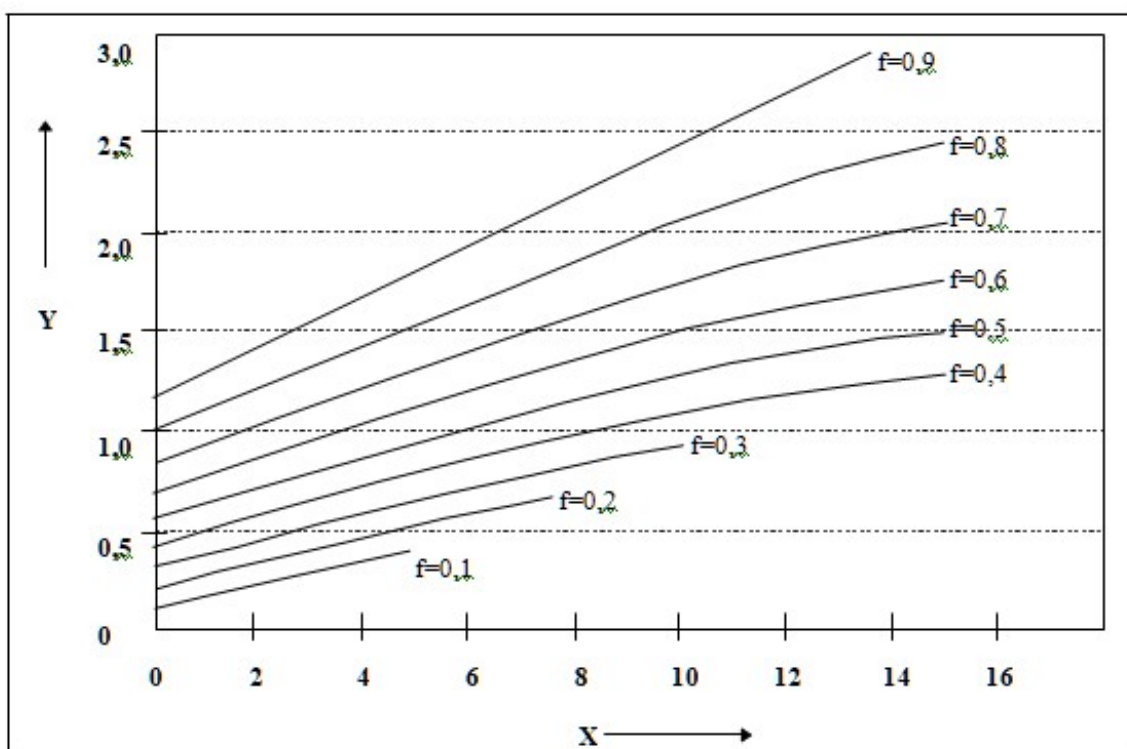




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Ανάπτυξη διαδικτυακού εργαλείου υπολογισμού της απόδοσης ηλιοθερμικών συστημάτων



Φοιτητής: Σαββίδης Χρήστος  
ΑΜ: et03965

Επιβλέπων Καθηγητής  
Κωνσταντίνος Ψωμόπουλος  
Καθηγητής

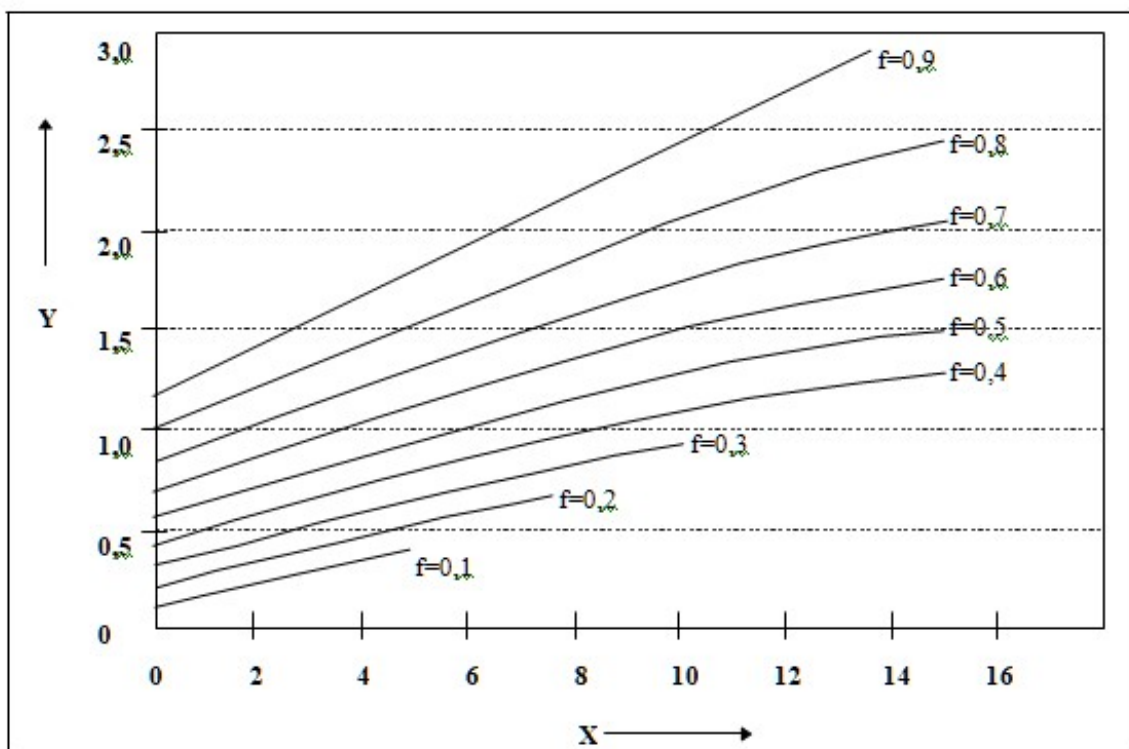
ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING

Diploma Thesis

Development of an online tool for calculating the performance of solar thermal systems



Student: Christos Savvidis  
Registration Number: et03965

Supervisor  
Constantinos Psomopoulos  
Professor

ATHENS-EGALEO, MARCH 2024

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Ψωμόπουλος Κωνσταντίνος, Καθηγητής	Βόκας Γεώργιος, Καθηγητής	Καλκάνης Κωνσταντίνος, Επίκουρος Καθηγητής
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Σαββίδης Χρήστος, Μάρτιος, 2024**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

### **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΣΑΒΒΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ του ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, με αριθμό μητρώου et03965 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 01/04/2024 και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος/ουσας καθηγητή/ήτριας.»

Ο Δηλών

ΣΑΒΒΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ



(Υπογραφή φοιτητή)

Η παρούσα μελέτη δημιουργήθηκε χάρη στην υποστήριξη και στην υπομονή τόσο καθηγητών όσο και φίλων.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Ψωμόπουλο, τον Δημήτρη και τον Σταύρο. Ευχαριστώ την μητέρα μου για την στήριξή της και την Κατερίνα για την εξαιρετική ψυχραιμία που έδειξε.

## Περίληψη

Στη διπλωματική εργασία αυτή αναλύεται η διαδικασία υπολογισμού της ηλιακής κάλυψης ενός συστήματος ζεστού νερού χρήσης με την μέθοδο των καμπυλών F. Από το εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Τ.Ε.Ι. Αθήνας ως τις Τεχνικές οδηγίες του Τ.Ε.Ε. αναδεικνύεται η πολυπλοκότητα που έχει η ηλιοθερμία και τα συστήματα που την αξιοποιούν. Οι τεχνικές οδηγίες είναι ο άξονας στον οποίο βασίστηκε η υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής.

Παρουσιάζεται η δημιουργία ενός φύλλου υπολογισμών στο excel το οποίο ενσωματώνει τύπους και δεδομένα, σύμφωνα με τις TOTEE (Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος), εφαρμόζοντας έτσι την μέθοδο καμπυλών F.

Αναδεικνύεται η δημιουργία μίας ψηφιακής βάσης δεδομένων, εισάγοντας κλιματικά δεδομένα τα οποία απορροφήθηκαν από τις Τεχνικές Οδηγίες, για πόλεις ανά την Ελληνική επικράτεια και η περιγραφή της μεθόδου καμπυλών F σε κώδικες PHP, HTML .

Τελικός στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη της δημιουργίας ενός ψηφιακού εργαλείου υπολογισμού ηλιακής κάλυψης και η ενσωμάτωση του στην ιστοσελίδα του εργαστηρίου Υψηλής Τάσης του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

## Λέξεις – κλειδιά

TOTEE –Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος

ZNX – Ζεστό Νερό Χρήσης

PHP – Hypertext Preprocessor (γλώσσα προγραμματισμού)

HTML – HyperText Markup Language (γλώσσα προγραμματισμού)

## **Abstract**

This thesis analyzes the process of calculating the solar coverage of a domestic hot water system using the F-chart method. From the Renewable Energy Laboratory at T.E.I.( Technical educational institution) of Athens over to the Technical Instructions of T.E.E.( Technical Chamber of Greece) the complexity of solar energy and the systems that utilize it are highlighted. The Technical Instructions are the axis on which the implementation of this diploma was based.

Creation of an excel calculation sheet is presented integrating formulas and data, in accordance with the T.O.T.E.E. (Technical Instructions of the Technical Chamber of Greece), thus applying the F-chart method.

The creation of a digital database, introducing climate data absorbed from the Technical Instructions, for cities throughout the Greek territory and interpretation of the F-chart method in PHP, HTML codes is highlighted.

The final goal of the thesis is to highlight the creation of a digital solar coverage calculation tool and its integration into the website of High Voltage Laboratory of University of Western Attica.

## **Keywords**

TOTEE – Technical Instructions of the Technical Chamber of Greece

ZNX – Warm water for domestic use

PHP – Hypertext Preprocessor (coding language)

HTML – HyperText Markup Language (coding language)

## Περιεχόμενα

Κατάλογος Εικόνων .....	9
Κατάλογος Πινάκων .....	10
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>11</b>
Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας .....	11
Σκοπός και στόχοι.....	11
Μεθοδολογία .....	11
Καινοτομία .....	11
<b>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Καμπύλες F.....</b>	<b>12</b>
1.1 Ηλιακές θερμικές Διαδικασίες .....	12
1.2 Συστήματα ηλιακής αξιοποίησης .....	12
<b>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Ανάλυση και εφαρμογή .....</b>	<b>16</b>
2.1 Μεθοδολογία καμπυλών F .....	16
2.2 Υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες.....	20
2.2.1 Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό.....	20
2.3 Από την θεωρία στην πράξη .....	21
2.3.1 Δεδομένα.....	21
2.3.2 Σταθερές.....	24
2.3.3 Υπολογισμοί .....	25
<b>3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Καμπύλες F στο excel .....</b>	<b>28</b>
3.1 Δημιουργία φύλλου υπολογισμών .....	28
3.1.1 Προσπάθεια πρώτη .....	28
3.1.2 Προσπάθεια δεύτερη .....	29
3.2 Εφαρμογή και σύγκριση .....	31
3.2.1 Προσπάθεια Τρίτη .....	32
<b>4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Κατασκευή Αλγορίθμου σε προγραμματιστικό περιβάλλον.....</b>	<b>33</b>
4.1 Κώδικας PHP .....	33
4.1.1 Εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμού PHP.....	33
4.2 Δημιουργία τοπικού εξυπηρετητή δικτύου.....	34
4.3 Βάση δεδομένων.....	36
4.4 Κώδικας HTML.....	38
<b>5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : Ποιοτική σύγκριση και σχόλια .....</b>	<b>40</b>
<b>6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : Συμπέρασμα .....</b>	<b>41</b>
Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές.....	42
Παράρτημα Α – Πίνακες Δεδομένων .....	43
Παράρτημα Β – Κώδικας PHP.....	50
Παράρτημα Γ – Κώδικας HTML.....	57
Παράρτημα Δ – Διάγραμμα ροής αλγορίθμου Καμπυλών F.....	61
Παράρτημα Ε – Αντιπροσωπευτικοί Εμπορικοί Ηλιακοί συλλέκτες .....	62



## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Σχεδιάγραμμα συστήματος θέρμανσης χώρων υγρού μέσου δύο δεξαμενών.....	13
Εικόνα 1.2 Σχεδιάγραμμα συστήματος αέριου μέσου .....	14
Εικόνα 1.3 Σχεδιάγραμμα συστήματος για θέρμανση νερού. Το μέσο θέρμανσης μπορεί να είναι νερό ή αέρας .....	15
Εικόνα 2.1 Οι καμπύλες F σε συνάρτηση με τις παραμέτρους X και Y.....	16
Εικόνα 2.2 Χάρτης Κλιματικών Ζωνών στην Ελλάδα .....	23
Εικόνα 3.1 Απλοποιημένη εφαρμογή βάση της εργαστηριακής άσκησης .....	28
Εικόνα 3.2 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών της εργαστηριακής άσκησης.....	28
Εικόνα 3.3 Συλλογή δεδομένων excel .....	29
Εικόνα 3.4 Γραμμή εισαγωγής δεδομένων .....	30
Εικόνα 3.5 Πίνακες δεδομένων εισόδου.....	30
Εικόνα 3.6 Καρτέλα υπολογισμών και αποτελεσμάτων.....	31
Εικόνα 3.7 Είσοδοι και αποτέλεσμα της εφαρμογής.....	32
Εικόνα 3.8 Καρτέλα Υπολογισμών .....	32
Εικόνα 4.1 PHP editor – πρώτα βήματα.....	33
Εικόνα 4.2 PHP editor – Προχωρημένες εντολές.....	34
Εικόνα 4.3 XAMPP control panel .....	35
Εικόνα 4.4 Αποτέλεσμα απλού κώδικα στον φυλλομετρητή .....	35
Εικόνα 4.5 Αποτέλεσμα κώδικα καμπυλών F (δοκιμαστικό).....	36
Εικόνα 4.6 Μορφή διαδικτυακής βάση δεδομένων .....	37
Εικόνα 4.7 Επιπλέον καταχωρήσεις στη βάση δεδομένων.....	38
Εικόνα 4.8 Εισαγωγή μεταβλητών από το χρήστη στην online εφαρμογή.....	39
Εικόνα 4.9 Αποτελέσματα ψηφιακών υπολογισμών .....	39

**Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1.1 Παράμετροι σχεδιασμού για τη δημιουργία καμπυλών F για συστήματα υγρού μέσου.....	13
Πίνακας 1.2 Παράμετροι σχεδιασμού για τη δημιουργία καμπυλών F για συστήματα αέριου μέσου.....	14
Πίνακας 2.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη ηλιακού συλλέκτη.....	18
Πίνακας 2.2 Μέση αντιπροσωπευτική μέρα D για κάθε μήνα .....	21
Πίνακας 2.3 Δεδομένα Παραδείγματος .....	22
Πίνακας 2.4 Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C).....	22
Πίνακας 2.5 Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) .....	22
Πίνακας 2.6 Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh / (m <sup>2</sup> .mo)) .....	22
Πίνακας 2.7 Μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh / (m <sup>2</sup> .mo)) .....	22
Πίνακας 2.8 Πόλεις ανά κλιματική ζώνη.....	24
Πίνακας 2.9 Ημέρες και δευτερόλεπτα ανά μήνα.....	25
Πίνακας 2.10 Ηλιακή απόκλιση δ.....	25
Πίνακας 2.11 Γωνία δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας ω' s .....	25
Πίνακας 2.12 Μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας Rb .....	25
Πίνακας 2.13 Μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό H <sub>T</sub> .....	26
Πίνακας 2.14 Μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό H <sub>b</sub> .....	26
Πίνακας 2.15 Μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο L .....	26
Πίνακας 2.16 Διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού .....	26
Πίνακας 2.17 Μεταβλητές X και Y .....	27
Πίνακας 2.18 Ποσοστό κάλυψης f του μηνιαίου θερμικού φορτίου .....	27

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Για να αξιολογηθεί η απόδοση ενός κεντρικού συστήματος ηλιακού συλλέκτη σε σχέση με συγκεκριμένη ζήτηση φορτίου (θέρμανση χώρων ή/και ζεστού νερού χρήσης), έχουν αναπτυχθεί διάφορες προσεγγιστικές μέθοδοι

Η μέθοδος υπολογισμού η οποία αναλύεται και προσομοιώνεται στην παρούσα διπλωματική είναι η μέθοδος των καμπυλών F που έχει επίσης ενσωματωθεί στο εθνικό και ευρωπαϊκό πρότυπο.

### Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της διπλωματικής αυτής είναι η δημιουργία μίας αυτόματης διαδικασίας υπολογισμού της απόδοσης ενός συστήματος βασισμένη στα Ευρωπαϊκά πρότυπα και στα Ελληνικά δεδομένα.

Στην ιστοσελίδα του εργαστηρίου ο χρήστης θα μπορεί εισάγοντας μερικά βασικά δεδομένα να λάβει το εξατομικευμένο ποσοστό της ετήσιας απόδοσης ενός ηλιακού συστήματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης το οποίο σκοπεύει να εγκαταστήσει ή έχει ήδη εγκαταστήσει για οποιαδήποτε περιοχή στην Ελληνική Επικράτεια.

### Μεθοδολογία

Ξεκινώντας από μία ημιτελή εφαρμογή στο excel που βασιζόταν σε άσκηση του εργαστηρίου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Τ.Ε.Ι. Αθήνας, μια δεύτερη προσπάθεια οπου ενσωματώνει κανόνες, δεδομένα και οδηγίες από τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και μεγάλο όγκο διορθώσεων, δημιουργήθηκε ένα φύλλο εργασίας που υπολογίζει την απόδοση ενός ηλιακού συστήματος επιτυχώς με την μέθοδο καμπυλών F. Η ψηφιοποίηση της μεθόδου καμπυλών F βασίστηκε στο excel αυτό.

Αξιοποιώντας γλώσσες προγραμματισμού όπως η PHP και γλώσσες σήμανσης υπερκειμένου όπως η HTML, δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων που φιλοξενεί όλα τα απαραίτητα κλιματικά στοιχεία για τους υπολογισμούς, έναν κώδικα που πραγματοποιεί τις μαθηματικές πράξεις και έναν κώδικα που επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων για ένα χρήστη, διαδικτυακά.

### Καινοτομία

Με την διπλωματική αυτή ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα υπολογισμού της απόδοσης ενός ηλιοθερμικού συστήματος στην Ελλάδα μέσω του διαδικτύου.

## 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Καμπύλες F

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφούν οι διαδικασίες που υπάρχουν για τον υπολογισμό της ενέργειας που μπορεί να αποδώσει ο Ήλιος και πως αυτή μπορεί να υπολογιστεί και συνεπώς να αξιοποιηθεί.

### 1.1 Ηλιακές θερμικές Διαδικασίες

Οι ηλιακές θερμικές διαδικασίες διακρίνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες μεθόδων για τη σχεδίαση τους, αναλόγως των προϋποθέσεων στις οποίες βασίζονται και στις διεργασίες των υπολογισμών τους. Εκ των διαδικασιών αυτών λαμβάνονται προσεγγιστικά αποτελέσματα ετήσιας απόδοσης ενός θερμικού ηλιακού συστήματος [1].

Η πρώτη κατηγορία αφορά συστήματα όπου η θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί ο συλλέκτης είναι γνωστή ή μπορεί να υπολογιστεί και τα ποσοστά απόδοσης του μπορούν να καθοριστούν. Οι μέθοδοι αυτές ονομάζονται και “αξιοποιητικές” μέθοδοι διότι βασίζονται στην ωριαία ανάλυση καιρικών δεδομένων για να αξιολογήσουν το ποσοστό ηλιακής ενέργειας το οποίο βρίσκεται πάνω από τα καθορισμένα όρια, με αποτέλεσμα να μπορεί να αξιοποιηθεί [1].

Η δεύτερη κατηγορία σχεδιαστικών μεθόδων περιλαμβάνει τις συσχετίσεις των αποτελεσμάτων από λεπτομερή προσομοίωση μεγάλης διάρκειας. Η F-chart μέθοδος των Klein και Beckman είναι μία από αυτές. Μέσω πολύπλοκων αριθμητικών πράξεων καταλήγουν σε κατανοητά αδιάστατα μεγέθη. Τα αποτελέσματα της F-chart έχουν γίνει βάση για περεταίρω συμπεράσματα όπως για παράδειγμα του Ward που χρησιμοποίησε τέτοιου είδους αποτελέσματα για να χαρακτηρίσει την ετήσια λειτουργία του συστήματος, ή των Barlet και Winn όπου χρησιμοποίησαν καμπύλη δύο σημείων για να λάβουν ετήσια δεδομένα για ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό σημείο [1].

Η τρίτη και τελευταία κατηγορία μεθόδων αφορά προσομοιώσεις μικρής διάρκειας. Σε αυτή την κατηγορία, οι προσομοιώσεις γίνονται χρησιμοποιώντας αντιπροσωπευτικά μετεωρολογικά δεδομένα συγκεκριμένων ημερών και τα αποτελέσματα αποδίδονται για μεγάλης διάρκειας διαστήματα. Η SolCost μέθοδος του Κοννέλυ προσομοιώνει μία ηλιόλουστη μέρα και μια συννεφιασμένη μέρα και συγκρίνει τα αποτελέσματα έχοντας ως βάση μια μέτρια συννεφιασμένη μέρα για να λάβει μία μηνιαία προσέγγιση της απόδοσης του συστήματος [1].

### 1.2 Συστήματα ηλιακής αξιοποίησης

Οι καμπύλες F είναι μια μέθοδος υπολογισμού απόδοσης ενός ηλιακού θερμικού συστήματος και έχει αναπτυχθεί για τρία διαφορετικά συστήματα ηλιακής αξιοποίησης.

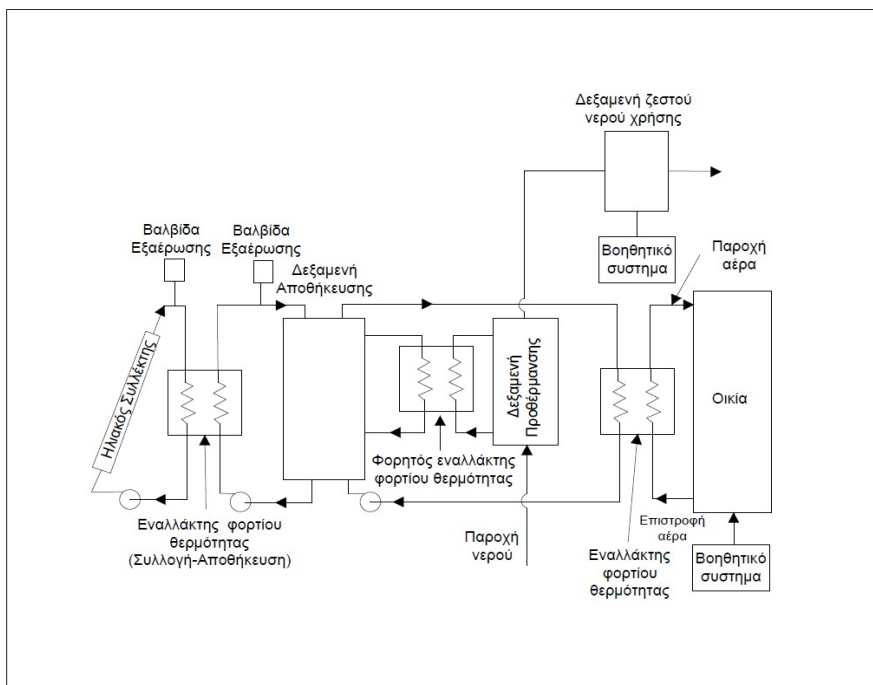
- Για τη θέρμανση χώρων (και ζεστού νερού χρήσης) αξιοποιώντας Υγρό μέσο
- Για τη θέρμανση χώρων (και ζεστού νερού χρήσης) αξιοποιώντας Αέριο μέσο
- Για τη θέρμανση ζεστού νερού χρήσης αποκλειστικά

Η κύρια παράμετρος για την εύρεση της απόδοσης είναι η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη που θα αξιοποιηθεί για την συλλογή ενέργειας. Δευτερεύουσες παράμετροι είναι ο τύπος του συλλέκτη, η δυνατότητα αποθήκευσης, ο ρυθμός ροής μάζας και το μέγεθος των εναλλακτών που χρησιμοποιούνται στην πλευρά του συλλέκτη και του φορτίου [1].

