

**ΚΤΗΡΙΟ  
ΠΑΛΑΙΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ  
ΔΗΜΟΥ ΤΑΝΑΓΡΑΣ**

**ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ**

**ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ**

**ΣΦΡΑΓΙΔΑ / ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝ. ΥΠΗΡ.  
ΔΗΜΟΥ**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ΙΟΥΝΙΟΣ 2012**

## **Ομάδα μελέτης**

Μαρία Κ. Κούκου, Δρ. Χημικός Μηχανικός

**και**



**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ  
(ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)**

Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, Μηχ/γος Μηχανικός, Καθηγητής ΤΕΙ Χαλκίδας

Νίκος Τάχος, ΥΔ Μηχ/γος Μηχανικός

Γεωργία Καρανάσιου, Μηχ/γος Μηχανικός

Αδάμ Αδαμίδης, Γεωλόγος, EnvEnergy

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>5</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	5
1.2 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ & ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	7
<b>2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....</b>	<b>8</b>
<b>3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....</b>	<b>14</b>
3.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	14
3.1.1 Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και καυσίμου .....	14
3.1.2 Υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης/ψύξης/αερισμού του κτηρίου.....	14
3.1.3 Καταγραφή του συστήματος φωτισμού.....	16
3.2 ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	17
3.2.1 Κλιματικά δεδομένα περιοχής.....	17
3.2.2 Μελέτη ηλιασμού και σκίασης κτηρίου .....	22
3.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	26
3.3.1 Γεωλογικά στοιχεία περιοχής.....	26
3.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά κλειστού κυκλώματος.....	28
3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	31
3.4.1 Μεθοδολογία .....	31
3.4.1.1 Γενικά.....	31
3.4.1.2 Παραδοχές - Απλοποιήσεις .....	32
3.4.1.2.1 Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης .....	33
3.4.1.2.2 Υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης .....	34
3.4.1.2.3 Κτήριο Αναφοράς.....	34
3.4.2 Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση / ψύξη .....	36
3.4.3 Καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη.....	38
3.4.4 Υπολογισμός εκπομπών CO <sub>2</sub> .....	39
3.4.5 Υπολογισμός πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές .....	39
3.4.6 Ενεργειακή Κατάταξη του Κτηρίου.....	40
3.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	41
<b>4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>44</b>
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ .....	44
4.1.1 Γενικά.....	44
4.1.2 Ενεργειακή αναβάθμιση κτηριακού κελύφους.....	45
4.1.2.1 Προσθήκη θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους και τη στέγη .....	45
4.1.2.2 Αντικατάσταση παλαιών παραθύρων .....	45
4.1.2.3 Επικάλυψη των επιφανειών κελύφους (βαφή) με ειδικά θερμομονωτικές βαφές.....	46
4.1.2.4 Νυχτερινός αερισμός.....	46
4.1.3 Επεμβάσεις στις Η/Μ εγκαταστάσεις .....	46
4.1.3.1 Αντικατάσταση λέβητα.....	46
4.1.3.2 Εγκατάσταση κανονικής γεωθερμίας .....	47
4.1.3.3 Υβριδικός αερισμός με ανεμιστήρες οροφής.....	49
4.1.4 Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού.....	49
4.1.4.1 Τεχνητός φωτισμός.....	49
4.1.5 Σύστημα κεντρικής ενεργειακής διαχείρισης (BEMS) .....	49
4.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ .....	51
4.2.1 Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση / ψύξη .....	51
4.2.2 Καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη.....	52
4.2.3 Υπολογισμός εκπομπών CO <sub>2</sub> .....	53
4.2.4 Υπολογισμός πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές .....	54
4.2.5 Ενεργειακή Κατάταξη.....	54
<b>5. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....</b>	<b>55</b>
<b>6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ - ΟΦΕΛΟΥΣ.....</b>	<b>57</b>
<b>7. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ .....</b>	<b>58</b>

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>59</b>
<b>Π.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ .....</b>	<b>60</b>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Ν προσανατολισμό την 21η Ιουνίου .....</i>	<i>60</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Ν προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>61</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Δ προσανατολισμό την 21η Ιουνίου .....</i>	<i>62</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Δ προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>63</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Β προσανατολισμό την 21η Ιουνίου .....</i>	<i>64</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Β προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>65</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Α προσανατολισμό την 21η Ιουνίου .....</i>	<i>66</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Α προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>67</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Ν προσανατολισμό την 21η Ιουνίου.....</i>	<i>68</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Ν προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>69</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Β προσανατολισμό την 21η Ιουνίου .....</i>	<i>70</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Β προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>71</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Α προσανατολισμό την 21η Ιουνίου .....</i>	<i>72</i>
<i>Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Α προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου.....</i>	<i>73</i>
<b>Π.2 ΣΧΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ.....</b>	<b>74</b>
<i>Π.2.1 Προτεινόμενες Θέσεις Γεωτρήσεων.....</i>	<i>74</i>
<i>Π.2.2 Σχέδιο Μηχανοστασίου.....</i>	<i>75</i>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο παρόν τεύχος παρουσιάζονται οι προβλεπόμενες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης και ένταξης συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για το Παλαιό Δημαρχείο Σχηματαρίου Δήμου Τανάγρας, με στόχο την ένταξη στο ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ» ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ 1 «Προστασία Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος & Αστικές Μεταφορές –Αντιμετώπιση Κλιματικής Αλλαγής – Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» με ΚΩΔΙΚΟΥΣ ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ: 40 Ανανεώσιμη Ενέργεια: Ηλιακή 41 Ανανεώσιμη ενέργεια: βιομάζα 42 Ανανεώσιμη ενέργεια: υδροηλεκτρική, γεωθερμική κα. 43 Ενεργειακή απόδοση, συμπαραγωγή, διαχείριση ενέργειας.

Οι προτάσεις που ακολουθούν, έχουν ως κύριους στόχους :

- Την ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την αντιμετώπιση των αναγκών ψύξης, θέρμανσης, αερισμού και φωτισμού κατά τη λειτουργία του κτηρίου, σε ετήσια βάση.
- Τη βελτίωση της θερμικής και οπτικής άνεσης των χρηστών.
- Τη μείωση των ενεργειακών εξόδων καθ' όλη την εύλογη διάρκεια ζωής του κτηρίου.
- Τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του κτηρίου και ειδικότερα τον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.
- Τη δυνατότητα ανάπτυξης περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης της τοπικής κοινωνίας, καθώς και προβολής του έργου.
- Την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου, μετά την ολοκλήρωση των επεμβάσεων, κατά τουλάχιστον μία ενεργειακή κατηγορία.

Τα ανωτέρω επιτυγχάνονται μέσω :

A. Δράσεων ένταξης Α.Π.Ε.

B. Δράσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης και Εξοικονόμησης Ενέργειας.

Το Παλαιό Δημαρχείο Σχηματαρίου Δήμου Τανάγρας κατασκευάστηκε το 1975 ως βιομηχανικό κτήριο. Το 1999 αγοράστηκε από το Δήμο Σχηματαρίου και έγιναν αλλαγές στην εσωτερική του διαρρύθμιση. Από το 2004 χρησιμοποιείται το κτήριο με τη σημερινή του χρήση. Πιο συγκεκριμένα, στο κτήριο στεγάζονται το Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών (ΚΕΠ), το Βοήθεια στο Σπίτι, οι μουσικοί του Δήμου και συνεργεία (ηλεκτρολόγων, γραφείο κίνησης) του Δήμου ενώ κάποιες αίθουσες λειτουργούν ως αίθουσες

συνεδριάσεων. Οι μόνες αλλαγές που έγιναν το 2004 είναι η αντικατάσταση των παραθύρων με νέα με διπλούς υαλοπίνακες και πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και η αντικατάσταση παλαιών φωτιστικών με φωτιστικά με λάμπες φθορισμού και ανακλαστήρες αποκλειστικά στην αίθουσα που στεγάζεται το ΚΕΠ.

Το κτήριο είναι σε μη προστατευμένη περιοχή από άποψη κλιματολογικών συνθηκών, με όψη στην ανατολή και είναι κατασκευασμένο από υλικά που χρησιμοποιούνται στην τεχνική των βιομηχανικών κτηρίων αλλά δεν έχει υποστηριχθεί από σύστημα θερμικής μονωτικής προστασίας.

Στο κτήριο έγινε ενεργειακή επιθεώρηση όπου αποτυπώθηκε η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου. Συνοπτικά και με βάση την αξιολόγηση της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης του κτηρίου εκτιμάται ότι πρέπει να υλοποιηθούν οι ακόλουθες επεμβάσεις στο κτήριο:

#### Ενεργειακή αναβάθμιση κτηριακού κελύφους

1. Προσθήκη εσωτερικής θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους και θερμομόνωσης στη στέγη και στην πυλωτή
2. Αντικατάσταση παλαιών παραθύρων με νέα με πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διδύμους υαλοπίνακες με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής
3. Βαφή εξωτερικών τοίχων με θερμομονωτικά υλικά

#### Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων

1. Αντικατάσταση του λέβητα με νέο λέβητα συμπύκνωσης υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών αιχμής
2. Αντικατάσταση εσωτερικού δικτύου με νέο που παρέχει δυνατότητες μερικής απόδοσης θερμότητας και μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης κατά τη λειτουργία.
3. Αντικατάσταση θερμαντικών σωμάτων με Fan Coils Units (FCU)
4. Εγκατάσταση κανονικής γεωθερμίας για κάλυψη αναγκών θερινού και χειμερινού κλιματισμού
5. Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής

#### Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού

1. Αντικατάσταση φωτιστικών και λαμπτήρων με νέα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και υψηλής απόδοσης

#### Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)

1. Σύστημα BEMS και Σύστημα παρουσίασης στοιχείων στο κοινό

Στη συνέχεια υπολογίσθηκαν τα φορτία για θέρμανση και ψύξη του κτηρίου για την υφιστάμενη κατάσταση και για την προτεινόμενη κατάσταση (μετά την υλοποίηση των προτεινόμενων επεμβάσεων στο κτήριο) με στόχο την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας και τη βελτίωση των συνθηκών του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Το υφιστάμενο κτήριο είναι ενεργειακής κατηγορίας Η. Με τις προτεινόμενες επεμβάσεις αναβαθμίζεται σε κατηγορία Β. Όπως διαπιστώνεται η **εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας με εφαρμογή των προτεινόμενων επεμβάσεων ανέρχεται σε 75.0<sup>1</sup>%**. Η **μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> ανέρχεται σε 134,9kg/m<sup>2</sup>**.

### **1.2 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ & ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Η νομοθεσία που ορίζει τις υποχρεώσεις και τα πλαίσια διερεύνησης των δυνατοτήτων ενεργειακής αναβάθμισης και κατάταξης, συνοψίζεται στα ακόλουθα:

- Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων [Επίσημη Εφημερίδα L001, 04.01.2003].
- Ν.3661/ΦΕΚ89/19-05-2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
- Υπ. Απόφαση με Αρ. Δ6/Β/οικ. 5825 – ΦΕΚ 407/9 04 2010 – Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων.

Για τη σύνταξη της προμελέτης, η οποία εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ., λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες Τεχνικές Οδηγίες του Τ.Ε.Ε.:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 : «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 : «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 : «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»

---

<sup>1</sup> αναφέρεται σε πρωτογενή ενέργεια

## 2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Παλαιό Δημαρχείο Σχηματαρίου Δήμου Τανάγρας κατασκευάστηκε το 1975 (Αρ. Αδείας 607/1974) στο Δήμο Σχηματαρίου και σε οικόπεδο 2747m<sup>2</sup> ως βιομηχανικό κτήριο και πιο συγκεκριμένα ως εργοστάσιο παραγωγής φαρμάκων (Εικόνες 2.1, 2.2). Το 1999 αγοράστηκε από το Δήμο Σχηματαρίου και έγιναν αλλαγές στην εσωτερική του διαρρύθμιση. Από το 2004 χρησιμοποιείται το κτήριο με τη σημερινή του χρήση. Πιο συγκεκριμένα, στο κτήριο στεγάζονται το Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών (ΚΕΠ), το Βοήθεια στο Σπίτι, οι μουσικοί του Δήμου και συνεργεία (ηλεκτρολόγων και γραφείο κίνησης) του Δήμου ενώ κάποιες αίθουσες λειτουργούν ως αίθουσες συνεδριάσεων. Οι συντεταγμένες του κτηρίου είναι 38° 20' 48,72 Β/23° 34' 33,00 Ε.

Το κτήριο αποτελείται από ισόγειο και όροφο (Εικόνες 2.3,2.4). Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου είναι σκελετός από οπλισμένο σκυρόδεμα το ίδιο και οι πλάκες επικάλυψης αυτού. Οι εσωτερικοί και εξωτερικοί τοίχοι είναι από οπτοπλινθοδομή ενώ το σύνολο του κτηρίου είναι σοβατισμένο εσωτερικά και εξωτερικά. Τα εξωτερικά ανοίγματα είναι από σιδερένιο πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και μονούς υαλοπίνακες (Εικόνα 2.5). Το 2004 στην αίθουσα που στεγάζεται σήμερα το ΚΕΠ αντικαταστάθηκαν τα παλιά παράθυρα με νέα με διπλούς υαλοπίνακες και πλαίσιο αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή (Εικόνα 2.6). Το κτήριο δεν έχει θερμομόνωση. Όσον αφορά στο σύστημα σκιασμού ανοιγμάτων χρησιμοποιούνται εσωτερικές περσίδες.

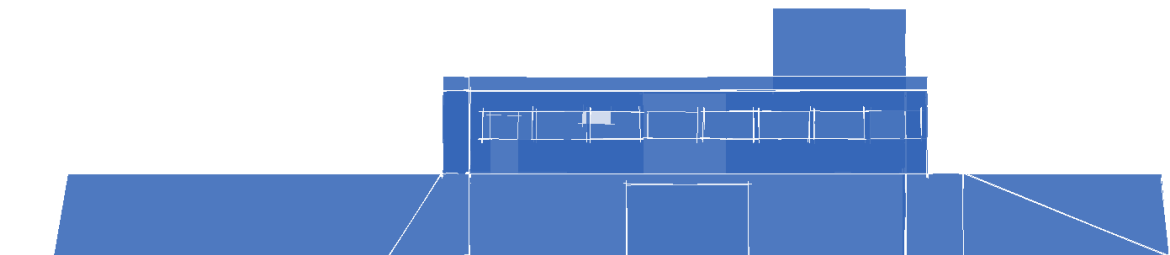
Το εμβαδόν του ισογείου είναι 159,83m<sup>2</sup>, του Α ορόφου είναι 879,95 m<sup>2</sup> και της απόληξης του κλιμακοστασίου είναι 21,8 m<sup>2</sup>. Συνολικά το κτήριο έχει εμβαδόν 1061,58 m<sup>2</sup>. Το σύνολο των ανοιγμάτων είναι 183 m<sup>2</sup> σε όλο το κτήριο. Η χρήση του κτηρίου είναι κτήριο γραφείων με ωράριο λειτουργίας 7:30πμ-16:00μμ. Στο κτήριο εργάζονται 20 υπάλληλοι ενώ το επισκέπτονται καθημερινά περισσότεροι από 100 επισκέπτες.



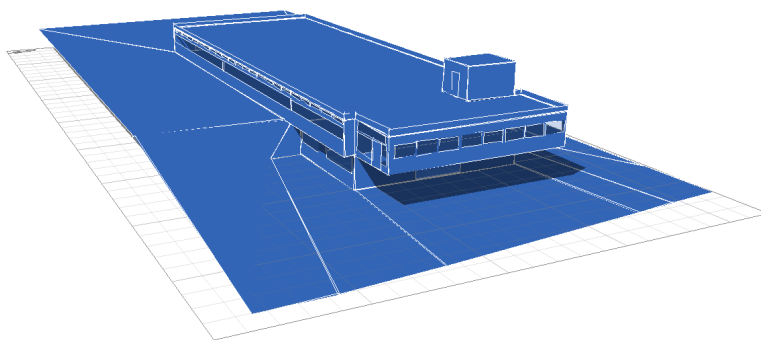
**Εικόνα 2.1:** Θέση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας (GoogleEarth)



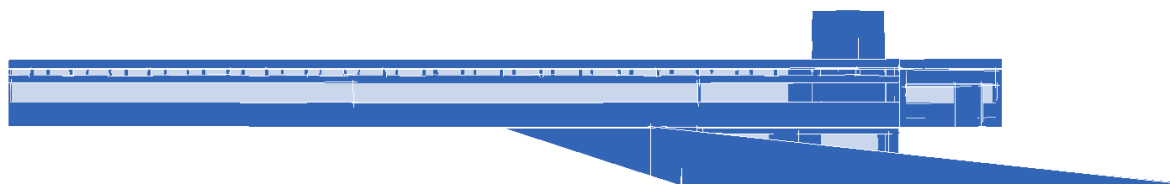
Στις Εικόνες 2.7-2.10 παρουσιάζεται άποψη του κτηρίου για όλους τους προσανατολισμούς.



**Εικόνα 2.2:** Τρισδιάστατη απεικόνιση σε ορθοφωτογραφία από κτηματολόγιο του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας.



**Εικόνα 2.3:** Τρισδιάστατη απεικόνιση σε ορθοφωτογραφία από κτηματολόγιο του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Εικόνα 2.4:** Τρισδιάστατη απεικόνιση σε ορθοφωτογραφία από κτηματολόγιο του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Εικόνα 2.5:** Υαλοπίνακες του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Εικόνα 2.6:** Υαλοπίνακες της αίθουσας του ΚΕΠ του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας

Ο προσανατολισμός της πρόσοψης του κτηρίου είναι Ανατολή. Γύρω από το κτήριο υπάρχει στην ανατολική και βόρεια πλευρά υπάρχει βλάστηση (δένδρα) (Εικόνες 2.7,2.9).



**Εικόνα 2.7:** Είσοδος - Ανατολική όψη του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Εικόνα 2.8:** Δυτική όψη του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Εικόνα 2.9:** Βόρεια όψη του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Εικόνα 2.10:** Νότια όψη του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας

**Πίνακας 2.1:** Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	1061,58
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	1061,58
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	1061,58
Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	3660,26
Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> )	3660,26
Αριθμός ορόφων	1 (+ισόγειο)
Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	3660,26
Ύψος τυπικού ορόφου (m)	3,4
Ύψος ισόγειου (m)	3,2
Έκθεση κτηρίου *	Εκτεθειμένο
Αριθμός θερμικών ζωνών	3
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Αριθμός ηλιακών χώρων	0

Το ζεστό νερό θέρμανσης χώρου παράγεται μέσω κοινού λέβητα. Η ισχύς του λέβητα είναι 192,48kW. Το σύστημα διανομής είναι δισωλήνιο και δεν είναι μονωμένο. Η μόνωση του λέβητα δεν είναι σε καλή κατάσταση.

Η μέση ετήσια κατανάλωση καυσίμου για ζεστό νερό θέρμανσης χώρου ήταν για το διάστημα 2008-2011, 23244lt πετρελαίου.



**Εικόνα 2.11:** Άποψη του λέβητα του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ.Τανάγρας

Το κτήριο διαθέτει σύστημα κλιματισμού με μεμονωμένες συσκευές διμερούς τύπου (split-units). Το σύστημα δε χρησιμοποιείται για θέρμανση. Η μέση συνολική κατανάλωση

ηλεκτρικού για το διάστημα 2008-2011 (με βάση τους λογαριασμούς της ΔΕΗ) ήταν 137107kWh.



**Εικόνα 2.12:** Κλιματιστικό Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας

Το κτήριο δε διαθέτει σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Η πλειοψηφία των φωτιστικών που χρησιμοποιούνται στο κτήριο είναι πλαστικά χωρίς ή με ανακλαστήρες τα οποία χρησιμοποιούν λάμπες φθορισμού. Σε λίγες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται λάμπες πυρακτώσεως.

Η συνολική ισχύς των φωτιστικών είναι 10,48kW. Δεν υπάρχει σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας στο φωτισμό και γενικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται.



**Εικόνα 2.13:** Φωτισμός Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ.Τανάγρας

Στο κτήριο δεν εφαρμόζονται τεχνολογίες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Λεπτομερής καταγραφή δίνεται στις επόμενες ενότητες.

