



Σχολή
Μηχανικών
Παραγωγής &
Διοίκησης

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ, 73100 ΧΑΝΙΑ, ΚΡΗΤΗ

Προσομοίωση ενεργειακής απόδοσης σε
κτήριο γραφείων και συγκριτική μελέτη
συστημάτων κλιματισμού: "κλασσικό" –
σύστημα με Α.Π.Ε.

Ηλιόπουλος Γ. Χαράλαμπος

Επιβλέπων: Παπαευθυμίου Σπυρίδων

Χανιά Οκτώβριος 2014

Ευχαριστίες

Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, Κο Σπύρο Παπαευθυμίου για την καθοδήγηση του και πολύτιμη βοήθεια του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στην εταιρία ΤΕΑΣ Α.Ε., για την χορήγηση του λογισμικού 4M-KENAK για προσωπική χρήση, προκειμένου να ολοκληρώσω επιτυχώς την διπλωματική μου εργασία, καθώς και τους κυρίους Κο Εμμανουηλίδη Παναγιώτη και Κο Γρηγοριάδη Δημήτρη για την πολύτιμη βοήθεια και γνώση που μου παρείχαν.

Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω πολύ τους γονείς μου, Γιώργο και Αριστέα και τον αδερφό μου Χρήστο, για την υποστήριξη και το κουράγιο που μου παρείχαν σε κάθε βήμα της ζωής μου μέχρι τώρα καθώς και την υπομονή που έχουν δείξει όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου, με τους οποίους μοιραστήκαμε και συνεχίζουμε να μοιραζόμαστε στιγμές.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	pg. 4
---------------	-------

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 ΝΟΜΙΚΟ-ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΕΝΑΚ- ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	pg.8
1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΦΗΣ ΚΕΝΑΚ.....	pg.11
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	pg.11
1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, 4Μ-ΚΕΝΑΚ.....	pg.12
1.5 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ LEED.....	pg.13

Κεφάλαιο 2^ο

2.1 ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	pg.16
2.2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	pg.17
2.3 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ.....	pg.18
2.4 ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΜΕ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ LEED.....	pg.21

Κεφάλαιο 3^ο

3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	pg.27
3.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	pg.28
3.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	pg.29
3.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	pg.30
3.5 ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	pg.30
3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	pg.33
3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	pg.35
3.8 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ.....	pg.37
3.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΛΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	pg.39
3.10 ΜΕΙΩΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ (b).....	pg.40

Κεφάλαιο 4^ο

4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	pg.43
4.2 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	pg.48
4.3 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ.....	pg.50
4.4 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.....	pg.51
4.5 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	pg.51
4.6 ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ.....	pg.53
4.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	pg.53
4.8 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	pg.56
4.9 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	pg.57
4.10 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	pg.59
4.11 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	pg.62
4.12 ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ.....	pg.63
4.13 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ.....	pg.64

Κεφάλαιο 5^ο

5.2 ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	pg.69
5.3 ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ.....	pg.72

5.4 ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ- ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	pg.73
5.5 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ- ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ/ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	pg.78
5.6 ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ- ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ/ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	pg.85
5.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	pg.99

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφει τη διαδικασία εκπόνησης και την υλοποίηση μελέτης εξοικονόμησης ενέργειας σε κτήριο γραφείων, σε μια γενικευμένη προσπάθεια μείωσης του κόστους αλλά και της επαγόμενης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Ποσοστό 40% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται στον κτηριακό τομέα, με σπατάλη μεγάλου ποσοστού αυτής της ενέργειας. Συνεπώς, είναι αναγκαία η αναζήτηση λύσεων, ώστε να μειωθεί αυτή η υπέρμετρη κατανάλωση και να αναζητηθούν νέες λύσεις στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης, με τη χρήση νέων τεχνικών στο τρόπο κατασκευής και λειτουργίας των κτηρίων. Σε αυτή την προσπάθεια απαιτείται η διενέργεια ενεργειακής μελέτης, ώστε να εντοπιστούν οι παρεμβάσεις που χρειάζονται για τη βελτίωση των λειτουργικών χαρακτηριστικών τους.

Οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται σε κτήρια έχουν διαφοροποιηθεί και αποτελούν αντικείμενο έρευνας και ανταγωνιστικότητας για τις επιχειρήσεις. Ωστόσο πέρα από τη λύση της μηχανολογικής μελέτης και εγκατάστασης, απαιτείται και η μελέτη ενσωμάτωσης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά ποσά ενέργειας σε όλο το κτήριο. Επίσης, με την ενεργειακή προσομοίωση μπορούν να προβλεφθούν οι απαιτήσεις του κτηρίου σε ψύξη ή θέρμανση, αερισμό, εξαερισμό, φωτισμό, κ.λπ.

Η προτεινόμενη διπλωματική εργασία θα περιγράψει την ανωτέρω διαδικασία – μελέτη σε επιλεγμένο κτήριο καταστημάτων-γραφείων. Επίσης, επιλέχθηκε κατάλληλο λογισμικό για την τρισδιάστατη αναπαράσταση του κτηρίου και μελέτη του, ως προς τις ανάγκες κλιματισμού. Η χρήση, τέτοιου λογισμικού προσομοίωσης ενός κτηρίου (είτε αυτό είναι νεόδμητο, είτε υπάρχον), αναδεικνύεται σε σημαντικότατο εργαλείο. Οι δύο βασικές μελέτες (Μηχανολογική μελέτη και Μελέτη χρήσης Α.Π.Ε.) θα αξιολογηθούν με βάση κριτήρια ενεργειακής, οικονομικής και περιβαλλοντολογικής επάρκειας.

Abstract

This thesis describes the process of developing and implementing study of energy-saving in office building, in a general effort to reduce costs and induced environmental burden.

More than 40% of global energy consumption is due to the building sector, with a large proportion of this energy is wasted. Therefore, it is necessary to find solutions to reduce this excessive consumption and to find new solutions to improve the thermal comfort conditions, using new techniques in how construction and operation of buildings should be. In this endeavor, requiring an energy study to identify the interventions needed to improve operational characteristics.

The energy conservation techniques applied to buildings have changed and are being investigated and competitiveness for business. However beyond the solution of engineering design and installation, it is required a study for the integration of renewable energy systems that can save significant amounts of energy in the whole building. Also, the energy simulation can predict the requirements of the building cooling or heating, ventilation, lighting, etc.

The proposed thesis will describe the above process - study in selected shop - office buildings. Also, it was selected an appropriate software for three-dimensional representation of the building and study as to the air conditioning needs. The use of such software simulation of a building (whether it is brand new or existing), is becoming a very important tool. The two pivotal studies (Mechanical studies and use RES) will be evaluated based on criteria of energy, economic and environmental adequacy.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Νομικό πλαίσιο Κ.Εν.Α.Κ και LEED Certification

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή σχετικά με το νομικό πλαίσιο θερμομόνωσης κτιρίων στην Ελλάδα, από τον Κ.Θ.Κ. (Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων), μέχρι το Κ.Εν.Α.Κ. (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων). Αναφέρεται επίσης η μεθοδολογία υπολογισμού της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, καθώς και τα υπολογιστικά εργαλεία και ο τρόπος υπολογισμού μέσω του λογισμικού του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. Τέλος, αναλύεται μια διεθνής πιστοποίηση πράσινων και περιβαλλοντικά σχεδιασμένων κτιρίων, η πιστοποίηση LEED.

1.1 Νομικό-Πλαίσιο ΚΕΝΑΚ/ Ιστορική Αναδρομή

Ο άνθρωπος σε όλη τη διάρκεια της ιστορίας δημιουργούσε νέες στρατηγικές για την αντιμετώπιση των δυσκολιών των αντίξων καιρικών συνθηκών. Πρώτοι ήταν οι νομάδες, έπειτα οι αγρότες-καλλιεργητές και μετά οι αστοί ιδιοκτήτες διαμερισμάτων. Στην αρχή του αιώνα μας λοιπόν, οι νομάδες για την αντιμετώπιση του κρύου ακολούθησαν την εξής στρατηγική, προκειμένου να κρατήσουν ζεστά τα κτιριακά κελύφη, θέρμαιναν μόνο ένα χώρο του σπιτιού. Για να καταφέρουν να διατηρήσουν όμως, την θερμική άνεση εσωτερικά, έχτιζαν στην βόρεια όψη του σπιτιού μια αποθήκη ή ένα στάβλο, που λειτουργούσε ως χώρος ανάσχεσης σε επαφή με τον κύριο χώρο κατοικίας. Επίσης οι μεγάλοι πάχους πέτρινοι τοίχοι μείωναν σημαντικά τον συντελεστή χρονικής υστέρησης της θερμότητας τους, καθώς το κρύο ή η ζέση δεν μπορούσε να διαρρεύσει εύκολα από τοίχο πάχους 60mm.

Σημείο ριζικής αλλαγής υπήρξε ο 2^{ος} Παγκόσμιος Πόλεμος και η πετρελαϊκή κρίση του 1973, που σηματοδότησε την μαζική συσσώρευση και αστικοποίηση στα μεγάλα αστικά κέντρα για λόγους ασφαλείας. Αυτά τα γεγονότα που συντάραξαν την ανθρωπότητα, δημιούργησαν για πρώτη φορά διλλήματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και την εξάντληση των πλουτοπαραγωγικών πόρων της γης.

Οι πρώτοι κανονισμοί θερμομόνωσης εμφανίζονται περίπου το 1974 αρχικά στην Γαλλία και στη Γερμανία, με στόχο τη σωστή θερμομόνωση κτιρίων και την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην Ελλάδα, ξεκινάει το 1979 και στις 04/07/1979 (ΦΕΚ 362) επιβάλλεται η θερμομόνωση όλων των νέων κτιρίων. Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική έρχεται στην επιφάνεια με σκοπό να αναδείξει τους τρόπους, θερμομόνωσης των σπιτιών, καθώς και το σωστό προσανατολισμό τους, σε σχέση με τον ήλιο και με τους επικρατούντες ανέμους.

Η εξέλιξη της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε συνδυασμό με την ανάγκη επίτευξης των συνθηκών άνεσης αποτελεί πολύ σημαντικό σημείο για την καλύτερευση της απόδοσης των κτιρίων. Το πρώτο στάδιο πραγματοποιείται στις 4 Ιουλίου 1979 όπου και εγκρίνεται ο Κανονισμός Θερμομόνωσης των κτιρίων (Κ.Θ.Κ). Με βάση λοιπόν τον κανονισμό Κ.Θ.Χ. καθορίζονται τα εξής παρακάτω:

- α) οι απαιτήσεις θερμομόνωσης για τις κατοικήσιμες κατασκευές
- β) τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για την ικανοποίησή των απαιτήσεων αυτών
- γ) οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης
- δ) η διαίρεση του ελλαδικού χώρου σε τρεις βασικές ζώνες Α,Β,Γ, βάσει των θερμομονωτικών απαιτήσεων και πιο συγκεκριμένα της εξωτερικής θερμοκρασίας του αέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της διάρκειας της περιόδου θέρμανσης και τέλος
- ε) ο συντελεστής θερμοπερατότητας ανά δομικό στοιχείο και ανά ζώνη.

Η απόφαση με αριθμό 21475/4707 που υπεγράφη από τους υπουργούς Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος - Χωροταξίας και Δημ. Έργων με θέμα "Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων" δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 880/Β στις 19/8/1998. Έτσι ορίζεται ο Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), στις 19 Αυγούστου 1988.

Ο Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. (Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας) :

- αποσκοπεί στη συμμόρφωση προς τις διατάξεις της 93/76/ΕΟΚ, οδηγίας του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 13^{ης} Σεπτεμβρίου 1993 για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και κατ' επέκταση την προστασία του περιβάλλοντος.
- Η βελτίωση αυτή σημαίνει μείωση στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας - πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος - τόσο για τη θέρμανση όσο και για την ψύξη, τον αερισμό, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το φωτισμό χωρίς να διαταράσσονται οι συνθήκες άνεσης στα κτίρια. Επίσης για την επιλογή των ενδεδειγμένων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές συνθήκες, το κλίμα, οι τοπικές ιδιομορφίες, οι ιδιαιτερότητες στην παραγωγή ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, καθώς και στόχοι επίτευξης συνθηκών θερμικής άνεσης, υγιεινής διαβίωσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα.
- αντικαθιστά τον ισχύοντα ως τότε Κανονισμό Θερμομόνωσης, επιβάλλοντας την εκπόνηση Ενεργειακής μελέτης και την έκδοση Δελτίου Ενεργειακής Ταυτότητας (ΔΕΤΑ). Το ΔΕΤΑ αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας και είναι συνοδευτικό των δικαιοπραξιών ακινήτων.

Πεδίο εφαρμογής του Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. είναι όλα τα υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια. Στον Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. προδιαγράφεται η διεξαγωγή Ενεργειακών Επιθεωρήσεων για την Ενεργειακή Πιστοποίηση και Ενεργειακή Βαθμονόμηση των κτιρίων. Στελέχη του Υπουργείου Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ) και του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ολοκλήρωσαν από το 2002 τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για τα κτίρια, ο οποίος περιλάμβανε τις απαιτήσεις της Οδηγίας, με σκοπό να αντικαταστήσει από το 2006 τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979. Ο ΚΟΧΕΕ παραδόθηκε στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, κρίθηκε σωστός από την Επιτροπή Παραλαβής αλλά δεν υπογράφηκε ποτέ.

Καθώς πλησίαζε η 4η/1/2006, ο ΚΟΧΕΕ «αποκαλύφθηκε», αλλά διαπιστώθηκε ότι δεν είναι συμβατός με την Ευρωπαϊκή Οδηγία. Έτσι, λοιπόν, οι αρμόδιοι συνειδητοποίησαν ότι θα πρέπει να τροποποιηθεί και άλλαξαν την ονομασία του από ΚΟΧΕΕ σε ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) και έτσι απλά άρχισε η διαδικασία της τροποποίησης.

Το 2008 θεσπίζεται νέος Ενεργειακός Νόμος 3661/2008, εναρμονίζοντας την εθνική νομοθεσία, με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων των Κρατών Μελών της. Στις 19 Μαΐου 2008 εγκρίνεται Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ("Κανονισμός") όπου καθορίζονται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ Β' 407) ενέκριναν τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων σύμφωνα με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 στις 9 Απριλίου 2010. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να καθοριστούν οι όροι και οι προϋποθέσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, έχοντας σα στόχο μαζί με την ταυτόχρονη εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και να μειωθούν οι εκπομπές CO₂.

Η υλοποίηση του στόχου αυτού γίνεται εφικτή μέσω της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών, του σχεδιασμού του κελύφους και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Με τη θέσπιση του Κ.ΕΝ.Α.Κ. τίθενται:

1. για κάθε έκδοση οικοδομικής άδειας η υποχρέωση υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων από την 1^η Οκτωβρίου 2010, καθώς επίσης και
2. η υποχρέωση διενέργειας Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτιρίων, Λεβήτων, Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Κλιματισμού.

Επίσης σημειώνεται ότι για τα κτίρια που η οικοδομική τους άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ., αλλά η κατασκευή τους ολοκληρώνεται μετά την έναρξη ισχύος του, δεν ισχύει η υποχρέωση υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης.

Η εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ. ορίζει τα παρακάτω:

- Αρχικά καθορίζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της απόδοσης των κτιρίων. Στη συνέχεια ορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και την επιλογή κατάλληλων δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.
- Στη συνέχεια ορίζονται οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων και οι κατηγορίες ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων. Έπειτα καθορίζεται το περιεχόμενο της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και του αντίστοιχου Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου που εκδίδεται. Τέλος ορίζεται η διαδικασία Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτιρίων, Λεβήτων, εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Κλιματισμού.

Για την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ. εγκρίθηκαν και ορίστηκαν ως υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του Τ.Ε.Ε. (ΤΟΤΕΕ).

Οι Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ) εγκρίθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με την Αριθ. Οικ. 17178/ΦΕΚ Β 1387-2010 απόφαση και τίθενται σε υποχρεωτική εφαρμογή ως εξής :

ΤΟΤΕΕ 20701 – 1/2010

«Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».

ΤΟΤΕΕ 20701 – 2/2010

«Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

ΤΟΤΕΕ 20701 – 3/2010

«Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».

ΤΟΤΕΕ 20701 – 4/2010

«Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

1.2 Πεδίο Εφαρμογής ΚΕΝΑΚ

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, διεξάγεται για κάθε νέο κτίριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά.

Ως "ριζική ανακαίνιση" ορίζεται κάθε επέμβαση σε ένα κτίριο, όταν είτε:

- η ανακαίνιση εφαρμόζεται σε ποσοστό άνω του 25% της συνολικής επιφάνειας του κτιριακού κελύφους. Στο εξωτερικό περίβλημα αντιστοιχεί η συνολική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους συμπεριλαμβανομένων και των κουφωμάτων.
- Το συνολικό κόστος επεμβάσεων του κτιριακού κελύφους και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου. Η αξία του κτιρίου καθορίζεται από το συμβατικό προϋπολογισμό του έργου ενώ η αξία των εργασιών της ριζικής ανακαίνισης καθορίζεται από το συμβατικό ή αναλυτικό προϋπολογισμό των φορολογικών.

1.3 Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

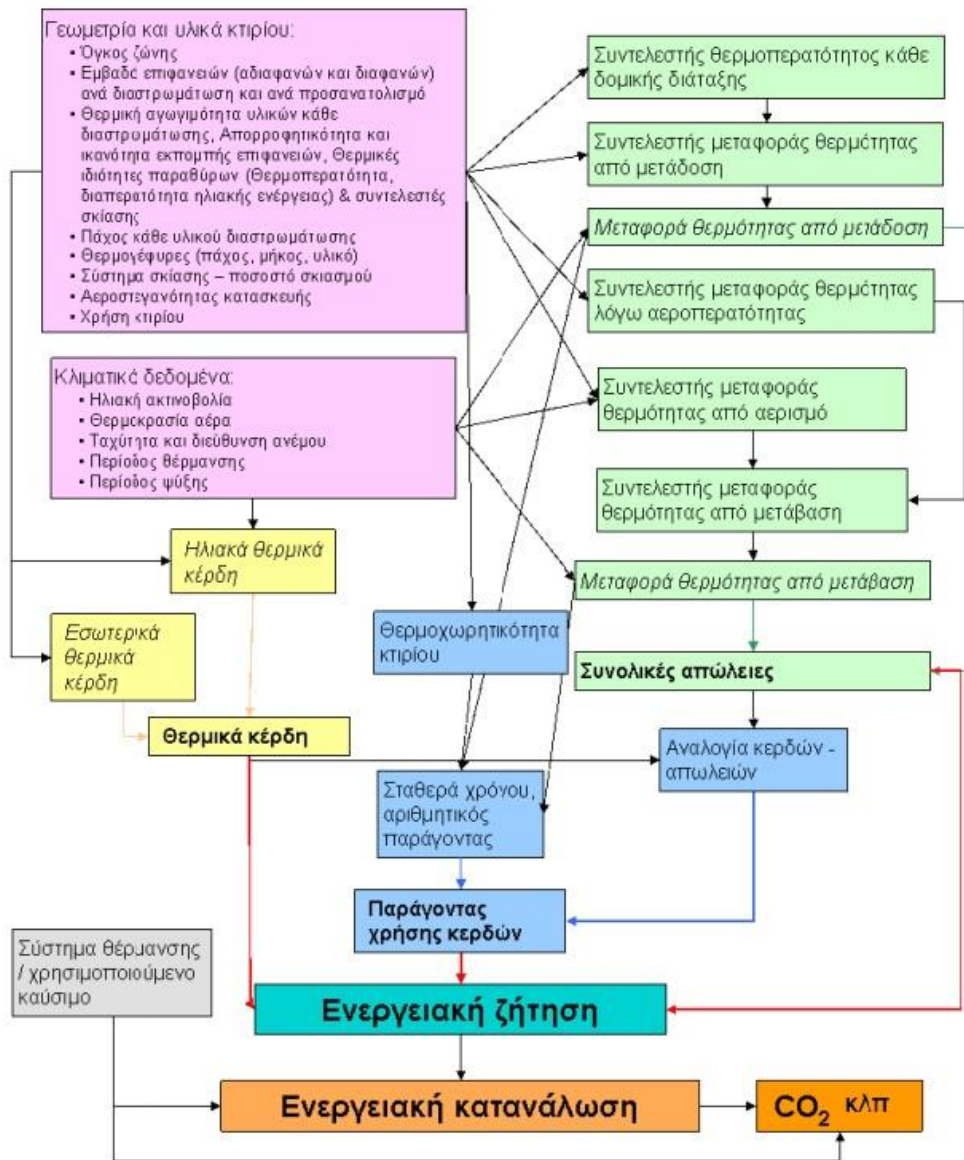
Η μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, είναι ένα μέτρο ανάδειξης της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, η οποία βασίζεται στα εξής στοιχεία

- Κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου
- Τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους
- Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, χαρακτηριστικά λειτουργίας, χρήση του κτιρίου και αριθμός χρηστών
- Τεχνικά χαρακτηριστικά σχετικά με, τα συστήματα θέρμανσης/κλιματισμού, τις εγκαταστάσεις μηχανικού αερισμού καθώς και πληροφορίες σχετικά με το φωτισμό για τα κτίρια του τριτογενή τομέα
- Τέλος, τα Παθητικά ηλιακά συστήματα

Στην συνολική μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται θετικά και η χρήση των παρακάτω συστημάτων

- Συστημάτων Ηλεκτρισμού/Θερμότητας (ΣΗΘ)
- Φυσικός Φωτισμός
- Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Το πρόγραμμα της 4M-KENAK, διενεργεί υπολογισμούς με ακρίβεια και αξιοπιστία σε όλο τους το εύρος. Εφαρμόζει ολοκληρωμένη ανάλυση των ενεργειακών ροών και λεπτομερή υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης (με τις αντίστοιχες εκπομπές καυσαερίων), βάσει των συστημάτων που θα επιλεγούν. Το μεθοδολογικό υπόβαθρο που ακολουθείται είναι βασισμένο στα Ευρωπαϊκά Standards: Αναλυτική εφαρμογή του EN ISO13760:2008, ενώ ως προς τις αποδόσεις των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, εφαρμογή των προτύπων prEN 15316-1, 15316-2-1,15316-2-3, 15316-4-1 και prEN15243, καθώς επίσης και τα 15316-3-1, 15316-3-2 και 15316-3-3 (για την ενέργεια παραγωγής ζεστού νερού χρήσης) και prEN 15193 για τον Φωτισμό.



Σχήμα 1.1: Γενικά χαρακτηριστικά του ολοκληρωμένου πακέτου 4M-KENAK

Η μεθοδολογία υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, είναι ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και βασίζεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 Ε2(2009) (Ενεργειακή επίδοση κτιρίων-Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.)

1.4 Υπολογιστικά Εργαλεία ΤΕΕ-KENAK, 4M-KENAK

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης βασίζεται σε υπολογισμούς που γίνονται από ειδικά λογισμικά, τα οποία αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν). Συγκεκριμένα, το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK, έλαβε τη θετική αξιολόγηση της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., εφαρμόζοντας τη μέθοδο ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος όπως αυτή περιγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790, πληρώνοντας τις προϋποθέσεις όπως ορίζονται στην κοινή υπουργική απόφαση (ΦΕΚ Β΄ 407) και τις

Τεχνικές Οδηγίες του Τ.Ε.Ε.(ΤΟΤΕΕ) για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, οι οποίες και εγκρίθηκαν με την απόφαση Υπουργού Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Το λογισμικό της εταιρείας με επωνυμία 4M Α.Ε. εκτελεί τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου χρησιμοποιώντας την υπολογιστική μηχανή του λογισμικού ΤΕΕ-Κ.ΕΝ.Α.Κ. με σύμβαση μεταξύ του Τ.Ε.Ε και της 4M από τις 2/11/2011, αξιολογείται θετικά και εγκρίνεται ως κατάλληλο υπολογιστικό εργαλείο.

1.5 Πιστοποίηση LEED

Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, το U.S. Green Building Council (Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των Ηνωμένων Πολιτειών) είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός οικοδομικής βιομηχανίας με κεντρικά γραφεία στην Washington (United States), που ξεκίνησε το 1993, με στόχο την προώθηση περιβαλλοντικά υπεύθυνων και κερδοφόρων κτιρίων, που θα παρέχουν ένα υγιές περιβάλλον στους ανθρώπους που ζουν κι εργάζονται μέσα σ' αυτό. Το συμβούλιο στη συνέχεια ανέπτυξε το πρόγραμμα LEED, προκειμένου να δώσει κατευθύνσεις και αναγνώριση για τα πράσινα κτίρια. Τα ακρωνύμια LEED σημαίνουν Leadership in Energy and Environmental Design (Ηγεσία στην Ενέργεια και τον Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό).



Εικόνα 1.1: Σύμβολο πιστοποίησης των LEED Member

Όπου 'Πράσινο κτίριο' σημαίνει 'καλή' επιχείρηση'. Κτίρια που δεν λαμβάνουν πιστοποίηση LEED, πιθανώς να αντιμετωπίσουν σκληρό ανταγωνισμό, σε σχέση με τα ήδη πιστοποιημένα. Μέχρι το Σεπτέμβριο του 2009, σύμφωνα με την USGBC, περίπου 3.800 έργα έχουν λάβει την πιστοποίηση, με περισσότερες από 8.900 καταχωρημένες για πιστοποίηση. Το ενδιαφέρον για LEED έχει αυξηθεί εκθετικά από το 2004. Παράλληλα, όλο και περισσότεροι πελάτες έχουν λάβει πιστοποίηση και αναμένουν τις επιχειρήσεις να δείξουν την περιβαλλοντική τους ανησυχία.

Για να λάβει κάποιος πιστοποίηση, πρέπει το σχέδιο να δείξει τεκμηριωμένα, ότι πληροί ορισμένες προϋποθέσεις. Το σύστημα βαθμολογικής κατάταξης LEED, περιλαμβάνει τέσσερα επίπεδα πιστοποίησης για νέες κατασκευές, τα οποία πρέπει να ανταποκρίνονται στον αριθμό των credits που προκύπτουν στις εξής επτά κατηγορίες 'πράσινου' σχεδιασμού.

Ο αριθμός των πόντων καθορίζει τη βαθμολογία LEED :

❖ Certified : 40-49

- ❖ Silver : 50-59
- ❖ Gold : 60-79
- ❖ Platinum : 80 & άνω
- ❖

Υπάρχουν ειδικά συστήματα αξιολόγησης για διαφορετικούς τύπους έργων :

- LEED-NC (New Construction)
- LEED-EB O&M (Existing Buildings: Operations & Maintenance)
- LEED-CI (Commercial Interiors)
- LEED-CS (Core & Shell)
- LEED for Schools
- LEED for Retail
- LEED for Healthcare
- LEED for Homes
- LEED for Neighborhood Development

Πλεονεκτήματα της πιστοποίησης LEED

1. Μια καλή και κερδοφόρα επιχείρηση μπορεί να λάβει πιστοποίηση LEED, καθώς ικανοποιεί τα κίνητρα της εκάστοτε κυβέρνησης, αποκτώντας πλεονεκτήματα marketing και αυξάνοντας την ακίνητη αξία της.
2. Τα κτίρια LEED εξασφαλίζουν υγιεινό περιβάλλον, με βελτιωμένη ποιότητα εσωτερικού αέρα, που μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων υγείας, ειδικά αλλεργίες και άλλες πιθανές ευαισθησίες.
3. Υγιεινό περιβάλλον σημαίνει ότι έχουμε υγιεινούς και χαρούμενους εργαζόμενους, καλύτερο περιβάλλον εργασίας και άμεσο αποτέλεσμα αυτών, είναι η αύξηση της παραγωγικότητας
4. Τα 'πράσινα' κτίρια βοηθούν τη Γη, αφού εξοικονομούν ενέργεια, προάγουν την ανακύκλωση και μειώνουν σημαντικά τη χρήση τοξικών προϊόντων που απαιτούν απόρριψη.
5. Με το να γίνεις 'πράσινος', αυξάνεις την ασφάλεια του κτηρίου και προστατεύεις την αξία του ακινήτου.

Η διαδικασία πιστοποίησης για ένα έργο, ξεκινά από τη στιγμή που στοχεύει, να κατορθώσει τα απαιτούμενα μιας πιστοποίησης LEED, καθώς η USGBC απαιτεί πλήρη τεκμηρίωση της κατασκευής από το ξεκίνημα ως τη στιγμή που θα ανοίξει.

Μετά το άνοιγμα λοιπόν, και την εγγραφή του έργου στη διαδικασία πιστοποίησης, η USGBC αναλύει τη διαχείριση δραστηριότητας του έργου, βάσει των όρων αποδοτικότητας LEED και παρέχει την αντίστοιχη στάμπα (basic, silver, gold και platinum) για τους μήνες που παραμένει ανοιχτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

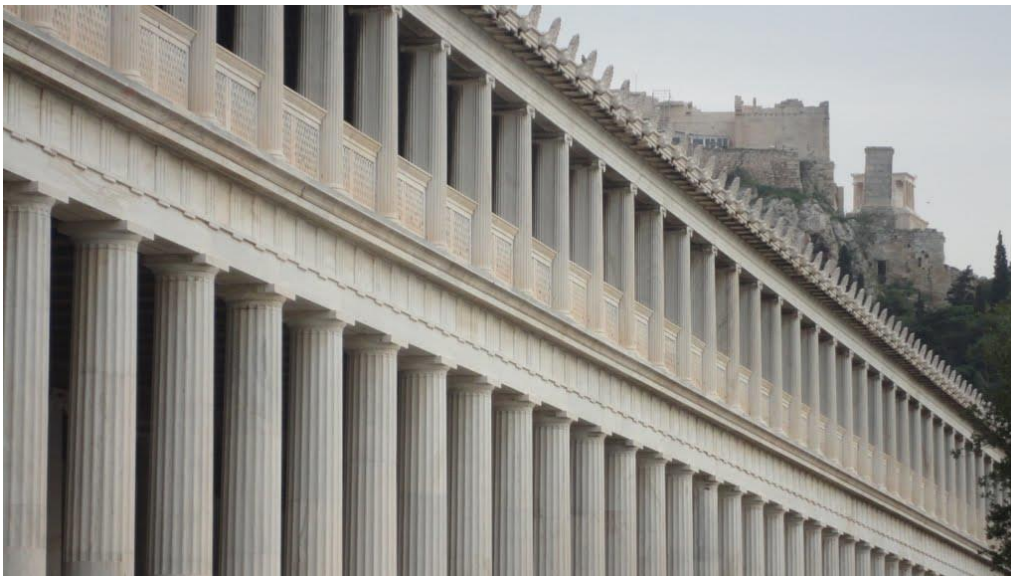
Κτίρια γραφείων και κατάστημα με LEED Certification

Στο δεύτερο κεφάλαιο, κάνουμε μια ιστορική αναδρομή στα κτίρια γραφείων και τη διαφορετική εξέλιξη αυτών σε Ευρώπη και Βόρεια Αμερική. Στην συνέχεια αναφερόμαστε στην έννοια του Βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων και πως πλέον επιβάλλεται βιοκλιματική αρχιτεκτονική, ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια του τριτογενή τομέα. Παρουσιάζουμε την μελέτη που έκανε το ΥΠΕΧΩΔΕ για τη μείωση των εκπομπών CO₂ στον τριτογενή τομέα καθώς και το πρώτο κατάστημα ZARA, με πιστοποίηση LEED, με τις πρακτικές που ακολουθήθηκαν για την εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτό.

2.1 Κτήρια Γραφείων- Ιστορική Αναδρομή

Από την αρχαία ιστορία μέχρι και τον 20^ο αιώνα, η ιστορία των κτιρίων-γραφείων δεν είναι ούτε σταθερή, ούτε συνεχόμενη. Τα διαφορετικά είδη γραφείων στην εποχή μας, με μορφή κυψελών, τακτοποιημένα κατά μήκος διαδρόμων, γραφεία ανοικτών χώρων συνδεδεμένα με ανοικτούς χώρους, γραφεία βοηθητικά ή χώροι εργασίας στην κατοικία με κεντρικά σημεία συναντήσεων, δεν είναι επινοήσεις του 20^{ου} αιώνα, αφού έχουν υπάρξει ήδη στην πορεία της ιστορίας. Οι κουζίνες και τα λουτρά που ένωναν τα γραφεία στην παλιά Μεσοποταμία και τα δωμάτια διοικήσεως των Ελλήνων, τα οποία χρησιμοποιούνταν και σαν δωμάτια εστίασης, συγκρίνονται με τα σημερινά καφέ-μπαρ και καθιστικά που υπάρχουν σε κτίρια γραφείων. Πρόδρομος του ανοικτού τύπου γραφείων, που συνηθίζεται σήμερα, βρίσκεται στα αντιγραφεία που δούλευαν οι αντιγραφείς-γραφιάδες της αρχαίας Αιγύπτου και του Μεσαίωνα.

Στην αρχαία Ελλάδα και Ρώμη υπήρχαν μικρότερες διοικητικές μονάδες. Μάλιστα με την πρώτη συγκρότηση της δημοκρατίας, στην Αθήνα και τις αποικίες της, δημιουργήθηκαν πολυχρηστικές αίθουσες στηριζόμενες σε κολόνες ή σε καινούρια είδη κτιρίων. Τα κτίρια των υψηλά ιστάμενων εκλεγμένων αξιωματούχων αποτελούνταν από μια μεγάλη σάλα για πραγματοποίηση συναντήσεων και εστίασης και είχαν μικρά δωμάτια κουζίνες, αρχειοθήκη και τοπικά γραφεία διοίκησης. Στην Ελλάδα τότε αναπτύχθηκαν οι τυπικοί όροφοι βασισμένοι στα ελληνικά μοντέλα για γραφεία υψηλά ισταμένων δημοσίων υπαλλήλων.



Εικόνα 2.1: Η στοά του Αττάλου στην αρχαία αγορά των Αθηνών

Από την Βιομηχανική εποχή ως σήμερα, επικρατεί ο δυτικός τύπος κτιρίων γραφείων. Από τον 18^ο αιώνα λοιπόν, αναπτύχθηκε η αρχιτεκτονική βάση των σημερινών κτιρίων γραφείων. Με την ίδρυση ιδιωτικών τραπεζών και ασφαλιστικών εταιριών, διαχωρίστηκε ο χώρος εργασίας από τον χώρο κατοικίας, με την παράλληλη δημιουργία των σιδηροδρόμων που υπήρξε εφελτήριο για την ανάπτυξη εμπορικών σχέσεων. Οι νέοι τύποι των κτιρίων για εταιρίες παρουσίασε ένα μοτίβο, όπου τα δωμάτια τοποθετούνταν κατά μήκος ενός κεντρικού διαδρόμου, ομαδοποιημένα γύρω από αίθριο ή ένα κεντρικό δωμάτιο. Αργότερα με την επικράτηση της δομής της ιεραρχίας, η θέση εργασίας έπρεπε να είναι διακριτή, αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι εργαζόμενοι να δουλεύουν ομαδικά σε ένα τμήμα και οι χώροι γραφείων να έχουν διαφορετικά μεγέθη, πράγμα το οποίο υπήρξε ένα σύμβολο κοινωνικής θέσης.

Η οικονομική εξέλιξη του δυτικού κόσμου, έπαιξε σημαντικό ρόλο στην κατασκευή των γραφείων. Το 1880 λοιπόν, η κατασκευή ασάλινων δοκών και υδραυλικών ανελκυστήρων, οδήγησε στην κατασκευή πλαισίων πολύ μεγάλου ύψους. Παράλληλα το τηλέφωνο και το ηλεκτρικό φως έπαιξαν σημαντικό ρόλο σε αυτή τη γενικότερη εξέλιξη. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι υπήρξε διαφορετική εξέλιξη μεταξύ των δύο πλευρών του Ατλαντικού, λόγω νομοθεσίας, κοινωνικών διαφορών και κτηματομεσιτικής κατάστασης.

Στην Βόρεια Αμερική και συγκεκριμένα στο Σικάγο το 1880, υπήρξε μεγάλη ζήτηση για κτήρια γραφείων, το οποίο πυροδότησε ένα κύμα οικοδομικής κερδοσκοπίας και εφόσον δεν υπήρχε νομοθεσία για το ύψος και το τύπο αυτών, κύριος παράγοντας που επηρέασε την μορφή των κατοψευων κτιρίων γραφείων ήταν η επίτευξη μέγιστου κέρδους. Μετά την μεγάλη πυρκαγιά στο Σικάγο το 1871, η πόλη εκμεταλλεύτηκε στο έπακρο την τεχνολογική εξέλιξη και υιοθέτησε τον τύπο του εμπορικού κτηρίου γραφείων. Η αντικατάσταση του χαλύβδινου σκελετού από το σίδερο, είχε ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει περιορισμός στο ύψος. Επίσης με την έλευση των συστημάτων αερισμού-κλιματισμού, απελευθέρωσαν τα γραφεία από τον περιορισμό του βάθους και των ηλεκτρικών φώτων και έκαναν τα παράθυρα δευτερεύουσα πηγή φωτός και αερισμού. Έτσι η ανάπτυξη του ανελκυστήρα και των χαλύβδινων πλαισίων είχαν ως επακόλουθο την εμφάνιση των ουρανοξυστών στη Νέα Υόρκη, στο Σικάγο και σε άλλες πόλεις.