Ο συντελεστής κάλυψης  $f$ , δηλαδή το ποσοστό του μηνιαίου θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια, υπολογίζεται βάση δύο αδιάστατων παραμέτρων:

- Το πηλίκο των απωλειών του εκάστοτε συλλέκτη προς το μηνιαίο θερμικό φορτίο
- Το πηλίκο της απορροφημένης ηλιακής ακτινοβολίας από τον συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο

Στην εικόνα 1.1 φαίνεται το διάγραμμα ενός βασικού συστήματος θέρμανσης χώρων δύο δεξαμενών που χρησιμοποιεί υγρό μέσο για την μεταφορά και μετάδοση της ηλιακής θερμότητας. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί κατά βάση αντιψυκτικό υγρό στο κύκλωμα του συλλέκτη και νερό σαν μέσο αποθήκευσης. Οι συλλέκτες μπορούν να μετατραπούν έτσι ώστε να κυκλοφορεί νερό στο κύκλωμα τους αφαιρώντας την ανάγκη για χρήση εναλλάκτη θερμότητας στον συλλέκτη. Στη δεξαμενή αποθήκευσης υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας αέρα-νερού όπου αποδίδει την συσσωρευμένη ενέργεια στο υποσύστημα ύδρευσης. Στο κύκλωμα υπάρχει και τυπικός θερμοσίφωνας για τις περιπτώσεις όπου οι ανάγκες του καταναλωτή δεν καλύπτονται. Οι βασικές παράμετροι για την ορθή λειτουργία αλλά και τη δυνατότητα εφαρμογής των καμπυλών F για την απόδοση του συστήματος βρίσκονται στον πίνακα 1.1.

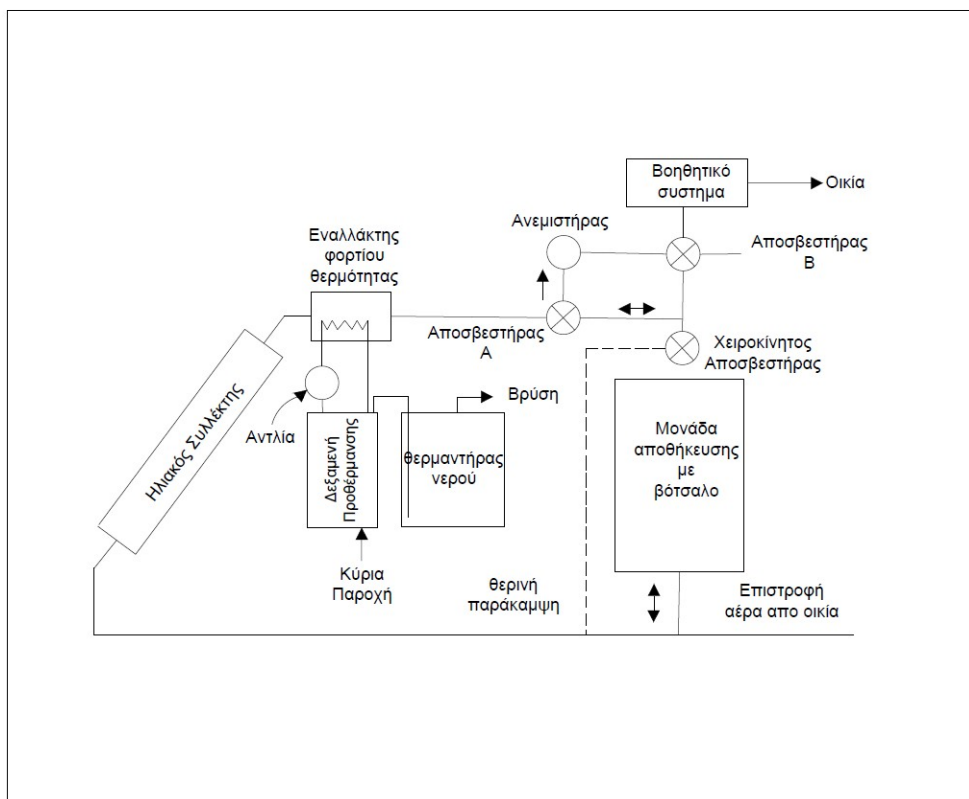


Εικόνα 1.1 Σχεδιάγραμμα συστήματος θέρμανσης χώρων υγρού μέσου δύο δεξαμενών [1]

Παράμετρος	Όρια Παραμέτρων
$(\tau\alpha)_n$ – Μέση μηνιαία τιμή της διαπερατότητας "τ" και απορροφητικότητα "α" προς την αντίστοιχη τιμή με δείκτη "n" που αναφέρεται σε επίπεδο κάθετο στις ακτίνες του ήλιου	$0,6 < (\tau\alpha)_n < 0,9$
$F'_R$ – Συντελεστής αποδοτικότητας συλλέκτη-εναλλάκτη $A_C$ – Επιφάνεια συλλέκτη	$5 < F'_R A_C < 120 \text{ m}^2$
$U_L$ – Συντελεστής συνολικών απωλειών συλλέκτη	$2,1 < U_L < 8,3 \text{ W/m}^2\text{C}$
$\beta$ – Γωνία συλλέκτη	$30 < \beta < 90^\circ$
$(UA)_h$ – Συνολικός συντελεστής ενεργειακών απωλειών κτιρίου	$83 < (UA)_h < 667 \text{ W/C}$

Πίνακας 1.1 Παράμετροι σχεδιασμού για τη δημιουργία καμπυλών F για συστήματα υγρού μέσου [1]

Το βασικό σχεδιάγραμμα λειτουργίας ενός συστήματος θέρμανσης χώρων με αέριο μέσο φαίνεται στην εικόνα 1.2. Η ενέργεια που απαιτείται για την θέρμανση του νερού παρέχεται από έναν εναλλάκτη θερμότητας αέρα-νερού στον αγωγό ζεστού αέρα στην έξοδο του συλλέκτη. Κατά την διάρκεια του θέρους είναι συνετό να μην αποθηκεύεται ηλιακή ενέργεια στη μονάδα αποθήκευσης αλλά να γίνεται αποδέσμευση του με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει στο σύστημα να θερμαίνει το νερό άμεσα. Οι βασικές παράμετροι για την ορθή λειτουργία αλλά και την δυνατότητα εφαρμογής των καμπυλών F για την απόδοση του συστήματος φαίνονται στον πίνακα 1.2.



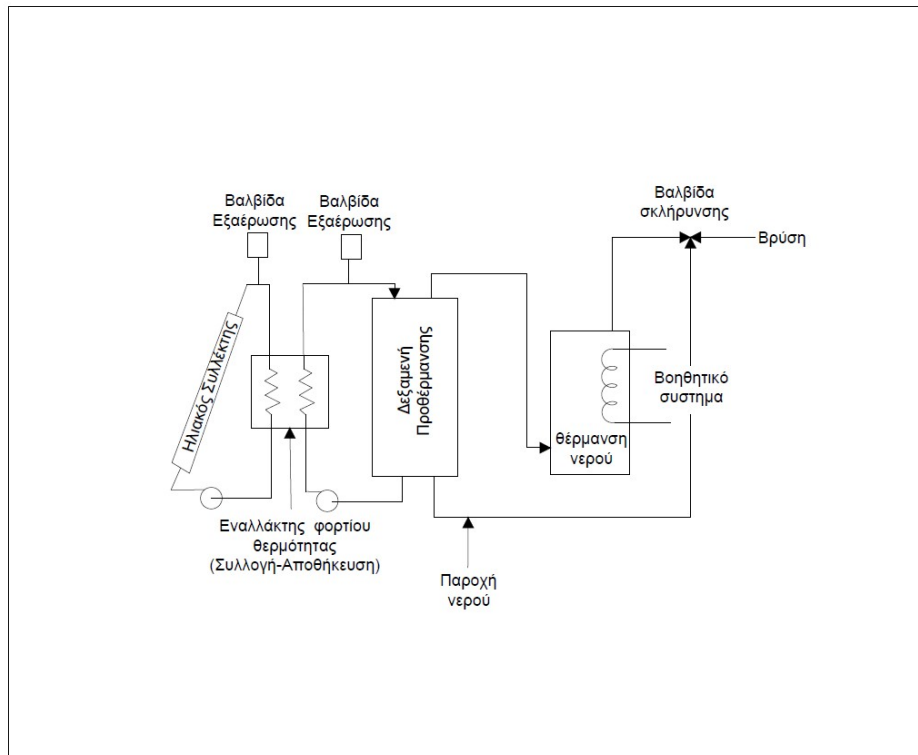
Εικόνα 1.2 Σχεδιάγραμμα συστήματος αέριου μέσου. [1]

Παράμετρος	Όρια Παραμέτρων
$(\tau\alpha)_n$ – Μέση μηνιαία τιμή της διαπερατότητας "τ" και απορροφητικότητα "α" προς την αντίστοιχη τιμή με δείκτη "n" που αναφέρεται σε επίπεδο κάθετο στις ακτίνες του ήλιου	$0,6 < (\tau\alpha)_n < 0,9$
$F'_R$ – Συντελεστής αποδοτικότητας συλλέκτη-εναλλάκτη $A_C$ – Επιφάνεια συλλέκτη	$5 < F'_R A_C < 120 \text{ m}^2$
$U_L$ – Συντελεστής συνολικών απωλειών συλλέκτη	$2.1 < U_L < 8,3 \text{ W/m}^2\text{C}$
$\beta$ – Γωνία συλλέκτη	$30 < \beta < 90^\circ$
$(UA)_h$ – Συνολικός συντελεστής ενεργειακών απωλειών κτιρίου	$83 < (UA)_h < 667 \text{ W/C}$

Πίνακας 1.2 Παράμετροι σχεδιασμού για τη δημιουργία καμπυλών F για συστήματα αέριου μέσου. [1]

Η βασική διάταξη του συστήματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια φαίνεται στην εικόνα 1.3. Ο συλλέκτης μπορεί να είναι είτε αέριου είτε υγρού μέσου. Η ηλιακή ενέργεια μεταφέρεται εν μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας σε μια δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης όπου και προθερμαίνεται. Στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης οδηγείται σε έναν ηλεκτρικής

ενέργειας λήβητα θέρμανσης όπου μπορεί να θερμανθεί περαιτέρω, αν αυτό κριθεί απαραίτητο από τον καταναλωτή [1].



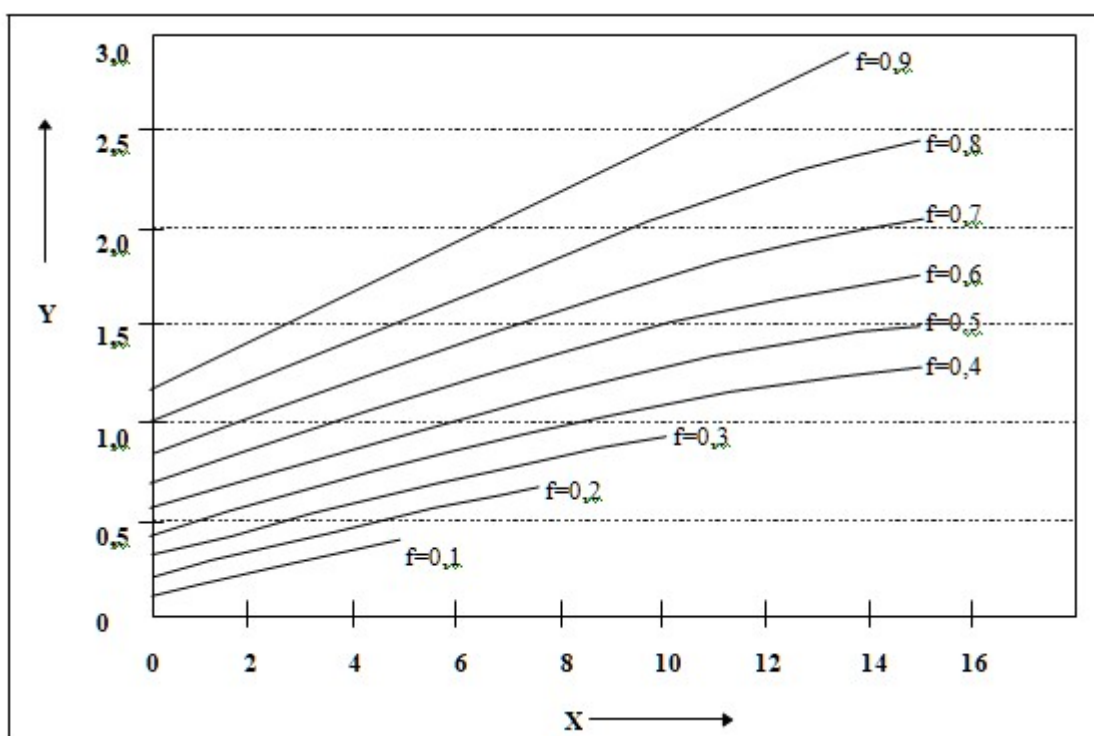
**Εικόνα 1.3** Σχεδιάγραμμα συστήματος για θέρμανση νερού. Το μέσο θέρμανσης μπορεί να είναι νερό ή αέρας [1]

Το παραπάνω σύστημα ηλιακής αξιοποίησης είναι αυτό που κυριαρχεί στην αγορά ενέργειας λόγω του χαμηλού κόστους αγοράς και εγκατάστασης και μεγάλης εξοικονόμησης στην οικιακή και επαγγελματική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης και είναι και αυτό που θα μελετάται, αναλύεται αλλά και προσομοιώνεται στην παρούσα διπλωματική [1].

## 2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Ανάλυση και εφαρμογή

### 2.1 Μεθοδολογία καμπυλών F

Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της μηνιαίας και ετήσιας θερμικής απόδοσης ενεργειακών ηλιακών συστημάτων υπολογίζοντας το ποσοστό του ολικού θερμικού φορτίου που θα καλυφθεί από την ηλιακή ενέργεια. Η βασική παράμετρος είναι η επιφάνεια των συλλεκτών. Δευτερεύουσες παράμετροι είναι ο τύπος του συλλέκτη, η δυνατότητα αποθήκευσης, ο ρυθμός ροής μάζας και το μέγεθος των εναλλακτών που χρησιμοποιούνται στην πλευρά του συλλέκτη και του φορτίου. Η τελική σχέση που χρησιμοποιείται στην μέθοδο αυτή, υπολογίζει το συντελεστή κάλυψης  $f$  (το ποσοστό του μηνιαίου θερμικού φορτίου για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια) σε σχέση με δυο αδιάστατες παραμέτρους. Η πρώτη παράμετρος συνδέεται με το πηλίκο των απωλειών του συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο και η δεύτερη παράμετρος συνδέεται με το πηλίκο της απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας προς το θερμικό φορτίο [5].



Εικόνα 2.1 Οι καμπύλες F σε συνάρτηση με τις παραμέτρους X και Y. [5]

Το ποσοστό κάλυψης  $f$  του μηνιαίου θερμικού φορτίου υπολογίζεται από τη σχέση 2-1, μέσω των συντελεστών "X" και "Y" [5].

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3 \quad 2-1$$

όπου τα "X" και "Y" παίρνουν τιμές μεταξύ των διαστημάτων " $0 < Y < 3$ " και " $0 < X < 18$ ". Ο συντελεστής "X" εκφράζει το ποσό των ενεργειακών απωλειών προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα και υπολογίζεται από τη σχέση 2-2:



$$X = \left( \frac{A_c}{L} \right) \cdot F_R U_L \cdot \left( \frac{F'_R}{F_R} \right) \cdot (T_{\text{αναφ}} - T_\alpha) \cdot \Delta t \cdot k_1 \cdot k_2 \quad 2-2$$

Ο συντελεστής "Y" εκφράζει το ποσό της ενέργειας που μπορεί να αξιοποιήσει ο ηλιακός συλλέκτης προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα και υπολογίζεται από τη σχέση 2-3:

$$Y = \left( \frac{A_c}{L} \right) \cdot F_R (\tau\alpha)_n \cdot \left( \frac{F'_R}{F_R} \right) \cdot \left( \frac{\tau\alpha}{(\tau\alpha)_n} \right) \cdot H_b \cdot k_3 \quad 2-3$$

όπου:

"A": Επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών (m<sup>2</sup>).

"L": Μέσο μηνιαίο φορτίο (Joule) για την παραγωγή ZNX .

Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010, η συνήθης πρακτική είναι η εγκατάσταση 1m<sup>2</sup> απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη για κάθε άτομο, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες σε ZNX. Αντίστοιχα, για τη θέρμανση χώρων αντιστοιχεί 1 m<sup>2</sup> επίπεδου απλού ηλιακού συλλέκτη για θερμικό φορτίο 700W (≈600kcal/h).

Το απαιτούμενο μηνιαίο φορτίο για παροχή ζεστού νερού "L" υπολογίζεται από τη σχέση 2-4:

$$L_{ZNX} = N \cdot HK_{ZNX} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ZNX} - T_k) \quad 2-4$$

Όπου:

"N": Αριθμός ημερών του εκάστοτε μήνα

"HK<sub>ZNX</sub>": Μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού σε (lt/άτομο/ημέρα) σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010

"ρ": Πυκνότητα του νερού

"C<sub>p</sub>": Ειδική θερμότητα του νερού

"T<sub>ZNX</sub>": Επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού (°C) σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010

"T<sub>k</sub>": Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2010

"F<sub>R</sub>U<sub>L</sub>, F<sub>R</sub>(τ<sub>α</sub>)<sub>n</sub>": Χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη που δίνονται από τον κατασκευαστή. Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι τυπικές τιμές των παραμέτρων F<sub>R</sub>U<sub>L</sub> και F<sub>R</sub>(τ<sub>α</sub>)<sub>n</sub> για διάφορους τύπους ηλιακών συλλεκτών, όπως αυτοί φαίνονται στο **Παράρτημα Ε** – Αντιπροσωπευτικοί Εμπορικοί Ηλιακοί συλλέκτες.

<u>Περιγραφή Ηλιακού Συλλέκτη Νερού</u>	<u>FR(τα)<sub>n</sub></u>	<u>FRUL</u>
Μαύρο χρώμα, 1 υαλοπίνακα	0,82	7,5
Μαύρο χρώμα, 2 υαλοπίνακες ή επιλεκτική επιφάνεια με 1 υαλοπίνακα	0,75	5
<u>Σωλήνες κενού-αέρος</u>	0,57	1,82
Απλός συλλέκτης (πλαστικοί σωλήνες) χωρίς κάλυμμα και μόνωση (ταχύτητα ανέμου 2,2 m/s)	0,86	21,5

**Πίνακας 2.1** Χαρακτηριστικά μεγέθη ηλιακού συλλέκτη [5]

" $F_R'/F_R$ ": Διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη-εναλλάκτη. Όταν υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας σε κλειστό κύκλωμα ηλιακού συλλέκτη, ο συντελεστής παίρνει τιμές από 0÷1 και εξαρτάται από τις θερμικές ιδιότητες της επιφάνειας συναλλαγής, τις θερμοκρασίες του μέσου θέρμανσης (υγρό ή αέριο) και του νερού χρήσης. Συνήθης τιμή της παραμέτρου αυτής είναι 0.80÷0.95 τιμές από 0÷1 και εξαρτάται από τις θερμικές ιδιότητες της επιφάνειας συναλλαγής, τις θερμοκρασίες του μέσου θέρμανσης (υγρό ή αέριο) και του νερού χρήσης. Συνήθης τιμή της παραμέτρου αυτής είναι 0.80÷0.95

" $T_{αναφ}$ ": Θερμοκρασία αναφοράς (100°C)

" $T_a$ ": Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας (°C) σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2010

" $\Delta t$ ": Χρονική περίοδος κάθε μήνα (s)

" $\tau_a/\tau_{a_n}$ ": Διορθωτικός συντελεστής λόγω της θέσης του συλλέκτη και της εποχής του έτους.

Ο διορθωτικός συντελεστής  $\tau_a/\tau_{a_n}$  ορίζεται ως το πηλίκο του γινομένου της μέσης μηνιαίας τιμής της διαπερατότητας " $\tau$ " και απορροφητικότητας " $\alpha$ " προς την αντίστοιχη τιμή με δείκτη " $n$ " που αναφέρεται σε επίπεδο κάθετο στις ακτίνες του ήλιου. Για συλλέκτες με μονό και διπλό τζάμι, ο συντελεστής υπολογίζεται συναρτήσει της γωνίας πρόσπτωσης " $\theta$ " και για την περίπτωση μελέτης της παρούσας διπλωματικής " $\beta$ " της ηλιακής ακτινοβολίας κατά το ηλιακό μεσημέρι της τυπικής ημέρας για κάθε μήνα, σύμφωνα με τις σχέσεις 2-65, 2-6 και 2-7:

Για μονό τζάμι:

$$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n = 1 - 0,0044 \cdot \theta \cdot 0,00022 \cdot \theta^2 - 3,31 \cdot 10^{-6} \cdot \theta^3 \quad 2-5$$

Για διπλό τζάμι:

$$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n = 0,99065 - 0,000567 \cdot \theta + 8,2488 \cdot 10^{-5} \cdot \theta^2 - 2,26787 \cdot 10^{-6} \cdot \theta^3 \quad 2-6$$

Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα και συλλέκτες κενού:

$$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n = 0,99$$

2-7

" $H_b$ ": Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη ανά μονάδα επιφανείας σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2010 και έχει μονάδες (J/m<sup>2</sup>/μήνα).

" $k_1$ ": Διορθωτικός συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής. Η μέθοδος των καμπυλών F έχει αναπτυχθεί για ανηγμένη χωρητικότητα δεξαμενής 75lt/m<sup>2</sup>. Σε αυτή την περίπτωση ισχύει ότι " $k_1=1$ ".

