



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Ζωγράφου – Τηλ. 210-7723655, Email: epminfo@power.ece.ntua.gr

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ENERGY+ ΚΑΙ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ»**

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Παναγιώτη Στέρπη

Επιβλέπουσα

Κορωνάκη Ειρήνη, Αναπλ. Καθηγήτρια,
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ

Μάνδρα, Οκτώβριος 2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΖΗΤΗΜΑ.....	11
1.2) ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ – ΟΔΗΓΙΕΣ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	12
1.3) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ – ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	14
2) ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	16
2.1) ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	16
2.2) <i>Σύντομη παρουσίαση λογισμικών μελέτης</i>	18
2.3) <i>Συνοπτική ροή διαδικασίας</i>	20
2.4) <i>Ανάλυση παραδοχών</i>	21
3) ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	23
3.1) <i>Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων</i>	23
3.2) <i>Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων</i>	29
3.3) <i>Υπολογισμός αθέλητου αερισμού</i>	37
3.4) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	47
4) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	50
4.1) ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	50
4.2) ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ – ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	52
4.3) ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ – ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ.....	55
4.4) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	56
4.5) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ – ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	60
4.6) ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	72
5) ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ	75
5.1) ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ – ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΓΕΩΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ	75
5.2) ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ – ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	77
5.3) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	81
5.4) ΣΕΝΑΡΙΟ 1 – ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ	83
5.5) ΣΕΝΑΡΙΟ 2 – ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ	88
5.6) ΣΕΝΑΡΙΟ 1 – ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ	92
5.7) ΣΕΝΑΡΙΟ 2 – ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ	96
6) ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ – OPENSTUDIO – ENERGY+	100
6.1) ΣΕΝΑΡΙΟ 1 – ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ	106
6.2) ΣΕΝΑΡΙΟ 2 – ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ	132
6.3) ΣΕΝΑΡΙΟ 1 – ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ	139
6.4) ΣΕΝΑΡΙΟ 2 – ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ	150
7) ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ – ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	157
7.1) ΣΥΓΚΡΙΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ	157
7.2) ΣΥΓΚΡΙΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ – ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.....	164
7.3) ΣΥΓΚΡΙΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ – OPENSTUDIO & ENERGY+	171
7.4) ΣΥΓΚΡΙΣΗ–ΑΝΑΛΥΣΗ–ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ–OPENSTUDIO & ENERGY+	176
8) ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ ΚΑΙ OPENSTUDIO	181
8.1) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ-OPENSTUDIO – ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	181
8.2) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ-OPENSTUDIO – ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	186
9) ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	191
9.1) ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ – ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	192
9.2) ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ – ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	197
10) ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΝΟΨΗ.....	201

11) ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	205
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	208
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	240
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3	243

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με μελέτες των τελευταίων ετών ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου του συνολικού μεριδίου της τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή για διαφορετικές μορφές και χρήσεις ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα, εκτός της οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της, και περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Για τους παραπάνω λόγους τεχνικές οδηγίες και νόμοι – κανονισμοί σε εθνικό και διεθνές επίπεδο θεσπίζονται με σκοπό την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.

Βάσει αυτών των κανονισμών και εθνικών στόχων, τα κτίρια στην Ελλάδα, που λόγω της παλαιότητάς τους έχουν ενεργοβόρα χαρακτηριστικά, οφείλουν να αναβαθμιστούν ενεργειακά. Γενικά η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να επέλθει με επεμβάσεις στο κελυφός του και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις καθώς και από την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα εξεταστούν μέσω μελέτης και μοντελοποίησης, τέτοιες επεμβάσεις σε εκπαιδευτικά κτίρια με τελικό σκοπό την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας. Η μοντελοποίηση θα γίνει κυρίως μέσω του λογισμικού Energy+ , ενώ παράλληλα θα γίνει χρήση του σχετικού προγράμματος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος για την σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Στην πρώτη ενότητα, παρουσιάζεται το ενεργειακό ζήτημα αναφορικά με την υψηλή κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα και την Ευρώπη. Παρουσιάζονται σύντομα οι νόμοι και οι κοινοτικές οδηγίες που εκδίδει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα και τα κράτη μέλη καλούνται να εναρμονιστούν, καθώς και συνοπτικά η πορεία προς τον ΚΕΝΑΚ. Τέλος, εστιασμένα γίνεται αναφορά στην ενεργειακή επιθεώρηση και το ενεργειακό πιστοποιητικό, διότι αποτελεί παρόμοια διαδικασία με την μελέτη της παρούσας διπλωματικής.

Στην δεύτερη ενότητα, παρουσιάζονται τα κτίρια που εξετάζονται, συγκεκριμένα το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου και της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ. Παράλληλα υποδεικνύεται η ροή της διαδικασίας που ακολουθείται και οι παραδοχές που λαμβάνονται υπόψη για την περαίωση των μελετών.

Στην τρίτη ενότητα, παρουσιάζονται οι υπολογισμοί των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων των κτιρίων με σκοπό την εύρεση του συντελεστή θερμοπερατότητας και την ομαδοποίησή τους. Παράλληλα υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία και οι θερμικές απώλειες των χώρων για την εισαγωγή των αντίστοιχων συστημάτων.

Στην τέταρτη ενότητα, παρουσιάζεται η διαδικασία αξιολόγησης της υφιστάμενης κατάστασης και των πεδίων των οποίων συμπληρώνονται στο λογισμικό TEE – ΚΕΝΑΚ για τα δύο κτίρια. Παρουσιάζονται επίσης τα αποτελέσματα και οι ενεργειακές κατηγορίες που κατατάσσονται.

Στην Πέμπτη ενότητα, παρουσιάζονται συνοπτικά οι τυπικές λειτουργίες των συστημάτων που προτείνονται κατά την ανάπτυξη των σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας και η εισαγωγή των απαραίτητων στοιχείων για την περιγραφή τους στο λογισμικό TEE-KENAK. Έπειτα εξάγονται τα αποτελέσματα κάθε σεναρίου με στόχο να συγκριθούν στην συνέχεια.

Στην έκτη ενότητα, παρουσιάζονται οι διαδικασίες που απαιτούνται για την αξιολόγηση των κτιρίων από το λογισμικό OpenStudio (Energy+). Στην συνέχεια εξάγονται τα αποτελέσματα κάθε σεναρίου με στόχο να συγκριθούν σε επόμενη ενότητα.

Στην έβδομη ενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των συγκρίσεων μεταξύ των σεναρίων στο λογισμικό TEE-KENAK και ο εντοπισμός του επικρατέστερου σεναρίου βάσει αυτού του προγράμματος. Όμοια διαδικασία γίνεται μεταξύ σεναρίων στην συνέχεια στο λογισμικό OpenStudio.

Στην όγδοη ενότητα, παρουσιάζεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο λογισμικών για την εύρεση του επικρατέστερου σεναρίου και αν υφίσταται σύγκλιση των δύο εργαλείων προς το κοινό αποτέλεσμα.

Στην ένατη ενότητα, πραγματοποιείται οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων ως επένδυση με τα κριτήρια της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης.

Τέλος, στην δέκατη ενότητα πραγματοποιείται σύνοψη της μελέτης και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα ως προς τα αποτελέσματα και τα επικρατέστερα σεναρία.

Λέξεις Κλειδιά

Ενεργειακή αναβάθμιση, TEE-KENAK, Openstudio, Energyplus (Energy+), Εξοικονόμηση Ενέργειας, Εκπαιδευτικά Κτίρια, Αθλητικό Κέντρο, Βιβλιοθήκη, Αντλία Θερμότητας, Γεωθερμία, Ηλιακή Ενέργεια, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

ABSTRACT

According to studies in recent years, the building sector is responsible for approximately 40% of the total share of end use energy consumption at national or European level. This consumption for different forms and end uses of energy results in, apart from the financial burden due to its high cost, to hazardous environmental factors, such as high concentration of carbon dioxide in the atmosphere. For the above reasons, technical directives and laws – regulations at national and international level are adopted in order to use energy more efficiently.

Based on these regulations and national goals, the buildings in Greece, which due to their aging conditions have energy-intensive characteristics, must be upgraded in order to consume energy efficiently. In general, energy savings in a building can be achieved through interventions in its shell and in the electromechanical installations, as well as from the rational use of the building and the utilization of its structural elements.

In this thesis, will be examined through study and modeling, such interventions in educational buildings with the ultimate goal of achieving energy savings. The modeling will be done mainly, through the Energy + software, while at the same time the relevant program of the Technical Chamber of Greece will be used to compare the results.

In the first section, the energy issue regarding the huge energy consumption in the building sector in Greece and Europe is presented. The laws and Community directives issued by the European Community and the Member States will be presented shortly, as well as the progress towards KENAK. Finally, there is a focused reference to energy inspection and energy certification, because it is a similar process to the study of this thesis.

In the second section, the buildings under examination are presented, specifically the building of the Sports Center and the Central Library of the NTUA. At the same time, the flow of the procedure followed and the assumptions that are taken into account for the completion of the studies are indicated.

In the third section, the calculations of the transparent and opaque structural elements of the buildings are presented, in order to find the coefficient of thermal transmittance and to group them. At the same time, the cooling loads and the thermal losses of the spaces for the introduction of the respective systems are calculated.

In the fourth section, the evaluation process of the current situation and the appropriate filling in the TEE - KENAK software fields for the two buildings, are presented. The results and the energy categories that the buildings are classified, are also presented.

In the fifth section, the typical functions of the systems proposed during the development of the energy saving scenarios and the introduction of the necessary data for their description in the TEE-KENAK software, are briefly presented. The results of each scenario, are extracted in order to be compared later.

In the sixth section, the procedures required for the evaluation of buildings by the OpenStudio (Energy +) software are presented. The results of each scenario are extracted, in order to be compared in the next section.

In the seventh section, the results of the comparisons between the scenarios in the TEE-KENAK software and the identification of the most prevalent scenario based on this program, are presented. The same process takes place between the scenarios of the buildings in OpenStudio software.

In the eighth section, the comparison of the results between the two softwares are presented in order to find the predominant scenario and whether there is a convergence of the two tools towards the common result.

In the ninth section, a financial evaluation of the scenarios is carried out, as an investment according to the criteria of Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR).

Finally, in the tenth section, a summary of the study is made and the conclusions regarding the results and the predominant scenarios are presented.

Keywords

Energy Upgrade, TEE-KENAK, Openstudio, Energyplus (Energy+), Energy Savings, Educational Buildings, Athletic Center, Central Library, Heat Pump, Geothermal, Solar Energy, Photovoltaic Systems, Renewable Energy Resources (RES)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία τρία χρόνια, ο συγγραφέας απασχολήθηκε στον τομέα της ενέργειας και συγκεκριμένα των κτιρίων σε ιδιωτικές και εμπορικές εφαρμογές. Παράλληλα ασχολήθηκε με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκές εφαρμογές στην ηπειρωτική χώρα. Η εμπειρία αυτή και οι προβληματισμοί αναφορικά με την παραγωγή και την διαχείριση της ενέργειας οδήγησαν στην ανάγκη ενημέρωσης και απόκτησης γνώσης, σχετικά με τον τομέα της ενέργειας και συνεπώς στην ασχολία με το σχετικό διατμηματικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Φέροντας την ιδιότητα του Ενεργειακού Επιθεωρητή, αναγνωρίστηκαν προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτιριακό απόθεμα στην χώρα. Οι γειρασμένες κατασκευές, η αλλόγιστη χρήση της ενέργειας μέσω μη αποδοτικών συστημάτων και η χρήση καυσίμων επιβλαβών στο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα εμφανείς στην χώρα. Έτσι γεννάται η ανάγκη για την εύρεση αποδοτικότερων τεχνολογιών και η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια, για την βελτίωση της κατάστασής τους. Η αξιολόγηση ορισμένων σχετικών τεχνολογιών μέσω σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης και διαδικασίας επιθεώρησης, είναι αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

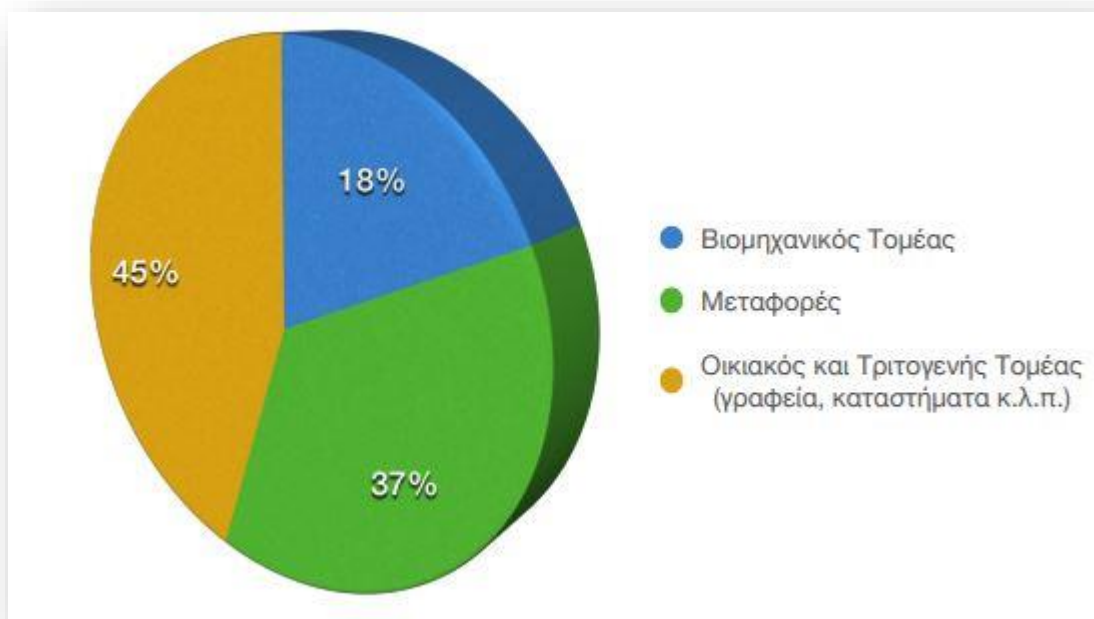
Συνεπώς, μέσω της διαδικασίας ενεργειακής επιθεώρησης και την ανάπτυξη σεναρίων σε δύο υφιστάμενα κτίρια του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, αξιολογείται η χρήση νέων τεχνολογιών με στόχο την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και αξιολόγηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, από την χρήση των παραπάνω τεχνολογιών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η οικονομική αξιολόγηση τέτοιων συστημάτων, ως προς τα οφέλη που παρουσιάζουν σαν μορφή επένδυσης. Τα δύο κτίρια λόγω του μεγέθους τους και των λειτουργιών που εξυπηρετούν, αποτελούν εξαιρετικό πεδίο εφαρμογής και αξιολόγησης παρεμβάσεων ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι απαραίτητοι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα που τους διέπουν, πραγματοποιούνται στα λογισμικά TEE-KENAK και Openstudio και η επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους στο Microsoft Excel.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από τον Στέρπη Παναγιώτη, μεταπτυχιακό φοιτητή του ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» του ΕΜΠ κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021, υπό την επίβλεψη της κ. Κορωνάκη Ειρήνης, Δρ. Μηχανολόγο Μηχανικό Αναπλ. Καθηγήτρια της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ, στην οποία εκφράζω θερμές ευχαριστίες για την ανάθεση του πολύ ενδιαφέροντος θέματος και την παροχή των απαραίτητων στοιχείων για την περαιώση της εργασίας. Παράλληλα ευχαριστώ θερμά τους εργοδότες μου για την κατανόηση, την εμπιστοσύνη και την χρονική διευκόλυνση την οποία παρείχαν, ώστε να είναι εφικτή η ολοκλήρωση της φοίτησης του μεταπτυχιακού προγράμματος.

1) Εισαγωγή

1.1) Ενεργειακό Ζήτημα

Η ενέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στα κτίρια, καθώς είναι υπεύθυνη για την κάλυψη πολλών σημαντικών αναγκών για τον άνθρωπο. Ο κτιριακός τομέας αποτελεί το 40% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα και στην Ευρώπη. Η συγκεκριμένη ζήτηση ενέργειας, μέχρι πρότινος, καλυπτόταν από πρακτικές και τεχνολογίες, οι οποίες δεν αποτελούν φιλικές ως προς το περιβάλλον.



Εικόνα 1.1 - 1: Κατανομή της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά χρήση, έτος 2012 [Πηγή: ec.europa.eu]

Η παραγωγή της ενέργειας είτε θερμικής, είτε ηλεκτρικής σε μεγάλο ποσοστό στηρίζεται, ακόμη και σήμερα, σε καύση ορυκτών καυσίμων (λιγνίτης-ηλεκτροπαραγωγή, προϊόντα πετρελαίου-μεταφορές, θέρμανση). Οι ολοένα αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου, διαιωρίζουν την χρήση των σχετικών καυσίμων με σκοπό την παραγωγή και έκλυση στο περιβάλλον προϊόντων καύσης που αποτελούν ρύποι, όπως τα οξείδια του αζώτου και οι συγκέντρωσεις CO₂. Κυρίως οι συγκεντρώσεις CO₂ ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που με τη σειρά του αποτελεί το μεγαλύτερο παράγοντα της κλιματικής αλλαγής.

Για το λόγο αυτό, η ενεργειακή απόδοση και η εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων αποτελεί σημαντική παράμετρος για την χάραξη ενεργειακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, που στόχο έχουν την εφαρμογή αποδοτικότερων τεχνικών παραγωγής και διαχείρισης της ενέργειας και συνάμα, την μείωση των φαινομένων που συντελούν στην κλιματική αλλαγή.

1.2) Νομοθεσίες – Οδηγίες - Κανονισμοί

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στην προσπάθεια εύρεσης νέων τρόπων εμβολισμού του ζητήματος, προχώρησε στην δημιουργία ενός θεσμικού πλαισίου για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα. Συνεπώς εκδίδονται οδηγίες τις οποίες τα κράτη μέλη οφείλουν να εναρμονίσουν και να εφαρμόσουν.

Η ουσιαστική αρχή γίνεται με την Οδηγία 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων». Στόχος της είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας έχοντας ως γνώμονα τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων σε συνάρτηση πάντοτε του κόστους/οφέλους (Άρθρο 1). Γίνεται μνεία στην εφαρμογή μεθοδολογίας για τον ολοκληρωμένο υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης, σε υφιστάμενα και νέα κτίρια, την πιστοποίηση τους και την τακτική επιθεώρηση και συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Σημαντικός κόμβος για την περαιτέρω οριοθέτηση του πλαισίου της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, αποτέλεσε η οδηγία 2010/31/ΕΕ. Στην σχετική γίνεται καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων απ' την σκοπιά της αναβάθμισης του κελύφους ενός κτιρίου, καθώς και ο υπολογισμός από πλευράς κόστους των απαιτήσεων αυτών. Στα νέα κτίρια οριοθετούνται πρακτικές και τεχνολογίες εναλλακτικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, αποβλέποντας στην ορθότερη προκατακτική μελέτη κατά την ανέγερση του κτιρίου, από περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιά. Έτσι προτείνεται η χρήση, εφόσον είναι διαθέσιμα, αποκεντρωμένων συστημάτων παροχής ενέργειας που βασίζονται σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), συστήματα συμπαραγωγής, συστήματα που αξιοποιούν τηλεθέρμανση και τηλεψύξη, πλήρως ή εν μέρει βασισμένες σε ΑΠΕ και τέλος Αντλίες Θερμότητας.

Ωστόσο, το 2011 επιβεβαιώθηκε ότι η πορεία της ΕΕ δεν οδηγεί στην επίτευξη του στόχου που είχε τεθεί, παρά την πρόοδο στις εθνικές πολιτικές ενεργειακής απόδοσης των κρατών μελών από τις πρότερες οδηγίες. Για να επιτευχθούν οι στόχοι του 20% μέχρι το 2020, θεσπίστηκε η οδηγία 2012/27/ΕΕ. Η συγκεκριμένη οδηγία ισχυροποιεί την ανάγκη και να αναβαθμίζει σε υποδειγματικό τον ρόλο των κτιρίων που ανήκουν σε δημόσιους φορείς, με στόχο την ριζική ανακαίνισή τους ως προς το κέλυφος, τον εξοπλισμό τους με γνώμονα οικονομικώς αποδοτικό. Σε επίπεδο ιδιωτικού δικαίου, κάθε κράτος μέλος θεσπίζει καθεστώτα επιβολής υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης σε εταιρείες διανομής ενέργειας ή/και σε εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας (πετρελαϊκές, προϊόντων πετρελαίου, ηλεκτρικής ενέργειας). Σκοπό έχουν να επιτύχουν έναν σωρευτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική χρήση έως το τέλος του 2020. Έτσι οι εν λόγω εταιρείες κάθε χρόνο υποχρεώνονται να υλοποιούν μέτρα, είτε συμπεριφορικά επηρεάζοντας το ευρύ κοινό ως προς την υιοθέτηση πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας, είτε τεχνικών μέτρων που σκοπεύουν στην ριζική ανακαίνιση συστημάτων και κελύφων σε κτίρια των εταιρειών ή εθελοντικά σε τρίτους. Τα αποτελέσματα αυτά επεξεργάζονται στατιστικά και καταθέτονται από τον διαχειριστή του καθεστώτος επιβολής (φορέας του κράτους μέλους) στην ΕΕ.

Σε επίπεδο κατοικιών και άλλων ιδιόκτητων κτιρίων, τίθεται η ανάγκη να δοθούν κίνητρα στους ιδιοκτήτες από τα κράτη μέλη, ώστε να προχωρήσουν σε παρεμβάσεις που θα αναβαθμίσουν το κέλυφος του κτιρίου και τα ενεργητικά του συστήματα. Ενδεικτικά αναφέρονται παρεμβάσεις θερμομόνωσης του κελύφους σε κτίρια τα οποία το απαιτούν, αναβάθμιση των ανοιγμάτων με αποδοτικότερα υλικά, αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με ΑΘ, εγκατάσταση ηλιοθερμικών συστημάτων και Φωτοβολταϊκών συστημάτων επί οροφής ή δώματος για ενεργειακό συμψηφισμό (Net Metering). Έτσι οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να κάνουν παρεμβάσεις μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων και πόρων του κράτους μέλους, ώστε να συμβάλλουν και στο προσωπικό όφελος της αποδοτικότερης κατοικίας και στο συνολικό στόχο του κάθε κράτους μέλους.

Συγκεκριμένα για τα κτίρια, τα κράτη μέλη καλούνται να εναρμονίσουν τις παραπάνω οδηγίες μέσω κανονισμών που οριοθετούν το πεδίο των υπολογισμών, των απαιτήσεων και του τεχνολογικού φάσματος που εφαρμόζεται. Η Ελλάδα στα πλαίσια των παραπάνω κοινοτικών οδηγιών, με απαρχή την ΚΟ 91/2002/ΕΚ, εκπληρώνοντας την υποχρέωση να εναρμονιστεί ως κράτος μέλος, προχώρησε στην έκδοση νομοθετικών διατάξεων μέσω του ν.3661/2008 με <<Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των κτιρίων>>. Σε αυτές τις διατάξεις προβλεπόταν η έκδοση σχετικού Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, στον οποίο θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης. Ύστερα από την έκδοση της ΚΟ 31/2010/ΕΚ, η οποία τροποποιούσε την 91/2002/ΕΚ, οι παραπάνω διατάξεις αναθεωρήθηκαν μέσω του νόμου 4122/2013, εφαρμόζοντας πλήρως τον **ΚΕΝΑΚ (Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων)**. Ύστερα από κάποιες αναθεωρήσεις ο ΚΕΝΑΚ καταλήγει στην τελική του μορφή το έτος 2017. Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος προχώρησε στην σύνταξη τεχνικών οδηγιών ΤΟΤΕΕ με σκοπό τον ορισμό του πλαισίου της συνολικής μεθοδολογίας εφαρμογής του κανονισμού.

Ο ΚΕΝΑΚ αποτελεί ουσιαστικά την εναρκτήρια προσπάθεια της πολιτείας, για τον καθορισμό ενεργειακών παραμέτρων οι οποίοι λαμβάνουν χώρα για τον καθορισμό της απόδοσης ενός κτιρίου. Ενσωματώνει ως επι το πλείστον τις επιταγές των κοινοτικών οδηγιών εστιάζοντας στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τις βασικές ανάγκες του κτιρίου, όπως ψύξη, θέρμανση, φωτισμό και ΖΝΧ. Παράλληλα ανοίγει τον δρόμο αξιοποίησης εναλλακτικών πρακτικών και τρόπων κατασκευής των κτιρίων, από υλικά που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και διασφαλίζουν την άνεση στους χώρους. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί η αναφορά στην διείσδυση των ΑΠΕ στα κτίρια και της Συμπααραγωγής ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ).

Μέσω του ΚΕΝΑΚ οριοθετούνται δύο διαδικασίες - μελέτες πάνω στα κτίρια. Οι **μελέτες ενεργειακής απόδοσης** που εφαρμόζονται σε νεόδμητα ή και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια ως κομμάτι της διαδικασίας αδειοδότησης. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης αποτελεί την μελέτη η οποία συνδέει όλες τις ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες και τις δομικές. Η δεύτερη διαδικασία πραγματεύεται την **ενεργειακή επιθεώρηση**. Είναι σχετική με την αναγνώριση της ενεργειακής κατάστασης ενός υφιστάμενου κτιρίου, με στόχο την αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης μέσω καταγραφής δομικών στοιχείων και των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ, φωτισμού και λοιπών. Έπειτα κατάταξη

του κτιρίου με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε αλφαβητικές κατηγορίες (από Η έως Α+). Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την δημιουργία σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας μέσω επεμβάσεων στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα και στο κέλυφος του κτιρίου. Παράλληλα, πραγματοποιείται οικονομική αξιολόγηση των παρεμβάσεων και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μέσω του υπολογισμού των εκπομπών CO₂.

1.3) Ενεργειακή Επιθεώρηση – Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Επικεντρώνοντας στην ενεργειακή επιθεώρηση, όπως έχει αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, ορίζεται μια διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών ή όσο το δυνατόν κατά προσέγγιση, ενεργειακών καταναλώσεων σε ένα υφιστάμενο κτίριο, καθώς και τους παράγοντες που τις επηρεάζουν και κατά πόσο στην συνέχεια επεμβατικά να εξοικονομήσουν ενέργεια. Σαν διαδικασία έχει αποτελέσει σημαντικό εργαλείο στην περίοδο εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ, καθώς πλέον αποτελεί απαιτούμενη διαδικασία για οποιαδήποτε κτιριακή δραστηριότητα.

Όπως έχει αναφερθεί οι στόχοι της ενεργειακής επιθεώρησης αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην μείωση των εκπομπών CO₂ μέσω βελτίωσης της κατάστασης του κτιρίου και της πρότασης αποδοτικών ενεργειακά και οικονομικά παρεμβάσεων με τελικό στόχο τα μακροπρόθεσμα οφέλη προς το ιδιοκτήτη και το περιβάλλον.

Βάσει της νομοθεσίας, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διενεργούνται από ιδιώτες διπλωματούχους Μηχανικούς ή και πτυχιούχους τεχνολογικής εκπαίδευσης, που φέρουν την ιδιότητα του Ενεργειακού Επιθεωρητή και εντάσσονται στα Μητρώα Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΥΠΕΚΑ. Απαιτούμενη είναι η γνώση ή η επιμόρφωση σχετικά με τεχνικά χαρακτηριστικά κτιριακών εγκαταστάσεων ως προς την ενεργειακή τους συμπεριφορά. Ο επιθεωρητής διενεργεί συνοπτικά τα παρακάτω βήματα ώστε να πραγματοποιήσει την ενεργειακή επιθεώρηση:

- Συλλογή του φακέλου της αδείας του επιθεωρούμενου ακινήτου.
- Προσδιορισμός ιδιοκτησιακού καθεστώτος.
- Συλλογή δεδομένων καταναλώσεων (λογαριασμοί ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανσης κλπ).
- Αυτοψία και προσδιορισμός δομικών στοιχείων κελύφους.
- Αυτοψία και προσδιορισμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και λοιπών ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. (φύλλα συντήρησης, τεχνικά εγχειρίδια από την αγορά)
- Σχεδιασμός σκαριφήματος κτιρίου.
- Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης μέσω εργαλείων (λογισμικά)
- Προτάσεις παραρεμβάσεων και ενεργειακή – οικονομοτεχνική ανάλυση

Οι παραπάνω διαδικασίες έχουν σαν αποτέλεσμα την έκδοση ενός πιστοποιητικού στο οποίο αναγράφεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου και τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας. Το πιστοποιητικό αυτό ονομάζεται **Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)**.

Το ΠΕΑ αποτελεί το αποδεικτικό έγγραφο της ενεργειακής κατάστασης του κτιρίου, εκδίδεται από τον ενεργειακό επιθεωρητή και είναι το αποτέλεσμα της ενεργειακής επιθεώρησης. Βάσει των νόμων και των κανονισμών, το ΠΕΑ εκδίδεται για την ολοκλήρωση οποιασδήποτε πράξης που σχετίζεται με το κτίριο. Ενδεικτικά αναφέρονται η πώληση, η ενοικίαση, η μεταβίβαση και η συμμετοχή σε Προγράμματα Εξοικονόμησης Ενέργειας. Παράλληλα η έκδοση του πιστοποιητικού είναι απαραίτητη κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής νέου κτιρίου, για την σύνδεση στα δίκτυα Κοινής Ωφέλειας. Για τα υφιστάμενα κτίρια το ΠΕΑ έχει ισχύ 10 ετών.

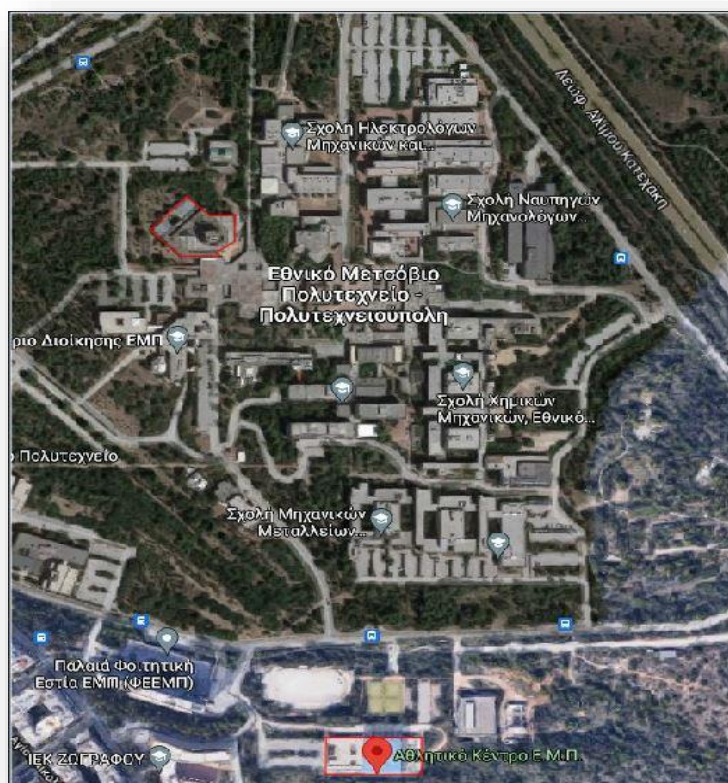
2) Σύντομη Παρουσίαση Μελέτης

2.1) Παρουσίαση Κτιρίων

Στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, διερευνούνται σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας σε δύο κτίρια της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, ιδιοκτησίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ). Επειδή η χρήση τους εξυπηρετεί έμμεσα την λειτουργία Ιδρύματος Ανώτατης Επαίδευσης (ΑΕΙ), καθώς και του καθεστώτος που ισχύει για τα Ιδρύματα της Ελλάδας, όσον αφορά την ιδιοκτησία, θεωρούνται δημόσια και εκπαιδευτικά κτίρια.

Συγκεκριμένα τα κτίρια είναι τα εξής:

- Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΕΜΠ
- Αθλητικό Κέντρο ΕΜΠ (κλειστό γυμναστήριο)



Εικόνα 2.1-1: Ορθοφωτογραφία με τα περιγράμματα των κτιρίων

Το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης αποτελεί 7όροφο οικοδόμημα, συνολικής επιφάνειας περίπου 8.183 m², της Πολυτεχνειούπολης και αποτελεί μια από τις πιο άρτιες Ακαδημαϊκές Βιβλιοθήκες της Χώρας. Εξυπηρετεί την έρευνα και την διδασκαλία, λειτουργώντας ως αυτοτελής και αποκεντρωμένη υπηρεσία. Το έτος περάτωσης της

ανέγερσής του κτιρίου, και έναρξη της λειτουργίας του είναι το 2000. Πέρα από την χρήση του ως βιβλιοθήκη, στεγάζει αναγνωστήρια και θέσεις μελέτης, γραφεία, αίθουσες διδασκαλίας και χώρους πολυμέσων.



Εικόνα 2.1-2: Πρόσοψη Κτιρίου Κεντρικής Βιβλιοθήκης [Πηγή Google]

Το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου ΕΜΠ καλύπτει συνολική επιφάνεια περίπου 2800 m². Η περάτωση της κατασκευής του είναι το έτος 2009. Οι εγκαταστάσεις του κτιρίου περιέχουν Κλειστό Γήπεδο Καλαθοσφαίρισης-Πετοσφαίρισης-πολλαπλών χρήσεων και λοιπών αθλητικών δραστηριοτήτων. Η ονομαστική χωρητικότητα του γηπέδου είναι 550 θεατές. Αποτελείται από τρεις πτέρυγες με την κεντρική να είναι ο χώρος του γηπέδου. Αριστερά υπάρχει χώρος υγιεινής και αποδυτηρίων και δεξιά χώρος αποθεραπείας, φυσικοθεραπείας και αποδυτηρίων. Στον ίδιο χώρο στεγάζεται η ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση του κτιρίου.



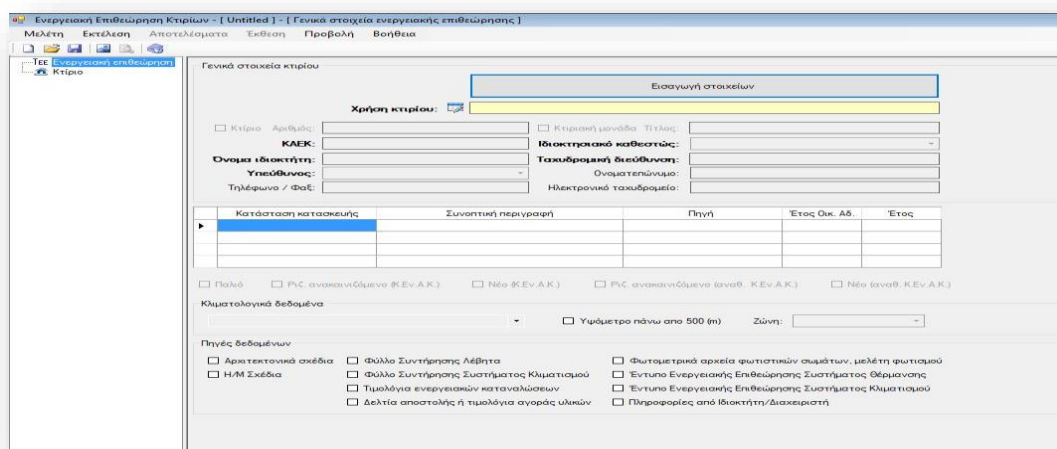
Εικόνα 2.1-3: Όψη κτιρίου Αθλητικού Κέντρου [Πηγή: Google]

2.2) Σύντομη παρουσίαση λογισμικών μελέτης

Για την ενεργειακή αξιολόγηση των δύο κτηρίων χρησιμοποιούνται δύο προγράμματα μοντελοποίησης, από τα οποία θα γίνουν οι υπολογισμοί και εξαγωγή των αποτελεσμάτων των παρεμβάσεων.

Αρχικά, χρησιμοποιείται το λογισμικό **TEE-KENAK**. Το ειδικό λογισμικό TEE-KENAK αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ). Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού. Παράλληλα κατά την αξιολόγηση των σεναρίων ενεργειακών παρεμβάσεων, μπορεί να γίνει εισαγωγή οικονομικών στοιχείων και εξαγωγή δεδομένων οικονομοτεχνικής ανάλυσης. Περισσότερες πληροφορίες για την χρήση του λογισμικού θα δοθούν κατά την εφαρμογή του στα κτίρια που εξετάζονται. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να γίνει αναφορά στην έκδοση η οποία χρησιμοποιείται για την περαιώση της μελέτης. Χρησιμοποιήθηκε η έκδοση TEE-K.Εν.Α.Κ. 1.31_March2018 η οποία αποτελεί και η τελευταία διαθέσιμη. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται η βασική οθόνη του προγράμματος.

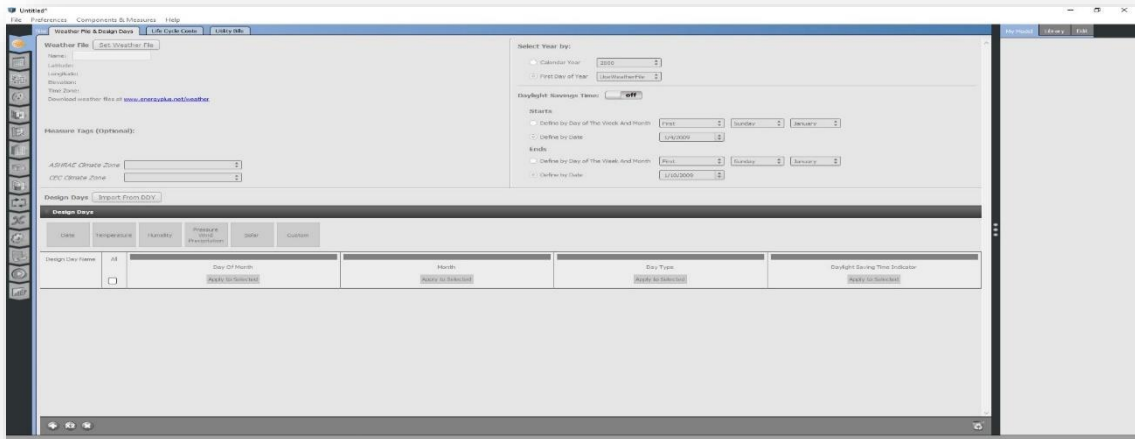


Εικόνα 2.2-1: Κεντρική οθόνη TEE-KENAK

Στην συνέχεια, χρησιμοποιείται το λογισμικό **Energy Plus (E+)**. Το E+ είναι λογισμικό ολοκληρωμένης προσομοίωσης κτιρίου με το οποίο ο χρήστης μπορεί να μοντελοποιήσει και να εξάγει δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας που σχετίζεται με την θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, τον φωτισμό και τα φορτία που εμφανίζονται από τις συσκευές που υπάρχουν στο κτίριο και από την δραστηριότητά του, καθώς και από την χρήση του νερού (ζεστού νερού χρήσης – νερού δικτύου). Παρέχει την δυνατότητα επίλυσης των συνθηκών που εμφανίζονται στις επιμέρους θερμικές ζώνες και την επίδοση των ενεργητικών συστημάτων, δίνοντας την δυνατότητα στο χρήστη να αξιολογήσει την διαστασιολόγηση των επιμέρους συστημάτων, τη συνεργασία αυτών και την αλληλεπίδραση τους με τους χώρους τους οποίους εξυπηρετούν. Το E+ έχει αναπτυχθεί σε συνεργασία του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ (DOE) και του Εθνικού Εργαστηρίου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL). Αποτελεί λογισμικό ανοιχτού κώδικα και ο εκάστοτε χρήστης μπορεί να έχει ενεργή συμμετοχή στην εξέλιξή του.

Για την διευκόλυνση του χρήστη, καθώς και για την ολοκληρωμένη επέκταση των δυνατοτήτων του ενεργειακού μοντέλου, το E+ χρησιμοποιείται σαν κεντρική μηχανή υπολογισμών (core engine) από την διεπαφή **Openstudio**. Το Openstudio αποτελεί γραφικό περιβάλλον (GUI) το οποίο οπτικοποιεί και οργανώνει την βασική διαδικασία που απαιτείται για την επίλυση του ενεργειακού μοντέλου, διευκολύνοντας τον χρήστη. Σε συνεργασία με το λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης **Sketch up pro** και του plug-in του Openstudio, ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει το μοντέλο, να εισάγει τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, να δηλώσει τα κλιματικά δεδομένα, να οριοθετήσει μέσω γραφικών καμπυλών τα προγράμματα λειτουργίας του κτιρίου, τις θερμοκρασίες των χώρων, τα φορτία φωτισμού, να δημιουργήσει τους βρόγχους λειτουργίας των συστημάτων και τέλος να εξάγει αριθμητικά και γραφικά δεδομένα από τις καταναλώσεις του κτιρίου.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιείται ο συνδυασμός του Sketch up Pro 2019 και του Openstudio 3.1.0 βασισμένα στην έκδοση του E+ 9.4.0. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται η επιφάνεια εργασίας του Sketch pro Openstudio plug – in και του Openstudio Application. Περισσότερες πληροφορίες για την χρήση του λογισμικού θα δοθούν κατά την εφαρμογή του στα κτίρια που εξετάζονται.



Εικόνα 2.2-2: Κεντρικό Παράθυρο OpenStudio

2.3) Συνοπτική ροή διαδικασίας

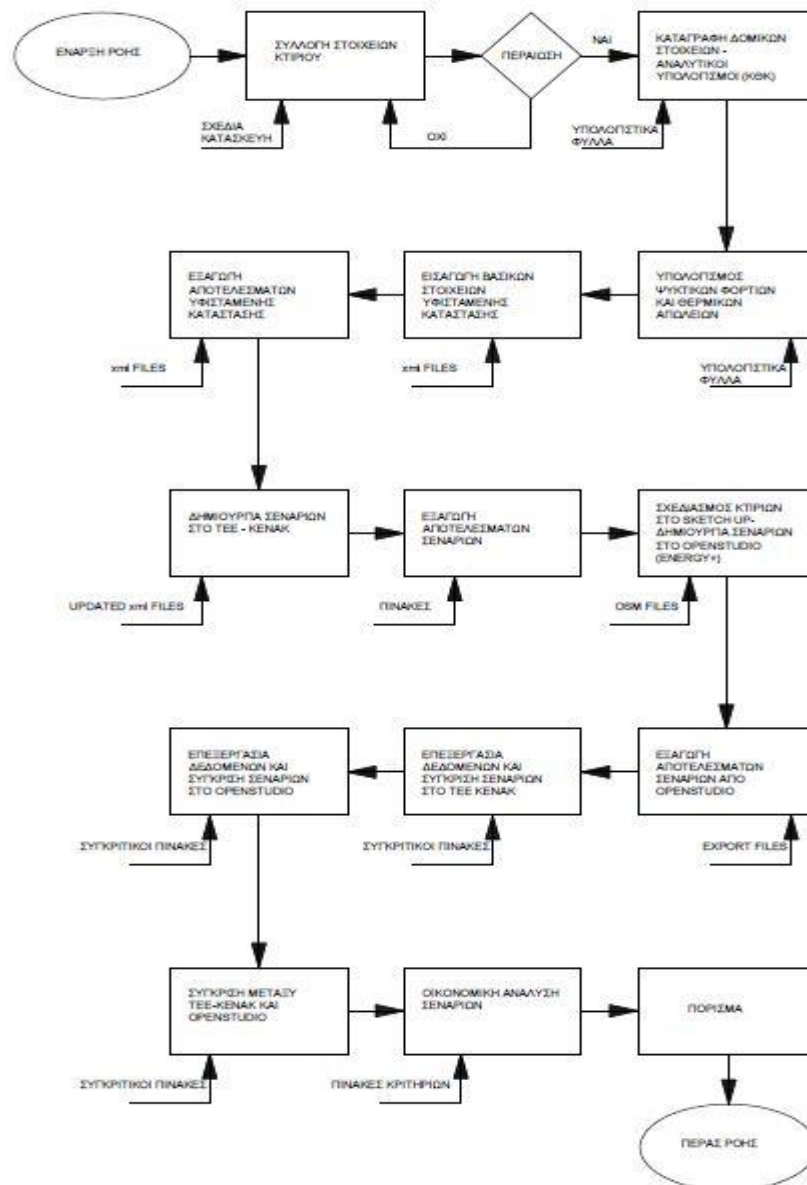
Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται συνοπτικά ο αλγόριθμος (διαδικασία) με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η μοντελοποίηση και η ανάλυση των δύο κτιρίων. Αρχικά, έγινε η συλλογή των δεδομένων που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική, την κατασκευή και τα δομικά στοιχεία, τα υφιστάμενα συστήματα και τον τρόπο λειτουργίας των κτιρίων (ώρες και μέρες λειτουργίας). Τα δεδομένα λήφθηκαν από σχέδια κατασκευής του κτιρίου και μελέτες εφαρμογής των Ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Στην συνέχεια και ύστερα από εξέταση των αρχιτεκτονικών σχεδίων αποτυπώθηκαν οι τρόποι και τα υλικά κατασκευής της εκάστοτε τοιχοποιίας, οροφής και δαπέδου, ανοιγμάτων, καθώς και οι απαραίτητοι παράγοντες διαστασιολόγησής τους. Αναλύθηκαν οι κατασκευές ως προς τα θερμικές τους ιδιότητες ακολουθώντας την διαδικασία που ήταν απαραίτητη στον παλιό Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ). Έγινε ο ορισμός των επιμέρους θερμικών ζωνών που διέπουν τα κτίρια. Με την παραπάνω διαδικασία ολοκληρώνεται η αποτύπωση του κελύφους του κτιρίου. Ύστερα και αφού έχουν οριστεί τα παραπάνω δεδομένα μέσω υπολογιστικών φύλλων γίνεται η εύρεση των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων των χώρων που είναι απαραίτητα για την επιλογή συστημάτων. Στο επόμενο στάδιο εισάγονται τα δεδομένα του κελύφους στο λογισμικό TEE-KENAK. Δηλώνονται τα συστήματα τα οποία λειτουργούν στην υφιστάμενη κατάσταση, καθώς και τα ενεργειακά τους χαρακτηριστικά. Έπειτα δημιουργούνται δύο σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης για κάθε κέλυφος. Εισάγονται τα ενεργειακά χαρακτηριστικά των νέων συστημάτων βασισμένα στα φορτία που υπολογίστηκαν. Εκτελούνται οι απαραίτητοι υπολογισμοί και γίνεται η εξαγωγή των αποτελεσμάτων του TEE-KENAK.

Στο Sketch up pro σχεδιάζονται τα κελύφη των δύο κτιρίων. Ακολουθεί η εισαγωγή κλιματικών δεδομένων για την τοποθεσία των κτιρίων. Εισάγονται οι μέθοδοι κατασκευής των κελύφων με βάση τις θερμικές τους ιδιότητες όπως υπολογίστηκαν. Δημιουργούνται τα απαραίτητα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας. Εισάγονται τα εσωτερικά φορτία των χώρων

και οι απαιτήσεις σε αερισμό. Στην συνέχεια, δηλώνονται θερμοστάτες για την ψύξη και την θέρμανση των θερμικών ζωνών. Δημιουργούνται οι βρόγχοι λειτουργίας των συστημάτων που χρησιμοποιούνται στα δύο σενάρια. Εξάγονται τα αποτελέσματα για τα επιμέρους σενάρια.

Η διαδικασία της μελέτης ολοκληρώνεται με την οικονομοτεχνική ανάλυση του κάθε σεναρίου. Οι παραπάνω διαδικασίες αποτυπώνονται σχηματικά σε διάγραμμα ροής.



2.4) Ανάλυση παραδοχών

Για την υλοποίηση των σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης και λόγω ορισμένων παραγόντων, όπως η έλλειψη δεδομένων για τα κτίρια και η διευκόλυνση των υπολογισμών, έγιναν κάποιες παραδοχές οι οποίες παραθέτονται κάτωθι:

- Λόγω έλλειψης στοιχείων για την κατασκευή των δομικών στοιχείων του κτιρίου της βιβλιοθήκης, λαμβάνεται υπόψη ιδεατή κατασκευή με θερμομόνωση.
- Λόγω έλλειψης στοιχείων για την κατασκευή των αδιαφανών στοιχείων των κτιρίων, επιλέγονται οι μέγιστες επιτρεπτές τιμές από την σχετική ΤΟΤΕΕ.
- Λόγω έλλειψης στοιχείων για τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης του κτιρίου της βιβλιοθήκης, λαμβάνεται υπόψη σύστημα συμβατικής αντλίας θερμότητας με συντελεστές απόδοσης από τους πίνακες της **TOTEE 20701-1**.
- Λόγω έλλειψης στοιχείων για την κατάσταση του πεδίου πλησίον των κτιρίων (κοντινά κτίρια, κοντινά οπτικά εμπόδια, ακάλυπτος χώρος), λαμβάνεται πως δεν υπάρχουν εμπόδια και υπάρχει χώρος ικανοποιητικός κατά αναλογία, για την τοποθέτηση τυχόν ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- Ο ορισμός των επιμέρους χώρων των κτιρίων σε θεμικές ζώνες δεν ακολουθεί απολύτως την μεθοδολογία που αναφέρεται στον ΚΕΝΑΚ, η οποία και παρατίθεται κάτωθι. **Συγκεκριμένα, το κτίριο του αθλητικού κέντρου χωρίζεται σε τρεις θεμικές ζώνες (αριστερή πτέρυγα, χώρος σταδίου και δεξιά πτέρυγα) και το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης αποτελείται από 7 θεμικές ζώνες που αντιστοιχούν στο κάθε επίπεδο.**

«Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θεμικών ζωνών σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 Κ σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση/λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργατήρια κ.α. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θεμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης τους χώρου.[σελ. 23 TOTEE 20701-1-2017]

3) Εισαγωγικοί Υπολογισμοί

3.1) Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων

Σύμφωνα με την μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-2 – 2017 εξετάζονται ως προς τη θερμομονωτική επάρκεια όλα τα επιμέρους δομικά στοιχεία του κτιρίου. Αρχικά, εξετάζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων στα δύο κτίρια της μελέτης. Η μεθοδολογία που περιγράφεται στην παραπάνω έκδοση, αποτελεί απαιτούμενο για την μελέτη κάθε νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου. Τα δομικά στοιχεία του κελύφους θα πρέπει να τηρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές και πρότυπα και να εμφανίζουν συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο ή ίσο, σύμφωνα με τους πίνακες 5^α και 5^β και την γεωγραφική τοποθεσία του κτιρίου, κατά την σχετική τεχνική οδηγία.

Στην προκειμένη περίπτωση, οι συντελεστές θερμοπερατότητας υπολογίζονται, ώστε να συμπληρωθούν τα απαραίτητα πεδία στα δύο λογισμικά και να υπολογιστούν τα απαραίτητα φορτία των χώρων που πρέπει να καλύψουν τα συστήματα.

Από τα σχέδια κατασκευής των κτιρίων αναγνωρίζονται οι διάφορες επιστρώσεις υλικών στα επιμέρους αδιαφανή δομικά στοιχεία. Από πίνακες που αναρτώνται στον παλαιότερο ΚΘΚ, στην ΤΟΤΕΕ και από βιβλιοθήκες στοιχείων σε διάφορα εμπορικά σχεδιαστικά προγράμματα, ευρίσκονται οι τιμές των επιστρώσεων σχετικά με την **πυκνότητα ρ (kg/m³) και τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (W/(mK))**. Ύστερα υπολογίζεται η θερμική αντίσταση **d/λ (m²K)/W**. Από την πρόσθεση των θερμικών αντιστάσεων των επιμέρους επιστρώσεων προκύπτει η **αντίσταση θερμοδιαφυγής R_L (m²K)/W**. Στην συνέχεια, πρέπει να γίνει η επιλογή από τον παρακάτω πίνακα, των **αντιστάσεων θερμικής μετάβασης (εσωτερικά) R_i και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) R_a** . Από το άθροισμα **$R_L + R_i + R_a$** προκύπτει η **αντίσταση θερμοπερατότητας R_{oL}** . Τέλος υπολογίζεται ο **συντελεστής θερμοπερατότητας U W/(m²K) από την σχέση $U=1/R_{oL}$** . Οι ίδιοι υπολογισμοί χρησιμοποιούνται και στα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

Συνεπώς, οι συντελεστές θερμοπερατότητας για την τοποθεσία της Αθήνας στα δύο κτίρια παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

1) Τοιχεία σκυροδέματος με μόνωση εσωτερικά

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.01	0.872	0.011
2	Γυψοσανίδα	1200	0.09	0.580	0.155
3	Διογκωμένα συνθετικά υλικά		0.05	0.041	1.220
4	Σκυρόδεμα 2200 kg/m ³	2200	0.3	1.650	0.182
			Σd=0.450		R_λ=1.568
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)		R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R _λ	(m ² K)/W	1.568
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)		R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		R _{ολ}	(m ² K)/W	1.738
Συντελεστής θερμοπερατότητας			U	W/(m²K)	0.575

2) Δομικό με τούβλα και μόνωση στον πυρήνα

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.01	0.872	0.011
2	Οπποπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1200	0.09	0.450	0.200
3	Μονωτικό υλικό		0.05	0.041	1.220
4	Οπποπλινθοδομή με πλήρεις οπτο	1200	0.09	0.490	0.184
5	Επίχρισμα	1900	0.01	0.872	0.011
			Σd=0.250		R_λ=1.626
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)		R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R _λ	(m ² K)/W	1.626
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)		R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		R _{ολ}	(m ² K)/W	1.796
Συντελεστής θερμοπερατότητας			U	W/(m²K)	0.557

3) Τοιχοποιία με ηχομόνωση

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.6	2.500	0.240
3	Μονωτικό υλικό		0.05	0.041	1.220
4	Ηχομονωτικές πλάκες ψευδοροφής	500	0.07	0.060	1.167
			Σd=0.740		R_λ=2.649
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)		R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R _λ	(m ² K)/W	2.649
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)		R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		R _{ολ}	(m ² K)/W	2.819
Συντελεστής θερμοπερατότητας			U	W/(m²K)	0.355

4) Παρκέ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ξύλινο δάπεδο	900	0.05	0.209	0.239
2	Μπετόν κλίσης	800	0.12	0.349	0.344
3	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³	2400	0.30	2.000	0.150
			Σd=0.470		R_λ=0.733
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)		R _i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R _λ	(m ² K)/W	0.733
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)		R _a	(m ² K)/W	0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		R _{ολ}	(m ² K)/W	0.903
Συντελεστής θερμοπερατότητας			U	W/(m²K)	1.107

5) Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κίσηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.040	0.035	1.143
5	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
			Σd=0.315		R_λ=1.499
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)		R _i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R _λ	(m ² K)/W	1.499
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)		R _a	(m ² K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		R _{ολ}	(m ² K)/W	1.669
	Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m²K)	0.599

Για τις πλάκες δομικών στοιχείων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, σύμφωνα με την τεχνική οδηγία χρησιμοποιείται η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας. Υπολογίζεται έτσι, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'. Για τον υπολογισμό λαμβάνεται υπόψη η παράμετρος της χαρακτηριστικής διάστασης πλάκας B' η οποία ορίζεται ως $B' = 2 \cdot (A/\Pi)$, δηλαδή το διπλάσιο του λόγου του εμβαδού της πλάκας, A (m²) προς την εκτεθειμένη περίμετρο της Π(m). Οπότε η πλάκα του παρκέ και του δαπέδου σε επαφή με το έδαφος, που περιγράφονται παραπάνω συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Παρκέ	1.107	1350.000	390.400	6.916	0.0	0.440
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.599	1053.000	390.400	5.394	0.0	0.400

ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

Όμοια με το κτίριο του αθλητικού κέντρου υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων.

1) Τοιχοποιία

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.01	0.872	0.011
2	Fibran ECO WL Τοιχοποιίας	30	0.05	0.030	1.667
3	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 1% χάλυ	2300	0.32	2.300	0.139
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
			Σd=0.400		R_λ=1.840

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _λ	(m ² K)/W	1.840
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.010

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m²K)	0.497
-------------------------------------	----------	---------------------------	--------------

2) Υποστύλωμα σε επαφή με εξωτερικό αέρα

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
			Σd=0.360		R_λ=2.146

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _λ	(m ² K)/W	2.146
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.316

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m²K)	0.432
-------------------------------------	----------	---------------------------	--------------

3) Οροφές

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W

1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
5	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.020	0.870	0.023
			Σd=0.360		R_Λ=2.376

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _Λ	(m ² K)/W	2.376
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.516
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m²K)	0.397

4) Δάπεδο πρώτου επιπέδου σε επαφή με το έδαφος

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
5	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.015	0.870	0.017
			Σd=0.360		R_Λ=2.373

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _Λ	(m ² K)/W	2.373
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.17
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.713
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m²K)	0.369

Όμοια με το κτίριο του αθλητικού κέντρου υπολογίζεται ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δάπεδο	0.369	3080.000	304.900	20.203	0.0	0.160

3.2) Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών στοιχείων

Ως διαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους ορίζονται τα κουφώματα που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος μπορεί είτε να υπολογιστεί αναλυτικά, είτε να θεωρηθεί ως δεδομένο από τα πιστοποιητικά που παρέχει ο κατασκευαστής.

Κατά την μέθοδο αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας, υπολογίζεται από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβάνοντας υπόψη και την γραμμική θερμογέφυρα που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η τιμή του κατασκευαστή, κατά την μελέτη ενεργειακής απόδοσης, ο μελετητής οφείλει να παρέσχει τα σχετικά πιστοποιητικά. Όπως και στα αδιαφανή στοιχεία η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας, οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης από την τιμή που δίνεται στον πίνακα 5^α για νεόδμητο κτίριο και πίνακα 5β όταν πρόκειται για ριζικώς ανακαινιζόμενο κτίριο. Όπως αναφέρθηκε, η παραπάνω διαδικασία λαμβάνεται υπόψη για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης και όχι για την διαδικασία έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και εξέτασης σεναρίων εξοικονόμησης, **όπως συμβαίνει και στην παρούσα εργασία.**

Συνεπώς, για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος λαμβάνεται ο παρακάτω τύπος υπολογισμού.

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \ell_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

όπου	U_w [W/(m ² ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
	U_f [W/(m ² ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
	U_g [W/(m ² ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
	A_f [m ²]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
	A_g [m ²]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
	ℓ_g [m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),
	Ψ_g [W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Έτσι για τα δύο κτίρια λαμβάνονται τα κάτωθι:

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

- Μεταλλικά κουφώματα με U_f πλαισίου 2,8 W/m²K (πληροφορία από τα σχέδια του κτιρίου)

- Διπλός υαλοπίνακας με $U_g 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (πληροφορία από τα σχέδια του κτιρίου)
- Γραμμική θερμοπερατότητα $\Psi_g 0,08 \text{ W/mK}$ (λόγω διπλού υαλοπίνακα)

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των κουφωμάτων.

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	Εμβαδό πλαισίου [m ²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m ²]	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	g_w κουφώματος
A1	1.00	0.60	0.60	0.28	0.32	2.400	3.387	0.36
A2	1.00	1.80	1.80	0.52	1.28	4.800	3.369	0.48
A4	2.00	0.60	1.20	0.48	0.72	4.400	3.393	0.41
A5	2.00	1.20	2.40	0.60	1.80	5.600	3.362	0.51
A6	4.00	1.20	4.80	1.00	3.80	9.600	3.356	0.54
A7	0.47	2.40	1.13	0.53	0.59	4.940	3.414	0.36
A8	3.15	0.60	1.89	0.71	1.18	6.700	3.396	0.42
A9	4.50	1.80	8.10	1.22	6.88	11.80	3.341	0.58
A10	3.80	3.00	11.40	1.32	10.08	12.80	3.332	0.60
A12	4.20	2.40	10.08	1.28	8.80	12.40	3.335	0.59
A13	2.00	1.80	3.60	0.72	2.88	6.800	3.351	0.54
A18	2.70	1.80	4.86	0.86	4.00	8.200	3.347	0.56

Τμήμα Κτιρίου	Κουφωμα (και προσανατολισμός)	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	UxA [W/K]	g_w	Αριθμός επιφανειών	
στάδιο	Δ2	4.50	1.80	A9	8.10	3.341	27.06	0.58	1	
	A2	4.50	1.80	A9	8.10	3.341	27.06	0.58	1	
	A3	4.50	1.80	A9	8.10	3.341	27.06	0.58	1	
	B1	3.80	3.00	A10	11.40	3.332	37.98	0.60	1	
	B8	3.80	3.00	A10	11.40	3.332	37.98	0.60	1	
	B9	4.20	2.40	A12	10.08	3.335	33.62	0.59	1	
	B10	4.20	2.40	A12	10.08	3.335	33.62	0.59	1	
	B11	4.20	2.40	A12	10.08	3.335	33.62	0.59	1	
	B12	4.20	2.40	A12	10.08	3.335	33.62	0.59	1	
	B13	4.20	2.40	A12	10.08	3.335	33.62	0.59	1	
	B14	4.20	2.40	A12	10.08	3.335	33.62	0.59	1	
			4.50	1.80	A9	8.10	3.341	27.06	0.58	1
	ανατολική πτέρυγα	B16	0.47	2.40	A7	1.13	3.414	3.85	0.36	1
		B17	0.47	2.40	A7	1.13	3.414	3.85	0.36	1
B18		3.15	0.60	A8	1.89	3.396	6.42	0.42	1	
A4		1.00	0.60	A1	0.60	3.387	2.03	0.36	1	

δυτική πτέρυγα	A5	1.00	0.60	A1	0.60	3.387	2.03	0.36	1
	A6	1.00	1.80	A2	1.80	3.369	6.06	0.48	1
	A8	2.00	0.60	A4	1.20	3.393	4.07	0.41	1
	A9	2.00	1.20	A5	2.40	3.362	8.07	0.51	1
	A10	4.00	1.20	A6	4.80	3.356	16.11	0.54	1
	B19	1.00	0.60	A1	0.60	3.387	2.03	0.36	1
	B20	1.00	0.60	A1	0.60	3.387	2.03	0.36	1
	B21	1.00	0.60	A1	0.60	3.387	2.03	0.36	1
	N1	2.00	0.60	A4	1.20	3.393	4.07	0.41	1
	B22	2.00	1.80	A13	3.60	3.351	12.06	0.54	1
	B25	2.00	1.80	A13	3.60	3.351	12.06	0.54	1
	B26	2.00	1.80	A13	3.60	3.351	12.06	0.54	1
	Δ3	4.00	1.20	A6	4.80	3.356	16.11	0.54	1
	Δ4	4.00	1.20	A6	4.80	3.356	16.11	0.54	1
	Δ5	4.00	1.20	A6	4.80	3.356	16.11	0.54	1
	B29	2.70	1.80	A18	4.86	3.347	16.27	0.56	1

ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

- Μεταλλικά κουφώματα με U_f πλαισίου $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από κλιματική ζώνη Α λόγω υψηλής τιμής, ενώ τα κτίρια βρίσκονται στη Β)
- Διπλός υαλοπίνακας με U_g $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (υπόθεση λόγω ελλειπών στοιχείων)
- Γραμμική θερμοπερατότητα Ψ_g $0,08 \text{ W/mK}$ (λόγω διπλού υαλοπίνακα)

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των κουφωμάτων.

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	Εμβαδό πλαισίου [m ²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m ²]	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	g_w κουφώματος
A1	2.30	3.97	9.13	1.21	7.92	11.74	2.209	0.59
A2	0.98	3.22	3.16	0.80	2.36	7.600	2.395	0.51
A3	0.69	1.55	1.07	0.41	0.66	3.680	2.580	0.42
A4	0.98	3.37	3.30	0.83	2.47	7.900	2.392	0.51
A5	0.47	3.37	1.58	0.73	0.86	6.880	2.715	0.37
A6	0.60	1.55	0.93	0.39	0.54	3.500	2.637	0.39
A7	1.47	3.22	4.73	0.90	3.84	8.580	2.297	0.55
A8	0.54	3.27	1.77	0.72	1.04	6.820	2.636	0.40
A9	0.37	3.22	1.19	0.68	0.51	6.380	2.884	0.29
A10	1.27	3.22	4.09	0.86	3.23	8.180	2.328	0.54
A11	0.45	3.27	1.47	0.70	0.77	6.640	2.744	0.35
A12	0.54	1.55	0.84	0.38	0.46	3.380	2.684	0.37
A13	0.54	3.37	1.82	0.74	1.08	7.020	2.635	0.40
A14	6.40	2.60	16.64	2.72	13.92	26.00	2.256	0.57
A15	3.47	2.60	9.02	2.13	6.89	20.14	2.368	0.52
A16	1.00	3.37	3.37	0.83	2.54	7.940	2.386	0.51
A17	6.30	2.60	16.38	2.70	13.68	25.80	2.258	0.57
A18	0.75	3.62	2.71	2.20	0.51	20.82	3.262	0.13
A19	0.54	3.62	1.95	0.79	1.16	7.520	2.632	0.40
A20	0.75	3.62	2.71	0.83	1.88	7.940	2.480	0.47
A27	4.00	1.95	7.80	1.85	5.95	17.30	2.367	0.52
A28	4.01	1.95	7.82	1.85	5.97	17.32	2.367	0.52
A30	0.98	3.44	3.37	0.84	2.53	8.040	2.391	0.51
A31	2.30	3.82	8.79	1.18	7.60	11.44	2.212	0.59
A32	0.46	2.60	1.20	0.57	0.62	5.320	2.738	0.35
A33	6.30	3.82	24.07	4.16	19.91	39.96	2.271	0.56
A34	0.54	3.44	1.86	0.76	1.10	7.160	2.634	0.40

A35	0.67	3.55	2.38	0.80	1.57	7.640	2.527	0.45
A36	3.95	3.55	14.02	1.46	12.56	14.20	2.164	0.61
A38	4.85	0.80	3.88	1.09	2.79	10.50	2.441	0.49
A39	1.94	0.80	1.55	0.51	1.04	4.680	2.503	0.46
A41	6.30	2.60	16.38	1.74	14.64	17.00	2.168	0.61
A42	6.30	2.60	16.38	1.74	14.64	17.00	2.168	0.61
A43	1.49	2.60	3.87	0.78	3.10	7.380	2.313	0.54
A44	0.80	1.00	0.80	0.32	0.48	2.800	2.600	0.41
A45	1.49	2.60	3.87	0.78	3.10	7.380	2.313	0.54
A46	0.98	2.60	2.55	0.68	1.87	6.360	2.412	0.50
A47	0.47	3.44	1.62	0.74	0.87	7.020	2.714	0.37
A48	1.07	3.44	3.68	0.86	2.82	8.220	2.366	0.52
A49	1.65	1.90	3.13	0.67	2.47	6.300	2.332	0.53
A50	1.20	1.90	2.28	0.58	1.70	5.400	2.393	0.51
A51	1.12	2.60	2.91	0.70	2.21	6.640	2.376	0.52
A52	3.45	2.60	8.97	1.17	7.80	11.30	2.205	0.59
A54	0.75	1.90	1.42	0.49	0.93	4.500	2.528	0.45
A55	1.12	2.60	2.91	0.70	2.21	6.640	2.376	0.52
A56	9.76	0.77	7.52	2.07	5.45	20.26	2.436	0.49
A57	1.05	1.90	1.99	0.55	1.44	5.100	2.425	0.49
A59	0.40	2.20	0.88	0.48	0.40	4.400	2.836	0.31
A60	7.56	2.20	16.63	1.91	14.72	18.72	2.182	0.60
A61	2.00	2.20	4.40	0.80	3.60	7.600	2.284	0.56
A65	1.25	2.05	2.56	0.62	1.94	5.800	2.375	0.52
A66	1.05	2.05	2.15	0.58	1.57	5.400	2.416	0.50
A67	1.05	2.74	2.88	0.72	2.16	6.780	2.388	0.51
A68	1.00	2.35	2.35	0.63	1.72	5.900	2.415	0.50
A69	1.25	2.74	3.43	0.76	2.67	7.180	2.345	0.53

Επίπεδο	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	UxA [W/K]	g _w
επίπεδο 1	N1	2.30	3.97	A1	9.13	2.209	20.17	0.59
	N2	2.30	3.97	A1	9.13	2.209	20.17	0.59
	N3	2.30	3.97	A1	9.13	2.209	20.17	0.59
	N4	2.30	3.97	A1	9.13	2.209	20.17	0.59
	N5	2.30	3.97	A1	9.13	2.209	20.17	0.59
	N6	2.30	3.97	A1	9.13	2.209	20.17	0.59
	N7	0.54	1.55	A12	0.84	2.684	2.25	0.37
	N8	0.54	1.55	A12	0.84	2.684	2.25	0.37
	Δ1	0.54	3.37	A13	1.82	2.635	4.80	0.40
	N10	6.40	2.60	A14	16.64	2.256	37.54	0.57
	N12	3.47	2.60	A15	9.02	2.368	21.36	0.52
	A1	1.00	3.37	A16	3.37	2.386	8.04	0.51
	A2	1.00	3.37	A16	3.37	2.386	8.04	0.51
	N13	6.30	2.60	A17	16.38	2.258	36.99	0.57
	NA1	0.75	3.62	A18	2.71	3.262	8.86	0.13
	N15	0.54	3.62	A19	1.95	2.632	5.15	0.40
	B1	0.54	3.62	A19	1.95	2.632	5.15	0.40
	BA1	0.75	3.62	A20	2.71	2.480	6.73	0.47
	A3	0.45	3.27	A11	1.47	2.744	4.04	0.35
	B2	0.37	3.22	A9	1.19	2.884	3.44	0.29
N16	1.27	3.55	A21	4.51	3.835	17.29	0.50	
Δ2	1.27	3.22	A10	4.09	2.328	9.52	0.54	
A4	0.37	3.22	A9	1.19	2.884	3.44	0.29	
B3	0.54	3.27	A8	1.77	2.636	4.65	0.40	

B4	0.98	3.37	A4	3.30	2.392	7.90	0.51
B5	1.47	3.22	A7	4.73	2.297	10.87	0.55
BA2	0.47	3.37	A5	1.58	2.715	4.30	0.37
BA3	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
BA4	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
BA5	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
BA6	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
			A23	0.00	0.000	0.00	0.00
BA7	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA8	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA9	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA10	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA11	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA12	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA13	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA14	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA15	0.98	3.37	A4	3.30	2.392	7.90	0.51
BΔ1	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ2	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ3	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ4	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ5	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ6	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ7	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ1	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ2	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ3	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ4	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ5	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ6	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ7	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ8	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA17	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA18	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA19	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA20	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA21	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA22	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BA23	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ8	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ9	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ10	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ11	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
BΔ12	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ11	0.98	3.22	A2	3.16	2.395	7.56	0.51
NΔ12	0.98	3.22	A2	3.16	2.395	7.56	0.51
NΔ13	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ14	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
NΔ15	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42

	NΔ16	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
	NΔ17	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
	NΔ18	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
	NΔ19	0.69	1.55	A3	1.07	2.580	2.76	0.42
επίπεδο 2	N1	0.67	3.55	A35	2.38	2.527	6.01	0.45
	N2	3.95	3.55	A36	14.02	2.164	30.34	0.61
	N4	4.85	0.80	A38	3.88	2.441	9.47	0.49
	A1	1.94	0.80	A39	1.55	2.503	3.88	0.46
		0.54	3.44	A34	1.86	2.634	4.89	0.40
	N5	6.30	2.60	A41	16.38	2.168	35.51	0.61
	A2	6.30	2.60	A42	16.38	2.168	35.51	0.61
		6.30	2.60	A42	16.38	2.168	35.51	0.61
		6.30	2.60	A42	16.38	2.168	35.51	0.61
	A3	1.49	2.60	A43	3.87	2.313	8.96	0.54
	A4	0.80	1.00	A44	0.80	2.600	2.08	0.41
	A5	0.80	1.00	A44	0.80	2.600	2.08	0.41
	A6	0.80	1.00	A44	0.80	2.600	2.08	0.41
	B1	0.80	1.00	A44	0.80	2.600	2.08	0.41
	B2	0.80	1.00	A44	0.80	2.600	2.08	0.41
	B3	0.80	1.00	A44	0.80	2.600	2.08	0.41
	B4	1.49	2.60	A45	3.87	2.313	8.96	0.54
		6.30	2.60	A41	16.38	2.168	35.51	0.61
	B5	0.98	2.60	A46	2.55	2.412	6.15	0.50
		0.98	2.60	A46	2.55	2.412	6.15	0.50
	BA1	0.47	3.44	A47	1.62	2.714	4.39	0.37
	BA2	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
	BA3	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
	BA4	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
	BA5	0.60	1.55	A6	0.93	2.637	2.45	0.39
	BA6	1.07	3.44	A48	3.68	2.366	8.71	0.52
	BΔ1	4.00	1.95	A27	7.80	2.367	18.46	0.52
	BΔ2	4.01	1.95	A28	7.82	2.367	18.51	0.52
	NΔ1	0.98	3.44	A30	3.37	2.391	8.06	0.51
	NΔ2	0.98	3.44	A30	3.37	2.391	8.06	0.51
	N6	2.30	3.82	A31	8.79	2.212	19.43	0.59
	N7	2.30	3.82	A31	8.79	2.212	19.43	0.59
	N8	2.30	3.82	A31	8.79	2.212	19.43	0.59
		2.30	3.82	A31	8.79	2.212	19.43	0.59
N9	2.30	3.82	A31	8.79	2.212	19.43	0.59	
N10	2.30	3.82	A31	8.79	2.212	19.43	0.59	
NA2	0.46	2.60	A32	1.20	2.738	3.27	0.35	
NA3	0.46	2.60	A32	1.20	2.738	3.27	0.35	
NA4	0.46	2.60	A32	1.20	2.738	3.27	0.35	
NA5	0.46	2.60	A32	1.20	2.738	3.27	0.35	
NA6	0.46	2.60	A32	1.20	2.738	3.27	0.35	
N11	6.30	3.82	A33	24.07	2.271	54.65	0.56	
Δ1	0.54	3.44	A34	1.86	2.634	4.89	0.40	
επίπεδο 3	NA1	2.00	2.20	A61	4.40	2.284	10.05	0.56
	NΔ2	7.56	2.20	A60	16.63	2.182	36.29	0.60

	0.47	3.44	A47	1.62	2.714	4.39	0.37	
NA3	0.47	3.44	A47	1.62	2.714	4.39	0.37	
N1	0.40	2.20	A59	0.88	2.836	2.50	0.31	
N2	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N3	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N4	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N5	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N6	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N7	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
Δ2	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
Δ3	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
Δ4	1.12	2.60	A55	2.91	2.376	6.92	0.52	
Δ5	1.12	2.60	A55	2.91	2.376	6.92	0.52	
Δ6	9.76	0.77	A56	7.52	2.436	18.31	0.49	
Δ7	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
B1	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B2	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B3	3.45	2.60	A52	8.97	2.205	19.78	0.59	
B4	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B5	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B6	3.45	2.60	A52	8.97	2.205	19.78	0.59	
B7	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B8	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B9	3.45	2.60	A52	8.97	2.205	19.78	0.59	
B10	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B11	1.12	2.60	A51	2.91	2.376	6.92	0.52	
B12	3.45	2.60	A52	8.97	2.205	19.78	0.59	
B13	1.65	1.90	A49	3.13	2.332	7.31	0.53	
B14	1.65	1.90	A49	3.13	2.332	7.31	0.53	
B15	1.65	1.90	A49	3.13	2.332	7.31	0.53	
B16	1.20	1.90	A50	2.28	2.393	5.46	0.51	
B17	1.65	1.90	A49	3.13	2.332	7.31	0.53	
B18	1.65	1.90	A49	3.13	2.332	7.31	0.53	
N8	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N9	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N10	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N11	1.05	1.90	A57	1.99	2.425	4.84	0.49	
N12	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N13	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N14	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N15	1.05	1.90	A57	1.99	2.425	4.84	0.49	
N16	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N17	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N18	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
N19	0.75	1.90	A54	1.42	2.528	3.60	0.45	
επίπεδο 4	B2	1.05	2.05	A66	2.15	2.416	5.20	0.50
	B3	1.05	2.05	A66	2.15	2.416	5.20	0.50
		1.25	2.05	A65	2.56	2.375	6.09	0.52
	Δ1	1.25	2.05	A65	2.56	2.375	6.09	0.52

		1.25	2.05	A65	2.56	2.375	6.09	0.52
		1.25	2.05	A65	2.56	2.375	6.09	0.52
	A1	1.25	2.05	A65	2.56	2.375	6.09	0.52
επίπεδο 5	B1	1.05	2.74	A67	2.88	2.388	6.87	0.51
	B2	1.00	2.35	A68	2.35	2.415	5.68	0.50
	B3	1.05	2.74	A67	2.88	2.388	6.87	0.51
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	Δ1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	N1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	A1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
επίπεδο 6	B1	1.05	2.74	A67	2.88	2.388	6.87	0.51
	B2	1.00	2.35	A68	2.35	2.415	5.68	0.50
	B3	1.05	2.74	A67	2.88	2.388	6.87	0.51
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	Δ1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	N1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	A1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
επίπεδο 7	B1	1.05	2.74	A67	2.88	2.388	6.87	0.51
	B2	1.00	2.35	A68	2.35	2.415	5.68	0.50
	B3	1.05	2.74	A67	2.88	2.388	6.87	0.51
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	Δ1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	N1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
	A1	1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53
		1.25	2.74	A69	3.43	2.345	8.03	0.53

Με τα παραπάνω στοιχεία είναι δυνατόν πλέον να υπολογιστούν τα ψυκτικά φορτία και οι θερμικές απώλειες των επιμέρους θερμικών ζωνών, καθώς και να γίνει εισαγωγή των δομικών στοιχείων στο πρόγραμμα του TEE-KENAK.