Από την άλλη πλευρά στην Βόρεια Ευρώπη, η μορφή των γραφείων είναι διαφορετική σε σχέση με αυτή της Αμερικής. Η Ευρώπη λοιπόν, μετά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο ανέπτυξε έναν ιδιαίτερο τρόπο κτισίματος των πόλεων της. Καθώς ακολούθησε τον τρόπο της Αμερικής, χτίζοντας πύργους, παρ' όλα αυτά ήταν μικρότεροι σε μέγεθος και ο λόγος είναι ότι το αστικό περιβάλλον στην Ευρώπη είναι πιο παλιό και πολύ πιο πολύπλοκο. Εν προκειμένω λοιπόν, για να διατηρηθεί ο ιστορικός χαρακτήρας αυτών των πόλεων, δημιουργήθηκαν κανονισμοί σχετικά με το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος.

2.2 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων

Στις αρχές, στην Βόρεια Αμερική, τα κτίρια ήταν συμβατικά, σχεδιασμένα να είναι σφραγισμένα και με μη ανοιγόμενα εξωτερικά παράθυρα. Ο λόγος ήταν ότι η ενέργεια ήταν φθηνή και κύριος στόχος των αρχιτεκτόνων ήταν να δημιουργήσουν τέλειο εσωτερικό κλίμα για κάθε εργαζόμενο. Προέκυψε λοιπόν το ζήτημα της υπερβολικής κατανάλωσης ενέργειας και η εμφάνιση προβλημάτων για την περιβαλλοντική επάρκεια αυτών. Σύντομα τα πράγματα στράφηκαν για τους αρχιτέκτονες και σχεδιαστές, στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, στην οικολογία και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ανάπτυξη του 'μεικτού' μοντέλου επέτρεψε τις προσεγγίσεις, του φυσικού περιβαλλοντικού συστήματος και του τεχνητού περιβαλλοντικού συστήματος, να κάνει τα κτίρια γραφείων πιο κατοικήσιμα. Η παθητική σχεδιαστική στρατηγική με την εκμετάλλευση της θερμικής μάζας και μεταφοράς θερμότητας, είχε ως αποτέλεσμα να επιτευχθεί η άνεση και ο κρύος αέρας να μεταφέρεται με ανεμιστήρες, αντλίες και άλλα μηχανήματα εξασφαλίζοντας ψύξη στους εργαζομένους κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Με αυτό τον τρόπο εμφανίστηκαν οι πρώτοι 'πράσινοι' ουρανοξύστες, που εν μέσω καινοτομιών και τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον, επιτεύχθηκε η μείωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου. Κάποιες από αυτές τις τεχνικές λύσεις είναι χαρακτηριστικά η χρήση κήπων με ύψος τεσσάρων ορόφων και ισομερώς διανεμημένοι στο ύψος του. Επίσης, το τριγωνικό αίθριο στο κέντρο του κτιρίου που επέτρεπε στο φως της ημέρας να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου, να υπάρξει φυσικός εξαερισμός και μια ευχάριστη θέα του εσωτερικού του κτιρίου από τους εργαζομένους εκεί. Οι διπλές προσόψεις εξασφαλίζουν τον εσωτερικό έλεγχο του περιβάλλοντος, από τις ανεπιθύμητες εξωτερικές συνθήκες. Τέλος

η ελεύθερη επιλογή των παραθύρων και ο πλήρης έλεγχος τους από τους εργαζομένους έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των φορτίων στο μισό σε σχέση με τους συμβατικούς ουρανοξύστες.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική μπήκε λοιπόν, στην διαδικασία σχεδιασμού των κτηρίων και κύριος στόχος είναι η ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι το τοπικό κλίμα, για την εξασφάλιση οπτικής και θερμικής άνεσης, τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος καθώς και άλλες περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως η ηλιοφάνεια, ο άνεμος, η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και η σκίαση από άλλα κτίρια. Οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αναφέρονται στα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια για να εξασφαλίσουν ψύξη, θέρμανση και φυσικό φωτισμό εν μέσω εξοικονόμησης ενέργειας. Εφαρμόζοντας τις τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού καταφέρνουμε να έχουμε βελτιωμένη προστασία του κτιριακού κελύφους, μείωση των απωλειών μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους που έχει μια συνολική συνεισφορά στη μείωση των φορτίων για ψύξη και θέρμανση.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει ενεργειακά οφέλη (μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της εξασφάλισης θερμικής και οπτικής άνεσης), οικονομικά οφέλη (μέσω της μείωσης του κόστους από την μείωση των φορτίων και απωλειών), περιβαλλοντικά οφέλη (με την μείωση των ρύπων και των εκπομπών CO₂) καθώς και κοινωνικά οφέλη (αφού προσφέρει μελλοντικά καλύτερη ποιότητα ζωής).

Η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού γίνεται με επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος που πρέπει να είναι τεχνοοικονομικά αποδοτικές λύσεις, με αποφυγή χρήσης περιπλοκών τεχνικών, αλλά ήδη εφαρμοσμένων συστημάτων, που θα επιτρέπουν τη μικρή συμβολή του χρήστη στη λειτουργία τους.

Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων, μέσω της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση συμβάλλει αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, όμως θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μέτρα σκίασης και ηλιοπροστασίας. Ειδικότερα τα παθητικά συστήματα όπως το θερμοκήπιο ή οι ηλιακοί τοίχοι πρέπει να συνδυάζονται με συστήματα σκίασης, αερισμού και φυσικού δροσισμού καθώς τα ηλιακά κέρδη είναι άμεσα προσδιδόμενα την ημέρα, ενώ τη νύχτα απομονωμένα. Η μείωση της θερμικής άνεσης και τα φαινόμενα υπερθέρμανσης παρατηρούνται συχνά όταν δεν εφαρμόζεται φυσικός δροσισμός. Το ποσοστό εξοικονόμησης λοιπόν, για τα συστήματα αυτά εξαρτάται από το μέγεθος των ανοιγμάτων. Μεγάλα ανοίγματα οδηγούν σε υψηλές ανάγκες σε θέρμανση το χειμώνα και ψύξη κατά τη διάρκεια του θέρους, καθώς χάνονται μεγάλα ποσά θερμότητας.

2.3 Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτήρια του τριτογενή τομέα

Αυτή η μελέτη αφορά τα κτήρια γραφείων στην Ελλάδα και έχει ως στόχο, την εκτίμηση ποιοτικά και ποσοτικά την κατάσταση του ελληνικού κτιριακού αποθέματος, τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων και οικονομική αξιολόγηση και ανάλυση των οικονομικών υποστηρικτικών πολιτικών.

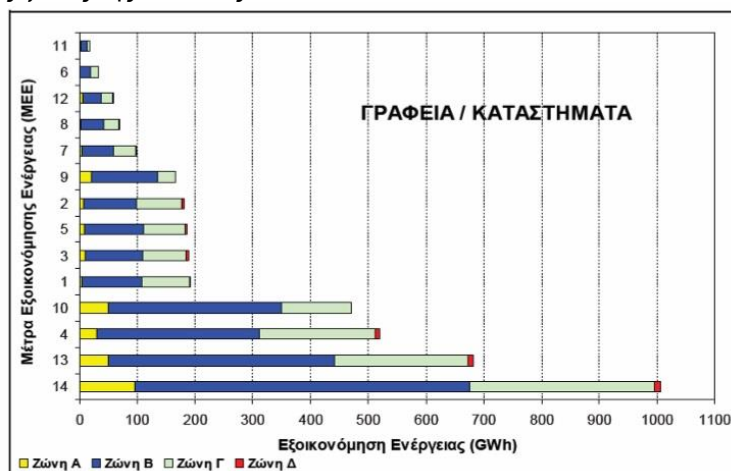
Υπάρχει μια κατηγοριοποίηση των κτιρίων, ως προς τη χρήση τους σε κατοικίες, γραφεία-καταστήματα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, σχολεία και ως προς την ποιοτική κατάσταση του κτιριακού κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων, όπως το είδος της μόνωσης, τύπος υαλοστασίων, συστήματα θέρμανσης-κλιματισμού και τύπος αυτοματισμού. Γίνεται λοιπόν μια πρόβλεψη σχετικά με την κατανομή των ρύπων διοξειδίου του άνθρακα μελλοντικά.

Κατανομή ρύπων CO ₂ eq (%)							
Τελική χρήση	1990	1995	2000	2005	2010 *	2015 *	2020 *
Κτιριακός τομέας	34%	37%	41%	44%	42%	43%	44%
Μεταφορές	19%	21%	20%	21%	20%	21%	22%
Βιομηχανία	39%	34%	31%	28%	31%	29%	27%
Λοιπές χρήσεις	8%	8%	8%	7%	7%	7%	7%

Πίνακας 5.1: Πρόβλεψη εκπομπών αέριων ρύπων θερμοκηπίου, ετήσια έκθεση για Ε.Ε. (ΕΑΑ 2007)

Έχουν ληφθεί μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτίρια του τριτογενή τομέα, τα οποία βέβαια θα εξεταστούν ως προς την εξοικονόμηση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας και ως προς τη μείωση των εκπομπών CO₂

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται μέτρα εξοικονόμησης σε κτίρια γραφείων- καταστημάτων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.



Σχήμα 5.1: Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια γραφείων-καταστημάτων

Αναλυτικότερα τα δεκατέσσερα μέτρα που έχουν μελετηθεί στο κτίρια καταστημάτων είναι τα εξής,

- 1) Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων
- 2) Θερμομόνωση οροφής
- 3) Διπλά Υαλοστάσια
- 4) Συντήρηση Κεντρικών Θερμάνσεων
- 5) Αντικατάσταση Παλαιών Λεβήτων
- 6) Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων με λέβητα Φ.Α.
- 7) Θερμοστάτες αντιστάθμισης
- 8) Θερμοστάτες χώρων
- 9) Εξωτερικός Σκιασμός
- 10) Ανεμιστήρες Οροφής
- 11) Νυχτερινός Αερισμός
- 12) Ηλιακοί Συλλέκτες για ΖΝΧ
- 13) Ενεργειακοί Λαμπτήρες
- 14) Κεντρικά Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων (BEMS)

Αναφορικά με την ποσοστιαία εξοικονόμηση ενέργειας και τα μέτρα που λαμβάνονται, παρουσιάζονται παρακάτω σε μορφή πίνακα τα ποσοστά που επιτεύχθηκαν για τα κτίρια,

- Γ/Ε: Γραφεία- Εμπορικά
- Ξ: Ξενοδοχεία
- Σ: Σχολεία
- Ν: Νοσοκομεία

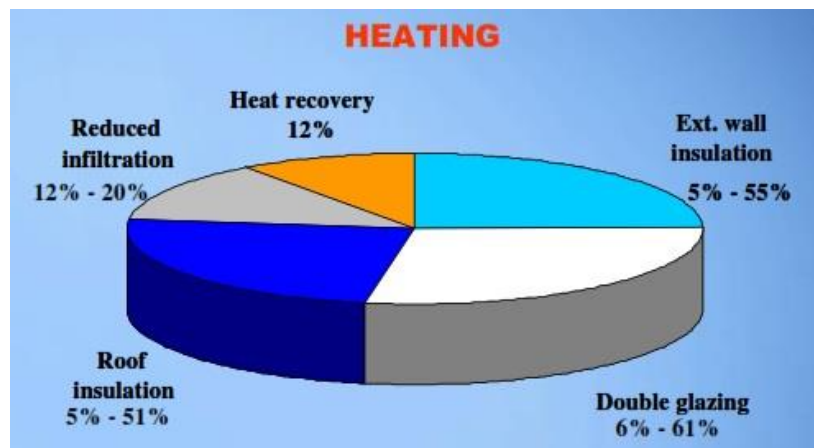
Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ECM's)	Εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας (%)				Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (%)				Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg)			
	Γ/Ε	Ξ	Σ	Ν	Γ/Ε	Ξ	Σ	Ν	Γ/Ε	Ξ	Σ	Ν
#1. Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	28-34	38-44	28-34	34-40	4	5	4	4	54.1	48.7	54.0	52.8
#2. Θερμομόνωση οροφής	4-7	5-8	4-7	5-8	2	2	2	2	10.9	12.0	9.5	10.5
#3. Διπλά υαλοστάσια	10-12	15-28	10-12	15-28					46.9	21.1	21.6	26.6
#4. Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων	11	11	11	11					137.5	59.5	23.4	34.8
#5. Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων	15-17	15-17	15-17	15-17					49.2	23.1	23.5	29.6
#6. Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων με λέβητες Φ.Α.	19-21	19-21	19-21	19-21					16.4	5.4	-	18.7
#7. Θερμοστάτες αντιστάθμισης	5	5	5	5					26	5.7	9.0	7.5
#8. Θερμοστάτες χώρων	5	5	5	5					18.4	2.6	6.3	5.3
#9. Εξωτερικός σκιασμός					10-20 ¹	10-20 ¹	10-20 ¹	10-20 ¹	49.6	21.1	21.6	26.6
#10. Ανεμιστήρες οροφής					60 ¹	60 ¹	60 ¹	60 ¹	488.5	292.9	28.3	38.8
#11. Νυχτερινός αερισμός					15-20 ¹				53.9	-	-	-
#12. Ηλιακοί συλλέκτες για ΖΝΧ					35-50 ²	65-80 ²	25-40 ²	55-70 ²	15.3	133.4	1.5	45.9
#13. Ενέργειαικοί λαμπτήρες					60 ³	60 ³	60 ³	60 ³	713.1	369.0	148.2	106.2
#14. Κεντρικά Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίων - BMS	20	20		20	30	30		30	815.1	423.5	-	59.7

1: ενέργεια για Ψύξη / 2: ενέργεια για ΖΝΧ / 3: ενέργεια για Φωτισμό
CO₂ από ηλεκτροπαραγωγή: 1.09 kgCO₂eq/kWh_{el}

Πίνακας 5.2: Μέτρα εξοικονόμησης σε θερμική, ηλεκτρική ενέργεια και μείωση εκπομπών CO₂

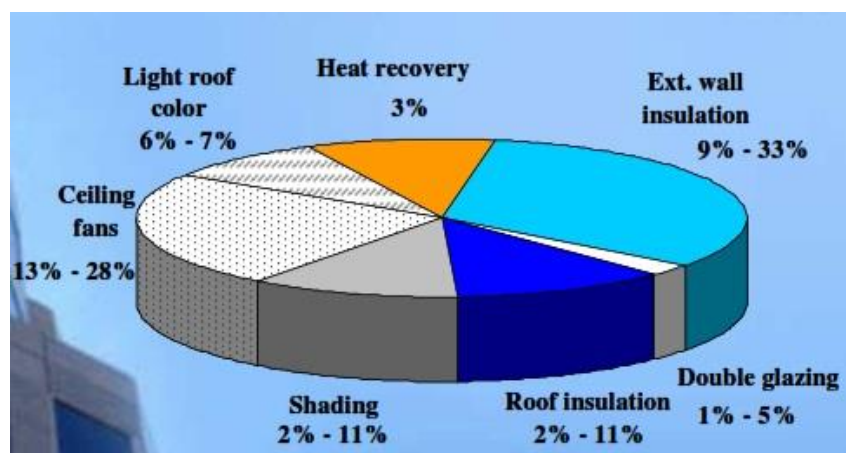
Οι δυνατότητες που υπάρχουν λοιπόν, και τα μέτρα που πιθανώς μπορούν να ληφθούν προκειμένου να εξοικονομηθεί ενέργεια στα κτήρια γραφείων, αναφέρονται στα δύο παρακάτω σχήματα αντίστοιχα για τη θέρμανση και τον κλιματισμό. Αυτά τα μέτρα ουσιαστικά, είναι μέτρα παρεμβάσεων για τη βελτίωση θερμικής και οπτικής άνεσης των εργαζομένων, τη μείωση των φορτίων και των απωλειών του κτιρίου καθώς και τον πλήρη έλεγχο και προσαρμογή των συστημάτων στις ανάλογες απαιτήσεις.

Τα όρια των ποσοστιαίων δυνατοτήτων εξοικονόμησης σε θέρμανση είναι,



Σχήμα 5.2: Δυνατότητες εξοικονόμησης σε θερμικά φορτία σε κτήρια καταστημάτων

Τα όρια των ποσοσטיαίων δυνατοτήτων εξοικονόμησης σε κλιματισμό είναι,



Σχήμα 5.3: Δυνατότητες εξοικονόμησης σε ψυκτικά φορτία σε κτίρια καταστημάτων

Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά τη διερεύνηση πολιτικών για την προώθηση μέτρων πολιτικής για την μείωση των εκπομπών CO₂ στον τριτογενή τομέα και διενεργήθηκε από τον ΥΠΕΧΩΔΕ (2007). Στόχο έχει να αναδείξει τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται και που πλέον απαιτούνται εν μέρει από τον ΚΕΝΑΚ, στα κτίρια γραφείων για να γίνουν πιο βιώσιμα και οικολογικά προς το περιβάλλον. Είναι λίγα τα παραδείγματα των κτιρίων που ακολουθούν, αυτή τη πολιτική, αλλά πλέον ο τριτογενής τομέας τείνει προς την εξοικονόμηση με τεχνικά απλές παρεμβάσεις. Αυτές οι παρεμβάσεις έχουν σημαντική, μείωση και εξοικονόμηση ενέργειας και έχουν σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση και βελτίωση απόδοσης του κτιρίου.

2.4 Κτίρια καταστημάτων στην Ευρώπη με πιστοποίηση LEED

Η Inditex υιοθέτησε κριτήρια σε κάποια κτήρια της λαμβάνοντας πρωτοβουλίες σε περιβαλλοντικό επίπεδο ανοίγοντας το πρώτο κατάστημα διανομής υφάσματός στην Ευρώπη (Portal de l'Angel 11-13 στη Βαρκελώνη), με πιστοποίηση LEED. Εμπλεκόμενη λοιπόν, στην αναθεώρηση ορισμένων διαδικασιών σχετικά με τη διακόσμηση, τη κατασκευή, διαχείριση, συντήρηση και ανακαίνιση των καταστημάτων της, είχε σκοπό αυτά τα κτήρια να γίνουν σημεία αναφοράς σε θέματα που αφορούν τη ενεργειακή αποδοτικότητα, το σεβασμό προς το περιβάλλον, την ελάττωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων.

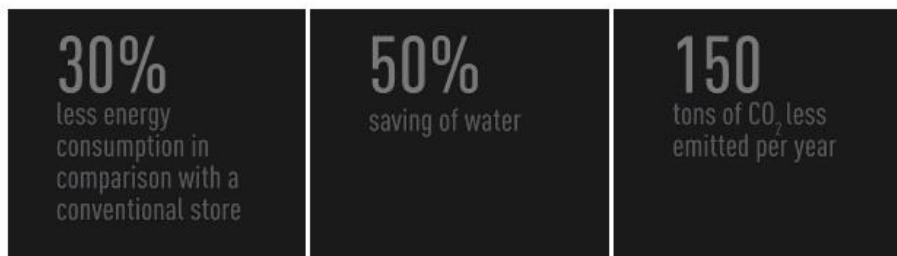
Για τον Όμιλο, το πρώτο eco-efficient κατάστημα άνοιξε το Δεκέμβρη του 2008 στην Αθήνα (Zara Korai, Athens) και θεωρείται από τα καταστήματα που είχαν μια ξεχωριστή εμπειρία για τους συνεργάτες του Ομίλου.



Εικόνα 2.2: Το κατάστημα Portal de l'Angel 11-13 στη Βαρκελώνη, είναι το πρώτο κατάστημα στην Ευρώπη με πιστοποίηση LEED

Οι ομάδες Περιβάλλοντος και Αρχιτεκτονικής του Ομίλου σε συνεργασία με ειδικούς και τεχνολόγους από τρία Πανεπιστήμια της Ισπανίας, κατέληξαν σε ένα μοντέλο καλύτερης περιβαλλοντικά πρακτικής, που στόχο έχει να πετύχει την συντήρηση των καταστημάτων της.

Το κατάστημα στη Βαρκελώνη, κατασκευάστηκε κάτω από τις απαιτήσεις των κατηγοριών του πιστοποιητικού LEED, όσον αφορά τα υλικά, τις εγκαταστάσεις, τα συστήματα ελέγχου και τους απαραίτητους μηχανισμούς. Τα τελικά αποτελέσματα του καταστήματος είναι ότι πετυχαίνει 30% ενεργειακά λιγότερη κατανάλωση σε σχέση με την ετήσια κατανάλωση ενός συμβατικού καταστήματος. Επίσης η εξοικονόμηση σε κατανάλωση νερού είναι της τάξης του 50% και η αποφυγή ρύπων διοξειδίου του άνθρακα ξεπερνάει τους 150 τόνους ετησίως.



Εικόνα 2.3: Αποτελέσματα εξοικονόμησης μέσω LEED

Συγκεκριμένα μέτρα και τεχνικές ακολουθήθηκαν για την εξοικονόμηση ενέργειας στο συγκεκριμένο κατάστημα, όπως,

Φωτισμός

Ο γενικός φωτισμός στο χώρο του καταστήματος είναι πιο αποδοτικός στο χώρο αγοράς με καλύτερη αναπαραγωγή χρωμάτων. Υπάρχει γενικευμένη χρήση των LED για καλλωπιστικές λειτουργίες στην πρόσοψη, στις σκάλες και στα έπιπλα, αλλά δεν χρησιμοποιείται ως κύριο μέσο φωτισμού καθώς δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια ποιότητας που απαιτούνται από τα πρότυπα των υπηρεσιών του Zara. Το LED επίσης χρησιμοποιείται, γιατί έχει τέσσερις φορές μεγαλύτερο μέσο όρο ζωής από ένα κοινό λαμπτήρα. Επίσης μες στο κατάστημα υπάρχει χειροκίνητος έλεγχος του φωτισμού με dimming, ώστε οι εργαζόμενοι να προσαρμόζουν τις ανάγκες του φωτισμού ανάλογα με τα καθήκοντα που εκτελούν. Υπάρχουν αισθητήρες παρουσίας για έναυση και σβέση των φώτων στους λιγότερο δραστήριους χώρους (τουαλέτες και εσωτερικά περάσματα). Τέλος στις αποθήκες η ένταση του φωτός ρυθμίζεται ανάλογα με την κίνηση.

Θερμοστάτες

Οι θερμοστάτες είναι ρυθμισμένοι σε μια άνετη θερμοκρασία. Η ιδανική θερμοκρασία είναι 21 βαθμούς τον χειμώνα και 25 βαθμούς το καλοκαίρι. Το σύστημα επιτρέπει ένα περιθώριο επιλογής της τάξης του $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Εναλλάκτες Θερμότητας

Στη διάταξη ανάκτησης, υπάρχει μια ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα που εξάγεται από το κτίριο και του εξωτερικού αέρα που εισάγεται για την ανανέωση του αέρα. Αυτό καθιστά δυνατή τη μείωση της κατανάλωσης για θέρμανση το χειμώνα και κλιματισμό το καλοκαίρι.

Αεροκουρτίνες στην είσοδο

Είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 15% ετησίως, καθώς διαθέτουν ένα αυτόματο σύστημα ρύθμισης ανάλογα με την θερμοκρασία

Αυτόματες θύρες εισόδου

Χάρης αυτές διατηρείται η εσωτερική θερμοκρασία και καταφέρνουμε να έχουμε τη λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

Υλικά και Πόροι

Όσον αφορά τα υλικά, τους πόρους και τα απόβλητα, σε όλα τα καταστήματα Zara υπάρχουν:

- Συστήματα επιλεκτικής συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών, σε συγκεκριμένο σημείο του καταστήματος με ειδικά δοχεία διαλογής (για χαρτί, πλαστικά, γυαλί και μέταλλα)
- Ειδικό σύστημα συλλογής για κρεμάστρες ρούχων, το οποίο εγγυάται την επαναχρησιμοποίηση τους, την επισκευή και αν είναι δυνατό ως έσχατη λύση την ανακύκλωσή τους.
- Τα συστήματα συναγερού στα ρούχα ανακυκλώνονται μέσω ειδικού διαχειριστή αποβλήτων
- Επαναχρησιμοποίηση των κουτιών που φυλάσσονται τα ρούχα στο μέγιστο δυνατό, μέχρι να ανακυκλωθούν
- Οι χάρτινες σακούλες έχουν τη πιστοποίηση PEFC (Πρόγραμμα για Επικύρωση της Δασικής Πιστοποίησης), το οποίο εγγυάται ότι το χαρτί από το οποίο είναι κατασκευασμένη η σακούλα, προέρχεται από τα δάση και αξιοποιείται με βιώσιμο και υπεύθυνο τρόπο.
- Οι πλαστικές σακούλες είναι βιοδιασπώμενες, χάρη στην ένταξη του προσθέτου « d2w », το οποίο επιταχύνει τη φυσική, ολική αποσύνθεση του πλαστικού με ένα ασφαλές τρόπο σε νερό, διοξείδιο του άνθρακα και μικρή ποσότητα της βιομάζας σε δύο μόνο χρόνια, σε αντίθεση με περισσότερα από 400 συμβατικά πλαστικά.

Σκάλες & Ανελκυστήρες

Οι κυλιόμενες σκάλες, διαθέτουν ρύθμιση για 'κατάσταση αναμονής' και ξεκινούν, όταν αντιληφθούν τη παρουσία χρήστη. Επίσης προτιμώνται ηλεκτρικοί ανελκυστήρες καθώς καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τους υδραυλικούς.

Ποιότητα Αέρα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Στο σύστημα κλιματισμού, υπάρχουν συνδεδεμένοι αισθητήρες διοξειδίου άνθρακα που στόχο έχουν την εξισορρόπηση της ποιότητας του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα που εισέρχεται στο κατάστημα. Επίσης για να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η είσοδος σκόνης και ακαθαρσιών στο κατάστημα, έχουν τηρηθεί οι ενδείξεις LEED, όσον αφορά το είδος των φίλτρων στο σύστημα κλιματισμού και το χαλί της πόρτας εισόδου. Το χαλί της πόρτας είναι ένα μέγεθος μεγαλύτερο από το κανονικό (τρία μέτρα μήκος) και είναι κατασκευασμένο από ανακυκλωμένο υλικό, δηλαδή από ελαστικά αεροσκαφών.

Καινοτομία σε διαδικασίες και τεχνολογίες

Οργάνωση μέσω χρονοδιαγράμματος

1. Κύριος Φωτισμός: Ξεκινά πέντε λεπτά πριν το άνοιγμα του καταστήματος και τελειώνει 15 με 30 λεπτά μετά το πέρας των ωρών λειτουργίας
2. Κλιματισμός: Τα παράθυρα έχουν στόχο να μειώσουν τα φορτία και να περιορίσουν τη λειτουργία αυτών των συστημάτων, η λειτουργία τους παραμένει ίδια με τον κύριο φωτισμό
3. Βιτρίνες: Μειώνεται ο φωτισμός στις βιτρίνες του καταστήματος σύμφωνα με κάποιες παραμέτρους καθώς εξαρτάται από την τοποθεσία του καταστήματος και τις κλιματικές και ηλιακές συνθήκες της περιοχής.







Οργάνωση ανά επίπεδο πρόσβασης

1. Επίπεδο 1: Το προσωπικό του καταστήματος που μπαίνει στο κατάστημα εισάγει στην κονσόλα χειρισμού έναν κωδικό πρόσβασης. Αυτός απενεργοποιεί το σύστημα ασφαλείας, επιτρέποντας την πρόσβαση και ενεργοποιεί την λειτουργία 'S' για καθαρισμό (ανάβουν το 33% του κεντρικού φωτισμού).
2. Επίπεδο 2: Πρόσβαση για το προσωπικό, όπου ενεργοποιείται όλος ο φωτισμός
3. Επίπεδο 3: Πρόσβαση στο δωμάτιο φόρτωσης/εκφόρτωσης κιβωτίων εμπορευμάτων, όπου ενεργοποιούνται μόνο τα φώτα σ' αυτό το τομέα.



Εικόνα 2.4: Διαγραμματική απεικόνιση των κατηγοριών LEED

Παρακάτω φαίνονται οι κατηγορίες που πρέπει να τηρηθούν για να λάβει την πιστοποίηση LEED,

Κατηγορίες με υποχρεωτικές απαιτήσεις για πιστοποίηση		
	Βιώσιμα Κτίρια	Αυτή η κατηγορία πιστοποιεί ότι το καταστημα βρίσκεται σε κατάλληλη θέση, είναι πλήρες σε δημόσια μέσα μεταφοράς και υπάρχει άμεση διαθεσιμότητα σε βασικές υπηρεσίες (κέντρα υγείας, τράπεζα κλπ). Επίσης τα φορτία του νυχτερινού φωτισμού μειώθηκαν κατά 50% χάρις τον απιτούμενο προγραμματισμό, όταν το κατάστημα είναι κλειστό. Στη πρόσοψη έχουν χρησιμοποιηθεί LED χαμηλής έντασης για επιθυμητό διακοσμητικό φωτισμό. Η οροφή είναι χρώματος ανοιχτού γκρι και άσπρου με αντανακλαστικές ιδιότητες για την μείωση υψηλών φορτίων ψύξης κατά τη διάρκεια του θέρους.
	Υδατική Αποδοτικότητα	Η εξοικονόμηση νερού είναι ένα από τα στοιχεία-κλειδιά και υψηλής σημασίας για το σύστημα LEED, καθώς η κατανάλωση μειώθηκε στο μισό σε σχέση με ένα συμβατικό κατάστημα. Επιτεύχθηκε λοιπόν, μείωση 50% στις εγκαταστάσεις νιπτήρων, ντουζ και λεκανών, χάρις τη μείωση ροής και πίεσης
	Ενέργεια & Ατμόσφαιρα	Ακολουθώντας τις απαιτήσεις LEED, τα συστήματα φωτισμού και κλιματισμού πιστοποιούνται από τα standards της ASHRAE, καθώς και οι συσκευές κι ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός (ταμείο, εκτυπωτές, οθόνες) έχουν πιστοποίηση EnergyStar, τα οποία εγγυώνται μέγιστη αποδοτικότητα. Το Zara Portal de l'Angel διαθέτει κεντρικά και ανεξάρτητα μεταξύ τους συστήματα για την μέτρηση διαφορετικών ενεργειακών καταναλώσεων (φωτισμού, φορτίων κλιματισμού, ποιότητα αέρα και νερού). Αυτά τα συστήματα ελέγχου απαιτούνται από το LEED και στόχο έχουν τη συνεχή εξοικονόμηση ενέργειας και τη άμεση ανιχνευση πιθανών σφαλμάτων.
	Υλικά & Φυσικοί Πόροι	Αυτή η κατηγορία εξασφαλίζει ότι από την αρχή του έργου ότι γίνεται σωστή επιλογή υλικών και ορθή διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων. Επιλέγονται συνήθως ανακυκλώσιμα υλικά ή υλικά που επαναχρησιμοποιούνται και που κατά την διαδικασία εξαγωγής, κατασκευής και μεταφοράς έχουν καταναλώσει την ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια. Αυτές οι απαιτήσεις έχουν συμπεριληφθεί ήδη στο Εγχειρίδιο για την Διακόσμηση, Κατασκευή, Συντήρηση και Διαχείριση των Zara Eco-Efficient που δημιουργήθηκε το 2008 και αποτελεί οδηγό για νέα καταστήματα.
	Περιβαλλοντική Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος	Η οικολογική αποδοτικότητα ενός εσωτερικού χώρου μετριέται όχι μόνο από την άποψη των περιβαλλοντικών στοιχείων αλλά και για την ποιότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας, συν την άνεση που προσφέρει ο χώρος στους επισκέπτες. Σε αυτή την κατηγορία, LEED προτείνεται η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου της θερμοκρασίας, της υγρασίας και αερισμού στις εγκαταστάσεις, έτσι ώστε να διατηρείται σε βέλτιστα επίπεδα ανά πάσα στιγμή.
Κατηγορίες με υποχρεωτικές απαιτήσεις για πιστοποίηση		
	Καινοτομία στις διαδικασίες και τεχνολογίες	Η πιστοποίηση LEED, εκτός από τις ανωτέρω κατηγορίες, φέρει στο νου κι άλλες πρόσθετες πρωτοβουλίες από την άποψη της περιβαλλοντικής οικολογικής απόδοσης. Στο κατάστημα Zara Korai, το πρώτο οικολογικό κατάστημα που άνοιξε το Δεκέμβριο του 2008 δοκιμάστηκαν, προκειμένου να επιτευχθεί, μια πιο αποτελεσματική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι λοιπόν στο Portal de l'Angel έχουν δημιουργηθεί τρία διαφορετικά χρονοδιαγράμματα φωτισμού και τρία επίπεδα πρόσβασης σύμφωνα με τα καθήκοντα που πρέπει να πραγματοποιούνται στο κατάστημα κάθε στιγμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Το τρίτο κεφάλαιο, περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης όπως μελετήθηκε με το λογισμικό της 4M-KENAK. Αναφέρονται, κάποια γενικά στοιχεία, σχετικά με τις κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης, τις κλιματικές ζώνες και τα κλιματικά δεδομένα. Στην συνέχεια ορίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U , τα στάδια ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών/ αδιαφανών δομικών στοιχείων και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου. Τέλος αναλύουμε τα είδη θερμογεφυρών που παρουσιάζονται σε ένα κτίριο και τις τιμές που λαμβάνει ο μειωτικός συντελεστής (b), ανάλογα με τι, έρχονται σε επαφή οι εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου μας.

3.1 Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Η Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίων αντικαθιστά την 'παλιά' μελέτη θερμομόνωσης και μελετά πρόσθετα, την αρχιτεκτονική, τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, τη μελέτη συστημάτων θέρμανσης/ψύξης/Z.N.X και φωτισμού. Συνυπογράφεται από δύο ή περισσότερους μηχανικούς διαφορετικών ειδικοτήτων και υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για έκδοση οικοδομικής άδειας. Όσον αφορά νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια, υποβάλλεται μαζί με κείμενα τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής σκοπιμότητας. Τέλος η Μ.Ε.Α δείχνει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και επιπλέον δείχνει αν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και κατατάσσεται στην αντίστοιχη κατηγορία.

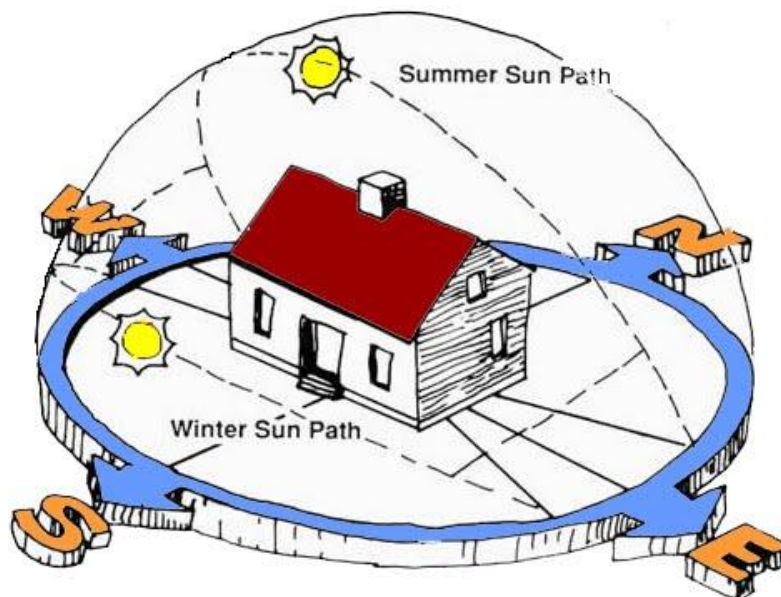
Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει τις εξής πέντε κατηγορίες,

Γενικές Πληροφορίες

Στις γενικές πληροφορίες αναφέρονται τα στοιχεία που αφορούν γενικά στοιχεία του κτιρίου, όπως είναι η τοποθεσία, η χρήση του κτιρίου, οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, το πρόγραμμα λειτουργίας του κτιρίου, τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, ο ενεργειακός σχεδιασμός του κτιρίου και τέλος το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.

Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός

Ο Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός περιλαμβάνει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων, τη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό αυτού και των ανοιγμάτων του, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, το φυσικό φωτισμό και τα συστήματα ηλιοπροστασίας που πιθανώς διαθέτει.



Εικόνα 3.1: Αναπαράσταση τροχιών του Ήλιου, στην διάρκεια ενός έτους

Κτιριακό Κέλυφος

Το κτιριακό κέλυφος περιλαμβάνει όλα τα θερμικά χαρακτηριστικά του κελύφους και των ανοιγμάτων που διαθέτει το κτίριο

Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Οι Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων ψύξης-κλιματισμού, των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (ΚΚΜ), των συστημάτων μηχανικού αερισμού καθώς και των συστημάτων παραγωγής και διανομής ΖΝΧ (ηλιακοί συλλέκτες, boiler). Επίσης περιλαμβάνονται τα συστήματα τεχνητού φωτισμού για τα κτήρια του τριτογενή τομέα, καθώς και σύστημα αυτοματισμού ενεργειακής διαχείρισης (BEMS) που μέσω συνεχών ελέγχων καταφέρνει να επιδρά θετικά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Αποτελέσματα Υπολογισμών

Γίνεται με σαφήνεια η αναφορά των μονάδων μέτρησης των μεγεθών όπως, θερμικές απώλειες, ηλιακά και εσωτερικά κέρδη, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και μεγέθη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

3.2 Κατηγορίες Ενεργειακής Απόδοσης

Η κατηγορία στην οποία κατατάσσεται ένα κτήριο εξαρτάται από δύο παράγοντες, πρώτον βάσει της τελικής ελάχιστης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και δεύτερον βάσει κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης που εκδίδεται στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α).

