χρησιμοποιούμε αυτοματισμό ανίχνευσης κίνησης με χειροκίνητη έναυση και αυτόματη σβέση. Επίσης στα λουτρά του κτιρίου ο φωτισμός ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας.

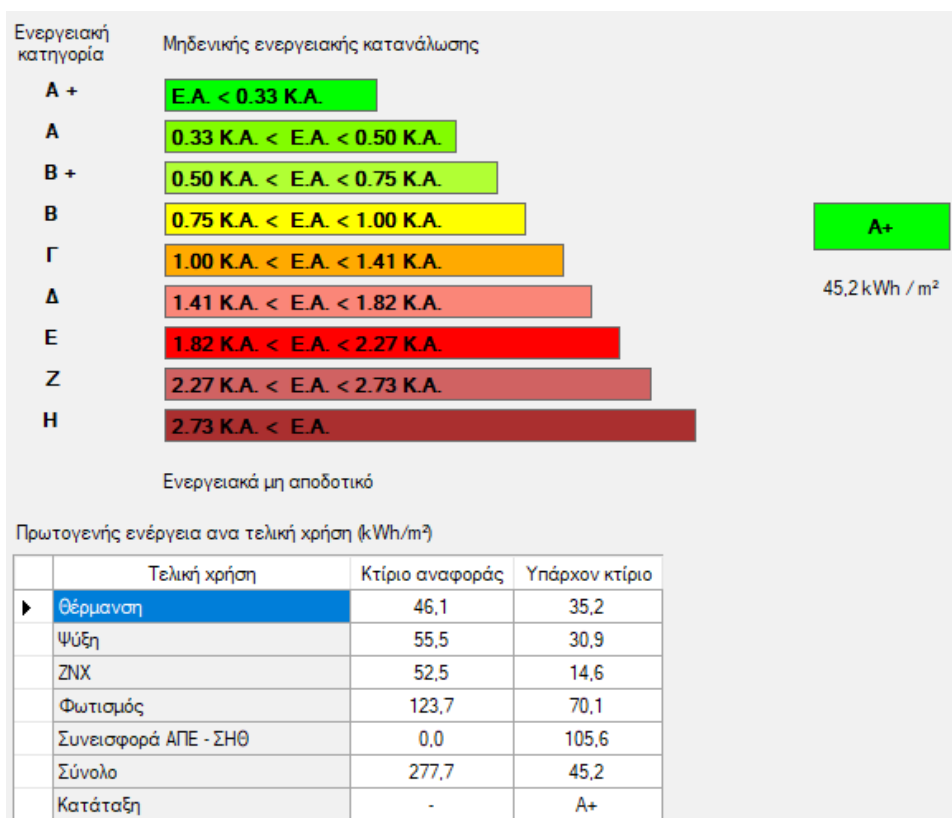
Στη Ζώνη 1 (πρώτος όροφος), στα συστήματα έχει χρησιμοποιηθεί αερόψυκτη αντλία θερμότητας αέρα-νερού τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη. Ο συντελεστής απόδοσης είναι COP = 4,28 για το θέρμανση και SEER=3,55 για την ψύξη. Σαν τερματικές μονάδες έχουν χρησιμοποιηθεί Fan coils και επίσης οι κατάλληλοι κυκλοφορητές τόσο για το δίκτυο των Fan Coil όσο και για την αντλία θερμότητας. Στον μηχανικό αερισμό έχουμε εγκαταστήσει κεντρικό εναλλάκτη θερμότητα αέρα με ανάκτηση θερμότητας να ανέρχεται στο 83%. Επίσης έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί συλλέκτες επιλεκτικοί, συνολικής επιφάνειας 8 m². για το ζεστό νερό χρήσης τώρα, υπάρχει η συνδεσμολογία ενός δοχείου

αδράνειας με την αντλία θερμότητας και με τους ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή και αποθήκευση του νερού.