Σε περίπτωση νεόδμητου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, καθώς και σε κτίρια που κατασκευάστηκαν ή έχουν οικοδομική άδεια μετά το 2011, βάσει του ΚΕΝΑΚ, θα πρέπει να υπολογιστούν και οι θερμογέφυρες σε περίπτωση αξιολόγησης ενεργειακών σεναρίων. Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις του κελύφους, στις οποίες εμφανίζονται διαφορές στις θερμικές αντιστάσεις μεταξύ των γειτονικών τους επιφανειών είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης, είτε λόγω αλλαγής του υλικού. Σε αυτές τις θέσεις εμφανίζεται μεταβολή ως προς τη ροή της θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, σε σχέση με τις γειτονικές τους. Στην συγκεκριμένη εργασία υπολογίζονται για την πληρότητα και παρουσιάζονται μόνο στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**.

Σε περίπτωση νεόδμητου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου η διαδικασία βάσει του ΚΕΝΑΚ, συνεχίζεται με τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) και ύστερα η σύγκρισή του με το μέγιστο επιτρεπτό. Στην συγκεκριμένη

εργασία υπολογίζονται για την πληρότητα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2**.

3.3) Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Σημαντικός για την συμπλήρωση των απαραίτητων πεδίων του TEE-KENAK είναι ο υπολογισμός του αθέλητου αερισμού, δηλαδή η διείσδυση του όγκου αέρα από τα κουφώματα του κτιρίου κατά την διάρκεια μίας ώρας. Η διείσδυση αέρα ανα τύπο κουφώματος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.24 της TOTEE 20701-1/2017 Α' έκδοση. Συνεπώς, για τα δύο κτίρια συγκεντρωτικά η διείσδυση του αέρα προκύπτει ως εξής:

ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

Τμήμα κτιρίου	Τύπος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	Διείσδυση αέρα [m ³ /(m ² h)]	Διείσδυση αέρα [m ³ /h]
στάδιο	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	παράθυρο	A9	4.50	1.80	8.10	6.80	55
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	παράθυρο	A9	4.50	1.80	8.10	6.80	55
	παράθυρο	A9	4.50	1.80	8.10	6.80	55
	παράθυρο	A10	3.80	3.00	11.40	6.80	78
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	πόρτα	A11	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	παράθυρο	A10	3.80	3.00	11.40	6.80	78
	παράθυρο	A12	4.20	2.40	10.08	6.80	69
	παράθυρο	A12	4.20	2.40	10.08	6.80	69
	παράθυρο	A12	4.20	2.40	10.08	6.80	69
	παράθυρο	A12	4.20	2.40	10.08	6.80	69
	παράθυρο	A12	4.20	2.40	10.08	6.80	69

ανατολική πτέρυγα	παράθυρο	A12	4.20	2.40	10.08	6.80	69
	παράθυρο	A9	4.50	1.80	8.10	6.80	55
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	παράθυρο	A7	0.47	2.40	1.13	6.80	8
	παράθυρο	A7	0.47	2.40	1.13	6.80	8
	παράθυρο	A8	3.15	0.60	1.89	6.80	13
	παράθυρο	A1	1.00	0.60	0.60	6.80	4
	παράθυρο	A1	1.00	0.60	0.60	6.80	4
	παράθυρο	A2	1.00	1.80	1.80	6.80	12
	πόρτα	A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
	παράθυρο	A4	2.00	0.60	1.20	6.80	8
	παράθυρο	A5	2.00	1.20	2.40	6.80	16
	παράθυρο	A6	4.00	1.20	4.80	6.80	33
	δυτική πτέρυγα	παράθυρο	A1	1.00	0.60	0.60	6.80
παράθυρο		A1	1.00	0.60	0.60	6.80	4
παράθυρο		A1	1.00	0.60	0.60	6.80	4
παράθυρο		A1	1.00	0.60	0.60	6.80	4
παράθυρο		A4	2.00	0.60	1.20	6.80	8
παράθυρο		A13	2.00	1.80	3.60	6.80	24
πόρτα		A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
πόρτα		A3	2.00	2.40	4.80	4.80	23
παράθυρο		A13	2.00	1.80	3.60	6.80	24
παράθυρο		A13	2.00	1.80	3.60	6.80	24
παράθυρο		A6	4.00	1.20	4.80	6.80	33
παράθυρο		A6	4.00	1.20	4.80	6.80	33
παράθυρο		A6	4.00	1.20	4.80	6.80	33
πόρτα		A15	2.00	3.00	6.00	4.80	29
πόρτα	A15	2.00	3.00	6.00	4.80	29	
παράθυρο	A18	2.70	1.80	4.86	6.80	33	
Συνολικά							1451

ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	Διείσδυση αέρα [m ³ /(m ² h)]	Διείσδυση αέρα [m ³ /h]
επίπεδο 1	παράθυρο	A1	2.30	3.97	9.13	6.80	62
	παράθυρο	A1	2.30	3.97	9.13	6.80	62
	παράθυρο	A1	2.30	3.97	9.13	6.80	62
	παράθυρο	A1	2.30	3.97	9.13	6.80	62
	παράθυρο	A1	2.30	3.97	9.13	6.80	62
	παράθυρο	A1	2.30	3.97	9.13	6.80	62
	παράθυρο	A12	0.54	1.55	0.84	6.80	6
	παράθυρο	A12	0.54	1.55	0.84	6.80	6
	πόρτα	A24	1.95	2.60	5.07	7.90	40
	παράθυρο	A13	0.54	3.37	1.82	6.80	12
	παράθυρο	A14	6.40	2.60	16.64	6.80	113
	πόρτα	A25	2.50	2.60	6.50	7.90	51
	παράθυρο	A15	3.47	2.60	9.02	6.80	61
	παράθυρο	A16	1.00	3.37	3.37	6.80	23
	παράθυρο	A16	1.00	3.37	3.37	6.80	23
	παράθυρο	A17	6.30	2.60	16.38	6.80	111
	πόρτα	A25	2.50	2.60	6.50	7.90	51
	παράθυρο	A18	0.75	3.62	2.72	6.80	18
	παράθυρο	A19	0.54	3.62	1.95	6.80	13
	παράθυρο	A19	0.54	3.62	1.95	6.80	13
	παράθυρο	A20	0.75	3.62	2.72	6.80	18
	παράθυρο	A11	0.45	3.27	1.47	6.80	10
	παράθυρο	A9	0.37	3.22	1.19	6.80	8
	παράθυρο	A21	1.27	3.55	4.51	8.70	39
παράθυρο	A10	1.27	3.22	4.09	6.80	28	
παράθυρο	A9	0.37	3.22	1.19	6.80	8	

παράθυρο	A8	0.54	3.27	1.77	6.80	12
παράθυρο	A4	0.98	3.37	3.30	6.80	22
παράθυρο	A7	1.47	3.22	4.73	6.80	32
πόρτα	A22	0.98	3.55	3.48	7.90	27
παράθυρο	A5	0.47	3.37	1.58	6.80	11
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A23			0.83	0.00	0
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A4	0.98	3.37	3.30	6.80	22
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7

	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	πόρτα	A29	0.90	2.50	2.25	7.90	18
	πόρτα	A26	1.52	2.50	3.80	7.90	30
	πόρτα	A70	1.54	2.70	4.16	7.90	33
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A2	0.98	3.22	3.16	6.80	21
	παράθυρο	A2	0.98	3.22	3.16	6.80	21
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
	παράθυρο	A3	0.69	1.55	1.07	6.80	7
επίπεδο 2	παράθυρο	A35	0.67	3.55	2.38	6.80	16
	παράθυρο	A36	3.95	3.55	14.02	6.80	95

πόρτα	A37	6.12	3.55	21.73	7.90	172
παράθυρο	A38	4.85	0.80	3.88	6.80	26
παράθυρο	A39	1.94	0.80	1.55	6.80	11
παράθυρο	A34	0.54	3.44	1.86	6.80	13
πόρτα	A40	9.91	4.00	39.64	7.90	313
παράθυρο	A41	6.30	2.60	16.38	6.80	111
παράθυρο	A42	6.30	2.60	16.38	6.80	111
παράθυρο	A42	6.30	2.60	16.38	6.80	111
παράθυρο	A42	6.30	2.60	16.38	6.80	111
παράθυρο	A43	1.49	2.60	3.87	6.80	26
παράθυρο	A44	0.80	1.00	0.80	6.80	5
παράθυρο	A44	0.80	1.00	0.80	6.80	5
παράθυρο	A44	0.80	1.00	0.80	6.80	5
παράθυρο	A44	0.80	1.00	0.80	6.80	5
παράθυρο	A44	0.80	1.00	0.80	6.80	5
παράθυρο	A44	0.80	1.00	0.80	6.80	5
παράθυρο	A45	1.49	2.60	3.87	6.80	26
παράθυρο	A41	6.30	2.60	16.38	6.80	111
παράθυρο	A46	0.98	2.60	2.55	6.80	17
παράθυρο	A46	0.98	2.60	2.55	6.80	17
παράθυρο	A47	0.47	3.44	1.62	6.80	11
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A6	0.60	1.55	0.93	6.80	6
παράθυρο	A48	1.07	3.44	3.68	6.80	25
παράθυρο	A27	4.00	1.95	7.80	6.80	53
παράθυρο	A28	4.01	1.95	7.82	6.80	53
παράθυρο	A30	0.98	3.44	3.37	6.80	23
παράθυρο	A30	0.98	3.44	3.37	6.80	23

	παράθυρο	A31	2.30	3.82	8.79	6.80	60
	παράθυρο	A31	2.30	3.82	8.79	6.80	60
	παράθυρο	A31	2.30	3.82	8.79	6.80	60
	παράθυρο	A31	2.30	3.82	8.79	6.80	60
	παράθυρο	A31	2.30	3.82	8.79	6.80	60
	παράθυρο	A31	2.30	3.82	8.79	6.80	60
	παράθυρο	A32	0.46	2.60	1.20	6.80	8
	παράθυρο	A32	0.46	2.60	1.20	6.80	8
	παράθυρο	A32	0.46	2.60	1.20	6.80	8
	παράθυρο	A32	0.46	2.60	1.20	6.80	8
	παράθυρο	A32	0.46	2.60	1.20	6.80	8
	παράθυρο	A33	6.30	3.82	24.07	6.80	164
	παράθυρο	A34	0.54	3.44	1.86	6.80	13
επίπεδο 3	παράθυρο	A61	2.00	2.20	4.40	6.80	30
	πόρτα	A71	1.15	2.70	3.10	7.90	25
	παράθυρο	A60	7.56	2.20	16.63	6.80	113
	παράθυρο	A47	0.47	3.44	1.62	6.80	11
	παράθυρο	A47	0.47	3.44	1.62	6.80	11
	παράθυρο	A59	0.40	2.20	0.88	6.80	6
	πόρτα	A62	1.35	2.85	3.85	7.90	30
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A55	1.12	2.60	2.91	6.80	20
	παράθυρο	A55	1.12	2.60	2.91	6.80	20

παράθυρο	A56	9.76	0.77	7.52	6.80	51
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
πόρτα	A53	9.88	4.00	39.52	7.90	312
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A52	3.45	2.60	8.97	6.80	61
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A52	3.45	2.60	8.97	6.80	61
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A52	3.45	2.60	8.97	6.80	61
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A51	1.12	2.60	2.91	6.80	20
παράθυρο	A52	3.45	2.60	8.97	6.80	61
παράθυρο	A49	1.65	1.90	3.13	6.80	21
παράθυρο	A49	1.65	1.90	3.13	6.80	21
παράθυρο	A49	1.65	1.90	3.13	6.80	21
παράθυρο	A50	1.20	1.90	2.28	6.80	16
παράθυρο	A49	1.65	1.90	3.13	6.80	21
παράθυρο	A49	1.65	1.90	3.13	6.80	21
πόρτα	A58	1.65	2.85	4.70	7.90	37
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
παράθυρο	A57	1.05	1.90	1.99	6.80	14
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
παράθυρο	A57	1.05	1.90	1.99	6.80	14

	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
	παράθυρο	A54	0.75	1.90	1.42	6.80	10
επίπεδο 4	πόρτα	A64	1.00	2.70	2.70	7.90	21
	παράθυρο	A66	1.05	2.05	2.15	6.80	15
	παράθυρο	A66	1.05	2.05	2.15	6.80	15
	παράθυρο	A65	1.25	2.05	2.56	6.80	17
	παράθυρο	A65	1.25	2.05	2.56	6.80	17
	πόρτα	A63	1.13	2.85	3.22	7.90	25
	παράθυρο	A65	1.25	2.05	2.56	6.80	17
	παράθυρο	A65	1.25	2.05	2.56	6.80	17
	παράθυρο	A65	1.25	2.05	2.56	6.80	17
επίπεδο 5	παράθυρο	A67	1.05	2.74	2.88	6.80	20
	παράθυρο	A68	1.00	2.35	2.35	6.80	16
	παράθυρο	A67	1.05	2.74	2.88	6.80	20
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
επίπεδο 6	παράθυρο	A67	1.05	2.74	2.88	6.80	20
	παράθυρο	A68	1.00	2.35	2.35	6.80	16
	παράθυρο	A67	1.05	2.74	2.88	6.80	20
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23

	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
επίπεδο 7	παράθυρο	A67	1.05	2.74	2.88	6.80	20
	παράθυρο	A68	1.00	2.35	2.35	6.80	16
	παράθυρο	A67	1.05	2.74	2.88	6.80	20
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
	παράθυρο	A69	1.25	2.74	3.43	6.80	23
Συνολικά							5870

3.4) Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων και θερμικών απωλειών

Για την ανάλυση των συστημάτων που χρησιμοποιούνται στα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός των φορτίων που πρέπει να καλύψουν τα συστήματα, ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες στους επιμέρους χώρους είτε πρόκειται για χειμερινή λειτουργία, είτε για θερινή. Συνεπώς υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία και οι θερμικές απώλειες.

Αρχικά υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία των χώρων. Με βάση την μεθοδολογία της ASHRAE RTS (2013), η διαδικασία υπολογισμού των φορτίων προκύπτει μέσω του ορισμού συνισταμένων φορτίων, σχετικών με το κέλυφος, των κλιματολογικών δεδομένων της περιοχής, τον φωτισμό, την δραστηριότητα των ατόμων που χρησιμοποιούν το κτίριο, τον φωτισμό και τις συσκευές που εκπέμπουν θερμότητα στον χώρο ο οποίος μελετάται. Επειδή οι υπολογισμοί είναι εκτενείς και η εργασία δεν επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο εξαγονται τα σχετικά αποτελέσματα, δεν παρουσιάζονται αναλυτικά οι υπολογισμοί. Συνεπώς, γίνεται αναφορά στα τελικά αποτελέσματα για κάθε θερμική ζώνη των δύο κτιρίων και παρουσιάζονται κάτωθι.

ΓΙΑ ΤΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ

ΜΟΝΑΔΑ WATT	ΑΤΟΜΩΝ		ΣΥΣΚΕΥΩΝ		ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΕΡΙΣΜΟΥ		ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΖΩΝΗΣ
	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	
Αθλητικό κέντρο										
Ζώνη 1- πτέρυγα αριστερά	2749	4725	2053	450	2693	13288	19140	15673	5175	20848
Ζώνη 2- στάδιο	89861	15750	995	0	12710	11401	164231	118241	157500	275741
Ζώνη 3- πτέρυγα δεξιά	1983	1540	5641	1800	9665	43490	62643	37292	3340	40324

ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΜΟΝΑΔΑ WATT	ΑΤΟΜΩΝ		ΣΥΣΚΕΥΩΝ		ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΕΡΙΣΜΟΥ		ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΖΩΝΗΣ
	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΘΑΝΟΝ	
Κεντρική Βιβλιοθήκη										
Ζώνη 1- επίπεδο 1	41398	31460	33571	0	37193	80959	116614	135954	31460	167414
Ζώνη 2- επίπεδο 2	44008	33000	39313	0	31686	29419	42375	72210	33000	170210
Ζώνη 3- επίπεδο 3	26038	19525	8388	0	20705	88395	27690	75113	19525	94638
Ζώνη 4- επίπεδο 4	6714	4500	6520	0	2130	20996	30242	17395	4500	21895
Ζώνη 5- επίπεδο 5	3347	2250	2473	0	2055	20251	29169	10841	2250	13091
Ζώνη 6- επίπεδο 6	3347	2250	2473	0	2055	20251	29169	10841	2250	13091
Ζώνη 7- επίπεδο 7	3347	2250	2473	0	2055	20251	29169	10841	2250	13091

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία θα συμπληρωθούν τα αντίστοιχα πεδία στο λογισμικό TEE-KENAK, όσον αφορά την ισχύ των συστημάτων που αντιστοιχούν στην εκάστοτε ζώνη. Παρατηρείται από μια πρώτη άτυπη σύγκριση μεταξύ δύο ζωνών των κτιρίων, πχ για την ζώνη 2 – στάδιο και την ζώνη 1- επίπεδο 1, ότι το φορτίο είναι μικρότερο

στη δεύτερη, παρόλο που όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω η επιφάνεια της είναι μεγαλύτερη. Αυτό οφείλεται στην παραδοχή του κτιρίου της βιβλιοθήκης, σχετικά με τα δομικά στοιχεία του κελύφους και την πρόβλεψη πολύ καλών συντελεστών θερμοπερατότητας, καθώς και στα συνιστάμενα φορτία (άτομα, συσκευές κλπ) που είναι μεγαλύτερα στη ζώνη του σταδίου.

Συνεχίζοντας με τον προσδιορισμό των αναγκών των χώρων, σειρά έχουν οι υπολογισμοί των θερμικών απωλειών. Για τον συγκεκριμένο υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ASHRAE HB 2013. Στην συγκεκριμένη μέθοδο μέσω του καθορισμού των εξωτερικών και εσωτερικών συνθηκών, τον καθορισμό της θερμοκρασίας των γειτονικών Μη Θερμαινόμενων Χώρων (ΜΘΧ – αν υπάρχουν), την εισαγωγή των συντελεστών θερμοπερατότητας και στη συνέχεια τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών των δομικών στοιχείων (τοιχοί, δάπεδα, οροφές κλπ), καθώς και του υπολογισμού του θερμικού φορτίου λόγω αερισμού, προκύπτουν οι συνολικές θερμικές απώλειες των χώρων. Συγκεκριμένα ο υπολογισμός γίνεται για τα επιμέρους περιβάλλοντα δομικά στοιχεία της ζώνης, από τη σχέση $Q_{Ti} = U * A * (t_i - t_o)$ όπου:

- Q_{Ti} : Απώλειες θερμότητας από το δομικό στοιχείο i, (W).
- A : Επιφάνεια του δομικού στοιχείου, (m²).
- U : Συντελεστής θερμοπερατότητας, (W/m²K).
- t_i : Επιλεγόμενη θερμοκρασία χώρου, (°C).
- t_o : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, (°C).

Στην συνέχεια υπολογίζονται οι απώλειες αερισμού κατά την χειμερινή περίοδο από τη σχέση $Q_s = 1.23 * Q * (t_{in} - t_{out})$ όπου:

- Q_s : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού, (W ή Kcal/h).
- Q : Παροχή όγκου εξερχόμενου αέρα, (m³/s) προκύπτει από τον όγκο του χώρου και τον αριθμό εναλλαγών αέρα κατά την διάρκεια μίας ώρας.
- t_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία, (°C).
- t_{out} : Εξωτερική θερμοκρασία, (°C).

Για το σύνολο των θερμικών απωλειών η μέθοδος χρησιμοποιεί και μια προσαύξηση Z λόγω απωλειών στο δίκτυο διανομής η οποία δίνεται από τον μελετητή. Συνήθως λαμβάνεται ως 20%. Οπότε οι συνολικές απώλειες του χώρου προκύπτουν ως το άθροισμα των συνολικών απωλειών θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και των απωλειών αερισμού επί 1,20 (στην συγκεκριμένη περίπτωση). Δηλαδή $Q_{oi} = (\sum Q_{Ti} + Q_s) * (1+Z)$, όπου Z =0.20 (20%). Τα αποτελέσματα των θερμικών απωλειών των δύο κτιρίων παρουσιάζονται κάτωθι.

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ

	ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΜΟΝΑΔΕΣ WATT	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ
ΖΩΝΕΣ - ΧΩΡΟΙ	
Ζώνη 1 - πτέρυγα αριστερά	38906
Ζώνη 2 - στάδιο	280559
Ζώνη 3 - πτέρυγα δεξιά	66219

ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΜΟΝΑΔΕΣ WATT	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ
ΖΩΝΕΣ - ΧΩΡΟΙ	
Ζώνη 1 - Επίπεδο 1	226234
Ζώνη 2 - Επίπεδο 2	176248
Ζώνη 3 - Επίπεδο 3	120561
Ζώνη 4 - Επίπεδο 4	19461
Ζώνη 5 - Επίπεδο 5	13779
Ζώνη 6 - Επίπεδο 6	13779
Ζώνη 17- Επίπεδο 7	13779

Τα παραπάνω στοιχεία, όπως και στην περίπτωση των ψυκτικών φορτίων, θα συμπληρωθούν στα αντίστοιχα πεδία του λογισμικού TEE-KENAK για την ισχύ των συστημάτων που αντιστοιχούν στην εκάστοτε ζώνη.

4) Αξιολόγηση υφιστάμενης κατάστασης στο ΤΕΕ-KENAK

4.1) Εισαγωγικά Στοιχεία

Μετά την διαδικασία των απαραίτητων υπολογισμών του κελύφους, σειρά έχει η εισαγωγή των στοιχείων αυτών στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK. Πρώτα θα πρέπει να αξιολογηθεί η υφιστάμενη κατάσταση των δύο κτιρίων με σκοπό την εύρεση της ενεργειακής τους κατηγορίας και την εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειάς τους ανά τελική χρήση. Το λογισμικό για να καταλήξει στα παραπάνω συμπεράσματα πραγματοποιεί σύγκριση με ένα «**κτίριο αναφοράς**». Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ «Κτίριο Αναφοράς» είναι το κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Παράλληλα, πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις. Με άλλα λόγια, θεωρείται ως πρότυπο κτίριο, όμοιο με το εξεταζόμενο, με καθορισμένα όμως τεχνικά χαρακτηριστικά. Οι καταναλώσεις του το κατατάσσουν στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Κατά την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, διαδικασία η οποία, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ταιριάζει περισσότερο στον αλγόριθμο εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας, ο μελετητής αρχικά εισάγει τα στοιχεία του κτιρίου σχετικά με την χρήση του, το ιδιοκτησιακό καθεστώς και τα στοιχεία του ιδιοκτήτη. Παράλληλα, αναφέρεται στην κατάσταση της κατασκευής, το έτος της οικοδομικής άδειας και τα έγγραφα που επιβεβαιώνουν τις παραπάνω στοιχεία. Δηλώνεται επίσης, αν η επιθεώρηση αφορά κτιριακή μονάδα ή ολόκληρο κτίριο, καθώς και αν είναι παλιό, ριζικά ανακαινιζόμενο ή νέο. **Τα δύο κτίρια είναι υφιστάμενα και κατασκευασμένα πρίν την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ, οπότε δηλώνονται ως παλιά. Αναφορικά με το απαραίτητο πεδίο των κλιματολογικών δεδομένων, τα κτίρια αξιοποιούν τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας (Ν. Φιλαδέλφεια) λόγω της εγγύτητάς τους στην συγκεκριμένη περιοχή και στην κλιματική Ζώνη Β. Συνεπώς για τα δύο κτίρια οι καρτέλες των εισαγωγικών στοιχείων διαμορφώνονται όπως τις παρακάτω εικόνες.**

Γενικά στοιχεία κτιρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτιρίου: Κλειστό γυμναστήριο

Κτίριο Αριθμός: Κτιριακή μονάδα Τίτλος:

ΚΑΕΚ: Ιδιοκτησιακό καθεστώς:

Όνομα ιδιοκτήτη: Ταχυδρομική διεύθυνση:

Υπεύθυνος: Ονοματεπώνυμο:

Τηλέφωνο / Φαξ: Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Κατάσταση κατασκευής	Συνοπτική περιγραφή	Πηγή	Έτος Οικ. Αδ.	Έτος
▶			1980	1980

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

Κλιματολογικά δεδομένα

Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια) Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη:

Πηγές δεδομένων

Αρχιτεκτονικά σχέδια Φύλλο Συντήρησης Λέβητα Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων, μελέτη φωτισμού

Η/Μ Σχέδια Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

Εικόνα 4.1-1: Γενικά στοιχεία κτιρίου Αθλητικού Κέντρου

Γενικά στοιχεία κτιρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτιρίου: Βιβλιοθήκης

Κτίριο Αριθμός: Κτιριακή μονάδα Τίτλος:

ΚΑΕΚ: Ιδιοκτησιακό καθεστώς:

Όνομα ιδιοκτήτη: Ταχυδρομική διεύθυνση:

Υπεύθυνος: Ονοματεπώνυμο:

Τηλέφωνο / Φαξ: Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Κατάσταση κατασκευής	Συνοπτική περιγραφή	Πηγή	Έτος Οικ. Αδ.	Έτος
▶			1980	1980

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

Κλιματολογικά δεδομένα

Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια) Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη:

Πηγές δεδομένων

Αρχιτεκτονικά σχέδια Φύλλο Συντήρησης Λέβητα Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων, μελέτη φωτισμού

Η/Μ Σχέδια Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

Εικόνα 4.1-2: Γενικά Στοιχεία Κτιρίου Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί, πως ο εκάστοτε ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να εισάγει τα παραπάνω στοιχεία στο λογισμικό ύστερα από την συμπλήρωση των σχετικών πεδίων στον ιστότοπο ανάρτησης των ΠΕΑ, **buildingcert**. Τα συγκεκριμένα στοιχεία εξάγονται σε μορφή .xml και εισάγονται στο λογισμικό αξιοποιώντας το πεδίο «Εισαγωγή Στοιχείων».

4.2) Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία υφιστάμενης – Υπάρχον Κτίριο

Στην επόμενη διαθέσιμη καρτέλα του λογισμικού ο χρήστης συμπληρώνει τα απαραίτητα στοιχεία σχετικά με το υπάρχον κτίριο. Έτσι, σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα (εμβαδομετρήσεις και ογκομετρήσεις από αρχιτεκτονικά σχέδια), ο χρήστης συμπληρώνει ξανά τη χρήση του κτιρίου (ή συμπληρώνεται αυτόματα αν έχει προηγηθεί η εισαγωγή των στοιχείων από το buildingcert), την συνολική επιφάνεια του κτιρίου και τον συνολικό όγκο σύμφωνα με τις εξωτερικές διαστάσεις, την ωφέλιμη επιφάνειά του και τον όγκο, καθώς και την ψυχόμενη επιφάνεια και όγκο. Στην συνέχεια συμπληρώνει τον αριθμό των ορόφων, το τυπικό ύψος και το ύψος του ισογείου. Μέσω του πεδίου έκθεσης κτιρίου, καταγράφεται το πόσο πυκνή είναι η δόμηση της τοποθεσίας του κτιρίου. Λόγω των παραδοχών που έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα κτίρια θεωρούνται ως εκτεθειμένα. **Τέλος, σημαντική είναι η συμπλήρωση του αριθμού των θερμικών ζωνών που ορίζονται στο κτίριο, καθώς είναι υποχρεωτική για τη περαιτέρω εισαγωγή των στοιχείων του κτιρίου ανά ζώνη.** Στην ίδια καρτέλα γίνεται η εισαγωγή συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), εφόσον υπάρχουν στο κτίριο ή επιλέγονται ως σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης. Περισσότερα για την χρήση των σχετικών επιλογών, θα παρουσιαστούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Για περισσότερη κατανόηση των πεδίων, ακολουθούν οι ορισμοί και οι τιμές που λαμβάνουν για κάθε κτίριο:

- **Χρήση κτιρίου.** Λαμβάνεται η χρήση του κτιρίου σύμφωνα με τον πίνακα της TOTEE 20701-1. **Για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου δηλώνεται χρήση Κλειστό Γυμναστήριο και αντίστοιχα για την Κεντρική Βιβλιοθήκη δηλώνεται χρήση Βιβλιοθήκες.**
- **Συνολική επιφάνεια (m²).** Αποτελεί την συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδων, κλειστών θερμαινόμενων και μη χώρων σύμφωνα με τις μετρήσεις των εξωτερικών του διαστάσεων. **Για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου η συνολική επιφάνεια είναι 2742,27 m² και αντίστοιχα για την Κεντρική Βιβλιοθήκη η συνολική επιφάνεια είναι 8183,74 m².**
- **Ωφέλιμη επιφάνεια.** Αποτελεί την μεικτή επιφάνεια δαπέδων κλειστών στεγασμένων χώρων που εξυπηρετούν τις ανάγκες της κύριας χρήσης του κτιρίου, βάσει των εξωτερικών διαστάσεων. **Στα δύο κτίρια η ωφέλιμη επιφάνεια ταυτίζεται με την συνολική επιφάνεια.**
- **Ψυχόμενη επιφάνεια.** Αποτελεί τη μεικτή επιφάνεια δαπέδων των κλειστών στεγασμένων χώρων που ψύχονται και προκύπτει βάσει των εξωτερικών διαστάσεων. **Στα δύο κτίρια η ψυχόμενη επιφάνεια ταυτίζεται με τη συνολική επιφάνεια.**
- **Αριθμός ορόφων.** Ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου συμπεριλαμβανόμενων και των υπογείων και ισογείων. **Για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου λαμβάνεται μέτρηση 1 ορόφου και αντίστοιχα για το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης 7 ορόφων.**

- Συνολικός όγκος (m³). Ο όγκος των χώρων που εξυπηρετούν την συνολική επιφάνεια του κτιρίου. **Για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου υπολογίζεται ως 17662,49 m³ και αντίστοιχα για το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης 33355,65 m³.**
- Ωφέλιμος όγκος (m³). Ο όγκος των χώρων που εξυπηρετούν την ωφέλιμη επιφάνεια του κτιρίου. **Στα δύο κτίρια ο ωφέλιμος όγκος ταυτίζεται με τον συνολικό όγκο.**
- Ψυχόμενος όγκος (m³). Ο όγκος των χώρων που εξυπηρετούν την ψυχόμενη επιφάνεια. **Στα δύο κτίρια ο ψυχόμενος όγκος ταυτίζεται με τον συνολικό όγκο.**
- Ύψος τυπικού ορόφου (m). Το μέσο ύψος του τυπικού ορόφου.
- Έκθεση κτιρίου. Η πυκνότητα δόμηση της περιοχής του κτιρίου. **Τα δύο κτίρια λαμβάνονται ως εκτεθειμένα.**
- Αριθμός θερμικών ζωνών. Ο συνολικός αριθμός των θερμαινόμενων/κλιματιζόμενων ζωνών στις οποίες χωρίζεται το κτίριο σύμφωνα με το άρθρο 3 του ΚΕΝΑΚ. Σύμφωνα με τις παραδοχές που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο (2.4), **το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου αποτελείται από 3 ζώνες και της Κεντρικής Βιβλιοθήκης από 7.**

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα πεδία συμπληρωμένα σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση για τα δύο κτίρια της μελέτης.

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελευστήρες

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Κλειστό γυμναστήριο

Συνολική επιφάνεια (m²): 2742.270 Συνολικός όγκος (m³): 17662.49

Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): 2742.270 Ωφέλιμος όγκος (m³): 17662.49

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 2742.270 Ψυχόμενος όγκος (m³): 17662.49

Αριθμός ορόφων: 1 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3 Ύψος ισογείου (m): 3

Έκθεση κτιρίου: Εκτεθειμένο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 3

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Συνθήκες θερμικής άνεσης Συνθήκες ακουστικής άνεσης Συνθήκες οπτικής άνεσης Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Εικόνα 4.2-1: Κατασκευαστικά στοιχεία - Αθλητικό Κέντρο

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Αελκυστήρες | Φωτοβολταϊκά

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Βιβλιοθήκες

Συνολική επιφάνεια (m²): 8183.740 Συνολικός όγκος (m³): 33355.65

Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): 8183.739 Ωφέλιμος όγκος (m³): 33355.65

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 8183.739 Ψυχόμενος όγκος (m³): 33355.65

Αριθμός ορόφων: 7 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3.85 Ύψος ισογείου (m): 4.15

Έκθεση κτιρίου: Εκτεθειμένο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 7

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZNX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Συνθήκες θερμικής άνεσης Συνθήκες ακουστικής άνεσης Συνθήκες οπτικής άνεσης Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Εικόνα 4.2-2: Κατασκευαστικά στοιχεία - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Το κτίριο της Κεντρικής βιβλιοθήκης στην υφιστάμενη του κατάσταση διαθέτει φωτοβολταϊκά, τα στοιχεία των οποίων λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια. Επειδή οι πληροφορίες για τα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι άγνωστες, λαμβάνονται ανάλογα με την επιφάνεια που καλύπτουν στις όψεις των κτιρίων και αρχικό συντελεστή απόδοσης σύμφωνα με την TOTEE. **Θεωρώντας πως έχουν εγκατασταθεί τα τελευταία 8 χρόνια σύμφωνα με την τεχνικής οδηγία λαμβάνεται απομείωση 1% στον συντελεστή απόδοσης του πλαισίου για κάθε χρόνο που έχει περάσει.** Συνεπώς τα πεδία συμπληρώνονται ως εξής:

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Αελκυστήρες | Φωτοβολταϊκά

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Σύνδεση
▶	Μονοκρυσταλλικό	0.12	100	12	180	90	1.0	Με συμψηφισμό
	Μονοκρυσταλλικό	0.12	64	8.4	180	32	1.0	Με συμψηφισμό
	Μονοκρυσταλλικό	0.12	28	4.2	180	32	1.0	Με συμψηφισμό
*							1	

Εικόνα 4.3-3: Υφιστάμενα ΦΒ συστήματα κτιρίου βιβλιοθήκης

4.3) Γενικά στοιχεία θερμικών ζωνών – Υπάρχον Κτίριο

Πριν την εισαγωγή των δομικών στοιχείων, όπως αυτά έχουν συγκεντρωθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, πρέπει να οριστούν τα εισαγωγικά στοιχεία των θερμικών ζωνών. Οπότε σε κάθε ζώνη συμπληρώνεται η χρήση της ζώνης, η συνολική της επιφάνεια, η μέση κατανάλωση ZNX σε κυβικά ανά έτος, η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα, οι κατηγορίες διατάξεων ελέγχου-αυτοματισμών για τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, καθώς και η διείσδυση αέρα από κουφώματα σε κυβικά μέτρα ανά ώρα όπως έχουν προκύψει από τους υπολογισμούς του αθέλτου αερισμού σε προηγούμενο κεφάλαιο (3.3). Παρακάτω αναλύονται περαιτέρω τα παραπάνω πεδία:

- Χρήση. Η χρήση της θερμικής ζώνης σύμφωνα με τον πίνακα 1^α της ενότητας 2.1.1 της ΤΟΤΕΕ 20701-1-4 και η σύνδεση με τις συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες.
- Συνολική επιφάνεια (m²). Το εμβαδό της θερμικής ζώνης το οποίο θερμαίνεται σύμφωνα με τις εξωτερικές διαστάσεις.
- Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m²*K)). Η μέση ανηγμένη θερμοχωρητικότητα σύμφωνα με τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στον πίνακα 3.14 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 και για κατηγορία 6.
- Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος). Η συνολική κατανάλωση ετησίως η οποία προκύπτει από τον πίνακα 2.5. της ΤΟΤΕΕ 20701-1, σε συνδυασμό με τη χρήση της θερμικής ζώνης. **Στην συγκεκριμένη περίπτωση βάσει της τεχνικής οδηγίας υπολογίζεται μόνο στο κτίριο του αθλητικού κέντρου, καθώς για το κτίριο της βιβλιοθήκης δεν λαμβάνεται υπόψη το ZNX. Λαμβάνεται η τιμή από τον πίνακα ανά δομημένη επιφάνεια για ετήσια κατανάλωση η τιμή 3,29 [m³/m²/έτος].**
- Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών. Συμπληρώνεται σύμφωνα με τον πίνακα 5.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 για την ψύξη και την θέρμανση αντίστοιχα.
- Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h). Συμπληρώνεται σύμφωνα με τους υπολογισμούς προηγούμενου κεφαλαίου.

Τα δεδομένα που εισάγονται στα ανωτέρω πεδία συγκεντώνονται στους παρακάτω πίνακες ανά κτίριο. Υπενθυμίζεται η ύπαρξη 3 θερμικών ζωνών για το κτίριο του αθλητικού κέντρου και η ύπαρξη 7 θερμικών ζωνών για το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης.

ΚΤΙΡΙΟ:		Αθλητικό Κέντρο					
ΖΩΝΗ	ΧΡΗΣΗ	ΣΥΝ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΝΧ (m ³ /έτος)	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (kJ/m ² K)	ΑΥΤΟΜ. ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΥΤΟΜ. ΨΥΞΗ	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)
Στάδιο	Κλειστό Γυμναστήριο	1350,54	4443,276	300	Δ	Δ	970,944
πτέρυγα αριστερά	Κλειστό Γυμναστήριο	337,77	285,8023	300	Δ	Δ	164,0328
πτέρυγα δεξιά	Κλειστό Γυμναστήριο	1053,96	415,7573	300	Δ	Δ	316,248

Πίνακας 4.3-1: Στοιχεία θερμικών ζωνών Αθλητικού Κέντρου

ΚΤΙΡΙΟ:	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ						
ΖΩΝΗ	ΧΡΗΣΗ	ΣΥΝ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΝΧ (m ³ /έτος)	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (kJ/m ² K)	ΑΥΤΟΜ. ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΥΤΟΜ. ΨΥΞΗ	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)
ΕΠΙΠΕΔΟ 1	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	3081,016	0	300	Δ	Δ	1609,1927
ΕΠΙΠΕΔΟ 2	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	2594,832	0	300	Δ	Δ	2111,58
ΕΠΙΠΕΔΟ 3	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	1640,933	0	300	Δ	Δ	1401,7119
ΕΠΙΠΕΔΟ 4	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	222,657	0	300	Δ	Δ	163,1709
ΕΠΙΠΕΔΟ 5	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	214,767	0	300	Δ	Δ	194,8472
ΕΠΙΠΕΔΟ 6	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	214,767	0	300	Δ	Δ	194,8472
ΕΠΙΠΕΔΟ 7	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ	214,767	0	300	Δ	Δ	194,8472

Πίνακας 4.3-2: Στοιχεία θερμικών ζωνών Κεντρικής Βιβλιοθήκης

4.4) Εισαγωγή δομικών στοιχείων θερμικών ζωνών – Υπάρχον Κτίριο

Ο ορισμός του κελύφους γίνεται με την εισαγωγή των δομικών στοιχείων των θερμικών ζωνών. Σε προηγούμενο κεφάλαιο (3.1 -3.2) τα δομικά στοιχεία που σχετίζονται με τις αδιαφανείς επιφάνειες (τοιχοποιίες, οροφές), τις επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος (δάπεδα) και τις διαφανείς επιφάνειες (κουφώματα με υαλοπίνακες), συγκεντρώθηκαν και υπολογίστηκαν ως προς τον συντελεστή θερμοπερατότητας U. Τα στοιχεία αυτά ανά ζώνη εισάγονται σε ειδικά υπολογιστικά φύλλα σύμφωνα με τα απαραίτητα πεδία που ορίζει το λογισμικό.

Τα πεδία που ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει για τον ορθό προσδιορισμό του κελύφους ανά ζώνη είναι τα κάτωθι:

ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

- Τύπος. Το είδος της επιφάνειας όταν πρόκειται για τοίχο, οροφή, πυλωτή, πόρτα (χωρίς υαλοπίνακα), μεσοτοιχία
- Περιγραφή. Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με το αρχείο του χρήστη.
- $\gamma(deg)$. Ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου σε μοίρες με 0° προς το βορρά, 90° ανατολικά, 180° νότο και 270° η δύση.
- $\beta(deg)$. Η κλίση του δομικού στοιχείου μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου της περιοχής.
- Εμβαδό (m²). Εισαγωγή της εξωτερικά μετρούμενης επιφάνειας, όπως έχει μετρηθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.
- Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U [W/(m²*K)]. Συμπληρώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου όπως έχει υπολογιστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης.
- Απορροφητικότητα. Η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου.

- Εκπομπη στη θερμική ακτινοβολία. Η εισαγωγή του συντελεστή εκπομπής για τη θερμική ακτινοβολία της εξωτερικής επιφάνειας του δομικού στοιχείου.
- F hor c(-h) – [Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας (χειμώνας και καλοκαίρι)]. Η εισαγωγή του συντελεστή μερικής σκίασης από τον ορίζοντα έχοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου λόγω εμποδίων. Λαμβάνει τιμές κοντά στο 1 όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος και ισούται με το 0 για πλήρη σκίαση.
- F-on-c(-h) [Συντελεστής σκίασης – πρόβολοι τέντες]. Η εισαγωγή του συντελεστή σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο. Λαμβάνει τιμή 1 όταν δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή και 0 σε περίπτωση πλήρους σκίασης.
- F-fin-h(-c) – [Συντελεστής σκίασης – πλευρικής προεξοχής]. Η εισαγωγή του μερικού συντελεστή σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

- Τύπος. Το είδος της επιφάνειας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος είτε πρόκειται για δάπεδο ή οροφή είτε για τοίχο.
- Περιγραφή. Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με το αρχείο του χρήστη.
- Εμβαδόν (m²). Εισαγωγή της επιφάνειας σύμφωνα με τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας U [(W/(m²*K)]. Συμπληρώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου όπως έχει υπολογιστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης. Χρησιμοποιείται ο ισοδύναμος συντελεστής λόγω επαφής με το έδαφος.
- Βάθος έδρασης. Το βάθος του δομικού στοιχείου εντός του εδάφους. Όταν πρόκειται για δάπεδο σε επαφή με το έδαφος λαμβάνεται ως μηδέν (0).
- Περίμετρος (m). Καταγραφή της εκτεθειμένης περιμέτρου της πλάκας. Σε περίπτωση τοίχου δεν καταγράφεται η περίμετρος.

ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

- Τύπος. Το είδος της διαφανούς επιφάνειας όταν πρόκειται είτε για ανοιγόμενο ή και μη ανοιγόμενο κούφωμα, είτε για ανοιγόμενη ή και μη ανοιγόμενη πρόσοψη.
- Περιγραφή. Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με το αρχείο του χρήστη.
- γ(deg). Ο προσανατολισμός του διαφανούς δομικού στοιχείου σε μοίρες με 0⁰ προς το βορρά, 90⁰ ανατολικά, 180⁰ νότο και 270⁰ η δύση.
- β(deg). Η κλίση του δομικού στοιχείου μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου της περιοχής.
- Εμβαδό (m²). Εισαγωγή της εξωτερικά μετρούμενης επιφάνειας, όπως έχει μετρηθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας, U [W/(m²*K)]. Συμπληρώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του διαφανούς δομικού στοιχείου όπως έχει υπολογιστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (3.1-3.2) της παρούσας μελέτης.
- Συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία. Συμπληρώνεται η τιμή που προέκυψε από τους υπολογισμούς σε προηγούμενο κεφάλαιο (3.1-3.2).

- F_{hor c(-h)} – [Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας (χειμώνας και καλοκαίρι)]. Η εισαγωγή του συντελεστή μερικής σκίασης από τον ορίζοντα έχοντας υπόψη τη σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου λόγω εμποδίων. Λαμβάνει τιμές κοντά στο 1 όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος και ισούται με το 0 για πλήρη σκίαση.
- F_{ov-c(-h)} [Συντελεστής σκίασης – πρόβολοι τέντες]. Η εισαγωγή του συντελεστή σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο. Λαμβάνει τιμή 1 όταν δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή και 0 σε περίπτωση πλήρους σκίασης.
- F_{fin-h(-c)} – [Συντελεστής σκίασης – πλευρικής προεξοχής]. Η εισαγωγή του μερικού συντελεστή σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο.

Λόγω των πολλών δομικών στοιχείων που περιγράφουν το κέλυφος των δύο κτιρίων και τον αυξανόμενο όγκο δεδομένων, παρουσιάζονται ενδεικτικά τα πεδία για μία θερμική ζώνη στο κτίριο του αθλητικού κέντρου. Συγκεκριμένα, για την ζώνη που οριοθετεί τον χώρο του κλειστού σταδίου. Συνεπώς, απεικονίζονται οι παρακάτω εγγραφές.

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες		Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα									
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U* (W/m ² K)	a* (-)	ε* (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_c} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_c} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_c} (-)	
▶ 1	Τοίχος	T5	270	90.00	120.975	0.775	0.40	0.80	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
2	Πόρτα	A3	270	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
3	Τοίχος	T5	180	90.00	322.875	0.775	0.40	0.80	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
4	Τοίχος	T8	90	90.00	299.250	0.555	0.40	0.80	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
5	Πόρτα	A3	90	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
6	Τοίχος	T8	0	90.00	210.775	0.555	0.40	0.80	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
7	Πόρτα	A3	0	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
8	Πόρτα	A3	0	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
9	Πόρτα	A3	0	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
10	Πόρτα	A11	0	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
11	Πόρτα	A3	0	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
12	Πόρτα	A3	0	90.00	4.800	4.00	0.40	0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
13	Τοίχος	T8	270	90.00	178.275	0.555	0.40	0.80	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
14	Οροφή	O2	0	0.00	1350.000	0.360	0.65	0.80	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
* 15															

Εικόνα 4.4-1: Θερμική Ζώνη σταδίου - Αδιαφανή στοιχεία

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U* (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο -	Δ2	1350.000	1.107	0.0		390.4
* 2							

Εικόνα 4.4-2: Θερμική Ζώνη σταδίου - Στοιχεία σε επαφή με το Έδαφος

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανιχνευτή*	U (W/m ² K)	g_w (t)	F_hor_h (t)	F_hor_c (t)	F_on_h (t)	F_on_c (t)	F_fm_h (t)	F_fm_c (t)
▶ 1	Αναγόμενο κούφωμα	A9	270	90.00	8.100	A9	3.341	0.5776	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	Αναγόμενο κούφωμα	A9	90	90.00	8.100	A9	3.341	0.5776	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3	Αναγόμενο κούφωμα	A9	90	90.00	8.100	A9	3.341	0.5776	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4	Αναγόμενο κούφωμα	A10	0	90.00	11.400	A10	3.332	0.6013	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	Αναγόμενο κούφωμα	A10	0	90.00	11.400	A10	3.332	0.6013	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
6	Αναγόμενο κούφωμα	A12	0	90.00	10.080	A12	3.335	0.5936	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
7	Αναγόμενο κούφωμα	A12	0	90.00	10.080	A12	3.335	0.5936	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
8	Αναγόμενο κούφωμα	A12	0	90.00	10.080	A12	3.335	0.5936	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
9	Αναγόμενο κούφωμα	A12	0	90.00	10.080	A12	3.335	0.5936	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
10	Αναγόμενο κούφωμα	A12	0	90.00	10.080	A12	3.335	0.5936	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
11	Αναγόμενο κούφωμα	A12	0	90.00	10.080	A12	3.335	0.5936	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
12	Αναγόμενο κούφωμα	A9	270	90.00	8.100	A9	3.341	0.5776	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
* 13														

Εικόνα 4.4-3: Θερμική Ζώνη σταδίου - Διαφανή Στοιχεία

4.5) Εισαγωγή συστημάτων θερμικών ζωνών – Υπάρχον Κτίριο

Μετά τον ορισμό των δομικών στοιχείων των θερμικών ζωνών, πρέπει να προστεθούν τα επιμέρους συστήματα θέρμανσης, ψύξης, Μηχανικού Αερισμού, Ζεστού Νερού Χρήσης και τεχνητού φωτισμού. Για το υφιστάμενο κτίριο συμπληρώνονται τα στοιχεία που συλλέγονται από τα Ηλεκτρομηχανολογικά Σχέδια, καθώς και τις παραδοχές που έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 2.4.

Αρχικά στη ζώνη ορίζονται τα συστήματα θέρμανσης. Τα πεδία χωρίζονται σε 4 μέρη. Πρώτα ορίζονται οι μονάδες παραγωγής, όπου δηλώνεται ο εξοπλισμός που είναι υπεύθυνος για την παραγωγή, το καύσιμο το οποίο χρησιμοποιεί, η ισχύς του, ο βαθμός απόδοσης και ο μηνιαίος βαθμός κάλυψης των φορτίων. Στην συνέχεια, περιγράφεται το δίκτυο διανομής του θερμού μέσου, η ισχύς του και ο βαθμός απόδοσης. Τέλος εισάγονται οι τερματικές μονάδες και ο αντίστοιχος βαθμός απόδοσης που τις διέπει. Τα πεδία και ο τρόπος που συμπληρώνονται παρουσιάζονται ενδεικτικά στη παρακάτω εικόνα, για μία ζώνη του κτιρίου του αθλητικού κέντρου.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύψραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Φυσικό αέριο	290.0000	0.6960	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0	0	0	0	1.000	1.000
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	290.0000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9750	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ.* (-)
▶ 1	Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό	0.8500

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 4.5-1: Σύστημα Θέρμανσης Ζώνης 1 - Αθλητικό Κέντρο

Τα συστήματα θέρμανσης των δύο κτιρίων, συνοπτικά είναι τα εξής:

- Το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου διαθέτει δύο συνήθεις λέβητες φυσικού αερίου 290kW ονομαστική ισχύ έκαστος, με δυνατότητα σύνδεσης με μονάδες fan coil και μονάδες σωμάτων ακτινοβολίας. Καλύπτουν τις ανάγκες τριών ζωνών και η θέρμανση των χώρων επιτυγχάνεται εν μέρει από δίκτυο αεραγωγών.
- Το κτίριο της Κέντρικης Βιβλιοθήκης, όπως έχει αναλυθεί στο κεφάλαιο των παραδοχών, διαθέτει συμβατικές παλαιότερης τεχνολογίας αντλίες θερμότητας, μία για κάθε από τις 7 ζώνες, με δίκτυο διανομής κατά μεγάλο ποσοστό μέσω αεραγωγών σε συνεργασία με ακτινοβόλα σώματα.

Για τα δύο κτίρια στους παρακάτω πίνακες συγκεντρώνονται τα στοιχεία που περιγράφουν τα συστήματα θέρμανσης για κάθε θερμική ζώνη.

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ					
Ζώνη 1 - Στάδιο	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	290	0,696	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		290	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,975	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,85			
Ζώνη 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	290	0,728	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		290	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,972	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,85			
Ζώνη 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	290	0,728	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		290	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,972	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,85			

Πίνακας 4.5-1: Υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης - Αθλητικό Κέντρο

ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ					
Ζώνη 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	COP	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	230	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		230	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,961	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,89			
Ζώνη 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	COP	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	177	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		177	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,955	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,936			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	120	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		120	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,955	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,893			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	19,5	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		19,5	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,955	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,89			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	14	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		14	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,955	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,89			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	14	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		14	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,955	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,89			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	14	2,2	ΙΑΝ. ΕΩΣ ΑΠΡ., ΝΟΕΜ. ΔΕΚ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		14	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,955	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,89			

Πίνακας 4.5-2: Υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Σημειώνεται πως οι βαθμοί απόδοσης των συστημάτων παραγωγής του κτιρίου της βιβλιοθήκης, λόγω έλλειψης στοιχείων, **λαμβάνονται από της σελίδα 111 της ΤΟΤΕΕ 20701-1 – 2017 για συστήματα εγκατεστημένα το έτος 2000.**

Στην συνέχεια, συμπληρώνονται τα στοιχεία για τα συστήματα ψύξης. Όμοια με τα συστήματα θέρμανσης, πρέπει να γίνει εισαγωγή του συστήματος παραγωγής και της πηγής ενέργειας, περιγραφή του δικτύου διανομής και των τερματικών μονάδων που χρησιμοποιούνται. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα πεδία που συμπληρώνονται σε μία ζώνη του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου.

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

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	EER* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	115.0000	1	3.0000	0	0	0	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	115.0000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9859	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ.* (-)
▶ 1	Άμεσα συστήματα μονάδες	0.9300

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 4.5-2:Υφιστάμενο Σύστημα Ψύξης Ζώνης 2 - Αθλητικό Κέντρο

Τα συστήματα Ψύξης των δύο κτιρίων, συνοπτικά είναι τα εξής:

- Το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, διαθέτει έναν αερόψυκτο ψύκτη 115kW σε συνδυασμό με 3 από τις 4 ΚΚΜ (κεντρικές κλιματιστικές μονάδες) και δίκτυο Fan Coil. Η ζώνη του σταδίου σύμφωνα με τις διαθέσιμες ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες δεν ψύχεται.
- Το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, όπως έχει αναλυθεί στο κεφάλαιο των παραδοχών, διαθέτει συμβατικές παλαιότερης τεχνολογίας αντλίες θερμότητας, μία για κάθε μία από τις 7 ζώνες με δίκτυο διανομής κατά μεγάλο ποσοστό μέσω αεραγωγών σε συνεργασία με δίκτυα Fan Coil.

Για τα δύο κτίρια στους παρακάτω πίνακες συγκεντρώνονται τα στοιχεία που καλύπτουν την συμπλήρωση των πεδίων που περιγράφουν τα συστήματα ψύξης για κάθε θερμική ζώνη των δύο κτιρίων.

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ					
Ζώνη 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	0	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		0	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0			
Ζώνη 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΣ ΨΥΚΤΗΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	115	3	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		115	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,9859	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,93			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΣ ΨΥΚΤΗΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	115	3	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		115	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,9857	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,93			

Πίνακας 4.5-3: Υφιστάμενα συστήματα Ψύξης - Αθλητικό Κέντρο

ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ					
Ζώνη 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	170	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		170	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,986	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,93			
Ζώνη 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	170	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		170	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,985	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,936			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	94	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		94	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,985	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,963			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	13,5	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		13,5	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,985	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,96			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	12	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		12	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,985	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,96			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	12	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		12	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,985	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,96			
Ζώνη 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	EER	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ.	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	12	2,2	ΜΑΙΟΣ ΕΩΣ ΣΕΠΤ.
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΙΣΧΥΣ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		12	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΪ Η ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,985	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,96			

Πίνακας 4.5-4: Υφιστάμενα συστήματα Ψύξης - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Σημειώνεται πως οι βαθμοί απόδοσης των συστημάτων παραγωγής του κτιρίου της βιβλιοθήκης, λόγω έλλειψης στοιχείων, **λαμβάνονται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1 – 2017 για συστήματα εγκατεστημένα το έτος 2000.**

Στη συνέχεια, περιγράφονται τα πεδία του μηχανικού αερισμού και των Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων. Συνεπώς, συμπληρώνονται οι ΚΚΜ που συμμετέχουν στην ψύξη και στη θέρμανση, καθώς και η παροχή του αέρα για την κάθε λειτουργία. Παράλληλα δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής, αν υπάρχουν, των συντελεστών που περιγράφουν την ανακυκλοφορία αέρος και την ανάκτηση θερμότητας. Τέλος, μπορεί να δηλωθεί η χρήση ύγρανσης εφόσον είναι εφικτή. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα πεδία που συμπληρώνονται στην περίπτωση του μηχανικού αερισμού, για μία ζώνη του Αθλητικού Κέντρου.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγρανση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψυξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m³/s)
▶ 1	ΚΚΜ3	<input checked="" type="checkbox"/>	47428.200	0.250	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>	47428.200	0.250	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000
2	ΚΚΜ4	<input checked="" type="checkbox"/>	20769.212	1.000	0.000	<input checked="" type="checkbox"/>	20769.212	1.000	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000	<input type="checkbox"/>	0.000
* 3		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 4.5-3: Συστήματα Μηχανικού αερισμού Ζώνης 2 - Αθλητικό Κέντρο

Τα συστήματα μηχανικού αερισμού των δύο κτιρίων, συνοπτικά είναι τα εξής:

- Το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, διαθέτει 4 ΚΚΜ (κεντρικές κλιματιστικές μονάδες). Δεν χρησιμοποιείται ύγρανση.
- Το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, διαθέτει 7 ΚΚΜ. Δεν χρησιμοποιείται ύγρανση.

Για τα δύο κτίρια στους παρακάτω πίνακες συγκεντρώνονται τα στοιχεία που καλύπτουν την συμπλήρωση των πεδίων που περιγράφουν τα συστήματα μηχανικού αερισμού για κάθε θερμική ζώνη.

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ						
ΖΩΝΗ	ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΤΜΗΜΑ ΨΥΞΗΣ		
	F_h (m3/h)	R_h	Q_r_h	F_c (m3/h)	R_c	Q_r_c
ΖΩΝΗ 1 - ΣΤΑΔΙΟ	45580,725	0	0	0	0	0
ΖΩΝΗ 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	11399,745	0	0	11399,745	0	0
ΖΩΝΗ 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	47428,2	0,25	0	47428,2	0,25	0
ΖΩΝΗ 4 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	20769,212	1	0	20769,212	1	0

Πίνακας 4.5-5: Υφιστάμενος μηχανικός αερισμός - Αθλητικό Κέντρο

ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ						
ΖΩΝΗ	ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΤΜΗΜΑ ΨΥΞΗΣ		
	F_h (m3/h)	R_h	Q_r_h	F_c (m3/h)	R_c	Q_r_c
ΖΩΝΗ 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	20340	0	0	20340	0	0
ΖΩΝΗ 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	17125,893	0	0	17125,893	0	0
ΖΩΝΗ 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	10830,159	0	0	10830,159	0	0
ΖΩΝΗ 4 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4	1469,539	0	0	1469,539	0	0
ΖΩΝΗ 5 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5	1417,464	0	0	1417,464	0	0
ΖΩΝΗ 6 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6	1417,464	0	0	1417,464	0	0
ΖΩΝΗ 7 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7	1417,464	0	0	1417,464	0	0

Πίνακας 4.5-6: Υφιστάμενος μηχανικός αερισμός - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Σημειώνεται πως για το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης **λόγω έλλειψης στοιχείων, το σύστημα μηχανικού αερισμού εισάγεται με τρόπο τέτοιο, ώστε να καλύπτει τον απαιτούμενο νωπό αέρα ανά χρήση κτιρίου, σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1.**

Αφότου συμπληρωθεί ο μηχανικός αερισμός που αντιστοιχεί στις επιμέρους θερμικές ζώνες, περιγράφεται το σύστημα του Ζεστού Νερού Χρήσης. Συνεπώς, εισάγονται τα στοιχεία σχετικά με τις μονάδες παραγωγής, την απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος αποθήκευσης. Από τις διαθέσιμες επιλογές του λογισμικού, δίνεται η δυνατότητα παραγωγής μέσω υφιστάμενου λέβητα, τηλεθέρμανσης, μονάδας Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, αντλίας θερμότητας και τοπικών ηλεκτρικών θερμαντήρων.

Στα δύο κτίρια της μελέτης και σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, περιγράφονται συστήματα ΖΝΧ μόνο σε δύο ζώνες του κτιρίου του **Αθλητικού Κέντρου**. Συγκεκριμένα οι δύο θερμικές ζώνες εξυπηρετούνται από τους **λέβητες φυσικού αερίου που αξιοποιούνται για την θέρμανση των χώρων**. Στη θερμική ζώνη του σταδίου όπου δεν υφίσταται σύστημα ΖΝΧ, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ λαμβάνεται ως μονάδα παραγωγής τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας με ισχύ 0 kW, βαθμό απόδοσης δικτύου διανομής 1 και σύστημα αποθήκευσης με βαθμό απόδοσης 0,98. Στον αντίποδα, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1, για το κτίριο της βιβλιοθήκης δεν υπολογίζεται σύστημα ΖΝΧ, οπότε και δεν συμπληρώνεται. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα πεδία του λογισμικού για την ζώνη 2 του Αθλητικού κέντρου και η εισαγωγή των στοιχείων για τις επιμέρους ζώνες.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Φυσικό αέριο	290.0000	0.7280	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0	0	0	0	1.000	1.000
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	290.0000	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.9720	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε		<input checked="" type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ.* (-)
▶ 1	Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό	0.8500

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 4.5-4: Σύστημα Παραγωγής ΖΝΧ Ζώνης 3 - Αθλητικό Κέντρο

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ					
Ζώνη 1 - ΣΤΑΔΙΟ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	Β.ΑΠ	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΤΟΠΙΚΟΣ ΗΛ. ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ		0	1 ΙΑΝ ΕΩΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ		ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
			ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%		1
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΔΕΞΑΜΕΝΗ		0,98		
Ζώνη 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	COP	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	290	0,6394	ΙΑΝ ΕΩΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		ΝΑΙ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,876	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΔΕΞΑΜΕΝΗ		0,88		
Ζώνη 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
	ΤΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (Kw)	ΒΑΘ. ΑΠΟΔ.	ΜΗΝΕΣ ΜΕ 100% ΚΑΛΥΨΗ
	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	290	0,6633	ΙΑΝ ΕΩΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
	ΔΙΑΝΟΜΗ				
	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ	ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ	Β.ΑΠ	
		ΝΑΙ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ Ή ΕΩΣ ΚΑΙ 20%	0,879	
	ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝ.	Β.ΑΠ.			
	ΑΜΕΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		0,88		

Πίνακας 4.5-7: Υφιστάμενα συστήματα παραγωγής ΖΝΧ - Αθλητικό Κέντρο

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία εισαγωγής των στοιχείων του υφιστάμενου κτιρίου, απομένει ο ορισμός του τεχνητού φωτισμού για κάθε θερμική ζώνη. Σημαντικά πεδία εφόσον είναι γνωστά για τους υπολογισμούς στο λογισμικό, είναι η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σωμάτων στις ζώνες, ο έλεγχος από αισθητήρες, η περιοχή Φυσικού Φωτισμού σε ποσοστό και η στάθμη φωτισμού σε lux (lx). Τα πεδία αυτά παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα για μία θερμική ζώνη του κτιρίου του αθλητικού κέντρου.

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

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ZNX | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 21.0684

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0.000

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0.000

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0.000

Περιοχή ΦΦ (%): 32

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	0.00
2	500	0.00
3	400	0.00
4	300	100.00
5	250	0.00
6	200	0.00
7	100	0.00

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

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

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Εικόνα 4.5-8: Τεχνητός Φωτισμός Ζώνη 1 - Αθλητικό Κέντρο

Στους παρακάτω πίνακες συγκεντρώνονται τα στοιχεία που περιγράφουν την υφιστάμενη κατάσταση των συστημάτων φωτισμού των δύο κτιρίων. Για το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης και λόγω της έλλειψης στοιχείων, γίνονται απλουστευμένοι φωτοτεχνικοί υπολογισμοί για τον προσδιορισμό της εγκατεστημένης ισχύος της κάθε ζώνης. Συγκεκριμένα η εγκατεστημένη ισχύς προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση της κάθε ζώνης. Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 15193:2007 οι χώροι με χρήση βιβλιοθήκης απαιτούν στάθμη φωτισμού 500 lx. Η κάθε ζώνη παρόλο που εξυπηρετεί την βασική χρήση του κτιρίου (βιβλιοθήκης), διαθέτει χώρους που χρησιμοποιούνται διαφορετικά. Για παράδειγμα αμφιθέατρα και χώρους υγιεινής. Στη συγκεκριμένη μελέτη υπολογίζονται για τις τρεις πρώτες ζώνες του κτιρίου τρεις ζώνες φωτισμού με ποσοστό κάλυψης 50% για 500 lx, 40% για 200 lx και 10% 100 lx. Αξιοποιώντας τον πίνακα 5.1^α της TOTEE, θεωρείται πως οι ζώνες αυτές διαθέτουν φωτιστικά με λαμπτήρες τεχνολογίας ατμών μεταλλικών αλογονιδίων. Οι λαμπτήρες έχουν πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [$W/m^2/100lx$] 5,2. Βρίσκοντας την στάθμη φωτισμού συνολικά για τις ζώνες προκύπτει $0,5*500+0,4*200+0,1*100=340$ lx . Η υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού οπότε ανέρχεται, για παράδειγμα στην Ζώνη 2 – επίπεδο 2 του κτιρίου της βιβλιοθήκης, σε $(5,2*340)/100=17,68$ W/m². Η συγκεκριμένη τιμή πολλαπλασιασμένη με τα συνολικά τετραγωνικά της ζώνης δίνει την εγκατεστημένη ισχύ της ζώνης.

ΚΤΙΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ					
	ΦΩΤΙΣΜΟΣ				
ΖΩΝΗ 1 - ΣΤΑΔΙΟ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	21,0684	32	300	100	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	3,5128	51	300/100	50/50	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	10,9612	53	300/100	50/50	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	

Πίνακας 4.5-8: Υφιστάμενος Τεχνητός Φωτισμός - Αθλητικό Κέντρο

ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ					
ΦΩΤΙΣΜΟΣ					
ΖΩΝΗ 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	54,47	33	500/200/100	50/40/10	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	45,87	30	500/200/100	50/40/10	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	29,1	44	500/200/100	50/40/10	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 4 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	5,8	51	500	100	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 5 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	5,56	53	500	100	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 6 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	5,68	53	500	100	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	
ΖΩΝΗ 7 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΦ
	5,58	53	500	100	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ
	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ	
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ (ΑΦΗΣ/ΣΒΕΣΗΣ)	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	

Πίνακας 4.5- 9: Υφιστάμενος Τεχνητό Φωτισμός - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Με την εισαγωγή των παραπάνω στοιχείων στο λογισμικό TEE – KENAK περιγράφεται πλήρως η υφιστάμενη κατάσταση των δύο κτιρίων. Συνεπώς είναι δυνατή η εύρεση της ενεργειακής κατηγορίας που κατατάσσονται τα δύο κτίρια, με σκοπό στην συνέχεια να εξεταστούν σενάρια αναβάθμισης.

4.6) Παρουσίαση αποτελεσμάτων υφιστάμενης κατάστασης

Εκτελώντας τους απαραίτητους υπολογισμούς το TEE-KENAK πλέον μπορεί να δώσει αποτελέσματα σχετικά με τις απαιτήσεις, την κατανάλωση και την κατηγορία στην οποία ανήκουν τα κτίρια ως προς την υφιστάμενη κατάσταση τους. Αναλύονται παρακάτω τα αποτελέσματα ξεκινώντας από το κτίριο του αθλητικού κέντρου.

Το αθλητικό κέντρο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία B, ύστερα από την σύγκρισή του με το κτίριο αναφοράς. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται στις 797,1 kWh/m² ετησίως, σε αντίθεση με την υπολογιζόμενη του κτιρίου αναφοράς (828,6 kWh/m²). Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και η σύγκρισή τους μεταξύ των αντίστοιχων του κτιρίου αναφοράς παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	288,0	85,2
	Ψύξη	343,1	348,4
	ZNX	76,7	169,0
	Φωτισμός	120,8	194,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
	Σύνολο	828,6	797,1
	Κατάταξη	-	B

Εικόνα 4.6-1: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση - Αθλητικό Κέντρο

Παρατηρείται πως το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 85,2 kWh/m² για την θέρμανσή του, σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 288 kWh/m². Για την ψύξη του καταναλώνει 348,4 kWh/m², σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 343,1 kWh/m². Το κτίριο αναφοράς καταναλώνει 5,3 kWh/m² λιγότερο από το υπάρχον κτίριο. Για το ZNX το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 169 kWh/m², σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 76,7 kWh/m². Το κτίριο αναφοράς καταναλώνει 92,3 kWh/m² λιγότερο από το υπάρχον κτίριο. Για τον τεχνητό φωτισμό το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 194,5 kWh/m², σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 120,8 kWh/m². Το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 73,7 kWh/m² περισσότερο από το κτίριο αναφοράς. Παρατηρείται πως οι τελικές χρήσεις της ψύξης, του φωτισμού και του ZNX λόγω της υψηλότερης κατανάλωσης τους, μπορούν να αποφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε περίπτωση εφαρμογής βελτιωτικών παρεμβάσεων και να αποτελέσουν επίκεντρο σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης.

Συνοψίζοντας για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, παρακάτω παρουσιάζονται στοιχεία αναφορικά με την Ενεργειακή Κατανάλωση ανά μήνα και για κάθε χρήση και η κατανάλωση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται, καθώς και οι εκπομπές CO₂ (kg/m²) που εκλύονται λόγω της χρήσης τους.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	24,9	19,8	13,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	17,7	81,2
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,3	37,9	36,4	13,6	0,0	0,0	0,0	120,2
	ZNX	7,4	6,7	7,1	6,2	5,6	4,5	4,1	4,1	4,4	5,4	6,1	7,0	68,5
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	5,7	5,1	5,7	5,5	5,7	5,5	5,7	5,7	5,5	5,7	5,5	5,7	67,1
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	38,0	31,6	26,3	12,3	11,3	42,3	47,7	46,1	23,6	11,1	16,3	30,4	336,9

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
►	Ηλεκτρισμός	239,7	237,1
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	97,2	19,1
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	336,9	256,1

Εικόνα 4.6-2: Αποτελέσματα καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ - Αθλητικό Κέντρο

Το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Δ, ύστερα από την σύγκρισή του με το κτίριο αναφοράς. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται στις 172,8 kWh/m² ετησίως, σε αντίθεση με την υπολογιζόμενη του κτιρίου αναφοράς (101,7 kWh/m²). Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και η σύγκρισή τους μεταξύ των αντίστοιχων του κτιρίου αναφοράς παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)			
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	13,4	15,9
	Ψύξη	33,8	81,5
	ZNX	0,0	0,0
	Φωτισμός	54,6	87,0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	11,5
	Σύνολο	101,7	172,8
	Κατάταξη	-	Δ

Εικόνα 4.6-3: Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Παρατηρείται πως το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 15,9 kWh/m² για την θέρμανσή του, σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 13,4 kWh/m². Το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 2,5 kWh/m² περισσότερο από το κτίριο αναφοράς. Για την ψύξη του καταναλώνει 81,5 kWh/m², σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 33,8

kWh/m². Το κτίριο αναφοράς καταναλώνει 47,7 kWh/m² λιγότερο από το υπάρχον κτίριο. Για το ΖΝΧ όπως έχει αναφερθεί δεν υπολογίζεται κατανάλωση για κτίρια με χρήση βιβλιοθήκης. Για τον τεχνητό φωτισμό το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 87 kWh/m², σε αντίθεση με το κτίριο αναφοράς που καταναλώνει 54,6 kWh/m². Το υπάρχον κτίριο καταναλώνει 32,4 kWh/m² περισσότερο από το κτίριο αναφοράς. Ωστόσο, λόγω της ύπαρξης ηλεκτροπαραγωγής από ΦΒ παρατηρείται στο υπάρχον κτίριο συνεισφορά ΑΠΕ 11,5 kWh/m². Παρατηρείται πως οι τελικές χρήσεις της θέρμανσης, της ψύξης και του φωτισμού λόγω της υψηλότερης κατανάλωσης τους, μπορούν να αποφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε περίπτωση εφαρμογής βελτιωτικών παρεμβάσεων και να αποτελέσουν επίκεντρο σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης.

Συνοψίζοντας για το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, παρακάτω παρουσιάζονται στοιχεία αναφορικά με την Ενεργειακή Κατανάλωση ανά μήνα και για κάθε χρήση, η κατανάλωση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται, καθώς και οι εκπομπές CO₂ (kg/m²) που εκλύονται λόγω της χρήσης τους.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	1,7	1,2	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	1,2	5,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,4	9,5	9,1	2,2	0,0	0,0	0,0	28,1
ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	30,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	4,0
Σύνολο	4,2	3,5	3,3	2,7	4,4	7,9	12,1	11,6	4,7	2,7	2,8	3,7	63,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	59,6	58,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	63,6	58,9

Εικόνα 4.6-4: Αποτελέσματα καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ - Κεντρική Βιβλιοθήκη

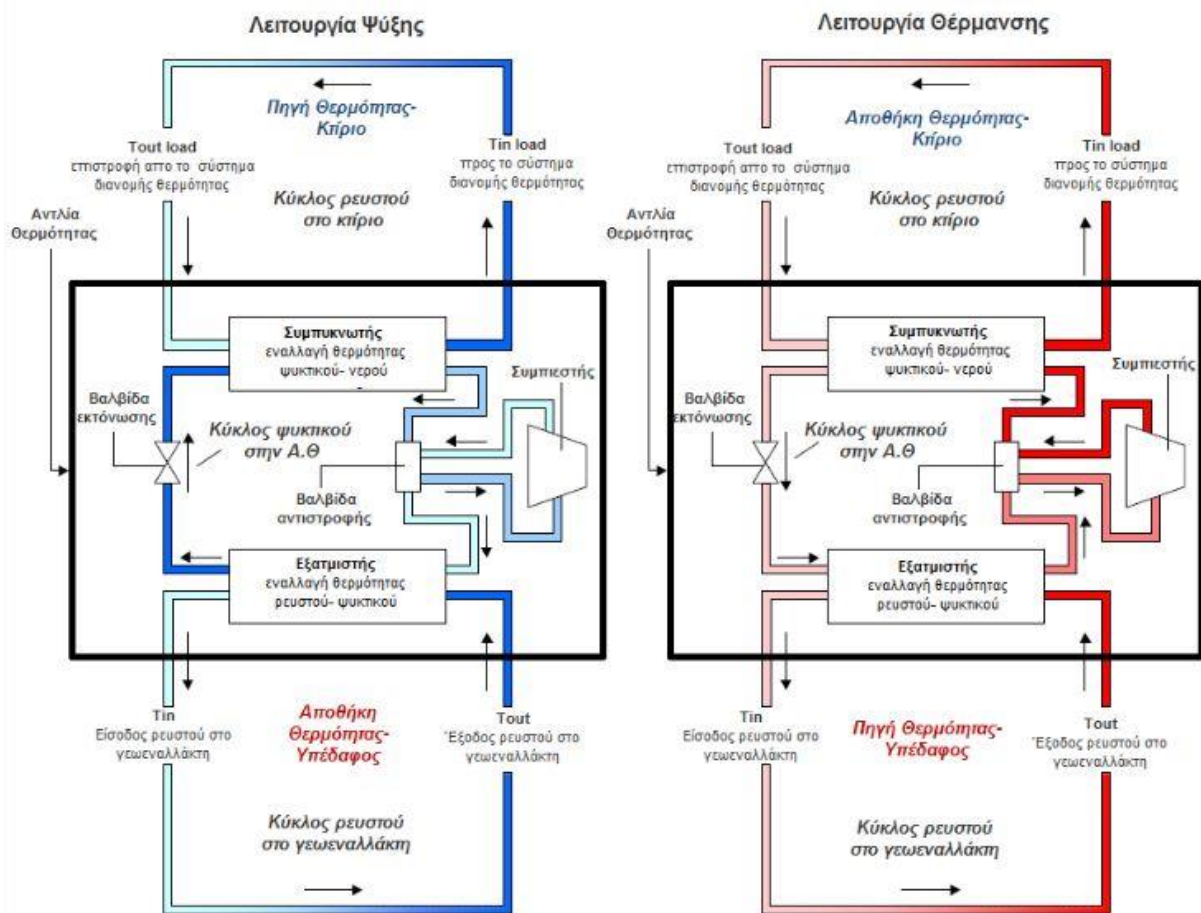
5) Σενάρια ενεργειακής Αναβάθμισης – ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Ύστερα από την επιθεώρηση της υφιστάμενης κατάστασης των δύο κτιρίων ακολουθεί η αξιολόγηση των σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης. Εξετάζονται δύο σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας για κάθε κτίριο. Έτσι για το κτίριο του αθλητικού κέντρου διερευνάται πρώτα η αξιοποίηση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για την ψύξη, την θέρμανση και το ΖΝΧ, ενώ τοποθετούνται ΦΒ πλαίσια για ηλεκτροπαραγωγή και έπειτα η χρήση αερόψυκτων αντλιών θερμότητας σε συνεργασία με ηλιακά συστήματα για την υποβοήθηση της θέρμανσης και την παραγωγή ΖΝΧ. Αντίστοιχα για το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης εξετάζεται ένα σενάριο αξιοποίησης γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για ψύξη και θέρμανση και παράλληλα αντικατάσταση των παλαιότερων ΦΒ πλαισίων με νεότερα μεγαλύτερης ισχύος. Τέλος εξετάζεται σενάριο αερόψυκτων αντλιών θερμότητας με παράλληλη αντικατάσταση των παλαιότερων ΦΒ πλαισίων και προσθήκη μίας νέας συστοιχίας. Και στα δύο κτίρια για τα σενάρια εξοικονόμησης, λαμβάνεται υπόψη η αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού με λαμπτήρες LED. Στα παρακάτω κεφάλαια θα αναλυθούν περαιτέρω τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται, καθώς και συνοπτικά ο τρόπος λειτουργίας τους.

5.1) Συνοπτικός τρόπος λειτουργίας Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας – Κατακόρυφος Γεωεναλλάκτης

Τα κατακόρυφα γεωθερμικά συστήματα εμφανίζουν μια μεγαλύτερη προτίμηση σε περιπτώσεις αναβάθμισης υφιστάμενων κτιρίων. Λόγω της κατακόρυφης φύσης των γεωεναλλακτών δεν απαιτείται μεγάλη έκταση για την τοποθέτησή τους. Η εγκατάστασή τους είναι εφικτή μέσω γεωτρήσεων στο αποδεκτό βάθος (συνήθως από 5 m έως 100 m και παραπάνω ανάλογα με τα κατάλληλα υλικά).