Υπάρχουν κάποιοι δείκτες- σύμβολα, οι οποίοι μας δείχνουν τα όρια μεταξύ των κατηγοριών, τους οποίους χρειάζεται να κατανοήσουμε για να μπορούμε να αντιληφθούμε τη διαφορά μεταξύ αυτών.

- Ο δείκτης 'R_R' είναι ίσος με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς.
- Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Παρακάτω παραθέτουμε τον πίνακα των ορίων κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Εικόνα 3.2: Όρια κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης

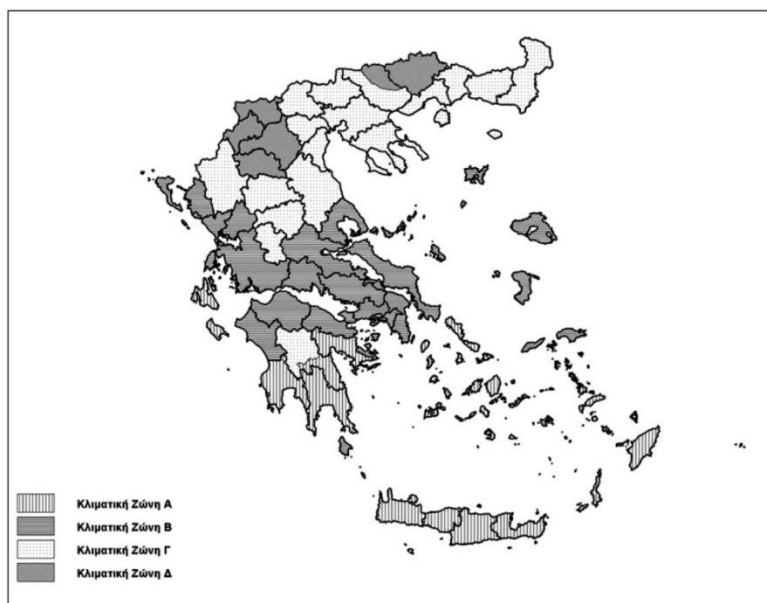
Το κτίριο αναφοράς, κατατάσσεται βάσει των περιορισμών του Κ.Εν.Α.Κ, κατ' ελάχιστο, στην Β κατηγορία.

3.3 Κλιματικές Ζώνες

Η Ελλάδα διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στον παρακάτω πίνακα καθορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες από την θερμότερη προς τη ψυχρότερη

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, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.



Σχήμα 1.1. Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

3.4 Κλιματικά Δεδομένα

Όλες οι διεθνείς μεθοδολογίες υπολογισμού, χρήζουν απαραίτητη τη χρήση κλιματικών δεδομένων για την κάθε κλιματική ζώνη σχετικά με την τοποθεσία του κτιρίου. Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή, διαμορφώνεται και η τελική απαιτούμενη ενέργεια για τα συστήματα λειτουργίας του. Τα κλιματικά δεδομένα χρησιμοποιούνται στις διάφορες μεθοδολογίες υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, είτε σε ωριαία (μοντέλα προσομοίωσης), είτε σε μηνιαία βάση (μηνιαίες μεθοδολογίες). Η Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ» αποτελεί την βάση δεδομένων για τα κλιματικά δεδομένα των λογισμικών υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης.

Σε αυτή περιλαμβάνονται κλιματολογικά δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ), από μακροχρόνιες μετρήσεις σε συγκεκριμένους μετεωρολογικούς σταθμούς, η εκτίμηση των οποίων έγινε με χρήση εμπειρικών και θεωρητικών μαθηματικών μοντέλων. Όσον αφορά τις θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών, αυτές ορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε οι μετρήσεις να μην δέχονται επιρροή από φυσικά εμπόδια ή τοπικά φαινόμενα. Σημειώνεται ότι για εκείνες τις περιοχές που δεν υπάρχουν πληροφορίες για τις κλιματικές συνθήκες, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στοιχεία από την πλησιέστερη περιοχή με παρόμοια μορφολογία εδάφους και παρόμοιο προσανατολισμό. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή, διαμορφώνεται και η τελική απαιτούμενη ενέργεια για τα συστήματα λειτουργίας του κτιρίου.

3.5 Θερμικά Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτιρίου

Μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου προβάλλει αντίσταση στη ροή θερμότητας σύμφωνα με το παρακάτω γενικό τύπο:

Όπου:

$$R = d / \lambda$$

R [(m²K)/W]: η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση

d [m]: το πάχος της στρώσης

λ [W/(mK)]: ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης

Όμως η συνολική θερμική αντίσταση που παρουσιάζει ένα δομικό στοιχείο με ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επιμέρους στρώσεων και του αέρα που υπάρχει εκατέρωθεν των όψεων.

$$R_{0\lambda} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a$$

Όπου,

R_{0λ} [m²K/W] η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,

n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

R_i [m²K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_a [m²K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Συμπερασματικά μπορούμε να καταλήξουμε ότι, η θερμομονωτική στρώση όταν τοποθετείτε στην εσωτερική πλευρά του τοίχου, μειώνεται η ικανότητα θερμοχωρητικότητας στη μάζα του. Επομένως η σειρά των στρώσεων επηρεάζει άμεσα τη δυνατότητα αποθήκευσης θερμότητας εντός. Η μάζα του κτιρίου είναι ανάλογη της θερμοχωρητικότητας του, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του κτιρίου, τόσο μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης έχει.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U), ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου, σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου και ορίζεται από τη σχέση,

$$U = 1 / R_{0L}$$

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων επιδιώκεται αφενός ο περιορισμός των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, προστασία του κελύφους από υγρασία και ελαχιστοποίηση εμφάνισης φαινόμενο δρόσου. Αφετέρου η επίτευξη θερμικής άνεσης εσωτερικά και η μείωση των απωλειών και φορτίων ψύξης/ θέρμανσης.

Για τον KENAK ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας εξετάζεται σε δύο στάδια.

Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται, αν ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εκάστοτε δομικού στοιχείου ($U_{εξετ}$) είναι μικρότερος ή ίσος από το μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας (U_{max}) που ορίζει ο κανονισμός ανά κλιματική ζώνη για κάθε δομικό στοιχείο.

$$U_{εξετ} \leq U_{max} \text{ [W/ (m}^2\text{K)]}$$

Στο δεύτερο στάδιο εξετάζεται η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην ξεπερνά, τα όρια που θέτει ο κανονισμός για τη μέγιστη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m,max}$) που υπολογίζεται βάσει του λόγου της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου.

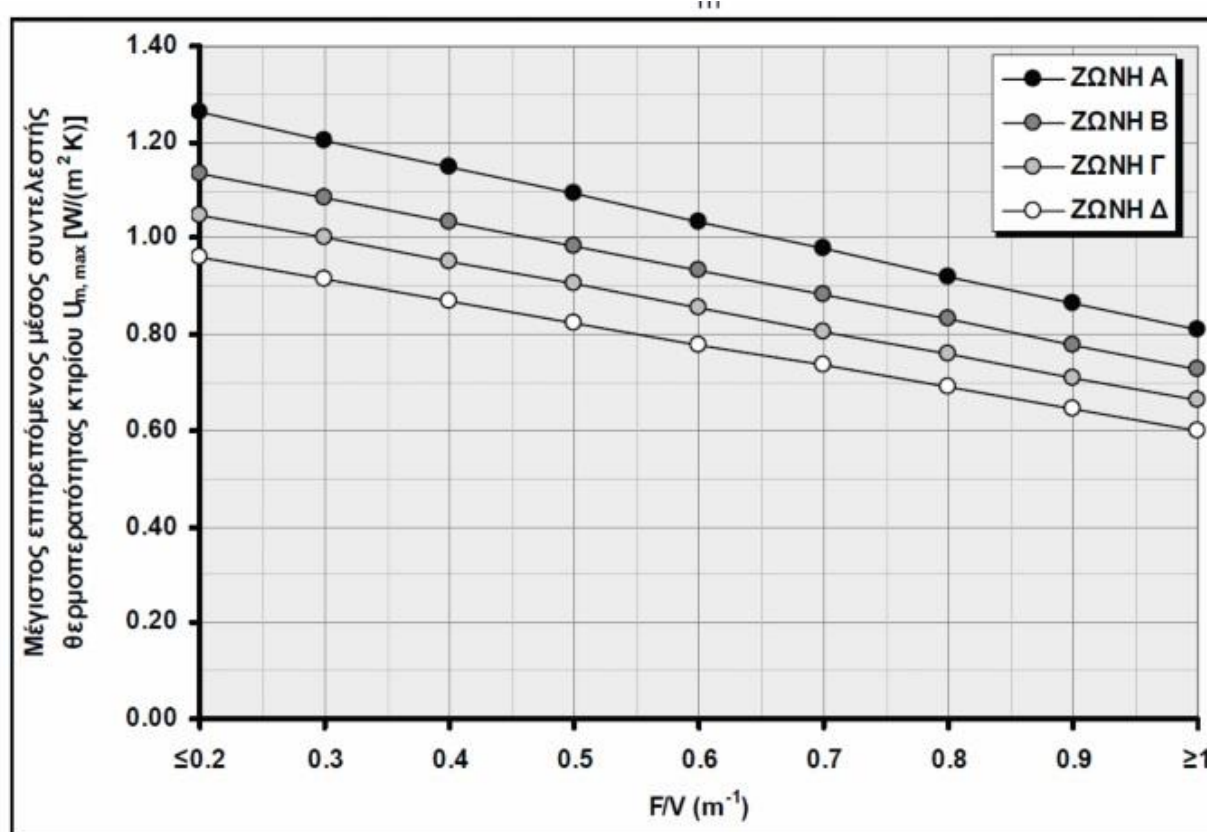
$$U_m \leq U_{m,max} \text{ [W/ (m}^2\text{K)]}$$

Να αναφέρουμε ότι, για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα, δεν εξετάζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας τους σύμφωνα με τον KENAK.

Στην ενεργειακή μελέτη εξετάζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου ξεχωριστά και στην συνέχεια ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m ολόκληρου του κτιριακού κελύφους και συγκρίνονται με τους παρακάτω πίνακες για κάθε κλιματική ζώνη.

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (k _m) σε [Kcal/m ² .h.K]				Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (k _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1.14	0.86	0.69	0.56	1,32	1,00	0,80	0,65
0,3	1.14	0.86	0.69	0.56	1,23	0,94	0,75	0,62
0,4	1.06	0.81	0.65	0.53	1,15	0,89	0,71	0,58
0,5	0.99	0.77	0.61	0.50	1,08	0,84	0,66	0,55
0,6	0.93	0.72	0.55	0.47	1,02	0,79	0,63	0,51
0,7	0.88	0.68	0.54	0.44	0,97	0,74	0,59	0,49
0,8	0.83	0.64	0.51	0.42	0,94	0,71	0,57	0,47
0,9	0.81	0.61	0.49	0.40	0,92	0,69	0,54	0,45
≥ 1,0	0.79	0.59	0.46	0.39	0,91	0,67	0,52	0,43

Πίνακας 3.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κατά κλιματική ζώνη για το κτίριο αναφοράς



Σχήμα 3.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κατά κλιματική ζώνη για το κτίριο αναφοράς

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/m ² .K]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _W	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U _{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _G	1,20	1,00	0,80	0,70
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοιγμάτα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κλπ)	U _F	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 3.2: Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα

3.6 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανούς δομικού στοιχείου

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου (U), προσδιορίζεται από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων ροής θερμότητας που παρουσιάζουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου σε κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνεια του και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων εκατέρωθεν των όψεων.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται ως

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_\alpha}$$

U [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

d [m] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,

λ [W/(mK)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,

R_δ [m²K/W] η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας το διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,

R_i [m²K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_α [m²K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν σε περίπτωση που η τιμή του συντελεστή υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή είναι, να βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου με δύο τρόπους. Πρώτον η αύξηση του πάχους της στρώσης του μονωτικού υλικού και δεύτερον η αλλαγή του θερμομονωτικού υλικού με άλλο χαμηλότερου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.

Δομικό στοιχείο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

Οι μη θερμαινόμενοι χώροι πρέπει να οριστούν από την αρχή στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, καθώς χρειάζεται να αποκλειστούν από τη μελέτη. Ως Μ.Θ.Χ. ορίζεται κάθε κλειστός χώρος ο οποίος περιλαμβάνεται στον όγκο του κτιρίου ή βρίσκεται στη περίμετρο του, ο οποίος δεν περιλαμβάνει εγκαταστάσεις θέρμανσης/ψύξης/αερισμού. Συνήθως τέτοιοι χώροι είναι χώροι υπογείων, κλιμακοστάσια, κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, χώροι αποθηκών, κοινόχρηστοι χώροι, διάδρομοι πολυκατοικιών και διάφοροι άλλοι κλειστοί βοηθητικοί χώροι άλλων χρήσεων.

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) υπολογίζεται από τη σχέση υπολογισμού του δομικού στοιχείου σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, λαμβάνοντας τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτή του εσωτερικού.

$$R_{\alpha}=R_i \quad [m^2K/W]$$

Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Η επαφή ενός δομικού στοιχείου με το έδαφος, έχει ως συνέπεια την ανταλλαγή θερμότητας λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Η θερμότητα που ανταλλάσσει εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του εδάφους, το πάχος στρώματος του εδάφους, η γεωμετρία του κτιρίου και την θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Ο υπολογισμός της τιμής θερμοπερατότητας (U'), υπολογίζεται διαφορετικά για οριζόντια και κάθετα δομικά στοιχεία. Αναλυτικά,

- Για οριζόντια δομικά στοιχεία υπολογίζεται συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U , του βάθους έδρασης (z) του δομικού στοιχείου και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας B' .
- Για κατακόρυφα δομικά στοιχεία υπολογίζεται συναρτήσει του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου και του βάθους έδρασης (z).

Η χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας B' , ορίζεται ως το διπλάσιο του λόγου του καθαρού εμβαδού της πλάκας A , προς την εκτεθειμένη περίμετρο Π

$$B = 2 A / \Pi$$

Για την περίμετρο της πλάκας ισχύει ότι:

- Όταν το κτίριο είναι από παντού ελεύθερο, η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας.
- Όταν το κτίριο έρχεται σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα.

- Όταν σε κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει ο Μ.Θ.Χ., η πλευρά εκείνη δε συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Σχετικά με το βάθος έδρασης της πλάκας ισχύουν τα παρακάτω:

- Αν το κτίριο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος, το βάθος έδρασης της πλάκας λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτίριο.
- Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτίριο

Τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο θεωρούνται

- Αδιαβατικά, αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος
- Σε επαφή με Μ.Θ.Χ., αν ο χώρος δε θερμαίνεται

3.7 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου

Τα διαφανή δομικά στοιχεία, που φέρει ένα κτίριο έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας (U_w), που εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, το είδος υαλοπίνακα που φέρει, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το είδος των θερμογεφυρών που σχηματίζονται στα σημεία ένωσης του γυαλιού με το πλαίσιο.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κουφώματα με διαφορετικό μέγεθος, αλλά ίδιο τύπο πλαισίου και υαλοπίνακα να παρουσιάζουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Για κάθε κούφωμα διαφορετικού μεγέθους λοιπόν, πρέπει να υπολογίζεται ξεχωριστά ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου και του υαλοπίνακα και η γραμμική θερμογέφυρα που σχηματίζεται στην ένωση του πλαισίου με το γυαλί.

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F _f [%]	Υαλοπίνακας μονός [W/(m ² .K)]	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm [W/(m ² .K)]	με διάκενο αέρα 12 mm [W/(m ² .K)]	με διάκενο αέρα 6 mm [W/(m ² .K)]	με διάκενο Αέρα 12 mm [W/(m ² .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m².K)]					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

* Οι τιμές για το διπλό ξύλινο παράθυρο ισχύουν, εφόσον και τα δύο φύλλα του παραθύρου δεν παρουσιάζουν προβλήματα αεροστεγανότητας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύουν οι τιμές του μονού παραθύρου.

Πίνακας 3.3: Συντελεστές θερμοπερατότητας υαλοπινάκων

Συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

Όπου,

U_w [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος
 U_f [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος
 U_g [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων)
 A_f [m²] το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
 A_g [m²] το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
 Ψ_g [W/(mK)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Συντελεστής θερμοπερατότητας διπλού κουφώματος

$$U_w = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{w,i}} - R_a\right) + R_{\delta,w} + \left(\frac{1}{U_{w,\alpha}} - R_i\right)}$$

Όπου,

U_w [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος

$U_{w,i}$ [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος

$U_{w,\alpha}$ [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος

R_a [m²K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας στο διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν αν το διάκενο θεωρείτο εξωτερικό περιβάλλον.

R_i [m²K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν αν το διάκενο θεωρείτο εσωτερικό περιβάλλον.

$R_{\delta,w}$ [m²K/W] η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων.

3.8 Θερμογέφυρες

Θερμογέφυρες στο κτιριακό κέλυφος παρουσιάζονται συνήθως λόγω,

- Ασυνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης
- Διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου
- Αλλαγή της γεωμετρίας

Οι θερμογέφυρες ουσιαστικά αποτελούν τα 'ασθενή' σημεία του κτιριακού κελύφους και δρουν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία, αφού προσαυξάνουν την ενεργειακή κατανάλωση σε ποσοστό από 5% έως 30%.

Χωρίζονται σε δύο είδη, γραμμικές και σημειακές θερμογέφυρες.

Γραμμικές Θερμογέφυρες, έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και η ροή θερμότητας παρουσιάζεται διδιάστατη. Οι γραμμικές με τη σειρά τους χωρίζονται στις

- Γεωμετρικές Θερμογέφυρες όταν η γεωμετρία του δομικού στοιχείου δεν είναι γραμμική, αναπτύσσονται φαινόμενα διδιάστατης ροής θερμότητας καθώς διαφέρει η εσωτερική από τη εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων. Ανάλογα αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις, λαμβάνει θετικές η αρνητικές τιμές, λειτουργώντας ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής.
- Κατασκευαστικές Θερμογέφυρες σε θέσεις όπου υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού αναπτύσσεται έντονη διδιάστατη ροή θερμότητας. Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας λαμβάνει πάντα θετικές τιμές.
- Συνδυασμός Γεωμετρικής και Κατασκευαστικής Θερμογέφυρας, στη συγκεκριμένη περίπτωση εμφανίζεται έντονα αυξημένη ροή θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία. Σε αυτή τη περίπτωση ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας μπορεί να λάβει τιμές θετικές αρνητικές ή μηδέν.

Σημειακές Θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις γραμμικών θερμογεφυρών, όπου η ροή θερμότητας έχει τριδιάστατη φύση. Θεωρούνται αδιάστατες και οι θερμικές ανταλλαγές θεωρούνται αμελητέες.

Οι θερμικές απώλειες κάθε θερμογέφυρας, υπολογίζονται από τον τύπο,

$$\Psi \cdot l$$

Όπου,

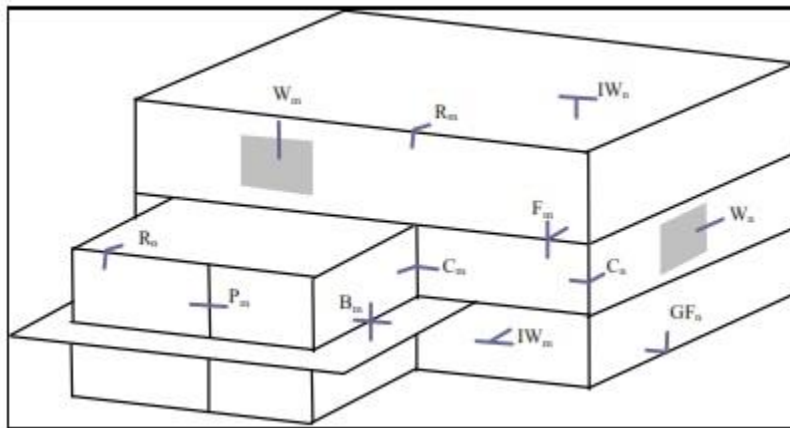
- Ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, εκφράζεται με ένα συντελεστή θερμοπερατότητας Ψ [W/(mK)]
- Το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας l , μετρούμενο σε (m)

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται και διαχωρίζονται σε κατηγορίες βάσει της θέσης εμφάνισης των θερμογεφυρών και της θέσης εμφάνισης της θερμομόνωσης

Η θέση εμφάνισης των θερμογεφυρών διακρίνονται σε,

- Κατακόρυφες Θερμογέφυρες συναρμογή κατακόρυφων δομικών στοιχείων, όπου η κύρια διάσταση τους αναπτύσσεται καθ' ύψος. Έτσι έχουμε τα εξής,
 1. Θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
 2. Θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
 3. Θερμογέφυρες ενώσεων δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)
- Οριζόντιες Θερμογέφυρες εμφανίζονται στη συναρμογή οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία, εντοπίζονται στις τομές του κτιρίου. Το μήκος των δομικών στοιχείων μετράται στα σχέδια των κατόψεων. Έτσι έχουμε τα εξής,
 1. Θερμογέφυρες δώματος/ οροφής σε προεξοχή (Δ)

2. Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/ δαπέδου πάνω από πυλωτή (ΔΠ)
 3. Θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
 4. Θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
 5. Θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
 6. Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος (ΕΔ)
- Θερμογέφυρες Κουφωμάτων εμφανίζονται στις συναρμογές κουφωμάτων με τα δομικά στοιχεία και το μήκος τους μετράται βάσει του μήκους ανοίγματος
 1. Θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ)
 2. Θερμογέφυρες στο ανωκάσι (πρέκι)/ κατωκάσι (ποδιά) του κουφώματος



Σχήμα 3.2: Πιθανές θέσεις θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος

3.9 Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας και την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m), απαιτείται ο υπολογισμός κάποιων γεωμετρικών μεγεθών, δηλαδή

- Υπολογισμός εμβαδόν όλων των επιμέρους δομικών στοιχείων
- Υπολογισμός των μηκών των θερμογεφυρών
- Ο όγκος του κτιρίου

Στη μαθηματική έκφραση για τον υπολογισμό του (U_m), υπολογίζονται οι συντελεστές όλων των επιμέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος κατά ποσοστό με την αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Έτσι λοιπόν έχουμε,

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^n l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

Όπου,

U_m [W/ (m²K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου,

n [-] το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,

K [-] το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας A του κελύφους.

A_j [m^2] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου.

U_j [$W/(m^2K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου,

l_j [m] το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου.

Ψ [$W/(mK)$] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

b [-] μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται σε επόμενη ενότητα) για κάθε τύπο δομικού στοιχείου και θερμογέφυρας.

Για τον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να γνωρίζουμε κάποιες λεπτομέρειες που είναι σημαντικές. Στον υπολογισμό του U_m λοιπόν, λαμβάνονται όλες οι εξωτερικές επιφάνειες του κτιριακού κελύφους και ουσιαστικά το πηλίκο που υπολογίζεται από τον παραπάνω τύπο συγκρίνεται με το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο $U_{m,max}$, που προκύπτει από το λόγο A/V και την κλιματική ζώνη.

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας, πρέπει να ισχύει η σχέση,

$$U_m \leq U_{m, max}$$

Αν δεν ικανοποιείται η παραπάνω σχέση, επαναλαμβάνεται υπολογισμός βελτιώνοντας τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων.

3.10 Μειωτικός Συντελεστής (b)

Ο μειωτικός συντελεστής b , προσαρμόζει τις θερμικές απώλειες που υπολογίστηκαν με βάση μια τιμή θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον, στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Ο μειωτικός συντελεστής b , ορίζεται για κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις,

- Επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με εξωτερικό αέρα, ο συντελεστής λαμβάνει τη τιμή $b=1,0$ και ισχύει για οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες, ανεξαρτήτως της φοράς ροής θερμότητας
- Επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο, ο συντελεστής λαμβάνει τη τιμή $b=1,0$, η οποία θεωρείται υπερεκτιμημένη, βάσει του ότι δεν είναι σαφές αν το όμορο κτίριο είναι θερμαινόμενο ή όχι. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτιρίου και η πραγματική μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας.
- Επιφάνειες σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους (Μ.Θ.Χ.) του ίδιου κτιρίου, ο συντελεστής λαμβάνει τη τιμή $b=0,5$, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς τους αδιαβατικούς αυτούς χώρους, λαμβάνονται υπόψιν κατά τον υπολογισμό, αλλά δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας.
- Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη, ο συντελεστής λαμβάνει τη τιμή $b=1,0$, η διόρθωση της απόκλισης έχει γίνει ήδη, στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U .
- Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό ή μη θερμαινόμενο χώρο, η ροή θερμότητας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το Μ.Θ.Χ., λαμβάνεται ίσο με τη

ροή θερμότητας από το Μ.Θ.Χ. προς εξωτερικό περιβάλλον. Η τιμή του συντελεστή b_u , λαμβάνεται είτε,

- Ίσο με $b_u = 0,5$, αφού έρχεται σε επαφή με Μ.Θ.Χ.. Λαμβάνεται από την αναλογική σχέση των μεταφερόμενων ποσοτήτων ενέργειας, επί τον βαθμό αερισμού του χώρου,

$$b_u = \frac{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + (n_u \cdot V_u \cdot C_{\text{αέρα}})}{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + \sum(U_{iu} \cdot A_{iu})}$$

Όπου,

U_{ua} [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον

U_{iu} [W/(m²K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο

A_{ua} [m²] το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,

A_{iu} [m²] το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο

n_u [-] το πλήθος των εναλλαγών αέρα ανά ώρα,

V_u [m³] ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,

$C_{\text{αέρα}}$ [W/(m³K)] η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{\text{αέρα}} = 0,33$ W/(m³K).

- Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος, ο συντελεστής λαμβάνει τη τιμή $b=1,0$. Η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μελέτη εξεταζόμενου κτηρίου καταστημάτων

Στο τέταρτο κεφάλαιο, διαχωρίζουμε και κατανοούμε τις διαφορές του υπό μελέτη κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, το οποίο τηρεί τις ελάχιστες προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ.. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μελέτη του καταστήματος όπως γίνεται από το λογισμικό της 4M-KENAK, ξεκινώντας από τα τοπογραφικά στοιχεία του καταστήματος, στο σχεδιασμό των συστημάτων Θέρμανσης/ Ψύξης/ Αερισμού και Φωτισμού. Ελέγχεται η θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου, για όλα τα δομικά στοιχεία και τέλος εστιάζουμε στα παθητικά συστήματα, όπως είναι ο φυσικός δροσισμός, φυσικός φωτισμός, ηλιοπροστασία ανοιγμάτων και εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό. Η διόρθωση συνημιτόνου που αναφέρεται στο τέλος ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος

4.1 Γενική Περιγραφή του κτιρίου

Σε αυτήν την ενότητα, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου, σχετικά με την θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων (χώρων) του.

Πρώτα όμως πρέπει να κατανοήσουμε τη διαφορά του υπό μελέτη κτιρίου με το κτίριο αναφοράς. Χαρακτηριστικά το κτίριο αναφοράς, είναι υποθετικά ένα κτίριο που τηρεί τις ελάχιστες προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. και διαχωρίζεται από το εξεταζόμενο κτήριο.

Κτίριο Αναφοράς

Ως Κτίριο Αναφοράς ορίζεται ένα κτίριο με την ίδια χρήση, προφίλ λειτουργίας, γεωμετρία (επιφάνεια χρήσιμων και κοινόχρηστων χώρων, επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων, επιφάνεια εξωτερικών τοίχων, επιφάνεια δαπέδων & επιφάνεια οροφής) και προσανατολισμό εξωτερικών δομικών στοιχείων, με το υπό σχεδίαση και υπό μελέτη νέο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις εγκαταστάσεις Κλιματισμού Αερισμού/Ψύξης/Θέρμανσης (ΚΑΨΘ) καθώς και εγκαταστάσεις παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ). Για τα κτίρια εκτός κατοικίας, στο κτίριο αναφοράς περιλαμβάνονται και πρόσθετες απαιτήσεις για την χρήση και τις εγκαταστάσεις φωτισμού.

Το κτίριο αναφοράς καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία Β, στην Ενεργειακή Ταξινόμηση.

Κτήριο Αναφοράς- Κτηριακό Κέλυφος

Το κτηριακό κέλυφος του κτιρίου αναφοράς έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διαθέτει θερμομονωμένο κέλυφος και πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις των συντελεστών θερμοπερατότητας του υπό μελέτη σχεδίου.
- Διαθέτει εξωτερικές επιφάνειες (τοιχοποιίες και οροφές) ανοιχτού χρώματος έτσι ώστε να αυξάνεται η ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, με συντελεστή ανάκλασης 0,35. Σε περίπτωση που η στέγη καλύπτεται από κεραμοποιία ή από ηλιακούς συλλέκτες, η ανακλαστικότητα ορίζεται αντίστοιχα.
- Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας είναι 0,8.
- Διαθέτει τα απαραίτητα σταθερά σκιάδια(πρόβολοι, πέργκολες, μπαλκόνια κλπ.) ανά προσανατολισμό, τέτοια ώστε οι επιμέρους συντελεστές σκίασης, για οριζόντια, πλευρικά σκιάδια καθώς και από τον περιβάλλοντα χώρο, να μην υπερβαίνουν τις τιμές που καθορίζονται. Τα εσωτερικά σκιάδια (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς επίσης τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα τα οποία δεν θεωρούνται σταθερά σκιάδια
- Διαθέτει υαλοστάσια με συγκεκριμένο συντελεστή διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία GT και στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας GV, ανάλογα την χρήση του κτιρίου.
- Οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν χαμηλή σκίαση για όλες τις εποχές.

Ο διεισδυτικός αερισμός αφορά την ποσότητα εκείνη της διεϊσδυσης εξωτερικού αέρα μέσω κουφωμάτων η οποία είναι ανεξέλεγκτη και οφείλεται στις χαραμάδες.

- Η διεϊσδυση του αέρα για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με 5,5 m³/h ανά m² κουφώματος.
- Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτίριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο σχεδιαζόμενο κτίριο. Π.χ. για καμινάδα ο αερισμός λαμβάνεται ίσος με 20 m³/h και για θυρίδες αερισμού 10 m³/h.

Άλλοι τύποι κουφωμάτων,

- Για συρόμενα κουφώματα μονού ή διπλού υαλοπίνακα με στεγανοποιητικές ψήκτρες, η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με 7,5 m³/h ανά m² κουφώματος.
- Για ανοιγόμενα κουφώματα παλαιού τύπου χωρίς στεγανωτικά, η διείσδυση του αέρα λαμβάνεται ίση με 12 m³/h ανά m² κουφώματος.

Κτήριο Αναφοράς- Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Το κτήριο αναφοράς διαθέτει τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού (ΘΨΚ) προκειμένου να εξασφαλίζεται η θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών, όπως ορίζεται από την σχετική νομοθεσία, Τ.Ο.ΤΕΕ 2425 και Τ.Ο.ΤΕΕ 2423. Οι εγκαταστάσεις ΘΨΚ στο κτήριο αναφοράς θα είναι πιστοποιημένες, θα είναι υψηλής απόδοσης και θα διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό που διασφαλίζει την ορθολογική και αποδοτική χρήση τους, προκειμένου να επιτυγχάνεται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Όλα τα κτίρια αναφοράς διαθέτουν κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) όπως αυτή ορίζεται κατωτέρω, εκτός από τα κτίρια που έχουν χαμηλή απαίτηση για ΖΝΧ όπως χώροι γραφείων.

Κτήριο Αναφοράς- Συστήματα Ψύξης

Το κτήριο αναφοράς για τον τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικά ή/και κεντρικά συστήματα ψύξης που καλύπτουν όλους του εσωτερικούς χώρους των κτιρίων .

Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτήριο αναφοράς θα είναι τα εξής:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης τοπικές ή κεντρικές (ψύκτες, αντλίες θερμότητας, τοπικά κλιματιστικά) με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.
- Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με τις αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ.
- Τα συστήματα ψύξης του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα καλύπτουν όλη την επιφάνεια της κατοικίας.
- Θερμομόνωση των σωληνώσεων του δικτύου διανομής και επανακυκλοφορίας του ψυχρού ρευστού για ψύξη. Κάθε στοιχείο των σωληνώσεων διανομής ψυχρού νερού μονώνεται σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονώσεων που ορίζονται.

Κτήριο Αναφοράς- Τερματικές Μονάδες

Ο τύπος των τερματικών μονάδων, λαμβάνεται όπως του εξεταζόμενου κτιρίου. Για τις τερματικές μονάδες ισχύουν τα ακόλουθα :

- Για τις κλιματιστικές μονάδες η ισχύς των ανεμιστήρων (προσαγωγής ή επιστροφής) για το κτήριο αναφοράς του τριτογενή τομέα λαμβάνεται ίση με 1,5 kW/(m³/s). Σε ειδικές περιπτώσεις όπου απαιτείται διάταξη ειδικών φίλτρων, ή/και υπάρχει σύστημα ύγρανσης, ή/και εφαρμόζεται ανάκτηση θερμότητας η ισχύς των ανεμιστήρων για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με 2,5 kW/(m³/s).
- Όλες οι κλιματιστικές μονάδες του κτιρίου αναφοράς του τριτογενή τομέα διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη θερμότητας και με συντελεστή ανάκτησης $\eta_i = 0,6$.
- Το σύστημα ύγρανσης αέρα του κτιρίου αναφοράς είναι ίδιο με εκείνο του εξεταζόμενου κτιρίου, και μπορεί να είναι ενσωματωμένο στην ΚΚΜ ή όχι.
- Για τις μονάδες στοιχείου ανεμιστήρα (fancoils) η ισχύς για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με του εξεταζόμενου κτιρίου.

Κτήριο Αναφοράς- Δίκτυο Διανομής

Η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής νερού θέρμανσης, λαμβάνεται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο. Για τα δίκτυα διανομής θερμού ή ψυχρού μέσου (νερό κλπ.) ισχύουν τα ακόλουθα,

- Για το κτίριο αναφοράς οι αντλίες των κυκλωμάτων διανομής θα είναι ρυθμιζόμενων στροφών με αντιστάθμιση φορτίου με σταθερή πτώση πίεσης (Δp) και υδραυλικά ανεξάρτητες. Η ισχύς των αντλιών στο κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με αυτήν του υπό σχεδίαση κτιρίου. Εναλλακτικά για το κτίριο αναφοράς κατοικίας μπορεί να εφαρμοστεί αντιστάθμιση με τεχνολογία τρίοδης ή τετράοδης ρυθμιστικής βαλβίδας αναμίξεως.
- Κάθε στοιχείο των σωληνώσεων του δικτύου διανομής και επανακυκλοφορίας (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης, ή της εγκατάστασης ψύξης, που διέρχεται από μη θερμαινόμενο/ψυχρόμενο ή κοινόχρηστο χώρο, πρέπει να μονώνεται σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονώσεων που ορίζονται.

Κτίριο Αναφοράς- Συστήματα Εξαερισμού

Για κτίρια του τριτογενή, ή για κατοικίες με χώρους μηχανικά αεριζόμενους (χώροι συνεστίασης, δωμάτια παιχνιδιού, κ.α.), εφαρμόζεται στο κτίριο αναφοράς σύστημα αερισμού με τις εξής προδιαγραφές:

- Προσαγωγή και απαγωγή νωπού αέρα, βάσει του μέγιστου αναμενόμενου αριθμού συγκεντρωμένων ατόμων στον εξεταζόμενο χώρο και του ελάχιστου απαιτούμενου νωπού αέρα ανά άτομο, σύμφωνα τις Τ.Ο.ΤΕΕ.
- Το σύστημα μηχανικού αερισμού διαθέτει εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας με συντελεστή ανάκτησης θερμότητας $\eta R= 0,6$.
- Για το κτίριο αναφοράς η ειδική απορρόφηση ισχύος των ανεμιστήρων εξαερισμού λαμβάνεται ίση με $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$

Κτίριο Αναφοράς- Σύστημα Φωτισμού

Για τα κτήρια του τριτογενή τομέα, ισχύουν τα εξής,

- Η στάθμη και η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς.
- Ο φωτισμός γίνεται με λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι διαθέτουν ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο με δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEl) κατηγορίας A3. Εξαιρέση αποτελούν οι χώροι με ειδικές απαιτήσεις φωτισμού, όπως χειρουργεία, εμπορικά καταστήματα κ.α., όπου ο φωτισμός του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται όπως στο εξεταζόμενο κτίριο.
- Σε κοινόχρηστους χώρους ο έλεγχος του φωτισμού στο κτίριο αναφοράς απαιτείται να γίνεται με αυτόματο διακόπτη και αισθητήρα παρουσίας. Στις υπόλοιπες χρήσεις, καθώς και στους χώρους φυσικού φωτισμού, ο έλεγχος γίνεται με χειροκίνητο διακόπτη.
- Για κάθε χώρο φυσικού φωτισμού με επιφάνεια άνω των 25 m^2 , ο τεχνητός φωτισμός που καλύπτει το χώρο πρέπει να ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης του 50% των λαμπτήρων του χώρου.

Κτίριο Αναφοράς- Συστήματα Ελέγχου Η/Μ Εγκαταστάσεων

- Το κτίριο αναφοράς τριτογενή τομέα, για κτίρια με επιφάνεια πάνω από 3.500 τ.μ. , διαθέτει σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων.