Στη ζώνη 2 (δεύτερος όροφος) έχουμε εγκαταστήσει γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο εναλλάκτη για θέρμανση και ψύξη. Οι τερματικές μονάδες είναι και πάλι Fan coils και υπάρχουν οι κατάλληλοι κυκλοφορητές για το δίκτυο των FCU και για την γεωθερμική αντλία. Η γεωθερμική αντλία παρουσιάζει COP = 4,57 και συντελεστή απόδοσης για το καλοκαίρι SEER = 4,51. Το σύστημα αερισμού είναι ίδιο με αυτό της ζώνης 1. Υπάρχουν ηλιακοί συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 9 m² και στο ζεστό νερό χρήσης εφαρμόζεται πάλι η ίδια εγκατάσταση με το δοχείο αδράνειας.

Στη ζώνη 3 (3ος όροφος) έχουμε συνδυασμό τοπικής αερόψυκτης αντλίας θερμότητας αέρα νερού με μία γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο εναλλάκτη. Χρειαζόμαστε κυκλοφορητές τόσο για τις αντλίες θερμότητας όσο και για το δίκτυο των fcu που είναι οι τερματικές μονάδες. Οι ηλιακοί συλλέκτες της Ζώνης 3 έχουν συνολική επιφάνεια 8 και είναι επιλεκτικοί.

Τέλος για την υλοποίηση αυτού του σεναρίου, έχει γίνει χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Έχω χρησιμοποιήσει μονοκρυσταλλικού τύπου φωτοβολταϊκά συνολικής επιφάνειας 78,5m² και ισχύος 15,3 kW. Πραγματοποιώντας την ενεργειακή μελέτη με τα παραπάνω δεδομένα, το αποτέλεσμα είναι ένα κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης A +, με κατανάλωση Πρωτογενούς ενέργειας 45,2 kWh/m².



Εικόνα 42 : Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου στο Σενάριο 1

7.2 Σενάριο 2

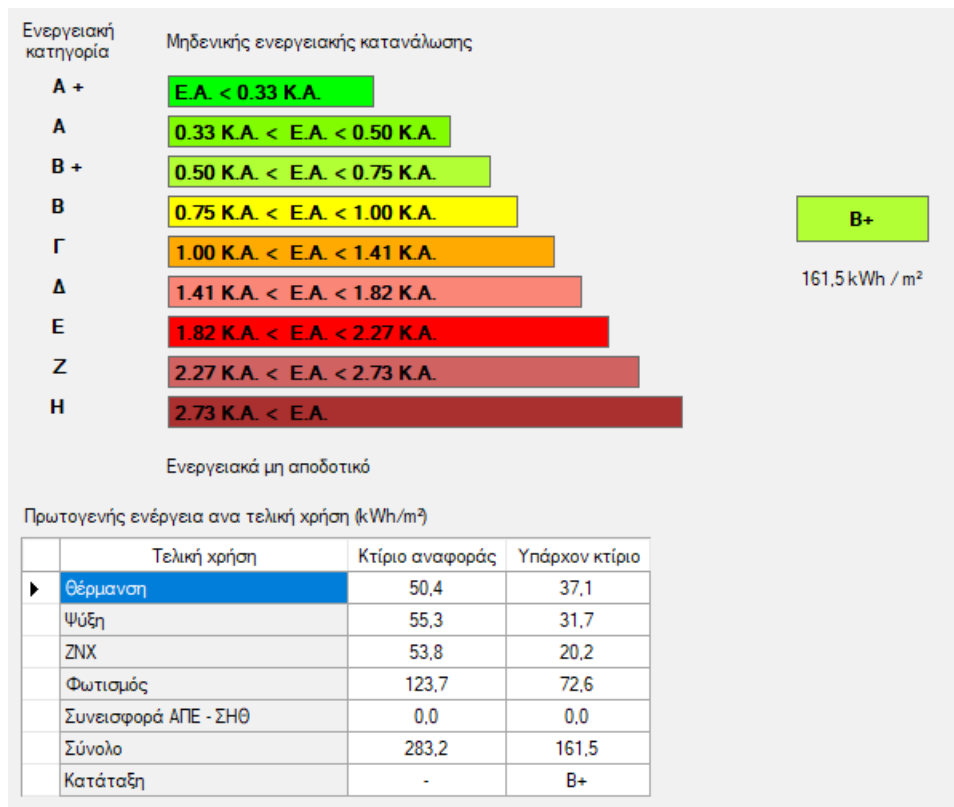
Στο σενάριο 2 ξανά έχει χρησιμοποιηθεί θερμοπρόσοψη 10 εκατοστών σε όλη την επιφάνεια των θερμικών ζωνών. Έτσι λοιπόν η τοιχοποιία πλήρωσης παρουσιάζει συντελεστή θερμοπερατότητας $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ενώ η φέρουσα τοιχοποιία $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα θερμογέφυρες παρατηρούνται μόνο στην ένωση των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες. Οπότε στις θερμογέφυρες συμπληρώνουμε όλες τις απώλειες από το λαμπά και από το ανωκάσι/κατωκάσι του κουφώματος. Στα κουφώματα έχει χρησιμοποιηθεί διπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής $\epsilon \leq 0,1$ και διάκενο αργό (5_12_4) με $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν έχουν χρησιμοποιηθεί καθόλου φωτοβολταϊκά, παραμόνο ηλιακοί συλλέκτες τα ZNX. Τέλος, στο φωτισμό δεν υπάρχει κανένας αυτοματισμός.

