

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
Διεύθυνση
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. /2010**

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Α΄ έκδοση

Αθήνα, Ιούνιος 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στόχος της παρούσας Τεχνικής Οδηγίας, είναι αρχικά ο προσδιορισμός των κλιματολογικών συνθηκών για διάφορες ελληνικές περιοχές όπως παρατηρούνται και καταγράφονται μέχρι σήμερα. Μέσα από τις κλιματολογικές συνθήκες αυτές, καθορίζονται στην συνέχεια τα κλιματολογικά δεδομένα που απαιτούνται για την ορθή διαστασιολόγηση των κτιριακών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, καθώς επίσης και για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η προσπάθεια αυτή βασίζεται κατά κύριο λόγο σε μετρήσεις της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) που παραχώρησε στο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), καθώς και σε δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες και εκδόσεις σχετικά με κλιματολογικά δεδομένα στην Ελλάδα. Οι μετρήσεις της ΕΜΥ είναι το αποτέλεσμα μακροχρόνιων καταγραφών κατά την τελευταία πενήνταετία, σε πάνω από 30 περιοχές της Ελλάδας. Ευχαριστούμε ιδιαίτερα την ΕΜΥ για την παραχώρηση τους.

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο – Ειδικότητα	Θέση
Δρ. ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, Φυσικός	Αναπληρωτής Καθηγητής, Δ/ντης Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
ΓΑΓΛΙΑ ΑΘΗΝΑ. Μηχανολόγος Μηχανικός M.Sc,	Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας, Ομάδα Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
Δρ. ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΕΛΕΝΑ, Φυσικός Κτιριακού Περιβάλλοντος	Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ομάδα εξοικονόμησης Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, Μηχανολόγος Μηχανικός	Μελετητής, Μέλος ομάδας KENAK του ΤΕΕ
Δρ. ΚΑΤΣΑΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Φυσικός Μετεωρολόγος	Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΙΔΗΣ ΣΙΜΩΝ, M.Sc, Φυσικός Περιβάλλοντος	Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας, Ομάδα Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Μηχανολόγος Μηχανικός	Μελετητής / Κατασκευαστής, Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Ενέργειας & της επιτροπής KENAK του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος
ΛΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός M.S.c	Μελετητής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1.	Κλιματικές Ζώνες στην Ελλάδα	4
2.	συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων κλιματισμού	6
2.1.	Συνθήκες Σχεδιασμού Χειμώνα	6
2.2.	Συνθήκες Σχεδιασμού Θέρους.....	7
2.3.	Συνθήκες Σχεδιασμού Λοιπών Περιοχών	7
2.4.	Αθροιστική Κατανομή Συχνοτήτων Θερμοκρασίας.....	10
3.	ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	12
3.1.	Μέση Θερμοκρασία Εξωτερικού Αέρα.....	12
3.1.1.	Βαθμομέρες Θέρμανσης.....	13
3.1.2.	Βαθμώρες Ψύξης.....	13
3.2.	Μέση Σχετική Υγρασία Εξωτερικού Αέρα	14
3.3.	Ειδική Υγρασία Εξωτερικού Αέρα	14
3.4.	Μέση Ταχύτητα Ανέμου	14
3.5.	Μέση Ηλιοφάνεια	15
3.6.	Μέση Νέφωση	15
3.7.	Μέσο υψος Υετού	15
4.	ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	29
4.1.	Υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες.....	31
4.1.1.	Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό.....	31
4.1.2.	Επιφάνειες με Τυχαίο Προσανατολισμό	32
4.1.3.	Ωριαία Ηλιακή Ακτινοβολία	33
4.2.	Ηλιακή Τροχιά.....	34
4.3.	Βέλτιστη Κλίση Ηλιακών Συστημάτων	35
5.	ΕΙΣ ΒΑΘΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	37
6.	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	39
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	63

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Τεχνική Οδηγία αναφέρεται στα κλιματολογικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών και στις συνθήκες σχεδιασμού για την διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού στις κτιριακές εγκαταστάσεις. Επίσης δίνονται κλιματολογικά δεδομένα, σε επίπεδο μέσων μηνιαίων τιμών, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ (ΦΕΚ 407/ 9.4.2010)^[1].

Από κλιματολογικά δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) και με την χρήση κατάλληλων εμπειρικών και θεωρητικών μαθηματικών μοντέλων, εκτιμήθηκαν όλες οι απαραίτητες για τον σκοπό της παρούσης Τεχνικής Οδηγίας κλιματικές τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων. Τα δεδομένα της ΕΜΥ^[2] αφορούν μακροχρόνιες μετρήσεις σε συγκεκριμένους μετεωρολογικούς σταθμούς μέτρησης οι οποίοι δίνονται στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1.1. Σταθμοί μέτρησης της ΕΜΥ

Πόλη	Περιοχή (Νομός)	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Υψόμετρο Βαρομέτρου (m)
Αθήνα (Ελληνικό)	Αττικής	37° 54'	23° 45'	15,0
Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια)	Αττικής	38° 03'	23° 40'	138,0
Αγρίνιο	Αιτωλοακαρνανίας	38° 37'	21° 23'	25,0
Αγχάλιος	Μαγνησίας	39° 13'	22° 48'	15,3
Αλεξανδρούπολη	Έβρου	40° 51'	25° 56'	3,5
Αλιάρτος	Βοιωτίας	38° 23'	23° 06'	110,0
Ανδραβίδα	Ηλείας	37° 55'	21° 17'	15,1
Άραξος	Αχαΐας	38° 09'	21° 25'	11,5
Άργος (Πυργέλα)	Αργολίδας	37° 36'	22° 47'	11,2
Αργοστόλι	Κεφαλληνίας	38° 11'	20° 29'	22,0
Άρτα	Άρτας	39° 10'	21° 00'	10,5
Βέλος	Κορινθίας	37° 58'	22° 45'	20,0
Δράμα	Δράμας	41° 09'	24° 09'	104,0
Έδεσσα	Πέλλας	40° 58'	22° 03'	30,0
Ζάκυνθος	Ζακύνθου	37° 47'	20° 54'	7,9
Ηράκλειο	Ηρακλείου	35° 20'	25° 11'	39,3
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	Θεσσαλονίκης	40° 31'	22° 58'	4,8
Ιεράπετρα	Λασιθίου	35° 00'	25° 44'	10,0
Ιωάννινα	Ιωαννίνων	39° 42'	20° 49'	484,0
Καλαμάτα	Μεσσηνίας	37° 04'	22° 00'	11,1
Καρδίτσα	Καρδίτσας	39° 22'	20° 48'	111,1
Καρπενήσι	Ευρυτανίας	38° 54'	21° 47'	1001,0
Κάρυστος	Εύβοιας	38° 01'	24° 25'	10,0
Καστοριά	Καστοριάς	40° 27'	21° 17'	660,9
Κέρκυρα	Κερκύρας	39° 37'	19° 55'	4,0
Κοζάνη	Κοζάνης	40° 18'	21° 47'	625,0
Κομοτηνή	Ροδόπης	41° 07'	25° 24'	30,0
Κόνιτσα	Ιωαννίνων	40° 03'	20° 45'	542,0
Κύθηρα	Αττικής	36° 17'	23° 10'	316,6
Κως	Δωδεκανήσου	36° 47'	27° 04'	129,0
Λαμία	Φθιώτιδας	38° 51'	22° 24'	17,4
Λάρισα	Λαρίσης	39° 39'	22° 27'	73,6
Λευκάδα	Λευκάδας	38° 50'	20° 43'	1,0
Λήμνος	Λέσβου	39° 55'	25° 14'	4,6
Μεθώνη	Μεσσηνίας	36° 50'	21° 42'	33,0

Μήλος	Κυκλάδων	36° 43'	24° 27'	182,0
Μυτιλήνη	Λέσβου	39° 04'	26° 36'	4,0
Νάξος	Κυκλάδων	37° 06'	25° 23'	9,8
Ξάνθη	Ξάνθης	41° 08'	24° 53'	43,0
Πάρος	Κυκλάδων	37° 01'	25° 08'	33,5
Πάτρα	Αχαΐας	38° 15'	21° 44'	1,0
Πολύγυρος	Χαλκιδικής	40° 23'	23° 26'	545,0
Πύργος	Ηλείας	37° 40'	21° 18'	12,0
Ρέθυμνο	Ρεθύμνου	35° 21'	24° 31'	7,0
Ρόδος	Δωδεκανήσου	36° 24'	28° 07'	11,5
Σάμος	Σάμου	37° 42'	26° 55'	7,3
Σέρρες	Σερρών	41° 05'	23° 34'	34,5
Σητεία	Λασιθίου	35° 12'	26° 06'	115,6
Σκύρος	Ευβοίας	38° 54'	24° 33'	17,9
Σούδα	Χανίων	35° 33'	24° 07'	151,6
Σπάρτη	Λακωνίας	37° 04'	22° 25'	212,0
Σύρος	Κυκλάδων	37° 25'	24° 57'	72,0
Τανάγρα	Αττικής	38° 19'	23° 33'	140,1
Τρίκαλα	Θεσσαλίας	39° 33'	21° 46'	114,0
Τρίκαλα Ημαθίας	Ημαθίας	40° 36'	22° 33'	0,8
Τυμπάκι	Ηρακλείου	35° 00'	24° 46'	6,7
Φλώρινα	Φλώρινας	40° 48'	21° 26'	617,0
Χαλκίδα	Εύβοιας	38° 28'	23° 36'	5,0
Χανιά	Χανίων	35° 29'	24° 07'	150,0
Χίος	Χίου	38° 28'	26° 08'	5,0
Χρυσούπολη	Καβάλας	40° 54'	24° 36'	5,4

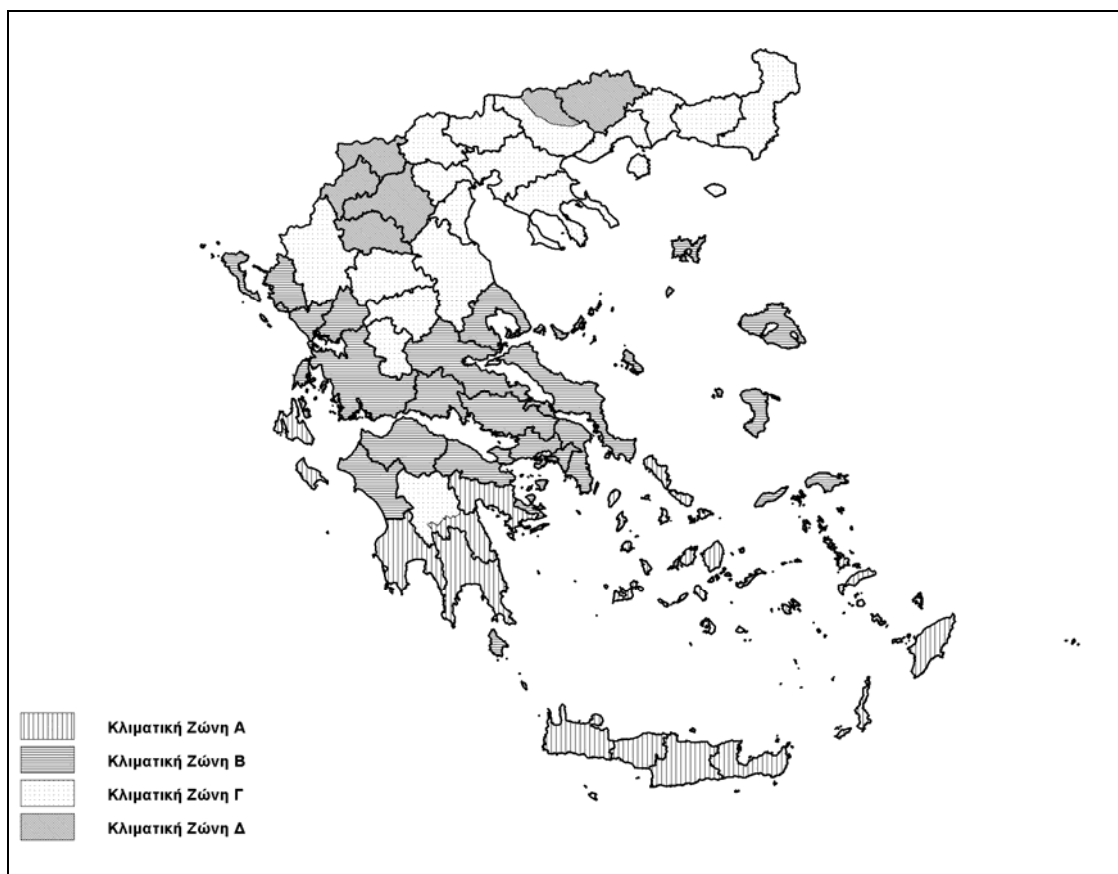
1.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.^[1], η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης^[3]. Στον Πίνακα 1.2 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνισή τους στο Σχήμα 1.1.

Πίνακας 1.2. Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

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

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



Σχήμα 1.1. Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Στην ενότητα αυτή καθορίζονται όλες οι συνθήκες σχεδιασμού για την διαστασιολόγηση των επιμέρους συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, πρέπει να διαστασιολογούνται έτσι ώστε να καλύπτουν τις ακραίες εποχιακές συνθήκες θερμοκρασίας (ελάχιστες, μέγιστες) της κάθε περιοχής. Ως μέγιστες (θερινή περίοδος) και ελάχιστες (χειμερινή περίοδος) συνθήκες σχεδιασμού θεωρούνται αυτές που η υπέρβασή τους (εμφάνιση υψηλότερων ή χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα για θέρος / χειμώνα) δεν ξεπερνά σε ποσοστό το 1%, 2%, ή 5% του συνόλου των μετρήσεων όπως ορίζεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927.2:2005^[4,5].

Οι συνθήκες σχεδιασμού υπολογίστηκαν με βάση τα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα της ΕΜΥ και αφορούν στην περίοδο 1993 – 2003. Οι υπολογισμοί αφορούν τους σταθμούς εκείνους για τους οποίους υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα τουλάχιστον δέκα ετών, χρονική περίοδο η οποία σύμφωνα με το πιο πάνω πρότυπο, ορίζεται ως η ελάχιστη απαιτούμενη περίοδος μετρήσεων για τον υπολογισμό των συνθηκών σχεδιασμού για μια περιοχή. Οι συνθήκες σχεδιασμού για τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού που καθορίστηκαν και δίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2, αφορούν σε συνθήκες σχεδιασμού 1%, 2,5%, 5% όπως ίσχυε μέχρι σήμερα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86^[6]. Ακολουθούν σχετικές αναλυτικές επεξηγήσεις των παραμέτρων που εμφανίζονται στους πίνακες αυτούς και είναι:

- Ημερήσια Διακύμανση: η διαφορά της μέσης μέγιστης και της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου για τον πιο ψυχρό (πίνακας 2.1) και τον πιο θερμό (πίνακας 2.2) μήνα του έτους.
- DB (Dry Bulb) 1%, 2,5%, 5%: Συνθήκες σχεδιασμού θέρους / χειμώνα ξηρού θερμομέτρου. Θερμοκρασίες η υπέρβαση (εμφάνιση υψηλότερων/χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα) των οποίων παρατηρείται μόνο σε λιγότερο του 1%, 2,5% και 5% αντίστοιχα των ωρών της χειμερινής περιόδου (ψυχρότεροι μήνες: 1η Δεκεμβρίου – 28η Φεβρουαρίου) και της θερινής περιόδου (θερμότεροι μήνες: 1η Ιουνίου – 30η Σεπτεμβρίου).
- WB (Wet Bulb) 1%, 2,5%, 5%: Συνθήκες σχεδιασμού θέρους / χειμώνα υγρού θερμομέτρου. Θερμοκρασίες η υπέρβαση (εμφάνιση υψηλότερων/χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα) των οποίων παρατηρείται μόνο σε λιγότερο του 1%, 2,5% και 5% αντίστοιχα των ωρών της θερινής περιόδου (θερμότεροι μήνες: 1η Ιουνίου – 30η Σεπτεμβρίου) / χειμερινής περιόδου (ψυχρότεροι μήνες: 1η Δεκεμβρίου – 28η Φεβρουαρίου).
- MCWB: Μέση Τιμή (Μ.Τ.) και τυπική απόκλιση (SD) θερμοκρασιών υγρού θερμομέτρου που παρατηρήθηκαν ταυτόχρονα με θερμοκρασίες ξηρού ίσες με τη συνθήκη σχεδιασμού DB 1%.
- MCDB: Μέση Τιμή (Μ.Τ.) και τυπική απόκλιση (SD) θερμοκρασιών ξηρού θερμομέτρου που παρατηρήθηκαν ταυτόχρονα με θερμοκρασίες υγρού ίσες με τη συνθήκη σχεδιασμού DB 1%.

Σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές σχεδιασμού της TOTEE 2425/86, οι μετρήσεις των πινάκων 2.1 και 2.2 παρουσιάζουν σχετικές αποκλίσεις οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι οι καταγεγραμμένες ακραίες τιμές κυρίως του θέρους, κατά την συγκεκριμένη περίοδο 1993 έως 2003 παρουσίασαν αυξητική τάση.

2.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΧΕΙΜΩΝΑ

Οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα εφαρμόζονται για την διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης και είναι συνήθως για 1%. Για λόγους ορθής διαχείρισης της ενέργειας για την θέρμανση χώρων, είναι προτιμότερο τα συστήματα θέρμανσης, ιδιαίτερα τα μεγάλης ισχύος, να επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν τη βέλτιστη δυνατή απόδοση και κατά την λειτουργία τους σε μερικά φορτία. Ειδικότερα

για κτίρια που λειτουργούν πρωινές ώρες και οι εξωτερικές συνθήκες είναι πιο ήπιες, η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης στα μερικά φορτία θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Στον πίνακα 2.1. δίνονται οι συνθήκες σχεδιασμού για την χειμερινή περίοδο, όπως εκτιμήθηκαν βάσει των πιο πρόσφατων μετρήσεων της EMY για την περίοδο 1993-2003.

2.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΘΕΡΟΥΣ

Οι συνθήκες σχεδιασμού για την θερινή περίοδο εφαρμόζονται για την διαστασιολόγηση των συστημάτων ψύξης ή/και κλιματισμού και αντιπροσωπεύουν συνήθως το 1% των ωρών της θερινής περιόδου. Για λόγους ορθής διαχείρισης της ενέργειας για την ψύξη ή/και κλιματισμό χώρων, είναι προτιμότερο τα συστήματα ψύξης ή/και κλιματισμού, ιδιαίτερα τα μεγάλης ισχύος, να επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν την βέλτιστη δυνατή απόδοση και κατά την λειτουργία τους σε μερικά φορτία. Ειδικότερα για κτίρια που λειτουργούν όλο το 24ώρο και σε περιοχές όπου οι εξωτερικές συνθήκες παρουσιάζουν διακύμανση κατά την διάρκεια της ημέρας, η λειτουργία των συστημάτων ψύξης στα μερικά φορτία θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Στον πίνακα 2.2. δίνονται οι συνθήκες σχεδιασμού για την θερινή περίοδο, όπως εκτιμήθηκαν βάσει των πιο πρόσφατων μετρήσεων της EMY για την περίοδο 1993-2003.

2.3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΟΙΠΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Οι συνθήκες σχεδιασμού που δίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2, αφορούν συγκεκριμένες πόλεις. Για περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχουν μετρήσεις και δεν περιλαμβάνονται στους σχετικούς πίνακες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη πόλη με την οποία η περιοχή ενδιαφέροντος δεν παρουσιάζει μεγάλη υψομετρική διαφορά, δηλαδή μέχρι 200 m. Αυτό ισχύει για το σύνολο κλιματικών δεδομένων.

Για περιοχές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από μια συγκεκριμένη πόλη των πινάκων 2.1 και 2.2, αλλά παρουσιάζουν μεγάλη υψομετρική διαφορά πάνω από 200 (m), τότε για τις συνθήκες σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνεται η θερμοκρασία που προκύπτει από την εμπειρική εξίσωση 2.1. Η εμπειρική αυτή εξίσωση^[7] αφορά τη μέση ατμοσφαιρική θερμοβαθμίδα, βάσει της οποίας η πτώση της θερμοκρασίας για κάθε 1000 (m) υψόμετρο είναι περίπου 6,5 (°C).

$$T_{a1} = T_a - 6,5 \cdot \frac{A_1 - A}{1000} \quad [2.1]$$

T_{a1} , είναι η θερμοκρασία της υπό μελέτη περιοχής σε (°C),

T_a , είναι η θερμοκρασία της δεδομένης περιοχής αναφοράς σε (°C),

A_1 , είναι το υψόμετρο της υπό μελέτη περιοχής σε (m),

A , είναι το υψόμετρο της δεδομένης περιοχής αναφοράς σε (m).

Πίνακας 2.1. Συνθήκες Σχεδιασμού Χειμώνα (°C)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 1%						ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 2,5%		ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 5%	
		DB 1%	MCWB		WB 1%	MCDB		DB 2,5%	WB 2,5%	DB 5%	WB 5%
			M.T.	SD		M.T.	SD				
Αθήνα/Ελλην	6,6	3,0	0,2	1,3	1,0	2,2	1,5	4,0	2,0	5,5	3,5
Αθήνα/Ν.Φιλαδ.	7,3	2,5	0,1	1,3	1,5	1,9	1,7	4,0	2,5	5,5	4,0
Αργίριο	10,3	-0,5	-2,4	1,1	-1,0	-1,7	1,3	1,5	0,5	3,0	2,0
Αγχίαλος	8,3	-1,0	-3,3	1,7	-2,0	-2,4	1,9	0,5	-0,5	1,5	0,5
Αλεξ/πολη	7,3	-4,0	-6,4	1,2	-5,0	-5,3	1,5	-2,5	-3,5	-1	-2,5
Ανδραβίδα	8,9	0,5	-1,8	0,9	0,0	-1,2	0,9	2,5	1,5	4,0	3,0
Άργος/Πυργέλα	11,6	0,0	-1,9	1,2	-0,5	-1,6	1,3	2,0	1,5	4,5	3,5
Αργοστόλι	5,9	6,0	3,4	1,6	4,0	6,1	1,7	7,5	5,0	8,5	6,0
Άρτα	10,5	0,0	-2,3	1,5	-0,5	-1,5	1,7	2,5	1,5	4,5	3,0
Ηράκλειο	6,1	7,0	4,3	1,1	5,0	7,1	1,4	8,0	6,0	9,0	6,5
Θεσσαλονίκη	7,9	-2,0	-4,3	1,5	-3,0	-2,8	1,6	-1,0	-2,0	0,0	-1,0
Ιωάννινα	9,8	-4,5	-6,3	1,4	-5,0	-5,9	1,4	-2,5	-3,0	-1,5	-2,0
Καλαμάτα	9,6	2,0	-0,1	1,3	1,0	1,4	1,6	3,5	2,0	4,5	3,5
Καστοριά	8,7	-7,5	-10,6	2,5	-8,0	-10,2	2,6	-5,0	-5,5	-3,0	-3,5
Κέρκυρα	8,7	1,5	-1,3	0,8	0,5	-1,0	0,6	3,0	2,0	4,0	3,5
Κόρινθος/Βέλο	8,2	2,5	-1,7	1,0	1,5	-1,4	0,9	4,0	2,5	5,5	4,0
Λαμία	8,2	-1,0	-2,8	1,5	-2,0	-2,1	1,7	0,0	-0,5	1,5	0,5
Λάρισα	9,1	-4,5	-7,5	3,8	-5,0	-7,2	4,0	-2,5	-3,0	-1,0	-1,5
Νάξος	4,9	7,5	4,4	1,0	5,0	6,9	1,0	8,5	6,0	9,0	6,5
Πύργος	9,8	1,5	-0,8	1,5	0,5	-0,2	1,6	3,5	2,5	5,5	4,0
Ρόδος	6,1	7,5	3,1	1,5	4,0	6,4	1,6	8,5	5,0	9,5	6,5
Σάμος	6,8	3,5	0,2	1,2	1,0	2,6	1,3	4,5	2,0	5,5	3,0
Σέρρες	8,2	-4,0	-6,6	2,6	-4,0	-6,6	2,6	-1,5	-2,0	0,0	-0,5
Σητεία	5,7	8,0	4,7	1,1	5,0	7,1	1,3	9,0	6,0	10,0	7,0
Σκύρος	4,9	3,5	-0,4	0,3	2,0	-0,4	0,3	4,5	3,0	5,5	4,0
Σούδα	6,5	6,0	3,6	1,1	4,0	5,3	1,4	7,0	5,0	8,0	6,0
Τανάγρα	8,4	-0,5	-2,7	1,5	-1,5	-2,0	1,6	0,5	-0,5	2,0	1,0
Τρίκαλα Ημαθ.	8,4	-3,0	-5,9	2,5	-4,0	-5,5	2,8	-1,0	-2,0	1,0	0,0
Τυμπάκι	8,4	5,5	3,2	1,1	4,0	4,7	1,5	7,0	5,0	8,0	6,5
Χρυσούπολη	8,0	-2,5	-5,0	1,4	-3,5	-3,5	1,6	-1,0	-2,0	0,0	-1,0

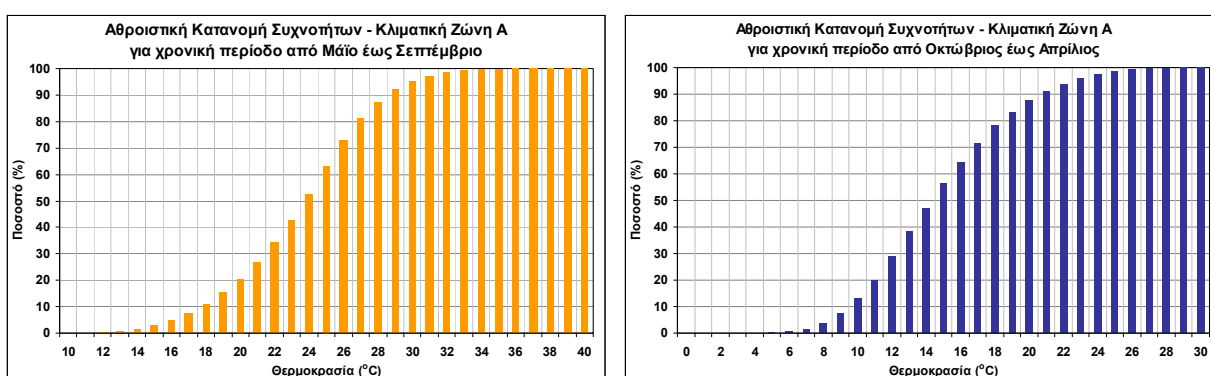
Πίνακας 2.2. Συνθήκες Σχεδιασμού Θέρους (οC)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 1%						ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 2,5%		ΣΥΝΘ. ΣΧΕΔ. 5%	
		DB 1%	MCWB		WB 1%				DB 1%	MC WB	WB 1%
			M.T.	SD		M.T.	SD				
Αθήνα/Ελλην	9,0	35,5	22,0	1,8	25,0	32,5	2,2	34,5	24,5	33,5	23,5
Αθήνα/Ν.Φιλαδ.	12,7	37,5	23,2	1,5	23,5	35,4	3,3	36,0	23,0	34,5	22,5
Αγρίνιο	15,9	36,5	24,6	1,3	25,0	35,6	2,4	35,0	24,5	34,0	23,5
Αγχίαλος	12,3	34,0	22,7	1,8	24,0	31,8	2,8	33,0	23,5	32,0	23,0
Αλεξ/πολη	12,9	34,0	22,4	1,2	23,5	30,8	2,9	32,5	22,5	31,5	22,0
Ανδραβίδα	12,7	33,5	23,4	1,6	25,0	30,5	2,5	32,0	24,5	31,0	24,0
Άργος/Πυργέλα	16,8	37,0	22,5	1,1	24,0	29,9	4,1	35,5	23,5	34,0	23,0
Αργοστόλι	8,4	32,5	22,5	1,8	25,5	29,3	1,8	31,5	24,5	30,5	24,0
Άρτα	13,9	34,8	23,8	1,5	25,0	32,4	2,7	33,5	24,5	32,5	24,0
Ηράκλειο	7,1	32,5	22,8	1,8	24,0	29,5	1,6	30,5	23,5	29,5	23,0
Θεσσαλονίκη	12,8	34,5	22,7	1,5	24,0	32,2	2,3	33,5	23,5	32,0	23,0
Ιωάννινα	15,9	34,5	21,2	1,4	22,0	30,9	2,9	33,0	21,5	31,5	21,0
Καλαμάτα	12,9	34,5	22,3	1,4	24,5	30,8	2,8	33,0	24,0	31,5	23,5
Καστοριά	15,3	33,5	20,9	1,9	21,0	30,9	2,9	32,0	20,5	31,0	20,0
Κέρκυρα	12,3	34,5	23,7	1,7	25,5	31,4	2,2	33,0	25,0	32,0	24,5
Κόρινθος/Βέλο	14,0	35,5	24,3	1,3	25,0	32,5	2,8	34,5	24,5	33,0	24,0
Λαμία	12,9	36,0	22,7	1,7	24,0	33,4	3,1	34,5	23,5	33,5	23,0
Λάρισα	15,4	36,5	22,4	1,7	23,5	34,1	3,5	35,0	22,5	33,5	22,0
Νάξος	5,1	30,5	22,8	1,8	24,5	29,5	1,6	29,5	23,5	28,5	23,0
Πύργος	14,6	35,5	23,3	1,6	25,0	31,0	3,0	34,0	24,5	32,5	23,5
Ρόδος	7,8	32,5	23,2	1,6	25,5	29,4	1,6	31,5	25,0	30,5	24,5
Σάμος	10,3	35,5	21,7	1,6	23,5	31,7	3,2	34,5	23,0	33,5	22,5
Σέρρες	15,4	35,5	24,1	1,7	24,5	34,1	2,7	34,0	23,5	33,0	23,0
Σητεία	6,2	32,0	21,2	1,3	24,0	28,2	1,5	30,0	23,5	29,0	23,0
Σκύρος	6,3	31,5	22,7	1,7	24,0	28,9	2,0	30,0	23,5	29,0	23,0
Σούδα	9,6	35,5	21,6	1,6	23,5	30,2	3,5	33,5	23,0	32,0	22,5
Τανάγρα	13,7	36,5	22,3	2,1	23,5	32,8	3,5	35,0	23,0	33,5	22,0
Τρίκαλα Ημαθ.	13,4	34,0	23,7	1,7	25,5	31,4	2,2	33,0	25,0	32,0	24,5
Τυμπάκι	11,3	35,0	22,1	1,5	25,0	29,3	2,2	33,5	24,5	32,0	23,5
Χρυσούπολη	11,4	32,0	22,1	1,4	24,0	29,6	2,2	31,0	23,5	30,0	22,5

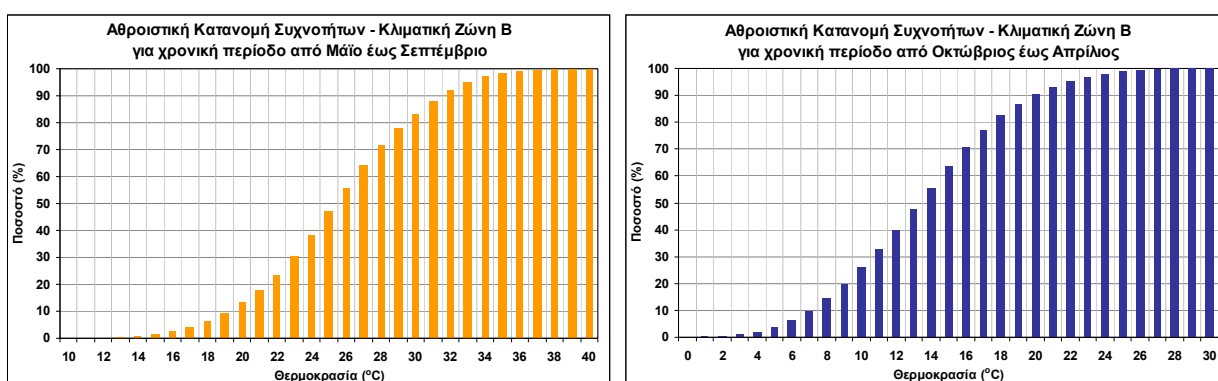
2.4. ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Εκτός από τις συνθήκες σχεδιασμού, σημαντική παράμετρος είναι η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο οι θερμοκρασίες σε κάθε περιοχή. Η παράμετρος αυτή είναι απαραίτητη για την εκτίμηση του μέσου εποχικού βαθμού απόδοσης λειτουργίας ενός συστήματος παραγωγής θερμότητας/ψύξης στα κτίρια. Ο εποχικός βαθμός απόδοσης ενός συστήματος παραγωγής, εκτιμάται πάντα βάσει των προδιαγραφών του κατασκευαστή και αφορά την απόδοση λειτουργίας του σε συνθήκες πλήρους και μερικού φορτίου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος.