Γενικά Στοιχεία κτηρίου

Το υπό μελέτη κτήριο βρίσκεται στην οδό Αβάντων στη Χαλκίδα νομού Ευβοίας. Πρόκειται για πενταώροφο κτήριο, με τρεις ορόφους και δύο υπόγειους ορόφους. Το πρώτο υπόγειο, το ισόγειο και οι όροφοι έχουν κύρια χρήση καταστήματος. Στο πρώτο υπόγειο υπάρχει ο χώρος της ΔΕΗ, το αντλιοστάσιο, η δεξαμενή νερού και το δωμάτιο μηχανικού ανελκυστήρα αυτοκινήτων, ενώ στο δεύτερο υπάρχει χώρος στάθμευσης, αποθήκες και χώρος γραφείων και τουαλετών.

Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης οι υπόλοιποι, θα θεωρηθούν μη θερμαινόμενοι χώροι. Τα δυο υπόγεια με τις αποθήκες, τους χώρους στάθμευσης, το χώρο της ΔΕΗ, το χώρο των τουαλετών, το αντλιοστάσιο, το χώρο μηχανικού ανελκυστήρα αυτοκινήτων και του χώρου του κλιμακοστασίου, θα λειτουργούν ως μη θερμαινόμενοι χώροι στο κτήριο.



Εικόνα 4.1: Κατάστημα ZARA, στην Χαλκίδα (Αβάντων 39), Νοτιοδυτική όψη του κτηρίου



Εικόνα 4.2 : Κατάστημα ZARA, στην Χαλκίδα (Αβάντων 39), εικόνα από το Google Earth

Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
κοινωνικής πρόνοια	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα απόρων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρόνιως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής	12	6	12
	Κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

Στον Πίνακα 4.1, δίνονται αναλυτικά οι πραγματικές χρήσεις χώρων του κτηρίου ανά όροφο,

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Εμπορίου	1134.00	1134.00

Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτηρίου σε m ²	
Μη θερμαινόμενος χώρος	Επιφάνεια m ²
ΑΠΟΘ.-WC (-2)	108
CAR/PUMP/ΔΕΗ (-1)	119.5
ΣΚΑΛΕΣ (0)	13.25
ΣΚΑΛΕΣ (1)	17.86
ΣΚΑΛΕΣ (2)	17.86

Πίνακας 4.1. Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών

4.2 Τοπογραφία Οικοπέδου κτηρίου

Το οικόπεδο ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛ στο οποίο θα ανεγερθεί το κτήριο είναι ορθογωνικού σχήματος με το μεγάλο του άξονα σε απόκλιση κατά γωνία 45° από τον άξονα Ανατολής - Δύσης. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο σε όμορα κτίρια και βρίσκεται σε πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, με χαμηλά κτήρια.

Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών που στεγάζουν καταστήματα στο ισόγειο, σε συνεχή δόμηση.

Ειδικότερα,

- στην ανατολική πλευρά του οικοπέδου γειτνιάζει με την οδό Αντιόπης πλάτους 8.00 m,
- στη νοτιοανατολική πλευρά γειτνιάζει με οικόπεδο με κατάστημα στο ισόγειο και κατοικία,
- στη βορειοδυτική γειτνιάζει με οικόπεδο στο οποίο, υπάρχει κατάστημα στο ισόγειο και διώροφη κατοικία, συνολικού ύψους 10m, ενώ
- στη νοτιοδυτική πλευρά του οικοπέδου γειτνιάζει με την οδό Αβάντων, πλάτους 8.00 m,

Η θέση του κτηρίου θα ευνοεί τον ηλιασμό, κυρίως της οροφής αλλά και των κατακόρυφων όψεων. Το δώμα του κτηρίου διαθέτει αρκετό χώρο ελεύθερο με δυνατότητα επαρκούς ηλιασμού.

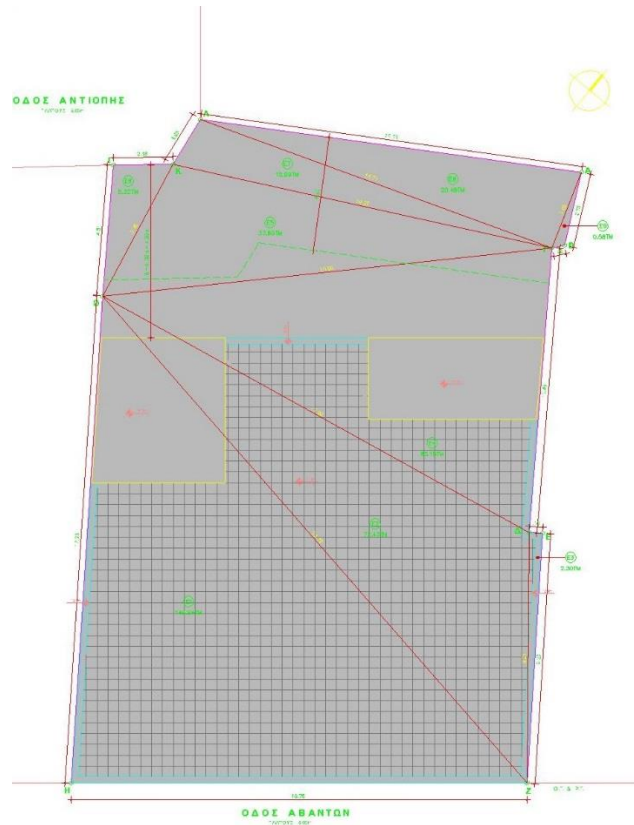
Στο σχήμα 2.1 που ακολουθεί δίνεται τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικόπεδο όπου φαίνονται οι αποστάσεις που θα έχει σε σχέση με τα γειτονικά κτήρια.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. , το κτήριο πρέπει να σχεδιασθεί, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χωροθέτηση του κτηρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο,
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτηρίου.
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό, καθώς και την ηλιοπροστασία τους,
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους,

- διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.



Σχήμα 4.1: Τοπογραφικό διάγραμμα με τις αποστάσεις και τα ύψη των γειτονικών κτηρίων.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.Α.Κ.

Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό),
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),

- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κατακόρυφης/ κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
- περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτηρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης
 - (1) για την 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου)
 - (2) την 21η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου)
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

4.3 Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο

Το κτήριο θα ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού, μη επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

Η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο θα γίνει ώστε στη βόρεια όψη του να τοποθετηθούν ελάχιστα ανοίγματα. Αντίθετα, στη νοτιοδυτική όψη ο σχεδιασμός θα εκμεταλλευτεί το γεγονός ότι τα απέναντι κτίρια είναι σε μεγάλη απόσταση.

Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (ENAK 1) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου για την 21η Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος), ενώ στο σχέδιο σκιασμού των όψεων (ENAK 2) δίνεται το ηλιακό ύψος για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου, για την ανατολική όψη στις 09:00, για τη νότια στις 12:00 και για τη δυτική στις 15:00.

Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από τη σχέση:

$$VSA = \arctan(\tan(a)/\cos(HSA))$$

Όπου:

α: το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και

HAS: η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

Η οριζόντια γωνία σκιάς (HSA) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^\circ$$

όπου:

ΥΣ το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010
Υ το αζιμούθιο της όψης.

Στις παραπάνω σχέσεις, καθώς και στις σχέσεις 4.11 και 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. η αφετηρία μέτρησης του αζιμούθιου ορίζεται ο νότος, και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές.

Χωροθέτηση Λειτουργιών Στο Κτήριο

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή. Έγινε προσπάθεια τοποθέτησης ορισμένων εκ των κύριων χώρων στο νότιο προσανατολισμό, αλλά και στον ανατολικό, ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων αυτών, προτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τέλος, η τοποθέτηση ορισμένων χώρων στους δυτικούς προσανατολισμούς έγινε ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

4.4 Ηλιοπροστασία Ανοιγμάτων

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν μεταλλικά εσωτερικά ακίνητα στόρια στη νοτιοδυτική όψη, όπου υπάρχουν πολλά ανοίγματα. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

4.5 Φυσικός Φωτισμός

Σε όλους τους κυρίως χώρους τοποθετούνται ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα, ώστε να μειώνονται τα φορτία φωτισμού.

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Κτιρίου

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτηρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Ο νότιος προσανατολισμός του κτηρίου αποκλίνει λίγο από το βέλτιστο καθαρά νότιο. Στους ορόφους 1 έως 3, τα ανοίγματα καταλαμβάνουν ποσοστό 20%.

Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτήριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.



Εικόνα 4.3: Νοτιοδυτική όψη του καταστήματος ZARA, κατά τις πρωινές ώρες σε συνθήκες φυσικού φωτισμού



Εικόνα 4.4: Νοτιοδυτική όψη του καταστήματος ZARA, σε νυχτερινές ώρες

4.6 Φυσικός Δροσισμός

Στο κτίριο έχουν τοποθετηθεί ανοίγματα (συμπαγή, μη ανοιγόμενα) μόνο στη νοτιοδυτική όψη, μη εξασφαλίζοντας αερισμό, στο εσωτερικό του κτηρίου. Ο δροσισμός εξασφαλίζεται κυρίως μηχανικά, μέσω των κλιματιστικών μονάδων.

Διαμόρφωση Του Περιβάλλοντα Χώρου Για Τη Βελτίωση Του Μικροκλίματος

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του πυκνού αστικού ιστού, του μεγέθους του κτηρίου και του γεγονότος ότι, το κατάστημα του οποίου οι προθήκες θα πρέπει να μην αποκρύπτονται από τις περιβάλλουσες οδούς, δεν είναι εφικτή η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου ούτως ώστε να βελτιωθεί το μικροκλίμα της περιοχής.

4.7 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτηρίου

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.1:

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _W	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 4.2.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

Λόγος A/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 4.3.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 4.2.
- 3.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a}$$

Όπου,

- d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j,
λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j,
R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και
R_δ η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

Όπου,

U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

Όπου,

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε

$U_{\delta,\sigma,\max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο [πίνακας 4.1]

1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.1, απαιτείται και το κτήριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

Όπου:

A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j

U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,

Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,

l_i το μήκος της θερμογέφυρας i και

b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max}$$

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{m,max}$, ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μια εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει τη δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Ο μειωτικός συντελεστής (b) υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

4.8 Γενικά Στοιχεία Κτιρίου

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στη Χαλκίδα, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β' Κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 για την Β' κλιματική ζώνη.

Στο δεύτερο υπόγειο οι χώροι των αποθηκών και των τουαλετών, καθώς και στο πρώτο υπόγειο οι χώροι του αντλιοστασίου, του δωματίου της ΔΕΗ και του μηχανικού ανελκυστήρα αυτοκινήτων καθώς και οι κλειστές σκάλες στους υπόλοιπους ορόφους, θεωρούνται μη θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά, ενώ οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν θερμομόνωση στον πυρήνα. Το δώμα θα θερμομονωθεί από την άνω παρειά του, ενώ το δάπεδο του ισογείου, θα θερμομονωθεί στην κάτω παρειά του.

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

1. για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους,

2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης θεωρούνται αδιαβατικά,
3. τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,
4. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους,
5. σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

4.9 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

1. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Στον πίνακα 4.3 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	$U[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	$U_{\text{max}}[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$
Διπλός τοίχος με θερμομόνωση και διάκενο (μη αερα)	1.1	0.493	0.5
Δοκοί υποστυλώματα 25	1.3	0.370	1.00
Οπλισμ.σκυρ.-Επιχρισ	1.4	0.448	1.00
Οπλισμ.σκυρ.-Επιχρισ	1.4.2	0.448	0.5
Οροφή με θερμομόνωση	2.1	0.429	0.45
Τοίχος πάχους 20cm, θερμομονωμένος εξωτερικά	3.1	0.619	1.00
Δάπεδα υπογείων	4.1	0.539	0.90

Πίνακας 4.4: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και τον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας

U' και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 4.2. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U' των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δ1	0.539	269.500	0.0	0.399
NA τοίχωμα T4	0.448	13.650	3.0	0.279
τοίχωμα T3	0.414	3.000	3.0	0.266
BA τοίχωμα T4	0.448	17.250	3.0	0.279
BΔ τοίχωμα T4	0.448	42.390	3.0	0.279
Δ τοίχωμα T4	0.448	5.790	3.0	0.279
BΔ τοίχωμα T4	0.448	6.540	3.0	0.279
NΔ τοίχωμα T4	0.448	68.220	3.0	0.279
NΔ τοίχωμα T4	0.448	44.400	3.0	0.279
BA τοίχωμα T4	0.448	30.420	3.0	0.279
BA τοίχωμα T4	0.448	1.500	3.0	0.279
BA τοίχωμα T4	0.448	27.600	3.0	0.279
NA τοίχωμα T4	0.448	50.250	3.0	0.279

Πίνακας 4.5: Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

2. Έλεγχος Θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Κατάστημα. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β' κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Για τα κουφώματα του καταστήματος επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2.80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10 cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-12-4 χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g=2.60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

3. Έλεγχος Θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτηρίου προς τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V.

Όπως προέκυψε $A/V = 0.451 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}=1.004 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα

αθροίσματα των U_{xA} , καθώς και τα αθροίσματα των Ψ_{xI} . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m = 0.607 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{m,\max} = 1.004 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Επομένως, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m , το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	1179.2	468.5
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	504.5	208.3
διαφανή δομικά στοιχεία	159.2	366.1
θερμογέφυρες	-	76.6
Συνολικά	1842.9	1119.5
$[\Sigma(bxUxA) + \Sigma(bx\Psi_{xI})] / \Sigma A$		0.607

Πίνακας 4.6: Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

4.10 Σχεδιασμός Συστημάτων Θέρμανσης, Ψύξης, Αερισμού

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται με τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου (multi split inverter), οι οποίες τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις μέσα στους κύριους θερμαινόμενους χώρους.

Ελάχιστες Προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Η παραγωγή θερμότητας θα γίνεται από αερόψυκτες αντλίες θερμότητας, τύπου multi split inverter με μία εξωτερική μονάδα ανά όροφο και περισσότερες εσωτερικές σύμφωνα με τη μελέτη.

Ελάχιστες Προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Η παραγωγή ψύξης, θα γίνεται από αερόψυκτες αντλίες θερμότητας, τύπου multi split inverter με μία εξωτερική μονάδα ανά όροφο και περισσότερες εσωτερικές σύμφωνα με τη μελέτη.

Στον πίνακα 4.7 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχθηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	28.4	2.800	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	44.2	2.800	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	72.8	2.800	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	49.8	2.800	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	52.6	2.800	Ηλεκτρισμός

Πίνακας 4.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Ελάχιστες Προδιαγραφές συστήματος αερισμού

Το κτήριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτήση για νωπό αέρα [m ³ /h/m ²]	Άτομα / 100m ² επιφάνεια δαπέδου	Νωπός αέρας (m ³ /h/άτομο)
Ζώνη 1	Καταστήματα	Μηχανικός	3.08	14	22

Πίνακας 4.8: Στοιχεία συστήματος αερισμού

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Κανονισμοί

Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού - αερισμού θα κατασκευαστούν σύμφωνα με:

- Τους ισχύοντες ελληνικούς κανονισμούς (Γ.Ο.Κ., Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86).
- Τους Διεθνείς κανονισμούς ASHRAE, DIN VDI, IEC εκτός εάν καλύπτονται από τους παραπάνω ελληνικούς κανονισμούς.
- Τις οδηγίες του κατασκευαστή για την εγκατάσταση των διαφόρων συσκευών, μηχανημάτων και οργάνων.
- Τις οδηγίες που θα δοθούν από τον επιβλέποντα μηχανικό, επί τόπου του έργου.
- Τους κανόνες της τέχνης και της εμπειρίας για εξαιρετικής ποιότητας εργασία, που να ανταποκρίνεται στις δυτικοευρωπαϊκές απαιτήσεις και τεχνολογίες για παρόμοια κτίρια.

Παραδοχές - συνθήκες υπολογισμού

Εξωτερικές Συνθήκες

Καλοκαίρι : 35°C (t_{db}), 25,8°C (t_{wb}) 54% (humidity)
Χειμώνας : 2°C

Όπου,

t_{db} : η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ή ξηρού βολβού. Προέρχεται από τον αγγλικό όρο 'dry bulb', είναι η θερμοκρασία που δείχνει ένα θερμόμετρο όταν εκτεθεί στον αέρα

t_{wb} : η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, προέρχεται από τον αγγλικό όρο 'wet bulb', είναι η θερμοκρασία που θα δείξει ένα θερμόμετρο όταν ο βολβός του είναι εμβαπτισμένος σε νερό, που υποβάλλεται σε έντονη εξάτμιση.

Εσωτερικές συνθήκες

	<u>Θέρος</u>	<u>Χειμώνας</u>
Κατάστημα :	26 ^o C	21 ^o C

Απαιτήσεις εξαερισμού

Βοηθητικοί χώροι: : 1 εναλλαγές την ώρα

Γκαράζ: : 4 εναλλαγές την ώρα

Κατάστημα : 20 m³/h ανά άτομο

W.C. : 36 m³/h /m

Μέθοδοι Υπολογισμού

Υπολογισμοί ψύξης κατά CARRIER

Υπολογισμοί θέρμανσης κατά DIN 4701

Συνθήκες Υπολογισμού Αεραγωγών

Μέθοδος υπολογισμού : Equal friction

Κλιματισμός καταστήματος

Το σύστημα κλιματισμού (θέρμανση - ψύξη) που θα ακολουθηθεί για όλους τους χώρους κύριας χρήσεως του καταστήματος, θα γίνει με την χρήση αντλιών θερμότητας απευθείας εκτόνωσης διαιρούμενου τύπου.

Για τον κλιματισμό του καταστήματος εγκαθίστανται τρεις κλιματιστικές μονάδες (Κ.Μ.) απευθείας εκτόνωσης καναλάτες (Heat pump-split type), και για στην είσοδο του καταστήματος μία αεροκουρτίνα.

Οι κλιματιστικές μονάδες θα τοποθετηθούν στο κατάστημα εντός των ψευδοροφών, αναρτημένες από την οροφή και από το μπροστινό τους μέρος θα ξεκινά ο αεραγωγός προσαγωγής και στο πίσω μέρος θα φέρουν plenum όπου και θα γίνεται η μίξη του επιστρεφόμενου αέρα και του νωπού αέρα και κατάλληλη ποσότητα θα απορρίπτεται. Οι μονάδες εξυπηρετούν μία το β' υπόγειο , μια το α' υπόγειο , μια το ισόγειο , μία τον α' όροφο και μία τον β' όροφο. Τα αντίστοιχα τους εξωτερικά θα τοποθετηθούν στο δώμα του κτιρίου.

Οι μονάδες που εξυπηρετούν το α' υπόγειο είναι ψυκτικής ισχύος 70.512 btu/h, για τον χώρο που ισογείου είναι 130.973 btu/h, και 8 Kw τής αεροκουρτίνας. Στον α' όροφο θα τοποθετηθεί μία μονάδα ψυκτικής ισχύος 177.001 btu/h και στον β' όροφο μία μονάδα ψυκτικής ισχύος 183.287 btu/h.

Για τον εξαερισμό του καταστήματος θα τοποθετηθούν τέσσερις ανεξάρτητοι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες, όπου μέσω κατάλληλου δικτύου αεραγωγών θα καταλήγουν στα κιβώτια μίξης των αντίστοιχων μονάδων

απορροφώντας την απαιτούμενη ποσότητα αέρα και έτσι θα εξαερίζεται το κατάστημα . Θα τοποθετηθούν εντός των ψευδοροφών των αντίστοιχων χώρων που εξαερίζουν (έναν για κάθε όροφο). Ο ανεμιστήρες θα είναι για το υπόγειο 850m³/h για το ισόγειο 1300m³/h και για τον α' και β' όροφο 1500m³/h έκαστος.

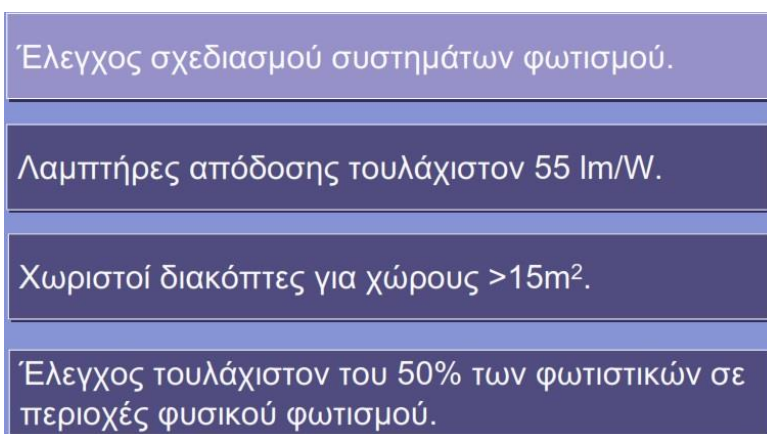
Ο νωπός αέρας θα οδηγείται απ' ευθείας στα κιβώτια μίξης των μονάδων μέσω αεραγωγών ελεύθερα και η ρύθμιση της παροχής αέρα θα γίνεται με dampers ρύθμισης παροχής στα σημεία εισόδου των μονάδων. Επίσης για τον εξαερισμό των γκαράζ του β' υπογείου θα τοποθετηθεί φυγοκεντρικός ανεμιστήρας που θα εξαερίζει το β' υπόγειο με 4 εναλλαγές την ώρα παροχής 3200m³/h. Επίσης για τον εξαερισμό του χώρου του Μετασχηματιστή τοποθετείται φυγοκεντρικός ανεμιστήρας εντός του χώρου παροχής 3000m³/h.Ο φρέσκος αέρας θα εισρέει στους χώρους ελεύθερα μέσω αεραγωγού που φαίνεται στα σχέδια.

Η επιστροφή του αέρα στις κλιματιστικές μονάδες θα γίνεται απευθείας με την χρήση του χώρου της ψευδοροφής ως plenum, όπου ο επιστρεφόμενος αέρας θα καταλήγει στα κιβώτια μίξης των αντίστοιχων μονάδων. Στην εκάστοτε οροφή θα τοποθετηθούν κατάλληλα στόμια επιστροφής αέρα, όπως φαίνεται στα σχέδια.

Τα εξωτερικά μηχανήματα κλιματισμού θα τοποθετηθούν στο δώμα του κτιρίου. Η εγκατάσταση συμπληρώνεται με όργανα αυτοματισμών και μετρήσεων.

4.11 Σχεδιασμός Συστήματος Φωτισμού

Στο κατάστημα, σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα, σποτάκια και γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού τύπου T5 (ισχύος 36W) και σποτάκια φθορίου (35W/70W), με φωτεινή δραστηριότητα 55 lumen/W. Για επιθυμητή στάθμη φωτισμού 500 lux, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 (πίνακας 2.4), η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών στους χώρους των καταστημάτων υπολογίζεται στα 3.70 kW.



Εικόνα 4.5:

Στις ζώνες φυσικού φωτισμού ενός χώρου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα αφής/σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται σε αυτές. Σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, ο κύριος χώρος των καταστημάτων χαρακτηρίζεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού, αφού οι εξωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες τους που βρίσκονται στη νοτιοδυτική όψη, είναι στο σύνολό τους υαλοστάσια, με ύψος 3,5m.

Οι χώροι των καταστημάτων διαθέτουν ξεχωριστούς διακόπτες (αφής/σβέσης) για επιμέρους ζώνες φωτισμού. Η διακριτοποίηση των ζωνών έγινε με κριτήριο τη μεταβολή της στάθμης φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας και τον προσανατολισμό τους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας, προβλέπεται η εγκατάσταση απλών συστημάτων ελέγχου των φωτιστικών στις ζώνες φυσικού φωτισμού που αποτελούνται από αισθητήρα φυσικού φωτισμού και αυτόματους διακόπτες σβέσης στο 60% των φωτιστικών όλων των ζωνών.

Ζώνη	Επιθυμητή ισχύς φωτισμού [lux]	Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα [lm/W]	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού [W/m ²]	Φωτισμός ασφαλείας	Εφεδρικό σύστημα	Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού
1	500.0	60.0	14.7	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Χειροκίνητος έλεγχος

Πίνακας 4.9: Απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τον τεχνητό φωτισμό του κτιρίου

4.12 Εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό

Στο εσωτερικό των κτιρίων, παράγεται και εκλύεται θερμότητα, η οποία επηρεάζει άμεσα την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, αλλά συχνά αγνοούνται στη μελέτη υπολογισμού των φορτίων θέρμανσης για λόγους ασφαλείας. Όμως λόγω της προσπάθειας εξοικονόμησης ενέργειας, όταν τα εσωτερικά αυτά κέρδη, είναι σταθερά και μόνιμα λόγω λειτουργίας του κτιρίου, συνυπολογίζονται στη διαδικασία υπολογισμού.

Σε ότι αφορά τα φορτία ψύξης, τα εσωτερικά κέρδη συνυπολογίζονται και αποτελούν βασική παράμετρο υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων. Για την αποφυγή υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων ψύξης, υπολογίζονται ετεροχρονισμένα, πολλαπλασιασμένα με ένα συντελεστή ετεροχρονισμού που εκφράζει το λειτουργικό χρόνο του κτιρίου, στον οποίο υπάρχουν τα εσωτερικά κέρδη σε πραγματικό χρόνο.

Το είδος των εσωτερικών κερδών και η χρήση του κτιρίου καθορίζει τον αντίστοιχο συντελεστή ετεροχρονισμού. Ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού ψυκτικών φορτίων καθορίζονται οι διαφορετικές τιμές ετεροχρονισμού, ανάλογα με το είδος του κέρδους, τη χρήση του κτιρίου και την περίοδο της λειτουργικής ημέρας.

Τα εσωτερικά κέρδη περιλαμβάνουν τρεις κατηγορίες,

- Τον τεχνητό φωτισμό (αισθητό φορτίο)
- Έκλυση θερμότητας από ανθρώπους (αισθητά και λανθάνοντα κέρδη, ανάλογα με την δραστηριότητα των ανθρώπων) και
- Τον εξοπλισμό (που στην πλειοψηφία τους αφορά αισθητά κέρδη)

Σχετικά με την εκλυόμενη θερμότητα από το σύστημα τεχνητού φωτισμού, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι εξαρτάται συναρτήσεως πολλών παραμέτρων η πραγματική θερμική ισχύς που παράγεται. Οι πιο βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την εκλυόμενη θερμική ισχύς είναι,

- Το είδος των φωτιστικών και των λαμπτήρων
- Το ύψος του χώρου και η τοποθέτηση του φωτιστικού

- Η ύπαρξη ψευδοροφής
- Ύπαρξη συστήματος εξαερισμού των φωτιστικών, εντός ψευδοροφής

Οι άλλες δύο κατηγορίες εσωτερικών κερδών, παίζουν σημαντικό ρόλο, αφού στο κατάστημα υπάρχουν συσκευές σε συγκεκριμένους χώρους του κτιρίου, που εκλύουν θερμότητα. Όπως είναι τα ταμεία, οι οθόνες, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, το rack, το Wi-fi router, συσκευή για τα αντικλεπτικά μηχανήματα, συσκευή για τη μέτρηση των ατόμων που εισέρχονται στο κατάστημα και οι συσκευές fingerprint για το προσωπικό. Ειδικότερα ο πίνακας του rack, τοποθετείται σε ξεχωριστό δωμάτιο, με αυτονομία κλιματισμού επί εικοσιτετράωρου βάσεως, αφού σε αυτό συνδέονται

4.13 Διόρθωση Συνημιτόνου

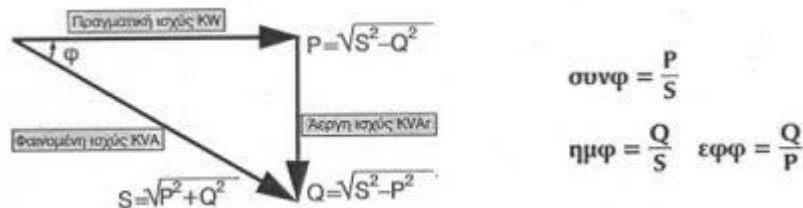
Στην παράγραφο 3.1 ια), στο άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) αναφέρει: Σε όλα τα κτήρια του τριτογενούς τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο: 0.95.

Οι έννοιες άεργος ισχύς και συντελεστής ισχύος, θα εξηγηθούν από θεωρία ηλεκτροτεχνίας. Μία ηλεκτρική εγκατάσταση απορροφά ηλεκτρική ισχύ από το δίκτυο της ΔΕΗ. Η απορροφούμενη ισχύς αποτελείται από δύο συνιστώσες:

- ❖ την πραγματική ισχύ (P) που την μετράμε σε W
- ❖ την άεργο ισχύ (Q) που την μετράμε σε VAr

Υπάρχουν 3 είδη ισχύος: Η ενεργός P, η άεργος Q και μιγαδική ή φαινόμενη ισχύς S. Ισχύει, ότι $S = P + Q$. Οι γραμμές μεταφοράς της ΔΕΗ μπορούν να μεταφέρουν κι ένα ορισμένο ποσό φαινόμενης ισχύος S. Όλες δε οι συσκευές δεν αποτελούνται μόνο από απλές αντιστάσεις που υπακούν στον νόμο του Ohm αλλά και πηνία ή πυκνωτές. Όσες περιέχουν πηνία λέμε ότι έχουν επαγωγικό χαρακτήρα και αυξάνουν την γωνία φάσης φ. Αντίθετα όσες περιέχουν πυκνωτές, έχουν χωρητικό χαρακτήρα και μειώνουν την γωνία φάσης.

Οι δύο αυτές ισχύες παριστάνονται σαν οι κάθετες πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η συνισταμένη των δύο αυτών πλευρών είναι η φαινόμενη ισχύς (S) που την μετράμε σε VA,



Σχήμα 4.2: Ορθογώνιο τρίγωνο, πραγματικής ισχύος, φαινόμενης ισχύος και άεργου ισχύος

Το δεύτερο υποσύνολο της φαινόμενης ισχύος ονομάζεται άεργος ισχύς (Q) και μετριέται σε kiloVoltampere reactive (kVAr). Ονομάζεται άεργος ισχύς διότι σε αντίθεση με την ενεργό ισχύ δεν μετατρέπεται σε έργο, αλλά αντανακλάται από τη συσκευή και επιστρέφει στο ηλεκτρικό δίκτυο με διαφορετική μορφή. Σε αναλογία μπορεί κανείς να φανταστεί την πορεία μιας ηλιαχτίδας μέσα από ένα παράθυρο. Ένα ποσοστό της περνά από το παράθυρο και το υπόλοιπο αντανακλάται, αλλά έχει

διαφορετική κατεύθυνση από την αρχική. Από τις συσκευές που δημιουργούν άεργο ισχύ, είναι κυρίως αυτές με επαγωγική συμπεριφορά, δηλαδή αυτές που ενσωματώνουν πηνία, π.χ. κινητήρες, φωτιστικά φθορίου, μετασχηματιστές

Η άεργος ισχύς τιμολογείται μόνο στα εμπορικά και βιομηχανικά τιμολόγια και, για να μετρηθεί από τη ΔΕΗ, είτε υπάρχουν δύο ηλεκτρομηχανικοί μετρητές είτε ηλεκτρονικοί μετρητές ενέργειας.

Η φαινόμενη ισχύς (S) είναι το γινόμενο της τάσης (V) και της έντασης (I). Συνεπώς, η άεργος ισχύς (Q), παρ' όλο που δεν παράγει έργο, υπάρχει στους ηλεκτρικούς ως ένταση (ρεύμα). Επειδή το ρεύμα είναι υπεύθυνο για τις θερμικές απώλειες των αγωγών, η άεργος ισχύς αντισταθμίζεται στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις και από τη ΔΕΗ με αυτοματοποιημένες συστοιχίες – ζεύξεις πυκνωτών.

Ηλεκτρικές συσκευές που απορροφούν μόνο πραγματική ισχύ

Πραγματική ισχύ απορροφούν όλες οι ηλεκτρικές συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή ενέργειας.

Ηλεκτρικές συσκευές που απορροφούν πραγματική και άεργο ισχύ:

Άεργο ισχύ απορροφούν οι συσκευές που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική και συνεπώς περιέχουν ηλεκτρικούς κινητήρες. Στις συσκευές αυτές η άεργος ισχύς χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του κινητήρα.

Πραγματικό και άεργο ρεύμα (I)

Η κάθε μία από τις δύο παραπάνω ηλεκτρικές ισχύες μεταφέρεται με τη βοήθεια του αντίστοιχου ηλεκτρικού ρεύματος (I) που το μετράμε σε A. Έτσι το ηλεκτρικό ρεύμα (I) που απορροφά μία ηλεκτρική συσκευή αναλύεται σε I πραγματικό και I άεργο. Για τα δύο αυτά ρεύματα ισχύει το ίδιο τρίγωνο με τις ισχύες. Το ρεύμα που μετράμε με το A-μετρο είναι πάντα το συνολικό ρεύμα δηλ. η υποτείνουσα του τριγώνου.

Γενικές Πληροφορίες Για Τη Διόρθωση Συνημίτονου

Υπάρχουν πολλές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη σχεδίαση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης. Εκτός από την ασφάλεια και την αξιοπιστία πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι η ηλεκτρική ισχύς χρησιμοποιείται σωστά. Κάθε συσκευή που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια, πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε χρήσιμο έργο, με τις μικρότερες δυνατές απώλειες. Ο κυριότερος παράγοντας που χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, είναι αναμφίβολα ο συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$).

Από τη σκοπιά των εταιριών παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, βελτίωση του $\cos\phi$ από 0.7 σε 0.9 σημαίνει:

- ❖ μείωση κόστους έως 40% λόγω μείωσης ωμικών απωλειών
- ❖ αύξηση έως 30% της παραγωγικότητας των σταθμών παραγωγής

Σημαίνουν εξοικονόμηση εκατοντάδων χιλιάδων τόνων καυσίμων.

Στην περίπτωση χαμηλού συντελεστή ισχύος $\cos\phi$, οι εταιρίες παροχής χρεώνουν πρόστιμο στον καταναλωτή, ώστε να καλύψουν τα επιπλέον έξοδα των απωλειών στο δίκτυο.

Είναι γνωστό, ότι οι ηλεκτρικές συσκευές (με εξαίρεση τις συσκευές ωμικών αντιστάσεων), απορροφούν ενεργό ισχύ, η οποία μετατρέπεται σε χρήσιμο έργο (φωτισμός, θέρμανση, κίνηση κ.τ.λ.) αλλά και άεργη

ισχύ η οποία απαιτείται για τη δημιουργία των μαγνητικών πεδίων, απαραίτητων για τη λειτουργία επαγωγικών συσκευών.

Η απαιτούμενη άεργη ισχύς μπορεί να παραχθεί από πυκνωτές, αντί αυτή να απορροφάται από το δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πυκνωτές απορροφούν ρεύμα που βρίσκεται σε διαφορά φάσης 180° σε σχέση με το επαγωγικό άεργο ρεύμα. Τα δύο ρεύματα προστίθενται αλγεβρικά, άρα το ρεύμα που κυκλοφορεί έναντι του σημείου εγκατάστασης πυκνωτών είναι η διαφορά των επαγωγικών και χωρητικών ρευμάτων.

Πρακτικά, κακός συντελεστής ισχύος (συνημίτονο), σημαίνει:

- ❖ Αύξηση των απωλειών σε όλους τους αγωγούς και καλώδια .
- ❖ Αύξηση της πτώσης τάσης.
- ❖ Αυξημένες ενεργειακές ανάγκες.
- ❖ Αύξηση των απωλειών ενέργειας επί των δικτύων μεταφοράς και διανομής της ΔΕΗ

Όμως τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζονται φαίνονται παρακάτω,

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΟΦΕΛΗ

- 💡 **Μείωση των χρεώσεων του λογαριασμού της ΔΕΗ.**
- 💡 **Απαλλαγή** των στοιχείων του δικτύου (καλωδίων, μετασχηματιστών, διακοπών), από την άνεργο συνιστώσα του ρεύματος και αποφυγή πολυέξοδων επεκτάσεων.
- 💡 **Υψηλότερος συντελεστής ισχύος, βελτιωμένη σταθερότητα τάσης και λιγότερες απώλειες δικτύου.**
- 💡 Υπάρχει δυνατότητα για **φιλτράρισμα** των αρμονικών του συστήματος.
- 💡 Αποφυγή προβλημάτων συντονισμού και **μείωση** των ηλεκτρικών διαταραχών.
- 💡 Μείωση της φθοράς του εξοπλισμού και **αύξηση της διάρκειας ζωής του.**
- 💡 **Χαμηλότερο κόστος** συντήρησης και χαμηλότερο κόστος αντικατάστασης του υπάρχοντος εξοπλισμού.
- 💡 **Μεγάλη διάρκεια ζωής.**
- 💡 Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.
- 💡 Δυνατότητα εύκολη καλωδίωσης (κλέμμες).
- 💡 **Ασφάλεια** υπερφορτίσεως η οποία εμποδίζει το πυκνωτή να εκραγεί λόγω γήρανσης ή λόγω θερμικής υπερφόρτισης (υπάρχει επάνω στον πυκνωτή επιλογή αυτόματης διακοπής της λειτουργίας του σε περίπτωση βλάβης

Σχήμα 4.3: Πλεονεκτήματα από διόρθωση συνημίτονου

Το καταλληλότερο σύστημα βελτίωσης cosφ αποτελείται από ένα σύστημα αυτόματης αντιστάθμισης τοποθετημένο στις κεντρικές μπάρες του γενικού πίνακα μιας εγκατάστασης, καθώς και μονάδες τοπικής αντιστάθμισης σε μεγάλα φορτία που απορροφούν μεγάλες ποσότητες α ισχύος. Ο ρόλος του αυτόματου κεντρικού συστήματος αντιστάθμισης είναι να προσφέρει την απαιτούμενη άεργη ισχύ, ανάλογα με τη ζήτηση άεργου ισχύος των φορτίων κάθε δεδομένη χρονική στιγμή.