Σε συνδυασμό με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) γίνεται εκμετάλλευση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους ή των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων του υπεδάφους κατά την διάρκεια του έτους, με στόχο την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ. Οι ΓΑΘ χαρακτηρίζονται από υψηλό συντελεστή απόδοσης, σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας αέρος και ένας από τους κύριους λόγους είναι η σχετική σταθερότητα στη θερμοκρασία του εδάφους. Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά η τυπική λειτουργία της ΓΑΘ κατά τις λειτουργίες της ψύξης και της θέρμανσης.



Εικόνα 5.1-1: Λειτουργία Ψύξης και Θέρμανσης της ΓΑΘ [Πηγή:www.verde-tec.gr/images/0403_ecocity_gfragkogiannis.pdf]

Οι βασικές διατάξεις μίας τυπικής αντλίας θερμότητας είναι ο εξατμιστής, ο συμπιεστής, η βαλβίδα αντιστροφής, ο συμπυκνωτής και η βαλβίδα εκτόνωσης. Στην τυπική λειτουργία της θέρμανσης, οι γεωεναλλάκτες συνεργάζονται με την αντλία θερμότητας για να παρέχουν στο κτίριο το ρευστό εργαζόμενο μέσο κατάλληλης θερμοκρασίας, με σκοπό να καλυφθεί η ζήτηση σε φορτίο θέρμανσης μία δεδομένη χρονική στιγμή του χώρου. Κατά την διάρκεια της λειτουργίας θέρμανσης το κτίριο αποτελεί αποθήκη θερμότητας, ενώ ο γεωεναλλάκτης πηγή. Πιο αναλυτικά, ρευστό από την έξοδο του γεωεναλλάκτη εισέρχεται στον εξατμιστή της ΓΑΘ, στον οποίο γίνεται εναλλαγή θερμότητας με το ψυκτικό του κυκλώματος. Με κατεύθυνση προς τον συμπιεστή, το ψυκτικό ρευστό συμπιέζεται με σκοπό την άνοδο της θερμοκρασίας του. Ύστερα, οδηγείται στον συμπυκνωτή όπου γίνεται εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του θερμού ψυκτικού και του νερού του κυκλώματος του συστήματος διανομής. Το νερό στο κύκλωμα θερμαίνεται και κυκλοφορεί στο κτίριο στις θερματικές μονάδες. Εκείνες με την σειρά τους θερμαίνουν τον χώρο. Το ψυκτικό στον συμπυκνωτή, έπειτα της συναλλαγής περνά στην εκτονωτική βαλβίδα και από εκεί στον εξατμιστή, σε μια διαδικασία «προετοιμασίας» για την επόμενη συναλλαγή με το ρευστό του γεωεναλλάκτη. Το ρευστό που κυκλοφορεί στον βρόγχο του γεωεναλλάκτη, ύστερα από τη συναλλαγή στον εξατμιστή επιστρέφει με φορά προς το υπέδαφος.

Κατά την διάρκεια της λειτουργίας ψύξης το κτίριο αποτελεί πηγή θερμότητας, ενώ ο γεωεναλλάκτης αποθήκη. Πιο αναλυτικά, ρευστό από την έξοδο του γεωεναλλάκτη εισέρχεται στον εξατμιστή της ΓΑΘ, στον οποίο γίνεται εναλλαγή θερμότητας με το ψυκτικό του κυκλώματος. Με κατεύθυνση από τον συμπιεστή, το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται στον εξατμιστή, ώστε να συμμετέχει σε αυτή τη συναλλαγή. Ύστερα, οδηγείται στην εκτονωτική βαλβίδα και από εκεί στον συμπυκνωτή, όπου γίνεται εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του ψυκτικού και του νερού του κυκλώματος που επιστρέφει στον συμπυκνωτή από το σύστημα διανομής. Το νερό στο κύκλωμα ψύχεται και κυκλοφορείται στο κτίριο στις τερματικές μονάδες. Εκείνες με την σειρά τους ψύχουν τον χώρο. Το ψυκτικό στον συμπυκνωτή, έπειτα της συναλλαγής περνά στην βαλβίδα αντιστροφής, η οποία είναι απαραίτητη για την εναλλαγή μεταξύ των δύο κύκλων λειτουργίας, καθώς εναλλάσει τις ροές προς τον συμπιεστή. Από τον συμπιεστή, σε μια διαδικασία «προετοιμασίας» για την επόμενη συναλλαγή με το ρευστό του γεωεναλλάκτη, επιστρέφει στον εξατμιστή. Το ρευστό που κυκλοφορεί στον βρόγχο του γεωεναλλάκτη, ύστερα από τη συναλλαγή στον εξατμιστή επιστρέφει με φορά προς το υπέδαφος.

Για την παραγωγή ZNX χρησιμοποιούνται κατάλληλα δοχεία τα οποία παρεμβάλλονται στον κύκλο της θέρμανσης, που αποθηκεύουν, αποτελούν έναρξη της διανομής και διατηρούν την θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης.

5.2) Συνοπτικός τρόπος λειτουργίας Αερόψυκτης Αντλίας Θερμότητας – Υποβοήθηση με ηλιακή ενέργεια

Στις αερόψυκτες αντλίες θερμότητας, στη συγκεκριμένη περίπτωση αέρος-νερού, ο τρόπος λειτουργίας και οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται είναι όμοιες με τη ΓΑΘ. Βασική διαφορά ωστόσο είναι το μέσο άντλησης/απόρριψης θερμότητας, όπου στις ΓΑΘ ήταν το κύκλωμα του γεωεναλλάκτη, ενώ στην αέρος-νερού είναι ο αέρας. Γενικά και στην περίπτωση αυτή, υπάρχει άντληση και απόρριψη θερμότητας (ανάλογα με την λειτουργία) μέσω ενός αερόψυκτου εξατμιστή και ενός συμπυκνωτή για τις αντίστοιχες λειτουργίες. Το ψυκτικό ρευστό ανταλλάσσει θερμότητα με ένα δευτερεύον κύκλωμα νερού μέσω ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή και εξατμιστή ανάλογα με την ανάγκη για ψύξη ή για θέρμανση.

Όπως και στις ΓΑΘ, μπορεί να γίνει παραγωγή ZNX αξιοποιώντας ένα θερμοδοχείο που αποθηκεύει, διατηρεί την θερμοκρασία του νερού και συμμετέχει στη διανομή του στην τελική χρήση. Με στόχο την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε μια χώρα όπως σαν την Ελλάδα, που εμφανίζει πολύ μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας κατά την διάρκεια του έτους, η λειτουργία της αντλίας θερμότητας μπορεί να γίνει πιο αποδοτική κατά τη θέρμανση και την παραγωγή ZNX με την υποβοήθηση από ηλιακούς συλλέκτες.

Οι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούν τεχνολογία που χρησιμοποιείται αρκετά χρόνια για την αποδοτικότερη παραγωγή ZNX, με αποτέλεσμα την κατανάλωση λιγότερου ορυκτού καυσίμου σε περίπτωση παραγωγής μέσω λέβητα ή την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε

περίπτωση τοπικών ηλεκτρικών θερμαντήρων. Υπάρχουν τρεις σημαντικές τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών:

- **Επίπεδος απλός συλλέκτης.** Αποτελείται συνήθως από σωληνώσεις χαλκού, μέσα από τις οποίες υπάρχει κυκλοφορία μέσου μεταφοράς θερμότητας (νερό ή μείγμα νερού με γλυκόλη), οι οποίες είναι σε επαφή με ένα φύλλο χαλκού ή αλουμινίου που λειτουργεί ως απορροφητής μαύρης επιφάνειας. Για την μείωση των απωλειών ο απορροφητής τοποθετείται εντός μονωμένου διάφανου περιβλήματος, ώστε να επιτυγχάνεται η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 5.2-1: Επίπεδος Απλός Συλλέκτης [Πηγή: protosol.gr]

- **Επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης.** Επίπεδος συλλέκτης που χρησιμοποιεί για απορροφητή, επιλεκτική επιφάνεια από υλικό υψηλής απορροφητικότητας και μικρής εκπομπής ακτινοβολίας. Επιτυγχάνονται έτσι μεγαλύτεροι βαθμοί απόδοσης και υψηλότερες θερμοκρασίες νερού.



Εικόνα 5.2-2: Επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης [Πηγή: www.helioakmi.com]

- **Συλλέκτες κενού.** Είναι συλλέκτες που αποτελούνται από σειρές παράλληλων γυάλινων σωλήνων. Στο εσωτερικό υπάρχει επίπεδη ή καμπύλη πλάκα αλουμινίου που συνδέεται με ένα μεταλλικό ή γυάλινο σωλήνα. Η συγκεκριμένη πλάκα επικαλύπτεται με επιλεκτικό υλικό. Μεταξύ των σωλήνων υπάρχουν κενά που μειώνουν τις θερμικές απώλειες και επιτυγχάνουν υψηλό βαθμό απόδοσης και θερμοκρασία ύδατος. Χρησιμοποιούνται πολύ σε συστήματα ηλιακής ψύξης και θέρμανσης σε συνδυασμό με κατάλληλους ψύκτες (απορρόφησης – προσρόφησης).

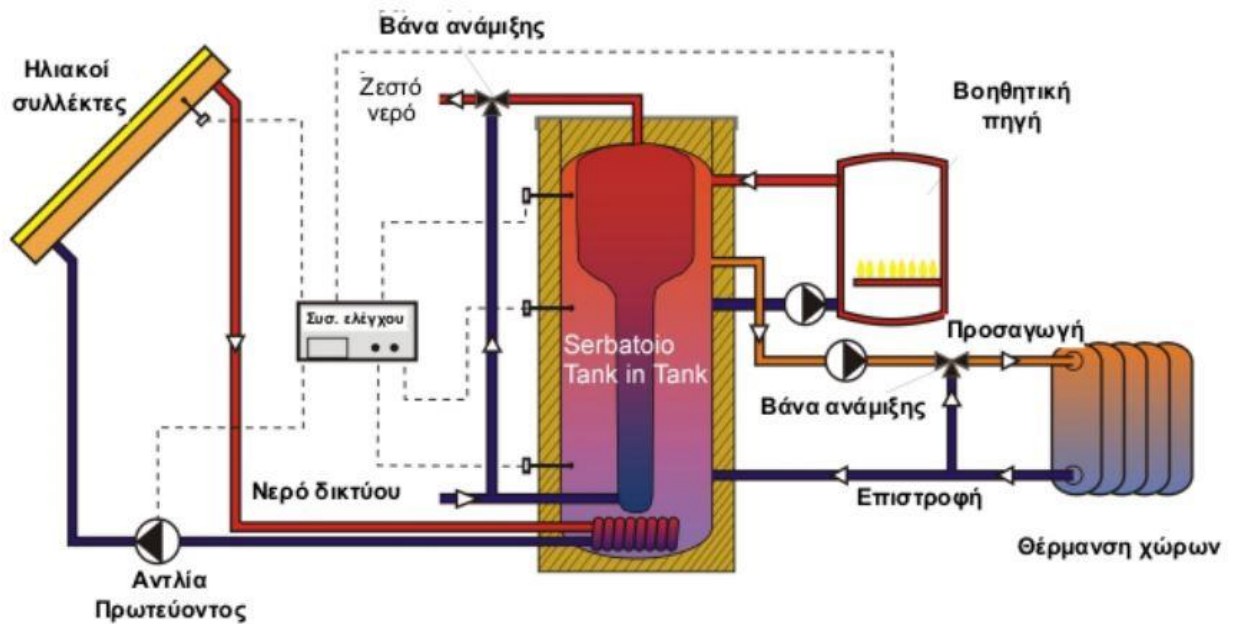


Εικόνα 5.2-3: Συλλέκτης Κενού [Πηγή: green-solar.net]

Στην περίπτωση χρήσης των ηλιακών συλλεκτών για την υποβοήθηση της διάταξης της αερόψυκτης αντλίας θερμότητας, κατά τις λειτουργίες θέρμανσης και ZNX, το ζεστό νερό που παράγεται από τον συλλέκτη και την αντλία θερμότητας μπορεί να εναλλάσσεται ανάλογα με τη ζήτηση και τις καιρικές συνθήκες (για τον ηλιακό συλλέκτη). Για παράδειγμα οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να λειτουργούν ως μονάδες βάσης παραγωγής θερμού νερού που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση και το ZNX όλη τη διάρκεια του έτους για να καλύψουν το φορτίο της ζήτησης και η αντλία θερμότητας να λειτουργεί στις περιπτώσεις που ηλιοφάνεια δεν είναι επαρκής ή για να καλύψει περιόδους αυξημένης θερμικής ανάγκης. Για την επίτευξη της παραπάνω συνεργασίας των δύο μονάδων απαιτούνται οι κατάλληλοι αυτοματισμοί και διατάξεις αποθήκευσης του ζεστού νερού. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το τελευταίο επιτυγχάνεται μέσω των θερμοδοχείων.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια τυπική γραφική προσέγγιση του υποβοηθούμενου συστήματος που περιγράφεται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο. Συνοπτικά

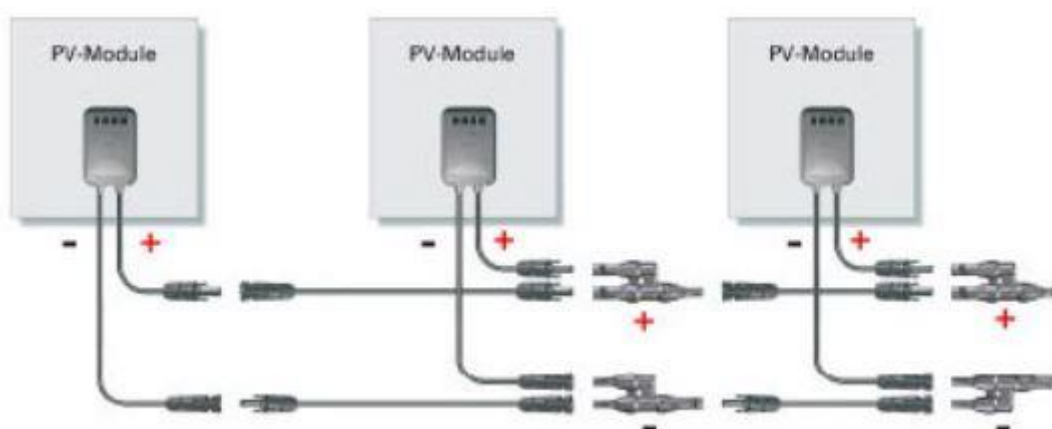
νερό του δικτύου εισέρχεται στο κύκλωμα του ηλιακού συλλέκτη. Ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τον συλλέκτη θερμαίνοντας το νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό του. Το ζεστό νερό οδηγείται στο θερμοδοχείο όπου παραμένει και ανάλογα με την απαίτηση (ΖΝΧ ή θερμό νερό για τις θερματικές μονάδες των χώρων) διανέμεται. Παράλληλα η βοηθητική πηγή (αντλία θερμότητας) κατά την λειτουργία της θέρμανσης, θερμαίνει νερό μέσω συναλλαγή θερμότητας στο συμπυκνωτή της, το οποίο μεταφέρεται στο θερμοδοχείο και ύστερα στα επιμέρους συστήματα διανομής.



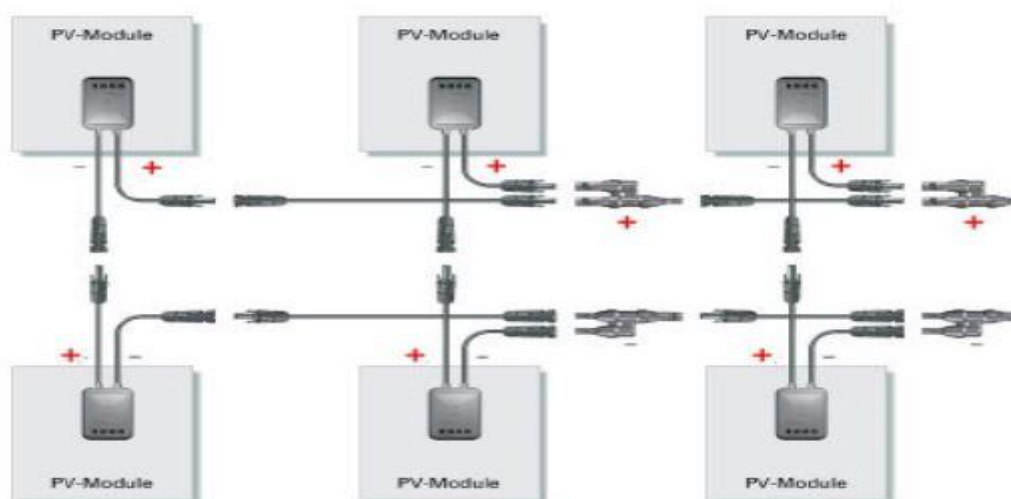
Εικόνα 5.2-4: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας Ηλιακού Θερμικού Συστήματος [Πηγή: ΚΑΠΕ]

5.3) Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ΑΠΕ. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αξιοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Αποτελεί πλέον διάσημη τεχνολογία και ραγδαία εξελισσόμενη. Η βασική λειτουργία είναι όμοια με των ηλιοθερμικών συστημάτων. Ηλιακοί συλλέκτες κατασκευασμένοι συνήθως από πυριτιούχες ενώσεις συνδέονται είτε σε σειρά είτε παράλληλα. Οι ηλιακοί συλλέκτες ονομάζονται και Φωτοβολταϊκά πάνελ λόγω της διάταξης πλαισίου που έχουν. Ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια των πάνελ και παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικόνα 5.3-1: Σύνδεση σε σειρά ΦΒ πανέλων [Πηγή: <https://docplayer.gr/967241-Odigos-hrisis-fotovoltaiko-panel-syndesmologia-stirixi-ton-panel.html>]



Εικόνα 5.3-2: Παράλληλη σύνδεση ΦΒ πανέλων [Πηγή: <https://docplayer.gr/967241-Odigos-hrisis-fotovoltaiko-panel-syndesmologia-stirixi-ton-panel.html>]

Μέσω αγωγών DC (συνεχές) το ρεύμα που παράγεται οδηγείται σε αντιστροφείς (inverters), όπου μέσω συνολικών διατάξεων ηλεκτρονικών ισχύος (οι αντιστροφείς είναι επίσης ηλεκτρονικά ισχύος) το παραγόμενο ρεύμα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο (AC) 3-φασικό ρεύμα. Υπάρχει δυνατότητα για αυτοπαραγωγή, δηλαδή αξιοποίηση της ενέργειας που παράγεται από την ΑΠΕ για την κάλυψη των ιδίων φορτίων και αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια και αποθήκευσή της (μπαταρίες) ή πώληση της ενέργειας στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ή ακόμα και ενεργειακός συμψηφισμός μεταξύ της ενέργειας που καταναλώνεται από το δίκτυο και της ενέργειας που παράγεται. Ανάλογα με την σύνδεση με το δίκτυο (Μ.Τ, Υ.Τ) η τάση που παράγεται ανυψώνεται μέσω μετασχηματιστών.

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ φέρουν από τον κατασκευαστή τους ορισμένα ονομαστικά μεγέθη. Σημαντικά είναι η επιφάνεια του συλλέκτη σε m^2 , η ονομαστική ισχύς του σε Watt, το ονομαστικό ρεύμα και η ονομαστική τάση, ο βαθμός απόδοσης και το υλικό κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούν τις μονάδες που συνθέτουν το φωτοβολταϊκό πάνελ. Οι σημαντικότεροι τύποι παρουσιάζονται παρακάτω:

- Μονοκρυσταλλικά. Εμφανίζουν ενδεικτική απόδοση 12-19% και είναι οι πιο διαδεδομένοι τύποι μαζί με τα πολυκρυσταλλικά.



Εικόνα 5.3-3: Μονοκρυσταλλικό Πάνελ [Πηγή: eshop.sunen.gr]

- Πολυκρυσταλλικά. Εμφανίζουν ενδεικτική απόδοση 12-19% και είναι οι πιο διαδεδομένοι τύποι μαζί με τα μονοκρυσταλλικά.



Εικόνα 5.3-4: Πολυκρυσταλλικό Πάνελ [Πηγή: cocoon.gr]

- Άμορφα (a-Si). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά εμφανίζουν μικρότερες αποδόσεις της τάξης του 4-7%. Κατασκευάζονται σε λεπτές ταινίες και λόγω της μορφής τους μπορούν να αξιοποιηθούν σε μικρές εφαρμογές ή ακόμα και σε καμπύλες όψεις κτιρίων.
- Μικρομορφικά (μ-Si). Ο τύπος αυτός εμφανίζει αποδόσεις 8-8,5%. Αποτελεί ακόμα ένας τύπος λεπτού υμένα.
- Δισεληνοϊδωδιοχός χαλκός – πρόσμειξη γαλλίου (CIS-CIGS). Εμφανίζουν αποδόσεις 6-11%. Αποτελεί ακόμα ένας τύπος λεπτής επιστρώσεως.
- Τελουριούχο κάδμιο (CdTe). Εμφανίζουν αποδόσεις 6-12%. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, παρόλα αυτά το κάδμιο αποτελεί καρκινογόνο υλικό και δεν συνιστάται η εκτεταμένη χρήση του. Ακόμα ένα πλεονέκτημα είναι η ενσωμάτωσή του εντός γυαλιού ως δομικό υλικό σε κτίρια. (πηγή https://selasenergy.gr/fv_systems.php#bookmark7)
- Τριπλής επαφής. Εμφανίζουν απόδοση 23-24%.

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων απαιτεί επαρκή χώρο, βέλτιστο ηλιασμό και συνεπώς προσανατολισμό. Συνήθεις τρόποι εγκατάστασης είναι άνω σταθερών μεταλλικών βάσεων, επί στεγών ή και δωματίων, επί οικοπέδων και επί όψεων κτιρίων. Η κλίση με την οποία τοποθετούνται εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και την επιφάνεια πάνω στην οποία γίνεται η τοποθέτηση. Για παράδειγμα σε στέγες τα πάνελ τοποθετούνται ακολουθώντας την κλίση της στέγης. Ο βέλτιστος προσανατολισμός για χώρες στο βόρειο ημισφαίριο, αν και ο συγκεκριμένος παράγοντας δύναται μερικές φορές να μην είναι εφικτός λόγω διαθέσιμου χώρου και προσανατολισμού επιφάνειας, είναι ο Νότος. Υπάρχει πλέον η δυνατότητα μέσω κινητών βάσεων και αυτοματισμών, οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες να ακολουθούν την πορεία του ηλίου για να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή. Συνάμα, σημαντικός παράγοντας αποτελεί η σκίαση των φωτοβολταϊκών πάνελ από εμπόδια που υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης.

Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ και της τεχνολογικής εξέλιξης, τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ελκυστική τεχνική για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης.

5.4) Σενάριο 1 – Κτίριο Αθλητικού Κέντρου

Για το πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης του αθλητικού κέντρου εξετάζεται εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για ενεργειακό συμψηφισμό και ταυτόχρονα εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ. Παράλληλα υπάρχει συνεργασία των παραπάνω συστημάτων με τις υπάρχουσες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τις τερματικές μονάδες (fan coil).

Αρχικά καταχωρείται το φωτοβολταϊκό σύστημα. Προβλέπονται μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ, μοναδιαίας επιφάνειας περί τα 2 m² και ονομαστικής ισχύος 400 Watt. Ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,19 ή 19%. Καλύπτεται οπότε, συνολική επιφάνεια 500 m²

που αποδίδεται σε συνολική ισχύ 100 kW. Τοποθετούνται επί της κοίλης οροφής του χώρου του σταδίου, με συναρμογές μεταλλικών βάσεων σε κλίση (β) 33 μοίρες (5 μοίρες λιγότερες από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής) και προσανατολισμό (γ) Νότιο (180 μοίρες). Λαμβάνεται συντελεστής σκίασης $F_s = 1$ λόγω απώλειας σκίασης από κάποιο εμπόδιο. Η σύνδεση θα γίνεται με ενεργειακό συμψηφισμό. Υπολογίζεται κόστος κατά αποκοπή περί τα 275.000 € ή 550 €/m². Στην παραπάνω τιμή συμπεριλαμβάνεται το κόστος των φωτοβολταϊκών πάνελ, το κόστος των αγωγών, το κόστος των αντιστροφών, το κόστος των εργατικών και λοιπά κόστη κατασκευής. Συνεπώς εισάγονται στο ΤΕΕ-KENAK τα εξής πεδία:

Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Σύνδεση	Κόστος (€/m ²)
Μονοκρυσταλλικό	0.19	500	100	180	33	1.0	Με συμψηφισμό	550
*						1		

Εικόνα 5.4-1: Εισαγωγή παραμέτρων Φωτοβολταϊκού συστήματος - Αθλητικό Κέντρο

Καταχωρούνται στη συνέχεια τρεις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη, μία για κάθε θερμική ζώνη σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο και τα φορτία που έχουν υπολογιστεί για κάθε χώρο. Συγκεντρώνονται στους παρακάτω πίνακες τα στοιχεία τα οποία περιγράφουν τις ΓΑΘ για την ψύξη, την θέρμανση και το ΖΝΧ. Για την θερμική ζώνη του σταδίου δεν υπολογίζεται παραγωγή ΖΝΧ, καθώς δεν υπάρχουν υδραυλικοί υποδοχείς που απαιτούν το συγκεκριμένο φορτίο. Το κόστος του εξοπλισμού υπολογίζεται κατ' αποκοπή από ιστοσελίδες και καταλόγους κατασκευαστών σχετικού εξοπλισμού, καθώς και οι συντελεστές απόδοσης.

ΖΩΝΗ 1-ΣΤΑΔΙΟ						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	285	4,1	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,975	0,85
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	276	5	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,93
ΖΝΧ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	Β.Α.Π.	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ		
ΤΟΠΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΘΕΡΜ.	Ηλεκτρισμός	0	1	ΕΤΗΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	110000

Πίνακας 5.4-1: Συστήματα Ζώνης 1 του Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

ΖΩΝΗ 2-ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	40	4,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,972	0,85
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	22	5,3	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,9859	0,93
ZNX	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	Β.ΑΠ.	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ		
ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Ηλεκτρισμός	36	3,7	ΕΤΗΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	21200

Πίνακας 5.4-2: Συστήματα Ζώνης 2 του Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

ΖΩΝΗ 3-ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	68	4,1	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,9719	0,85
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	36	5	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,9857	0,93
ZNX	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	Β.ΑΠ.	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ		
ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Ηλεκτρισμός	68	3,7	ΕΤΗΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	31800

Πίνακας 5.4-3: Συστήματα Ζώνης 3 του Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

Για τον τεχνητό φωτισμό λαμβάνονται υπόψη λαμπτήρες LED. Η συγκεκριμένη παρέμβαση οδηγεί στη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος και σε αύξηση της απόδοσης. Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται οι παρεμβάσεις σχετικές με τον τεχνητό φωτισμό.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ					
	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΖΩΝΗ 1 - ΣΤΑΔΙΟ	10,129	32	300	100	1000
ΖΩΝΗ 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1,6889	51	300/100	50/50	180
ΖΩΝΗ 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	5,2698	53	300/100	50/50	250

Πίνακας 5.4-4: Τεχνητός Φωτισμός του Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

Οι παραπάνω παρεμβάσεις κατατάσσουν το κτίριο στην ενεργειακή κατηγορία Α. Σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς και με το υφιστάμενο κτίριο, παρατίθενται τα αποτελέσματα από το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	288	85,2	74,7
ΨΥΞΗ	343,1	348,4	168,3
ΖΝΧ	76,7	169	160,1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	120,8	194,5	92,1
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	0	0	170,5
ΣΥΝΟΛΟ	828,6	797,1	324,6
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B	A

Πίνακας 5.4-5: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

Παρατηρείται πως το σενάριο επιτυγχάνει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 472,5 kWh/m² (ή 59.3%) και υψηλό μερίδιο συμμετοχής ΑΠΕ ύστερα από την εγκατάσταση ΦΒ συστημάτων και την χρήση ενέργειας από γεωθερμική πηγή. Συνάμα, παρατηρείται πολύ μεγάλη εξοικονόμηση ενεργειακής κατανάλωσης και συνεπώς ελάττωση της κατανάλωσης καυσίμου. Παράλληλα παρατηρείται μείωση των εκπομπών του CO₂ (κατά 145,5 kg/m²). Συγκεντρώνονται τα παραπάνω αποτελέσματα στην παρακάτω εικόνα.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	5,7	4,7	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,6	4,6	25,7
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	14,4	17,9	17,0	6,7	0,0	0,0	0,0	58,0
ΖΝΧ	5,9	5,4	5,7	5,0	4,5	3,6	3,3	3,3	3,6	4,3	4,9	5,6	55,2
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	3,2	3,4	4,6	5,2	6,0	6,3	6,6	6,6	5,8	4,8	3,4	2,9	58,8
Σύνολο	14,3	12,5	12,4	9,7	9,2	20,6	23,9	23,0	12,9	9,0	10,2	13,0	170,7

Πηγή ενέργειας		
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	111,9	110,7
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	170,7	110,7

Πίνακας 5.4-6: Αποτελέσματα καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

Η οικονομοτεχνική ανάλυση του λογισμικού υπολογίζει μείωση του λειτουργικού κόστους σε σχέση με το κτίριο αναφοράς και το υπάρχον κτίριο. Συγκεκριμένα για το κτίριο αναφοράς υπολογίζεται λειτουργικό κόστος 142.490,6 € και για το Υπάρχον Κτίριο 128.374,4 €. Για το σενάριο προκύπτει λειτουργικό κόστος 52.149,7 €, μείωση κατά 76.224,7 € από το υπάρχον κτίριο. Το αρχικό κόστος επένδυσης από το σύνολο της εγκατάστασης του νέου εξοπλισμού ανέρχεται στα 439.430 €. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης υπολογίζεται στα 5,8 έτη.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	142.490,60	128.374,40	52.149,70
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			439.430,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			472,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			59,3
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			145,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,8

Πίνακας 5.4-7: Οικονομοτεχνική ανάλυση λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ Σενάριο 1 - Αθλητικό Κέντρο

5.5) Σενάριο 2 – Κτίριο Αθλητικού Κέντρου

Για το δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης του αθλητικού κέντρου εξετάζεται εγκατάσταση αερόψυκτων αντλιών θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ και ταυτόχρονα εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για υποβοήθηση της λειτουργίας θέρμανσης και της παραγωγής ΖΝΧ. Παράλληλα υπάρχει συνεργασία των παραπάνω συστημάτων με τις υπάρχουσες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τις τερματικές μονάδες (fan coil).

Αρχικά, καταχωρούνται οι αντλίες θερμότητας για την θέρμανση, την ψύξη και τα ΖΝΧ. Εγκαθίσταται μία αντλία θερμότητας για κάθε ζώνη, σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν γίνει σε προηγούμενο κεφάλαιο, καθώς και τα φορτία που έχουν υπολογιστεί για κάθε χώρο. Για την ζώνη του σταδίου δεν υπολογίζεται παραγωγή ΖΝΧ, καθώς δεν υπάρχουν υποδοχείς που απαιτούν το συγκεκριμένο φορτίο. Το κόστος του εξοπλισμού υπολογίζεται κατ' αποκοπή από στοιχεία ιστοσελίδων κατασκευαστών του σχετικού εξοπλισμού και οι συντελεστές απόδοσης από παρόμοιες πηγές. Συνεπώς εισάγονται στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ τα εξής στοιχεία:

ΖΩΝΗ 1 -ΣΤΑΔΙΟ						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	285	3,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,975	0,85
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	Ηλεκτρισμός	276	4,1	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,95	0,93
ΖΝΧ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	Β.Α.Π.	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ		
ΤΟΠΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΘΕΡΜ.	Ηλεκτρισμός	0	1	ΕΤΗΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	42870

Πίνακας 5.5-1: Συστήματα Ζώνης 1 Σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

ΖΩΝΗ 2-ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	40	3,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,972	0,85
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	Ηλεκτρισμός	22	4,1	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,9859	0,93
ΖΝΧ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	Β.Α.Π.	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ		
ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Ηλεκτρισμός	40	3,3	ΕΤΗΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	16580

Πίνακας 5.5-2: Συστήματα Ζώνης 2 Σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

ΖΩΝΗ 3-ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	68	3,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,9719	0,85
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ Α.Θ	Ηλεκτρισμός	36	4,1	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,9857	0,93
ΖΝΧ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	Β.Α.Π.	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ		
ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Ηλεκτρισμός	68	3,3	ΕΤΗΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	20570

Πίνακας 5.5-3: Συστήματα Ζώνης 3 Σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

Στην συνέχεια πρέπει να καταχωρηθούν τα στοιχεία των ηλιακών συλλεκτών που θα συμβάλλουν στην θέρμανση και στην παραγωγή ΖΝΧ. Εισάγεται για κάθε ζώνη η επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών που αντιστοιχεί. Συνολικά προβλέπεται εγκατάσταση ηλιακών

συλλεκτών που καλύπτουν επιφάνεια 440 m². Ο υπολογισμός της απαιτούμενης επιφάνειας στηρίζεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1 2017 και στο κεφάλαιο 6.3.1, καθώς και στη τυπική τιμή που αντιστοιχεί σε 700W ανά 1 m². Οι συλλέκτες είναι τύπου κενού και προσανατολίζονται προς τον Νότο ($\gamma=180$ μοίρες) και κλίση που επιτυγχάνεται μέσω ειδικής μεταλλικής κατασκευής της βάσης στήριξης περί τις 32-33 μοίρες. Βελτιστοποιούνται για ετήσια χρήση, γι' αυτό τοποθετούνται κατά 5 μοίρες λιγότερες του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής. Λαμβάνεται επίσης συντελεστής σκίασης $F_s = 1$ λόγω απώλειας κάποιου εμποδίου. Το κόστος τους υπολογίζεται περίπου 550 €/ m². Συγκεντρωτικά συμπληρώνονται στο λογισμικό τα κάτωθι:

Ζώνη 1 - ΣΤΑΔΙΟ									
ΤΥΠΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ZNX	ΣΥΝ. Α. (ΘΕΡ.)	ΣΥΝ. Β. (ZNX)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (M2)	γ (ΜΟΙΡΕΣ)	β (ΜΟΙΡΕΣ)	F_s	ΚΟΣΤΟΣ (€/M2)
ΚΕΝΟΥ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	0,349	-	225	180	32	1	550
Ζώνη 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ									
ΤΥΠΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ZNX	ΣΥΝ. Α. (ΘΕΡ.)	ΣΥΝ. Β. (ZNX)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (M2)	γ (ΜΟΙΡΕΣ)	β (ΜΟΙΡΕΣ)	F_s	ΚΟΣΤΟΣ (€/M2)
ΚΕΝΟΥ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	0,349	0,349	55	180	33	1	550
Ζώνη 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ									
ΤΥΠΟΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ZNX	ΣΥΝ. Α. (ΘΕΡ.)	ΣΥΝ. Β. (ZNX)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (M2)	γ (ΜΟΙΡΕΣ)	β (ΜΟΙΡΕΣ)	F_s	ΚΟΣΤΟΣ (€/M2)
ΚΕΝΟΥ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	0,349	0,349	160	180	32	1	550

Πίνακας 5.5-4: Παράμετροι ηλιακών συλλεκτών Σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

Σημειώνεται πως για την ζώνη του σταδίου, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, λαμβάνεται η χρήση των ηλιακών συλλεκτών μόνο για την συμμετοχή στην θέρμανση, καθώς δεν υπάρχουν υποδοχείς που απαιτούν φορτίο ZNX.

Για τον τεχνητό φωτισμό λαμβάνονται υπόψη λαμπτήρες LED. Η συγκεκριμένη παρέμβαση οδηγεί στη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος και σε αύξηση της απόδοσης. Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται οι παρεμβάσεις σχετικές με τον τεχνητό φωτισμό. Τα αποτελέσματα είναι όμοια με το πρώτο σενάριο.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ					
	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΖΩΝΗ 1 - ΣΤΑΔΙΟ	10,129	32	300	100	1000
ΖΩΝΗ 2 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ	1,6889	51	300/100	50/50	180
ΖΩΝΗ 3 - ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ	5,2698	53	300/100	50/50	250

Πίνακας 5.5-5: Τεχνητός Φωτισμός Σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

Οι παραπάνω παρεμβάσεις αναβαθμίζουν το κτίριο κατά μία ενεργειακή κατηγορία και το κατατάσσουν στην κατηγορία Β+. Σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς, με το υφιστάμενο κτίριο, καθώς και το πρώτο σενάριο, παρατίθενται τα αποτελέσματα από το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	288	85,2	74,7	42,2
ΨΥΞΗ	343,1	348,4	168,3	226,7
ZNX	76,7	169	160,1	152,1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	120,8	194,5	92,1	92,1
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	0	0	170,5	0
ΣΥΝΟΛΟ	828,6	797,1	324,6	513,1
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	B	A	B+

Πίνακας 5.5-6: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση Σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

Παρατηρείται πως το σενάριο επιτυγχάνει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 284 kWh /m² (ή 35.6%) σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου. Η υποβοήθηση από την ηλιακή ενέργεια έχει ελαττώσει σημαντικά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την θέρμανση, καθώς και την παραγωγή ZNX. Ταυτόχρονα παρατηρείται μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και συνεπώς στην κατανάλωση καυσίμου. Παράλληλα παρατηρείται περιορισμός των εκπομπών του CO₂ κατά 81,2 kg/m². Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα ανωτέρω αποτελέσματα.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	4,7	3,7	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,3	14,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	2,5	2,7	3,6	4,1	4,8	5,0	5,2	5,2	4,6	3,7	2,7	2,3	46,4
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,1	25,9	24,4	7,7	0,0	0,0	0,0	78,2
ZNX	5,6	5,1	5,4	4,8	4,3	3,5	3,2	3,1	3,4	4,1	4,7	5,3	52,5
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	2,5	2,7	3,6	4,1	4,8	5,0	5,2	5,2	4,6	3,7	2,7	2,3	46,4
Φωτισμός	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,7
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	13,1	11,2	10,3	7,5	7,0	26,2	31,8	30,2	13,7	6,8	7,8	11,4	176,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	176,9	175,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	92,8	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	176,9	175,0

Πίνακας 5.5-7: Αποτελέσματα καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ Σεναρίου 2 – Αθλητικό Κέντρο

Η οικονομοτεχνική ανάλυση του λογισμικού υπολογίζει μείωση του λειτουργικού κόστους σε σχέση με το κτίριο αναφοράς και το υπάρχον κτίριο. Συγκεκριμένα για το σενάριο, προκύπτει λειτουργικό κόστος 82.434,1 €, μείωση κατά 45.940,3 € από το υπάρχον κτίριο. Το αρχικό κόστος επένδυσης από το σύνολο της εγκατάστασης του νέου εξοπλισμού ανέρχεται στα 323.450 €. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης υπολογίζεται στα 7 έτη.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	142.490,60	128.374,40	52.149,70	82.434,10
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			439.430,00	323.450,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			472,5	284
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			59,3	35,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,4
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			145,5	81,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,8	7

Πίνακας 5.5-8: Οικονομοτεχνική Ανάλυση λογισμικού TEE-KENAK Σενάριο 2 - Αθλητικό Κέντρο

5.6) Σενάριο 1 – Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Για το πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης της κεντρικής βιβλιοθήκης, εξετάζεται η αντικατάσταση του υπάρχοντος φωτοβολταϊκού συστήματος με νεότερο και ταυτόχρονα εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για θέρμανση και ψύξη. Παράλληλα υπάρχει συνεργασία των παραπάνω συστημάτων με τις υπάρχουσες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τις τερματικές μονάδες (fan coil). Για το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης δεν υπολογίζεται παραγωγή ΖΝΧ.

Αρχικά καταχωρείται η αντικατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Προβλέπονται μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ, μοναδιαίας επιφάνειας περί τα 2 m² και ονομαστικής ισχύος 400 Watt. Ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,19 ή 19%. Καλύπτεται οπότε, συνολική επιφάνεια 192 m² που αποδίδεται σε συνολική ισχύ 38,4 kW. Τα 100 m² τοποθετούνται επί της κάθετης πρόσθετης μεταλλικής κατασκευής στην όψη του κτιρίου, που προσανατολίζεται στον Νότο ($\gamma=180$) και έχει κλίση $\beta=90$ μοίρες. Η δεύτερη χωροθέτηση γίνεται στο δώμα του 3^{ου} επιπέδου, έχοντας επιφάνεια 64 m² με προσανατολισμό τον Νότο ($\gamma=180$ μοίρες) και κλίση $\beta=32$ μοίρες. Η τρίτη χωροθέτηση γίνεται στο σταθερό σκίαστρο του 2^{ου} επιπέδου, έχοντας επιφάνεια 28 m² με προσανατολισμό τον Νότο ($\gamma=180$ μοίρες) και κλίση $\beta=32$ μοίρες. Λαμβάνεται συντελεστής σκίασης $F_s = 1$ λόγω απώλειας κάποιου εμποδίου. Η σύνδεση θα γίνεται με ενεργειακό συμψηφισμό. Υπολογίζεται κόστος κατά αποκοπή περί τα 96.000 € ή 500 €/m². Στην παραπάνω τιμή συμπεριλαμβάνεται τα κόστη των νέων φωτοβολταϊκών πάνελ, των νέων αγωγών, των νέων αντιστροφών, των εργατικών και λοιπά κόστη. Κάποιες συναρμογές μπορούν να συντηρηθούν και να παραμείνουν ως έχει με στόχο να μειωθεί το κόστος. Συνεπώς εισάγονται στο TEE-KENAK τα εξής πεδία:

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | **Φωτοβολταϊκά**

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Σύνδεση	Κόστος (€/m ²)
▶	Μονοκρυσταλλικό	0.19	100	20	180	90	1.0	Με συμψηφισμό	500
	Μονοκρυσταλλικό	0.19	64	12.8	180	32	1.0	Με συμψηφισμό	500
	Μονοκρυσταλλικό	0.19	28	5.6	180	32	1.0	Με συμψηφισμό	500
*							1		

Πίνακας 5.6-1: Παράμετροι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων Σεναρίου 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Καταχωρούνται στη συνέχεια επτά γεωθερμικές αντλίες θερμότητας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη, μία για κάθε θερμική ζώνη, σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, καθώς και τα φορτία που έχουν υπολογιστεί για κάθε χώρο. Συγκεντρώνονται στους παρακάτω πίνακες τα στοιχεία τα οποία περιγράφουν τις ΓΑΘ για την ψύξη και την θέρμανση. Το κόστος του εξοπλισμού υπολογίζεται κατ' αποκοπή από στοιχεία ιστοσελίδων κατασκευαστών του σχετικού εξοπλισμού και οι συντελεστές απόδοσης από παρόμοιες πηγές. Συνεπώς εισάγονται στο TEE-KENAK τα εξής στοιχεία:

ΖΩΝΗ 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	230	4,1	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,961	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	170	5,1	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,986	0,93
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	85100
ΖΩΝΗ 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	177	4,4	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,936
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	170	5,2	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,936
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	42500
ΖΩΝΗ 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	120	4,5	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,893
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	94	5,5	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,963
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	32500
ΖΩΝΗ 4 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	19,5	4,7	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	13,5	5,6	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,96
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	9100
ΖΩΝΗ 5 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	230	4,1	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,961	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	170	5,1	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,93
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	8490
ΖΩΝΗ 6 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	14	4,7	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	12	5,6	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,96
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	8490
ΖΩΝΗ 7 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	14	4,7	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΓΑΘ με Κατακόρυφο εναλλάκτη	Ηλεκτρισμός	12	5,6	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,93
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	8490

Πίνακας 5.6-2: Συστήματα Σεναρίου 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Για τον τεχνητό φωτισμό λαμβάνονται υπόψη λαμπτήρες LED. Η συγκεκριμένη παρέμβαση οδηγεί στη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος και σε αύξηση της απόδοσης. Οι ζώνες τεχνητού φωτισμού και οι στάθμες σε lux παραμένουν ίδιες, σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση. Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται οι παρεμβάσεις σχετικές με τον τεχνητό φωτισμό.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ					
	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΖΩΝΗ 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	26,19	33	500/200/100	50/40/10	3250
ΖΩΝΗ 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	22	30	500/200/100	50/40/10	2750
ΖΩΝΗ 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	20,5	46	500/200/100	50/40/10	2550
ΖΩΝΗ 4 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4	2,8	51	500	100	350
ΖΩΝΗ 5 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5	2,69	53	500	100	340
ΖΩΝΗ 6 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6	2,69	53	500	100	340
ΖΩΝΗ 7 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7	2,69	53	500	100	340

Πίνακας 5.6-3: Τεχνητός φωτισμός Σεναρίου 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Οι παραπάνω παρεμβάσεις κατατάσσουν το κτίριο στην ενεργειακή κατηγορία Α. Σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς και το υφιστάμενο κτίριο, παρατίθενται τα αποτελέσματα από το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	13,4	15,9	7,4
ΨΥΞΗ	33,8	81,5	16,6
ΖΝΧ	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	54,6	87	44
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	0	11,5	18,3
ΣΥΝΟΛΟ	101,7	172,8	49,8
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	Δ	Α

Πίνακας 5.6-4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) Σενάριο 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Παρατηρείται πως το σενάριο επιτυγχάνει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 123 kWh /m² (ή 76,3%) σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα και η εκμετάλλευση της γεωθερμίας έχει ελαττώσει σημαντικά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η χρήση αποδοτικότερων λαμπτήρων βελτιώνει εξίσου την κατάσταση, πόσο μάλλον σε ένα κτίριο μεγάλων διαστάσεων. Ταυτόχρονα παρατηρείται μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και συνεπώς στην κατανάλωση καυσίμου. Παράλληλα παρατηρείται περιορισμός των εκπομπών του CO₂ κατά 42 kg/m². Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα ανωτέρω αποτελέσματα.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	0,7	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	2,6
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	1,9	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0	5,7
ZHX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	15,2
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	6,3
Σύνολο	2,0	1,7	1,6	1,4	1,7	2,3	3,2	3,1	1,7	1,4	1,4	1,8	23,5

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	17,2	17,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	23,5	17,0

Πίνακας 5.6-5: Αποτελέσματα καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ Σεναρίου 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Η οικονομοτεχνική ανάλυση του λογισμικού υπολογίζει μείωση του λειτουργικού κόστους σε σχέση με το κτίριο αναφοράς και το υπάρχον κτίριο. Συγκεκριμένα για το σενάριο προκύπτει λειτουργικό κόστος 23.854,7 € , μείωση κατά 58.985,9 € από το υπάρχον κτίριο. Το αρχικό κόστος επένδυσης από το σύνολο της εγκατάστασης του νέου εξοπλισμού ανέρχεται στα 300.610 €. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης υπολογίζεται στα 5,1 έτη.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	48.744,50	82.840,60	23.854,70
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			300.610,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			123
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			76,3
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			42
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,1

Πίνακας 5.6-6: Οικονομοτεχνική ανάλυση λογισμικού TEE-KENAK Σενάριο 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

5.7) Σενάριο 2 – Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Για το δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου της κεντρικής βιβλιοθήκης, εξετάζεται εγκατάσταση αερόψυκτων αντλιών θερμότητας για θέρμανση και ψύξη. Ταυτόχρονα αντικαθίσταται το υπάρχον φωτοβολταϊκό σύστημα με νεότερο, όμοιο με αυτό που περιγράφηκε στο Σενάριο 1, καθώς και προσθήκη ενός ακόμη τμήματος στη συνολική εγκατάσταση. Παράλληλα υπάρχει συνεργασία των παραπάνω συστημάτων με τις υπάρχουσες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τις τερματικές μονάδες (fan coil).

Αρχικά καταχωρείται στο λογισμικό η αντικατάσταση του υπάρχοντος φωτοβολταϊκού συστήματος, καθώς και η επέκτασή του. Προβλέπονται μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ, μοναδιαίας επιφάνειας περί τα 2 m² και ονομαστικής ισχύος 400 Watt. Ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,19 ή 19%. Καλύπτεται οπότε, συνολική επιφάνεια 292 m² που αποδίδεται σε συνολική ισχύ 58,4 kW. Τα 100 m² τοποθετούνται επί της κάθετης πρόσθετης μεταλλικής κατασκευής στην όψη του κτιρίου, που προσανατολίζεται στον Νότο ($\gamma=180$) και έχει κλίση $\beta=90$ μοίρες. Η δεύτερη χωροθέτηση γίνεται στο δώμα του 3^{ου} επιπέδου, έχοντας επιφάνεια 64 m² με προσανατολισμό τον Νότο ($\gamma=180$ μοίρες) και κλίση $\beta=32$ μοίρες. Η τρίτη χωροθέτηση γίνεται στο σταθερό σκίαστρο του 2^{ου} επιπέδου, έχοντας επιφάνεια 28 m² με προσανατολισμό τον Νότο ($\gamma=180$ μοίρες) και κλίση $\beta=32$ μοίρες. Λαμβάνεται συντελεστής σκίασης $F_s=1$ λόγω απώλειας κάποιου εμποδίου. Η σύνδεση θα γίνεται με ενεργειακό συμψηφισμό. Η τέταρτη χωροθέτηση που αποτελεί και την νέα προσθήκη τοποθετείται επί της δεύτερης κάθετης πρόσθετης μεταλλικής κατασκευής στην όψη του κτιρίου, που προσανατολίζεται στην Ανατολή ($\gamma=90$) και έχει κλίση $\beta=90$ μοίρες. Η επιφάνεια των ΦΒ πάνελ της προσθήκης αντιστοιχεί σε 100 m². Υπολογίζεται κόστος κατά αποκοπή περί τα 96.000 € ή 500 €/m² για την αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος. Υπολογίζεται επίσης για την επέκταση, κόστος κατά αποκοπή περί τα 55.000 € ή 550 €/m². Στην παραπάνω τιμή συμπεριλαμβάνονται τα κόστη των νέων φωτοβολταϊκών πάνελ, των νέων αγωγών, των νέων αντιστροφών, των εργατικών και λοιπά κόστη κατασκευής. Κάποιες συναρμογές μπορούν να συντηρηθούν και να παραμείνουν ως έχει με στόχο να μειωθεί το κόστος. Στην περίπτωση όμως της προσθήκης, υπολογίζεται ένα μεγαλύτερο μοναδιαίο κόστος, προκειμένου να καλυφθούν λοιπά κόστη που προκύπτουν στη νέα εγκατάσταση. Συνεπώς εισάγονται στο TEE-KENAK τα εξής πεδία:

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Άνεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | **Φωτοβολταϊκά**

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Σύνδεση	Κόστος (€/m ²)
▶	Μονοκρυσταλλικό	0.19	100	20	180	90	1.0	Με συμψηφισμό	500
	Μονοκρυσταλλικό	0.19	64	12.8	180	32	1.0	Με συμψηφισμό	500
	Μονοκρυσταλλικό	0.19	28	5.6	180	32	1.0	Με συμψηφισμό	500
	Μονοκρυσταλλικό	0.19	100	20	90	90	1.0	Με συμψηφισμό	550
*							1		

Πίνακας 5.7-1: Παράμετροι Φωτοβολταϊκού συστήματος Σεναρίου 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Στη συνέχεια καταχωρούνται οι αντλίες θερμότητας για την θέρμανση και την ψύξη των χώρων. Εγκαθίσταται μία αντλία θερμότητας για κάθε ζώνη, επτά στο σύνολο, σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν γίνει σε προηγούμενο κεφάλαιο και τα φορτία που έχουν υπολογιστεί για κάθε χώρο. Το κόστος του εξοπλισμού υπολογίζεται κατ' αποκοπή από στοιχεία ιστοσελίδων κατασκευαστών του σχετικού εξοπλισμού και οι συντελεστές απόδοσης από παρόμοιες πηγές. Συνεπώς εισάγονται στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ τα εξής στοιχεία:

ΖΩΝΗ 1 -ΕΠΙΠΕΔΟ 1						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	230	3,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,961	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	170	4,4	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,986	0,93
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	37600
ΖΩΝΗ 2 -ΕΠΙΠΕΔΟ 2						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	177	3,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,936
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	170	4,4	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,936
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	26700
ΖΩΝΗ 3 -ΕΠΙΠΕΔΟ 3						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	120	3,3	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,893
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	94	4,4	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,963
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	18100
ΖΩΝΗ 4 -ΕΠΙΠΕΔΟ 4						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	19,5	3,24	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	13,5	4,3	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,96
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	8000
ΖΩΝΗ 5 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	14	3,24	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,961	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	12	4,3	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,93
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	7200
ΖΩΝΗ 6 -ΕΠΙΠΕΔΟ 6						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	14	3,24	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	12	4,3	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,96
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	7200
ΖΩΝΗ 7 -ΕΠΙΠΕΔΟ 7						
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	COP	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	14	3,24	ΝΟΕΜΒ ΕΩΣ ΑΠΡ.	0,955	0,89
ΨΥΞΗ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΙΣΧΥΣ (kW)	EER	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨΗ	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΒΑΠ	ΤΕΡΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ
ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΑΘ	Ηλεκτρισμός	12	4,3	ΙΟΥΝ ΕΩΣ ΣΕΠ	0,985	0,96
					ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (€)	7200

Πίνακας 5.7-2: Συστήματα Σεναρίου 2 – Κεντρική Βιβλιοθήκη

Για τον τεχνητό φωτισμό λαμβάνονται υπόψη λαμπτήρες LED. Η συγκεκριμένη παρέμβαση οδηγεί στη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος και σε αύξηση της απόδοσης. Οι ζώνες τεχνητού φωτισμού και οι στάθμες σε lux παραμένουν ίδιες, σύμφωνα με την υφιστάμενη κατάσταση. Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται οι παρεμβάσεις σχετικές με τον τεχνητό φωτισμό.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ					
	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΦ (%)	ΣΤΑΘΜΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Lx)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΖΩΝΗ 1 - ΕΠΙΠΕΔΟ 1	26,19	33	500/200/100	50/40/10	3250
ΖΩΝΗ 2 - ΕΠΙΠΕΔΟ 2	22	30	500/200/100	50/40/10	2750
ΖΩΝΗ 3 - ΕΠΙΠΕΔΟ 3	20,5	46	500/200/100	50/40/10	2550
ΖΩΝΗ 4 - ΕΠΙΠΕΔΟ 4	2,8	51	500	100	350
ΖΩΝΗ 5 - ΕΠΙΠΕΔΟ 5	2,69	53	500	100	340
ΖΩΝΗ 6 - ΕΠΙΠΕΔΟ 6	2,69	53	500	100	340
ΖΩΝΗ 7 - ΕΠΙΠΕΔΟ 7	2,69	53	500	100	340

Πίνακας 5.7-3: Τεχνητός φωτισμός Σενάριου 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Οι παραπάνω παρεμβάσεις κατατάσσουν το κτίριο στην ενεργειακή κατηγορία B+. Σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς και το υφιστάμενο κτίριο, καθώς και με το σενάριο 1 παρατίθενται τα αποτελέσματα από το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	13,4	15,9	7,4	11
ΨΥΞΗ	33,8	81,5	16,6	24,7
ΖΝΧ	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	54,6	87	44	44
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	0	11,5	18,3	24,8
ΣΥΝΟΛΟ	101,7	172,8	49,8	54,9
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	-	Δ	A	B+

Πίνακας 5.7-4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²) Σενάριο 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Παρατηρείται πως το σενάριο επιτυγχάνει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 117,9 kWh/m² (ή 73.1%) και αυξημένο μερίδιο συμμετοχής ΑΠΕ, ύστερα από την αναβάθμιση των ΦΒ συστημάτων. Συνάμα, παρατηρείται πολύ μεγάλη εξοικονόμηση ενεργειακής κατανάλωσης και συνεπώς στην κατανάλωση καυσίμου. Παράλληλα παρατηρείται μείωση των εκπομπών του CO₂ κατά 40,2 kg/m². Συγκεντρώνονται τα παραπάνω αποτελέσματα στην παρακάτω εικόνα.

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	1,1	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,8	3,8
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,6	2,9	2,7	0,7	0,0	0,0	0,0	8,5
ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	15,2
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	8,5
Σύνολο	2,4	2,0	1,8	1,4	1,9	2,9	4,2	4,0	2,0	1,4	1,5	2,1	27,5

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	18,9	18,7
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	27,5	18,7

Πίνακας 5.7-5: Αποτελέσματα καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ Σενάριο 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Η οικονομοτεχνική ανάλυση του λογισμικού υπολογίζει μείωση του λειτουργικού κόστους σε σχέση με το κτίριο αναφοράς και το υπάρχον κτίριο. Συγκεκριμένα για το σενάριο προκύπτει λειτουργικό κόστος 26.323,2 € , μείωση κατά 56.517,4 € από το υπάρχον κτίριο. Το αρχικό κόστος επένδυσης από το σύνολο της εγκατάστασης του νέου εξοπλισμού ανέρχεται στα 272.150,0 €. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης υπολογίζεται στα 4,8 έτη.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	48.744,50	82.840,60	23.854,70	26.323,20
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			300.610,00	272.150,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			123	117,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			76,3	73,1
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,3
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			42	40,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,1	4,8

Πίνακας 5.7-6: Οικονομοτεχνική ανάλυση λογισμικού TEE - KENAK Σενάριο 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

6) Σενάρια ενεργειακής Αναβάθμισης – OpenStudio – Energy+

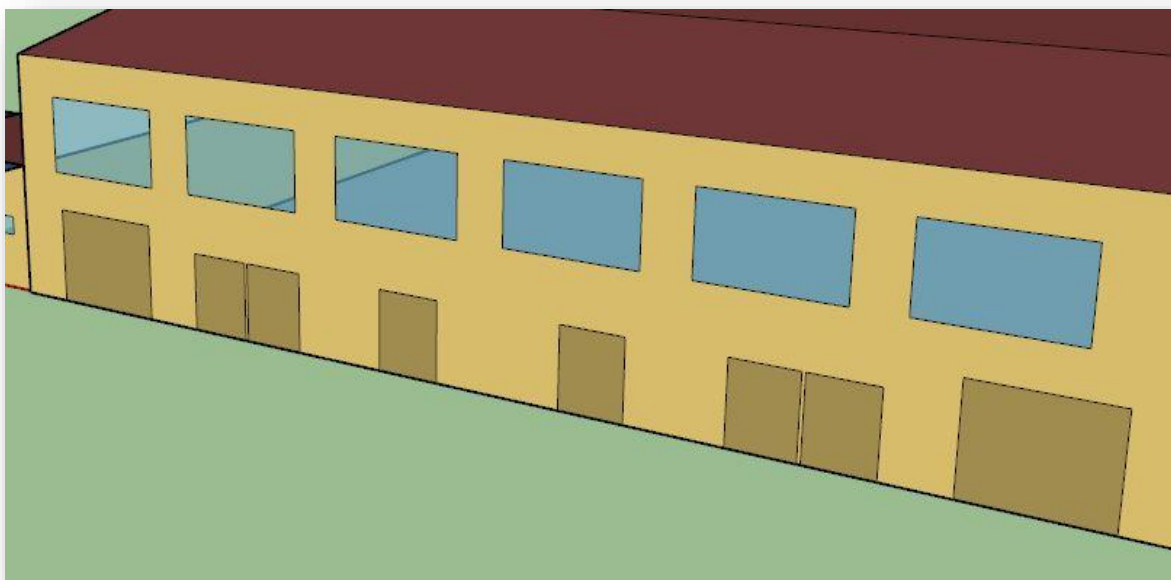
Η εξαγωγή αποτελεσμάτων από το λογισμικό TEE-KENAK, καθώς και η εισαγωγή των βασικών ενεργειακών παραγόντων των σεναρίων, θα βοηθήσει σημαντικά για την περιγραφή αυτών στο δεύτερο λογισμικό. Στο Openstudio δεν θα αναλυθεί η υφιστάμενη κατάσταση, αλλά θα αξιολογηθούν εκ νέου τα σενάρια των δύο κτιρίων. Θα πραγματοποιηθεί σχεδιασμός του μοντέλου των κτιρίων στο Sketch Up Pro και στην συνέχεια θα συμπληρωθούν τα απαραίτητα πεδία στο Openstudio.

Σε μία πρώτη σύγκριση μεταξύ των δύο λογισμικών, το Openstudio και συνεπώς και το Energy+, ακολουθούν μία πιο λεπτομερή διαδικασία για την περιγραφή του κτιρίου. Παρόλο που η εισαγωγή κάποιων δεδομένων είναι περίπου όμοια με το TEE-KENAK, όπως η καταχώρηση των δομικών στοιχείων, εντούτοις δίνεται η δυνατότητα περιγραφής του κτιρίου στο επίπεδο των προγραμμάτων λειτουργίας του, του θερμοστάτη και των επιμέρους κόμβων των συστημάτων. Στις παραγράφους του Κεφαλαίου 6, θα αναλυθεί με στοχευμένο τρόπο η διαδικασία δημιουργίας των σεναρίων, επικεντρώνοντας σε σημαντικά σημεία για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Τέλος, θα παρουσιαστούν δεδομένα από τα αποτελέσματα που αντιστοιχούν, ως επί το πλείστον, σε παρόμοια σημεία με το TEE-KENAK ώστε να είναι εφικτή μία καλύτερη σύγκριση μεταξύ τους.

Παρόλο που υπάρχουν σημαντικές δομικές διαφορές μεταξύ των κτιρίων, ο σχεδιασμός στο Sketch Up γίνεται με παρόμοιο τρόπο. Συνεπώς, χρησιμοποιείται το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, για να παρουσιαστεί συνοπτικά η διαδικασία, λόγω των μικρότερων διαστάσεών του. Ωστόσο στα αντίστοιχα κεφάλαια της ενότητας απεικονίζεται και ο τελικός σχεδιασμός του δεύτερου κτιρίου.

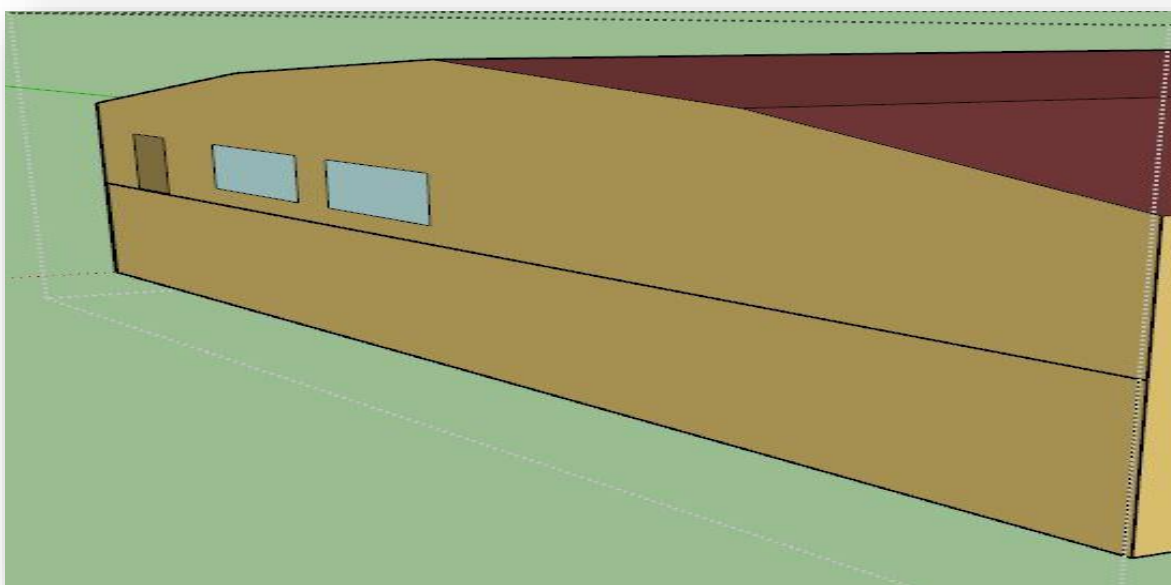
Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει, εφόσον είναι διαθέσιμες, τις κατόψεις των χώρων, ως εξωτερική αναφορά για την δημιουργία της βάσης του σχεδιασμού. Σχεδιάζοντας με γραμμές τα χωρίσματα των χώρων δημιουργούνται διαφορετικοί όγκοι, που στην συνέχεια εξυπηρετούν τον ορισμό των διάφορων θερμικών ζωνών. Δημιουργείται έτσι, η επιφάνεια σε επαφή με το έδαφος. Στην συνέχεια κάνοντας **push/pull** στο ύψος που χρειάζεται, υψώνεται το κέλυφος του κτιρίου. Ο χρήστης με την ίδια εντολή μπορεί να διορθώσει το ύψος ενός χώρου ή και όλων εφόσον επιλεγούν.

Στην συνέχεια πρέπει να σχεδιαστούν στο κέλυφος τα ανοίγματα. Ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων είναι αρκετά απλός. Φτιάχνοντας περιγράμματα πάνω στις επιφάνειες των επιμέρους χώρων, το plug-in δημιουργεί αυτόματα τα ανοίγματα σύμφωνα με τις διαστάσεις που εισάγονται. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



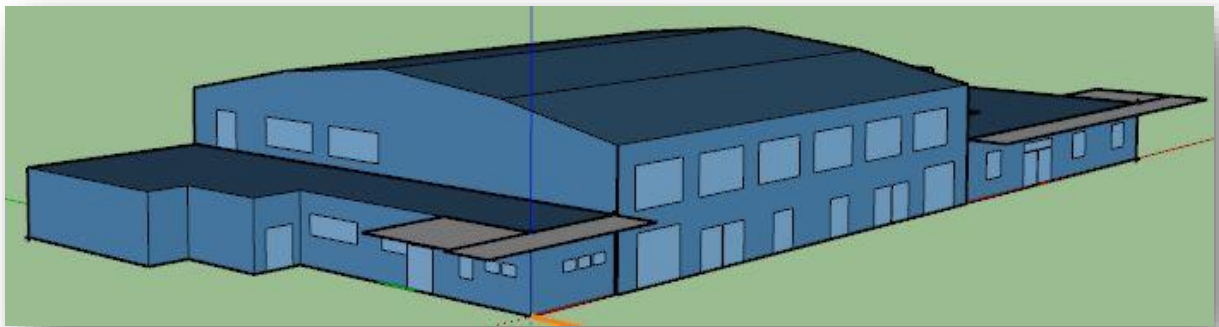
Εικόνα 6-1: Σχεδιασμός ανοιγμάτων στην Βόρεια όψη του Αθλητικού Κέντρου

Ο χρήστης μέσω του εποπτικού παραθύρου **inspector**, μπορεί να αλλάξει το είδος του ανοίγματος, για παράδειγμα σε πόρτα ή σε διαφανές άνοιγμα. Το επόμενο σημαντικό βήμα είναι ο ορισμός των επιφανειών και η επαφή με τους γύρω χώρους. Αυτό γίνεται με δύο εντολές. Μία επιφάνεια που είναι σε επαφή με μία επιφάνεια άλλου χώρου πρέπει να γραμμοσκιάζεται πάνω στην άλλη και να δηλώνεται η μεταξύ τους επαφή. Οπότε ο χρήστης εκτελώντας την εντολή **Surface Matching**, πρώτα επιλέγει να γίνει **Intersect**, που έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μικρότερων συναλλασσόμενων επιφανειών, προσαρμοσμένων ανάλογα με το σχήμα τους. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

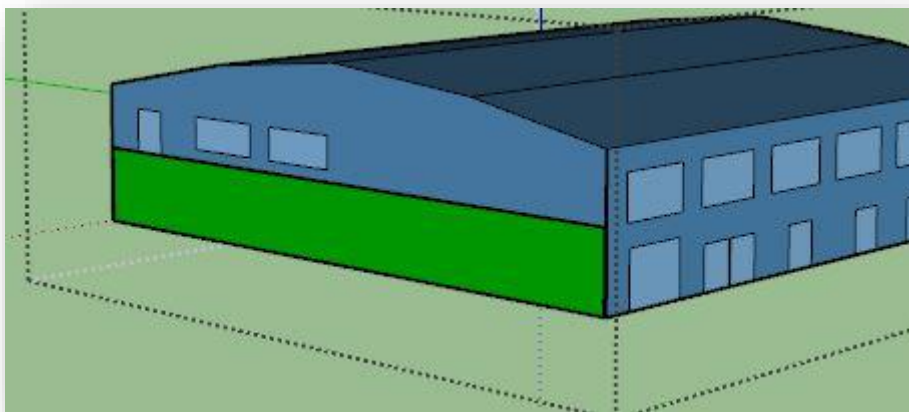


Εικόνα 6-2: Εφαρμογή της εντολής **Intersect** μεταξύ δύο χώρων του Αθλητικού κέντρου

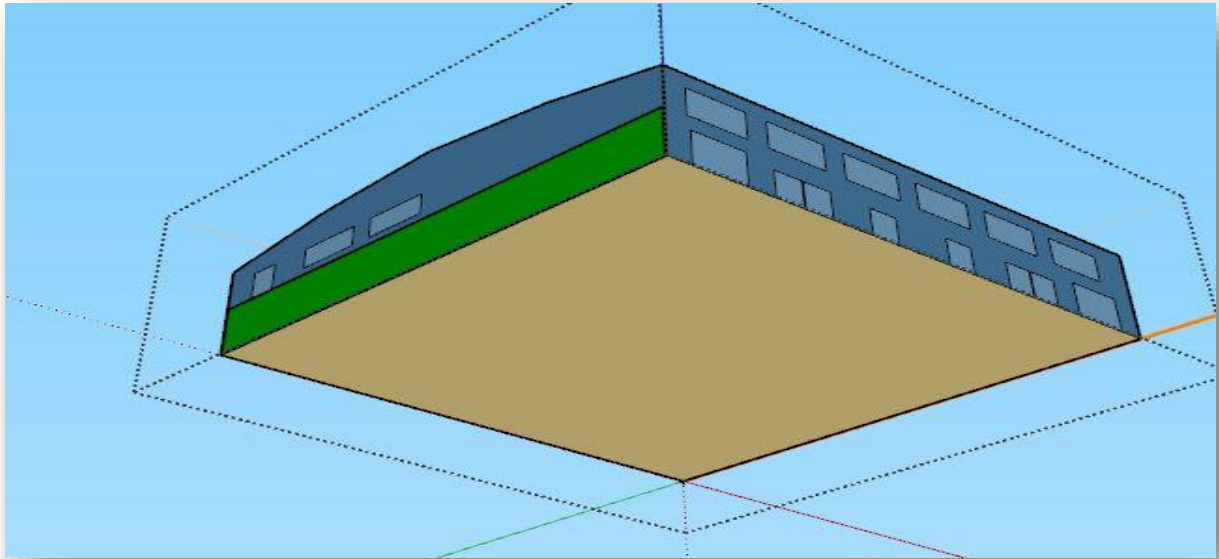
Παρατηρείται η οριοθέτηση της επιφάνειας επαφής της ζώνης - πτέρυγα αριστερά, πάνω στην όμορη επιφάνεια με την ζώνη - στάδιο. Επόμενο βήμα αποτελεί πλέον το ταίριασμα μεταξύ των δύο επιφανειών. Μέσω της εντολής **Match in Model**, γίνεται το ταίριασμα μεταξύ όλων των επιφανειών στο μοντέλο. Η εποπτεία των παραπάνω διαδικασιών γίνεται μέσω και του εργαλείου **Inspector**, αλλά και οπτικά από το **Rendering Mode** των **Boundary Condition**. Η παραπάνω λειτουργία δίνει την δυνατότητα εποπτείας στον χρήστη των διαφορετικών συνοριακών συνθηκών, για παράδειγμα τις επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (**μπλέ χρώμα**), το έδαφος (**ώχρα**) και μεταξύ των επιφανειών των ζωνών (**πράσινο**). Οι όμορες επιφάνειες δηλώνονται ως αδιαβατικές. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται οι σχετικές καταστάσεις.



Εικόνα 6-3:Επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

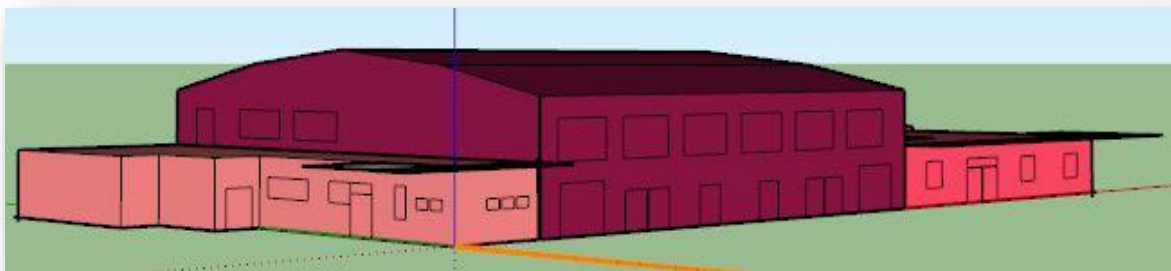


Εικόνα 6-4: Επιφάνεια σε επαφή με όμορο χώρο



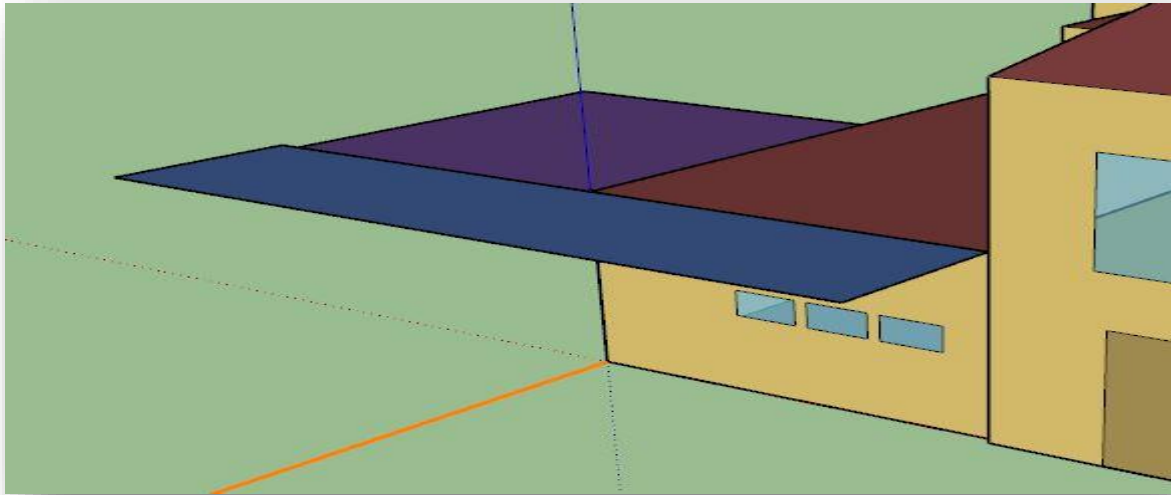
Εικόνα 6-5: Επιφάνεια σε επαφή με το έδαφος

Στο επόμενο σημαντικό βήμα, πρέπει να γίνει ο ορισμός των θερμικών ζωνών. Αρχικά δηλώνονται τυπικά είδη χώρων, που υπάρχουν στην βιβλιοθήκη, ανά είδος κτιρίου, καθώς και οι τυπικοί θερμοστάτες που χρησιμοποιούνται για ψύξη και θέρμανση. Και στα δύο κτίρια ως προς την εγγύτητα της χρήσης, επιλέγεται ως πρότυπο κτίριο σχολείο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αυτό γίνεται γιατί οι τυπικοί χώροι που το διέπουν, το ωράριο λειτουργίας κλπ, προσεγγίζουν τις χρήσεις των δύο κτιρίων. Το γεγονός της επιλογής αυτού του τύπου κτιρίου δεν είναι δεσμευτικό, ως προς την πορεία της μελέτης, καθώς στην συνέχεια παράγοντες που δημιουργούνται μπορούν να διορθωθούν ανάλογα με την συμπεριφορά του. Με το πέρας του ορισμού των τυπικών χώρων γίνεται η εισαγωγή νέων ζωνών. Επιλέγεται οπότε ο κάθε χώρος και δηλώνεται ανάλογα το είδος του και τη θερμική ζώνη στην οποία ανήκει. Ο χρήστης μπορεί, για ακόμα μια φορά να εποπτεύσει τους παραπάνω ορισμούς είτε από το εργαλείο **Inspector**, είτε οπτικά από **rendering σύμφωνα με τις θερμικές ζώνες**. Οι χώροι που συμμετέχουν στην ίδια θερμική ζώνη εμφανίζονται με το ίδιο χρώμα. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι θερμικές ζώνες του Αθλητικού Κέντρου.