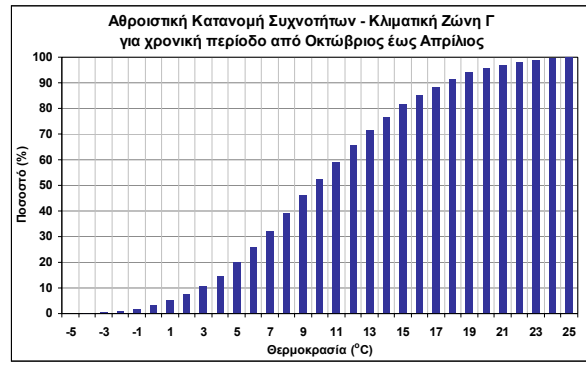
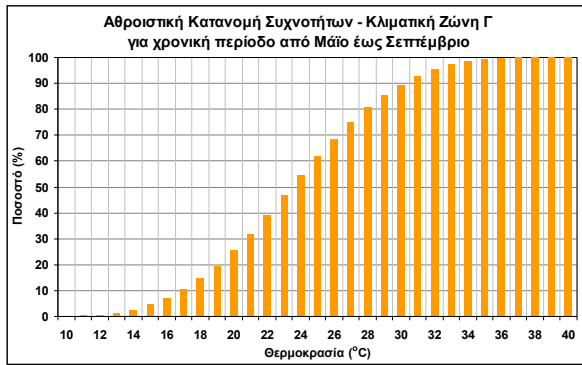
Στα διαγράμματα που ακολουθούν 2.1, 2.2, 2.3 και 2.4, δίνονται για τις 4 κλιματικές ζώνες ενδεικτικές καμπύλες των αθροιστικών κατανομών συχνοτήτων εμφάνισης των διαφόρων θερμοκρασιών σε μια περιοχή κατά τη θερινή (Μάιος έως Σεπτέμβριος) και κατά την χειμερινή (Οκτώβριο έως Απρίλιο) περίοδο. Οι κατανομές αυτές είναι ενδεικτικές για περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Για μεγαλύτερα υψόμετρα θα πρέπει να γίνει διόρθωση, βάσει της θερμοβαθμίδας, όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.



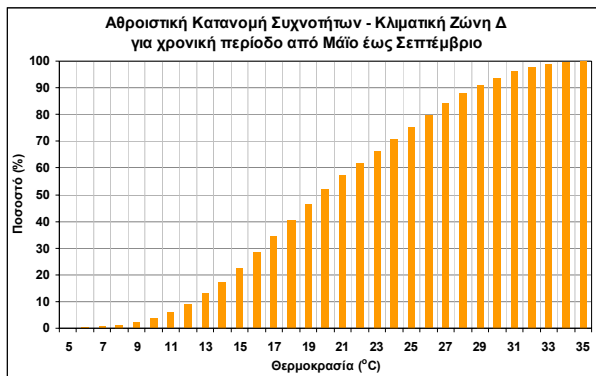
Σχήμα 2.1. Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Α.



Σχήμα 2.2. Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Β.



Σχήμα 2.3. Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Γ.



Σχήμα 2.4. Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Κλιματική Ζώνη Δ.

3. ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, όλες οι διεθνείς μεθοδολογίες υπολογισμού, απαιτούν τη χρήση κλιματικών δεδομένων για την κάθε κλιματική ζώνη ή/και περιοχή που βρίσκεται το κτίριο. Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα αέρα, κ.α.), διαμορφώνεται και η τελική απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό του κτιρίου. Τα κλιματικά δεδομένα χρησιμοποιούνται στις διάφορες μεθοδολογίες υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, είτε σε ωριαία (μοντέλα προσομοίωσης), είτε σε μηνιαία βάση (μηνιαίες μεθοδολογίες).

Στην ενότητα αυτή καθορίζονται οι μέσες τιμές κλιματικών δεδομένων, όπως η μέση μηνιαία θερμοκρασία εικοσιτετράωρου, η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη διάρκεια της ημέρας, η μέση σχετική υγρασία, η μέση ειδική υγρασία και η μέση ταχύτητα ανέμου, για διάφορες περιοχές της χώρας όπως υπολογίζονται από μετρήσεις. Η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία, παρουσιάζεται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα.

Οι μέσες τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα τεχνική οδηγία υπολογίστηκαν βάσει των προτύπων του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (W.M.O.) τα οποία αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927-5:2005. Στο παράρτημα Α δίνονται σε συγκεντρωτικό πίνακα (Α.1) οι απόλυτη ελάχιστη, η μέση ελάχιστη, η μέση μέγιστη και απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία, η επικρατούσα κατεύθυνση του αέρα, η διάρκεια ηλιοφάνειας, η μέση νέφωση, το ύψος νετού για διάφορες ελληνικές περιοχές. Στον ίδιο πίνακα παρατίθενται και οι γεωγραφικές συντεταγμένες των σταθμών μέτρησης, καθώς και η περίοδος αναφοράς (περίοδος διάρκειας μετρήσεων).

3.1. ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927-5:2005, η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) για μια περίοδο υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών κάθε έτους της αναγραφόμενης περιόδου. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών ολόκληρης της περιόδου, ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία είναι, αντίστοιχα, ο μέσος όρος των ημερήσιων ελάχιστων θερμοκρασιών ολόκληρης της περιόδου.

Ως απολύτως μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία ορίζεται η υψηλότερη τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου (για τον εκάστοτε μήνα), ενώ η απολύτως ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία είναι η χαμηλότερη τιμή θερμοκρασίας για την ίδια περίοδο. Ως μέση μηνιαία απολύτως μέγιστη θερμοκρασία ορίζεται ο μέσος όρος των μηνιαίων μέγιστων θερμοκρασιών κάθε έτους για ένα συγκεκριμένο μήνα και ως μέση μηνιαία απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία ορίζεται ο μέσος όρος των μηνιαίων ελάχιστων θερμοκρασιών κάθε έτους για ένα συγκεκριμένο μήνα. Μέσες μηνιαίες τιμές ελάχιστων και μέγιστων θερμοκρασιών για τους δυσμενέστερους μήνες της θερινής και χειμερινής περιόδου δίνονται στο παράρτημα Α.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες εικοσιτετράωρου της περιοχής όπου βρίσκεται το κτήριο. Στον πίνακα 3.1, δίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας εικοσιτετράωρου για πάνω από 60 πόλεις της χώρας μας.

Σε περίπτωση διαστασιολόγησης ηλιοθερμικών συστημάτων (ηλιακών συλλεκτών), είναι απαραίτητη και η χρήση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας, δηλαδή η μέση θερμοκρασία για την περίοδο από την ανατολή μέχρι την δύση του ηλίου. Η μέση θερμοκρασία μπορεί να εκτιμηθεί από την εμπειρική εξίσωση 3.1 που προτείνεται στα πρότυπα της ASHRAE^[7].

$$T_o = 0,7 \cdot T_a + 0,3 \cdot T_m \quad [3.1]$$

όπου:

T_o , είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας,

T_a , είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία εικοσιτετραώρου, πίνακας 3.1,

και T_m , είναι η μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία του αέρα.

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία T_o κατά την διάρκεια της ημέρας για τις διάφορες περιοχές όπως υπολογίστηκε από την εξίσωση 3.1, δίνεται στον πίνακα 3.2.

3.1.1. Βαθμομέρες Θέρμανσης

Η πιο απλή και σύντομη μέθοδος υπολογισμού των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης ενός κτιρίου, είναι οι βαθμομέρες θέρμανσης^[7]. Η παράμετρος αυτή προκύπτει από την μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα εικοσιτετραώρου για τους θερινούς μήνες σε μια περιοχή και μια θερμοκρασία αναφοράς η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με 18°C. Η εξίσωση υπολογισμού των βαθμομερών θέρμανσης DD είναι:

$$DD = \sum [N_{mo} \cdot (T_{av} - T_a)^+] \quad [3.2]$$

όπου, N_{mo} ο αριθμός ημερών για το κάθε μήνα

T_{av} , η θερμοκρασία αναφοράς (°C),

και T_a , η μηνιαία θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος (°C)

(⁺) το σύμβολο αυτό δηλώνει ότι στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η θερμοκρασία T_a δεν υπερβαίνει τη θερμοκρασία αναφοράς T_{av} , δηλαδή έχουμε θετική τιμή στην παρένθεση.

Στο πίνακα 3.3 δίνονται οι βαθμομέρες θέρμανσης για τις διάφορες περιοχές, με θερμοκρασία αναφοράς τους 18°C.

3.1.2. Βαθμοώρες Ψύξης

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων ψύξης ενός κτιρίου, χρησιμοποιούνται οι βαθμοώρες ψύξης^[7]. Η παράμετρος αυτή προκύπτει από την μέση ωριαία θερμοκρασία αέρα τους θερινούς μήνες σε μια περιοχή και μια θερμοκρασία αναφοράς η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με 26°C. Η εξίσωση υπολογισμού των βαθμοωρών ψύξης CDH είναι:

$$CDH = \sum [N_{mo} \cdot \sum_i (T_{ai} - T_{av})^+] \quad [3.3]$$

όπου, N_{mo} είναι ο αριθμός ημερών για το εκάστοτε μήνα

T_{av} , είναι η θερμοκρασία αναφοράς (°C),

και T_{ai} , είναι η μέση ωριαία θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος για το εκάστοτε μήνα (°C)

(⁺) το σύμβολο αυτό δηλώνει ότι στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η θερμοκρασία T_{ai} υπερβαίνει τη θερμοκρασία αναφοράς T_{av} , δηλαδή έχουμε θετική τιμή στην παρένθεση.

Στο πίνακα 3.4 δίνονται οι βαθμώρες ψύξης για τις διάφορες ελληνικές περιοχές, με θερμοκρασία αναφοράς τους 26°C. Οι βαθμώρες ψύξης του πίνακα 3.4 για ορισμένες, κυρίως νησιωτικές περιοχές, είναι πολύ χαμηλές. Αυτό συμβαίνει γιατί οι σταθμοί μέτρησης βρίσκονται σε περιοχές με βόρειο προσανατολισμό οι οποίες επηρεάζονται ιδιαίτερα από τα μελέμια και η μέση μέγιστη θερμοκρασία τους όπως έχει καταγραφεί δεν υπερβαίνει τους 30 με 31 °C. Οι βαθμώρες ψύξης σε μια άλλη περιοχή του ίδιου νησιού (ειδικότερα σε μεγάλα νησιά όπως η Κρήτη), με νότιο ή άλλο προσανατολισμό, πιθανώς να ήταν αυξημένες σε συνδυασμό πάντα με τα τοπικά μετεωρολογικά φαινόμενα.

3.2. ΜΕΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%) είναι ο μέσος όρος των μέσων μηνιαίων τιμών για την εξεταζόμενη περίοδο. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες σχετικές υγρασίες, όπως καταγράφηκαν από την ΕΜΥ και δίνονται στον πίνακα 3.5. Η σχετική υγρασία μπορεί να εκτιμηθεί και από τις μετρήσεις ξηρού και υγρού θερμομέτρου, όπως φαίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2.

3.3. ΕΙΔΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Η ειδική υγρασία είναι άλλη μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ιδιαίτερα όταν το κτίριο διαθέτει συστήματα κλιματισμού με διαχείριση αέρα (κεντρικές κλιματιστικές μονάδες – ΚΚΜ). Η ειδική υγρασία SH (gr υδρατμών/kg ξηρού αέρα) υπολογίζεται έμμεσα χρησιμοποιώντας τις εμπειρικές εξισώσεις που ακολουθούν, όπου λαμβάνονται υπόψη: η θερμοκρασία αέρα Τα, η σχετική υγρασία RH και η πίεση του αέρα P, η οποία θεωρείται σταθερή και ίση με 1013,25 hPa.

$$SH = \frac{MR}{1 + MR} \quad [3.4]$$

όπου MR είναι η αναλογία μάζας μείγματος και δίνεται από την σχέση:

$$MR = \frac{0,622 \cdot P_v}{P - P_v} \quad [3.5]$$

όπου P_v είναι τάση υδρατμών (hPa) στην θερμοκρασία αέρα Τα και δίνεται από την σχέση:

$$P_v = \frac{RH \cdot P_{sv}}{100} \quad [3.6]$$

όπου,

RH, η σχετική υγρασία (%) και

P_{sv}, η τάση κεκορεσμένων ατμών (hPa) στη θερμοκρασία αέρα Τα (°C) και δίνεται από την σχέση:

$$P_{sv} = 6,11 \cdot 10^{\frac{7,5 \cdot T_a}{273,5 + T_a}} \quad [3.7]$$

Με βάση τις μετρήσεις της ΕΜΥ, υπολογίστηκε η μέση μηνιαία ειδική υγρασία (gr/kg) για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, όπως δίνονται στον πίνακα 3.6.

3.4. ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

Η μέση μηνιαία ταχύτητα του ανέμου υπολογίζεται από τις μέσες ημερήσιες ταχύτητες οι οποίες προκύπτουν από το μέσο όρο όλων των παρατηρήσεων που πραγματοποιεί ο μετεωρολογικός

σταθμός σε ημερήσια βάση. Η επικρατούσα διεύθυνση είναι αυτή η οποία εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα κατά τη διάρκεια του μήνα και υπολογίζεται από τους πίνακες συχνοτήτων των ωρών 6:00, 12:00 και 18:00 UTC. Στον πίνακα 3.7, δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ταχύτητας του ανέμου (m/s) για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, σύμφωνα με την επεξεργασία δεδομένων που καταγράφηκαν από την ΕΜΥ.

3.5. ΜΕΣΗ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ

Η μέση μηνιαία ηλιοφάνεια είναι ο μέσος όρος των ωρών ηλιοφάνειας για κάθε μήνα της εξεταζόμενης περιόδου. Οι μηνιαίες ώρες ηλιοφάνειας υπολογίζονται με το άθροισμα των ωρών της ημερήσιας ηλιοφάνειας. Αν δεν υπάρχουν μετρήσεις για την τελευταία, είναι δυνατός και ο έμμεσος υπολογισμός της με την εμπειρική σχέση^[8]:

$$v = 8 \left(1 - \frac{n}{H} \right) \quad [3.8]$$

όπου: v , είναι η μέση νέφωση σε όγδοα,
 n , είναι η παρατηρούμενη ηλιοφάνεια,
και H , είναι η θεωρητικά αναμενόμενη ηλιοφάνεια.

3.6. ΜΕΣΗ ΝΕΦΩΣΗ

Η μέση μηνιαία νέφωση είναι ο μέσος όρος των μηνιαίων τιμών νέφωσης όλων των ετών της εξεταζόμενης περιόδου. Μέσες μηνιαίες νέφωσης για τους δυσμενέστερους μήνες της θερινής και χειμερινής περιόδου δίνονται στο παράρτημα Α, στον πίνακα Α1.

3.7. ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ

Μέσο μηνιαίο ύψος υετού είναι ο μέσος όρος των μηνιαίων υψών υετού όλων των ετών της περιόδου, όπου το μηνιαίο ύψος έχει υπολογιστεί από το άθροισμα των ημερήσιων υψών υετού. Τιμές για το μέσο ύψος υετού (mm) για τους δυσμενέστερους μήνες της θερινής και χειμερινής περιόδου δίνονται στο παράρτημα Α, στον πίνακα Α1.

