



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Πρόγραμμα σπουδών: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Πτυχιακή Εργασία

---

Μελέτη εγκατάστασης ενεργειακού συστήματος  
κλιματισμού χώρων μέσω γεωθερμίας

---

Φοιτητής: Τσορέκης Κωνσταντίνος

A.M: HN08009

Επιβλέπων Καθηγητής: Μολασιώτης Βασίλειος

*(Υπογραφή)*

.....

Κωνσταντίνος Τσορέκης

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**Copyrights © 2022 – All rights reserved**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται βιβλιογραφικά η πηγή προέλευσης.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα παρουσιαστεί βήμα προς βήμα η διαδικασία που απαιτείται για την διεξαγωγή μελέτης θέρμανσης μιας υπό κατασκευή εγκατάστασης, με κύριο στόχο την χρήση γεωθερμίας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών. Η αρχή γίνεται αναλύοντας την προς μελέτη εγκατάσταση, τους χώρους που θα υπάρχουν εντός αυτής και την χρήση αυτών, ώστε έπειτα να είναι εφικτό να βρεθούν και να αναλυθούν οι ανάγκες της σε θέρμανση και εν τέλει να δημιουργηθεί η αντίστοιχη μελέτη που απαιτείται βάση του κανονισμού ΚΕΝΑΚ, για να βρεθεί η ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης. Σαν στόχο θέτεται η τελική εγκατάσταση να μην είναι χαμηλότερης ενεργειακής απόδοσης από την κατηγορία Α.

**Λέξεις Κλειδιά:** Σύστημα θέρμανσης, Γεωθερμία, Ενεργειακή απόδοση, ΚΕΝΑΚ



## ABSTRACT

This case study will present step by step, the procedure required to carry out a heating study of an under construction facility, with main objective the use of geothermal energy to cover the thermal needs. The beginning is made by analyzing the under study facility, the space that will exist within it and the use of it, so that it is then possible to find and analyze its heating requirements to finally create the corresponding study required based on the KENAK regulation, to find the energy efficiency of the installation. The goal is that the final installation should not be of lower energy efficiency category than A.

**Keywords:** Heating system, Geothermal energy, Energy efficiency, KENAK



# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Φτάνοντας στον τερματισμό της ακαδημαϊκής μου πορείας με την σύνταξη της παρούσας πτυχιακής εργασίας και εν αναμονή της ορκωμοσίας μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τόσο το εκπαιδευτικό προσωπικό του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας (Πρώην ΤΕΙ) όσο και τους συμφοιτητές και πλέον συναδέλφους μου για τον χρόνο που περάσαμε μαζί σε αυτό το ταξίδι της γνώσης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ.Μολασιώτη για την ευκαιρία που μου έδωσε να δημιουργήσω την παρούσα μελέτη, καθώς επίσης για την πολύτιμη καθοδήγηση του στην περάτωση της.





# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	<b>7</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>9</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>12</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>15</b>
<b>Η ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b> .....	<b>16</b>
<b>ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ</b> .....	<b>19</b>
2.1 Βασικά στοιχεία εγκατάστασης.....	19
2.2 Υπολογισμός αερισμού λόγω αεροστεγανότητας.....	19
2.3 Κλιματολογική ανάλυση περιοχής.....	20
2.4 Υπολογισμός θερμομόνωσης τοίχων.....	21
2.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών .....	22
2.5.1 Υπολογισμός απωλειών 1 <sup>ης</sup> Ζώνης.....	22
2.5.2 Υπολογισμός απωλειών 2 <sup>ης</sup> Ζώνης.....	23
2.5.3 Υπολογισμός απωλειών 3 <sup>ης</sup> Ζώνης.....	25
2.5.4 Υπολογισμός συνολικών απωλειών .....	27
2.6 Υπολογισμός ηλεκτροφωτισμού εσωτερικών χώρων .....	28
2.6.1 Επιλογή φωτιστικών στοιχείων .....	28
2.6.2 Υπολογισμός κατανάλωσης λόγω φωτισμού .....	32
2.7 Υπολογισμός ζεστού νερού χρήσης .....	34
2.8 Υπολογισμός μηχανικού αερισμού .....	35
2.9 Περίπτωση 1: Χρήση θέρμανσης πετρελαίου .....	36
2.9.1 Υπολογισμός συστήματος θέρμανσης πετρελαίου.....	36
2.9.2 Υπολογισμός συστήματος συμπαραγωγής.....	37
2.9.3 Υπολογισμός συστήματος ψύξης .....	37
2.10 Περίπτωση 2: Χρήση γεωθερμίας .....	38
2.10.1 Ερευνητική γεώτρηση .....	38
2.10.2 Υπολογισμός συστήματος κλιματισμού .....	42
2.10.3 Υπολογισμός βοηθητικού συστήματος .....	42

<b>ΜΕΛΕΤΗ ΚΕΝΑΚ.....</b>	<b>44</b>
3.1 Γενικά στοιχεία.....	44
3.2 Περίπτωση Πετρελαίου .....	45
3.2.1 Θερμική Ζώνη 1 .....	45
3.2.2 Θερμική Ζώνη 2 .....	47
3.2.3 Θερμική Ζώνη 3 .....	50
3.2.4 Υπολογισμός αποτελεσμάτων .....	53
3.3 Περίπτωση Γεωθερμικής Αντλίας.....	54
3.3.1 Θερμική Ζώνη 1 .....	54
3.3.2 Θερμική Ζώνη 2 .....	56
3.3.3 Θερμική Ζώνη 3 .....	58
3.3.4 Υπολογισμός αποτελεσμάτων .....	60
3.6 Αναβάθμιση ενεργειακής απόδοσης.....	61
3.6.1 Υπολογισμός συστήματος φωτοβολταϊκών .....	61
3.6.2 Επαναυπολογισμός ενεργειακής απόδοσης.....	64
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>65</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>66</b>



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

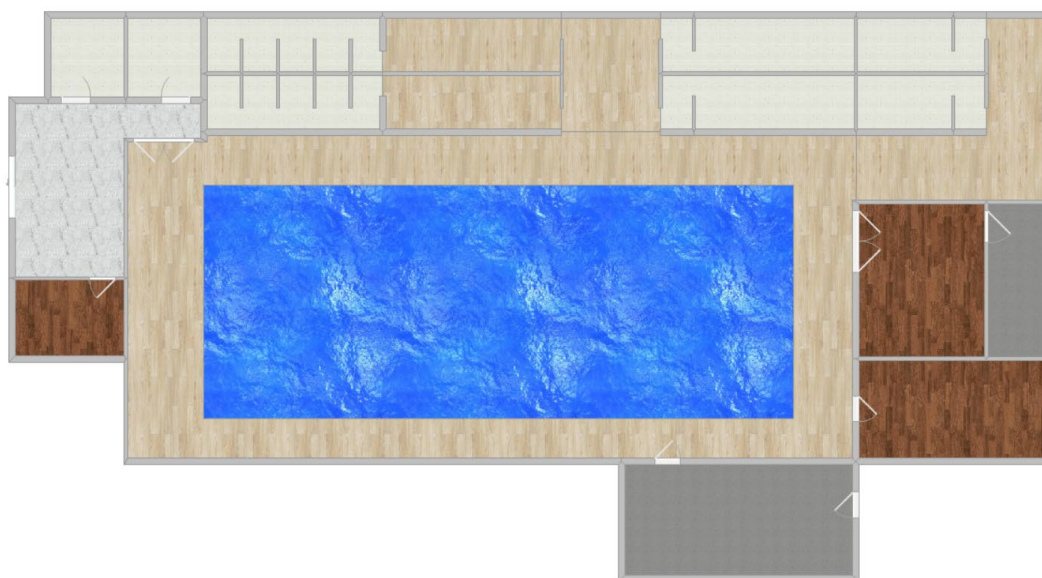
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	
0.1 Το προς μελέτη κολυμβητήριο.....	15
<b>Η ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b> .....	
1.1 Η γενική κάτοψη του κολυμβητηρίου.....	16
1.2 Η κάτοψη του κτηρίου βάση των ζωνών θερμότητας.....	17
<b>ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ</b> .....	
2.1 Τα συνολικά στοιχεία μετά από υπολογισμό σε excel .....	21
2.2 Σχέδιο θερμική ζώνη 1 .....	22
2.3 Υπολογισμός στοιχείων σε excel για θερμική ζώνη 1 .....	23
2.4 Σχέδιο θερμική ζώνη 2 .....	23
2.5 Υπολογισμός στοιχείων σε excel για θερμική ζώνη 2 .....	24
2.6 Σχέδιο θερμική ζώνη 3 .....	25
2.7 Υπολογισμός στοιχείων σε excel για θερμική ζώνη 3 .....	26
2.8 Υπολογισμός στοιχείων σε excel για σύνολο.....	27
2.9 Το προεπιλεγμένο φωτιστικό για τους εσωτερικούς χώρους.....	28
2.10 Το προεπιλεγμένο φωτιστικό για τις τουαλέτες, τα μπάνια και τα αποδυτήρια .....	28
2.11 Το προεπιλεγμένο φωτιστικό για το χώρο της πισίνας .....	29
2.12 Η ειδική σήμανση εξόδων κινδύνου .....	30
2.13 Ο φωτισμός του αντλιοστασίου .....	31
2.14 Το ειδικό σύστημα καθαρισμού του αέρα με UV – C φωτισμό.....	32
2.15 Υπολογισμός στοιχείων θέρμανσης πετρελαίου .....	36
2.16 Υπολογισμός στοιχείων συστήματος συμπαραγωγής.....	37
2.17 Υπολογισμός στοιχείων ψύξης.....	37
2.18 Η θέση περιοχής μελέτης στα όρια των ΥΥΣ .....	39
2.19 Φύλλο Τομής Υδρογεώτρησης – πηγή: Τεχνική περιγραφή.....	40
2.20 Δορυφορική λήψη περιοχής θέσεων γεωτρήσεων .....	41
2.21 Υπολογισμός στοιχείων κλιματισμού στο excel .....	42
2.22 Υπολογισμός στοιχείων βοηθητικού συστήματος στο excel .....	43
<b>ΜΕΛΕΤΗ ΚΕΝΑΚ</b> .....	
3.1 Γενικά στοιχεία κτηρίου.....	44
3.2 Θερμική Ζώνη 1: (α) Γενική χρήση (β) Αδιαφανείς επιφάνειες (γ) Σε επαφή με το έδαφος (δ) Διαφανείς επιφάνειες (ε) Θέρμανση (στ) Ψύξη (ζ) Μηχανικός αερισμός (η) ZNX (θ) Φωτισμός.....	47

3.3 Θερμική Ζώνη 2: (α) Γενική χρήση (β) Αδιαφανείς επιφάνειες (γ) Σε επαφή με το έδαφος (δ) Διαφανείς επιφάνειες (ε) Θέρμανση (στ) Ψύξη (ζ) Μηχανικός αερισμός (η) ZNX (θ) Φωτισμός.....	50
3.4 Θερμική Ζώνη 3: (α) Γενική χρήση (β) Αδιαφανείς επιφάνειες (γ) Σε επαφή με το έδαφος (δ) Διαφανείς επιφάνειες (ε) Θέρμανση (στ) Ψύξη (ζ) Μηχανικός αερισμός (η) ZNX (θ) Φωτισμός.....	53
3.5 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης.....	53
3.6 Θερμική Ζώνη 1: (α) Θέρμανση (β) Ψύξη (γ) Μηχανικός αερισμός (δ) ZNX (ε) Φωτισμός.....	55
3.7 Θερμική Ζώνη 2: (α) Θέρμανση (β) Ψύξη (γ) Μηχανικός αερισμός (δ) ZNX (ε) Φωτισμός.....	57
3.8 Θερμική Ζώνη 3: (α) Θέρμανση (β) Ψύξη (γ) Μηχανικός αερισμός (δ) ZNX (ε) Φωτισμός.....	59
3.9 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης.....	60
3.10 Η Δελτίο δεδομένων φωτοβολταϊκού πάνελ SUNTECH STP340-24/VFW .....	61
3.11 Υπολογισμός παραγόμενης ισχύος μέσω του προγράμματος PVGIS για 34 kWp.....	63
3.12 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης.....	64



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πτυχιακή εργασία που ακολουθεί αποτελεί τεχνική περιγραφή που συντάχθηκε με σκοπό την καταγραφή της διαδικασίας που απαιτείται για την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης και αναβάθμισης ενός υπό κατασκευή κτηρίου χρησιμοποιώντας γεωθερμία. Το κτήριο που μελετάτε είναι κλειστού τύπου κολυμβητήριο και βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της πόλης των Γρεβενών. Κοντά σε αυτό βρίσκονται διάφορα κτίσματα αθλητικού ή ψυχαγωγικού ενδιαφέροντος, πολλά από τα οποία χρησιμοποιούν γεωθερμία για την θέρμανση τους.



Εικόνα 0.1: Το προς μελέτη κολυμβητήριο – πηγή: προσωπική συλλογή

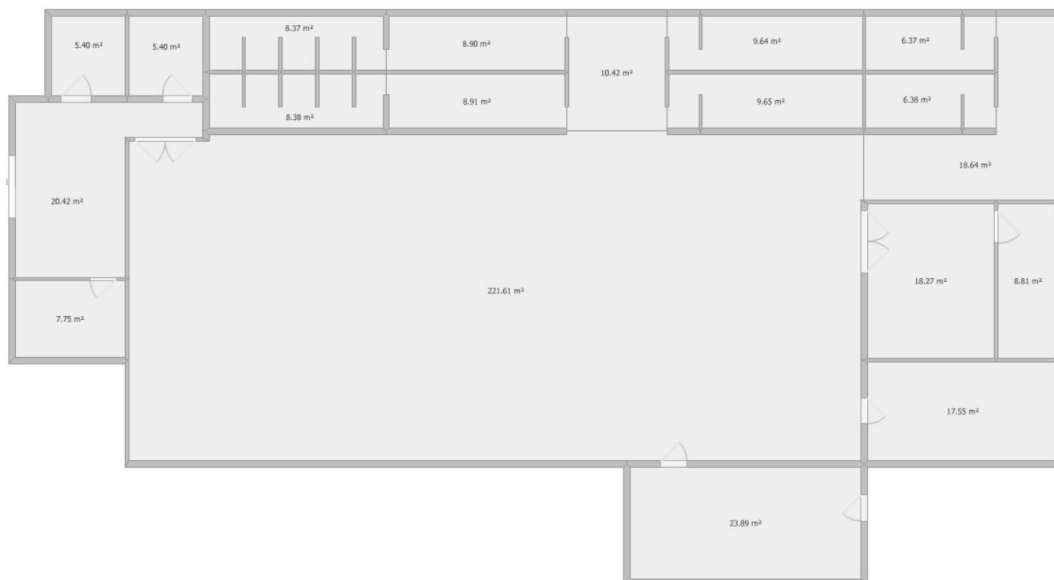
Συνεπώς, αν και αρχικά προτάθηκε για το προς κατασκευή κτήριο να χρησιμοποιηθούν συμβατικές μέθοδοι θέρμανσης, στην συνέχεια κρίθηκε απαραίτητη η μελέτη για την επιλογή γεωθερμίας ως κύριος τρόπος θέρμανσης του κτηρίου. Παράλληλα με την επιλογή της γεωθερμίας ως μέσο κλιματισμού του χώρου, μελετάτε η γενική ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου τόσο στο επίπεδο του κλιματισμού, την αναβάθμιση της θερμομόνωσης και των κουφωμάτων όσο και σε επίπεδο ηλεκτρικής κατανάλωσης. Οι παρεμβάσεις που πρόκειται να γίνουν για την ενεργειακή αναβάθμιση είναι οι παρακάτω:

- Εύρεση κατάλληλης θερμομόνωσης για τους τοίχους.
- Την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων για όλους τους χώρους του κτίσματος.
- Εγκατάσταση συστήματος γεωθερμίας για θέρμανση και ίσως ψύξη των χώρων.
- Εγκατάσταση συστήματος κλιματισμού της πισίνας.
- Εγκατάσταση του απαιτούμενου μηχανικού αερισμού των χώρων.
- Επιλογή κατάλληλου φωτισμού τύπου LED για κύριους και βοηθητικούς χώρους.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την μερική απεξάρτηση από το δίκτυο ενέργειας.