Στη ζώνη 1 (1ος όροφος) έχουμε εγκαταστήσει σύστημα αμέσου εκτόνωσης (VRV) για θέρμανση και ψύξη. Οι τερματικές μονάδες είναι και αμέσου εκτονώσεως και δεν χρειάζονται κυκλοφορητές για το δίκτυο του κλιματισμού καθώς χρησιμοποιεί ψυκτικό υγρό και όχι νερό. Η αερόψυκτη αντλία παρουσιάζει $\text{COP} = 4,2$ και συντελεστή απόδοσης για το καλοκαίρι $\text{SEER} = 6,3$. Το σύστημα αερισμού αναλαμβάνει η ΚΚΜ του VRV. Υπάρχουν ηλιακοί συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 6 m^2 και στο ζεστό νερό χρήσης έχουν χρησιμοποιηθεί τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες (boiler) για κάθε διαμέρισμα.

Στη ζώνη 2 (2ος όροφος) έχουμε δύο μονάδες παραγωγής για θέρμανση και ψύξη. Έτσι στη θέρμανση το 50% του φορτίου καλύπτεται από γεωθερμική αντλία με κατακόρυφο εναλλάκτη και το άλλο 50% από επιδαπέδιο λέβητα αερίου. Για την ψύξη του χώρου έχουμε 50% κάλυψη φορτίου από την ΓΑΘ και 50% κάλυψη από αερόψυκτο ψύκτη. Οι τερματικές μονάδες είναι και FCU και έχουν εγκατασταθεί τρεις κυκλοφορητές για το δίκτυο των FCU καθώς και από ένας κυκλοφορητής για την αντλία και το λέβητα. Η γεωθερμική αντλία παρουσιάζει $\text{COP} = 3,92$ και συντελεστή απόδοσης για το καλοκαίρι $\text{SEER} = 3,95$, ενώ ο ψύκτης $\text{SEER} = 2,45$. Ο λέβητας είναι συμπύκνωσης αερίου και παρουσιάζει βαθμό απόδοσης $0,95$. Το σύστημα αερισμού αναλαμβάνει κεντρικός εναλλάκτης αέρα-αέρα με ποσοστό ανάκτησης θερμότητας 83%. Υπάρχουν ηλιακοί συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 7 m^2 και στο ζεστό νερό χρήσης έχουν χρησιμοποιείται ο λέβητας σε συνδυασμό με τους ηλιακούς συλλέκτες και ένα buffer (δοχείο αδράνειας).

Στη ζώνη 3 (3ος όροφος) για θέρμανση έχουμε βάλει λέβητα φυσικού αερίου (συμπύκνωσης αερίου) με βαθμό απόδοσης $0,95$ και για ψύξη αερόψυκτο ψύκτη με $\text{SEER} = 2,44$. Τερματικές μονάδες είναι FCU. Το ZNX παρέχεται από το λέβητα και τους ηλιακούς συλλεκτες, συνολικής επιφάνειας 6 m^2 .

Εκτελώντας την ενεργειακή μελέτη με αυτά τα δεδομένα προκύπτει ένα κτίριο ενεργειακής κατηγορίας B+ και ετήσια κατανάλωση $161,5 \text{ kWh/m}^2$.