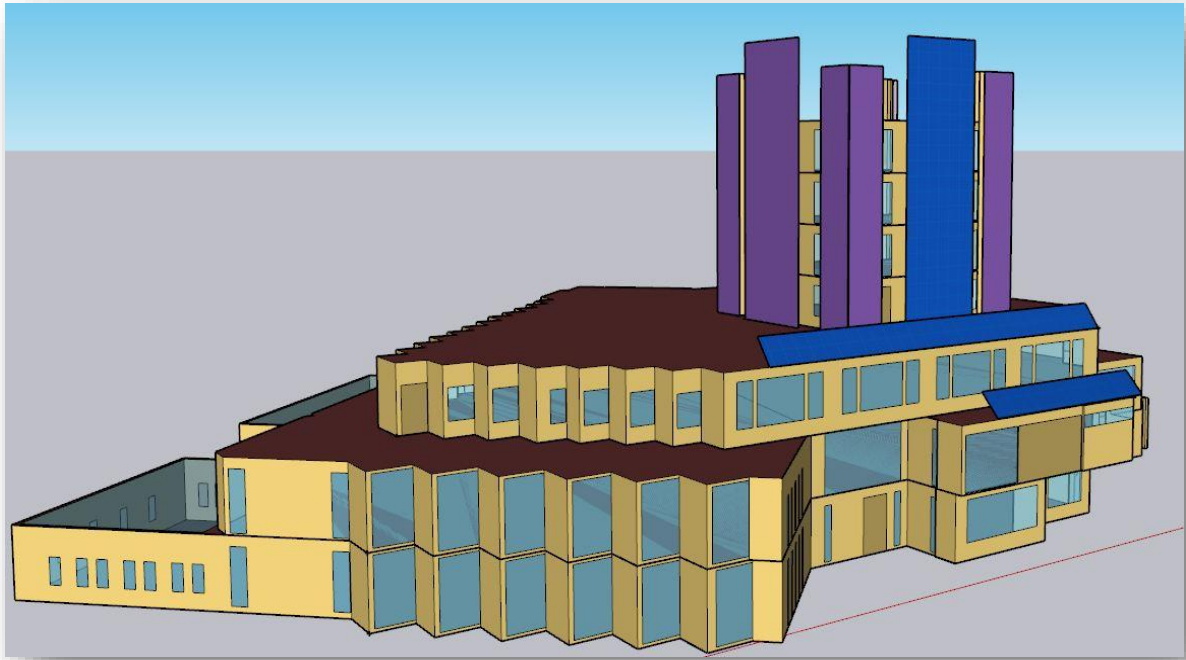
Εικόνα 6-6: Απεικόνιση των τριών θερμικών ζωνών του Αθλητικού Κέντρου

Τέλος απομένει ο σχεδιασμός των προβόλων που υπάρχουν στο κτίριο. Εκτελώντας την εντολή **New Shading Surface** και επιλέγοντας το σημείο πάνω στο χώρο στο οποίο θα γίνει η εισαγωγή του σκιάστρου, ο χρήστης φτιάχνει το περίγραμμα του προβόλου και δημιουργείται έτσι η επιφάνεια σκίασης. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



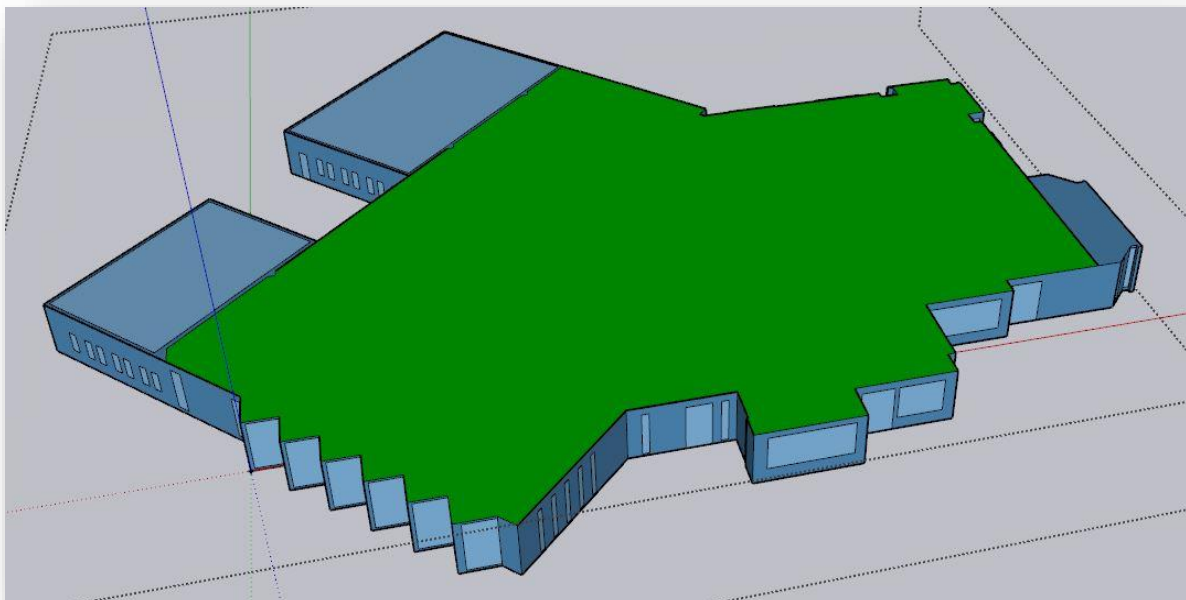
Εικόνα 6-7: Σχεδιασμός προβόλων – σκιάστρων

Με αυτό το βήμα ολοκληρώνεται ο σχεδιασμός τους ενεργειακού μοντέλου. Ο χρήστης πριν προχωρήσει στο υπολογιστικό κομμάτι του Openstudio πρέπει να εξασφαλίσει πως δεν υπάρχουν σφάλματα στον σχεδιασμό, που μπορεί να σταθούν εμπόδιο στους υπολογισμούς. Παρουσιάζεται επίσης το τελικό μοντέλο του κτιρίου της βιβλιοθήκης, που σχεδιάζεται με παρόμοιο τρόπο. Οι μόνες διαφορές που προκύπτουν είναι η εισαγωγή των φωτοβολταϊκών συστημάτων πάνω σε επιφάνειες σκίασης. Οπότε με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται τα σχετικά σκιάστρα και με την εκτέλεση της εντολής **Add Photovoltaics**, τοποθετούνται αυτόματα τα φωτοβολταϊκά συστήματα επί αυτών. Σημειώνεται πως για την προσθήκη ΦΒ στο sketch up, δηλώνεται μόνο σαν δεδομένο ο βαθμός απόδοσης και όχι η εγκατεστημένη ισχύς.



Εικόνα 6-8: Μοντέλο του Κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται ενδεικτικά το ταίριασμα δύο εκ των επιφανειών επαφής και οι ορισμοί των θερμικών ζωνών. Σε αυτό το κτίριο λόγω πολλών ορόφων δηλώνεται και σε ποιον όροφο βρίσκεται ο κάθε χώρος.



Εικόνα 6-9: Surface Matching μεταξύ δύο χώρων της Κεντρικής Βιβλιοθήκης

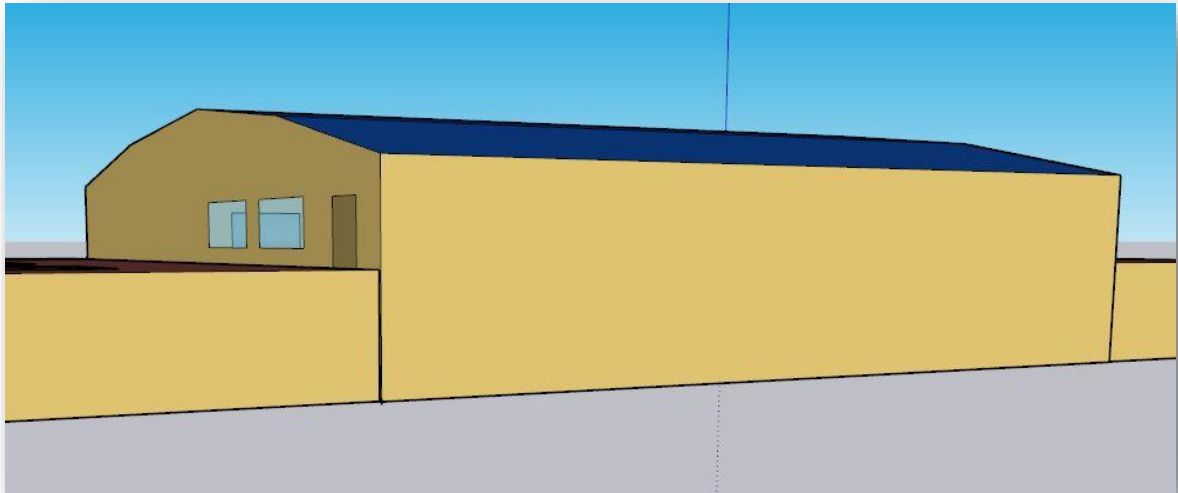


Εικόνα 6-10: Προβολή θερμικών ζωνών Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω βημάτων ο χρήστης μπορεί να προχωρήσει στο υπολογιστικό κομμάτι των σεναρίων. Αρχικά παρουσιάζονται τα σεναρία για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου και έπειτα της Κεντρικής βιβλιοθήκης.

6.1) Σενάριο 1 – Κτίριο Αθλητικού Κέντρου

Εκτελώντας το γραφικό περιβάλλον του Openstudio και του Energy+, εμφανίζονται αριστερά του παραθύρου οι καρτέλες εισαγωγής των απαραίτητων δεδομένων. Αρκετά στοιχεία, κυρίως για τους χώρους και τις θερμικές ζώνες, εισάγονται από τον σχεδιασμό στο Sketch up και ο χρήστης εξοικονομεί χρόνο ως προς την καταχώρησή τους. Ωστόσο για το πρώτο σενάριο, η χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πρέπει να οριστεί πριν την εκτέλεση του Openstudio. Συνεπώς σχεδιάζονται στο plug-in τα ΦΒ στον χώρο τον οποίο καταλαμβάνουν. Σημαντικός παράγοντας μετά τον σχεδιασμό τους, είναι η εισαγωγή του βαθμού απόδοσης. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.1-1: Τοποθέτηση ΦΒ επί της οροφής της ζώνης του σταδίου

Τοποθετούνται οπότε ΦΒ πάνελς στην οροφή της ζώνης του σταδίου με προσανατολισμό τον Νότο. Στην συνέχεια το σενάριο μπορεί να επεξεργαστεί στο γραφικό περιβάλλον. Εκκινώντας το Openstudio, ο χρήστης καλείται να εισάγει τα δεδομένα σχετικά με την εγκατάσταση του κτιρίου, τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής και τις ημέρες σχεδιασμού (Design Days). Έτσι στην ιστοσελίδα του energyplus.net/weather μπορεί να κατεβάσει τα απαραίτητα αρχεία που περιγράφουν την πόλη την οποία βρίσκεται το κτίριο. Στην συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγεται η Αθήνα. Το πρόγραμμα με την εισαγωγή των αρχείων ενημερώνει τα πεδία σχετικά με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, το ύψος από την θάλασσα, τη ζώνη ώρας και τις ημέρες σχεδιασμού για το χειμώνα και το καλοκαίρι, τις θερμοκρασίες, τις συνθήκες υγρασίας, την πίεση του αέρος και τα ηλιακά δεδομένα που την διέπουν. Το συγκεκριμένο βήμα είναι πολύ σημαντικό για την προσομοίωση. Αξιοποιεί τις εξωτερικές ατμοσφαιρικές συνθήκες προκειμένου να υπολογίσει τα απαιτούμενα φορτία και τον τρόπο συμπεριφοράς του κτιρίου αναφορικά με τα συστήματα που διαθέτει. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι παραπάνω συνθήκες.

Weather File Change Weather File

Name: ATHENS
 Latitude: 37.9
 Longitude: 23.73
 Elevation: 15
 Time Zone: 2
 Download weather files at www.energyplus.net/weather

Measure Tags (Optional):

ASHRAE Climate Zone: [Dropdown]
 CEC Climate Zone: 3 [Dropdown]

Design Days Import From DDY

Design Days

Temperature Humidity Pressure Wind Precipitation Solar Custom

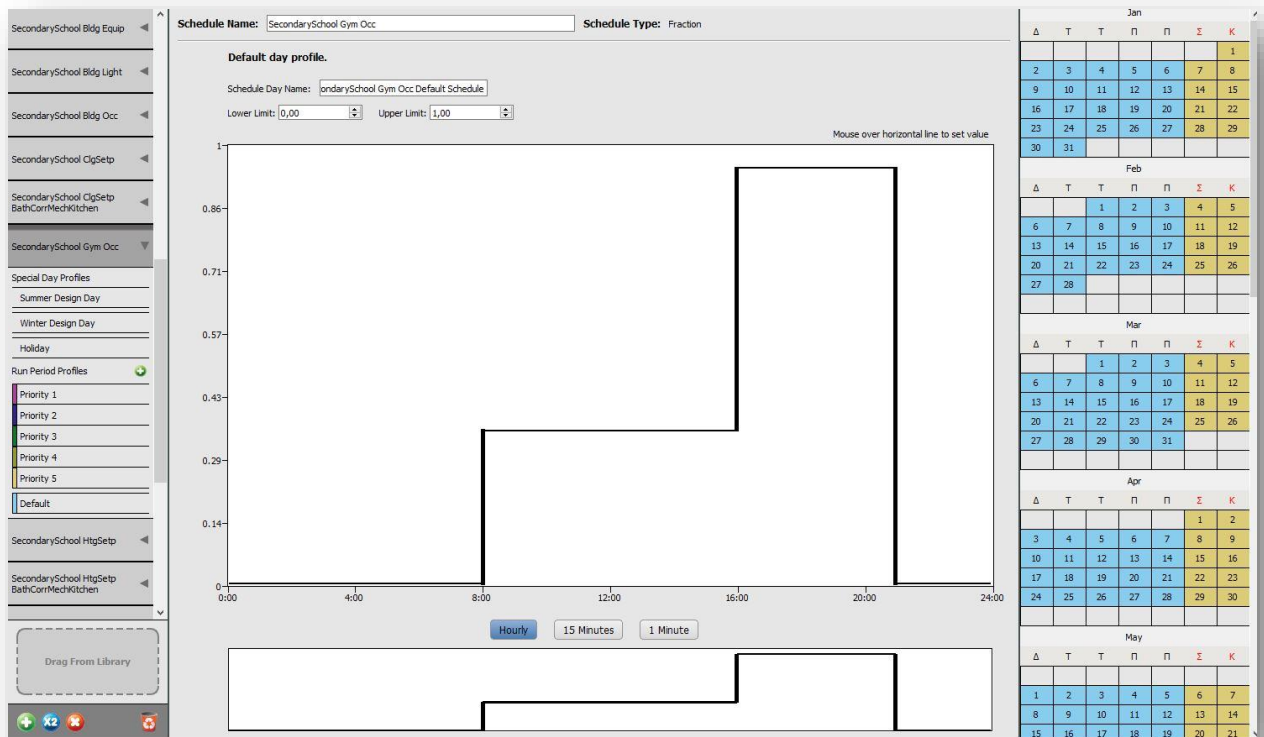
Design Day Name	All	Day Of Month	Month	Day Type	Daylight Saving Time Indicator
	<input type="checkbox"/>	Apply to Selected	Apply to Selected	Apply to Selected	Apply to Selected
ATHENS Ann Clg -4% Conds DB=>MWB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
ATHENS Ann Clg -4% Conds DP=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
ATHENS Ann Clg -4% Conds Enth=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
ATHENS Ann Clg -4% Conds WB=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
ATHENS Ann Htg 99.6% Conds DB	<input type="checkbox"/>	21	2	WinterDesignDay	<input type="checkbox"/>
ATHENS Ann Htg Wind 99.6% Conds WS=>MCDB	<input type="checkbox"/>	21	2	WinterDesignDay	<input type="checkbox"/>

Εικόνα 6.1-2: Κλιματολογικά και γεωγραφικά στοιχεία κτιρίου

Στο επόμενο βήμα ο χρήστης πρέπει να εισάγει ή και να δημιουργήσει τα απαραίτητα προγράμματα λειτουργίας. **Αυτά μπορούν να περιγράψουν:**

- τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου, δημιουργώντας ωριαίο πρόγραμμα για την διάρκεια της μέρας είτε με γραμμική συνεχή μορφή είτε με καμπύλη,
- τον αριθμό των ατόμων που χρησιμοποιούν την ζώνη ή και το κτίριο κατά την διάρκεια της ημέρας με αναφορές σε ποσοστό ανά ώρα την ημέρα,
- την δραστηριότητα των ατόμων και το φορτίο που παράγουν σε Watt/ άτομο κατά την διάρκεια της ημέρας,
- την χρήση του τεχνητού φωτισμού,
- τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό και λοιπές λειτουργίες.

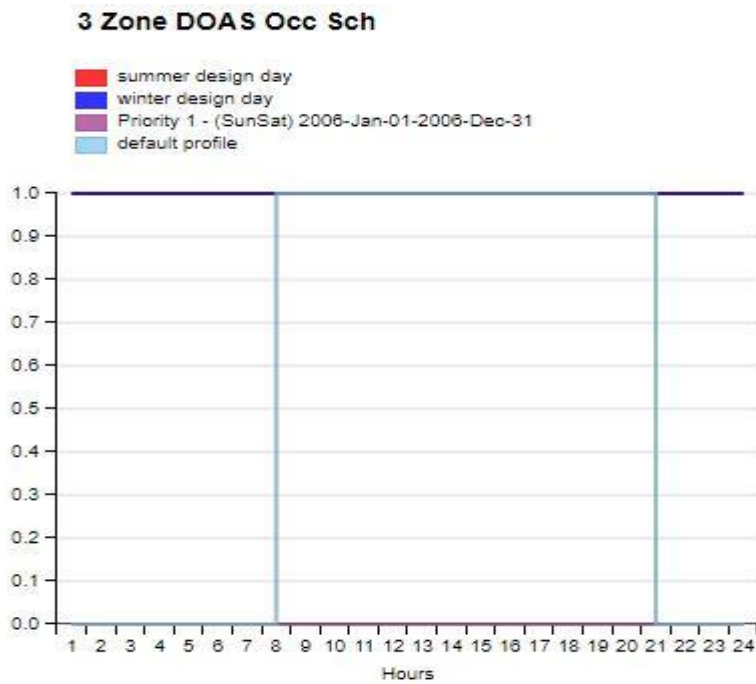
Παρατηρείται, σε αντίθεση με το TEE-KENAK, πως γίνεται μία λεπτομερής περιγραφή των λειτουργιών και του κτιρίου και των συστημάτων. Ως παράδειγμα παρουσιάζεται το ακόλουθο διάγραμμα, που περιγράφει τις ώρες λειτουργίας και το ποσοστό πληρότητας του χώρου κατά την διάρκεια μίας μέρας.



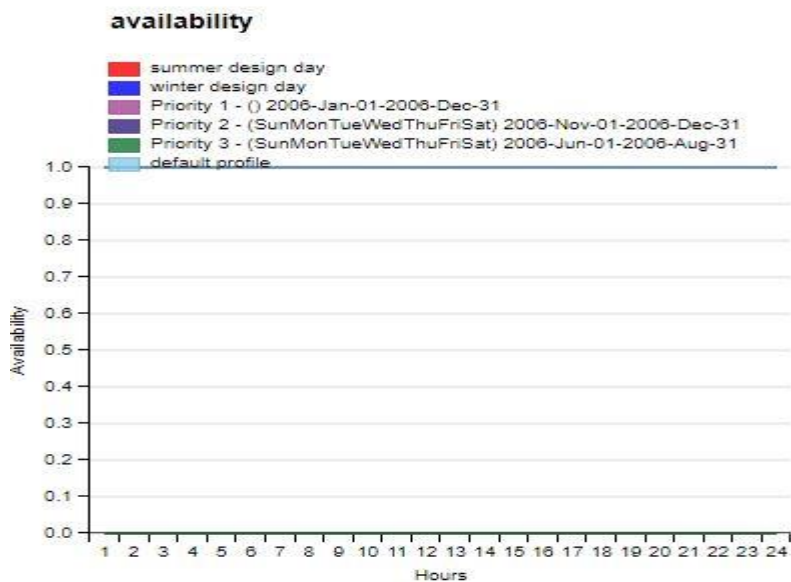
Εικόνα 6.1-3: Διάγραμμα πληρότητας κτιρίου κατά την διάρκεια της ημέρας

Παρατηρείται πως για το συγκεκριμένο διάγραμμα, η προσέλευση των ατόμων ξεκινά στις 08:00 σε ένα ποσοστό περίπου 40% έως τις 16:00. Μετά τις 16:00 έως τις 21:00 περίπου, που είναι και το πέρας της λειτουργίας του κτιρίου, το ποσοστό της προσέλευσης είναι περίπου 90%. Αυτό το πρόγραμμα περιγράφει μία τυπική μέρα λειτουργίας. Ο χρήστης μπορεί να προσθέσει σε αυτό το πρόγραμμα προτεραιότητες σε συγκεκριμένους μήνες ή μέρες για να περιγράψει την ίδια λειτουργία. Για παράδειγμα, αν το κτίριο δεν λειτουργεί το Σαββατοκύριακο ή κάποια Σαββατοκύριακα στο έτος, ο χρήστης μπορεί να φτιάξει προτεραιότητα με ένα διάγραμμα που να περιγράφει μια τιμή προσέλευσης της τάξης του 0%. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται στο πρώτο σενάριο ΑΘ παρουσιάζονται κάτωθι:

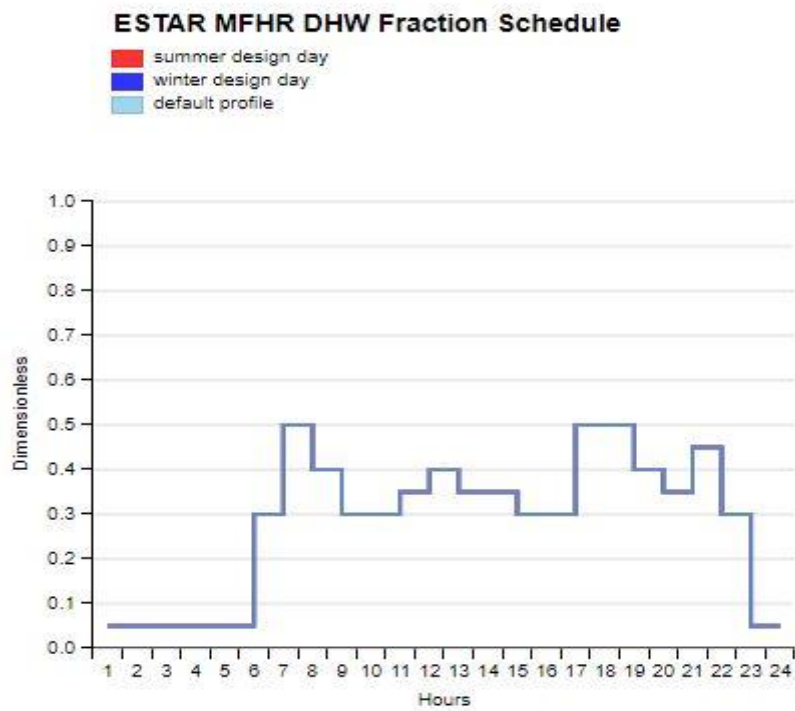
- Πρόγραμμα αερισμού από τις ΚΚΜ των τριών ζωνών.



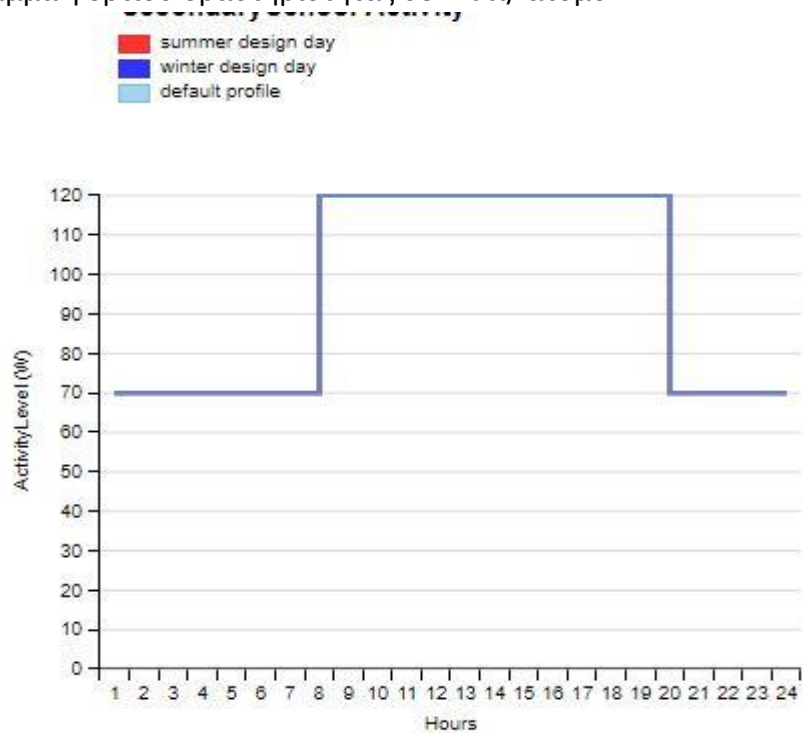
- Πρόγραμμα διαθεσιμότητας συστημάτων κατά τη διάρκεια του έτους.



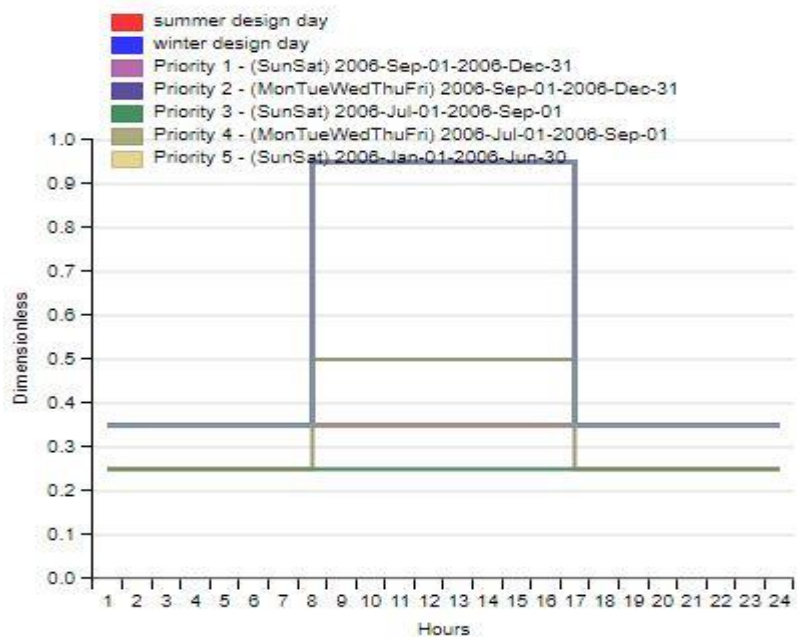
- Πρόγραμμα θερμοδοχείου ZNX



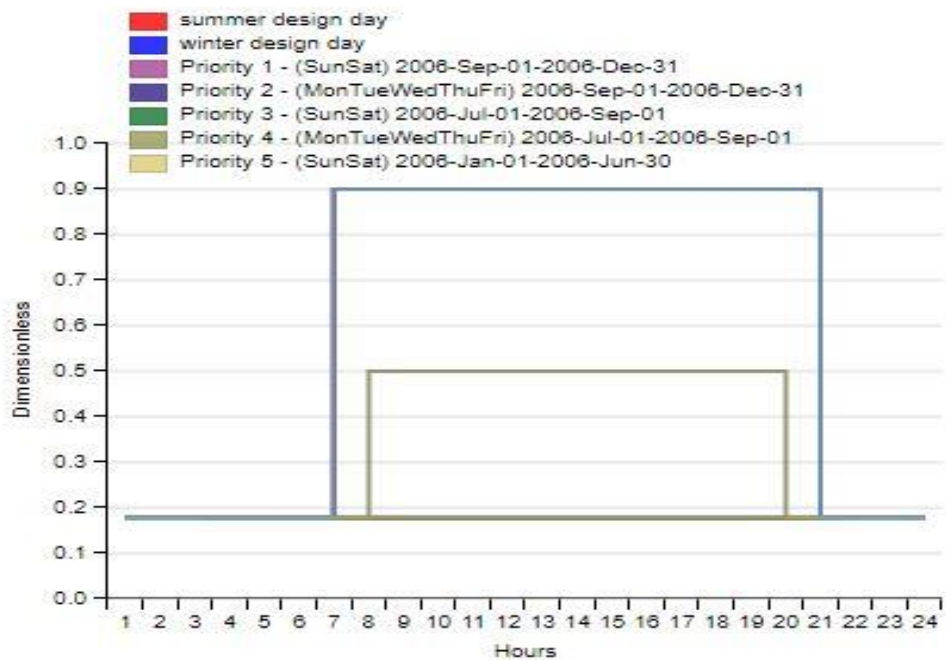
- Πρόγραμμα φορτίου δραστηριότητας σε Watt/ άτομο



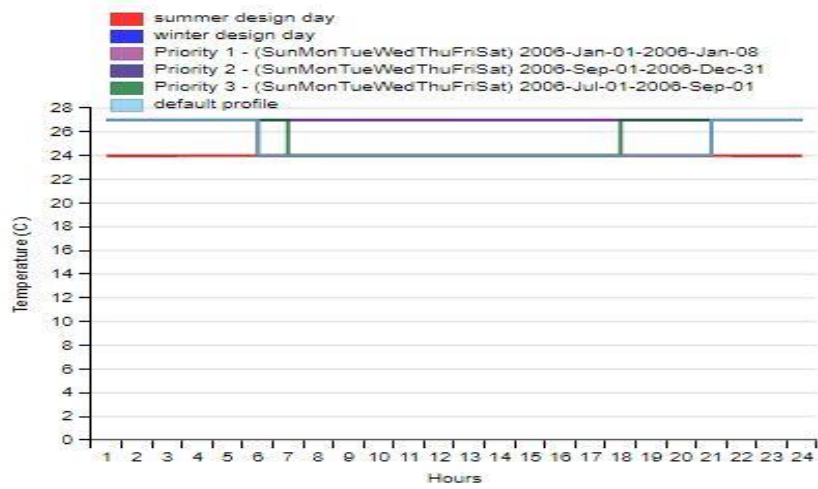
- Πρόγραμμα λειτουργίας ηλεκτρονικού εξοπλισμού



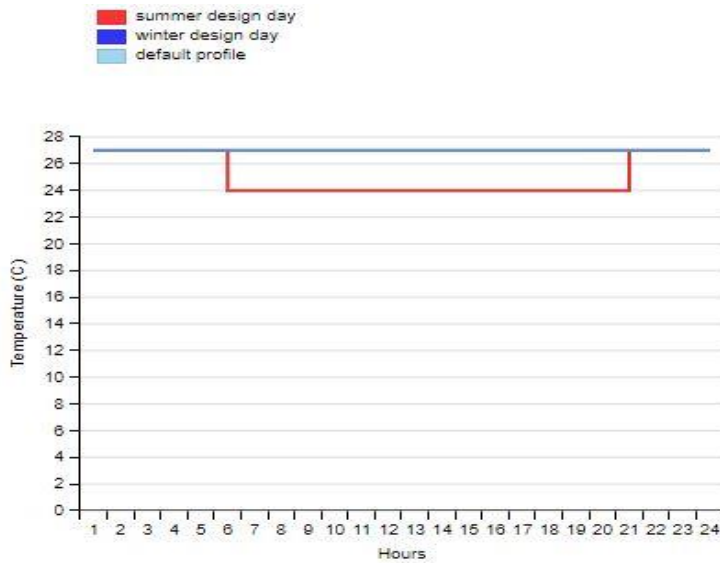
- Πρόγραμμα λειτουργίας τεχνητού φωτισμού



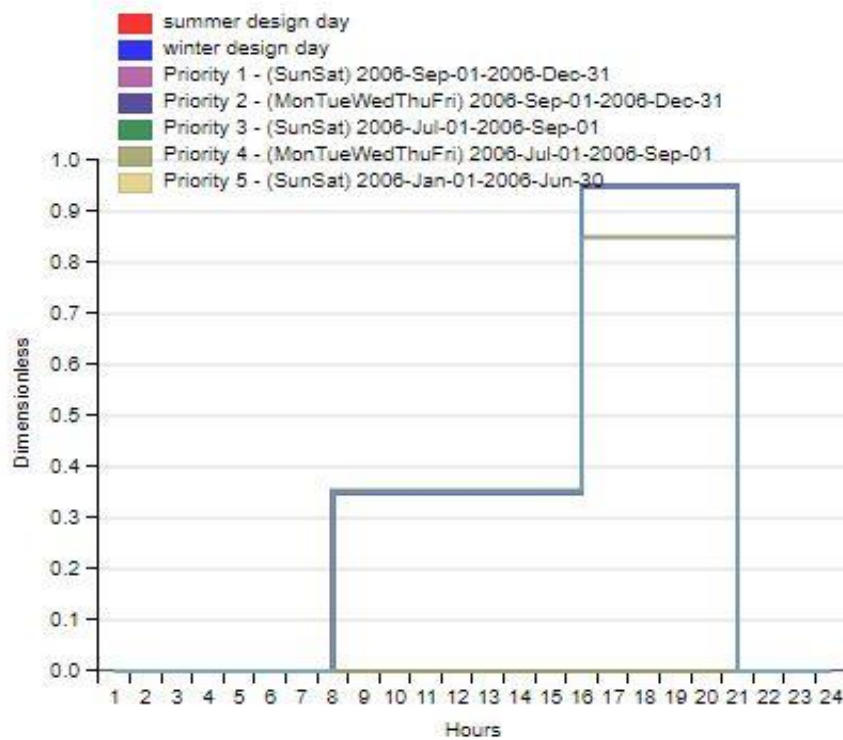
- Πρόγραμμα Θερμοστάτη για την λειτουργία Ψύξης στις Ζώνες Στάδιο & πτέρυγα δεξιά



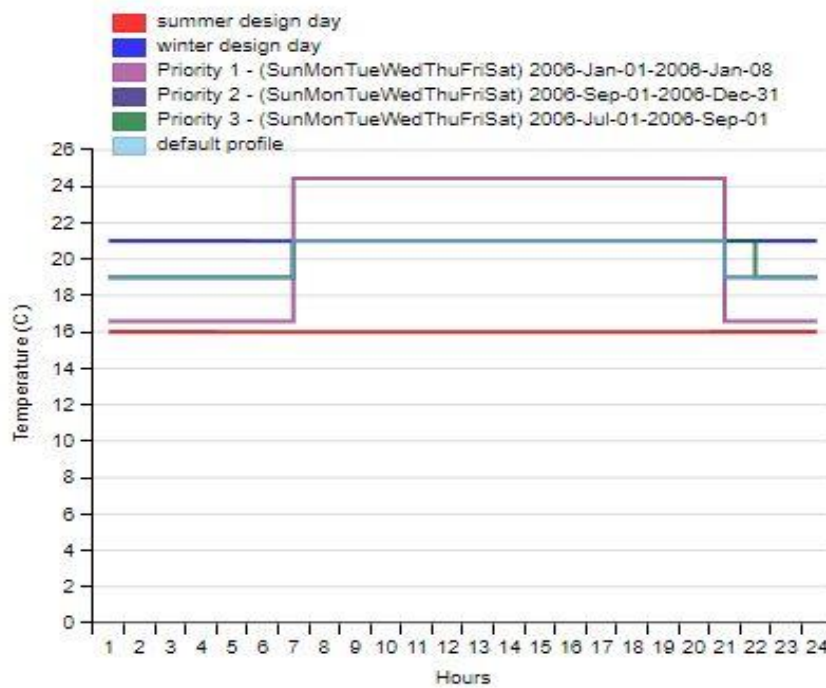
- Πρόγραμμα Θερμοστάτη για την λειτουργία Ψύξης στη Ζώνη πτέρυγα αριστερά



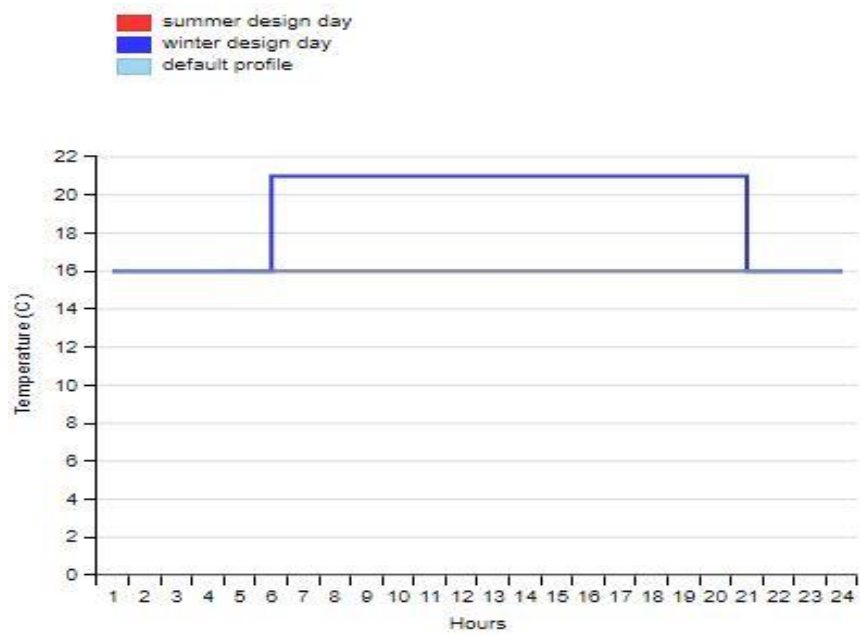
- Πρόγραμμα πληρότητας – ωράριο λειτουργίας κτιρίου – ζωνών



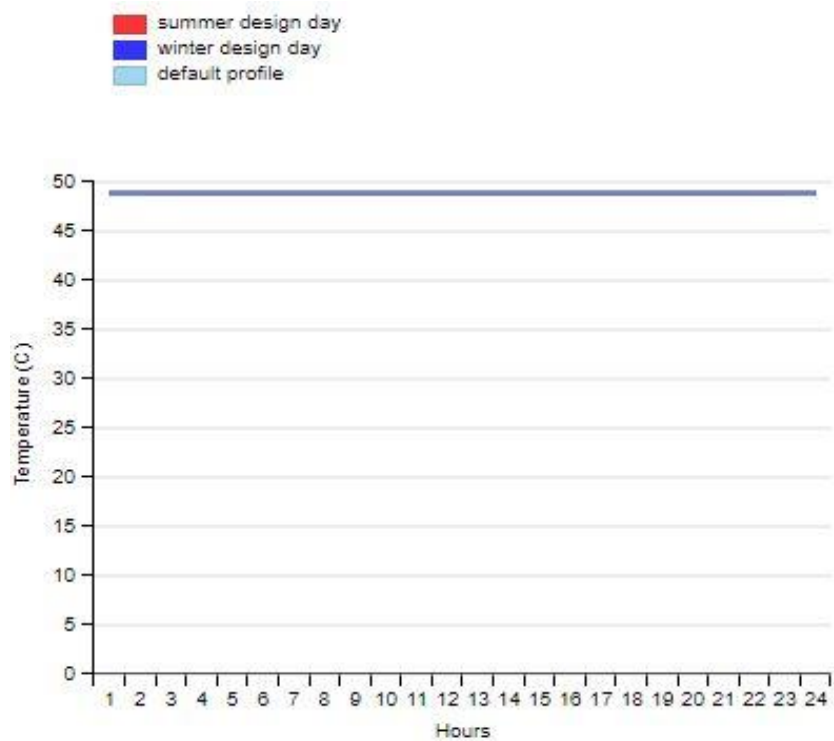
- Πρόγραμμα Θερμοστάτη Θέρμανσης στις Ζώνες στάδιο & πτέρυγα δεξιά



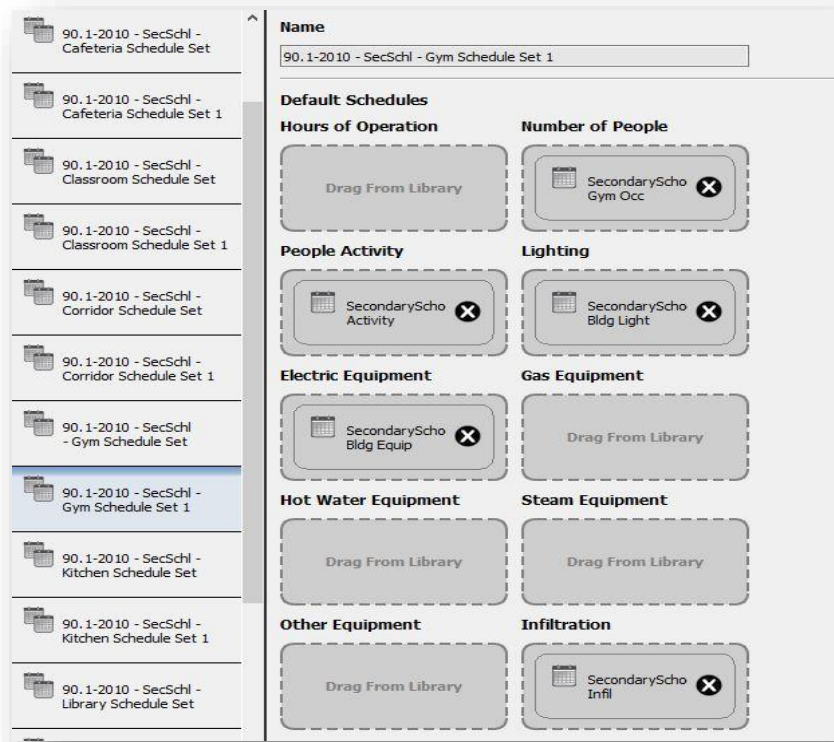
- Πρόγραμμα Θερμοστάτη Θέρμανσης στη Ζώνη πτέρυγα αριστερά



- Πρόγραμμα θερμοκρασία ZNX



Ο χρήστης μπορεί για διευκόλυνση στις επόμενες διαδικασίες, να ομαδοποιήσει τα παραπάνω προγράμματα ώστε να γίνει η καταχώρησή τους ανάλογα με τον χώρο που επιθυμεί. Αυτό είναι εφικτό στο πεδίο **Schedule Sets**, το οποίο παρουσιάζεται τυπικά στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.1-4: Καρτέλα Schedule Sets

Η επόμενη καρτέλα είναι σχετική με τα δομικά στοιχεία και την κατασκευή τους. Στα κεφάλαια 3.1-3.2 έχει γίνει πλήρως η ανάλυση τους, ώστε να γίνει εύκολη η διαδικασία καταχώρησή τους στα δύο λογισμικά. Η συγκεκριμένη διαδικασία δεν διαφέρει αισθητά, οπότε παρουσιάζεται τυπικά η δημιουργία ενός υλικού και στη συνέχεια η δημιουργία ενός δομικού στοιχείου. Θα παρουσιαστεί η διαδικασία ορισμού του σπλισμένου σκυροδέματος ως υλικού και ύστερα η συμμετοχή του σε δομικό στοιχείο. Αρχικά **δημιουργείται νέο υλικό και ονοματίζεται ανάλογα με την επιλογή του χρήστη**. Ύστερα **συμπληρώνονται οι βασικές τιμές που περιγράφουν τις ιδιότητες του υλικού**. Για το **σπλισμένο σκυρόδεμα** δίνονται οι τιμές του πάχους **0,40 m**, της αγωγιμότητας **2,5 W/mK**, της πυκνότητας **2500 kg/m³**, της ειδικής θερμότητας **1000 J/kgK** και οι θερμικές, ηλιακές, οπτικές απορροφητικότητες **0,9 , 0,7 , 0,7 αντίστοιχα**. Στην εικόνα παρουσιάζεται το γραφικό περιβάλλον.

Name:

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

Εικόνα 6.1-5: Πεδία εγγραφής νέου υλικού

Στην συνέχεια, δηλώνονται-δημιουργούνται τα δομικά στοιχεία, με σύνθεση των κατάλληλων υλικών. Αυτά κατατάσσονται σε λίστα ξεκινώντας από εκείνο που βρίσκεται στην εξωτερική επιφάνεια και καταλήγοντας σε εκείνο που αφορά την εσωτερική. Έτσι για ένα δομικό στοιχείο, στο οποίο χρησιμοποιείται το σπλισμένο σκυρόδεμα, τα υλικά απ' έξω προς τα μέσα κατατάσσονται όπως στην παρακάτω εικόνα.

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Intended Surface Type: *Standards Construction Type:*

Fenestration Type: *Fenestration Assembly Context:*

Fenestration Number of Panes: *Fenestration Frame Type:*

Fenestration Divider Type: *Fenestration Tint:*

Fenestration Gas Fill: *Fenestration Low Emissivity Coating:*

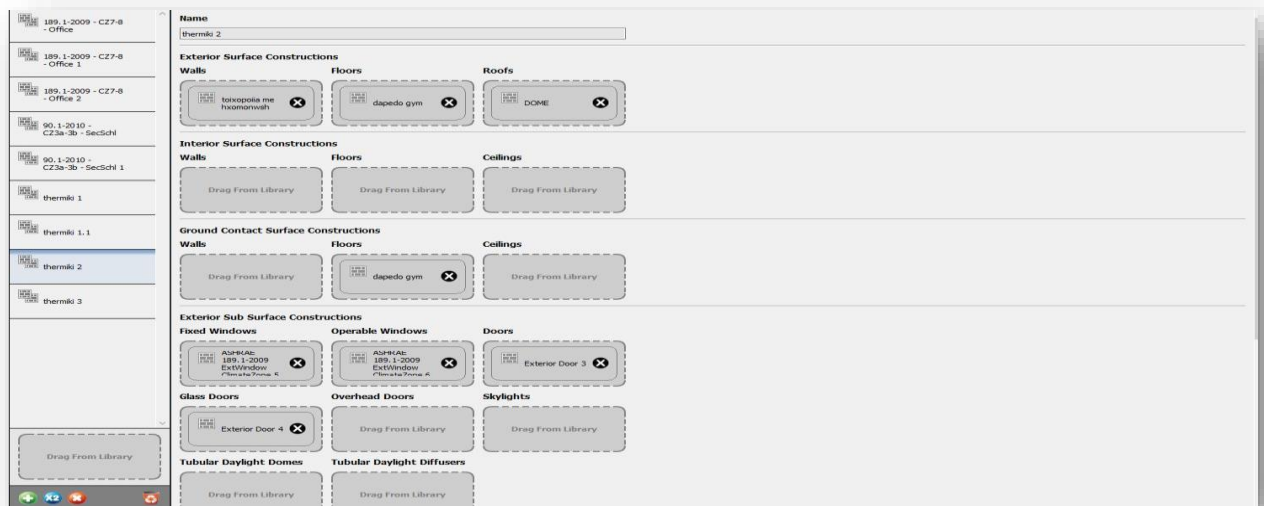
Layer:

Outside

- Epixrisma
- monwtika ulika
- beton arme
- Epixrisma

Εικόνα 6.1-6: Σύνθεση δομικού στοιχείου

Έτσι ορίζονται πλήρως όλα τα δομικά στοιχεία που περιγράφουν το κέλυφος του κτιρίου. Ο χρήστης, για ακόμα μία φορά, μπορεί να ομαδοποιήσει τα δομικά στοιχεία ανάλογα με τις ζώνες ή τους χώρους που τα χρησιμοποιεί, προκειμένου να διευκολυνθεί στα επόμενα βήματα. Ενδεικτικά το συγκεκριμένο πεδίο ονομάζεται **Construction Sets** και παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 6.1-7: Καρτέλα Construction Sets

Μετά τις κατασκευές, σειρά έχει η καρτέλα των φορτίων. Σε αυτή την καρτέλα μπορούν να δηλωθούν ενδεικτικά: α) ο μέγιστος αριθμός των ατόμων ή αναλογίες ατόμων ανά τετραγωνικό, ώστε να υπολογιστούν τα φορτία από την δραστηριότητα αυτών, β) ο τεχνητός φωτισμός, είτε με την εγκατεστημένη ισχύ σε Watt ή τις αναλογίες ισχύος, είτε με άτομα, είτε με τετραγωνικά, γ) τα φορτία των ηλεκτρικών συσκευών στους χώρους κλπ. Για το σενάριο αυτό και κατ' αντιστοιχία με το TEE-KENAK θα δηλωθούν τα φορτία των ατόμων, του τεχνητού φωτισμού και των ηλεκτρικών συσκευών για τον κάθε χώρο. Η ίδια διαδικασία ισχύει και για τα επόμενα σενάρια. Η εισαγωγή των παραπάνω στοιχείων είναι ιδιαίτερα απλή. Τα δεδομένα, ιδίως για τον τεχνητό φωτισμό που αποτελεί κομμάτι του σεναρίου, αποτελούν γνωστά. Συνεπώς για τις τρεις ζώνες δηλώνεται μέγιστος αριθμός 543 άτομα, τα οποία κατανέμονται:

- στη ζώνη του σταδίου – 500 άτομα
- στη ζώνη της πτέρυγας δεξιά – 28 άτομα
- στη ζώνη της πτέρυγας αριστερά – 15 άτομα



Το πεδίο εισαγωγής των παραπάνω στοιχείων παρουσιάζεται ενδεικτικά στην επόμενη εικόνα.

Name:
People Dexia pteryga

Number of People: 28.000000	People per Space Floor Area: people/m ²	Space Floor Area per Person: m ² /person
Fraction Radiant: 0.300000	Sensible Heat Fraction:	Carbon Dioxide Generation Rate: 0.000038 L/s·W

Enable ASHRAE 55 Comfort Warnings: off

Mean Radiant Temperature Calculation Type: ZoneAveraged

Add/Remove Extensible Groups  

Εικόνα 6.1-8: Φορτία ατόμων στη ζώνη της πτέρυγας δεξιά

Για τις τρεις ζώνες και τον φωτισμό δηλώνεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για κάθε μια. Σε αντίθεση με το TEE-KENAK δεν εισάγονται ούτε στάθμες φωτισμού, ούτε ζώνες. Για τις τρεις ζώνες κατανέμονται :

- στη ζώνη του σταδίου – 10129 W
- στη ζώνη της πτέρυγας δεξιά – 5270 W
- στη ζώνη της πτέρυγας αριστερά – 1668 W

Το πεδίο εισαγωγής των παραπάνω στοιχείων παρουσιάζεται ενδεικτικά στην επόμενη εικόνα.

Name:
lights dexia pteryga

Lighting Power: 5270.000000 W	Watts Per Space Floor Area: W/m ²	Watts Per Person: W/person
Fraction Radiant: 0.000000	Fraction Visible: 0.000000	
Return Air Fraction: 0.000000		

Εικόνα 6.1-9: Ισχύς φωτισμού της ζώνης πτέρυγα δεξιά

Για τις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται, λαμβάνεται τυπική τιμή και για τις τρεις ζώνες η 3,659730 W/m². Αν ήταν γνωστό το συνολικό φορτίο των ζωνών για τις

συσκευές, μπορούσε να οριστεί δηλώνοντας την εγκατεστημένη ισχύ. Το πεδίο εισαγωγής των παραπάνω στοιχείων παρουσιάζεται ενδεικτικά στην επόμενη εικόνα.

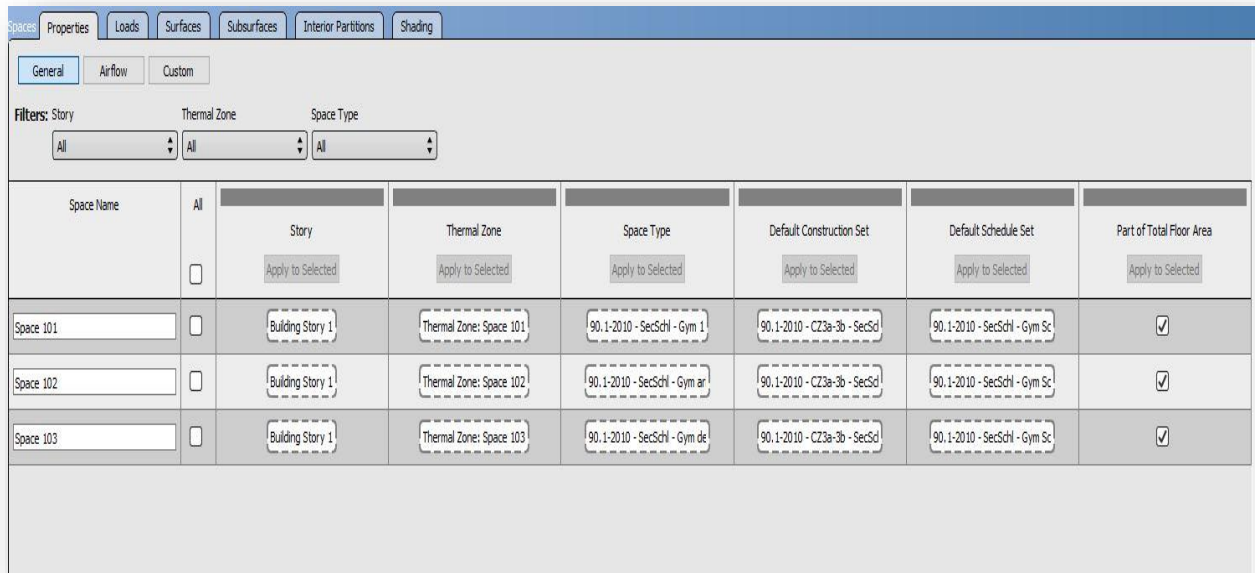
Name:		
90.1-2010 - SecSchl - Gym Electric Equipment Definition 1		
Design Level:	Watts Per Space Floor Area:	Watts Per Person:
<input type="text"/>	3.659730 W/m ²	<input type="text"/> W/person
Fraction Latent:	Fraction Radiant:	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Fraction Lost:	<input type="text"/>	

Εικόνα 6.1-10: Φορτία ηλεκτρικών συσκευών ζώνης σταδίου

Η επόμενη καρτέλα σχετίζεται με το είδος των χώρων. Από το πρότυπο του κτιρίου που έχει εισαχθεί κατά την δήλωση των θερμικών ζωνών στο Sketch up, μεταφέρονται στο Openstudio οι τυπικοί χώροι που το διέπουν. Εκείνοι συνοδεύονται από τυπικές ομαδοποιήσεις δομικών στοιχείων και προγραμμάτων λειτουργίας, τιμές εξωτερικού αέρα, αθέρητου και απαιτούμενου αερισμού. Παράλληλα ο χρήστης μπορεί να ομαδοποιήσει περαιτέρω τα φορτία που προβλέπει για τους χώρους ανάλογα με το είδος τους. Η διαδικασία αυτή δεν αποτελεί κανόνα για την πρόοδο της μελέτης, καθώς ο χρήστης σε επόμενη καρτέλα, μπορεί να δηλώσει ανεξάρτητα για κάθε χώρο που έχει σχεδιαστεί, τα επιμέρους στοιχεία. Παρόλα αυτά αποτελεί απλοποιητική διαδικασία. Στη παρούσα εργασία επιλέγεται η παραπάνω διαδικασία και για τα δύο κτίρια. Για το κτίριο του αθλητικού κέντρου ομαδοποιούνται τα προγράμματα λειτουργίας (**schedule sets**), τα δομικά στοιχεία (**construction sets**) και εισάγονται οι τιμές του αερισμού για κάθε χώρο, όπως ισχύει σύμφωνα με την TOTE 20701-1-2017.

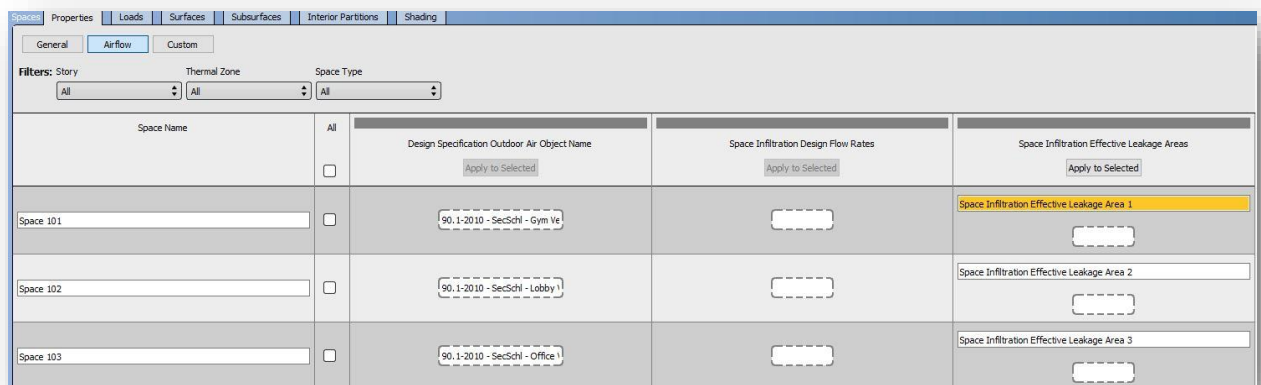
Στη καρτέλα **Facility**, πραγματοποιείται εισαγωγή γενικών στοιχείων για το κτίριο, τους ορόφους, την σκίαση και τον εξωτερικό εξοπλισμό. Η καρτέλα αυτή δεν αποτελεί σημαντική για την πρόοδο της μελέτης, ωστόσο ο χρήστης θέλοντας να κάνει μία γρήγορη μελέτη, μπορεί να ορίσει γρήγορα κάποια βασικά στοιχεία σχετικά με την κατασκευή, την λειτουργία και το τυπικό είδος των χώρων, προχωρώντας έτσι, ταχύτερα στην εξαγωγή αποτελεσμάτων. Στο κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, επειδή η κύρια όψη του κτιρίου είναι προς τον Βορρά και το Sketch up σχεδιάζει με την κύρια όψη προς τον Νότο, στην καρτέλα Facility δίνεται η δυνατότητα αλλαγής του άξονα προσανατολισμού με μοίρες. Συνεπώς εισάγοντας 180°, ο προσανατολισμός του κτιρίου αλλάζει προς την πραγματική του κατάσταση.

Η επόμενη καρτέλα είναι σημαντική για την μελέτη και σχετίζεται με τις συνθήκες των χώρων του κτιρίου. Στοιχεία αυτής, μπορούν να εισαχθούν με το τρόπο που περιγράφηκε στην καρτέλα για τα τυπικά είδη των χώρων. Ο χρήστης μπορεί να εμποτεύσει τις ιδιότητες των χώρων που έχει ορίσει στα πεδία της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 6.1-11: Καρτέλα Spaces

Συγκεκριμένα, εμφανίζονται για κάθε χώρο σε ποιον όροφο βρίσκεται, σε ποια θερμική ζώνη, το τυπικό είδος του χώρου, η τυπική ομαδοποίηση των δομικών στοιχείων, η τυπική ομαδοποίηση των προγραμμάτων λειτουργίας και τέλος, αν συμμετέχουν οι χώροι σε συνολικό δάπεδο. Στο πεδίο **Airflow** δηλώνονται τα στοιχεία του αερισμού του χώρου. Τα σχετικά πεδία παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.1-12: Πεδία σχετικά με το Airflow

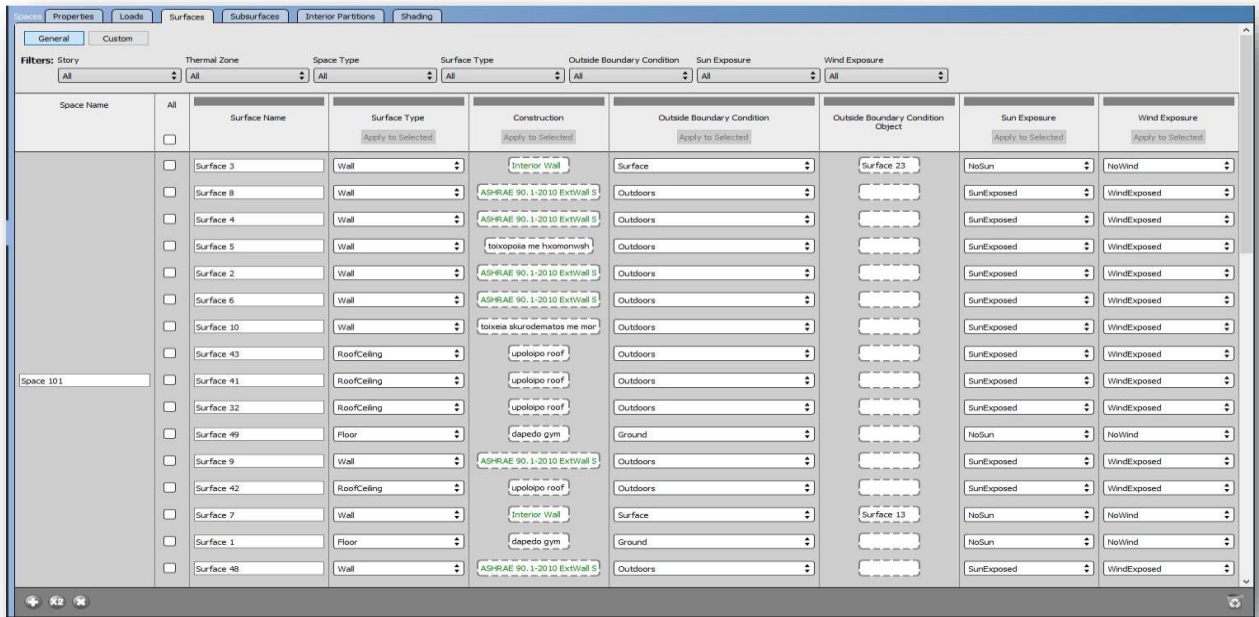
Όπως φαίνεται στην εικόνα για κάθε χώρο δηλώνεται ο απαιτούμενος νωπός αέρας και η επιφάνεια από την οποία προκύπτει ο αθέλητος αερισμός, δηλαδή τις χαραμάδες των ανοιγμάτων. Για τον χώρο 101 (στάδιο), δηλώνεται επιφάνεια 550 cm², για τον χώρο 102 δηλώνεται επιφάνεια 150 cm² και για τον χώρο 103, 200 cm².

Στο πεδίο των φορτίων (Loads) γίνεται εποπτεία ή εισαγωγή των στοιχείων που δημιουργήθηκαν στις καρτέλες των προγραμμάτων λειτουργίας και των φορτίων φωτισμού, ατόμων και ηλεκτρικών συσκευών. Αποτελεί τη τελική εισαγωγή των παραπάνω στοιχείων, πριν την περιγραφή των συστημάτων HVAC. Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται το γραφικό περιβάλλον που καλείται ο χρήστης να διαχειριστεί.

Space Name	Load Name	Multiplier	Definition	Schedule	Activity Schedule (People Only)
Space 101	Space Infiltration Effective Leakage Area 1			SecondarySchool Infr	
	People stadio	1.000000	People gym	SecondarySchool Gym Occ	SecondarySchool Activity
	Lights stadio LED	1.000000	lights gym senario led	SecondarySchool Bldg Light	
	010 - SecSchl - Gym Electric Equipment 1	1.000000	- SecSchl - Gym Electric Equipment Definition 1	SecondarySchool Bldg Equip	
Space 102	Space Infiltration Effective Leakage Area 2			SecondarySchool Infr	
	People aristera	1.000000	People aristeri pteryga	SecondarySchool Gym Occ	SecondarySchool Activity
	Lights dexia	1.000000	lights aristeri pteryga	SecondarySchool Bldg Light	
	010 - SecSchl - Gym Electric Equipment 3	1.000000	- SecSchl - Gym Electric Equipment Definition 1	SecondarySchool Bldg Equip	
Space 103	Space Infiltration Effective Leakage Area 3			SecondarySchool Infr	
	People aristeri	1.000000	People Dexia pteryga	SecondarySchool Gym Occ	SecondarySchool Activity
	Lights dexia LED	1.000000	lights dexia pteryga	SecondarySchool Bldg Light	
	010 - SecSchl - Gym Electric Equipment 2	1.000000	- SecSchl - Gym Electric Equipment Definition 1	SecondarySchool Bldg Equip	

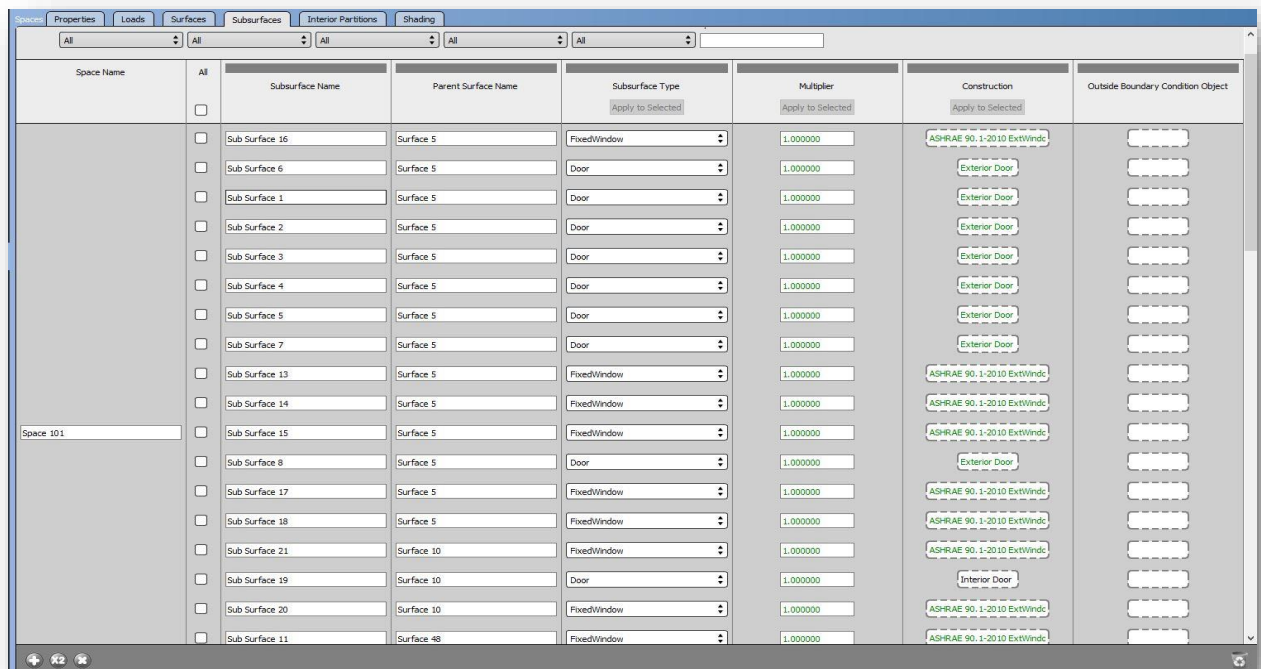
Εικόνα 6.1-13: Πεδία φορτίων ανά χώρο

Στο πεδίο των επιφανειών (Surfaces) κατανέμονται ανά χώρο οι επιφάνειες που έχουν σχεδιαστεί και μεταφέρονται από το Sketch Up. Για κάθε χώρο οπότε, εμφανίζεται το είδος της επιφάνειας (τοιχος, δάπεδο κλπ), ο τρόπος κατασκευής του και η συνοριακή του κατάσταση. Τέλος, εμφανίζεται η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και στον άνεμο. Το παραπάνω πεδίο, είναι όμοιο με τον ορισμό των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους στο ΤΕΕ-KENAK. Ο χρήστης αν δεν είχε ομαδοποιήσει τις κατασκευές του ανά χώρο, μπορεί να τις εισάγει σε αυτό το πεδίο. Εκείνο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.1-14: Πεδίο Επιφανειών

Όμοια με τις επιφάνειες στο πεδίο SubSurfaces, ορίζονται τα διαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου και η κατασκευή τους, με τρόπο παρόμοιο με το TEE-KENAK. Το πεδίο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.1-15: Πεδίο SubSurfaces

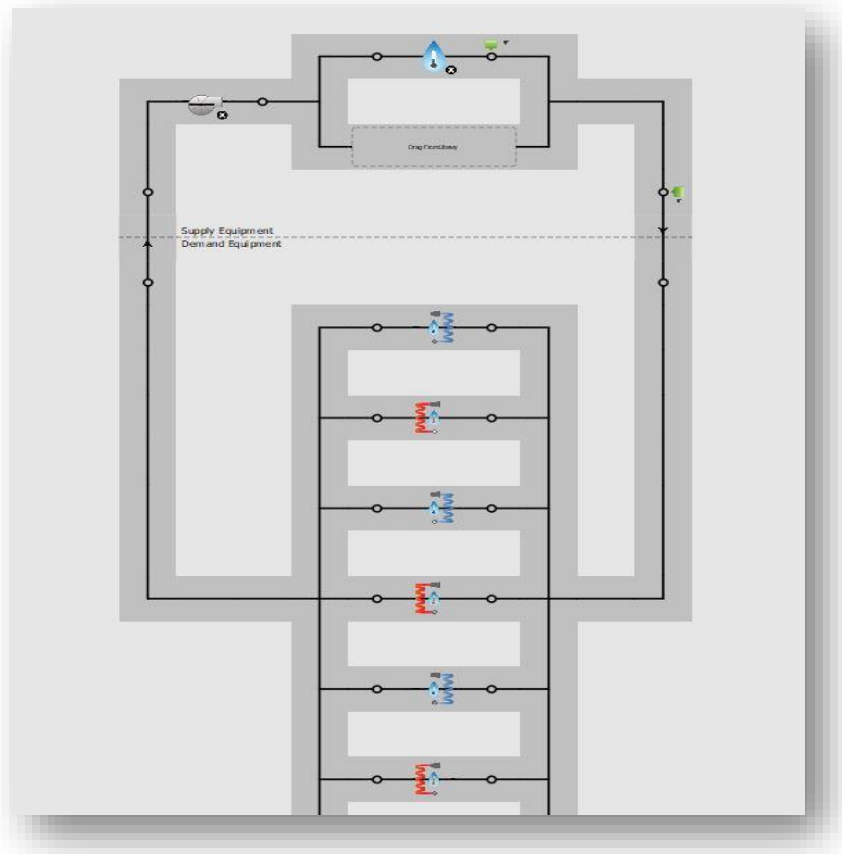
Η επόμενη καρτέλα είναι σχετική με τις θερμικές ζώνες που δηλώνονται στο κτίριο. Σε αυτή την καρτέλα γίνεται η γενική εποπτεία των συστημάτων που χρησιμοποιούνται, καθώς δίνεται και η δυνατότητα στον χρήστη να υπολογίσει τα ιδανικά φορτία των θερμικών ζωνών. Παράλληλα εισάγονται οι θερμοστάτες που έχουν οριστεί στα προγράμματα λειτουργίας για την ψύξη και την θέρμανση και τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται στις επιμέρους ζώνες. Για το πρώτο σενάριο του Αθλητικού Κέντρου παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα τα στοιχεία των θερμικών ζωνών.

Thermal Zones										
HVAC Systems	Cooling Sizing Parameters		Heating Sizing Parameters		Custom					
Name	All	Rendering Color	Turn On Ideal Air Loads	Air Loop Name	Zone Equipment	Cooling Thermostat Schedule	Heating Thermostat Schedule	Humidifying Setpoint Schedule	Dehumidifying Setpoint Schedule	Multiplier
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="button" value="Apply to Selected"/>	<input type="button" value="Apply to Selected"/>	<input type="button" value="Apply to Selected"/>	<input type="button" value="Apply to Selected"/>	<input type="button" value="Apply to Selected"/>	<input type="button" value="Apply to Selected"/>
Thermal Zone: Space 101	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	3 Zone DOAS	he: Space 101 Air Terminal hal Zone: Space 101 WSHP h Const Fan Var Fluid Flow	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone: Space 102	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	3 Zone DOAS	he: Space 102 Air Terminal hal Zone: Space 102 WSHP Const Fan Var Fluid Flow 1	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone: Space 103	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	3 Zone DOAS	he: Space 103 Air Terminal hal Zone: Space 103 WSHP Const Fan Var Fluid Flow 2	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1

Εικόνα 6.1-16: Καρτέλα Thermal Zones

Πρίν την εισαγωγή των παραπάνω στοιχείων όμως, ο χρήστης πρέπει να υλοποιήσει τους απαραίτητους βρόγχους λειτουργίας των επιμέρους συστημάτων. Η υλοποίηση αυτή γίνεται στην επόμενη καρτέλα που ονομάζεται **HVAC systems**. Κατά την διαδικασία ο χρήστης επιλέγει τον συνεργαζόμενο εξοπλισμό από την βιβλιοθήκη του προγράμματος και τον διατάσσει ανάλογα με τον επιθυμητό ρόλο. Οι βρόγχοι μπορούν να συνεργάζονται με περισσότερο από έναν. Η κατηγοριοποίηση τους γίνεται με βάση τη λειτουργία που εξυπηρετούν (heating, condensing, cooling, airloops). Η σημαντικότερη παράμετρος για τους βρόγχους είναι η θερμοκρασία, η οποία ελέγχεται σε κάθε κόμβο μέσω αυτοματισμών (**setpoint managers**). Ο εξοπλισμός σε κάθε βρόγχο χωρίζεται ως **demand** και **supply**. Demand θεωρείται ο εξοπλισμός ο οποίος δέχεται – ζητά το απαιτούμενο φορτίο εργαζόμενου μέσου στην κατάλληλη θερμοκρασία και supply εκείνος που το παρέχει. Το εργαζόμενο μέσο μπορεί να είναι νερό με κάποια περιεκτικότητα γλυκόλης ή ατμός ή αέρας όταν πρόκειται για βρόγχο αέρος.

Για το σενάριο 1 του κτιρίου και για την γεωθερμική αντλία θερμότητας, δημιουργούνται δύο βρόγχοι για να περιγράψουν την λειτουργία των συστημάτων. Αρχικά δημιουργείται ένας για την περιγραφή της λειτουργίας των γεωεναλλακτών με τις αντίστοιχες αντλίες για κάθε ζώνη και παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



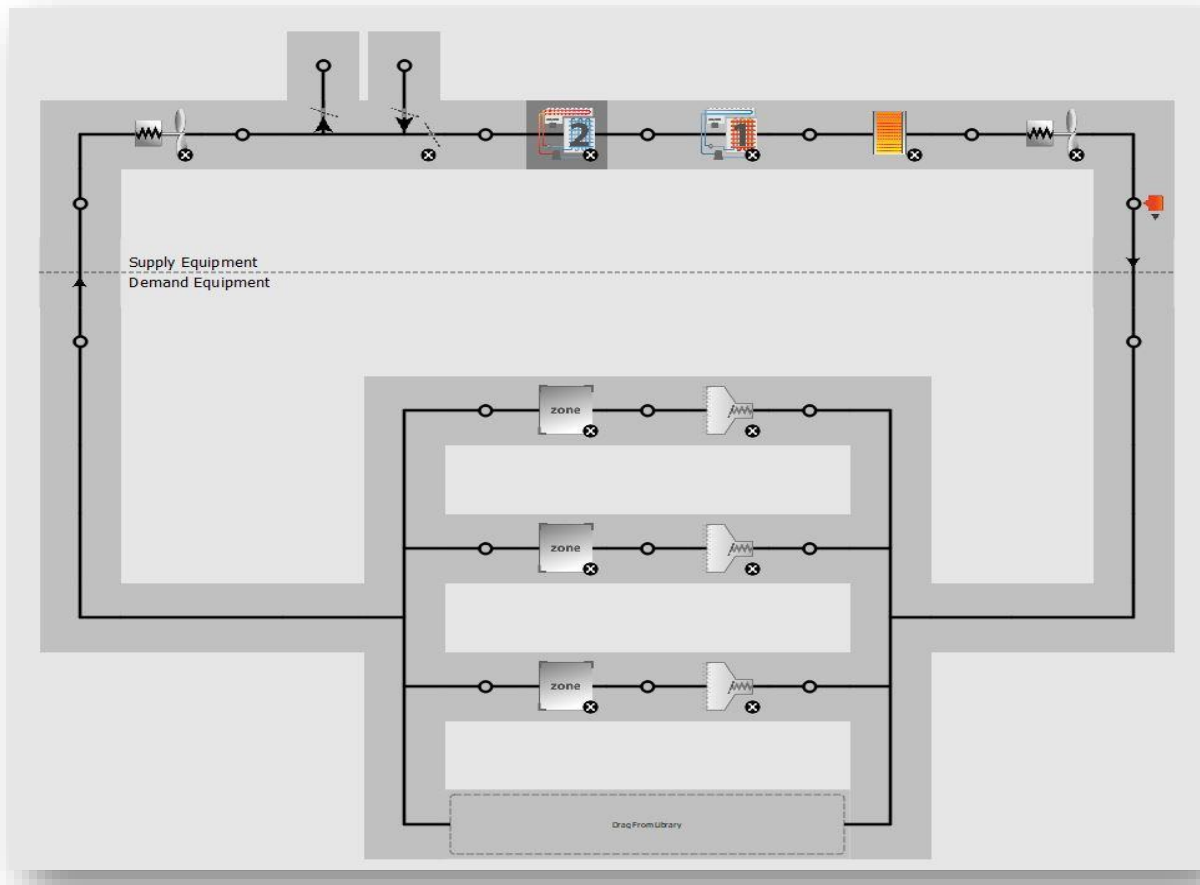
Εικόνα 6.1-17: Βρόγχοι γεωεναλλάκτη και αντλιών θερμότητας

Στην περιοχή του Supply χρησιμοποιείται αντικείμενο που δηλώνει το πεδίο των γεωεναλλακτών. Το λογισμικό δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί λεπτομερής περιγραφή για τους κατακόρυφους γεωεναλλάκτες από σχετικό αντικείμενο. Επειδή δεν είναι γνωστά τα θερμικά στοιχεία του εδάφους της περιοχής, αξιοποιείται αντικείμενο που μοντελοποιεί μία σταθερή πηγή θερμοκρασίας. Ορίζεται οπότε, σταθερή θερμοκρασία, αυτή του εδάφους περί τους 15 βαθμούς Κελσίου. Η θερμοκρασία αυτή διαχειρίζεται στους κόμβους που φαίνονται στην εικόνα. Για την σωστή λειτουργία των βρόγχων και για τους καλύτερους υπολογισμούς καταναλώσεων και παροχών, χρησιμοποιείται απαραίτητα τουλάχιστον μία αντλία.