### 3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

#### 3.1 Καταγραφή των ενεργειακών χαρακτηριστικών του κτηρίου

##### 3.1.1 Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και καυσίμου

Η συνολική μέση ετήσια κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμου δίνεται στον Πίνακα 2.1 και αφορά στοιχεία των ετών 2008-2011 τα οποία συλλέχθηκαν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου. Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται για κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ενώ ένα ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται σε ψύξη και το υπόλοιπο σε φώτα και ηλεκτρικές συσκευές.

**Πίνακας 3.1** Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και καυσίμου-Υφιστάμενη κατάσταση

Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου (lt)
137107	23244

##### 3.1.2 Υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης/ψύξης/αερισμού του κτηρίου

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται από εγκατάσταση θέρμανσης με δισωλήνιο σύστημα διανομής. Το ζεστό νερό θέρμανσης χώρου παράγεται μέσω κοινού λέβητα. Η ισχύς του είναι 192,48kW.

Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι τοποθετημένες με βάση τους κανόνες ορθολογικής διαχείρισης με μη μονωμένα όμως δίκτυα διανομής, αποτέλεσμα των οποίων είναι η τοποθέτηση μεγαλύτερων σωμάτων και η κακή κατανομή θερμότητας στο κτήριο καθώς και η δημιουργία συνθηκών υπέρ και υπό θέρμανσης.

Για την κάλυψη των αναγκών θερινού κλιματισμού χρησιμοποιούνται τοπικές κλιματιστικές μονάδες διμερούς τύπου (split-units) οποίες είναι εγκατεστημένες άναρχα σε κάποιους χώρους και καλύπτουν τοπικές ανάγκες κατά την επιλογή των εργαζομένων σε αυτούς. Στον ακόλουθο Πίνακα 3.2 δίνονται στοιχεία για αυτές τις μονάδες.

**Πίνακας 3.2:** Κλιματιστικά Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας

Επίπεδο-Χώρος	Ποσότητα	Ισχύς
Ισόγειο	1	12000Btu/h
Όροφος		
<b>Ζώνη 1</b>		
Χώρος	1	24000Btu/h
Χώρος	1	24000Btu/h
ΕΔΥΣ	1	9000Btu/h
	1	9000Btu/h
ΕΔΥΣ	1	9000Btu/h
Αίθουσα Μουσικών	1	9000Btu/h
Αίθουσα ΚΕΠ	1	18000Btu/h
	1	18000Btu/h
Βοήθεια στο Σπίτι	1	9000Btu/h
	1	9000Btu/h
	1	24000Btu/h
Γραφείο Γεωπόνων	1	9000Btu/h
<b>Ζώνη 3</b>		
Κουζίνα	1	6,60kW
Γραφείο Κίνησης	1	5,00kW
Χώρος	1	9000Btu/h
Αίθουσα συνεδριάσεων	1	9000Btu/h
	1	9000Btu/h
	1	9000Btu/h
	1	14000Btu/h



### 3.1.3 Καταγραφή του συστήματος φωτισμού

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα, το είδος των λαμπτήρων και η ισχύς τους. Η συνολική ισχύς είναι περίπου 10,48kW.

**Πίνακας 3.3:** Στοιχεία εγκατάστασης φωτισμού Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας

Τύπος	Ισχύς (W)	Ποσότητα	Σύνολο (W)
Φθορισμού	36	60	2160
Φθορισμού	58	90	5220
Φθορισμού	18	100	1800
Πυρακτώσεως			1300

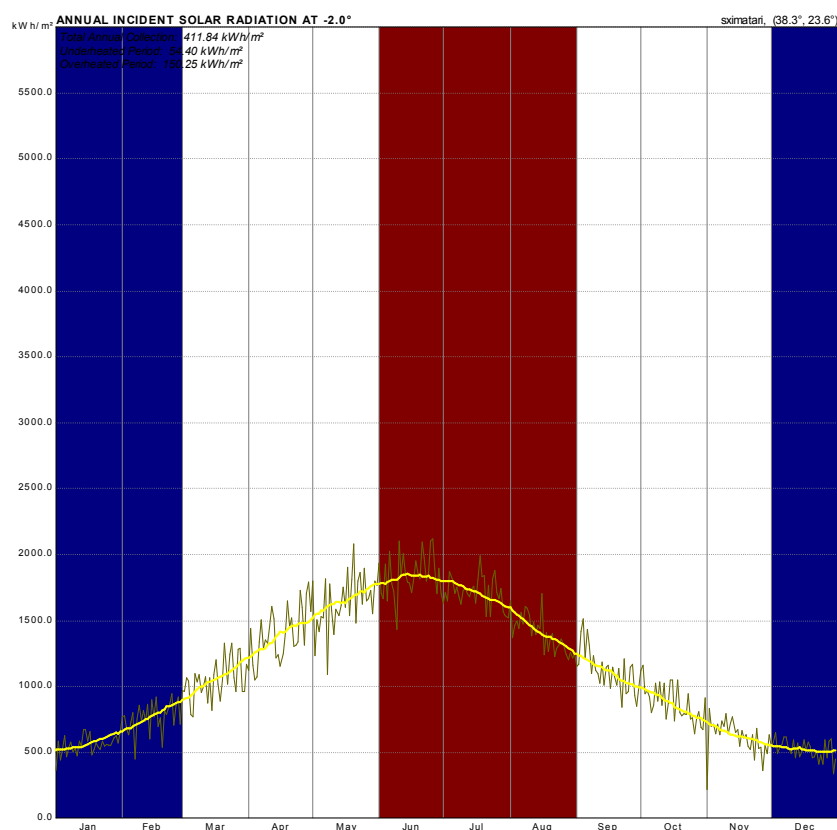


## 3.2 Ηλιασμός και σκίαση κτηρίου

### 3.2.1 Κλιματικά δεδομένα περιοχής

Τα κλιματολογικά δεδομένα που παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα λήφθηκαν από σταθμό της ΕΜΥ στην περιοχή.

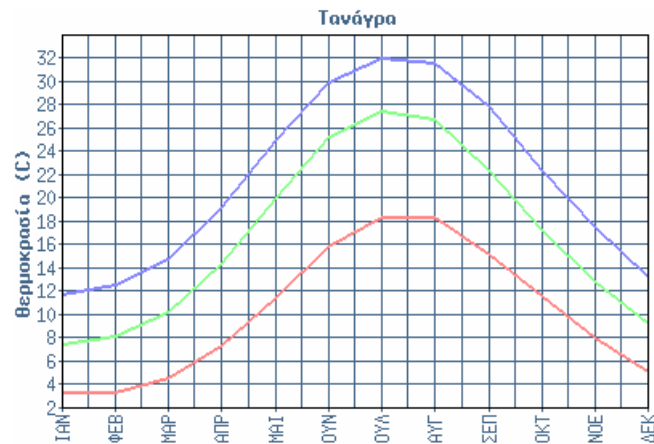
Από το Σχήμα 3.1 στο οποίο παρουσιάζεται η ετήσια μεταβολή της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο Δήμο Τανάγρας προκύπτει το συμπέρασμα ότι η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει όπως είναι αναμενόμενο σημαντική διακύμανση στη διάρκεια του έτους με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται την περίοδο Ιουνίου-Ιουλίου και τις χαμηλότερες την περίοδο Δεκεμβρίου-Ιανουαρίου.



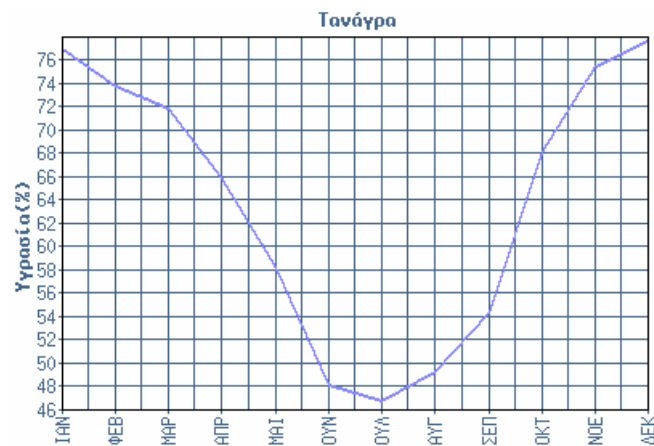
**Σχήμα 3.1** Ετήσια μεταβολή της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο Δ. Τανάγρας

Όπως παρατηρείται από τη μελέτη των διαγραμμάτων θερμοκρασίας (ελάχιστης μηνιαίας, μέγιστης μηνιαίας και μέσης μηνιαίας) στο Δ. Τανάγρας (Σχήματα 3.2,3.5,3.8) η ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία την περίοδο Ιανουάριο-Ιούνιο κυμαίνεται από 3,3°C τον Ιανουάριο μέχρι 15,8°C τον Ιούνιο ενώ η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 11,7°C τον Ιανουάριο μέχρι 30,0°C τον Ιούνιο. Την ίδια περίοδο η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 7,4°C τον Ιανουάριο μέχρι 25,3°C τον Ιούνιο.

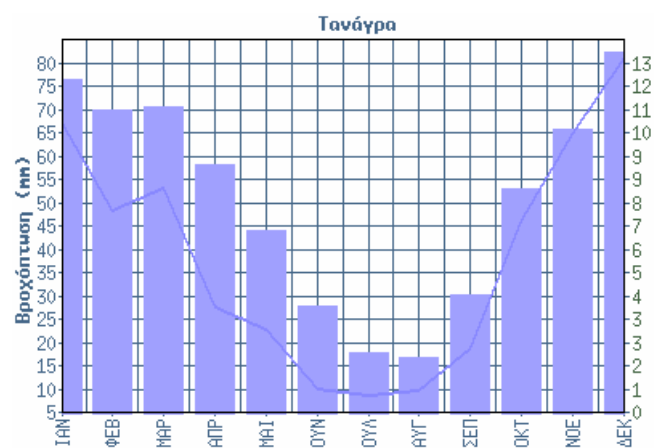
Την περίοδο Ιούλιο-Δεκέμβριο η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 27,5°C τον Ιούλιο μέχρι 9,3°C το Δεκέμβριο. Η υγρασία τους χειμερινούς μήνες έχει υψηλές τιμές ενώ τη θερινή περίοδο κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα (Σχήμα 3.3).



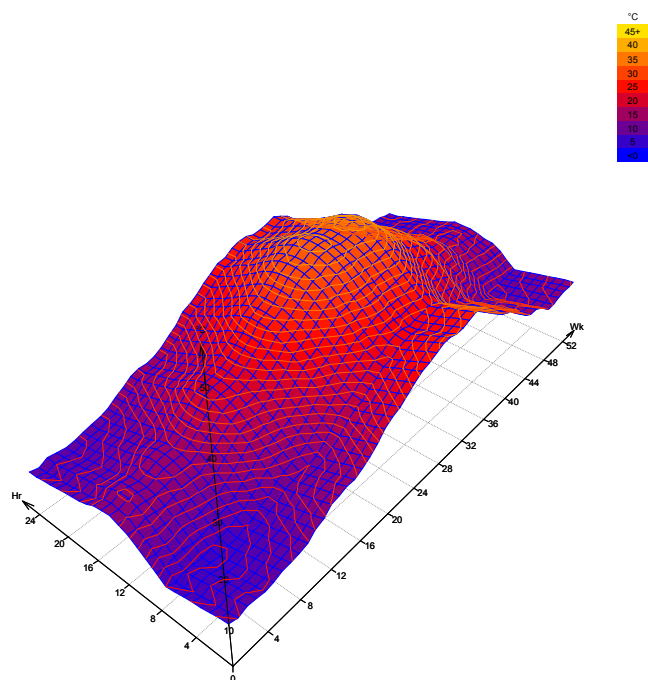
Σχήμα 3.2 Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας στο Δ. Τανάγρας (Πηγή: ΕΜΥ)



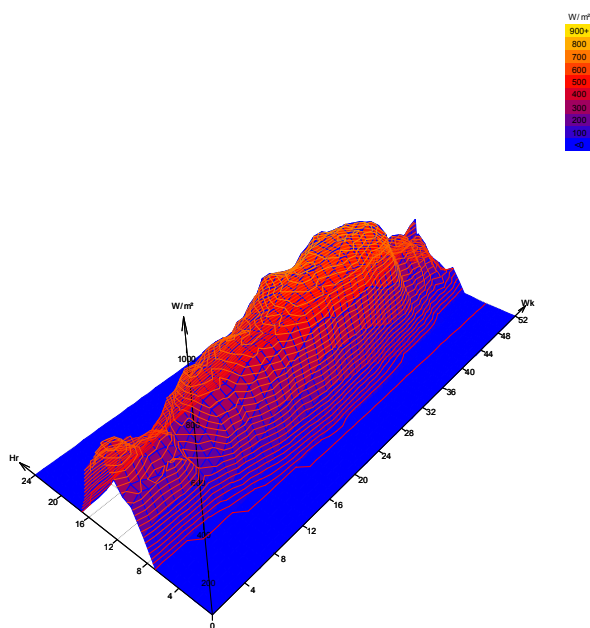
Σχήμα 3.3 Ετήσια μεταβολή της υγρασίας στο Δ. Τανάγρας (Πηγή: ΕΜΥ)



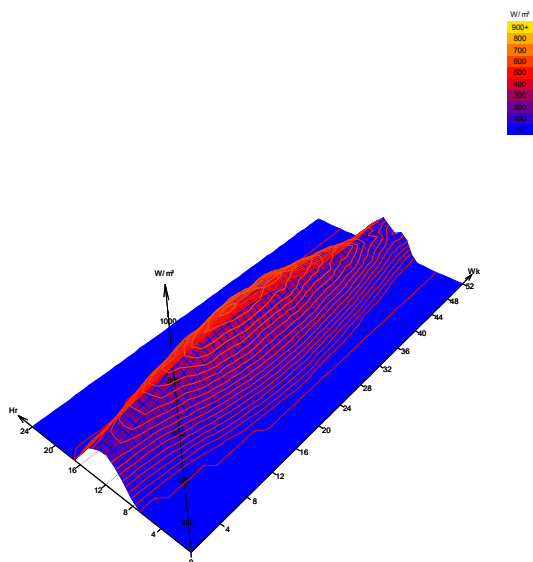
Σχήμα 3.4 Ετήσια μεταβολή της βροχόπτωσης στο Δ. Τανάγρας (Πηγή: ΕΜΥ)



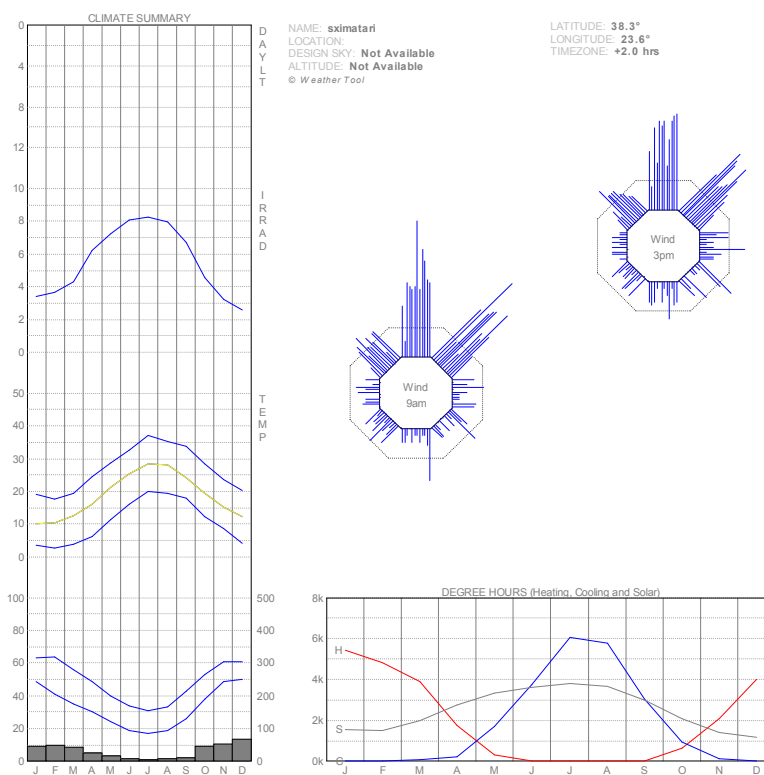
Σχήμα 3.5: Μέση θερμοκρασία ανά εβδομάδα στο Δ. Τανάγρας.



Σχήμα 3.6: Άμεση ακτινοβολία ανά εβδομάδα στο Δ. Τανάγρας.

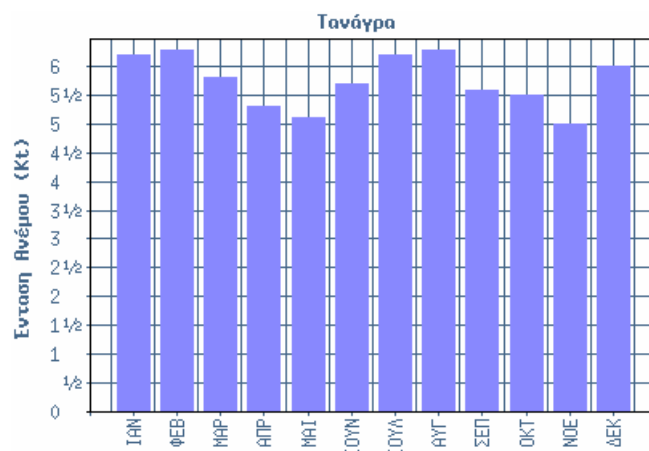


Σχήμα 3.7: Διάχυτη ακτινοβολία ανά εβδομάδα στο Δ. Τανάγρας.

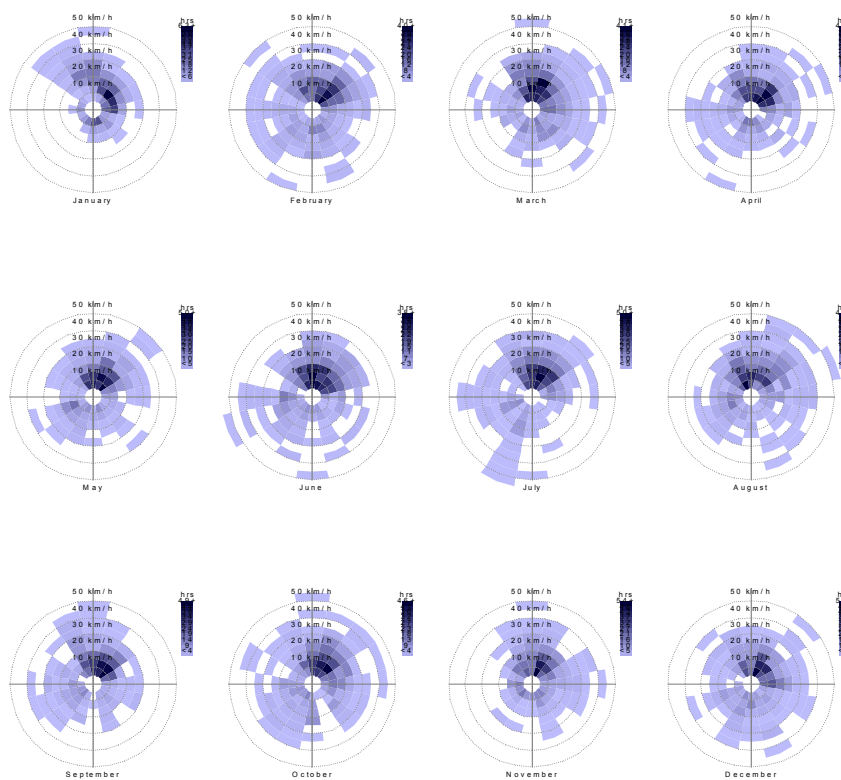


Σχήμα 3.8: Μέση μηνιαία ημερήσια θερμοκρασία στο Δ. Τανάγρας και θερμοκρασία, σχετική υγρασία, άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

Στα Σχήματα 3.9,3.10 παρουσιάζεται η μηνιαία μεταβολή της έντασης και της συχνότητας ανέμων στο Δ. Τανάγρας στη διάρκεια του έτους. Τη χειμερινή περίοδο κυριαρχούν οι βόρειοι-βορειοανατολικοί άνεμοι ενώ την καλοκαιρινή περίοδο οι νοτιοανατολικοί άνεμοι.