Πίνακας 3.1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου [°C]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αγρίνιο	8,3	9,2	11,5	15,2	20,4	24,8	27,2	27,0	23,0	18,0	13,2	9,6
Αγχιάλος	6,6	7,7	10,0	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17,0	12,1	8,1
Αλεξανδρούπολη	5,0	5,9	8,3	13,2	18,4	23,2	25,9	25,6	21,1	15,7	10,8	7,0
Αλιάρτος	7,1	8,2	10,6	15,2	20,6	25,7	27,2	26,2	22,6	16,9	12,0	8,6
Ανδραβίδα	9,4	9,9	11,8	14,8	19,5	23,7	25,9	26,0	22,9	18,3	14,1	10,9
Άραξος	10,2	10,5	12,2	15,2	19,8	24,1	26,6	26,8	23,4	19,0	14,7	11,6
Αργος (Πυργέλα)	8,1	8,4	10,6	14,7	20,0	24,9	27,3	26,5	22,6	17,8	12,9	9,5
Αργοστόλι	11,4	11,5	12,8	15,3	19,5	23,5	25,7	26,1	23,4	19,8	15,8	12,8
Άρτα	8,0	9,0	11,5	14,6	19,6	23,6	25,7	25,6	22,0	17,8	12,5	9,1
Δράμα	4,7	6,5	10,0	14,7	20,2	24,7	26,7	25,9	22,3	16,4	9,9	6,0
Έδεσσα	4,5	6,2	9,6	13,4	18,6	23,8	25,2	24,5	20,7	15,6	9,4	5,8
Ζάκυνθος	10,5	10,5	11,8	14,8	19,7	24,3	27,2	27,1	23,6	19,1	14,8	11,7
Ηράκλειο	12,1	12,2	13,5	16,5	20,3	24,4	26,2	26,1	23,6	20,1	16,7	13,7
Θεσσαλονίκη	5,3	6,8	9,8	14,3	19,7	24,5	26,8	26,2	21,9	16,3	11,1	6,9
Ιεράπετρα	12,9	12,9	14,2	17,0	20,9	25,4	27,8	27,7	24,9	21,0	17,5	14,5
Ιωάννινα	4,7	6,0	8,8	12,4	17,5	22,0	24,9	24,5	20,1	15,0	9,7	5,8
Καλαμάτα	10,2	10,6	12,3	15,2	19,8	24,2	26,5	26,3	23,2	19,0	14,8	11,6
Καρδίτσα	4,5	6,9	10,4	13,9	18,0	24,2	26,3	25,6	22,1	16,1	10,1	4,3
Καρπενήσι	3,8	3,1	5,4	10,6	14,7	18,9	21,6	20,9	17,6	12,4	6,8	4,8
Κάρυστος	10,4	10,3	12,4	15,7	19,5	24,2	26,8	26,4	23,6	19,4	14,9	11,7
Καστοριά	2,2	3,4	6,9	11,5	16,4	21,4	24,0	23,2	18,9	13,4	7,2	3,0
Κέρκυρα	9,7	10,3	12,0	15,0	19,8	24,0	26,5	26,5	22,7	18,5	14,3	11,1
Κοζάνη	2,3	3,7	6,9	11,6	16,8	21,5	24,1	23,6	19,3	13,5	8,0	3,9
Κομοτηνή	4,8	6,2	8,6	13,1	18,4	23,0	25,5	25,0	20,6	15,2	10,8	7,0
Κόνιτσα	5,2	6,5	9,5	12,2	17,2	21,7	24,4	24,0	20,3	15,4	9,8	6,4
Κόρινθος (Βέλο)	8,8	9,3	11,5	15,4	20,7	25,8	28,3	27,8	23,4	18,6	13,4	10,1
Κύθηρα	10,9	10,9	11,9	14,6	18,9	23,2	25,7	25,7	22,9	19,1	15,8	12,7
Κως	11,0	10,5	12,1	15,4	19,5	23,8	25,9	25,4	23,2	19,4	15,0	12,4
Λαμία	7,1	8,1	10,7	15,0	20,2	25,4	27,0	26,0	22,5	17,0	11,9	8,2
Λάρισα	5,2	6,8	9,5	14,0	19,7	25,2	27,3	26,3	21,9	16,3	10,9	6,5
Λευκάδα	10,2	10,6	12,7	15,2	19,4	23,1	25,4	25,5	23,0	19,3	14,6	11,5
Λήμνος	7,4	7,8	9,7	13,8	18,5	23,6	25,9	25,1	21,5	16,8	12,3	9,0
Μεθώνη	11,3	11,5	12,9	15,4	19,0	22,6	24,8	25,7	23,6	19,8	16,0	12,9
Μήλος	10,7	10,8	11,9	15,0	19,4	23,6	25,2	24,9	22,3	18,8	15,3	12,4
Μυτιλήνη	9,5	9,9	11,6	15,6	20,2	24,7	26,6	26,1	22,9	18,5	14,3	11,3
Νάξος	12,1	12,2	13,3	16,1	19,5	23,3	24,9	24,8	22,8	19,6	16,3	13,6
Ξάνθη	5,6	6,8	9,6	14,3	19,8	24,1	26,6	26,0	22,4	16,5	11,0	6,9
Πάρος	11,2	11,2	12,9	16,2	19,8	24,0	25,5	25,0	22,8	19,1	15,2	12,3
Πάτρα	10,0	10,6	12,5	15,6	20,1	24,1	26,4	26,7	23,5	19,0	14,5	11,4
Πολύγυρος	4,9	4,7	8,7	12,4	16,3	22,4	24,0	24,1	21,3	15,1	10,7	6,8
Πύργος	9,6	10,1	12,2	15,2	19,7	23,9	26,4	26,3	23,0	18,7	14,1	11,0
Ρέθυμνο	12,8	12,9	14,2	17,1	20,7	24,9	26,9	26,8	24,2	20,6	17,3	14,5
Ρόδος	12,0	12,2	13,7	16,6	20,6	24,8	26,9	27,1	24,7	20,9	16,7	13,5
Σάμος	10,4	10,2	12,2	16,1	20,8	25,7	28,6	28,2	24,4	19,6	14,7	12,0
Σέρρες	4,0	6,3	9,7	14,4	19,7	24,4	26,5	25,6	21,7	15,7	9,4	4,8
Σητεία	12,2	12,3	13,6	16,6	20,3	24,2	25,9	25,7	23,6	20,2	16,8	13,8
Σκύρος	9,9	10,2	11,5	15,0	19,3	23,7	25,5	25,1	22,2	18,3	14,6	11,6

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σούδα	10,9	11,0	12,6	15,8	20,1	24,6	26,6	26,1	23,1	19,3	15,6	12,6
Σπάρτη	9,5	10,1	12,3	15,6	20,9	25,9	28,2	27,4	24,2	19,3	14,0	10,7
Σύρος	11,8	11,8	13,1	16,4	20,3	25,0	26,7	26,5	24,1	20,1	15,9	12,8
Τανάγρα	7,5	8,2	10,2	14,5	20,0	25,3	27,5	26,7	22,4	17,2	12,8	9,4
Τρίκαλα (Ημαθίας)	4,7	6,1	9,6	14,4	19,7	24,3	25,9	25,0	21,1	15,8	9,7	5,5
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	5,4	6,9	10,6	15,0	20,6	25,6	27,4	26,1	22,6	16,4	10,2	6,4
Τρίπολη	5,1	5,8	7,9	11,7	17,0	22,0	24,5	24,1	20,0	14,6	10,1	6,7
Τυμπάκιο	11,7	11,8	13,4	16,4	20,7	24,9	27,8	27,5	24,4	20,3	16,4	13,2
Φλώρινα	0,5	2,7	6,7	11,6	16,8	21,0	23,1	22,5	18,4	12,6	7,0	2,2
Χαλκίδα	9,1	9,1	11,8	16,1	20,7	25,8	27,8	27,5	24,5	19,7	13,9	10,5
Χανιά	11,6	11,8	13,2	16,3	20,1	24,5	26,5	26,1	23,3	19,4	16,1	13,1
Χίος	9,6	9,7	11,6	15,1	19,6	24,1	26,4	25,9	22,7	18,1	13,6	11,1
Χρυσούπολη (Καβάλα)	5,5	6,2	8,7	13,7	18,6	23,4	25,9	25,3	21,0	15,6	10,4	6,6

Πίνακας 3.2. Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας [$^{\circ}\text{C}$], (μέση θερμοκρασία για την περίοδο ηλιοφάνειας της ημέρας).

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)	11,0	11,5	13,3	17,3	22,3	27,1	29,8	29,6	25,8	20,8	16,2	12,7
Αγρίνιο	9,9	10,8	13,1	16,8	22,1	26,5	29,1	29,0	25,0	20,0	14,9	11,2
Αγχίαλος	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
Αργος (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
Άρτα	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	21,7	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

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
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	26,0	27,7	27,4	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 (Καβάλα)	6,7	7,4	9,8	14,8	19,8	24,5	27,1	26,7	22,5	17,0	11,6	7,7

Πίνακας 3.3. Βαθμοημέρες θέρμανσης DD με θερμοκρασία αναφοράς 18°C

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	239	207	177	60	-	-	-	-	-	-	78	186
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	239	207	177	60	-	-	-	-	-	-	78	186
Αγρίνιο	301	246	202	84	-	-	-	-	-	-	144	260
Αγχιάλος	353	288	248	111	-	-	-	-	-	31	177	307
Αλεξανδρούπολη	403	339	301	144	-	-	-	-	-	71	216	341
Αλιάρτος	338	274	229	84	-	-	-	-	-	34	180	291
Ανδραβίδα	267	227	192	96	-	-	-	-	-	-	117	220
Άραξος	242	210	180	84	-	-	-	-	-	-	99	198
Άργος (Πυργέλα)	307	269	229	99	-	-	-	-	-	6	153	264
Αργοστόλι	205	182	161	81	-	-	-	-	-	-	66	161
Άρτα	310	252	202	102	-	-	-	-	-	6	165	276
Δράμα	412	322	248	99	-	-	-	-	-	50	243	372
Έδεσσα	419	330	260	138	-	-	-	-	-	74	258	378
Ζάκυνθος	233	210	192	96	-	-	-	-	-	-	96	195
Ηράκλειο	183	162	140	45	-	-	-	-	-	-	39	133
Θεσσαλονίκη	394	314	254	111	-	-	-	-	-	53	207	344
Ιεράπετρα	158	143	118	30	-	-	-	-	-	-	15	109
Ιωάννινα	412	336	285	168	16	-	-	-	-	93	249	378
Καλαμάτα	242	207	177	84	-	-	-	-	-	-	96	198
Καρδίτσα	419	311	236	123	-	-	-	-	-	59	237	425
Καρπενήσι	440	417	391	222	102	-	-	-	-	174	336	409
Κάρυστος	236	216	174	69	-	-	-	-	-	-	93	195
Καστοριά	490	409	344	195	50	-	-	-	-	143	324	465
Κέρκυρα	257	216	186	90	-	-	-	-	-	-	111	214
Κοζάνη	487	400	344	192	37	-	-	-	-	140	300	437
Κομοτηνή	409	330	291	147	-	-	-	-	-	87	216	341
Κόνιτσα	397	322	264	174	25	-	-	-	-	81	246	360
Κόρινθος (Βέλο)	285	244	202	78	-	-	-	-	-	-	138	245
Κύθηρα	220	199	189	102	-	-	-	-	-	-	66	164
Κως	217	210	183	78	-	-	-	-	-	-	90	174
Λαμία	338	277	226	90	-	-	-	-	-	31	183	304
Λάρισα	397	314	264	120	-	-	-	-	-	53	213	357
Λευκάδα	242	207	164	84	-	-	-	-	-	-	102	202
Λήμνος	329	286	257	126	-	-	-	-	-	37	171	279
Μεθώνη	208	182	158	78	-	-	-	-	-	-	60	158
Μήλος	226	202	189	90	-	-	-	-	-	-	81	174
Μυτιλήνη	264	227	198	72	-	-	-	-	-	-	111	208
Νάξος	183	162	146	57	-	-	-	-	-	-	51	136
Ξάνθη	384	314	260	111	-	-	-	-	-	47	210	344
Πάρος	211	190	158	54	-	-	-	-	-	-	84	177
Πάτρα	248	207	171	72	-	-	-	-	-	-	105	205
Πολύγυρος	406	372	288	168	53	-	-	-	-	90	219	347
Πύργος	260	221	180	84	-	-	-	-	-	-	117	217
Ρέθυμνο	161	143	118	27	-	-	-	-	-	-	21	109
Ρόδος	186	162	133	42	-	-	-	-	-	-	39	140
Σάμος	236	218	180	57	-	-	-	-	-	-	99	186
Σέρρες	434	328	257	108	-	-	-	-	-	71	258	409
Σητεία	180	160	136	42	-	-	-	-	-	-	36	130
Σκύρος	251	218	202	90	-	-	-	-	-	-	102	198
Σούδα	220	196	167	66	-	-	-	-	-	-	72	167

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	264	221	177	72	-	-	-	-	-	-	120	226
Σύρος	192	174	152	48	-	-	-	-	-	-	63	161
Τανάγρα	326	274	242	105	-	-	-	-	-	25	156	267
Τρίκαλα (Ημαθίας)	412	333	260	108	-	-	-	-	-	68	249	388
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	391	311	229	90	-	-	-	-	-	50	234	360
Τρίπολη	400	342	313	189	31	-	-	-	-	105	237	350
Τυμπάκιο	195	174	143	48	-	-	-	-	-	-	48	149
Φλώρινα	543	428	350	192	37	-	-	-	-	167	330	490
Χαλκίδα	276	249	192	57	-	-	-	-	-	-	123	233
Χανιά	198	174	149	51	-	-	-	-	-	-	57	152
Χίος	260	232	198	87	-	-	-	-	-	-	132	214
Χρυσούπολη (Καβάλα)	388	330	288	129	-	-	-	-	-	74	228	353

Πίνακας 3.4. Βαθμώρες ψύξης CDH με θερμοκρασία αναφοράς 26°C

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	-	-	-	-	0	794	1901	1853	292	-	-	-
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	-	-	-	-	13	1209	2162	1787	363	-	-	-
Αγρίνιο	-	-	-	-	16	909	1535	1488	248	-	-	-
Αγχιάλος	-	-	-	-	0	552	1281	1042	34	-	-	-
Αλεξανδρούπολη	-	-	-	-	0	152	917	808	0	-	-	-
Ανδραβίδα	-	-	-	-	0	324	799	1065	109	-	-	-
Άργος (Πυργέλα)	-	-	-	-	0	945	1813	1572	372	-	-	-
Αργοστόλι	-	-	-	-	0	59	626	873	0	-	-	-
Άρτα	-	-	-	-	0	675	1290	1297	137	-	-	-
Ηράκλειο	-	-	-	-	0	12	694	610	18	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	-	-	0	526	1211	1058	0	-	-	-
Ιωάννινα	-	-	-	-	0	219	800	675	0	-	-	-
Καλαμάτα	-	-	-	-	0	461	1146	1130	187	-	-	-
Καστοριά	-	-	-	-	0	55	505	369	0	-	-	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	0	391	1122	1236	1	-	-	-
Κόρινθος (Βέλο)	-	-	-	-	0	844	1698	1560	236	-	-	-
Λαμία	-	-	-	-	0	921	1496	1181	181	-	-	-
Λάρισα	-	-	-	-	0	951	1563	1221	121	-	-	-
Νάξος	-	-	-	-	0	0	166	100	0	-	-	-
Πύργος	-	-	-	-	0	486	1246	1440	217	-	-	-
Ρόδος	-	-	-	-	0	158	870	1046	161	-	-	-
Σάμος	-	-	-	-	0	771	1867	1782	212	-	-	-
Σέρρες	-	-	-	-	0	688	1344	1158	59	-	-	-
Σητεία	-	-	-	-	0	0	408	350	0	-	-	-
Σκύρος	-	-	-	-	0	0	363	218	0	-	-	-
Σούδα	-	-	-	-	0	497	1276	1051	157	-	-	-
Τανάγρα	-	-	-	-	0	753	1557	1235	128	-	-	-
Τρίκαλα Ημαθ.	-	-	-	-	0	591	1027	830	9	-	-	-
Τυμπάκι	-	-	-	-	0	376	1476	1512	267	-	-	-
Χρυσούπολη	-	-	-	-	0	49	674	559	0	-	-	-
Λαμία	-	-	-	-	0	794	1901	1853	292	-	-	-