Εικόνα 43: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου στο Σενάριο 2

7.3 Σενάριο 3

Στο σενάριο 3 έχει χρησιμοποιηθεί θερμοπρόσοψη 7 εκατοστών σε όλη την επιφάνεια των θερμικών ζωνών. Έτσι λοιπόν η τοιχοποιία πλήρωσης παρουσιάζει συντελεστή θερμοπερατότητας 0,34 W/m²K ενώ η φέρουσα τοιχοποιία 0,37 W/m²K. Άρα θερμογέφυρες παρατηρούνται μόνο στην ένωση των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες. Οπότε στις θερμογέφυρες συμπληρώνουμε όλες τις απώλειες από το λαμπά και από το ανωκάσι/κατωκάσι του κουφώματος. Στα κουφώματα έχει χρησιμοποιηθεί διπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής $\epsilon \leq 0,1$ και διάκενο αέρα 12 mm . Τα φωτοβολταϊκά που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα μισά του Σεναρίου 1. Στον φωτισμό δεν έχουμε αυτοματισμό φυσικού φωτισμού. Χρησιμοποιούμε αυτοματισμό ανίχνευσης κίνησης με χειροκίνητη έναυση/αυτόματη σβέση. Επίσης στα λουτρά του κτιρίου ο φωτισμός ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας.

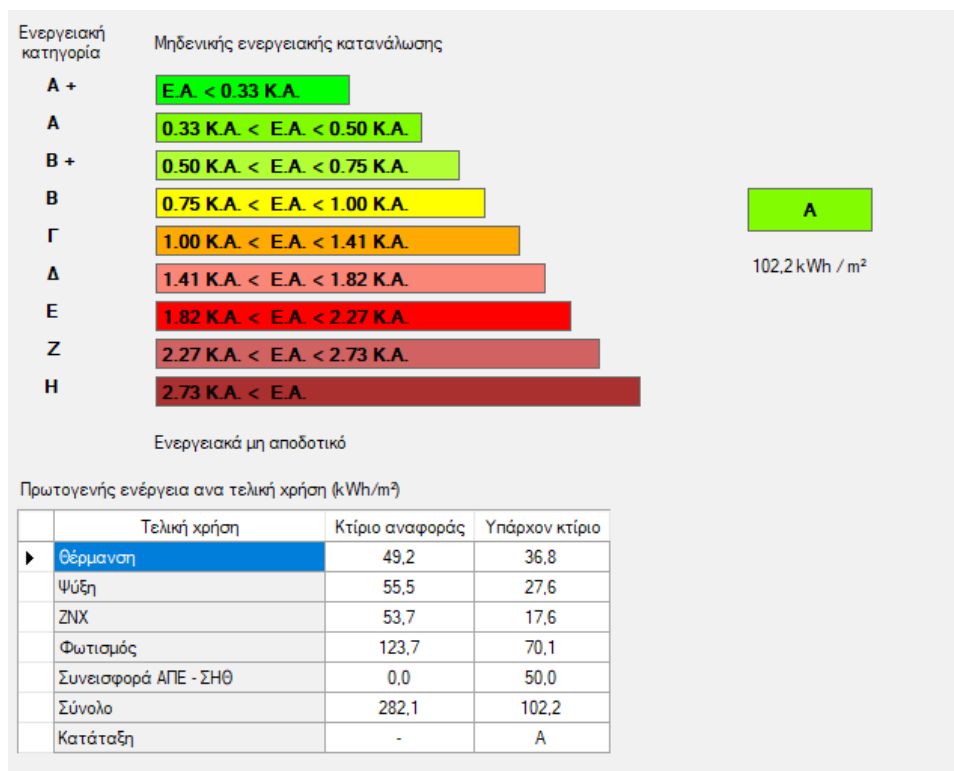
Στη ζώνη 1 (1ος όροφος) για θέρμανση έχουμε βάλει γεωθερμική αντλία θερμότητας με κατακόρυφο εναλλάκτη και COP = 3,92. Στην ψύξη το 50% του φορτίου καλύπτεται από την ΓΑΘ με SEER = 3,95 και το υπόλοιπο 50% από αερόψυκτο ψύκτη SEER = 2,95. Στον αερισμό έχει τοποθετηθεί κεντρικός εναλλάκτης. Στο ZNX έχουμε διάταξη ΓΑΘ, δοχείου αδράνειας και ηλιακών συλλεκτών, συνολικής επιφάνειας 6 m².