**Σχήμα 3.9:** Μηνιαία μεταβολή της έντασης των ανέμων στο Δ. Τανάγρας στη διάρκεια του έτους (Πηγή: EMY).

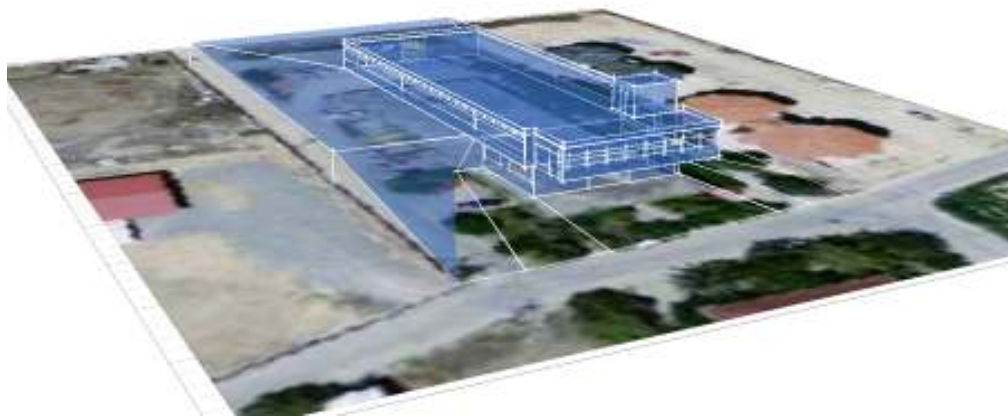


**Σχήμα 3.10:** Μηνιαία μεταβολή της συχνότητας ανέμων στο Δ. Τανάγρας στη διάρκεια του έτους.

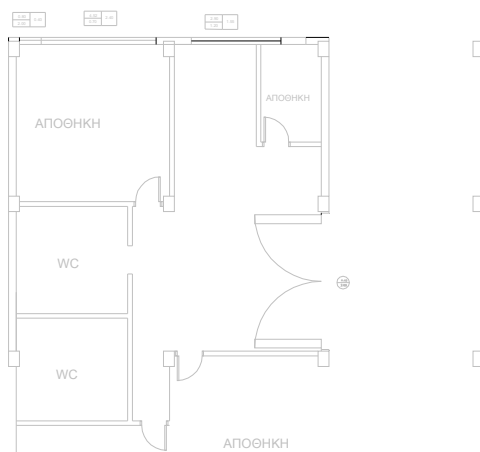
### 3.2.2 Μελέτη ηλιασμού και σκίασης κτηρίου

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ενδεικτικά αποτελέσματα από τη μελέτη ηλιασμού και σκίασης του κτηρίου. Στα Σχήματα 3.11-3.14, παρουσιάζεται η αποτύπωση του κτηρίου και οι κατόψεις του ισογείου, του ορόφου και της απόληξης κλιμακοστασίου, αντίστοιχα.

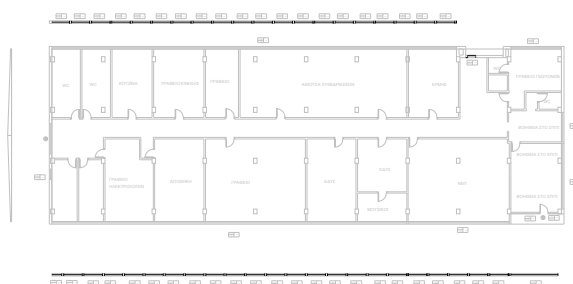
Στα Σχήματα 3.15α-γ παρουσιάζεται η σκίαση του Παλαιού Δημαρχείου όπως υπολογίσθηκε για την 21<sup>η</sup> Ιουνίου 09:00πμ, 12:00πμ 15:00μμ, αντίστοιχα. Στα Σχήματα 3.16α-γ παρουσιάζεται η σκίαση του Παλαιού Δημαρχείου όπως υπολογίσθηκε για την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 09:00πμ, 12:00πμ και 15:00πμ. Όπως παρατηρείται από τα διαγράμματα τα επίπεδα σκίασης είναι μεγαλύτερα, όπως είναι άλλωστε αναμενόμενο, την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου ενώ την 21<sup>η</sup> Ιουνίου είναι πολύ μικρότερα κάνοντας επιτακτική την εφαρμογή μεθόδων σκίασης του κτηρίου τη θερινή περίοδο.



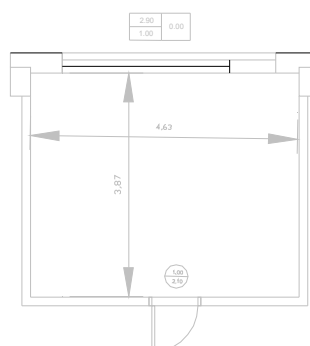
**Σχήμα 3.11:** Αποτύπωση του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας.



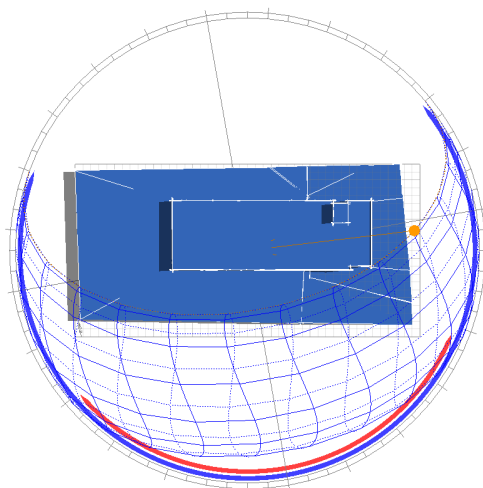
**Σχήμα 3.12:** Κάτοψη ισογείου του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας.



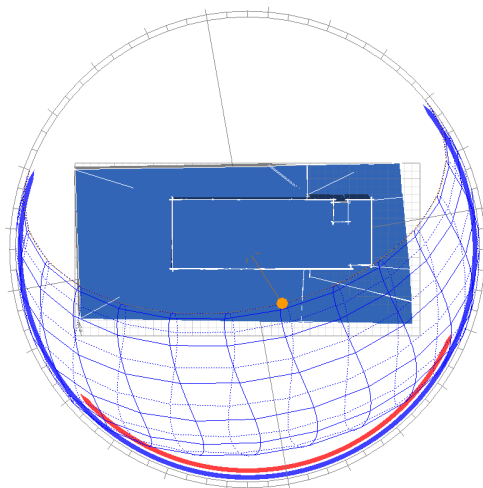
**Σχήμα 3.13:** Κάτοψη ορόφου του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



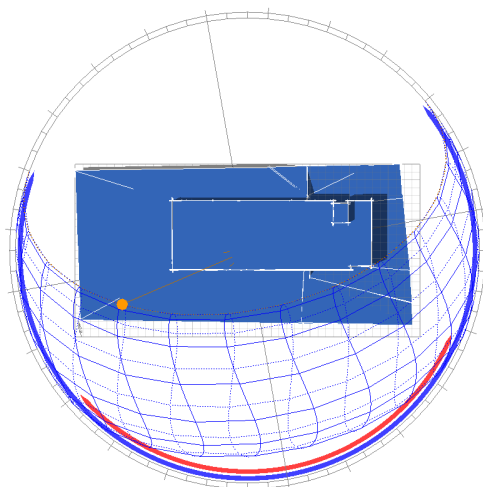
**Σχήμα 3.14:** Κάτοψη απόληξης κλιμακοστασίου του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δ. Τανάγρας



**Σχήμα 3.15α:** Σκίαση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου - 21 Ιουνίου 09:00πμ

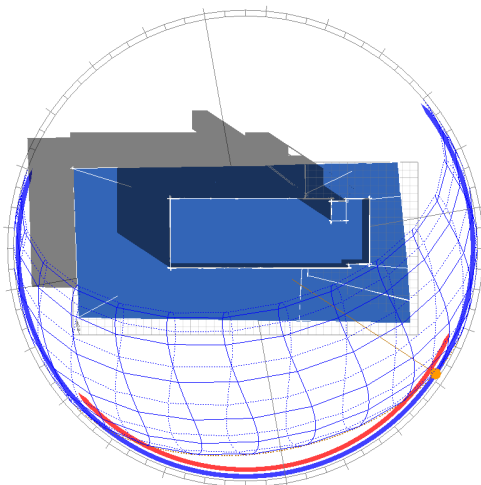


**Σχήμα 3.15β:** Σκίαση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου - 21 Ιουνίου 12:00πμ

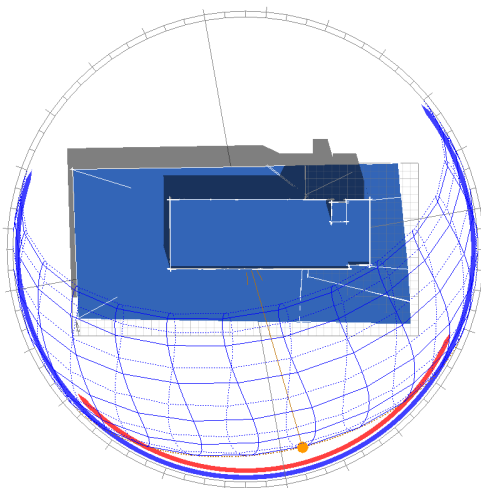


**Σχήμα 3.15γ:** Σκίαση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου - 21 Ιουνίου 15:00πμ

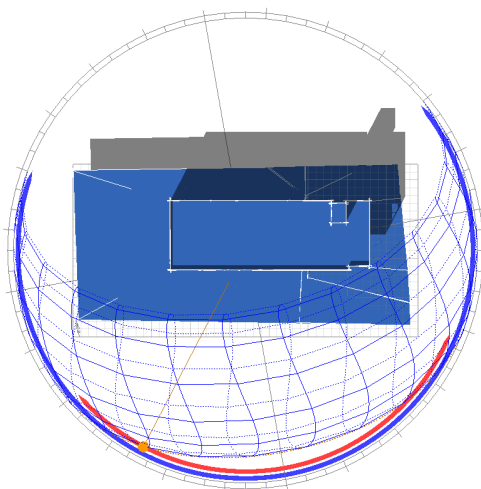




**Σχήμα 3.16α:** Σκίαση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου - 21 Δεκεμβρίου 09:00πμ



**Σχήμα 3.16β:** Σκίαση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου - 21 Δεκεμβρίου 12:00πμ



**Σχήμα 3.16γ:** Σκίαση Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου - 21 Δεκεμβρίου 15:00πμ

### **3.3 Γεωθερμία της περιοχής**

#### **3.3.1 Γεωλογικά στοιχεία περιοχής**

Το οικόπεδο του κτηρίου εντοπίζεται εντός της γεωγραφικής περιοχής της Δημοτικής Κοινότητας Σχηματαρίου του Δήμου Τανάγρας. Το οικόπεδο οριοθετείται, ανατολικά, από την οδό Ιοκάστης, το πλάτος της οποίας είναι <10m, νότια και δυτικά από οδό Χωρίς Όνομα επίσης πλάτους <10μ. Η βόρεια πλευρά συνορεύει με οικόπεδο αγνώστων ιδιοκτητών.

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται βόρεια του οικοδομικού συγκροτήματος Σχηματαρίου.



**Σχήμα 3.17:** Περιοχή μελέτης (Πηγή: GoogleEarth)

#### Γεωμορφολογικό καθεστώς

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνεται στη γεωλογική λεκάνη Ταναγρας-Σχηματαρίου - Οινοφύτων. Η λεκάνη αναπτύσσεται σε άξονα βορρά-νότου. Η γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από το ομαλό ανάγλυφο. Το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται από ρέματα πρώτης τάξης με παράλληλη ανάπτυξη τυπική της πετρολογίας του υποβάθρου. Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελεί τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Ασωπού.

#### Γεωλογικές συνθήκες

Στην περιοχή συναντώνται κυρίως Νεογενείς αποθέσεις. Πιο αναλυτικά, οι εδαφικοί σχηματισμοί που επικρατούν είναι μάργες, άργιλοι, αργιλούχες μάργες, μαλακοί μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, ενώ κατά θέσεις συναντώνται άμμοι και ψαμμίτες.

Το πάχος των ιζημάτων, βάσει του γεωλογικού χάρτη ΙΓΜΕ φύλλο «ΧΑΛΚΙΔΑ», είναι >100 μέτρα. Δεν παρατηρήθηκαν τεκτονικές δομές στην περιοχή μελέτης.



**Σχήμα 3.18:** Γεωλογικό υπόβαθρο περιοχής ενδιαφέροντος. Τμήμα χάρτη ΙΓΜΕ φύλλο “ΧΑΛΚΙΔΑ”

Υδρογεωλογικά το υπόβαθρο χαρακτηρίζεται μέση έως χαμηλής υδροπερατότητας.

Βάσει των παραπάνω η κατασκευή κλειστού κυκλώματος για τη θερμική ρύθμιση του κτηρίου κρίνεται ως βέλτιστη επιλογή.

Το βάθος διάτρησης για την κατασκευή του κατακόρυφου γεωθερμικού εναλλάκτη είναι 100m. Σύμφωνα με τη γεωλογία της περιοχής θα διατηρηθούν οι νεογενείς σχηματισμοί. Η θερμική συμπεριφορά των στρωμάτων, με βάση τα όσα παρατηρήθηκαν μετά από επίσκεψη στο χώρο, συλλογή δειγμάτων και εργαστηριακή ανάλυση, αναμένεται να έχει τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.5.

**Πίνακας 3.5:** Χαρακτηριστικά θερμικής συμπεριφοράς στρωμάτων περιοχής μελέτης.

<b>Νεογενής Σχηματισμοί άργιλοι</b>	
Θερμική αγωγιμότητα	0,5-1 W/mK
Θερμο-χωρητικότητα	1.5 - 1.6 MJ/m³K
Θερμοκρασία εδάφους	°C
Θερμική ροή	W/m²
<b>Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι</b>	
Θερμική αγωγιμότητα	2,5 W/mK
Θερμο-χωρητικότητα	2,1-2,3 MJ/m³K
Θερμοκρασία εδάφους	°C
Θερμική ροή	W/m²
<b>Αμμοί</b>	
Θερμική αγωγιμότητα	0,4 W/mK
Θερμο-χωρητικότητα	1.3 - 1.6 MJ/m³K
Θερμοκρασία εδάφους	°C
Θερμική ροή	W/m²
<b>Ψαμμίτες</b>	
Θερμική αγωγιμότητα	2,3 W/mK
Θερμο-χωρητικότητα	1.6 - 2.8 MJ/m³K
Θερμοκρασία εδάφους	~19,5 °C
Θερμική ροή	W/m²

<b>Μάρκες</b>	
Θερμική αγωγιμότητα	2.1 W/mK
Θερμο-χωρητικότητα	2.2 - 2.3 MJ/m <sup>3</sup> K
Θερμοκρασία εδάφους	~19,5 °C
Θερμική ροή	W/m <sup>2</sup>

Κατά τη διαδικασία της διάτρησης θα σημειώνονται το βάθος μετάβασης από το υπερκείμενο στο υποκείμενο στρώμα ανά γεώτρηση. Βάσει των στοιχείων της γεωλογικής τομής που θα προκύψει θα υπολογιστεί η απόδοση του κάθε στρώματος στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου.

### 3.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά κλειστού κυκλώματος

Για την κάλυψη των ενεργειακών (θερμικών & ψυκτικών) αναγκών του κτηρίου, απαιτείται η διάνοξη γεωτρήσεων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Διάμετρος Φρέατος	6 ½ "
2. Βάθος	100 m
3. Πλήθος	14 τεμάχια

Οι θέσεις των γεωτρήσεων θα επιλεγούν έτσι ώστε :

- να μην υπάρχει επίδραση μεταξύ τους
- να μην προκληθεί καθυστέρηση κατά την κατασκευή του έργου
- να αποφευχθεί το θερμικό βραχυκύκλωμα
- να υπάρχει δυνατότητα επίσκεψης και ελέγχου των δικτύων

Η χωροθέτηση των γεωτρήσεων θα γίνει έτσι ώστε να πληρούνται οι περιοριστικοί όροι του άρθρου 3 - Παράγραφος 2 της απόφασης Αριθμ. Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488 (ΦΕΚ1249/24 Ιουνίου 2009) για τα κτίσματα εντός σχεδίου πόλεως.

Συγκεκριμένα, θα πληρούνται τα ακόλουθα:

1. Όλες οι γεωτρήσεις βρίσκονται εντός της ρυμοτομικής γραμμής
2. Η απόστασή από κεντρικούς υπόγειους αγωγούς (φυσικού αερίου, ύδρευσης, άρδευσης κλπ) είναι μεγαλύτερη των 20 μέτρων.
3. Η απόστασή από γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μέσης τάσεως, είναι μεγαλύτερη των 20 μέτρων.
4. Η απόστασή από γραμμές διανομής ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσεως, είναι μεγαλύτερη των 70 μέτρων.
5. Η απόστασή από γειτονικό κτίσμα διαφορετικής ιδιοκτησίας είναι μεγαλύτερη των 5 μέτρων.

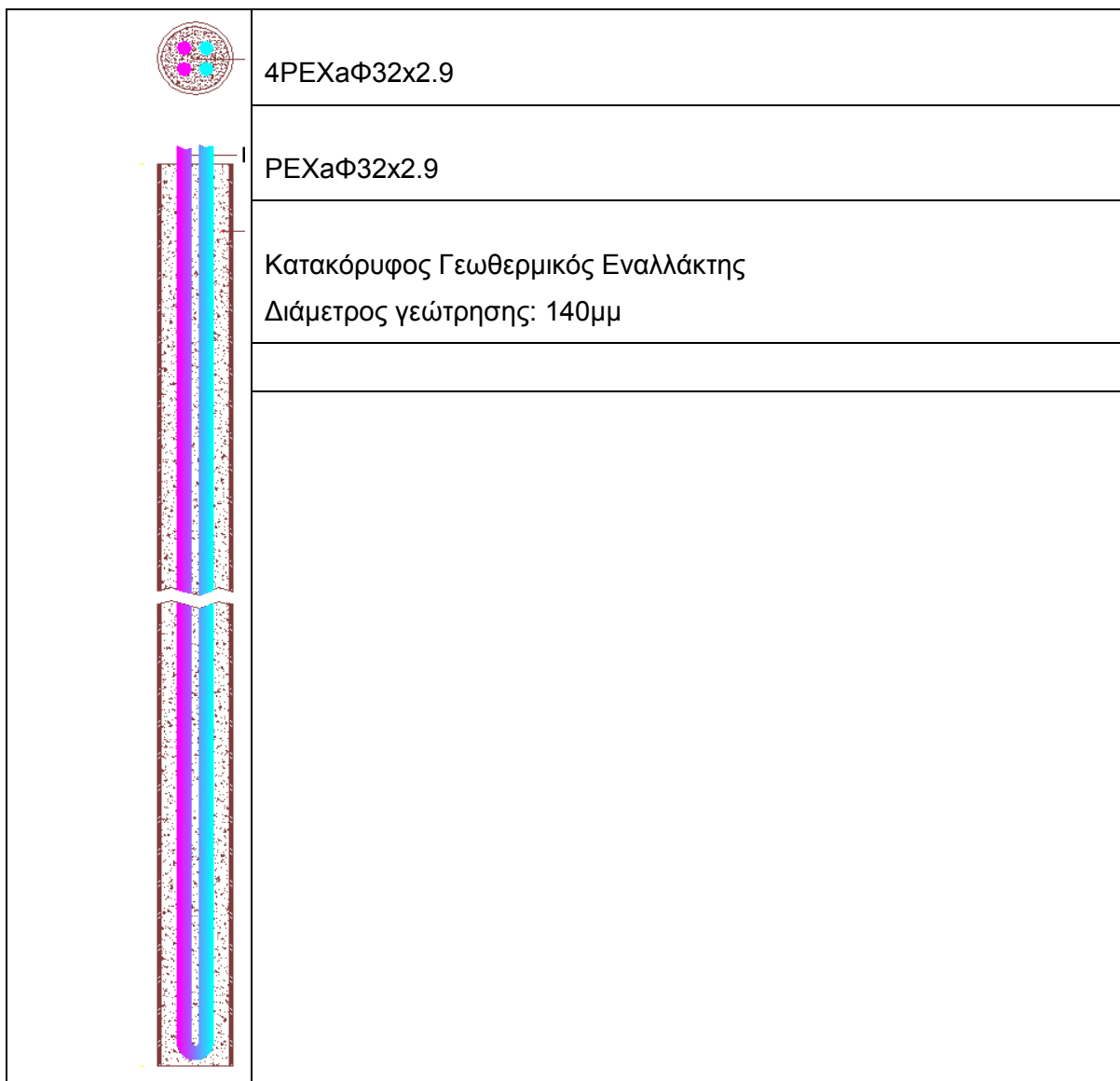
Για τη διάνοιξη των γεωτρήσεων θα χρησιμοποιηθεί περιστροφικό γεωτρύπανο με αερόσφυρα. Στην περίπτωση που επιβάλλεται σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της διάτρησης λόγω της φύσεως του εδάφους, θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλος διατρητικός πολτός (π.χ. μπεντονίτης).