Πίνακας 3.5. Μέση μηνιαία σχετική υγρασία [%]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	68,8	67,6	65,8	62,5	58,6	52,2	46,8	46,7	53,5	62,0	68,8	70,1
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	74,4	71,9	68,6	61,6	53,9	45,8	43,0	45,2	53,9	66,0	74,1	76,0
Αγρίνιο	75,5	73,2	70,2	68,1	63,0	57,2	55,2	56,1	63,6	69,9	77,8	78,6
Αγχιάλος	74,9	73,1	72,6	68,4	63,5	53,3	50,7	53,0	60,1	68,9	75,0	76,3
Αλεξανδρούπολη	75,5	73,6	72,6	71,1	68,3	60,5	54,0	54,0	60,0	68,2	75,5	76,9
Αλιάρτος	74,6	71,7	67,9	60,3	56,1	47,6	47,6	50,4	56,2	67,8	74,3	76,0
Ανδραβίδα	78,0	76,6	75,5	74,4	70,2	64,4	62,9	64,0	67,7	72,1	78,4	79,4
Άραξος	73,6	72,7	72,1	71,8	68,7	62,7	59,2	59,6	65,3	69,3	75,9	76,4
Άργος (Πυργέλα)	75,2	73,5	72,2	68,1	60,8	54,1	52,5	56,7	65,3	72,2	76,6	76,6
Αργοστόλι	75,5	73,6	72,6	71,1	68,3	60,5	54,0	54,0	60,0	68,2	75,5	76,9
Άρτα	72,6	70,9	70,0	71,9	68,5	64,6	64,1	65,5	70,3	73,2	77,5	76,5
Δράμα	78,7	73,2	69,0	63,7	60,7	55,3	52,6	55,0	59,3	69,0	77,7	81,0
Έδεσσα	71,0	71,9	67,6	64,9	62,1	55,4	51,5	54,0	60,6	68,5	72,1	71,5
Ζάκυνθος	81,1	79,1	79,8	78,9	70,5	61,8	58,8	62,4	70,5	76,3	81,8	81,1
Ηράκλειο	68,0	66,0	65,7	61,8	60,6	56,1	56,5	58,3	61,2	65,4	67,3	67,9
Θεσσαλονίκη	76,0	72,6	71,6	67,5	63,6	55,4	52,8	55,1	61,9	70,1	76,4	77,8
Ιεράπετρα	74,0	73,7	72,2	68,4	64,1	56,8	49,4	52,5	59,6	69,1	73,3	74,3
Ιωάννινα	77,2	73,9	69,4	68,1	65,8	58,8	52,1	54,1	63,9	71,1	80,0	81,8
Καλαμάτα	72,9	72,1	71,3	70,4	66,5	58,6	57,9	61,4	65,4	69,4	75,1	75,3
Καρδίτσα	78,0	73,3	68,2	65,3	60,4	57,0	51,4	54,2	54,5	66,3	73,3	76,4
Καρπενήσι	68,0	70,5	73,9	60,6	61,8	55,6	52,2	53,8	59,1	66,2	73,8	73,5
Κάρυστος	71,1	70,2	70,8	68,0	67,1	62,6	56,0	57,6	61,4	68,1	73,4	72,7
Καστοριά	78,6	73,4	66,6	62,4	63,5	53,1	49,3	52,4	59,3	69,3	77,4	80,3
Κέρκυρα	75,9	74,3	73,2	72,7	69,5	63,4	59,8	62,1	70,4	74,8	77,6	77,4
Κοζάνη	74,2	70,1	67,5	63,0	62,0	54,8	49,8	50,4	57,0	66,7	74,7	75,7
Κομοτηνή	72,5	71,7	70,2	69,8	67,1	58,3	52,4	51,3	58,9	67,9	75,1	75,6
Κόνιτσα	69,7	66,4	62,3	63,0	62,9	57,3	51,5	51,9	58,2	65,7	74,2	74,5
Κόρινθος (Βέλο)	74,4	71,0	70,4	66,2	59,8	53,0	52,0	54,5	61,9	68,5	75,1	75,6
Κύθηρα	72,2	72,7	71,8	68,5	63,5	57,2	54,6	56,6	62,9	68,5	72,5	73,1
Κως	71,3	71,2	72,4	69,9	67,1	60,8	58,8	63,6	64,5	68,4	71,5	73,9
Λαμία	76,6	74,4	70,8	64,6	59,1	49,7	50,1	54,5	60,1	70,5	75,8	77,1
Λάρισα	79,8	75,0	72,6	68,1	61,3	48,8	46,3	49,9	58,7	69,8	79,2	82,0
Λευκάδα	71,9	70,6	68,0	69,0	70,8	69,3	69,4	74,4	73,7	72,2	73,4	73,5
Λήμνος	76,9	74,8	75,3	73,9	68,6	59,7	56,7	61,1	66,3	73,2	78,0	78,5
Μεθώνη	73,4	72,4	73,1	72,0	73,7	72,6	72,8	71,5	69,6	70,2	74,4	74,5
Μήλος	73,3	72,1	71,5	66,9	62,6	57,5	58,3	61,9	65,8	70,7	73,7	73,7
Μυτιλήνη	71,8	70,2	67,5	64,3	62,9	58,0	56,4	57,8	60,1	66,5	71,1	72,5
Νάξος	73,6	72,1	72,5	70,8	71,4	68,6	69,0	70,6	71,3	73,6	74,3	74,5
Ξάνθη	73,2	73,7	73,4	73,5	70,1	65,6	61,6	62,7	66,4	70,7	75,3	74,3
Πάρος	73,2	71,4	71,7	67,1	66,2	63,5	64,5	67,0	68,3	72,4	73,6	75,3
Πάτρα	69,1	67,4	67,1	66,4	64,5	61,9	59,8	59,3	63,0	66,9	70,9	71,2
Πολύγυρος	72,4	74,7	70,9	64,5	66,2	62,0	59,7	62,8	63,8	70,1	71,8	69,8
Πύργος	73,6	72,2	71,2	70,5	67,9	62,4	59,5	62,1	67,1	71,0	75,2	75,5
Ρέθυμνο	69,1	67,1	66,0	63,1	63,4	60,0	60,6	61,5	63,4	67,0	68,0	68,2
Ρόδος	70,5	69,5	69,3	67,2	65,3	59,0	58,3	60,6	61,9	67,8	71,6	72,6
Σάμος	69,6	67,7	66,9	64,3	58,3	49,4	43,4	45,4	51,6	61,5	68,4	72,2
Σέρρες	78,0	72,0	67,7	63,4	60,7	54,2	51,9	54,9	60,4	70,1	77,1	80,7
Σητεία	71,4	70,1	68,7	63,9	62,6	59,6	60,9	63,2	65,6	69,1	70,8	71,6
Σκύρος	76,2	74,2	74,2	71,5	70,4	66,0	66,2	68,1	70,6	74,3	76,5	76,9
Σούδα	73,3	71,1	70,0	64,7	58,3	50,4	50,1	54,2	61,2	68,4	72,0	73,0

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	70,1	68,6	65,6	59,8	54,9	46,9	45,3	50,7	55,7	63,7	70,9	72,8
Σύρος	76,4	76,1	76,1	73,1	67,4	62,0	60,3	61,2	65,4	72,9	77,4	77,1
Τανάγρα	76,9	73,9	71,9	65,7	58,3	48,3	46,9	49,2	57,9	68,3	75,5	77,5
Τρίκαλα (Ημαθίας)	75,5	72,7	66,8	59,3	55,6	46,9	47,6	51,8	55,6	68,1	77,1	78,1
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	76,7	72,4	71,5	67,5	63,7	56,7	56,9	62,9	67,1	73,3	77,3	78,4
Τρίπολη	76,3	73,8	69,3	63,1	57,7	48,0	44,9	46,4	55,5	67,1	75,6	77,8
Τυμπάκιο	72,2	71,1	69,8	67,7	64,0	57,0	50,8	51,9	58,7	65,0	70,1	72,7
Φλώρινα	82,1	78,1	70,9	64,0	63,4	59,8	57,4	58,3	63,9	72,1	78,7	81,8
Χαλκίδα	73,4	71,8	69,8	63,5	60,2	54,6	53,1	55,0	58,2	67,5	74,7	75,3
Χανιά	71,7	69,3	68,4	65,4	62,2	55,8	55,3	57,7	63,9	70,4	72,2	72,1
Χίος	73,1	72,6	71,7	69,7	67,9	62,0	57,7	59,4	63,7	71,1	74,7	73,9
Χρυσούπολη (Καβάλα)	74,4	72,4	72,3	72,0	67,3	62,8	57,5	59,0	65,0	69,7	75,3	75,0

Πίνακας 3.6. Μέση μηνιαία ειδική υγρασία [gr/kg]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	5,3	5,3	5,8	7,0	8,8	10,4	11,0	10,9	10,0	8,7	7,4	6,1
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	5,7	5,7	6,0	6,9	8,1	9,2	10,1	10,5	10,1	9,3	8,0	6,6
Αγρίνιο	5,1	5,2	5,9	7,2	9,3	11,0	12,3	12,3	11,0	8,9	7,3	5,8
Αγχιάλος	4,5	4,7	5,5	6,9	8,9	10,2	11,1	11,2	9,9	8,2	6,5	5,1
Αλεξανδρούπολη	4,1	4,2	4,9	6,6	8,9	10,6	11,1	10,9	9,3	7,5	6,0	4,7
Αλιάρτος	4,6	4,8	5,3	6,4	8,4	9,7	10,6	10,6	9,5	8,0	6,4	5,2
Ανδραβίδα	5,7	5,8	6,4	7,7	9,8	11,6	13,0	13,3	11,7	9,3	7,8	6,4
Άραξος	5,6	5,7	6,3	7,6	9,8	11,6	12,7	13,0	11,6	9,4	7,8	6,4
Άργος (Πυργέλα)	5,0	5,0	5,7	7,0	8,8	10,5	11,7	12,1	11,0	9,1	7,0	5,6
Αργοστόλι	6,3	6,1	6,6	7,6	9,5	10,8	11,0	11,3	10,6	9,7	8,4	7,0
Άρτα	4,8	5,0	5,8	7,4	9,6	11,6	13,1	13,3	11,5	9,2	6,9	5,4
Δράμα	4,1	4,4	5,2	6,6	8,9	10,6	11,4	11,3	9,8	7,9	5,8	4,7
Έδεσσα	3,7	4,2	5,0	6,1	8,2	10,1	10,2	10,2	9,1	7,5	5,2	4,1
Ζάκυνθος	6,3	6,2	6,8	8,2	10,0	11,6	13,1	13,8	12,7	10,4	8,5	6,9
Ηράκλειο	5,9	5,8	6,3	7,1	8,9	10,6	11,9	12,2	11,0	9,5	7,9	6,6
Θεσσαλονίκη	4,2	4,4	5,3	6,8	9,0	10,5	11,5	11,6	10,0	8,0	6,2	4,8
Ιεράπετρα	6,8	6,8	7,2	8,2	9,8	11,4	11,4	12,0	11,6	10,6	9,0	7,6
Ιωάννινα	4,1	4,3	4,8	6,0	8,1	9,6	10,1	10,3	9,3	7,5	5,9	4,6
Καλαμάτα	5,6	5,7	6,3	7,5	9,5	10,9	12,4	13,0	11,5	9,4	7,8	6,3
Καρδίτσα	4,0	4,5	5,3	6,4	7,7	10,6	10,8	11,0	8,9	7,5	5,6	3,9
Καρπενήσι	3,4	3,3	4,1	4,8	6,4	7,5	8,3	8,2	7,3	5,9	4,5	3,9
Κάρυστος	5,5	5,4	6,3	7,5	9,4	11,7	12,2	12,2	11,0	9,5	7,7	6,2
Καστοριά	3,5	3,5	4,1	5,2	7,3	8,3	9,1	9,2	8,0	6,6	4,8	3,7
Κέρκυρα	5,6	5,7	6,3	7,6	9,9	11,7	12,8	13,3	12,0	9,8	7,8	6,3
Κοζάνη	3,3	3,4	4,1	5,3	7,3	8,7	9,2	9,0	7,9	6,4	4,9	3,8
Κομοτηνή	3,8	4,2	4,8	6,5	8,7	10,1	10,5	10,0	8,8	7,2	6,0	4,7
Κόνιτσα	3,8	4,0	4,6	5,5	7,6	9,2	9,7	9,5	8,5	7,1	5,5	4,4
Κόρινθος (Βέλο)	5,2	5,1	5,9	7,1	9,0	10,9	12,3	12,6	11,0	9,0	7,1	5,8
Κύθηρα	5,8	5,8	6,2	7,0	8,5	10,0	11,1	11,5	10,8	9,3	8,0	6,6
Κως	5,8	5,6	6,3	7,5	9,4	11,1	12,1	12,7	11,3	9,5	7,5	6,6
Λαμία	4,8	4,9	5,6	6,8	8,6	9,9	11,0	11,3	10,1	8,4	6,5	5,2
Λάρισα	4,3	4,6	5,3	6,7	8,7	9,6	10,4	10,5	9,5	8,0	6,4	4,9
Λευκάδα	5,5	5,6	6,1	7,3	9,8	12,1	13,9	15,0	12,8	10,0	7,5	6,1
Λήμνος	4,9	4,9	5,6	7,2	9,0	10,7	11,7	12,0	10,5	8,6	6,9	5,5
Μεθώνη	6,1	6,0	6,7	7,8	10,0	12,3	14,1	14,6	12,5	10,0	8,3	6,8
Μήλος	5,8	5,7	6,1	7,0	8,7	10,3	11,5	12,0	10,9	9,5	7,9	6,5
Μυτιλήνη	5,2	5,3	5,7	7,0	9,2	11,1	12,1	12,1	10,3	8,7	7,1	6,0
Νάξος	6,4	6,3	6,8	8,0	10,0	12,1	13,4	13,6	12,2	10,4	8,5	7,1
Ξάνθη	4,1	4,5	5,4	7,4	10,0	12,2	13,2	13,0	11,1	8,2	6,1	4,5
Πάρος	6,0	5,8	6,6	7,6	9,4	11,7	13,0	13,1	11,7	9,9	7,8	6,6
Πάτρα	5,2	5,3	6,0	7,2	9,4	11,5	12,7	12,8	11,3	9,1	7,2	5,9
Πολύγυρος	3,9	3,9	4,9	5,7	7,6	10,4	11,0	11,6	10,0	7,4	5,7	4,2
Πύργος	5,4	5,5	6,2	7,5	9,6	11,4	12,6	13,1	11,6	9,4	7,5	6,1
Ρέθυμνο	6,3	6,1	6,6	7,6	9,5	11,7	13,3	13,4	11,8	10,0	8,3	6,9
Ρόδος	6,1	6,1	6,7	7,8	9,8	11,4	12,8	13,4	11,9	10,3	8,4	6,9
Σάμος	5,4	5,2	5,9	7,2	8,8	10,1	10,5	10,7	9,7	8,6	7,0	6,2
Σέρρες	3,9	4,2	5,0	6,4	8,6	10,2	11,1	11,1	9,7	7,7	5,6	4,3
Σητεία	6,2	6,2	6,6	7,4	9,2	11,1	12,6	12,9	11,8	10,1	8,3	7,0
Σκύρος	5,7	5,7	6,2	7,5	9,7	11,9	13,3	13,4	11,7	9,6	7,8	6,5
Σούδα	5,9	5,7	6,3	7,2	8,4	9,6	10,8	11,3	10,7	9,4	7,9	6,6