# Η ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Με την τελική μορφή της εγκατάστασης να έχει οριστεί από αρχιτέκτονα και με την κατανομή των χρήσεων για κάθε επί μέρους χώρο να έχει γίνει, η γενική κάτοψη του κτηρίου έχει ως εξής:



Εικόνα 1.1: Η γενική κάτοψη του κολυμβητηρίου – πηγή: προσωπική συλλογή

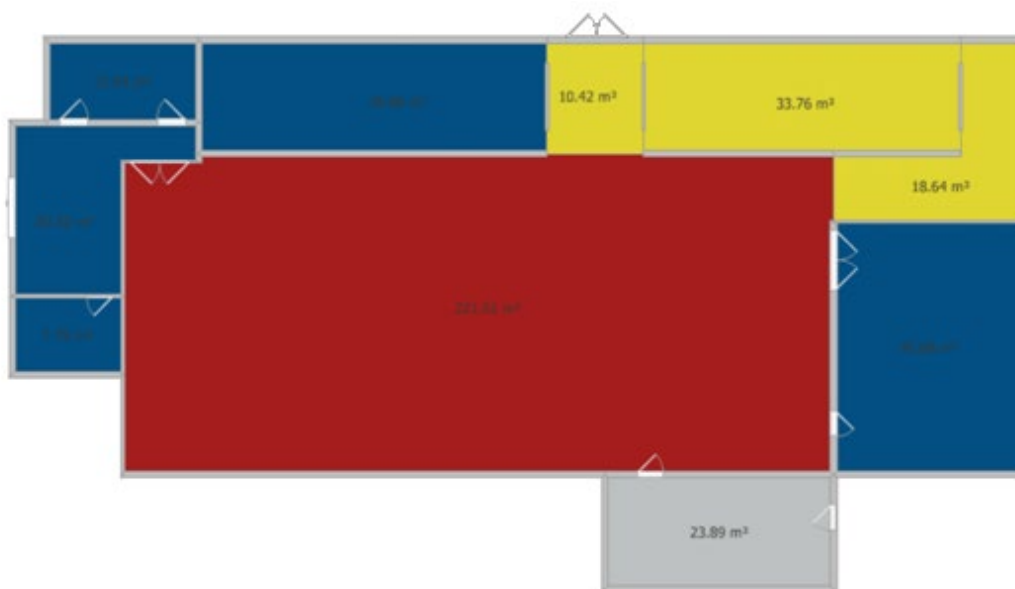
Πιο αναλυτικά, υπάρχουν στο σύνολο 19 χώροι διαφορετικής χρήσης ο καθένας και στο σύνολο τους χωρίζονται ως εξής:

Θέση	Χρήση Χώρου / Όνομα	Εμβαδόν
01	Guest Female WC	5.4m <sup>2</sup>
02	Guest Male WC	5.4m <sup>2</sup>
03	Reception	20.42m <sup>2</sup>
04	Front Office	7.75m <sup>2</sup>
05	Swimming Pool	221.61m <sup>2</sup>
06	Female Showers	8.37m <sup>2</sup>
07	Male Showers	8.37m <sup>2</sup>
08	Female Lockers	8.90m <sup>2</sup>
09	Male Lockers	8.90m <sup>2</sup>
10	Free Space 1	10.42m <sup>2</sup>
11	Female WC	9.64m <sup>2</sup>
12	Male WC	9.64m <sup>2</sup>
13	Pump Station	23.89m <sup>2</sup>
14	Female Staff WC	6.37m <sup>2</sup>
15	Male Staff WC	6.38m <sup>2</sup>
16	Free Space 2	18.64m <sup>2</sup>
17	Staff Office	18.27m <sup>2</sup>
18	Office Storage	8.81m <sup>2</sup>
19	Owner/Boss Office	17.55m <sup>2</sup>

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (Άρθρο 3) και την ΤΟΤΤΕΕ 20701-1 (ενότητα 3.2) [01,02] για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτηρίου σε ΘΖ συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται **στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών**.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
- Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.
- Δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι που δεν θερμαίνονται και που συνδέονται λειτουργικά με μια θερμική ζώνη (π.χ. αποθηκευτικός χώρος εντός διαμερίσματος, ψευδοροφή που διαχωρίζεται από το θερμαινόμενο χώρο με δομικό στοιχείο που δεν είναι θερμομονωμένο) λαμβάνονται ως τμήμα της θερμικής ζώνης.

Οι ζώνες θερμότητας για την παρούσα μελέτη εφαρμόζοντας όλους τους προβλεπόμενους κανόνες είναι 3 και διαχωρίζονται στον γενικό χώρο της πισίνας, τους χώρους που υπάρχει μεγάλη ανταλλαγή θερμότητας με την πισίνα (τουαλέτες και διάδρομοι) και στους υπόλοιπους χώρους.



Εικόνα 1.2: Η κάτοψη του κτηρίου βάση των ζωνών θερμότητας– πηγή: προσωπική συλλογή

Ο κλιματισμός της εγκατάστασης είναι σύνολο διαφόρων συστημάτων και στοχεύει τόσο στην ορθή θέρμανση και ψύξη του χώρου για την επίτευξη θερμικής άνεσης, όσο και για την καλή ποιότητα αέρα σε όλους τους εσωτερικούς χώρους.

- Σε όλες τις τουαλέτες της εγκατάστασης, στα αποδυτήρια και στις ντουζιέρες επιλέγεται η χρήση συστήματος μηχανικού αερισμού για την απομάκρυνση οσμών και την βελτίωση της ποιότητας του αέρα, ενώ παράλληλα θα παρέχεται ζεστό νερό τόσο για χρήση όσο και για την επαρκή θέρμανση του χώρου μέσω συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης.
- Στα γραφεία και στον ευρύτερο χώρο της υποδοχής, γίνεται χρήση ενδοδαπέδιας θέρμανσης, όπου σωλήνες θα περνάνε εντός του πατώματος για να το θερμάνουν με αποτέλεσμα την θέρμανση του χώρου. Παράλληλα, επιλέγεται να εγκατασταθούν σωλήνες εντός της οροφής όπου κρύο νερό θα περνάει για να την ψύξει, ψύχοντας έτσι τον χώρο όταν αυτό απαιτηθεί.
- Στην περίπτωση των ανοιχτών διαδρόμων και του αντλιοστασίου δεν θα γίνει εισαγωγή κάποιου συστήματος θέρμανσης. ψύξης ή μηχανικού αερισμού, με μοναδική διαφορά από χώρο σε χώρο να είναι ότι οι διάδρομοι είναι ανοιχτοί ως προς τον χώρο της πισίνας και η ανταλλαγή θερμότητας τόσο μεγάλη μέσω αέρα που αυτοί θερμαίνονται παθητικά.
- Ο χώρος που στεγάζει την πισίνα χαρακτηρίζεται από ενισχυμένο σύστημα μηχανικού αερισμού, υπεύθυνο για την καλή ποιότητα του αέρα αλλά και την θερμική άνεση στον χώρο καλύπτοντας έτσι τις ανάγκες ψύξης. Για την θέρμανση του χώρου, σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης θα εγκατασταθεί τόσο στους χώρους περιμετρικά της πισίνας όσο και στην πισίνα για την θέρμανση του νερού της.
- Παράλληλα με τα αναφερόμενα συστήματα, θα χρησιμοποιηθεί και δευτερεύον σύστημα θέρμανσης του νερού της πισίνας για χρήση μόνο εάν το κύριο σύστημα δεν είναι σε θέση να θερμάνει το νερό όταν αυτό απαιτηθεί, και βοηθητικό σύστημα κεντρικής θέρμανσης για την θέρμανση του κτηρίου εάν η γεωθερμική αντλία για κάποιο λόγο δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του κτηρίου (βλάβη αντλίας, πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, ανεπαρκή ποσότητα ή θερμοκρασία υπόγειου νερού).
- Για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά πάνελ στην οροφή του χώρου της πισίνας, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση του κτηρίου.

# ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

## 2.1 Βασικά στοιχεία εγκατάστασης

Για την μελέτη των θερμικών αναγκών της εγκατάστασης για την εύρεση του κατάλληλου συστήματος κλιματισμού, πρέπει να βρεθούν πρώτα οι θερμικές απώλειες αυτής. Με την βοήθεια του αρχιτεκτονικού σχεδίου και του προγράμματος σχεδίασης του, μπορούν να βρεθούν τα παρακάτω στοιχεία για τους θερμαινόμενους χώρους:

Συνολικά στοιχεία εγκατάστασης:

- Περίμετρος: 95.56 m
- Εμβαδόν: 424.73 m<sup>2</sup>
- Όγκος: 2,825.39 m<sup>3</sup>

Ο χώρος της πισίνας:

- Ύψος: 10 m
- Εμβαδόν: 221.60 m<sup>2</sup>
- Όγκος: 2,216.00 m<sup>3</sup>

Οι υπόλοιποι χώροι (σύνολο πρόσοψης):

- Ύψος: 3 m
- Εμβαδόν: 78.00 m<sup>2</sup>
- Όγκος: 234.00 m<sup>3</sup>

Οι χώροι μεγάλης ανταλλαγής θερμότητας:

- Ύψος: 3 m
- Εμβαδόν: 64.05 m<sup>2</sup>
- Όγκος: 192.15 m<sup>3</sup>

Οι υπόλοιποι χώροι (γραφείο πίσω):

- Ύψος: 3 m
- Εμβαδόν: 45.68 m<sup>2</sup>
- Όγκος: 137.04 m<sup>3</sup>

## 2.2 Υπολογισμός αερισμού λόγω αεροστεγανότητας

Στην συνέχεια γίνεται υπολογισμός σχετικά με τον αερισμό λόγω αεροστεγανότητας που πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους. Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Παράλληλα, η τυπική τιμή διείσδυσης αέρα για τα κουφώματα (πόρτες και παράθυρα) θεωρείται ίση με 1.4 βάση του πίνακα 3.24, σελίδα 98 και 99 από την τεχνική οδηγία 20701-1/2017 [01] καθώς τα προεπιλεγμένα κουφώματα έχουν επιλεγθεί με βάση την πιστοποίηση τους κατά EN 12207.

Στην περίπτωση που το κτήριο ή η θερμική ζώνη εφάπτεται με μη θερμαινόμενο χώρο ή με χώρο προσαρτημένου θερμοκηπίου ή με χώρο κυκλοφορίας (διάδρομοι, κ.τ.λ.), η διείσδυση αέρα μεταξύ των δύο χώρων λαμβάνεται μηδενική, σύμφωνα με παραδοχή του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ ENISO 13789:2007. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης αυτό συμβαίνει μεταξύ του χώρου της πισίνας και του χώρου που χρησιμοποιείται ως αντλιοστάσιο.

### 2.3 Κλιματολογική ανάλυση περιοχής

Για τις ανάγκες της μελέτης και με βάση την τεχνική οδηγία, χρησιμοποιούνται κλιματολογικά δεδομένα όπως αυτά έχουν καταγραφεί από το ΤΕΕ 20701-3/2010. Η πόλη των Γρεβενών ανήκει στην Δ κλιματική ζώνη αλλά δεν υπάρχουν συλλεγμένα στοιχεία στην οδηγία 20701-3/2010, οπότε και χρησιμοποιούνται τα στοιχεία για την πόλη της Κοζάνης που ανήκει επίσης στην Δ κλιματική ζώνη και έχει παρόμοιες καιρικές συνθήκες. [03]

Μήνας	Μέση θερμοκρασία 24ωρου (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)	Βαθμοημέρες θέρμανσης DD (18°C)	Βαθμοώρες Ψύξης CDH (26°C)	Θερμοκρασία νερού από το δίκτυο πόλης (°C)
Ιανουάριος	2.3	74.2	487	Δ/Υ*	4.2
Φεβρουάριος	3.7	70.1	400	Δ/Υ*	5.0
Μάρτιος	6.9	67.5	344	Δ/Υ*	7.5
Απρίλιος	11.6	63.0	192	Δ/Υ*	11.5
Μάιος	16.8	62.0	37	Δ/Υ*	15.7
Ιούνιος	21.5	54.8	Δ/Υ	55	19.8
Ιούλιος	24.1	49.8	Δ/Υ	505	22.2
Αύγουστος	23.6	50.4	Δ/Υ	369	22.7
Σεπτέμβριος	19.3	57.0	Δ/Υ	Δ/Υ*	20.2
Οκτώβριος	13.5	66.7	140	Δ/Υ*	15.9
Νοέμβριος	8.0	74.7	300	Δ/Υ*	10.8
Δεκέμβριος	3.9	75.7	437	Δ/Υ*	6.6
<b>Μ.Ο.**</b>	<b>13.0</b>	<b>63.8</b>	-	-	<b>13.5</b>
<b>Σύνολο</b>	-	-	<b>2,337</b>	<b>929</b>	-

\* Δ/Υ: Η τιμή δεν υπάρχει, δεν υπολογίζεται ή δεν χρειάζεται.

\*\* Μ.Ο.: Μέσος όρος τιμών στην εκάστοτε στήλη, εάν είναι χρήσιμο να είναι γνωστό.

## 2.4 Υπολογισμός θερμομόνωσης τοίχων

Η θερμομόνωση για τους τοίχους του κτηρίου θα πρέπει να είναι ως εξής: [04]

<b>ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ</b>			
<b>Δομικά στοιχεία</b>	<b>d(m)</b>	<b>λ (W/mk)</b>	<b>R(m2K/W)</b>
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022988506
Διάτρητος Πλίνθος	0,1	0,47	0,212765957
Διάτρητος Πλίνθος	0,1	0,47	0,212765957
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022988506
Θερμομονωτικό Υλικό	0,075	0,034	2,205882353
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022988506
<b>U (w/m2k)</b>	<b>Ρολικο</b>	<b>Ri</b>	<b>Ra</b>
0,336657287	2,9703798	0,13	0,14
<b>ΟΡΟΦΗ</b>			
<b>Δομικά στοιχεία</b>	<b>d(m)</b>	<b>λ (W/mk)</b>	<b>R(m2K/W)</b>
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022988506
Πλάκα	0,25	1,51	0,165562914
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022988506
Θερμομονωτικό Υλικό	0,05	0,04	1,25
<b>U (w/m2k)</b>	<b>Ρολικο</b>	<b>Ri</b>	<b>Ra</b>
0,601851322	1,6615399	0,1	0,1
<b>ΔΑΠΕΔΟ</b>			
<b>Δομικά στοιχεία</b>	<b>d(m)</b>	<b>λ (W/mk)</b>	<b>R(m2K/W)</b>
Μάρμαρο	0,02	3,5	0,005714286
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,022988506
Θερμομονωτικό Υλικό	0,04	0,033	1,212121212
Πλάκα	0,2	1,51	0,132450331
<b>U (w/m2k)</b>	<b>Ρολικο</b>	<b>Ri</b>	<b>Ra</b>
0,583677686	1,7132743	0,17	0,17

Εικόνα 2.1: Τα συνολικά στοιχεία μετά από υπολογισμό σε excel – πηγή: προσωπική συλλογή

## 2.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Έχοντας εντοπίσει τις απαραίτητες τιμές όπως αυτές περιγράφονται παραπάνω, υπολογίζεται η συνολική θερμική απώλεια του κτιρίου, πρώτα κατά ζώνη και μετά στο σύνολο του κτηρίου. Οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για κλειστά κολυμβητήρια τόσο για την Χειμερινή περίοδο όσο και την Θερινή περίοδο είναι 18° και 35% υγρασία για την Χειμερινή περίοδο, και 25 °C και 45% υγρασία για την Θερινή περίοδο. [01,05]

### 2.5.1 Υπολογισμός απωλειών 1<sup>ης</sup> Ζώνης



Εικόνα 2.2: Σχέδιο θερμική ζώνη 1 – πηγή: προσωπική συλλογή

Η πρώτη ζώνη χρησιμοποιείται για την στέγαση της κλειστής πισίνας του κολυμβητηρίου. Σε αντίθεση με την υπόλοιπη εγκατάσταση, το ύψος του κτίσματος φτάνει τα 10 μέτρα και αν περιβάλλεται από τοίχους, στο άνω μισό του τοίχου, θα υπάρχουν κλειστά παράθυρα για την είσοδο φυσικού φωτισμού στον χώρο κατά τις πρωινές ώρες. Ο χώρος αυτός καταλαμβάνει το μεγαλύτερο κομμάτι της εγκατάστασης και έρχεται σε επαφή με όλες τις ζώνες, το περιβάλλον και το έδαφος. Πιο αναλυτικά:

- Επαφή με το περιβάλλον έχουν:
  - Μέρος του Δυτικού τοίχου για 3.06μ
  - Μέρος του Νότιου τοίχου 15.20μ και μέσω του αντλιοστασίου 7.12μ για σύνολο 22.32μ
- Επαφή με την 2<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Μέρος του Βόριου τοίχου για 9.07μ
  - Μέρος του Ανατολικού τοίχου για 2.00μ
- Επαφή με την 3<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Μέρος του Δυτικού τοίχου για 6.67μ
  - Μέρος του Βόριου τοίχου για 13.26μ

Στα άνω 5μ όλων των τοίχων της εγκατάστασης είναι τοποθετημένα κουφώματα υψηλών προδιαγραφών που καταλαμβάνουν πλήρως την επιφάνεια των τοίχων, ενώ στο κάτω μέρος του τοίχου υπάρχουν:

- Πόρτα εισόδου – εξόδου στο χώρο διαστάσεων 1.8μ x 2μ
- Ανοιχτό μέρος τοίχου προς διάδρομο τουαλέτας διαστάσεων 3.05μ x 3μ
- Πόρτα εισόδου – εξόδου στα γραφεία διαστάσεων 1.80μ x 1.9μ
- Πόρτα εισόδου – εξόδου στο γραφείο διευθυντή διαστάσεων 0.9μ x 1.9μ
- Πόρτα εισόδου – εξόδου στο αντλιοστάσιο διαστάσεων 0.9μ x 1.9μ

Τα παραπάνω στοιχεία καταγράφονται και επεξεργάζονται μέσω excel για την εύρεση των θερμικών απωλειών της 1ης ζώνης και ο πίνακας που προκύπτει έχει ως εξής:

Θερμικές απώλειες		ΖΩΝΗ 1						
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	εμβαδόν (m2)	U (W/m2K)	ΔΤ	P(Watt)	αεροπερατότητα (m3/h)
A Τοίχος	Τοίχος ΒΑ	35	90	188,85	0,33	3	186,9615	
A Πόρτα	κούφωμα στο βορρά	35	90	3,6	2,4	3	25,92	1,8
A Πόρτα	κούφωμα στο βορρά	35	90	9,15	2,4	3	65,88	4,575
B Τοίχος	Τοίχος Ανατολή	160	90	104,87	0,33	2	69,2142	
B Πόρτα	κούφωμα στην ανατολή	160	90	3,42	2,4	2	16,416	1,71
B Πόρτα	κούφωμα στην ανατολή	160	90	1,71	2,4	2	8,208	0,855
Γ Τοίχος	Τοίχος ΝΔ	270	90	199,89	0,33	28	1846,9836	
Γ Πόρτα	κούφωμα ΝΔ	270	90	1,71	2,4	28	114,912	0,855
Δ Τοίχος	Τοίχος Δ	320	90	110	0,33	28	1016,4	
ΟΡΟΦΗ	ΟΡΟΦΗ	0	0	221,61	0,61	30	4055,463	
Δάπεδο	Σε έδαφος	0	180	221,61	1,71	20	7579,062	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>							<b>14985,4203</b>	<b>9,795</b>

Εικόνα 2.3: Υπολογισμός στοιχείων σε excel για θερμική ζώνη 1 – πηγή: προσωπική συλλογή

## 2.5.2 Υπολογισμός απωλειών 2<sup>ης</sup> Ζώνης



Εικόνα 2.4: Σχέδιο θερμική ζώνη 2 – πηγή: προσωπική συλλογή



Η δεύτερη ζώνη χρησιμοποιείται για την στέγαση τόσο των τουαλετών για τους χρήστες της εγκατάστασης όσο και των τουαλετών για τους υπαλλήλους του κολυμβητηρίου. Το ύψος αυτού του τμήματος του κτηρίου φτάνει τα 3 μέτρα και έρχεται σε επαφή με τις άλλες 2 ζώνες καθώς επίσης και το περιβάλλον. Πιο αναλυτικά:

- Επαφή με το περιβάλλον έχουν:
  - Το σύνολο του Βόριου τοίχου για 14.70μ.
  - Το σύνολο του Ανατολικού τοίχου για 2.00μ.
- Επαφή με την 1<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Μέρος του Νότιου τοίχου για 9.07μ
  - Μέρος του Δυτικού τοίχου για 2.00μ
- Επαφή με την 3<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Μέρος του Δυτικού τοίχου για 3.28μ.