Στην περιοχή του Demand χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας νερού – νερού, ως προς τις λειτουργίες της ψύξης και θέρμανσης. Χρησιμοποιούνται τρία ζευγάρια, ένα για κάθε θερμική ζώνη. Στις αντλίες δηλώνονται για κάθε λειτουργία, οι συντελεστές απόδοσης, όπως δηλώθηκαν στο TEE-KENAK. Σε αυτό το σημείο, σημειώνεται πως το λογισμικό δίνει την δυνατότητα, παράγοντες που δεν είναι γνωστοί, να διαστασιολογούνται αυτόματα. Αυτό ωστόσο δεν αφαιρεί την δυνατότητα στον χρήστη να επέμβει και να

τροποποιήσει τιμές. Σε όλα τα σενάρια των δύο κτιρίων χρησιμοποιείται η αυτόματη διαστασιολόγηση, εκτός από δεδομένα θερμοκρασιών και δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται στο TEE – KENAK και μεταφέρονται στο OpenStudio.

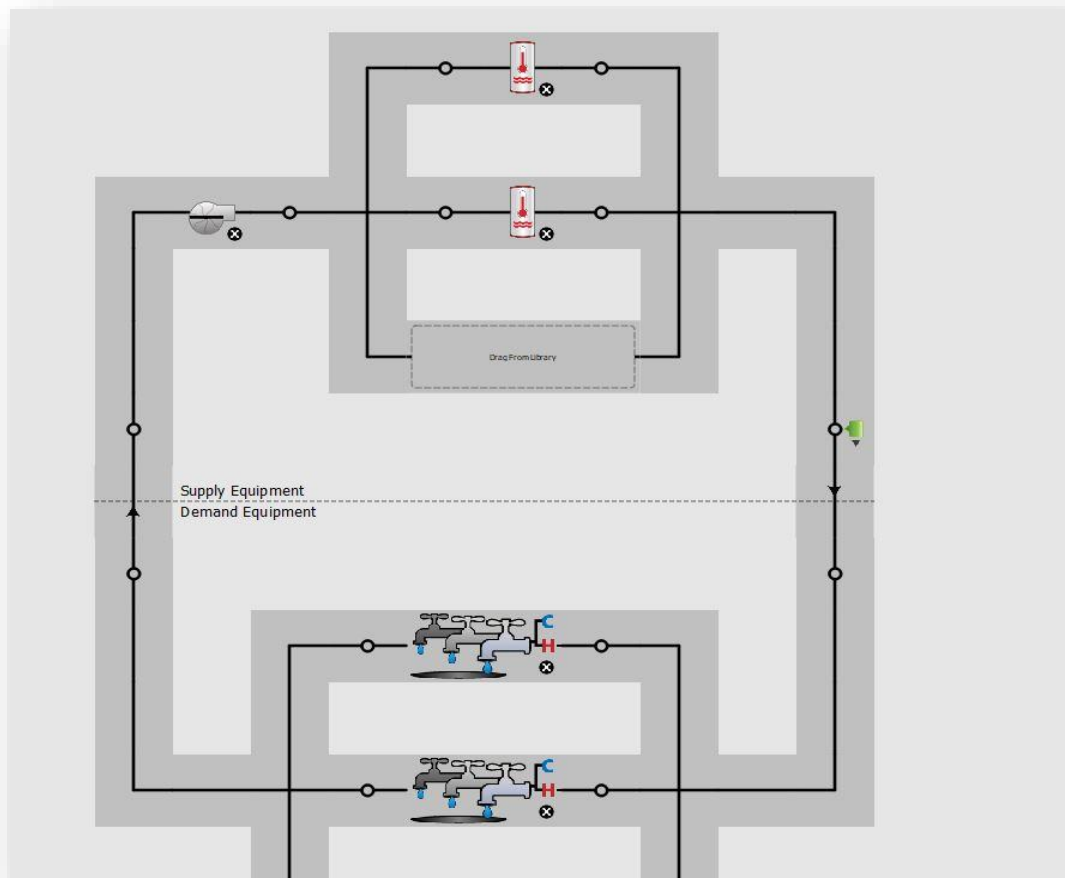
Ο δεύτερος βρόγχος είναι σχετικός με τις κλιματιστικές μονάδες που συνεργάζονται με τις αντλίες θερμότητας και παρουσιάζεται στην εικόνα.



Εικόνα 6.1-18: Βρόγχος αέρος πρώτου σεναρίου

Στην περιοχή του Supply τοποθετείται αρχικά το στοιχείο σχετικά με την εισαγωγή του νωπού αέρα και παράλληλα την εξαγωγή του από τις ζώνες. Στην συνέχεια τοποθετούνται τα στοιχεία σχετικά με την θέρμανση και την ψύξη του. Παράλληλα στον τελευταίο κόμβο τοποθετείται έλεγχος σχετικά με την θερμοκρασία περιβάλλοντος για κάθε στιγμή του έτους και την θερμοκρασία του θερμοστάτη των χώρων. Στην περιοχή του Demand τοποθετούνται τα στοιχεία αεραγωγών και η ζώνη την οποία εξυπηρετούν. Σημειώνεται πως για την ψύξη του αέρα η θερμοκρασία σχεδιασμού λαμβάνεται ως 14 βαθμούς Κελσίου, ενώ για την αντίστοιχη της θέρμανσης 35 βαθμούς Κελσίου.

Ο τελευταίος βρόγχος σχετίζεται με το ZNX. Παρουσιάζονται τα θερμοδοχεία που χρησιμοποιούνται για τις δύο ζώνες. Εισάγεται ο συντελεστής απόδοσης που χρησιμοποιείται και στο TEE-KENAK.



Εικόνα 6.1-19: Βρόγχος ZNX για δύο ζώνες του κτιρίου

Οι επόμενες καρτέλες είναι σχετικές με τα δεδομένα τα οποία εξάγονται για κάθε κομμάτι της προσομοίωσης και τις ρυθμίσεις. Σημαντική είναι η χρήση της καρτέλας για τα **measures**. Τα measures αποτελούν <<μικρά>> κομμάτια κώδικα τα οποία συντάσσονται από τον χρήστη με στόχο την αυτοματοποίηση ή διευκόλυνση κάποιας διαδικασίας. Για τα σενάρια των δύο κτιρίων χρησιμοποιείται measure για την συγκέντρωση των αποτελεσμάτων σε πίνακες και στις επιθυμητές μονάδες. Ονομάζεται Openstudio results και έχει αναπτυχθεί από τους δημιουργούς του προγράμματος, ως βελτίωση στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Το πεδίο των measures παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 6.1-20: Καρτέλα Measures

Μετά τις παραπάνω επεξεργασίες γίνεται η εκτέλεση της προσομοίωσης. Μερικές φορές υπάρχουν σφάλματα τα οποία ο χρήστης καλείται να αντιμετωπίσει. Στο παραγόμενο εκτυπωτικό αρχείο αναγνωρίζονται τα σφάλματα και προχωρά στις απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες. Με το πέρας της προσομοίωσης, η καρτέλα των αποτελεσμάτων ενεργοποιείται και εμφανίζονται τα δεδομένα. Λόγω της χρήσης του Openstudio Results measure, δίνεται η δυνατότητα προβολής των αποτελεσμάτων με δύο τρόπους, είτε από τα αποτελέσματα του Energy+, που είναι και η προκαθορισμένη επιλογή, είτε από το Openstudio. Το openstudio προσφέρει καλύτερες γραφικές απεικονίσεις και καλύτερη ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί, πως μέσα από την παραπάνω εκτενή παρουσίαση της διαδικασίας, **καλύπτεται και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εισαγωγή των στοιχείων και η πραγματοποίηση της προσομοίωσης και για τα υπόλοιπα σενάρια των δύο κτιρίων. Για την αποφυγή επανάληψης όμοιων διαδικασιών και στοιχείων, στα επόμενα σενάρια παρουσιάζονται απλά οι βρόγχοι που χρησιμοποιούνται και τα σημαντικότερα δεδομένα τους, με κύρια σημεία τα αποτελέσματα τα οποία εξάγονται.**

Συνεπώς για το πρώτο σενάριο, υπολογίζεται **συνολική ενέργεια της εγκατάστασης 243.781 kWh. Η παραπάνω μειώνεται σε 70.889 kWh λόγω της χρήσης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Υπολογίζεται επίσης η τιμή του δείκτη ενεργειακής έντασης (EUI) 88,93 kWh/m², ο οποίος λόγω της χρήσης αυτών μειώνεται σε 25,86 kWh/m².**

Building Summary	
Data	Value
Building Name	Building 1
Total Site Energy	243,781 kWh
Net Site Energy	70,889 kWh
Total Building Area	2,741 m ²
Total Site EUI	88.93 kWh/m ²
Net Site EUI	25.86 kWh/m ²

Εικόνα 6.1-21: Σύνοψη κατανάλωσης ενέργειας Σεναρίου 1 - Αθλητικό Κέντρο

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και συγκεκριμένα από την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων υπολογίζεται σε 176.422,22 kWh. (στην παρακάτω εικόνα δεν υπολογίζεται το rated capacity (kW) καθώς η λειτουργία προβλέπεται για μελλοντικές εκδόσεις του λογισμικού)

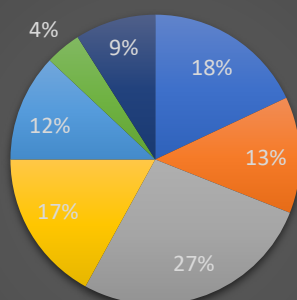
Renewable Energy Source Summary

	Rated Capacity (kW)	Annual Energy Generated (kWh)
Photovoltaic	0.0	176422.22
Wind	0.0	0.0

Εικόνα 6.1-22: Παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ Σενάριο 1 - Αθλητικό Κέντρο

Η μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι σε ποσοστό **100% ηλεκτρική**, όσον αφορά τις χρήσεις. Επομένως στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό που καταναλώνεται σε κάθε χρήση.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ (%)

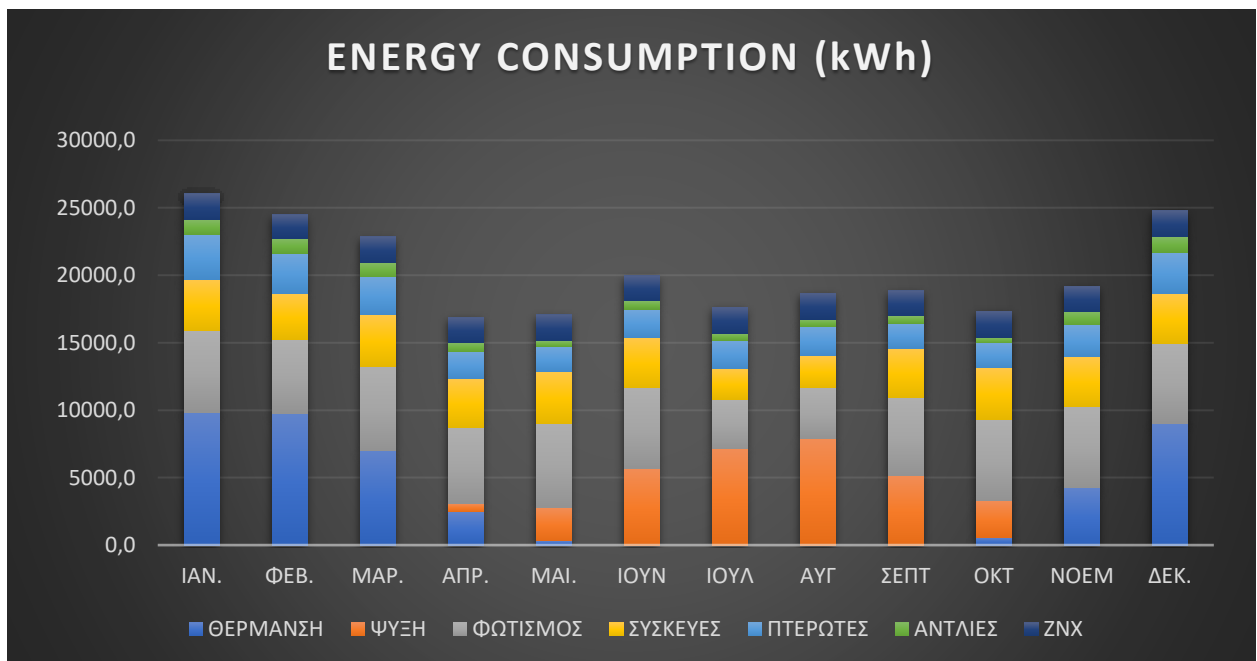


■ ΘΕΡΜΑΝΣΗ 43.286 kWh
 ■ ΨΥΞΗ 31.611 kWh
 ■ ΦΩΤΙΣΜΟΣ 66.714 kWh
 ■ ΣΥΣΚΕΥΕΣ 41.961 kWh
■ ΠΤΕΡΩΤΕΣ 28.400 kWh
 ■ ΑΝΤΛΙΕΣ 9.192 kWh
 ■ ΖΝΧ 22.619 kWh

ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	43.286 kWh	18%
ΨΥΞΗ	31.611 kWh	13%
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	66.714 kWh	27%
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	41.961 kWh	17%
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	28.400 kWh	12%
ΑΝΤΛΙΕΣ	9.192 kWh	4%
ΖΝΧ	22.619 kWh	9%

Η ετήσια κατανάλωση για κάθε χρήση επιμερίζεται ανά μήνα και ανά χρήση και υπολογίζεται σε kWh/m². Η διαδικασία αυτή γίνεται για την καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο λογισμικών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στο γράφημα που ακολουθεί.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ-ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (Kwh/m2)														
ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	43.286 kWh	3,6	3,5	2,6	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	3,3	15,8
ΨΥΞΗ	31.611 kWh	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	2,1	2,6	2,9	1,9	1,0	0,0	0,0	11,5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	66.714 kWh	2,2	2,0	2,3	2,1	2,3	2,2	1,3	1,4	2,1	2,2	2,2	2,1	24,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	41.961 kWh	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	0,9	0,9	1,3	1,4	1,4	1,4	15,3
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	28.400 kWh	1,2	1,1	1,0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	1,1	10,4
ΑΝΤΛΙΕΣ	9.192 kWh	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	3,4
ΖΝΧ	22.619 kWh	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,25
ΣΥΝΟΛΟ	243.781 kWh	9,5	8,9	8,3	6,2	6,2	7,3	6,4	6,8	6,9	6,3	7,0	9,0	88,9



Η πρωτογενής ενέργεια (source energy) προκύπτει από την μετατροπή της ενέργειας της εγκατάστασης μέσω συντελεστών. Το OpenStudio χρησιμοποιεί τους παρακάτω συντελεστές. Ανάλογα με την μορφή της ενέργειας που καταναλώνεται γίνεται η απαραίτητη αναγωγή. Το κτίριο καταναλώνει κυρίως ηλεκτρική ενέργεια οπότε ο συντελεστής μετατροπής λαμβάνεται ως 3,167.

	Site=> Source Conversion Factor
Electricity	3.167
Natural Gas	1.084
District Cooling	1.056
District Heating	3.613

Με παρόμοιο τρόπο γίνεται και η μετατροπή στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. Ωστόσο, οι συντελεστές είναι διαφορετικοί, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα της ΤΟΤΕΕ. Το γεγονός αυτό αποτελεί

μία βασική διαφορά στην τελική τιμή κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μεταξύ των δύο λογισμικών. Παράλληλα παρατηρείται συγκεκριμένα για την ηλεκτρική ενέργεια και στους δύο πίνακες υψηλός συντελεστής μετατροπής. Αυτό οφείλεται στον τρόπο παραγωγής της συγκεκριμένης μορφής ενέργειας, που ως επί το πλείστον παράγεται μέσω καύσης ορυκτού καυσίμου. Κρίνεται κρίσιμη η αναθεώρηση των συγκεκριμένων συντελεστών, λόγω της μεγάλης πλέον διεύθυνσης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.

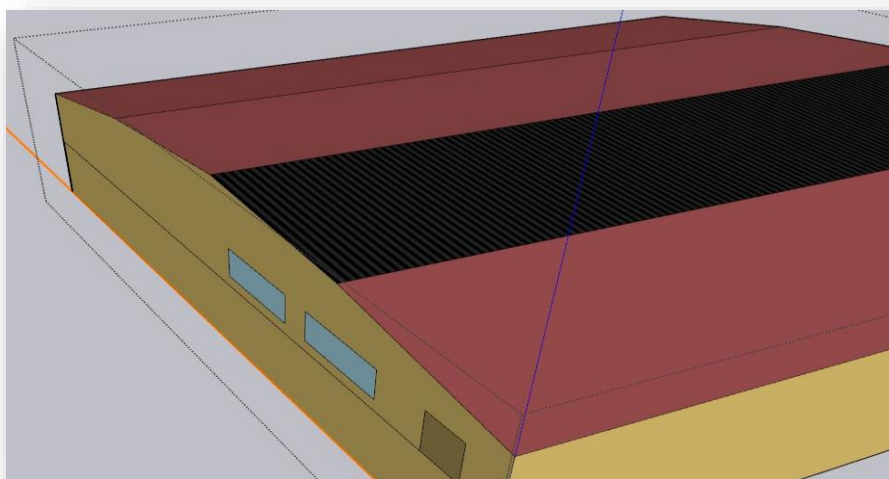
Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια
Φυσικό αέριο	1,05
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10
Ηλεκτρική ενέργεια	2,9
Υγραέριο	1,05
Βιομάζα	1,00
Τηλεθέρμανση από θερμικούς ηλεκτροπαραγωγής σταθμούς	0,7
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,5

Συνεπώς μέσω των συντελεστών η πρωτογενής ενέργεια στο σύνολό της προκύπτει ως $243.780,6 * 3,167 = 772.052,7 \text{ kWh}$ ή σε $281,6 \text{ kWh/m}^2$. Η παραπάνω κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας λόγω της **ηλεκτροπαραγωγής** μέσω **ΑΠΕ** εκκαθαρίζεται σε $224.502,8 \text{ kWh}$ ή $81,9 \text{ kWh/m}^2$. Στο OpenStudio δεν υφίσταται η αλφαβητική κλίμακα της ενεργειακής κατηγορίας. Ωστόσο μπορεί να γίνει σύγκριση με τυπικά πρότυπα κτιρίων που αντιστοιχούν στην χρήση τους, μεταξύ των EUI. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται τα πρότυπα κτίρια στην σελίδα της ENERGY STAR (<https://www.energystar.gov/buildings/benchmark/understand-metrics/what-eui>) για τα μέσα EUIs στις ΗΠΑ. Για κτίριο κλειστού γυμναστηρίου το μέσο EUI είναι περί 177 kWh/m^2 . Σε σύγκριση με το σενάριο εμφανίζεται διαφορά ($177,7 - 25,9$) κατά $151,8 \text{ kWh/m}^2$. Εκείνη καθιστά το κτίριο του σεναρίου 1 ιδιαίτερα αποδοτικό. Σχετικά με τις εκπομπές του CO₂ βάσει της πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζονται ως $772.052,7 (\text{kWh}) * 0,989 (\text{kgCO}_2/\text{kWh}) = 763.560,12 (\text{kgCO}_2)$ ή $278,57 (\text{kgCO}_2/\text{m}^2)$. Από την ενέργεια της εγκατάστασης προκύπτει $243.780,6 (\text{kWh}) * 0,989 (\text{kgCO}_2/\text{kWh}) = 241.100 (\text{kgCO}_2)$ ή $87,96 (\text{kgCO}_2/\text{m}^2)$.

6.2) Σενάριο 2 – Κτίριο Αθλητικού Κέντρου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθεί το 2^ο σενάριο του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου, που περιλαμβάνει αερόψυκτες αντλίες θερμότητας με υποβοήθηση από ηλιακούς συλλέκτες για την λειτουργία της θέρμανσης και της παραγωγής του ΖΝΧ. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, **για τα επόμενα σενάρια δεν θα γίνει λεπτομερή αναφορά στον τρόπο και στα στοιχεία που εισάγονται, για την αποφυγή επανάληψης, παρά μόνο όταν υπάρχει διαφορετική εισαγωγή σε κάποιο από τα πεδία. Σημειώνεται επίσης πως τα στοιχεία που είναι κοινά και στα δύο λογισμικά, προέρχονται από την ανάλυση στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.**

Για το σενάριο 2 του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου ισχύουν **τα ίδια δομικά στοιχεία, τα ίδια προγράμματα λειτουργίας και τα ίδια εσωτερικά φορτία των χώρων.** Επισημαίνεται πως και σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιείται **αναβάθμιση των λαμπτήρων LED** και άρα δηλώνεται η **εγκατεστημένη ισχύς για κάθε ζώνη που έχει υπολογιστεί και στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.** Αρχικά εισάγεται η επιφάνεια στο κτίριο που εγκαθίστανται οι ηλιακοί συλλέκτες (440 m²). Το ενεργειακό μοντέλο που προκύπτει παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

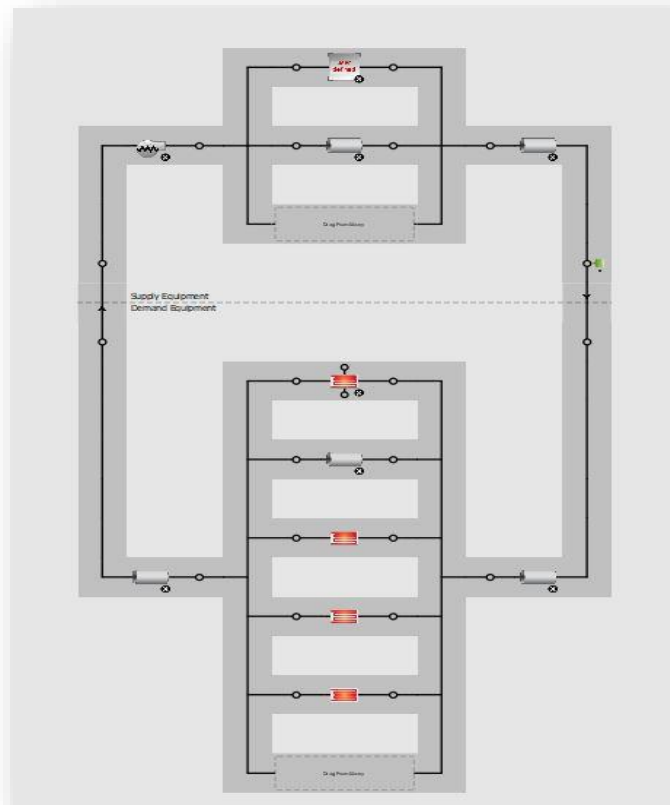


Εικόνα 6.2-1: Επιφάνεια εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Στη συνέχεια αναπτύσσονται οι απαραίτητοι βρόγχοι λειτουργίας των συστημάτων που αξιοποιούνται. Συγκεκριμένα δημιουργούνται πέντε, ένας για τη θέρμανση, ένας για την υποβοήθηση μέσω ηλιακών συλλεκτών, ένας για την ψύξη, ένας για την παραγωγή του ζεστού νερού μέσω των ηλιακών συλλεκτών και του θερμοδοχείου και τέλος, ένας για την περιγραφή της ΚΚΜ.

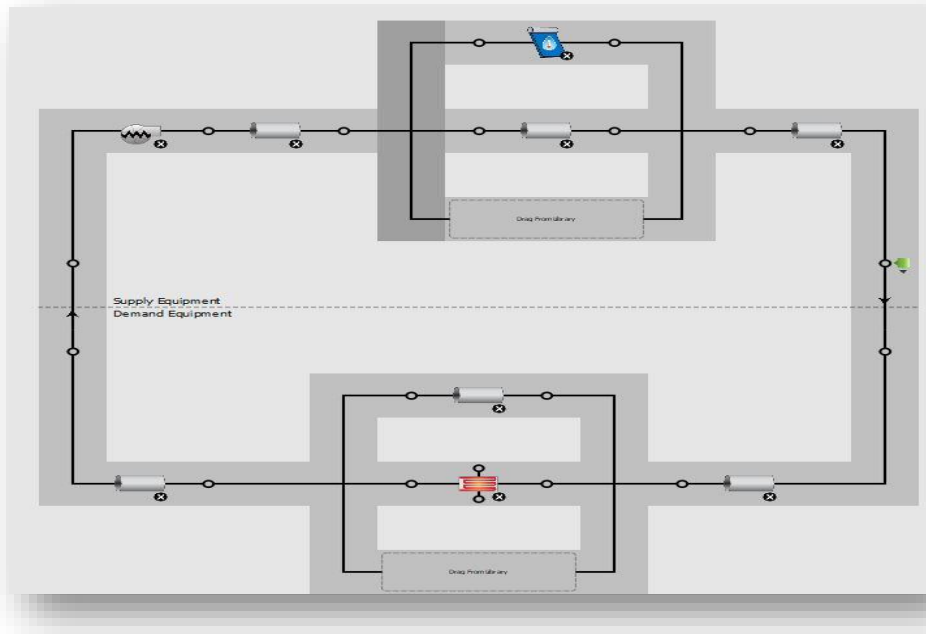
Η λειτουργία της θέρμανσης από την αερόψυκτη αντλία θερμότητας, περιγράφεται μέσω στοιχείου του κυκλώματος στο οποίο ο χρήστης μπορεί να δηλώσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά, σχετικά με την απόδοση του συστήματος και την θερμοκρασία του νερού που κυκλοφορεί στον βρόγχο. Συνεπώς, στο **Supply Side** εισάγεται αυτό το στοιχείο με τα

απαραίτητα χαρακτηριστικά, όπως μεταφέρονται από το TEE-KENAK, και η εισαγωγή του απαραίτητου **by-pass κλάδου**. Παράλληλα εισάγεται μία **αντλία**, η οποία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ενέργειας που καταναλώνεται για την κυκλοφορία του εργαζόμενου μέσου στον βρόγχο. Στην έξοδο του **supply side** εισάγεται σημείο ελέγχου της θερμοκρασίας, περί τους **50 βαθμούς κελσίου**. Στο **Demand Side**, εισάγονται **4 εναλλάκτες ζεστού νερού**, ένας για την σύνδεση με την ΚΚΜ στον βρόγχο αέρος και τρεις για την εξυπηρέτηση των τερματικών μονάδων Fan Coil για κάθε ζώνη. Τέλος εισάγεται κλάδος bypass. Ο βρόγχος παρουσιάζεται στην παρακάτω φωτογραφία.



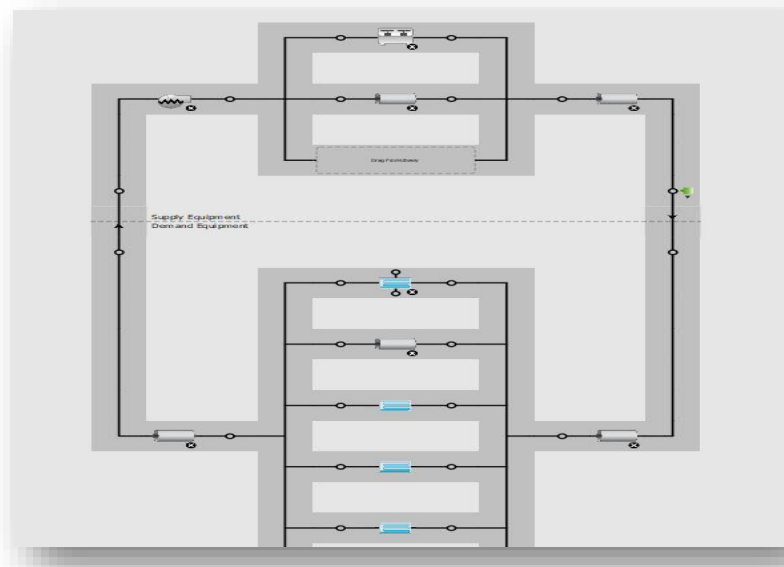
Εικόνα 6.2-2: Βρόγχος λειτουργίας θέρμανσης

Η λειτουργία της υποβοήθησης μέσω των ηλιακών συλλεκτών περιγράφεται απλά με την χρήση του αντίστοιχου στοιχείου του κυκλώματος, ορίζοντας την επιφάνεια εισαγωγής την οποία καταλαμβάνει. Αξιοποιώντας τα στοιχεία από το λογισμικό TEE-KENAK, το σύνολο της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών ορίζεται ως 440 m². Επίσης στο **Supply Side** υλοποιείται κλάδος **By-pass** και εισάγεται η απαραίτητη αντλία. Στην έξοδο του Supply Side τοποθετείται σημείο ελέγχου της θερμοκρασίας του βρόγχου, η οποία ορίζεται περί τους **50 βαθμούς Κελσίου**. Στο **Demand Side** τοποθετείται στοιχείο **εναλλάκτη ζεστού νερού** το οποίο συνδέεται με τον **βρόγχο αέρος**, για την κάλυψη του φορτίου της θέρμανσης. Και σε αυτή την περίπτωση υλοποιείται κλάδος by-pass. Ο βρόγχος παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



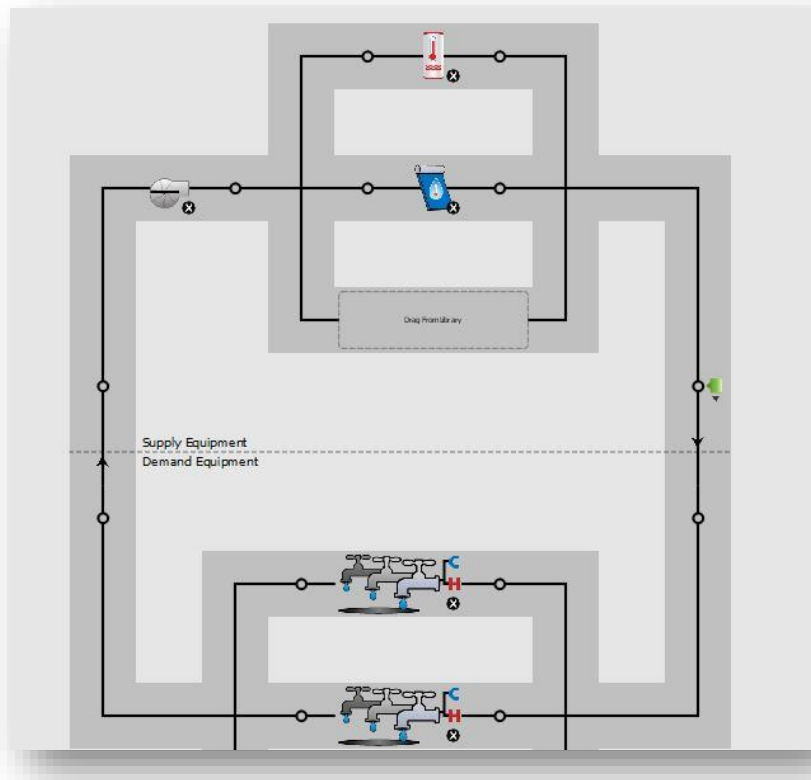
Εικόνα 6.2-3: Βρόγχος ηλιακής υποβοήθησης

Όμοια με την λειτουργία της θέρμανσης, υλοποιείται και ο βρόγχος για την λειτουργία της ψύξης. Συγκεκριμένα, στο Supply Side τοποθετείται στοιχείο ψύκτη, σύμφωνα με τους βαθμούς απόδοσης στο ΤΕΕ-KENAK. Παράλληλα υλοποιείται κλάδος bypass και εισάγεται η απαραίτητη αντλία. Στην έξοδο του Supply Side χρησιμοποιείται σημείο ελέγχου της θερμοκρασίας του βρόγχου, η οποία είναι περί τους 6,7 βαθμούς κελσίου. Στο Demand Side τοποθετούνται 4 εναλλάκτες θερμότητας κρύου νερού, ένας για την σύνδεση με τον βρόγχο αέρος και τρεις για τα στοιχεία Fan Coil. Τέλος, χρησιμοποιείται κλάδος bypass. Ο βρόγχος παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



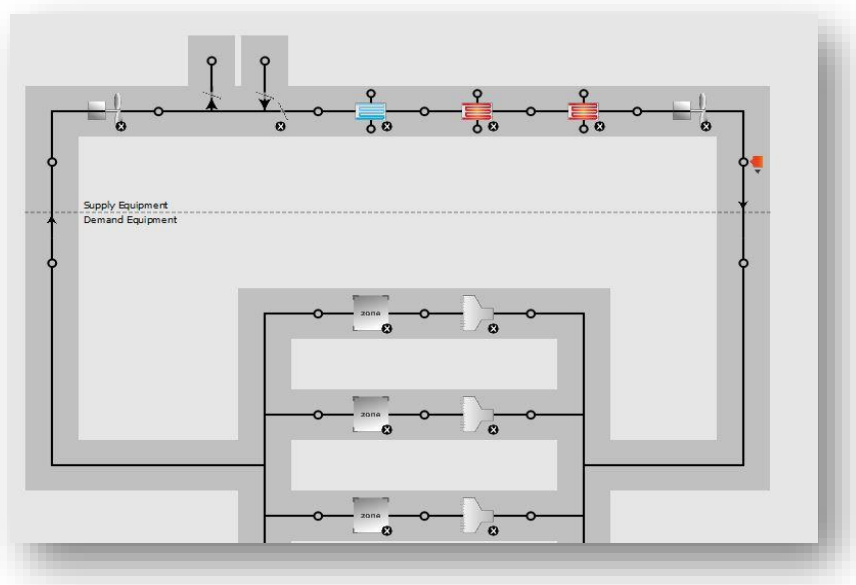
Εικόνα 6.2-4: Βρόγχος Ψύξης Αερόψυκτης Αντλίας Θερμότητας

Για τον βρόγχο παραγωγής ZNX, στο Supply Side χρησιμοποιούνται οι ηλιακοί συλλέκτες που ορίστηκαν, σε συνεργασία με το θερμοδοχείο που περιγράφει την παραγωγή από την ΑΘ με τον κατάλληλο βαθμό απόδοσης. Παράλληλα εισάγεται αντλία για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας από την κυκλοφορία του νερού στον βρόγχο. Στην έξοδο του Supply Side τοποθετείται σημείο ελέγχου της θερμοκρασίας η οποία ορίζεται περί τους 60 βαθμούς κελσίου. Στο Demand Side τοποθετούνται οι συνδέσεις με τους υποδοχείς ZNX στις ζώνες της αριστερής και της δεξιάς πτέρυγας, καθώς είναι οι χώροι όπου εμφανίζεται ζήτηση. Ο βρόγχος παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.2-5: Βρόγχος παραγωγής ZNX

Ο βρόγχος αέρα υλοποιείται από ένα στοιχείο προσαγωγής και απαγωγής, δύο πτερωτές διανομής (αντίστοιχη λειτουργία με της αντλίες στον βρόγχο υγρού εργαζόμενου μέσου), δύο εναλλάκτες ζεστού νερού (ένας από τον βρόγχο θέρμανσης και ένας από τον βρόγχο υποβοήθησης) και ένας εναλλάκτης κρύου νερού (από τον βρόγχο ψύξης). Τοποθετείται σημείο ελέγχου για τις λειτουργίες της ψύξης και της θέρμανσης μέσω της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο βρόγχος για την λειτουργία της θέρμανσης χρησιμοποιεί θερμοκρασία αέρα περί του 22 βαθμούς και για την λειτουργία της ψύξης περί τους 15 βαθμούς. Τέλος υλοποιείται η σύνδεση των επιμέρους ζωνών και των αντίστοιχων δικτύων αεραγωγών. Τα ανωτέρω παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.2-6: Βρόγχος αέρος για τρεις θερμικές ζώνες

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται πάλι το OpenStudio Results Measure. Συνεπώς για το σενάριο των αερόψυκτων ΑΘ με ηλιακή υποβοήθηση, υπολογίζεται **συνολική ενέργεια της εγκατάστασης σε 249.522 kWh**. Υπολογίζεται επίσης η τιμή του **δείκτη ενεργειακής έντασης σε (EUI) 91,02 kWh/m²**.

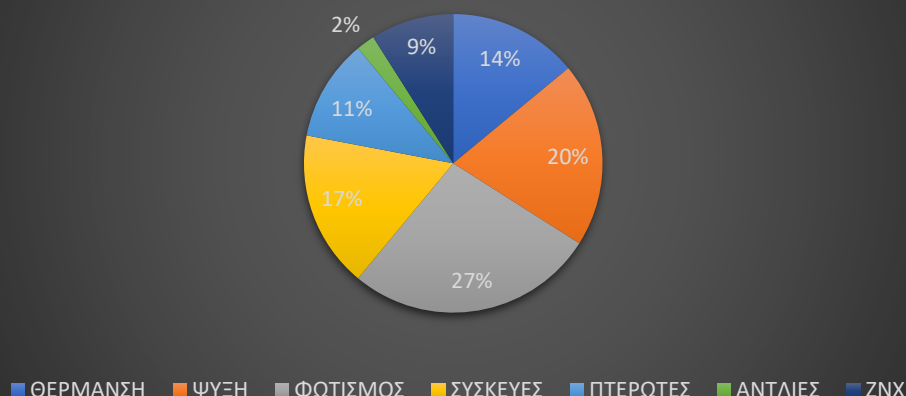
Building Summary

Data	Value
Building Name	Building 1
Total Site Energy	249,522 kWh
Total Building Area	2,741 m ²
Total Site EUI	91.02 kWh/m ²

Εικόνα 6.2-7: Σύνοψη κατανάλωσης σεναρίου 2 - Αθλητικό Κέντρο

Η μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι σε ποσοστό **100% ηλεκτρική**, όσον αφορά τις χρήσεις. Επομένως στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό που καταναλώνεται σε κάθε χρήση.

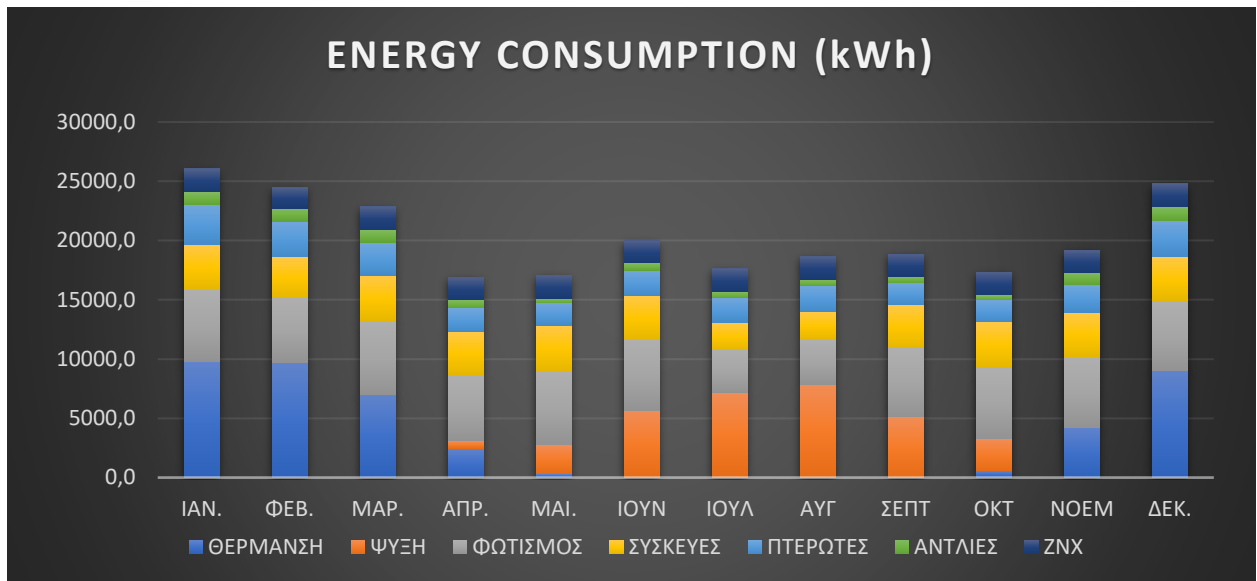
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ (%)



ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	34.958 kWh	14%
ΨΥΞΗ	50.586 kWh	20%
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	66.714 kWh	27%
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	41.961 kWh	17%
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	27.796 kWh	11%
ΑΝΤΛΙΕΣ	5.092 kWh	2%
ΖΝΧ	22.444 kWh	9%

Η ετήσια κατανάλωση για κάθε χρήση επιμερίζεται ανά μήνα και ανά χρήση και υπολογίζεται σε kWh/m². Η διαδικασία αυτή, όπως και πριν, γίνεται για την καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο λογισμικών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στο γράφημα που ακολουθεί.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ-ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (Kwh/m ²)														
ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	34.958 kWh	3,0	3,0	2,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	2,8	12,8
ΨΥΞΗ	50.586 kWh	0,0	0,0	0,1	0,5	1,6	3,4	4,0	4,3	3,0	1,6	0,0	0,0	18,5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	66.714 kWh	2,2	2,0	2,3	2,1	2,3	2,2	1,3	1,4	2,1	2,2	2,2	2,1	24,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	41.961 kWh	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	0,9	0,9	1,3	1,4	1,4	1,4	15,3
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	27.796 kWh	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0	10,1
ΑΝΤΛΙΕΣ	5.092 kWh	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	1,9
ΖΝΧ	22.444 kWh	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,2
ΣΥΝΟΛΟ	249.522 kWh	7,8	7,4	6,8	5,4	6,2	7,9	7,2	7,6	7,3	6,1	5,7	7,4	91,03

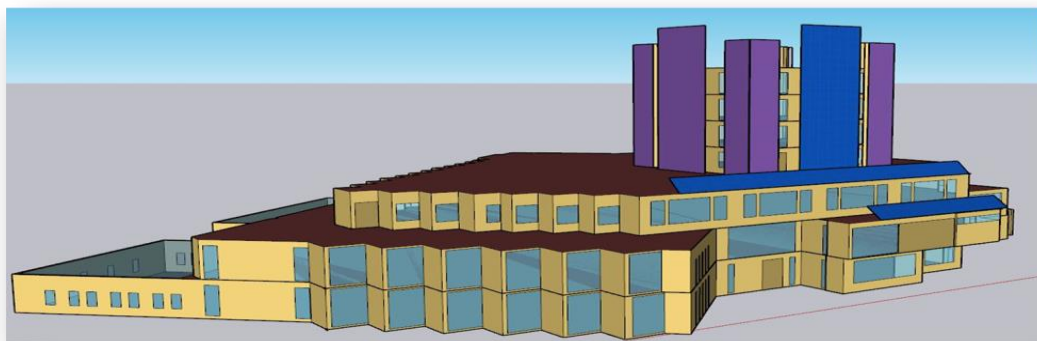


Η πρωτογενής ενέργεια προκύπτει σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής και συγκεκριμένα λόγω της 100% χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από την πράξη $249.522 \cdot 3,167 = 790.238,9 \text{ kWh}$ ή $288,3 \text{ kWh/m}^2$. Όπως και με το σενάριο 1, γίνεται σύγκριση με τη μέση τυπική τιμή του EUI που παρέχεται από την Energy Star (περί $177,7 \text{ kWh/m}^2$). Παρατηρείται διαφορά ($177,7 - 91$) κατά $86,7 \text{ kWh/m}^2$. Εκείνη καθιστά το κτίριο του σεναρίου 2 ιδιαίτερα αποδοτικό. Σχετικά με τις εκπομπές του CO_2 βάσει της πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζονται ως $790.238,9 \text{ (kWh)} \cdot 0,989 \text{ (kgCO}_2/\text{kWh)} = 781.546,3 \text{ (kgCO}_2)$ ή $285,1 \text{ (kgCO}_2/\text{m}^2)$. Από την ενέργεια της εγκατάστασης προκύπτει $249.522 \text{ (kWh)} \cdot 0,989 \text{ (kgCO}_2/\text{kWh)} = 246.777,26 \text{ (kgCO}_2)$ ή $90 \text{ (kgCO}_2/\text{m}^2)$.

6.3) Σενάριο 1 – Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθεί το 1^ο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης. Όπως και στο TEE-KENAK χρησιμοποιούνται γεωθερμικές αντλίες θερμότητας σε συνδυασμό με αντικατάσταση των παλαιότερων φωτοβολταϊκών στοιχείων με νέα, μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος και βαθμό απόδοσης. Παράλληλα προτείνονται λαμπτήρες LED για την εξοικονόμηση ενέργειας, όσον αφορά τον τεχνητό φωτισμό.

Για τα δομικά στοιχεία και την εισαγωγή τους λαμβάνονται υπόψη οι υπολογισμοί και οι παραδοχές της ενότητας 3, καθώς και η παρόμοια διαδικασία στο TEE-KENAK. Για τα φωτοβολταϊκά αξιοποιούνται οι υπάρχουσες χωροθετήσεις, οι οποίες παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα από το σχεδιαστικό πρόγραμμα Sketch Up.



Εικόνα 6.3-1: Υφιστάμενες χωροθετήσεις ΦΒ

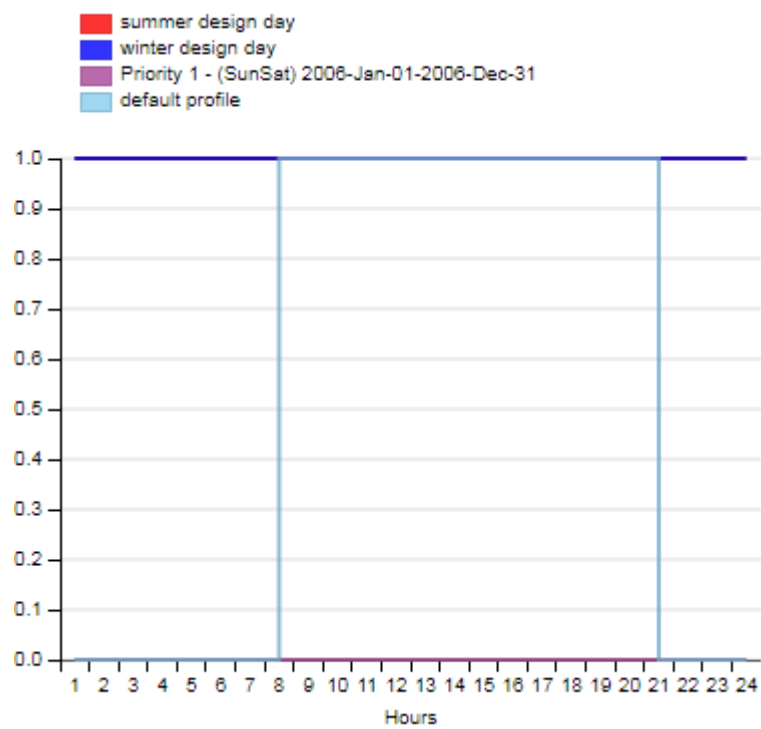
Εκτιμώνται οπότε οι παρακάτω επιφάνειες φωτοβολταϊκών στοιχείων και οι βαθμοί απόδοσης:

- Επιφάνεια 100 m^2 επί της κάθετης μεταλλικής κατασκευής σκίασης με προσανατολισμό τον Νότο. Βαθμός απόδοσης 0.19.
- Επιφάνεια 64 m^2 επί κεκλιμένης μεταλλικής βάσης στο δώμα του 3^{ου} επιπέδου, με προσανατολισμό τον Νότο και κλίση περί 33° . Βαθμός απόδοσης 0.19.
- Επιφάνεια 28 m^2 επί του δώματος σε προεξοχή του 2^{ου} επιπέδου, με προσανατολισμό τον Νότο και κλίση περί 33° . Βαθμός απόδοσης 0.19.

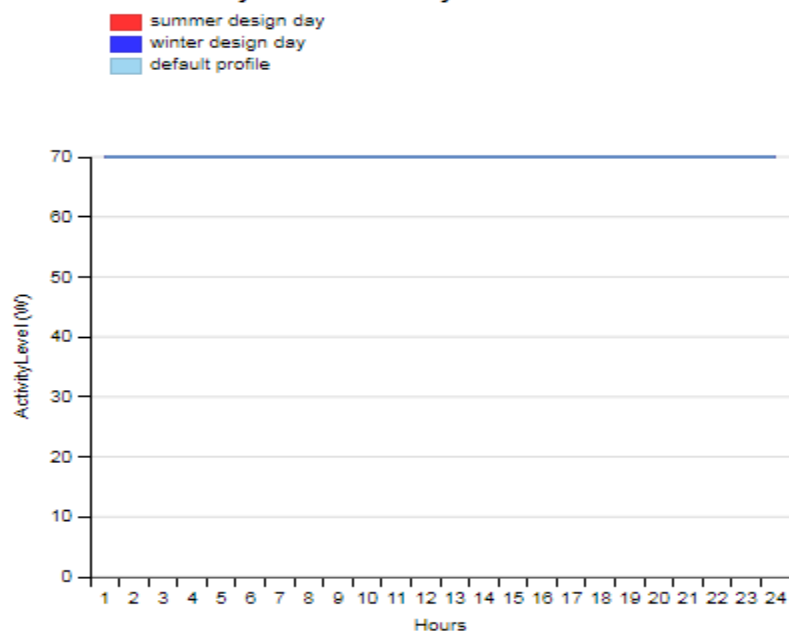
Υπενθυμίζεται πως το OpenStudio δεν ζητά και δεν υπολογίζει την εγκατεστημένη ισχύ, παρά μόνο την επιφάνεια και τον βαθμό απόδοσης της συλλεκτικής επιφάνειας.

Για το κτίριο της κεντρικής Βιβλιοθήκης λαμβάνεται η ίδια τοποθεσία και τα ίδια κλιματικά δεδομένα με τα σενάρια του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου. Δημιουργούνται στην συνέχεια τα απαιτούμενα προγράμματα λειτουργίας του κτιρίου και παρουσιάζονται ανά λειτουργία παρακάτω:

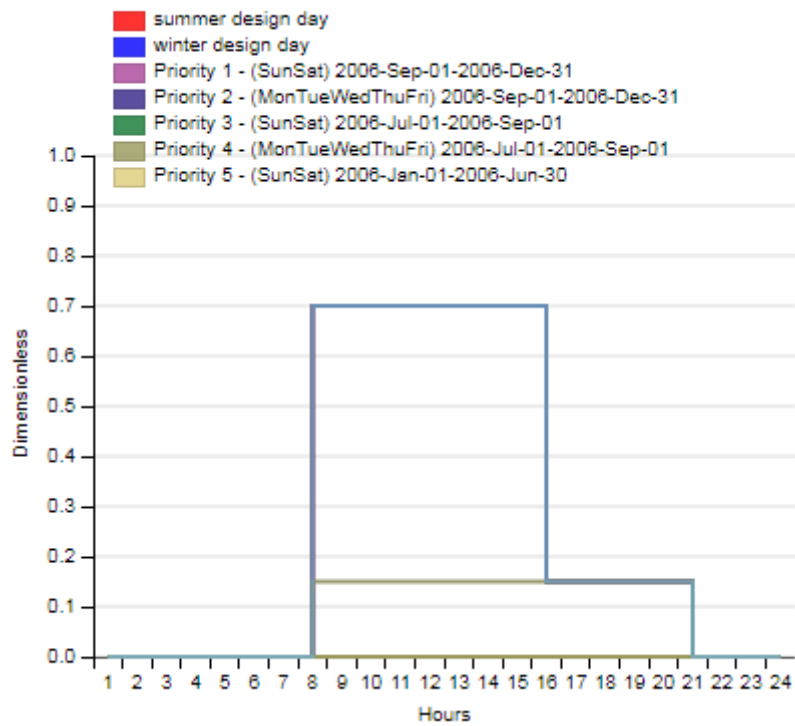
- Πρόγραμμα λειτουργίας ΚΚΜ



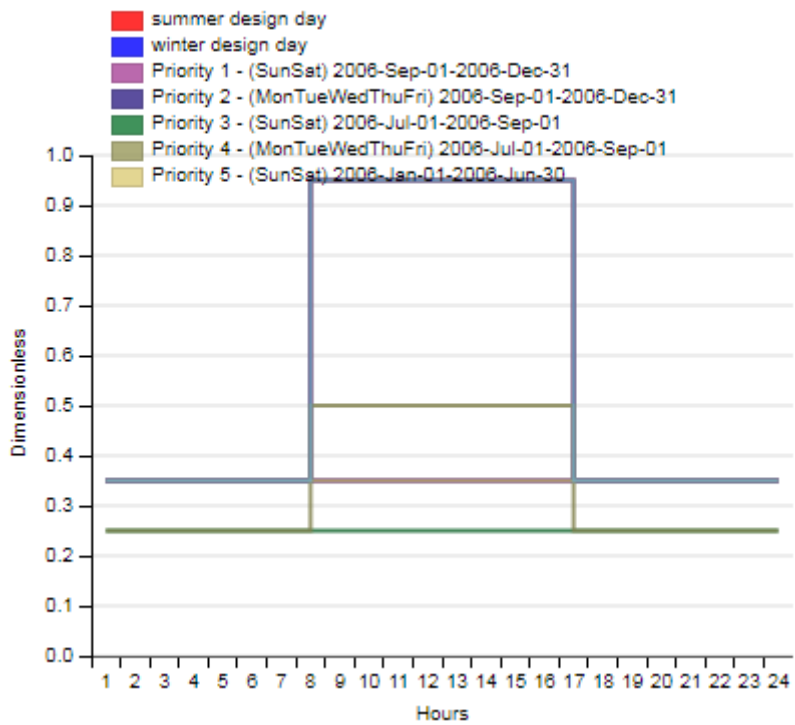
- Πρόγραμμα φορτίου ανά άτομο



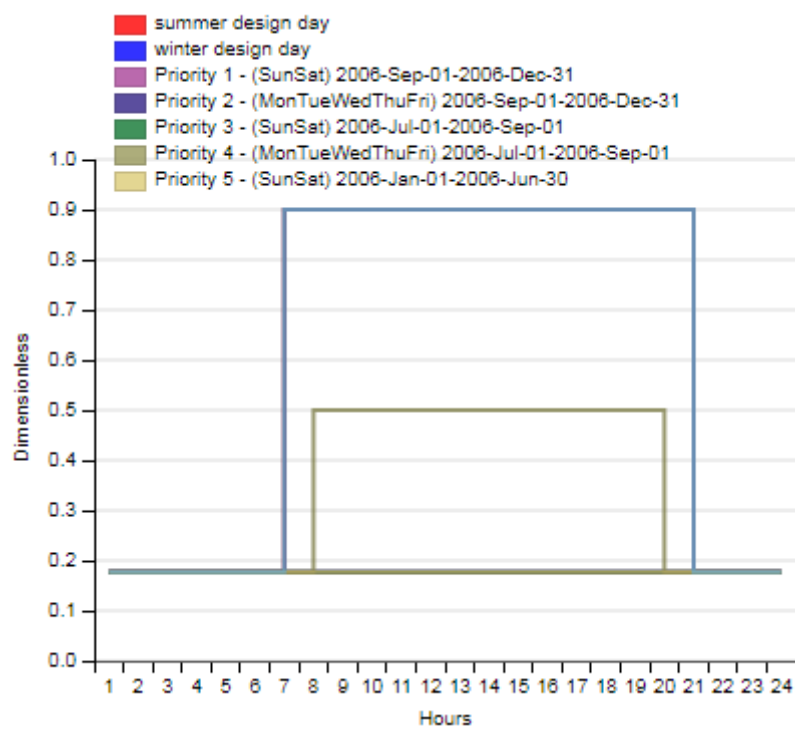
- Πρόγραμμα τυπικού ωραρίου λειτουργίας και πληρότητας



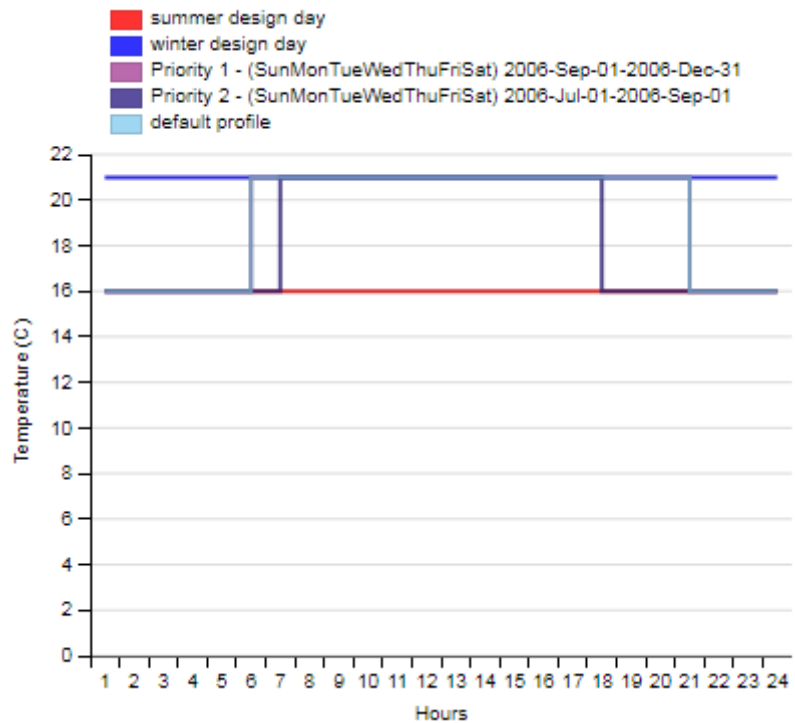
- Πρόγραμμα λειτουργίας ηλεκτρικού εξοπλισμού κατά τη διάρκεια του έτους



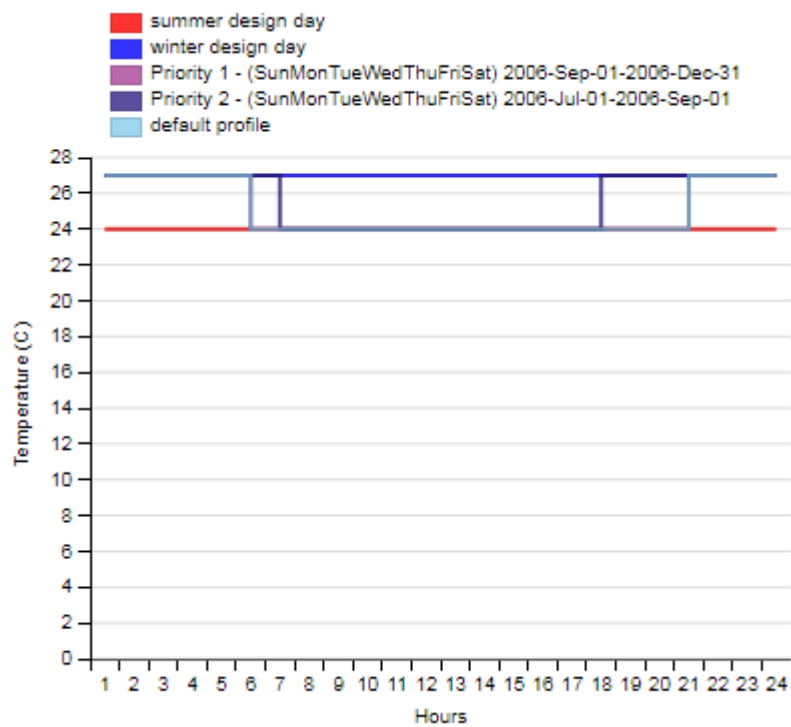
- Πρόγραμμα λειτουργίας τεχνητού φωτισμού



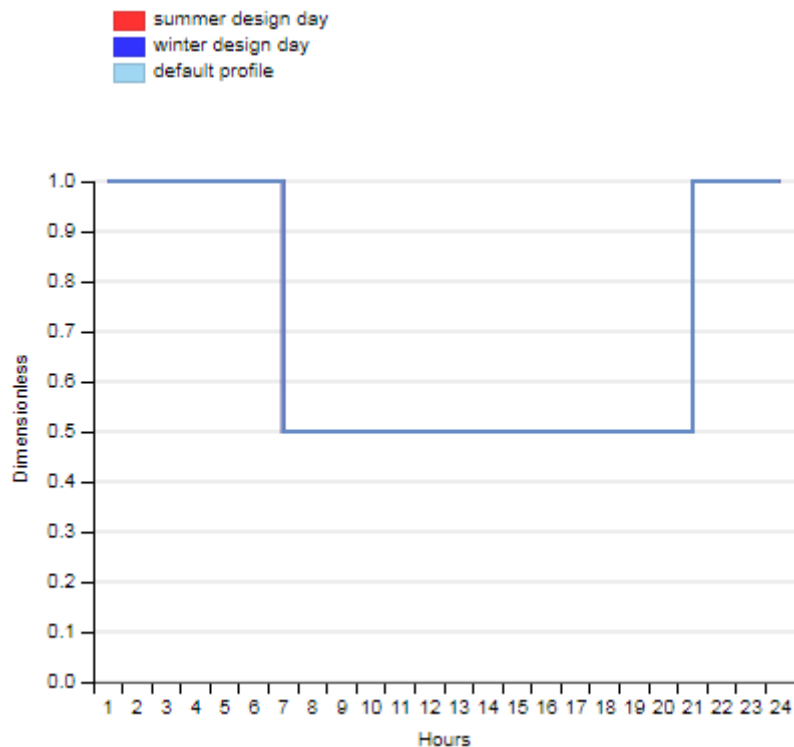
- Πρόγραμμα λειτουργίας θερμοστάτη χώρων για την θέρμανση



- Πρόγραμμα λειτουργίας θερμοστάτη χώρων για την ψύξη



- Πρόγραμμα Infiltration



Τα ανωτέρω προγράμματα χρησιμοποιούνται και στο δεύτερο σενάριο του κτιρίου, για αυτό η αναφορά τους δεν θα επαναληφθεί σε επόμενο κεφάλαιο. Ορίζονται στην συνέχεια τα φορτία φωτισμού, όπως έχουν υπολογιστεί για τα σενάρια χρήσης λαμπτήρων LED.

Εισάγεται οπότε η εγκατεστημένη ισχύς που αντιστοιχεί σε κάθε ζώνη. Τυπικά οι τιμές επαναλαμβάνονται ως εξής:

- Η ζώνη 1 – 1^ο επίπεδο 26,19 kW
- Η ζώνη 2 - 2^ο επίπεδο 22 kW
- Η ζώνη 3 – 3^ο επίπεδο 20,5 kW
- Η ζώνη 4 - 4^ο επίπεδο 2,8 kW
- Η ζώνη 5 – 5^ο επίπεδο 2,69 kW
- Η ζώνη 6 – 6^ο επίπεδο 2,69 kW
- Η ζώνη 7 – 7^ο επίπεδο 2,69 kW

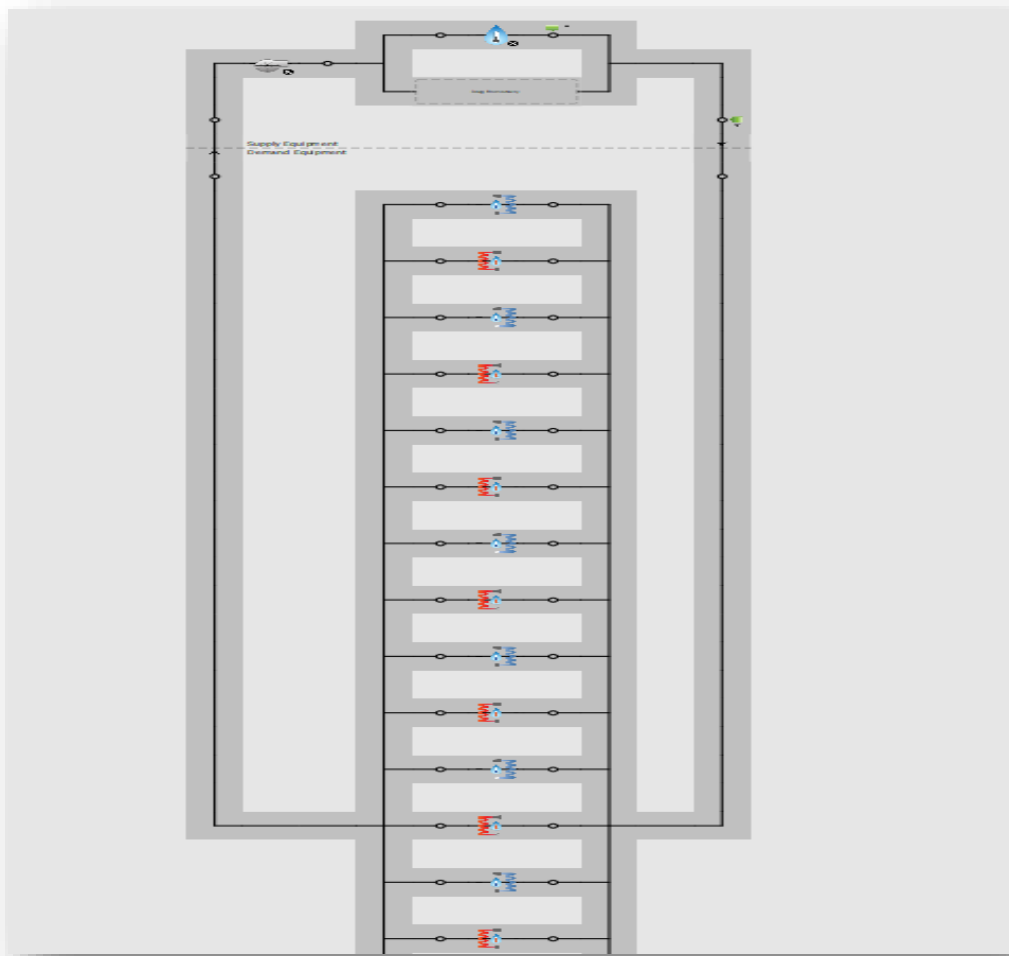
Σε επόμενο βήμα καταχωρούνται τα φορτία των ατόμων που προκύπτουν. Σε αυτή την περίπτωση εισάγεται ο αριθμός κάθε χώρο, ως προς την μέγιστη πάντα πληρότητα. Υπολογίζονται περίπου 70 W/άτομο. Συνεπώς καταχωρούνται για τις επιμέρους ζώνες του κτιρίου οι παρακάτω ποσότητες χρηστών:

- Ζώνη 1 – 1^ο επίπεδο 300 άτομα
- Ζώνη 2 – 2^ο επίπεδο 200 άτομα
- Ζώνη 3 – 3^ο επίπεδο 100 άτομα
- Ζώνη 4 – 4^ο επίπεδο 50 άτομα
- Ζώνη 5 – 5^ο επίπεδο 50 άτομα
- Ζώνη 6 – 6^ο επίπεδο 50 άτομα
- Ζώνη 7 – 7^ο επίπεδο 50 άτομα

Στην συνέχεια γίνεται η εισαγωγή του φορτίου των ηλεκτρικών συσκευών που υπάρχουν στους χώρους. Εισάγονται οι τιμές σε W/m². Οι τιμές προκύπτουν από την υπόθεση ύπαρξης ενός υπολογιστή και μίας λουπή ηλεκτρονικής συσκευής ανά τετραγωνικό. Οπότε οι τιμές για κάθε ζώνη διαμορφώνονται ως εξής:

- Ζώνη 1 – 3,66 W/m²
- Ζώνη 2 – 7,32 W/m²
- Ζώνη 3 – 7,32 W/m²
- Ζώνη 4 – 7,32 W/m²
- Ζώνη 5 – 7,32 W/m²
- Ζώνη 6 – 7,32 W/m²
- Ζώνη 7 – 7,32 W/m²

Για το σενάριο 1 του κτιρίου και για την γεωθερμική αντλία θερμότητας, δημιουργούνται δύο βρόγχοι για να περιγράψουν την λειτουργία των συστημάτων. Όμοια με το πρώτο παρέμβαση του κτιρίου του αθλητικού κέντρου, δημιουργείται ο βρόγχος για την περιγραφή της λειτουργίας των γεωεναλλακτών με τις αντίστοιχες αντλίες για κάθε ζώνη. Παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

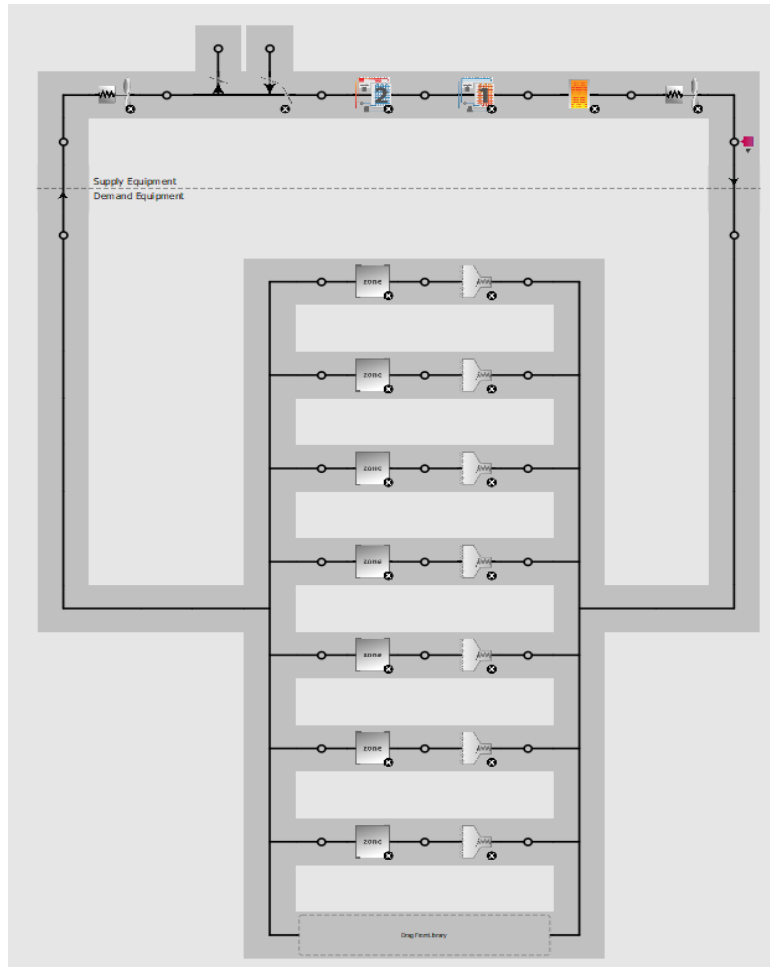


Εικόνα 6.3-2: Βρόγχος γεωεναλλακτών και γεωθερμικών αντλιών θερμότητας

Στην περιοχή του Supply χρησιμοποιείται αντικείμενο που δηλώνει το πεδίο των γεωεναλλακτών. Ορίζεται **σταθερή θερμοκρασία, αυτή του εδάφους περί τους 15 βαθμούς. Η θερμοκρασία αυτή διαχειρίζεται στους κόμβους που φαίνονται στην εικόνα. Για την σωστή λειτουργία των βρόγχων και για τους καλύτερους υπολογισμούς καταναλώσεων και παροχών, χρησιμοποιείται απαραίτητα τουλάχιστον μία αντλία.**

Στην περιοχή του Demand χρησιμοποιούνται **αντλίες θερμότητας νερού – νερού, ως προς τις λειτουργίες της ψύξης και θέρμανσης. Χρησιμοποιούνται επτά ζευγάρια, ένα για κάθε θερμική ζώνη. Στις αντλίες δηλώνονται για κάθε λειτουργία, οι συντελεστές απόδοσης, όπως δηλώθηκαν στο TEE-KENAK. Για πεδία τα οποία δεν είναι γνωστά ή δεν έχουν υπολογιστεί στις διαδικασίες του προηγούμενου λογισμικού χρησιμοποιείται η επιλογή της αυτόματης διαστασιολόγησης.**

Ο δεύτερος βρόγχος είναι σχετικός με τις κλιματιστικές μονάδες που συνεργάζονται με τις αντλίες θερμότητας και παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.3-3: Βρόγχος αέρος σεναρίου 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Στην περιοχή του Supply τοποθετείται αρχικά το στοιχείο σχετικά με την εισαγωγή του νωπού αέρα και παράλληλα την εξαγωγή από τις ζώνες. Στην συνέχεια τοποθετούνται τα στοιχεία σχετικά με την θέρμανση και την ψύξη από τον εξοπλισμό. Επιπρόσθετα στον τελευταίο κόμβο τοποθετείται έλεγχος σχετικά με την ακρότατη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να λειτουργήσει ο βρόγχος, για τις λειτουργίες της ψύξης και της θέρμανσης. Συγκεκριμένα, ορίζεται για την λειτουργία της θέρμανσης ελάχιστη θερμοκρασία περί τους 15 βαθμούς κελσίου και για την λειτουργία της ψύξης ελάχιστο όριο περί τους 18 βαθμούς. Στην περιοχή του Demand τοποθετούνται τα στοιχεία αεραγωγών και η ζώνη την οποία εξυπηρετούν. Υπενθυμίζεται πως βάσει της χρήσης του κτιρίου δεν υπολογίζεται κατανάλωση ZNX.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα πεδία σχετικά με την εισαγωγή των συστημάτων στις επιμέρους θερμικές ζώνες. Δηλώνονται για κάθε ζώνη οι βρόγχοι αέρος που αξιοποιούνται και οι εξοπλισμοί συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων Fan Coil και των αεραγωγών.

Thermal Zones										
HVAC Systems	Cooling Sizing Parameters		Heating Sizing Parameters		Custom					
Name	All	Rendering Color	Turn On Ideal Air Loads	Air Loop Name	Zone Equipment	Cooling Thermostat Schedule	Heating Thermostat Schedule	Humidifying Setpoint Schedule	Dehumidifying Setpoint Schedule	Multiplier
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>							
Thermal Zone 1	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 1 Air Terminal Thermal Zone 1 WSHF with Const Fan Var Fluid Flow	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 2	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 2 Air Terminal Thermal Zone 2 WSHF h Const Fan Var Fluid Flow 1	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 3	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 3 Air Terminal Thermal Zone 3 WSHF h Const Fan Var Fluid Flow 2	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 4	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 4 Air Terminal Thermal Zone 4 WSHF h Const Fan Var Fluid Flow 3	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 5	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 5 Air Terminal Thermal Zone 5 WSHF	SecondarySchool CtgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1

Εικόνα 6.3-4: Θερμικές Ζώνες Σεναρίου 1 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Για το σενάριο των ΓΑΘ και της αντικατάστασης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης χρησιμοποιείται, όμοια με το προηγούμενο κτίριο το OpenStudio Results Measure. Η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ανέρχεται σε **46.550 kWh**, όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα της εκτυπωτικής αναφοράς του OpenStudio Results.

Renewable Energy Source Summary		
	Rated Capacity (kW)	Annual Energy Generated (kWh)
Photovoltaic	0.0	46550.0
Wind	0.0	0.0

Η **συνολική ενέργεια** που καταναλώνει το κτίριο υπολογίζεται σε **699.564 kWh**. Αυτή η ποσότητα προκύπτει χωρίς την ενέργεια που καλύπτεται από την ηλεκτροπαραγωγή

των φωτοβολταϊκών. Επομένως, η καθαρή συνολική ενέργεια του κτιρίου προκύπτει σε 653.944 kWh. Υπολογίζεται επίσης ο δείκτης της ενεργειακής έντασης EUI 85,85 kWh/m², που λόγω της χρήσης των ΦΒ εκκαθαρίζεται σε 80,25 kWh/m².

Building Summary	
Data	Value
Building Name	Building 1
Total Site Energy	699,564 kWh
Net Site Energy	653,944 kWh
Total Building Area	8,148 m ²
Total Site EUI	85.85 kWh/m ²
Net Site EUI	80.25 kWh/m ²

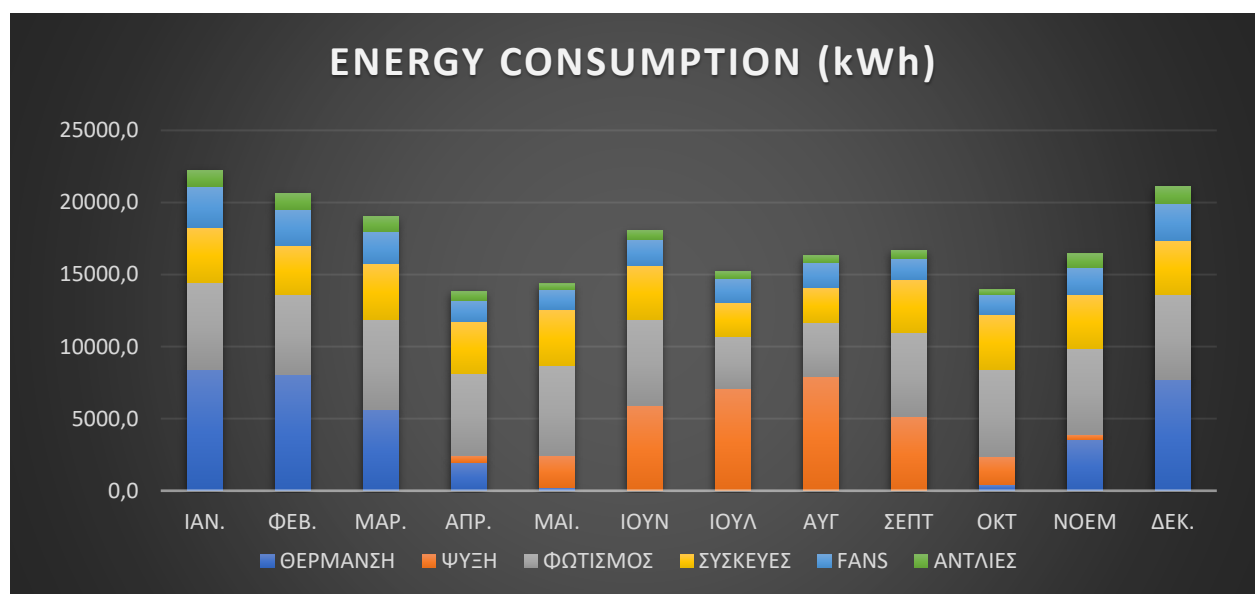
Η μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι σε ποσοστό **100% ηλεκτρική**, όσον αφορά τις χρήσεις. Επομένως στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό που καταναλώνεται σε κάθε χρήση.



ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	121.311 kWh	17%
ΨΥΞΗ	90.961 kWh	13%
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	212.958 kWh	30%
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	150.742 kWh	22%
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	79.150 kWh	11%
ΑΝΤΛΙΕΣ	44.439 kWh	6%

Η ετήσια κατανάλωση για κάθε χρήση επιμερίζεται ανά μήνα και ανά χρήση και υπολογίζεται σε kWh/m². Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στο γράφημα που ακολουθεί.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ-ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (Kwh/m ²)														
ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	121.311 kWh	2,9	3,1	2,3	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,6	3,3	14,9
ΨΥΞΗ	90.961 kWh	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	2,5	2,3	2,5	1,9	0,7	0,0	0,0	11,2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	212.958 kWh	3,1	2,8	3,2	2,8	3,2	3,1	0,7	0,8	1,6	1,7	1,7	1,6	26,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	150.742 kWh	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,0	0,4	0,5	1,5	1,5	1,4	1,5	18,5
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	79.150 kWh	1,0	1,1	0,9	0,6	0,6	1,0	0,8	0,8	0,7	0,4	0,7	1,2	9,7
ΑΝΤΛΙΕΣ	44.439 kWh	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	5,5
ΣΥΝΟΛΟ	872.886 kWh	9,6	9,4	9,1	7,1	7,4	8,9	4,7	5,0	6,1	4,9	5,8	8,2	85,85

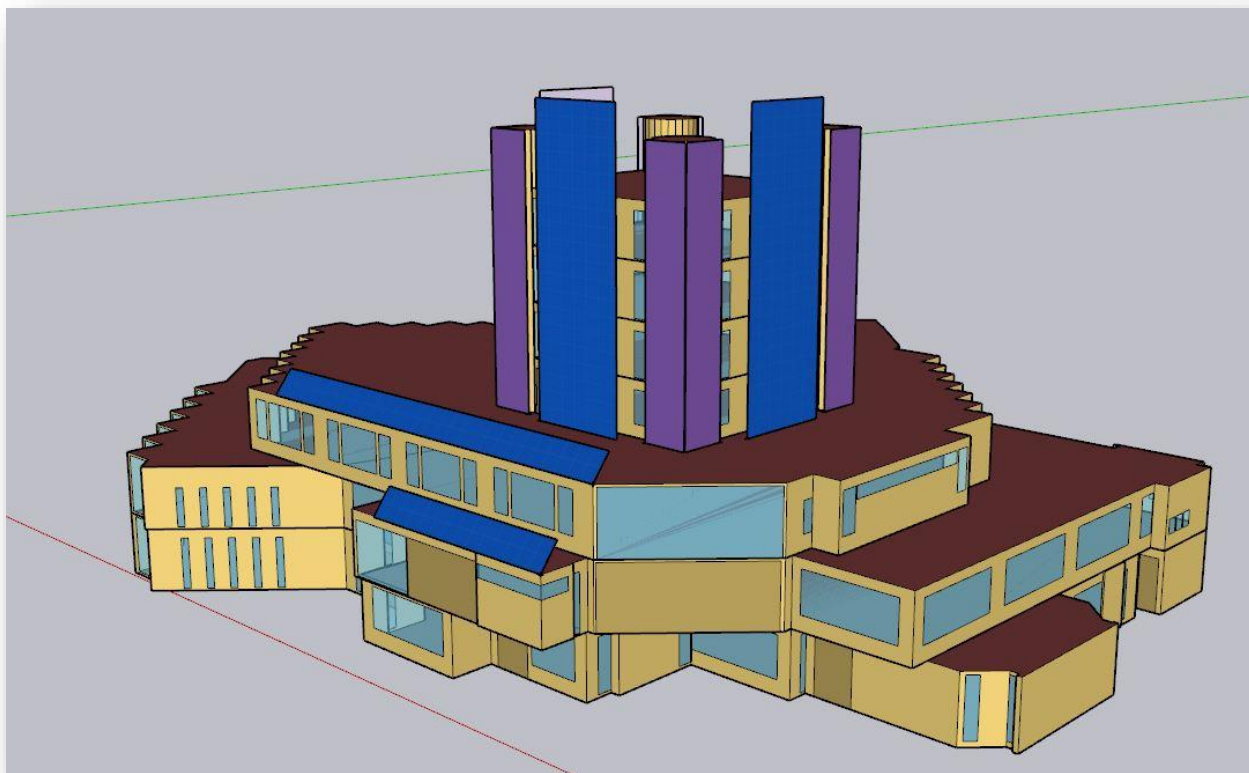


Η πρωτογενής ενέργεια προκύπτει σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής και συγκεκριμένα λόγω της 100% χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από την πράξη $699.564 \cdot 3,167 = 2.215.519,5$ kWh ή 271,9 kWh/m². Οι παραπάνω τιμές λόγω της χρήσης των ΦΒ εκκαθαρίζονται σε 2.071.041,7 kWh ή 254,2 kWh/m². Όπως και με το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, γίνεται σύγκριση με τη μέση τυπική τιμή του EUI που παρέχεται από την Energy Star (περί 225,87 kWh/m²). Παρατηρείται διαφορά [225,87-80,25 (εκκαθάριση ΦΒ)] κατά 145,62 kWh/m². Εκείνη καθιστά το κτίριο του σεναρίου 1 ιδιαίτερα αποδοτικό. Σχετικά με τις εκπομπές του CO₂ βάσει της πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζονται ως $2.215.519,5$ (kWh) * 0,989 (kgCO₂/kWh) = 2.191.148,8 (kgCO₂) ή 268,8 (kgCO₂/m²). Από την ενέργεια της εγκατάστασης προκύπτει 699.564 (kWh) * 0,989 (kgCO₂/kWh) = 691.868,8 (kgCO₂) ή 84,9 (kgCO₂/m²).

6.4) Σενάριο 2 – Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης

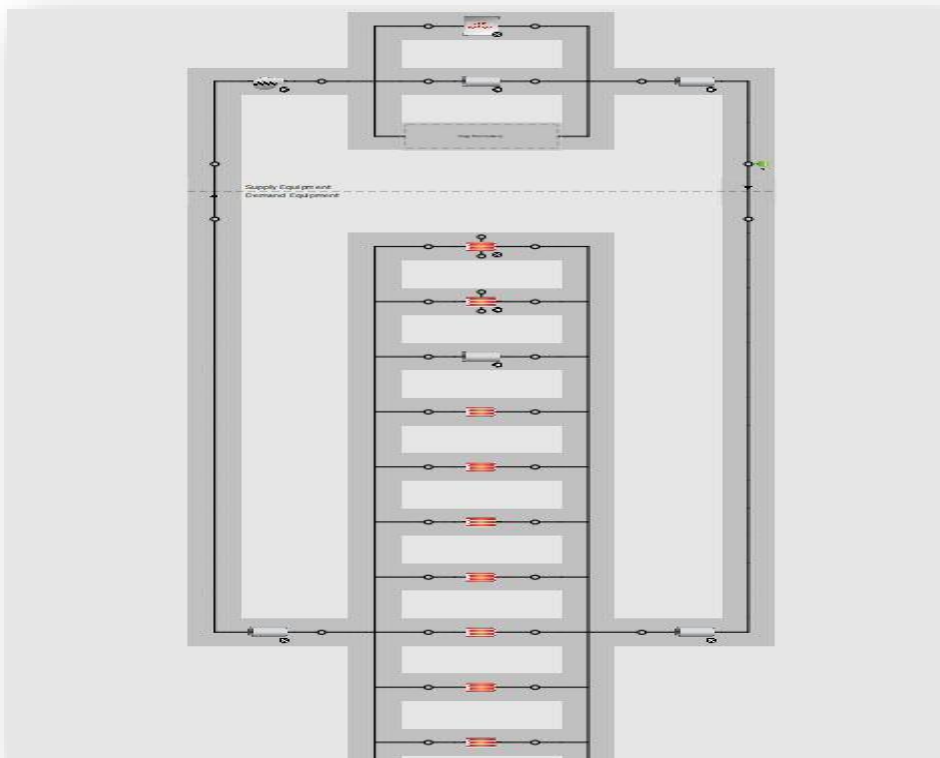
Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθεί το 2^ο σενάριο του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, που περιλαμβάνει νέες αερόψυκτες αντλίες θερμότητας για τις ανάγκες της ψύξης και της θέρμανσης. Παράλληλα αντικαθίστώνται στις υπάρχουσες θέσεις ΦΒ τα πλαίσια με νεότερα μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος και τοποθετούνται στην επιφάνεια του κάθετου μεταλλικού σκιάστρου, με Ανατολικό προσανατολισμό ΦΒ πλαίσια συνολικής επιφάνειας 100 m². Επισημαίνεται για ακόμα μία φορά, πως ισχύουν **τα ίδια δομικά στοιχεία, τα ίδια προγράμματα λειτουργίας και τα ίδια εσωτερικά φορτία των χώρων, με το προηγούμενο σενάριο**. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται **αναβάθμιση των λαμπτήρων σε LED** και άρα δηλώνεται η **εγκατεστημένη ισχύς για κάθε ζώνη που έχει υπολογιστεί και στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ**.

Αρχικά εισάγονται τα νέα ΦΒ στοιχεία που η εγκατάστασή τους γίνεται επί του ανατολικού μεταλλικού σκιάστρου στην όψη των επιπέδων 4 έως 7. Η εισαγωγή, όμοια με τις προηγούμενες παρεμβάσεις ΦΒ για ηλεκτροπαραγωγή, στηρίζεται στην συνολική επιφάνεια και στον βαθμό απόδοσης των στοιχείων για τους υπολογισμούς. Η τελική κατάσταση του κτιρίου από την παραπάνω διαδικασία, παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 6.4-1: Χωροθέτηση ΦΒ Σεναρίου 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

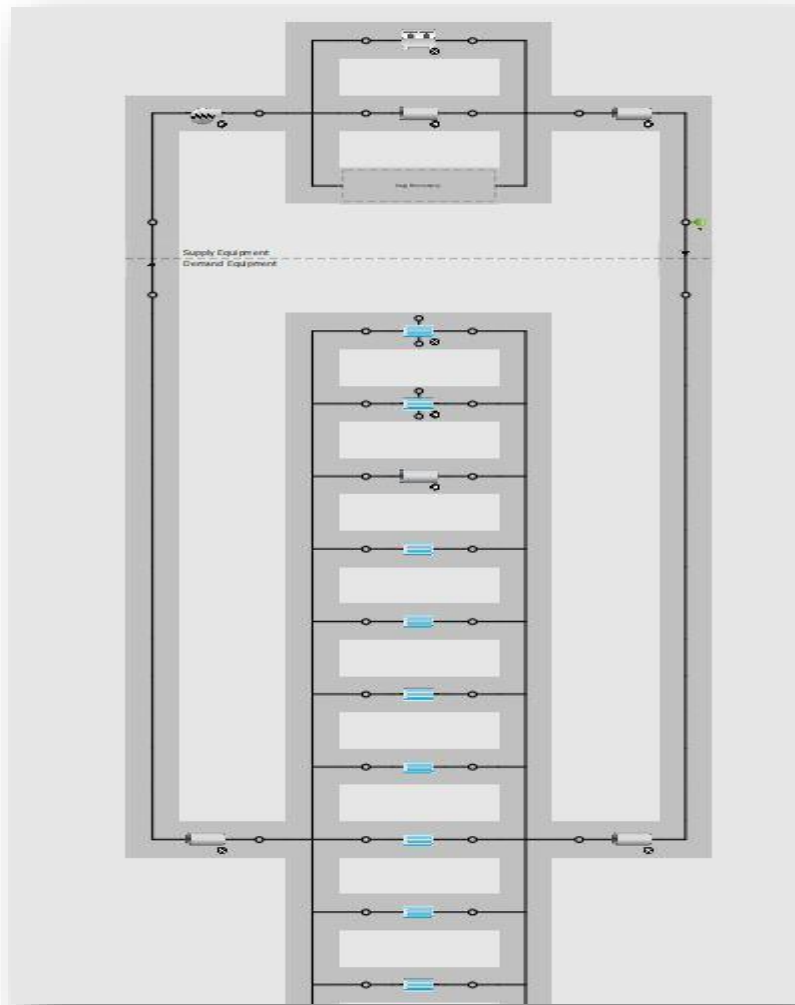
Αναπτύσσονται οι βρόγχοι λειτουργίας των Αντλιών Θερμότητας που σε συνεργασία με τα δίκτυα των στοιχείων Fan Coil και των αεραγωγών, καλύπτουν τις ανάγκες του κτιρίου για ψύξη και θέρμανση. Αρχικά υλοποιείται ο βρόγχος που περιγράφει την αντλία θερμότητας στην λειτουργία της θέρμανσης. Στο **Supply Side** εισάγεται αντικείμενο που δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να περιγράψει την διαδικασία που ακολουθεί **η αντλία θερμότητας για να θερμάνει το εργαζόμενο μέσο (νερό) (Πηγή-BCL Library - Components)** και ένας κλάδος που περιγράφει το **by-pass**. Εισάγονται επίσης μέσω αυτού του αντικειμένου οι επιθυμητοί βαθμοί απόδοσης, όπως δηλώθηκαν και στο TEE-KENAK. Η επιθυμητή θερμοκρασία του εργαζόμενου μέσου κατά την λειτουργία του βρόγχου είναι περί τους 50 βαθμούς κελσίου, οπότε και εισάγεται σημείο ελέγχου για αυτή την θερμοκρασία στην έξοδο του supply side. Στο Demand Side εισάγονται στοιχεία εναλλακτών ρευστού για την σύνδεση με τα στοιχεία Fan Coil και τις ΚΚΜ, στις επιμέρους ζώνες. Ο βρόγχος της παραπάνω λειτουργίας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.4-2:Βρόγχος θέρμανσης αντλίας θερμότητας Σενάριο 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

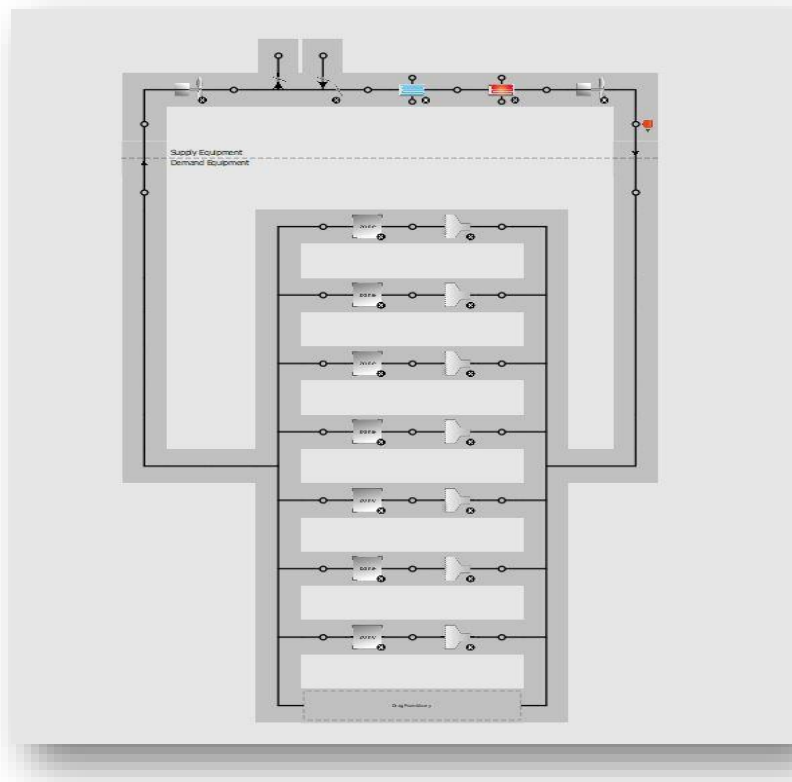
Για την αντίστοιχη λειτουργία της ψύξης υλοποιείται βρόγχος που στο **Demand Side** τοποθετείται ένα στοιχείο αερόψυκτου ψύκτη με απόρριψη θερμότητας προς το περιβάλλον, με στόχο την περιγραφή προσεγγιστικά της διαδικασίας. Συμπληρώνονται οι βαθμοί απόδοσης της ψύξης όπως δηλώθηκαν στο TEE-KENAK. Η επιθυμητή θερμοκρασία του βρόγχου είναι περί τους 7 βαθμούς κελσίου. Για το λόγο αυτό, στην έξοδο του Supply Side εισάγεται σημείο ελέγχου ως προς την θερμοκρασία αυτή. Στο Demand Side εισάγονται στοιχεία εναλλακτών ρευστού για την σύνδεση με τα στοιχεία

Fan Coil και τις ΚΚΜ, στις επιμέρους ζώνες. Ο βρόγχος της παραπάνω λειτουργίας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6.4-3: Βρόγχος ψύξης αντλίας θερμότητας Σενάριο 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Για τον βρόγχο αέρος χρησιμοποιείται στο Supply Side στοιχείο σχετικό με την εισαγωγή και εξαγωγή, καθώς και τα Coils από την αντίστοιχη λειτουργία, όπως παρουσιάστηκαν και στους επιμέρους βρόγχους. Παράλληλα χρησιμοποιείται ένα στοιχείο Fan για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας από την μεταφορά του αέρα. Οι επιθυμητές θερμοκρασίες για κάθε λειτουργία ρυθμίζονται περί τους 13 βαθμούς κελσίου για την ψύξη και 21 βαθμούς για την θέρμανση. Σημείο ελέγχου τοποθετείται στην έξοδο του Supply Side, για την ικανοποίηση της παραπάνω συνθήκης. Στο Demand Side, τοποθετούνται οι αεραγωγοί που εξυπηρετούν την κάθε ζώνη ανάλογα με τις ανάγκες της. Ο βρόγχος της παραπάνω λειτουργίας παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 6.4-4: Βρόγχος αέρος Σεναρίου 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα πεδία σχετικά με την εισαγωγή των συστημάτων στις επιμέρους θερμικές ζώνες. Δηλώνονται για κάθε ζώνη οι βρόγχοι αέρος που αξιοποιούνται και οι εξοπλισμοί συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων Fan Coil που αξιοποιούνται και των αεραγωγών.

Thermal Zone 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 2 Air Terminal	Thermal Zone 2 FCU	SecondarySchool ClgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 3 Air Terminal	Thermal Zone 3 FCU	SecondarySchool ClgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 4 Air Terminal	Thermal Zone 4 FCU	SecondarySchool ClgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 5 Air Terminal	Thermal Zone 5 FCU	SecondarySchool ClgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 6 Air Terminal	Thermal Zone 6 FCU	SecondarySchool ClgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1
Thermal Zone 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Zone DOAS	Thermal Zone 7 Air Terminal	Thermal Zone 7 FCU	SecondarySchool ClgSetp	SecondarySchool HtgSetp			1

Εικόνα 6.4-5: Θερμικές ζώνες Σεναρίου 2 - Κεντρική Βιβλιοθήκη

Για το 2^ο σενάριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης χρησιμοποιείται, όμοια με το προηγούμενο το OpenStudio Results Measure. Η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή από την

φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ανέρχεται σε **57.511,11 kWh**, όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα της εκτυπωτικής αναφοράς του OpenStudio Results.

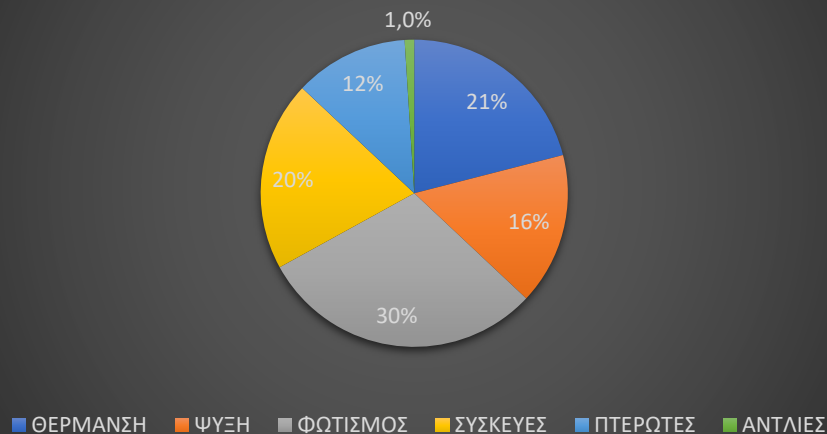
Renewable Energy Source Summary		
	Rated Capacity (kW)	Annual Energy Generated (kWh)
Photovoltaic	0.0	57511.11
Wind	0.0	0.0

Η **συνολική ενέργεια** που καταναλώνει το κτίριο υπολογίζεται σε **725.822 kWh**. Αυτή η ποσότητα προκύπτει χωρίς την ενέργεια που καλύπτεται από την ηλεκτροπαραγωγή των φωτοβολταϊκών. Επομένως, η καθαρή συνολική ενέργεια του κτιρίου προκύπτει σε **669.464 kWh**. Υπολογίζεται επίσης ο δείκτης της ενεργειακής έντασης **EUI 89,08 kWh/m²**, που λόγω της χρήσης των ΦΒ εκκαθαρίζεται σε **82,16 kWh/m²**.

Building Summary	
Data	Value
Building Name	Building 1
Total Site Energy	725,822 kWh
Net Site Energy	669,464 kWh
Total Building Area	8,148 m ²
Total Site EUI	89.08 kWh/m ²
Net Site EUI	82.16 kWh/m ²

Η μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι σε ποσοστό **100% ηλεκτρική**, όσον αφορά τις χρήσεις. Επομένως στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό που καταναλώνεται σε κάθε χρήση.

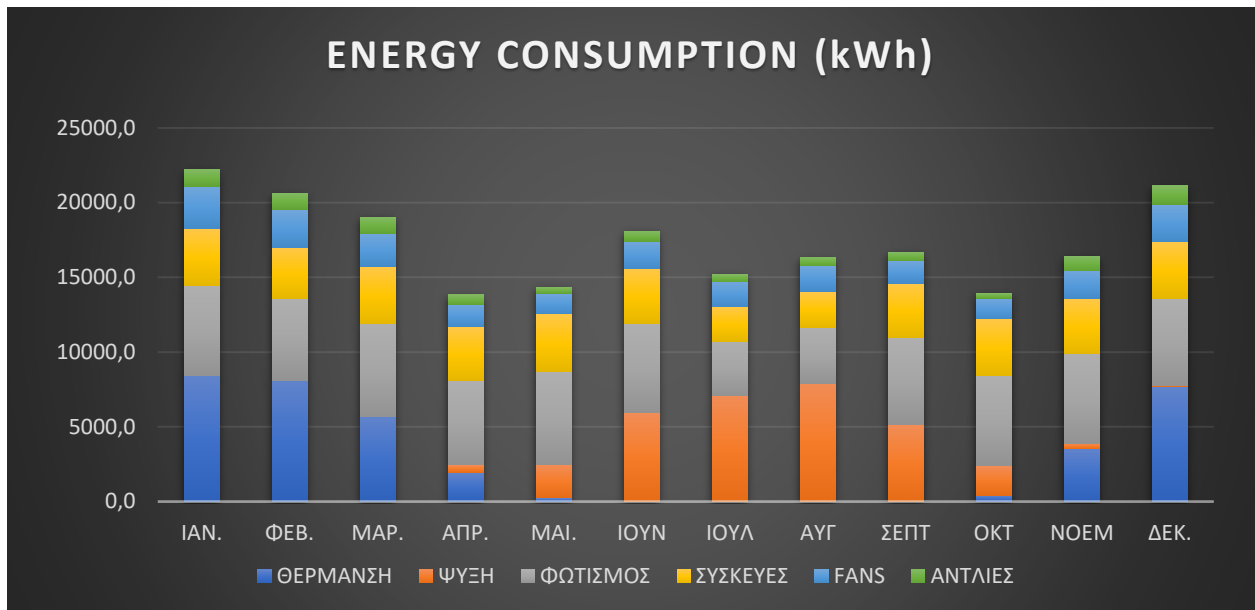
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ (%)



ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	151.367 kWh	21%
ΨΥΞΗ	117.550 kWh	16%
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	214.628 kWh	30%
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	150.742 kWh	20%
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	86.881 kWh	12%
ΑΝΤΛΙΕΣ	4.656 kWh	1,0%

Η ετήσια κατανάλωση για κάθε χρήση επιμερίζεται ανά μήνα και ανά χρήση και υπολογίζεται σε kWh/m². Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στο γράφημα που ακολουθεί.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ-ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (Kwh/m ²)														
ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	151.367 kWh	3,6	4,1	2,9	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,8	4,2	18,6
ΨΥΞΗ	117.550 kWh	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	2,9	3,1	3,4	2,3	1,0	0,0	0,0	14,4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	214.628 kWh	3,1	2,8	3,2	2,8	3,2	3,1	0,7	0,8	1,6	1,7	1,7	1,6	26,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	150.742 kWh	2,0	1,8	2,0	1,8	2,0	2,0	0,4	0,5	1,5	1,5	1,4	1,5	18,5
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	86.881 kWh	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	1,1	0,9	1,0	0,8	0,6	0,8	1,1	10,7
ΑΝΤΛΙΕΣ	4.656 kWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,6
ΣΥΝΟΛΟ	752.822 kWh	9,7	9,7	9,2	7,0	7,6	9,2	5,3	5,8	6,2	5,2	5,8	8,4	89,08



Η πρωτογενής ενέργεια προκύπτει σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής και συγκεκριμένα λόγω της 100% χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από την πράξη $725.822,2 * 3,167 = 2.298.683,3$ kWh ή $282,1$ kWh/m². Οι παραπάνω τιμές λόγω της χρήσης των ΦΒ εκκαθαρίζεται σε $2.120.191,7$ kWh ή $260,2$ kWh/m². Όπως και με το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου, γίνεται σύγκριση με τη μέση τυπική τιμή του EUI που παρέχεται από την Energy Star (περί $225,87$ kWh/m²). Παρατηρείται διαφορά [$225,87 - 82,2$ (εκκαθάριση ΦΒ)] κατά $143,67$ kWh/m². Εκείνη καθιστά το κτίριο ιδιαίτερα αποδοτικό. Σχετικά με τις εκπομπές του CO₂ βάση της πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζονται ως $2.298.683,3$ (kWh) * $0,989$ (kgCO₂/kWh) = $2.273.397,8$ (kgCO₂) ή 279 (kgCO₂/m²). Με βάση την ενέργεια της εγκατάστασης προκύπτει $725.822,2$ (kWh) * $0,989$ (kgCO₂/kWh) = $717.838,16$ (kgCO₂) ή $88,1$ (kgCO₂/m²).

7) Συγκρίσεις – Αναλύσεις Αποτελεσμάτων

Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει σύγκριση μεταξύ των σεναρίων του κάθε κτιρίου στα επιμέρους λογισμικά. Αρχικά, θα αναλυθούν τα αποτελέσματα από το TEE-KENAK και συνάμα σύγκριση αυτών. Στη συνέχεια η ίδια προσέγγιση θα λάβει χώρα για το OpenStudio. Οι συγκρίσεις στο TEE-KENAK θα στοχεύουν στην επιλογή του σεναρίου που είναι αποδοτικότερο, ως προς τα ενεργειακά αποτελέσματα και την οικονομοτεχνική ανάλυση που παρέχει το πρόγραμμα. Οι συγκρίσεις στο Openstudio θα στοχεύουν στην επιλογή του σεναρίου που είναι αποδοτικότερο ως προς τους ενεργειακούς δείκτες. Σημειώνεται πως οικονομική ανάλυση θα μπορούσε να γίνει και στο OpenStudio, αλλά λόγω διαφορετικών νομισματικών μονάδων και των πολύ συγκεκριμένων πεδίων στα οποία, δεν δίνεται ευελιξία στον χρήστη να επεξεργαστεί κατά την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων, αφιερώνεται κεφάλαιο στην οικονομική αξιολόγηση των επενδύσεων μέσω κριτηρίων.

7.1) Σύγκριση – Ανάλυση – Αθλητικό Κέντρο – TEE KENAK

Από την διαδικασία του λογισμικού TEE-KENAK τα δύο σενάρια κατατάσσουν το κτίριο στην ενεργειακή κατηγορία A για την αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας και ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και B+ για την αξιοποίηση αερόψυκτων αντλιών θερμότητας με υποβοήθηση μέσω ηλιοθερμικών συστημάτων. Οι ενεργειακές κατηγορίες υποδηλώνουν πως το 1^ο σενάριο επιφέρει μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, άρα μεγαλύτερο συμφέρον ως προς την υλοποίηση του. Ωστόσο, θα πρέπει να αξιολογούνται οικονομικοί παράγοντες οι οποίοι είναι σχετικοί, με το πόσο συμφέρει μία επένδυση να υλοποιηθεί δεδομένων των λειτουργικών εξόδων και του αρχικού κόστους, καθώς και την περίοδο που η λειτουργία της θα επιφέρει ταχύτερη απόσβεση. Οι παραπάνω προβληματισμοί και οι ενεργειακές αναλύσεις των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται συγκριτικά στις επόμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου.

Αρχικά συγκρίνονται οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν, μεταξύ των δύο σεναρίων. Οι εν λόγω καταναλώσεις υπολογίζονται από το λογισμικό σε kWh/m² και αναλύονται για κάθε χρήση και για κάθε μήνα του έτους. Στο τέλος υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο ποσό ενέργειας που δαπανάται. Η παράθεση των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων γίνεται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - ΓΑΘ-ΦΒ-ΦΩΤΙΣΜΟΣ														
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	5,7	4,7	4	2	0	0	0	0	0	2	2,6	4,6	25,7	
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΨΥΞΗ	0	0	0	0	2	14,4	17,9	17	6,7	0	0	0	58	
ZNX	5,9	5,4	5,7	5	4,5	3,6	3,3	3,3	3,6	4,3	4,9	5,6	55,2	
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	3,2	3,4	4,6	5,2	6	6,3	6,6	6,6	5,8	4,8	3,4	2,9	58,8	
ΣΥΝΟΛΟ	14,3	12,5	12,4	9,7	9,2	20,6	23,9	23	12,9	9	10,2	13	170,7	
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΑΘ-ΗΛΙΑΚΑ-ΦΩΤΙΣΜΟΣ														
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	4,7	3,7	2,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0,6	3,3	14,5	
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	2,5	2,7	3,6	4,1	4,8	5	5,2	5,2	4,6	3,7	2,7	2,3	46,4	
ΨΥΞΗ	0	0	0	0	0	20,1	25,9	24,4	7,7	0	0	0	78,2	
ZNX	5,6	5,1	5,4	4,8	4,3	3,5	3,2	3,1	3,4	4,1	4,7	5,3	52,5	
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ZNX	2,5	2,7	3,6	4,1	4,8	5	5,2	5,2	4,6	3,7	2,7	2,3	46,4	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,7	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΣΥΝΟΛΟ	13,1	11,2	10,3	7,5	7	26,2	31,8	30,2	13,7	6,8	7,8	11,4	176,9	

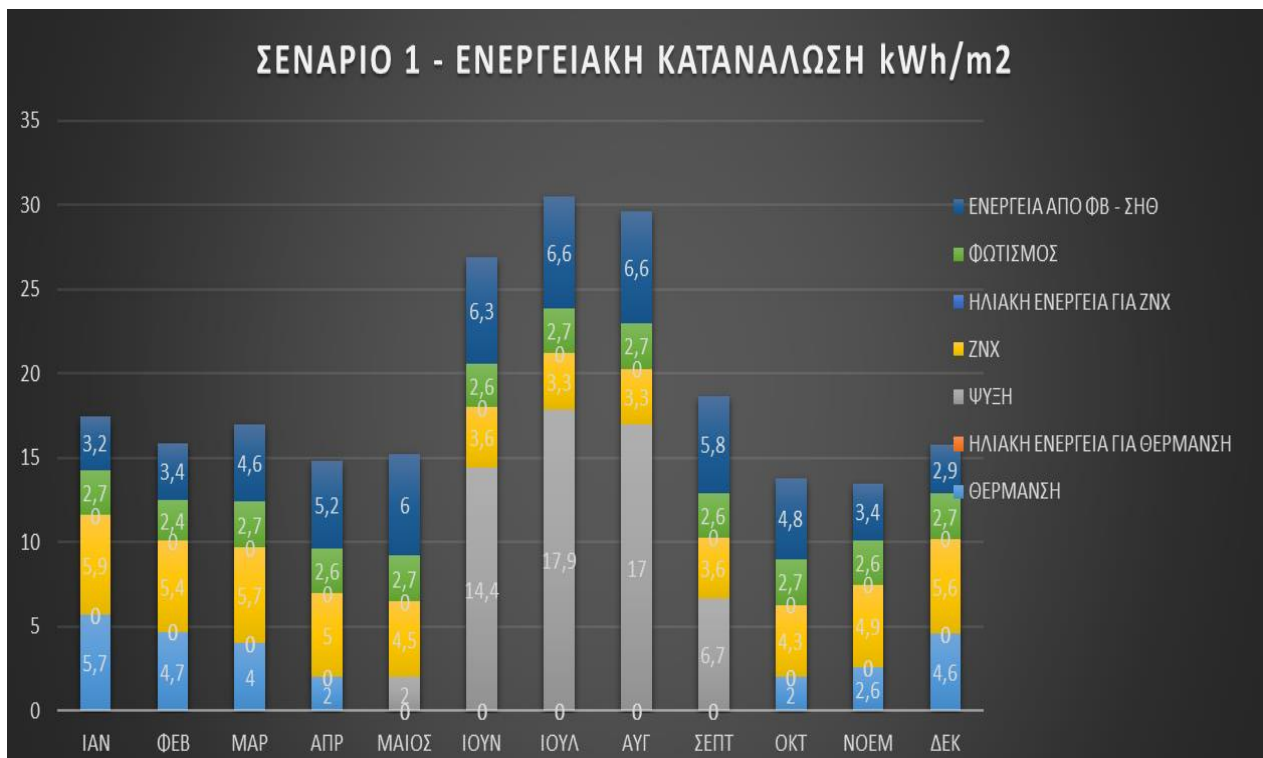
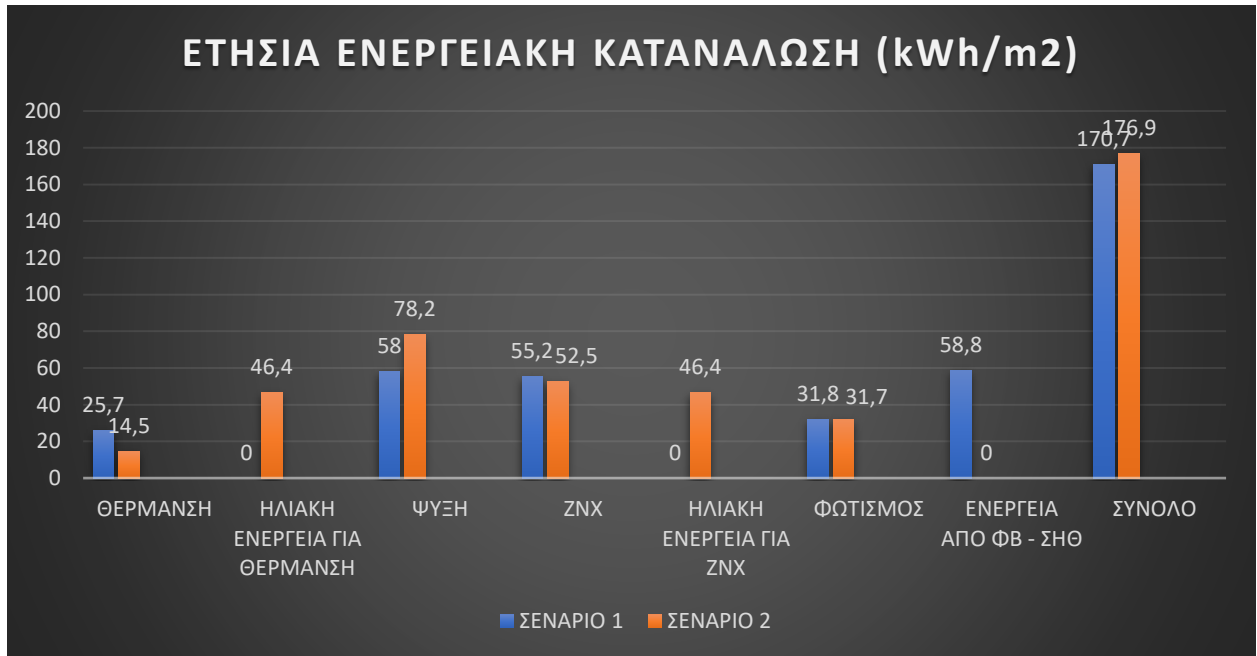
Πίνακας 7.1-1: Ενεργειακή Κατανάλωση Σεναρίων Αθλητικού Κέντρου - ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

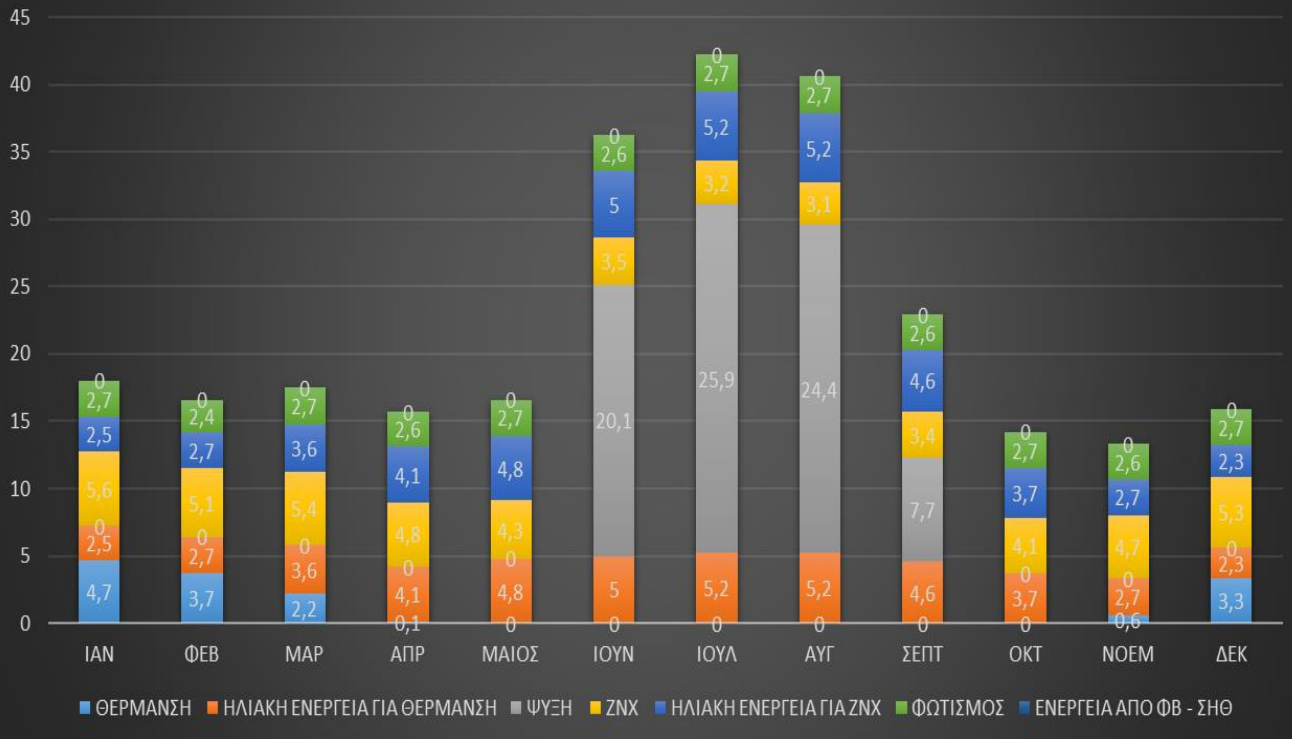
- Το σενάριο 1 καταναλώνει μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία της θέρμανσης από το σενάριο 2, καθώς η υποβοήθηση από την ηλιακή ενέργεια στον εξοπλισμό της θέρμανσης του δευτέρου επιφέρει λιγότερη κατανάλωση ηλεκτρισμού.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει λιγότερη ποσότητα για την λειτουργία της ψύξης από το σενάριο 2, γεγονός που οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία του εξοπλισμού της ΓΑΘ σε αντίθεση με το αερόψυκτο σύστημα. (καλύτερος βαθμός απόδοσης ΓΑΘ σε σχέση με την αντίστοιχη αερόψυκτη).
- Το σενάριο 1 καταναλώνει λίγο μεγαλύτερη ποσότητα για την λειτουργία παραγωγής ΖΝΧ από το σενάριο 2, καθώς η χρήση ηλιοθερμικών στοιχείων καλύπτει σε μεγάλο ποσοστό τις ανάγκες σε ΖΝΧ, ενώ η ΑΘ παράγει όταν δεν είναι δυνατό να καλυφθεί η ζήτηση από το παράλληλο σύστημα.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει ίση ποσότητα για τον τεχνητό φωτισμό με το σενάριο 2. Επειδή η παρέμβαση που σχετίζεται με τον φωτισμό είναι κοινή για τα δύο σενάρια δεν υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας.
- Το σενάριο 1 έχει μερίδιο ενέργειας από ΦΒ – ΣΗΘ σε σχέση με το σενάριο 2 που είναι μηδενική, καθώς πραγματοποιείται ηλεκτροπαραγωγή από ΦΒ συστήματα.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία της ΓΑΘ σε σχέση με την αερόψυκτη και στην κάλυψη μεγάλου ποσού ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται, από τον ενεργειακό συμψηφισμό των ΦΒ.
- Στο σενάριο 1 παρατηρείται πως η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας είναι εκκαθαρισμένη από την χρήση μονάδας παραγωγής από ΑΠΕ. Συγκεκριμένα από τις άλλες καταναλώσεις αφαιρείται η ενέργεια από τα ΦΒ με αποτέλεσμα η ετήσια να ανέρχεται στα 170,7 kWh/m².
- Στο σενάριο 2 παρατηρείται πως η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας είναι εκκαθαρισμένη από την χρήση ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση και το ΖΝΧ. Συγκεκριμένα από τις άλλες καταναλώσεις αφαιρείται η ηλιακή ενέργεια που

αξιοποιείται για την θέρμανση και το ΖΝΧ, με αποτέλεσμα η ετήσια να ανέρχεται στις 176,9 kWh/m².

Οι ανωτέρω συγκρίσεις αποτυπώνονται στο παρακάτω γράφημα. Συνάμα, απεικονίζονται γραφικά και τα στοιχεία του πίνακα 35 για κάθε σενάριο.



ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ kWh/m²



Τα δύο σενάρια καταναλώνουν για την κάλυψη των αναγκών από τον εξοπλισμό κυρίως ηλεκτρική ενέργεια ως καύσιμο. Η χρήση αυτής της μορφής έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή CO₂, η οποία υπολογίζεται μέσω συντελεστών μετατροπής. Οι σχετικοί παρουσιάζονται παρακάτω, όπως αναγράφονται στην TOTEE-20701-1-2017.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,9	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	0,7	0,347
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,5	---

Εικόνα 7.1-1: Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια

Οι εκπομπές CO₂ kgCO₂/m² υπολογίζονται για κάθε πηγή ενέργειας. Το λογισμικό για τα δύο σενάρια, αναφορικά με την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές CO₂ καταλήγει στα αποτελέσματα που φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	111,9	176,9
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΆΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	92,8
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	170,7	176,9

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	110,7	175
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΆΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	110,7	175

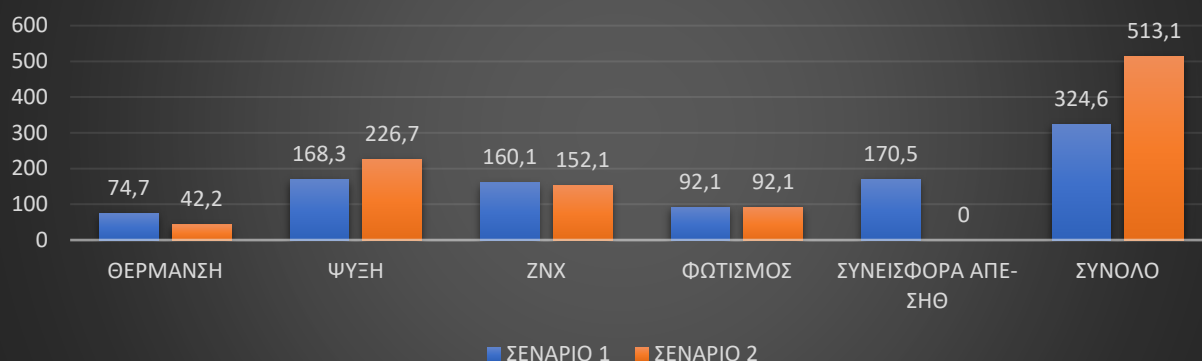
Πίνακας 7.1-2: Συγκριτικές καταναλώσεις καυσίμων και εκπομπών CO₂

Στους παραπάνω πίνακες παρατηρούνται τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 και το σενάριο 2 καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια 111,9 kWh/m² και 176,9 kWh/m² αντίστοιχα.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει διαφορά με την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση λόγω του ενεργειακού συμψηφισμού από την ηλεκτροπαραγωγή.
- Το σενάριο 2 εμφανίζει λόγω των ηλιοθερμικών από την πηγή ηλιακής ενέργειας 92,8 kWh/m².
- Το σενάριο 1, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 110,7 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 2, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 175 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 1 παρουσιάζει **μικρότερες εκπομπές CO₂** από το σενάριο 2, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα, πως το σενάριο 1 έχει μεγαλύτερα περιβαλλοντικά οφέλη.

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα σε επίπεδο πρωτογενούς ενέργειας ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας, τα δύο σενάρια καταλήγουν στα δεδομένα του παρακάτω πίνακα και απεικονίζονται στο γράφημα. Σημειώνεται πως η πρωτογενής ενέργεια προκύπτει από τους συντελεστές μετατροπής ανά καύσιμο. Επειδή ως επί το πλείστον, χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια, αξιοποιείται για τους υπολογισμούς ο αντίστοιχος συντελεστής με τιμή 2,9. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο παραπάνω συντελεστής δεν έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη το ολοένα και υψηλότερο μερίδιο στην πρωτογενή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m²)



ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	74,7	42,2
ΨΥΞΗ	168,3	226,7
ΖΝΧ	160,1	152,1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	92,1	92,1
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	170,5	0
ΣΥΝΟΛΟ	324,6	513,1
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	A	B+

Πίνακας 7.1-3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση των σεναρίων του Αθλητικού Κέντρου - ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Από τα παραπάνω δεδομένα παρατηρούνται τα κάτωθι:

- Για την θέρμανση, το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην κάλυψη των αναγκών του κτιρίου και από ηλιακή πηγή για το σενάριο 2, με αποτέλεσμα το αερόψυκτο σύστημα να καλύπτει την ζήτηση για φορτία αιχμής ή για ζήτηση κατά την οποία οι ηλιοθερμικές μονάδες βρίσκονται σε κατάσταση μερικής λειτουργίας.
- Για την ψύξη, το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα της ΓΑΘ σε αντίθεση με την αερόψυκτη.
- Για το ΖΝΧ, το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων, που λειτουργούν ως μονάδα βάσης για την κάλυψη της ζήτησης, ενώ η ΓΑΘ καλύπτει τα φορτία αιχμής ή την ζήτηση κατά την οποία οι ηλιοθερμικές μονάδες βρίσκονται λόγω διάφορων παραγόντων σε κατάσταση μερικής λειτουργίας.
- Για τον φωτισμό, το σενάριο 1 εμφανίζει ίση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην κοινή αξιοποίηση της αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού και στα δύο σεναρία.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ, στο κτίριο λόγω της ηλεκτροπαραγωγής μέσω ΦΒ σταθμού.

- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Συγκεκριμένα το κτίριο στο σενάριο 1 καταναλώνει 324,6 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 καταναλώνει 513,1 kWh/m².

Η παραπάνω ανάλυση αποδεικνύει πως το σενάριο 1 είναι αποδοτικότερο από το σενάριο 2. Ωστόσο πέρα από την ενεργειακή ανάλυση, για να κριθεί ποια από τις παρεμβάσεις συμφέρει, πρέπει να αξιολογηθεί και ως προς τον οικονομικό παράγοντα. Το λογισμικό από την έκθεση της οικονομοτεχνικής ανάλυσης καταλήγει στα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	142.490,60	128.374,40	52.149,70	82.434,10
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			439.430,00	323.450,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			472,5	284
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			59,3	35,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,4
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			145,5	81,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,8	7

Πίνακας 7.1-5: Συγκριση Οικονομοτεχνικής Ανάλυσης των σεναρίων του Αθλητικού Κέντρου - TEE - KENAK

Συνεπώς προκύπτουν τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 έχει μικρότερο λειτουργικό κόστος από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην αποδοτικότερη τεχνολογία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας έναντι της αερόψυκτης και στον ενεργειακό συμψηφισμό της ηλεκτροπαραγωγής από τα ΦΒ.
- Το σενάριο 1 έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος επένδυσης από το σενάριο 2. Το αρχικό κόστος επένδυσης είναι το συνολικό κόστος του εκάστοτε σεναρίου ως προς τον εξοπλισμό και την εγκατάστασή του. Η αερόψυκτη ΑΘ αποτελεί φθηνότερη τεχνολογία από την ΓΑΘ.
- Το σενάριο 1 εξοικονομεί μεγαλύτερη ποσότητα πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2, συγκριτικά με το υπάρχον κτίριο.
- Το σενάριο 1 έχει μικρότερη περίοδο αποπληρωμής από το σενάριο 2. Η επένδυση που περιγράφεται στο σενάριο 1, λόγω του μειωμένου λειτουργικού κόστους και της αποδοτικότερης λειτουργίας του, δύναται να αποπληρωθεί γρηγορότερα από την επένδυση του σεναρίου 2, παρόλο που εμφανίζει μικρότερο αρχικό κόστος επένδυσης.

Συνοψίζοντας, η ανάλυση των αποτελεσμάτων του TEE-KENAK για τα σενάρια του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου, υποδηλώνει πως το σενάριο 1 συμφέρει ως επένδυση, έναντι του σεναρίου 2, καθώς επιφέρει μεγαλύτερο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, έχει λιγότερα λειτουργικά κόστη και δύναται να αποπληρωθεί σε συντομότερο χρονικό διάστημα.

7.2) Σύγκριση – Ανάλυση – Κεντρική Βιβλιοθήκη – ΤΕΕ KENAK

Από την διαδικασία του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK τα δύο σενάρια κατατάσσουν το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης στην ενεργειακή κατηγορία **A**, για την αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας και ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και **B+**, για την αξιοποίηση αερόψυκτων αντλιών θερμότητας και ηλεκτροπαραγωγής με μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ, σε αντίθεση με το σενάριο 1. Οι ενεργειακές κατηγορίες υποδηλώνουν πως το πρώτο επιφέρει μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, άρα μεγαλύτερο συμφέρον ως προς την υλοποίηση του. Ωστόσο, θα πρέπει να αξιολογούνται οικονομικοί παράγοντες οι οποίοι είναι σχετικοί, με το πόσο συμφέρει μία επένδυση να υλοποιηθεί δεδομένων των λειτουργικών εξόδων, του αρχικού κόστους, καθώς και την περίοδο που η λειτουργία της θα επιφέρει ταχύτερη απόσβεση. Οι παραπάνω προβληματισμοί και οι ενεργειακές αναλύσεις των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται συγκριτικά στις επόμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου.

Αρχικά συγκρίνονται οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν, μεταξύ των δύο σεναρίων. Οι εν λόγω καταναλώσεις υπολογίζονται από το λογισμικό σε kWh/m² και αναλύονται για κάθε χρήση και για κάθε μήνα του έτους. Στο τέλος υπολογίζεται το συνολικό ετήσιο ποσό ενέργειας που δαπανάται για τις επιμέρους χρήσεις. Η παράθεση των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων γίνεται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - ΓΑΘ-ΦΒ-ΦΩΤΙΣΜΟΣ													
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	0,7	0,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,5	2,6
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΨΥΞΗ	0	0	0	0	0,4	1,1	1,9	1,8	0,5	0	0	0	5,7
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑ ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	15,2
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	6,3
ΣΥΝΟΛΟ	2	1,7	1,6	1,4	1,7	2,3	3,2	3,1	1,7	1,4	1,4	1,8	23,5
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΑΘ-ΗΛΙΑΚΑ-ΦΩΤΙΣΜΟΣ													
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ	ΕΤΗΣΙΟ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	1,1	0,8	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,8	3,8
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΨΥΞΗ	0	0	0	0	0,6	1,6	2,9	2,7	0,7	0	0	0	8,5
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑ ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	15,2
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	8,5
ΣΥΝΟΛΟ	2,4	2	1,8	1,4	1,9	2,9	4,2	4	2	1,4	1,5	2,1	27,5

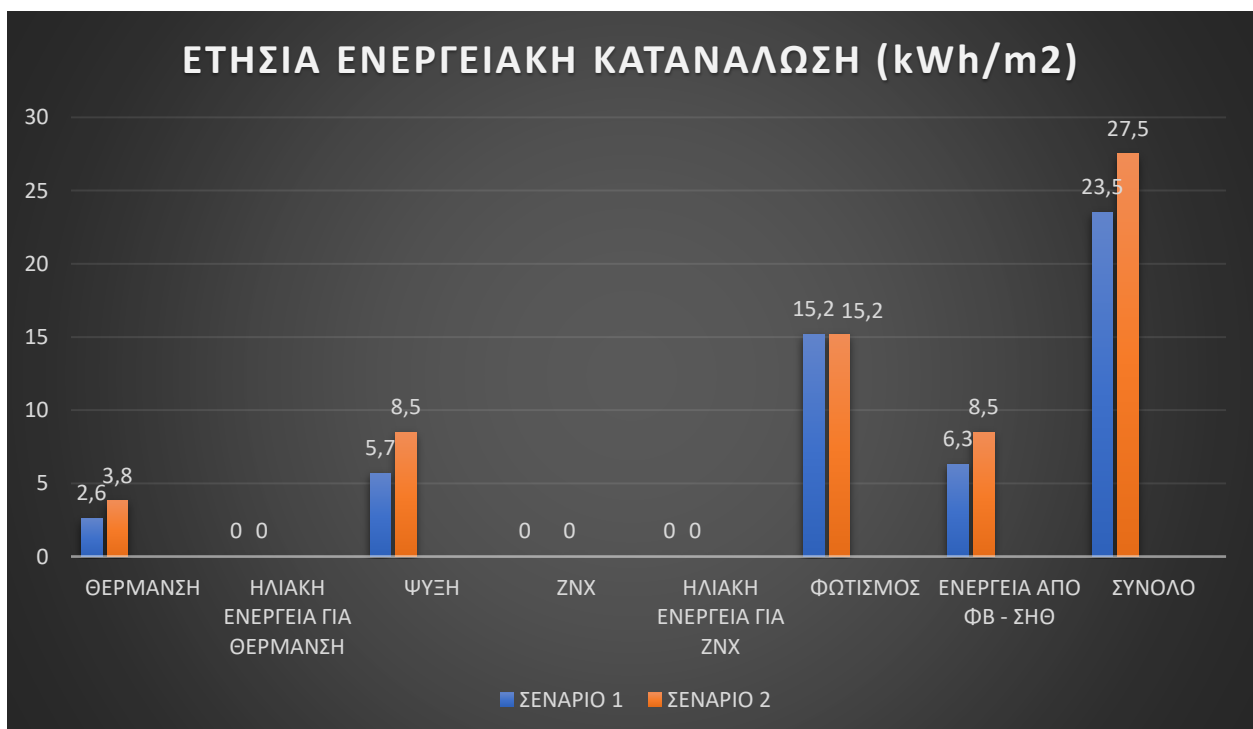
Πίνακας 7.2-1: Ενεργειακή Κατανάλωση σεναρίων Κεντρικής Βιβλιοθήκης – ΤΕΕ KENAK

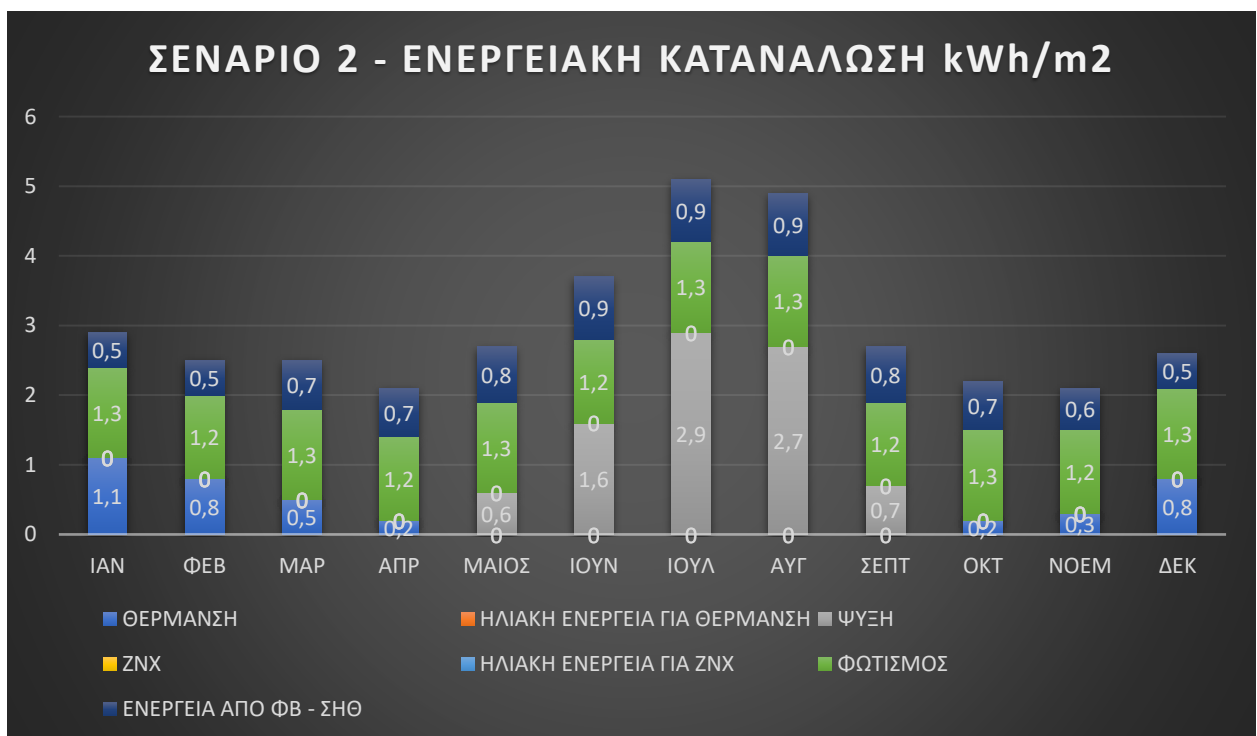
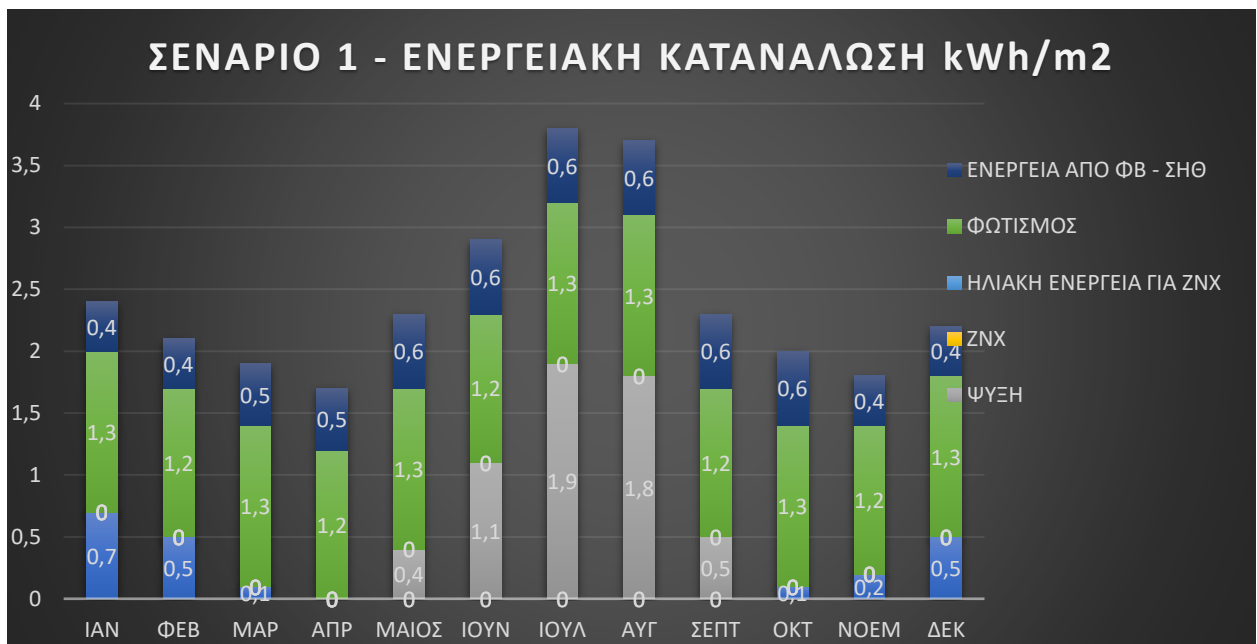
Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

- Το σενάριο 1 καταναλώνει μικρότερη ποσότητα ενέργειας για την θέρμανση από το σενάριο 2, καθώς η λειτουργία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι αποδοτικότερη από την αντίστοιχη αερόψυκτη (υψηλότερος βαθμός απόδοσης).
- Το σενάριο 1 καταναλώνει λιγότερη ποσότητα ενέργειας για την ψύξη από το σενάριο 2, γεγονός που οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία του εξοπλισμού της ΓΑΘ σε αντίθεση με το αερόψυκτο σύστημα. (καλύτερος βαθμός απόδοσης ΓΑΘ σε σχέση με την αντίστοιχη αερόψυκτη).

- Τα δύο σενάρια δεν καταναλώνουν ενέργεια για την παραγωγή ΖΝΧ, καθώς για κτίρια με χρήση βιβλιοθήκης, δεν υπολογίζονται καταναλώσεις.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει ίση ποσότητα ενέργειας για τον τεχνητό φωτισμό με το σενάριο 2. Επειδή η παρέμβαση που σχετίζεται με τον φωτισμό είναι κοινή για τα δύο σενάρια, δεν υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας.
- Το σενάριο 1 έχει μικρότερο μερίδιο ενέργειας από ΦΒ – ΣΗΘ σε σχέση με το σενάριο 2, καθώς στο δεύτερο εξετάζεται προσθήκη ΦΒ συστοιχίας και αντικατάσταση των παλαιότερων συστημάτων. Αυτό έχει αποτέλεσμα την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, οπότε και αύξηση της ηλεκτροπαραγωγής.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία της ΓΑΘ σε σχέση με την αερόψυκτη.
- Στο σενάριο 1 παρατηρείται πως η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας είναι εκκαθαρισμένη λόγω της παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ. Συγκεκριμένα από τις άλλες καταναλώσεις αφαιρείται η ενέργεια που παράγεται από τα ΦΒ, με αποτέλεσμα η ετήσια κατανάλωση ενέργειας να ανέρχεται στα 23,5 kWh/m².
- Στο σενάριο 2 παρατηρείται πως η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας είναι εκκαθαρισμένη λόγω της παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ. Συγκεκριμένα από τις άλλες καταναλώσεις αφαιρείται η ενέργεια που παράγεται από τα ΦΒ, με αποτέλεσμα η ετήσια κατανάλωση ενέργειας να ανέρχεται στα 27,5 kWh/m².

Οι παραπάνω συγκρίσεις αποτυπώνονται στο παρακάτω γράφημα. Συνάμα, απεικονίζονται γραφικά και τα στοιχεία του πίνακα 7.2-1 για κάθε σενάριο.





Τα δύο σενάρια καταναλώνουν για την κάλυψη των αναγκών από τον εξοπλισμό κυρίως ηλεκτρισμό ως καύσιμο. Η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή CO₂, η οποία υπολογίζεται μέσω συντελεστών μετατροπής που παρουσιάζονται παρακάτω.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,9	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	0,7	0,347
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,5	---

Εικόνα 7.2-1: Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και εκπομπών CO₂ - TOTEE 20701-1

Οι εκπομπές CO₂ kgCO₂/m² υπολογίζονται για κάθε πηγή ενέργειας. Το λογισμικό για τα δύο σενάρια, αναφορικά με την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές CO₂ καταλήγει στα αποτελέσματα που φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	17,2	18,9
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΑΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	23,5	27,5

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	17	18,7
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΑΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	17	18,7

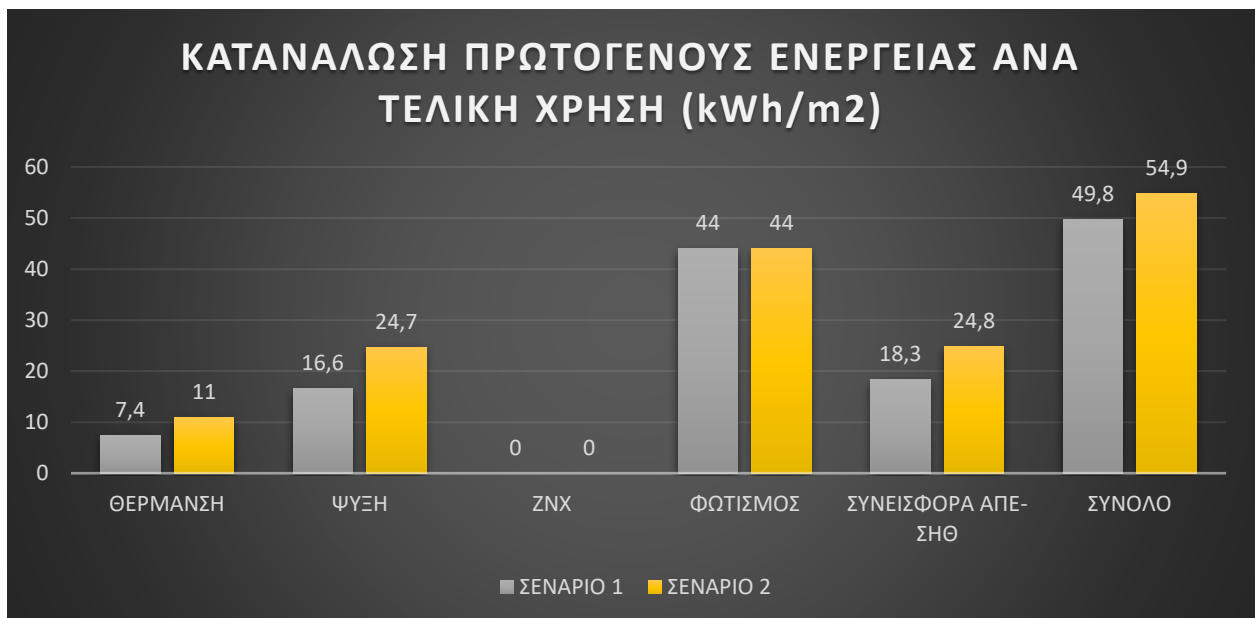
Πίνακας 7.2-2: Συγκριτικοί πίνακες κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών CO₂ Κεντρικής Βιβλιοθήκης - TEEKENAK

Παρατηρούνται τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 και το σενάριο 2 καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια 17,2 kWh/m² και 18,9 kWh/m² αντίστοιχα.

- Το σενάριο 1 και το σενάριο 2 εμφανίζουν διαφορά μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμων και της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης, λόγω του ενεργειακού συμψηφισμού από την ηλεκτροπαραγωγή.
- Το σενάριο 1, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 17 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 2, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 18,7 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 1 παρουσιάζει **μικρότερες εκπομπές CO₂** από το σενάριο 2, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα, πως το πρώτο έχει μεγαλύτερα περιβαλλοντικά οφέλη.

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα σε επίπεδο πρωτογενούς ενέργειας ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας, τα δύο σενάρια εμφανίζουν τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα και απεικονίζονται στο γράφημα.



ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	7,4	11
ΨΥΞΗ	16,6	24,7
ΖΝΧ	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	44	44
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	18,3	24,8
ΣΥΝΟΛΟ	49,8	54,9
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	A	B+

Πίνακας 7.2-3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σεναρίων Κεντρική Βιβλιοθήκης - ΤΕΕΚΕΝΑΚ

Από τα ανωτέρω βγαίνουν τα εξής συμπεράσματα:

- Για την θέρμανση, το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα της ΓΑΘ σε αντίθεση με την αερόψυκτη.
- Για την ψύξη, το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα της ΓΑΘ σε αντίθεση με την αερόψυκτη.
- Για το ΖΝΧ, το σενάριο 1 και το σενάριο 2 δεν εμφανίζουν κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, καθώς δεν υπολογίζεται κατανάλωση ΖΝΧ για κτίρια με χρήση βιβλιοθήκης.
- Για τον φωτισμό, το σενάριο 1 εμφανίζει ίση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην κοινή αξιοποίηση της αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού και στα δύο σενάρια.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ από το σενάριο 2 στο κτίριο, λόγω της αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος της μονάδας παραγωγής του δευτέρου.
- **Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.** Συγκεκριμένα το κτίριο στο σενάριο 1 καταναλώνει 49,8 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 καταναλώνει 54,9 kWh/m².

Η παραπάνω ανάλυση αποδεικνύει πως το σενάριο 1 είναι ενεργειακά αποδοτικότερο από το σενάριο 2. Ωστόσο πέρα από την ενεργειακή ανάλυση, για να κριθεί αν ένα σενάριο συμφέρει, πρέπει να αξιολογηθεί και ως προς τον οικονομικό παράγοντα. Το λογισμικό από την έκθεση της οικονομοτεχνικής ανάλυσης καταλήγει στα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	48.744,50	82.840,60	23.854,70	26.323,20
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			300.610,00	272.150,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			123	117,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			76,3	73,1
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,3
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			42	40,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,1	4,8

Πίνακας 7.2-4: Οικονομοτεχνικής ανάλυση λογισμικού TEE-KENAK για τα σενάρια της Κεντρικής Βιβλιοθήκης

Από τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης προκύπτουν τα κάτωθι:

- Για το σενάριο 1 προκύπτει μικρότερο λειτουργικό κόστος από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην αποδοτικότερη τεχνολογία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας έναντι της αερόψυκτης και στον ενεργειακό συμψηφισμό της ηλεκτροπαραγωγής από τα ΦΒ.

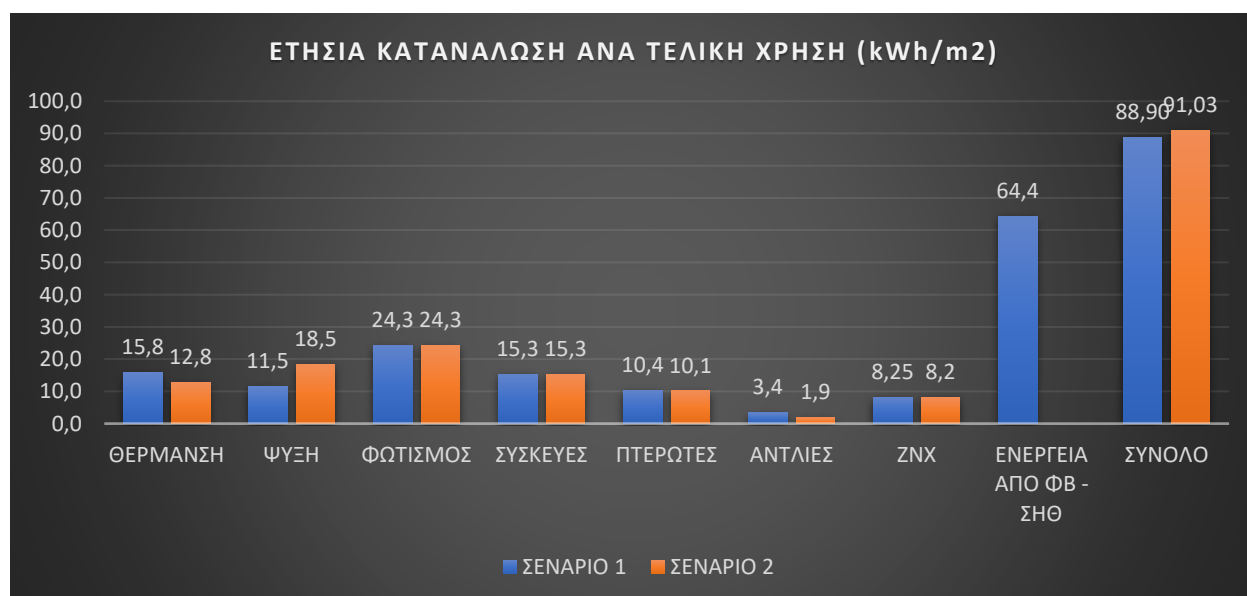
- Το σενάριο 1 έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος επένδυσης από το σενάριο 2. Το αρχικό κόστος επένδυσης αποτελεί το συνολικό κόστος του εκάστοτε σεναρίου ως προς τον εξοπλισμό και την εγκατάστασή του. Η αερόψυκτη ΑΘ αποτελεί φθηνότερη τεχνολογία από την ΓΑΘ.
- Το σενάριο 1 εξοικονομεί μεγαλύτερη ποσότητα πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2 συγκριτικά με το υπάρχον κτίριο.
- Το σενάριο 1 έχει σχεδόν ίδια περίοδο αποπληρωμής με το σενάριο 2.

Συνοψίζοντας, η ανάλυση των αποτελεσμάτων του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ για τα σενάρια του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου, **υποδηλώνει πως το σενάριο 1 συμφέρει ως επένδυση, έναντι του σεναρίου 2**, καθώς επιφέρει μεγαλύτερο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, έχει λιγότερα λειτουργικά κόστη και δύναται να αποπληρωθεί σε παρόμοιο χρονικό διάστημα, αν και ελάχιστα μεγαλύτερο.

7.3) Σύγκριση – Ανάλυση – Αθλητικό Κέντρο – OpenStudio & Energy+

Για την σύγκριση και την ανάλυση μέσω του λογισμικού OpenStudio & Energy+, γίνεται προσπάθεια επεξεργασίας των αποτελεσμάτων και παράλληλα παρουσίασή τους, με τρόπο όμοιο με αυτά του TEE-KENAK. Ο λόγος είναι η πραγματοποίηση σύγκρισης μεταξύ των δύο λογισμικών, σε όμοια πεδία στο βαθμό που είναι εφικτό. Το λογισμικό αυτό, όπως έχει αναφερθεί, δεν χρησιμοποιεί αλφαβητική κλίμακα δυνητικών ενεργειακών κατηγοριών. Παράλληλα δεν εκτελείται οικονομική αξιολόγηση, όπως αναφέρεται στην εισαγωγή της ενότητας 7.

Αρχικά, συγκρίνονται οι ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις ανά τελική χρήση, σε kWh/m² που προκύπτουν από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των κεφαλαίων 6.1 και 6.2. Η σύγκριση αυτή απεικονίζεται στο παρακάτω γράφημα και τον αντίστοιχο πίνακα.



ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	15,8	12,8
ΨΥΞΗ	11,5	18,5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	24,3	24,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	15,3	15,3
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	10,4	10,1
ΑΝΤΛΙΕΣ	3,4	1,9
ΖΝΧ	8,3	8,2
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	64,4	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	88,9	91,0

Πίνακας 7.3-1: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας σεναρίων Αθλητικού Κέντρου - OpenStudio

Παρατηρώντας το γράφημα και τον πίνακα προκύπτουν τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 καταναλώνει μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία της θέρμανσης από το σενάριο 2, καθώς η λειτουργία υποβοήθησης μέσω ηλιοθερμικών συστημάτων καθιστά την λειτουργία του αερόψυκτου συστήματος λιγότερο ενεργοβόρα.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει λιγότερη ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία της ψύξης από το σενάριο 2, γεγονός που οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία του εξοπλισμού της ΓΑΘ σε αντίθεση με το αερόψυκτο σύστημα (καλύτερος βαθμός απόδοσης ΓΑΘ σε σχέση με την αντίστοιχη αερόψυκτη).
- Το σενάριο 1 καταναλώνει μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία του ΖΝΧ από το σενάριο 2, γεγονός που οφείλεται στην χρήση ηλιακής ενέργειας.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει ίση ποσότητα για τον τεχνητό φωτισμό με το σενάριο 2. Επειδή η παρέμβαση που σχετίζεται με τον φωτισμό είναι κοινή για τα δύο σενάρια, δεν υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει ίση ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία των συσκευών με το σενάριο 2, καθώς δεν διαφοροποιείται η χρήση και το φορτίο τους μεταξύ των δύο περιπτώσεων.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των πτερωτών (ανεμιστήρες διανομής) από το σενάριο 2.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των αντλιών από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αντλητική διαδικασία του εργαζόμενου ρευστού από και προς τους γεωεναλλάκτες, καθώς και στην λειτουργία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μερίδιο ενέργειας από ΦΒ – ΣΗΘ σε σχέση με το σενάριο 2, καθώς στο δεύτερο δεν εξετάζεται προσθήκη ΦΒ. Το μερίδιο κρίνεται ως ιδιαίτερα υψηλό, καθώς αριθμητικά μπορεί να καλύψει μεγάλο ποσό από τις υπόλοιπες λειτουργίες.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία της ΓΑΘ σε σχέση με την αερόψυκτη και κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή μέσω ΦΒ συστημάτων.