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	5,1	5,2	5,8	6,5	8,4	9,7	10,7	11,4	10,4	8,8	7,0	5,8
Σύρος	6,5	6,5	7,1	8,4	9,9	12,1	13,0	13,1	12,1	10,6	8,6	7,0
Τανάγρα	4,9	4,9	5,5	6,7	8,4	9,6	10,6	10,6	9,7	8,3	6,9	5,6
Τρίκαλα (Ημαθίας)	4,2	4,5	5,3	6,2	8,3	9,5	10,7	10,8	9,4	7,8	5,9	4,6
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	4,0	4,2	5,3	6,8	9,0	10,6	11,7	12,3	10,4	8,1	5,7	4,4
Τρίπολη	4,1	4,2	4,5	5,3	6,9	7,8	8,5	8,6	8,0	6,9	5,8	4,7
Τυμπάκιο	6,1	6,1	6,6	7,8	9,6	11,1	11,7	11,8	11,1	9,5	8,1	6,8
Φλώρινα	3,2	3,6	4,3	5,4	7,5	9,2	10,0	9,8	8,3	6,5	4,9	3,6
Χαλκίδα	5,2	5,1	5,9	7,2	9,1	11,2	12,2	12,5	11,0	9,5	7,3	5,9
Χανιά	6,0	5,9	6,4	7,5	9,0	10,6	11,8	12,0	11,3	9,8	8,1	6,7
Χίος	5,4	5,4	6,0	7,4	9,5	11,5	12,3	12,2	10,8	9,1	7,2	6,0
Χρυσούπολη (Καβάλα)	4,1	4,2	5,0	7,0	8,9	11,1	11,9	11,7	10,0	7,6	5,8	4,5

Πίνακας 3.7. Μέση ταχύτητα του ανέμου [m/s]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	3,9	4,0	3,8	3,3	3,1	3,3	3,9	4,0	3,6	3,7	3,4	3,8
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	2,9	3,1	3,1	2,7	2,6	2,8	3,4	3,4	3,0	2,9	2,4	2,5
Αγρίνιο	1,9	2,3	2,4	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7
Αγχίαλος	2,8	2,9	2,7	2,5	2,4	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,3	2,7
Αλεξανδρούπολη	4,3	4,4	4,3	3,2	2,8	2,8	3,5	3,5	3,4	3,9	3,5	4,1
Αλιάρτος	2,2	2,5	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,0	1,7	2,0
Ανδραβίδα	2,5	2,8	2,7	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	2,4	2,5
Άραξος	3,2	3,3	3,4	2,7	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,8	2,7	2,8
Άργος (Πυργέλα)	2,0	2,3	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,7	2,1	1,9	1,6	1,8
Αργοστόλι	3,5	3,8	3,7	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	3,1	3,2	3,4
Άρτα	1,4	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,1	1,3
Δράμα	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
Έδεσσα	2,0	1,6	1,6	1,8	1,6	1,7	1,7	1,5	1,4	1,5	1,7	2,0
Ζάκυνθος	2,8	3,2	2,8	2,5	2,2	2,4	2,4	2,4	2,0	2,4	2,8	2,8
Ηράκλειο	4,8	5,1	4,7	4,1	3,2	3,5	4,6	4,6	4,0	3,8	4,2	4,8
Θεσσαλονίκη	3,0	3,0	2,8	2,8	2,6	3,1	3,3	2,9	2,8	2,5	2,6	2,8
Ιεράπετρα	4,7	4,9	4,6	4,0	3,7	4,4	6,4	6,0	5,1	4,4	3,9	4,6
Ιωάννινα	1,6	1,9	2,1	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,5	1,0	1,2
Καλαμάτα	2,9	2,9	2,7	2,5	2,5	2,9	2,9	2,9	2,6	2,5	2,4	2,8
Καρδίτσα	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4
Καρπενήσι	4,5	4,6	4,9	4,3	3,8	6,2	4,0	4,4	3,4	3,7	3,8	4,0
Κάρυστος	6,8	7,0	6,0	5,1	4,9	4,8	5,9	6,0	5,5	5,8	6,3	6,5
Καστοριά	1,3	1,5	1,9	2,0	1,5	1,7	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2
Κέρκυρα	2,5	2,8	2,6	2,2	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	2,1	2,6	2,7
Κοζάνη	2,4	2,3	2,0	2,0	1,8	2,1	2,2	2,0	1,7	1,7	1,6	2,1
Κομοτηνή	3,2	3,2	3,3	2,8	2,6	2,7	3,2	3,4	3,2	3,2	2,5	2,8
Κόνιτσα	1,6	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
Κόρινθος (Βέλο)	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,9	2,7	2,5	2,5	2,7	2,4	2,4
Κύθηρα	7,1	6,8	6,8	5,7	5,0	4,4	4,4	4,5	5,0	6,3	5,8	6,8
Κως	5,1	5,8	5,0	4,7	4,5	4,9	6,0	5,6	5,0	4,5	4,9	5,2
Λαμία	2,7	2,8	3,0	3,2	3,2	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,4	2,6
Λάρισα	1,2	1,5	1,7	1,6	1,6	2,0	2,1	1,9	1,7	1,4	1,0	0,9
Λευκάδα	2,8	3,1	3,3	3,4	3,4	3,8	3,5	3,3	3,2	2,8	2,7	2,8
Λήμνος	5,8	6,3	5,7	4,2	3,9	3,7	4,4	4,8	4,4	5,3	5,3	5,7
Μεθώνη	5,5	5,7	5,5	5,3	4,8	5,0	5,1	4,9	4,6	4,5	5,1	5,5
Μήλος	7,9	8,0	7,1	5,7	4,4	4,1	5,7	5,9	5,9	6,3	6,3	7,4
Μυτιλήνη	5,5	5,8	5,1	4,3	3,5	3,8	4,9	4,7	4,4	4,3	4,7	5,6
Νάξος	7,9	8,1	7,6	5,9	4,9	5,0	6,6	6,9	7,0	7,4	6,7	7,5
Ξάνθη	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,4	1,3	1,4
Πάρος	7,5	7,5	6,5	5,4	4,5	4,0	5,2	4,9	4,9	5,5	6,3	6,8
Πάτρα	2,5	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,3	2,4
Πολύγυρος	2,6	2,6	2,5	2,3	1,7	1,5	1,6	1,6	1,3	2,1	2,6	2,9
Πύργος	2,4	2,7	2,7	2,7	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3
Ρέθυμνο	4,6	5,0	4,6	3,9	3,1	3,0	3,5	3,2	3,4	3,7	4,2	4,6
Ρόδος	3,9	4,4	4,4	4,5	4,3	5,2	6,0	5,8	4,9	3,4	3,1	3,8
Σάμος	6,0	6,2	5,5	4,3	4,2	4,7	7,0	6,6	5,7	5,1	5,5	6,0
Σέρρες	1,0	1,4	1,6	1,9	1,9	2,2	2,0	1,7	1,6	1,1	1,0	0,8
Σητεία	4,1	4,5	4,3	3,8	3,3	3,9	5,3	5,1	4,1	3,5	3,6	4,0
Σκύρος	6,8	6,9	6,2	4,9	4,0	4,2	4,8	5,1	5,1	6,0	5,6	6,4
Σούδα	4,1	4,3	4,2	4,0	3,6	3,8	3,5	3,2	3,1	3,2	3,2	3,9

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	1,7	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	1,7	1,5	1,6	1,5
Σύρος	8,1	8,1	7,6	5,8	5,4	4,9	7,0	7,2	6,5	7,5	7,2	7,8
Τανάγρα	3,2	3,3	3,0	2,8	2,7	2,9	3,3	3,3	2,9	2,9	2,6	3,1
Τρίκαλα (Ημαθίας)	1,6	1,7	2,1	2,5	2,4	2,5	2,0	1,8	1,7	1,4	1,3	1,5
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	1,4	1,6	1,8	2,3	2,4	2,2	1,7	1,6	1,7	1,3	1,1	1,2
Τρίπολη	2,6	2,9	2,9	2,7	2,3	2,6	2,7	2,7	2,3	2,2	2,0	2,3
Τυμπάκιο	4,0	4,1	4,2	3,7	3,4	4,0	5,5	5,3	4,4	3,6	3,1	3,6
Φλώρινα	1,3	1,7	2,1	2,4	2,5	2,5	2,4	2,2	1,8	1,7	1,6	1,3
Χαλκίδα	3,3	3,4	3,0	2,6	2,3	2,3	2,5	2,7	2,1	2,5	3,0	3,3
Χανιά	3,1	3,1	3,1	2,8	2,5	2,6	2,2	2,0	2,2	2,1	2,3	2,9
Χίος	5,2	5,9	4,8	3,4	3,1	3,5	5,2	5,2	4,4	4,3	4,5	4,8
Χρυσούπολη (Καβάλα)	2,4	2,7	2,8	2,6	2,6	2,2	1,9	2,0	1,9	2,1	2,1	2,3

4. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει δυο συνιστώσες: την άμεση και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (ϕ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος(α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της.

Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 (kWh/(m².yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m²) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

Για τον υπολογισμό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε κεκλιμένη ή/και περιστρεφόμενη επιφάνεια, είναι απαραίτητη η γνώση της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Στην Ελλάδα η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) καταγράφει εδώ και πολλά χρόνια τις ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα (hr/day), αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις την ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για διάφορες περιοχές της χώρας μας.

Οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών επιλέγονται ώστε οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες και να μην επηρεάζονται από φυσικά εμπόδια ή τοπικά φαινόμενα που να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα. Στον Πίνακα 4.1 δίνονται μέσες τιμές για την ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για διάφορες περιοχές της Ελλάδος. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν από την επεξεργασία μετρήσεων της μέσης μηνιαίας ηλιοφάνειας (hr/mo) με χρονική διάρκεια πάνω από 30 έτη για τις περισσότερες περιοχές, οι οποίες παραχωρήθηκαν από την ΕΜΥ. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικές σχέσεις^[8,9,10] όπως ισχύουν για τις ελληνικές περιοχές, καθώς και παλαιότερα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας τα οποία έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικές εργασίες και συνέδρια^[11,12,13,14].

Για όποιες περιοχές δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη περιοχή στην οποία παρατηρείται παρόμοια μορφολογία εδάφους (ορεινοί όγκοι, κ.α.) και παρόμοιος προσανατολισμός.

Πίνακας 4.1. Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [$kWh/(m^2 \cdot mo)$].

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
Αγρίνιο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αγχίαλος	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
Αλίαρτος	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
Αργος (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
Αργοστόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
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
Λάρισα	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 (Καβάλα)	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

4.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

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.

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.

4.1.1. Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό

Η μέση ολική μηνιαία H_T ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο υπολογισμό, υπολογίζεται βάση του ισотροπικού μοντέλου των Liu, Jordan^[15,16] & Klein^[15,17], από την ακόλουθη σχέση:

$$\bar{H}_T = (\bar{H} - \bar{H}_d) \cdot \bar{R}_b + 0,5 \cdot \bar{H}_d \cdot (1 + \cos \beta) + 0,5 \cdot \rho \cdot \bar{H} \cdot (1 - \cos \beta) \quad [4.1]$$

όπου,

ρ , είναι η ανακλαστικότητα του εδάφους και θεωρήθηκε ίση με 0,15,

β , είναι η κλίσης της επιφάνειας,

H_T , είναι η μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή,

H_d , είναι η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή.

και R_b , είναι μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας για νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο $\gamma=0$).

Η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την σχέση των Collares-Pereira & Rabl^[18], η οποία αναφέρεται στον λόγο της διάχυτης προς την ολική μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο. Ο λόγος αυτός περιγράφεται από την σχέση:

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}_T} = 0,755 + 0,00653 \cdot (\omega_{ss} - 90) - [0,505 + 0,004555 \cdot (\omega_{ss} - 90)] \cdot \cos(115 \cdot \bar{k}_t - 103) \quad [4.2]$$

όπου,

ω_{ss} , η ωριαία γωνία δύσης για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή,

και k_t ο μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας της περιοχής και υπολογίζεται από την εξίσωση 4.3, όπου H_o είναι η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) σε οριζόντιο επίπεδο στο όριο της ατμόσφαιρας.

$$\bar{k}_t = \frac{\bar{H}_T}{H_o} \quad [4.3]$$

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:

$$\bar{R}_b = \frac{\left[\cos(\phi - \beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_{ss}) + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{ss} \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin(\delta) \right]}{\left[\cos(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_{ss}) + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_{ss} \cdot \sin(\phi) \cdot \sin(\delta) \right]} \quad [4.4]$$

όπου,

ω_{ss} , είναι η ωριαία γωνία δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\omega_{ss} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\phi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1}(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan(\delta)) \right\}, \quad [4.5]$$

όπου

ϕ , είναι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής,

δ , είναι η ηλιακή απόκλιση την μέση αντιπροσωπευτική μέρα του μήνα

και β , είναι η κλίση της επιφάνειας

Με την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων υπολογίζεται η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό, για διάφορες κλίσεις β επιφανειών. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε καθαρό οριζόντιο χωρίς εμπόδια. Σε περίπτωση που στο νότο υπάρχουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια η προσπίπτουσα ακτινοβολία μειώνεται.

4.1.2. Επιφάνειες με Τυχαίο Προσανατολισμό

Για κεκλιμένες επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό (αζιμούθιο $\gamma \neq 0$), η προσπίπτουσα μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) υπολογίζεται με την εξίσωση 4.1 του Klein^[17], όπου ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας R_b , είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο με τυχαίο προσανατολισμό προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\bar{R}_b = \frac{\begin{aligned} &\sin(\delta) \sin(\phi) \cos(\beta) \cdot (\omega_{ss} - \omega_{sr}) \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) - \sin(\delta) \cos(\phi) \sin(\beta) \cos(\gamma) \cdot (\omega_{ss} - \omega_{sr}) \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) \\ &+ \cos(\delta) \cos(\phi) \cos(\beta) \cdot (\sin(\omega_{ss}) - \sin(\omega_{sr})) + \cos(\delta) \sin(\phi) \sin(\beta) \cos(\gamma) \cdot (\sin(\omega_{ss}) - \sin(\omega_{sr})) \\ &+ \cos(\delta) \sin(\beta) \sin(\gamma) \cdot (\sin(\omega_{ss}) - \sin(\omega_{sr})) \end{aligned}}{2 \cdot \left[\cos(\phi) \cos(\delta) \sin(\omega_{ss}) + \left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot \sin(\phi) \sin(\delta) \sin(\omega_{ss}) \right]} \quad [4.6]$$

όπου,

ω_{sr} , είναι η ωριαία γωνία ανατολής του ήλιου επί της κεκλιμένης επιφάνειας με τυχαίο προσανατολισμό και ω_{ss} , είναι η ωριαία γωνία δύσης του ήλιου και υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις, οι οποίες ισχύουν για αζιμούθιο $-90^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$.^[15]

για επιφάνειες με δυτικό προσανατολισμό: αζιμούθιο από 0 μέχρι και 90°. Για $\gamma > 90^\circ$ οι σχέσεις δεν δίνουν σωστά αποτελέσματα.

$$\omega_{sr} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B + \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\},$$

$$\omega_{ss} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B - \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\}$$

για επιφάνειες με ανατολικό προσανατολισμό: αζιμούθιο από 0 μέχρι και -90°. Για $\gamma < -90^\circ$ οι σχέσεις δεν δίνουν σωστά αποτελέσματα.

$$\omega_{sr} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B - \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\},$$

$$\omega_{ss} = \min \left\{ \cos^{-1}(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)), \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B + \sqrt{(A^2 - B^2 + 1)}}{A^2 + 1} \right) \right\}$$

$$\text{όπου} \quad A = \frac{\cos(\varphi)}{\sin(\gamma) \cdot \tan(\beta)} + \frac{\sin(\varphi)}{\tan(\gamma)}$$

$$\text{και} \quad B = \tan(\delta) \left[\frac{\cos(\varphi)}{\tan(\gamma)} - \frac{\sin(\varphi)}{\sin(\gamma) \cdot \tan(\beta)} \right]$$

Για κεκλιμένες επιφάνειες με τυχαίο προσανατολισμό η προσπίπτουσα μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mo})$) μπορεί να υπολογισθεί από τις ωριαίες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας βάσει της μεθοδολογία η οποία εξηγείται στην ακόλουθη παράγραφο.