Στους τοίχους της ζώνης αυτής υπάρχουν ανοίγματα από τον χώρο της πισίνας, προς τα αποδυτήρια αλλά και προς το περιβάλλον μέσω της εξόδου κινδύνου. Πιο αναλυτικά υπάρχουν τα εξής:

- Πόρτα εξόδου κινδύνου διαστάσεων 1.8μ x 2μ
- Ανοιχτό μέρος τοίχου προς χώρο πισίνας διαστάσεων 3.05μ x 3μ
- Ανοιχτό μέρος τοίχου προς χώρο πισίνας διαστάσεων 2.00μ x 3μ
- Ανοιχτό μέρος τοίχου προς αποδυτήρια ανδρών διαστάσεων 0.70μ x 3μ
- Ανοιχτό μέρος τοίχου προς αποδυτήρια γυναικών διαστάσεων 0.70μ x 3μ

Τα παραπάνω στοιχεία καταγράφονται και επεξεργάζονται μέσω excel για την εύρεση των θερμικών απωλειών της 2<sup>ης</sup> ζώνης και ο πίνακας που προκύπτει έχει ως εξής:

Θερμικές απώλειες		ΖΩΝΗ 2						
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	P(Watt)	αεροπερατότητα (m <sup>3</sup> /h)
Α Τοίχος	Τοίχος ΒΑ	35	90	38,79	0,33	30	384,021	
Α Πόρτα	κούφωμα ΒΑ	35	90	3,6	2,4	30	259,2	1,8
Β Τοίχος	Τοίχος Ανατολή	160	90	31,35	0,33	30	310,365	
Γ Τοίχος	Τοίχος ΝΔ	270	90	19,14	0,33	30	189,486	
Γ Πόρτα	κούφωμα ΝΔ	270	90	6	2,4	28	403,2	3
Δ Τοίχος	Τοίχος Δ	320	90	105,8	0,33	30	1047,42	
Δ Πόρτα	κούφωμα Δ	320	90	2,1	2,4	3	15,12	1,05
Δ Πόρτα	κούφωμα Δ	320	90	2,1	2,4	3	15,12	1,05
ΟΡΟΦΗ	ΟΡΟΦΗ	0	0	61,1	0,61	30	1118,13	
Δάπεδο	Σε έδαφος	0	180	61,1	1,71	20	2089,62	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>							<b>5831,682</b>	<b>6,9</b>

Εικόνα 2.5: Υπολογισμός στοιχείων σε excel για θερμική ζώνη 2 – πηγή: προσωπική συλλογή

### 2.5.3 Υπολογισμός απωλειών 3<sup>ης</sup> Ζώνης



Εικόνα 2.6: Σχέδιο θερμική ζώνη 3 – πηγή: προσωπική συλλογή

Η τρίτη ζώνη αποτελείται από δύο τμήματα της συνολικής εγκατάσταση. Στο πρώτο τμήμα ανήκει η είσοδος στο κολυμβητήριο, οι τουαλέτες των επισκεπτών του χώρου και το μπροστά γραφείο. Ενώ στο δεύτερο τμήμα της ζώνης βρίσκονται τα υπόλοιπα γραφεία του κολυμβητηρίου, μια μικρή αποθήκη και το γραφείο του Διευθυντή. Το ύψος σε αυτά τα δωμάτια είναι επίσης 3 μέτρα και έρχεται σε επαφή με τις άλλες 2 ζώνες καθώς επίσης και το περιβάλλον ως εξής:

#### Στο πρώτο τμήμα

- Επαφή με το περιβάλλον έχουν:
  - Το σύνολο του Βόριου τοίχου για 16.21μ.
  - Το σύνολο του Δυτικού τοίχου για 10.00μ.
- Επαφή με την 1<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Μέρος του Ανατολικού τοίχου για 6.67μ
  - Μέρος του Νότιου τοίχου για 13.26μ
- Επαφή με την 2<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Μέρος του Ανατολικού τοίχου για 3.28μ.

### Στο δεύτερο τμήμα

- Επαφή με το περιβάλλον έχουν:
  - Το σύνολο του Ανατολικού τοίχου για 7.73μ.
  - Το σύνολο του Νότιου τοίχου για 5.84μ.
- Επαφή με την 1<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Το σύνολο του Δυτικού τοίχου για 7.73 μ
- Επαφή με την 2<sup>η</sup> ζώνη έχουν:
  - Το σύνολο του Βόριου τοίχου για 5.84μ.

Στους τοίχους της ζώνης αυτής υπάρχουν πόρτες και για τα δύο τμήματα καθώς και η πρόσοψη του κτηρίου που αποτελείται από κούφωμα – βιτρίνα. Πιο αναλυτικά υπάρχουν τα εξής:

### Στο πρώτο τμήμα

- Πόρτα εισόδου – εξόδου στο κολυμβητήριο διαστάσεων 1.8μ x 2μ
- Μέρος της βιτρίνας άνω της πόρτας διαστάσεων 1.8μ x 1μ
- Πόρτα εισόδου – εξόδου στο κολυμβητήριο διαστάσεων 1.8μ x 2μ
- Πρόσοψη – βιτρίνα κολυμβητηρίου διαστάσεων 3.5μ x 3μ

### Στο δεύτερο τμήμα

- Πόρτα εισόδου – εξόδου στα γραφεία διαστάσεων 1.8μ x 2μ
- Πόρτα εισόδου – εξόδου στο γραφείο Διευθυντή διαστάσεων 0.9μ x 2μ

Τα παραπάνω στοιχεία καταγράφονται και επεξεργάζονται μέσω excel για την εύρεση των θερμικών απωλειών της 3<sup>ης</sup> ζώνης και ο πίνακας που προκύπτει έχει ως εξής:

Θερμικές απώλειες		ΖΩΝΗ 3						
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	P(Watt)	αεροπερατότητα (m <sup>3</sup> /h)
A Τοίχος	Τοίχος ΒΑ	35	90	28,29	0,33	30	280,071	
A Πόρτα	κούφωμα ΒΑ	35	90	3,6	2,4	3	25,92	1,8
A Πόρτα	κούφωμα Ν	270	90	10,5	2,4	3	75,6	5,25
B Τοίχος	Τοίχος Ανατολή	160	90	43,98	0,33	30	435,402	
B Πόρτα	κούφωμα στην Δ	270	90	1,71	2,4	2	8,208	0,855
B Πόρτα	κούφωμα στην Δ	270	90	1,71	2,4	2	8,208	0,855
Γ Τοίχος	Τοίχος ΝΔ	270	90	25,14	0,33	30	248,886	
Δ Τοίχος	Τοίχος Δ	320	90	110	0,33	30	1089	
ΟΡΟΦΗ	ΟΡΟΦΗ	0	0	118,12	0,61	30	2161,596	
Δάπεδο	Σε έδαφος	0	180	118,12	1,71	20	4039,704	
							<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>8,76</b>

Εικόνα 2.7: Υπολογισμός στοιχείων σε excel για θερμική ζώνη 3 – πηγή: προσωπική συλλογή

#### 2.5.4 Υπολογισμός συνολικών απωλειών

Με την ανάλυση όλων των παραπάνω και την καταγραφή τους σε υπολογιστικό φύλλο excel, παρατηρούνται τα εξής αποτελέσματα ως προς τις συνολικές θερμικές απώλειες για το σύνολο της εγκατάστασης.

<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>P(Watt)</b>	<b>αεροπερατότητα (m<sup>3</sup>/h)</b>
<b>ΖΩΝΗ 1</b>	<b>14985,4203</b>	<b>9,795</b>
<b>ΖΩΝΗ 2</b>	<b>5831,682</b>	<b>6,9</b>
<b>ΖΩΝΗ 3</b>	<b>8372,595</b>	<b>8,76</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>29189,6973</b>	<b>25,455</b>

Εικόνα 2.8: Υπολογισμός στοιχείων σε excel για σύνολο – πηγή: προσωπική συλλογή

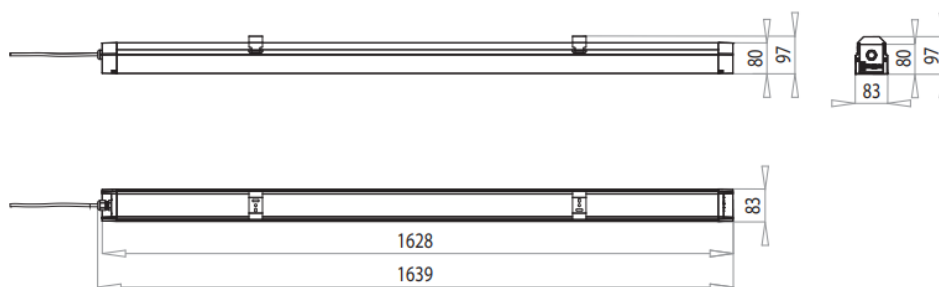
Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν σημείο αναφοράς για τις ανάγκες της εγκατάστασης σε κλιματισμό καθώς επίσης παίζουν καθοριστικό ρόλο στο βαθμό ενεργειακής κατάταξης που θα αποδοθεί μέσω του λογισμικού KENAK στο τέλος της παρούσας μελέτης.

## 2.6 Υπολογισμός ηλεκτροφωτισμού εσωτερικών χώρων

Μετά τον υπολογισμό της θερμικής απώλειας για το σύνολο του κτηρίου, ακολουθεί επιλογή του κατάλληλου LED φωτισμού για την εύρεση των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα φωτισμού αφορά στον τεχνητό ηλεκτροφωτισμό των εσωτερικών χώρων της θερμικής ζώνης του κτιρίου, το οποίο θα λειτουργεί καθημερινά από τις 14:00 έως της 22:00, 8 ώρες/ημέρα κάθε μέρα εκτός της Κυριακής.

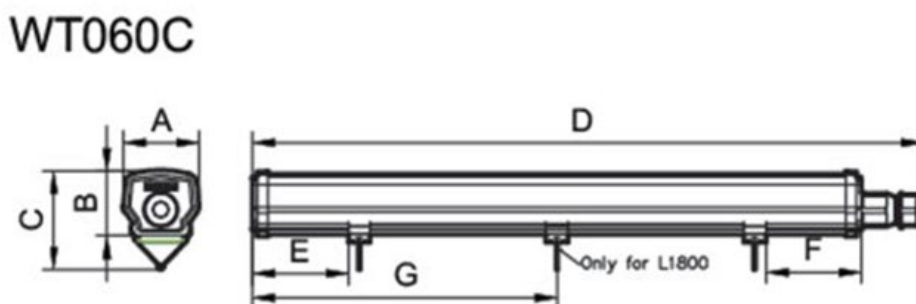
### 2.6.1 Επιλογή φωτιστικών στοιχείων

Για όλους τους εσωτερικούς χώρους εκτός του χώρου της πισίνας, τους χώρους που καταλαμβάνουν οι τουαλέτες και τα αποδυτήρια, επιλέγεται φωτιστικό της εταιρίας AEC Illuminazione και συγκεκριμένα το μοντέλο GA15 [06]. Η επιλογή αυτή βασίζεται στο καθαρό ποιοτικό φωτισμό που παρέχει για μικρό ποσό κατανάλωσης ενέργειας, την οπτική άνεση που προσφέρει και τις δυνατότητες για προγραμματισμό της φωτεινότητας του, που αν και δεν θα αξιοποιηθεί στην παρούσα μελέτη, είναι ένα θετικό στοιχείο για μελλοντική αναβάθμιση του φωτισμού.



Εικόνα 2.9: Το προεπιλεγμένο φωτιστικό για τους εσωτερικούς χώρους – πηγή: [06]

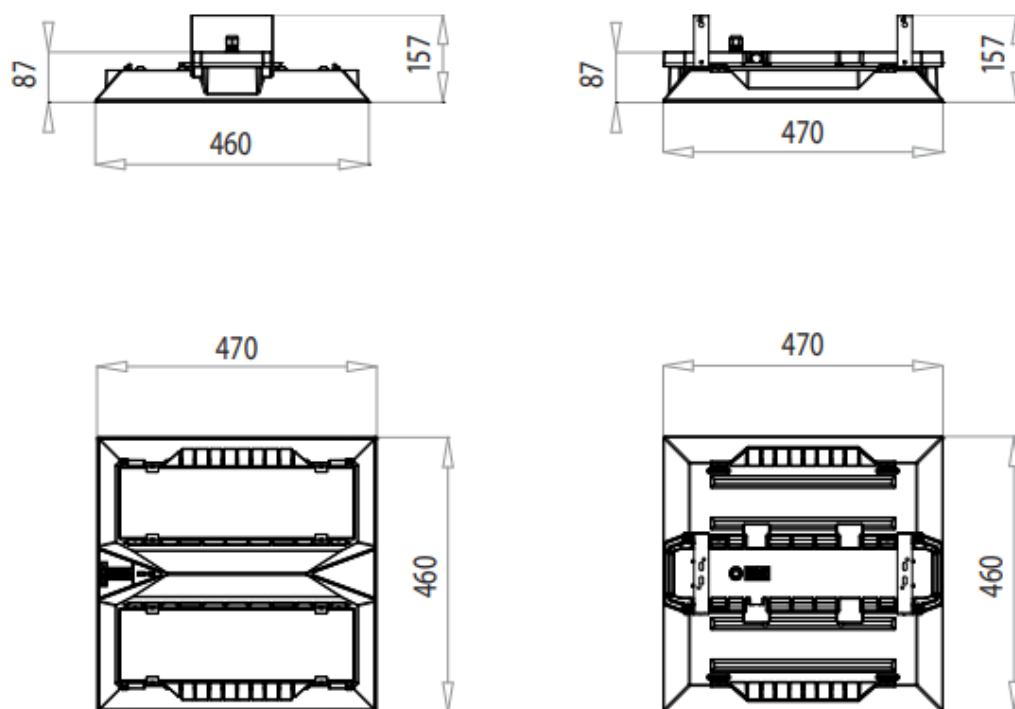
Στις τουαλέτες, τα αποδυτήρια και τα μπάνια επιλέγονται φωτιστικά τα οποία πέραν από καθαρό φωτισμό θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα για χρήση σε εσωτερικούς χώρους αρκετής υγρασίας και πιθανής επαφής με νερό. Για τον λόγο αυτό επιλέγεται το φωτιστικό της εταιρίας Philips και συγκεκριμένα το μοντέλο WT060C 18S/840 PSU L600 [07]. Ως επιλογή το παρόν μοντέλο καλύπτει όλες τις προδιαγραφές που απαιτούνται από την εγκατάσταση ενώ παράλληλα έχει δυνατότητες προσαρμογής της φωτεινότητας του και ως αγορά, πωλείται με όλα τα απαραίτητα περιφερικά συστήματα που απαιτούνται για την χρήση του (όπως το τροφοδοτικό).



Εικόνα 2.10: Το προεπιλεγμένο φωτιστικό για τις τουαλέτες, τα μπάνια και τα αποδυτήρια – πηγή: [07]

Το φωτιστικό που επιλέγεται για το χώρο που καταλαμβάνει η πισίνα είναι της εταιρίας AEC Illuminazione, η οποία και επιλέχθηκε και για τον φωτισμό των γραφείων και διαδρόμων της εγκατάστασης, πλην των χώρων ειδικών χρήσεων. Πιο συγκεκριμένα, για το χώρο που έχει εγκατασταθεί η πισίνα επιλέγεται το μοντέλο GQ1 [08].