Οι γεωτρήσεις θα κατασκευαστούν κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το εσωτερικό να προστατεύεται έναντι μόλυνσης από ξένα σώματα.

Η χρονική αλληλουχία των εργασιών είναι η ακόλουθη:

- 1 - Διάτρηση γεωτρήσεων
- 2 - Τοποθέτηση σωλήνων γεωθερμικού εναλλάκτη
- 3 - Πλήρωση της γεώτρησης με θερμοαγώγιμο ένεμα

Η τυπική τομή των κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.



**Σχήμα 3.19:** Τυπική τομή των κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών»

Το προτεινόμενο σύστημα θα αποτελείται κατ' αποκλειστικότητα από κατακόρυφους κλειστούς εναλλάκτες. Για τη λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση μόνο του θερμικού περιεχομένου των υπεδαφικών γεωλογικών σχηματισμών.

Σε καμία περίπτωση δεν προβλέπεται άντληση ρευστών από το υπέδαφος.

### **3.4 Υπολογισμός της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης του κτηρίου**

#### **3.4.1 Μεθοδολογία**

##### **3.4.1.1 Γενικά**

Οι υπολογισμοί έγιναν με το λογισμικό TEE KENAK και με εφαρμογή των οδηγιών TOTEE<sup>2</sup> του ΥΠΕΚΑ. Οι υπολογισμοί έγιναν με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος, η οποία βασίζεται σε ευρωπαϊκά πρότυπα. Αρχικά υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, κ.ά) και έπειτα, ανάλογα με τα υπάρχοντα συστήματα και τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα, υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου, η πρωτογενής ενέργεια, καθώς και οι αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Κάθε σύστημα που καλύπτει τις ενεργειακές απαιτήσεις μιας τελικής χρήσης, περιλαμβάνει ολόκληρη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και τερματικών μονάδων απόδοσης ενέργειας. Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα χαρακτηρίζεται από το βαθμό απόδοσής του, που συντελεί στον υπολογισμό του συνολικού βαθμού απόδοσης.

Στη μηνιαία μέθοδο υπολογίζεται η ενεργειακή απαίτηση (ζήτηση) για θέρμανση και ψύξη του κτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία του, τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής του και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής. Οι υπολογισμοί βασίζονται στο ισοζύγιο των θερμικών απωλειών του κτηριακού κελύφους και των θερμικών κερδών, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009). Προσδιορίζοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης / ψύξης (βαθμοί απόδοσης για παραγωγή, διανομή και τερματικές μονάδες απόδοσης ενέργειας) και καύσιμο που χρησιμοποιούν, υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου για θέρμανση / ψύξη, η πρωτογενής ενέργεια, καθώς και οι αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

---

<sup>2</sup> Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης». Υπουργική απόφαση αριθμ. οικ.17178/2010 «Εγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων», Φ.Ε.Κ. 1387/2-9-2010, έκδοση Β'.

12. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Υπουργική απόφαση αριθμ. οικ.17178/2010 «Εγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων», Φ.Ε.Κ. 1387/2-9-2010, έκδοση Β'.

13. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών». Υπουργική απόφαση αριθμ. οικ.17178/2010 «Εγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων», Φ.Ε.Κ. 1387/2-9-2010, έκδοση Β'.

14. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού». Υπουργική απόφαση αριθμ. οικ.17178/2010 «Εγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών του Τ.Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων», Φ.Ε.Κ. 1387/2-9-2010, έκδοση Β'.

Οι θερμικές απώλειες κτηρίου περιλαμβάνουν τις απώλειες μεταφοράς μέσω των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και τις απώλειες αερισμού μέσω των χαραμάδων, των ανοιγμάτων και του συστήματος μηχανικού αερισμού.

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό εξαρτάται από τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ (kW) των φωτιστικών, τις ώρες λειτουργίας τους, τις εγκατεστημένες διατάξεις αυτομάτου ελέγχου και ασφαλείας.

Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, καθώς και οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> προκύπτουν από το γινόμενο της τελικής κατανάλωσης ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, κ.ά.) και τους συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια όπως δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

### 3.4.1.2 Παραδοχές - Απλοποιήσεις

Το παρόν κτήριο διακρίνεται σε τρεις θερμικές ζώνες. Η θερμική ζώνη 1 περιλαμβάνει την κάτω πλευρά της κάτοψης του ορόφου που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.13 και περιλαμβάνει τους χώρους ΕΔΥΣ, Αίθουσα Μουσικών, Αίθουσα ΚΕΠ, Βοήθεια στο Σπίτι, Γραφείο Γεωπόνων. Η θερμική ζώνη 2 περιλαμβάνει τους διαδρόμους, το κλιμακοστάσιο και το ισόγειο με τους βοηθητικούς χώρους. Η θερμική ζώνη 3 περιλαμβάνει την πάνω πλευρά της κάτοψης του ορόφου που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.13 και περιλαμβάνει τους χώρους Κουζίνα, Γραφείο Κίνησης, Χώρος, Αίθουσα συνεδριάσεων, Αίθουσα ΕΡΜΗΣ.

**Πίνακας 3.6** Θερμικές ζώνες κτηρίου Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δήμου

Θερμική Ζώνη	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
1	468.528
2	307.038
3	286.014

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής συμπεριφοράς του δεν λαμβάνουν υπόψη τη θερμική σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δηλαδή δεν συνυπολογίζονται οι απώλειες θερμότητας από μετάδοση ή αερισμό μεταξύ των θερμικών ζωνών. Συνεπώς, οι διαχωριστικές επιφάνειες μεταξύ θερμικών ζωνών (εντός του κτηρίου ή και μεταξύ τού υπό επιθεώρηση κτηρίου και των παρακείμενων κτηρίων) δε λαμβάνονται υπόψη. Για τις ζώνες που μοιράζονται το ίδιο σύστημα θέρμανσης / ψύξης, οι θερμικές απαιτήσεις του κτηρίου είναι το άθροισμα των επί μέρους ενεργειακών απαιτήσεων, ενώ για τις ζώνες με ανεξάρτητα συστήματα θέρμανσης / ψύξης η κατανάλωση θερμικής και ψυκτικής ενέργειας του κτηρίου είναι το άθροισμα των επί μέρους ενεργειακών καταναλώσεων.



Για τους υπολογισμούς όλες οι επιφάνειες (δαπέδου, οροφής ή κατακόρυφων δομικών στοιχείων) αναφέρονται σε εξωτερικές διαστάσεις.

#### 3.4.1.2.1 Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δεν λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση. Για το παρόν κτήριο που έχει τελική χρήση κτήριο γραφείων, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη, στα οποία συμμετέχει, καθώς επίσης και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη. Οι τυπικές τιμές για κτήρια γραφείων δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα 2.7.

**Πίνακας 3.7** Συνθήκες λειτουργίας κτηρίου Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου Δήμου Τανάγρας –  
Χρήση Κτήριο Γραφείων

Ώρες λειτουργίας	10
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	5
Περίοδος λειτουργίας σε μήνες	12
Επιθυμητή θερμοκρασία – Χειμερινή περίοδος (°C)	20
Επιθυμητή θερμοκρασία – Θερινή περίοδος (°C)	26
Σχετική υγρασία – Χειμερινή περίοδος (%)	35
Σχετική υγρασία – Θερινή περίοδος (%)	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	3
Στάθμη φωτισμού (lx)	500
Κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης (45°C) ανά δομημένη επιφάνεια (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	-
Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά δομημένη επιφάνεια (W/m <sup>2</sup> )	8
Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών/εξοπλισμού (W/m <sup>2</sup> )	15

Για τον υπολογισμό του φορτίου αερισμού λαμβάνεται υπόψη ξεχωριστά ο ανεξέλεγκτος αερισμός (από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου), από τη χρήση φυσικού και μηχανικού αερισμού για την κάλυψη των απαιτήσεων για νωπό αέρα. Ο ανεξέλεγκτος αερισμός έχει συνεχή λειτουργία και επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία αερισμού του κτηρίου.

Σ' αυτήν την περίπτωση, λαμβάνεται υπόψη η διείσδυση αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων του κελύφους (ο οποίος καθορίζεται ανάλογα με το είδος και τον τύπο των κουφωμάτων με βάση τυπικές τιμές ανά μονάδα επιφανείας κουφώματος) και από τις θυρίδες αερισμού για συσκευές φυσικού αερίου και καμινάδες εστιών καύσης (ο οποίος

καθορίζεται με βάση τυπικές τιμές ανά τύπο θυρίδας). Η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Στα κτήρια του τριτογενούς τομέα (όπως το παρόν κτήριο) η απαίτηση για νωπό αέρα καλύπτεται πλήρως με σύστημα μηχανικού αερισμού (κλιματιζόμενου ή όχι).

Ο μηχανικά προσαγόμενος αέρας εισέρχεται στη ζώνη με συγκεκριμένη θερμοκρασία, η οποία λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία χώρου για τη χειμερινή / θερινή περίοδο.

Η εσωτερική σκίαση και η κινητή εξωτερική σκίαση (εκτός της τέντας) δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς η χρήση τους είναι θέμα χρήστη.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης για Ζ.Ν.Χ. η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης λαμβάνεται ίση με 45°C.

#### **3.4.1.2.2 Υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης**

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση θεωρείται ότι το σύστημα θέρμανσης καλύπτει πλήρως την ενεργειακή ζήτηση όλων των θερμικών ζωνών του κτηρίου.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη, θεωρείται ότι το σύστημα ψύξης σε κτήρια του τριτογενούς τομέα καλύπτει πλήρως την ενεργειακή ζήτηση όλων των θερμικών ζωνών του κτηρίου.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, για να ληφθεί υπόψη μείωση της κατανάλωσης εξαιτίας της αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού, θα πρέπει να υπάρχει «περιοχή φυσικού φωτισμού» και τουλάχιστον το 60% των φωτιστικών της «περιοχής φυσικού φωτισμού» να ελέγχεται από αυτόματους αισθητήρες φυσικού φωτισμού. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 10%-20% της αρχικής κατανάλωσης για τις ώρες που υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου.

Σε περίπτωση ύπαρξης συστήματος φωτισμού ασφαλείας και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15193:2008 η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό επιβαρύνεται κατά 1 kWh/m<sup>2</sup>.

Σε περίπτωση ύπαρξης μηχανισμών ελέγχου και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15193:2008 η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό επιβαρύνεται κατά 5 kWh/m<sup>2</sup>.

#### **3.4.1.2.3 Κτήριο Αναφοράς**

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου προκύπτει από τη σύγκριση του υπάρχοντος κτηρίου με το κτήριο αναφοράς, σε σχέση με την υπολογιζόμενη

κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της κατασκευής και του Η/Μ εξοπλισμού.

Το κτήριο αναφοράς έχει ακριβώς την ίδια γεωμετρία, την ίδια θέση, τον ίδιο προσανατολισμό, την ίδια χρήση και το ίδιο προφίλ λειτουργίας με το υπό εξέταση κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. στα άρθρα 7 και 8, ενώ επίσης διαθέτει καθορισμένα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του και καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη θέρμανση, στην ψύξη, στον αερισμό των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Η ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτηρίου προσδιορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κ.Εν.Α.Κ., ως ποσοστό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (Κ.Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, Φ.Ε.Κ. Β' 407).

Το κτήριο αναφοράς κατατάσσεται εξ ορισμού στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Η πρωτογενής ενέργεια τού υπό εξέταση κτηρίου, καθώς και του κτηρίου αναφοράς υπολογίζονται από τη τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση και τους εθνικούς συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια. Οι τελικές καταναλώσεις ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2$ ) που λαμβάνονται υπόψη για την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου αφορούν στις ακόλουθες τελικές χρήσεις:

**Θέρμανση χώρων.** Στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση λαμβάνονται υπόψη η κατανάλωση θερμικής ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των θερμικών φορτίων λόγω των θερμικών απωλειών από το κτηριακό κέλυφος και από τον αερισμό (φυσικό, μηχανικό και παρασιτικό), καθώς και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τα βοηθητικά συστήματα της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης (κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, καυστήρας, κ.ά.). Κάθε επί μέρους κατανάλωση ενέργειας ανάγεται στην πηγή καυσίμου που χρησιμοποιεί.

**Ψύξη χώρων.** Στην κατανάλωση ενέργειας για ψύξη λαμβάνονται υπόψη η κατανάλωση ψυκτικής ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων από τα ηλιακά και εσωτερικά θερμικά κέρδη του κτηρίου και από τον αερισμό (φυσικό, μηχανικό και παρασιτικό), καθώς και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τα βοηθητικά συστήματα της κεντρικής εγκατάστασης ψύξης (κυκλοφορητές, ανεμιστήρες κ.ά.). Κάθε επί μέρους κατανάλωση ενέργειας, ανάγεται στην πηγή καυσίμου που χρησιμοποιεί.

**Αερισμό.** Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των φορτίων αερισμού συνυπολογίζεται ανάλογα με την εποχή στις καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη.

**Ζεστό νερό χρήσης.** Στην κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. λαμβάνονται υπόψη η κατανάλωση θερμικής ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη του απαιτούμενου φορτίου, καθώς και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τα βοηθητικά

συστήματα της κεντρικής εγκατάστασης παροχής Ζ.Ν.Χ. Κάθε επί μέρους κατανάλωση ενέργειας, ανάγεται στη πηγή καυσίμου που χρησιμοποιεί.

**Φωτισμός.** Στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό συνυπολογίζεται η ενέργεια για το φωτισμό των επί μέρους χώρων και η ενέργεια για το φωτισμό ασφαλείας του κτηρίου.

### 3.4.2 Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση / ψύξη

Για την κλιματική ζώνη Β που εντάσσεται το κτήριο ισχύουν:

**Περίοδος θέρμανσης: 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου – 15<sup>η</sup> Απριλίου**

**Περίοδος ψύξης: 15<sup>η</sup> Μαΐου – 15<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου**

Για τον υπολογισμό των συντελεστών  $U$  για τα δομικά στοιχεία του κτηρίου επειδή το κτήριο κτίσθηκε πριν το 1979 μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές του Πίνακα 3.4 της ΤΟΤΕΕ 20701 – 1 για κτήριο χωρίς θερμομονωτική προστασία όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.8.

**Πίνακας 3.8:** Συντελεστής  $U$  για τα δομικά στοιχεία του κτηρίου-Υφιστάμενη κατάσταση.

Δομικό στοιχείο	Γειτνίαση	Συντελεστής $U$ [ $W/m^2K$ ]
Φέρων οργανισμός οπλισμένου σκυροδέματος	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα	3,4
Φέρων οργανισμός οπλισμένου σκυροδέματος	Σε επαφή με Μη Θερμαινόμενο Χώρο	2,6
Εξωτερική Τοιχοποιία χωρίς μόνωση	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα	2,20
Εξωτερική Τοιχοποιία χωρίς μόνωση	Σε επαφή με Μη Θερμαινόμενο Χώρο	1,85
Δάπεδο με επικάλυψη παντός τύπου επί εδάφους		3,1
Συμβατικού τύπου δώμα		3,05
Συρ. Παράθυρο μονό (μεταλλικό πλαίσιο)		6,00
Συρ. Παράθυρο διπλό (μεταλλικό πλαίσιο)		4,4

Όπως προκύπτει από τους Πίνακες 3.9<sup>α</sup>, 3.9<sup>β</sup> οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου για θέρμανση είναι  $50.8kWh/m^2$  και για ψύξη  $97.8kWh/m^2$  ενώ του κτηρίου αναφοράς είναι  $15.4kWh/m^2$  και για ψύξη  $46kWh/m^2$ , αντίστοιχα.

**Πίνακας 3.9α:** Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις κτηρίου-Υφιστάμενη κατάσταση.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
14.6	0.0	0.0	0.0
11.0	0.0	0.0	0.0
7.6	0.0	0.0	0.0
1.1	0.0	0.0	0.0
0.0	3.7	0.0	0.0
0.0	19.1	0.0	0.0
0.0	37.9	0.0	0.0
0.0	32.7	0.0	0.0
0.0	4.4	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
5.1	0.0	0.0	0.0
11.4	0.0	0.0	0.0
50.8	97.8	0.0	0.0

**Πίνακας 3.9β:** Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις κτηρίου-Κτήριο Αναφοράς.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
5.2	0.0	0.0	0.0
3.6	0.0	0.0	0.0
1.8	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0
0.0	1.9	0.0	0.0
0.0	9.2	0.0	0.0
0.0	17.0	0.0	0.0
0.0	15.3	0.0	0.0
0.0	2.6	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.9	0.0	0.0	0.0
3.7	0.0	0.0	0.0
15.4	46.0	0.0	0.0

### 3.4.3 Καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη

Στους Πίνακες 3.10<sup>α</sup> και 3.10<sup>β</sup> παρουσιάζονται οι καταναλώσεις ενέργειας ανά μονάδα θερμαινόμενης ή ψυχόμενης επιφάνειας για το υφιστάμενο κτήριο και το Κτήριο Αναφοράς.

**Πίνακας 3.10α:** Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα θερμαινόμενης ή ψυχόμενης επιφάνειας  
Υφιστάμενη κατάσταση.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	37.4	0.0	0.0	5.8
ΦΕΒ	28.5	0.0	0.0	5.2
ΜΑΡ	20.2	0.0	0.0	5.8
ΑΠΡ	3.2	0.0	0.0	5.6
ΜΑΙ	0.0	3.3	0.0	5.8
ΙΟΥΝ	0.0	16.0	0.0	5.6
ΙΟΥΛ	0.0	31.3	0.0	5.8
ΑΥΓ	0.0	27.0	0.0	5.8
ΣΕΠ	0.0	3.9	0.0	5.6
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.0	5.8
ΝΟΕ	13.6	0.0	0.0	5.6
ΔΕΚ	29.6	0.0	0.0	5.8
ΣΥΝ	132.6	81.4	0.0	67.8

**Πίνακας 3.10α:** Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα θερμαινόμενης ή ψυχόμενης επιφάνειας  
Κτήριο Αναφοράς.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	7.2	0.0	0.0	3.0
ΦΕΒ	5.0	0.0	0.0	2.7
ΜΑΡ	2.6	0.0	0.0	3.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	0.0	2.9
ΜΑΙ	0.0	0.9	0.0	3.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.9	0.0	2.9
ΙΟΥΛ	0.0	7.0	0.0	3.0
ΑΥΓ	0.0	6.4	0.0	3.0
ΣΕΠ	0.0	1.2	0.0	2.9
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.0	3.0
ΝΟΕ	1.4	0.0	0.0	2.9
ΔΕΚ	5.1	0.0	0.0	3.0
ΣΥΝ	21.9	19.5	0.0	35.4

### 3.4.4 Υπολογισμός εκπομπών CO<sub>2</sub>

Στον Πίνακα 2.11α και 2.11β παρουσιάζεται ο υπολογισμός εκπομπών CO<sub>2</sub> για την υφιστάμενη κατάσταση και το Κτήριο Αναφοράς.

**Πίνακας 3.11α:** Παραγωγή CO<sub>2</sub> - Υφιστάμενη κατάσταση.

Πηγή Ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμου (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	150,6	148.9
Πετρέλαιο	131,2	34.6
Σύνολο	281.8	183.6

**Πίνακας 3.11β:** Παραγωγή CO<sub>2</sub> – Κτήριο Αναφοράς.

Πηγή Ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμου (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	56.2	55.6
Πετρέλαιο	20.6	5.4
Σύνολο	76.7	61

### 3.4.5 Υπολογισμός πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές

Στον Πίνακα 3.12<sup>α</sup> και 3.12<sup>β</sup> παρουσιάζεται η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές για την υφιστάμενη κατάσταση.