Σε διαφορετικές περιπτώσεις, ο διορθωτικός συντελεστής υπολογίζεται μέσω της σχέσης 2-8:

$$k_1 = [75/M]^{0,25} \quad 2-8$$

όπου:

" $M$ ": Ανηγμένος όγκος της δεξαμενής ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας συλλογής (lt/ m<sup>2</sup>)

" $k_2$ ": Διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού.

Η μέθοδος των καμπυλών F έχει λαμβάνει υπόψη ότι το θερμικό φορτίο για θέρμανση χώρου είναι πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη ο συντελεστής " $k_2$ " είναι ίσος με 1. Εάν οι υπολογισμοί αφορούν μόνο τη θέρμανση ΖΝΧ τότε ο " $k_2$ " υπολογίζεται από τη σχέση 2-9:

$$k_2 = \frac{11,6 + 11,8 \cdot T_{ZNX} + 3,86 \cdot T_k - 2,32 \cdot T_\alpha}{100 - T_\alpha} \quad 2-9$$

όπου:

" $T_\alpha$ ": Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C) σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2010

" $T_{ZNX}$ ": Επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού (°C) σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010

" $T_k$ ": Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2010

" $k_3$ ": Διορθωτικός συντελεστής για τον εναλλάκτη θερμότητας φορτίου

Η απόδοση του συστήματος είναι ανάλογη του μεγέθους του εναλλάκτη. Η κάλυψη όμοιων ενεργειακών αναγκών με μειωμένο μέγεθος εναλλάκτη απαιτεί αυξημένη θερμοκρασία δεξαμενής υγρού μέσου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη θερμοκρασία εισόδου του υγρού στους συλλέκτες, με ταυτόχρονη μείωση της απόδοσής τους. Η παράμετρος που αντιπροσωπεύει το μέγεθος του εναλλάκτη είναι το γινόμενο " $\epsilon \cdot C_{\min}/(U_L \cdot A_c)$ ", όπου " $\epsilon$ " είναι ο βαθμός εκμετάλλευσης του εναλλάκτη και " $C_{\min}$ " είναι η μικρότερη θερμική παροχή μεταξύ εργαζόμενου μέσου στο συλλέκτη και νερού του κυκλώματος θέρμανσης – συστήματος δεξαμενής, με μονάδες μέτρησης (W/m<sup>2</sup>/°C). Οι καμπύλες F έχουν αναπτυχθεί για " $\epsilon \cdot C_{\min}/(U \cdot A)=2$ ". Σε αυτήν τη περίπτωση ισχύει ότι " $k_3=1$ ". Για εναλλάκτες διαφορετικού μεγέθους, ο διορθωτικός συντελεστής υπολογίζεται από τη σχέση 2-10:

$$k_3 = 0,39 + 0,68 \cdot \exp \frac{-0,139 \cdot (U_L \cdot A_c)}{\varepsilon \cdot C_{\min}} \quad 2-10$$

Για παραγωγή ZNX, ο συντελεστής παίρνει τιμή ίση με τη μονάδα ( $k_3=1$ ) επειδή δεν παρεμβάλλεται εναλλάκτης φορτίου.

Η μέση μηνιαία ωφέλιμη ενέργεια είναι το γινόμενο του  $f$  επί το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο  $L$ , για κάθε μήνα. Η μέση ετήσια κάλυψη  $F$ , είναι το πηλίκο του αθροίσματος των τιμών της μέσης μηνιαίας ωφέλιμης ενέργειας προς το μέσο ετήσιο φορτίο και υπολογίζεται από τη σχέση 2-11:

$$F = \frac{\sum (L_i \cdot f_i)}{\sum (L_i)}, \text{ όπου } i=1-12 \quad 2-11$$

## 2.2 Υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένες επιφάνειες με σταθερό ή τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται με θεωρητικά και εμπειρικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί και βασίζονται κυρίως σε μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο της υπό μελέτη περιοχής. Στα μοντέλα αυτά συνυπολογίζονται και γεωμετρικοί παράγοντες που σχετίζονται με την τροχιά του ήλιου, την περιοχή και την εποχή του χρόνου[5].

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια είναι συνάρτηση της κλίσης της επιφάνειας, του προσανατολισμού της και της περιοχής εγκατάστασης (γεωγραφικό πλάτος και μήκος). Σημαντική επίσης παράμετρος είναι η καθαρότητα του ορίζοντα και τα τυχόν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια που υπάρχουν γύρω από την επιφάνεια πρόσπτωσης[5].

### 2.2.1 Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό

Η μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό  $H_T$ , η οποία δίνεται σε μονάδες ( $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$ ), υπολογίζεται βάση του ισοτροπικού μοντέλου των Liu, Jordan & Klein, από την ακόλουθη σχέση 2-12:

$$H_T = (H - H_d) \cdot R_b + 0,5 \cdot H_d \cdot (1 + \cos \beta) + 0,5 \cdot \rho \cdot H \cdot (1 - \cos \beta) \quad 2-12$$

όπου,

" $\rho$ ": Ανακλαστικότητα του εδάφους και θεωρήθηκε ίση με 0,15,

" $\beta$ ": Κλίση της επιφάνειας,

" $H$ ": Μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή,

" $H_d$ ": Μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή

" $R_b$ ": Μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας για νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο  $\gamma=0$ ).

Ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας " $R_b$ ", που είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση 2-13:

$$R_b = \frac{[\cos(\phi - \beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega'_s) + \frac{\pi}{180} \cdot \omega'_s \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin(\delta)]}{[\cos(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_s) + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_s \cdot \sin(\phi) \cdot \sin(\delta)]} \quad 2-13$$

όπου,

" $\omega'_s$ ": Η ωριαία γωνία δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή και υπολογίζεται από την σχέση 2-14:

$$\omega'_s = \min \{ \cos^{-1}(-\tan(\phi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1}(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan(\delta)) \} \quad 2-14$$

Όπου,

" $\phi$ ": Γεωγραφικό πλάτος της περιοχής,

" $\beta$ ": Κλίση της επιφάνειας

" $\delta$ ": Ηλιακή απόκλιση την μέση αντιπροσωπευτική μέρα (D) για κάθε μήνα και υπολογίζεται από την σχέση 2-15:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin[360 \cdot \frac{D + 284}{365}] \quad 2-15$$

Όπου για την μέση αντιπροσωπευτική μέρα D ισχύει:

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>D</b>	17	47	75	105	135	162	198	228	258	289	321	351

Πίνακας 2.2 Μέση αντιπροσωπευτική μέρα D για κάθε μήνα [5]

Αξιοποιώντας τις παραπάνω σχέσεις δύναται ο υπολογισμός της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό, για διάφορες κλίσεις  $\beta$  επιφανειών. Τα αποτελέσματα αναφέρονται σε καθαρό ορίζοντα χωρίς εμπόδια. Όταν στο νότο υπάρχουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια η προσπίπτουσα ακτινοβολία μειώνεται.

## 2.3 Από την θεωρία στην πράξη

Στη συνέχεια γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας των καμπυλών F για μία τοποθεσία στην Ελλάδα, οπότε τα αποτελέσματα θα αξιοποιηθούν ως μέτρο σύγκρισης της ορθότητας του φύλλου υπολογισμών αλλά και της ψηφιακής εφαρμογής. Τα δεδομένα είναι τυχαία και αφορούν ένα τυπικό δείγμα.

### 2.3.1 Δεδομένα

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή που ακολουθεί.

Πόλη	<b>Αθήνα(Ν. Φιλαδέλφεια)</b>
Χρήση / Τύπος κτιρίου	<b>Μονοκατοικία</b>
Διαμένοντες	<b>4</b>

Τύπος Ηλιακού Συλλέκτη	<b>Μαύρο χρώμα, δύο υαλοπίνακες</b>
Τετραγωνικά Μέτρα Πάνελ	<b>4m<sup>2</sup></b>
Κλίση Πάνελ	<b>38°</b>
Λίτρα Δεξαμενής	<b>200lt</b>

**Πίνακας 2.3** Δεδομένα Παραδείγματος

Με τα παραπάνω στοιχεία δύναται να εξαχθούν οι εξής πληροφορίες από τις Τεχνικές οδηγίες και βρίσκονται στο **Παράρτημα Α** –

Για τοποθεσία, την πόλη της Αθήνας με κέντρο μετρήσεων τη Νέα Φιλαδέλφεια (λόγω έκτασης η Αθήνα χωρίζεται σε δύο ζώνες). Με αυτό το δεδομένο προκύπτουν οι τιμές για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος που φαίνονται στον Πίνακα **Πίνακας 2.4**:

- " $T_a$ ": Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>T<sub>a</sub></b>	9,8	10,6	12,6	16,9	22,3	27,4	29,8	29,2	25,1	19,8	15,1	11,5

**Πίνακας 2.4** Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)

- " $T_k$ ": Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C)

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>T<sub>k</sub></b>	10,4	10,1	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2

**Πίνακας 2.5** Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C)

- " $H$ ": Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh / (m<sup>2</sup>.mo))

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>H</b>	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156	111,1	68,1	54,4

**Πίνακας 2.6** Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh / (m<sup>2</sup>.mo))

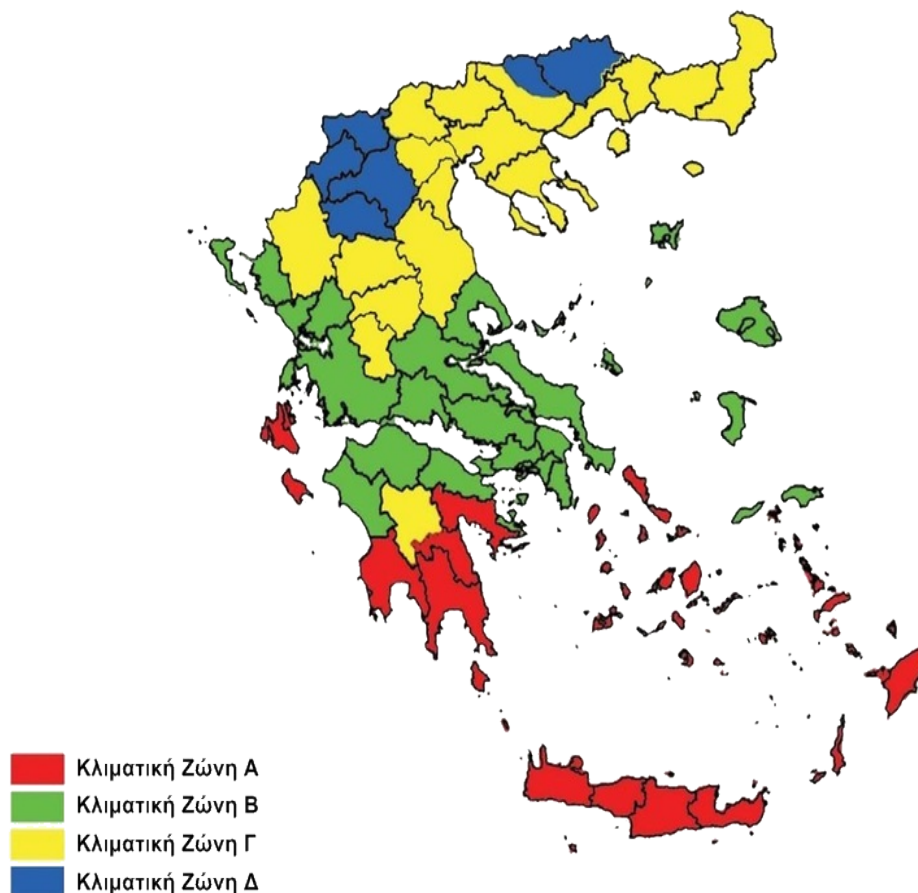
- " $H_d$ ": Μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh / (m<sup>2</sup>.mo))

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>H<sub>d</sub></b>	25,1	32	50,4	65,6	81,8	85,5	85,2	73,7	55,5	40,1	26,3	21,8

**Πίνακας 2.7** Μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh / (m<sup>2</sup>.mo))

- Το γεωγραφικό πλάτος " $\varphi$ " της περιοχής σε μοίρες είναι  $\varphi=38^\circ$ .

- Η συγκεκριμένη περιοχή ανήκει στην "B" Κλιματική ζώνη. Η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στην Εικόνα 2.2 φαίνεται η σχηματική απεικόνισή τους. Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για τη Δ ζώνη, όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων. Στον Πίνακα 2.8 φαίνονται αναλυτικά οι μεγάλες πόλεις ανά κλιματική ζώνη[5].



Εικόνα 2.2 Χάρτης Κλιματικών Ζωνών στην Ελλάδα

Η χρήση/τύπος του κτιρίου αφορά την ημερήσια κατανάλωση ZNX. Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης σε ένα κτήριο ή επι μέρους χώρο του βασίζεται εξίσου στον τύπο του κτηρίου και στους καταναλωτές. Κάθε εγκατάσταση, ανάλογα με τη χρήση της αλλά και τις συνήθειες των χρηστών της, έχει διαφορετική κατανάλωση ZNX.

- " $HK_{ZNX}$ ": Μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού σε (λίτρα/άτομο/ημέρα)

$$HK_{ZNX} = 50 \text{ lt/άτομο/ημέρα}$$

Ο τύπος ηλιακού συλλέκτη είναι βασικός παράγοντας στα αποτελέσματα των μετρήσεων και αφορά τα:

- " $F_R U_L, F_R(\tau\alpha)_n$ ": Χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη που δίνονται από τον κατασκευαστή

$$F_R U_L = 5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

$$F_R(\tau\alpha)_n = 0,75$$

- " $F_R'/F_R$ ": Διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη-εναλλάκτη

$$F_R'/F_R = 0,95$$

- " $(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n$ ": Διορθωτικός συντελεστής λόγω της θέσης του συλλέκτη και της εποχής του έτους για 2 υαλοπίνακες μαύρου χρώματος. Υπολογίζεται με χρήση της σχέσης Πίνακας 2.62-6:

$$(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n = 0,963774109$$

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα και νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων και νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κύκκις, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Πίνακας 2.8 Πόλεις ανά κλιματική ζώνη

### 2.3.2 Σταθερές

Στους υπολογισμούς που θα ακολουθήσουν λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω σταθερές:

- " $\rho$ ": Πυκνότητα του νερού = 1 kg/l
- " $C_p$ ": Ειδική θερμότητα του νερού = 4190 J/kg/°C

Κατόπιν έρευνας η διαφοροποίηση των παραπάνω μεγεθών στην περίπτωση που αυτά λαμβάνονταν από υπολογισμούς, είναι ελάχιστη. Επίσης για τους υπολογισμούς θα χρειαστούν τα παρακάτω χρονικά μεγέθη:



Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
N(days)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
N(sec)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400

Πίνακας 2.9 Ημέρες και δευτερόλεπτα ανά μήνα

### 2.3.3 Υπολογισμοί

Αξιοποιώντας τους τύπους της μεθόδου των καμπυλών F υπολογίζεται η θερμική ενέργεια για θέρμανση ZNX κάθε μήνα. Δίνεται έτσι η δυνατότητα να βρεθεί κατά πόσο καλύπτει ο ηλιακός θερμοσίφωνας με τα συγκεκριμένα στοιχεία τις ανάγκες του καταναλωτή. Πρώτο βήμα είναι να υπολογιστεί το εύρος της διαθέσιμης ηλιακή ενέργειας. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να υπολογιστεί η μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό "H<sub>T</sub>". Από την σχέση 2-12 παρατηρείται πως χρειάζονται δύο βασικές παράμετροι:

- i. Ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας "R<sub>b</sub>" υπολογίζεται βάσει της ακόλουθης διαδικασίας.

Φαίνεται από τη σχέση 2-13 ότι για την εύρεση του μηνιαίου γεωμετρικού παράγοντα "R<sub>b</sub>" χρειάζεται η μεταβλητή "δ", η οποία είναι η ηλιακή απόκλιση τη μέση αντιπροσωπευτική μέρα (D) για κάθε μήνα. Πιο συγκεκριμένα τα ημίτονα, τα συνημίτονα και τις εφαπτόμενες της "δ". Εφαρμόζοντας τη σχέση 2-15 προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίνακας 2.10:

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
δ	-20,9170	-12,9546	-2,4177	9,4149	18,7919	23,0859	21,1837	13,4550	2,2169	-9,9663	-19,3780	-23,4012
tanδ	-0,3822	-0,2300	-0,0422	0,1658	0,3403	0,4262	0,3875	0,2392	0,0387	-0,1757	-0,3517	-0,4328
sinδ	-0,3570	-0,2242	-0,0422	0,1636	0,3221	0,3921	0,3614	0,2327	0,0387	-0,1731	-0,3318	-0,3972
cosδ	0,9341	0,9745	0,9991	0,9865	0,9467	0,9199	0,9324	0,9726	0,9993	0,9849	0,9434	0,9177

Πίνακας 2.10 Ηλιακή απόκλιση δ

Επίσης για τη μεταβλητή "R<sub>b</sub>" χρειάζεται και η γωνία δόσης της κεκλιμένης επιφάνειας "ω' s" εφαρμόζοντας τη σχέση 2-14. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 2.11:

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ω' s	72,6259	79,6464	88,1096	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	82,1091	74,0501	70,2382
sinω' s	0,9544	0,9837	0,9995	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9905	0,9615	0,9411

Πίνακας 2.11 Γωνία δόσης της κεκλιμένης επιφάνειας ω' s

Τελικώς, εφαρμόζοντας την σχέση 2-13 προκύπτει ο μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.12:

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
R <sub>b</sub>	2,0021	1,6464	1,3242	1,0744	0,9335	0,8786	0,9023	1,0094	1,2133	1,5424	1,9217	2,1478

Πίνακας 2.12 Μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας R<sub>b</sub>

ii. Το συνημίτονο της γωνίας κλίσης των πάνελ υπολογίζεται βάσει της παρακάτω διαδικασίας.

Η κλίση των πάνελ για την συγκεκριμένη εφαρμογή είναι  $\beta = 38^\circ$  με συνημίτονο  $\cos\beta = 0,7880$ . Έχοντας το μηνιαίο γεωμετρικό παράγοντα "Rb" και την κλίση "β" δύναται να υπολογιστεί η μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό "H<sub>T</sub>", όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.13.

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>H<sub>T</sub>(kWh / m<sup>2</sup>)</b>	99,925	105,082	137,657	154,652	177,534	186,840	196,253	195,118	174,032	147,129	104,924	90,372

Πίνακας 2.13 Μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό H<sub>T</sub>

Στη συνέχεια μπορεί να μετατραπεί στη μεταβλητή "H<sub>b</sub>" με μονάδες μέτρησης (J / (m<sup>2</sup>.mo)):

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
<b>H<sub>b</sub>(J / m<sup>2</sup>)</b>	359729110,263	378294907,719	495565581,210	556747062,890	639120838,380	672622640,596
Μήνας	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>H<sub>b</sub>(J / m<sup>2</sup>)</b>	706512356,073	702424571,115	626513920,126	529664134,316	377725054,383	325337791,281

Πίνακας 2.14 Μέση ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό H<sub>b</sub>

Το δεύτερο βήμα των υπολογισμών είναι η εύρεση της θερμικής ενέργειας που καλείται το σύστημα να καλύψει. Το μέγεθος αυτό είναι η μεταβλητή "L" και εφαρμόζοντας την σχέση 2-4 προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 2.15.

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
<b>L(J)</b>	898838800	818893600	865067400	759228000	678025800	550566000
Μήνας	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>L(J)</b>	503973200	498777600	540510000	657243400	741630000	852078400

Πίνακας 2.15 Μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο L

Στο τρίτο βήμα γίνεται ο υπολογισμός των αδιάστατων συντελεστών του συστήματος χρησιμοποιώντας τη σχέση 2-8:

$$k_1 = 1,1067$$

Επειδή δεν παρεμβάλλεται εναλλάκτης φορτίου, εφόσον πρόκειται για θέρμανση ZNX, ισχύει:

$$k_3 = 1$$

Τελικά από τη σχέση 2-9 προκύπτει ο διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.16:

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>k<sub>2</sub></b>	0,910	0,885	0,923	0,994	1,106	1,244	1,344	1,364	1,297	1,182	1,054	0,962

Πίνακας 2.16 Διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού

Στο τέταρτο βήμα γίνεται ο υπολογισμός των ζητούμενων μεταβλητών X και Y με χρήση των σχέσεων 2-2 και 2-3 αντίστοιχα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.17.

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>X</b>	4,201	4,012	4,286	4,843	5,827	7,299	8,611	8,901	8,001	6,633	5,370	4,593
<b>Y</b>	1,0993	1,2689	1,5735	2,0142	2,5891	3,3557	3,8506	3,8682	3,1838	2,2136	1,3990	1,0488

Πίνακας 2.17 Μεταβλητές X και Y

Σύμφωνα με την θεωρία ισχύουν οι περιορισμοί ( $0 < X < 18$ ) και ( $0 < Y < 3$ ). Παρατηρείται ότι αυτό συμβαίνει για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο διότι η ζήτηση κατά τους θερινούς κυρίως μήνες για θέρμανση του ZNX είναι μηδαμινή.

Γνωρίζοντας τα X και Y υπολογίζονται το ποσοστό κάλυψης f του μηνιαίου θερμικού φορτίου από τη σχέση 2-1:

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<b>f</b>	0,622	0,723	0,851	0,982	1,077	1,128	1,131	1,123	1,082	0,959	0,722	0,574

Πίνακας 2.18 Ποσοστό κάλυψης f του μηνιαίου θερμικού φορτίου

Χωρίς να ληφθούν υπόψη οι μηδενικές τιμές υπολογίζεται η απόδοση του συγκεκριμένου συστήματος στην περιοχή της Αθήνας μέσω της σχέσης 2-11:

$$F = 80,02\%$$

Βγαίνει λοιπόν το συμπέρασμα, πως το συγκεκριμένο ηλιοθερμικό σύστημα είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες για ZNX το 80,02% της ετήσιας ζήτησης με μηδενική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Σε κάποιες περιπτώσεις όμως αυτό δεν είναι αρκετό. Πιθανόν ο καταναλωτής να επιθυμεί μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών του ή λόγω κόστους να μην τον ενδιαφέρει τόσο μεγάλη κάλυψη και να τοποθετήσει μικρότερη δεξαμενή ή ένα αντί για δύο υαλοπίνακες.

Για να απαντηθούν οι παραπάνω υποθέσεις θα πρέπει να εφαρμοστεί η διαδικασία από την αρχή κάθε φορά που αλλάζουν τα δεδομένα. Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί πως αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας το excel.

### 3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Καμπύλες F στο excel

Έχοντας εφαρμόσει επιτυχώς τη διαδικασία των καμπυλών F σε πραγματικά δεδομένα και έχοντας ως στόχο τη δημιουργία μίας ιστοσελίδας που θα την εφαρμόζει, έπρεπε να δημιουργηθεί ένα πρότυπο. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα φύλλο στο excel όπου με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα θα γίνεται η επαλήθευση αλλά και με μερικές αλλαγές στα δεδομένα θα προκύπτει άμεσος έλεγχος των αποτελεσμάτων.