Το μοντέλο αυτό πέραν από οπτική άνεση και την υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσφέρει επαρκή φωτισμό σε όλο το χώρο της πισίνας και είναι κατάλληλο τόσο για βιομηχανική χρήση όσο και για χώρους που χρησιμοποιούνται ως κλειστά αθλητικά κέντρα και κολυμβητήρια.

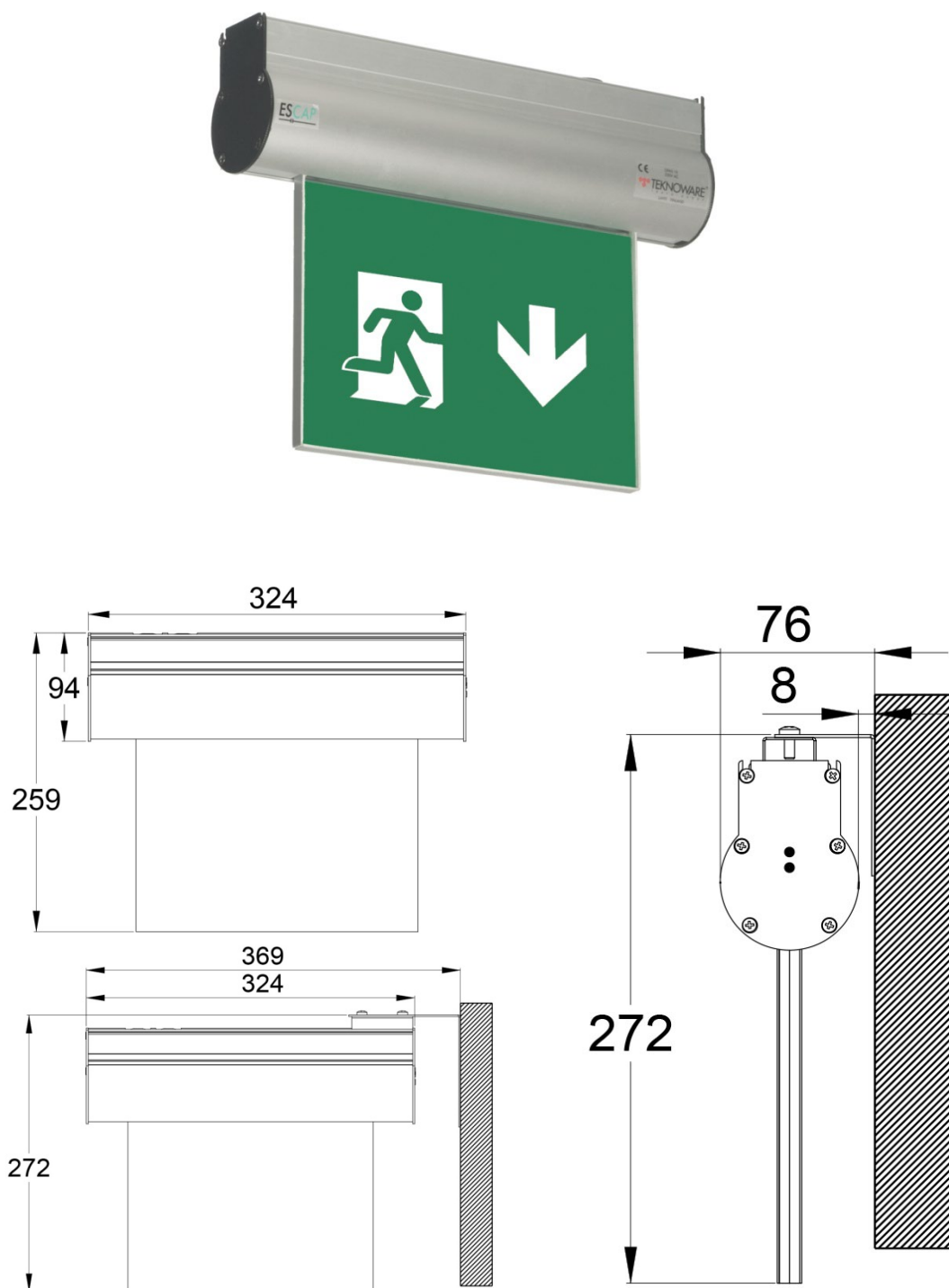


Εικόνα 2.11: Το προεπιλεγμένο φωτιστικό για το χώρο της πισίνας – πηγή: [08]

Για τις εξόδους κινδύνου πρέπει να επιλεγεί κατάλληλου τύπου ειδική φωτιστική σήμανση που θα είναι αρκετά ευδιάκριτη από όλους τους χώρους πλησίον της εξόδου κινδύνου ενώ παράλληλα θα έχουν καθαρό και δυνατό φωτισμό και ιδανικά θα πρέπει να είναι σε θέση να φωτίζουν την έξοδο για τουλάχιστον 45 λεπτά με 1 ώρα σε περίπτωση που κοπεί το ρεύμα ώστε όλοι οι χρήστες του κτηρίου να μπορούν να απομακρυνθούν με ασφάλεια.

Για την συγκεκριμένη δουλειά επιλέγονται οι φωτιστικές σημάνσεις ασφαλείας της εταιρίας TEKNOWARE και πιο συγκεκριμένα το μοντέλο ESC 10 LED Emergency Exit Light TWS8592W [09].

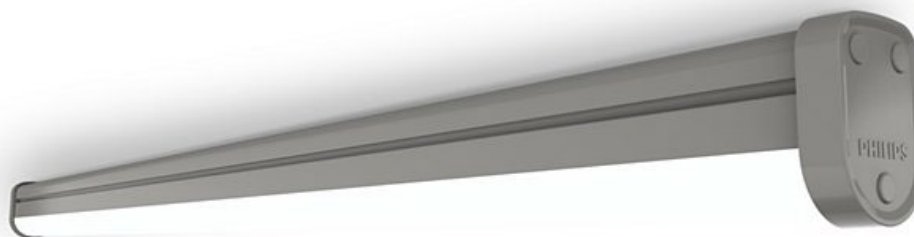
Το μοντέλο αυτό έχει LED φωτισμό μακράς διάρκειας ζωής, φωτίζει και τις δύο πλευρές της σήμανση η οποία μπορεί να τοποθετηθεί τόσο στο ταβάνι όσο και σε οποιοδήποτε τοίχο της εγκατάστασης και έχει διάρκεια φωτισμού περίπου 1 ώρα μετά από διακοπή ρεύματος χάρις των υπερπυκνωτών που συμπεριλαμβάνονται στην βάση της σήμανσης. Ακόμα, σημαντικό θετικό στοιχείο θεωρείται ότι η σήμανση είναι ευμεγέθης και έτσι φαίνεται ευδιάκριτα σε απόσταση 30 μέτρων, με αποστάσεις άνω των 30 μέτρων ο φωτισμός της είναι επαρκής για την καθοδήγηση των χρηστών της εγκατάστασης προς αυτήν.



Εικόνα 2.12: Η ειδική σήμανση εξόδων κινδύνου – πηγή: [09]

Στο αντλιοστάσιο θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί φωτισμός με κατάλληλη IP προστασία κατά της υγρασίας και της σκόνης κατ ελάχιστο, ενώ παράλληλα θα πρέπει να αντέχει σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών καθώς ο χώρος του αντλιοστασίου δεν θερμαίνεται μέσω κλιματισμού αλλά μέσω της φυσικής θερμοκρασίας του περιβάλλοντα χώρου, του νερού μέσω γεωθερμίας και μέσω θερμότητας που διαφεύγει ως απώλειες από τα μηχανήματα εντός του χώρου.

Για τον λόγο αυτό επιλέγονται όπως και στην περίπτωση με τις τουαλέτες, τα μπάνια και τα αποδυτήρια, φωτιστικό της εταιρίας Philips και συγκεκριμένα το μοντέλο Smartbright WT200/201 [10]. Μερικά από τα θετικά στοιχεία που οδήγησαν στην επιλογή αυτή είναι η προστασία IP 65 του προϊόντος, καλύπτοντας το από σωματίδια σκόνης και υγρασία ή νερό υπό χαμηλή πίεση και αντίστοιχα προστασία σε περίπτωση κρούσης IK08. Ακόμα, έχει υψηλή απόδοση 120lm/w και παρέχει μεγάλη ευελιξία στο τρόπο χρήσης και εγκατάστασης του.



Εικόνα 2.13: Ο φωτισμός του αντλιοστασίου – πηγή: [10]

Τέλος, στις τουαλέτες και ντουζιέρες, τα αποδυτήρια και τα γραφεία εγκαθιστάτε επίσης σύστημα καθαρισμού αέρα UV – C της εταιρίας Philips, επιτρέποντας την απολύμανση του αέρα σε αυτούς τους χώρους, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι καθημερινές δραστηριότητες μπορούν να συνεχιστούν κάτω από την περιοχή όπου δραστηριοποιείται η συσκευή χωρίς την επιβάρυνση της υγείας των χρηστών.

Πιο συγκεκριμένα επιλέγεται το μοντέλο SM345C 4xTUV PLS 9W HFM της σειράς UV – C disinfection upper air CM της εταιρίας Philips [11] που επιτρέπει την αθόρυβη απολύμανση του αέρα ακόμα και κατά την διάρκεια χρήσης της εγκατάστασης, απομακρύνοντας παθογόνους οργανισμούς και μικρόβια από τον αέρα.

Η τοποθέτηση της συσκευής στον εκάστοτε χώρο γίνεται στο ταβάνι και μέσω ανακλαστήρων της συσκευής, ελέγχεται η κατανομή της υπεριώδους ακτινοβολίας, εμποδίζοντας την από το να πέσει κάτω από το επίπεδο της συσκευής, προστατεύοντας τους ανθρώπους από απευθείας έκθεση στις ακτίνες.





Εικόνα 2.14: Το ειδικό σύστημα καθαρισμού του αέρα με UV – C φωτισμό – πηγή: [11]

### 2.6.2 Υπολογισμός κατανάλωσης λόγω φωτισμού

Έχοντας βρει τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση και γνωρίζοντας ότι βάση του TEE KENAK 20701-1, πίνακα 2.4, σελίδα 36 [01], η στάθμη φωτισμού σε lx για κλειστό κολυμβητήριο είναι 300 lx σε επίπεδο αναφοράς μέτρησης τα 0.5μ και δείκτη θάμβωσης UGR 22. Τέλος ο συντελεστής ομοιομορφίας φωτισμού είναι  $U_0$  0.6 (min/μέση τιμή). Στο επίπεδο τεχνητού φωτισμού 300 lx για το σύνολο του κτηρίου αναφοράς, η ελάχιστη απαιτούμενη ενεργειακή απόδοση κτηρίου σε ισχύς είναι  $8.4 \text{ W/m}^2$  με τυπική τιμή  $9.6 \text{ W/m}^2$  όπως αυτή αναφέρεται επίσης στο TEE KENAK 20701-1, πίνακα 2.4.α, σελίδα 39.

Το σύστημα φωτισμού θα είναι κατά κύριο λόγο ελεγχόμενο από αισθητήρες κίνησης για την σβέση όταν δεν υπάρχει χρήστης στον χώρο και χειροκίνητη έναυση για τους κοινούς χώρους.

Ο χώρος της πισίνας θα έχει αυτόματη έναυση και σβέση, κατάλληλα προγραμματισμένη για να λαμβάνει υπόψη τον φυσικό φωτισμό (ΦΦ) όπου αυτό χρειάζεται, μειώνοντας την κατανάλωση.

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι κατά βάση 300 lx για τον χώρο της πισίνας και 100 lx για τους υπόλοιπους χώρους. Εκτός αυτών, θα χρησιμοποιηθούν και φωτιστικά ασφαλείας τα οποία ως κύριο κριτήριο θα έχουν την δυνατότητα παρατήρησης τους από όσο μεγαλύτερη δυνατή απόσταση γίνεται.

Με αυτά τα στοιχεία, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

<b>Σύστημα Φωτισμού ζωνών</b>			
Είδος φωτιστικών στοιχείων:		Όπως αναγράφεται στην ενότητα 2.6.1	
Είδος λαμπτήρων:		<b>LED</b>	
<b>Στοιχεία Εγκατεστημένης Ισχύος</b>			
	1 <sup>η</sup> Ζώνη	2 <sup>η</sup> Ζώνη	3 <sup>η</sup> Ζώνη
Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	<b>0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.25</b>
Εγκατεστημένη Ισχύς με αισθητήρες ΦΦ (kW)	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Εγκατεστημένη Ισχύς με αισθητήρες παρουσίας (kW)	<b>0</b>	<b>0.26</b>	<b>0.2</b>
Εγκατεστημένη Ισχύς με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW)	<b>2.82</b>	<b>0</b>	<b>0.24</b>
Περιοχή ΦΦ (%)	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>60</b>
<b>Ζώνες Τεχνητού Φωτισμού – Στάθμη φωτισμού (lx)</b>			
<b>100</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>200</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>250</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>300</b>	<b>94%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1<sup>η</sup> Ζώνη</b>			
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ		<b>Αυτόματος</b>	
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης		<b>Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση</b>	
<b>2<sup>η</sup> Ζώνη</b>			
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ		<b>Χειροκίνητος</b>	
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης		<b>Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση</b>	
<b>3<sup>η</sup> Ζώνη</b>			
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ		<b>Αυτόματος</b>	
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης		<b>Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση</b>	
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας <input checked="" type="checkbox"/>		Φωτισμός ασφαλείας <input checked="" type="checkbox"/>	Σύστημα εφεδρείας <input type="checkbox"/>

## 2.7 Υπολογισμός ζεστού νερού χρήσης

Μετά τον φωτισμό, σειρά έχει ο υπολογισμός του ζεστού νερού χρήσης (ZNX) όπου βάση του πίνακα 2.5, σελίδες 39 – 41, η τυπική τιμή κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης (σε θερμοκρασία 45°C) ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για ένα κλειστό κολυμβητήριο είναι 20 [L/ άτομο/ ημέρα] ή 9.00 [L/ m<sup>2</sup> / ημέρα] ή 3.29 [ m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> / έτος]. [01,12]

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω τιμές και κατά κύριο λόγο αυτές ανά τετραγωνικό, καθώς το πλήθος των ατόμων ανά ημέρα είναι αρκετά μεταβαλλόμενο, το σύνολο των τετραγωνικών της υπό μελέτης εγκατάστασης είναι 424,73 m<sup>2</sup> με τα 221,61 m<sup>2</sup> να καταλαμβάνονται από τον χώρο της πισίνας και τα 203,12 m<sup>2</sup> να είναι τα λοιπά δωμάτια – χώροι.

Για 9.00 [L/ m<sup>2</sup> / ημέρα] και 424.73 m<sup>2</sup> εγκατάσταση, η ανάγκη για ZNX είναι 3,822.57 [L/ ημέρα] και 1,395,238.05 [L/ έτος] ή περίπου 1,395 [m<sup>3</sup>/ έτος].

<b>Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης – ZNX</b>											
<b>Μονάδα παραγωγής θερμότητας</b>											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) ισχύος X kW											
Θερμική απόδοση μονάδας (%): <b>100 %</b>											
Είδος καυσίμου: <b>Γεωθερμία</b>											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΙΑ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
<b>Δίκτυο διανομής θερμότητας</b>											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής ZNX (kW): τοπική κατανάλωση 30 kW											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX : ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%) : 100% (λόγω τοπικής κατανάλωσης)											
<b>Ανάλυση αναγκών στην εγκατάσταση</b>											
Συνολική ανάγκη ZNX εγκατάστασης						1395 m <sup>3</sup> / έτος					
1 <sup>η</sup> Ζώνη						729 m <sup>3</sup> / έτος					
2 <sup>η</sup> Ζώνη						210.56 m <sup>3</sup> / έτος					
3 <sup>η</sup> Ζώνη						455.44 m <sup>3</sup> / έτος					
<b>Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας</b>											
Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης : Θερμαντήρες διπλής ενέργειας σε εσωτερικό χώρο											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX : 98% (=100%-2% πλευρικές απώλειες)											

## 2.8 Υπολογισμός μηχανικού αερισμού

Μετά το ZNX, σειρά έχει ο υπολογισμός του μηχανικού αερισμού της εγκατάστασης, που επιλέγεται τόσο για την επίτευξη θερμικής άνεσης όσο και για την καλή ποιότητα αέρα σε χώρους όπως η πισίνα, τις τουαλέτες, τις ντουζιέρες και τα αποδυτήρια.

Για τον μηχανικό αερισμό θα χρησιμοποιηθεί Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) όπου βάση του πίνακα 2.3 [01], η τυπική τιμή απαιτούμενου νωπού αέρα ανά χρήση εγκατάστασης για κλειστό κολυμβητήριο είναι  $33.75 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{m}^2$ . Οπότε, για  $33.75 [\text{m}^3 / \text{h} / \text{m}^2]$  και  $424.73 \text{ m}^2$  εγκατάσταση, ο απαιτούμενος νωπός αέρας είναι περίπου  $14,445.00 [\text{m}^3 / \text{h}]$ .