Αντιστάθμιση της άεργης ισχύος, ονομάζεται η ελάττωση της επαγωγικής άεργης ισχύος, μέσω αύξησης της χωρητικής άεργης ισχύος. Επομένως η αντιστάθμιση άεργου ισχύος, οδηγεί στη βελτίωση(αύξηση) του συντελεστή ισχύος.

Η αντιστάθμιση επιτυγχάνεται με σύνδεση πυκνωτών, οι οποίοι παράγουν χωρητική άεργη ισχύ. Η επαγωγική άεργη ισχύς και η χωρητική άεργη ισχύς, έχουν διαφορά φάσης 180°. Επομένως το ηγνίον

απορροφάει άεργη ισχύ από το δίκτυο, ενώ ο πυκνωτής τροφοδοτεί το δίκτυο με άεργη ισχύ. Η αντιστάθμιση ολοκληρώνεται όταν $\cos\varphi=1$.

Η ΔΕΗ με τους μετρητές άεργου ισχύος, καταμετρά την απορροφούμενη άεργο ισχύ και το συνημίτονο φ (συνφ - συντελεστής ισχύος). Η συνολική δε χρέωση του ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνεται όσο μειώνεται το συνφ. Για το λόγο αυτό οι καταναλωτές με τιμολόγια Γ22 , Γ22B και τιμολόγια ΜΤ έχουν όλοι σχεδόν τοποθετήσει συστήματα διόρθωσης (αύξησης) του συνφ, με σκοπό την αποφυγή υψηλής χρέωσης του καταναλισκόμενου ρεύματος αλλά και την βελτίωση της απόδοσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται κατά κύριο λόγο από μία ηλεκτρονική συσκευή ρύθμισης του συνφ, μία συστοιχία πυκνωτών, ασφάλειες ή αυτόματους διακόπτες και μετασχηματιστές μετρήσεων. Σε περίπτωση βλάβης, κακής λειτουργίας ή λανθασμένης ρύθμισης μίας από τις παραπάνω συσκευές, το σύστημα ή θα πάψει να διορθώνει το συνφ ή θα λειτουργεί με μειωμένη απόδοση. Η βλάβη αυτή όταν και αν γίνει αντιληπτή από τον χρήστη, θα έχει ήδη προκαλέσει την υπερχρέωση του λογαριασμού, δεδομένου ότι ο μετρητής άεργου ισχύος της ΔΕΗ θα καταγράφει για όλο αυτό το διάστημα χαμηλές τιμές συνφ.

Επομένως ο τακτικός έλεγχος του συστήματος διόρθωσης συνφ και η αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας του εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας και το κέρδος από την μείωση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος , διασφαλίζει την απόδοση της επένδυσης που έχει γίνει από τον χρήστη για τον συγκεκριμένο σκοπό. Είναι δε γεγονός ότι ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, η δαπάνη του ελέγχου του συστήματος διόρθωσης συνημιτόνου μπορεί να αποσβεσθεί ακόμα και μέσα στον επόμενο μήνα από τον έλεγχο λόγω της αποφυγής της υπερχρέωσης από τη ΔΕΗ στον επόμενο λογαριασμό.

Στο κατάστημα δεν εφαρμόζεται, διόρθωση συνημιτόνου, λόγω του ότι οι ηλεκτροκινητήρες των κλιματιστικών μηχανημάτων είναι τύπου inverter και το συνφ ισούται με ένα. Το inverter χρησιμοποιείται για να ελέγχει την ταχύτητα του συμπιεστή, έτσι ώστε να ρυθμίζεται η θερμοκρασία. Τα DC inverter κλιματιστικά έχουν ένα ρυθμιζόμενο ηλεκτρικό inverter για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή. Το AC ρεύμα του δικτύου μετατρέπεται σε DC και μέσω ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος παράγεται ρεύμα επιθυμητής συχνότητας. Ένας μικροεπεξεργαστής «διαβάζει» την εξωτερική θερμοκρασία και ρυθμίζει αντίστοιχα την ταχύτητα του συμπιεστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Σενάρια Βελτίωσης και Τεχνοοικονομική ανάλυση

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αρχικά, αναλύουμε την υπάρχουσα κατάσταση του κτιρίου και την αρχική κατανάλωση ενέργειας. Παρουσιάζουμε λοιπόν τα σενάρια βελτίωσης και αναλύουμε τεχνοοικονομικά κάθε βελτίωση.

5.1 Αρχική Κατανάλωση Ενέργειας κτηρίου

Λαμβάνοντας υπόψη το ωράριο λειτουργίας του καταστήματος, τα χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους, τα εσωτερικά κέρδη, το σύστημα θέρμανσης-κλιματισμού, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, τα συστήματα φυσικού φωτισμού, φυσικού δροσισμού και το σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού, λάβαμε από το πρόγραμμα της 4M, αποτελέσματα, όσον αφορά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και τη ποσότητα των αέριων ρύπων που εκλύονται στο διάστημα ενός έτους.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο (Καταστήματα)
Θέρμανση	7.3	2.9
Ψύξη	62.6	44.3
Φωτισμός	133.2	122.3
ZNX	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	217.1	183.5

Πίνακας 5.1: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε κτήρια καταστημάτων ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	183.5	62.6
Σύνολο	183.5	62.6

Πίνακας 5.2: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο υπό μελέτη κτήριο και έκλυση αέριων ρύπων



Σχήμα 5.1: Αρχική κατανάλωση ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου

Παρατηρείται, σύμφωνα με το διάγραμμα, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας, χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού. Ειδικότερα ο φωτισμός για ένα κατάστημα ρούχων αποτελεί βασικό εργαλείο πωλήσεων. Ο σχεδιασμός ενός καταστήματος, γίνεται με βάση το φωτισμό του, καθώς λειτουργεί ως εργαλείο προσανατολισμού για τους πελάτες, επηρεάζει τη ψυχολογία τους και συμβάλλει δυναμικά στην ενδυνάμωση της εταιρικής εικόνας του καταστήματος. Αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαμόρφωσης των προθηκών, της βιτρίνας και του χώρου πωλήσεων. Ο κατάλληλος φωτισμός, συμβάλλει αποφασιστικά στην δημιουργία κομψού και καλαίσθητου περιβάλλοντος, προκειμένου ο πελάτης να νιώθει άνετα για τις επιλογές του. Η θερμοκρασία χρώματος μετριέται σε βαθμούς Kelvin και όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία χρώματος τόσο πιο ψυχρός αποτυπώνεται ο φωτισμός, ενώ για χαμηλές θερμοκρασίες χρώματος έχουμε πιο θερμό φωτισμό. Επίσης ο φυσικός φωτισμός συμβάλλει στο σωστό φωτισμό και στην εξοικονόμηση ενέργειας, όμως χρειάζεται να ελέγχεται η κατανομή του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο κατάστημα. Άλλωστε, το φως πρέπει να αναδεικνύει την υφή, το σχήμα και το μέγεθος ενός αντικειμένου ή εμπορεύματος. Με τη δημιουργία ή την αποφυγή σκιάσεων, μέσω του φωτισμού, δύνανται να αναδειχθούν τα εμπορεύματα. Επίσης, σε μια προθήκη είναι ζωτικής σημασίας η ανάδειξη των χαρακτηριστικών των εμπορευμάτων, που εκτίθενται.

Το ZARA λοιπόν, χρησιμοποιεί κρυφούς φωτισμούς με LED, που έχουν χαμηλή φωτεινή δραστηριότητα, τόσο για την ανάδειξη των χαρακτηριστικών των ρούχων σε προθήκες και βιτρίνες, όσο και στη διακόσμηση του καταστήματος, στον φωτισμό των επίπλων που υπάρχουν μέσα σε αυτό.



Εικόνα 5.1: Το στοιχείο του φωτισμού στο σχεδιασμό ενός καταστήματος

Ο φωτισμός λοιπόν για το κατάστημα, απαιτεί το τουλάχιστον το 70% της συνολικής ενέργειας, κάτι το οποίο καθιστά την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια, καθοριστικής σημασίας και κρίνεται απαραίτητη η μελέτη φωτισμού. Τα φωτιστικά σώματα και η θέση τοποθέτησης τους, είναι εξαιρετικής σημασίας για την επίτευξη πωλήσεων και σχεδιάζονται και μελετώνται ξεχωριστά για κάθε κατάστημα.

Επίσης, το ποσοστό ενέργειας που χρειάζεται για την κάλυψη αναγκών σε ψυκτικά φορτία, παρατηρείται αρκετά μεγάλη, λόγω των εσωτερικών κερδών που έχει το κατάστημα από τεχνητό και φυσικό φωτισμό, από τα άτομα που δημιουργούν λανθάνοντα φορτία και σε μικρό ποσοστό από τις συσκευές που συνεισφέρουν κι αυτές σε θερμότητα με αισθητά και λανθάνοντα φορτία. Η υπερκάλυψη αυτών των αναγκών έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή ζήτηση σε ψύξη. Επιπλέον οφείλεται και στα κλιματολογικά

δεδομένα και την τοποθεσία του κτηρίου, αφού η Χαλκίδα, ανήκει στην Β Κλιματική Ζώνη και αυτό συνεπάγεται ότι, τα ψυκτικά φορτία είναι πάντα μεγαλύτερα από τα θερμικά στη διάρκεια ενός έτους.

Τέλος το ποσοστό ενέργειας σε θέρμανση, δικαιολογείται από την τοποθεσία του κτηρίου και στο γεγονός ότι η ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία δεν κατεβαίνει κάτω από τους 7.5 °C, σύμφωνα με στοιχεία της ΤΟΤΕΕ-20701-3. Λόγω των εσωτερικών κερδών από συσκευές, άτομα και φωτισμό, το κτήριο απορροφά θερμότητα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει μικρότερη ανάγκη σε θερμικά φορτία.

Επίσης να αναφέρουμε, ότι η μελέτη των ψυκτικών φορτίων έγινε με το πακέτο της 4M-Ψυκτικά Φορτία και υπολογίζονται με την μέθοδο Ashrae ή την μέθοδο Carrier ανά επίπεδο και χώρο του κτιρίου, διαδικασία που αποτελεί συνήθως και το πρώτο βήμα μιας μελέτης κλιματισμού. Τα ψυκτικά φορτία που υπολογίστηκαν αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα, με τις μονάδες ισχύος που απαιτούνται για κάθε όροφο.

Ψυκτική Ισχύς	
Υπόγειο (-2)	28.4 kW
Υπόγειο (-1)	44.2 kW
Ισόγειο	72.8 kW
A' Όροφος	49.8 kW
B' Όροφος	52.6 kW
Σύνολο	247.8 kW

Πίνακας 5.3: Ψυκτική ισχύς μονάδων κλιματισμού

Τα φορτία αφού υπολογίστηκαν για την κάλυψη των απαιτούμενων αναγκών σε ψύξη και θέρμανση από τη 4M- Ψυκτικά Φορτία, στην συνέχεια έγινε εκλογή των κατάλληλων συστημάτων κλιματισμού που είναι μεγαλύτερα ή ίσα των αναγραφόμενων αναγκών.

Θεωρητικά, αν καλύπτονται τα ψυκτικά φορτία στο κατάστημα, καλύπτονται αντίστοιχα και τα θερμικά, λόγω του ήπιου κλίματος που παρουσιάζεται στη Κλιματική ζώνη Β.

Το κτήριο λοιπόν σύμφωνα με την υπάρχουσα κατάσταση, κατατάσσεται ενεργειακά σύμφωνα με το πρόγραμμα της 4M-KENAK, ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία Β, με δείκτη $183.5 / 217.1 = 0,84EP$. Όπου 183.5 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου και 217.1 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ $EP \leq 0.33$	
A $0.33R_R < EP \leq 0.50R_R$	
B+ $0.50R_R < EP \leq 0.75 R_R$	
B $0.75R_R < EP \leq 1.00R_R$	B
Γ $1.00R_R < EP \leq 1.41 R_R$	183.51 kWh/m²
Δ $1.41 R_R < EP \leq 1.82R_R$	
E $1.82 R_R < EP \leq 2.27R_R$	
Z $2.27R_R < EP \leq 2.73R_R$	
H $2.73R_R < EP$	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

5.2 Μείωση απαιτούμενων ενεργειακών αναγκών

Λίγα λόγια για τη συγκριτική μελέτη ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για διαφορετικά σενάρια

Αφού είδαμε την υπάρχουσα κατάσταση του κτηρίου και την αρχική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση, προσδοκούμε να την βελτιώσουμε, με τη δημιουργία σεναρίων βελτίωσης. Αυτό κρίνεται απαραίτητο σε περιπτώσεις που εφαρμόζονται κλασσικές τεχνικές στην ανοικοδόμηση νέων κτιρίων, που δεν διαφέρουν και πολύ από τις τεχνικές του παρελθόντος. Ο Κ.Εν.Α.Κ λοιπόν, έρχεται να βελτιώσει αυτή τη κατάσταση με την επιβολή αυστηρότερων μέτρων σχετικά με την ενεργειακή ζήτηση και κατανάλωση, καθώς και την εκμετάλλευση όλων των παραμέτρων του κτηρίου, που μπορούν να συνεισφέρουν στη γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Σκοπός μας, λοιπόν είναι να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου. Για να επιτευχθεί εξοικονόμηση, πρέπει ουσιαστικά να μειωθούν οι απώλειες και κατά συνέπεια τα φορτία κλιματισμού που καταναλώνει το κτίριο για να καλύψει τις ανάγκες του. Αυτό επιτυγχάνεται με συγκεκριμένες παρεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος, στα συστήματα ψύξης-θέρμανσης, στην εκμετάλλευση των άμεσων και έμμεσων κερδών που προκύπτουν στο εσωτερικό του καταστήματος και στον έλεγχο αυτών των συστημάτων μέσω κεντρικού συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BEMS).

Το ολοκληρωμένο πακέτο της 4M-KENAK, προσφέρει τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει τρία συνδεδεμένα σενάρια βελτίωσης, από την ήδη υπάρχουσα κατάσταση. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, είναι η αλυσιδωτή σύγκριση σεναρίου με την αρχική μελέτη. Ουσιαστικά, κάθε σενάριο που εφαρμόζεται, συγκρίνεται με τη μελέτη αρχικής κατάστασης και έτσι η επόμενη σύγκριση περιλαμβάνει το προηγούμενο και το παρόν σενάριο. Ο σκοπός αυτής της σύγκρισης, έχει να δείξει ανάλογα με το σενάριο που δημιουργούμαι, σε ποιο πρόβλημα του κτιρίου εστιάζουμε και διορθώνουμε και σε πιο βαθμό καταφέρνουμε, κάθε φορά να βελτιώσουμε το κατάστημά μας. Αυτή η δομή και μεθοδολογία των σεναρίων μας βοηθά να βλέπουμε κάθε φορά, κατά πόσο οι πρακτικές που

εφαρμόζονται τι επίδραση έχουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και σε τι ποσοστό καταφέρνουμε να μειώσουμε την ενεργειακή ζήτηση.

Στα σενάρια που δημιουργούνται, αναφέρουμε τις αναλυτικά τις παρεμβάσεις που γίνονται, ως απλές και οικονομικά εφικτές λύσεις για ένα κατάστημα προκειμένου να γίνει οικολογικά αποδοτικότερο και βιώσιμο ως προς την κατανάλωση ενέργειας.

Πρώτο Σενάριο

Προσθήκη Θερμομόνωσης σε όλα τα δομικά στοιχεία (σχεδόν διπλάσια της υπάρχουσα που συνήθως είναι 40mm), Ψυχρή Βαφή στην οροφή, αλλαγή υαλοπινάκων με καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας και BEMS κατηγορίας Γ.

Δεύτερο Σενάριο

Περιλαμβάνει το πρώτο σενάριο και την μείωση των φορτίων του φωτισμού, με φωτιστικά υψηλής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης, αύξηση του φυσικού φωτισμού και ο ρόλος των ηλιακών σκιάστρων. Αναβάθμιση του συστήματος BEMS στη κατηγορία Β, που συνεισφέρει στη μοριοδότηση που κάνει το πακέτο της 4Μ-KENAK. Να σημειωθεί ότι η παρέμβαση στο φωτισμό έχει αρκετά μεγάλη διαφορά στην ετήσια κατανάλωση του κτιρίου.

Τρίτο Σενάριο

Συμπεριλαμβανομένου του πρώτου και του δεύτερου σεναρίου, θα εγκατασταθεί εναλλάκτης θερμότητας-VAM (Vapour Absorption Machine) ή HRV (Heat Recovery Ventilation), ο οποίος εναλλάσσει τη θερμότητα του φρέσκου αέρα με τον εσωτερικό αερισμό του χώρου και με αυτό το τρόπο καταφέρνει να είναι προεπεξεργασμένος και να βελτιώνει το κόστος λειτουργίας του. Αυτό το σύστημα ουσιαστικά εξοικονομεί περίπου 75% των φορτίων. Σε αυτό το σενάριο θα συμπεριληφθούν ανιχνευτές διοξειδίου του άνθρακα, για την ανίχνευση των ατόμων που βρίσκονται εσωτερικά και την ποσότητα του νωπού. Η επιλογή του VAM και η εξοικονόμηση που μας παρέχει, έγινε με το πρόγραμμα της DAIKIN Ventilation Xpress.

5.3 Πρώτο Σενάριο- Προσθήκη Θερμομόνωσης

Με σκοπό, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και αφετέρου την επίτευξη ενός ευχάριστου κλίματος θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου, επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος χωρίς να υποβαθμίζονται οι συνθήκες ποιότητας και άνεσης. Το γεγονός αυτό επιτυγχάνεται με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων της κτιριακής κατασκευής. Με αυτόν τον τρόπο κατά τη χειμερινή περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον και κατά τη θερινή, η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Προσθήκη θερμομόνωσης και ψυχρής βαφής

Τα ψυχρά υλικά είναι ειδικές επιστρώσεις οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να αντανakλούν μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας από αυτό που αντανakλούν τα χρώματα που χρησιμοποιούνται συνήθως. Στην περίπτωση που εξετάζεται η ήδη υπάρχουσα επίστρωση έχει τη δυνατότητα να αντανakλά μόνο το 10% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει. Θα εξεταστεί η εφαρμογή ψυχρού υλικού στην οροφή, το οποίο έχει δυνατότητα να απορροφά το 80% και να εκπέμπει το 80% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει.

Επιπλέον θα προστεθεί στην εξωτερική τοιχοποιία θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (DOW WALLMATE) πάχους σχεδόν διπλάσιο του αρχικού αθροιστικά, δηλαδή από 40mm που θεωρήσαμε

αρχικά, θεωρούμε ότι έχουμε πάχος 70mm. Χαρακτηριστικά το θερμομονωτικό, στο σωστό πάχος, δεν χρειάζεται ούτε κενό αέρα ούτε φράγμα υδρατμών επειδή το υλικό έχει υψηλές επιδόσεις που επιτρέπουν να διατηρηθούν αναλλοίωτα στο χρόνο τα χαρακτηριστικά και να διεξάγει πλήρως τη μονωτική του λειτουργία ακόμα και χωρίς φράγμα υδρατμών. Επιτυγχάνεται, έτσι, μια λειτουργία πολύ πιο απλή, γρήγορη και ασφαλής. Με αυτήν την αλλαγή λοιπόν, το συνολικό U-value της εξωτερικής τοιχοποιίας από 0.562 W/m²K γίνεται 0.379 W/m²K.



Εικόνα 5.2: Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας

Ψυχρή Βαφή στην οροφή

Επίσης η οροφή θερμομονώνεται με εξηλασμένη πολυστερίνη (ROOFMATE), πάχους αρχικής μελέτης 60mm και με την εφαρμογή του σεναρίου αυξάνεται στα 70mm, με αποτέλεσμα το συνολικό U-value της οροφής από 0.429 W/m²K γίνεται 0.382 W/m²K. Το σύστημα της ανεστραμμένης στέγης είναι, επιπλέον, κατάλληλο για την αναμόρφωση υπαρχόντων στεγών. Πάνω από την παλιά στεγανοποιημένη επιφάνεια, επισκευασμένη ή αντικατεστημένη, κατασκευάζεται μια ανεστραμμένη μόνωση με ROOFMATE SL-A που θα προστατεύει την στεγανοποιημένη επιφάνεια και θα αυξήσει την θερμαντική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου.

Τα πλεονεκτήματα που υπάρχουν είναι:

1. Εξάλειψη του φράγματος υδρατμών
2. Προστασία της στεγανοποιημένης επιφάνειας από μηχανικές ζημιές, κλιματικές μεταβολές φθορά από υπεριώδεις ακτίνες
3. Η μόνωση μπορεί να λειτουργεί υπό οποιοσδήποτε κλιματικές συνθήκες
4. Υπάρχει πρόσβαση και στη στεγανοποίηση και στη μόνωση, οποιαδήποτε στιγμή

Οι ψυχρές οροφές επίσης παρουσιάζουν αρχική ολοφασματική ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία μεγαλύτερη του 0.7 και συντελεστή εκπομπής μεγαλύτερο από 0.7. Η θερμική ακτινοβολία, καθώς προσπίπτει στα ανακλαστικά σωματίδια των βαφών, ανακλάται διαχεόμενη μέσα στις λευκές κενές αέρος κυψελίδες τους σε ποσοστό άνω του 50%, ενώ η εγκλωβισμένη εξουδετερώνεται εξ επαφής λόγω της μικρής μάζας της ύλης από ένα κοινό μη αγωγίμο κατάλληλο μονωτικό υλικό της αγοράς. Αφού η θερμική ακτινοβολία εξουδετερωθεί διά ανακλάσεως σε μεγάλο ποσοστό, η εναπομένουσα θερμότητα μεταφέρεται πλέον αργά εξ επαγωγής στο σώμα που έχει επιχρισθεί με την ανακλαστική βαφή. Η διάδοση της θερμότητας είναι αργή διότι η ανακλαστική βαφή δεν είναι θερμικά αγωγίμη.

Συνδυασμός των ανακλαστικών ή ψυχρών βαφών με την παραδοσιακού τύπου εξωτερική θερμομόνωση κτιρίων, παρέχει το 100% της θερμομόνωσης. Από μόνες τους οι ανακλαστικές βαφές καλύπτουν το 65% των αναγκών του κτιρίου, ενώ η εξωτερική θερμομόνωση με ογκώδη θερμομονωτικά υλικά καλύπτει το 35%.

Αν κάποιος λοιπόν, πρέπει για οποιοδήποτε λόγο να διαλέξει ανάμεσα στις δύο μεθόδους και να μην τις εφαρμόσει συνδυαστικά, είναι προφανές ότι τον συμφέρει να προτιμήσει μία ανακλαστική βαφή, τόσο λόγω του χαμηλού κόστους της όσο και λόγω της υψηλότερης θερμομονωτικής απόδοσης που επιτυγχάνει. Και οι δύο μέθοδοι εφαρμόζονται και στις οριζόντιες επιφάνειες (πλάκα οροφής) και στις κατακόρυφες επιφάνειες (περιμετρική τοιχοποιία κτιρίου), τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά (η επιλογή ανάμεσα σε αυτές τις εναλλακτικές λύσεις γίνεται κατά περίπτωση ανάλογα με τις ανάγκες μόνωσης και τις ειδικές συνθήκες της κάθε εφαρμογής).

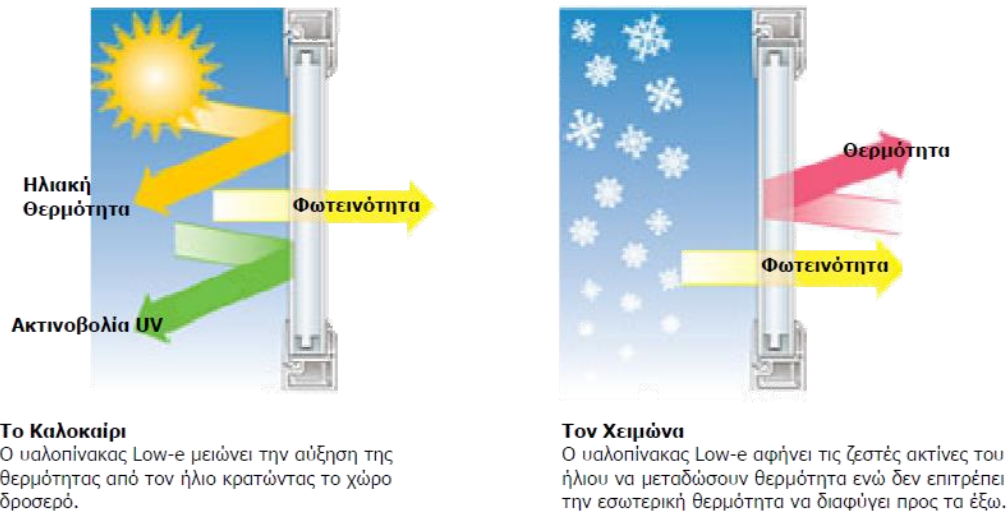


Εικόνα 5.3: Θερμομόνωση οικίας σε όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία

Βελτίωση υαλοπινάκων, με ενεργειακούς υαλοπίνακες

Οι υπάρχοντες υαλοπίνακες είναι διπλοί, τύπου διπλού διακένου 6mm (μετ.ισ.πλ.7.5cm+μεμβράνη) με U-value= 2.30 W/m²K και g-value= 0.48. Αρκετά ενδιαφέρον θα ήταν να μελετηθεί η αλλαγή συμπεριφοράς του κτιρίου, σε περίπτωση που αντί για τους υπάρχοντες υαλοπίνακες, υπήρχαν νέοι ενεργειακοί υαλοπίνακες με πολύ χαμηλότερο U-value και g-value. Τα χαμηλής εκπομπής υαλοστάσια (Low emissivity ή Low-E), έχουν μία επίστρωση από ειδικά μεταλλικά στοιχεία (οξειδία) από την μία τους πλευρά. Αυτά τα μεταλλικά οξειδία δεν επιτρέπουν τη μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό του χώρου στο εξωτερικό και το αντίστροφο. Οι μέθοδοι επίστρωσης οι οποίες καθορίζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες ενός ενεργειακού γυαλιού είναι δύο. Η σκληρή επίστρωση, μέθοδος που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα τα τελευταία 25 χρόνια και θεωρείται πια ξεπερασμένης τεχνολογίας και η μαλακή επίστρωση που είναι και η τελευταία εξέλιξη στις μεθόδους κατασκευής των σύγχρονων γυαλιών χαμηλής εκπομπής.

Η μαλακή επίστρωση παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι, δίνει τη χαμηλότερη τιμή U του συντελεστή θερμοπερατότητας K, είναι διαφανή (clear) γυαλιά χωρίς χρωματισμούς, έχουν μεγάλη φωτεινότητα και προστατεύουν περισσότερο από την UV ακτινοβολία.



Εικόνα 5.4: Ενεργειακοί υαλοπίνακες low-E

Τρόποι αύξησης θερμικής αντίστασης στα υαλοστάσια είναι,

- Αύξηση του πλάτους διακένου
- Χρησιμοποίηση υαλοπινάκων με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής (Low-E)
- Γεμίζοντας το διάκενο με αέρια χαμηλότερης αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα
- Μειώνοντας τη συναγωγή στη περιοχή του διακένου
- Δημιουργώντας συνθήκες μερικού ή ολικού κενού στο διάκενο

BEMS

Το κτήριο θεωρούμε ότι διαθέτει το σύστημα διαχείρισης ενέργειας, κατηγορίας Γ. Παρακάτω αναφέρονται τα προ απαιτούμενα στοιχεία ενός συστήματος BEMS, αυτής της κατηγορίας, όπως χαρακτηριστικά αναφέρονται στο πρόγραμμα της 4M-KENAK.

Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης

1. Αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο ιδιοκτησίας/λειτουργικής αυτονομίας.
2. Ύπαρξη ενός θερμοστάτη χώρου και ενός αυτόματου διακόπτη (πχ ηλεκτροβάννα αυτονομίας) ανά ιδιοκτησία.
3. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσω του δικτύου διανομής ανάλογα με το φορτίο θέρμανσης/ψύξης.
4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα θερμικά/ψυκτικά φορτία.

Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα

1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη.

2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).
3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, μετά τις παρεμβάσεις που έγιναν στο κτηριακό κέλυφος παρατηρούμε κάποια εξοικονόμηση στο πίνακα του σεναρίου βελτίωσης. Χαρακτηριστικά,

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο (Καταστήματα)
Θέρμανση	15.6	4.9
Ψύξη	54.0	36.9
Φωτισμός	133.2	115.4
ZNX	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	216.8	171.1

Πίνακας 5.4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε κτήρια καταστημάτων ανά τελική χρήση

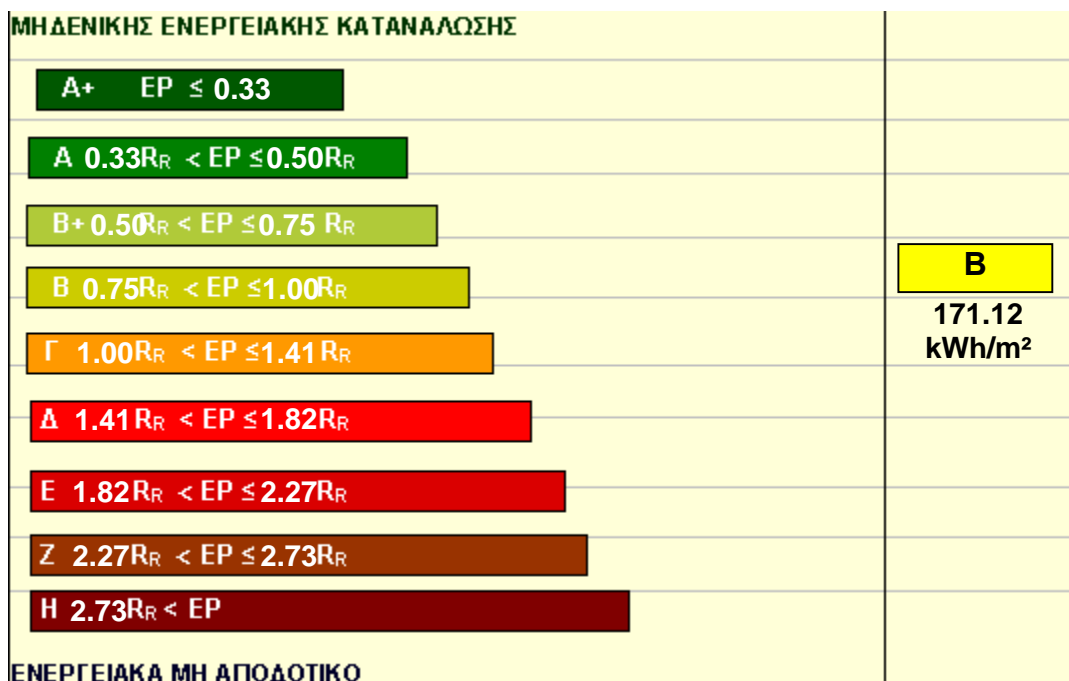
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	171.1	58.4
Σύνολο	171.1	58.4

Πίνακας 5.5: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο υπό μελέτη κτήριο και έκλυση αερίων ρύπων



Σχήμα 5.2: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου για το πρώτο σενάριο

Το κτήριο λοιπόν σύμφωνα με την κατάσταση που θεωρήσαμε στο πρώτο σενάριο, κατατάσσεται ενεργειακά σύμφωνα με το πρόγραμμα της 4Μ-KENAK, στην ενεργειακή κατηγορία Β, με δείκτη $\frac{171.1}{216.8} = 0.79EP$. Όπου 171.1 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου και 216.8 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς.



5.4 Δεύτερο Σενάριο Προσθήκη Θερμομόνωσης Και Βελτίωση Φωτισμού

Στο δεύτερο σενάριο λοιπόν, θεωρούμε ότι έχουν γίνει οι παρεμβάσεις του πρώτου σεναρίου, που αφορούν το κτιριακό κέλυφος, δηλαδή την αύξηση της θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία και την οροφή, την προσθήκη ψυχρής βαφής στην οροφή και την αντικατάσταση υαλοπινάκων με ενεργειακού Low-E.

Σε αυτό το σενάριο βελτίωσης, εφαρμόζουμε παρεμβάσεις στο φωτισμό του καταστήματος, που παρουσιάζει την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Οι παρεμβάσεις σε φωτισμό, στα καταστήματα θεωρείται καταλυτικό μέτρο εξοικονόμησης, καθώς πάνω από το 40% της συνολικά απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται σε αυτόν. Ο τεχνητός φωτισμός λοιπόν, για τα κτίρια του τριτογενή τομέα, αποτελεί κατά μέσο όρο το 40% του λογαριασμού της ΔΕΗ.

Βελτίωση τεχνητού φωτισμού με υψηλής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης

Θα πρέπει να αναφέρουμε καταρχήν, ότι η υπάρχουσα κατάσταση του καταστήματος, όσον αφορά τον τεχνητό φωτισμό, είναι πιο πολύπλοκη από ότι θα φανταζόμασταν. Τα καταστήματα ZARA, έχουν ένα μοτίβο στη μελέτη σχεδιασμού του φωτισμού και χρησιμοποιούν το μοντέλο των τεσσάρων τύπων φωτισμού για την άρτια λειτουργία του καταστήματος. Συγκεκριμένα έχουμε,

- Περιμετρικό Φωτισμό
- Φωτισμό Επίπλων
- Φωτισμός Κίνησης

➤ **Νυχτερινό Φωτισμό**

Αναλυτικά, ο Περιμετρικός, αφορά τα φώτα που βρίσκονται περιμετρικά του καταστήματος. Ο Κεντρικός, περιλαμβάνει τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται στο κεντρικό κομμάτι του καταστήματος, τα οποία έχουν τον ίδιο τύπο με αυτά του περιμετρικού που συνήθως είναι γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού τύπου T5. Ενώ τα φωτιστικά των επίπλων είναι διαφορετικού τύπου από τα υπόλοιπα και συνήθως είναι τύπου LED και χρησιμοποιούνται συνήθως για τον τονισμό και διακόσμηση των επίπλων, με κρυφούς φωτισμούς. Τέλος ο νυχτερινός φωτισμός, περιλαμβάνει 4 ή 5 φώτα του κεντρικού και χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του καταστήματος.

Ουσιαστικά, στην ηλεκτρολογική μελέτη φωτισμού, η σύνδεση των φωτιστικών σωμάτων του περιμετρικού, του κεντρικού και του φωτισμού των επίπλων ακολουθεί τη σχέση

$$\frac{C}{P + C + F} \approx 0,32 - 0,35$$

Όπου,

C: Φωτισμός Κίνησης (C)

F: Φωτισμός επίπλων (Furniture Lighting)

P: Περιμετρικός φωτισμός (P)

Αυτή είναι μια σχέση ισορροπίας και υπόκειται στους κανονισμούς του Ομίλου, για τα καταστήματα ZARA.

Για να εφαρμόσουμε βελτίωση του φωτισμού λοιπόν, πρέπει να έχουμε αποδοτικότερους λαμπτήρες για μείωση των απωλειών ενέργειας. Όπως προαναφέραμε η φωτεινή δραστηριότητα του λαμπτήρα εξαρτάται από τον τύπο, τις ανακλαστικές ιδιότητες που διαθέτει και την ισχύ τους. Στον πίνακα παρουσιάζεται η φωτεινή δραστηριότητα (απόδοση), των ποιων συνηθισμένων τύπων λαμπτήρα,

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή δραστηριότητα [lm/W]
Πυράκτωσης	10 - 18
Αλογόνου	15 - 25
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	50 - 70
Γραμμικός φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	60 - 100
Αλογονιδίων μετάλλων (συμπεριλαμβανομένου του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	65 - 110
Φωτοδιόδοι (LED) (συμπεριλαμβανομένου του οδηγού (driver))	30 - 60

Πίνακας 5.6: Φωτεινή δραστηριότητα (απόδοση) , τυπικές τιμές (όχι μέγιστες)

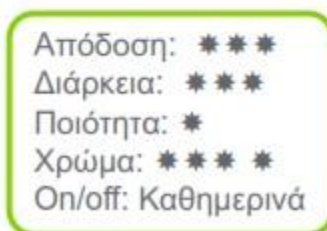
Για τη μείωση των άεργων ενεργειακών καταναλώσεων και απωλειών ενέργειας χρειάζεται να βρεθούν τρόποι για την καλύτερη διαχείριση αυτής καθώς και λύσεις που θα εξασφαλίζουν μικρότερα φορτία ηλεκτρικής ενέργειας. Μερικά παραδείγματα είναι,

- Συσκευή από πυκνωτές για τη τοπική διόρθωση του συντελεστή ισχύος,
- Σύστημα ελέγχου του τεχνητού φωτισμού
- Χρησιμοποίηση αποδοτικότερων και οικονομικότερων λαμπτήρων, όπως οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (compact fluorescent) και λαμπτήρες LED (light- emitting- diode)

Όπως αναφέραμε στο συγκεκριμένο κατάστημα χρησιμοποιούνται λαμπτήρες φθορισμού και λάμπες LED, συγκεκριμένα αναλύουμε,

Λαμπτήρες Φθορισμού (CFL)

- Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού ενός άκρου με σωλήνα εκκένωσης μικρής διαμέτρου (10-16mm) αποτελούν μια συμπαγή μονάδα.
- Το φως παράγεται από την υπεριώδη ακτινοβολία που παράγουν οι CFL λάμπες, η οποία στη συνέχεια απορροφάται από την ουσία στα τοιχώματα της λάμπας
- Στις συγκεκριμένες λάμπες οικονομίας, η ισχύς που καταναλώνεται είναι κατά 50% έως 80% λιγότερη σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες
- Οι λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας CFL έχουν μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση σε σύγκριση με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως.
- Η διάρκεια ζωής ξεπερνά τις 6.000 ώρες και φθάνει ως τις 15.000 ώρες.
- Οι συγκεκριμένες λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας έχουν μέση απόδοση από 60 ως 75 lumen/Watt, και είναι παραπάνω από το ελάχιστο που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ στα 55 lumen/Watt.
- Είναι οικονομικότεροι από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως αλλά πιο ενεργοβόροι από τους λαμπτήρες LED.
- Κατά την έναρξη λειτουργίας τους απαιτούν έως και 4 φορές την ονομαστική τους τάση. Ο μέσος όρος ζωής τους είναι 6.000 – 10.000 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου.