#### 3.1 Δημιουργία φύλλου υπολογισμών

##### 3.1.1 Προσπάθεια πρώτη

Η αρχική προσέγγιση αφορά την εργασία του εργαστηρίου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του ΤΕΙ Αθήνας [8]. Η απλοποιημένη αυτή μορφή σε συνδυασμό με τις βασικές πληροφορίες από τις Τ.Ο. οδηγούν στην δημιουργία ενός βασικού προγράμματος με σκοπό την ευρύτερη κατανόηση της μεθόδου καμπυλών F. Η εργαστηριακή άσκηση αφορά την εύρεση της απόδοσης ενός ηλιοθερμικού συστήματος με εισόδους όπως αυτές φαίνονται στην Εικόνα 3.1.

Α	Β	Κ	Ε	ΕΞΟΔΟΙ:
ΕΙΣΟΔΟΙ:				
άτομα	4		0<X<18	1.907915114
κατανάλωση(λίτρα/ημέρα)	200	ΠΙΝΑΚΑΚΙ		
Cp(J/kg*K)	4190			
ρn	0.998		0<Y<3	0.067632873
Tw(Κελσίου)	45	ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΘΕ ΧΩΡΑΣ		
Tm(Κελσίου)	15		F	-0.939695672
Χωρητικότητα(λίτρα)	200			
Πάνελ	2	ΗΛΙΑΚΟΣ	ΠΙΝΑΚΑΚΙ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ SUM	
Ac(m2)	1.35			
Fr*UL	6	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ		
Fr'/Fr	0.95			
Fr*(ta)n	0.82	ΣΤΑΘΕΡΟ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΟΙΡΕΣ		
ta/(ta)n	0.93			
Tref	100			
Ht(W/m2)	1735000	Ανά μήνα		
N(μέρες μήνα)	30			
K2	1	ΑΚΡΙΒΕΙΑ		
K3	1			
K4	1			
L(watt)	752691600	Ανά μήνα		
Tα	28			
Δτ	2592000			

Εικόνα 3.1 Απλοποιημένη εφαρμογή βάση της εργαστηριακής άσκησης

2020	N	Tα	Ht	ΩΡΕΣ	L	Δτ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	8.7	418.5	744		2678400
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	9.3	455.5	672		2419200
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	11.2	501	744		2678400
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	15.3	526	720		2592000
ΜΑΙΟΣ	31	20.7	583.5	744		2678400
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	25.6	688	720		2592000
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	28	734	744		2678400
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	27.4	698	744		2678400
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	23.3	583.5	720		2592000
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	18.1	473.5	744		2678400
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	13.7	406	720		2592000
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	10.3	366.5	744		2678400
				0		0

GSA REPORT PERISTERI

EMY ΑΤΤΙΚΗ 2020

Εικόνα 3.2 Πίνακας δεδομένων και υπολογισμών της εργαστηριακής άσκησης

Έχοντας τα βασικά δεδομένα της άσκησης και το τυπολόγιο της διαδικασίας δημιουργήθηκε μία στοιχειώδης προσέγγιση της μεθόδου καμπυλών F. Αποτυπώνοντας τους απαραίτητους τύπους και φόρμουλες στο φύλλο excel αποκτήθηκε μία σαφέστερη εικόνα της πολυπλοκότητας της διαδικασίας.

Όπως παρατηρείτε στην Εικόνα 3.2, τα αποτελέσματα είναι μέσα στα θεμιτά πλαίσια, ωστόσο η απόδοση του συστήματος είναι αρνητική. Αυτό δίνει να εννοηθεί πως θα δοθεί μεγάλη έμφαση στους συμπληρωματικούς υπολογισμούς για μεγέθη τα οποία θεωρούνται δεδομένα κατά την εργαστηριακή άσκηση.

### 3.1.2 Προσπάθεια δεύτερη

Με τα αποτελέσματα της πρώτης προσπάθειας αναγνωρίστηκαν οι ελλείψεις που θα έδιναν την τελική λύση. Απαιτούνται τόσο συνοχή των υπολογισμών όσο και ορθή χρήση των μεγεθών για την απόδοση των τελικών αποτελεσμάτων. Ο σκοπός της διπλωματικής ωστόσο αφορά όλη την Ελλάδα. Επόμενο βήμα είναι η συλλογή δεδομένων.

Μέσα από τις τεχνικές οδηγίες συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με τα κλιματικά δεδομένα όπως την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία του νερού αλλά και τον διαχωρισμό των διαμερισμάτων σε τέσσερις κλιματικές ζώνες όπως αποτυπώνονται στους πίνακες δεδομένων του **Παράρτημα Α** - . Ο ουσιαστικός διαχωρισμός των δεδομένων πραγματοποιείται βάση των κλιματικών ζωνών όπου και παρατηρείται ομοιομορφία στην κατανομή των μεγεθών.

Κατόπιν δημιουργείται μία ‘συλλογή δεδομένων’ όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 3.3.

1	B	C	D	E		P		Q	AB	AC	AN	AO	AZ	BA
				Τα		Τκ		H	Hd					
2	Περιοχή (Νομός)	Κλιματική Ζώνη	γνώ. πλατος για πράξεις	Ιανουάριο	Δεκέμβρ	Ιανουάριο	Δεκέμριος	Ιανουάρι	Δεκέμβρι	Ιανουάρι	Δεκέμβρι	Ιανουάρι	Δεκέμβρι	
3	Αιτωλοακαρνανίας	B	38	9.9	11.2	10.4	12.2	63.5	55.1	24.6	21.4			
4	Μαγνησίας	B	39	8	9.4	10.4	12.2	61.3	51.5	23.9	20.5			
5	Αττικής	B	37	11.3	13	10.4	12.2	63	55.7	25.1	22			
6	Αττικής	B	38	9.8	11.5	10.4	12.2	63.3	54.4	25.1	21.8			
7	Εβρου	Γ	40	6.1	8.1	6.5	8.6	50.7	43.7	21.4	18.3			
8	Βοιωτίας	B	38	8.4	9.9	10.4	12.2	51	49	23.1	20.8			
9	Ηλείας	B	37	10.8	12.2	10.4	12.2	68.4	60.1	25.6	22.4			
10	Αχαΐας	B	38	11.3	12.7	10.4	12.2	62.6	54.6	24.9	21.7			
11	Αργολίδας	A	37	10	11.3	13	14.8	68.7	59.2	25.9	22.6			
12	Κεφαλληνίας	A	38	12.3	13.6	13	14.8	65	56.1	25.1	21.8			
13	Άρτας	B	39	9.7	10.7	10.4	12.2	65.5	56.2	24.3	21			
14	Κορινθίας	B	37	10.2	11.4	10.4	12.2	65.4	55.2	25.4	22			
15	Ζακύνθου	A	37	11.7	12.8	13	14.8	64.2	52.8	25.4	21.8			
16	Ηρακλείου	A	35	13	14.7	13	14.8	65.6	61.2	27.6	24.8			
17	Θεσσαλονίκης	Γ	40	6.5	8.1	6.5	8.6	52.6	45.5	21.8	18.7			
18	Λασιθίου	A	35	13.9	15.5	13	14.8	73	69	28.6	25.8			
19	Ιωαννίνων	Γ	39	6.3	7.3	6.5	8.6	51.8	45.1	22.4	19.3			
20	Μεσσηνίας	A	37	11.7	13.1	13	14.8	68.2	59.3	26.4	23.1			
21	Καστοριάς	Δ	40	3.6	4.2	4.2	6.6	57.6	47.7	22.5	19.1			
22	Κερκυρας	B	39	11	12.4	10.4	12.2	57.7	50.7	23.2	20.1			
23	Ροδόπης	Γ	41	6	8.3	6.5	8.6	50	45	22.3	19.7			
24	Φθιώτιδας	B	38	8.5	9.6	10.4	12.2	59.4	52.1	24	20.8			
25	Λαρίσης	Γ	39	6.6	7.9	6.5	8.6	55.1	47.8	22.9	19.7			
26	Λέσβου	B	39	8.4	9.9	10.4	12.2	51.1	46	22.1	19.3			
27	Μεσσηνίας	A	36	12.3	13.9	13	14.8	62	57	23.4	20.5			
28	Κυκλάδων	A	36	11.4	13.1	13	14.8	56	52	25.1	22.5			
29	Λέσβου	B	39	10.3	12.1	10.4	12.2	52	50	22.8	20.4			
30	Κυκλάδων	A	37	12.8	14.3	13	14.8	60.3	55.6	25.5	22.7			
31	Κυκλάδων	A	37	12.3	13.4	13	14.8	60	58	25.5	23			
32	Αχαΐας	B	38	11.4	12.8	10.4	12.2	55	53	23.9	21.5			
33	Ηλείας	B	37	11.1	12.4	10.4	12.2	68.4	59.3	25.8	22.6			
34	Ρεθύμνου	A	35	13.6	15.3	13	14.8	62	58	27.1	24.4			
35	Δωδεκανήσου	A	36	12.9	14.4	13	14.8	69.9	61.2	27.1	23.9			
36	Σάμου	A	37	11.3	12.9	13	14.8	64.9	58.5	25.5	22.5			
37	Σερρών	Γ	41	5.2	6	6.5	8.6	50.8	43.7	21.2	18.1			
38	Λασιθίου	A	35	13.1	14.7	13	14.8	66.5	61.9	27.8	25			
39	Ευβοίας	B	38	10.6	12.3	10.4	12.2	51.2	47.7	22.8	20.3			
40	Κανίων	A	35	11.9	13.7	13	14.8	65	60.3	27.4	24.5			
41	Κυκλάδων	A	37	12.5	13.5	13	14.8	58	57	24.9	22.6			
42	Αττικής	B	38	8.8	10.6	10.4	12.2	59.1	51.2	24.4	21.2			
43	Ημαθίας	Γ	40	6	6.8	6.5	8.6	57.3	49.1	22.3	19.1			
44	Ηρακλείου	A	35	13	14.5	13	14.8	73.4	67.7	28.7	25.7			
45	Κανίων	A	35	12.9	14.5	13	14.8	62	59	27	24.4			
46	Χίου	B	38	10.4	11.8	10.4	12.2	55	53	23.8	21.4			
47	Καβάλας	Γ	40	6.7	7.7	6.5	8.6	57.5	43.3	22.1	18.2			

Εικόνα 3.3 Συλλογή δεδομένων excel

Από τον πίνακα γίνεται να εξαχθούν τα απαραίτητα δεδομένα για 44 πόλεις της Ελλάδας, από τον Έβρο μέχρι την Κρήτη.

Ως επόμενο βήμα της όλης διαδικασίας νοείται η ενσωμάτωση του πίνακα δεδομένων με τους υπολογισμούς.

Η μεταβλητότητα του πίνακα δεν τον καθιστά ιδανικό για την επίτευξη της συνοχής που απαιτεί η μέθοδος καμπυλών F. Η λύση που χρησιμοποιήθηκε είναι η δημιουργία μίας γραμμής εισαγωγής όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.4. Έτσι με μία απλή αντιγραφή και επικόλληση όλης της γραμμής από την οποία πρόκειται να αντληθούν τα δεδομένα προκύπτουν οι σταθερές θέσεις-κελιά με τις οποίες θα συσχετιστούν οι υπολογισμοί.

48							
49							
50	Αθήνα(Ν. Φιλαδέλφεια)	Αττικής	B	38	9.8	10.6	12.6
51							
52							

Εικόνα 3.4 Γραμμή εισαγωγής δεδομένων

Βασικό κομμάτι είναι η εισαγωγή των μεταβλητών του ηλιοθερμικού συστήματος. Η χωρητικότητα της δεξαμενής, το είδος των ηλιακών πάνελ και ο αριθμός των ατόμων αποτελούν τα μεταβλητά δεδομένα ή αλλιώς τις εισόδους για την εκκίνηση των υπολογισμών. Στην Εικόνα 3.5 φαίνονται οι πίνακες δεδομένων εισόδου.

Α	B	C	D	E	F	G	H	I
Χρήσιμες κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Περιγραφή ηλιακού συλλέκτη νερού	FR(τα)n	FRUL [W/m2.C]	τα/ταn		
	[/άτομο/ημέρα]		Μαύρο χρώμα, 1 υαλοπίνακα	0.82	7.5	0.96885368		
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50		Μαύρο χρώμα, 2 υαλοπίνακες ή επιλεκτική επιφάνεια με 1 υαλοπίνακα	0.75	5	0.963774109		
Ξενοδοχείο			Σωλήνες κενού-αέρος	0.57	1.82	0.99		
A	100		Απλός συλλέκτης (πλαστικοί σωλήνες) χωρίς κάλυμμα και μόνωση (ταχύτητα ανέμου 2.2 m/s)	0.86	21.5	0.99		
B	80							
Γ	60							
Ξενώνας	60							
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50		Στοιχεία	Τύπος				
Εστιατόριο	8		Αριθμός Ατόμων	4				
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2		Χωρητικότητα Δεξαμενής(λίτρα)	200				
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3		Αριθμός Πάνελ	4				
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	20		Επιφάνεια κάθε πάνελ(m^2)	1				
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών	80		Fr / Fr (απόδοση εναλλάκτη)	0.95				
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών	120							
Κλινική*	60		Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50				
Αγροτικό ιατρείο, υγιεινομικός σταθμός κέντρο υγείας, ιατρείο Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	5							
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5							
Αναμορφωτήριο, φυλακή	30							
Ινστιτούτο γυμναστικής	20							
Κουρείο, κομμωτήριο	3							

Εικόνα 3.5 Πίνακες δεδομένων εισόδου

Στην Εικόνα 3.6 φαίνεται η καρτέλα των υπολογισμών. Στο επάνω μέρος, στα κελία με πορτοκαλί χρώμα, υπάρχουν οι απαιτούμενες σταθερές για τους υπολογισμούς. Στα υπόλοιπα τμήματα του πίνακα διενεργούνται πράξεις σύμφωνα με την μέθοδο που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2 για την εύρεση των τιμών X και Y. Στα κελιά με κόκκινο χρώμα φαίνονται τα αποτελέσματα των νέων πράξεων. Αν οι



μεταβλητές  $X$  και  $Y$  βρίσκονται μέσα στα επιθυμητά όρια, τότε η τιμή τους συμβάλλει στη εύρεση της απόδοσης  $F$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκεμβριος	
1	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190	4190
2	Cr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	P	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Tef	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
5	N(hours)	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
6	N(sec)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
7	D	17	47	75	105	135	162	198	228	258	289	320	351
8	δ	-20,9170	-12,9546	-2,4177	9,4149	18,7919	23,0659	21,1837	13,4550	2,2169	-9,9663	-19,3780	-23,4012
9	tanδ	-0,382202	-0,2300	-0,0422	0,1658	0,3403	0,4262	0,3873	0,2392	0,0387	-0,1757	-0,3517	-0,4328
10	sinδ	-0,3570	-0,2242	-0,0422	0,1636	0,3221	0,3921	0,3614	0,2327	0,0387	-0,1751	-0,3318	-0,3972
11	cosδ	0,9341	0,9743	0,9991	0,9865	0,9467	0,9199	0,9324	0,9726	0,9993	0,9649	0,9434	0,9177
12	φ	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
13	tanφ	0,781286	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813
14	sinφ	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157	0,6157
15	cosφ	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880
16	ρ	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
17	cosρ	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880
18	ω s	72,6239	79,6464	88,1096	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	90,0000	82,1091	74,0501	70,2382
19	sinω s	0,9544	0,9837	0,9995	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9905	0,9615	0,9411
20	Rb	2,0021	1,6464	1,3242	1,0744	0,9335	0,8736	0,9023	1,0094	1,2133	1,5424	1,9217	2,1478
21	Ht(kWh/m2)	90,925	105,082	137,637	154,632	177,534	185,840	196,253	195,113	174,032	147,139	104,924	90,372
22	Ht(J/m2)	359729110,263	378294907,719	495565581,210	556747082,890	639112838,380	672629540,596	706512356,073	702442571,115	676513020,126	529664134,316	377725054,383	315337791,281
23	K1	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067	1,1067
24	K2	0,9103	0,8847	0,9225	0,9942	1,1058	1,2438	1,3444	1,3636	1,2974	1,1821	1,0542	0,9617
25	K3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	Q(kWh/day)	8,035	8,105	7,733	7,013	6,061	5,086	4,505	4,459	4,993	5,875	6,851	7,617
27	I(f)	99838900	81893600	863067400	759228000	678028000	550660000	503973200	498776000	540510000	637243400	741630000	832078400
28	χ(0<κ<18)	5,145	4,913	5,249	5,931	7,137	8,939	10,547	10,901	9,799	8,124	6,577	5,626
29	Υ(0<Υ<3)	1,0993	1,2689	1,5735	2,0142	2,5891	3,3557	3,8506	3,8682	3,1838	2,2136	1,3990	1,0488
30	f(0<κ<1)	0,577	0,679	0,805	0,932	1,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,901	0,669	0,526
31													
32													
33	SUM L						6271005400						
34	L*f	518544333	556220890,4	696118944,8	707711279,5	693484676,2	0	0	0	0	592327824,7	496346348,2	448025502,8
35	F						75,09						

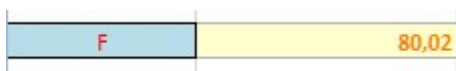
Εικόνα 3.6 Καρτέλα υπολογισμών και αποτελεσμάτων

Μεταβάλλοντας τα δεδομένα στους πίνακες δεδομένων εισόδου λαμβάνεται άμεσα η απόδοση του συστήματος για την πληθώρα γεωγραφικών σημείων που υπάρχουν διαθέσιμα αλλά και για διαφορετικά εν δυνάμει συστήματα. Αυτό διευκολύνει τόσο την σύγκριση όσο και στη δυνατότητα της επιλογής του πιο συμβατού συστήματος βάσει των εκάστοτε αναγκών.

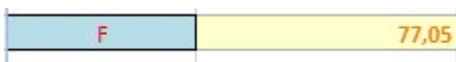
Μέσω της παραπάνω διαδικασίας ολοκληρώθηκε η αρχική δημιουργία του ψηφιακού υπολογιστή καμπυλών F μέσω φύλλων της εφαρμογής Excel.

### 3.2 Εφαρμογή και σύγκριση

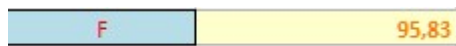
Μπορεί πλέον να επιβεβαιωθεί πως η απόδοση του συστήματος για τα δεδομένα του κεφαλαίου 2.3.1 είναι πράγματι όμοια.



Αξιοποιώντας τη λειτουργικότητα του φύλλου υπολογισμών υπολογίζεται η απόδοση για κλίση των συλλεκτών στις 45 μοίρες:



Επιπλέον μπορεί να υπολογιστεί το τι θα συμβεί αν αντί για τέσσερα (4) τετραγωνικά ηλιακού πάνελ χρησιμοποιηθούν οχτώ (8):



Δίνεται ακόμα η δυνατότητα να διερευνηθεί το ίδιο σύστημα με την παραδοχή ότι βρίσκεται σε διαφορετική περιοχή η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στη Χρυσούπολη Καβάλας:



Έτσι σε λίγα λεπτά γίνεται σύγκριση πληθώρας αποτελεσμάτων δίνοντας τη δυνατότητα για εύκολη και ορθή επιλογή συστήματος θέρμανσης ZNX. Αυτή η εφαρμογή λειτουργεί σαν πρότυπο για τη δημιουργία μίας διαδουκτικακής πλατφόρμας υπολογισμών.

### 3.2.1 Προσπάθεια Τρίτη

Με τους ψηφιακούς υπολογισμούς δύναται να δημιουργηθεί ένα τρίτο φύλλο υπολογισμών χωρίς τη χρήση συλλογής δεδομένων, το όποιο θα χρησιμοποιηθεί ως οδηγία για το πως θα φαίνεται στον χρήστη η διαδικτυακή εφαρμογή. Στην Εικόνα 3.7 διακρίνονται οι είσοδοι και οι σταθερές όπου θα χρησιμοποιηθούν και στην εικόνα Εικόνα 3.8 Καρτέλα Υπολογισμών υπολογισμοί που διενεργούνται στο παρασκήνιο.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ta	9.8	10.6	12.6	16.9	22.3	27.4
2	Tk	10.4	10.1	11.7	14.8	18.9	23.1
3	H	63.3	77.7	118.9	152.7	190.4	207.4
4	Hd	25.1	32	50.4	65.6	81.8	85.5
5							
6	FR(τα)n	FRUL [W/m2.C]	τα/ταn	Λιτρα	Ac	Fr'/Fr (απόδοση εναλλάκτη)	β κλίση πανελ
7	0.82	7.5	0.963774109	200	4	0.95	38
8							
9							
10	Γεωγρ. Πλάτος	Άτομα	α/ατομο/ ημέρ				
11	37	4	50				
12							
13							
14	Cp	ρ	Tref	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ Θ ΝΕΡΟΥ			
15	4190	1	100	45			
16							
17							
18	F%						
19	75.43						
20							
21							

Εικόνα 3.7 Είσοδοι και αποτέλεσμα της εφαρμογής

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
N(days)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
N(hours)	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
N(sec)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
D	17	47	75	105	135	162	198	228	258	289	320	351
δ	-20,9170	-12,9546	-2,4177	9,4149	18,7919	23,0859	21,1837	13,4550	2,2169	-9,9663	-19,3780	-23,4012
tanδ	-0,3822	-0,2300	-0,0422	0,1658	0,3403	0,4262	0,3875	0,2392	0,0387	-0,1757	-0,3517	-0,4328
sinδ	-0,3570	-0,2242	-0,0422	0,1636	0,3221	0,3921	0,3614	0,2327	0,0387	-0,1731	-0,3318	-0,3972
cosδ	0,9341	0,9745	0,9991	0,9865	0,9467	0,9199	0,9324	0,9726	0,9993	0,9849	0,9434	0,9177
φ	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
tanφ	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536	0,7536
sinφ	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018
cosφ	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986
β	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
cosβ	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880	0,7880
ω's	73,2611	80,0178	88,1767	89,2463	89,2463	89,2463	89,2463	89,2463	89,2463	82,3909	74,6305	70,9672
sinω's	0,9576	0,9849	0,9995	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9912	0,9642	0,9453
Rb	2,05234	1,66943	1,31793	1,04324	0,88633	0,82476	0,85142	0,97108	1,19627	1,55653	1,96635	2,20761
Ht(kW/m2)	101,8454	106,1366	137,2266	151,9406	172,4124	180,2733	189,6679	190,3334	172,3223	148,1296	106,7886	92,3222
Hb(J/m2)	366643464,86	382091658,39	494015714,67	546986078,04	620684816,47	648983708,87	682804380,48	685200244,27	620360448,16	533266396,47	384439058,16	332359966,19
K1	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036	0,9036
K2	0,910	0,885	0,923	0,994	1,106	1,244	1,344	1,364	1,297	1,182	1,054	0,962
K3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L(J)	898838800	818893600	865067400	759228000	678025800	550566000	503973200	498777600	540510000	657243400	741630000	852078400
X(0<X<18)	6,301	6,017	6,429	7,264	8,740	10,948	12,917	13,351	12,001	9,950	8,055	6,890
Y(0<Y<3)	1,2250	1,4012	1,7150	2,1636	2,7491	3,5399	4,0688	4,1256	3,4468	2,4366	1,5567	1,1714
f(0<f<1)	0,594	0,694	0,809	0,920	0,993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,895	0,682	0,541
L*f	534177685	568331007	699922998	698517362	673487756	0	0	0	0	588355582	506127648	461270070
SUM L	6271005400											
F	75,43											

Εικόνα 3.8 Καρτέλα Υπολογισμών



## 4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Κατασκευή Αλγορίθμου σε προγραμματιστικό περιβάλλον

Ο τελικός σκοπός της διπλωματικής είναι η δημιουργία μίας διαδικτυακής εφαρμογής η οποία θα εφαρμόζει την μέθοδο των καμπυλών F. Χρησιμοποιώντας ως βάση το excel που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3 και αξιοποιώντας την εμπειρία που αποκτήθηκε, θα δημιουργηθεί ένας κώδικας PHP που θα εφαρμόζει τους τύπους, μία δυναμική βάση δεδομένων με τα δεδομένα που απαιτούνται και μια HTML αναπαράσταση μέσω της οποίας θα παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της εφαρμογής σε ένα φιλικό προς το χρήστη της ιστοσελίδας περιβάλλον.