Στη ζώνη 2 (2ος όροφος), στην θέρμανση έχουμε λέβητα φυσικού αερίου ενώ στην ψύξη αερόψυκτο ψύκτη. Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα συμπύκνωσης αερίου είναι 0,95 και ο συντελεστής απόδοσης του ψύκτη είναι SEER = 2,33. Στον αερισμό έχει τοποθετηθεί

κεντρικός εναλλάκτης. Για το ZNX υπάρχουν ηλιακοί συλλέκτες επιφάνειας 7 m² και ο λέβητας.

Τέλος, στη ζώνη 3 (3ος όροφος) τόσο για θέρμανση όσο και ψύξη έχουμε εγκαταστήσει αερόψυκτη αντλία θερμότητας αέρα-νερού με τερματικές μονάδες FCU. Η αντλία έχει συντελεστή απόδοσης COP=4,72 για θέρμανση και SEER = 6,25 για ψύξη. Ξανά στον αερισμό έχει τοποθετηθεί κεντρικός εναλλάκτης. Οι ηλιακοί συλλέκτες επιφάνειας 6 m² μαζί με την ΑΘ και το δοχείο αδράνειας παρέχουν το ZNX.

Με την εκτέλεση αυτού του σεναρίου, η ενεργειακή μελέτη κατατάσσει το κτίριό μας στην κατηγορία Α με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 102,2 kWh/m².



Εικόνα 44: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου στο Σενάριο 3

8 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Στα τρία σενάρια που έχουνε πραγματοποιηθεί υπάρχουν οι διαφορές στο κέλυφος του κτιρίου στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και στον εξοπλισμό του χρησιμοποιήθηκε για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Έτσι, στο σενάριο 1 που χρησιμοποιούμε την μεγαλύτερη θερμοπρόσοψη καθώς και πολύ αποδοτικές μονάδες παραγωγής θέρμανσης και ψύξης έχουμε ένα κτίριο το οποίο είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης. Σημαντικό ρόλο επίσης παίζει η χρήση των πολλών φωτοβολταϊκών. Ακολουθεί ο πίνακας με της κατανάλωσης ανά μήνα του κτιρίου σε αυτό το σενάριο Και το κόστος λειτουργίας του κτιρίου σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς.

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine 1.7.6.19

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	4.1	0.0	4.3	0.0
ΦΕΒ	2.9	0.0	3.9	0.0
ΜΑΡ	1.6	0.0	4.1	0.0
ΑΠΡ	0.1	0.0	3.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.3	3.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	9.2	2.6	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	11.8	2.4	0.0
ΑΥΓ	0.0	11.0	2.4	0.0
ΣΕΠ	0.0	3.1	2.6	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	3.1	0.0
ΝΟΕ	0.8	0.0	3.5	0.0
ΔΕΚ	3.2	0.0	4.1	0.0
ΣΥΝ	12.7	37.5	40.0	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΣΗ A+

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	7.8	0.0	2.7	6.0
ΦΕΒ	6.5	0.0	2.3	5.4
ΜΑΡ	6.1	0.0	2.1	6.0
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.3	5.8
ΜΑΙ	0.0	2.3	0.5	6.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.5	0.0	5.8
ΙΟΥΛ	0.0	9.4	0.0	6.0
ΑΥΓ	0.0	8.8	0.0	6.0
ΣΕΠ	0.0	2.9	0.0	5.8
ΟΚΤ	0.5	0.0	1.0	6.0
ΝΟΕ	5.5	0.0	2.0	5.8
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.7	6.0
ΣΥΝ	35.2	30.9	14.6	70.1

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	2.7	0.0	1.0	2.1
ΦΕΒ	2.3	0.0	0.9	1.9
ΜΑΡ	2.1	0.0	0.8	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	0.5	2.0
ΜΑΙ	0.0	0.8	0.3	2.1
ΙΟΥΝ	0.0	2.6	0.0	2.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.2	0.0	2.1
ΑΥΓ	0.0	3.0	0.0	2.1
ΣΕΠ	0.0	1.0	0.1	2.0
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.4	2.1
ΝΟΕ	1.9	0.0	0.7	2.0
ΔΕΚ	2.5	0.0	1.0	2.1
ΣΥΝ	12.2	10.7	5.7	24.2