**Πίνακας 3.12α:** Πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές -Υφιστάμενη κατάσταση

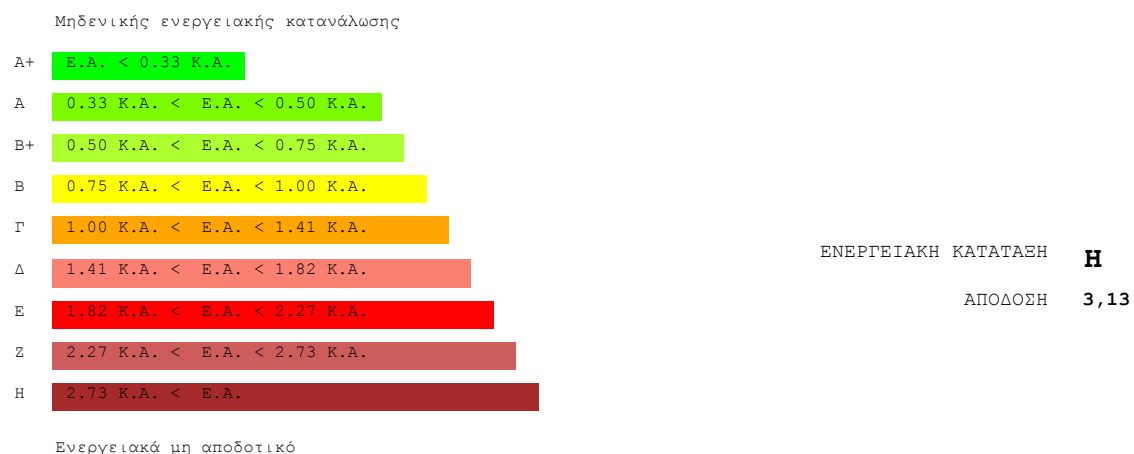
ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	41.5	0.0	0.0	16.7
ΦΕΒ	31.7	0.0	0.0	15.1
ΜΑΡ	22.7	0.0	0.0	16.7
ΑΠΡ	3.8	0.0	0.0	16.2
ΜΑΙ	0.0	9.6	0.0	16.7
ΙΟΥΝ	0.0	46.3	0.0	16.2
ΙΟΥΛ	0.0	90.7	0.0	16.7
ΑΥΓ	0.0	78.3	0.0	16.7
ΣΕΠ	0.0	11.2	0.0	16.2
ΟΚΤ	0.6	0.0	0.0	16.7
ΝΟΕ	15.3	0.0	0.0	16.2
ΔΕΚ	32.9	0.0	0.0	16.7
ΣΥΝ	148.5	236.0	0.0	196.6

**Πίνακας 3.12β:** Πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές –Κτήριο Αναφοράς

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	8.2	0.0	0.0	8.7
ΦΕΒ	5.8	0.0	0.0	7.9
ΜΑΡ	3.3	0.0	0.0	8.7
ΑΠΡ	0.7	0.0	0.0	8.4
ΜΑΙ	0.0	2.7	0.0	8.7
ΙΟΥΝ	0.0	11.3	0.0	8.4
ΙΟΥΛ	0.0	20.4	0.0	8.7
ΑΥΓ	0.0	18.5	0.0	8.7
ΣΕΠ	0.0	3.5	0.0	8.4
ΟΚΤ	0.5	0.0	0.0	8.7
ΝΟΕ	1.9	0.0	0.0	8.4
ΔΕΚ	6.0	0.0	0.0	8.7
ΣΥΝ	26.5	56.4	0.0	102.6

### 3.4.6 Ενεργειακή Κατάταξη του Κτηρίου

Το κτήριο σύμφωνα με τη μεθοδολογία εκτίμησης της ενεργειακής του απόδοσης που παρουσιάστηκε στις προηγούμενες ενότητες κατατάσσεται στην κατηγορία Η (Σχήμα 3.20).



**Σχήμα 3.20:** Ενεργειακή Κατάταξη Κτηρίου



### **3.5 Αξιολόγηση της συνολικής ενεργειακής κατάστασης του κτηρίου**

Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στο Παλαιό Δημαρχείο Σχηματαρίου του Δήμου Τανάγρας διαπιστώθηκε ότι το κτήριο, είναι σε μη προστατευμένη περιοχή από άποψη κλιματολογικών συνθηκών, με όψη στην Ανατολή. Το κτήριο λόγω της χρήσης του ως βιομηχανικό κτήριο είναι κατασκευασμένο από υλικά που χρησιμοποιούνται στην τεχνική των βιομηχανικών κτηρίων αλλά δεν έχει υποστηριχθεί από σύστημα θερμικής μονωτικής προστασίας. Οι υαλοπίνακες του κτηρίου είναι στην πλειοψηφία τους (πλην αυτών στην αίθουσα του ΚΕΠ που αντικαταστάθηκαν το 2004) κοινοί υαλοπίνακες μονού τζαμιού και με μεταλλικό σκελετό, χωρίς θερμοδιακοπή ή κάποια άλλη μορφή προστασίας στη διείσδυση φορτίων θερινού ή χειμερινού κλιματισμού.

Λόγω της χρονολογίας κατασκευής του, στο κτήριο αυτό είναι φυσικό να αναπτύσσονται μεγάλα φορτία χειμερινού κλιματισμού, τα οποία καλύπτονται από μια εγκατάσταση θέρμανσης με δισωλήνιο σύστημα διανομής. Λόγω του μη θερμικά μονωμένου κελύφους η εγκατάσταση αυτή είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για αντίστοιχα μονωμένα θερμικά κτήρια και παράλληλα ιδιαίτερα ενεργειοβόρα. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η συνεχής και χωρίς αποτελεσματικότητα λειτουργία του συστήματος θέρμανσης με υπερβολική κατανάλωση καυσίμου κατά τις ώρες λειτουργίας του κτηρίου.

Την περίοδο του θέρους επίσης η λειτουργία του ως άνω κτηρίου είναι ενεργειακά αλλά και από άποψη συνθηκών αέρα εντός του κτηρίου απαράδεκτη λόγω της πολύ υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στο κτήριο λόγω έλλειψης στοιχειώδους μόνωσης και παρόλη την κάποια μερική σκίαση λόγω της φύτευσης στην Ανατολική και Βόρεια πλευρά. Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι τοποθετημένες με βάση τους κανόνες ορθολογικής διαχείρισης με μη μονωμένα όμως δίκτυα διανομής, αποτέλεσμα των οποίων είναι η τοποθέτηση μεγαλύτερων σωμάτων και η κακή κατανομή θερμότητας στο κτήριο καθώς και η δημιουργία συνθηκών υπέρ και υπό θέρμανσης. Για την κάλυψη των αναγκών θερινού κλιματισμού χρησιμοποιούνται τοπικές κλιματιστικές μονάδες (split units) οι οποίες είναι εγκατεστημένες άναρχα σε κάποιους χώρους και καλύπτουν τοπικές ανάγκες κατά την επιλογή των εργαζομένων σε αυτούς.

Οι εγκαταστάσεις φωτισμού είναι κοινού τύπου με κύριο χαρακτηριστικό τους λαμπτήρες φθορισμού και πυρακτώσεως χωρίς κανένα αυτοματισμό και έλεγχο λειτουργίας.

Το κτήριο αυτό επιδέχεται πολλές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, όπως:

## **ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ**

- **τοποθέτηση εσωτερικών μονώσεων στους εξωτερικούς τοίχους και θερμομόνωση στην οροφή και στην πυλωτή**

Οι ώρες χρήσης του κτηρίου από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας επιβάλουν την τοποθέτηση εσωτερικής θερμομόνωσης με σκοπό να αποκλειστεί η άνευ ουσίας αποθήκευση ενέργειας στη θερμική μάζα των εξωτερικών δομικών στοιχείων η οποία αποδίδει τα οφέλη της σε χρόνο κατά τον οποίο δεν χρησιμοποιείται το κτήριο. Η μορφή της μόνωσης αυτής μπορεί να είναι οποιαδήποτε, κατά προτίμηση από οικολογικά και περιβαλλοντικά υλικά, με πάχος μονωτικού παρεμβύσματος κατ' ελάχιστον 80mm (χιλιοστόμετρα) ή συνδυασμένα με ανακλαστική θερμομόνωση με κατ' ελάχιστο πάχος 50mm.

Παράλληλα, στη στέγη μπορεί να τοποθετηθούν αντίστοιχα μονωτικά υλικά. Στη συγκεκριμένη περίπτωση προτείνονται μονωτικά υλικά (π.χ. εξηλασμένη πολυστερίνη) με πάχος μονωτικού παρεμβύσματος κατ' ελάχιστο 80mm.

- **Αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα με πλαίσιο αλουμινίου και θερμοδιακοπή και διπλού ή τριπλού τζαμιού ή ακόμη και ενεργειακούς υαλοπίνακες**
- **Βαφή εξωτερικών τοίχων με θερμομονωτικά υλικά**

## **ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

- Αντικατάσταση του λέβητα με νέο λέβητα συμπίκνωσης υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών αιχμής
- Αντικατάσταση εσωτερικού δικτύου με νέο που παρέχει δυνατότητες μερικής απόδοσης θερμότητας και μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης κατά τη λειτουργία.
- Αντικατάσταση θερμαντικών σωμάτων με Fan Coils Units (FCU)
- Εγκατάσταση κανονικής γεωθερμίας για κάλυψη αναγκών κλιματισμού

Επίσης, κρίνεται απαραίτητη:

- Η εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής τουλάχιστον σε όλους του χώρους του Παλαιού Δημαρχείου.

#### **ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΟΥ/ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

- **Τεχνητός φωτισμός**

Προτείνεται, η αντικατάσταση των φωτιστικών παλαιάς τεχνολογίας από νέα φωτιστικά υψηλής απόδοσης και ανακλαστικών επιφανειών και λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης. Ο συγχρονισμός της λειτουργίας τους θα προκύπτει μετά από έλεγχο μέσω ηλεκτρονικών ballast.

#### **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ (BEMS)**

- **Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)**

Προτείνεται, η εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης της ενέργειας με σημεία ελέγχου των χώρων σε ότι αφορά στη χρήση του συστήματος κλιματισμού αλλά και του συστήματος φωτισμού με αισθητήρες σε ότι αφορά τον χειμερινό και θερινό κλιματισμό θερμοκρασιακής άνεσης και σε ότι αφορά τον φωτισμό οπτικής.

## **4. Προτεινόμενες επεμβάσεις**

### **4.1 Περιγραφή και τεκμηρίωση προτεινόμενων τεχνολογιών**

#### **4.1.1 Γενικά**

Σε αυτή την ενότητα με βάση τη μελέτη της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης του κτηρίου του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου και την αξιολόγηση της προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις:

#### Ενεργειακή αναβάθμιση κτηριακού κελύφους

1. Προσθήκη εσωτερικής θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους και θερμομόνωση στην οροφή και στην πυλωτή
2. Αντικατάσταση παλαιών παραθύρων με νέα υψηλής θερμομονωτικής απόδοσης.
3. Επικάλυψη των επιφανειών κελύφους (βαφή) με ειδικά θερμομονωτικές βαφές
4. Νυχτερινός αερισμός

#### Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων

1. Αντικατάσταση του λέβητα με νέο λέβητα συμπύκνωσης υψηλής απόδοσης για την κάλυψη των αναγκών αιχμής
2. Αντικατάσταση εσωτερικού δικτύου με νέο που παρέχει δυνατότητες μερικής απόδοσης θερμότητας και μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης κατά την λειτουργία.
3. Αντικατάσταση θερμαντικών σωμάτων με Fan Coils Units (FCU)
4. Εγκατάσταση κανονικής γεωθερμίας για κάλυψη αναγκών χειμερινού και θερινού κλιματισμού
5. Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής

#### Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού

1. Αντικατάσταση φωτιστικών και λαμπτήρων με νέα συστήματα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και υψηλής απόδοσης.

#### Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)

1. Σύστημα BEMS
2. Σύστημα παρουσίασης στοιχείων στο κοινό.

#### 4.1.2 Ενεργειακή αναβάθμιση κτηριακού κελύφους

##### 4.1.2.1 Προσθήκη θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους και τη στέγη

Οι ώρες χρήσης του κτηρίου από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας επιβάλουν την τοποθέτηση εσωτερικής θερμομόνωσης με σκοπό να αποκλειστεί η άνευ ουσίας αποθήκευση ενέργειας στη θερμική μάζα των εξωτερικών δομικών στοιχείων η οποία αποδίδει τα οφέλη της σε χρόνο κατά τον οποίο δεν χρησιμοποιείται το κτήριο. Η μορφή της μόνωσης αυτής μπορεί να είναι οποιαδήποτε, κατά προτίμηση από οικολογικά και περιβαλλοντικά υλικά, με πάχος μονωτικού παρεμβύσματος κατ' ελάχιστον 50mm. Προτείνεται μόνωση από πετροβάμβακα (θερμική αγωγιμότητα  $\lambda=0,035\text{W/mK}$ ) πάχους 60mm<sup>3</sup>. Η επιφάνεια της εξωτερικής τοιχοποιίας ανέρχεται στα 621,162m<sup>2</sup>.

Παράλληλα, στην οροφή προτείνεται μόνωση εξηλασμένης πολυστερίνης (θερμική αγωγιμότητα  $\lambda=0,035\text{W/mK}$ ) με πάχος μονωτικού παρεμβύσματος μεταξύ 60-80mm.

Η επιφάνεια της οροφής ανέρχεται σε 879,32m<sup>2</sup>.

Τέλος, προτείνεται η χρήση ίδιας μόνωσης για την πυλωτή η οποία έχει επιφάνεια 102,15 m<sup>2</sup>.

##### 4.1.2.2 Αντικατάσταση παλαιών παραθύρων

Προτείνεται αντικατάσταση των υφιστάμενων παραθύρων με νέα σύγχρονης τεχνολογίας με στόχο τη μείωση των θερμικών απωλειών. Πιο συγκεκριμένα προτείνονται παράθυρα με μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm, (20% ποσοστό πλαισίου) και με υαλοπίνακα δίδυμο με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής με διάκενο αέρα 12mm. Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U= 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Η ορθή επιλογή των υαλοστασίων είναι σημαντική τόσο για την καλύτερη ενεργειακή απόδοση του κτηρίου όσο και για την επίτευξη επαρκών επιπέδων φυσικού φωτισμού. Προτείνεται η χρήση διπλών υαλοστασίων Low-E τα οποία περιορίζουν τα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας, δρώντας επιπλέον μονωτικά χωρίς να εμποδίζουν την διέλευση του φυσικού φωτός.

Είναι σημαντική η συμμετοχή των ανοιγμάτων στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου και αυτό απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την αντικατάσταση, ειδικά στον τρόπο συνεργασίας του με τις εσωτερικές μονώσεις για αποφυγή θερμικών γεφυρών.

<sup>3</sup> Το πάχος της θερμομόνωσης είναι το τυπικό για κτίρια στην Ελλάδα και λειτουργεί με το βέλτιστο τρόπο για την προστασία του κτιρίου (από τις χαμηλότερες εξωτερικές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα και από τις υψηλότερες εξωτερικές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θέρους) χωρίς να οδηγεί σε εγκλωβισμό των εσωτερικών κερδών κατά την καλοκαιρινή περίοδο πράγμα που θα οδηγούσε σε αύξηση του φορτίου δροσισμού.

Η επιφάνεια των παραθύρων που θα αντικατασταθούν ανέρχεται σε 183,023m<sup>2</sup>.

#### **4.1.2.3 Επικάλυψη των επιφανειών κελύφους (βαφή) με ειδικά θερμομονωτικές βαφές**

Προτείνονται η επικάλυψη των επιφανειών κελύφους (βαφή) με ειδικά θερμομονωτικές βαφές, όπως αυτά που διατίθενται πλέον στην ελληνική και παγκόσμια αγορά και με τον τρόπο αυτό να μειωθούν τα συνολικά φορτία του κτηρίου, σε ποσοστό περί το 2~7%.

#### **4.1.2.4 Νυχτερινός αερισμός**

Με την εφαρμογή του νυχτερινού αερισμού, ιδιαίτερα κατά τις ενδιάμεσες περιόδους του έτους (Απρίλιος-Μάιος και Σεπτέμβριος-Οκτώβριος) και τις βραδινές ώρες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 10% - 15% χωρίς καμία επιπλέον οικονομική επιβάρυνση εγκατάστασης εξοπλισμού.

Μέσω του νυχτερινού αερισμού επιτυγχάνεται η απομάκρυνση τόσο της θερμότητας από το κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική, όσο και της αποθηκευμένης θερμότητας από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου.

### **4.1.3 Επεμβάσεις στις Η/Μ εγκαταστάσεις**

#### **4.1.3.1 Αντικατάσταση λέβητα**

i. Προβλέπεται η αντικατάσταση του υφιστάμενου παλαιού λέβητα πετρελαίου με νέο συμπυκνωτικού τύπου, υψηλής απόδοσης 50kW.

Το νέο σύστημα Λέβητα / Καυστήρα θα διαθέτει επιπλέον σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής προς τα στοιχεία ανεμιστήρα.

Η μονάδα αντιστάθμισης θα είναι ψηφιακή και θα αποτελείται τουλάχιστον από τα εξής τμήματα:

- Αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος (εξωτερικού χώρου)
  - Αισθητήριο θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
  - Βάνα ανάμιξης, ρυθμιστής παροχής καυσίμου ή άλλο σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας νερού προσαγωγής.
  - Αναλογικός ελεγκτής αντιστάθμισης όπου συνδέονται τα ανωτέρω.
- ii. Επίσης, στα στοιχεία ανεμιστήρα είναι ενσωματωμένοι θερμοστάτες ελέγχου της θερμοκρασίας.
- iii. Για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα δίκτυα διανομής θερμού νερού, προβλέπεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων αντλιών με νέες υψηλού βαθμού απόδοσης και έλεγχο Inverter.
- iv. Τέλος, θα εφαρμοσθεί προσθήκη θερμομόνωσης στα δίκτυα διανομής θερμού και

ψυχρού νερού, σύμφωνα με τον πίνακα 4.7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 :

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο $\lambda = 0,040 \text{ (W/(m}\cdot\text{K))}$ στους $20^\circ\text{C}$			
Με διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		Με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους	
Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης	Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού			
από $\frac{1}{2}$ " έως $\frac{3}{4}$ "	9 mm	από $\frac{1}{2}$ " έως 2"	19 mm
από 1" έως 1½ "	11 mm	από 2" έως 4"	21 mm
από 2" έως 3"	13 mm	μεγαλύτερη από 4"	25 mm
μεγαλύτερη από 3"	19 mm		
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης			
ανεξαρτήτου διαμέτρου	9 mm	ανεξαρτήτου διαμέτρου	13 mm

#### 4.1.3.2 Εγκατάσταση κανονικής γεωθερμίας

Για την κάλυψη ψυκτικών και θερμικών αναγκών τμήματος του κτηρίου, προβλέπεται η ανάπτυξη συστήματος εκμετάλλευσης της υπεδαφικής – κανονικής γεωθερμικής ενέργειας περιβαλλοντικής ενθαλπίας μέσω γεωθερμικού συστήματος κλειστού κυκλώματος γεωθερμικών εναλλακτών.

Η θερμική ισχύς του συστήματος εκτιμάται ότι θα ανέλθει σε **70kW<sub>th</sub>**. Ο προσδιορισμός του μεγέθους της εγκατάστασης κανονικής γεωθερμίας προέκυψε από μελέτη ανάπτυξης φορτίων κατά την θερινή περίοδο μέσω της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς ψυκτικού φορτίου<sup>4</sup> τα αποτελέσματα της οποίας προσαρμόσθηκαν στην κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των υπόψη χώρων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου και για χρόνους κατά τους οποίους δεν θα λειτουργεί η εγκατάσταση θέρμανσης. Το Γεωθερμικό σύστημα θα τροφοδοτεί δίκτυο Fan Coil Units το οποίο θα αντικαταστήσει το υφιστάμενο δίκτυο θερμαντικών σωμάτων των προς εξυπηρέτηση χώρων. Η αδειοδότηση της εγκατάστασης θα γίνει σύμφωνα με τις διατάξεις περί: «Εγκατάστασης Ενεργειακού συστήματος κλιματισμού χώρων μέσω εκμετάλλευσης θερμότητας γεωλογικών σχηματισμών και υπόγειων ή επιφανειακών νερών που δεν χαρακτηρίζονται Γεωθερμικό δυναμικό», σύμφωνα με την υπ. απόφαση Δ9Β, Δ/ Φ166/ οικ13068/ ΓΔΦΠ2488 /11-6-09. Με βάση τα γεωλογικά δεδομένα που ευρέθησαν και παρουσιάσθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, και εφόσον δεν έχουμε στη διάθεσή μας επίσημα γεωλογικά στοιχεία, με τομές, επίπεδα αντλήσεων και επίπεδα σταθμών υπογείων υδάτων για την περιοχή<sup>5</sup> προτείνουμε

<sup>4</sup> Διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδος – υπολογισμοί κατά ASHRAE, βιβλιογραφία Τεχνικές οδηγίες TEE, McQuiston Faye C., Parker Jerald D., «Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός. Σχεδιασμός και ανάλυση», Εκδόσεις Ιων. Επιμέλεια Μιχ Γρ Βραχόπουλος

<sup>5</sup> Απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη ανοικτών συστημάτων είναι η διατήρηση της ύπαρξης των υπογείων υδάτων σε βάθος χρόνου (περίπου 20 ετών) και η στάθμη αυτών δεν πρέπει να είναι κάτω από το βάθος των 50μ. Σε άλλη περίπτωση κρίνεται σκόπιμη η δημιουργία κλειστών συστημάτων.