### 4.1 Κώδικας PHP

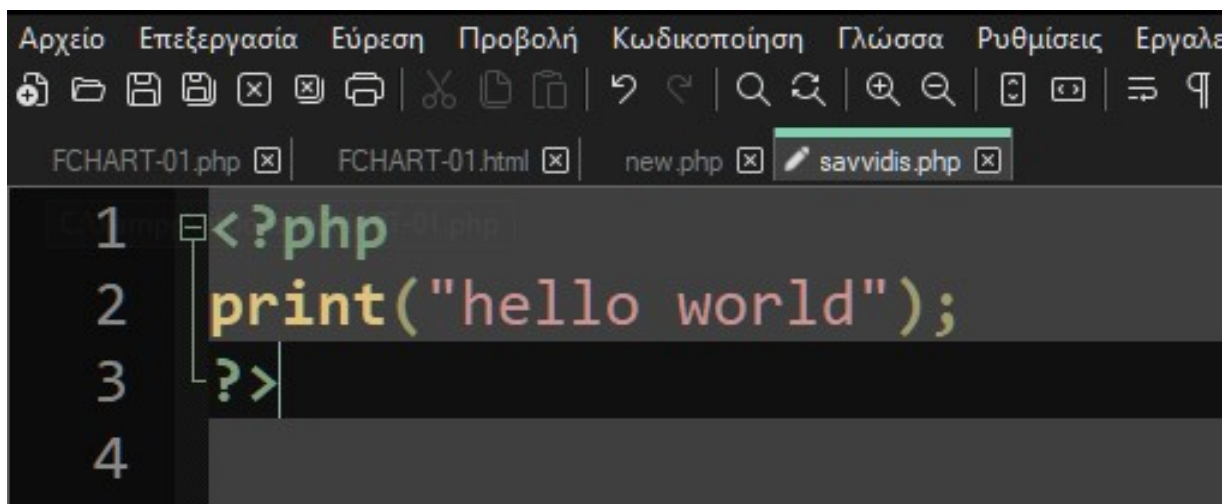
Για την κατασκευή του κώδικα που εφαρμόζει τη μέθοδο καμπυλών F χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού PHP.

Η PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) δημιουργήθηκε το 1994 από τον Rasmus Lerdorf και είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία σελίδων web με δυναμικό περιεχόμενο. Μια σελίδα PHP περνά από επεξεργασία από ένα συμβατό διακομιστή του Παγκόσμιου Ιστού (π.χ. Apache), ώστε να παραχθεί σε πραγματικό χρόνο το τελικό περιεχόμενο, που είτε θα σταλεί στο πρόγραμμα περιήγησης των επισκεπτών σε μορφή κώδικα HTML ή θα επεξεργασθεί τις εισόδους δίχως να προβάλλει την έξοδο στο χρήστη, αλλά θα τις μεταβιβάσει σε κάποιο άλλο PHP script.

Η PHP αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνολογίες στον Παγκόσμιο Ιστό, καθώς χρησιμοποιείται από πληθώρα εφαρμογών και ιστότοπων. Διάσημες εφαρμογές που κάνουν εκτενή χρήση της PHP είναι το γνωστό Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management System, WordPress και το Drupal). Τα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου (ΣΔΠ, Content Management Systems, CMS) είναι διαδικτυακές εφαρμογές που επιτρέπουν την online τροποποίηση του περιεχομένου ενός δικτυακού τόπου. Οι διαχειριστές μέσω του διαδικτύου ενημερώνουν το περιεχόμενο στο ΣΔΠ, το οποίο είναι εγκατεστημένο σ' ένα διακομιστή. Οι αλλαγές αυτές γίνονται αυτόματα διαθέσιμες πάλι μέσω του διαδικτύου, σε όλους τους επισκέπτες και χρήστες του δικτυακού τόπου.

#### 4.1.1 Εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμού PHP

Για τη συγγραφή του κώδικα PHP χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό “Notepad++”, που επιτρέπει την δημιουργία .php αρχείων. Στο πρόγραμμα αυτό υλοποιήθηκε η μέθοδος των καμπυλών F ξεκινώντας με τις πιο απλές εντολές. Στην Εικόνα 4.1 φαίνεται ένα PHP script που όταν εκτελεστεί θα εμφανίσει ως αποτέλεσμα στην οθόνη του χρήστη το μήνυμα «hello world».



```

1 <?php
2 print("hello world");
3 ?>
4

```

Εικόνα 4.1 PHP editor – πρώτα βήματα

Η τελική έκδοση του κώδικα .php για την υλοποίηση των υπολογισμών με χρήση των καμπυλών F προέκυψε ύστερα από πολλά στάδια δοκιμών. Στην Εικόνα 4.2 **PHP editor – Προχωρημένες εντολές** Εικόνα 4.2 δίνεται μια άποψη μερικών από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν στον τελικό κώδικα και στο **Παράρτημα Δ – Διάγραμμα ροής αλγορίθμου Καμπυλών F** δίνεται το διάγραμμα ροής του αλγορίθμου καμπυλών F.

```

$r=$j+1;
//k2=(11.6+11.8*TZNX+3.86*Tk-2.32*Ta)/(100-Ta)
$k2=((11.6+(1.18*$tznx)+(3.86*$data_item[1][$r]))-(2.32*$data_item[0][$r]))/(100-$data_item[0][$r]) ;
//LZNX = N · HKZNX · ρ · Cp · (TZNX - TK )
$L= $Ndays[$j] * $day_need * $persons * $water_p * $cp * ($tznx - $data_item[1][$r]);
// X=(ac/L)*FR*UL*(F'R/FR)*(Tanαφ-Ta)*Δt*k1*k2
$X=($ac/$L)*$Frul*($Fr_fr)*($t_ref-$data_item[0][$r])*$Nsec[$j]*$k1*$k2;
//echo $X;

//ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
$ws=min((rad2deg(acos($tan_gplat*(-1)*$standelta[$j])),[rad2deg(acos(-1*tan(deg2rad($g_plat-$beta))*($standelta[$j]))
//echo ($tan_gplat*(-1)*$standelta[$j]); /////EDW GINETAI H DIAFORA ME TO EXCEL STA RAD2DEG.ACOS
//echo "<br>";

$sinws=sin(deg2rad($ws));
$Rb=(((cos(deg2rad($g_plat-$beta))*$cosdelta[$j]*$sinws)+(0.017453292*$ws*sin(deg2rad($g_plat-$beta))*$sindelta[$j]

```

Εικόνα 4.2 PHP editor – Προχωρημένες εντολές

Η διατύπωση σε κώδικα αποτέλεσε ένα μεγάλο σκέλος της διπλωματικής, όσον αφορά τον χρόνο που χρειάστηκε, διότι σε αντίθεση με το φύλλο υπολογισμών του excel η βάση δεδομένων δεν αποτελεί κομμάτι του κώδικα αλλά αποτελεί ένα αυτοτελές σύστημα όπως θα περιγραφεί στη συνέχεια. Δοκιμαστικά έγινε εισαγωγή δεδομένων μίας πόλης για την δημιουργία των εξισώσεων και την εύρεση ορθού αποτελέσματος. Ο ορισμός των μεταβλητών, η επαναληπτικότητα της διαδικασίας αλλά και η εκμάθηση των σωστών εντολών και διατύπωσης αυτών καθιέρωσε την βάση του κώδικα.

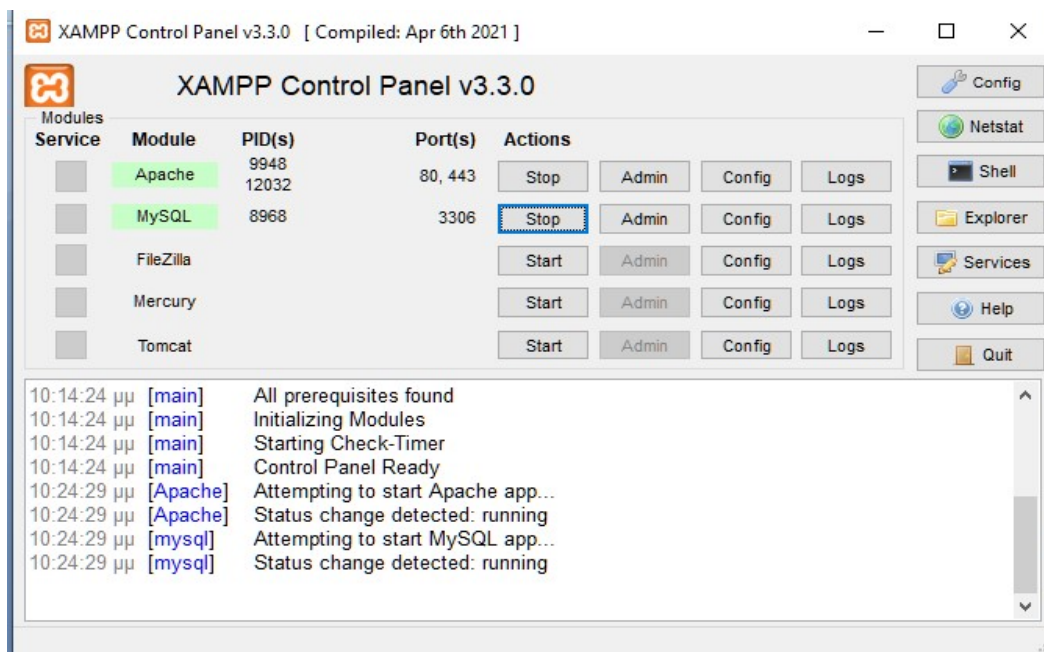
Για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων, και πάλι σε αντίθεση με το excel, το .php αρχείο δεν μπορεί να τα εμφανίσει στην οθόνη του χρήστη χωρίς πρώτα να εκτελεστεί. Το .php αρχείο αφορά τις διεργασίες που λειτουργούν στο παρασκήνιο μίας ιστοσελίδας, όταν αυτό εκτελείται, και συνεπώς τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο πρόγραμμα περιήγησης του υπολογιστή. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάστηκε η δημιουργία ενός τοπικού εξυπηρετητή δικτύου η κοινώς «server».

## 4.2 Δημιουργία τοπικού εξυπηρετητή δικτύου

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας δημιουργήθηκε ένας τοπικός server με χρήση της εφαρμογής XAMPP. Στην Εικόνα 4.3 φαίνεται το πάνελ διαχείρισης της εφαρμογής XAMPP. Ακολουθώντας την διαδικασία που περιγράφεται στην ιστοσελίδα της εφαρμογής ορίστηκε ο υπολογιστής ως ο τοπικός εξυπηρετητής δικτύου (localhost). Αυτό επέτρεψε στο να εμφανίζονται τα αποτελέσματα του κώδικα, ακολουθώντας μία σειρά βημάτων όπως περιγράφεται παρακάτω:

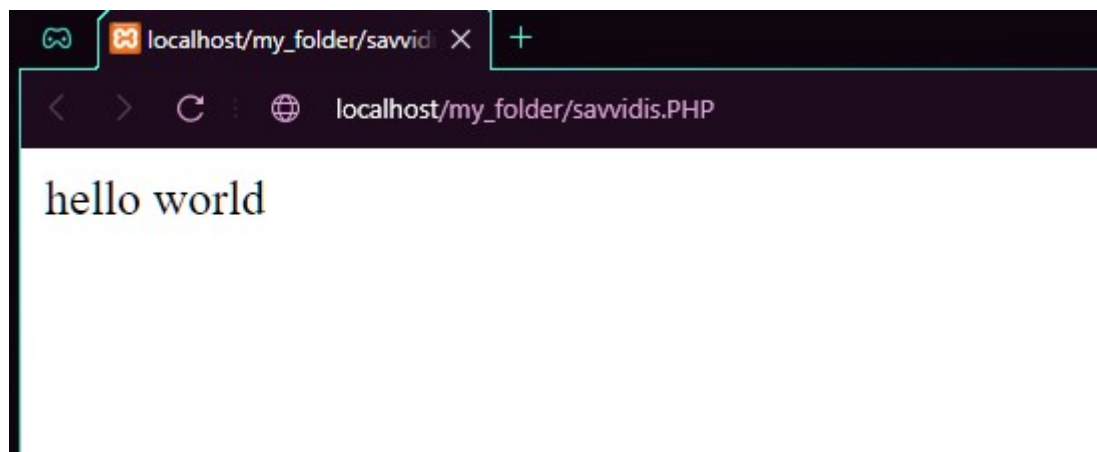
- Εγκατάσταση της εφαρμογής XAMPP
- Ορισμός του προσωπικού υπολογιστή ως server
- Τοποθέτηση του αρχείου .php στον φάκελο από τον οποίο το «διαβάζει»

## ➤ Εκτέλεση του κώδικα



Εικόνα 4.3 XAMPP control panel

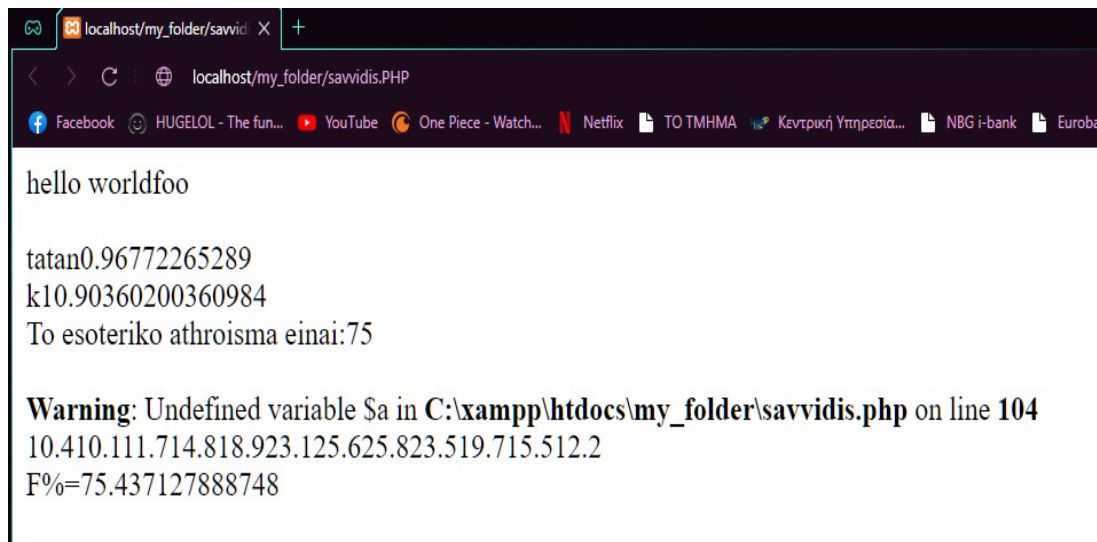
Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα το κώδικα που φαίνεται στην Εικόνα 4.1, είναι αυτό της Εικόνα 4.4, και μπορεί να προκύψει απλά «χτυπώντας» στον περιηγητή το αντίστοιχο php αρχείο, δηλαδή [http://localhost/my\\_folder/savvidis.PHP](http://localhost/my_folder/savvidis.PHP).



Εικόνα 4.4 Αποτέλεσμα απλού κώδικα στον φυλλομετρητή

Με την ίδια λογική ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει το αντίστοιχο αρχείο που αφορά την εκτέλεση του php κώδικα που υπολογίζει το αποτέλεσμα της εφαρμογής χρησιμοποιώντας δεδομένα που ο χρήστης αρχικά του δίνει. Ένα τέτοιο δοκιμαστικό αποτέλεσμα φαίνεται στην Εικόνα 4.5.

Επιπλέον υλοποιήθηκε ένα σύστημα έλεγχου και διόρθωσης του κώδικα, με σκοπό την συμφωνία των αποτελεσμάτων, για ορισμένα δεδομένα, με την εφαρμογή των καμπυλών F στο excel. Εφόσον επετεύχθη αυτό για κλιματικά δεδομένα μίας πόλεως, επόμενο στάδιο της εργασίας ήταν η δημιουργία μίας online βάσης δεδομένων η οποία θα περιέχει όλα τα στοιχεία που χρειάζεται ο αλγόριθμος καμπυλών F για να υπολογίσει την ετήσια ποσοστιαία απόδοση ενός ηλιακού συστήματος, για διάφορες τιμές εισόδου.



```

localhost/my_folder/savvidis.PHP
Facebook HUGELOL - The fun... YouTube One Piece - Watch... Netflix TO TMHMA Κεντρική Υπηρεσία... NBG i-bank Euroba

hello worldfoo

tatan0.96772265289
k10.90360200360984
To esoteriko athroisma einai:75

Warning: Undefined variable $a in C:\xampp\htdocs\my_folder\savvidis.php on line 104
10.410.111.714.818.923.125.625.823.519.715.512.2
F%=75.437127888748

```

Εικόνα 4.5 Αποτέλεσμα κώδικα καμπυλών F (δοκιμαστικό)

### 4.3 Βάση δεδομένων

Με τον όρο βάση εννοείται μία συλλογή από συστηματικά μορφοποιημένα σχετιζόμενα δεδομένα στα οποία είναι δυνατή η ανάκτηση δεδομένων μέσω αναζήτησης κατ' απαίτηση. Ο Αμερικανός επιστήμονας υπολογιστών Τζιμ Γκρέϊ (Jim Gray) έχει γράψει για τις βάσεις δεδομένων: «Όταν οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τις λέξεις βάση δεδομένων, διατυπώνουν στην ουσία ότι τα δεδομένα πρέπει να αυτοπροσδιορίζονται και να έχουν μια σχηματική δομή. Αυτό ακριβώς περιγράφουν οι λέξεις βάση δεδομένων». Ειδικότερα, στην επιστήμη της πληροφορικής και στην καθημερινή χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, με τον όρο βάσεις δεδομένων εννοείται οργανωμένες, διακριτές συλλογές σχετιζόμενων δεδομένων ηλεκτρονικά και ψηφιακά αποθηκευμένων, στο λογισμικό που χειρίζεται τέτοιες συλλογές (Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, ή DBMS) και στο γνωστικό πεδίο που το μελετά. Πέρα από την εγγενή της ικανότητα να αποθηκεύει δεδομένα, η βάση δεδομένων παρέχει μέσω του σχεδιασμού και του τρόπου ιεράρχησης των δεδομένων, τα αποκαλούμενα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, δηλαδή τη δυνατότητα γρήγορης άντλησης και ανανέωσης των δεδομένων.

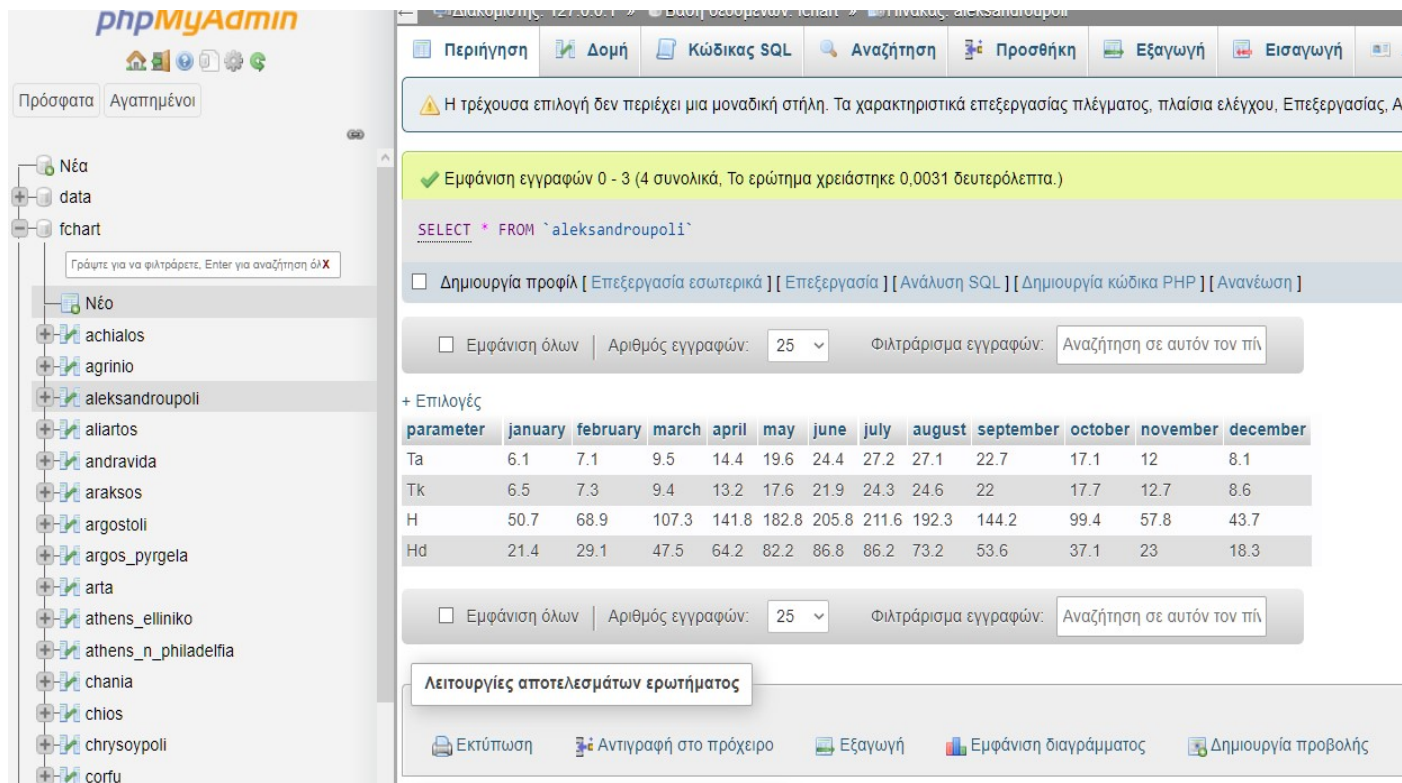
Για την εφαρμογή των καμπυλών F τα δεδομένα της βάσης αντλούνται από τις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ. Όλοι οι πίνακες που χρησιμοποιούνται βρίσκονται στο **Παράρτημα Α** – . Η βασική διάταξη των κλιματικών δεδομένων αφορά την κλιματική ζώνη στην οποία εμπίπτει κάθε περιοχή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.2 **Χάρτης Κλιματικών Ζωνών στην Ελλάδα**.