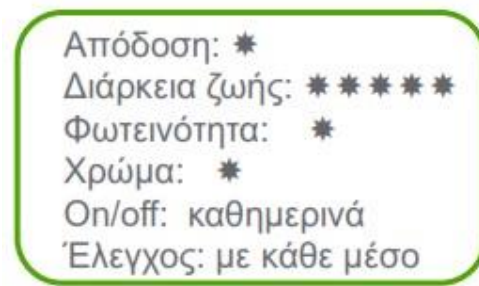


Εικόνα 5.4: Χαρακτηριστικά λαμπτήρων φθορισμού (CFL)

Λαμπτήρες LED

- Κατασκευάζονται από μίγμα κρυστάλλων πυριτίου και έχουν υψηλή ποιότητα φωτός

- Παράγεται φως, με ελάχιστο ηλεκτρικό ρεύμα που διαπερνά μέσω του τσιπ
- Έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής, από 30.000 μέχρι 100.000 ώρες
- Λόγω της ενιαίας συμπαγούς κατασκευής τους και του μεγέθους τους, θεωρούνται πρακτικά άθραυστοι
- Οι συγκεκριμένες λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας έχουν απόδοση από 10 έως 120 lumen/watt, με μέση τιμή (για τα Power LED) της τάξης των 70 με 90 lumen/w.
- Αντίθετα από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως αλλά και τους φθορισμού, σχεδόν όλη η ενέργεια που καταναλώνουν τα LED μετατρέπεται σε φως, και όχι σε θερμότητα
- Η παραμικρή δόνηση μπορεί να καταστρέψει μια κοινή λάμπα ειδικά όταν είναι πυρακτωμένη και με το παραμικρό χτύπημα να σπάσει το γυάλινο περίβλημα ενός λαμπτήρα φθορισμού. Οι λαμπτήρες LED, λόγω του μεγέθους τους και της ενιαίας συμπαγούς κατασκευής θεωρούνται πρακτικά άθραυστοι.
- Οι λαμπτήρες LED είναι πολύ πιο ακριβοί από ένα κλασσικό λαμπτήρα, λόγω της σύνθετης κατασκευής τους και αποσβένεται από τα μειωμένα έξοδα σε ηλεκτρικό ρεύμα και πολύ γρήγορα προκύπτει επιπλέον κέρδος

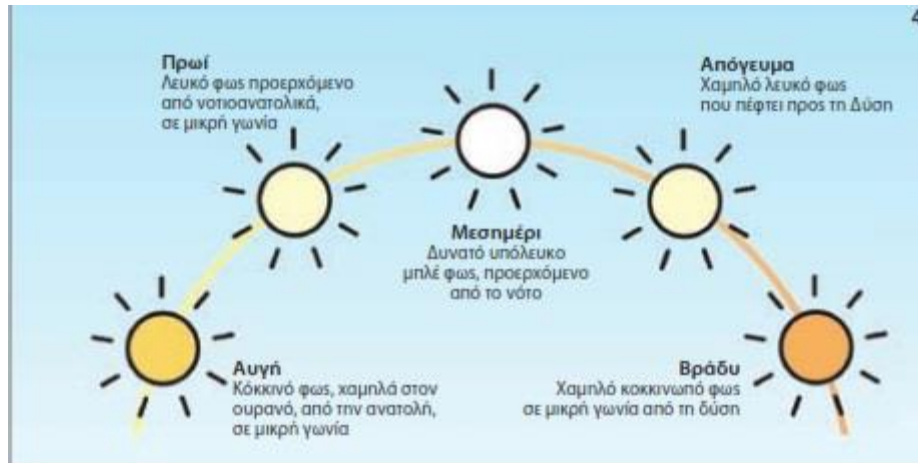


Εικόνα 5.4: Χαρακτηριστικά λαμπτήρων LED

Αύξηση Φυσικού Φωτισμού και ο ρόλος των ηλιακών σκιάστρων

Τα συστήματα εξωτερικής σκίασης όπως είναι τα σκίαστρα, οι εξωτερικές οριζόντιες περσίδες και τα τεντοσυστήματα, ανήκουν στα παθητικά συστήματα ηλιοπροστασίας και κατ' επέκταση στις μεθόδους φυσικού κλιματισμού των χώρων. Η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με δύο βασικούς τρόπους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, λόγω της συμπληρωματικής θερμικής αντίστασης τους, τα συστήματα όταν βρίσκονται σε ανοικτή θέση μειώνουν την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση, ενώ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μέσω της αποφυγής του περιττού θερμικού ηλιακού κέρδους, μειώνουν την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη του εσωτερικού χώρου.

Τον χειμώνα λοιπόν λειτουργούν ως φυσική θέρμανση του χώρου και θα παραμείνουν ανοικτά κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, χρησιμοποιώντας αισθητήρες έντασης ηλιακού φωτός και θα κλείσουν είτε με αυτόματο είτε χειροκίνητα, με την απουσία του ηλίου. Κατά τη καλοκαιρινή περίοδο, θα παραμείνουν κλειστά κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας ή σε μια συγκεκριμένη κλίση (40° - 50°), ανάλογα με την περίοδο αιχμής της θερμοκρασίας ή να ρυθμιστούν με αυτόματο χρονοδιακόπτη, προϋποθέτοντας ότι γνωρίζουμε τις ώρες αιχμής, παίρνοντας την ανάλογη κλίση. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα εσωτερικής σκίασης, όπως ρολοκουρτίνες και ειδικά υφάσματα SPC (solar protective coating) που αποτρέπουν τις έντονες ηλιακές ακτινοβολίες UV (UVA,UVB).



Εικόνα 5.7: Ύψος, ένταση και προσανατολισμός του ηλιακού φωτός

Να αναφέρουμε ότι στην Ευρωπαϊκή Οδηγία στην Παράγραφο 18 επισημαίνεται, ότι παρατηρείται όλο και μεγαλύτερη διάδοση συσκευών κλιματισμού στις χώρες της Νότιας Ευρώπης, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα σε ώρες αιχμής φορτίου, το οποίο συνεπάγεται την αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας. Θα πρέπει λοιπόν, να δοθεί προτεραιότητα σε στρατηγικές που βελτιώνουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο. Θα πρέπει λοιπόν να αναπτυχθούν τεχνικές για παθητική ψύξη των κτιρίων και πρωτίστως εκείνες οι τεχνικές που συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του κλίματος και στο εσωτερικό των κτιρίων, καθώς και του μικροκλίματος πέριξ του κτιρίου.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι εφικτή η παρέμβαση στον έλεγχο του φυσικού φωτισμού που διεισδύει στο κατάστημα, λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιβάλλει πλέον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός για νέα ή υπάρχοντα κτίρια. Η σκίαση των κτιρίων είναι ένας απλός αλλά αποτελεσματικός τρόπος ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου. Το σύστημα σκίασης αποτελείται από πτέρυγες αλουμινίου που μπορούν να τοποθετηθούν κάθετα ή οριζόντια ως πέργκολα.

Το σύστημα σκίασεως, διαθέτει είτε σταθερή πτέρυγα (με μόνιμο προσανατολισμό μοιρών), είτε κινητή (χειροκίνητη ή ηλεκτρονική), με μέγιστο πλάτος τεσσάρων μέτρων και βαφή σε πολλές αποχρώσεις.

Η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος έχει αρκετά πλεονεκτήματα όπως ότι,

- Λειτουργεί ως εξωτερικό κέλυφος αλλάζοντας την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου
- Τοποθετείται σε νέα αλλά και ήδη υπάρχοντα κτίρια
- Εξοικονομεί ενέργεια μέσω της μέγιστης αξιοποίησης των συστημάτων σκίασης και των ευεργετικών ιδιοτήτων που συνεισφέρουν στη μείωση της ενεργειακής ζήτησης
- Βέλτιστη διαχείριση του φυσικού φωτισμού (κινητή πτέρυγα)
- Επιλογή αυτόματης λειτουργίας με τη χρήση αισθητήρων αέρος, φωτός και νερού

Καταλήγουμε λοιπόν ότι με την χρησιμοποίηση συστημάτων εξωτερικής σκίασης, μπορεί να διαπεράσει μόνο το 12% της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσα στον κτιριακό χώρο. Η μείωση της ενεργειακής ζήτησης για ψύξη και θέρμανση μειώνεται περίπου στο 50% και η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος μειώνεται μέχρι και 60%.

BEMS

Σε αυτό το σενάριο υποθέτουμε, ότι υπάρχει σύστημα διαχείρισης ενέργειας BEMS, κατηγορίας B, σημειώνοντας έτσι ουσιαστική βελτίωση στο τρόπο διαχείρισης και αυτοματισμού του κτιρίου.

Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης

1. Ανεξάρτητος αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων ζωνών ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο). Υπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά χώρο ιδιοκτησίας κτλ
2. Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο.
3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανση / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο).

Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα

1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών.
2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling), ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).
3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία).
4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, μετά τις παρεμβάσεις που έγιναν στο κτηριακό κέλυφος παρατηρούμε κάποια εξοικονόμηση στο πίνακα του σεναρίου βελτίωσης. Χαρακτηριστικά,

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο (Καταστήματα)
Θέρμανση	11.9	3.9
Ψύξη	53.3	38.0
Φωτισμός	133.2	86.2
ZNX	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	212.4	142.1

Πίνακας 5.7: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε κτήρια καταστημάτων ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	142.1	48.5
Σύνολο	142.1	48.5

Πίνακας 5.8: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο υπό μελέτη κτήριο και έκλυση αερίων ρύπων



Σχήμα 5.3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου για το δεύτερο σενάριο

Το κτήριο λοιπόν σύμφωνα με την κατάσταση που θεωρήσαμε στο δεύτερο σενάριο, κατατάσσεται ενεργειακά σύμφωνα με το πρόγραμμα της 4Μ-ΚΕΝΑΚ, στην ενεργειακή κατηγορία B+, με δείκτη $\frac{142.1}{212.4} = 0.67EP$. Όπου 142.1 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου και 212.4 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ $EP \leq 0.33$	
A $0.33R_R < EP \leq 0.50R_R$	
B+ $0.50R_R < EP \leq 0.75 R_R$	
B $0.75R_R < EP \leq 1.00R_R$	B+
Γ $1.00R_R < EP \leq 1.41 R_R$	142.07 kWh/m²
Δ $1.41R_R < EP \leq 1.82R_R$	
E $1.82R_R < EP \leq 2.27R_R$	
Z $2.27R_R < EP \leq 2.73R_R$	
H $2.73R_R < EP$	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Εικόνα 5.8: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

5.5 Τρίτο Σενάριο Προσθήκη Θερμομόνωσης, Βελτίωση Φωτισμού και Προσθήκη Εναλλάκτη Θερμότητας

Στα δύο προηγούμενα σενάρια, εστίασαμε στα πιο προφανή προβλήματα που παρουσιάζει, ένα κτίριο καταστήματος του τριτογενή τομέα, όπως είναι θερμομόνωση και ο φωτισμός που διαθέτει. Στη πρώτη περίπτωση θέλαμε να μειώσουμε τις ψυκτικές/θερμικές απώλειες, αυξάνοντας την θερμομόνωση στην εξωτερική τοιχοποιία και στην δεύτερη περίπτωση προτείναμε αντικατάσταση των λαμπτήρων σε ότι αφορά τον τεχνητό φωτισμό. Στο τελευταίο σενάριο εστιάζουμε στη βελτιστοποίηση και στον έλεγχο του συστήματος κλιματισμού του καταστήματος, προϋποθέτοντας ότι έχουν υλοποιηθεί οι προηγούμενες παρεμβάσεις. Στο τρίτο σενάριο, λοιπόν αναφέρουμε και αναλύουμε τις παρεμβάσεις που γίνονται για εξοικονόμηση ενέργειας.

Ανιχνευτής CO₂ για τον έλεγχο χρηστών που υπάρχουν στο κατάστημα

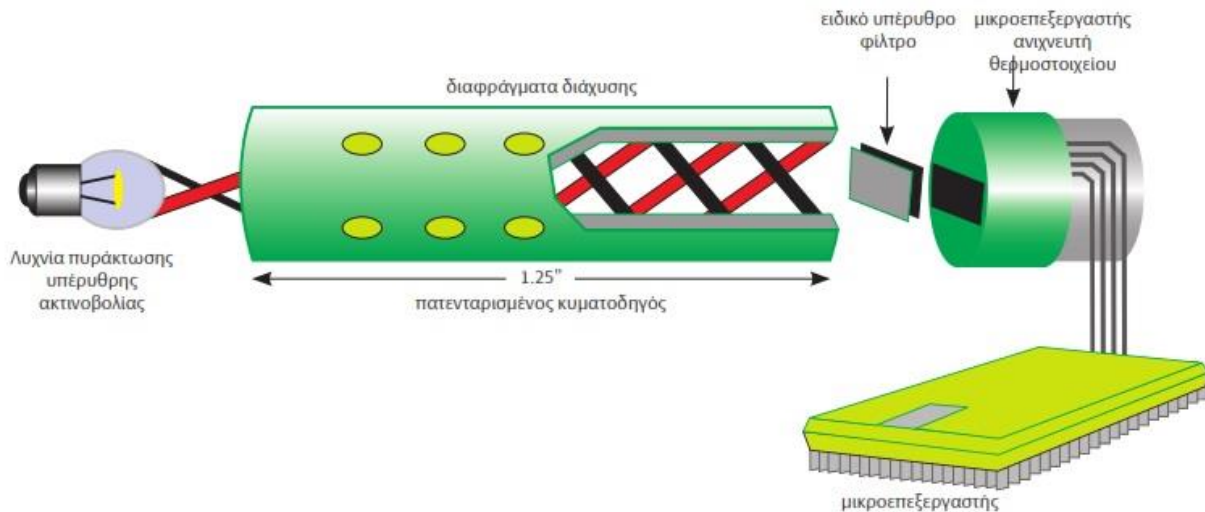
Συχνά γίνεται συζήτηση για τον ακριβή έλεγχο της ποιότητας του αέρα, αλλά σπάνια υλοποιείται στην πράξη. Ωστόσο, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση του κόστους λειτουργίας των συστημάτων εξαερισμού και κλιματισμού. Παρ' όλο που οι προτάσεις για τον έλεγχο του CO₂ κατατίθενται ήδη από το 1916, οι τεχνολογίες για την επίτευξη των αναφερόμενων στόχων ήταν πάντοτε πολύ ακριβές και οι τιμές της ενέργειας πολύ χαμηλές με αποτέλεσμα οι κινήσεις προς αυτήν την κατεύθυνση να μην ήταν ελκυστικές. Λόγω των σημερινών υψηλών τιμών της ενέργειας, ο έλεγχος του CO₂ αναδεικνύεται σε ρεαλιστική αναγκαιότητα, ενώ οι σύγχρονες τεχνολογίες εξασφαλίζουν την εξαιρετικά απλή υλοποίηση. Κατ' αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα αναβάθμισης τόσο νέων όσο και υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Η οδηγία της ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) (Οδηγία της ΕΕ «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» της 16 Δεκεμβρίου 2002) και άλλα νέα πρότυπα στηρίζουν τη χρήση αυτών των συστημάτων λόγω των τεράστιων δυνατοτήτων εξοικονόμησης.

Το κόστος παροχής νωπού αέρα στα κτίρια είναι πολύ υψηλό, λόγω του ενεργειακού περιεχόμενου του χρησιμοποιημένου αέρα και της ενέργειας μεταφοράς του. Ο έλεγχος του CO₂ δεν αποτελεί καινούργια παράμετρο, αφού ήδη από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα Αμερικάνοι μηχανικοί γνώριζαν τις μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης αυτής της μεθόδου. Όπως αναφέρουν στο εγχειρίδιο μηχανικού του 1916, «Μέσω του CO₂ θα πρέπει να ελέγχεται η ανανέωση της ατμόσφαιρας και η κατανομή του αέρα στο χώρο. Το ποσοστό του CO₂ δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 8 έως 10 μέρη ανά 10.000 μέρη».

Σύμφωνα με τα παλαιά πρότυπα, η οδηγία EN1946 της ΕΕ και το πρότυπο ASHRAE 62-1989 των ΗΠΑ, προσδιορίζουν τη ποσότητα καθαρού αέρα με βάση το εμβαδόν και ένα σταθερό αριθμό ατόμων. Το νέο πρότυπο EN13779 της ΕΕ περιλαμβάνει την επιλογή της διαμόρφωσης της παροχής καθαρού αέρα, ως μεταβλητή σε συνάρτηση με την ποιότητα του αέρα και η ποιότητα του αέρα θεωρείται σημαντικό στοιχείο ενός οικονομικά αποδοτικού συστήματος κλιματισμού.

Η τεχνική μέτρησης στους σύγχρονους αισθητήρες CO₂ αναφέρεται παρακάτω,

- Μια πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει ακτινοβολία μέσω πατενταρισμένου κυματοδηγού
- Ένα οπτικό φίλτρο από το οποίο διέρχεται μόνο το επιθυμητό μήκος κύματος
- Ένας ανιχνευτής που προσδιορίζει τη ποσότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό CO₂ στο θάλαμο τόσο μικρότερη είναι η ποσότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που καταλήγει στον ανιχνευτή.



Εικόνα 5.9: Σύγχρονοι αισθητήρες CO₂

Οι αισθητήρες μπορούν να περιλαμβάνουν επίσης έναν αναλογικό ρυθμιστή και/ή ένα απλό οριοδιακόπτη. Στην περίπτωση αυτή παρέχεται η δυνατότητα απευθείας διαχείρισης μικρών εφαρμογών μέσω του συστήματος ελέγχου του αισθητήρα. Σε κάθε περίπτωση μεταδίδεται ένα γραμμικό σήμα εξόδου 0...10 V ή 4...20 mA, το οποίο αντιστοιχεί στη συγκέντρωση CO₂ σε ppm (μέρη ανά εκατομμύριο). Ανάλογα με την ακρίβεια του αισθητήρα και το προφίλ απαιτήσεων, αυτό το σήμα εξόδου μπορεί να κλιμακοποιείται για διάφορα πεδία μετρήσεων. Κατά κανόνα, οι αισθητήρες θα πρέπει να καλύπτουν ένα πεδίο μέτρησης 0...2000 ppm CO₂. Η μέτρηση βασίζεται στις ιδιότητες απορρόφησης του CO₂. Η δράση αυτού του αερίου μπορεί να φιλτραρισθεί επιλεκτικά από όλες τις άλλες επιδράσεις, γεγονός που καθιστά δυνατή την επίτευξη αποτελεσμάτων μέτρησης εξαιρετικής ακρίβειας.

Αυτή η μέθοδος μέτρησης έχει αποδειχθεί εξαιρετικά ακριβής και αξιόπιστη στο βαθμό, που δεν απαιτείται πλέον βαθμονόμηση. Είναι η πλέον αξιόπιστη και ακριβής μεταξύ των διαθέσιμων μεθόδων μέτρησης. Ανάλογα με το είδος του συστήματος, οι αισθητήρες μπορούν να εγκαθίστανται στο τοίχο μέσα στον αντίστοιχο χώρο ή μέσα στον αγωγό εξαγωγής χρησιμοποιημένου αέρα.

Αυτή η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα εξαερισμού όλων των κτιρίων επαγγελματικής χρήσης με διαρκώς υψηλή ή κυμαινόμενη πυκνότητα επισκεπτών. Ιδίως είναι σκόπιμη η χρήση σε κτίρια γραφείων, σχολεία, συνεδριακά κέντρα, θέατρα, σούπερ-μάρκετ, κέντρα θεραπειών και κινηματογράφους. Ένα σύστημα ελέγχου CO₂ προσαρμόζεται στο αντίστοιχο σύστημα θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού. Στα νέα συστήματα, ο εξαερισμός περιλαμβάνει επίσης τη θέρμανση και την ψύξη λόγω των απωλειών μετάδοσης (χωρίς στατική θέρμανση και ψύξη). Στην περίπτωση αυτή ισχύουν οι εξής προδιαγραφές:

- Για μεταβλητή παροχή καθαρού αέρα και λειτουργία κενού χώρου απαιτείται ένας θάλαμος ανάμειξης.
- Ο καθαρός αέρας παρέχεται με τον ελάχιστο αριθμό στροφών ανεμιστήρα.
- Ο αριθμός στροφών του ανεμιστήρα πρέπει να αυξάνεται όταν ο ελάχιστος αριθμός στροφών δεν επαρκεί για την απαιτούμενη ποιότητα αέρα, θέρμανση ή ψύξη.
- Σε κτίρια ενιαίου χώρου, όπως κινηματογράφους, αίθουσες θεάτρων και σούπερ-μάρκετ, ο αισθητήρας πρέπει να βρίσκεται στον αγωγό εξαγωγής αέρα.



Εικόνα 5.10: Επιπτώσεις στον έλεγχο ποιότητας αέρα

Η εξοικονόμηση μπορεί να υπολογιστεί,

- Χάρη στη μειωμένη θερμαντική και ψυκτική ενέργεια. Ουσιαστικά λόγω των περιττών απωλειών ενέργειας, λόγω της υπερβολικής παροχής 10.000 m³/h αέρα.
Κατά την θερινή περίοδο = 4 μήνες ψύξη από εξωτερική θερμοκρασία 30 °C σε 26 °C.
Κατά τη χειμερινή περίοδο = 4 μήνες θέρμανση από εξωτερική θερμοκρασία 4 °C στους 22 °C.
Έχουμε εξοικονομούμενη ψυκτική ενέργεια = 7.100 kWh , οικονομία = 2.130 € και
Εξοικονομούμενη θερμαντική ενέργεια = 32.000 kWh, οικονομία = 2.331 €
δηλαδή συνολικά 4.461 €/ έτος.
- Εξοικονόμηση χάρης την μειωμένη παροχή αέρα. Περιττές απώλειες ενέργειας, λόγω της υπερβολικής παροχής 10.000 m³/h «νωπού» αέρα. Η μείωση της ογκομετρικής παροχής αέρα από 20.000 m³/h σε 10.000 m³/h μπορεί να εξοικονομήσει έως 5.800 €/ έτος

Αισθητήρας ποιότητας εσωτερικού αέρα (IAQ: Indoor Air Quality)

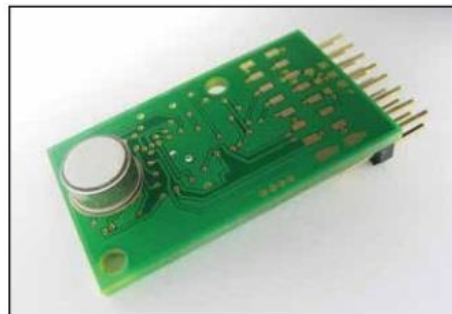
Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα ήταν ανέκαθεν ένα μέτρο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του επιπέδου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Οι περισσότεροι καταναλωτές, αξιολογούν την ποιότητα του αέρα, από τη ποσότητα των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) , όπως καπνός, οσμές μαγειρέματος, βίο-εκροές, εξωτερικοί ρύποι ή οσμές που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Ενώ λοιπόν, η θερμοκρασία και η υγρασία είναι εύκολο να μετρηθούν, οι αισθητήρες για τη μέτρηση του CO₂ (απορρόφηση IR) είναι αρκετά ακριβή και η ανίχνευση της ποσότητας των πτητικών οργανικών ενώσεων ήταν ανέφικτη μέχρι τώρα.

Figure 1 – Examples of VOCs and Sources

Substance Group	Example	Sources
Alkanes	heptane, methane	human breath, bio-effluents
Alcohols	alcohol, mineral spirits	cleaning supplies
Aldehydes	formaldehyde	building materials
Ketones	butanone	paints
Esters	methyl acetate	glues
Terpenes	pinene	perfumes and glues
Aromatics	xylol	paints and glues

Εικόνα 5.11: Παραδείγματα και πηγές πτητικών οργανικών ενώσεων

Ο αισθητήρας ποιότητας αέρα είναι χαμηλού κόστους, συμπανής λύση για την ανίχνευση κακής ποιότητας αέρα. Ουσιαστικά αυτή η συσκευή, χρησιμοποιεί τεχνολογία μικρο-μηχανικού ημιαγωγού οξειδίων μετάλλου (MOS), για να ανιχνεύσει ένα ευρύ φάσμα των πτητικών οργανικών ενώσεων, συσχετίζοντας το άμεσα με τα επίπεδα του CO₂ στον εσωτερικό χώρο.



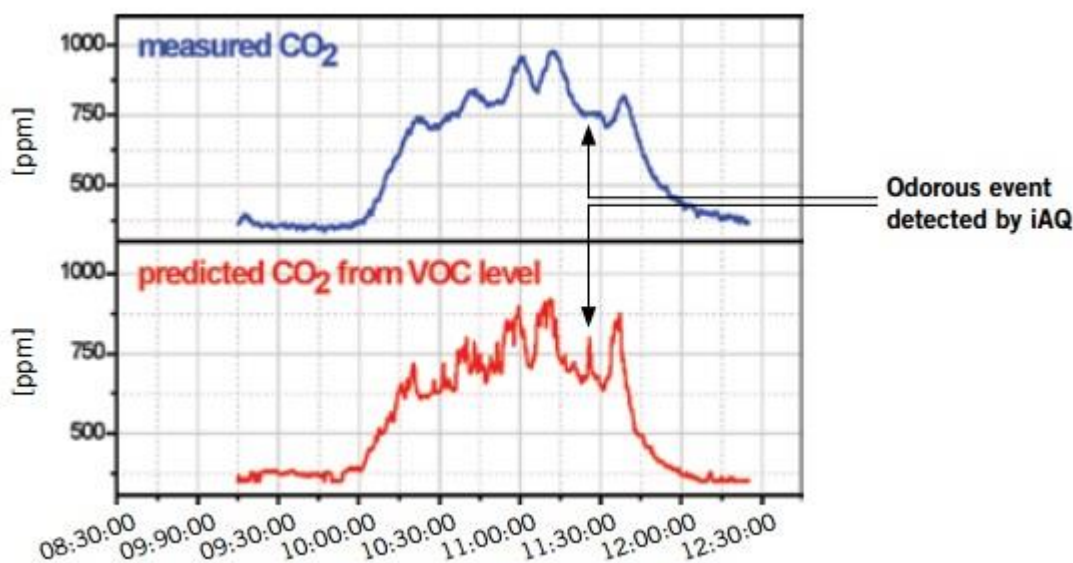
iAQ-2000 Indoor Air Quality Module

Εικόνα 5.12: Αισθητήρας ποιότητας αέρα

Ο πυρήνας είναι εξοπλισμένος με ένα στοιχείο αισθητήρα MOS για την ανίχνευση ενός ευρέως φάσματος των αναγωγικών αερίων όπως CO (μονοξειδίου του άνθρακα) και πτητικών οργανικών ενώσεων. Μια μεταβολή της αντίστασης με την παρουσία των αερίων αυτών παράγει ένα σήμα που μεταφράζεται σε μέρη ανά εκατομμύρια μονάδες (ppm) CO₂. Όταν σημειώνεται υπέρβαση των καθορισμένων ορίων κατωφλίου, η συσκευή ενημερώνει το σύστημα να ξεκινήσει δραστηριότητες, όπως η αύξηση εξαερισμού ή απελευθερώνοντας άρωμα, ή η παροχή ένα μήνυμα για να ανοίξετε ένα παράθυρο ή να μεταβείτε σε έναν καθαρότερο περιβάλλον κ.λπ. Όταν ελαχιστοποιούνται τα επίπεδα VOC, η συσκευή καθοδηγεί το σύστημα για να επιστρέψετε στην κατάσταση αναμονής, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια, μείωση του λειτουργικού κόστους και διατήρηση ενός υγιούς περιβάλλοντος.

Σκοπός είναι η ποιότητα του αέρα να είναι, όσο το δυνατόν, πιο κοντά στην ανθρώπινη αντίληψη. Σε κάθε ζήτηση ελεγχόμενου αερισμού, όπου η ποιότητα του αέρα είναι σημαντική, συμπεριλαμβανομένων των εμπορικών και οικιστικών εγκαταστάσεων (γραφεία, αίθουσες διδασκαλίας, κουζίνες, μπάνια, σαλόνι και υπνοδωμάτια, κλπ.) η Εσωτερική συσκευή ποιότητας αέρα λειτουργεί με ακρίβεια και αξιοπιστία . Πλέον, το μικρό μέγεθος της συσκευής, ανοίγει μια μεγάλη ποικιλία νέων εφαρμογών.

Ένα παράδειγμα εφαρμογής του αισθητήρα ποιότητας εσωτερικού αέρα, είναι στη παρακάτω εφαρμογή, που εγκαταστάθηκε σε μια αίθουσα συσκέψεων, μαζί με ένα αισθητήρα CO₂ για την παρακολούθηση της συγκέντρωσης σε CO₂. Να σημειωθεί ότι ένα πλεονέκτημα της παρακολούθησης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, είναι ότι ανιχνεύουν καλύτερα την κακή ποιότητα αέρα από τους αισθητήρες CO₂.



Εικόνα 5.13: Σύγκριση μετρημένων με προβλεπόμενες ποσότητες CO₂, λόγω του επιπέδου πηθικών οργανικών ενώσεων (VOC) στην αίθουσα συνεδριάσεων.

BEMS

Όπως αναφέραμε και στις προηγούμενες περιπτώσεις, το σύστημα διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου, επιλέγεται ως το καλύτερο για το τρίτο και τελευταίο σενάριο, με τις επιπλέον παραμέτρους που αναλύσαμε.

Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης

- Ολοκληρωμένη διάταξη αυτόματου ελέγχου της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία (ανά λειτουργικό χώρο) με έλεγχο παρουσίας χρηστών (συστήματα ανίχνευσης κίνησης κ.α). Ύπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά αυτόνομο χώρο ιδιοκτησίας κτλ.
- Αυτόματη υδραυλική ή θερμοκρασιακή προσαρμογή του δικτύου διανομής στα θερμικά/ψυκτικά φορτία, με εφαρμογή διατάξεων όπως: σύστημα υδραυλικής ή θερμοκρασιακής αντιστάθμισης ή κυκλοφορητές μεταβλητού σημείου λειτουργίας ή μονάδα παραγωγής θέρμανσης/ψύξης με μεταβλητής θερμοκρασίας παροχή μέσου προς το δίκτυο διανομής ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων.

- Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό/ψυκτικό φορτίο και απόδοση).

Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα

- Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών και της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.
- Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).
- Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου ανά χώρο).
- Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης.

Προσθήκη VAM για την ανάκτηση θερμότητας

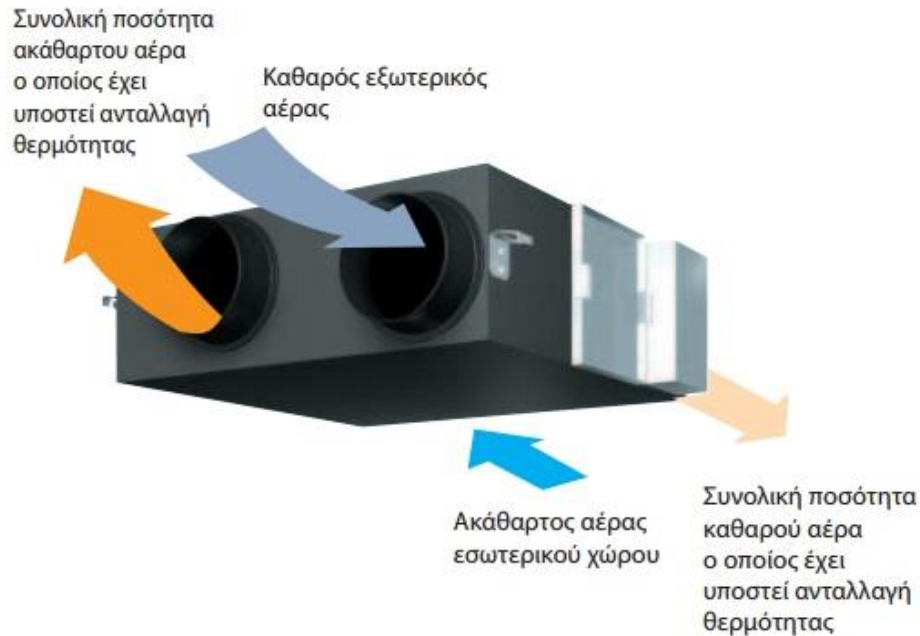
Οι εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα, χρησιμοποιούνται συνήθως σε κτίρια του τριτογενή τομέα, σε εγκαταστάσεις κλιματισμού-εξαερισμού, για την ανάκτηση μέρους της απορριπτόμενης ενέργειας. Οι εναλλάκτες διατίθενται σε δύο τύπους,

- Πλακοειδής και
- Περιτροφικούς

Στους πλακοειδής εναλλάκτες, η μονάδα αποτελείται από δύο εξαεριστήρες διπλής αναρρόφησης 1 ή 3 ταχυτήτων (προσαγωγής και απαγωγής) φίλτρα αέρος για κάθε εξαεριστήρα και τον εναλλάκτη αέρος σε πλάκες αλουμινίου.

Στους περιστροφικούς εναλλάκτες οι φτερωτές έχουν οπισθοκλινή περύγια. Οι ανεμιστήρες έχουν επιλεγεί να παρέχουν τη βέλτιστη λειτουργία από άποψη παροχής, στάθμης θορύβου και αποδοτικότητας. Είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται στα συστήματα εξαερισμού με ανάκτηση θερμότητας σε κλιματιστικές μονάδες. Το VAM (Ventilation Absorption Machine) ή HRV (Heat Recovery Ventilator), προσαρμόζει τη θερμοκρασία και την υγρασία του εισερχόμενου νωπού αέρα στις συνθήκες του εσωτερικού χώρου. Η ισορροπία που επιτυγχάνεται μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, επιτρέπει σημαντική μείωση του απαιτούμενου φορτίου ψύξης ή θέρμανσης.

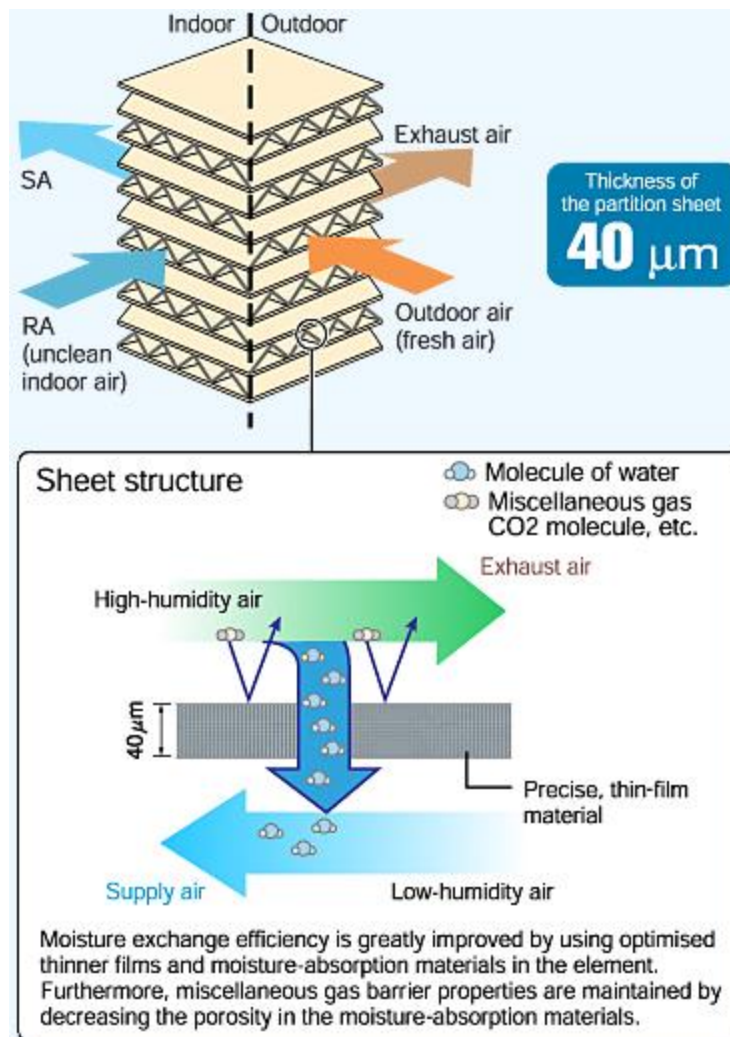
Οι μονάδες VAM, είναι ένα ζεύγος εναλλακτών θερμότητας αέρα-αέρα, που τοποθετούνται στο δίκτυο απαγωγής(εξαερισμού) της εγκατάστασης κεντρικών μονάδων κλιματισμού, οι οποίες απαιτούν προσαγωγή νωπού αέρα. Στις μονάδες (ή συσκευές) αυτές, ο απορριπτόμενος (απαγόμενος αέρας) που έχει τα ψυχομετρικά στοιχεία του κλιματιζόμενου χώρου, (ψυχρός ή θερμός) προψύχει ή προθερμαίνει τον εισερχόμενο αέρα περιβάλλοντος και έτσι η απαιτούμενη ισχύς της κλιματιστικής μονάδας (τοπικής ή κεντρικής), είναι πολύ μικρότερη από εκείνη που θα απαιτούσε η εγκατάσταση για τον πλήρη κλιματισμό ενός κτηρίου, χωρίς VAM.