Για τα δύο σενάρια όμοια με το TEE-KENAK, υπολογίζονται οι καταναλώσεις καυσίμου σε kWh ανά μονάδα επιφάνειας και για καύσιμο τον ηλεκτρισμό. Παράλληλα από τον συντελεστή 0,989, σχετικό με τις εκπομπές CO₂ από την ηλεκτρική ενέργεια, υπολογίζονται και οι αντίστοιχες ποσότητες kgCO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (NET)	24,50	91,00
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΆΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	88,9	91,00
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (NET)	24,2	90,0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΆΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	24,2	90,0

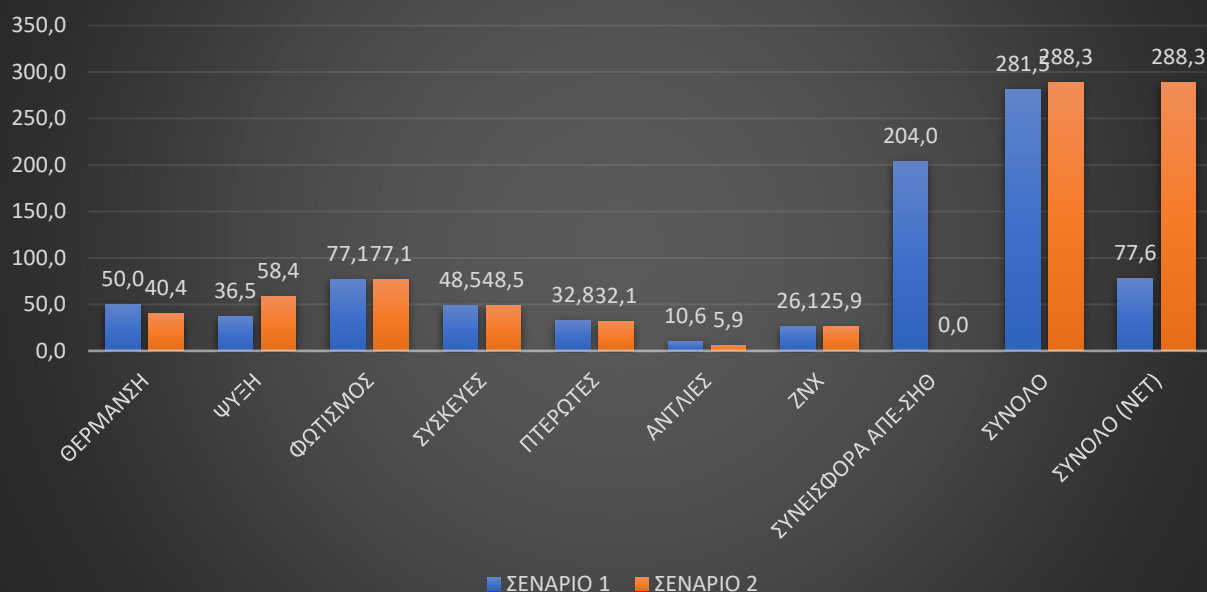
Πίνακας 7.3-2: Συγκριτικοί πίνακες κατανάλωσης καυσίμων και εκπομπών CO₂ των σεναρίων του Αθλητικού Κέντρου - OpenStudio

Στους πίνακες αυτούς παρατηρούνται τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 και το σενάριο 2 καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια 88,9 kWh/m² (εκκαθαρίζεται σε 24,5 kWh/m² λόγω του συμψηφισμού των ΦΒ) και 91 kWh/m² αντίστοιχα.
- Το σενάριο 1, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 24,2 kgCO₂/m² (έπειτα της εκκαθάρισης του συμψηφισμού).
- Το σενάριο 2, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 90 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 1 παρουσιάζει **μικρότερες εκπομπές CO₂** από το σενάριο 2, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα, πως το πρώτο προσφέρει μεγαλύτερα περιβαλλοντικά οφέλη.

Τελευταίο στάδιο της σύγκρισης αποτελεί η μετατροπή των προηγούμενων καταναλώσεων σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση. Όπως αναφέρεται στα κεφάλαια της ενότητας 6, το OpenStudio χρησιμοποιεί διαφορετικούς συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια. Υπενθυμίζεται πως για την ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται ο συντελεστής 3,167. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται στον παρακάτω πίνακα και απεικονίζονται σε συγκριτικό γράφημα.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m²)



ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m ²)		
	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	50,0	40,4
ΨΥΞΗ	36,5	58,4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	77,1	77,1
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	48,5	48,5
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	32,8	32,1
ΑΝΤΛΙΕΣ	10,6	5,9
ΖΝΧ	26,1	25,9
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	204,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	281,5	288,3
ΣΥΝΟΛΟ (NET)	77,6	288,3

Πίνακας 7.3-3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανα τελική χρήση σεναρίων Αθλητικού Κέντρου - Openstudio

Από την σύγκριση της πρωτογενούς ενέργειας προκύπτουν τα κάτωθι:

- Για την θέρμανση, το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην συμμετοχή της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του δευτέρου.
- Για την ψύξη, το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα της ΓΑΘ σε αντίθεση με την αερόψυκτη ΑΘ.

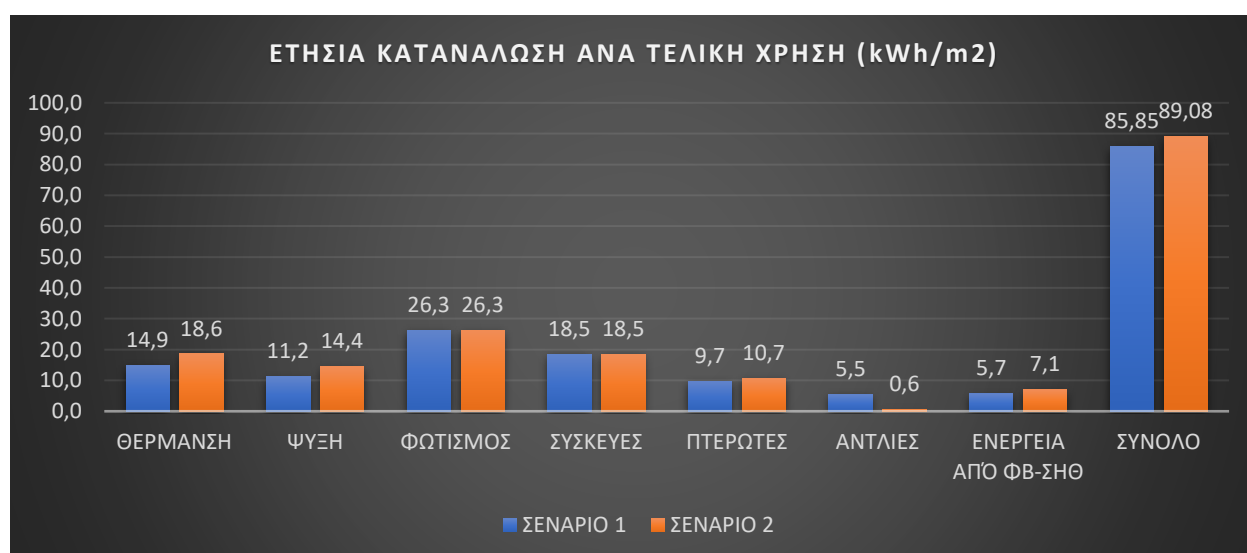
- Για τον φωτισμό, το σενάριο 1 εμφανίζει ίση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην κοινή αξιοποίηση της αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού και στα δύο σενάρια.
- Για τις συσκευές, τα δύο σενάρια εμφανίζουν ίδια κατανάλωση ενέργειας, καθώς δεν διαφοροποιείται η λειτουργία μεταξύ τους.
- Για τις πτερωτές (ανεμιστήρες διανομής), το σενάριο 1 εμφανίζει ελάχιστα μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.
- Για τις αντλίες, το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση από το σενάριο 2.
- Για το ΖΝΧ, το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση από το σενάριο 2, λόγω της χρήσης ηλιακών συστημάτων στο δεύτερο.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει υψηλή συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ, λόγω της χρήσης ΦΒ συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.** Συγκεκριμένα το κτίριο στο σενάριο 1 καταναλώνει 281,5 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 καταναλώνει 288,3 kWh/m².
- **Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (NET) από το σενάριο 2, ύστερα από την εκκαθάριση, που προκύπτει από την αφαίρεση της συνεισφοράς ΑΠΕ-ΣΗΘ.** Συγκεκριμένα το κτίριο στο σενάριο 1 καταναλώνει 77,6 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 καταναλώνει 288,3 kWh/m².

Συνοψίζοντας, η ανάλυση των αποτελεσμάτων του OpenStudio για τα σενάρια του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, υποδηλώνει πως το **σενάριο 1 υπερτερεί έναντι του σεναρίου 2**. Οι καταναλώσεις τόσο του βασικού καυσίμου, της ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και της πρωτογενούς ενέργειας είναι αριθμητικά μικρότερες σε αντίθεση με του σεναρίου 2. Σε μεγάλο ποσοστό αυτό οφείλεται στην αξιοποίηση του ΦΒ συστήματος και παράλληλα στον ενεργειακό συμψηφισμό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλο που δεν πραγματοποιείται οικονομοτεχνική ανάλυση σε αυτό το στάδιο της παρούσας μελέτης, το σενάριο 1 εμφανίζεται ως επικρατέστερο.

7.4) Σύγκριση–Ανάλυση–Κεντρική Βιβλιοθήκη–OpenStudio & Energy+

Για την σύγκριση και την ανάλυση μέσω του λογισμικού OpenStudio & Energy+, γίνεται προσπάθεια επεξεργασίας των αποτελεσμάτων και παράλληλα παρουσίασή τους, με τρόπο όμοιο με αυτά του TEE-KENAK. Ο λόγος είναι η πραγματοποίηση σύγκρισης μεταξύ των δύο λογισμικών, σε όμοια πεδία στο βαθμό που είναι εφικτό. Το λογισμικό αυτό, όπως έχει αναφερθεί, δεν χρησιμοποιεί αλφαβητική κλίμακα δυνητικών ενεργειακών κατηγοριών. Παράλληλα δεν εκτελείται οικονομική αξιολόγηση, όπως αναφέρεται στην εισαγωγή της ενότητας 7.

Αρχικά, συγκρίνονται οι ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις ανά τελική χρήση, σε kWh/m² που προκύπτουν από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των κεφαλαίων 6.3 και 6.4. Η σύγκριση αυτή απεικονίζεται στο παρακάτω γράφημα και τον αντίστοιχο πίνακα.



	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	14,9	18,6
ΨΥΞΗ	11,2	14,4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	26,3	26,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	18,5	18,5
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	9,7	10,7
ΑΝΤΛΙΕΣ	5,5	0,6
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ-ΣΗΘ	5,7	7,1
ΣΥΝΟΛΟ	85,85	89,08

Πίνακας 7.4-1: Ετήσια κατανάλωσης ενέργειας των σεναρίων της Κεντρικής Βιβλιοθήκης - OpenStudio

Παρατηρώντας το γράφημα και τον πίνακα 7.4-1 προκύπτουν τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 καταναλώνει μικρότερη ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία της θέρμανσης από το σενάριο 2, καθώς η λειτουργία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι αποδοτικότερη από την αντίστοιχη αερόψυκτη (υψηλότερος βαθμός απόδοσης).
- Το σενάριο 1 καταναλώνει λιγότερη ποσότητα ενέργειας για την λειτουργία της ψύξης από το σενάριο 2, γεγονός που οφείλεται στην αποδοτικότερη λειτουργία του εξοπλισμού της ΓΑΘ σε αντίθεση με το αερόψυκτο σύστημα. (καλύτερος βαθμός απόδοσης ΓΑΘ σε σχέση με την αντίστοιχη αερόψυκτη).
- Για τα δύο σενάρια δεν υλοποιείται σύστημα παραγωγής ΖΝΧ στο OpenStudio, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (για τα κτίρια με χρήση βιβλιοθήκης).
- Το σενάριο 1 καταναλώνει ίση ποσότητα για τον τεχνητό φωτισμό με το σενάριο 2. Επειδή η παρέμβαση που σχετίζεται με τον φωτισμό είναι κοινή για τα δύο σενάρια, δεν υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει μικρότερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των πτερωτών (ανεμιστήρες διανομής) από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται πιθανώς στην μεγαλύτερη ανάγκη σε ενέργεια στο δεύτερο.
- Το σενάριο 1 καταναλώνει μικρότερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των αντλιών από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αντλητική διαδικασία του εργαζόμενου ρευστού από και προς τους γεωεναλλάκτες, καθώς και στην λειτουργία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.
- Το σενάριο 1 έχει μικρότερο μερίδιο ενέργειας από ΦΒ – ΣΗΘ σε σχέση με το σενάριο 2, καθώς στο δεύτερο εξετάζεται προσθήκη επιπλέον ΦΒ συστοιχίας και αντικατάσταση των παλαιότερων συστημάτων. Αυτό έχει αποτέλεσμα την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, οπότε και αύξηση της ηλεκτροπαραγωγής.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αποδοτικότερη λειτουργία της ΓΑΘ σε σχέση με την αερόψυκτη.

Για τα δύο σενάρια όμοια με το TEE-KENAK, υπολογίζονται οι καταναλώσεις καυσίμου σε kWh ανά μονάδα επιφάνειας και για καύσιμο τον ηλεκτρισμό. Παράλληλα από τον συντελεστή 0,989, σχετικό με τις εκπομπές CO₂ από την ηλεκτρική ενέργεια υπολογίζονται και οι αντίστοιχες ποσότητες kgCO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (kWh/m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	80,25	82,16
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΑΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	85,85	89,08
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²) - ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	79,4	81,3
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	0	0
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	0	0
ΑΛΛΑ ΟΡΥΚΤΑ	0	0
ΗΛΙΑΚΗ	0	0
ΒΙΟΜΑΖΑ	0	0
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	0
ΆΛΛΟ ΑΠΕ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	79,4	81,3

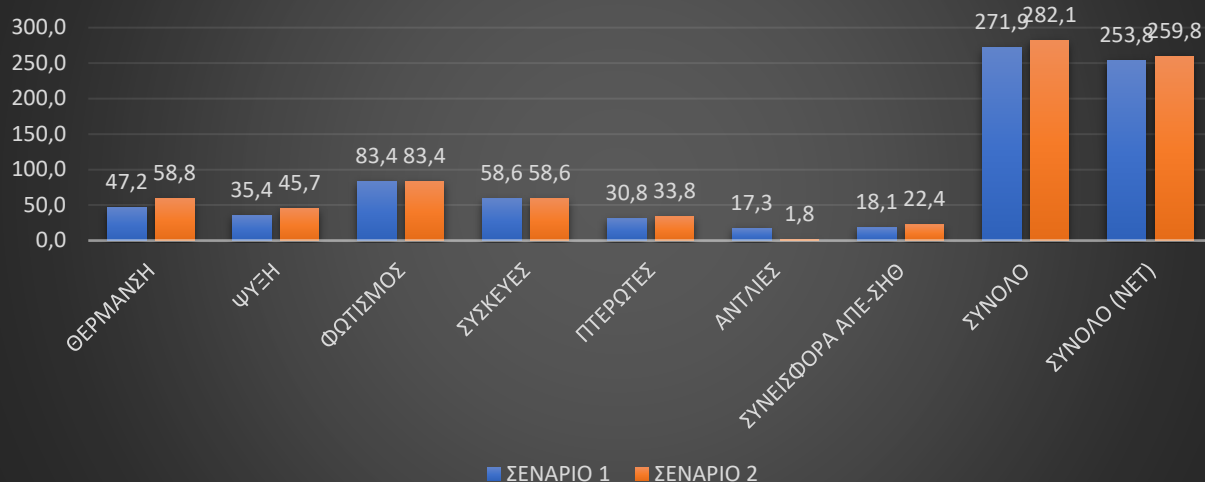
Πίνακας 7.4-2: Συγκριτικοί πίνακες κατανάλωσης καυσίμων και εκπομπών CO₂ των σεναρίων της Κεντρικής Βιβλιοθήκης - OpenStudio

Από τους πίνακες αυτούς προκύπτουν τα κάτωθι:

- Το σενάριο 1 και το σενάριο 2 καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια 80,25 kWh/m² και 82,16 kWh/m² αντίστοιχα.
- Το σενάριο 1 και το σενάριο 2 εμφανίζουν διαφορά περί 5,7 kWh/m² και 7,1 kWh/m² αντίστοιχα, μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμων και της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης, λόγω του ενεργειακού συμψηφισμού με την ηλεκτροπαραγωγή.
- Το σενάριο 1, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 79,4 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 2, σύμφωνα με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής, έχει εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας 81,3 kgCO₂/m².
- Το σενάριο 1 παρουσιάζει **μικρότερες εκπομπές CO₂** από το σενάριο 2, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα, πως το πρώτο προσφέρει μεγαλύτερα περιβαλλοντικά οφέλη.

Τελευταίο στάδιο της σύγκρισης αποτελεί η μετατροπή των προηγούμενων καταναλώσεων σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση. Όπως αναφέρεται στα κεφάλαια της ενότητας 6, το OpenStudio χρησιμοποιεί διαφορετικούς συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια. Υπενθυμίζεται πως για την ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται ο συντελεστής 3,167. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται στον παρακάτω πίνακα και απεικονίζονται σε συγκριτικό γράφημα.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m²)



ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m ²)		
	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΣΕΝΑΡΙΟ 2
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	47,2	58,8
ΨΥΞΗ	35,4	45,7
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	83,4	83,4
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	58,6	58,6
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	30,8	33,8
ΑΝΤΛΙΕΣ	17,3	1,8
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	18,1	22,4
ΣΥΝΟΛΟ	271,9	282,1
ΣΥΝΟΛΟ (NET)	253,8	259,8

Πίνακας 7.4-3: Καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση σεναρίων Κεντρικής Βιβλιοθήκης – OpenStudio

Από την σύγκριση της πρωτογενούς ενέργειας προκύπτουν τα κάτωθι:

- Για την θέρμανση, το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα της ΓΑΘ σε αντίθεση με την αερόψυκτη.
- Για την ψύξη, το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη αποδοτικότητα της ΓΑΘ σε αντίθεση με την αερόψυκτη.
- Για τον φωτισμό, το σενάριο 1 εμφανίζει ίση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το σενάριο 2. Αυτό οφείλεται στην κοινή αξιοποίηση της αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού και στα δύο σενάρια.
- Για τις πτερωτές (ανεμιστήρες διανομής), το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.

- Για τις αντλίες, το σενάριο 1 εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση από το σενάριο 2.
- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ από το σενάριο 2, λόγω της αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος της μονάδας παραγωγής του δευτέρου, μέσω προσθήκης μίας ακόμα χωροθέτησης ΦΒ στοιχείων.
- **Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.** Συγκεκριμένα το κτίριο στο σενάριο 1 καταναλώνει 271,9 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 καταναλώνει 282,1 kWh/m².
- **Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (NET) από το σενάριο 2, ύστερα από την εκκαθάριση, που προκύπτει από την αφαίρεση της συνεισφοράς ΑΠΕ-ΣΗΘ.** Συγκεκριμένα το κτίριο στο σενάριο 1 καταναλώνει 253,8 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 καταναλώνει 259,8 kWh/m².

Συνοψίζοντας, η ανάλυση των αποτελεσμάτων του OpenStudio για τα σενάρια του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, υποδηλώνει πως **το σενάριο 1 υπερτερεί έναντι του σεναρίου 2.** Οι καταναλώσεις τόσο του βασικού καυσίμου, της ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και της πρωτογενούς ενέργειας είναι αριθμητικά μικρότερες σε αντίθεση με του σεναρίου 2. Παρόλο που δεν πραγματοποιείται οικονομοτεχνική ανάλυση σε αυτό το στάδιο της παρούσας μελέτης, το σενάριο 1 εμφανίζεται ως επικρατέστερο.

8) Συγκρίσεις Μεταξύ των Λογισμικών TEE-KENAK και OpenStudio

Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο λογισμικών. Η διαδικασία επικεντρώνεται στην αντιπαράθεση των αποτελεσμάτων της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου, της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂. Συγκεκριμένα, από την παρουσίαση συγκεντρωτικών πινάκων και γραφημάτων, επιδιώκεται τόσο η αναγνώριση των ποσοτικών διαφορών των βασικών ενεργειακών δεικτών, λόγω της διαφορετικής μεθοδολογίας των δύο προγραμμάτων, όσο και η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων από τα δύο λογισμικά. Αναμένεται πως τα αποτελέσματα θα παρουσιάζουν σημαντικές ποσοτικές διαφορές. Ωστόσο, ο κύριος στόχος είναι η κοινή σύγκλιση των δύο λογισμικών ως προς το σενάριο που αποδεικνύεται αποδοτικότερο. Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται η ανάλυση αυτών.

8.1) Σύγκριση TEE-KENAK-OpenStudio – Αθλητικό Κέντρο

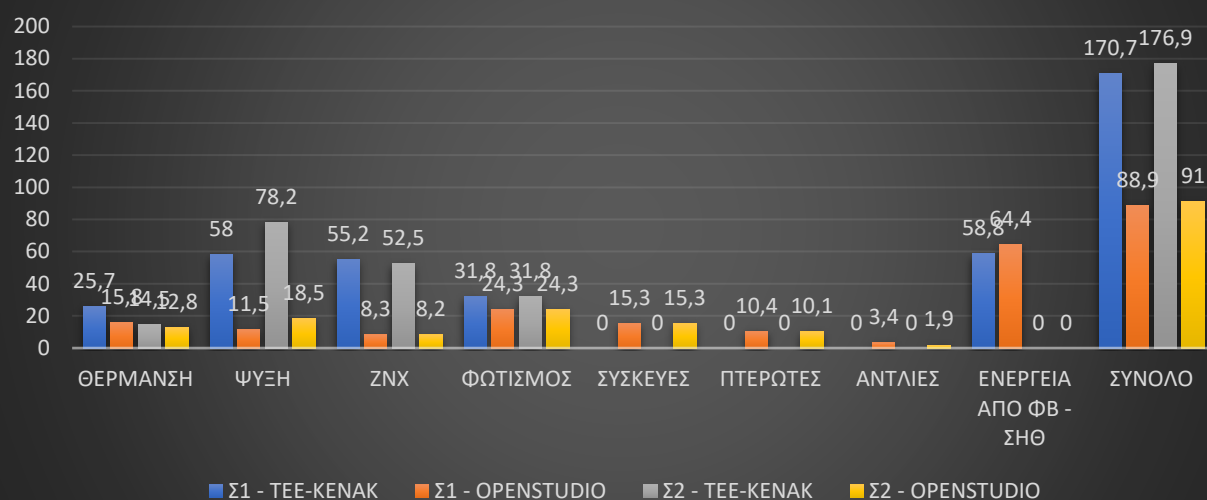
Στα προηγούμενα κεφάλαια προηγήθηκε σύγκριση μεταξύ των δύο σεναρίων του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου και στα δύο λογισμικά. Τα αποτελέσματα και η παρουσίασή τους προσαρμόστηκαν σε βαθμό που είναι εφικτή η συμβατότητά τους. Συγκρίνονται οι βασικοί δείκτες ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση, η αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και οι εκπομπές CO₂. Μέσα από την αντιπαράθεση τονίζονται και αναλύονται οι διαφορές των αποτελεσμάτων. Ωστόσο ο κύριος στόχος είναι τα δύο λογισμικά να συγκλίνουν στην επιλογή του ίδιου σεναρίου.

Αρχικά, συγκρίνεται η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας (kWh/m²). Τα στοιχεία συγκεντρώνονται σε πίνακα και απεικονίζονται συγκριτικά σε γράφημα, με τρόπο που ακολουθεί την νόρμα των κεφαλαίων της προηγούμενης ενότητας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	Σ1 - TEE-KENAK	Σ1 - OPENSTUDIO	Σ2 - TEE-KENAK	Σ2 - OPENSTUDIO
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	25,7	15,8	14,5	12,8
ΨΥΞΗ	58	11,5	78,2	18,5
ΖΝΧ	55,2	8,3	52,5	8,2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	31,8	24,3	31,8	24,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	0	15,3	0	15,3
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	0	10,4	0	10,1
ΑΝΤΛΙΕΣ	0	3,4	0	1,9
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	58,8	64,4	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	170,7	88,9	176,9	91

Πίνακας 8.1-1: Συγκριτικός πίνακας ενεργειακής κατανάλωσης των σεναρίων του Αθλητικού Κέντρου - TEE-KENAK και OpenStudio

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m²)



Παρατηρούνται τα κάτωθι για την ενεργειακή κατανάλωση:

- Στη θέρμανση και στα δύο προγράμματα το σενάριο 1 έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση. Πράγματι, λόγω της χρήσης της ηλιακής υποβοήθησης η κατανάλωση της θέρμανσης μειώνεται. Ωστόσο στο TEE-KENAK οι τιμές είναι μεγαλύτερες από το Openstudio. Πιθανός λόγος αποτελεί η διαφορετική λειτουργία υπολογισμού του συστήματος και η αξιοποίηση της αυτόματης διαστασιολόγησής του.
- Στη ψύξη και στα δύο προγράμματα το σενάριο 2 έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση. Το αερόψυκτο σύστημα έχει λιγότερο αποδοτική λειτουργία από την ΓΑΘ. Ωστόσο στο TEE-KENAK οι τιμές είναι μεγαλύτερες. Πιθανός λόγος αποτελεί η διαφορετική λειτουργία υπολογισμού του συστήματος και η αξιοποίηση της αυτόματης διαστασιολόγησής του.
- Στο ZNX και στα δύο προγράμματα το σενάριο 1 έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Πράγματι στο σενάριο 2, λόγω της χρήσης της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ZNX, παρατηρείται μειωμένη κατανάλωση. Ωστόσο στο TEE-KENAK οι τιμές είναι μεγαλύτερες από το Openstudio και στο τελευταίο οι καταναλώσεις ενέργειας είναι σχετικά κοντά. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην αυτόματη διαστασιολόγηση και στην δυνατότητα ορισμού ατόμων και ημερήσιων προγραμμάτων για την καλύτερη περιγραφή της ζήτησης στο συγκεκριμένο φορτίο.
- Στο φωτισμό και στα δύο προγράμματα παρατηρείται ίση τιμή μεταξύ των δύο σεναρίων. Λόγω της κοινής χρήσης των δύο σεναρίων της αναβάθμισης του φωτισμού, δεν υπάρχει διαφοροποίηση. Ωστόσο παρατηρείται διαφορά στις τιμές του OpenStudio με το TEE-KENAK. Στο OpenStudio η χρήση του φωτισμού ελέγχεται από λεπτομερέστερα προγράμματα λειτουργίας.
- Στις κατηγορίες των συσκευών, αντλιών και πτερωτών δεν εμφανίζονται καταναλώσεις στο λογισμικό TEE-KENAK. Στο Openstudio διακρίνεται μία πιο λεπτομερής υπολογιστική διαδικασία, απ' όπου προκύπτουν και καταναλώσεις από

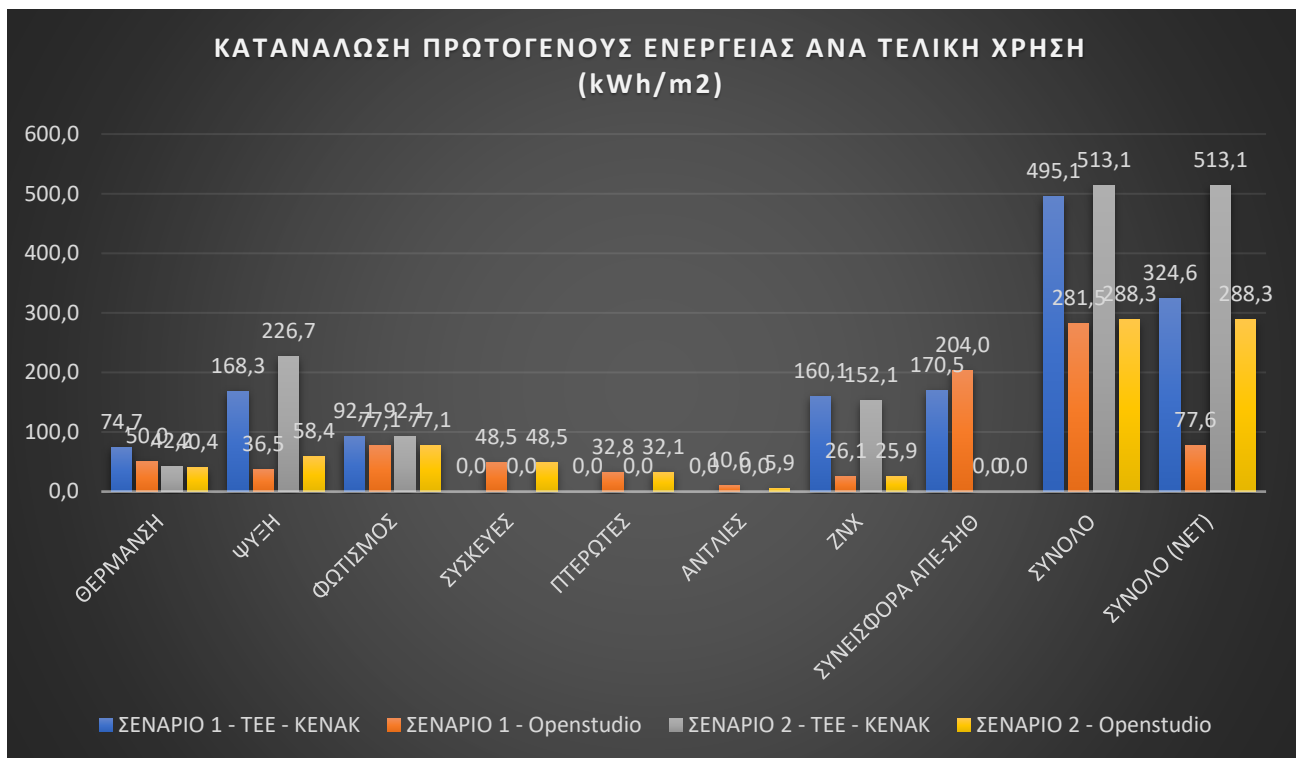
την λειτουργία των βρόγχων των συστημάτων, καθώς και καταναλώσεις από τον ηλεκτρικό εξοπλισμό των ζωνών (πχ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές).

- Στην ενέργεια από ΦΒ-ΣΗΘ τα αποτελέσματα και στα δύο λογισμικά για το σενάριο 1 είναι σχετικά κοντά. Παρόλο που τα δύο λογισμικά χρησιμοποιούν διαφορετικά δεδομένα για τον υπολογισμό της παραγωγής, τα αποτελέσματα συγκλίνουν σημαντικά. Το TEE-KENAK αξιοποιεί το είδος του ΦΒ στοιχείου, τον βαθμό απόδοσης, την επιφάνεια που καλύπτει το σύστημα και την συνολική εγκατεστημένη ισχύ της συστοιχίας. Στον αντίποδα το OpenStudio αξιοποιεί μόνο τη συνολική επιφάνεια και τον βαθμό απόδοσης, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα ηλιασμού της τοποθεσίας.
- Στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και στα δύο προγράμματα το σενάριο 2 εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή. Ωστόσο στα παραπάνω αποτελέσματα δεν λαμβάνεται ο ενεργειακός συμψηφισμός της παραγόμενης ενέργειας από τα ΦΒ του σεναρίου 1. Στα δύο προγράμματα παρατηρείται μεγάλη διαφορά στις τιμές κατανάλωσης ενέργειας, που όπως και στις επιμέρους παρατηρήσεις, οφείλεται πιθανώς στην διαφορετική μεθοδολογία που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο προγραμμάτων. Παρόλα αυτά αναλογικά τα σενάρια μεταξύ τους εμφανίζουν παρόμοια διαφορά σε κάθε πρόγραμμα (περί 2 με 6 kWh/m²).

Στην συνέχεια συγκρίνεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, στην οποία δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφορές από την προηγούμενη ανάλυση. Συνεπώς τα συγκριτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στο αντίστοιχο γράφημα.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m ²)				
	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - TEE - KENAK	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - Openstudio	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - TEE - KENAK	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - Openstudio
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	74,7	50,0	42,2	40,4
ΨΥΞΗ	168,3	36,5	226,7	58,4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	92,1	77,1	92,1	77,1
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	0,0	48,5	0,0	48,5
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	0,0	32,8	0,0	32,1
ΑΝΤΛΙΕΣ	0,0	10,6	0,0	5,9
ΖΝΧ	160,1	26,1	152,1	25,9
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	170,5	204,0	0,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	495,1	281,5	513,1	288,3
ΣΥΝΟΛΟ (NET)	324,6	77,6	513,1	288,3

Πίνακας 8.1-2: Συγκριτικός πίνακας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στα σενάρια του Αθλητικού Κέντρου - TEE-KENAK και OpenStudio



Από τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούνται τα εξής:

- Στη θέρμανση το σενάριο 1 και στα δύο προγράμματα, εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.
- Στη ψύξη το σενάριο 1 και στα δύο προγράμματα, εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.
- Στο φωτισμό και στα δύο προγράμματα τα σενάρια εμφανίζουν ίση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.
- Στο ZNX το σενάριο 1 και στα δύο προγράμματα, εμφανίζει μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από το σενάριο 2.
- Στις συσκευές, τις αντλίες και τις πτερωτές δεν εμφανίζεται κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο TEE-KENAK, καθώς αποτελεί υπολογιστικό κομμάτι της μεθοδολογίας του OpenStudio.
- Στη συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ το σενάριο 1 εμφανίζει παραγωγή ενέργειας, διότι χρησιμοποιείται ηλεκτροπαραγωγή μέσω φωτοβολταϊκού συστήματος. Οι τιμές πρωτογενούς ενέργειας από τα δύο προγράμματα είναι περίπου στα ίδια επίπεδα.
- Η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, πριν την εκκαθάριση του ενεργειακού συμψηφισμού, και στα δύο προγράμματα είναι μικρότερη για το σενάριο 1 από το σενάριο 2. Οι τιμές μεταξύ των δύο προγραμμάτων διαφέρουν αρκετά, ωστόσο σημαντική είναι η παρατήρηση εγγύτητας της ποσοτικής διαφοράς μεταξύ των σεναρίων και στα δύο λογισμικά.
- Η καθαρή (NET) συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και στα δύο προγράμματα είναι μικρότερη για το σενάριο 1 από το σενάριο 2. Οι τιμές μεταξύ των δύο προγραμμάτων εμφανίζουν μεγάλη διαφορά, ωστόσο σημαντική είναι η

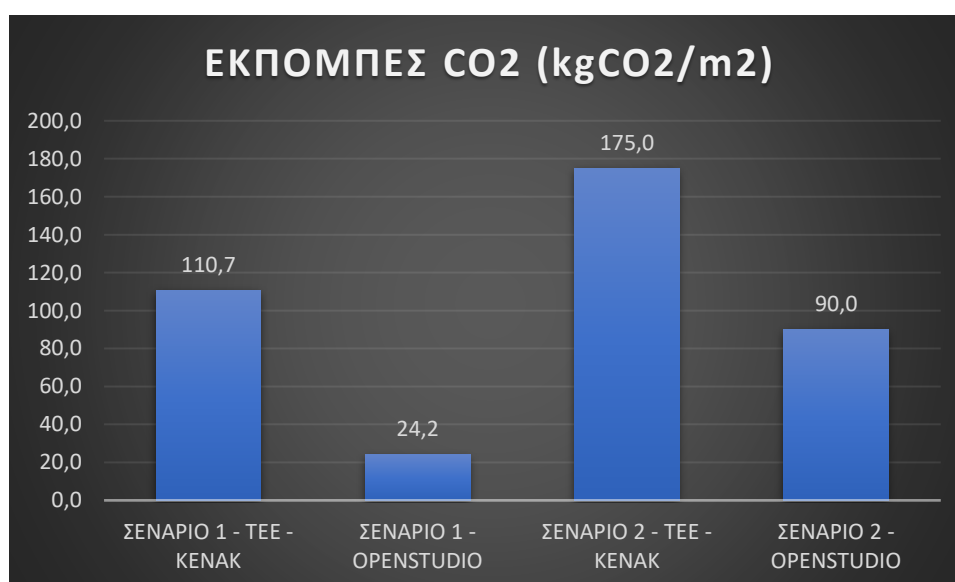
παρατήρηση εγγύτητας της ποσοτικής αναλογίας μεταξύ των σεναρίων και στα δύο λογισμικά.

- Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει πως και από τα δύο προγράμματα το σενάριο 1, που αξιοποιεί την λειτουργία της ΓΑΘ και της ηλεκτροπαραγωγής μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων, είναι αποδοτικότερο ως προς τους βασικούς ενεργειακούς δείκτες.

Τέλος, συγκρίνονται οι εκπομπές CO₂ που προκύπτουν από τα δύο προγράμματα μέσω του παρακάτω συγκριτικού πίνακα και του αντίστοιχου γραφήματος.

	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²)
ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ	110,7
ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - OPENSTUDIO	24,2
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ	175,0
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - OPENSTUDIO	90,0

Πίνακας 8.1-3: Συγκριτικός πίνακας εκπομπών CO₂ σεναρίων Αθλητικού Κέντρου



Από την ανωτέρω σύγκριση των εκπομπών CO₂ παρατηρούνται τα εξής:

- Το σενάριο 1 εμφανίζει μικρότερες εκπομπές CO₂ από το σενάριο 2 και στα δύο προγράμματα.
- Τα αποτελέσματα του Openstudio εμφανίζουν μικρότερες τιμές από τις αντίστοιχες του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, ωστόσο η διαφορά μεταξύ των δύο τιμών είναι αναλογικά σε κοντινά επίπεδα.

Συνοψίζοντας, από την παραπάνω σύγκριση προκύπτει ότι, παρόλο που υπάρχουν διαφορές στις τιμές των ενεργειακών καταναλώσεων, τα δύο προγράμματα συγκλίνουν ως προς το σενάριο 1 ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου. Επιβεβαιώνεται έτσι, ως προς τους βασικούς ενεργειακούς δείκτες, η επιλογή της ΓΑΘ και

της ηλεκτροπαραγωγής μέσω ΦΒ συστημάτων, ως η αποδοτικότερη παρέμβαση στο κτίριο, σε αντίθεση με το αερόψυκτο σύστημα και την ηλιακή υποβοήθηση αυτού.

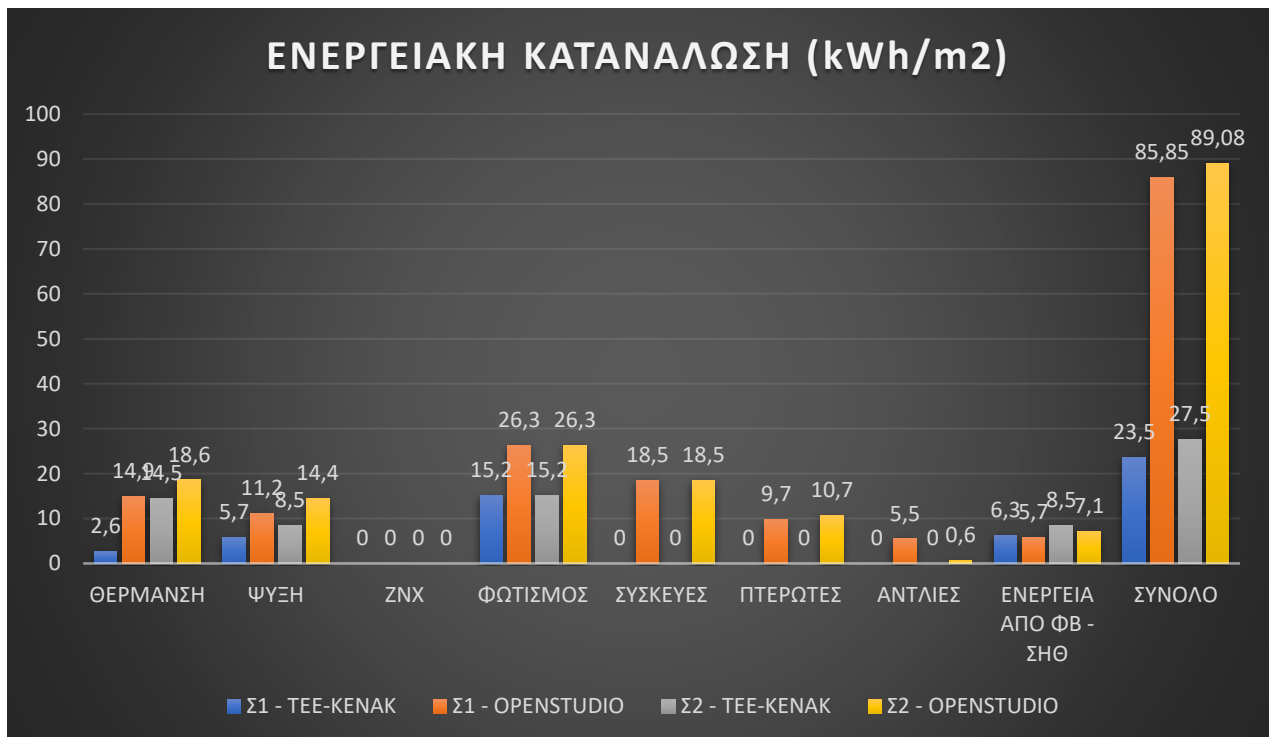
8.2) Σύγκριση TEE-KENAK-OpenStudio – Κεντρική Βιβλιοθήκη

Όμοια με την διαδικασία του Αθλητικού Κέντρου, πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο λογισμικών, με στόχο την σύγκλιση των δύο προγραμμάτων προς το ίδιο σενάριο. Η σύγκριση αυτή, για ακόμα μια φορά, βασίζεται στους βασικούς ενεργειακούς δείκτες, όπως παρουσιάστηκαν στην ενότητα 7 της παρούσας μελέτης.

Αρχικά, συγκρίνεται η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας (kWh/m²). Τα στοιχεία συγκεντρώνονται σε πίνακα και απεικονίζονται συγκριτικά σε γράφημα παρακάτω, με τρόπο που ακολουθεί την νόρμα των κεφαλαίων της προηγούμενης ενότητας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m ²)	Σ1 - TEE-KENAK	Σ1 - OPENSTUDIO	Σ2 - TEE-KENAK	Σ2 - OPENSTUDIO
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	2,6	14,9	14,5	18,6
ΨΥΞΗ	5,7	11,2	8,5	14,4
ΖΝΧ	0	0	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	15,2	26,3	15,2	26,3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	0	18,5	0	18,5
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	0	9,7	0	10,7
ΑΝΤΛΙΕΣ	0	5,5	0	0,6
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΦΒ - ΣΗΘ	6,3	5,7	8,5	7,1
ΣΥΝΟΛΟ	23,5	85,85	27,5	89,08

Πίνακας 8.2-1: Συγκριτικός πίνακας ενεργειακής κατανάλωσης των σεναρίων της Κεντρικής Βιβλιοθήκης - TEE-KENAK και OpenStudio



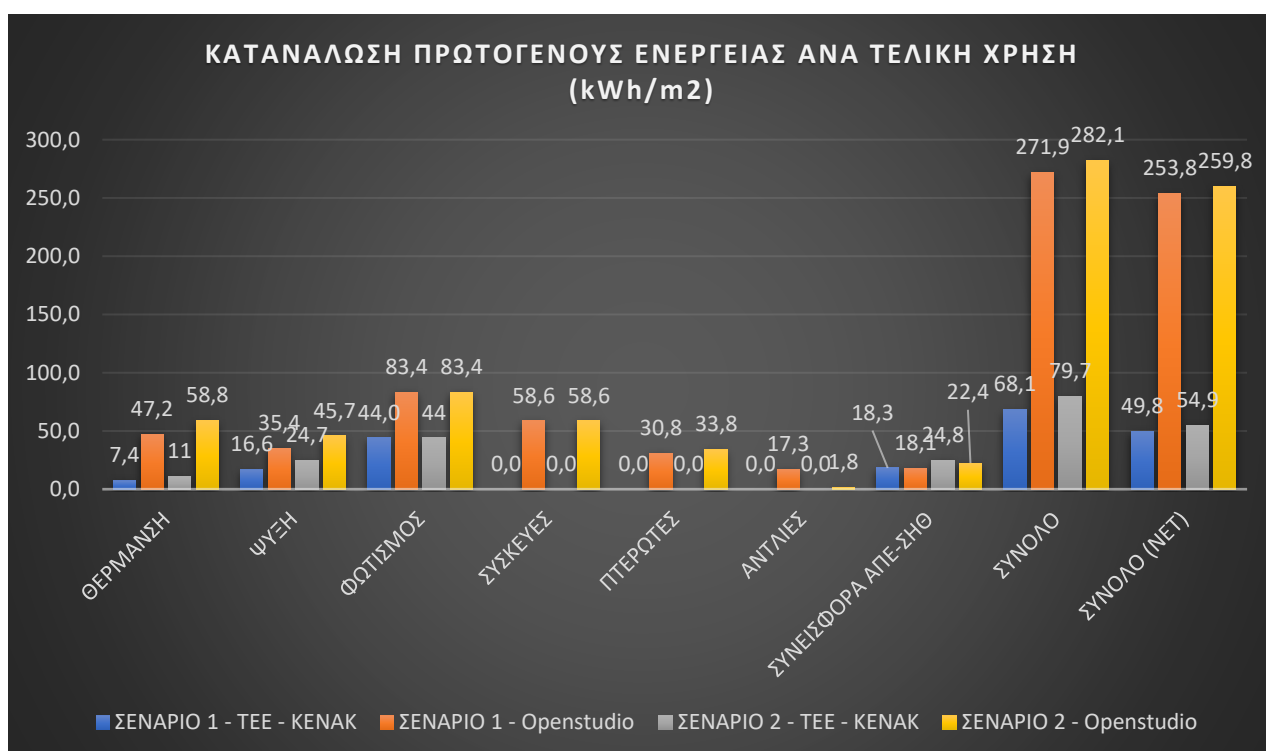
Παρατηρούνται τα κάτωθι για την ενεργειακή κατανάλωση:

- Στη θέρμανση και στα δύο προγράμματα το σενάριο 1 έχει την μικρότερη κατανάλωση. Πράγματι, λόγω της χρήσης της ΓΑΘ, που αποτελεί αποδοτικότερος εξοπλισμός από το αερόψυκτο σύστημα, καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια για την θέρμανση. Ωστόσο στο TEE-KENAK οι τιμές είναι μικρότερες από το Openstudio. Πιθανός λόγος αποτελεί η χρήση του προκαθορισμένου προγράμματος λειτουργίας του κτιρίου, ανάλογα με την χρήση του, στο TEE-KENAK (βάσει της TOTEE και τα προγράμματα λειτουργίας τυπικών κτιρίων) σε αντίθεση με το OpenStudio που εισάγεται λεπτομερέστερο πρόγραμμα λειτουργίας. Παράλληλα η διαφορετική μεθοδολογία που αξιοποιείται από το OpenStudio παίζει σημαντικό ρόλο στο αποτέλεσμα.
- Στη ψύξη και στα δύο προγράμματα το σενάριο 2 έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση. Το αερόψυκτο σύστημα έχει λιγότερο αποδοτική λειτουργία από την ΓΑΘ. Ωστόσο στο TEE-KENAK οι τιμές είναι μικρότερες. Πιθανός λόγος αποτελεί η διαφορετική μεθοδολογία υπολογισμού του συστήματος και η αξιοποίηση της αυτόματης διαστασιολόγησής του.
- Στο φωτισμό και στα δύο προγράμματα παρατηρείται ίση τιμή μεταξύ των δύο σεναρίων. Λόγω της κοινής χρήσης της αναβάθμισης του φωτισμού, δεν υπάρχει διαφοροποίηση. Ωστόσο παρατηρείται διαφορά στις τιμές του OpenStudio με το TEE-KENAK, καθώς στο πρώτο η χρήση του φωτισμού ελέγχεται από λεπτομερέστερα προγράμματα λειτουργίας.
- Στις κατηγορίες των συσκευών, αντλιών και πτερωτών δεν εμφανίζονται καταναλώσεις στο λογισμικό TEE-KENAK. Πράγματι στο Openstudio διακρίνεται μία πιο λεπτομερής υπολογιστική διαδικασία, απ' όπου προκύπτουν και καταναλώσεις από την λειτουργία των βρόγχων των συστημάτων, καθώς και καταναλώσεις από τον ηλεκτρικό εξοπλισμό των ζωνών (πχ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές).
- Στην ενέργεια από ΦΒ-ΣΗΘ τα αποτελέσματα και στα δύο λογισμικά για τα σενάρια είναι σχετικά κοντά σε επίπεδο τιμών. Παρόλο που τα δύο λογισμικά χρησιμοποιούν διαφορετικά δεδομένα για τον υπολογισμό της παραγωγής, τα αποτελέσματα συγκλίνουν σημαντικά. Το TEE-KENAK αξιοποιεί το είδος του ΦΒ στοιχείου, τον βαθμό απόδοσης, την επιφάνεια που καλύπτει το σύστημα και την συνολική εγκατεστημένη ισχύ της συστοιχίας. Στον αντίποδα, το OpenStudio αξιοποιεί μόνο τη συνολική επιφάνεια και τον βαθμό απόδοσης, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα ηλιασμού της τοποθεσίας.
- Στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και στα δύο προγράμματα το σενάριο 2 εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή. Ωστόσο στα παραπάνω αποτελέσματα δεν λαμβάνεται ο ενεργειακός συμψηφισμός της παραγόμενης ενέργειας από τα ΦΒ του σεναρίου 1. Στα δύο προγράμματα παρατηρείται μεγάλη διαφορά στις τιμές κατανάλωσης ενέργειας, που όπως και στις επιμέρους παρατηρήσεις οφείλεται πιθανώς στην διαφορετική μεθοδολογία που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο προγραμμάτων. Παρόλα αυτά αναλογικά τα σενάρια μεταξύ τους εμφανίζουν παρόμοια διαφορά σε κάθε πρόγραμμα (περί 3 με 4 kWh/m²).

Στην συνέχεια συγκρίνεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση. Όπως και στο προηγούμενο κεφάλαιο, δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφορές από την ανάλυση της ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς η πρωτογενής ενέργεια αποτελεί το γινόμενο της με τον εκάστοτε συντελεστή μετατροπής του καυσίμου. Συνεπώς τα συγκριτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και το αντίστοιχο γράφημα.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m ²)				
	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - TEE - KENAK	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - Openstudio	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - TEE - KENAK	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - Openstudio
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	7,4	47,2	11	58,8
ΨΥΞΗ	16,6	35,4	24,7	45,7
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	44,0	83,4	44	83,4
ΣΥΣΚΕΥΕΣ	0,0	58,6	0,0	58,6
ΠΤΕΡΩΤΕΣ	0,0	30,8	0,0	33,8
ΑΝΤΛΙΕΣ	0,0	17,3	0,0	1,8
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ-ΣΗΘ	18,3	18,1	24,8	22,4
ΣΥΝΟΛΟ	68,1	271,9	79,7	282,1
ΣΥΝΟΛΟ (NET)	49,8	253,8	54,9	259,8

Πίνακας 8.2-2: Συγκριτικός πίνακας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στα σενάρια της Κεντρικής Βιβλιοθήκης



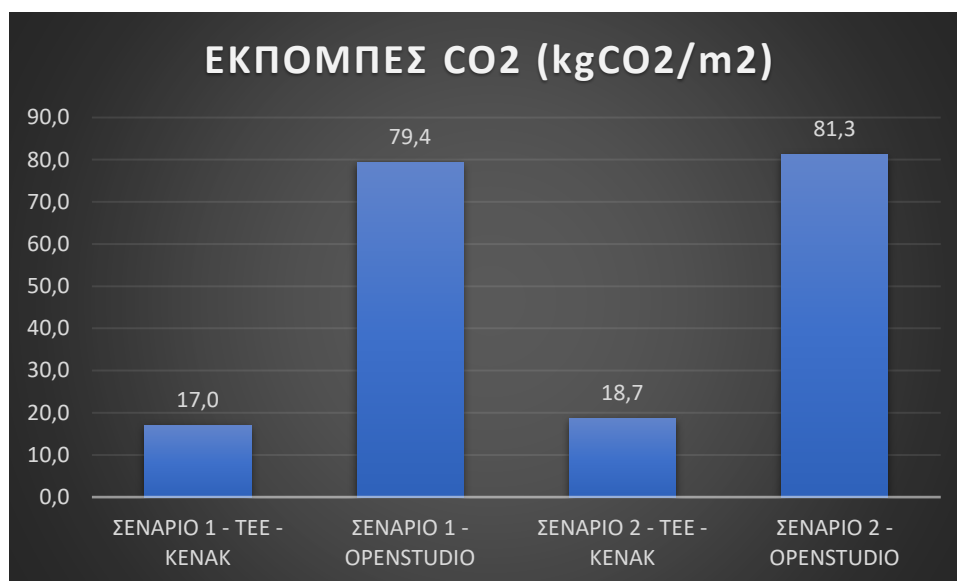
Από τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούνται τα εξής:

- Στη θέρμανση το σενάριο 1 και στα δύο προγράμματα, εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.
- Στη ψύξη το σενάριο 1 και στα δύο προγράμματα, εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το σενάριο 2.
- Στο φωτισμό και στα δύο προγράμματα τα σενάρια εμφανίζουν ίση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, με διαφορετικές τιμές ανά λογισμικό.
- Στις συσκευές, τις αντλίες και τις πτερωτές δεν εμφανίζεται κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο TEE-KENAK, καθώς αποτελεί υπολογιστικό κομμάτι της μεθοδολογίας του OpenStudio.
- Στη συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ το σενάριο 2 εμφανίζει μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας σε αντίθεση με το σενάριο 1, διότι προστίθεται ΦΒ συστοιχία που αυξάνει την εγκατεστημένη ισχύ και συνεπώς αυξάνεται και η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τιμές πρωτογενούς ενέργειας από τα δύο προγράμματα είναι περίπου στα ίδια επίπεδα, παρόλο που αξιοποιείται διαφορετική μεθοδολογία και στοιχεία υπολογισμού.
- Η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, πριν την εκκαθάριση του ενεργειακού συμψηφισμού, και στα δύο προγράμματα είναι μικρότερη για το σενάριο 1 από το σενάριο 2. Οι τιμές μεταξύ των δύο προγραμμάτων διαφέρουν αρκετά, ωστόσο σημαντική είναι η παρατήρηση εγγύτητας της ποσοτικής διαφοράς μεταξύ των σεναρίων και στα δύο λογισμικά.
- Η καθαρή (NET) συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και στα δύο προγράμματα είναι ελάχιστα μικρότερη για το σενάριο 1 από το σενάριο 2. Οι τιμές μεταξύ των δύο προγραμμάτων εμφανίζουν μεγάλη διαφορά, ωστόσο σημαντική είναι η παρατήρηση εγγύτητας της ποσοτικής αναλογίας μεταξύ των σεναρίων και ανέρχεται περίπου στις 5 με 6 kWh/m².
- Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει πως από τα δύο προγράμματα το σενάριο 1, που αξιοποιεί την εγκατάσταση της ΓΑΘ και της αντικατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων, είναι αποδοτικότερο βάσει της ανάλυσης των ενεργειακών δεικτών.

Τέλος, συγκρίνονται οι εκπομπές CO₂ που προκύπτουν από τα δύο προγράμματα, μέσω του παρακάτω συγκριτικού πίνακα και του αντίστοιχου γραφήματος.

	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ²)
ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ	17,0
ΣΕΝΑΡΙΟ 1 - OPENSTUDIO	79,4
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ	18,7
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - OPENSTUDIO	81,3

Πίνακας 8.2-3: Συγκριτικός πίνακας εκπομπών CO₂ των σεναρίων της Κεντρικής Βιβλιοθήκης



Από την παραπάνω σύγκριση των εκπομπών CO₂ παρατηρούνται τα εξής:

- Το σενάριο 1 εμφανίζει ελάχιστα μικρότερες εκπομπές CO₂ από το σενάριο 2 και στα δύο προγράμματα.
- Τα αποτελέσματα του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ εμφανίζουν μικρότερες τιμές από τις αντίστοιχες του OpenStudio, ωστόσο η διαφορά μεταξύ των δύο τιμών είναι αναλογικά σε κοντινά επίπεδα. Συγκεκριμένα η διαφορά μεταξύ των δύο σεναρίων και στα δύο προγράμματα, ανέρχεται περίπου στα 1,7 με 1,9 kgCO₂/m².

Συνοψίζοντας, από τα παραπάνω προκύπτει ότι, παρόλο που υπάρχουν διαφορές στις τιμές των ενεργειακών καταναλώσεων, τα δύο προγράμματα συγκλίνουν ως προς το σενάριο 1 ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης. Επιβεβαιώνεται έτσι, ως προς τους βασικούς ενεργειακούς δείκτες, η επιλογή της ΓΑΘ και της αντικατάστασης των ΦΒ συστημάτων, ως αποδοτικότερης παρέμβασης στο κτίριο, σε αντίθεση με το αερόψυκτο σύστημα και την προσθήκη νέας ΦΒ συστοιχίας.

9) Οικονομική Αξιολόγηση Σεναρίων

Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται οικονομική ανάλυση των δύο σεναρίων, για την αξιολόγηση και από την σκοπιά της πιο συμφέρουσας επένδυσης. Οπότε πέρα από την ενεργειακή ανάλυση αξιολογούνται τα σενάρια ως προς την οικονομική απόδοση που έχουν στην διάρκεια της ζωής τους. Το ΤΕΕ-KENAK, όπως έχει παρουσιαστεί στα σχετικά κεφάλαια (ενότητα 6) αξιολογεί τα σενάρια αξιοποιώντας δεδομένα, όπως το λειτουργικό κόστος του υπάρχοντος κτιρίου, το λειτουργικό κόστος του εκάστοτε σεναρίου και τα αρχικά κόστη του κάθε επενδυτικού πακέτου.

Χρησιμοποιείται, οπότε, το κριτήριο της **απλής περιόδου αποπληρωμής (simple payback period)**, το οποίο αποτελεί το πηλίκο του αρχικού κόστους επένδυσης προς τα ετήσια έσοδα από την μείωση των λειτουργικών εξόδων λόγω της ενεργειακής αναβάθμισης [$ΑΠΑ = ΑΚΕ / (ΛΚ_{υπάρχον} - ΛΚ_{σεναρίου})$]. Ωστόσο το σχετικό κριτήριο αποτελεί μια απλή προσπάθεια οικονομικής αξιολόγησης, χωρίς να λαμβάνει υπόψη την χρονική αξία του χρήματος. Για αυτό θα χρησιμοποιηθούν δύο κριτήρια με καλύτερη επισκόπηση της επένδυσης. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται το κριτήριο της **Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ – NPV)** και το **κριτήριο του Εσωτερικού Βαθμού απόδοσης (ΕΒΑ – IRR)**. Το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας μιας επένδυσης, στη χρονική στιγμή της έναρξης της εμπορικής της λειτουργίας, ορίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$ΚΠΑ = -K_0 + \sum_{t=1}^n KTR_t / (1+i)^t$$

Όπου:

- K_0 : το αρχικό κόστος της επένδυσης
- KTR : οι καθαρές ταμειακές ροές του έτους t
- i : επιτόκιο αναγωγής
- n : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

Από το κριτήριο της ΚΠΑ εξάγονται αποτελέσματα σχετικά με την περίοδο της αποπληρωμής (η χρονική περίοδος που η ΚΠΑ αποκτά θετική τιμή) και την αξιολόγηση σχετικά με την επιλογή ή απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου. Γενικά ισχύουν για το κριτήριο τα εξής:

- Αν $ΚΠΑ > 0$ επιλέγεται το επενδυτικό πακέτο
- Αν $ΚΠΑ < 0$ απορρίπτεται το επενδυτικό πακέτο
- Αν $ΚΠΑ = 0$ υπάρχει αδιαφορία ως προς την επιλογή ή την απόρριψη του επενδυτικού πακέτου.

Για την επιλογή μεταξύ δύο αμοιβαία αποκλειόμενων επενδυτικών σχεδίων ισχύει $ΚΠΑ_x > ΚΠΑ_y$. Δηλαδή ισχύει πως η ΚΠΑ του ενός πρέπει να είναι μεγαλύτερη από του άλλου, στην περίοδο που μελετάται.

Το κριτήριο του EBA ορίζεται, ως το επιτόκιο αναγωγής $i = EBA$ το οποίο μηδενίζει την ΚΠΑ και προσδιορίζεται από την εξής σχέση:

$$-K_0 + \sum_{t=1 \rightarrow n} KTP_t / (1 + EBA)^t = 0$$

Για την αξιολόγηση των δύο επενδυτικών σχεδίων πρέπει $EBA_X > EBA_Y$ ως προς την επιλογή της επένδυσης X έναντι της Y. Μερικές φορές τα κριτήρια της ΚΠΑ και του EBA δεν οδηγούν πάντοτε στις ίδιες επιλογές. Σε αυτή την περίπτωση ως προς την επιλογή υπερτερεί το κριτήριο της ΚΠΑ. Στην συγκεκριμένη ανάλυση ο EBA απόδοσης θα χρησιμοποιηθεί, ως δεύτερος τρόπος αξιολόγησης της επένδυσης.

Για την σύγκριση των σεναρίων του Αθλητικού κέντρου και της Κεντρικής Βιβλιοθήκης, θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα που έχουν εξαχθεί από την οικονομοτεχνική ανάλυση του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. Συγκεκριμένα το κόστος της αρχικής επένδυσης, το λειτουργικό κόστος για κάθε σενάριο, όπως υπολογίζεται από το λογισμικό και το λειτουργικό κόστος του υπάρχοντος κτιρίου. Επίσης ως ΚΤΡ ορίζεται η διαφορά του λειτουργικού κόστους του υπάρχοντος κτιρίου και του λειτουργικού κόστους που υπολογίζεται για κάθε σενάριο. Παράλληλα, η διαφορά αυτή θεωρείται σταθερή για κάθε έτος. Τέλος το επιτόκιο αναγωγής ορίζεται ως $i=10\%$ και διάρκεια ζωής των επενδύσεων τα 25 έτη (26 με το έτος που γίνεται η επένδυση).

9.1) Οικονομική αξιολόγηση σεναρίων – Αθλητικό Κέντρο

Στο κεφάλαιο 7.1 παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν συνοπτικά τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης του κτιρίου του Αθλητικού Κέντρου. Για καλύτερη εποπτεία του κεφαλαίου παρουσιάζεται ξανά ο πίνακας των αποτελεσμάτων του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	142.490,60	128.374,40	52.149,70	82.434,10
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			439.430,00	323.450,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			472,5	284
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			59,3	35,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,4
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			145,5	81,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,8	7

Αρχικά αξιολογείται μέσω του κριτηρίου της ΚΠΑ το σενάριο 1. Ως ΚΤΡ λαμβάνεται η διαφορά του λειτουργικού κόστους του υπάρχοντος κτιρίου και του λειτουργικού κόστους του σεναρίου 1. Συγκεκριμένα **128.374,40 – 52.149,70=76.224,70€**. Το αρχικό κόστος της επένδυσης είναι **439.430€**. Σύμφωνα με την σχέση της εισαγωγής της ενότητας, υπολογίζεται ο παρακάτω πίνακας για το κριτήριο της ΚΠΑ.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ					
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-439.430,00 €		1,1	-399.481,82 €	-399.481,82 €
2		76.224,70 €	1,21	62.995,62 €	-336.486,20 €
3		76.224,70 €	1,33	57.268,75 €	-279.217,45 €
4		76.224,70 €	1,46	52.062,50 €	-227.154,96 €
5		76.224,70 €	1,61	47.329,54 €	-179.825,42 €
6		76.224,70 €	1,77	43.026,86 €	-136.798,56 €
7		76.224,70 €	1,95	39.115,32 €	-97.683,24 €
8		76.224,70 €	2,14	35.559,39 €	-62.123,85 €
9		76.224,70 €	2,36	32.326,71 €	-29.797,14 €
10		76.224,70 €	2,59	29.387,92 €	-409,22 €
11		76.224,70 €	2,85	26.716,29 €	26.307,08 €
12		76.224,70 €	3,14	24.287,54 €	50.594,62 €
13		76.224,70 €	3,45	22.079,58 €	72.674,20 €
14		76.224,70 €	3,80	20.072,35 €	92.746,54 €
15		76.224,70 €	4,18	18.247,59 €	110.994,13 €
16		76.224,70 €	4,59	16.588,72 €	127.582,84 €
17		76.224,70 €	5,05	15.080,65 €	142.663,49 €
18		76.224,70 €	5,56	13.709,68 €	156.373,18 €
19		76.224,70 €	6,12	12.463,35 €	168.836,52 €
20		76.224,70 €	6,73	11.330,32 €	180.166,84 €
21		76.224,70 €	7,40	10.300,29 €	190.467,13 €
22		76.224,70 €	8,14	9.363,90 €	199.831,03 €
23		76.224,70 €	8,95	8.512,63 €	208.343,66 €
24		76.224,70 €	9,85	7.738,76 €	216.082,42 €
25		76.224,70 €	10,83	7.035,23 €	223.117,65 €
26		76.224,70 €	11,92	6.395,67 €	229.513,32 €

Στην πρώτη στήλη σημειώνεται το έτος, στην δεύτερη το αρχικό κόστος της επένδυσης, έπειτα η διαφορά του λειτουργικού κόστους μεταξύ υπάρχοντος και σεναρίου, ο συντελεστής $(1+i)^t$, η ετήσια ΚΠΑ και τέλος την συνολική ΚΠΑ. Παρατηρώντας τον πίνακα των υπολογισμών της ΚΠΑ προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Θεωρώντας ως χρόνο έναρξης λειτουργίας τον 2^ο χρόνο προκύπτει πως η ΚΠΑ αρχίζει να έχει θετικές τιμές 11^ο χρόνο, που σημαίνει πως η επένδυση εμφανίζει περίοδο αποπληρωμής στο 10^ο έτος λειτουργίας, σε αντίθεση με τα 5,8 έτη της απλής μεθόδου αποπληρωμής του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.
- Στο τελευταίο έτος (26^ο έτος του σεναρίου – 25^ο έτος λειτουργίας) η επένδυση εμφανίζει ΣΚΠΑ **229.513,32€**.

Για την σύγκριση των δύο επενδυτικών σχεδίων πραγματοποιούνται όμοιοι υπολογισμοί και για το σενάριο 2. Ως ΚΤΡ λαμβάνεται η διαφορά του λειτουργικού κόστους του

υπάρχοντος κτιρίου και του λειτουργικού κόστους του σεναρίου 2. Συγκεκριμένα **128.374,40 – 82.434,10=45.940,30€**. Το αρχικό κόστος της επένδυσης είναι **323.450€**. Υπολογίζεται οπότε ο παρακάτω πίνακας.

ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ					
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-323.450,00 €		1,1	-294.045,45 €	-294.045,45 €
2		45.940,30 €	1,21	37.967,19 €	-256.078,26 €
3		45.940,30 €	1,33	34.515,63 €	-221.562,64 €
4		45.940,30 €	1,46	31.377,84 €	-190.184,79 €
5		45.940,30 €	1,61	28.525,31 €	-161.659,48 €
6		45.940,30 €	1,77	25.932,10 €	-135.727,38 €
7		45.940,30 €	1,95	23.574,64 €	-112.152,74 €
8		45.940,30 €	2,14	21.431,49 €	-90.721,25 €
9		45.940,30 €	2,36	19.483,17 €	-71.238,08 €
10		45.940,30 €	2,59	17.711,97 €	-53.526,11 €
11		45.940,30 €	2,85	16.101,79 €	-37.424,31 €
12		45.940,30 €	3,14	14.638,00 €	-22.786,32 €
13		45.940,30 €	3,45	13.307,27 €	-9.479,05 €
14		45.940,30 €	3,80	12.097,52 €	2.618,47 €
15		45.940,30 €	4,18	10.997,74 €	13.616,21 €
16		45.940,30 €	4,59	9.997,95 €	23.614,16 €
17		45.940,30 €	5,05	9.089,04 €	32.703,20 €
18		45.940,30 €	5,56	8.262,77 €	40.965,97 €
19		45.940,30 €	6,12	7.511,61 €	48.477,57 €
20		45.940,30 €	6,73	6.828,73 €	55.306,31 €
21		45.940,30 €	7,40	6.207,94 €	61.514,25 €
22		45.940,30 €	8,14	5.643,58 €	67.157,83 €
23		45.940,30 €	8,95	5.130,53 €	72.288,36 €
24		45.940,30 €	9,85	4.664,12 €	76.952,47 €
25		45.940,30 €	10,83	4.240,11 €	81.192,58 €
26		45.940,30 €	11,92	3.854,64 €	85.047,22 €

Παρατηρώντας τον πίνακα των υπολογισμών της ΚΠΑ του σεναρίου 2 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Θεωρώντας ως χρόνο έναρξης λειτουργίας τον 2^ο χρόνο προκύπτει πως, η ΚΠΑ αρχίζει να έχει θετικές τιμές το 14^ο χρόνο, που σημαίνει πως η επένδυση εμφανίζει περίοδο αποπληρωμής στο 13^ο έτος λειτουργίας, σε αντίθεση με τα 7 έτη της απλής μεθόδου αποπληρωμής του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.
- Στο τελευταίο έτος (26^ο έτος του σεναρίου – 25^ο έτος λειτουργίας) η επένδυση εμφανίζει **ΣΚΠΑ 85.047,22€**.

Συγκρίνοντας τα δύο επενδυτικά σχέδια με το κριτήριο της ΚΠΑ προκύπτει πως, η επένδυση του σεναρίου 1 έχει μικρότερη περίοδο αποπληρωμής και στο τέλος της διάρκειας ζωής της εμφανίζει μεγαλύτερη ΚΠΑ. Συγκεκριμένα ΣΚΠΑ_{Σ1}= 229.513,32€ έναντι ΣΚΠΑ_{Σ2} = 85.047,22€. Για το κριτήριο η πιο συμφέρουσα επένδυση είναι εκείνη του σεναρίου 1, καθώς ΣΚΠΑ_{Σ1}> ΣΚΠΑ_{Σ2}.

Στη συνέχεια εξετάζονται οι δύο επενδύσεις ως προς τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης (EBA). Αναζητείται ποια επένδυση όταν μηδενίζεται η ΚΠΑ, έχει τον μεγαλύτερο EBA. Αυτή η επένδυση προκρίνεται έναντι της άλλης. Για τα δύο σεναρία προκύπτουν οι παρακάτω υπολογισμοί.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ					
		EBA	0,1700415		
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-439.430,00 €		1,1700415	-375.567,88 €	-375.567,88 €
2		76.224,70 €	1,368997112	55.679,23 €	-319.888,65 €
3		76.224,70 €	1,601783434	47.587,39 €	-272.301,25 €
4		76.224,70 €	1,874153092	40.671,54 €	-231.629,71 €
5		76.224,70 €	2,192836895	34.760,77 €	-196.868,94 €
6		76.224,70 €	2,56571017	29.709,01 €	-167.159,9 €
7		76.224,70 €	3,001987376	25.391,41 €	-141.768,52 €
8		76.224,70 €	3,512449812	21.701,29 €	-120.067,23 €
9		76.224,70 €	4,109712047	18.547,46 €	-101.519,77 €
10		76.224,70 €	4,808533648	15.851,96 €	-85.667,81 €
11		76.224,70 €	5,626183922	13.548,21 €	-72.119,60 €
12		76.224,70 €	6,582868675	11.579,25 €	-60.540,35 €
13		76.224,70 €	7,702229539	9.896,45 €	-50.643,90 €
14		76.224,70 €	9,011928203	8.458,20 €	-42.185,70 €
15		76.224,70 €	10,54432999	7.228,98 €	-34.956,73 €
16		76.224,70 €	12,33730368	6.178,39 €	-28.778,34 €
17		76.224,70 €	14,4351573	5.280,49 €	-23.497,85 €
18		76.224,70 €	16,88973311	4.513,08 €	-18.984,77 €
19		76.224,70 €	19,76168866	3.857,20 €	-15.127,57 €
20		76.224,70 €	23,12199584	3.296,63 €	-11.830,94 €
21		76.224,70 €	27,0536947	2.817,53 €	-9.013,41 €
22		76.224,70 €	31,65394552	2.408,06 €	-6.605,34 €
23		76.224,70 €	37,0364299	2.058,10 €	-4.547,24 €
24		76.224,70 €	43,33415999	1.759,00 €	-2.788,24 €
25		76.224,70 €	50,70276556	1.503,36 €	-1.284,88 €
26		76.224,70 €	59,32433987	1.284,88 €	0,00 €

ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ					
		EBA	0,1361971		
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΚΑΘΑΡΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-323.450,00 €		1,1361971	-284.677,72 €	-284.677,72 €
2		45.940,30 €	1,29094385	35.586,60 €	-249.091,12 €
3		45.940,30 €	1,466766659	31.320,80 €	-217.770,33 €
4		45.940,30 €	1,666536024	27.566,34 €	-190.203,98 €
5		45.940,30 €	1,893513397	24.261,94 €	-165.942,05 €
6		45.940,30 €	2,151404431	21.353,63 €	-144.588,4 €
7		45.940,30 €	2,444419475	18.793,95 €	-125.794,47 €
8		45.940,30 €	2,777342319	16.541,10 €	-109.253,36 €
9		45.940,30 €	3,155608289	14.558,30 €	-94.695,06 €
10		45.940,30 €	3,585392986	12.813,18 €	-81.881,88 €
11		45.940,30 €	4,073713114	11.277,25 €	-70.604,62 €
12		45.940,30 €	4,628541026	9.925,44 €	-60.679,18 €
13		45.940,30 €	5,258934891	8.735,67 €	-51.943,52 €
14		45.940,30 €	5,975186572	7.688,51 €	-44.255,01 €
15		45.940,30 €	6,788989655	6.766,88 €	-37.488,12 €
16		45.940,30 €	7,713630358	5.955,73 €	-31.532,39 €
17		45.940,30 €	8,764204443	5.241,81 €	-26.290,58 €
18		45.940,30 €	9,957863672	4.613,47 €	-21.677,11 €
19		45.940,30 €	11,31409583	4.060,45 €	-17.616,66 €
20		45.940,30 €	12,85504287	3.573,72 €	-14.042,95 €
21		45.940,30 €	14,60586243	3.145,33 €	-10.897,61 €
22		45.940,30 €	16,59513853	2.768,30 €	-8.129,31 €
23		45.940,30 €	18,85534827	2.436,46 €	-5.692,85 €
24		45.940,30 €	21,42339203	2.144,40 €	-3.548,46 €
25		45.940,30 €	24,34119589	1.887,35 €	-1.661,11 €
26		45.940,30 €	27,65639619	1.661,11 €	0,00 €

Από τους υπολογισμούς προκύπτει EBA για το Σενάριο 1 $EBA_{\Sigma 1}=0,1700415$ και για το Σενάριο 2 $EBA_{\Sigma 2}=0,1361971$. Παρατηρείται πως ο $EBA_{\Sigma 1} > EBA_{\Sigma 2}$, οπότε και το κριτήριο του EBA αποδεικνύει πως η επένδυση του σεναρίου 1 είναι η επικρατέστερη.

Συνοψίζοντας, η μέθοδος της απλής περιόδου αποπληρωμής του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, δεν συμβαδίζει με το κριτήριο ΚΠΑ ως προς τον χρόνο που υπολογίζεται για αποπληρωμή των επενδύσεων. Το σενάριο 1 οδηγεί σε ταχύτερη αποπληρωμή σε αντίθεση με το σενάριο 2. Στην διάρκεια ζωής της επένδυσης το σενάριο 1 έχει μεγαλύτερη ΣΚΠΑ από το σενάριο 2, γεγονός που καθιστά το πρώτο επικρατέστερο. Υπήρξε επικρατέστερο και ως προς την ανάλυση των ενεργειακών δεικτών. Έχει μεγαλύτερο EBA από το σενάριο 2 και επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα του κριτηρίου της ΚΠΑ.