Έχοντας τη «βάση» δεδομένων που δημιουργήθηκε στο excel (Εικόνα 3.3 **Συλλογή δεδομένων**) θα κατασκευαστεί ένα αντίστοιχο σύστημα δεδομένων που θα είναι δυναμικό και τροποποιήσιμο και θα δίνει την δυνατότητα στον κώδικα php να αντλεί δεδομένα βάση των εισόδων του χρήστη. Αυτό πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο phpMyAdmin. Η εφαρμογή είναι γραμμένη σε php και δημιουργεί ένα περιβάλλον φιλικό προς το χρήστη για τη δημιουργία και επεξεργασία βάσεων δεδομένων, πινάκων και άλλα.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα αρχείο csv, όπως απαιτεί η διαδικασία, που περιέχει τα δεδομένα που θα έχει η βάση. Δημιουργώντας ένα τμήμα κώδικα php έγινε εισαγωγή των δεδομένων στην επιθυμητή μορφή που είναι ένας πίνακας δεκατριών (13) στηλών και τεσσάρων (4) γραμμών χωρίς τις επικεφαλίδες. Έτσι προκύπτει ένα σύνολο σαραντατεσσάρων (44) καταχωρήσεων, μία για κάθε πόλη όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.6 **Μορφή διαδικτυακής βάση δεδομένων**. Επιπλέον, για τη σωστή εφαρμογή της διαδικασίας και



απλοποίησης των δεδομένων που θα πρέπει να εισάγει ο χρήστης δημιουργήθηκαν δύο επιπλέον καταχωρήσεις που αφορούν τις συντεταγμένες κάθε πόλης (γεωγραφικό πλάτος και μήκος) και την κατανάλωση νερού ανά τύπο κτηρίου βάση TOTEE.



Εικόνα 4.6 Μορφή διαδικτυακής βάση δεδομένων

+ Επιλογές		
Poli	Platos	Mikos
agxialos	39	22
agrino	38	21
aleksandroupoli	40	25
aliartos	38	23
andravida	37	21
araksos	38	21
argostoli	38	21
argos_pyrgela	37	22
arta	39	21
athens_elliniko	37	23
athens_n_philadelfia	38	23
chania	35	24
chios	38	26
chrysoypoli	40	24
corfu	39	19
hrakleio	35	25
ierapetra	35	25
ioannina	39	20
kalamata	37	22
kastoria	40	21
komotini	41	25
lamia	38	22

+ Επιλογές	
typeofbuilding	litres
katoikia	50
ksenodoxeioA	100
ksenodoxeioB	80
ksenodoxeioC	60
ksenonas	60
oikotrofeio	50
estiatorio	8
zaxaroplasteio	2
nuxterinokentro	3
gymnasthrio	20
nosokomeiomikro	80
nosokomeiomegalo	120
klinikh	60
iatreio	5
vrefikostathmos	5
fulakh	30
institutogumnastikhs	20
koureio	3
psyxiatreio	50

Εικόνα 4.7 Επιπλέον καταχωρήσεις στη βάση δεδομένων

#### 4.4 Κώδικας HTML

Η δημιουργία της online εφαρμογής υπολογισμού καμπυλών F βρίσκεται στο τελευταίο στάδιο. Οι υπολογισμοί έχουν δημιουργηθεί και η βάση δεδομένων έχει στηθεί. Για να είναι λειτουργική ωστόσο οποιαδήποτε διαδικασία στον ιστό, απαιτείται η παρέμβαση του χρήστη. Στην περίπτωση αυτή ο χρήστης θα πρέπει να κάνει εισαγωγή των δεδομένων για την πόλη που αναζητεί. Στο excel η αλλαγή σε οποιοδήποτε δεδομένο γίνεται με μεταβολή των περιεχομένων ενός κελιού. Για να επιτευχθεί αυτό σε ένα ιστότοπο πρέπει να δημιουργηθεί ένα τμήμα κώδικα html που θα λειτουργεί ως μια γραφική διεπαφή μεταξύ χρήστη και βάσης δεδομένων. Ένα τμήμα του php κώδικα θα διαβάζει τα δεδομένα που ο χρήστης θα εισάγει στη φόρμα του ιστότοπου, έπειτα από αντίστοιχη εντολή του χρήστη πατώντας ένα πλήκτρο στο γραφικό περιβάλλον, και στη συνέχεια το τμήμα του php κώδικα θα εισάγει τα δεδομένα και θα κάνει τα αντίστοιχα ερωτήματα προς τη βάση δεδομένων, ενώ επιπλέον θα εκτελεί και τις όποιες μαθηματικές πράξεις.

Η HTML (HyperText Markup Language, Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου) είναι η κύρια γλώσσα σήμανσης για τις ιστοσελίδες, τα στοιχεία της οποίας είναι τα βασικά δομικά στοιχεία των ιστοσελίδων.

Ο σκοπός ενός web browser είναι να διαβάζει τα έγγραφα HTML και να τα συνθέσει σε σελίδες που μπορεί κανείς να διαβάσει ή να ακούσει. Ο browser δεν εμφανίζει τις ετικέτες HTML, αλλά τις χρησιμοποιεί για να παρουσιάσει το περιεχόμενο της σελίδας. Τα στοιχεία της HTML χρησιμοποιούνται για να κτίσουν όλους του ιστότοπους. Η HTML επιτρέπει την ενσωμάτωση εικόνων και άλλων αντικειμένων μέσα στη σελίδα, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εμφανίσει διαδραστικές φόρμες. Παρέχει τις μεθόδους δημιουργίας δομημένων εγγράφων (δηλαδή εγγράφων που αποτελούνται από το περιεχόμενο που μεταφέρουν και από τον κώδικα μορφοποίησης του περιεχομένου) καθορίζοντας δομικά σημαντικά στοιχεία για το κείμενο, όπως κεφαλίδες, παραγράφους, λίστες, συνδέσμους, παραθέσεις και άλλα. Μπορούν επίσης να ενσωματώνονται σενάρια εντολών σε γλώσσες όπως η JavaScript, τα οποία επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ιστοσελίδων HTML και από στατικές τις κάνουν δυναμικές.

### Επιλογή Τοποθεσίας

Τοποθεσία:

Τύπος κτηρίου:

Τύπος Ηλιακού Συλλέκτη Νερού:

Τετραγώνικα Πάνελ:

Κλίση Πάνελ:

Λίτρα:

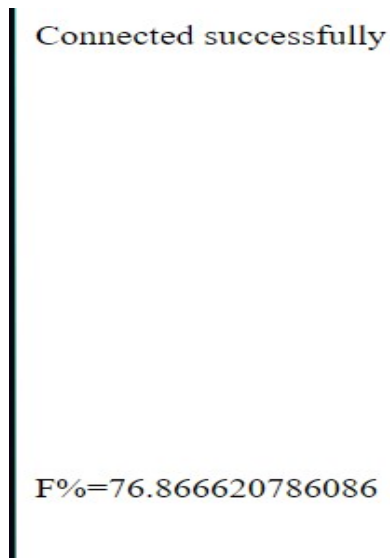
Άτομα:

Πατήσετε το πλήκτρο "Επιλογή" για υπολογισμούς.

Ένα HTML αρχείο αποτελείται από πολλά στοιχεία HTML τα οποία αποτελούνται από ετικέτες (tags), οι οποίες περικλείονται μέσα σε σύμβολα «μεγαλύτερο από» και «μικρότερο από» (για παράδειγμα <html>), μέσα στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας. Οι ετικέτες HTML συνήθως λειτουργούν ανά ζεύγη (για παράδειγμα <h1> και </h1>), με την πρώτη να ονομάζεται ετικέτα έναρξης και τη δεύτερη ετικέτα λήξης (ή σε άλλες περιπτώσεις ετικέτα ανοίγματος και ετικέτα κλεισίματος αντίστοιχα). Ανάμεσα στις ετικέτες, οι σχεδιαστές ιστοσελίδων μπορούν να τοποθετήσουν κείμενο, πίνακες, εικόνες κλπ.

Με χρήση τμήματος κώδικα html δημιουργήθηκε το επιθυμητό σύστημα εισόδων όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.7 Είσοδοι και αποτέλεσμα της εφαρμογής αξιοποιώντας τα εργαλεία της γλώσσας HTML, όπως dropdown λίστες, είσοδοι κειμένου κλπ.

Εμφανίστηκε έτσι ένα προσιτό περιβάλλον, όπως φαίνεται στην εικόνα **Εικόνα 4.8** Εισαγωγή μεταβλητών από το χρήστη στην online εφαρμογή για να μπορεί ο χρήστης να υπολογίσει της απόδοση ενός ηλιακού συστήματος με την μέθοδο καμπυλών F.



Connected successfully

F%=76.866620786086

**Εικόνα 4.9** Αποτελέσματα ψηφιακών υπολογισμών

## 5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : Ποιοτική σύγκριση και σχόλια

Με την ολοκλήρωση του κώδικα .html δύναται να γίνει η ποιοτική και ποσοτική σύγκριση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής με τα αποτελέσματα του excel όπως λήφθηκαν παραπάνω.

Η απόδοση του συστήματος για τα δεδομένα του κεφαλαίου 2.3.1

	EXCEL	ΕΦΑΡΜΟΓΗ
Αρχικά δεδομένα	F=80,02%	F=76,35%
Κλίση πάνελ στις <b>45 μοίρες:</b>	F=77,05%	F=75,32%
Αντί για τέσσερα (4) τετραγωνικά ηλιακού πάνελ τοποθετούνται οχτώ (8):	F=95,83%	F=90,08%
Περιοχή η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στην <b>Χρυσούπολη Καβάλας:</b>	F=76,35%	F=70,51%

..

Παρατηρείται μία απόκλιση των αποτελεσμάτων από 2%-8% και αυτό οφείλεται στην διαφορετική διαχείριση των πράξεων στα ημίτονα και στα συνιμίτονα. Ενδεικτικά για την σχέση 2-6 τα αποτελέσματα παραθέτονται παρακάτω:

Η σχέση

$$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n = 0,99065 - 0,000567 \cdot \theta + 8,2488 \cdot 10^{-5} \cdot \theta^2 - 2,26787 \cdot 10^{-6} \cdot \theta^3$$

Στο excel ισούται με

0,963774109

Στην ιστοσελίδα ισούται με

0,96885368

Διακρίνεται ότι υπάρχει διαφορά 0,005 μονάδες που μετακυλύετε σε μέσο όρο 5% απόκλιση στο τελικό αποτέλεσμα.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου καμπυλών F έχουν απόκλιση έως 10% σε σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα [1].



## 6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : Συμπέρασμα

Η μέθοδος καμπυλών F είναι μια προσεγγιστική μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της μηνιαίας και ετήσιας θερμικής απόδοσης ενεργειακών ηλιακών συστημάτων υπολογίζοντας το ποσοστό του ολικού θερμικού φορτίου που θα καλυφθεί από την ηλιακή ενέργεια. Ο υπολογισμός της απόδοσης ενός ηλιακού θερμικού συστήματος γίνεται αξιοποιώντας τοπικά κλιματικά και περιβαλλοντικά δεδομένα.

Με τη μέθοδο καμπυλών F γίνεται να αξιολογήσει κανείς την αποτελεσματικότητα ενός ηλιοθερμικού συστήματος βάση της απόδοσής του. Η εύρεση της απόδοσης απαιτεί πληθώρα δεδομένων και ενσωμάτωση αυτών σε πολύπλοκους υπολογισμούς συνδυάζοντας θερμοκρασίες νερού με κατασκευαστικά στοιχεία ενός ηλιακού πάνελ νερού. Η συνοχή των αποτελεσμάτων είναι εξίσου σημαντική για την σωστή απεικόνιση της ετήσιας απόδοσης του συστήματος.

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής αυτής έχει δημιουργηθεί από το μηδέν ένα ψηφιακό εργαλείο υπολογισμού της μεθόδου καμπυλών F, για οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδας. Ξεκινώντας από απλοποιημένες εργαστηριακές εφαρμογές και εμπλουτίζοντας τα φύλλα υπολογισμών, μεταφράστηκε η μέθοδος καμπυλών F από μαθηματική γλώσσα σε ψηφιακή. Έχοντας την μέθοδο καμπυλών F σε πρόγραμμα μειώνεται δραματικά ο χρόνος που απαιτείται για την επίλυση της και ταυτόχρονα επιτυγχάνεται η μέγιστη συνοχή στην ποιότητα των αποτελεσμάτων.

Επιλύοντας τη μέθοδο σε προγραμματιστικό περιβάλλον δικτύου δίνεται η δυνατότητα σε ένα μηχανικό να βρει την απόδοση ενός ηλιοθερμικού συστήματος ταχύτητα και με συνέπεια. Γίνεται επίσης δυνατή η άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων για συστήματα με διαφορετικές μεταβλητές ώστε να μπορεί ο χρήστης να επιλέξει το βέλτιστο κατά περίπτωση.

## Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

1. JOHN A. DUFFIE, WILLIAM A.BECKMAN(1980). “SOLAR ENGINEERING OF THERMAL PROCESSES 2<sup>ND</sup> EDITION” NEW YORK: JOHN WILEY & SONS
2. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΤ. ΨΩΜΟΠΟΥΛΟΣ(-). “ΠΟΛΥΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΕΞΙ ΟΡΟΦΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ, ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΜΕ ΧΩΡΟΥΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΣ”ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ“ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΕΕ «ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ»
3. PETROS J. ΑΧΑΟΠΟΥΛΟΣ(2015). “SOLAR THERMAL CONVERSION, ACTIVE SOLAR SYSTEMS” ATHENS: SYMMETRIA
4. Ι. Ι. ΓΕΛΕΓΕΝΗΣ, Π. Ι. ΑΞΑΟΠΟΥΛΟΣ(2005). “ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ” ΑΘΗΝΑ: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ
5. ΒΡΑΧΟΠΟΥΛΟΣ ΓΡ. ΜΙΧΑΛΗΣ, ΓΑΓΛΙΑ Γ. ΑΘΗΝΑ, ΚΑΒΒΑΔΙΑΣ Α. ΚΟΣΜΑΣ, ΚΑΛΔΕΛΗΣ Κ. ΙΩΑΝΝΗΣ, ΜΠΑΛΑΡΑΣ Α. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ(2011). “ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ - Α. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ – ΔΕ4. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ” ΑΘΗΝΑ: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
6. ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ(2012). “Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 – ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ” ΑΘΗΝΑ: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ(2012). “Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 – ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ” ΑΘΗΝΑ: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
8. ΔΟΥΛΚΕΡΙΔΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΑΠΕ(2017). “ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ: F-CHART METHOD” Τ.Ε.Ι ΑΘΗΝΑΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
9. W3SCHOOLS.COM

## Παράρτημα Α – Πίνακες Δεδομένων

Οι παρακάτω πίνακες λήφθηκαν αυτούσιοι από τις τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ με αριθμό «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010» & «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010» [6][7].

Βασικές κατηγορίες κτηρίων

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

Κατανάλωση ZNX ανά κατηγορία κτηρίου

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Z.N.X.		Ετήσια κατανάλωση Z.N.X.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m <sup>3</sup> /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	[ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	ανά κλίνη [m <sup>3</sup> /κλίνη/έτος]	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	36,50	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	29,20	--
Γ' κατηγορίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	21,23	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	17,00	--
Γ' κατηγορίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας κατηγορίας Lux	100	--	24,27	--
A' και Β' κατηγορίας	80	--	19,41	--

Γ' κατηγορίας	60	--	14,56	--
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	--	21,90	--
θερινής λειτουργίας	60	--	12,74	--
χειμερινής λειτουργίας	60	--	14,56	--
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	--	18,25	--
Εστιατόριο**	8	5,60	--	2,04
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο**	2	1,60	--	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	--	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	--	--	--	--
Χώρος συναυλιών	--	--	--	--
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	--	--	--	--
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	--	--	--	--
Τράπεζα	--	--	--	--
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	--	--	--	--
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο**	20	9,00	--	3,29
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	--	--	--	--
Λουτρό (κοινόχρηστο)	--	--	--	--
Νηπιαγωγείο	--	--	--	--
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	--	--	--	--
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	--	--	--	--
Φροντιστήριο, ωδείο	--	--	--	--
Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών *	80	--	29,2	--
Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών *	120	--	43,9	--
Κλινική*	60	--	22,0	--
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	5	0,75	--	0,2
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	--	18,25	--
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	5	1,25	--	0,30
Αναμορφωτήριο, φυλακή	30	6,00	--	2,19
Αστυνομική διεύθυνση, Κρατητήριο	--	--	--	--
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	--	--	--	--
Κατάστημα, φαρμακείο,	--	--	--	--
Ινστιτούτο γυμναστικής**	20	15,00	--	4,68

Κουρείο, κομμωτήριο**	3	2,25	--	0,70
Γραφείο	--	--	--	--
Βιβλιοθήκη	--	--	--	--

Βέλτιστη γωνία κλίσης συλλέκτη

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη - κατοικίες								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
Θεσσαλονίκη	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
<b>Μέσος όρος</b>	<b>0,325</b>	<b>0,332</b>	<b>0,337</b>	<b>0,348</b>	<b>0,358</b>	<b>0,357</b>	<b>0,366</b>	<b>0,373</b>	<b>0,375</b>

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη - κτηρια								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>
Αλεξαν/πολη	0,312	0,316	0,325	0,327	0,333	0,339	0,337	0,341	0,351
Αθήνα	0,324	0,324	0,334	0,338	0,338	0,344	0,349	0,348	0,355
Ηράκλειο	0,304	0,299	0,308	0,315	0,308	0,313	0,321	0,317	0,325
Καστοριά	0,308	0,309	0,314	0,325	0,327	0,328	0,337	0,336	0,341
Λάρισα	0,328	0,334	0,346	0,343	0,352	0,360	0,356	0,364	0,372
Λήμνος	0,307	0,309	0,320	0,320	0,323	0,330	0,325	0,331	0,342
Νάξος	0,314	0,316	0,326	0,329	0,330	0,336	0,341	0,343	0,352
Πάτρα	0,325	0,330	0,342	0,340	0,347	0,354	0,351	0,359	0,369
Θεσσαλονίκη	0,323	0,329	0,339	0,339	0,347	0,353	0,352	0,358	0,365
Τρίπολη	0,315	0,318	0,325	0,330	0,334	0,336	0,343	0,345	0,350
<b>Μέσος όρος</b>	<b>0,316</b>	<b>0,318</b>	<b>0,328</b>	<b>0,331</b>	<b>0,334</b>	<b>0,339</b>	<b>0,341</b>	<b>0,344</b>	<b>0,352</b>

## Τοπογραφικά στοιχεία πόλεων

Πόλη	Περιοχή (Νομός)	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Υψόμετρο Βαρομέτρου (m)
Αθήνα (Ελληνικό)	Αττικής	37 <sup>0</sup> 54'	23 <sup>0</sup> 45'	15,0
Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια)	Αττικής	38 <sup>0</sup> 03'	23 <sup>0</sup> 40'	138,0
Αγρίνιο	Αιτωλοακαρνανίας	38 <sup>0</sup> 37'	21 <sup>0</sup> 23'	25,0
Αγχιάλος	Μαγνησίας	39 <sup>0</sup> 13'	22 <sup>0</sup> 48'	15,3
Αλεξανδρούπολη	Έβρου	40 <sup>0</sup> 51'	25 <sup>0</sup> 56'	3,5
Αλίαρτος	Βοιωτίας	38 <sup>0</sup> 23'	23 <sup>0</sup> 06'	110,0
Ανδραβίδα	Ηλείας	37 <sup>0</sup> 55'	21 <sup>0</sup> 17'	15,1
Άραξος	Αχαΐας	38 <sup>0</sup> 09'	21 <sup>0</sup> 25'	11,5
Άργος (Πυργέλα)	Αργολίδας	37 <sup>0</sup> 36'	22 <sup>0</sup> 47'	11,2
Αργοστόλι	Κεφαλληνίας	38 <sup>0</sup> 11'	20 <sup>0</sup> 29'	22,0
Άρτα	Άρτας	39 <sup>0</sup> 10'	21 <sup>0</sup> 00'	10,5
Βέλος	Κορινθίας	37 <sup>0</sup> 58'	22 <sup>0</sup> 45'	20,0
Δράμα	Δράμας	41 <sup>0</sup> 09'	24 <sup>0</sup> 09'	104,0
Έδεσσα	Πέλλας	40 <sup>0</sup> 58'	22 <sup>0</sup> 03'	30,0
Ζάκυνθος	Ζακύνθου	37 <sup>0</sup> 47'	20 <sup>0</sup> 54'	7,9
Ηράκλειο	Ηρακλείου	35 <sup>0</sup> 20'	25 <sup>0</sup> 11'	39,3
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	Θεσσαλονίκης	40 <sup>0</sup> 31'	22 <sup>0</sup> 58'	4,8
Ιεράπετρα	Λασιθίου	35 <sup>0</sup> 00'	25 <sup>0</sup> 44'	10,0
Ιωάννινα	Ιωαννίνων	39 <sup>0</sup> 42'	20 <sup>0</sup> 49'	484,0
Καλαμάτα	Μεσσηνίας	37 <sup>0</sup> 04'	22 <sup>0</sup> 00'	11,1
Καρδίτσα	Καρδίτσας	39 <sup>0</sup> 22'	20 <sup>0</sup> 48'	111,1
Καρπενήσι	Ευρυτανίας	38 <sup>0</sup> 54'	21 <sup>0</sup> 47'	1001,0
Κάρυστος	Εύβοιας	38 <sup>0</sup> 01'	24 <sup>0</sup> 25'	10,0
Καστοριά	Καστοριάς	40 <sup>0</sup> 27'	21 <sup>0</sup> 17'	660,9
Κέρκυρα	Κερκύρας	39 <sup>0</sup> 37'	19 <sup>0</sup> 55'	4,0
Κοζάνη	Κοζάνης	40 <sup>0</sup> 18'	21 <sup>0</sup> 47'	625,0
Κομοτηνή	Ροδόπης	41 <sup>0</sup> 07'	25 <sup>0</sup> 24'	30,0
Κόνιτσα	Ιωαννίνων	40 <sup>0</sup> 03'	20 <sup>0</sup> 45'	542,0
Κύθηρα	Αττικής	36 <sup>0</sup> 17'	23 <sup>0</sup> 10'	316,6
Κως	Δωδεκανήσου	36 <sup>0</sup> 47'	27 <sup>0</sup> 04'	129,0
Λαμία	Φθιώτιδας	38 <sup>0</sup> 51'	22 <sup>0</sup> 24'	17,4
Λάρισα	Λαρίσης	39 <sup>0</sup> 39'	22 <sup>0</sup> 27'	73,6
Λευκάδα	Λευκάδας	38 <sup>0</sup> 50'	20 <sup>0</sup> 43'	1,0
Λήμνος	Λέσβου	39 <sup>0</sup> 55'	25 <sup>0</sup> 14'	4,6
Μεθώνη	Μεσσηνίας	36 <sup>0</sup> 50'	21 <sup>0</sup> 42'	33,0
Μήλος	Κυκλάδων	36 <sup>0</sup> 43'	24 <sup>0</sup> 27'	182,0
Μυτιλήνη	Λέσβου	39 <sup>0</sup> 04'	26 <sup>0</sup> 36'	4,0
Νάξος	Κυκλάδων	37 <sup>0</sup> 06'	25 <sup>0</sup> 23'	9,8
Ξάνθη	Ξάνθης	41 <sup>0</sup> 08'	24 <sup>0</sup> 53'	43,0
Πάρος	Κυκλάδων	37 <sup>0</sup> 01'	25 <sup>0</sup> 08'	33,5
Πάτρα	Αχαΐας	38 <sup>0</sup> 15'	21 <sup>0</sup> 44'	1,0
Πολύγυρος	Χαλκιδικής	40 <sup>0</sup> 23'	23 <sup>0</sup> 26'	545,0
Πύργος	Ηλείας	37 <sup>0</sup> 40'	21 <sup>0</sup> 18'	12,0
Ρέθυμνο	Ρεθύμνου	35 <sup>0</sup> 21'	24 <sup>0</sup> 31'	7,0
Ρόδος	Δωδεκανήσου	36 <sup>0</sup> 24'	28 <sup>0</sup> 07'	11,5
Σάμος	Σάμου	37 <sup>0</sup> 42'	26 <sup>0</sup> 55'	7,3
Σέρρες	Σερρών	41 <sup>0</sup> 05'	23 <sup>0</sup> 34'	34,5
Σητεία	Λασιθίου	35 <sup>0</sup> 12'	26 <sup>0</sup> 06'	115,6
Σκύρος	Ευβοίας	38 <sup>0</sup> 54'	24 <sup>0</sup> 33'	17,9
Σούδα	Χανίων	35 <sup>0</sup> 33'	24 <sup>0</sup> 07'	151,6
Σπάρτη	Λακωνίας	37 <sup>0</sup> 04'	22 <sup>0</sup> 25'	212,0