την εγκατάσταση συστήματος κανονικής γεωθερμίας μέσω κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών που καλύπτει απόλυτα και σε βάθος χρόνου τις ανάγκες μας και αποφεύγει τον κίνδυνο δυσλειτουργίας από την έλλειψη της διαθεσιμότητας νερού προς άντληση.

Το προτεινόμενο και ασφαλές στην λειτουργία του γεωθερμικό σύστημα θα αποτελείται από τα ακόλουθα (Παράρτημα, Σχήματα Π2.1, Π2.2):

- Δέκα τέσσερις (14) κατακόρυφους Γεωθερμικούς Εναλλάκτες βάθους 100m έκαστος
- Αντλία ανακυκλοφορίας Γεωθερμικών Εναλλακτών / Αντλία πρωτεύοντος δικτύου
- Αντλία Θερμότητας (heat pump) και Σύστημα ελέγχου

Για τη διάνοιξη των γεωτρήσεων θα χρησιμοποιηθεί περιστροφικό γεωτρήπανο με αερόσφυρα και αδαμαντοφόρο κοπτικό 10-15 st/ct ή αντίστοιχη αξιόπιστη μέθοδος διάτρησης.

Στην περίπτωση που επιβάλλεται σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της διάτρησης λόγω της φύσεως του εδάφους, θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλος διατρητικός πολτός (π.χ. μπετονίτης) ή θα γίνει διάτρηση με περιφραγματικό σωλήνα.

Τα κάθετα γεωθερμικά δίκτυα θα κατασκευαστούν από σωλήνες ακτινοδικοτυομένου πολυαιθυλενίου **διπλού U** τύπου **PEXa Φ32x2,9mm** κατά DIN 16892/93. Σε κάθε γεώτρηση θα περιέχονται δύο ζεύγη σωληνώσεων.

Η πλήρωση των Γεωθερμικών εναλλακτών θα γίνει με μίγμα : 15%κβ ΤΣΙΜΕΝΤΟ / 25%κβ ΑΜΜΟΣ / 10%κβ ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ.

Η συλλογή των οριζόντιων δικτύων θα γίνεται σε συλλέκτες, οι οποίοι θα βρίσκονται τοποθετημένοι εντός φρεατίου.

Οι συλλέκτες θα είναι κατασκευασμένοι από PPR (ενδ. Τύπου AQUATHERM FASER 3ης γενιάς – PPR (80) FUSIOLEN – PN20 – SDR 7,4), αποτελούμενοι από δύο (2) τεμάχια σωλήνα συλλέκτη ελεγμένα σε δοκιμή πίεσης, θέση τοποθέτησης μανόμετρου, εξαεριστικού και βαλβίδας πλήρωσης καθώς και σφαιρικούς κρουνοί σε κάθε σημείο εισαγωγής και εξαγωγής. Σε περίπτωση συλλογής δικτύων ανόμοιου μήκους οι συλλέκτες θα διαθέτουν επιπλέον ρυθμιστικά παροχής σε κάθε σημείο επιστροφής από τους γεωθερμικούς εναλλάκτες με δυνατότητα τοπικής ρύθμισης.

Τα κεντρικά δίκτυα διανομής εντός του μηχανοστασίου θα κατασκευαστούν από PE-100. Οι ενώσεις των δικτύων θα επιτευχθούν με αυτογενή συγκόλληση. Εντός του κυκλώματος των γεωθερμικών εναλλακτών θα κυκλοφορεί μίγμα νερού – μονοαιθυλενογλυκόλης (85-15%).

Για την παραλαβή των συστολών και διαστολών των κεντρικών δικτύων θα προβλεφθεί κατάλληλη διαμόρφωση σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή.



Η ενέργεια που θα συλλέγεται από το υπέδαφος θα οδηγείται σε κατάλληλη Αντλία Θερμότητας ονομαστικής θερμικής ισχύος 70 kW<sub>th</sub>.

Η Αντλία Θερμότητας θα φέρει όλες τις κατάλληλες σημάνσεις και θα είναι ενεργειακής κλάσης B ή μεγαλύτερης.

#### **4.1.3.3 Υβριδικός αερισμός με ανεμιστήρες οροφής**

Προτείνεται η εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής σε όλους τους χώρους του Παλαιού Δημαρχείου Σχηματαρίου. Με τον τρόπο αυτό ανεβαίνει το θερμοκρασιακό όριο θερμικής άνεσης, καθώς η μεταφορά θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα μέσω του δημιουργούμενου ρεύματος αντιστοιχεί σε 3-4 βαθμούς χαμηλότερη «αισθητή» θερμοκρασία. Σε ένα κτήριο με την κατάλληλη θερμική και ηλιακή προστασία, η θερμοκρασία άνεσης με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής μπορεί να φτάσει και τους 29-32°C. Για κάθε βαθμό αύξησης του θερμοστάτη έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 7%. Έτσι, συνέπεια της χρήσης ανεμιστήρων οροφής είναι η χρονική μείωση της χρήσης και η ενεργειακά αποδοτική λειτουργία του κλιματιστικού συστήματος.

Θα εγκατασταθούν συνολικά 30 ανεμιστήρες οροφής.

#### **4.1.4 Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού**

##### **4.1.4.1 Τεχνητός φωτισμός**

Προτείνεται, η αντικατάσταση των φωτιστικών παλαιάς τεχνολογίας από νέα με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης και ηλεκτρονικά ballast. Ο συνολικός αριθμός φωτιστικών που θα αντικατασταθούν ανέρχεται σε 150.

##### **4.1.5 Σύστημα κεντρικής ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)**

Προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης της ενέργειας. Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS) θα προσφέρει τη δυνατότητα ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτηρίου, με απώτερο σκοπό την ορθολογικότερη λειτουργία των μονάδων στις οποίες υπάρχει κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η καταγραφή και ανάλυση των επιμέρους καταναλώσεων της εγκατάστασης θα αποτελεί τη βάση των λειτουργιών ενεργειακής διαχείρισης με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα, η συνεχής παρακολούθηση παραμέτρων σχετιζόμενων με ενεργοβόρες διεργασίες (όπως η θέρμανση ή η ψύξη) θα αποτελέσει βασικό εργαλείο εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων.

Στο σύστημα BEMS θα συνδεθεί, μέσω του δικτύου επικοινωνίας, μια οθόνη αφής η οποία θα είναι εγκατεστημένη στην είσοδο του κτηρίου. Στην οθόνη αυτή θα παρουσιάζονται τα στοιχεία ηλεκτρικής κατανάλωσης του κτηρίου σε πραγματικό χρόνο. Επίσης το κοινό θα

έχει τη δυνατότητα της επιλογής απεικόνισης ιστορικών δεδομένων της κατανάλωσης του κτηρίου και στατιστικών στοιχείων εξοικονόμησης ενέργειας.

Παράλληλα το κοινό θα μπορεί να βλέπει σε μιμικό διάγραμμα τη λειτουργία του συστήματος BEMS καθώς και την εσωτερική κατάσταση του κτηρίου όπως π.χ. θερμοκρασίες διαφόρων χώρων, λειτουργίες κλιματισμού, φωτισμού κλπ.

Τα οφέλη της εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης γενικότερα, είναι πολλαπλά, όπως:

- ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική/οπτική άνεση),
- οικονομικά (μείωση καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης-αερισμού-φωτισμού),
- περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου),
- κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής).

## 4.2 Εκτίμηση των αποτελεσμάτων των προτεινόμενων παρεμβάσεων

Με τη χρήση της ίδιας μεθοδολογίας που εφαρμόζει το λογισμικό TEE KENAK η οποία και εφαρμόστηκε στην προηγούμενη ενότητα εδώ γίνεται εκτίμηση της προκύπτουσας ετήσιας κατανάλωσης τελικής και πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές με την εφαρμογή του συνόλου των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

### 4.2.1 Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση / ψύξη

Με βάση τις προτεινόμενες επεμβάσεις οι συντελεστές U διαμορφώνονται σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1.

**Πίνακας 4.1:** Συντελεστής U για τα δομικά στοιχεία του κτηρίου-Προτεινόμενες επεμβάσεις.

Δομικό στοιχείο	Γειτνίαση	Συντελεστής U [W/m <sup>2</sup> K]
Φέρων οργανισμός οπλισμένου σκυροδέματος	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,46
Εξωτερική Τοιχοποιία με μόνωση	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,43
Δάπεδο με επικάλυψη παντός τύπου επί εδάφους		3,1
Οροφή		0,38
Πυλωτή		0,38
Ανοίγματα (Παράθυρο)		2,6

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4.2<sup>α</sup> οι συνολικές απώλειες είναι πολύ μειωμένες σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

**Πίνακας 4.2α:** Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις κτηρίου- Προτεινόμενες επεμβάσεις.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
5.7	0.0	0.0	0.0
3.9	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0
0.0	1.8	0.0	0.0
0.0	8.9	0.0	0.0
0.0	16.2	0.0	0.0
0.0	14.7	0.0	0.0
0.0	2.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0
3.9	0.0	0.0	0.0
16.6	44.2	0.0	0.0

**Πίνακας 4.2β:** Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις κτηρίου-Κτήριο Αναφοράς

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
(kWh/m <sup>2</sup> )			
5.2	0.0	0.0	0.0
3.6	0.0	0.0	0.0
1.8	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0
0.0	1.9	0.0	0.0
0.0	9.2	0.0	0.0
0.0	17.0	0.0	0.0
0.0	15.3	0.0	0.0
0.0	2.6	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0
0.9	0.0	0.0	0.0
3.7	0.0	0.0	0.0
15.4	46.0	0.0	0.0

#### 4.2.2 Καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη

Στους Πίνακες 4.3α και 4.3β παρουσιάζονται οι καταναλώσεις ενέργειας ανά μονάδα θερμαινόμενης ή ψυχόμενης επιφάνειας για το κτήριο με τις προτεινόμενες επεμβάσεις και το Κτήριο Αναφοράς.

**Πίνακας 4.3α:** Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα θερμαινόμενης ή ψυχόμενης επιφάνειας-  
Προτεινόμενες επεμβάσεις

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	3.7	0.0	0.0	2.7
ΦΕΒ	2.6	0.0	0.0	2.4
ΜΑΡ	1.4	0.0	0.0	2.7
ΑΠΡ	0.2	0.0	0.0	2.6
ΜΑΙ	0.0	0.6	0.0	2.7
ΙΟΥΝ	0.0	2.4	0.0	2.6
ΙΟΥΛ	0.0	4.3	0.0	2.7
ΑΥΓ	0.0	3.9	0.0	2.7
ΣΕΠ	0.0	0.8	0.0	2.6
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.0	2.7
ΝΟΕ	0.8	0.0	0.0	2.6
ΔΕΚ	2.6	0.0	0.0	2.7
ΣΥΝ	11.6	12.1	0.0	31.3

**Πίνακας 4.3β:** Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα θερμαινόμενης ή ψυχόμενης επιφάνειας  
Κτήριο Αναφοράς

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	7.2	0.0	0.0	3.0
ΦΕΒ	5.0	0.0	0.0	2.7
ΜΑΡ	2.6	0.0	0.0	3.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	0.0	2.9
ΜΑΙ	0.0	0.9	0.0	3.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.9	0.0	2.9
ΙΟΥΛ	0.0	7.0	0.0	3.0
ΑΥΓ	0.0	6.4	0.0	3.0
ΣΕΠ	0.0	1.2	0.0	2.9
ΟΚΤ	0.2	0.0	0.0	3.0
ΝΟΕ	1.4	0.0	0.0	2.9
ΔΕΚ	5.1	0.0	0.0	3.0
ΣΥΝ	21.9	19.5	0.0	35.4

#### 4.2.3 Υπολογισμός εκπομπών CO<sub>2</sub>

Στους Πίνακες 4.4α και 4.4β παρουσιάζεται ο υπολογισμός εκπομπών CO<sub>2</sub> για την υφιστάμενη κατάσταση και το Κτήριο Αναφοράς.

**Πίνακας 4.4α:** Παραγωγή CO<sub>2</sub> - Προτεινόμενες επεμβάσεις.

Πηγή Ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμου (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	47.3	46.8
Πετρέλαιο	7.7	2
Σύνολο	55	48.8

**Πίνακας 4.4β:** Παραγωγή CO<sub>2</sub> – Κτήριο Αναφοράς.

Πηγή Ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμου (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	56.2	55.6
Πετρέλαιο	20.6	5.4
Σύνολο	76.8	61

#### 4.2.4 Υπολογισμός πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές

Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζεται η τελική και πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές για την υφιστάμενη κατάσταση.

**Πίνακας 4.5:** Πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση/ψύξη, φωτισμό και συσκευές –Προτεινόμενες επεμβάσεις

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	6.0	0.0	0.0	7.7
ΦΕΒ	4.3	0.0	0.0	7.0
ΜΑΡ	2.5	0.0	0.0	7.7
ΑΠΡ	0.6	0.0	0.0	7.5
ΜΑΙ	0.0	1.9	0.0	7.7
ΙΟΥΝ	0.0	7.0	0.0	7.5
ΙΟΥΛ	0.0	12.4	0.0	7.7
ΑΥΓ	0.0	11.3	0.0	7.7
ΣΕΠ	0.0	2.4	0.0	7.5
ΟΚΤ	0.5	0.0	0.0	7.7
ΝΟΕ	1.5	0.0	0.0	7.5
ΔΕΚ	4.3	0.0	0.0	7.7
ΣΥΝ	19.7	35.0	0.0	90.8

#### 4.2.5 Ενεργειακή Κατάταξη

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+	E.A. < 0.33 K.A.
A	0.33 K.A. < E.A. < 0.50 K.A.
B+	0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.
B	0.75 K.A. < E.A. < 1.00 K.A.
Γ	1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.
Δ	1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.
Ε	1.82 K.A. < E.A. < 2.27 K.A.
Ζ	2.27 K.A. < E.A. < 2.73 K.A.
Η	2.73 K.A. < E.A.

Ενεργειακά μη αποδοτικό

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

**B**

ΑΠΟΔΟΣΗ

**0,78**

## **5. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**

Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζεται το κόστος των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας όπως υπολογίσθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

Ο προϋπολογισμός του έργου προέκυψε από τα οριζόμενα με βάση την νομοθεσία, δηλαδή κοστολόγια ανάλογων έργων στην σημερινή πραγματικότητα τις τιμές των έργων όπως προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία. Η επιλογή των τελικών ειδών και του τελικού προμηθευτή καθώς και τα στοιχεία εργολαβικού οφέλους και κόστους αναθεωρήσεων θα πρέπει να προβλεφθούν κατά την φάση της οριστικής και της μελέτης εφαρμογής.

Πίνακας 5.1: Προϋπολογισμός έργου.

Προϋπολογισμός Κόστους Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης			
<b>Γεωθερμικό Σύστημα Κλιματισμού</b>			
Αντλία Θερμότητας Υδρόψυκτη 70kW-th	1 τεμ.	18500 €/τεμ.	18.500 €
Γεωθερμικοί Εναλλάκτες	14 τεμ.	5400 €/τεμ.	75.600 €
Εξωτερικά Υδραυλικά Δίκτυα	1 τεμ.	7500 €/τεμ.	7.500 €
Ηλεκτρολογικά & Αυτοματισμοί	1 τεμ.	3000 €/τεμ.	3.000 €
Εσωτερικά Υδραυλικά Δίκτυα	1 τεμ.	6500 €/τεμ.	6.500 €
Fan Coil Units	50 τεμ.	800 €/τεμ.	40.000 €
Μηχανοστάσιο	1 τεμ.	8500 €/τεμ.	8.500 €
Μερικό Σύνολο			159.600 €
Απρόβλεπτα		15%	23.940 €
Γενικό Σύνολο			<b>183.540 €</b>
<b>Μηχανοστάσιο λέβητας αντλίες δοχείο αδρανείας</b>			
Λέβητας	1 τεμ.	6500 €/τεμ.	6.500 €
Δοχείο Αδρανείας	1 τεμ.	3500 €/τεμ.	3.500 €
Μερικό Σύνολο			10.000 €
Απρόβλεπτα		15%	1.500 €
Γενικό Σύνολο			<b>11.500 €</b>
<b>Επεμβάσεις στην μόνωση του κτηρίου</b>			
Τοποθέτηση μόνωσης στην στέγη και πιλωτή	981,47 m <sup>2</sup>	45 €/m <sup>2</sup>	44.166 €
Μερικό Σύνολο			44.166 €
Απρόβλεπτα		15%	6.625 €
Γενικό Σύνολο			<b>50.791 €</b>
<b>Αντικατάσταση Κουφωμάτων</b>			
Αντικατάσταση Κουφωμάτων	183,023 m <sup>2</sup>	280 €/m <sup>2</sup>	51.246 €
Μερικό Σύνολο			51.246 €
Απρόβλεπτα		15%	7.687 €
Γενικό Σύνολο			<b>58.933 €</b>
<b>Αντικατάσταση Λαμπτήρων και Φωτιστικών σωμάτων</b>			
Λαμπτήρες Φθορισμού T5 και φωτιστικά	150 τεμ.	50 €/τεμ.	7.500 €
Μερικό Σύνολο			7.500 €
Απρόβλεπτα		15%	1.125 €
Γενικό Σύνολο			<b>8.625 €</b>
<b>Ανεμιστήρες Οροφής</b>			
Ανεμιστήρας Οροφής 100W	30 τεμ.	150 €/τεμ.	4.500 €
Μερικό Σύνολο			4.500 €
Απρόβλεπτα		15%	675 €
Γενικό Σύνολο			<b>5.175 €</b>
<b>Μετατροπές ηλεκτρολογικών δικτύων</b>			
Μετατροπές ηλεκτρολογικών δικτύων	1 τεμ.	10000 €/τεμ.	10.000 €
Μερικό Σύνολο			10.000 €
Απρόβλεπτα		15%	1.500 €
Γενικό Σύνολο			<b>11.500 €</b>
<b>Μονώσεις Δικτύων σύμφωνα με Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010</b>			
Μόνωση Δικτύων	1 τεμ.	8000 €/τεμ.	8.000 €
Μερικό Σύνολο			8.000 €
Απρόβλεπτα		15%	1.200 €
Γενικό Σύνολο			<b>9.200 €</b>
<b>Δίκτυο Αυτοματισμών (BMS)</b>			
BMS + display panel	1 τεμ.	6650 €/τεμ.	6.650 €
Μερικό Σύνολο			6.650 €
Απρόβλεπτα		15%	998 €
Γενικό Σύνολο			<b>7.648 €</b>
<b>Εσωτερική μόνωση εξωτερικών τοίχων</b>			
Μόνωση εξωτερικών τοίχων	621,162 m <sup>2</sup>	35 €/m <sup>2</sup>	21.741 €
Μερικό Σύνολο			21.741 €
Απρόβλεπτα		15%	3.261 €
Γενικό Σύνολο			<b>25.002 €</b>
<b>Βαφή με θερμομονωτικά υλικά</b>			
Βαφή Εξωτερικών τοίχων	621,162 m <sup>2</sup>	18 €/m <sup>2</sup>	11.181 €
Μερικό Σύνολο			11.181 €
Απρόβλεπτα		15%	1.677 €
Γενικό Σύνολο			<b>12.858 €</b>
Σύνολο Κόστους Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης			<b>384.771,80 €</b>
<b>ΑΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΑΝΑΔΟΧΟΥ</b>			<b>21.060,43 €</b>
1. Μελέτη Εφαρμογής & Επίβλεψη Έργου Γεωθερμίας	8%		<b>14.683,20 €</b>
2 Ενεργειακή επιθεώρηση (τώρα)			<b>3.188,62 €</b>
3. Ενεργειακή Πιστοποίηση (2ο ΠΕΑ)			<b>3.188,62 €</b>
Γενικό Σύνολο Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης (με ΦΠΑ)			<b>405.832,23 €</b>