4.1.3. Ωριαία Ηλιακή Ακτινοβολία

Για την εκτίμηση της μέσης ωριαίας ενέργειας ή της ισχύος που αποδίδει ένα ηλιακό σύστημα (π.χ. Φ/B), είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας διακύμανσης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας του κάθε μήνα.

Η διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας του μήνα μπορεί να υπολογιστεί από τα αντίστοιχα εμπειρικά μοντέλα υπολογισμών των Collares, Pereira & Rabl^[18], αλλά και το ισοτροπικό μοντέλο. Τα μοντέλα αυτά υπολογίζουν της ωριαίες τιμές της ολικής, άμεσης και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο και σε κεκλιμένο επίπεδο. Η ολική ωριαία ηλιακή ακτινοβολία I_T ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{hr})$) στο οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση όταν είναι γνωστή η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H_T ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$).

$$\frac{\bar{I}_T}{H_T} = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{(a + b \cdot \cos(\omega)) \cdot (\cos(\omega) - \cos(\omega_{ss}))}{(\sin(\omega_{ss}) - \frac{2\pi \cdot \omega_{ss}}{360} \cdot \cos(\omega_{ss}))} \quad [4.7]$$

όπου, ω είναι η ωριαία γωνία για δεδομένη ώρα της ημέρας: $\omega = (H.X - 12) \cdot 15^\circ$

a και b γεωμετρικοί παράμετροι που υπολογίζονται βάσει της ωριαίας γωνίας δύσης στην υπό μελέτη περιοχή

$$a = 0.409 + 0.5016 \sin(\omega_{ss} - 60) \quad b = 0.6609 - 0.4767 \sin(\omega_{ss} - 60)$$

Αντίστοιχα, η μέση διάχυτη ωριαία ηλιακή ακτινοβολία I_d (kWh/m².hour) που προσπίπτει σε οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση των Liu & Jordan ^[19] όταν είναι γνωστή η μέση ημερήσια διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H_d (kWh/(m².day)).

$$\frac{\bar{I}_d}{H_d} = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{(\cos(\omega) - \cos(\omega_{ss}))}{(\sin(\omega_{ss}) - \frac{2\pi \cdot \omega_{ss}}{360} \cdot \cos(\omega_{ss}))} \quad [4.8]$$

Η μέση ωριαία ηλιακή ενέργεια I_β που προσπίπτει σε κεκλιμένο επίπεδο με κλίση και τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\bar{I}_\beta = I_T \cdot \left[\left(1 - \frac{I_d}{I_T}\right) \cdot R_b + 0,5 \cdot \frac{I_d}{I_T} \cdot (1 + \cos(\beta)) + 0,5 \cdot \rho \cdot (1 - \cos(\beta)) \right] \quad [4.9]$$

όπου, R_b είναι ο γεωμετρικός παράγοντας που εκφράζει τον λόγο της άμεσης ωριαίας ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή στον οριζόντιο επίπεδο και δίνεται από την εξίσωση:

$$R_b = \frac{\sin(\delta) \sin(\varphi) \cos(\beta) - \sin(\delta) \cos(\varphi) \sin(\beta) \cos(\gamma) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(\beta) \cos(\omega) + \cos(\delta) \sin(\varphi) \sin(\beta) \cos(\gamma) \cos(\omega) + \cos(\delta) \sin(\beta) \sin(\gamma) \sin(\omega)}{\cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\varphi) \sin(\delta)} \quad [4.10]$$

όπου,

γ , η αζιμούθια γωνία της επιφάνειας και ισούται με ($\gamma=0^\circ$) για νότιο προσανατολισμό της επιφάνειας, ($\gamma=90^\circ$) για δυτικό και ($\gamma=-90^\circ$) για ανατολικό,

ω , η ωριαία γωνία για δεδομένη ώρα της ημέρας,

δ , η ηλιακή απόκλιση: $\delta = 23.45 \cdot \sin\left[360 \cdot \frac{D + 284}{365}\right]$, με D το αριθμός της ημέρας.

φ , το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Με βάση την πιο πάνω σχέση για την ωριαία ηλιακή ενέργεια I_β (kWh/m²) σε κεκλιμένη επιφάνεια, εύκολα υπολογίζεται η διακύμανση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας (kW/m²) στην διάρκεια της εκάστοτε τυπικής ημέρας του κάθε μήνα. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στην διάρκεια της ημέρας εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως την νέφωση.

4.2. ΗΛΙΑΚΗ ΤΡΟΧΙΑ

Η ηλιακή τροχιά καθορίζεται από το ηλιακό ύψος (α) και το ηλιακό αζιμούθιο (γ_s), παραμέτρους παρόμοιες για περιοχές ίδιου γεωγραφικού πλάτους. Το ηλιακό ύψος και αζιμούθιο, είναι χρήσιμες παράμετροι για τον υπολογισμό βιοκλιματικών διατάξεων, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα ή για

τον σχεδιασμό συστημάτων σκιασμού και άλλα. Στο παράρτημα Γ δίνονται οι ηλιακές τροχιές για 6 γεωγραφικά πλάτη της χώρας (35÷40°), για την 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο), την 21^η Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο) και την 21^η Μαρτίου/Σεπτεμβρίου (ισημερία).

Το ηλιακό ύψος α υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\sin(\alpha) = \sin(\delta) \cdot \sin(\varphi) + \cos(\delta) \cdot \cos(\varphi) \cdot \cos(\omega) = \cos(\gamma) \quad [4.11]$$

Αντίστοιχα το ηλιακό αζιμούθιο γ_s υπολογίζεται από την σχέση:

$$\gamma_s = C_1 \cdot C_2 \cdot [\sin^{-1}(\sin(\omega) \cdot \cos(\delta) / \sin(\gamma))] + C_3 \cdot 180 \cdot (1 - C_1 \cdot C_2) / 2 \quad [4.12]$$

όπου

$$C_1 = \begin{cases} 1 & \text{αν } |\omega| \leq \omega_{ew} \\ -1 & \text{αν } |\omega| > \omega_{ew} \end{cases}$$

$$C_2 = \begin{cases} 1 & \text{αν } (\varphi - \delta) \geq 0 \\ -1 & \text{αν } (\varphi - \delta) < 0 \end{cases}$$

$$C_3 = \begin{cases} 1 & \text{αν } \omega \geq \omega_{ew} \\ -1 & \text{αν } \omega < \omega_{ew} \end{cases}$$

$$\text{και } \cos(\omega_{ew}) = \tan(\delta) / \tan(\varphi)$$

4.3. ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα συστήματα αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιακός συλλέκτης ή φωτοβολταϊκά) μπορεί να είναι τοποθετημένα πάνω σε σταθερή βάση ή σε περιστρεφόμενη βάση. Αναλόγως με το είδος του συστήματος, το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αξιοποιείται, είναι διαφορετικό.

Για σταθερή βάση με δυνατότητα ή μη ρύθμισης της γωνίας κλίσης (β) ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ο υπολογισμός της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται από τις εξισώσεις 4.1 (για ημερήσιες ή μηνιαίες τιμές) ή 4.8 (για ωριαίες τιμές). Η βέλτιστη ετήσια σταθερή γωνία κλίσης ενός ηλιακού συστήματος, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, την περίοδο ηλιοφάνειας, τη μορφολογία της περιοχής εγκατάστασης και τα φυσικά εμπόδια (ορεινοί όγκοι, δένδρα, κτιριακές εγκαταστάσεις, κ.α.). Τα φυσικά ή τεχνητά εμπόδια μπορεί να περιορίζουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ανάλογα με τη γεωμετρική θέση που έχουν ως προς τα ηλιακά συστήματα. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε μια επιφάνεια με σταθερή βάση, μπορεί να αυξηθεί (4÷ 6%) με την μηνιαία μεταβολή της κλίσης (β) ανά μήνα ή ανά εποχή.

Στο πίνακα 4.2, δίνονται τιμές της προσπίπτουσας μηνιαίας ολικής ηλιακής ενέργειας (kWh/(m².mo)) σε κεκλιμένες επιφάνειες για τις βέλτιστες κλίσεις εγκατάστασης ηλιακού συστήματος (β), για εννέα περιοχές της Ελλάδας^[20]. Οι τιμές της βέλτιστης κλίσης δίνονται σε ετήσια (Ε) βάση, σε χειμερινή (Χ) βάση και θερινή (Θ) βάση. Οι τιμές βέλτιστης κλίσης (β) είναι σχεδόν ίδιες για περιοχές με ίδιο γεωγραφικό πλάτος. Στην Ελλάδα, η μεταβολή της κλίσης ενός ηλιακού συστήματος σε εποχική βάση, αυξάνει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία κατά περίπου 5% ως προς την προσπίπτουσα σε σύστημα σταθερής ετήσιας κλίσης, ενώ η μεταβολή της κλίσης σε μηνιαία βάση ισούται με 6%.

Πίνακας 3.1. Μηνιαία Ηλιακή Ενέργεια για τις βέλτιστες γωνίες κλίσης β των Φ/B ($\text{kWh/m}^2.\text{mo}$), και βέλτιστη κλίση σε ετήσια (Ε) βάση, χειμερινή (Χ) και θερινή (Θ) περίοδο, για διάφορες περιοχές της Ελλάδας^[20].

Κλίση β (°)	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ε	Χ	Θ
Αθήνα ($\varphi=37,96^\circ$, $L=23,92^\circ$)															
7-14	70	84	118	151	190	201	217	206	158	117	84	67	1664	540	1124
23-33	86	97	126	151	181	188	204	202	166	133	104	85	1724	649	1092
42-52	98	103	124	137	154	156	171	178	159	140	118	99	1637	682	955
Ηράκλειο ($\varphi=35,33^\circ$, $L=25,15^\circ$)															
5-12	73	90	133	175	211	216	221	207	173	129	94	73	1794	637	1203
20-30	87	101	140	174	202	203	210	203	180	143	112	89	1844	703	1172
38-48	96	107	140	163	180	177	185	186	176	151	124	101	1787	732	1067
Θεσσαλονίκη ($\varphi=40,63^\circ$, $L=22,93^\circ$)															
9-16	62	75	105	140	174	183	203	182	141	101	69	58	1495	510	1024
25-35	77	87	111	139	166	171	191	178	148	114	85	74	1543	574	994
45-55	86	92	110	130	148	150	168	163	144	119	94	85	1490	597	903
Ιωάννινα ($\varphi=39,67^\circ$, $L=20,83^\circ$)															
9-16	63	76	118	148	189	200	215	199	154	118	77	57	1614	539	1105
24-34	75	86	125	148	181	188	204	196	161	132	92	70	1659	596	1079
44-54	86	91	125	137	159	162	177	178	157	140	104	81	1596	624	969
Καλαμάτα ($\varphi=36,07^\circ$, $L=22,12^\circ$)															
6-13	79	90	136	158	209	214	220	204	166	128	93	68	1766	624	1172
22-32	94	102	145	158	201	202	208	201	173	143	111	83	1820	692	1142
40-50	107	109	144	146	176	172	180	181	168	151	126	95	1754	726	1022
Κομοτηνή ($\varphi=41,13^\circ$, $L=25,42^\circ$)															
10-17	67	79	117	151	188	205	212	198	160	120	77	63	1638	555	1114
26-36	80	89	124	151	180	192	201	195	166	134	92	78	1681	614	1084
46-56	91	95	123	139	157	164	173	175	161	142	104	90	1612	642	968
Λάρισα ($\varphi=39,63^\circ$, $L=22,42^\circ$)															
9-16	59	78	121	160	203	210	218	202	160	114	79	57	1662	555	1154
24-34	75	92	131	160	193	194	203	198	170	132	101	76	1726	636	1118
44-54	83	96	131	151	175	173	182	184	167	138	112	85	1676	658	1032
Μυτιλήνη ($\varphi=39,10^\circ$, $L=26,53^\circ$)															
9-16	63	80	122	161	209	216	222	205	167	124	81	62	1713	569	1180
24-34	80	94	132	161	198	199	207	201	177	145	104	82	1778	652	1142
43-53	87	99	131	152	179	177	185	186	173	152	114	92	1727	675	1052
Πάτρα ($\varphi=38,25^\circ$, $L=21,73^\circ$)															
7-14	66	82	134	151	200	212	216	201	163	121	79	66	1692	578	1144
23-33	83	96	145	150	189	195	201	196	172	140	100	86	1753	660	1102
42-52	91	100	145	141	170	173	180	181	168	146	109	96	1699	682	1013

Συστήματα περιστρεφόμενων βάσεων υπάρχουν ενός ή δύο αξόνων. Οι βάσεις με έναν άξονα περιστροφής διατηρούν την συλλεκτική επιφάνεια ενός ηλιακού συστήματος σε σταθερή κλίση αλλά με προσανατολισμό ίσο με το ηλιακό αζιμούθιο γ_s . Οι βάσεις με δύο άξονες περιστροφής μετακινούν την συλλεκτική επιφάνεια του συστήματος σε κλίση (β) ίση με το ηλιακό ύψος (α) και με προσανατολισμό (γ) ίσο με το ηλιακό αζιμούθιο γ_s , δηλαδή έτσι ώστε να ακολουθεί την κίνηση του ηλίου. Στην Ελλάδα, συστήματα περιστρεφόμενων βάσεων ενός άξονα αυξάνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε ποσοστό περίπου 23÷25% ως προς την προσπίπτουσα σε σύστημα σταθερής ετήσιας κλίσης, ενώ στην περίπτωση περιστρεφόμενων βάσεων δύο αξόνων η αύξηση ανέρχεται περίπου στο 28÷30%^[21].

5. ΕΙΣ ΒΑΘΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Καθοριστική παράμετρος για την αξιοποίηση των θερμικών ιδιοτήτων του εδάφους είναι η θερμοκρασία του σε διάφορα βάθη. Στην ιδανική περίπτωση, αυτή η θερμοκρασία του εδάφους σε διάφορα βάθη πρέπει να μετράται. Στην πράξη όμως, πολύ λίγοι μετεωρολογικοί σταθμοί μετρούν την θερμοκρασία της επιφανείας του εδάφους, ενώ ακόμη λιγότεροι διενεργούν εις βάθος μετρήσεις. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την χρήση μαθηματικών σχέσεων, όπως αυτή του Labs^[22]:

$$T(z,t) = T_m - A_s \exp \left[-z \left(\frac{\pi}{365 \cdot \alpha} \right)^{1/2} \right] \cos \left[\left(\frac{2\pi}{365} \right) \left(t - t_0 - \frac{z}{2} \left(\frac{365}{\pi \cdot \alpha} \right)^{1/2} \right) \right] \quad [5.1]$$

Η εξίσωση [5.1] ισχύει για ομογενές έδαφος με σταθερό συντελεστή θερμικής διάχυσης α . Υποτίθεται ότι στο έδαφος δεν υπάρχουν πηγές ή καταβόθρες θερμότητας. Οι διάφορες παράμετροι της εξίσωσης 5.1, δίνονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Παράμετροι εξίσωσης [5.1].

Σύμβολο	Μονάδες	Ερμηνεία
T (z,t)	°C	Θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος z.
z	m	Βάθος.
t	Ημέρα του έτους (1-365 ή 366)	Χρόνος στον οποίο υπολογίζεται η θερμοκρασία T (z,t).
T _m	°C	Μέση ετήσια θερμοκρασία επιφανείας εδάφους.
A _s	°C	Πλάτος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους.
α	m ² .ημέρα ⁻¹	Συντελεστής θερμικής διάχυσης του εδάφους.
t ₀	Ημέρα (1-365 ή 366)	Ημέρα του έτους κατά την οποία η θερμοκρασία επιφανείας του εδάφους λαμβάνει τη χαμηλότερη τιμή της.

Παρατηρήσεις

1. Η μέση ετήσια θερμοκρασία επιφανείας εδάφους T_m, δίνεται από μετεωρολογικά δεδομένα. Επειδή επί του παρόντος δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τον Ελληνικό χώρο, η T_m μπορεί να ληφθεί κατά προσέγγιση ίση με τη μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος στη συγκεκριμένη περιοχή. Δεδομένα μέσης ετήσιας θερμοκρασίας περιβάλλοντος για διάφορες περιοχές της Ελλάδος, δίνονται στον πίνακα 3.1.