<b>Σύστημα Μηχανικού Αερισμού</b>											
Είδος μονάδας μηχανικού αερισμού:						Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)					
Κάλυψη συνόλου της μονάδας (%): <b>100 %</b>											
Είδος καυσίμου: <b>Ηλεκτρισμός</b>											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης μηχανικού αερισμού από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΙΑ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
<b>Δίκτυο διανομής νωπού αέρα</b>											
Νωπό αέρα που μεταφέρει το δίκτυο κεντρικού κλιματισμού: έως $14,500 \text{ m}^3 / \text{h}$ για τυπική χρήση											
Σύστημα ανάκτησης θερμότητας (εναλλάκτης): ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Ημιυπαίθριοι χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου μηχανικού αερισμού (%): 100% (λόγω τοπικής κατανάλωσης)											

## 2.9 Περίπτωση 1: Χρήση θέρμανσης πετρελαίου

Έχοντας ως στόχο της μελέτης την χρήση γεωθερμίας, επιλέγετε η βιβλιογραφική επιλογή μιας άλλης μεθόδου θέρμανσης πρώτα, για την μετέπειτα σύγκριση μεταξύ των δύο και την απόδοση θετικού ή αρνητικού συμπεράσματος ως προς την χρήση γεωθερμίας ως αποδοτικότερο και εν τέλει φθηνότερο μέσο κλιματισμού. Η πρώτη και συνήθης επιλογή ως προς το μέσω παραγωγής θερμότητας είναι μέσω της καύσης πετρελαίου σε κατάλληλο καυστήρα, με την απαραίτητη θερμοδραυλική εγκατάσταση το οποίο και αναλύεται παρακάτω.

### 2.9.1 Υπολογισμός συστήματος θέρμανσης πετρελαίου

Στην υποθετική περίπτωση όπου χρησιμοποιείται σύστημα θέρμανσης με κύριο καύσιμο το πετρέλαιο θέρμανσης, αυτό θα αποτελείται από:

- Τον καυστήρα με την αντλία θερμότητας
- Το δίκτυο διανομής της θερμότητας
- Τις τερματικές μονάδες – σώματα εντός του χώρου θέρμανσης
- Τις βοηθητικές μονάδες

Η μονάδα που επιλέγεται για την κάλυψη των παραπάνω είναι τύπου λέβητα συμπίκνωσης πετρελαίου, τυπικής ισχύος 33.5 kW για όμοια εγκατάσταση με αυτή που μελετάτε και βαθμό απόδοσης περίπου 0.85. Το δίκτυο διανομής που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι ισχύος 30 kW με βαθμό απόδοσης 0.93, με τερματικές μονάδες να θεωρούνται τα σπειρώματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, με βαθμό απόδοσης 0.876.

Τέλος, ως βοηθητικές μονάδες θα χρειαστούν κυκλοφορητές για την επίτευξη κάλυψης όλων των χώρων του κτηρίου.

Μήνες	μέση μηνιαία θερμοκρασία πίν. 3.1	μέση ελάχιστη θερμοκρασία πίν. 3.4	μέση μέγιστη θερμοκρασία πίν. 3.3	βαθμοημέρες θέρμανσης πίν. 3.7	βαθμώρες θέρμανσης ανά ημέρα	COP	σταθμισμ ένο COP	μέσο COP
Ιανουάριος	2,3	-1,2	6,1	487	15,71	3,09	1.502.395	
Φεβρουάριος	3,7	-0,5	8	400	14,29	3,44	1374	
Μάρτιος	6,9	1,8	11,4	344	11,10	4,24	1456.84	
Απρίλιος	11,6	5,2	16,3	192	6,40	4,64	8.903.424	
Μάιος	16,8	9,5	21,7	37	1,19	5,08	187.96	
Ιούνιος	21,5							
Ιούλιος	24,1							
Αύγουστος	23,6							
Σεπτέμβριος	19,3							
Οκτώβριος	13,5	8,1	18,8	140	4,52	4,67	635.80	
Νοέμβριος	8	3,9	12,7	300	10,00	4,34	1305.60	
Δεκέμβριος	3,9	0,4	8	437	14,10	3,49	1522.95	
						<b>Σύνολο</b>	<b>8890.88</b>	<b>3.8</b>

Εικόνα 2.15: Υπολογισμός στοιχείων θέρμανσης πετρελαίου – πηγή: προσωπική συλλογή

Μέρος του συστήματος αυτού είναι και η μονάδα αποθήκευσης του δικτύου διανομής, το boiler το οποίο στην υπόθεση της χρήσης πετρελαίου, θα παρέχει την εγκατάσταση και με ζεστό νερό χρήσης ZNX.

## 2.9.2 Υπολογισμός συστήματος συμπαραγωγής

Με την χρήση αντλίας θερμότητας πετρελαίου, υπολογίζεται επίσης και σύστημα συμπαραγωγής ως εξής:

Μήνες	παραγωγή μονάδας σε kW θερμικής ενέργειας	παραγωγή μονάδας σε kW ηλεκτρικής ενέργειας	παραγόμενη θερμική ισχύς A/θ σε kW	παραγόμενη θερμική ισχύς ΣΗΘ+A/θ σε kW	παραγόμενη ενέργεια από ΣΗΘ+A/θ σε kWh	ενεργειακό ισοζύγιο πετρελαίου σε kW	παραγόμενη ενέργεια από πετρέλαιο σε kWh	ισχύς από δίκτυο για A/θ	νέο COP ΣΗΘ+A/θ
Ιανουάριος	16,96	2,12	6,54	23,50	11444,6	21,20	10324,4	7,60	2,79
Φεβρουάριος	16,40	2,05	7,04	23,44	9376,7	20,50	8200,0	6,68	3,07
Μάρτιος	14,56	1,82	7,71	22,27	7660,1	18,20	6260,8	5,26	3,46
Απρίλιος	11,84	1,48	6,86	18,70	3591,0	14,80	2841,6	4,99	2,97
Μάιος	8,4	1,05	5,33	13,73	508,2	10,50	388,5	4,86	2,16
Ιούνιος					0,0				
Ιούλιος					0,0				
Αύγουστος					0,0				
Σεπτέμβριος					0,0				
Οκτώβριος	9,52	1,19	5,56	15,08	2110,8	11,90	1666,0	5,23	2,27
Νοέμβριος	12,88	1,61	6,99	19,87	5961,2	16,10	4830	5,30	3,04
Δεκέμβριος	15,68	1,96	6,83	22,51	9837,1	19,60	8565,2	6,65	2,95

Εικόνα 2.16: Υπολογισμός στοιχείων συστήματος συμπαραγωγής – πηγή: προσωπική συλλογή

## 2.9.3 Υπολογισμός συστήματος ψύξης

Για την κάλυψη της ψύξης του κτηρίου στην περίπτωση χρήσης πετρελαίου για την θέρμανση του, χρειάζεται σύστημα αποτελούμενο από, την μονάδα παραγωγής, το δίκτυο διανομής, τις τερματικές μονάδες και τις βοηθητικές μονάδες.

Λαμβάνοντας υπόψη το TOTEE 20701-1 [01] και τις θεωρητικές ανάγκες μιας εγκατάστασης κλειστού κολυμβητηρίου για ψύξη, ορίζεται για τον σκοπό αυτό αντλία θερμότητας ως μέσω ψύξης του χώρου, με τις λοιπές μονάδες να μην λαμβάνονται υπόψη.

Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης του συστήματος ψύξης EER είναι 2.8, ο βαθμός απόδοσης στο δίκτυο διανομής είναι 0.95 ενώ για τις τερματικές μονάδες είναι 0.93, με τα βοηθητικά συστήματα να μην ξεπερνάνε τα 5 kW.

Μήνες	βαθμομέρες ψύξης πιν. 3.8	βαθμοώρες ψύξης ανά ημέρα	EER
Ιανουάριος			
Φεβρουάριος			
Μάρτιος			
Απρίλιος			
Μάιος			
Ιούνιος	55,00	1,77	6,61
Ιούλιος	505,00	16,29	5,75
Αύγουστος	369,00	11,90	5,65
Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος			
Νοέμβριος			
Δεκέμβριος			

Εικόνα 2.17: Υπολογισμός στοιχείων ψύξης– πηγή: προσωπική συλλογή

## 2.10 Περίπτωση 2: Χρήση γεωθερμίας

Έχοντας επιλέξει ως μέσο κλιματισμού για την εγκατάσταση αυτή σύστημα γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τέτοιου είδους συστήματα αποτελούνται από τρία μέρη, κάθε ένα από αυτά απομονωμένο από τα άλλα. Έτσι, το ρευστό ή αέριο που χρησιμοποιείται για την μεταφορά θερμότητας στο ένα κομμάτι δεν συνεχίζει στο επόμενο αλλά ανταλλάσσει την θερμότητα του με το ρευστό ή αέριο του επόμενου μέρους [13].

Στο σύνολο τους τα τρία αυτά μέρη είναι:

- Σύστημα υπόγειων βρόχων (χρήση νερού): Τοποθετείται στην γη και εναλλάσσει την θερμότητα με το έδαφος.
- Σύστημα αντλίας θερμότητας (χρήση φρέον): Τοποθετείται στο μηχανοστάσιο της εγκατάστασης και εναλλάσσει την θερμότητα μεταξύ υπόγειων βρόχων και των αγωγών της εγκατάστασης.
- Σύστημα διανομής θερμότητας (χρήση νερού): Τοποθετείται εντός της εγκατάστασης και μεταφέρει την θερμότητα στους εσωτερικούς χώρους της εγκατάστασης.

Παρακάτω ακολουθεί η ερευνητική γεώτρηση που θα βοηθήσει αρκετά την μελέτη ως προς το σύστημα υπόγειων βρόχων καθώς αυτό τοποθετείται μέσα στο έδαφος, σε κάποια φυσική υπόγεια πηγή από την οποία θα αντλείται και θα αποβάλετε θερμότητα. Η ερευνητική γεώτρηση έχει ως στόχο την αναγνώριση της δυναμικότητας της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και την παραγωγή διαφόρων μετρήσεων για την επίτευξη επιμέρους μελετών.

### 2.10.1 Ερευνητική γεώτρηση

Καθώς η παρούσα μελέτη είναι καθαρά θεωρητική, για την παρούσα ενότητα χρησιμοποιήθηκε μια ήδη υπάρχουσα ερευνητική γεώτρηση που πραγματοποιήθηκε τον Απρίλιο του 2018 ως μέρος τεχνικής περιγραφής έργου [13]. Το έργο είχε σχέση με την ενεργειακή αναβάθμιση του κλειστού γυμναστηρίου των Γρεβενών και βρίσκεται σε κοντινή απόσταση με το υπό κατασκευή κολυμβητήριο.

Όπως αναγράφεται και στην τεχνική περιγραφή, σελίδα 12, σκοπός της ερευνητικής γεώτρησης ήταν να ερευνηθεί μεταξύ άλλων η δυναμικότητα των υπόγειων υδάτων, η γεωλογία της περιοχής, η ποιότητα των υδάτων, το βάθος άντλησης και η θερμοκρασία του αντλούμενου ύδατος.

Μερικά από τα ευρήματα της ερευνητικής γεώτρησης καθώς και αναφορές που γίνονται κατά την διεξαγωγή της, όπως αυτά αναγράφονται στην τεχνική περιγραφή, σελίδες 13 - 21 [13], είναι τα εξής:

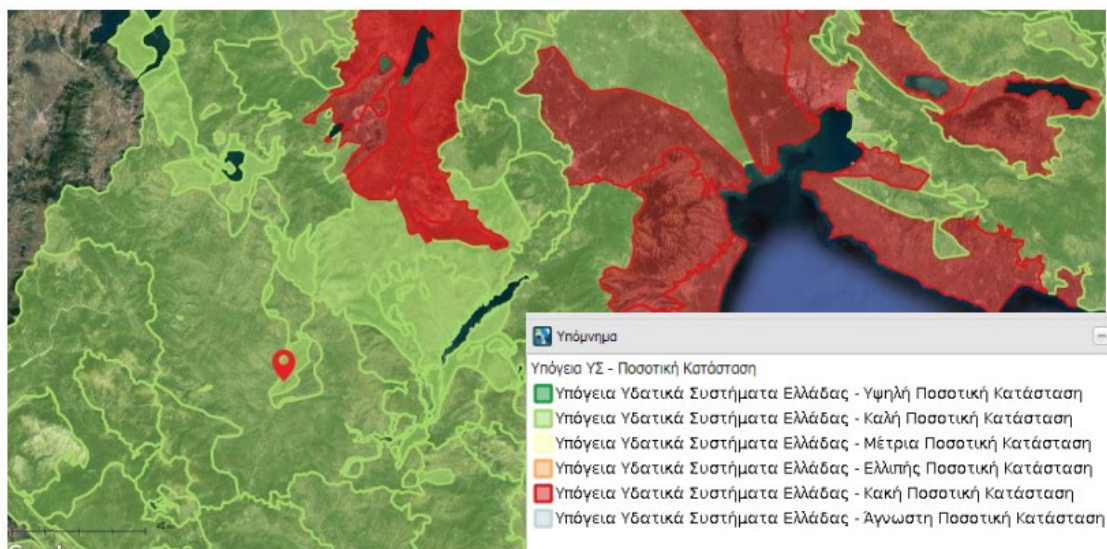
## Υδρογεωλογικά στοιχεία

Στην περιοχή ενδιαφέροντος υπάρχει εγκεκριμένο Αναθεωρημένο Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας (ELO9-- ) (ΦΕΚ Β4676/29.12.2017). Το ΥΔ Δυτικής Μακεδονίας, έκτασης 13.615,56 km, σύμφωνα με την υπ. αριθ. 706/16.7.2010 απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων (ΦΕΚ Β'/1383), αποτελείται από δύο (02) Λεκάνες Απορροής Ποταμού (ΛΑΠ):

- Πρεσπών (EL0901), με έκταση 1.209,43 km<sup>2</sup>
- Αλιάκμονα (ELO902), με έκταση 12.406,13 km<sup>2</sup>

Πιο συγκεκριμένα η περιοχή μελέτης βρίσκεται στα όρια της ΛΑΠ Αλιάκμονα. Η ΛΑΠ Αλιάκμονα (ELO902), μπορεί να διακριθεί σε τέσσερις επιμέρους υδρολογικές υπολεκάνες: του Αλιάκμονα, της Κλειστής Λεκάνης Πτολεμαΐδας, της Περιφερειακής Τάφρου και της Πεδιάδας Κατερίνης.

Η πρώτη, του Αλιάκμονα, και μεγαλύτερη ακολουθεί τα όρια της φυσικής υδρολογικής λεκάνης του ομώνυμου ποταμού (όπου περιλαμβάνεται και η υδρολογική λεκάνη της λίμνης Καστοριάς). Η κλειστή λεκάνη Πτολεμαΐδας οριοθετείται από το ομώνυμο οροπέδιο, που αποστραγγίζεται επιφανειακά στο σύστημα φυσικών λιμνών Βεγορίτιδας, Πετρών, Ζάζαρης και Χειμαδίτιδας, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους μέσω τεχνητών καναλιών.



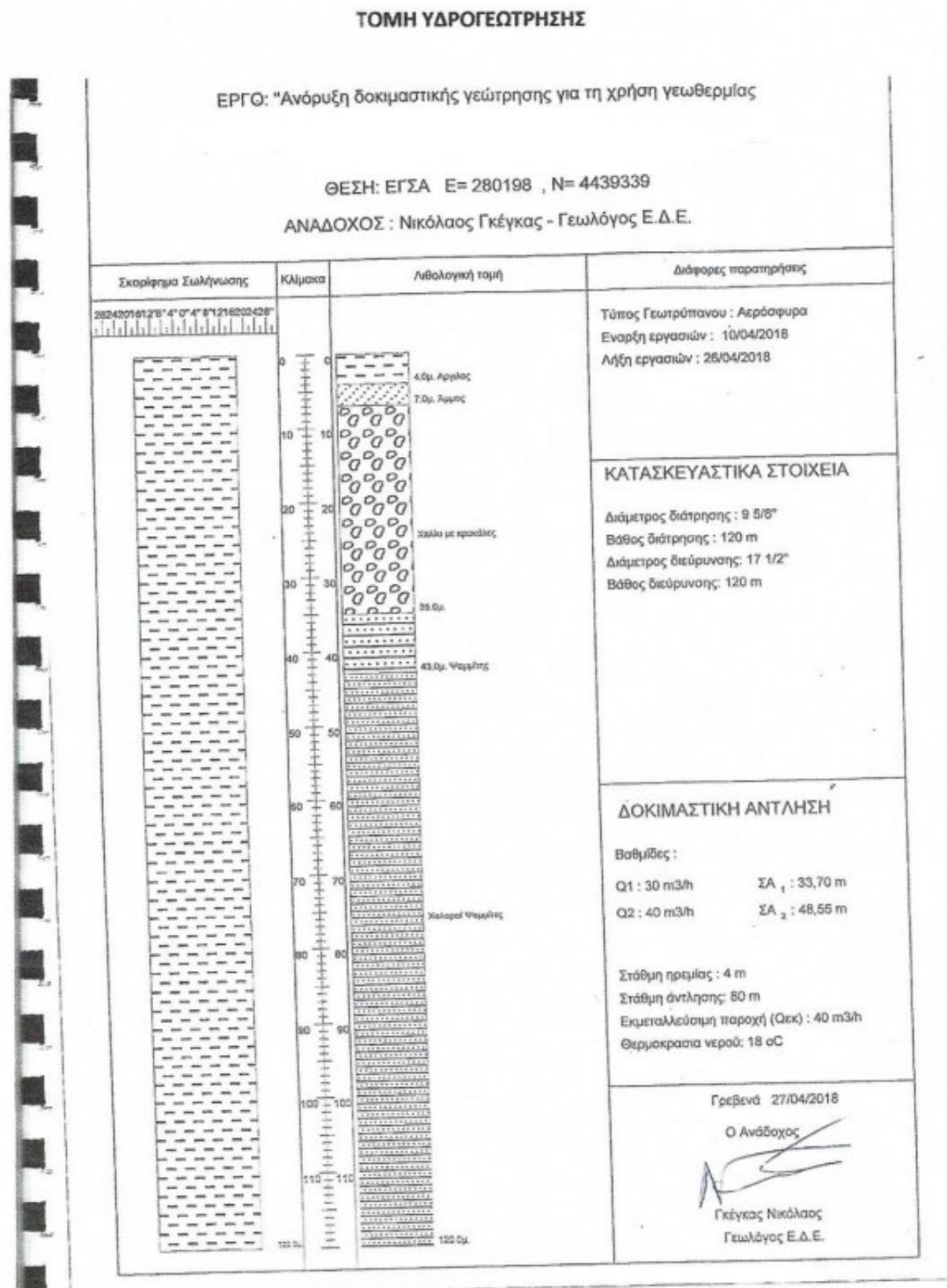
Εικόνα 2.18: Η θέση περιοχής μελέτης στα όρια των ΥΥΣ – πηγή: Τεχνική περιγραφή [13]

Η υπολεκάνη της Περιφερειακής Τάφρου αποστραγγίζει τα νερά των ορεινών όγκων Βερμίου και Βόρα μέσω των κύριων ποταμών Αλμωπαίου, Εδεσσαίου, Αράπιτσα και Τριπόταμου στην Περιφερειακή Τάφρο (Τ66) που αποτελεί και το όριο με το Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας (ΥΔ EL10).