Σύρος	Κυκλάδων	37 <sup>0</sup> 25'	24 <sup>0</sup> 57'	72,0
Τανάγρα	Αττικής	38 <sup>0</sup> 19'	23 <sup>0</sup> 33'	140,1
Τρίκαλα	Θεσσαλίας	39 <sup>0</sup> 33'	21 <sup>0</sup> 46'	114,0
Τρίκαλα Ημαθίας	Ημαθίας	40 <sup>0</sup> 36'	22 <sup>0</sup> 33'	0,8
Τρίπολη	Αρκαδίας	37 <sup>0</sup> 32'	22 <sup>0</sup> 24'	650,9
Τυμπάκι	Ηρακλείου	35 <sup>0</sup> 00'	24 <sup>0</sup> 46'	6,7
Φλώρινα	Φλώρινας	40 <sup>0</sup> 48'	21 <sup>0</sup> 26'	617,0
Χαλκίδα	Εύβοιας	38 <sup>0</sup> 28'	23 <sup>0</sup> 36'	5,0
Χανιά	Χανίων	35 <sup>0</sup> 29'	24 <sup>0</sup> 07'	150,0
Χίος	Χίου	38 <sup>0</sup> 28'	26 <sup>0</sup> 08'	5,0
Χρυσούπολη	Καβάλας	40 <sup>0</sup> 54'	24 <sup>0</sup> 36'	5,4

Συντελεστές θερμικών απωλειών ανά τύπο συλλέκτη

Τύπος συλλέκτη	Συντελεστής μηδενικών απωλειών n <sub>0</sub>	Συντελεστής θερμικής απώλειας ηλιακού συλλέκτη a <sub>1</sub>	Θερμοκρασιακή εξάρτηση του συντελεστή θερμικής απώλειας a <sub>2</sub>
	[ - ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup> )]
Απλός επίπεδος	0,73	5,51	0,006
Επιλεκτικός	0,77	3,75	0,015
Κενού	0,70	1,80	0,020

Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H [kWh/(m<sup>2</sup>.mo)].

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	63,0	79,0	117,7	154,3	195,4	214,0	222,4	202,7	152,6	109,0	70,7	55,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156,0	111,1	68,1	54,4
Αργίτιο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αγκιάλος	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5
Αλεξανδρούπολη	50,7	68,9	107,3	141,8	182,8	205,8	211,6	192,3	144,2	99,4	57,8	43,7
Αλιάρτος	51,0	70,0	114,0	158,0	206,0	216,0	220,0	204,0	153,0	102,0	66,0	49,0
Ανδραβίδα	68,4	83,4	128,4	159,5	200,2	220,6	228,4	205,5	156,1	115,6	75,2	60,1
Άραξος	62,6	78,6	119,7	155,6	196,1	210,9	217,8	197,6	152,4	110,2	69,4	54,6
Άργος (Πυργέλα)	68,7	83,6	127,7	159,5	202,5	220,6	229,0	206,4	157,2	115,5	74,8	59,2
Αργιστόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
Ζάκυνθος	64,2	77,6	110,1	158,8	190,8	200,1	218,5	203,8	154,0	104,3	65,4	52,8
Άρτα	65,5	79,7	120,4	149,1	190,2	211,2	218,1	196,4	150,6	110,0	69,5	56,2
Ηράκλειο	65,6	81,6	125,0	166,5	207,3	222,4	227,1	207,0	163,0	117,3	78,6	61,2
Θεσσαλονίκη	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0
Ιωάννινα	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,1	212,0	190,3	136,5	96,1	57,6	45,1
Καλαμάτα	68,2	82,3	126,1	156,2	198,7	216,0	222,0	200,9	154,9	114,5	75,2	59,3
Καστοριά	57,6	71,3	111,2	141,1	173,6	201,8	206,3	185,5	138,5	97,0	60,0	47,7
Κέρκυρα	57,7	73,5	116,7	149,9	195,4	213,6	221,0	197,8	148,2	103,1	64,4	50,7
Κομοτηνή	50,0	65,0	105,0	145,0	188,0	209,0	215,0	193,0	145,0	99,0	58,0	45,0
Κόνιτσα	53,0	65,0	112,0	138,0	190,0	200,0	216,0	194,0	141,0	99,0	63,0	50,0
Κόρινθος (Βέλο)	65,4	82,8	123,4	157,9	201,7	218,3	223,2	201,9	154,2	111,9	72,0	55,2
Κύθηρα	68,0	81,0	127,0	161,0	210,0	220,0	223,0	204,0	160,0	117,0	78,0	60,0
Λαμία	59,4	73,1	113,9	150,5	188,8	210,3	214,1	193,4	145,5	100,3	65,3	52,1
Λάρισσα	55,1	71,4	112,1	151,1	190,9	210,8	215,8	194,3	145,9	97,8	61,2	47,8
Λήμνος	51,1	69,6	112,3	154,3	199,5	215,3	220,9	198,5	150,8	104,6	61,3	46,0

Μεθώνη	62,0	78,0	125,0	155,0	207,0	215,0	220,0	199,0	157,0	116,0	77,0	57,0
Μήλος	56,0	67,0	120,0	175,0	213,0	223,0	226,0	205,0	164,0	112,0	77,0	52,0
Μυτιλήνη	52,0	70,0	113,0	156,0	209,0	219,0	223,0	201,0	156,0	109,0	67,0	50,0
Νάξος	60,3	77,0	122,6	161,2	204,7	220,4	224,5	204,8	159,1	115,9	73,7	55,6
Πάρος	60,0	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0
Πάτρα	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Πύργος	68,4	83,1	127,5	157,9	200,4	215,6	223,8	202,1	155,0	115,9	75,5	59,3
Ρέθυμνο	62,0	81,0	119,0	164,0	211,0	218,0	223,0	204,0	160,0	106,0	81,0	58,0
Ρόδος	69,9	85,1	130,8	164,0	203,0	217,2	225,1	204,3	158,9	120,2	79,2	61,2
Σάμος	64,9	82,1	126,7	162,5	206,8	224,9	230,6	209,6	163,7	120,5	78,6	58,5
Σέρρες	50,8	68,0	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Σητεία	66,5	83,0	128,4	165,2	207,4	223,2	227,1	207,5	163,7	119,3	80,4	61,9
Σκύρος	51,2	69,1	109,9	153,3	197,2	214,2	219,7	198,8	151,7	102,5	62,9	47,7
Σούδα	65,0	81,7	130,7	166,5	208,5	221,9	228,5	209,3	163,6	116,3	76,8	60,3
Σύρος	58,0	80,0	121,0	172,0	212,0	219,0	225,0	204,0	160,0	199,0	74,0	57,0
Τανάγρα	59,1	74,2	112,7	151,9	194,0	215,4	222,0	201,3	153,1	104,5	64,7	51,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	57,3	72,2	105,6	140,2	178,0	202,9	206,4	185,8	138,6	94,0	59,7	49,1
Τυμπάκιο	73,4	90,5	137,5	169,0	207,8	222,9	228,7	209,8	166,3	127,2	85,9	67,7
Χανιά	62,0	80,0	124,0	167,0	212,0	220,0	225,0	205,0	161,0	111,0	78,0	59,0
Χίος	55,0	72,0	119,0	161,0	210,0	220,0	225,0	203,0	159,0	116,0	71,0	53,0
Χρυσούπολη	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος Τα

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	11,3	11,7	13,4	17,1	21,8	26,5	29,2	29,2	25,5	20,7	16,4	13,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	9,8	10,6	12,6	16,9	22,3	27,4	29,8	29,2	25,1	19,8	15,1	11,5
Αργίνο	9,9	10,8	13,1	16,8	22,1	26,5	29,1	29,0	25,0	20,0	14,9	11,2
Αγχιάλος	8,0	9,1	11,3	15,7	20,9	25,9	28,2	27,7	23,7	18,4	13,5	9,4
Αλεξανδρούπολη	6,1	7,1	9,5	14,4	19,6	24,4	27,2	27,1	22,7	17,1	12,0	8,1
Αλιάρτος	8,4	9,6	12,0	16,7	22,2	27,2	28,7	27,9	24,4	18,5	13,5	9,9
Ανδραβίδα	10,8	11,3	13,2	16,2	20,9	25,0	27,3	27,5	24,5	20,0	15,6	12,2
Άραξος	11,3	11,6	13,3	16,4	21,1	25,4	28,0	28,2	24,8	20,3	15,9	12,7
Άργος (Πυργέλα)	10,0	10,3	12,5	16,7	21,9	26,8	29,3	28,6	24,8	19,8	14,7	11,3
Αργοστόλι	12,3	12,3	13,7	16,2	20,4	24,4	26,6	27,1	24,4	20,8	16,7	13,6
Αρτα	9,7	10,7	13,1	16,2	21,2	25,2	27,4	27,5	24,0	19,8	14,3	10,7
Δράμα	5,8	7,7	11,4	16,2	21,7	26,3	28,3	27,5	24,0	17,9	11,0	6,9
Έδεσσα	6,0	7,5	10,8	14,6	19,9	25,2	26,6	26,0	22,3	16,9	10,8	7,1
Ζάκυνθος	11,7	11,6	13,0	16,0	21,0	25,6	28,6	28,5	25,1	20,5	16,0	12,8
Ηράκλειο	13,0	13,2	14,5	17,6	21,3	25,3	27,0	26,9	24,5	21,1	17,7	14,7
Θεσσαλονίκη	6,5	8,1	11,2	15,8	21,1	25,9	28,2	27,7	23,5	17,8	12,4	8,1
Ιεράπετρα	13,9	13,9	15,2	18,0	22,0	26,5	29,0	28,9	26,1	22,2	18,6	15,5
Ιωάννινα	6,3	7,6	10,5	14,0	19,2	23,7	26,7	26,5	22,1	16,9	11,4	7,3
Καλαμάτα	11,7	12,1	13,7	16,6	21,2	25,6	27,9	27,8	24,9	20,7	16,5	13,1
Καρδίτσα	5,8	8,3	12,1	15,6	19,9	26,2	28,2	27,5	24,0	17,8	11,4	5,5
Καρπενήσι	5,0	4,2	6,6	12,1	16,1	20,4	23,0	22,5	19,3	13,9	8,2	6,0
Κάρυστος	11,4	11,3	13,5	16,8	20,6	25,3	27,9	27,5	24,8	20,5	15,9	12,6
Καστοριά	3,6	4,8	8,4	13,1	18,0	23,1	25,7	25,1	20,9	15,1	8,6	4,2
Κέρκυρα	11,0	11,5	13,2	16,2	21,0	25,2	27,9	28,0	24,2	19,9	15,6	12,4
Κοζάνη	3,4	5,0	8,3	13,0	18,3	23,0	25,7	25,3	21,0	15,1	9,4	5,1
Κομοτηνή	6,0	7,5	9,9	14,4	19,8	24,4	26,9	26,6	22,3	16,9	12,4	8,3
Κόνιτσα	6,6	8,0	11,0	13,8	18,9	23,5	26,3	26,0	22,3	17,1	11,2	7,6
Κόρινθος (Βέλο)	10,2	10,7	12,9	16,8	22,1	27,2	29,7	29,3	24,9	20,1	14,8	11,4



Κύθηρα	11,5	11,5	12,6	15,3	19,7	24,1	26,6	26,6	23,7	19,9	16,4	13,3
Κως	11,8	11,3	13,0	16,4	20,6	25,1	27,3	26,8	24,5	20,5	15,8	13,2
Λαμία	8,5	9,5	12,2	16,6	21,8	27,1	28,7	27,7	24,3	18,7	13,4	9,6
Λάρισα	6,6	8,4	11,1	15,7	21,5	27,0	29,1	28,2	23,9	18,1	12,4	7,9
Λευκάδα	11,2	11,6	13,6	16,1	20,4	24,1	26,5	26,6	24,0	20,4	15,6	12,4
Λήμνος	8,4	8,7	10,6	14,8	19,5	24,6	26,9	26,2	22,6	17,9	13,2	9,9
Μεθώνη	12,3	12,5	13,9	16,3	19,9	23,5	25,7	26,6	24,6	20,9	17,1	13,9
Μήλος	11,4	11,6	12,7	16,0	20,5	24,7	26,2	25,9	23,3	19,7	16,1	13,1
Μυτιλήνη	10,3	10,7	12,5	16,6	21,3	25,8	27,7	27,3	24,0	19,5	15,2	12,1
Νάξος	12,8	12,9	14,0	16,9	20,3	24,1	25,5	25,4	23,4	20,3	17,1	14,3
Ξάνθη	6,7	7,9	10,7	15,6	21,0	25,4	28,0	27,4	23,8	17,9	12,1	8,0
Πάρος	12,3	12,3	14,2	17,6	21,1	25,3	26,7	26,4	24,3	20,5	16,4	13,4
Πάτρα	11,4	11,9	13,8	16,8	21,3	25,3	27,5	28,0	24,9	20,5	16,0	12,8
Πολύγυρος	6,7	5,9	10,0	13,6	17,6	23,5	25,1	25,0	22,4	16,5	12,1	8,6
Πύργος	11,1	11,6	13,7	16,6	21,2	25,4	28,1	28,0	24,8	20,5	15,7	12,4
Ρέθυμνο	13,6	13,7	15,1	18,1	21,8	25,9	27,8	27,7	25,2	21,6	18,2	15,3
Ρόδος	12,9	13,1	14,7	17,6	21,7	25,9	28,0	28,2	25,8	22,0	17,8	14,4
Σάμος	11,3	11,2	13,3	17,2	22,0	26,9	29,8	29,5	25,7	20,7	15,7	12,9
Σέρρες	5,2	7,7	11,2	16,0	21,4	26,1	28,3	27,5	23,6	17,4	10,8	6,0
Σητεία	13,1	13,2	14,6	17,6	21,3	25,1	26,7	26,5	24,5	21,2	17,8	14,7
Σκύρος	10,6	11,0	12,3	15,8	20,1	24,5	26,2	25,8	23,0	19,1	15,4	12,3
Σούδα	11,9	12,1	13,8	17,1	21,4	25,9	27,8	27,3	24,4	20,5	16,8	13,7
Σπάρτη	10,9	11,5	13,8	17,3	22,6	27,7	30,1	29,4	26,1	21,1	15,5	12,1
Σύρος	12,5	12,6	13,9	17,3	21,3	25,9	27,5	27,3	25,0	20,9	16,7	13,5
Τανάγρα	8,8	9,6	11,6	16,0	21,5	26,7	28,9	28,2	24,1	18,8	14,2	10,6
Τρίκαλα (Ημαθίας)	6,0	7,6	11,2	16,0	21,3	25,9	27,6	26,9	23,1	17,6	11,1	6,8
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	6,8	8,3	12,0	16,5	22,2	27,3	29,0	27,8	24,5	18,1	11,7	7,8
Τρίπολη	6,5	7,2	9,4	13,3	18,7	23,7	26,2	25,9	21,9	16,4	11,7	8,1
Τυμπάκιο	13,0	13,0	14,6	17,7	21,9	26,0	29,0	28,8	25,7	21,7	17,8	14,5
Φλώρινα	1,7	4,1	8,2	13,1	18,4	22,6	24,8	24,4	20,4	14,5	8,5	3,4
Χαλκίδα	10,2	10,1	12,7	16,9	21,3	26,3	28,7	28,3	24,7	20,1	14,5	11,5
Χανιά	12,9	13,2	14,6	17,7	21,5	25,8	27,6	27,3	24,6	20,7	17,5	14,5
Χίος	10,4	10,6	12,6	16,1	20,6	25,2	27,5	27,0	23,8	19,2	14,4	11,8
Χρυσούπολη	6,7	7,4	9,8	14,8	19,8	24,5	27,1	26,7	22,5	17,0	11,6	7,7

Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου  $T_k$  για τις διάφορες κλιματικές ζώνες.

Κλιματική Ζώνη	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
A	13,0	12,8	13,8	16,3	19,9	23,8	26,2	26,6	24,9	21,7	18,1	14,8
B	10,4	10,4	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2
Γ	6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22,0	17,7	12,7	8,6
Δ	4,2	5,0	7,5	11,5	15,7	19,8	22,2	22,7	20,2	15,9	10,8	6,6

**Παράρτημα Β – Κώδικας PHP**

```

<?php

$servername = "localhost"; //ip

$username = "root";

$password = "";

$dbname = "fchart"; //onoma bashs dedomenwn

// Create connection

$conn = new mysqli($servername, $username, $password,$dbname);

// Check connection

if ($conn->connect_error) {

    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);

}

echo "Connected successfully";

echo "<br>";

//Getting data

$poli = $_POST['poleis'];

$sql = "SELECT * FROM $poli";

$result = $conn->query($sql);

$data_item = array();

$e=0;

while ($row = mysqli_fetch_array($result)) {

```

```

$data_item[$e] = $row;

$e=$e+1;

}

////////////////////////////////FCHART////////////////////////////////

//statheres

$cp = 4190; //thermiki agogimothta nerou

$water_p = 1; //sklirothta neroy

$st_ref = 100; //thermorkasia anaforas

$stznx = 45; //epithimiti thermokrasia nerou

$Fr_fr = 0.95; //apodosi enallakti

$k3=1;

////geografiko platos vash perioxis

$poli = $_POST['poleis'];

$sql = "SELECT Platos FROM suntetagmenes WHERE Poli='$poli'";

$result= $conn->query($sql);

$g_plat = 0;

while($row = $result->fetch_assoc()) {

    $g_plat = $row["Platos"];

}

//KATANALWSH VASH TYPO KTHRIOU

$typeofbuilding = $_POST['waterconsumption']; //litra ana atomo ana mera

$sql = "SELECT litres FROM waterconsumption WHERE typeofbuilding='$typeofbuilding' ";

$result= $conn->query($sql);

$day_need = 0;

```

```

while($row = $result->fetch_assoc()) {

    $day_need = $row["litres"];

}

$lt = $_POST['litra'];//litra deksamenis

$ac = $_POST['m2']; //typika 1m^2 ana atomo

$beta = $_POST['klish']; //klisi panel

$persons = $_POST['atoma'];//arithmos atomon

//STATHERA HLIAKOU VASEI LITRWN

$kl=pow((75/($lt/$ac)), -0.25);

//TYPOS HLIAKOU SULLEKTI

$typos=$_POST['typos'];

if ($typos=="1tzami") {

    $Frtan = 0.82;

    $Frul = 7.5;

    $ta_tan = (1-(0.0044*$beta)+(0.00022*pow($beta,2))-(3.31*pow(10,-6)*pow($beta,3)));

} elseif ($typos=="2tzamia") {

    $Frtan = 0.75;

    $Frul = 5;

    $ta_tan = (0.99065 - (0.000567*$beta)) + (8.2488*pow(10,-5)*pow($beta,2))-(2.26787*pow(10,-6)*pow($beta,3));

} elseif ($typos=="kenou") {

```

\$Frtan = 0.57;

\$Frul = 1.82;

\$ta\_tan = 0.99;

} elseif (\$typos=="ergasthrio") {

\$Frtan = 0.86;

\$Frul = 21.5;

\$ta\_tan = 0.99;

}

//echo \$ta\_tan; PROTI APOKLISI APO TO EXCEL

//ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ statheroi GIA HLIAKH AKTINOVOLIA

//\$D=array (17,47,75,105,135,162,198,228,258,289,320,351); // ΗΜΕΡΕΣ GIA HLIAKH APOKLISH δ= 23.45\*sin(360\*(D+284/365))

\$standelta= array (-0.3822,-0.2300,-0.0422,0.1658,0.3403,0.4262,0.3875,0.2392,0.0387,-0.1757,-0.3517,-0.4328);

\$sindelta= array (-0.3570,-0.2242,-0.0422,0.1636,0.3221,0.3921,0.3614,0.2327,0.0387,-0.1731,-0.3318,-0.3972);

\$scosdelta= array (0.9341,0.9745,0.9991,0.9865,0.9467,0.9199,0.9324,0.9726,0.9993,0.9849,0.9434,0.9177);

\$tan\_gplat= tan(deg2rad(\$g\_plat));

\$sin\_gplat= sin(deg2rad(\$g\_plat));

\$cos\_gplat= cos(deg2rad(\$g\_plat));

\$cos\_beta= cos(deg2rad(\$beta));

\$Ndays =array (31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31);

\$Nhours=array (744,672,744,720,744,720,744,744,720,744,720,744);

```

$Nsec=array
(2678400,2419200,2678400,2592000,2678400,2592000,2678400,2678400,2592000,2678400,2592000,2678400)
;

$si = 0;

$sj=0;

$sr=0;

$X = 0;

$Y = 0;

$f = 0;

$F = 0;

$sumL = 0;

$sumLf = 0;

$y=0;

for ($j = 0; $j<=11; $j++) {

echo "<br>";

$sr=$j+1;

//k2=(11.6+11.8*TZNX+3.86*Tk-2.32*Ta)/(100-Ta)

$sk2=((11.6+(1.18*$tznx)+(3.86*$data_item[1][$r]))-(2.32*$data_item[0][$r]))/(100-$data_item[0][$r]) ;

//LZNX = N · HKZNX · ρ · Cp · (TZNX – TK )

$L= $Ndays[$j] * $day_need * $persons * $water_p * $cp * ($tznx - $data_item[1][$r]);

// X=(ac/L)*FR*UL*(F'R/FR)*(Tαναφ-Τα)*Δt*k1*k2

$X=($ac/$L)*$Frul*($Fr_fr)*($t_ref-$data_item[0][$r])*$Nsec[$j]*$k1*$k2;

//echo $X;