Εικόνα 45 : Απαιτήσεις και καταναλώσεις Κτιρίου στο Σενάριο 1

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής			
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	9.954,7	1.669,9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)		
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		

Εικόνα 46: Λειτουργικό κόστος στο Σενάριο 1

Στο δεύτερο σενάριο έχουμε χρησιμοποιήσει διαφορετικούς υαλοπίνακες στα κουφώματα με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του κελύφους παραμένουν ίδια. παρόλα αυτά δεν έχουνε χρησιμοποιηθεί καθόλου ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και έχει γίνει χρήση πιο συμβατικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης (λέβητας). επιπλέον έχουνε μειώσει την επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών που συνεισφέρουν ενεργά στην εξοικονόμηση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. τα αποτελέσματα της μελέτης φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	4.0	0.0	4.3	0.0
ΦΕΒ	2.9	0.0	3.9	0.0
ΜΑΡ	1.7	0.0	4.1	0.0
ΑΠΡ	0.1	0.0	3.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.1	3.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	8.4	2.6	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	10.8	2.4	0.0
ΑΥΓ	0.0	10.1	2.4	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.9	2.6	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	3.1	0.0
ΝΟΕ	0.9	0.0	3.5	0.0
ΔΕΚ	3.1	0.0	4.1	0.0
ΕΥΝ	12.6	34.4	40.0	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ B+

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	8.3	0.0	3.2	6.2
ΦΕΒ	6.9	0.0	2.8	5.6
ΜΑΡ	6.4	0.0	2.7	6.2
ΑΠΡ	1.8	0.0	2.0	6.0
ΜΑΙ	0.0	2.6	0.8	6.2
ΙΟΥΝ	0.0	7.6	0.4	6.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.4	0.2	6.2
ΑΥΓ	0.0	8.9	0.2	6.2
ΣΕΠ	0.0	3.1	0.5	6.0
ΟΚΤ	0.7	0.0	1.7	6.2
ΝΟΕ	5.6	0.0	2.4	6.0
ΔΕΚ	7.5	0.0	3.1	6.2
ΕΥΝ	37.1	31.7	20.2	72.6

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	3.7	0.0	1.5	2.1
ΦΕΒ	2.9	0.0	1.3	1.9
ΜΑΡ	2.4	0.0	1.3	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.0	2.1
ΜΑΙ	0.0	0.9	0.5	2.1
ΙΟΥΝ	0.0	2.6	0.2	2.1
ΙΟΥΛ	0.0	3.3	0.1	2.1
ΑΥΓ	0.0	3.1	0.1	2.1
ΣΕΠ	0.0	1.1	0.3	2.1
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.8	2.1
ΝΟΕ	2.0	0.0	1.1	2.1
ΔΕΚ	3.2	0.0	1.4	2.1
ΣΥΝ	15.0	10.9	9.6	25.0

Εικόνα 47: Απαιτήσεις και καταναλώσεις Κτιρίου στο Σενάριο 2

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	10.361,4	5.266,8
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)		
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		

Εικόνα 48: Λειτουργικό κόστος στο Σενάριο 2

Στο σενάριο 3 έχει χρησιμοποιηθεί θερμοπρόσοψη 7 εκατοστών, μικρότερη δηλαδή από αυτήν του πρώτου και του δεύτερου σεναρίου. Όσον αφορά τα κουφώματα και τους υαλοπίνακες αυτοί είναι ίδιοι με το σενάριο 1. Η χρήση φωτοβολταϊκών έχει μειωθεί συγκριτικά με το πρώτο σενάριο στο μισό. Επίσης έχει γίνει μείωση και της συνολικής επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών. οι καταναλώσεις και το λειτουργικό κόστος τους σεναρίου φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	10.284,0	3.392,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)		
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		

Εικόνα 49: Λειτουργικό κόστος στο Σενάριο 3

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	4.7	0.0	4.3	0.0
ΦΕΒ	3.4	0.0	3.9	0.0
ΜΑΡ	1.9	0.0	4.1	0.0
ΑΠΡ	0.1	0.0	3.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.2	3.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	9.2	2.6	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	11.9	2.4	0.0
ΑΥΓ	0.0	11.1	2.4	0.0
ΣΕΠ	0.0	3.1	2.6	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	3.1	0.0
ΝΟΕ	1.0	0.0	3.5	0.0
ΔΕΚ	3.7	0.0	4.1	0.0
ΣΥΝ	14.7	37.6	40.0	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ A