Υδρογεωλογικά, η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο Σύστημα Λεκάνης Γρεβενών (ELO900030) και πιο συγκεκριμένα στο ΥΥΣ Υπ. Γρεβενών (EL0900031). Το Υποσύστημα Γρεβενών καταλαμβάνει έκταση 57,81km<sup>2</sup>. Η μέση ετήσια τροφοδοσία του ανέρχεται σε 20\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>. Οι μέσες ετήσιες απολήψεις από το σύστημα ανέρχονται στα 15\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>. Συνολικά, σε όλο το Σύστημα Λεκάνης Γρεβενών οι αρδεύσεις ανέρχονται σε 30,85\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>, η ύδρευση σε 1,86\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> και η βιομηχανική χρήση σε 0,20\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>.



Τόσο η χημική όσο και η ποσοτική κατάσταση του υποσυστήματος Γρεβενών θεωρείται καλή, με αυξημένες τιμές στοιχείων από ανθρωπογενή επίδραση να μην παρατηρούνται και την κύρια πίεση στο σύστημα να είναι από την γεωργία. Η πλούσια υδροφορία καθώς και η καλή χημική κατάσταση συνηγορούν στην χρήση ανοικτού κυκλώματος γεωθερμίας.



Εικόνα 2.19: Φύλλο Τομής Υδρογεώτρησης – πηγή: Τεχνική περιγραφή [13]

Από τα αποτελέσματα της ερευνητικής γεώτρησης προκύπτει ότι μπορούν να αντληθούν περίπου 40m<sup>3</sup>/h ανά γεώτρηση με μέση θερμοκρασία αντλούμενου ύδατος 18 C, έτσι επιλέγεται να κατασκευασθούν μία γεώτρηση άντλησης 32,5m<sup>3</sup>/h και μία γεώτρηση επανέγχυσης.

Οι δύο προαναφερόμενες γεωτρήσεις θα είναι μέσου βάθους 150μ έκαστη και διαμέτρου 17% με σωλήνα / φίλτρο σωλήνα, διαμέτρου 85/8'' και πάχους 5mm. Η γεώτρηση Γ1 (όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί) θα είναι η γεώτρηση άντλησης στην οποία θα τοποθετηθεί υποβρύχια αντλία παροχής 32,5m<sup>3</sup>/h οδηγούμενη από inverter και η γεώτρηση Γ2 θα είναι η γεώτρηση επανέγχυσης.



Εικόνα 2.20: Δορυφορική λήψη περιοχής θέσεων γεωτρήσεων – πηγή: Τεχνική περιγραφή [13]

Όπως μετά αναφέρεται στην τεχνική περιγραφή έργου, το διάκενο μεταξύ των τοιχωμάτων της γεώτρησης και του εξωτερικού τοιχώματος της γεώτρησης πληρούται με χαλκόφιλτρο κοκκομετρικής διαβάθμισης 3-5 mm μη ανθρακικής σύστασης, με τα πρώτα 10μ. να επιχρίονται με τσιμέντο για την αποφυγή εισχώρησης επιφανειακών υγρών στους γεωλογικούς σχηματισμούς και παράλληλα τοποθετείται πιεζομετρικός σωλήνας 1”.

Για την άντληση των υδάτων θα χρειαστεί μια αντλία με υποβρύχια δυνατότητα χρήσης η οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να είναι ανοξειδωτη, κατάλληλη για καθαρά, λεπτόρρευστα υγρά χωρίς στερεά σωματίδια, με κανάλια διαφυγής άμμου και φερτών υλικών των οποίων την εισροή θα εμποδίζουν προεγκατεστημένα φίλτρα προστασίας.

Η αντλία αυτή θα πρέπει να είναι συνδεδεμένη μηχανικά (μέσω του ρότορα) σε ένα ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος θα πρέπει αντίστοιχα να είναι ανοξειδωτος, υποβρύχιος και υδρόψυκτος, τύπου ασύγχρονου βραχυκυκλωμένου δρομέα. Θα είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω στεγανού φως και υποβρυχίου καλωδίου κατάλληλο για πόσιμο νερό σε ένα επιτοίχιο Inverter που θα φέρει την ευθύνη ελέγχου και προστασίας του ηλεκτροκινητήρα.

## 2.10.2 Υπολογισμός συστήματος κλιματισμού

Έχοντας κάνει αναφορά στο κομμάτι της γεωθερμίας και τις ανάγκες για ερευνητική γεώτρηση, σειρά έχει ο υπολογισμός του συστήματος κλιματισμού που αποτελείται από σύστημα ΓΑΘ (Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας), το οποίο καλύπτει τόσο την θέρμανση όσο και την ψύξη της εγκατάστασης.

Στην εικόνα 2.21 παρουσιάζεται ένας πίνακας με όλες τις μεταβλητές τιμές που υπάρχουν στο TOTEE 20701-1 [01] μέσω των οποίων υπολογίζεται η τιμή του COP για την αντλία θερμότητας καθώς επίσης η τιμή της μεταβλητής EER.

Οι τιμές αυτές θα τοποθετηθούν αργότερα στο πρόγραμμα του TEE KENAK για την εύρεση της ενεργειακής απόδοσης του κλιματισμού για το προς μελέτη κτήριο.

Μήνες	μέση μηνιαία θερμοκρασία πιν.3.1	μέση ελάχιστη θερμοκρασία πιν. 3.4	μέση μέγιστη θερμοκρασία πιν. 3.3	βαθμοημέρες θέρμανσης πιν. 3.7	βαθμοώρες θέρμανσης ανά ημέρα	COP	ηλεκτρική ισχύς kW	ενέργεια ηλεκτρική ημερήσια kWh	ενέργεια ηλεκτρική μηνιαία kWh	βαθμοημέρες ψύξης πιν. 3.8	βαθμοώρες ψύξης ανά ημέρα	EER
Ιανουάριος	2,3	-1,2	6,1	487	15,71	3,09	9,724473258	152,77	4735,818476			
Φεβρουάριος	3,7	-0,5	8	400	14,29	3,44	8,733624454	124,77	3493,449782			
Μάρτιος	6,9	1,8	11,4	344	11,10	4,24	7,083825266	78,61	2436,835891			
Απρίλιος	11,6	5,2	16,3	192	6,40	4,64	6,469421202	41,40	1242,128871			
Μάιος	16,8	9,5	21,7	37	1,19	5,08	5,905511811	7,05	211,4554229			
Ιούνιος	21,5									55,00	1,77	6,61
Ιούλιος	24,1									505,00	16,29	5,75
Αύγουστος	23,6									369,00	11,90	5,65
Σεπτέμβριος	19,3									0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος	13,5	8,1	18,8	140	4,52	4,67	6,423982869	29,01	899,3576017			
Νοέμβριος	8	3,9	12,7	300	10,00	4,34	6,909258406	69,09	2072,777522			
Δεκέμβριος	3,9	0,4	8	437	14,10	3,49	8,608321377	121,35	3761,836442			
								ΣΥΝΟΛΟ	18853,66001			

Εικόνα 2.21: Υπολογισμός στοιχείων κλιματισμού στο excel – πηγή: προσωπική συλλογή

## 2.10.3 Υπολογισμός βοηθητικού συστήματος

Πέραν του συστήματος κλιματισμού που αποτελείται από ΓΑΘ (Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας) που αναλύθηκε στο 2.10.2, στην εγκατάσταση θα τοποθετηθεί ΣΗΘ (Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας) για την υποστήριξη του κλιματισμού στην περίπτωση που η γεωθερμία δεν επαρκεί για διάφορους λόγους μια οποιαδήποτε μέρα (πχ λόγο ακραίων εξωτερικών θερμοκρασιών, διαρκή κακοκαιρία).

Μήνες	μέση μηνιαία θερμοκρασία πιν.3.1	μέση ελάχιστη θερμοκρασία πιν. 3.4	μέση μέγιστη θερμοκρασία πιν. 3.3	βαθμοημέρες θέρμανσης πιν. 3.7	βαθμοώρες θέρμανσης ανά ημέρα	COP	ηλεκτρική ισχύς kW	ενέργεια ηλεκτρική ημερήσια kWh	ενέργεια ηλεκτρική μηνιαία kWh
Ιανουάριος	2,3	-1,2	6,1	487	15,71	3,09	9,72	152,77	4736
Φεβρουάριος	3,7	-0,5	8	400	14,29	3,44	8,73	124,77	3493
Μάρτιος	6,9	1,8	11,4	344	11,10	4,24	7,08	78,61	2437
Απρίλιος	11,6	5,2	16,3	192	6,40	4,64	6,47	41,40	1242
Μάιος	16,8	9,5	21,7	37	1,19	5,08	5,91	7,05	211,5
Ιούνιος	21,5								
Ιούλιος	24,1								
Αύγουστος	23,6								
Σεπτέμβριος	19,3								
Οκτώβριος	13,5	8,1	18,8	140	4,52	4,67	6,42	29,01	899,4
Νοέμβριος	8	3,9	12,7	300	10,00	4,34	6,9	69,09	2072,8
Δεκέμβριος	3,9	0,4	8	437	14,10	3,49	8,61	121,35	3762

Μήνες	θερμικές απώλειες KW	παραγωγή μονάδας σε kW θερμικής ενέργειας	παραγωγή μονάδας σε kW ηλεκτρικής ενέργειας	παραγόμενη θερμική ισχύς Α/Θ σε kW	παραγόμενη θερμική ισχύς ΣΗΘ+Α/Θ σε kW	παραγόμενη ενέργεια από ΣΗΘ+Α/Θ σε kWh	ενεργειακό ισοζύγιο πετρελαίου σε kW	παραγόμενη ενέργεια από πετρέλαιο σε kWh	ισχύς από δίκτυο για Α/Θ	νέο COP ΣΗΘ+Α/Θ
Ιανουάριος	21,20	16,96	2,12	6,54	23,50	11444,6	21,20	10324,4	7,60	2,79
Φεβρουάριος	20,50	16,40	2,05	7,04	23,44	9376,7	20,50	8200,0	6,68	3,07
Μάρτιος	18,20	14,56	1,82	7,71	22,27	7660,1	18,20	6260,8	5,26	3,46
Απρίλιος	14,80	11,84	1,48	6,86	18,70	3591,0	14,80	2841,6	4,99	2,97
Μάιος	10,50	8,4	1,05	5,33	13,73	508,2	10,50	388,5	4,86	2,16
Ιούνιος	20,00					0,0				
Ιούλιος	20,00					0,0				
Αύγουστος	20,00					0,0				
Σεπτέμβριος	20,00					0,0				
Οκτώβριος	11,90	9,52	1,19	5,56	15,08	2110,8	11,90	1666,0	5,23	2,27
Νοέμβριος	16,10	12,88	1,61	6,99	19,87	5961,2	16,10	4830	5,30	3,04
Δεκέμβριος	19,60	15,68	1,96	6,83	22,51	9837,1	19,60	8565,2	6,65	2,95
					ΣΥΝΟΛΟ Α	50489,7	ΣΥΝΟΛΟ Β	43077	46,58	

Εικόνα 2.22: Υπολογισμός στοιχείων βοηθητικού συστήματος στο excel – πηγή: προσωπική συλλογή

# ΜΕΛΕΤΗ ΚΕΝΑΚ

Έχοντας ολοκληρώσει όλους του απαραίτητους υπολογισμούς στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα στοιχεία που υπολογίστηκαν εισάγονται στο επίσημο πρόγραμμα του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ για την τελική ανάλυση της απόδοσης του κτηρίου και της εύρεσης της ενεργειακής κατηγορίας που υπάγεται.

## 3.1 Γενικά στοιχεία

Τα πρώτα στοιχεία που πρέπει να εισαχθούν είναι γενικής φύσεως και σχετίζονται με τον ιδιοκτήτη, την διεύθυνση, το καθεστώς ιδιοκτησίας και τα στοιχεία του κατόχου, καθώς και πλήθος γενικών πληροφοριών για το κτήριο. Στο κομμάτι αυτό αναφέρονται και τα φωτοβολταϊκά που θα χρησιμοποιηθούν αργότερα για τις ανάγκες της μελέτης. Παρόλα αυτά, λαμβάνονται υπόψη στην εκτέλεση αποτελέσματος μόνο όταν αυτό αναφέρετε. Ακολουθεί ανάλυση των δυο περιπτώσεων κλιματισμού, πετρελαίου και μέσω γεωθερμίας

Γενικά στοιχεία κτηρίου

Χρήση κτηρίου:

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
▶				

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

Κοζάνη   Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη:

Γενικά | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

Περιγραφή:

Χρήση κτηρίου:

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>):  Ωφέλιμος όγκος (m<sup>3</sup>):

Αριθμός θερμικών ζωνών:

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων:  Αριθμός ηλιακών χώρων:

Γενικά | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Σύνδεση
▶	Πολυκρυσταλλικό	0.144	220	34	347	33	1.0	Με συμψηφισμό
*							1	

Εικόνα 3.1: Γενικά στοιχεία κτηρίου – πηγή: προσωπική συλλογή

## 3.2 Περίπτωση Πετρελαίου

### 3.2.1 Θερμική Ζώνη 1

Στην συνέχεια αφού είναι γνωστός ο αριθμός των θερμικών ζωνών στις οποίες χωρίζεται το κτήριο, δημιουργούνται και στο πρόγραμμα και συμπληρώνονται με τα απαραίτητα στοιχεία για την κάθε μια.