## 6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ - ΟΦΕΛΟΥΣ

	Υφιστάμενη Κατάσταση	Μελλοντική κατάσταση	Ποσοστό Βελτίωσης
Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)			
Ηλεκτρισμός	150,6	47,30	69%
Πετρέλαιο θέρμανσης	131,2	7,7	94%
Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)			
Θέρμανση	148,5	19,7	75%
Ψύξη	236,00	35,00	
Φωτισμός	196,60	90,80	
ΖΝΧ	0,00	0	
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0	68,01	
Σύνολο	581,1	145,50	
Εκπομπές CO2 (kg/m²)			
Ηλεκτρισμός	148,90	46,56	69%
Πετρέλαιο θέρμανσης	34,60	2,03	94%
Ετήσιο Ενεργειακό Κόστος* (€/m²)	26,33 €/m²	3,61 €/m²	86%
Συνολικό Ετήσιο Ενεργειακό Κόστος* (€)	27.948,60 €	3.828,84 €	-24.119,75 €
Προϋπολογισμός Κόστους Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης			405.832,23 €
Απλός Χρόνος Αποπληρωμής			16,83 έτη

### Αν θέσουμε

\* Με τιμή αναφοράς πετρελαίου θέρμανσης τα 1.3€/lt και ηλεκτρικής ενέργειας τα 0.14€/kWh-el  
τότε

<b>Ετήσιο Ενεργειακό Κόστος* (€/m<sup>2</sup>)</b>	42,40 €/m <sup>2</sup>	7,87 €/m <sup>2</sup>	81%
<b>Συνολικό Ετήσιο Ενεργειακό Κόστος* (€)</b>	45.015,24 €	8.358,08 €	<b>-36.657,15 €</b>
<b>Προϋπολογισμός Κόστους Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης</b>			<b>405.832,23 €</b>
<b>Απλός Χρόνος Αποπληρωμής</b>			<b>11,07 έτη</b>

## 7. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Χρονοδιάγραμμα Εξέλιξης Εργασιών / Επεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης						
Μήνες	1	2	3	4	5	6
1. Εκπόνηση Μελέτης Εφαρμογής						
2. Αδειοδοτήσεις συστημάτων						
3. Κατασκευή Εξωτερικών Δικτύων Γεωθερμικού Συστήματος						
4. Αντικατάσταση ανοιγμάτων						
5. Τοποθέτηση μονώσεων - εσωτερικά						
6. Κατασκευή Μηχανοστασίου & εσωτερικών δικτύων Γεωθερμικού Συστήματος						
7. Αντικατάσταση Λαμπτήρων						
8. Προμήθεια και Τοποθέτηση Ανεμιστήρων Οροφής						
9. Επεμβάσεις στο Μηχανοστάσιο / τοποθέτηση λεβητα κλπ						
10. Τοποθέτηση εσωτερικού δικτύου και τοπικών μονάδων Μονωμένο σύμφωνα με Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010						
11. Δίκτυο Αυτοματισμών (BMS)						
12. Δοκιμές και Παραλαβή Έργου						

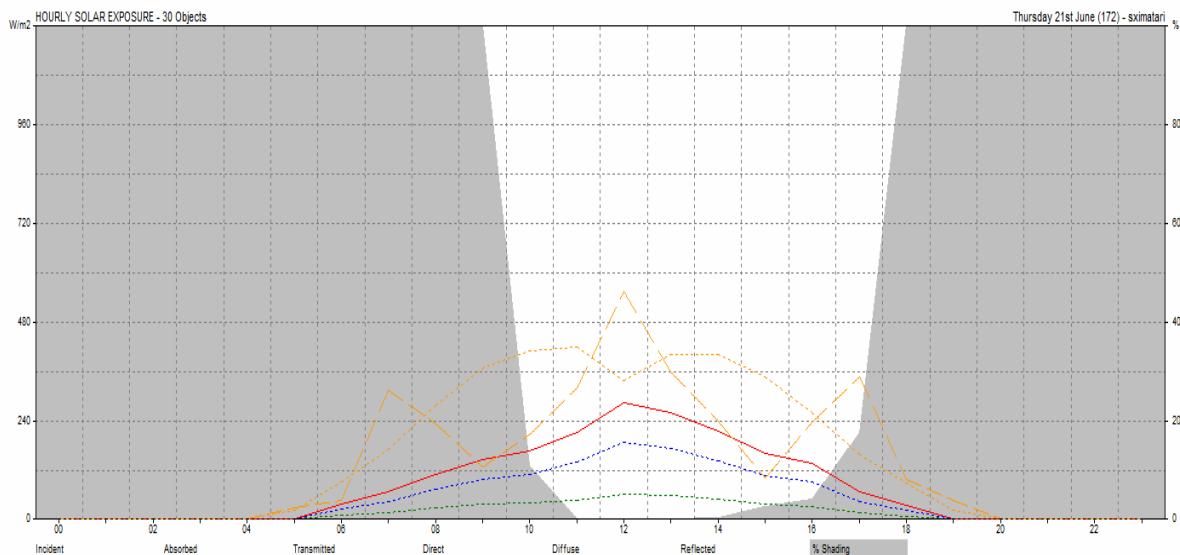
### Παρατήρηση

Η έναρξη εξέλιξης του ανωτέρω χρονοδιαγράμματος εξαρτάται από το χρόνο έγκρισης της πρότασης και τη διαδικασία ανάθεσης της Μελέτης Εφαρμογής.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## Π.1 Ανάλυση ηλιασμού των παραθύρων

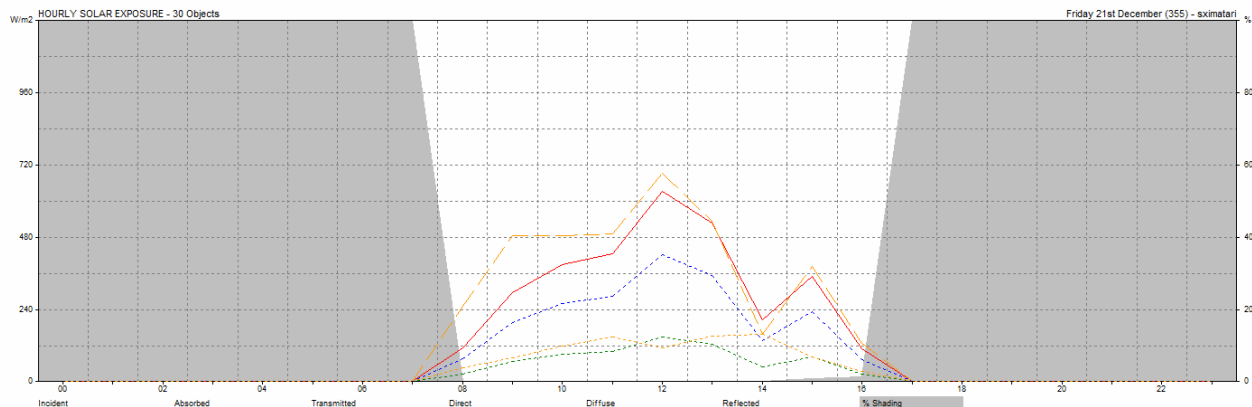
Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Ν προσανατολισμό την 21η Ιουνίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st June

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)		ABSORBED (w/m2)		TRANSMITTED (w/m2)	
						W	W	W	W	W	W
0600	48	92	>90.00	100%	0	36	11779	9	2984	24	7842
0700	314	171	>90.00	100%	0	67	21894	17	5546	45	14576
0800	234	277	>90.00	100%	0	109	35465	28	8985	72	23611
0900	127	368	>90.00	100%	0	145	47116	37	11936	96	31367
1000	207	412	88.83	11%	0	166	53972	41	13363	110	35932
1100	319	420	81.69	0%	0	211	68791	48	15627	141	45797
1200	554	339	74.27	0%	0	283	92334	62	20048	189	61472
1300	358	403	73.33	0%	0	261	85058	60	19405	174	56627
1400	238	401	76.07	0%	0	215	69936	50	16275	143	46560
1500	101	347	76.20	3%	0	160	52070	39	12593	106	34665
1600	237	259	80.78	4%	0	138	45011	31	10085	92	29966
1700	346	158	88.93	18%	0	67	21956	16	5125	45	14617
1800	97	89	>90.00	100%	0	35	11395	9	2887	23	7586
TOTALS					0	1893	616777	445	144859	1260	410619

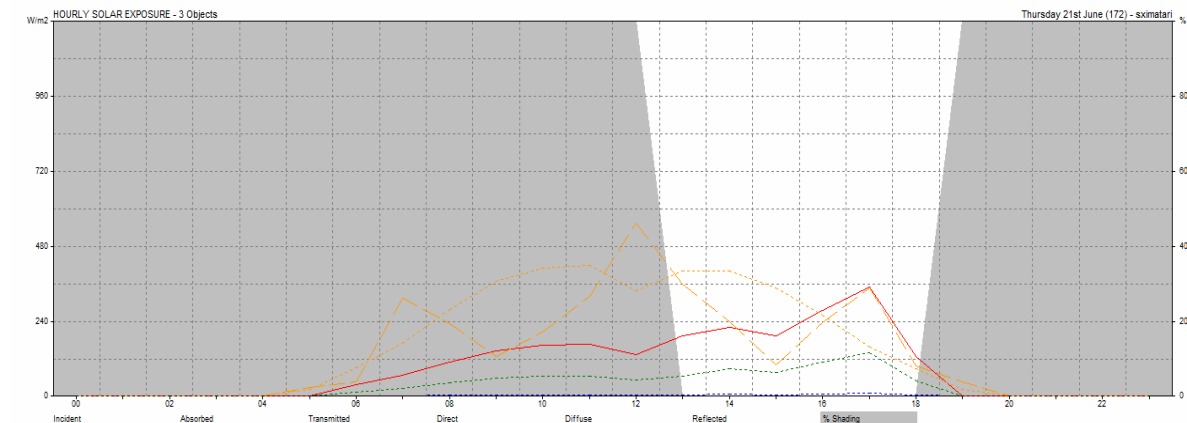
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Ν προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)		ABSORBED (w/m2)		TRANSMITTED (w/m2)	
						(w/m2)	W	(w/m2)	W	(w/m2)	W
0800	251	48	67.66	0%	0	114	37243	25	8035	76	24794
0900	485	81	56.98	0%	0	296	96489	68	22074	197	64238
1000	486	118	45.21	0%	0	389	126693	91	29812	259	84346
1100	492	149	41.56	0%	0	427	139054	101	32893	284	92575
1200	692	113	31.77	0%	0	633	206198	150	48782	421	137276
1300	534	151	28.42	0%	0	529	172387	126	40949	352	114767
1400	158	158	24.71	0%	0	206	67004	50	16150	137	44608
1500	383	83	33.39	1%	0	350	113987	83	26999	233	75887
1600	127	34	38.65	1%	0	111	36210	26	8572	74	24107
TOTALS					0	3054	995264	719	234267	2033	662597

## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Δ προσανατολισμό την 21η Ιουνίου



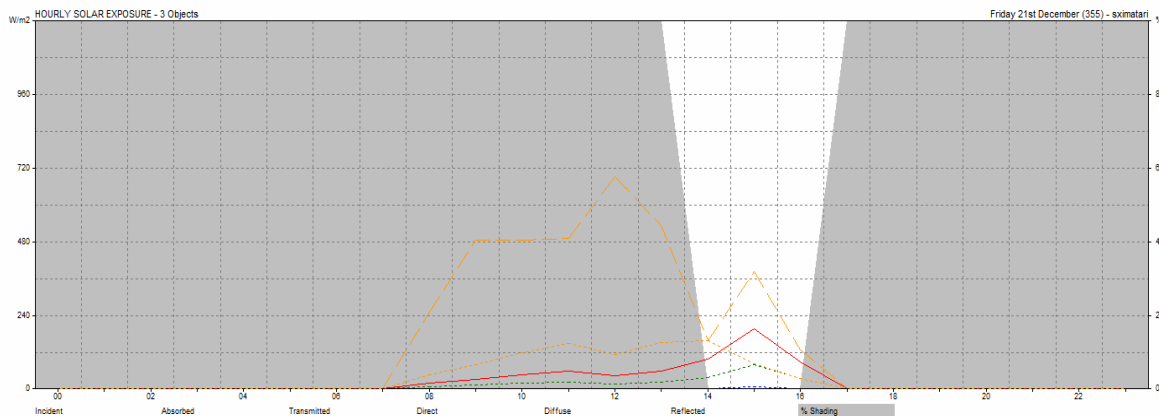
HOURLY SOLAR EXPOSURE

sximatari

Date: 21st June

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
						(w/m2)	W	(w/m2)	W	(w/m2)	W
0600	48	92	>90.00	100%	0	36	776	14	308	1	24
0700	314	171	>90.00	100%	0	68	1443	27	573	2	44
0800	234	277	>90.00	100%	0	110	2338	44	928	3	72
0900	127	368	>90.00	100%	0	146	3106	58	1233	4	95
1000	207	412	>90.00	100%	0	163	3477	65	1381	5	107
1100	319	420	>90.00	100%	0	166	3545	66	1407	5	109
1200	554	339	>90.00	100%	0	134	2861	53	1136	4	88
1300	358	403	84.54	0%	0	193	4127	63	1350	6	127
1400	238	401	74.63	0%	0	222	4730	87	1866	7	145
1500	101	347	56.41	0%	0	193	4120	77	1635	6	126
1600	237	259	42.74	0%	0	277	5899	110	2342	8	181
1700	346	158	33.71	0%	0	350	7473	139	2967	11	229
1800	97	89	18.97	0%	0	127	2708	50	1075	4	83
TOTALS					0	2185	46604	853	18202	67	1429

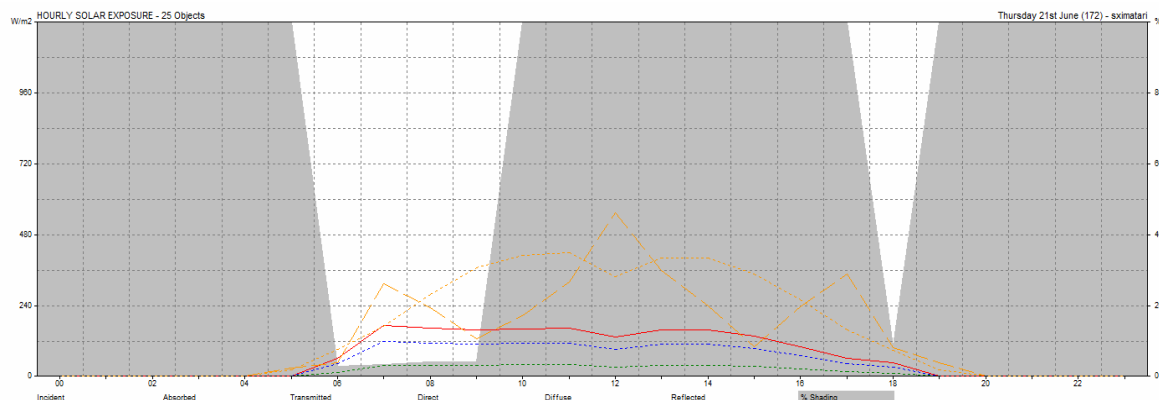
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Δ προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)	W	ABSORBED (w/m2)	W	TRANSMITTED (w/m2)	W
0800	251	48	>90.00	100%	0	19	405	8	161	1	12
0900	485	81	>90.00	100%	0	32	684	13	271	1	21
1000	486	118	>90.00	100%	0	47	996	19	395	1	31
1100	492	149	>90.00	100%	0	59	1258	23	499	2	39
1200	692	113	>90.00	100%	0	45	954	18	379	1	29
1300	534	151	>90.00	100%	0	60	1274	24	506	2	39
1400	158	158	77.54	0%	0	97	2061	38	806	3	63
1500	383	83	64.50	0%	0	198	4218	78	1669	6	129
1600	127	34	54.29	0%	0	88	1868	35	741	3	57
TOTALS					0	643	13717	254	5428	20	420

## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Β προσανατολισμό την 21η Ιουνίου

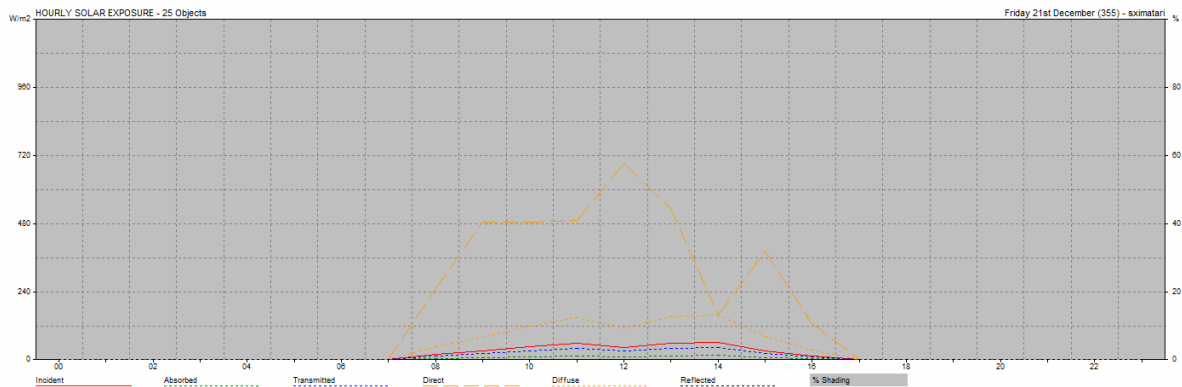


HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st June

HOUR	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
						(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W	(W/m <sup>2</sup> )	W
0600	48	92	57.54	3%	0	61	20469	14	4822	42	14180
0700	314	171	69.65	3%	0	173	57785	37	12509	120	40032
0800	234	277	75.50	4%	0	165	55215	37	12268	114	38252
0900	127	368	84.10	4%	0	157	52520	37	12382	109	36385
1000	207	412	>90.00	100%	0	162	54108	40	13377	112	37485
1100	319	420	>90.00	100%	0	165	55159	41	13636	114	38213
1200	554	339	>90.00	100%	0	133	44521	33	11007	92	30843
1300	358	403	>90.00	100%	0	158	52926	39	13084	109	36666
1400	238	401	>90.00	100%	0	157	52664	39	13020	109	36484
1500	101	347	>90.00	100%	0	136	45572	34	11266	94	31571
1600	237	259	>90.00	100%	0	102	34015	25	8409	70	23565
1700	346	158	>90.00	100%	0	62	20750	15	5130	43	14375
1800	97	89	82.87	9%	0	46	15368	10	3323	32	10647
TOTALS					0	1675	561074	401	134233	1161	388701