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	8.4	0.0	2.9	6.0
ΦΕΒ	6.9	0.0	2.5	5.4
ΜΑΡ	6.3	0.0	2.4	6.0
ΑΠΡ	1.7	0.0	1.6	5.8
ΜΑΙ	0.0	1.9	0.9	6.0
ΙΟΥΝ	0.0	6.6	0.2	5.8
ΙΟΥΛ	0.0	8.6	0.1	6.0
ΑΥΓ	0.0	8.0	0.1	6.0
ΣΕΠ	0.0	2.5	0.3	5.8
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.4	6.0
ΝΟΕ	5.4	0.0	2.2	5.8
ΔΕΚ	7.6	0.0	2.9	6.0
ΣΥΝ	36.8	27.6	17.6	70.1

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m ²)			
ΙΑΝ	3.8	0.0	1.1	2.1
ΦΕΒ	3.0	0.0	0.9	1.9
ΜΑΡ	2.5	0.0	0.9	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	0.6	2.0
ΜΑΙ	0.0	0.7	0.4	2.1
ΙΟΥΝ	0.0	2.3	0.1	2.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.0	0.1	2.1
ΑΥΓ	0.0	2.8	0.1	2.1
ΣΕΠ	0.0	0.9	0.2	2.0
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.5	2.1
ΝΟΕ	2.0	0.0	0.8	2.0
ΔΕΚ	3.3	0.0	1.0	2.1
ΣΥΝ	15.5	9.5	6.7	24.2

Εικόνα 49: Απαιτήσεις και καταναλώσεις Κτιρίου στο Σενάριο 3

Συγκρίνοντας λοιπόν τα τρία αυτά σενάρια βλέπουμε ότι το πρώτο είναι το πιο αποδοτικό ενεργειακά και αυτό φαίνεται και από την ενεργειακή του κατάταξη αλλά Επίσης και από το λειτουργικό κόστος που θα έχει αυτό το κτίριο. σαν δεύτερη καλύτερη επιλογή είναι το σενάριο 3 το οποίο είναι επίσης ενεργειακής κατάταξης A και παρουσιάζει λιγότερα αυξημένων λειτουργικό κόστος σε σχέση με το σενάριο 1. τέλος στο σενάριο που είναι κενό λιγότερο αποδοτικό σε σχέση με τα άλλα δύο αλλά εξίσου ικανοποιητικό Έχουμε μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος καθώς Δεν υπάρχουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που να μειώνουν αυτό το κόστος με συμψηφισμό ή με χρήση της ενέργειας. Παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο πιο ενεργειακά ανεξάρτητο είναι ένα κτίριο τόσο

πιο αποδοτικό και οικολογικό είναι. Με τη χρήση των σύγχρονων αυτοματισμών και συστημάτων ελέγχου δημιουργούμε ένα κτίριο στο οποίο το κόστος εγκατάστασης μπορεί να είναι λίγο αυξημένο, θα υπάρξει όμως απόσβεση σε σύντομο χρονικό διάστημα χάρη στη χρήση ΑΠ Ε και της σώστης διαχείρισης .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Αθήνα, 2017
2. <http://www.tsantilasglass.gr/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1-guardian/climaguard-solar>
3. <https://www.profil.gr/index.php/gr/products/catalogs>
4. Περιοδικό Ο Ψυκτικός Τεύχος 59
5. ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ, Αρ. Φύλλου 2367, 12 Ιουλίου 2017
6. Building Energy Management Systems (BEMS), Khairy Sayed and Hossam A. Gabbar, 2018
7. Daikin, Fan Coil Units Catalogue, 2019
8. Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, Μαρία Κ. Κούκου, Κωνσταντίνος Καρύτσας, «Κανονική Γεωθερμία – Αρχές Σχεδίασης Γεωθερμικών Συστημάτων και Εφαρμογές», Αθήνα, 2015
9. <http://www.knx.gr/tauiota-epsilon943nualphaiota-taomicron-kappanuchi.html>