9.2) Οικονομική αξιολόγηση σεναρίων – Κεντρική Βιβλιοθήκη

Στο κεφάλαιο 7.2 παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν συνοπτικά τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης. Για καλύτερη εποπτεία του κεφαλαίου παρουσιάζεται ξανά ο πίνακας των αποτελεσμάτων του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	48.744,50	82.840,60	23.854,70	26.323,20
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			300.610,00	272.150,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			123	117,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			76,3	73,1
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,3
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			42	40,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,1	4,8

Αρχικά αξιολογείται μέσω του κριτηρίου της ΚΠΑ το σενάριο 1. Ως ΚΤΡ λαμβάνεται η διαφορά του λειτουργικού κόστους του υπάρχοντος κτιρίου και του λειτουργικού κόστους του σεναρίου 1. Συγκεκριμένα **82.840,60 – 23.854,70=58.985,90€**. Το αρχικό κόστος της επένδυσης είναι **300.610€**. Σύμφωνα με την σχέση της εισαγωγής της παρούσας ενότητας, υπολογίζεται ο παρακάτω πίνακας για το κριτήριο της ΚΠΑ.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ					
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-300.610,00 €		1,1	-273.281,82 €	-273.281,82 €
2		58.985,90 €	1,21	48.748,68 €	-224.533,14 €
3		58.985,90 €	1,33	44.316,98 €	-180.216,16 €
4		58.985,90 €	1,46	40.288,16 €	-139.928,00 €
5		58.985,90 €	1,61	36.625,60 €	-103.302,39 €
6		58.985,90 €	1,77	33.296,00 €	-70.006,39 €
7		58.985,90 €	1,95	30.269,09 €	-39.737,30 €
8		58.985,90 €	2,14	27.517,36 €	-12.219,94 €
9		58.985,90 €	2,36	25.015,78 €	12.795,84 €
10		58.985,90 €	2,59	22.741,62 €	35.537,46 €
11		58.985,90 €	2,85	20.674,20 €	56.211,66 €
12		58.985,90 €	3,14	18.794,73 €	75.006,38 €
13		58.985,90 €	3,45	17.086,11 €	92.092,49 €
14		58.985,90 €	3,80	15.532,83 €	107.625,33 €
15		58.985,90 €	4,18	14.120,76 €	121.746,08 €
16		58.985,90 €	4,59	12.837,05 €	134.583,13 €
17		58.985,90 €	5,05	11.670,05 €	146.253,18 €
18		58.985,90 €	5,56	10.609,13 €	156.862,31 €
19		58.985,90 €	6,12	9.644,67 €	166.506,98 €
20		58.985,90 €	6,73	8.767,88 €	175.274,85 €
21		58.985,90 €	7,40	7.970,80 €	183.245,65 €
22		58.985,90 €	8,14	7.246,18 €	190.491,83 €
23		58.985,90 €	8,95	6.587,44 €	197.079,27 €
24		58.985,90 €	9,85	5.988,58 €	203.067,85 €
25		58.985,90 €	10,83	5.444,16 €	208.512,01 €
26		58.985,90 €	11,92	4.949,24 €	213.461,25 €

Στην πρώτη στήλη σημειώνεται το έτος, στην δεύτερη το αρχικό κόστος της επένδυσης, έπειτα η διαφορά του λειτουργικού κόστους μεταξύ του υπάρχοντος και του σεναρίου, ο συντελεστής $(1+i)^t$, η ετήσια ΚΠΑ και τέλος την συνολική ΚΠΑ. Παρατηρώντας τον πίνακα των υπολογισμών της ΚΠΑ προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Θεωρώντας ως χρόνο έναρξης λειτουργίας τον 2^ο χρόνο προκύπτει πως η ΚΠΑ αρχίζει να έχει θετικές τιμές 9^ο χρόνο, που σημαίνει πως η επένδυση εμφανίζει περίοδο αποπληρωμής μεταξύ του 7^{ου} και 8^{ου} έτους λειτουργίας, σε αντίθεση με τα 5,1 έτη της απλής μεθόδου αποπληρωμής του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.
- Στο τελευταίο έτος (26^ο έτος του σεναρίου – 25^ο έτος λειτουργίας) η επένδυση εμφανίζει **ΣΚΠΑ 213.461,25€**.

Για την σύγκριση των δύο επενδυτικών σχεδίων πραγματοποιούνται όμοιοι υπολογισμοί για το σενάριο 2. Ως ΚΤΡ λαμβάνεται η διαφορά του λειτουργικού κόστους του υπάρχοντος κτιρίου και του λειτουργικού κόστους του σεναρίου 2. Συγκεκριμένα **82.840,60 – 26.323,20=56.517,40€**. Το αρχικό κόστος της επένδυσης είναι **272.150€**. Υπολογίζεται οπότε ο παρακάτω πίνακας.

ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ					
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-272.150,00 €		1,1	-247.409,09 €	-247.409,09 €
2		56.517,40 €	1,21	46.708,60 €	-200.700,50 €
3		56.517,40 €	1,33	42.462,36 €	-158.238,14 €
4		56.517,40 €	1,46	38.602,14 €	-119.635,99 €
5		56.517,40 €	1,61	35.092,86 €	-84.543,13 €
6		56.517,40 €	1,77	31.902,60 €	-52.640,53 €
7		56.517,40 €	1,95	29.002,36 €	-23.638,17 €
8		56.517,40 €	2,14	26.365,78 €	2.727,61 €
9		56.517,40 €	2,36	23.968,89 €	26.696,51 €
10		56.517,40 €	2,59	21.789,90 €	48.486,41 €
11		56.517,40 €	2,85	19.809,00 €	68.295,42 €
12		56.517,40 €	3,14	18.008,19 €	86.303,60 €
13		56.517,40 €	3,45	16.371,08 €	102.674,68 €
14		56.517,40 €	3,80	14.882,80 €	117.557,48 €
15		56.517,40 €	4,18	13.529,82 €	131.087,29 €
16		56.517,40 €	4,59	12.299,83 €	143.387,13 €
17		56.517,40 €	5,05	11.181,67 €	154.568,79 €
18		56.517,40 €	5,56	10.165,15 €	164.733,94 €
19		56.517,40 €	6,12	9.241,05 €	173.974,99 €
20		56.517,40 €	6,73	8.400,95 €	182.375,94 €
21		56.517,40 €	7,40	7.637,23 €	190.013,17 €
22		56.517,40 €	8,14	6.942,94 €	196.956,10 €
23		56.517,40 €	8,95	6.311,76 €	203.267,86 €
24		56.517,40 €	9,85	5.737,96 €	209.005,83 €
25		56.517,40 €	10,83	5.216,33 €	214.222,16 €
26		56.517,40 €	11,92	4.742,12 €	218.964,27 €

Παρατηρώντας τον πίνακα των υπολογισμών της ΚΠΑ του σεναρίου 2 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Θεωρώντας ως χρόνο έναρξης λειτουργίας τον 2^ο χρόνο προκύπτει πως η ΚΠΑ αρχίζει να έχει θετικές τιμές τον 8^ο χρόνο, που σημαίνει πως η επένδυση εμφανίζει περίοδο αποπληρωμής μεταξύ του 6^{ου} και του 7^{ου} έτους λειτουργίας, σε αντίθεση με τα 4,8 έτη της απλής μεθόδου αποπληρωμής του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.
- Στο τελευταίο έτος (26^ο έτος του σεναρίου – 25^ο έτος λειτουργίας) η επένδυση εμφανίζει **ΣΚΠΑ 218.964,27€**.

Συγκρίνοντας τα δύο επενδυτικά σχέδια με το κριτήριο της ΚΠΑ προκύπτει πως, η επένδυση του σεναρίου 2 έχει μικρότερη περίοδο αποπληρωμής και στο τέλος της διάρκειας ζωής της εμφανίζει μεγαλύτερη ΚΠΑ. Συγκεκριμένα **ΣΚΠΑ_{Σ1} = 213.461,25€ έναντι ΣΚΠΑ_{Σ2} = 218.964,27€**. Για το κριτήριο η πιο συμφέρουσα επένδυση είναι εκείνη του σεναρίου 2, καθώς **ΣΚΠΑ_{Σ1} < ΣΚΠΑ_{Σ2}**.

Στη συνέχεια εξετάζονται οι δύο επενδύσεις ως προς τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης (EBA). Αναζητείται ποια επένδυση όταν μηδενίζεται η ΚΠΑ, έχει τον μεγαλύτερο EBA. Αυτή η επένδυση προκρίνεται έναντι της άλλης. Για τα δύο σεναρία προκύπτουν οι παρακάτω υπολογισμοί.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ					
		EBA	0,19388348		
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΚΑΘΑΡΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-300.610,00 €		1,19388348	-251.791,74 €	-251.791,74 €
2		58.985,90 €	1,425357764	41.383,22 €	-210.408,52 €
3		58.985,90 €	1,701711087	34.662,70 €	-175.745,82 €
4		58.985,90 €	2,031644755	29.033,57 €	-146.712,25 €
5		58.985,90 €	2,42554711	24.318,60 €	-122.393,65 €
6		58.985,90 €	2,895820625	20.369,32 €	-102.024,3 €
7		58.985,90 €	3,457272405	17.061,40 €	-84.962,93 €
8		58.985,90 €	4,12758041	14.290,67 €	-70.672,26 €
9		58.985,90 €	4,927850064	11.969,91 €	-58.702,35 €
10		58.985,90 €	5,883278783	10.026,02 €	-48.676,33 €
11		58.985,90 €	7,023949347	8.397,83 €	-40.278,50 €
12		58.985,90 €	8,38577709	7.034,04 €	-33.244,46 €
13		58.985,90 €	10,01164074	5.891,73 €	-27.352,73 €
14		58.985,90 €	11,95273248	4.934,93 €	-22.417,80 €
15		58.985,90 €	14,27016985	4.133,51 €	-18.284,29 €
16		58.985,90 €	17,03692004	3.462,24 €	-14.822,05 €
17		58.985,90 €	20,34009739	2.899,98 €	-11.922,07 €
18		58.985,90 €	24,28370625	2.429,03 €	-9.493,04 €
19		58.985,90 €	28,99191573	2.034,56 €	-7.458,47 €
20		58.985,90 €	34,61296924	1.704,16 €	-5.754,32 €
21		58.985,90 €	41,32385217	1.427,41 €	-4.326,91 €
22		58.985,90 €	49,33586444	1.195,60 €	-3.131,31 €
23		58.985,90 €	58,90127352	1.001,44 €	-2.129,88 €
24		58.985,90 €	70,32125741	838,81 €	-1.291,07 €
25		58.985,90 €	83,95538751	702,59 €	-588,48 €
26		58.985,90 €	100,2329502	588,49 €	0,00 €

ΣΕΝΑΡΙΟ 2 - ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ					
		EBA	0,20573784		
ΕΤΟΣ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΚΑΘΑΡΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΚΠΑ	ΣΚΠΑ
1	-272.150,00 €		1,20573784	-225.712,42 €	-225.712,42 €
2		56.517,40 €	1,453803739	38.875,54 €	-186.836,88 €
3		56.517,40 €	1,75290618	32.242,11 €	-154.594,77 €
4		56.517,40 €	2,113545311	26.740,57 €	-127.854,20 €
5		56.517,40 €	2,548381558	22.177,76 €	-105.676,44 €
6		56.517,40 €	3,072680075	18.393,52 €	-87.282,9 €
7		56.517,40 €	3,704846637	15.254,99 €	-72.027,93 €
8		56.517,40 €	4,467073782	12.652,00 €	-59.375,93 €
9		56.517,40 €	5,386119892	10.493,16 €	-48.882,77 €
10		56.517,40 €	6,494248565	8.702,69 €	-40.180,09 €
11		56.517,40 €	7,830361237	7.217,73 €	-32.962,36 €
12		56.517,40 €	9,441362845	5.986,15 €	-26.976,21 €
13		56.517,40 €	11,38380844	4.964,72 €	-22.011,50 €
14		56.517,40 €	13,7258886	4.117,58 €	-17.893,92 €
15		56.517,40 €	16,54982328	3.414,99 €	-14.478,93 €
16		56.517,40 €	19,95474817	2.832,28 €	-11.646,66 €
17		56.517,40 €	24,06019496	2.349,00 €	-9.297,66 €
18		56.517,40 €	29,0102875	1.948,18 €	-7.349,47 €
19		56.517,40 €	34,97880138	1.615,76 €	-5.733,71 €
20		56.517,40 €	42,17526443	1.340,06 €	-4.393,65 €
21		56.517,40 €	50,85231223	1.111,40 €	-3.282,25 €
22		56.517,40 €	61,31455711	921,76 €	-2.360,49 €
23		56.517,40 €	73,92928165	764,48 €	-1.596,01 €
24		56.517,40 €	89,13933237	634,03 €	-961,97 €
25		56.517,40 €	107,4786661	525,85 €	-436,12 €
26		56.517,40 €	129,5910947	436,12 €	0,00 €

Από τους υπολογισμούς προκύπτει EBA για το Σενάριο 1 $EBA_{\Sigma 1}=0,19388348$ και για το Σενάριο 2 $EBA_{\Sigma 2}=0,20573784$. Παρατηρείται πως ο $EBA_{\Sigma 1} < EBA_{\Sigma 2}$, οπότε και το κριτήριο του EBA αποδεικνύει πως η επένδυση του σεναρίου 2 είναι η οικονομικά επικρατέστερη.

Συνοψίζοντας, η μέθοδος της απλής περιόδου αποπληρωμής του ΤΕΕ-KENAK δεν συμβαδίζει με το κριτήριο της ΚΠΑ, ως προς τον χρόνο που υπολογίζεται για την αποπληρωμή των επενδύσεων. Το σενάριο 2 οδηγεί σε ταχύτερη αποπληρωμή σε αντίθεση με το σενάριο 1. Στην διάρκεια ζωής της επένδυσής του έχει μεγαλύτερη ΣΚΠΑ από το σενάριο 1, γεγονός που το καθιστά το επικρατέστερο, ως προς την οικονομική ανάλυση. Το σενάριο 2 έχει μεγαλύτερο EBA από το σενάριο 1 και επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα του κριτηρίου της ΚΠΑ. Ωστόσο, από την ανάλυση των βασικών ενεργειακών δεικτών προκύπτει πως το σενάριο 1 είναι αποδοτικότερο. Τα αποτελέσματα αυτά όμως και στα δύο προγράμματα εμφάνιζαν πολύ μικρή διαφορά ενεργειακά. Σε αυτή την περίπτωση και ανάλογα τον αποφασίζουν διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

1. Ο αποφασίζων να επιθυμεί την εγκατάσταση του αποδοτικότερου ενεργειακά πακέτου, αγνοώντας το μεγάλο αρχικό κόστος της επένδυσης, στοχεύοντας έτσι λόγω της αποδοτικότερης τεχνολογίας, στην μείωση των ετήσιων λειτουργικών κόστων.
2. Ο αποφασίζων να επιθυμεί την εγκατάσταση ενός αποδοτικού ενεργειακά πακέτου, παρόλο που εξετάζει ένα αποδοτικότερο, με στόχο την έστω και οριακά

συντομότερη περίοδο αποπληρωμής και το φθηνότερο αρχικό κόστος της επένδυσης. Θυσιάζοντας ωστόσο, τα ακριβότερα λειτουργικά κόστη, καθώς στο τέλος του κύκλου ζωής της επένδυσης θα έχει ελάχιστα μεγαλύτερη ΚΠΑ.

10) Συμπεράσματα – Σύνοψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξέτασε σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης σε δύο κτίρια του campus του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Τα κτίρια αυτά είναι το Αθλητικό Κέντρο και η Κεντρική Βιβλιοθήκη στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Αρχικός στόχος ήταν η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων ως προς την υφιστάμενη κατάσταση και στη συνέχεια η δημιουργία δύο σεναρίων ανά κτίριο, με παρεμβάσεις που μπορούν να το αναβαθμίσουν και να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας.

Η αξιολόγηση των κτιρίων έγινε μέσω δύο λογισμικών, το TEE-KENAK και το OpenStudio (Energy+). Η διαδικασία στα προγράμματα είχε σαν υπόβαθρο αναλυτικούς υπολογισμούς του κελύφους για την εύρεση των απαραίτητων συντελεστών θερμοπερατότητας που περιγράφουν τα δομικά στοιχεία και υπολογισμούς των απαραίτητων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Στην συνέχεια αναγνωρίστηκε η υφιστάμενη κατάσταση μέσω του λογισμικού TEE-KENAK. Το κάθε κτίριο κατατάχθηκε σε ενεργειακή κατηγορία. **Το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 797,1 kWh/m². Το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Δ, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 172,8 kWh/m².**

Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν τα δύο σενάρια για κάθε κτίριο στο TEE-KENAK. Συγκεκριμένα για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου αναπτύχθηκε ένα σενάριο με αξιοποίηση ΓΑΘ και εγκατάσταση ΦΒ για ηλεκτροπαραγωγή και ενεργειακό συμψηφισμό. Επίσης αναπτύχθηκε ένα σενάριο με συστήματα αερόψυκτων ΑΘ, που για την λειτουργία της θέρμανσης χρησιμοποιείται ηλιοθερμικό σύστημα για την υποβοήθηση της παραπάνω διαδικασίας. Τα αποτελέσματα των σεναρίων του Αθλητικού Κέντρου στο TEE-KENAK, **κατατάσσουν το κτίριο του σεναρίου 1 στην κατηγορία Α, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 324,6 kWh/m² και αντίστοιχα το σενάριο 2 στην κατηγορία Β+, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 513,1 kWh/m². Παράλληλα, τα κόστη των δύο επενδύσεων ανέρχονται σε 439.430€ για το σενάριο 1 και 323.450€ για το σενάριο 2. Αντίστοιχα τα λειτουργικά κόστη ανέρχονται σε 52.149,70€ και 82.434,10€.**

Για το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης αναπτύχθηκε ένα σενάριο αξιοποίησης ΓΑΘ, αντικατάστασης των ήδη εγκατεστημένων ΦΒ συστημάτων και ένα σενάριο αξιοποίησης συστημάτων αερόψυκτων ΑΘ με αντικατάσταση των ήδη εγκατεστημένων ΦΒ συστημάτων και προσθήκη μίας ακόμα ΦΒ συστοιχίας. Τα αποτελέσματα των σεναρίων του TEE-KENAK, **κατατάσσουν το κτίριο του σεναρίου 1 στην κατηγορία Α, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 49,8 kWh/m² και αντίστοιχα στο σενάριο 2 στην κατηγορία Β+, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 54,9 kWh/m². Παράλληλα, τα κόστη των δύο επενδύσεων ανέρχονται σε 300.610€ και 272.150€. Αντίστοιχα τα λειτουργικά κόστη ανέρχονται σε 23.854,70€ και 26.323,2€.**

Παρόμοια πορεία ακολουθείται και στο δεύτερο λογισμικό για τα δύο σενάρια του κάθε κτιρίου. Για το σενάριο 1 του αθλητικού κέντρου η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται σε 77,6 kWh/m², σε αντίθεση με το σενάριο 2 που ανέρχεται σε 288,3 kWh/m². Αντίστοιχα για το σενάριο 1 της Κεντρικής Βιβλιοθήκης η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται σε 253,8 kWh/m², σε αντίθεση με το σενάριο 2 που ανέρχεται σε 259,8 kWh/m².

Κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο λογισμικών παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τιμές που υπολογίζονται. Ενώ και τα δύο λογισμικά χρησιμοποιούν, ως επί το πλείστον, παρόμοιες μεθοδολογίες για τους υπολογισμούς, έχουν σημαντικές διαφορές. Σε μια προσπάθεια αιτιολόγησης αυτών των διαφορών εντοπίζονται τα παρακάτω σημεία ενδιαφέροντος:

- Χρησιμοποιούνται διαφορετικά κλιματικά δεδομένα μεταξύ των δύο προγραμμάτων για την ίδια περιοχή.
- Χρησιμοποιούνται διαφορετικά προγράμματα λειτουργίας των κτιρίων μεταξύ των λογισμικών. Για το TEE-KENAK οριοθετούνται βάσει την χρήση του κτιρίου με απλούστερο τρόπο. Για το Openstudio δημιουργούνται διαγράμματα λειτουργίας με μεγάλη λεπτομέρεια, ελέγχοντας καλύτερα τις διάφορες διαδικασίες που περιγράφονται.
- Χρησιμοποιούνται οι ίδιοι συντελεστές θερμοπερατότητας στα δομικά στοιχεία.
- Χρησιμοποιούνται δεδομένα και προγράμματα λειτουργίας για την ποσότητα των ατόμων και των φορτίων που παράγουν στον χώρο στο λογισμικό OpenStudio.
- Χρησιμοποιούνται προγράμματα λειτουργίας για τον τεχνητό φωτισμό, για το ZNX και άλλο εξοπλισμό.
- Χρησιμοποιούνται δεδομένα και προγράμματα λειτουργίας για τον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό των χώρων στο λογισμικό OpenStudio.
- Χρησιμοποιούνται στο OpenStudio βρόγχοι λειτουργίας που περιγράφουν τα συστήματα σε κάθε λειτουργία, αξιοποιώντας παραμέτρους όπως η θερμοκρασία στους κλάδους, βαθμούς απόδοσης, χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας και πολλούς άλλους παράγοντες. Παράλληλα ο χρήστης μπορεί αν δεν έχει κάποια γνώση για ορισμένους από τους παράγοντες, υπάρχει η δυνατότητα αυτόματοποιημένης διαστασιολόγησης, με τον κίνδυνο πάντα της υπερ/υποδιαστασιολόγησης. Στον αντίποδα το TEE-KENAK έχει απλούστερο τρόπο υπολογισμού, που στηρίζεται στην ονομαστική ισχύ του κάθε συστήματος και τους βαθμούς απόδοσης.
- Χρησιμοποιούνται πρόσθετα μικροπρογράμματα για να ενσωματώσουν λειτουργίες που δεν περιέχονται στο λογισμικό του OpenStudio.

Γνωρίζοντας τα παραπάνω κατά την σύγκριση, αναμενόταν η διαφορά στις τιμές των αποτελεσμάτων των δύο λογισμικών, αν και παρατηρούνται αναλογικά ποσοτικές ομοιότητες στα αποτελέσματα. Ωστόσο θεωρήθηκε ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, να δοθεί έμφαση στη σύγκλιση προς το ίδιο σενάριο μεταξύ των δύο εργαλείων. Παρατηρήθηκε λοιπόν από την διαδικασία, πως τα δύο προγράμματα συμφωνούν ως προς το αποδοτικότερο ενεργειακά σενάριο. Συγκεκριμένα για το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου τα δύο λογισμικά θεωρούν ενεργειακά αποδοτικότερο το σενάριο με την αξιοποίηση ΓΑΘ και

ΦΒ και αντίστοιχα για το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης το σενάριο με την αξιοποίηση της ΓΑΘ και την αντικατάσταση των ΦΒ συστημάτων.

Πέρα από την ενεργειακή αξιολόγηση για την εύρεση του αποδοτικότερου σεναρίου, αναλύθηκαν οι παρεμβάσεις μέσω οικονομικών παραγόντων. Στο ΤΕΕ-KENAK δίνεται η δυνατότητα οικονομοτεχνικής ανάλυσης ως προς το κριτήριο της απλής περιόδου αποπληρωμής. Το συγκεκριμένο θεωρεί ως έσοδο την διαφορά των λειτουργικών κόστων του υπάρχοντος κτιρίου και του λειτουργικού κόστους που προκύπτει από τα επιμέρους σενάρια. Συνεπώς το ηλικίο του Αρχικού κόστους της επένδυσης προς το παραπάνω έσοδο είναι τα έτη που απαιτούνται για την αποπληρωμή της επένδυσης. Ωστόσο αυτό το κριτήριο ενέχει κίνδυνο, καθώς δεν λαμβάνεται υπόψη η μεταβαλλόμενη ως προς τον χρόνο, αξία του χρήματος. Αξιοποιώντας ως δεδομένα το αρχικό κόστος επένδυσης και το έσοδο ($ΛΚ_{υπάρχων} - ΛΚ_{σεναρίου}$), όπως προέκυψαν από το ΤΕΕ-KENAK, εξετάζονται μέσω δύο ακόμη κριτηρίων οι παρεμβάσεις. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) με ένα αποπληθωρισμένο επιτόκιο $i=10\%$ και χρόνο διάρκειας ζωής της επένδυσης 25 έτη (το 1^ο έτος λαμβάνεται ως έτος εγκατάστασης), η εφαρμογή του οποίου κατέληξε στα εξής συμπεράσματα για κάθε σενάριο των κτιρίων:

- Το σενάριο 1 του Αθλητικού κέντρου κατέληξε σε περίοδο αποπληρωμής περίπου 10 έτη, σε αντίθεση με το ΤΕΕ-KENAK που αναφέρει 5,8.
- Το σενάριο 2 του Αθλητικού κέντρου κατέληξε σε περίοδο αποπληρωμής περίπου 13 έτη, σε αντίθεση με το ΤΕΕ-KENAK που αναφέρει 7.
- Το σενάριο 1 του Αθλητικού κέντρου θεωρείται επικρατέστερο ως επένδυση, καθώς στην περίοδο των 25 ετών λειτουργίας έχει μεγαλύτερη ΚΠΑ.
- Το σενάριο 1 της Κεντρικής Βιβλιοθήκης κατέληξε σε περίοδο αποπληρωμής περίπου 7 με 8 έτη, σε αντίθεση με το ΤΕΕ-KENAK που αναφέρει 5,1.
- Το σενάριο 2 της Κεντρικής Βιβλιοθήκης κατέληξε σε περίοδο αποπληρωμής περίπου 7 με 8 έτη, σε αντίθεση με το ΤΕΕ-KENAK που αναφέρει 4,8.
- Το σενάριο 2 της Κεντρικής Βιβλιοθήκης θεωρείται επικρατέστερο ως επένδυση, καθώς στην περίοδο των 25 ετών λειτουργίας έχει ελάχιστα μεγαλύτερη ΚΠΑ.

Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από την χρήση του κριτηρίου του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (EBA). Τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:

- Το σενάριο 1 του Αθλητικού κέντρου κατέληξε σε $EBA = 0,1700415$.
- Το σενάριο 2 του Αθλητικού κέντρου κατέληξε σε $EBA = 0,1361971$.
- Το κριτήριο επιβεβαιώνει πως το σενάριο 1 είναι επικρατέστερο, καθώς $EBA_{\Sigma 1} > EBA_{\Sigma 2}$.
- Το σενάριο 1 της Κεντρικής Βιβλιοθήκης κατέληξε σε $EBA = 0,19388348$.
- Το σενάριο 2 της Κεντρικής Βιβλιοθήκης κατέληξε σε $EBA = EBA_{\Sigma 2} = 0,20573784$.
- Το κριτήριο επιβεβαιώνει πως το σενάριο 1 είναι επικρατέστερο, καθώς $EBA_{\Sigma 1} < EBA_{\Sigma 2}$.

Σημειώνεται πως στο κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης η ανάλυση των ενεργειακών δεικτών ανέδειξε ως επικρατέστερο το σενάριο 1, με πολύ μικρή διαφοροποίηση στα αποτελέσματα. Ωστόσο οι οικονομικές αναλύσεις τείνουν, αν και ελάχιστα στο σενάριο 2. Διερευνούνται οπότε, οι δύο παρακάτω περιπτώσεις ως προς την λήψη απόφασης:

1. Ο αποφασίζων να επιθυμεί την εγκατάσταση του αποδοτικότερου ενεργειακά πακέτου, αγνοώντας το μεγάλο αρχικό κόστος της επένδυσης, στοχεύοντας έτσι, λόγω της αποδοτικότερης τεχνολογίας, στην μείωση των ετήσιων λειτουργικών κόστων.
2. Ο αποφασίζων να επιθυμεί την εγκατάσταση ενός αποδοτικού ενεργειακά πακέτου, παρόλο που εξετάζει ένα αποδοτικότερο, με στόχο την έστω και οριακά συντομότερη περίοδο αποπληρωμής και το φθηνότερο αρχικό κόστος της επένδυσης. Θυσιάζοντας ωστόσο, τα ακριβότερα λειτουργικά κόστη, καθώς στο τέλος του κύκλου ζωής της επένδυσης θα έχει ελάχιστα μεγαλύτερη ΚΠΑ.

Εν κατακλείδι, μέσα από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, παρουσιάστηκε μία διαδικασία που πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια, είχε στόχο, να ενσωματώσει σενάρια με αξιοποίηση νέων τεχνολογιών σε συνδυασμό με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Οι τεχνολογίες αυτές βελτιώνουν σημαντικά την ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων και εμφανίζουν μεγάλο περιβαλλοντικό όφελος. Οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες για εξοικονόμηση ενέργειας και η πορεία προς κτίρια που θα χαρακτηρίζονται (Σχεδόν) Μηδενικής Κατανάλωσης, συντελούν στην εξέλιξη των συστημάτων εκμετάλλευσης ΑΠΕ και λοιπών προοδευτικών τεχνολογιών. Η πλέον προβλεπόμενη τεράστια διείσδυση των ΑΠΕ στον κτιριοδομικό τομέα, θα επιφέρει μείωση του κόστους εγκατάστασής τους, πόσο μάλλον σε διατάξεις ηλιακής ενέργειας, καθώς αποτελούν σε αντίθεση με πρίν, ώριμη τεχνολογία.

11) Βιβλιογραφία

- «Ενσωμάτωση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Οικιακό Τομέα» - Εκδόσεις ΚΑΠΕ
- «Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα» - http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm
- «Κανονική γεωθερμία – αρχές σχεδιασμού γεωθερμικών συστημάτων και εφαρμογές» - Δρ. Μιχάλης Βραχόπουλος, Δρ Μαρία Κ. Κούκου, Δρ. Κωνσταντίνος Καρύτσας
- «Ολοκληρωμένος σχεδιασμός κτιρίων και παρεμβάσεις στην κατεύθυνση της (σχεδόν) μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας» - Εύη Τζανακάκη
- ASHRAE Handbook – HVAC Applications, 2011
- «Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια»- Εκδόσεις ΚΑΠΕ,2008
- «Αντλίες θερμότητας για τη θέρμανση κατοικιών. Σημεία προσοχής και καλές πρακτικές» - Βασίλης Κοκκίνης, 2018
- «Μικρής κλίμακας συστήματα ηλιακής θέρμανσης και ψύξης – Συστήματα για συνδυασμένη Ψύξη, Θέρμανση και Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης» - Εκδόσεις ΚΑΠΕ – solarcombi+, Φεβρουάριος 2010
- «Daikin Altherma 3 GEO – Ground Source Heat Pump» - Κατάλογος Προϊόντων και τιμών Daikin, 2018
- «Τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας – Κατάρτιση Ενεργειακών επιθεωρητών Εκπαιδευτικό υλικό» - ΤΕΕ – Ομάδα εργασίας: Βραχόπουλος Γρ. Μιχάλης, Γαγλία Γ. Αθηνά, Καββαδίας Α. Κοσμάς, Καλδέλης Κ. Ιωάννης, Μπαλαράς Α. Κωνσταντίνος, Ιούνιος 2011
- «Ανάλυση οργανικού κύκλου Rankine και μελέτη εργαζόμενων μέσων για μικρής κλίμακας σύστημα ηλιακών συλλεκτών» - Διπλωματική εργασία – Αλαμπρίτης Δημήτρης, Φεβρουάριος 2016
- «Modeling, Simulation for Energy Control of HVAC System in Building» - Georgia Venianaki, May 2018
- Διπλωματική εργασία « Η νέα πρόκληση: «Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας»»- Φωτεινή Απταλίδου – Πολιτικός Μηχανικός, Οκτώβριος 2008
- «Οδηγός εγκατάστασης και υπολογισμού συστημάτων με αντλίες θερμότητας πολλαπλών λειτουργιών GALLETTI» - Τσίτσος Νικόλαος, Μυτιληναίος Βασίλειος, Χρόνης Θωμάς
- «Ηλιακά Θερμικά συστήματα σε Υφιστάμενες κατοικίες» - Δημήτριος Χασάπης – ΚΑΠΕ
- «Κατάλογος - Τιμοκατάλογος Κλιματισμού, Θέρμανσης, Φωτοβολταϊκών, Ηλιακών, Υδραυλικών, Αερίου» - Εταιρεία Αναστασίου, 2020-2021
- «NX-WN 0122-1204 Heat Pumps» - Catalog - CLIMAVENETA
- «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα HVAC» - Εκδόσεις ΚΑΠΕ

- «Ενεργειακή μοντελοποίηση μικρού οικισμού στα Χανιά με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού» - Μεταπτυχιακή Διατριβή του Πίκουλα Μιχαήλ, 2017
- «Tips and Tricks for Using EnergyPlus» - U.S Department of Energy, 2017
- «Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ» - Ιστότοπος Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ) - http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak
- Οδηγία 91/2002/ΕΚ
- Οδηγία 31/2010/ΕΕ
- Οδηγία 27/2012/ΕΕ
- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης» - Α' Έκδοση – ΤΕΕ – ΥΠΕΝ, Σεπτέμβριος 2017
- ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»- Α' Έκδοση – ΤΕΕ-ΥΠΕΝ, Σεπτέμβριος 2017
- ΤΟΤΕΕ 20701-4/2017 «Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού» - ΤΕΕ – ΥΠΕΝ, Σεπτέμβριος 2017
- ΚΥΑ 178581 2017 – ΦΕΚ 2367 – «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», Ιούλιος 2017
- «Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου «Βίλα Βουγά» στην περιοχή Ζωγράφου» - Διπλωματική Εργασία – Αγγελίνα Πατσιλη, Ιούλιος 2016
- «Αποτύπωση Δημαρχείου Βάρης – Βούλας – Βουλιαγμένης για ενεργειακή αξιολόγηση επεμβάσεων με το λογισμικό ΤΕΕ ΚεΝΑΚ και σύγκριση με αποτελέσματα λογισμικών μοντελοποίησης» - Μεταπτυχιακή Εργασία – Χαλεπλή Βασιλική, Σεπτέμβριος 2019
- «Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Κτίριο του Δημοσίου Τομέα» - Διπλωματική Εργασία – Σταγάκης Ιωάννης, Μάρτιος 2018
- «Ηλιοθερμικά συστήματα, θέρμανση και ΚΕΝΑΚ» - Σωτήρης Κατσιμίχας, 2011
- «Συστήματα Ηλιοθερμίας – Ημερίδα ΠΣΔΜ-Η» - Βασίλης Φούρλας, Ιούλιος 2014
- «Ενεργειακή Αξιολόγηση Σχολικών Κτιρίων» - Διπλωματική Εργασία – Ανδρέας Αλιφέρης, 2017
- «Οικονομική Ανάλυση Επιχειρήσεων» - Παντελής Κάπρος – Κωνσταντίνος Ντελκής, 2007
- «Πρακτικός Οδηγός Οικονομικής Ανάλυσης» - Βασίλης Σ. Μουστάκης – Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2012
- OpenStudio Documentation - Openstudio Sketch-up plug-in interface guide - https://openstudiocoalition.org//reference/sketchup_plugin_interface/
- OpenStudio Documentation - OpenStudio Application interface Guide - https://openstudiocoalition.org//reference/openstudio_application_interface/
- OpenStudio Coalition Youtube tutorials channel - <https://www.youtube.com/channel/UC8ZEW4PXKOsveko55XCJTUA/videos>

- Youtube tutorials playlist – Helix Energy Partners LLC - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLRW2KXkdSVUdY2iQ6ylohNT5E5EILVlhU>
- NREL youtube tutorials channel - <https://www.youtube.com/user/NRELOpenStudio/videos>
- EnergyPlus Documentation files - <https://energyplus.net/documentation>
- EnergyPlus Version 9.5 Documents – Big Ladder Software - <https://bigladdersoftware.com/epx/docs/9-5/>
- Measures and Components for OpenStudio – Building Component Library (BCL) - <https://bcl.nrel.gov/>
- Unmet Hours Forum - <https://unmethours.com/questions/>
- Βιβλιοθήκες Δομικών Στοιχείων ΤΟΤΕΕ, ΚΘΚ, ΚΥΠΡΙΑΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ για τους αναλυτικούς υπολογισμούς του κελύφους – 4M GCAD – 4M KENAK
- Ιστότοπος Αθλητικού Κέντρου ΕΜΠ - <http://sportscenter.ntua.gr/sports-center/history>
- Ιστότοπος Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΕΜΠ - <http://lib.ntua.gr/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΖΩΝΗ 1 – ΕΠΙΠΕΔΟ 1

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(\text{b}\times\text{l}\times\Psi)$ [W/K]
1	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
2	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
3	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
4	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
5	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
6	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
7	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
8	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
9	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
10	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
11	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
12	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
13	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
14	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
15	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
16	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
17	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
18	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
19	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
20	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
21	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
22	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
23	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
24	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
25	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
26	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
27	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
28	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
29	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
30	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
31	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
32	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
33	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
34	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
35	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
36	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
37	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
38	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
39	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
40	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
41	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
42	1	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
43	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
44	1	ΛΠ - 7	0.000	3.97	1	0.0
45	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.85	1	0.6
46	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.85	1	0.6
47	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.38	1	0.3
48	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.38	1	0.3
49	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.06	1	1.8
50	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.06	1	1.8
51	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.07	1	0.0
52	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.07	1	0.0
53	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.77	1	0.2
54	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.77	1	0.2
55	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
56	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
57	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
58	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0

59	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
60	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
61	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
62	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
63	1	ΥΠ - 7	0.550	1.95	1	1.1
64	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
65	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
66	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.90	1	1.6
67	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.90	1	1.6
68	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
69	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
70	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
71	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
72	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
73	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
74	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1	0.4
75	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1	0.4
76	1	ΥΠ - 7	0.550	6.40	1	3.5
77	1	ΥΠ - 7	0.550	6.40	1	3.5
78	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
79	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
80	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.20	1	1.8
81	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.20	1	1.8
82	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.26	1	0.5
83	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.26	1	0.5
84	1	ΥΠ - 7	0.550	2.50	1	1.4
85	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
86	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
87	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.50	1	0.6
88	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.50	1	0.6
89	1	ΥΠ - 7	0.550	3.47	1	1.9
90	1	ΥΠ - 7	0.550	3.47	1	1.9
91	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
92	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
93	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.80	1	0.9
94	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.80	1	0.9
95	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
96	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
97	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
98	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
99	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
100	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
101	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
102	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
103	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.99	1	0.2
104	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.99	1	0.2
105	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.60	1	0.1
106	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.60	1	0.1
107	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.71	1	1.1
108	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.71	1	1.1
109	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
110	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
111	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
112	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
113	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.19	1	0.3
114	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.19	1	0.3
115	1	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
116	1	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
117	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
118	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
119	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.30	1	1.4
120	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.30	1	1.4
121	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
122	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0

123	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.44	1	0.1
124	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.44	1	0.1
125	1	ΥΠ - 7	0.550	2.50	1	1.4
126	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
127	1	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
128	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.75	1	2.2
129	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.75	1	2.2
130	1	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
131	1	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
132	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
133	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
134	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.55	1	0.6
135	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.55	1	0.6
136	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
137	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
138	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
139	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
140	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.87	1	0.2
141	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.87	1	0.2
142	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.59	1	2.2
143	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.59	1	2.2
144	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
145	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
146	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
147	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
148	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.86	1	0.2
149	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.86	1	0.2
150	1	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
151	1	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
152	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
153	1	ΛΠ - 7	0.000	3.62	1	0.0
154	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.61	1	0.6
155	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.61	1	0.6
156	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.92	1	0.4
157	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.92	1	0.4
158	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.24	1	0.7
159	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.24	1	0.7
160	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.03	1	0.7
161	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.03	1	0.7
162	1	ΥΠ - 7	0.550	0.45	1	0.2
163	1	ΥΠ - 7	0.550	0.45	1	0.2
164	1	ΛΠ - 7	0.000	3.27	1	0.0
165	1	ΛΠ - 7	0.000	3.27	1	0.0
166	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.46	1	0.1
167	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.46	1	0.1
168	1	ΥΠ - 7	0.550	0.37	1	0.2
169	1	ΥΠ - 7	0.550	0.37	1	0.2
170	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
171	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
172	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
173	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
174	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
175	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
176	1	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
177	1	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
178	1	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
179	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.61	1	0.4
180	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.61	1	0.4
181	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
182	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
183	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.33	1	0.1
184	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.33	1	0.1
185	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.32	1	0.1
186	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.32	1	0.1

187	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
188	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
189	1	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
190	1	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
191	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
192	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
193	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.60	1	0.4
194	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.60	1	0.4
195	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
196	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
197	1	ΥΠ - 7	0.550	0.37	1	0.2
198	1	ΥΠ - 7	0.550	0.37	1	0.2
199	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
200	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
201	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
202	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
203	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
204	1	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
205	1	ΛΠ - 7	0.000	3.27	1	0.0
206	1	ΛΠ - 7	0.000	3.27	1	0.0
207	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.45	1	0.1
208	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.45	1	0.1
209	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.42	1	1.0
210	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.42	1	1.0
211	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
212	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
213	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
214	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
215	1	ΥΠ - 7	0.550	1.47	1	0.8
216	1	ΥΠ - 7	0.550	1.47	1	0.8
217	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
218	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
219	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.33	1	0.5
220	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.33	1	0.5
221	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.50	1	1.0
222	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.50	1	1.0
223	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
224	1	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
225	1	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
226	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.90	1	0.2
227	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.90	1	0.2
228	1	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
229	1	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
230	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
231	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
232	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.42	1	0.1
233	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.42	1	0.1
234	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.15	1	0.3
235	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.15	1	0.3
236	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
237	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
238	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
239	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
240	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
241	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
242	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
243	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
244	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
245	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
246	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
247	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
248	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
249	1	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
250	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0

251	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
252	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.34	1	1.7
253	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.34	1	1.7
254	1	ΥΠ - 7	0.550	0.29	1	0.2
255	1	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
256	1	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
257	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.94	1	0.2
258	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.94	1	0.2
259	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.23	1	1.2
260	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.23	1	1.2
261	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
262	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
263	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
264	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
265	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
266	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
267	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
268	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
269	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
270	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
271	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
272	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
273	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
274	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
275	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
276	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
277	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
278	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
279	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
280	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
281	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
282	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
283	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
284	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
285	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
286	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
287	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
288	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
289	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
290	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
291	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
292	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
293	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
294	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
295	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
296	1	ΛΠ - 7	0.000	3.37	1	0.0
297	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	16.62	1	3.7
298	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	16.62	1	3.7
299	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
300	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
301	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
302	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
303	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
304	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
305	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
306	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
307	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
308	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
309	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
310	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
311	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
312	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
313	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
314	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0

315	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
316	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
317	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
318	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
319	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
320	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
321	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
322	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
323	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
324	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
325	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
326	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
327	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	22.71	1	5.1
328	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	22.71	1	5.1
329	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
330	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
331	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
332	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
333	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
334	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
335	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
336	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
337	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
338	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
339	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
340	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
341	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
342	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
343	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
344	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
345	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
346	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
347	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
348	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
349	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
350	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
351	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
352	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
353	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
354	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
355	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
356	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
357	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
358	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
359	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
360	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
361	1	ΥΠ - 7	0.550	0.90	1	0.5
362	1	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
363	1	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
364	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	15.35	1	3.5
365	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	15.35	1	3.5
366	1	ΥΠ - 7	0.550	1.52	1	0.8
367	1	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
368	1	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
369	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.52	1	0.3
370	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.52	1	0.3
371	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	11.09	1	2.5
372	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	11.09	1	2.5
373	1	ΥΠ - 7	0.550	1.54	1	0.8
374	1	ΛΠ - 7	0.000	2.70	1	0.0
375	1	ΛΠ - 7	0.000	2.70	1	0.0
376	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.68	1	0.4
377	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.68	1	0.4
378	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.66	1	0.1

379	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.66	1	0.1
380	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
381	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
382	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
383	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
384	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
385	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
386	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
387	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
388	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
389	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
390	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
391	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
392	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
393	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
394	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
395	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
396	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
397	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
398	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
399	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
400	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
401	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
402	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
403	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
404	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
405	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
406	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
407	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
408	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	12.05	1	2.7
409	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	12.05	1	2.7
410	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
411	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
412	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
413	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
414	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
415	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
416	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
417	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
418	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
419	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
420	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
421	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
422	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
423	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
424	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
425	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
426	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
427	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
428	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
429	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
430	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	16.97	1	3.8
431	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	16.97	1	3.8
432	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
433	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
434	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
435	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
436	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
437	1	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
438	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
439	1	ΛΠ - 7	0.000	3.22	1	0.0
440	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
441	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
442	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0

443	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
444	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
445	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
446	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
447	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
448	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
449	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
450	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
451	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
452	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
453	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
454	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
455	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
456	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
457	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
458	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
459	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
460	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
461	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
462	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
463	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
464	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
465	1	ΥΠ - 7	0.550	0.69	1	0.4
466	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
467	1	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
468	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	20.04	1	4.5
469	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	20.04	1	4.5
470	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.81	1	0.6
471	1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.81	1	0.6
472	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
473	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
474	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
475	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
476	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
477	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
478	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
479	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
480	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
481	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
482	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
483	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
484	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
485	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
486	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
487	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
488	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
489	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
490	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
491	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
492	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
493	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
494	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
495	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
496	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
497	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
498	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
499	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
500	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
501	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
502	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
503	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
504	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
505	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
506	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0

507	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
508	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
509	1	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
				1274.31		258.3

ΖΩΝΗ 2 – ΕΠΙΠΕΔΟ 2

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxixΨ) [W/K]
1	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.21	1	0.5
2	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.21	1	0.5
3	2	ΥΠ - 7	0.550	0.67	1	0.4
4	2	ΥΠ - 7	0.550	0.67	1	0.4
5	2	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
6	2	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
7	2	ΥΠ - 7	0.550	3.95	1	2.2
8	2	ΥΠ - 7	0.550	3.95	1	2.2
9	2	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
10	2	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
11	2	ΥΠ - 7	0.550	6.12	1	3.4
12	2	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
13	2	ΛΠ - 7	0.000	3.55	1	0.0
14	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	11.15	1	2.5
15	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	11.15	1	2.5
16	2	ΥΠ - 7	0.550	4.85	1	2.7
17	2	ΥΠ - 7	0.550	4.85	1	2.7
18	2	ΛΠ - 7	0.000	0.80	1	0.0
19	2	ΛΠ - 7	0.000	0.80	1	0.0
20	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.10	1	1.1
21	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.10	1	1.1
22	2	ΥΠ - 7	0.550	1.94	1	1.1
23	2	ΥΠ - 7	0.550	1.94	1	1.1
24	2	ΛΠ - 7	0.000	0.80	1	0.0
25	2	ΛΠ - 7	0.000	0.80	1	0.0
26	2	ΥΠ - 7	0.550	0.00	1	0.0
27	2	ΥΠ - 7	0.550	0.00	1	0.0
28	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
29	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
30	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.34	1	0.5
31	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.34	1	0.5
32	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.08	1	0.2
33	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.08	1	0.2
34	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.17	1	0.0
35	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.17	1	0.0
36	2	ΥΠ - 7	0.550	9.91	1	5.5
37	2	ΛΠ - 7	0.000	4.00	1	0.0
38	2	ΛΠ - 7	0.000	4.00	1	0.0
39	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.91	1	2.2
40	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.91	1	2.2
41	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.20	1	0.0
42	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.20	1	0.0
43	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
44	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
45	2	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
46	2	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
47	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
48	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
49	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.30	1	1.4
50	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.30	1	1.4
51	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
52	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
53	2	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
54	2	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5

55	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
56	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
57	2	ΥΠ - 7	0.550	5.87	1	3.2
58	2	ΥΠ - 7	0.550	5.87	1	3.2
59	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
60	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
61	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	12.17	1	2.7
62	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	12.17	1	2.7
63	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.23	1	0.7
64	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.23	1	0.7
65	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.03	1	0.7
66	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.03	1	0.7
67	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
68	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
69	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
70	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
71	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.46	1	0.1
72	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.46	1	0.1
73	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
74	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
75	2	ΥΠ - 7	0.550	1.49	1	0.8
76	2	ΥΠ - 7	0.550	1.49	1	0.8
77	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
78	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
79	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
80	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
81	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.61	1	0.4
82	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.61	1	0.4
83	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
84	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
85	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
86	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
87	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
88	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
89	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
90	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
91	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
92	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
93	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
94	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
95	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
96	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
97	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.33	1	0.1
98	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.33	1	0.1
99	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.32	1	0.1
100	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.32	1	0.1
101	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
102	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
103	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
104	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
105	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
106	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
107	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
108	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
109	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
110	2	ΥΠ - 7	0.550	0.80	1	0.4
111	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
112	2	ΛΠ - 7	0.000	1.00	1	0.0
113	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
114	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.71	1	1.3
115	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.60	1	0.4
116	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.60	1	0.4
117	2	ΥΠ - 7	0.550	1.49	1	0.8
118	2	ΥΠ - 7	0.550	1.49	1	0.8

119	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
120	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
121	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
122	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.49	1	0.3
123	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
124	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
125	2	ΥΠ - 7	0.550	0.45	1	0.2
126	2	ΥΠ - 7	0.550	0.45	1	0.2
127	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
128	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
129	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.45	1	0.1
130	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.45	1	0.1
131	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.42	1	1.0
132	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.42	1	1.0
133	2	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
134	2	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
135	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
136	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
137	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.33	1	0.5
138	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.33	1	0.5
139	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.50	1	1.0
140	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.50	1	1.0
141	2	ΥΠ - 7	0.550	0.90	1	0.5
142	2	ΥΠ - 7	0.550	0.90	1	0.5
143	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
144	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
145	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.90	1	0.2
146	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.90	1	0.2
147	2	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
148	2	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
149	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
150	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
151	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.42	1	0.1
152	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.42	1	0.1
153	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.15	1	0.3
154	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.15	1	0.3
155	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
156	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
157	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
158	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
159	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
160	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
161	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
162	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
163	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
164	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
165	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
166	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
167	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
168	2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1	0.3
169	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
170	2	ΛΠ - 7	0.000	1.55	1	0.0
171	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.34	1	1.7
172	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.34	1	1.7
173	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.94	1	0.2
174	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.94	1	0.2
175	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.23	1	1.2
176	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.23	1	1.2
177	2	ΥΠ - 7	0.550	1.07	1	0.6
178	2	ΥΠ - 7	0.550	1.07	1	0.6
179	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
180	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
181	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.07	1	0.5
182	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.07	1	0.5

183	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.68	1	1.3
184	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.68	1	1.3
185	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.65	1	0.1
186	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.65	1	0.1
187	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.98	1	2.2
188	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.98	1	2.2
189	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.65	1	0.1
190	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.65	1	0.1
191	2	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
192	2	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
193	2	ΛΠ - 7	0.000	1.95	1	0.0
194	2	ΛΠ - 7	0.000	1.95	1	0.0
195	2	ΥΠ - 7	0.550	4.01	1	2.2
196	2	ΥΠ - 7	0.550	4.01	1	2.2
197	2	ΛΠ - 7	0.000	1.95	1	0.0
198	2	ΛΠ - 7	0.000	1.95	1	0.0
199	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	17.26	1	3.9
200	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	17.26	1	3.9
201	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.65	1	0.1
202	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.65	1	0.1
203	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.98	1	2.2
204	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.98	1	2.2
205	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.81	1	0.2
206	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.81	1	0.2
207	2	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
208	2	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
209	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
210	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
211	2	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
212	2	ΥΠ - 7	0.550	0.98	1	0.5
213	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
214	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
215	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.98	1	1.8
216	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.98	1	1.8
217	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.78	1	0.6
218	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.78	1	0.6
219	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
220	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
221	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
222	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
223	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
224	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
225	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
226	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
227	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
228	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
229	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
230	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
231	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
232	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
233	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
234	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
235	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
236	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
237	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
238	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
239	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
240	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
241	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
242	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
243	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
244	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
245	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
246	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0

247	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
248	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
249	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
250	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
251	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
252	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
253	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
254	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
255	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
256	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
257	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
258	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.60	1	0.6
259	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
260	2	ΥΠ - 7	0.550	2.30	1	1.3
261	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
262	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
263	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.85	1	0.6
264	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.85	1	0.6
265	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.38	1	0.3
266	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.38	1	0.3
267	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
268	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
269	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
270	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
271	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
272	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
273	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
274	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
275	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
276	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
277	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
278	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
279	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
280	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
281	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
282	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
283	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
284	2	ΥΠ - 7	0.550	0.46	1	0.3
285	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
286	2	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
287	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.06	1	1.8
288	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.06	1	1.8
289	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.07	1	0.0
290	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.07	1	0.0
291	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.77	1	0.2
292	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.77	1	0.2
293	2	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
294	2	ΥΠ - 7	0.550	6.30	1	3.5
295	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
296	2	ΛΠ - 7	0.000	3.82	1	0.0
297	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.90	1	1.6
298	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.90	1	1.6
299	2	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
300	2	ΥΠ - 7	0.550	0.54	1	0.3
301	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
302	2	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
303	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.34	1	0.3
304	2	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.34	1	0.3
305	2	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
306	2	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
307	2	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
308	2	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
309	2	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
310	2	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0

311	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
312	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
313	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
314	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
315	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
316	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
317	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
318	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
319	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
320	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
321	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
322	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
323	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
324	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
325	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
326	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
327	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
328	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
329	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
330	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
331	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
332	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
333	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
334	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
335	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
336	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
337	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
338	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
339	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
340	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
341	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
342	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
343	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
344	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
345	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
346	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
347	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
348	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
349	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
350	2	$\Sigma\Sigma - 3$	0.250	4.150	1	1.0
				1013.59		236.0

ΖΩΝΗ 3 –ΕΠΙΠΕΔΟ 3

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxixΨ) [W/K]
1	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.82	1	0.2
2	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.82	1	0.2
3	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.20	1	0.0
4	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.20	1	0.0
5	3	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
6	3	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
7	3	ΛΠ - 7	0.000	2.20	1	0.0
8	3	ΛΠ - 7	0.000	2.20	1	0.0
9	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.50	1	0.6
10	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.50	1	0.6
11	3	ΥΠ - 7	0.550	1.15	1	0.6
12	3	ΛΠ - 7	0.000	2.70	1	0.0
13	3	ΛΠ - 7	0.000	2.70	1	0.0
14	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.19	1	0.3
15	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.19	1	0.3
16	3	ΥΠ - 7	0.550	7.56	1	4.2
17	3	ΥΠ - 7	0.550	7.56	1	4.2
18	3	ΛΠ - 7	0.000	2.20	1	0.0
19	3	ΛΠ - 7	0.000	2.20	1	0.0
20	3	ΥΠ - 7	0.550	0.42	1	0.2
21	3	ΥΠ - 7	0.550	0.42	1	0.2
22	3	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
23	3	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
24	3	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
25	3	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
26	3	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
27	3	ΛΠ - 7	0.000	3.44	1	0.0
28	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.57	1	1.9
29	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.57	1	1.9
30	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
31	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
32	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
33	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.00	1	0.0
34	3	ΥΠ - 7	0.550	0.40	1	0.2
35	3	ΥΠ - 7	0.550	0.40	1	0.2
36	3	ΛΠ - 7	0.000	2.20	1	0.0
37	3	ΛΠ - 7	0.000	2.20	1	0.0
38	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.00	1	0.7
39	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.00	1	0.7
40	3	ΥΠ - 7	0.550	1.35	1	0.7
41	3	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
42	3	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
43	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.23	1	0.5
44	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.23	1	0.5
45	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
46	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
47	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
48	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
49	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
50	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
51	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
52	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
53	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
54	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
55	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
56	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
57	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
58	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
59	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
60	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
61	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
62	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4

63	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
64	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
65	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
66	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
67	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
68	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
69	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
70	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
71	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
72	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
73	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
74	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
75	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
76	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
77	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
78	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
79	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
80	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
81	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
82	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
83	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
84	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
85	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
86	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
87	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
88	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
89	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
90	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
91	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
92	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
93	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
94	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
95	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
96	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
97	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
98	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
99	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.75	1	0.8
100	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.75	1	0.8
101	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1	0.4
102	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1	0.4
103	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
104	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
105	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
106	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
107	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
108	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
109	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
110	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
111	3	ΥΠ - 7	0.550	9.76	1	5.4
112	3	ΥΠ - 7	0.550	9.76	1	5.4
113	3	ΛΠ - 7	0.000	0.77	1	0.0
114	3	ΛΠ - 7	0.000	0.77	1	0.0
115	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	12.00	1	2.7
116	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	12.00	1	2.7
117	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1	0.4
118	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1	0.4
119	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
120	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
121	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
122	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
123	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.59	1	0.8
124	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.59	1	0.8
125	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.55	1	0.6
126	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.55	1	0.6

127	3	ΥΠ - 7	0.550	9.88	1	5.4
128	3	ΛΠ - 7	0.000	4.00	1	0.0
129	3	ΛΠ - 7	0.000	4.00	1	0.0
130	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	10.06	1	2.3
131	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	10.06	1	2.3
132	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.52	1	0.6
133	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.52	1	0.6
134	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
135	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
136	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
137	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
138	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
139	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
140	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
141	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
142	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
143	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
144	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
145	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
146	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
147	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
148	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
149	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
150	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
151	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
152	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
153	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
154	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
155	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
156	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
157	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
158	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
159	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
160	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
161	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
162	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
163	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
164	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
165	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
166	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
167	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
168	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
169	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
170	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
171	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
172	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
173	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
174	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
175	3	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
176	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
177	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
178	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
179	3	ΥΠ - 7	0.550	3.45	1	1.9
180	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
181	3	ΛΠ - 7	0.000	2.60	1	0.0
182	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	27.71	1	6.2
183	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	27.71	1	6.2
184	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
185	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
186	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
187	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
188	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
189	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
190	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4

191	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
192	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
193	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
194	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
195	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
196	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
197	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
198	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
199	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
200	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
201	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
202	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
203	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
204	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
205	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
206	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
207	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
208	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
209	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
210	3	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1	0.7
211	3	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1	0.7
212	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
213	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
214	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.35	1	0.3
215	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.35	1	0.3
216	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
217	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
218	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
219	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
220	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
221	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
222	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
223	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
224	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
225	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
226	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
227	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
228	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
229	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
230	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
231	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
232	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.23	1	0.5
233	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.23	1	0.5
234	3	ΥΠ - 7	0.550	1.65	1	0.9
235	3	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
236	3	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
237	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
238	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
239	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.72	1	0.6
240	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.72	1	0.6
241	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
242	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
243	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
244	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
245	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
246	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
247	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
248	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
249	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
250	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
251	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
252	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
253	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
254	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4

255	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
256	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
257	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
258	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
259	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
260	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
261	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
262	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
263	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
264	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
265	3	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
266	3	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
267	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
268	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
269	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.35	1	0.3
270	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.35	1	0.3
271	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
272	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
273	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
274	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
275	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
276	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
277	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
278	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
279	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
280	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
281	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
282	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
283	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
284	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
285	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
286	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
287	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
288	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
289	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
290	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
291	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
292	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
293	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
294	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
295	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
296	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
297	3	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
298	3	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
299	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
300	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
301	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.35	1	0.3
302	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.35	1	0.3
303	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
304	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
305	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
306	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
307	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
308	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
309	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
310	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
311	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
312	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
313	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
314	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
315	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
316	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
317	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
318	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4

319	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
320	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
321	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
322	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
323	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
324	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
325	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
326	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.95	1	0.4
327	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
328	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.65	1	0.4
329	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
330	3	ΥΠ - 7	0.550	0.75	1	0.4
331	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
332	3	ΛΠ - 7	0.000	1.90	1	0.0
333	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.05	1	0.2
334	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.05	1	0.2
335	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.43	1	0.5
336	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.43	1	0.5
337	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.36	1	1.2
338	3	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.36	1	1.2
339	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
340	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
341	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
342	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
343	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
344	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
345	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
346	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
347	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
348	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
349	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
350	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
351	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
352	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
353	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
354	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
355	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
356	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
357	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
358	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
359	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
360	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
361	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
362	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
363	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
364	3	ΣΣ - 3	0.250	4.150	1	1.0
				860.61		195.9

ΖΩΝΗ 4 – ΕΠΙΠΕΔΟ 4

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(\text{b}\times\text{l}\times\Psi)$ [W/K]
1	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
2	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
3	4	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
4	4	ΛΠ - 7	0.000	2.70	1	0.0
5	4	ΛΠ - 7	0.000	2.70	1	0.0
6	4	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
7	4	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
8	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
9	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
10	4	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
11	4	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
12	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
13	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
14	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.50	1	2.1
15	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.50	1	2.1
16	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
17	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
18	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
19	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
20	4	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
21	4	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
22	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
23	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
24	4	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
25	4	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
26	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
27	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
28	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
29	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
30	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
31	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
32	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
33	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
34	4	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
35	4	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
36	4	ΛΠ - 7	0.000	2.85	1	0.0
37	4	ΥΠ - 7	0.550	1.14	1	0.6
38	4	ΥΠ - 7	0.550	1.14	1	0.6
39	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
40	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
41	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
42	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
43	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
44	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
45	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
46	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
47	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
48	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
49	4	ΥΠ - 7	0.550	1.14	1	0.6
50	4	ΥΠ - 7	0.550	1.14	1	0.6
51	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
52	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
53	4	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
54	4	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
55	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
56	4	ΛΠ - 7	0.000	2.05	1	0.0
57	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
58	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
59	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
60	4	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
61	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
62	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9

63	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
64	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
65	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
66	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
67	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
68	4	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
				201.97		43.1

ΖΩΝΗ 5 – ΕΠΙΠΕΔΟ 5

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxlxΨ) [W/K]
1	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
2	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
3	5	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
4	5	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
5	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
6	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
7	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.03	1	0.5
8	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.03	1	0.5
9	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
10	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
11	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.06	1	0.0
12	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.06	1	0.0
13	5	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
14	5	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
15	5	ΛΠ - 7	0.000	2.35	1	0.0
16	5	ΛΠ - 7	0.000	2.35	1	0.0
17	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.24	1	1.4
18	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.24	1	1.4
19	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
20	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
21	5	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
22	5	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
23	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
24	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
25	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.47	1	0.3
26	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.47	1	0.3
27	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
28	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
29	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
30	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
31	5	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
32	5	ΥΠ - 7	0.550	1.12	1	0.6
33	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
34	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
35	5	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
36	5	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
37	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
38	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
39	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
40	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
41	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
42	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
43	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
44	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
45	5	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
46	5	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
47	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
48	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
49	5	ΥΠ - 7	0.550	1.14	1	0.6
50	5	ΥΠ - 7	0.550	1.14	1	0.6
51	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
52	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
53	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0

54	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
55	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
56	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
57	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
58	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
59	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
60	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
61	5	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
62	5	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
63	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
64	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
65	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
66	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
67	5	ΥΠ - 7	0.550	0.12	1	0.1
68	5	ΥΠ - 7	0.550	0.12	1	0.1
69	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
70	5	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
71	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
72	5	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
73	5	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
74	5	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
75	5	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
76	5	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
77	5	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
78	5	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
				209.74		42.8

ΖΩΝΗ 6 – ΕΠΙΠΕΔΟ 6

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxixΨ) [W/K]
1	6	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
2	6	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
3	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
4	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
5	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.03	1	0.5
6	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.03	1	0.5
7	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
8	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
9	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.06	1	0.0
10	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.06	1	0.0
11	6	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
12	6	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
13	6	ΛΠ - 7	0.000	2.35	1	0.0
14	6	ΛΠ - 7	0.000	2.35	1	0.0
15	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.24	1	1.4
16	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.24	1	1.4
17	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
18	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
19	6	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
20	6	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
21	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
22	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
23	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.47	1	0.3
24	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.47	1	0.3
25	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
26	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
27	6	ΥΠ - 7	0.550	0.13	1	0.1
28	6	ΥΠ - 7	0.550	0.13	1	0.1
29	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
30	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
31	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
32	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
33	6	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
34	6	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7

35	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
36	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
37	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
38	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
39	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
40	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
41	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
42	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
43	6	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
44	6	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
45	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
46	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
47	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
48	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
49	6	ΥΠ - 7	0.550	0.11	1	0.1
50	6	ΥΠ - 7	0.550	0.11	1	0.1
51	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
52	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
53	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
54	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
55	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
56	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
57	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
58	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
59	6	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
60	6	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
61	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
62	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
63	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
64	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
65	6	ΥΠ - 7	0.550	0.12	1	0.1
66	6	ΥΠ - 7	0.550	0.12	1	0.1
67	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
68	6	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
69	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
70	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
71	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
72	6	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
73	6	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
74	6	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
75	6	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
76	6	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
77	6	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
78	6	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
				205.70		40.6

ΖΩΝΗ 7 – ΕΠΙΠΕΔΟ 7

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(\text{b}\times\text{l}\times\Psi)$ [W/K]
1	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
2	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.15	1	1.2
3	7	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
4	7	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
5	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
6	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
7	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.03	1	0.5
8	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.03	1	0.5
9	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
10	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
11	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.06	1	0.0
12	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.06	1	0.0
13	7	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
14	7	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
15	7	ΛΠ - 7	0.000	2.35	1	0.0
16	7	ΛΠ - 7	0.000	2.35	1	0.0
17	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.24	1	1.4
18	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.24	1	1.4
19	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
20	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.25	1	0.3
21	7	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
22	7	ΥΠ - 7	0.550	1.05	1	0.6
23	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
24	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
25	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.47	1	0.3
26	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.47	1	0.3
27	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
28	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.14	1	1.2
29	7	ΥΠ - 7	0.550	0.13	1	0.1
30	7	ΥΠ - 7	0.550	0.13	1	0.1
31	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
32	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
33	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
34	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.40	1	0.1
35	7	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
36	7	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
37	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
38	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
39	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
40	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.75	1	2.0
41	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
42	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.37	1	0.1
43	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
44	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.96	1	1.1
45	7	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
46	7	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
47	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
48	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
49	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
50	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	9.11	1	2.0
51	7	ΥΠ - 7	0.550	0.11	1	0.1
52	7	ΥΠ - 7	0.550	0.11	1	0.1
53	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
54	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
55	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
56	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.38	1	0.1
57	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
58	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.00	1	1.1
59	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1
60	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.39	1	0.1

61	7	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
62	7	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
63	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
64	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
65	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
66	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.73	1	2.0
67	7	ΥΠ - 7	0.550	0.12	1	0.1
68	7	ΥΠ - 7	0.550	0.12	1	0.1
69	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
70	7	ΛΠ - 7	0.000	2.74	1	0.0
71	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
72	7	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	0.34	1	0.1
73	7	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
74	7	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
75	7	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
76	7	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
77	7	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
78	7	ΣΣ - 3	0.250	3.450	1	0.9
				205.70		40.6

ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ

ΖΩΝΗ 1 – ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxIxΨ) [W/K]
1	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
2	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
3	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
4	1	ΥΠ - 23	0.100	4.50	1	0.5
5	1	ΥΠ - 23	0.100	4.50	1	0.5
6	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
7	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
8	1	ΔΣ - 33	0.600	15.32	1	9.2
9	1	ΔΦ - 8	0.500	15.32	1	7.7
10	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
11	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
12	1	ΔΣ - 33	0.600	36.90	1	22.1
13	1	ΔΦ - 8	0.500	36.90	1	18.5
14	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
15	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
16	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
17	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
18	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
19	1	ΥΠ - 23	0.100	4.50	1	0.5
20	1	ΥΠ - 23	0.100	4.50	1	0.5
21	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
22	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
23	1	ΥΠ - 23	0.100	4.50	1	0.5
24	1	ΥΠ - 23	0.100	4.50	1	0.5
25	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
26	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
27	1	ΔΣ - 33	0.600	36.60	1	22.0
28	1	ΔΦ - 8	0.500	36.60	1	18.3
29	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
30	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
31	1	ΥΠ - 23	0.100	3.80	1	0.4
32	1	ΥΠ - 23	0.100	3.80	1	0.4
33	1	ΛΠ - 23	0.100	3.00	1	0.3
34	1	ΛΠ - 23	0.100	3.00	1	0.3
35	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
36	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2

37	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
38	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
39	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
40	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
41	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
42	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
43	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
44	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
45	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
46	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
47	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
48	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
49	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
50	1	ΥΠ - 23	0.100	2.00	1	0.2
51	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
52	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
53	1	ΥΠ - 23	0.100	3.80	1	0.4
54	1	ΥΠ - 23	0.100	3.80	1	0.4
55	1	ΛΠ - 23	0.100	3.00	1	0.3
56	1	ΛΠ - 23	0.100	3.00	1	0.3
57	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
58	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
59	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
60	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
61	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
62	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
63	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
64	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
65	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
66	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
67	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
68	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
69	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
70	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
71	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
72	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
73	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
74	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
75	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
76	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
77	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
78	1	ΥΠ - 23	0.100	4.20	1	0.4
79	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
80	1	ΛΠ - 23	0.100	2.40	1	0.2
81	1	ΔΣ - 33	0.600	36.90	1	22.1
82	1	ΔΦ - 8	0.500	36.90	1	18.5
83	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
84	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
85	1	ΥΠ - 23	0.100	2.23	1	0.2
86	1	ΥΠ - 23	0.100	2.23	1	0.2
87	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
88	1	ΛΠ - 23	0.100	1.80	1	0.2
89	1	ΔΣ - 33	0.600	21.28	1	12.8
90	1	ΔΦ - 8	0.500	21.28	1	10.6
91	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
92	1	ΞΓ - 7	-0.35	8.75	1	-3.1
				588.16		151.7

ΖΩΝΗ 2 – ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times l \times \Psi)$ [W/K]
1	1	ΟΕ - 6 (1/2)	0.550	6.00	1	3.3
2	1	ΔΦ - 8	0.500	6.00	1	3.0
3	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
4	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
5	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
6	1	ΛΠ - 7	0.000	2.40	1	0.0
7	1	ΛΠ - 16	0.050	2.40	1	0.1
8	1	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
9	1	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
10	1	ΛΠ - 7	0.000	2.40	1	0.0
11	1	ΛΠ - 16	0.050	2.40	1	0.1
12	1	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
13	1	ΥΠ - 7	0.550	0.47	1	0.3
14	1	ΛΠ - 7	0.000	2.40	1	0.0
15	1	ΛΠ - 16	0.050	2.40	1	0.1
16	1	ΥΠ - 7	0.550	3.15	1	1.7
17	1	ΥΠ - 7	0.550	3.15	1	1.7
18	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
19	1	ΛΠ - 16	0.050	0.60	1	0.0
20	1	ΟΕ - 6 (1/2)	0.550	3.45	1	1.9
21	1	ΔΦ - 8	0.500	3.45	1	1.7
22	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
23	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
24	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
25	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
26	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
27	1	ΛΠ - 16	0.050	0.60	1	0.0
28	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
29	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
30	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
31	1	ΛΠ - 16	0.050	0.60	1	0.0
32	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
33	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
34	1	ΛΠ - 7	0.000	1.80	1	0.0
35	1	ΛΠ - 16	0.050	1.80	1	0.1
36	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
37	1	ΛΠ - 7	0.000	2.40	1	0.0
38	1	ΛΠ - 16	0.050	2.40	1	0.1
39	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
40	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
41	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
42	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
43	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
44	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
45	1	ΛΠ - 7	0.000	1.20	1	0.0
46	1	ΛΠ - 16	0.050	1.20	1	0.1
47	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
48	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
49	1	ΛΠ - 7	0.000	1.20	1	0.0
50	1	ΛΠ - 16	0.050	1.20	1	0.1
51	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	18.00	1	2.3
52	1	ΔΦ - 3	0.350	18.00	1	6.3
53	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
54	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
55	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
56	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
57	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
58	1	ΛΠ - 16	0.050	0.60	1	0.0
59	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
60	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6

61	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
62	1	ΛΠ - 16	0.050	0.60	1	0.0
63	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
64	1	ΥΠ - 7	0.550	1.00	1	0.6
65	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
66	1	ΛΠ - 16	0.050	0.60	1	0.0
67	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	6.60	1	0.8
68	1	ΔΦ - 3	0.350	6.60	1	2.3
69	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
70	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
71	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	36.30	1	4.5
72	1	ΔΦ - 3	0.350	36.30	1	12.7
73	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
74	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
75	1	ΟΕ - 6 (1/2)	0.550	12.90	1	7.1
76	1	ΔΦ - 8	0.500	12.90	1	6.4
77	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
78	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
79	1	ΟΕ - 6 (1/2)	0.550	12.30	1	6.8
80	1	ΔΦ - 8	0.500	12.30	1	6.2
81	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
82	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
83	1	ΟΕ - 6 (1/2)	0.550	2.85	1	1.6
84	1	ΔΦ - 8	0.500	2.85	1	1.4
85	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
86	1	ΞΓ - 7	-0.35	4.20	1	-1.5
				340.18		66.5

ΖΩΝΗ 3 – ΠΤΕΡΥΓΑ ΔΕΞΙΑ

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(\text{b}\times\text{l}\times\Psi)$ [W/K]
1	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	10.80	1	1.4
2	1	ΔΦ - 3	0.350	10.80	1	3.8
3	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
4	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
5	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
6	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
7	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
8	1	ΛΠ - 7	0.000	0.60	1	0.0
9	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	10.20	1	1.3
10	1	ΔΦ - 3	0.350	10.20	1	3.6
11	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
12	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
13	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	1.50	1	0.2
14	1	ΔΦ - 3	0.350	1.50	1	0.5
15	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
16	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
17	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	26.00	1	3.3
18	1	ΔΦ - 3	0.350	26.00	1	9.1
19	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
20	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
21	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	36.30	1	4.5
22	1	ΔΦ - 3	0.350	36.30	1	12.7
23	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
24	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
25	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
26	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
27	1	ΛΠ - 7	0.000	1.80	1	0.0
28	1	ΛΠ - 16	0.050	1.80	1	0.1
29	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
30	1	ΛΠ - 7	0.000	2.40	1	0.0
31	1	ΛΠ - 16	0.050	2.40	1	0.1
32	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
33	1	ΛΠ - 7	0.000	2.40	1	0.0
34	1	ΛΠ - 16	0.050	2.40	1	0.1
35	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
36	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
37	1	ΛΠ - 7	0.000	1.80	1	0.0
38	1	ΛΠ - 16	0.050	1.80	1	0.1
39	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
40	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
41	1	ΛΠ - 7	0.000	1.80	1	0.0
42	1	ΛΠ - 16	0.050	1.80	1	0.1
43	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	26.00	1	3.3
44	1	ΔΦ - 3	0.350	26.00	1	9.1
45	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
46	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
47	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
48	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
49	1	ΛΠ - 7	0.000	1.20	1	0.0
50	1	ΛΠ - 16	0.050	1.20	1	0.1
51	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
52	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
53	1	ΛΠ - 7	0.000	1.20	1	0.0
54	1	ΛΠ - 7	0.000	1.20	1	0.0
55	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
56	1	ΥΠ - 7	0.550	4.00	1	2.2
57	1	ΛΠ - 7	0.000	1.20	1	0.0
58	1	ΛΠ - 16	0.050	1.20	1	0.1
59	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	24.00	1	3.0
60	1	ΔΦ - 3	0.350	24.00	1	8.4

61	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
62	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
63	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
64	1	ΛΠ - 7	0.000	3.00	1	0.0
65	1	ΛΠ - 7	0.000	3.00	1	0.0
66	1	ΥΠ - 7	0.550	2.00	1	1.1
67	1	ΛΠ - 7	0.000	3.00	1	0.0
68	1	ΛΠ - 7	0.000	3.00	1	0.0
69	1	ΥΠ - 7	0.550	2.70	1	1.5
70	1	ΥΠ - 7	0.550	2.70	1	1.5
71	1	ΛΠ - 7	0.000	1.80	1	0.0
72	1	ΛΠ - 7	0.000	1.80	1	0.0
73	1	ΟΕ - 5 (1/2)	0.125	10.20	1	1.3
74	1	ΔΦ - 3	0.350	10.20	1	3.6
75	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
76	1	ΞΓ - 10	-0.40	4.20	1	-1.7
				455.00		72.0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟΥ ΚΑΙ
ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΙΜΟΥ U_m ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Υψος [m]	Όγκος [m ³]
επίπεδο 1	3081.02	4.15	12786
επίπεδο 2	2594.83	4.15	10769
επίπεδο 3	1640.93	4.15	6810
επίπεδο 4	222.66	3.45	768
επίπεδο 5	214.77	3.45	741
επίπεδο 6	214.77	3.45	741
επίπεδο 7	214.77	3.45	741
Συνολικά			33356

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨχι] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	3287.5	2693.4
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	3705.6	1482.3
διαφανή δομικά στοιχεία	688.3	1613.7
θερμογέφυρες	-	857.3
Συνολικά	7681.4	5789.4

$$\Sigma A/V=7681.37(\text{m}^2)/33355.65(\text{m}^3)=0.230$$

$$U_{m,\max} 1.125[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$\text{Πραγματοποιούμενο } U_m=5789.4(\text{W}/\text{K})/7681.37(\text{m}^2)=0.754<1.125[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
στάδιο	1350.54	8.75	11817
ανατολική πτέρυγα	337.77	4.20	1419
δυτική πτέρυγα	1053.96	4.20	4427
Συνολικά			17662

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxι] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	2144.2	1860.2
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	5017.8	2997.4
διαφανή δομικά στοιχεία	164.3	549.4
θερμογέφυρες	-	290.2
Συνολικά	7326.3	5407.0

$$\Sigma A/V=7326.31(\text{m}^2)/17662.49(\text{m}^3)=0.415$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,\max}$ 1.023[W/(m²K)]

Πραγματοποιούμενο $U_m=5407.0(\text{W/K})/7326.31(\text{m}^2)=0.738<1.023[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΑΡΧΕΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ OPEN STUDIO

Τα αποτελέσματα των σεναρίων από το λογισμικό Openstudio (Energy+), μπορούν να ληφθούν από τους παρακάτω συνδέσμους:

- Σενάριο 1 – Κτίριο Αθλητικού Κέντρου
<https://drive.google.com/file/d/1Brxqd5M49B-LVShFMo6KN531xvPHFPtD/view?usp=sharing>
- Σενάριο 2 – Κτίριο Αθλητικού Κέντρου
https://drive.google.com/file/d/1hAFtUI79_zrvJwHN2dNI_JgkNgNWxreJ/view?usp=sharing
- Σενάριο 1 – Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης https://drive.google.com/file/d/1-zQLiIX66_UqJp-5HHnJS2x3L4BpT9yk/view?usp=sharing
- Σενάριο 2 – Κτίριο Κεντρικής Βιβλιοθήκης
<https://drive.google.com/file/d/1znGnsw7DlrvONaaaZDT9Heal51Mo71TI/view?usp=sharing>