Γενικά

Χρήση: Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 221.60 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m<sup>3</sup>/έτος): 900  Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>K): 280

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

Διεσίδυση αέρα

Διεσίδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 9.8

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 5 Αρ. εξώθυρων: 1

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

(α)

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 <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Ταίχος	τοιχος ΒΑ	35	90	188.85	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
2	Ταίχος	τοιχος Α	160	90	104.87	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
3	Ταίχος	τοιχος ΝΔ	270	90	199.89	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
4	Ταίχος	τοιχος Δ	320	90	110	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
5	Οροφή	οροφή	0	180	221.61	0.61	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
* 6														

(β)

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 <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο -	δαπεδο	221.61	1.71	2		95.56
* 2							

(γ)

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 <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα Α	35	90	3.6		2.4	1	1	1	1	1
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα Α	35	90	9.15		2.4	1	1	1	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα Β	35	90	3.42		2.4	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα Β	35	90	1.71		2.4	1	1	1	1	1
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα ΝΔ	35	90	1.71		2.4	1	1	1	1	1
* 6												

(δ)

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύψωση  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρική συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	35	0.85	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	35	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.93	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	ενδοδαπέδια θέρμανση	0.87

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	2
2	Κυκλοφορητές	1	0.12
3	Κυκλοφορητές	1	2.5
* 4		1	0

(ε)

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	30	1.0	1.0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	30	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	5
* 2		1	0

(στ)

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/m²/s)
▶ 1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	2216	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	2216	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

(ζ)

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	50	0.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)
▶ 1		<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.6

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	boiler	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

(η)

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

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 2.82

Περιοχή ΦΦ (%): 40

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	0
2	500	0
3	400	0
4	300	94
5	250	0
6	200	0
7	100	6

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 1. Αυτόματος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 2. Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

(θ)

Εικόνα 3.2: Θερμική Ζώνη 1: (α) Γενική χρήση (β) Αδιαφανείς επιφάνειες (γ) Σε επαφή με το έδαφος (δ) Διαφανείς επιφάνειες (ε) Θέρμανση (στ) Ψύξη (ζ) Μηχανικός αερισμός (η) ZNX (θ) Φωτισμός – πηγή: προσωπική συλλογή

### 3.2.2 Θερμική Ζώνη 2

Γενικά

Χρήση:

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 64.05 Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος): 725  Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>K): 230

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

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 6.9

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 2 Αρ. εδώθυρων: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

(α)



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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a" (-)	e" (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	τοιχος ΒΑ	35	90	38.79	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
2	Τοίχος	τοιχος Α	160	90	31.35	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	τοιχος ΝΔ	270	90	19.14	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
4	Τοίχος	τοιχος Δ	320	90	105.8	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
5	Οροφή	οροφή	0	180	61.1	0.61	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
* 6														

	Θερμότητες	ΣΨ (W/K)
▶ 1		1

(β)

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

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο -	δαπεδο	64.05	1.71	0		44
* 2							

(γ)

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 <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφισμα	πορτα ΒΑ	35	90	3.6		2.4	1	1	1	1	1
2	Ανοιγόμενο κούφισμα	πορτα ΝΔ	270	90	6		2.4	1	1	1	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφισμα	πορτα Δ	320	90	2.1		2.4	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο κούφισμα	πορτα Δ	325	90	2.1		2.4	1	1	1	1	1
* 5												

(δ)

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

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΗΧ | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	35	0.85	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	35	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.93	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Θερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	ενδοδαπέδια θέρμανση	0.87

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	2
2	Κυκλοφορητές	1	1.2
3	Κυκλοφορητές	1	2.5
* 4		1	0

(ε)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZHX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόμικτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	30	1.0	1.0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

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

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	5
* 2		1	0

(στ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZHX Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψύξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m³/s)
1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	192	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	192	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
▶* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

(ζ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZHX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Λέβητας	Πετρέλαιο	50	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
▶* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)
▶ 1		<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.6

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

(η)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0.2

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0.26

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0

Περιοχή ΦΦ (%): 0

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

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 3. Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

(θ)

Εικόνα 3.3: Θερμική Ζώνη 2: (α) Γενική χρήση (β) Αδιαφανείς επιφάνειες (γ) Σε επαφή με το έδαφος (δ) Διαφανείς επιφάνειες (ε) Θέρμανση (στ) Ψύξη (ζ) Μηχανικός αερισμός (η) ZNX (θ) Φωτισμός – πηγή: προσωπική συλλογή

### 3.2.3 Θερμική Ζώνη 3

Γενικά

Χρήση:  Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 123.68 Μέση κατανάλωση ZNX (m<sup>3</sup>/έτος): 400  Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>): 230

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

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 8.76

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 2 Αρ. εξώθυρων: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 2

(α)

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	τοίχος ΒΑ	35	90	28.29	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
2	Τοίχος	τοίχος Α	160	90	43.98	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	τοίχος ΝΔ	270	90	25.14	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
4	Τοίχος	τοίχος Δ	320	90	110	0.33	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
5	Οροφή	οροφή	0	180	118.12	0.61	0.6	0.8	1	1	1	1	1	1
* 6														

	Θερμιογέφυρες	ΣΥΗ (W/K)
▶ 1		1

(β)

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 <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο -	δαπεδο	118.12	1.71			42
* 2							

(γ)

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 <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα ΒΑ	35	90	3.6		2.4	1	1	1	1	1
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα Α	270	90	10.5		2.4	1	1	1	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα ΝΔ	280	90	1.71		2.4	1	1	1	1	1
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	πορτα Δ	290	90	1.71		2.4	1	1	1	1	1
* 5												

(δ)

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Ύγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φιτιρισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΗΧ | Φιτιρισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	35	0.85	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2						1	1										

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.93	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	ενδοδαπέδια θέρμανση	0.87

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	2
2	Κυκλοφορητές	1	0.12
3	Κυκλοφορητές	1	2.5
* 4		1	0

(ε)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An (-)	EER (-)	Ian (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	30	1.0	1.0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής μικρού μέσου	30	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
β 1	Κυκλοφορητές	1	5
* 2		1	0

(στ)

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	3	<input checked="" type="checkbox"/>	371	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	371	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

(ζ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	Ian (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	50	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)
▶ 1		<input checked="" type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.6

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	boiler	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

(η)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0.25

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0,2

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0,24

Περιοχή ΦΦ (%): 60

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

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 1. Αυτόματος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 3. Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

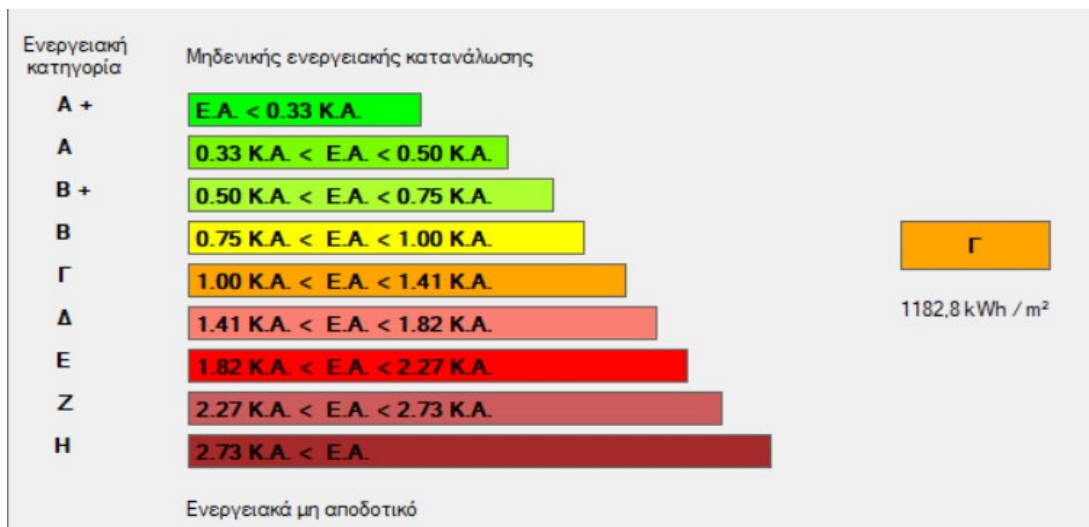
Σύστημα εφεδρείας

(θ)

Εικόνα 3.4: Θερμική Ζώνη 3: (α) Γενική χρήση (β) Αδιαφανείς επιφάνειες (γ) Σε επαφή με το έδαφος (δ) Διαφανείς επιφάνειες (ε) Θέρμανση (στ) Ψύξη (ζ) Μηχανικός αερισμός (η) ZNX (θ) Φωτισμός – πηγή: προσωπική συλλογή

### 3.2.4 Υπολογισμός αποτελεσμάτων

Μετά την ολοκλήρωση εισαγωγής των στοιχείων του κτηρίου και κάθε επί μέρους θερμικής ζώνης που υπάρχει στο πρόγραμμα, εκτελείται η λειτουργία του για εύρεση της ενεργειακής απόδοσης και τα αποτελέσματα αυτής έχουν ως εξής:



Εικόνα 3.5: Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης – πηγή: προσωπική συλλογή

### 3.3 Περίπτωση Γεωθερμικής Αντλίας

Η ολοκλήρωση της παραπάνω περίπτωσης παρουσιάζει ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα καθώς υποδεικνύει την δυνατότητα επίτευξης καλύτερης απόδοσης της εγκατάστασης καθώς και την ανάγκη χρήσης καλύτερων συστημάτων, πιο αποδοτικών από ότι οι συμβατικές επιλογές.

Η παρακάτω περίπτωση παρουσιάζει την χρήση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, αποσκοπώντας σε αποτέλεσμα καλύτερο του παραπάνω.

#### 3.3.1 Θερμική Ζώνη 1

Παραγωγή		Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη		Τηλεθέρμανση	30	0.92	4.5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2					1	1												

Δίκτυο διανομής		Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου		10	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί					<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες		Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	ενδοδαπέδια θέρμανση		0.92

Βοηθητικές μονάδες		Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές		1	2
2	Κυκλοφορητές		1	0.12
3	Κυκλοφορητές		1	2.5
* 4			1	0

(α)

Παραγωγή		Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη		Τηλεθέρμανση	30	1.0	5.75	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2					1	1												

Δίκτυο διανομής		Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου		10	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί					<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες		Τύπος	B. An. (-)
▶ 1			1.0

Βοηθητικές μονάδες		Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές		1	5
* 2			1	0

(β)

		Τύπος	Τμ. Θερ.	F <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	R <sub>h</sub> (-)	Q <sub>r,h</sub> (-)	Τμ. Ψυξ.	F <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h)	R <sub>c</sub> (-)	Q <sub>r,c</sub> (-)	Τμ. Υγρ.	H <sub>r</sub> (-)	Φίλτρα	E <sub>vent</sub> (kW/m <sup>3</sup> /s)
▶ 1	1		<input checked="" type="checkbox"/>	2216	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	2216	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
* 2			<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

(γ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Τηλεθέρμανση	30	0.95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1.0

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1		1.0

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

(δ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 2.82

Περιοχή ΦΦ (%): 40

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	0
2	500	0
3	400	0
4	300	94
5	250	0
6	200	0
7	100	6

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 1. Αυτόματος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 2. Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

(ε)

Εικόνα 3.6: Θερμική Ζώνη 1: (α) Θέρμανση (β) Ψύξη (γ) Μηχανικός αερισμός (δ) ZNX (ε) Φωτισμός – πηγή: προσωπική συλλογή



### 3.3.2 Θερμική Ζώνη 2

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη	Τηλεθέρμανση	30	0.92	4.5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	10	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Άεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1	ενδοδαπέδια θέρμανση	0.92

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	2
2	Κυκλοφορητές	1	1.2
3	Κυκλοφορητές	1	2.5
* 4		1	0

(α)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη	Τηλεθέρμανση	30	1.0	5.75	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	10	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Άεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	5
* 2		1	0

(β)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψύξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m³/s)
▶ 1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	192	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	192	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

(γ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Τηλεθέρμανση	30	0.95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1.0

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1		1.0

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

(δ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0.2

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0.26

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0

Περιοχή ΦΦ (%): 0

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

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 3. Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

(ε)

Εικόνα 3.7: Θερμική Ζώνη 2: (α) Θέρμανση (β) Ψύξη (γ) Μηχανικός αερισμός (δ) ZNX (ε) Φωτισμός – πηγή: προσωπική συλλογή

### 3.3.3 Θερμική Ζώνη 3

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη	Τηλεθέρμανση	30	0.92	4.5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	10	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1	ενδοδαπέδια θέρμανση	0.92

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	2
2	Κυκλοφορητές	1	0.12
3	Κυκλοφορητές	1	2.5
* 4		1	0

(α)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη	Τηλεθέρμανση	30	1.0	5.75	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	10	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.96	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1		1.0

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	5
* 2		1	0

(β)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ΖΝΧ Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F <sub>h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	R <sub>h</sub> (-)	Q <sub>r_h</sub> (-)	Τμ. Ψύξ.	F <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h)	R <sub>c</sub> (-)	Q <sub>r_c</sub> (-)	Τμ. Υγρ.	H <sub>r</sub> (-)	Φίλτρα	E <sub>vent</sub> (kW/m <sup>2</sup> /s)
▶ 1	3	<input checked="" type="checkbox"/>	371	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	371	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

(γ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)	Τηλεθέρμανση	30	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1.0

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1		1.0

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.13
2	Κυκλοφορητές	1	0.084
* 3		1	0

(δ)

Θέρμανση Ψύξη Μηχανικός αερισμός ZNX Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0.25

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0.2

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0.24

Περιοχή ΦΦ (%): 60

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

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 1. Αυτόματος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 3. Ανίχνευση με χειροκίνητη έναυση / αυτόματη σβέση

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

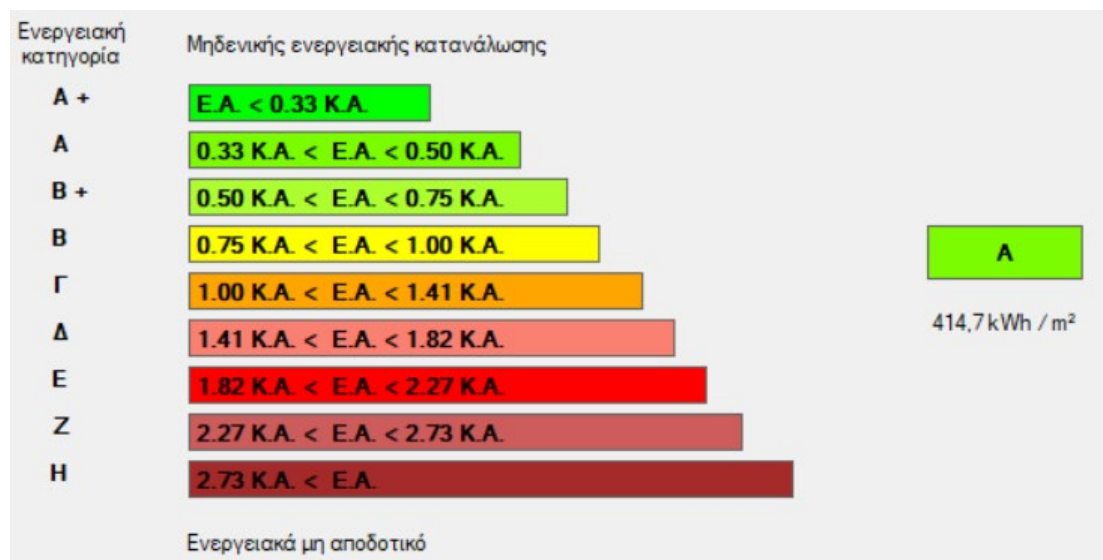
Σύστημα εφεδρείας

(ε)

Εικόνα 3.8: Θερμική Ζώνη 3: (α) Θέρμανση (β) Ψύξη (γ) Μηχανικός αερισμός (δ) ZNX (ε) Φωτισμός – πηγή: προσωπική συλλογή

### 3.3.4 Υπολογισμός αποτελεσμάτων

Μετά την ολοκλήρωση εισαγωγής των στοιχείων του κτηρίου και κάθε επί μέρους θερμικής ζώνης που υπάρχει στο πρόγραμμα, εκτελείται η λειτουργία του για εύρεση της ενεργειακής απόδοσης και τα αποτελέσματα αυτής έχουν ως εξής:



Εικόνα 3.9: Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης – πηγή: προσωπική συλλογή

Το αποτέλεσμα είναι εμφανώς καλύτερο με την χρήση γεωθερμίας τόσο σε χρήση θέρμανσης, ψύξης αλλά και ΖΝΧ ενώ παράλληλα υπάρχουν δυνατότητες επίτευξης μεγαλύτερης απόδοσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την μείωση της κατανάλωσης, την βελτίωση του τρόπου χρήσης των καταναλώσεων της εγκατάστασης αλλά και με την χρήση ΑΠΕ σε αυτή.

### 3.6 Αναβάθμιση ενεργειακής απόδοσης

Με την λήψης αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα και για την βελτίωση της απόδοσης εισάγονται στην εγκατάσταση, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1, φωτοβολταϊκά στην οροφή του κεντρικού χώρου όπου στεγάζεται η πισίνα.

#### 3.6.1 Υπολογισμός συστήματος φωτοβολταϊκών

Ο διαθέσιμος χώρος για εισαγωγή φωτοβολταϊκών πάνελ είναι η πλάκα στην οροφή του κλειστού κολυμβητηρίου και συγκεκριμένα στο χώρο που καλύπτει την πισίνα που είναι συνολικής επιφάνειας 222m<sup>2</sup>.

Ακολουθώντας τις ανάγκες της εγκατάστασης και έχοντας ως βασικά κριτήρια την μέγιστη ισχύ ανά πάνελ και την αποδοτικότητα, ως προς το κόστος αγοράς, γίνεται έρευνα αγοράς και εν τέλει επιλέγεται η χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ της εταιρείας SUNTECH.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή αυτή είναι η προσιτή τιμή του πάνελ ως προς τις μεγάλες δυνατότητες που έχει για παραγωγή ενέργειας, ενώ πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο «STP340 – 24/VFW» έχει επίσης μεγάλη διάρκεια ζωής με υψηλή απόδοση καθ όλη την διάρκεια της. Πιο αναλυτικά, παρέχει απόδοση ισχύος 97.5% τον πρώτο χρόνο χρήσης και 0.7% μέγιστη μείωση ετησίως από το έτος 2 έως το 25 συνοδευόμενο από εγγύηση γραμμικής μείωσης απόδοσης για τα 25 χρόνια και 12 χρόνια εγγύηση για το σύνολο του πάνελ.

Ένα ακόμα σημαντικό θετικό χαρακτηριστικό του επιλεγμένου μοντέλου είναι πως το συγκεκριμένο πάνελ είναι κατασκευασμένο με τεχνολογία πολυκρυσταλλικών PERC, μια αρχιτεκτονική ηλιακών κυψελών, που διαφέρει από την τυπική κυτταρική αρχιτεκτονική. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει στους κατασκευαστές να επιτύχουν υψηλότερες αποδόσεις από ότι οι τυποποιημένες ηλιακές κυψέλες, που με την σειρά τους συμβάλλουν στη μείωση του κόστους.