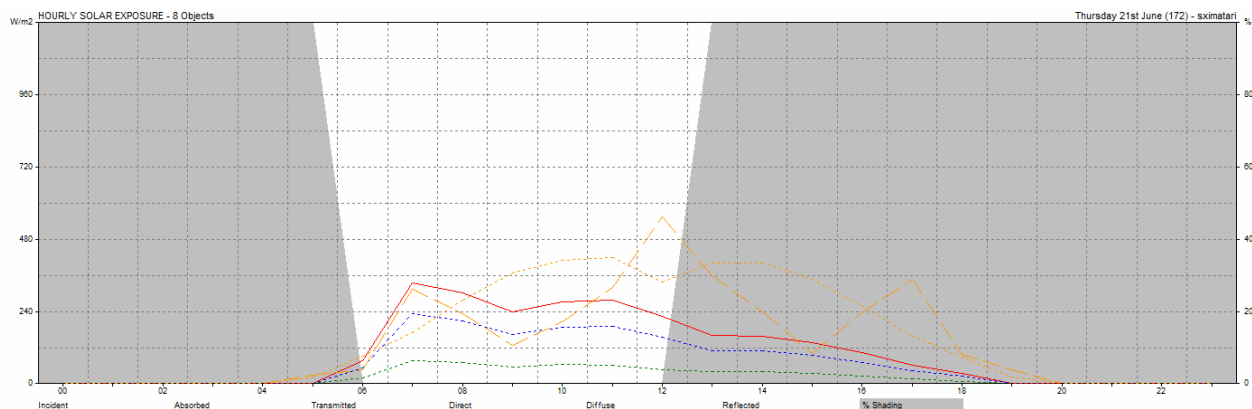
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Β προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)		ABSORBED (w/m2)		TRANSMITTED (w/m2)	
						W		W		W	
0800	251	48	>90.00	100%	0	19	6304	5	1558	13	4367
0900	485	81	>90.00	100%	0	32	10638	8	2630	22	7370
1000	486	118	>90.00	100%	0	46	15497	11	3831	32	10736
1100	492	149	>90.00	100%	0	58	19568	14	4838	40	13557
1200	692	113	>90.00	100%	0	44	14840	11	3669	31	10281
1300	534	151	>90.00	100%	0	59	19831	15	4903	41	13739
1400	158	158	>90.00	100%	0	62	20750	15	5130	43	14375
1500	383	83	>90.00	100%	0	33	10900	8	2695	23	7552
1600	127	34	>90.00	100%	0	13	4465	3	1104	9	3093
TOTALS					0	367	122795	91	30357	254	85070

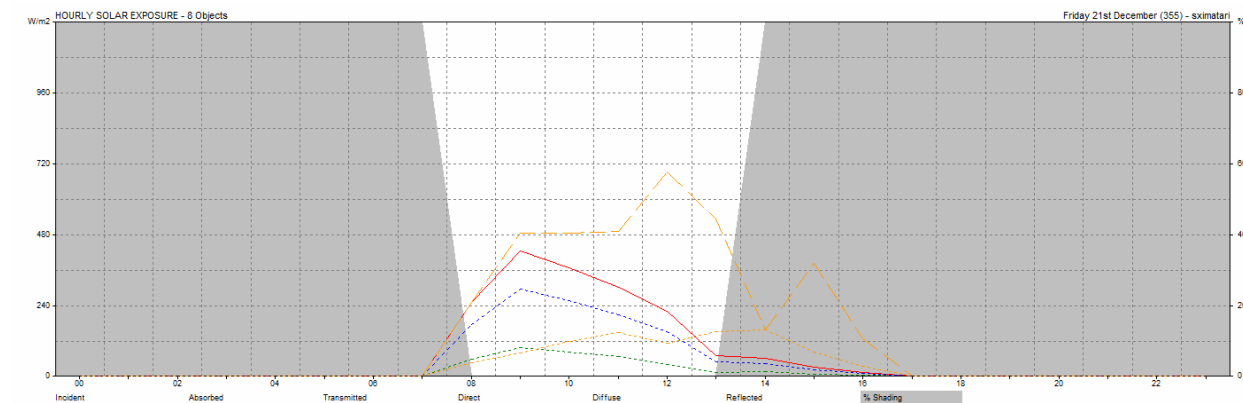
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Α προσανατολισμό την 21η Ιουνίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st June

HOUR	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )		ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )		TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	
						W	W	W	W	W	W
0600	48	92	32.85	0%	0	77	1117	18	265	53	774
0700	314	171	31.88	0%	0	334	4868	78	1131	232	3372
0800	234	277	35.02	0%	0	301	4387	71	1032	209	3039
0900	127	368	43.37	0%	0	238	3466	57	829	165	2401
1000	207	412	58.46	0%	0	271	3952	64	931	188	2738
1100	319	420	69.64	0%	0	277	4037	63	917	192	2797
1200	554	339	80.53	0%	0	225	3282	46	669	156	2274
1300	358	403	>90.00	100%	0	160	2323	39	574	111	1610
1400	238	401	>90.00	100%	0	159	2312	39	572	110	1602
1500	101	347	>90.00	100%	0	137	2000	34	495	95	1386
1600	237	259	>90.00	100%	0	103	1493	25	369	71	1034
1700	346	158	>90.00	100%	0	63	911	15	225	43	631
1800	97	89	>90.00	100%	0	35	513	9	127	24	355
TOTALS					0	2381	34662	559	8136	1649	24013

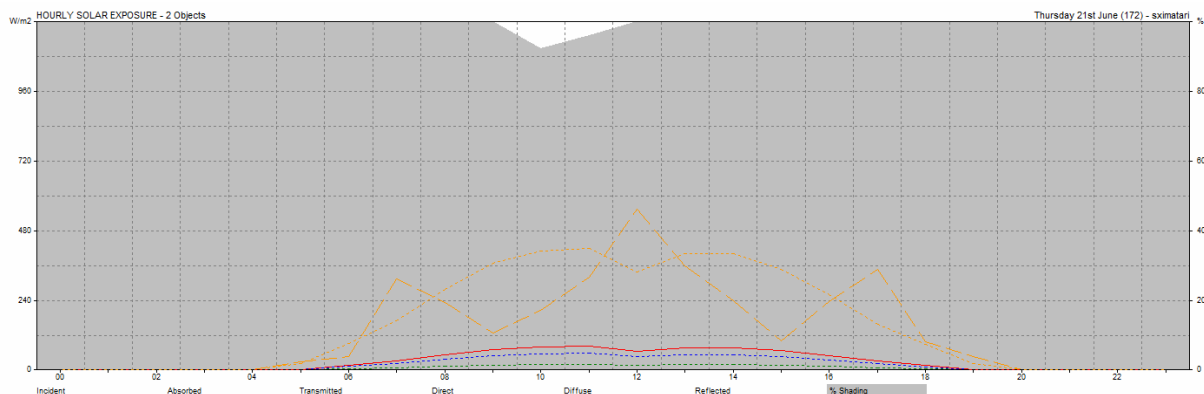
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Α ορόφου με Α προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOURLY	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)	W	ABSORBED (w/m2)	W	TRANSMITTED (w/m2)	W
0800	251	48	21.55	0%	0	252	3676	58	847	175	2547
0900	485	81	35.60	0%	0	426	6209	98	1426	295	4301
1000	486	118	48.44	0%	0	369	5374	84	1224	256	3723
1100	492	149	60.51	0%	0	301	4386	67	972	209	3038
1200	692	113	75.33	0%	0	220	3203	42	607	152	2219
1300	534	151	88.93	0%	0	70	1015	15	215	48	703
1400	158	158	>90.00	100%	0	63	911	15	225	43	631
1500	383	83	>90.00	100%	0	33	479	8	118	23	331
1600	127	34	>90.00	100%	0	13	196	3	48	9	136
TOTALS					0	1748	25448	390	5683	1211	17630

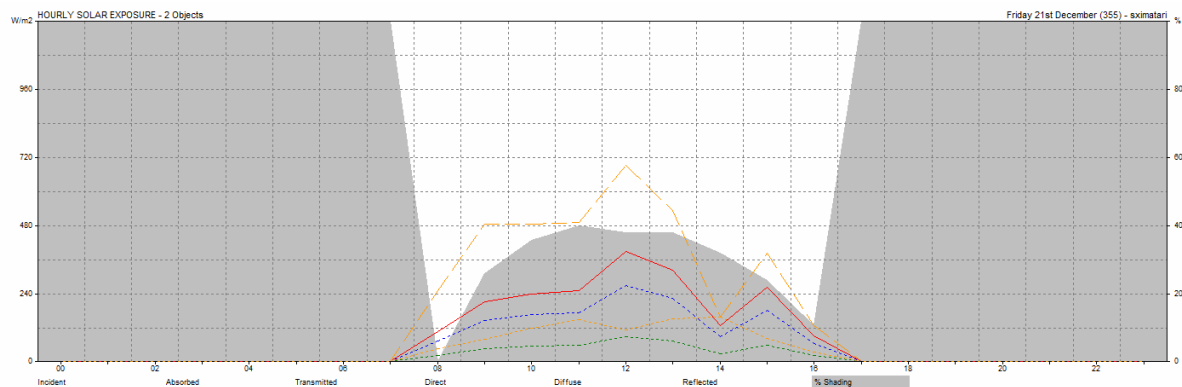
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Ν προσανατολισμό την 21η Ιουνίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st June

HOURLY	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0600	48	92	>90.00	100%	0	18	199	4	49	12	138
0700	314	171	>90.00	100%	0	33	370	8	91	23	256
0800	234	277	>90.00	100%	0	53	599	13	148	37	415
0900	127	368	>90.00	100%	0	71	795	18	197	49	551
1000	207	412	88.88	92%	0	80	894	20	220	55	619
1100	319	420	81.88	96%	0	83	927	20	227	57	642
1200	554	339	75.38	100%	0	65	733	16	181	45	508
1300	358	403	73.24	100%	0	78	871	19	215	54	603
1400	238	401	75.06	100%	0	77	867	19	214	53	600
1500	101	347	76.76	100%	0	67	750	17	185	46	520
1600	237	259	80.72	100%	0	50	560	12	138	35	388
1700	346	158	87.82	100%	0	30	341	8	84	21	237
1800	97	89	>90.00	100%	0	17	192	4	48	12	133
TOTALS					0	721	8097	178	1999	500	5609

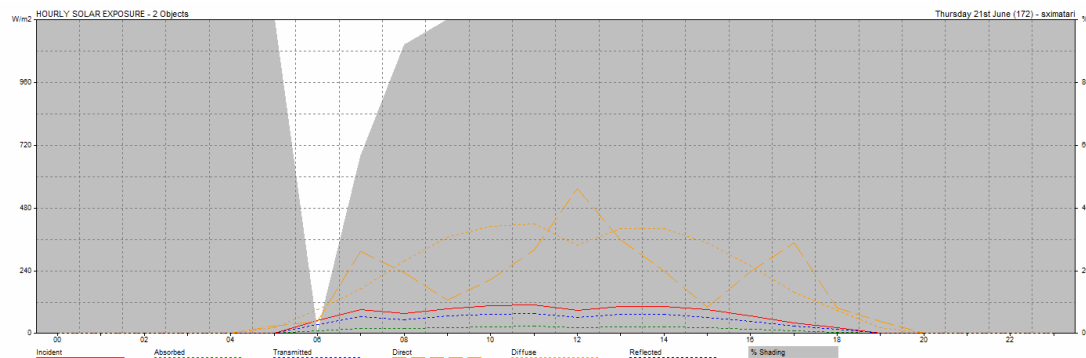
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με N προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOUR	BEAM (W/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (W/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (W/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (W/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (W/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (W/m <sup>2</sup> )	W
0800	251	48	67.20	0%	0	107	1196	22	248	74	828
0900	485	81	57.09	26%	0	211	2366	47	524	146	1639
1000	486	118	46.21	36%	0	239	2681	54	611	165	1858
1100	492	149	41.51	40%	0	250	2803	57	643	173	1942
1200	692	113	31.57	38%	0	388	4357	89	1001	269	3018
1300	534	151	27.63	38%	0	323	3626	74	836	224	2512
1400	158	158	25.08	32%	0	128	1435	30	335	89	994
1500	383	83	32.57	24%	0	262	2940	60	675	181	2037
1600	127	34	40.37	11%	0	93	1044	21	239	64	723
TOTALS					0	2000	22448	455	5111	1385	15551

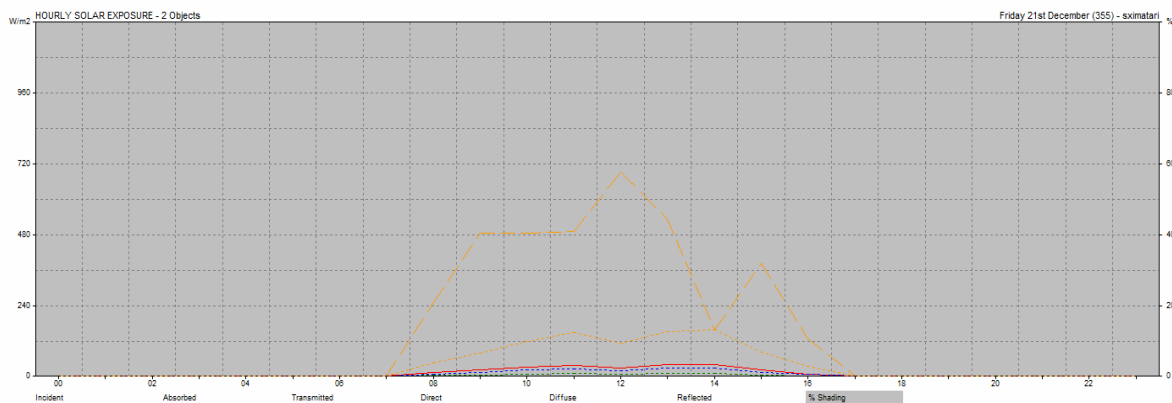
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Β προσανατολισμό την 21η Ιουνίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st June

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)	W	ABSORBED (w/m2)	W	TRANSMITTED (w/m2)	W
0600	48	92	57.86	0%	0	50	329	12	76	34	228
0700	314	171	69.82	57%	0	92	609	20	135	63	422
0800	234	277	75.86	92%	0	77	510	19	124	53	353
0900	127	368	84.04	100%	0	96	638	24	158	66	442
1000	207	412	>90.00	100%	0	107	714	27	177	74	495
1100	319	420	>90.00	100%	0	110	728	27	180	76	504
1200	554	339	>90.00	100%	0	88	587	22	145	61	407
1300	358	403	>90.00	100%	0	105	698	26	173	73	484
1400	238	401	>90.00	100%	0	105	695	26	172	72	481
1500	101	347	>90.00	100%	0	90	601	22	149	63	417
1600	237	259	>90.00	100%	0	68	449	17	111	47	311
1700	346	158	>90.00	100%	0	41	274	10	68	29	190
1800	97	89	82.28	100%	0	23	154	6	38	16	107
TOTALS					0	1051	6986	256	1704	728	4840

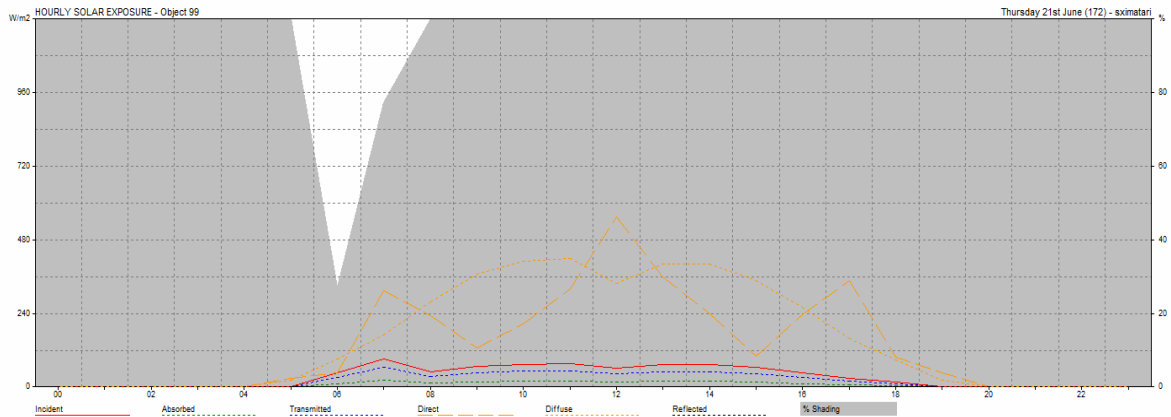
## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Β προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)		ABSORBED (w/m2)		TRANSMITTED (w/m2)	
						W	W	W	W	W	W
0800	251	48	>90.00	100%	0	13	83	3	21	9	58
0900	485	81	>90.00	100%	0	21	140	5	35	15	97
1000	486	118	>90.00	100%	0	31	204	8	51	21	142
1100	492	149	>90.00	100%	0	39	258	10	64	27	179
1200	692	113	>90.00	100%	0	29	196	7	48	20	136
1300	534	151	>90.00	100%	0	39	262	10	65	27	181
1400	158	158	>90.00	100%	0	41	274	10	68	29	190
1500	383	83	>90.00	100%	0	22	144	5	36	15	100
1600	127	34	>90.00	100%	0	9	59	2	15	6	41
TOTALS					0	244	1620	60	401	169	1123

## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Α προσανατολισμό την 21η Ιουνίου



### HOURLY SOLAR EXPOSURE

sximatari

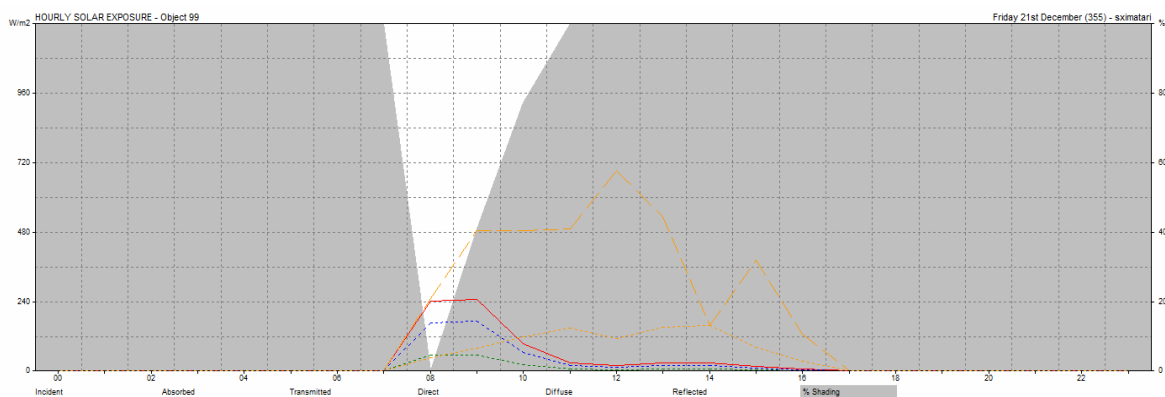
Object: 99 (11.440 m2) (Azi: 100.00 °, Alt: 0.00 °)

Date: 21st June

HOUR	BEAM (w/m2)	DIFFUSE (w/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m2)	INCIDENT (w/m2)	W	ABSORBED (w/m2)	W	TRANSMITTED (w/m2)	W
0600	48	92	32.85	27%	0	46	527	11	124	32	365
0700	314	171	31.88	77%	0	92	1050	22	247	64	727
0800	234	277	35.02	100%	0	50	577	12	143	35	400
0900	127	368	43.37	100%	0	67	767	17	190	46	531
1000	207	412	58.46	100%	0	75	859	19	212	52	595
1100	319	420	69.64	100%	0	77	876	19	216	53	607
1200	554	339	80.53	100%	0	62	707	15	175	43	490
1300	358	403	>90.00	100%	0	73	840	18	208	51	582
1400	238	401	>90.00	100%	0	73	836	18	207	51	579
1500	101	347	>90.00	100%	0	63	723	16	179	44	501
1600	237	259	>90.00	100%	0	47	540	12	133	33	374
1700	346	158	>90.00	100%	0	29	329	7	81	20	228
1800	97	89	>90.00	100%	0	16	186	4	46	11	129
TOTALS					0	771	8817	189	2160	534	6108



## Ανάλυση ηλιασμού για παράθυρα Ισογείου με Α προσανατολισμό την 21η Δεκεμβρίου



HOURLY SOLAR EXPOSURE  
sximatari  
Date: 21st December

HOUR	BEAM (w/m <sup>2</sup> )	DIFFUSE (w/m <sup>2</sup> )	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	REFLECT (w/m <sup>2</sup> )	INCIDENT (w/m <sup>2</sup> )	W	ABSORBED (w/m <sup>2</sup> )	W	TRANSMITTED (w/m <sup>2</sup> )	W
0800	251	48	21.55	0%	0	242	2771	56	637	168	1920
0900	485	81	35.60	41%	0	248	2835	57	650	172	1964
1000	486	118	48.44	77%	0	95	1084	22	249	66	751
1100	492	149	60.51	100%	0	27	311	7	77	19	215
1200	692	113	75.33	100%	0	21	236	5	58	14	163
1300	534	151	88.93	100%	0	28	315	7	78	19	218
1400	158	158	>90.00	100%	0	29	329	7	81	20	228
1500	383	83	>90.00	100%	0	15	173	4	43	10	120
1600	127	34	>90.00	100%	0	6	71	2	18	4	49

## ***Π.2 Σχήματα Γεωθερμίας***

### **Π.2.1 Προτεινόμενες Θέσεις Γεωτρήσεων**

## **Π.2.2 Σχέδιο Μηχανοστασίου**