Εικόνα 5.14: Κατανόηση λειτουργίας του εναλλάκτη θερμότητας

Τα χαρακτηριστικά του προϊόντος

- Εξαερισμός εξοικονόμησης ενέργειας με τη χρήση εσωτερικής θέρμανσης, ψύξης και ανάκτησης υγρασίας
- Ιδανική λύση για καταστήματα, εστιατόρια ή γραφεία που χρειάζονται πολύ ελεύθερο το χώρο για την τοποθέτηση επίπλων, διακοσμητικών στοιχείων και άλλων συσκευών
- Δωρεάν ψύξη όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι κάτω από την εσωτερική θερμοκρασία (π.χ. κατά τη διάρκεια της νύχτας)
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας χάρη στους ανεμιστήρες DC Inverter
- Εμποδίζεται απώλεια ενέργειας από υπερβάλλοντα εξαερισμό, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται η ποιότητα εσωτερικού αέρα με προαιρετικό αισθητήρα CO₂
- Μπορεί να χρησιμοποιείται αυτόνομα ή ενσωματωμένο στο σύστημα VRV
- Ειδικά κατασκευασμένο στοιχείο εναλλάκτη θερμότητας με Χαρτί Υψηλής Απόδοσης (HEP)
- Δεν απαιτείται σωλήνας αποχέτευσης
- Μπορεί να λειτουργεί σε υπερβάλλουσα ή σε κατώτερη πίεση

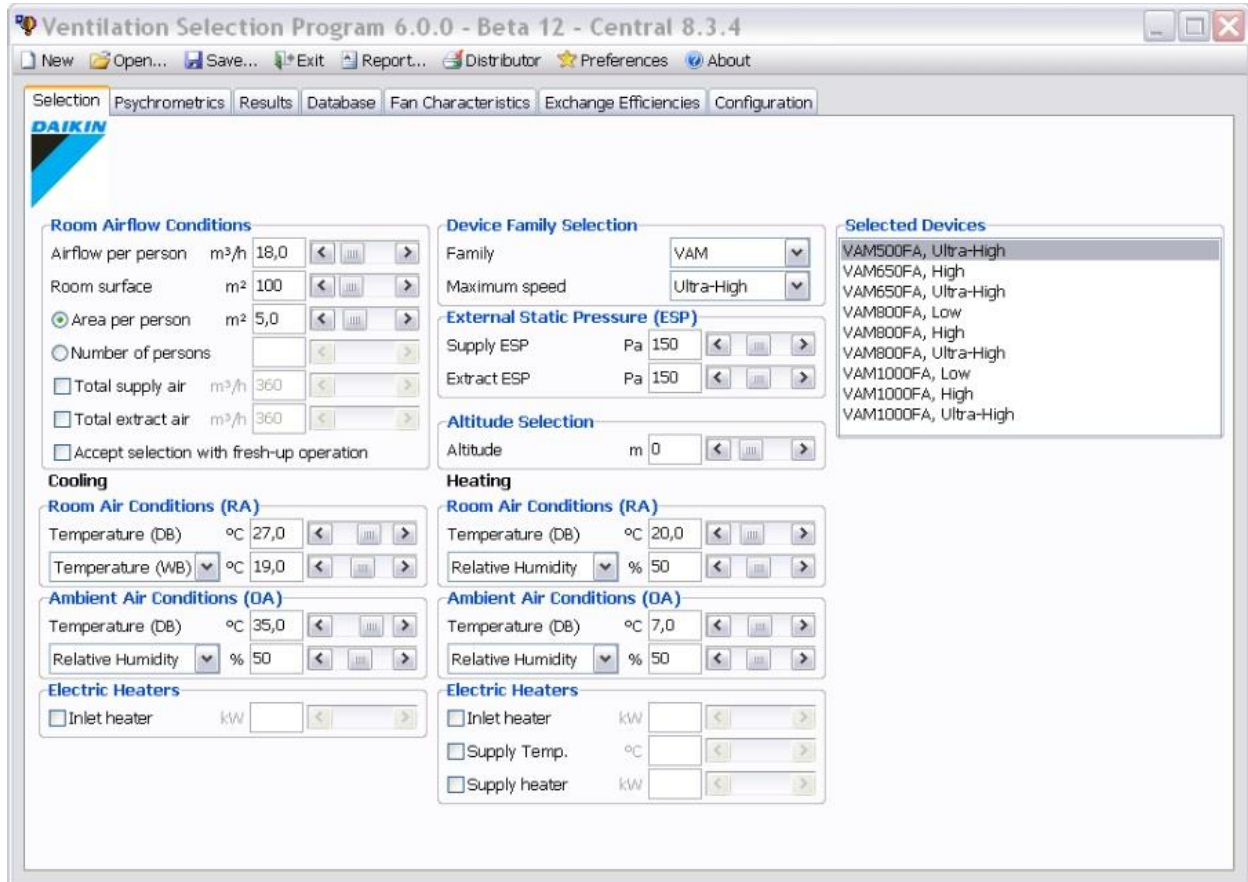


Εικόνα 5.15: Ειδικά κατασκευασμένο στοιχείο εναλλάκτη θερμότητας με Χαρτί Υψηλής Απόδοσης (HEP)

Με το πρόγραμμα Daikin Ventilation Xpress, υπολογίσαμε την εξοικονόμηση λόγω του εναλλάκτη θερμότητας. Τα στοιχεία που κρίνονται απαραίτητα για την επιλογή του, είναι ο ορισμός των στοιχείων,

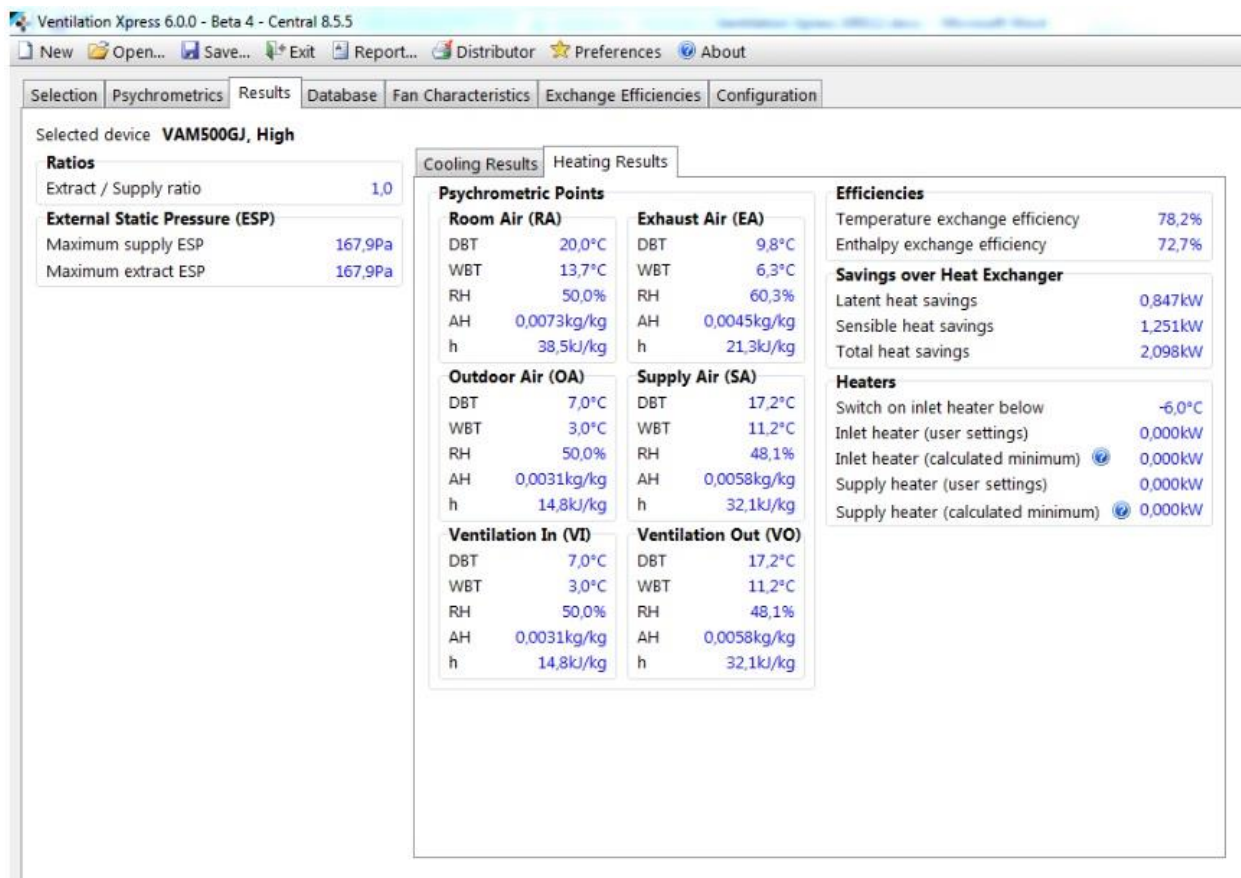
- Εσωτερικές συνθήκες παροχής αέρα (παροχή ανά άτομο ή άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο ή συνολικός αριθμός ατόμων) και με αυτό τον τρόπο ορίζουμε τη λανθάνουσα θερμότητα που εκπέμπουν στο χώρο.
- Στην Ψύξη, ορίζουμε θερμοκρασία υγρού και ξηρού βολβού για τον εσωτερικό χώρο και συνθήκες για τη μέση θερμοκρασία και υγρασία του εξωτερικού αέρα.
- Στην Θέρμανση, ορίζουμε συνθήκες για τη θερμοκρασία και υγρασία του εσωτερικού αέρα και τη μέση θερμοκρασία και υγρασία του εξωτερικού αέρα.
- Ορίζουμε επίσης για το κτίριο, το υψόμετρο από το ύψος της θάλασσας
- Η εξωτερική στατική πίεση, αφορά τη ροή του αέρα που θα περάσει από τις επιλεγμένες μονάδες και εξαρτάται από την αντίσταση που συναντά στη διαδρομή των καναλιών. Γνωρίζοντας τις απαιτούμενες ποσότητες αέρα για τον εσωτερικό χώρο, τις παροχές αέρα στις περσίδες που θα χρησιμοποιηθούν, τα εξαρτήματα των καναλιών και τις αποδεκτές ταχύτητες αέρα που λαμβάνονται λόγω των διαστάσεων των καναλιών, μπορεί να υπολογιστεί η συνολική αντίσταση.

- Προτείνεται θερμαντήρας εισόδου στο VAM, για την αποφυγή συμπυκνωμάτων στο εσωτερικό του εναλλάκτη και σκοπό έχει να δώσει επιπλέον θερμότητα στον αέρα προσαγωγής.
- και διαλέγουμε από τις προτεινόμενες συσκευές, τη κατάλληλη, ανάλογα με τη μέγιστη ταχύτητα που θέλουμε να αποδώσει και τις συνθήκες άνεσης, σύμφωνα με τη ταχύτητα του ανεμιστήρα και το θόρυβο της συσκευής.



Εικόνα 5.16: Δεδομένα και επιλογή κατάλληλου εναλλάκτη θερμότητας

Ως αποτέλεσμα από το πρόγραμμα, έχουμε τα σημεία στον ψυχομετρικό χάρτη για τις συγκεκριμένες θερμοκρασίες που ορίσαμε και την ποσοστιαία αποδοτικότητα από την ανταλλαγή θερμοκρασίας και ενθαλπίας. Επίσης λαμβάνουμε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας από την εναλλαγή θερμότητας, σε λανθάνουσα και αισθητή θερμότητα, καθώς και την συνολική εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 5.17: Αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας λόγω εναλλάκτη θερμότητας

Ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης ποσότητας εξωτερικού νωπού αέρα ανά ώρα, για τον έλεγχο της εσωτερικής ποιότητας του αέρα από τους ρύπους που προέρχονται από τους ανθρώπους και τις δραστηριότητες τους, γίνεται με βάση αφενός τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται μέσα σε ένα κλειστό χώρο και αφετέρου από την συγκεκριμένη χρήση του χώρου. Σε περιπτώσεις που υπάρχουν και άλλες πηγές ρύπων όπως για παράδειγμα οικοδομικά υλικά, έπιπλα κλπ., οι οποίες απελευθερώνουν επιπλέον ατμοσφαιρικούς ρύπους, τότε μπορεί να αυξηθούν οι απαιτούμενες ποσότητες νωπού αέρα, οπότε απαιτούνται ειδικοί υπολογισμοί κατά περίπτωση.

Τα επίπεδα αναγκαίου νωπού αέρα ανά άτομο, δίνονται από τεχνικές οδηγίες που έχει εκδώσει το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας [ΤΟΤΕΕ 2425/86] (Πίνακας 4.1). Στον πίνακα δεν γίνεται διάκριση για 'καπνίζοντες' και 'μη καπνίζοντες', αφού οι υψηλά συνιστώμενες τιμές αντιστοιχούν σε χώρους καπνίζόντων. Κατά τους διεθνείς κανονισμούς, θεωρούνται χαμηλές οι ελάχιστες τιμές του Πίνακα 4.1, καθώς βασίζονται στη παραδοχή ότι η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα φρέσκου αέρα ανά άτομο είναι 8,5 m³/h*άτομο. Έτσι λοιπόν η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα για τον αερισμό ενός καταστήματος, υπολογίζεται από τη σχέση,

$$\text{(Αριθμός των ατόμων που υπάρχουν στο κατάστημα)} \times \text{(Απαιτούμενη ποσότητα φρέσκου αέρα για τον αερισμό του καταστήματος)}$$

Ο αριθμός των ατόμων, υπολογίζεται από την παραδοχή που έχει γίνει για το κατάστημα των ZARA, ότι υπάρχει 1 άτομο ανά 3 m² και στη συνέχεια διαιρείται το εμβαδόν του κάθε ορόφου με 3 m²/ άτομο, για να προκύψει το αποτέλεσμα των ατόμων. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε στον παρακάτω πίνακα τις διαστάσεις του κτιρίου, όπως έχουν υπολογιστεί από τα σχέδια.

ΚΥΡΙΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ (m)	ΟΓΚΟΣ (m ³)
Υπόγειο (-2)	269,5	77	808,5
Υπόγειο (-1)	173	59,5	605,5
Ισόγειο	222	62,5	821,4
Α' Όροφος	235	62,5	869,5
Β' Όροφος	235	62,5	869,5

Πίνακας 5.9: Διαστάσεις κλιματιζόμενου χώρου, από αρχιτεκτονικά σχέδια

Έτσι για κάθε όροφο του καταστήματος, υπολογίζουμε την παροχή νωπού αέρα που απαιτείται, όταν η ελάχιστη ποσότητα νωπού, σύμφωνα με το πίνακα της TOTEE σε (m³/h*άτομο) για καταστήματα είναι 22 m³/h*άτομο. Επίσης με το πρόγραμμα της Daikin, παρουσιάζουμε και την εξοικονόμηση ενέργειας σε ψύξη και θέρμανση των φορτίων κλιματισμού, χάρις την εγκατάσταση εναλλάκτη θερμότητας. Θεωρήσαμε ότι έχουμε εσωτερική θερμοκρασία 25 °C/ 50% υγρασία και εξωτερική θερμοκρασία 35 °C/ 50% υγρασία. Οι πίνακες παρακάτω μας δείχνουν την συνολική εξοικονόμηση των φορτίων σε λανθάνουσα και αισθητή θερμότητα. Av

ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ (Cooling)	ΑΤΟΜΑ/m ²	ΠΑΡΟΧΗ ΝΩΠΟΥ (m ³ /h)	ACH (αλλαγές αέρα/h)	LATENT HEAT SAVINGS (kW)	SENSIBLE HEAT SAVINGS (kW)	TOTAL SAVINGS (kW)
ΥΠΟΓΕΙΟ (-2)	90	1980	2.45	3,231	4,454	7,685
ΥΠΟΓΕΙΟ (-1)	58	1276	2.11	2,17	2,946	5,134
ΙΣΟΓΕΙΟ	74	1628	1.98	2,832	3.760	6,592
Α' ΟΡΟΦΟΣ	79	1727	1.99	2,952	3,959	6,911
Β' ΟΡΟΦΟΣ	79	1727	1.99	2,952	3,959	6,911

Πίνακας 5.10: Πίνακας εξοικονόμησης σε λανθάνουσα και αισθητή θερμότητα σε λειτουργία ψύξης

Μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε τον ελάχιστο αριθμό αλλαγών νωπού αέρα την ώρα (Air Changes per Hour- ACH), όπου είναι το πηλίκο της (Παροχής Νωπού/ Όγκο κλιματιζόμενου χώρου). Έτσι λοιπόν για το Υπόγειο (-2), έχουμε 1980 (m³/h) / 808.5 (m³) = 2.45 εναλλαγές αέρα ανά ώρα.

Τα αποτελέσματα εξοικονόμησης, που παίρνουμε για τη λειτουργία ψύξης είναι συνολικά 33.2 kW (ψυκτικής ισχύος). Εμείς όμως για κάθε όροφο έχουμε τα εξής φορτία, όπως υπολογίστηκαν από τη 4M-Ψυκτικά Φορτία και επιλέχθηκαν στη συνέχεια οι προτεινόμενες μονάδες (Daikin) με μια προσαύξηση 20%.

	Ψυκτική Ισχύς (kW)	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ(m ³ /h)
Υπόγειο (-2)	28,4	3960
Υπόγειο (-1)	44,2	6690
Ισόγειο	72,8	7890
Α' Όροφος	49,8	7500
Β' Όροφος	52,6	7890

Πίνακας 5.11: Ψυκτική Ισχύς και Παροχή αέρα μηχανημάτων

Επομένως η συνολική ψυκτική ισχύς είναι 247.8 kW και με τη χρήση του εναλλάκτη θερμότητας εξοικονομούμε 33.2 kW, το οποίο μεταφράζεται άμεσα σε μικρότερη δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση, είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη ψύξη, λόγω των κλιματικών δεδομένων της Ελλάδας και των θερμικών κερδών που έχουμε από τον τεχνητό φωτισμό, άτομα και φυσικό φωτισμό. Τα ψυκτικά φορτία, που καλύπτονται σε ένα κτίριο στην Ελλάδα, είναι αναμενόμενο ότι θα καλύπτουν και τα φορτία σε θέρμανση, λόγω των ήπιων θερμοκρασιών που έχουμε κατά τη διάρκεια του χειμώνα, κυρίως στις κλιματικές ζώνες Α και Β. Οι συνθήκες που επιλέξαμε είναι, εσωτερικός αέρας 20 °C/ 50% υγρασία και εξωτερικές συνθήκες 0 °C/ 80% υγρασία. Ο πίνακας παρακάτω μας δείχνει τα φορτία της θέρμανσης, όπως επιλέχθηκαν από τις προτεινόμενες συσκευές, με μία μικρή προσαύξηση.

	Θερμική Ισχύς (kW)	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ(m ³ /h)
Υπόγειο (-2)	32	3960
Υπόγειο (-1)	50,5	6690
Ισόγειο	61	7890
Α' Όροφος	56	7500
Β' Όροφος	59,5	7890

Πίνακας 5.12: Θερμική Ισχύς και Παροχή αέρα μηχανημάτων

Ο πίνακας με τα αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας σε θέρμανση, είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τη ψύξη και παρουσιάζεται παρακάτω

ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ (Heating)	ΑΤΟΜΑ/m ²	ΠΑΡΟΧΗ ΝΩΠΟΥ (m ³ /h)	LATENT HEAT SAVINGS (kW)	SENSIBLE HEAT SAVINGS (kW)	TOTAL SAVINGS (kW)
ΥΠΟΓΕΙΟ (-2)	90	1980	7,311	3,949	11,261
ΥΠΟΓΕΙΟ (-1)	58	1276	4,895	2,628	75,523
ΙΣΟΓΕΙΟ	74	1628	6,326	3.334	9,659
Α' ΟΡΟΦΟΣ	79	1727	6,617	3.510	10,127
Β' ΟΡΟΦΟΣ	79	1727	6,617	3.510	10,127

Πίνακας 5.13: Πίνακας εξοικονόμησης σε λανθάνουσα και αισθητή θερμότητα σε λειτουργία θέρμανσης

Η συνολική εξοικονόμηση σε θέρμανση που πετυχαίνουμε, μέσω του εναλλάκτη θερμότητας VAM, είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή σε ψύξη. Συνολικά έχουμε εξοικονόμηση θερμικής ισχύος, 116.7 kW με συνολική θερμική ισχύ σε όλο το κτίριο 259 kW. Ουσιαστικά τα μισά φορτία εξοικονομούνται, λόγω της χρήσης του εναλλάκτη, κάτι το οποίο σημαίνει ότι η λειτουργία του συμφέρει καταλυτικά στη μείωση των φορτίων και στην ανάκτηση σημαντικού ποσοστού θερμότητας του νωπού αέρα.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, μετά τις παρεμβάσεις που έγιναν στο κτηριακό κέλυφος παρατηρούμε κάποια εξοικονόμηση στο πίνακα του σεναρίου βελτίωσης. Χαρακτηριστικά,

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο (Καταστήματα)
Θέρμανση	11.9	2.6
Ψύξη	53.3	23.9
Φωτισμός	133.2	64.1
ZNX	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	212.4	104.6

Πίνακας 5.14: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε κτήρια καταστημάτων ανά τελική χρήση

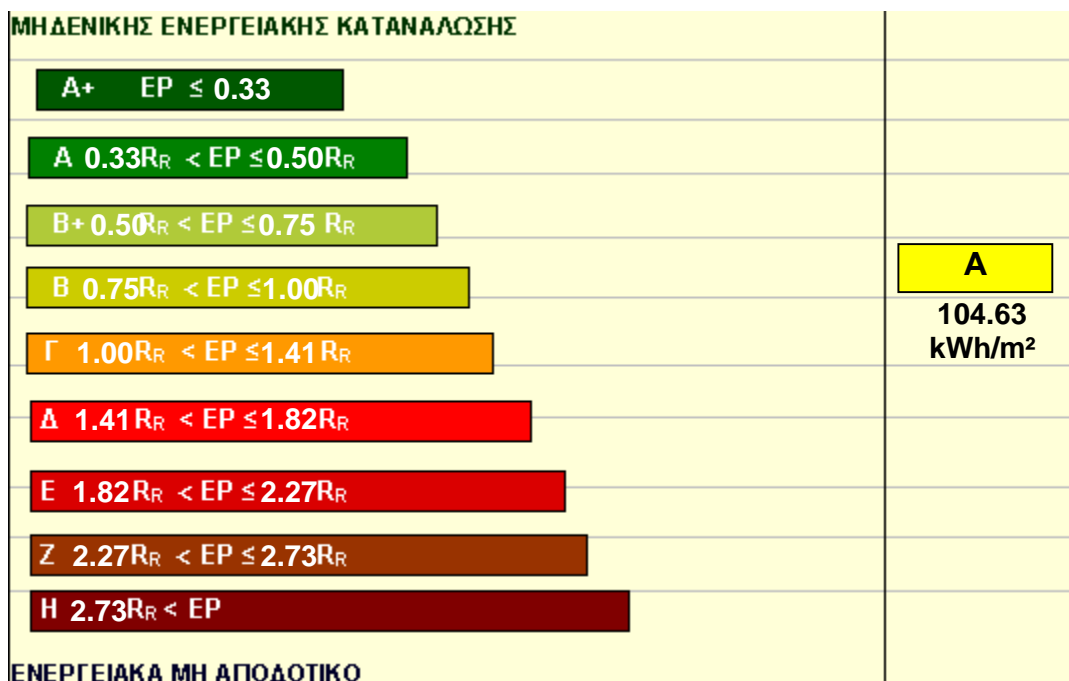
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	104.6	35.7
Σύνολο	104.6	35.7

Πίνακας 5.15: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο υπό μελέτη κτήριο και έκλυση αερίων ρύπων



Σχήμα 5.4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου για το τρίτο σενάριο

Το κτήριο λοιπόν σύμφωνα με την κατάσταση που θεωρήσαμε στο τρίτο σενάριο, κατατάσσεται ενεργειακά σύμφωνα με το πρόγραμμα της 4Μ-KENAK, στην ενεργειακή κατηγορία Α, με δείκτη $\frac{104,6}{212,4} = 0,49EP$. Όπου 104.6 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου και 212.4 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς.



Εικόνα 5.18: Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου

5.6 Συμπεράσματα

Όλες οι παρεμβάσεις που δείξαμε, ως πιο πιθανές έχουν ένα κόστος αρκετά μεγάλο, αλλά αποτελούν μια σίγουρη επένδυση για το κτήριο. Η αρχική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου, συγκρίνεται με τα σενάρια βελτίωσης και παρουσιάζεται η εξοικονόμηση ενέργειας σε kWh/m² ετησίως του εξεταζόμενου κτηρίου καθώς κι η εξοικονόμηση, μεταξύ των σεναρίων. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε, την μείωση των εκπομπών σε CO₂ που καταφέρνουμε, με την εφαρμογή των παρεμβάσεων και το περιβαλλοντικό όφελος που έχουν οι βελτιώσεις αυτές για τον αστικό ιστό. Τέτοια κτίρια με υψηλή ενεργειακή απόδοση και εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να αποτελούν παράδειγμα για κτίρια του τριτογενή τομέα, καθώς και οι τεχνικές βελτιώσεις που προτείνονται.

Παρουσιάζουμε λοιπόν στα σενάρια που δημιουργήσαμε, την εξοικονόμηση ενέργειας με το εξεταζόμενο κτήριο, την σύγκριση αυτών με τα προηγούμενα σενάρια, το συνολικό κόστος παρεμβάσεων, την περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης σε έτη, τη μείωση εκπομπών διοξειδίου και συνολικά τι κερδίζουμε και τι επιπτώσεις έχουν συνολικά στο κτήριο μας.

ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Στο πρώτο σενάριο, προτείνουμε το “ντύσιμο” του κτηρίου με εξωτερική θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης, πάχους 40mm καθώς και της οροφής με πάχος 70mm. Προτείνουμε λοιπόν, τα μονωτικά

υλικά της DOW, ως τα πιο συνηθισμένα για τα ελληνικά κτίρια και ευρέως διαδεδομένα στην αγορά. Το κόστος για την εξωτερική θερμομόνωση (DOW Wallmate 2500x600x40) είναι 7.23 €/m² και για την οροφή (DOW Roofmate 1250x600x70) είναι 13,25 €/m². Για την προσθήκη θερμομόνωσης λοιπόν στους τρεις ορόφους, έχουμε συνολική επιφάνεια εξωτερικών πλαϊνών επιφανειών 743,7 m².

Για τον υπολογισμό μιας ολοκληρωμένης θερμομόνωσης θα χρειαστούμε τα παρακάτω υλικά,

- Το θερμομονωτικό υλικό πάχους 40mm
- Υλικό επικόλλησης για το θερμομονωτικό υλικό
- Κόλλα ως τελικό επίχρισμα
- Υαλόπλεγμα με καρέ 5x5mm
- Εκτονούμενα βύσματα στερέωσης
- Αστάρι
- Έγχρωμο ακρυλικό σιλικονούχο σοβά κοκκομετρίας 1mm
- Γωνιόκρανα PVC με υαλόπλεγμα

Αυτά λοιπόν κοστολογούνται στα 17,21 €/m² και συνολικά στα 12.790 €.

Η οροφή, θα θερμομονωθεί κι αυτή με ανεστραμμένη μόνωση ταράτσας, όπως προτείναμε στην αρχή. Τα τετραγωνικά της ταράτσας είναι 272 m² και αυτά θα χρειαστεί να μονωθούν για μια ολοκληρωμένη λύση θερμομόνωσης του κτηρίου. Ο υπολογισμός του κόστους εξωτερικής θερμομόνωσης έγινε συνολικά, βάσει των υλικών που θα χρειαστούμε. Αναφέρουμε λοιπόν τι θα χρειαστούμε,

- Μονωτικά υλικά για μόνωση ταράτσας πάχους 70mm
- Υαλόπλεγμα με καρέ 5x5mm
- Ασφαλόπανο πολυεστέρα 4,5 kg/m με ευκαμψία ως τους -10 °C
- Ασφαλτική κόλλα

Το κόστος λοιπόν ανά τετραγωνικό υπολογίζεται στα 15.22 €/m² και συνολικά στα 4.140€. Να σημειωθεί ότι οι υπολογισμοί έγιναν με τη φόρμα υπολογισμού του www.monotikaylika.gr.

Το κατάστημα επίσης, διαθέτει μεγάλα ανοίγματα στην πρόσοψη, το οποίο συνεπάγεται ότι έχουμε μεγάλες απώλειες. Οι ενεργειακοί υαλοπίνακες είναι οι καταλληλότεροι για την μείωση των φορτίων και την εξοικονόμηση ενέργειας, αφού έχουν πολύ μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας. Οι Low-E λοιπόν, υπολογίζονται περίπου με 80- 110 €/m² με επιπλέον κόστη, 60-100 € για φύλλα κουφωμάτων και 60-100 € για κάθε φύλλο που αναφέρουμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε επιφάνεια υαλοπινάκων 54.11m², όπως υπολογίστηκαν από τα σχέδια. Άρα λοιπόν η αντικατάσταση των υφιστάμενων με νέα, υπολογίζεται στα 6.250 €.

Συνολικά λοιπόν για την εφαρμογή του πρώτου σεναρίου παρουσιάζουμε τις παρεμβάσεις και τα κόστη αυτών.

Παρεμβάσεις Πρώτου Σεναρίου	Κόστος (€)
1. Προσθήκη Εξωτερικής Θερμομόνωσης	12.790
2. Ανεστραμμένη μόνωση ταράτσας	4.140
3. Αντικατάσταση Υαλοπινάκων	6.250
Σύνολο	23.180

Πίνακας 5.16: Συνολικό κόστος πρώτου σεναρίου

Η μείωση απαιτούμενων ενεργειακών αναγκών που επιτυγχάνουμε στο Πρώτο σενάριο, σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 12.3 kWh/m², δηλαδή 18.548,4 kWh, αν η ΔΕΗ λοιπόν χρεώνει κατά μέση τιμή 0,15 €/ kWh, τότε ουσιαστικά εξοικονομούμε 2.782.26 € ετησίως.

$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{23180}{2782,26} = 8,33 \text{ έτη}$$

Μια τέτοια μεμονωμένη παρέμβαση, θεωρείται ακραία από άποψη πραγματικότητας, εφόσον το κτίριο που μελετάμε είναι ήδη σε πολύ καλή κατηγορία, βάσει των μέτρων που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. Θεωρήσαμε αυτό το σενάριο, ως πρώτη παρέμβαση που μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε κτιριακό κέλυφος, το οποίο δεν λαμβάνει υπόψη τις νέες επιταγές και όρια που θεσπίζει ο κανονισμός. Οι ενέργειες ή βελτιώσεις, που περιγράψαμε, έχουν ως στόχο να μειώσουν τις απώλειες του κτιρίου, κυρίως ως προς τις θερμογέφυρες που προκύπτουν μετά την κατασκευή του και την ουσιαστική βελτίωση του εξωτερικού κελύφους.

ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Το δεύτερο σενάριο περιλαμβάνει τις παρεμβάσεις του πρώτου ως διαδοχικό σενάριο. Όμως εδώ εστιάζουμε στον τεχνητό φωτισμό του καταστήματος που ευθύνεται σημαντικά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου. Σε αυτό το σενάριο προτείνεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες νέας γενιάς LED.

Να επισημάνουμε ότι τα καταστήματα ZARA, χρησιμοποιούν διαφορετικά φωτιστικά σώματα σε κάθε σημείο του καταστήματος, ανάλογα με το προϊόν που θέλουν να αναδείξουν. Είναι πολύ σημαντική η μελέτη της τοποθέτησης των φωτιστικών σωμάτων για ένα εμπορικό κατάστημα, αφού ουσιαστικά αποτελεί ένα είδος marketing και προσέλκυσης πελατών στα σημεία ανάδειξης των προϊόντων. Αναφορικά, στο συγκεκριμένο κατάστημα χρησιμοποιούνται σποτ φθορισμού (35W/70W) στο κεντρικό χώρο του καταστήματος, κρυφοί φωτισμοί LED σε έπιπλα και προθηκες καθώς και ευθύγραμμοι αγωγοί φθορισμού τύπου T5 (36W).

Από το σχέδιο του πίνακα των ηλεκτρικών ισχυρών, μετρήσαμε την ισχύ που έχει κάθε όροφος σε φωτιστικά σώματα

	Εγκατεστημένη Ισχύς (Watt)
Υπόγειο (-2)	4.114
Υπόγειο (-1)	7.620
Ισόγειο	9.251
A' Όροφος	9.551
B' Όροφος	7.053

Πίνακας 5.17: Εγκατεστημένη Ισχύς φωτιστικών

Προτείνουμε λοιπόν την αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού με LED, σύμφωνα με ένα πίνακα αντιστοιχίας που έχουμε δημιουργήσει. Έχουμε δύο τύπου φωτιστικών LED, τα σποτ και τους σωλήνες.

Αντιστοιχία Φθορισμού-LED	
ΣωλήναςΦθορίου T5 (18W)	LED σωλήνας T8 (10W)
ΣωλήναςΦθορίου T5 (36W)	LED σωλήνας T8 (20W)
ΣωλήναςΦθορίου T5 (58W)	LED σωλήνας T8 (20W)
Downlights (35W)	LED Downlight (20W)
Downlights (70W)	LED Downlight (20W)

Πίνακας 5.18: Οριζόντια σχέση αντιστοιχίας LED-Φθορισμου

Όπως αναφέραμε έχουμε φωτιστικά ισχύος 35W και 70W στο εσωτερικό του καταστήματος, τα οποία αντικαθίστανται από λαμπτήρες LED 20W. Η συνολική κατανάλωση για τον φωτισμό, στο υπάρχον κατάστημα είναι 37.589 W. Ο αριθμός των φωτιστικών στο κατάστημα είναι όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα,

	Αριθμός & Είδος Φωτιστικών
Υπόγειο (-2)	61 (36W(T5))
Υπόγειο (-1)	80 (40x(70W)+ 40x(35W))
Ισόγειο	95 (20x(T5) + 75 (70W))
A' Όροφος	110 (70W)
B' Όροφος	120 (70W)

Πίνακας 5.19: Αριθμός και είδος φωτιστικών σωμάτων στο υπάρχον κατάστημα

Έχουμε λοιπόν 476 λαμπτήρες φθορισμού στο εσωτερικά, ισχύος 37.589W. Με την αντικατάσταση σε LED 20W, έχουμε νέα εγκατεστημένη ισχύ 9.520W.

Το κόστος για τους λαμπτήρες LED Downlight 20W (σποτ οροφής και τοίχου) είναι 47 €/τμχ και οι λάμπες LED T8 Τύπου Φθορισμού 23W υπολογίζονται στα 35 €/τμχ. Επομένως το συνολικό κόστος αγοράς είναι 20.930 €.

Η μείωση απαιτούμενων ενεργειακών αναγκών που επιτυγχάνουμε στο Δεύτερο σενάριο, σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το Πρώτο είναι 29.1 kWh/m² ετησίως, δηλαδή 43.883 kWh, αν η ΔΕΗ λοιπόν χρεώνει κατά μέση τιμή 0,15 €/ kWh, τότε ουσιαστικά εξοικονομούμε 6.583 € ετησίως, για το μεμονωμένο σενάριο αντικατάστασης μόνο λαμπτήρων σε LED.

$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{20930}{6583} = 3,2 \text{ έτη}$$

Ο συνδυασμός των δύο σεναρίων, λοιπόν έχει αθροιστικό κόστος 23.180€ + 20.930€ = 44.110 €. Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας είναι 41,4 kWh/m² ετησίως, δηλαδή 62.431,2 kWh, με χρέωση της ΔΕΗ στα 0,15 €/ kWh, έχουμε ετήσια εξοικονόμηση 9.365 € ετησίως.