```

//ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

\$ws=min((rad2deg(acos(\$tan\_gplat\*(-1)\*\$standelta[\$j])),[rad2deg(acos(-1\*tan(deg2rad(\$g\_plat-\$beta))\*(\$standelta[\$j])))]);

//echo (\$tan\_gplat\*(-1)\*\$standelta[\$j]); ////EDW GINETAI H DIAFORA ME TO EXCEL STA RAD2DEG.ACOS

//echo "<br>";

\$sinws=sin(deg2rad(\$ws));

\$Rb((((cos(deg2rad(\$g\_plat-\$beta))\*\$cosdelta[\$j]\*\$sinws)+(0.017453292\*\$ws\*sin(deg2rad(\$g\_plat-\$beta))\*\$sindelta[\$j]))/((cos\_gplat\*\$cosdelta[\$j]\*\$sinws)+0.017453292\*\$ws\*\$sin\_gplat\*\$sindelta[\$j]));

\$Ht((\$data\_item[2][\$r]-\$data\_item[3][\$r]))\*\$Rb)+(0.5\*\$data\_item[3][\$r]\*(1+\$cos\_beta)))+(0.5\*0.15\*\$data\_item[2][\$r]\*(1-\$cos\_beta));

\$Hb=\$Ht\*3600000;

//echo \$Ht;

//  $Y=(Ac/L) * FR(\tau\alpha)n * (F'R/FR) * (\bar{T}\alpha/\tau\alpha n) * H\beta^k3$

\$y1=\$Frtan\*\$Fr\_fr\*\$ta\_tan\*\$Hb\*\$k3;

\$y=(\$ac/\$L)\*\$y1;

//echo \$y;

if (\$y<3) {

if (\$y>0){

if(\$X<18){

if(\$X<18){

\$f = (1.029\*\$y) - (0.065\*\$X) - (0.245\*pow(\$y,2)) + (0.0018\*pow(\$X,2)) + (0.0215\*pow(\$y,3)) ;

\$sumLf = \$sumLf + (\$L\*\$f);

\$sumL = \$sumL + \$L;

}}}} else {

```
$f=0;
```

```
}
```

```
}
```

```
$F=($sumLf/$sumL)*100;
```

```
echo "<br>";
```

```
print("F%=");
```

```
echo $F;
```

```
?>
```



**Παράρτημα Γ – Κώδικας HTML**

```

<?html
<!DOCTYPE html>
<html>

<head>
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html;charset=utf-8" />
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/personal.css">
</head>

<body>

<h1>Επιλογή Τοποθεσίας</h1>

<form action="FCHART-01.php" method="post">

  <label >Τοποθεσία:</label>
  <select name="poleis" id="poleis">
    <option value="achialos">Αγχίαλος</option>
    <option value="agrinio">Αγρίνιο</option>
    <option value="aleksandroupoli">Αλεξανδρούπολη</option>
    <option value="aliartos">Αλίαρτος</option>
    <option value="andravida">Ανδραβίδα</option>
    <option value="araksos">Άραξος</option>
    <option value="argos_pyrgela">Άργος(Πυργέλα)</option>
    <option value="argostoli">Αργοστόλι</option>
    <option value="arta">Άρτα</option>
    <option value="athens_elliniko">Αθήνα(Ελληνικό)</option>
    <option value="athens_n_philadelphia">Αθήνα(Ν. Φιλαδέλφεια)</option>
    <option value="chania">Χανία</option>
    <option value="chios">Χίος</option>
    <option value="chrysoypoli">Χρυσούπολη</option>
    <option value="corfu">Κέρκυρα</option>
    <option value="hrakleio">Ηράκλειο</option>
    <option value="ierapetra">Ιεράπετρα</option>

```

```

<option value="ioannina">Ιωάννινα</option>
<option value="kalamata">Καλαμάτα</option>
<option value="kastoria">Καστοριά</option>
  <option value="komotini">Κομοτηνή</option>
<option value="lamia">Λαμία</option>
<option value="larisa">Λάρισα</option>
<option value="limnos">Λήμνος</option>
  <option value="methoni">Μεθώνη</option>
<option value="milos">Μήλος</option>
<option value="mytilini">Μυτιλήνη</option>
<option value="naksos">Νάξος</option>
  <option value="paros">Πάρος</option>
<option value="patra">Πάτρα</option>
<option value="pyrgos">Πύργος</option>
<option value="rethymno">Ρέθυμνο</option>
  <option value="rodos">Ρόδος</option>
<option value="samos">Σάμος</option>
<option value="serres">Σέρρες</option>
<option value="shteia">Σητεία</option>
  <option value="skyros">Σκύρος</option>
  <option value="souda">Σούδα</option>
<option value="syros">Σύρος</option>
<option value="tanagra">Τανάγρα</option>
<option value="thessaloniki_mikra">Θεσσαλονίκη(Μίκρα)</option>
  <option value="trikala_hmathias">Τρίκαλα Ημαθίας</option>
<option value="tympaki">Τυμπάκι</option>
  <option value="velos">Βέλος</option>
<option value="zante">Ζάκυνθος</option>
</select>
<br><br>

```

<label>Τύπος κτηρίου:</label>

```

<select name="waterconsumption" id="waterconsumption">
  <option value="katoikia">Μονοκατοικία/Πολυκατοικία</option>
  <option value="ksenodoxeiaA">Ξενοδοχείο Lux</option>
  <option value="ksenodoxeiaB">Α' και Β' κατηγορίας</option>

```

Γ' κατηγορίας</option>  
 Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας</option>  
 Οικοτροφείο και κοιτώνας</option>  
 Εστιατόριο</option>  
 Ζαχαροπλαστείο, καφενείο</option>  
 Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή</option>  
 Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο</option>  
 Νοσοκομείο κάτω των 500 κλινών </option>  
 Νοσοκομείο άνω των 500 κλινών </option>  
 Κλινική</option>  
 Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο</option>  
 Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός</option>  
 Αναμορφωτήριο, φυλακή</option>  
 Ινστιτούτο γυμναστικής</option>  
 Κουρείο, κομμωτήριο</option>  
 Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία</option>
 </select><br><br>

Τύπος Ηλιακού Συλλέκτη Νερού:</label>  

 Μαύρο χρώμα, 1 υαλοπίνακα</option>  
 Μαύρο χρώμα, 2 υαλοπίνακες ή επιλεκτική επιφάνεια με 1 υαλοπίνακα</option>  
 Σωλήνες κενού-αέρος</option>  
 Απλός συλλέκτης (πλαστικοί σωλήνες) χωρίς κάλυμμα και μόνωση (εργαστηριακού τύπου)</option>
 </select><br><br>

Τετραγώνικά Πάνελ:</label>

<br><br>

Κλίση Πάνελ:</label>

<br><br>

```
<label for="litra">Λίτρα:</label>
<input type="number" id="litra" name="litra" min="10"><br><br>

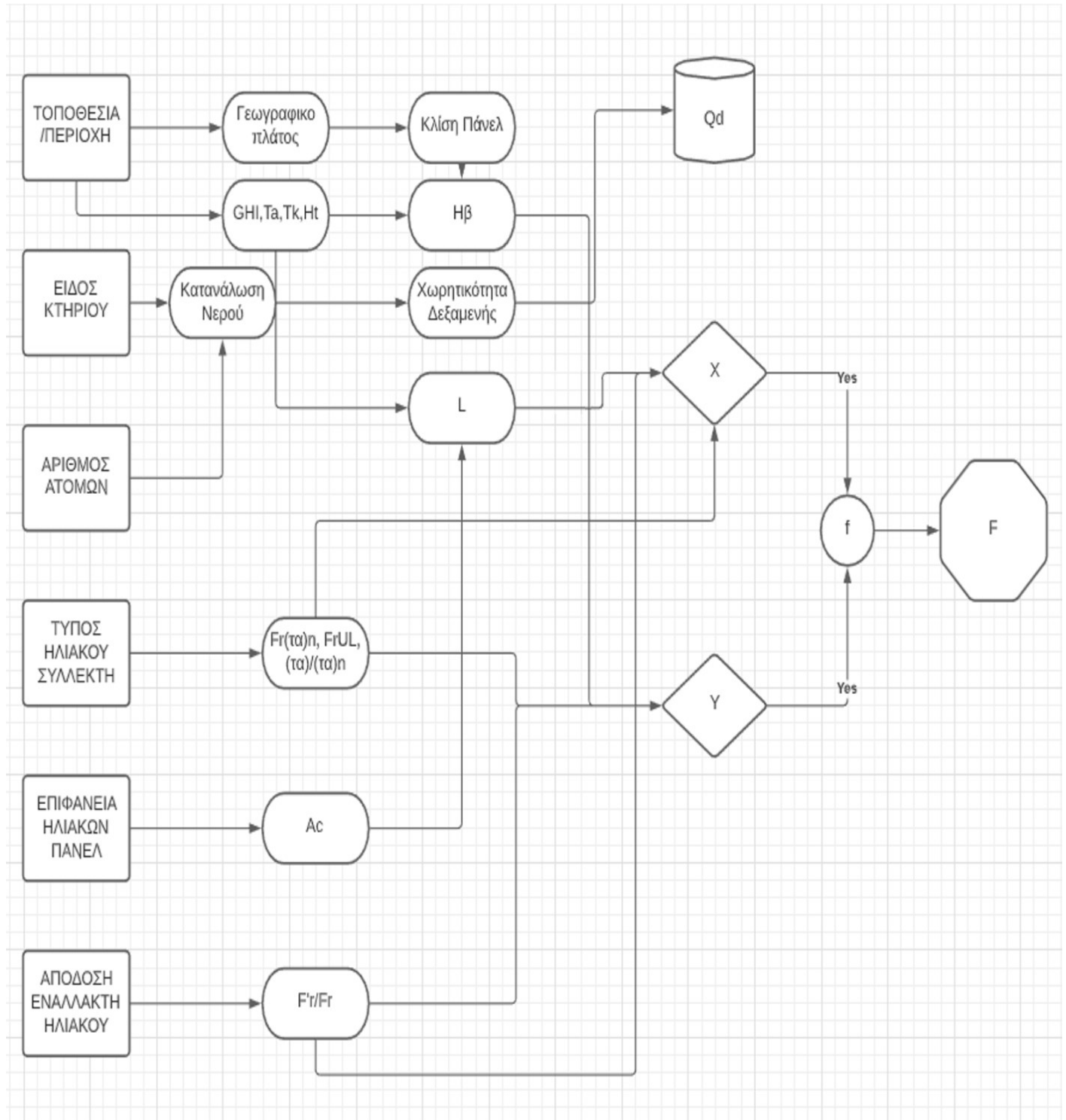
<label for="atoma">Άτομα:</label>
<input type="number" id="atoma" name="atoma" min="1"><br><br>

<br><br>

<input type="submit" value="Επιλογή">
</form>

<p>Πατήσετε το πλήκτρο "Επιλογή" για υπολογισμούς.</p>
</body>
</html>
```

Παράρτημα Δ – Διάγραμμα ροής αλγορίθμου Καμπυλών F



## Παράρτημα Ε – Αντιπροσωπευτικοί Εμπορικοί Ηλιακοί συλλέκτες

- ANDRIANOS - World Leading Energy Saving Technologies

### ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ANDRIANOS AND-SOLAR

#### Ηλιακοί συλλέκτες AND-SOLAR PREMIUM

Ο ηλιακός συλλέκτης AND-SOLAR PREMIUM είναι επίτεδος συλλέκτης με απορροφητή τύπου άρπας με ιδιαίτερα υψηλή απόδοση. Ο δείκτης μέσης απόδοσης του είναι  $\eta_{col}=67\%$  (επικράνεια παραθύρου) σύμφωνα με το EN 12975.

Αποτελεί τον αποδοτικότερο επίτεδο συλλέκτη made in Greece και έναν από τους κορυφαίους παγκοσμίως (TOP 5).

- Οι συλλέκτες αυτοί έχουν περάσει δοκιμές απόδοσης και αξιοπιστίας σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO9806:2013 στο εργαστήριο ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ στην Ελλάδα και είναι πιστοποιημένοι με SOLAR KEYMARK.

#### Ηλιακοί συλλέκτες AND-SOLAR PLUS, τύπου μαϊάνδρος, κατάλληλος μόνο για κεντρικά (βεβιασμένης κυκλοφορίας) ηλιακά συστήματα

Ο ηλιακός συλλέκτης AND-SOLAR PLUS είναι επίτεδος συλλέκτης με απορροφητή τύπου μαϊάνδρος. Η απόδοση του είναι από τις υψηλότερες στον κόσμο για επίτεδο συλλέκτη ενώ ξεπερνά ακόμα και κάποιους συλλέκτες κενού. Δείκτης μέσης απόδοσης  $\eta_{col}=65\%$  κατά EN12975.

- Οι συλλέκτες αυτοί έχουν περάσει δοκιμές απόδοσης και αξιοπιστίας σύμφωνα με το πρότυπο EN12975 στο εργαστήριο SPF στην Ελβετία και είναι πιστοποιημένοι με SOLAR KEY MARK.

### ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ AND-SOLAR

#### Γενικά Χαρακτηριστικά AND-SOLAR PREMIUM

- Τύπος υδросκελετού: άρπα
- Η μόνωση αποτελείται από υψηλής ποιότητας πετροβάμβακα, ειδικός για ηλιακούς συλλέκτες, πάχους 40mm και πυκνότητας 50kg/m<sup>3</sup>. Η πλευρική μόνωση είναι πάχους 20mm.

#### Γενικά Χαρακτηριστικά AND-SOLAR PLUS

- Τύπος υδросκελετού: Μαϊάνδρος, τεσσάρων εξόδων
- Η μόνωση αποτελείται από υψηλής ποιότητας πετροβάμβακα, ειδικός για ηλιακούς συλλέκτες, πάχους 50mm και πυκνότητας 70kg/m<sup>3</sup>. Η πλευρική μόνωση είναι πάχους 20mm και πυκνότητας 100kg/m<sup>3</sup>.

#### AND-SOLAR PREMIUM

Επίσης υπάρχουν διαθέσιμα:

AND-SOLAR PREMIUM PLUS  
με  $\eta_{col}=69\%$

AND-SOLAR ECO PLUS  
με  $\eta_{col}=57\%$



#### AND-SOLAR PLUS



ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ AND-SOLAR PREMIUM	2,72m <sup>2</sup> Κάθετος		2,72m <sup>2</sup> Οριζόντιος	
	Συνολική επιφάνεια m <sup>2</sup>	2,72		2,72
Επιφάνεια παραθύρου m <sup>2</sup>	2,57		2,57	
Επιφάνεια απορροφητή m <sup>2</sup>	2,57		2,57	
Συνολική διάσταση mm (Υψ x Πλ x Πάχ)	2160x1260x86		1260x2160x86	
Βάρος κενού συλλέκτη Kg	48		49,6	
Πίεση δοκιμής bar		15		
Μέγιστη πίεση λειτουργίας bar		10		
Θερμοκρασία στασιμότητας °C		231,09		
Περιεκτικότητα θερμικού υγρού lt	1,85		2,35	
Χάλκινες κάθετες σωληνώσεις	1108		1908	
Χαλκοσωλήνα Οριζόντια συλλέκτη		Ø22		
Υλικό απορροφητικής επιφάνειας	Αλουμίνιο πάχους 0,5mm			
Επίστρωση απορροφητικής επιφάνειας	PVD High selective (α=95%, ε=5%)			
Υλικό υδροςκελετού	Copper			
Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας α1 (επιφάνεια παραθύρου)	3,16 W/(m <sup>2</sup> K)			
Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας βάση θερμοκρασίας α2	0,012 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )			
Δείκτης μέσης απόδοσης $\eta_{col}$ κατά EN 12975	67%			
Δείκτης μέσης απόδοσης $\eta_{col}$ κατά ISO 9806:2013	63%			

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ AND-SOLAR PLUS	2,37m <sup>2</sup> Κάθετος		2,72m <sup>2</sup> Οριζόντιος	
	Συνολική επιφάνεια m <sup>2</sup>	2,37		2,72
Επιφάνεια παραθύρου m <sup>2</sup>	2,23		2,57	
Επιφάνεια απορροφητή m <sup>2</sup>	2,23		2,57	
Συνολική διάσταση mm (Υψ x Πλ x Πάχ)	1930x1230x100		1260x2160x100	
Βάρος κενού συλλέκτη Kg	46		53	
Πίεση δοκιμής bar		15		
Μέγιστη πίεση λειτουργίας bar		10		
Θερμοκρασία στασιμότητας °C		205		
Περιεκτικότητα θερμικού υγρού lt	2,00		3,20	
Χαλκοσωλήνα Οριζόντια συλλέκτη		Ø22		
Υλικό απορροφητικής επιφάνειας	Αλουμίνιο πάχους 0,5mm			
Επίστρωση απορροφητικής επιφάνειας	PVD High selective (α=95%, ε=5%)			
Υλικό υδροςκελετού	Χαλκός			
Δείκτης μέσης απόδοσης $\eta_{col}$ κατά EN 12975	65%			

➤ Για τους ηλιακούς συλλέκτες AND-SOLAR PREMIUM PLUS & AND-SOLAR ECO PLUS επισκεφθείτε το [www.andrianos.gr](http://www.andrianos.gr)

- ΜΑΛΤΕΖΟΣ ΑΒΕΕ



ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ PRODUCT FICHE

ΟΜΑΔΑ GROUP	Θερμαντήρες νερού δεξαμενές αποθήκευσης Water heaters & storage tanks
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ SECTION	Ηλιακές συσκευές Solar devices
ΑΝΑΦΟΡΑ REFERENCE	CDR 812/2013 , ANNEX IV , POINT 3

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ		SUPPLIER
ΜΑΛΤΕΖΟΣ ΑΒΕΕ		ΜΑΛΤΕΖΟΣ SA
ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ MODEL IDENTIFIER		
Όνομασία Τύπος	Brand Type	<b>MALTEZOS</b> <b>MALT H</b>

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ TECHNICAL PARAMETERS

Μοντέλο	Model		125L	160L	160L	200L	200L	300L	
		NCS	100X150	130X150	2x90X150	2x90X150	2x100X150	2x130X150	
Επιφάνεια παραθύρου συλλέκτη Collector aperture area		$A_{sol} =$	1.35	1.79	2.38	2.38	2.7	3.52	
Απόδοση μηδενικών απωλειών Zero loss collector efficiency		$\eta_0 =$	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	
Συντελεστής απωλειών 1ης τάξης First order heat loss coefficient		$\alpha_1 =$	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	
Συντελεστής απωλειών 2ης τάξης Secind order heat loss coefficient		$\alpha_2 =$	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	
Συντελεστής γωνίας πρόσπτωσης Inci dence angle modifier $50^0$		IAM =	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	
Όνομαστικός όγκος δεξαμενής Storage nominal volume		V =	116.5	156.5	156.5	200.5	200.5	289.5	
Ετήσιο μερίδιο μη ηλιακής θερμικής ενέργειας Annual non-solar heat contribution $Q_{nonsol} =$ (KWH)		M	393	345	665	362	522	421	
		L	1350	945	1562	702	1259	606	
		XL	2966	2522	2995	1+920	2578	1211	
		XXL	4159	3715	4102	3108	3652	2084	
Κατανάλωση αντλίας solpump = (W)			-	-	-	-	-	-	
Κατανάλωση αναμονής αντλίας solstandby= (W)			-	-	-	-	-	-	
Ετήσια βοηθητική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Annual auxilliary electricity consumption $Q_{aux} =$ (KWH)			∅	∅	∅	∅	∅	∅	



- Green Solar Vacuum

## ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ με ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΕΝΟΥ

**Μοντέλο : GS-150, GS-180, GS-210, GS-260**

**ΔΕΞΑΜΕΝΗ** (Γερμανικής τεχνολογίας)

Εσωτερικά : Διάμετρος  $\varnothing 360$ , πάχος 2,5mm  
επισματωμένο με ΤΙΤΑΝΙΟ

Εξωτερικά : Διάμετρος  $\varnothing 460$ , πάχος 0,4mm  
με αντιδιαβρωτική μεμβράνη

Μόνωση : Πολυουρεθάνη υψηλής πυκνότητας  
55mm με 45kg/m<sup>3</sup>

Ηλεκτρική αντίσταση : 4000W/220V/50Hz

Μέγιστη πίεση λειτουργίας : 6 Bar/0,6 MPa

Μέγιστη πίεση δοκιμής : 10 Bar/1,0 MPa

Βαλβίδα ασφαλείας : Διπλής ασφάλειας,  
Πίεσεως 6,5 Bar/Θερμική 98 °C

**ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΕΝΟΥ**

Υλικό υαλοσωλήνα : Βοριοπυριτικό γυαλί 3.3  
(Μη πορώδες - Αυτοκαθαριζόμενο)

Απορροφητικές επιστρώσεις : Συνολικά 12 επιλεκτικές  
επιστρώσεις ALN/ALN-SS/CU,  
τριπλής ενεργείας, 3ης γενιάς  
(χρυσοαφί χρώμα εσωτερικά)

Διαστάσεις : Μήκος 1,8m/Διάμετρος  $\varnothing 58$   
/Πάχος 2,0mm

Αντοχή σε χαλαζόπτωση : Διάμετρος  $\varnothing 30$ mm,  
ταχύτητα πρόσκρουσης 30m/sec

Αντοχή σε παγωνιά : Μέχρι μείον -40 °C.

Μέγιστη θερμ/σία συμπυκνωτή : 250 °C

Υγρό μεταφοράς θερμότητας : μη τοξικό (ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΠΑΤΕΝΤΑ)

Πίεση κενού :  $5 \times 10^{-3}$

Συντ/στές απορροφητικότητα : >96%

Συντελεστής εκπομπής : <4%

**ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**

Υλικό : Γαλβανισμένο πάχος 1,5mm με αντιδιαβρωτική βαφή.

**ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

- ▶ Μεγαλύτερη απόδοση.
- ▶ Μικρότερη επιφάνεια κάλυψης.
- ▶ Χωρίς συντήρηση, χωρίς αντιψυκτικά
- ▶ Αντοχή μέχρι μείον 40 °C.
- ▶ Δεξαμενή 2,5mm επισματωμένη με ΤΙΤΑΝΙΟ.
- ▶ Βάση προσαρμόσιμη για ταράτσα ή κεραμοσκεπή.
- ▶ Μικρότερο βάρος, εύκολη εγκατάσταση και μεταφορά.



επισματωμένη δεξαμενή



Διατομή 3ης γενιάς, χρώματος χρυσοαφί



ΓΡΑΠΤΗ  
ΕΓΓΥΗΣΗ

10

ΧΡΟΝΙΑ



Μοντέλο	Λίτρα	Απορροφ.Επιφ. m <sup>2</sup>	Αρ. Σωλήνων	Διαστ. ΠxΜxΥ (χιλ)
GS-150	150	1.52	16	1320x1640x1800
GS-180	180	1.90	20	1730x1640x1800
GS-210	210	2.28	24	1920x1640x1800
GS-260	260	2.85	30	2390x1640x1800