#### Electrical Characteristics

STC	STP340-24/ Vfw	STP335-24/ Vfw	STP330-24/ Vfw
Maximum Power at STC (Pmax)	340W	335 W	330W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	37.9V	37.7V	37.5V
Optimum Operating Current (Imp)	8.98A	8.89A	8.81A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.8V	46.5 V	46.2V
Short Circuit Current (Isc)	9.63A	9.51 A	9.38A
Module Efficiency	17.5%	17.2%	17.0%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 W		

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, module temperature 25 °C, AM=1.5  
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

NOCT	STP340-24/ Vfw	STP335-24/ Vfw	STP330-24/ Vfw
Maximum Power at NOCT (Pmax)	251.0W	247.1W	243.5W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	34.5V	34.4V	34.3V
Optimum Operating Current (Imp)	7.28A	7.19 A	7.10A
Open Circuit Voltage (Voc)	43.1V	42.8V	42.5V
Short Circuit Current (Isc)	7.81A	7.71A	7.60A

NOCT: Irradiance 800 W/m<sup>2</sup>, ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s  
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

**SUNTECH** **STP340 - 24/Vfw**

#### Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.41 %/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.33 %/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.067 %/°C

#### Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 6 inches
No. of Cells	72 (6 × 12)
Dimensions	1960 × 992 × 40mm (77.2 × 39.1 × 1.6 inches)
Weight	22.1 kgs (48.7 lbs.)
Front Glass	3.2 mm (0.13 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 rated (3 bypass diodes)
Output Cables	4.0 mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), symmetrical lengths (-) 1100mm (43.3 inches) and (+) 1100 mm (43.3 inches)
Connectors	Genuine MC4

Εικόνα 3.10: Δελτίο δεδομένων φωτοβολταϊκού πάνελ SUNTECH STP340-24/VFW [14]

Τα επιλεγμένα πάνελ με διαστάσεις 1960 x 992 x 40mm καταλαμβάνουν ένα χώρο περίπου 2m<sup>2</sup> έκαστος, με συνολικό χώρο 222m<sup>2</sup> και πραγματικά διαθέσιμα (λόγο του τρόπου εγκατάστασης φωτοβολταϊκών) 200m<sup>2</sup>. Υπάρχει χώρος για 100 πάνελ 340 Wp το καθένα η συνολική μέγιστη ισχύς που μπορεί να παραχθεί από τα 100 αυτά πάνελ είναι 34000 Wp ή 34 kWp.

Με την χρήση του προγράμματος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission) «Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)» [15] συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με την περιοχή που βρίσκεται το κλειστό κολυμβητήριο των Γρεβενών και εν συνεχεία τις δυνατότητες παραγωγής ισχύος ανά μήνα.

Έχοντας πλέον συνδεθεί στο παραπάνω πρόγραμμα, εισάγονται μια σειρά παραμέτρων για την εύρεση των επιθυμητών τιμών που χρειάζονται για την συνέχιση της μελέτης. Από τα πρώτα στοιχεία που επιλέγονται είναι ο τόπος ενδιαφέροντος, σε πρώτη φάση η Ελλάδα και στην συνέχεια η περιοχή των Γρεβενών επιλέγοντας τυχαία συντεταγμένες στην πόλη των Γρεβενών.

Τα γεω-μετεωρολογικά στοιχεία που εμπεριέχονται στο σύστημα του προγράμματος προέρχονται από αρκετές διαφορετικές βάσεις συλλογής στοιχείων αλλά για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης επιλέγονται αυτά της βάσης PVGIS – CMSAF, με τον τρόπο σύνδεσης των φωτοβολταϊκών στο δίκτυο είναι διασυνδεδεμένο (Grid Connected). Η επιλογή αυτή επιτρέπει το πρόγραμμα να μεταβάλει εσωτερικά μεταβλητές που επηρεάζουν το αποτέλεσμα απόδοσης του συστήματος.

Το υλικό και η τεχνολογία φωτοβολταϊκού προς εγκατάσταση είναι τύπου PERC αλλά επειδή δεν υπάρχει ως επιλογή στο εν λόγω πρόγραμμα, επιλέγεται η πλησιέστερη επιλογή, το κρυσταλλικό πυρίτιο. Ακόμα, επιλέχθηκε ως εγκατεστημένη μέγιστη τιμή φωτοβολταϊκής ισχύος τα 34 kWp και οι απώλειες συστήματος στο 15% (προσεγγιστικά, το πρόγραμμα προτείνει τιμή 14 με 15 % ), με την γωνία των φωτοβολταϊκών να είναι ελεύθερη ώστε το πρόγραμμα να επιλέξει την βέλτιστη.

Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 3.10) φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών που πραγματοποίησε το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Στο κύκλο στα δεξιά των αποτελεσμάτων φαίνεται η γωνία του ήλιου τους καλοκαιρινούς μήνες και αντίστοιχα από κάτω τους χειμερινούς, σχηματίζοντας ενδιάμεσα το ύψος του ορίζοντα και την κατάλληλη τιμή γωνίας στήριξης των φωτοβολταϊκών η οποία είναι 33 μοίρες κλίση ως προς το έδαφος (slope) και -13 μοίρες ως προς τον ορίζοντα (azimuth).

Η παραγόμενη ισχύς ανά μήνα κυμαίνεται από 2.715,20 kWh κατ ελάχιστο τον Δεκέμβριο και 5.655,25 kWh ως μέγιστο τον Ιούλιο, με την παραγωγή του να ξεπερνάει το φράγμα των 4.000 kWh από τον μήνα Μάρτιο έως και τον Σεπτέμβριο. Να σημειωθεί πως αυτές οι τιμές των αποτελεσμάτων δεν θα συνυπολογίζουν την διαφορά που μπορεί να έχει το σύστημα λόγω της τεχνολογίας PERC που σαφώς μπορεί να δώσει καλύτερα αποτελέσματα. Ωστόσο, είναι μια καλή βάση τα όποια αποτελέσματα παρθούν από το πρόγραμμα αποτελώντας συντηρητικά αποτελέσματα της αναμενόμενης παραγωγής ενέργειας.



# Performance of grid-connected PV

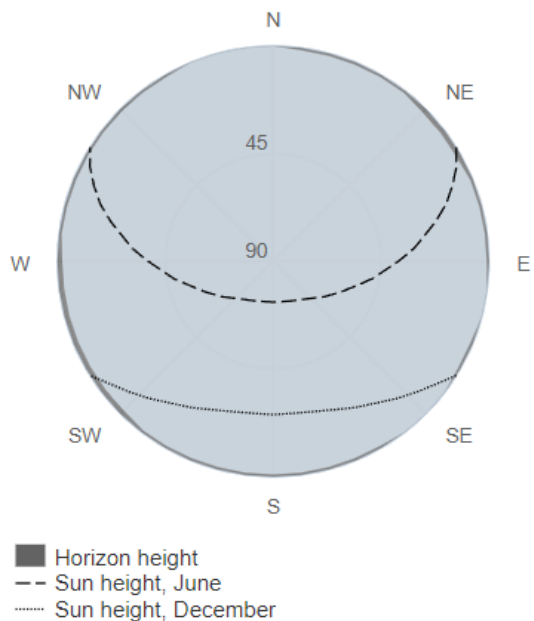
## Summary

### Provided inputs:

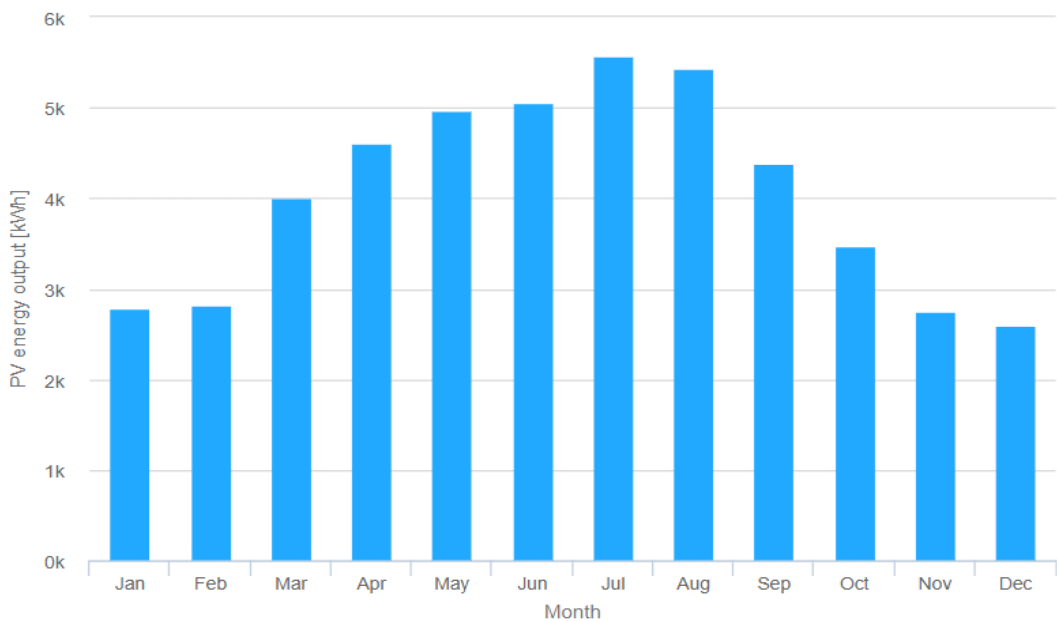
Location [Lat/Lon]:	40.071,21.442
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-CMSAF
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	34
System loss [%]:	15

### Simulation outputs:

Slope angle [°]:	33 (opt)
Azimuth angle [°]:	-13 (opt)
Yearly PV energy production [kWh]:	48435.26
Yearly in-plane irradiation [kWh/m <sup>2</sup> ]:	1860.32
Year-to-year variability [kWh]:	1243.43
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.73
Spectral effects [%]:	0.78
Temperature and low irradiance [%]:	-8.09
Total loss [%]:	-23.42



## Monthly energy output from fix-angle PV system

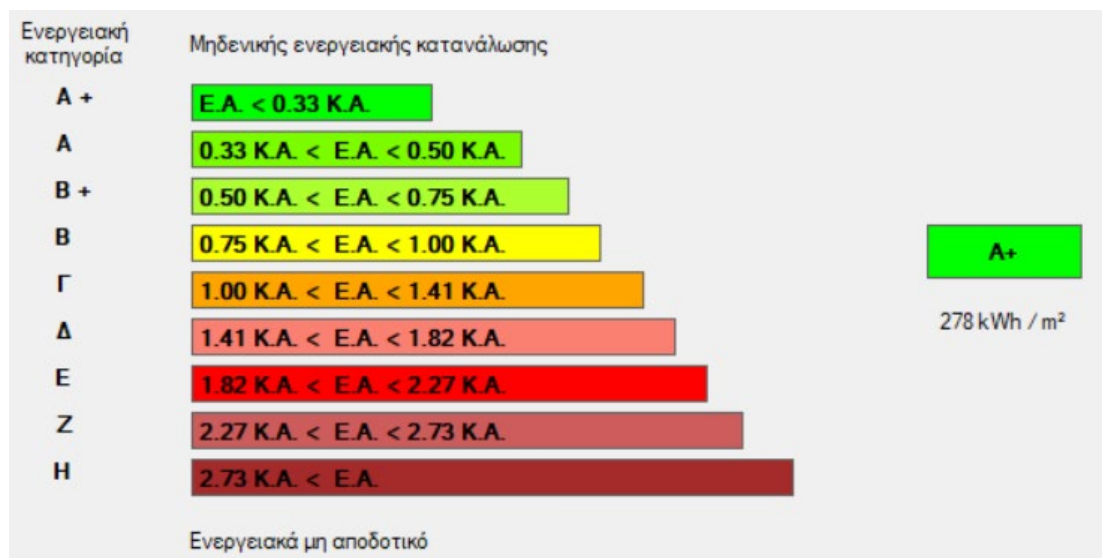


Εικόνα 3.11: Υπολογισμός παραγόμενης ισχύος μέσω του προγράμματος PVGIS για 34 kWp [15]



### 3.6.2 Επαναυπολογισμός ενεργειακής απόδοσης

Έχοντας προσθέσει στην εγκατάσταση τα φωτοβολταϊκά πάνελ και υπολογίζοντας όποιες τιμές χρειάζονται από αυτά, εισάγονται τα στοιχεία στο υπάρχον πρόγραμμα και εκτελείται εκ νέου η λειτουργία του προγράμματος για εύρεση της ενεργειακής απόδοσης με τα αποτελέσματα αυτής έχουν ως εξής:



#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

#### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX		ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	22.9	0.0	2.8	ΙΑΝ	7.7	0.0	2.9
ΦΕΒ	18.0	0.0	2.5	ΦΕΒ	6.0	0.0	2.6
ΜΑΡ	12.0	0.0	2.5	ΜΑΡ	4.0	0.0	2.7
ΑΠΡ	4.8	0.0	2.2	ΑΠΡ	1.6	0.0	2.3
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.0	ΜΑΙ	0.0	0.0	2.1
ΙΟΥΝ	0.0	8.1	1.7	ΙΟΥΝ	0.0	1.4	1.8
ΙΟΥΛ	0.0	12.8	1.5	ΙΟΥΛ	0.0	2.3	1.6
ΑΥΓ	0.0	10.8	1.5	ΑΥΓ	0.0	1.9	1.6
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.6	ΣΕΠ	0.0	0.0	1.7
ΟΚΤ	1.5	0.0	2.0	ΟΚΤ	0.5	0.0	2.1
ΝΟΕ	12.5	0.0	2.2	ΝΟΕ	4.2	0.0	2.4
ΔΕΚ	22.2	0.0	2.6	ΔΕΚ	7.5	0.0	2.8
ΣΥΝ	94.0	31.8	25.1	ΣΥΝ	31.6	5.7	26.7

Εικόνα 3.12: Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης – πηγή: προσωπική συλλογή

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η μελέτη εγκατάστασης ενεργειακού συστήματος κλιματισμού χώρων με την χρήση γεωθερμίας, το οποίο συγκρίνεται με αντίστοιχο σύστημα κλιματισμού που χρησιμοποιεί πετρέλαιο ως καύσιμο.

Αρχικά κρίνεται απαραίτητο να συλλεχθούν στοιχεία σχετικά με το είδος της εγκατάστασης και την προς μελέτη κτηριακή μονάδα που αποσκοπούν στην καλύτερη κατανόηση των αναγκών της. Με την βοήθεια αυτών των στοιχείων και τις τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕΕ), το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός όλων των επί μέρους υποσυστημάτων που θα χρειαστούν για την επίτευξη των στόχων αυτής της μελέτης.

Υπολογισμοί θα πρέπει να γίνουν τόσο για τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του κτηρίου, την θερμομονωτική τους δυνατότητα και την αεροπερατότητα τους, όσο και για τις απώλειες θερμικής ενέργειας που θα έχουν.

Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι που πρέπει να υπολογιστεί είναι η εγκατάσταση ηλεκτροφωτισμού, του συστήματος μηχανικού αερισμού, του συστήματος ζεστού νερού χρήσης, βοηθητικών συστημάτων και εν τέλει το κύριο σύστημα κλιματισμού. Στο σημείο αυτό επιλέγεται η θεωρητική επιλογή δύο διαφορετικών ειδών καυσίμου, το πετρέλαιο ως παραδοσιακή επιλογή και η γεωθερμία, ως μια ανανεώσιμη πηγή με μεγάλο βαθμό απόδοσης τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη.

Η μελέτη αυτή για τις δύο περιπτώσεις και τα αποτελέσματα του προγράμματος παρουσιάζουν μεγάλο κέρδος στην χρήση γεωθερμικής αντλίας για τον κλιματισμό σε σχέση με την χρήση πετρελαίου, χωρίς να επιτυγχάνεται υψηλού επιπέδου βαθμός απόδοσης. Η προσθήκη φωτοβολταϊκών σε αυτό το σημείο όμως είναι σε θέση να φέρει την ενεργειακή αξιολόγηση του κτηρίου στο επιθυμητό στόχο.

Η χρήση γεωθερμίας και φωτοβολταϊκών σε μια εγκατάσταση δημοσίου ενδιαφέροντος που συνήθως υπάρχει υψηλή ενεργειακή κατανάλωση είναι μια καλή και αξιόπιστη λύση με άμεση επιστροφή μέσω της δραστηκής μείωσης κατανάλωσης όταν υπάρχει συμψηφισμός ενέργειας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [01] «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017» 2017 Αθήνα Εκδόσεις: ΤΕΕ [Τεχνική Οδηγία] [[Link](#)]
- [02] «Άρθρο 3 - Ορισμοί» 2010 Αθήνα Εκδόσεις: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας [Άρθρο] [[Link](#)]
- [03] «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010» 2014 Αθήνα Εκδόσεις: ΤΕΕ [Τεχνική Οδηγία] [[Link](#)]
- [04] «ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ» 2011 Αθήνα Εκδόσεις: ΤΕΕ [Τεχνική Οδηγία] [[Link](#)]
- [05] «ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ» 2011 Αθήνα Εκδόσεις: ΤΕΕ [Τεχνική Οδηγία] [[Link](#)]
- [06] «Indoor LED lighting - GA» 2022 AEC Illuminazione [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [07] «Philips Wet Area LED lighting – WT060C» 2022 Philips [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [08] «Indoor Industrial LED lighting – GQ1» 2022 AEC Illuminazione [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [09] «LED Emergency EXIT light – TWS8592W» 2022 TEKNOWARE [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [10] «Philips Smartbright WT200/201» 2022 Philips [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [11] «Philips UV – C disinfection upper air CM» 2022 Philips [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [12] «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86 – Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα: Διανομή κρύου – ζεστού νερού» 1992 Αθήνα Εκδόσεις: ΤΕΕ [Τεχνική Οδηγία] [[Link](#)]
- [13] «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΓΡΕΒΕΝΩΝ» 2018 Γρεβενά Εκδόσεις: ΔΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ [Τεχνική Περιγραφή Έργου] [[Link](#)]
- [14] SUNTECH STP330-24/VFW 330W 24V SOLAR PANEL DATASHEET [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]
- [15] Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [Ιστοσελίδα] [[Link](#)]