$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{44110}{9365} = 4,7 \text{ έτη}$$

Η παρέμβαση που μελετάμε στο δεύτερο σενάριο, θα μπορούσε να γίνει μεμονωμένα ή να συνδυαστεί με την προσθήκη θερμομόνωσης. Η αλλαγή στον τεχνητό φωτισμό από φθορισμό σε LED, παρουσιάζει μεγάλο αρχικό κόστος αγοράς, το οποίο όμως αποσβένεται σε μικρό χρονικό διάστημα. Θεωρείται πολύ σημαντική λύση εξοικονόμησης για τα κτίρια του τριτογενή τομέα (καταστήματα, εμπορικά, super-market), λόγω της μείωσης των φορτίων σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Αν επιλέξουμε, λοιπόν την απλή αντικατάσταση λαμπτήρων έχουμε ένα κέρδος το οποίο αποπληρώνουμε σε 3,2 έτη, ενώ με τον συνδυασμό θερμομόνωσης παρατηρούμε, ότι λόγω της μεγάλης εξοικονόμησης, το κόστος αποσβένεται σε 4.7 έτη. Να σημειώσουμε ότι πολλά κτίρια του τριτογενή τομέα σήμερα, κατευθύνονται προς αυτή την κατεύθυνση των LED, αφού πρόκειται για μια επένδυση που αποσβένεται με πολύ γρήγορο ρυθμό.

ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Στο τρίτο και τελευταίο σενάριο, μελετάμε την εγκατάσταση εναλλάκτη θερμότητας και τη βελτιστοποίηση των συστημάτων διαχείρισης ενέργειας, προκειμένου να έχουμε πλήρη έλεγχο των φορτίων που καταναλώνουν οι κλιματιστικές μονάδες. Η προσθήκη ενός τέτοιου συστήματος, είναι πολύ σημαντική για πολυώροφα κτίρια γραφείων, λόγω των μεγάλων καταναλώσεων και των υψηλών φορτίων που παρουσιάζουν.

Οι εναλλάκτες θερμότητας επιλέχθηκαν από το πρόγραμμα της Daikin Ventilation Xpress, όπως προαναφέραμε και το κόστος αυτών παρουσιάζεται παρακάτω. Να αναφέρουμε ότι η εκλογή των μονάδων έγινε σύμφωνα με τα στοιχεία της ΤΟΤΕΕ, για την εναλλαγή του αέρα ανά ώρα. Ο εναλλάκτης δεν είναι τίποτε άλλο από ένα σύγχρονο σύστημα εξαερισμού, επομένως για την εκλογή του θέλουμε τα κυβικά αέρα παροχής, τα οποία είναι ουσιαστικά η παροχή νωπού σύμφωνα με όσα αναφέραμε παραπάνω.

	ΠΑΡΟΧΗ ΝΩΠΟΥ (m ³ /h)	ΕΚΛΟΓΗ VAM	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Υπόγειο (-2)	1.980	2000FB	6400
Υπόγειο (-1)	1.276	1500FB	4800
Ισόγειο	1.628	2000FB	6400
A' Όροφος	1.727	2000FB	6400
B' Όροφος	1.727	2000FB	6400

Πίνακας 5.20: Παροχή νωπού αέρα για την εκλογή VAM

Το συνολικό κόστος των εναλλακτών είναι 30.400 €. Αθροιστικά όμως με τα προηγούμενα σενάρια, έχουμε 23.180€ + 20.930€ + 30.400€ = 74.510€

Η μείωση απαιτούμενων ενεργειακών αναγκών που επιτυγχάνουμε στο Τρίτο σενάριο, σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση είναι 78.8 kWh/m² ετησίως, δηλαδή 118.830,4 kWh, αν η ΔΕΗ λοιπόν χρεώνει κατά μέση τιμή 0,15 €/ kWh, τότε ουσιαστικά εξοικονομούμε 17.824,5 € ετησίως.

$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{74510}{17824,5} = 4,2 \text{ έτη}$$

Επομένως σε αυτό το τελευταίο σενάριο, εφαρμόζουμε όλες τις προτεινόμενες βελτιώσεις στο κατάστημα. Παρατηρούμε ότι το όφελος ανά έτος είναι αρκετά μεγάλο, όπως και το κόστος των παρεμβάσεων. Θεωρητικά λοιπόν έχουμε, επέμβει στα καίρια προβλήματα που παρουσιάζει κάθε κτίριο του τριτογενή τομέα. Η εκτιμωμένη περίοδος αποπληρωμής είναι 4,2 έτη και μπορεί να θεωρηθεί αρκετά γρήγορη αποσβεστική επένδυση.

Επίσης η 4M-KENAK κάνει σύγκριση μεταξύ του πρώτου και του τρίτου καθώς και του δεύτερου με το τρίτο σενάριο, σε ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό μας δείχνει το ποσοστό εξοικονόμησης που παρουσιάζει ένα κατάστημα με τις παρεμβάσεις του πρώτου σεναρίου, σε σχέση με τις υποθέσεις του τρίτου. Αντίστοιχα ισχύει για το δεύτερο και το τρίτο σενάριο. Τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι

- Το τρίτο σενάριο παρουσιάζει 63,5% ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το πρώτο, δηλαδή αν είχαμε κάνει μόνο προσθήκη θερμομονωσης, θα είχαμε περαιτέρω εξοικονόμηση 63.5 % για τα άλλα δύο σενάρια
- Το τρίτο σενάριο παρουσιάζει 35,8% ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το δεύτερο, δηλαδή μόνο η προσθήκη του εναλλάκτη θερμότητας μας δημιουργεί μια μείωση 37.4 kWh/m².

Αν εξετάσουμε λοιπόν το σενάριο να έχουμε, μόνο προσθήκη εναλλάκτη θερμότητας VAM, έχουμε όπως είπαμε έχουμε μια μείωση 37.4 kWh/m² ετησίως, δηλαδή 56.400 kWh, η ΔΕΗ χρεώνει κατά μέση τιμή με 0,15 €/ kWh, εξοικονομούμε λοιπόν 8.460 €. Αν λοιπόν η αγορά και εγκατάσταση κοστίζει 30.400€, αποπληρώνουμε σε,

$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{30400}{8460} = 3,6 \text{ έτη}$$

Η προσθήκη μόνο των εναλλακτών θερμότητας, προσφέρει μια αρκετά μεγάλη εξοικονόμηση και ένα σημαντικό όφελος για το κτίριο μας, μετά τα 3,6 έτη.

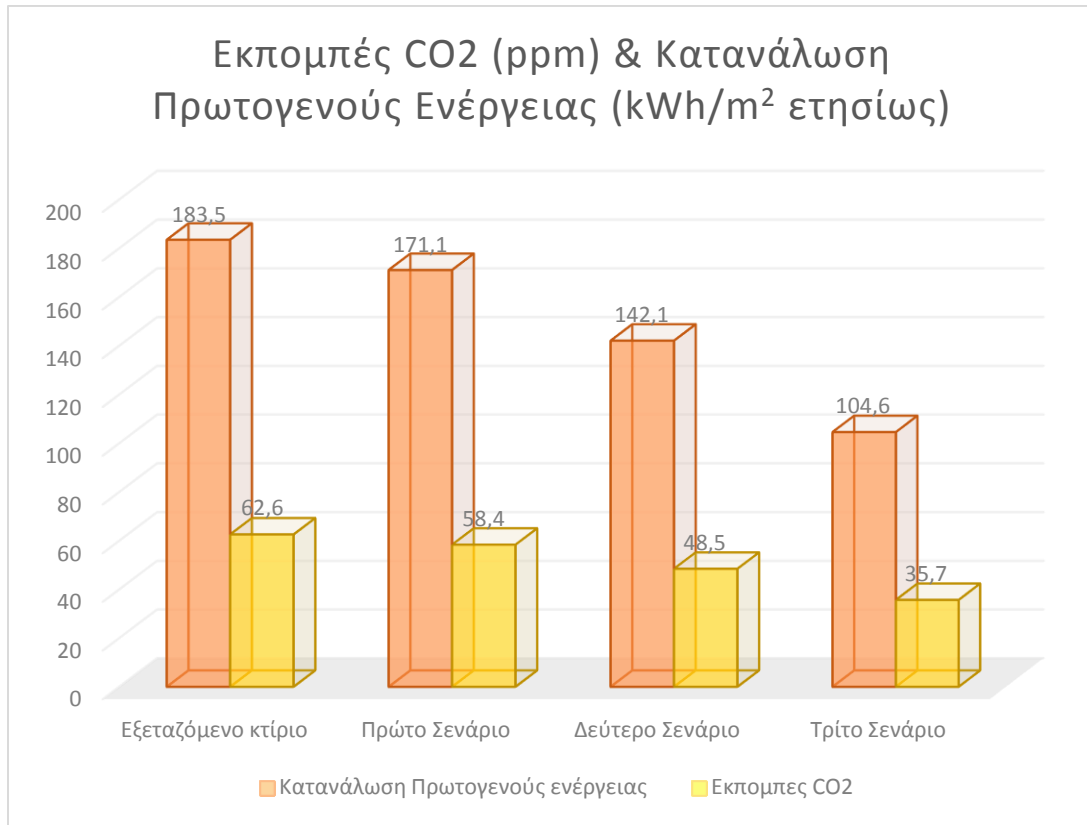
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ					
1 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ					
2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ & ΘΕΡΜΟΜ/ΣΗΣ					
3 ΠΡΟΣΘΗΚΗ VAM & ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ & ΘΕΡΜΟΜ/ΣΗΣ					
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m ²)	(%)		
1		12.3	6.7	4.2	
2		41.4	22.5	14.1	
3		78.8	43.0	26.9	

* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Πίνακας 5.21: Εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση ρύπων CO₂

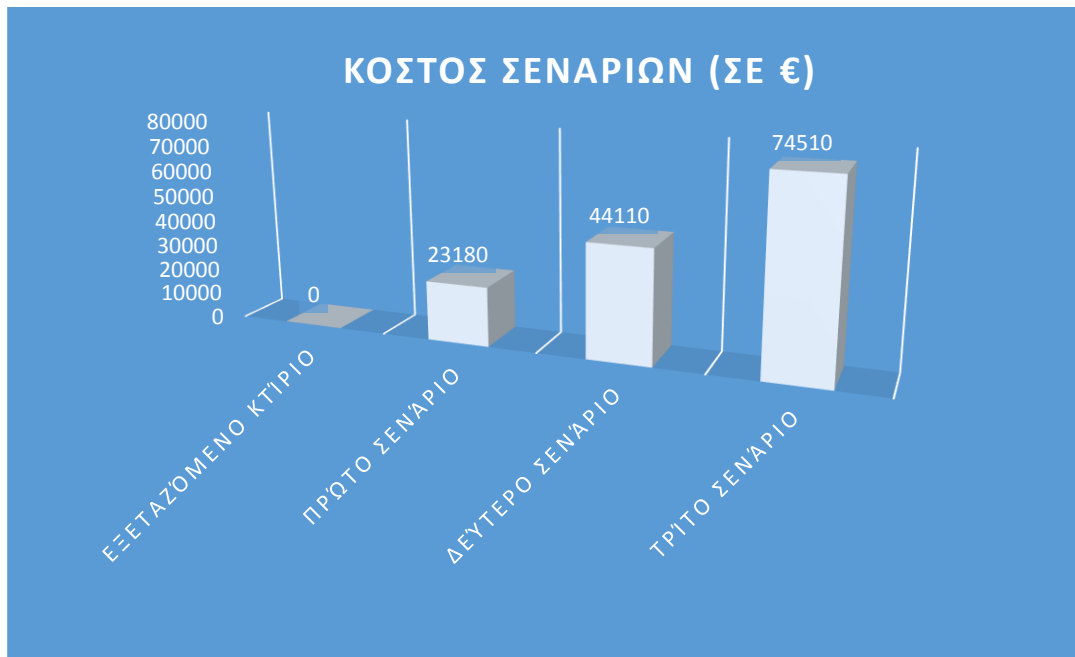
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζουμε συνολικά την εξοικονόμηση σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών σε CO₂. Επίσης παρουσιάζουμε το συνολικό κόστος των

παρεμβάσεων και την εκτιμωμένη περίοδο αποπληρωμής σε έτη καθώς και τα μεμονωμένα σενάρια, για αντικατάσταση λαμπτήρων σε LED και εγκατάσταση εναλλάκτη θερμότητας VAM. Να επισημάνουμε ότι τα κόστη που αναφέρουμε είναι ενδεικτικά και πολύ κοντά στη πραγματικότητα και συμπεριλαμβάνονται τα κόστη εγκατάστασης. Αυτά τα διαγράμματα λοιπόν, βοηθούν στη κατανόηση των εννοιών εξοικονόμησης ενέργειας, πρακτικά. Οι αριθμοί είναι ένα πολύ πρακτικό μέσο, άμεσης κατανόησης και σύλληψης για τον άνθρωπο.

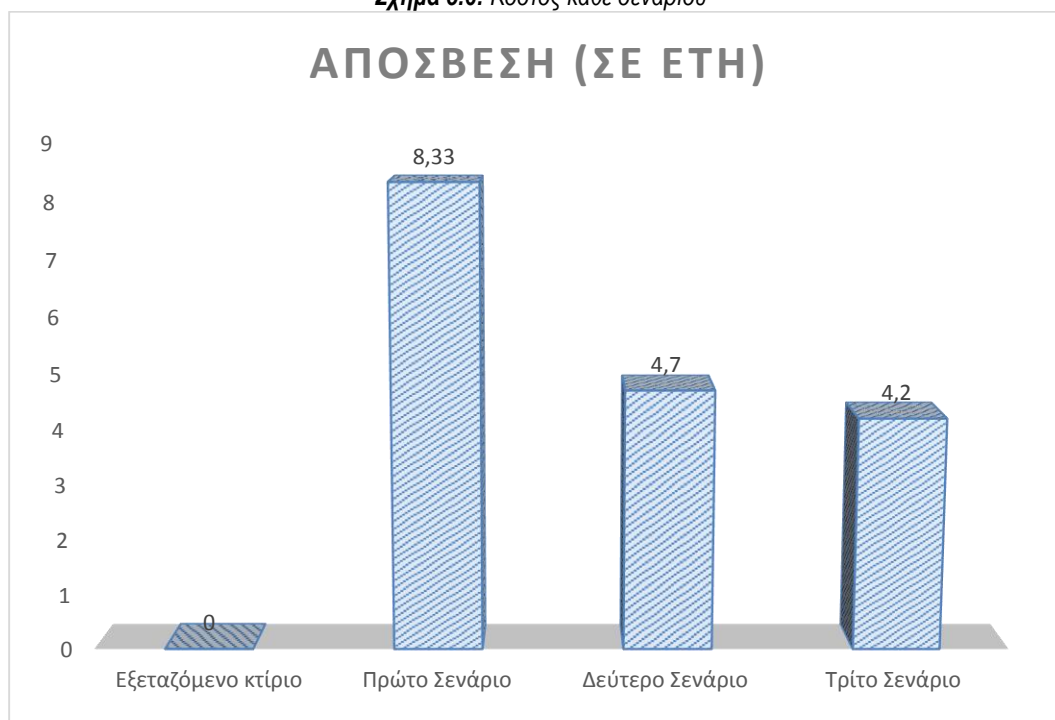


Σχήμα 5.5: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στα διαδοχικά σενάρια

Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα κόστους-απόσβεσης για τα επιλεγμένα σενάρια που δημιουργήθηκαν. Στην συνέχεια κάνουμε το ίδιο, για μεμονωμένες λύσεις για ένα κτίριο, όπως είναι η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων με LED και η προσθήκη εναλλάκτη θερμότητας VAM.

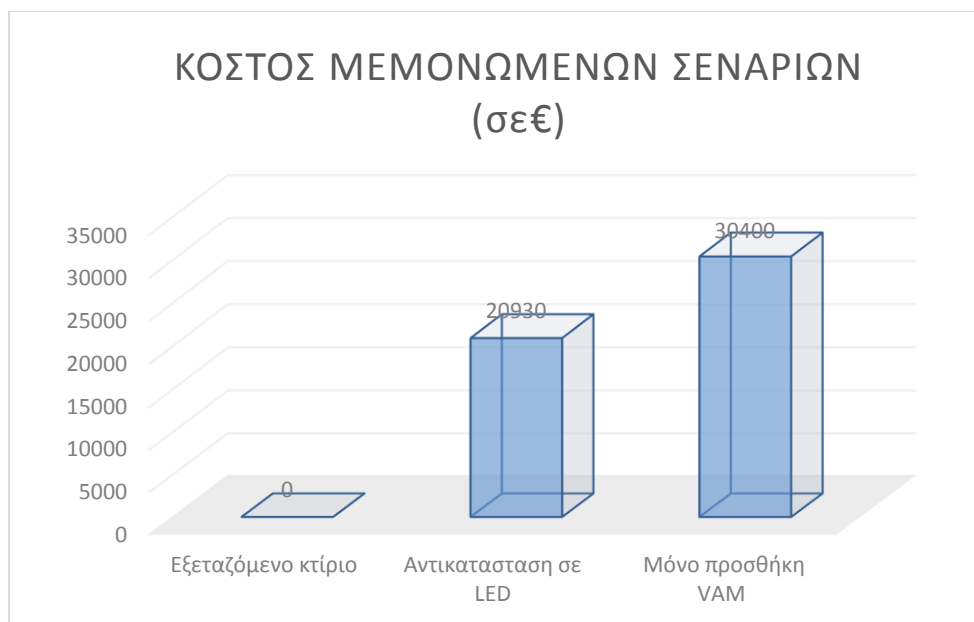


Σχήμα 5.6: Κόστος κάθε σεναρίου

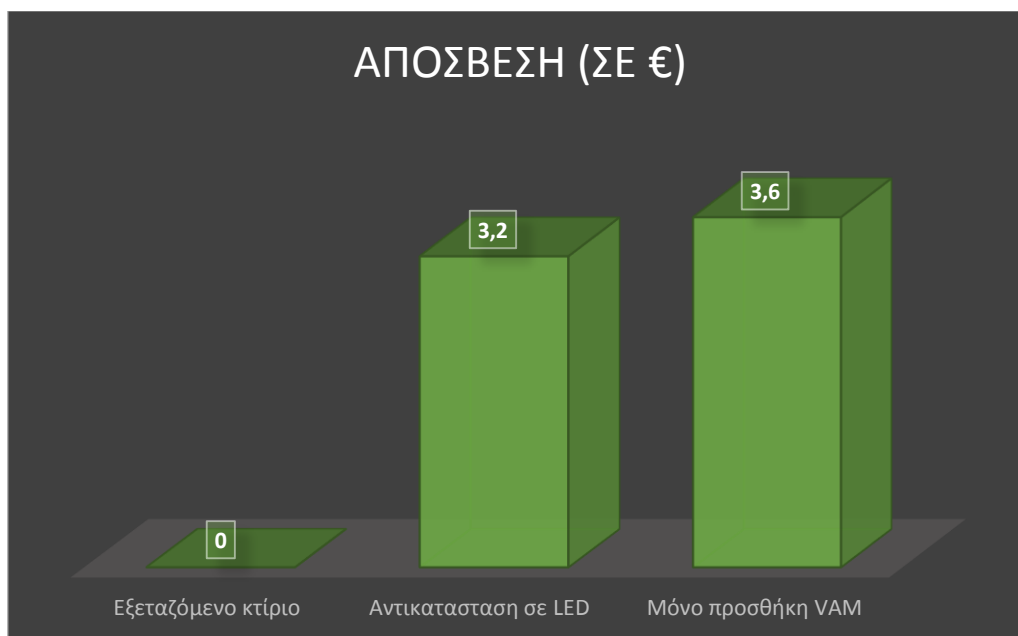


Σχήμα 5.7: Απόσβεση σε έτη για το κάθε σενάριο

Τα σενάρια αυτά μας βοηθούν να έχουμε ξεχωριστές επιλογές και απλές βελτιώσεις στο κτίριο που μελετάμε. Οι μειώσεις σε κατανάλωση ενέργειας, που μας δίνει το λογισμικό της 4M, μας βοηθά να καλύψουμε όλες τις πιθανές περιπτώσεις σεναρίων και απαιτήσεις του εκάστοτε πελάτη. Τα διαγράμματα αυτά λοιπόν, καλύπτουν και τις περιπτώσεις μικρών επεμβάσεων στο κτίριο.



Σχήμα 5.8: Κόστος για τα δύο μεμονωμένα σενάρια



Σχήμα 5.9: Απόσβεση σε έτη για τα δύο μεμονωμένα σενάρια

Το κτίριο μας, είναι ένα σύγχρονο κατάστημα ανακαινισμένο το 2007, με εφαρμογή στοιχείων ενός κλασσικού καταστήματος. Η παρεμβάσεις που προτείνουμε, είναι ουσιαστικά η εφαρμογή των κανονισμών που επιβάλλει πλέον ο Κ.Εν.Α.Κ. για τα νεόδμητα/ ανακαινισμένα κτήρια. Αυτές οι παρεμβάσεις μπορεί να είναι είτε με ελάχιστες προδιαγραφές των επιτρεπόμενων ορίων που επιβάλλει, είτε η κατασκευή ενός κτιρίου μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Το υφιστάμενο κατάστημα που μελετήσαμε, θεωρήσαμε κατασκευαστικά ότι υπακούει στα όρια του κανονισμού και ότι εφαρμόζονται κλασσικές τεχνικές κατασκευής, όπως ορίζει η αγορά.

Οι βελτιώσεις που προτείνουμε, έχουν σαν σκοπό να αναδείξουν νέες τεχνολογίες, που μπορούν να εφαρμοστούν σε κτίρια και να μειώσουν τις απώλειες και τα φορτία ηλεκτρισμού. Αυτές οι βελτιώσεις, γίνονται από τον Όμιλο Inditex σε κάποια καταστήματα σε όλο τον κόσμο, λαμβάνοντας κάποιες πιστοποιήσεις (LEED) για τα βιώσιμα κτίρια που κατασκευάζουν. Λόγω του μεγέθους του Ομίλου, αποτελούν πρότυπο, τα κτίρια με περιβαλλοντική συνείδηση και κυρίως διαφήμιση και ανταγωνισμό για αντίπαλες εταιρίες.

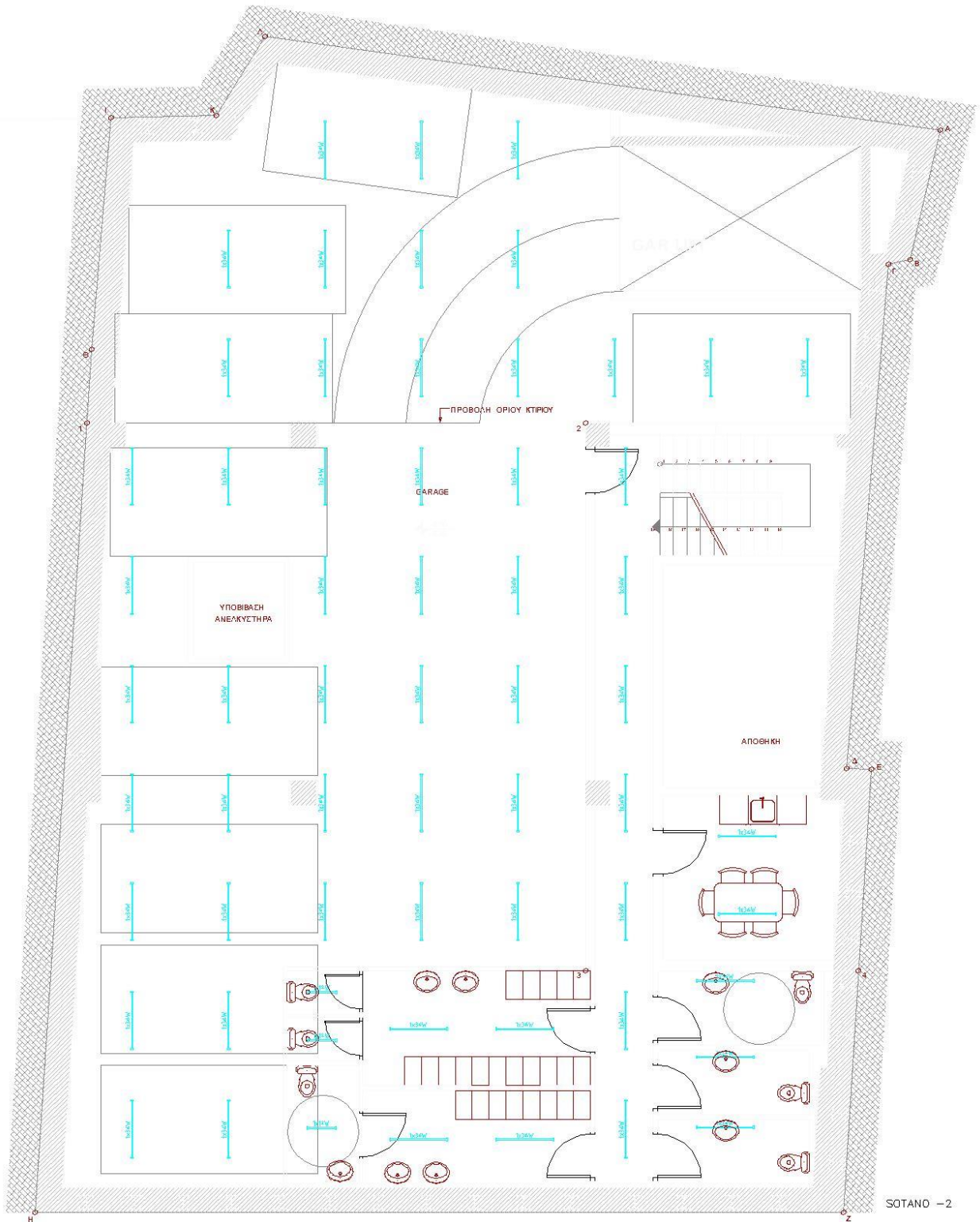
Όσον αφορά λοιπόν, τα σενάρια που έχουμε επιλέξει, πρέπει να κατανοήσουμε την σχέση μεταξύ του ετήσιου οφέλους που έχουμε και του ύψους της επένδυσης. Φυσικά οι παρεμβάσεις γίνονται σύμφωνα με τι αρχικό κεφάλαιο διαθέτει ο πελάτης και τι του προτείνουμε. Το πρώτο σενάριο έχει ένα κόστος 23.180 €, και περίοδο αποπληρωμής 8,33 έτη, θεωρείται λοιπόν μεγάλου αρχικού κόστους και το όφελος φαίνεται σε βάθος 8.3 ετών. Αντίθετα θα μπορούσαμε να προτείνουμε να επιλέξει το δεύτερο σενάριο το οποίο είναι πιο ακριβό σε σχέση με το πρώτο, το οποίο όμως έχει περίοδο αποπληρωμής μετά από 4,7 έτη. Θα μπορούσε φυσικά, να κάνει μόνο αντικατάσταση των λαμπτήρων, δηλαδή μια επένδυση ύψους 20.930 € και να αποσβεστεί σε διάρκεια 3,2 ετών ή προσθήκη μόνο εναλλάκτη θερμότητας, ύψους 30.400€ και απόσβεσης σε 3,6 έτη. Αν όμως διαθέτει ένα τεράστιο κεφάλαιο, θα του προτείνουμε να κάνει όλες τις προτεινόμενες αλλαγές του τρίτου σεναρίου, το οποίο έχει και το μικρότερο χρόνο αποπληρωμής 4,2 έτη με ετήσιο όφελος 78.8 kWh/m², δηλαδή 17.824,5 € ετησίως, το οποίο έχει σημαντική διαφορά από το δεύτερο, γιατί τον ανεβάζει ενεργειακά στην κατηγορία A.

Η μελέτη αυτή λοιπόν, καλύπτει όλες τις πιθανές περιπτώσεις παρεμβάσεων και στόχος είναι η ανάδειξη αυτών όχι μόνο από οικονομικής άποψης αλλά και περιβαλλοντικά. Τα κτίρια του τριτογενή τομέα στην Ελλάδα, χρειάζονται παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και πρέπει να κινηθούμε προς αυτή τη κατεύθυνση, μιας και πλέον η ενέργεια δεν είναι τόσο φθηνή, όσο ήταν παλαιότερα.

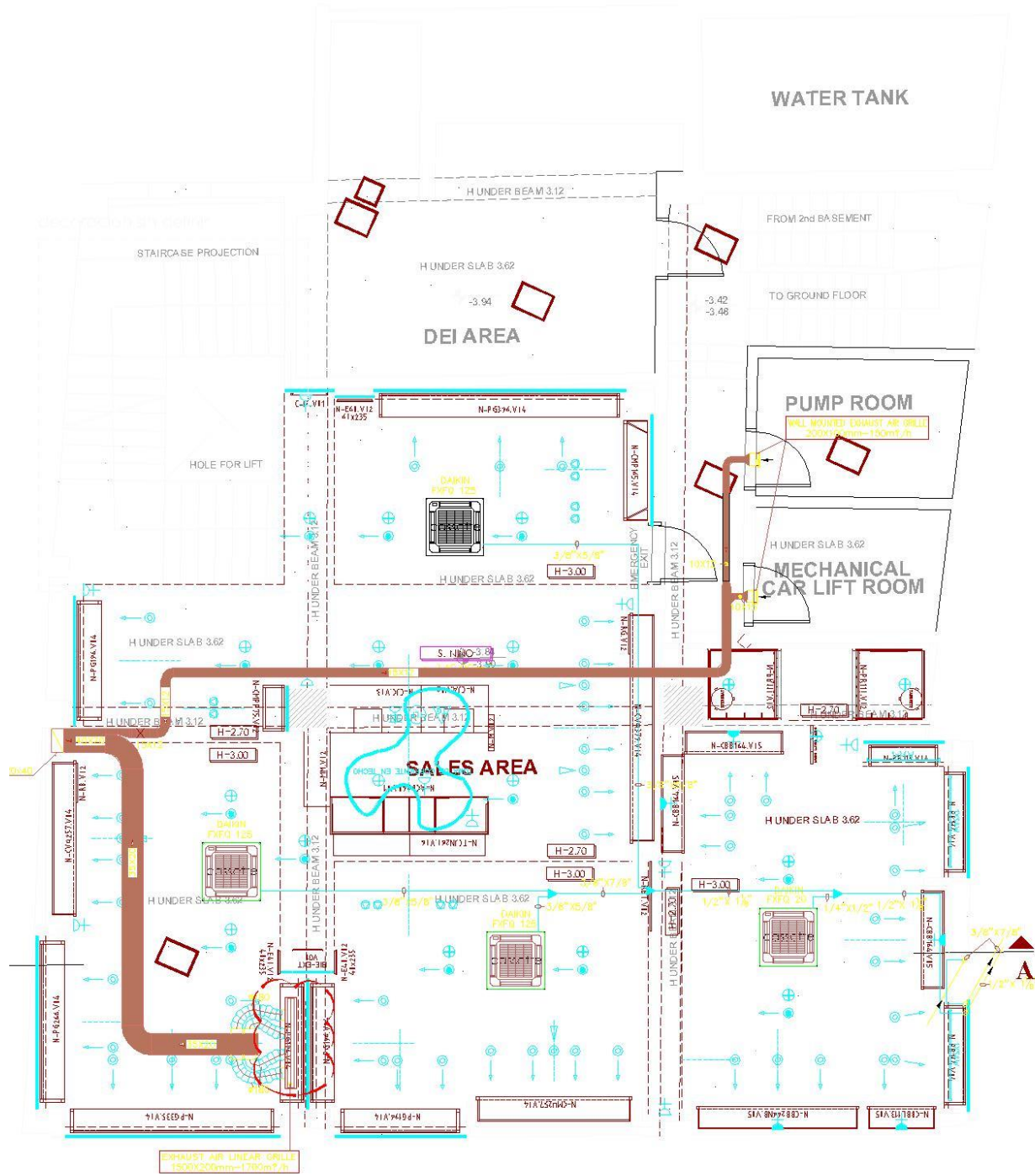
Βιβλιογραφία

1. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010(2010α): Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης
2. ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010(2010β): Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
3. ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 (2010γ): Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών
4. ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 (2010δ): Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
5. Οδηγός Χρήσης 4M-KENAK, «Ολοκληρωμένο Ενεργειακό Πακέτο KENAK, Εγχειρίδιο Χρήσης, Τόμος Α': Υπολογιστικό Περιβάλλον», 4M
6. Ventilation Xpress User Manual V 6.0.0.
7. Μανίκη Φανή, 'Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου Πολλαπλής Χρήσης με ανάλυση νομικού πλαισίου' Αθήνα, Μάρτιος 2012
8. Σταύρος Ζήσης, 'Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων' Αθήνα, Φεβρουάριος 2011
9. Ελένη Πυλούδη, 'Μετατροπή του κτιρίου Μηχανικών Περιβάλλοντος σε κτίριο Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης', Χανιά Σεπτέμβριος 2013
10. Καμπίτσης Κωνσταντίνος, 'Θερμική Άνεση σε κτίρια γραφείων', Αθήνα 2010
11. Πόπη Δρούτσα, Αθηνά Γαγλία 'Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια- Επιθεωρήσεις Κτιρίων'
12. Αθηνά Γαγλία, Κωνσταντίνος Λάσκος, 'Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ'
13. <https://www.buildingexperts.info/gr/papers/paper/title/-fbdfb465ec.html>
14. http://www.schneider-electric.gr/documents/electricians/e-learning/2_basics_of_lighting_control_applications.pdf
15. Επίσημη Ιστοσελίδα της Daikin: <http://www.daikin.be/docs/ECPEN13-203.pdf>
16. Επίσημη Ιστοσελίδα της Inditex: http://www.inditex.com/documents/10279/28233/Dossier_Portal_Angel_eng.pdf/af45c0a6-f488-434c-94c2-e3f3c199b136
17. <http://www.usgbc.org/certification>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΥΠΟΓΕΙΟ (-2)

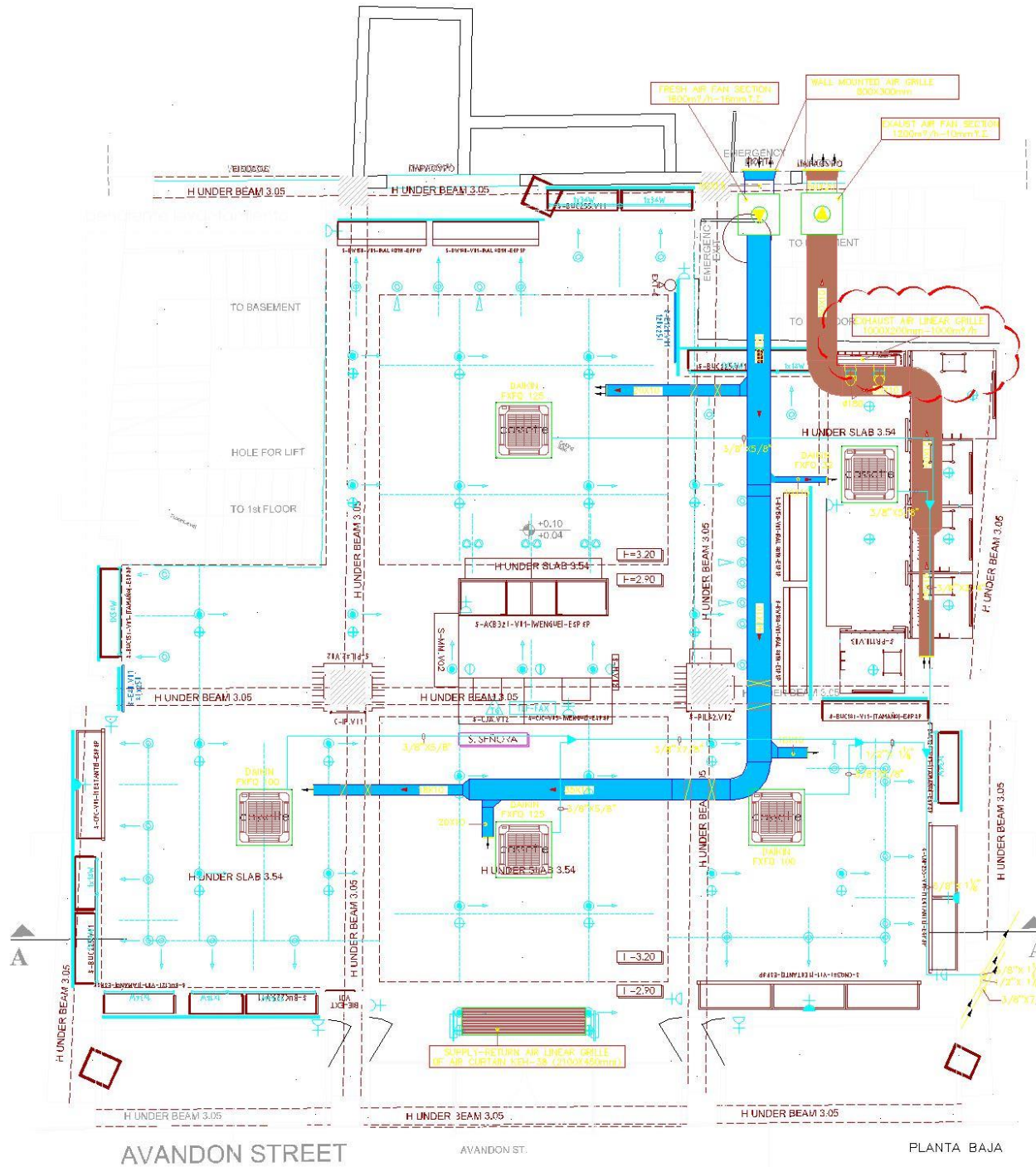


ΥΠΟΓΕΙΟ (-1)



PLANTA SOTANO

ΙΣΟΓΕΙΟ



AVANDON STREET

AVANDON ST.

PLANTA BAJA

A' ΟΡΟΦΟΣ