2. Το εύρος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους (A_s) δίνεται από μετεωρολογικά δεδομένα. Βάσει των υφισταμένων δεδομένων για τον Ελληνικό χώρο, οι υπολογισμοί μπορούν να γίνουν ως εξής: Από τον πίνακα 3.2 λαμβάνεται η ετήσια μέση μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αφαιρείται η αντίστοιχη ετήσια μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος (πίνακας 3.1). Η τιμή η οποία προκύπτει διπλασιάζεται. Το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί κατά προσέγγιση ίσο με το εύρος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους.

Παράδειγμα: Να υπολογιστεί η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του εδάφους στην Αθήνα.

Από τον πίνακα 3.1 βλέπουμε ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία στην Αθήνα είναι 18,6 °C, ενώ από τον πίνακα 3.2 βλέπουμε ότι η ετήσια μέση μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 22,1 °C. Άρα η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα θα είναι περίπου:

$$(22,1 - 18,6) ^\circ\text{C} \times 2 = 3,6 ^\circ\text{C} \times 2 = 7,2 ^\circ\text{C}$$

Άρα κατά προσέγγιση και η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του εδάφους στην Αθήνα θα ισούται με 7,2 °C.

3. Ο συντελεστής θερμικής διάχυσης του εδάφους α ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$), ορίζεται ως ο λόγος του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητάς του k ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) προς το γινόμενο της πυκνότητάς του ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) επί το συντελεστή ειδικής θερμότητας υπό σταθερή πίεση c_p ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$):

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot c_p} \quad [5.2]$$

Ο συντελεστής α προσδιορίζεται πειραματικά. Ενδεικτικές τιμές του α από τη βιβλιογραφία (Pitts & Sissom^[23]), δίνονται στον Πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2. Συντελεστής θερμικής διάχυσης διαφόρων τύπων εδαφών^[23].

Τύπος Εδάφους	α ($\times 10^{-6} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
Γρανίτης	0,49 - 0,70
Ασβεστόλιθος	0,80 - 1,83
Μάρμαρο	1,39
Ψαμμίτης	1,06 - 1,26
Αργίλος	0,139

Για να μετατραπούν οι μονάδες του συντελεστή α από το σύστημα S.I. σε μονάδες συμβατές με αυτές της εξίσωσης 5.1, πολλαπλασιάζεται η τιμή του α επί 86400.

4. Η ημέρα του έτους κατά την οποία η θερμοκρασία επιφανείας του εδάφους λαμβάνει τη χαμηλότερη τιμή της, προκύπτει από μετρήσεις. Επειδή γενικά αυτή η παράμετρος μετράται σε ελάχιστους σταθμούς, μπορεί να ληφθεί ίση με 30, γιατί κατά μέσο όρο, στο Βόρειο ημισφαίριο η χαμηλότερη θερμοκρασία της επιφανείας του εδάφους συμβαίνει την 30η Ιανουαρίου.

Παράδειγμα υπολογισμού: Η μέση ετήσια θερμοκρασία της επιφανείας του εδάφους στην Αθήνα είναι 18 (°C) και το πλάτος της ετήσιας διακύμανσής της είναι 10 (°C). Να υπολογισθεί η θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος 2 m και 3 m, την 21η Μαρτίου και την 21η Αυγούστου, θεωρώντας ότι το έδαφος έχει συντελεστή θερμικής διάχυσης ίσο με $6,96 \times 10^{-7}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Απάντηση

Η 21^η Μαρτίου είναι η 80η ημέρα του έτους και η 21^η Αυγούστου η 233^η. Επομένως η παράμετρος t της εξίσωσης 5.1 ισούται με 80, για την πρώτη ημερομηνία και με 233 για τη δεύτερη. Το επόμενο βήμα είναι να εκφρασθεί ο συντελεστής θερμικής διάχυσης σε μονάδες συμβατές με αυτές της εξίσωσης 5.1:

$$\alpha = 6,96 \times 10^{-7} (\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}) = 6,96 \times 10^{-7} \times 86\,400 \text{ m}^2 \cdot \text{ημέρα}^{-1} = 0,06 (\text{m}^2 \cdot \text{ημέρα}^{-1})$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές αυτές στην εξίσωση 5.1, προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

$$T(2 \text{ m}, 21 \text{ Μαρτίου}) = 13,3 (^\circ\text{C}), \quad T(3 \text{ m}, 21 \text{ Μαρτίου}) = 14,9 (^\circ\text{C})$$

$$T(2 \text{ m}, 21 \text{ Αυγούστου}) = 22,3 (^\circ\text{C}), \quad T(3 \text{ m}, 21 \text{ Αυγούστου}) = 20,3 (^\circ\text{C}).$$

6. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου μπορεί να θεωρηθεί ίση με την θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 0,5 m, που υπολογίζεται βάσει της μέσης θερμοκρασίας αέρα που δίνεται στον πίνακα 3.1 και την σχέση 5.1. Αντίστοιχα η μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου θεωρείται ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ 1291, δίνονται τυπικές τιμές για την μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1. Μέση θερμοκρασία δικτύου νερού (°C) σύμφωνα με ΕΛΟΤ 1291^[24].

Περιοχή/μήνας	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Αθήνα	11,3	10,9	11,8	14,3	17,7	21,6	24,7	25,7	24,2	21,1	16,9	13,5
Αλιάρτος	10,2	9,9	10,8	13,9	17,6	21,7	25,1	25,8	24,2	21,0	16,5	13,0
Αραξος	12,8	12,3	12,9	14,8	17,6	21,5	24,4	25,6	25,0	22,3	18,2	15,0
Ηράκλειο	14,7	14,2	14,8	17,2	20,6	24,5	27,3	28,2	27,2	24,7	20,9	17,2
Θεσσαλονίκη	8,2	7,9	9,2	12,8	16,8	20,2	21,5	22,8	22,1	19,4	15,7	11,0
Ιεράπετρα	15,4	14,7	15,3	17,5	21,2	25,1	27,7	28,7	27,4	24,8	21,2	17,7
Ιωάννινα	6,2	6,4	8,0	10,9	14,1	18,0	21,5	23,2	21,6	17,9	13,1	8,9
Καλαμάτα	12,5	12,2	12,9	15,1	18,3	21,8	24,7	25,7	24,9	21,9	18,0	14,4
Κέρκυρα	11,3	11,1	12,0	14,2	17,7	20,5	22,6	23,6	22,7	20,3	16,9	13,3
Κόρινθος	13,1	12,7	13,4	15,8	19,1	23,0	26,0	27,0	26,0	22,9	18,9	15,5
Λαμία	11,3	11,0	11,5	14,0	16,5	19,3	21,8	22,8	22,0	20,0	16,5	13,4
Λάρισα	10,0	9,4	10,8	14,1	16,7	20,2	22,7	24,7	23,8	21,2	16,7	14,0
Λήμνος	10,3	9,2	10,0	13,6	17,7	22,7	25,9	26,2	24,8	21,4	16,6	13,0
Μυτιλήνη	13,2	12,7	13,1	15,0	18,3	22,0	24,6	25,4	24,4	21,9	18,4	15,3
Νάξος	12,5	12,2	12,9	15,1	18,3	21,8	24,7	25,7	24,9	21,9	18,0	14,4
Ρόδος	13,5	12,9	13,4	16,0	19,3	22,7	25,4	26,0	25,1	22,4	18,4	15,2
Σέρρες	8,3	8,4	9,7	12,8	16,6	20,4	22,8	23,8	22,6	19,7	15,3	11,0
Τυμπάκιο	14,7	14,2	14,8	17,2	20,6	24,5	27,3	28,2	27,2	24,7	20,9	17,2
Χανιά	14,2	13,4	13,7	15,4	17,8	20,9	23,0	24,1	23,6	21,7	19,0	16,1
Χίος	14,1	12,6	13,4	15,2	17,4	20,1	22,7	23,8	23,3	21,4	18,1	15,2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΩΝ ΜΗΝΩΝ ΧΕΙΜΩΝΑ – ΘΕΡΟΥΣ

Τα δεδομένα του πίνακα Α.1. προέρχονται από πίνακες κλιματικών στοιχείων της Ε.Μ.Υ. που αναφέρονται στα πιο πρόσφατα επεξεργασμένα στοιχεία για κάθε Μετεωρολογικό σταθμό. Αυτό σημαίνει ότι τα στοιχεία δεν αφορούν την ίδια περίοδο για όλους τους σταθμούς, ωστόσο τα επεξεργασμένα στοιχεία στις περισσότερες περιπτώσεις είναι τουλάχιστον μιας εικοσαετίας. Η Περίοδος Αναφοράς (διάρκεια μετρήσεων) δίνεται στην τελευταία στήλη.

Πίνακας Α.1. Κλιματικά Στοιχεία των δυσμενέστερων μηνών Χειμώνα - Θέρους

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ				ΑΝΕΜΟΙ		ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ		ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
			ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΠΙΚΡ/ΣΑ Δί/ση	ΜΕΣΗ ΕΝΤΑΣΗ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΜΕΣΗ ΝΕΦΩΣΗ		
Αθήνα Ελληνικό	37° 54' 23° 45'	ΙΟΥΛ	15,5	22,9	31,9	42,0	Β	2,7	383,4	1,1	6,3	1955 - 2001
		ΑΥΓ	16,0	22,9	31,9	41,9	Β	2,7	359,1	1,1	6,4	
		ΙΑΝ	-2,9	7,0	13,6	22,1	Β	2,4	120,2	4,8	46,0	
		ΦΕΒ	-3,2	7,2	14,2	22,0	Β	2,5	122,7	4,7	39,1	
Αθήνα Ν. Φιλαδέλφεια	38° 03' 23° 40'	ΙΟΥΛ	14,0	20,9	33,6	45,0	ΒΑ	2,2	378,2	1,2	6,2	1955 - 2000
		ΑΥΓ	13,8	20,8	33,3	43,6	ΒΑ	2,1	359,3	1,1	5,8	
		ΙΑΝ	-5,8	5,2	12,5	21,4	ΒΑ	1,8	120,0	4,8	54,7	
		ΦΕΒ	-5,2	5,4	13,6	25,8	ΒΑ	1,9	126,3	4,6	44,7	
Αργίριο	38° 37' 21° 23'	ΙΟΥΛ	11,4	17,6	33,4	42,3	Δ	1,1	368,4	1,4	14,0	1956 - 2001
		ΑΥΓ	9,4	17,8	33,7	44,8	Δ	1,1	344,5	1,4	15,8	
		ΙΑΝ	-7,3	3,3	13,6	21,4	Α	1,1	138,1	4,3	113,7	
		ΦΕΒ	-7,8	3,9	14,5	24,5	Α	1,3	133,4	4,4	106,5	
Αγχίαλος	39° 13' 22° 48'	ΙΟΥΛ	11,2	18,8	31,1	46,2	Α	1,9	353,0	1,7	17,2	1956 - 2001
		ΑΥΓ	11,0	18,7	30,8	44,0	Α	1,9	334,8	1,6	16,6	
		ΙΑΝ	-9,8	2,8	11,1	24,0	ΒΔ	1,9	118,8	4,8	47,4	
		ΦΕΒ	-7,6	3,5	12,3	26,0	Δ	1,9	118,2	4,8	46,0	
Αλεξ/πολη	40° 51' 25° 56'	ΙΟΥΛ	9,0	17,7	30,3	39,8	ΒΑ	2,3	345,4	1,9	19,4	1951 - 2001
		ΑΥΓ	6,5	17,6	30,5	39,8	ΒΑ	2,3	331,8	1,7	12,6	
		ΙΑΝ	-13,2	1,3	8,6	17,8	ΒΑ	2,5	105,9	5,1	59,8	
		ΦΕΒ	-14,0	1,8	9,8	22,4	ΒΑ	2,5	113,6	4,9	55,7	
Ανδραβίδα	37° 55' 21° 17'	ΙΟΥΛ	11,2	17,8	30,4	38,8	ΒΔ	1,6	394,6	0,9	4,4	1959 - 2001
		ΑΥΓ	12,6	18,4	31,1	39,8	ΒΔ	1,6	364,3	1,0	7,6	
		ΙΑΝ	-5,0	5,1	14,0	20,8	Β	1,6	131,4	4,5	112,0	
		ΦΕΒ	-5,0	5,4	14,4	24,6	Β	1,8	130,1	4,5	87,4	

Άργος Πυργέλα	37ο 36'	ΙΟΥΛ	9,4	16,5	33,8	45,0	Β	1,5	349,5	1,7	10,6	1980 - 2001
		ΑΥΓ	9,8	16,7	33,5	43,0	Β	1,5	327,5	1,7	14,0	
	22° 47'	ΙΑΝ	-5,4	2,9	14,5	27,0	Β	1,3	135,6	4,4	69,9	
		ΦΕΒ	-6,0	2,9	14,8	24,4	Β	1,4	126,6	4,6	54,6	
Αργοστόλι	38° 11'	ΙΟΥΛ	12,4	20,3	28,8	40,6	ΒΔ	2,1	400,8	0,8	4,6	1970 - 2001
		ΑΥΓ	12,4	21,1	29,5	40,0	ΒΔ	2,0	364,7	1,0	9,4	
	20° 29'	ΙΑΝ	0,2	8,4	14,3	19,6	Β	2,1	134,9	4,4	105,6	
		ΦΕΒ	0,6	8,4	14,3	23,4	ΝΑ	2,2	133,7	4,4	106,8	
Άρτα	39° 10'	ΙΟΥΛ	11,0	17,4	31,4	39,6	ΝΔ	1,1	380,9	1,2	11,9	1976 - 2001
		ΑΥΓ	9,6	17,9	31,8	40,4	Δ	1,1	355,7	1,2	13,8	
	21° 00'	ΙΑΝ	-7,0	3,3	13,8	20,8	Β	0,9	144,8	4,1	113,6	
		ΦΕΒ	-7,8	4,0	14,5	24,8	Β	1,0	140,4	4,2	122,5	
Ηράκλειο	35° 20'	ΙΟΥΛ	12,5	21,7	28,8	43,6	ΒΔ	2,9	405,1	0,6	0,9	1955 - 2001
		ΑΥΓ	16,6	21,9	28,6	42,0	ΒΔ	2,9	376,3	0,7	0,6	
	25° 11'	ΙΑΝ	0,2	9,1	15,2	24,8	Ν	2,9	107,5	5,2	90,7	
		ΦΕΒ	0,2	9,0	15,5	29,2	Ν	3,0	112,9	5,0	67,1	
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	40° 31'	ΙΟΥΛ	9,6	18,8	31,6	42,6	ΒΔ	2,3	327,7	2,2	36,2	1959 - 2001
		ΑΥΓ	8,2	18,6	31,3	40,4	ν	2,0	310,3	2,1	37,4	
	22° 58'	ΙΑΝ	-14,0	1,4	9,3	20,8	ΒΔ	1,8	120,9	4,7	22,7	
		ΦΕΒ	-12,8	2,3	11,0	23,2	ΒΔ	1,9	121,1	4,7	19,0	
Ιωάννινα	39° 42'	ΙΟΥΛ	7,4	15,0	30,9	42,4	Δ	1,1	337,2	2,0	30,4	1956 - 2001
		ΑΥΓ	7,0	15,1	31,0	40,5	ΒΔ	1,0	319,8	1,9	30,6	
	20° 49'	ΙΑΝ	-13,0	0,2	10,0	20,0	ΝΑ	0,9	125,6	4,6	118,7	
		ΦΕΒ	-10,2	1,0	11,4	23,6	ΝΑ	1,1	121,6	4,7	110,4	
Καλαμάτα	37° 04'	ΙΟΥΛ	12,0	18,2	31,2	43,6	Ν	2,0	387,1	1,0	4,8	1956 - 2001
		ΑΥΓ	12,4	18,5	31,4	42,0	Ν	2,0	358,0	1,1	11,0	
	22° 00'	ΙΑΝ	-5,0	5,6	15,2	23,0	Β	1,9	132,4	4,5	109,2	
		ΦΕΒ	-4,4	5,7	15,5	23,8	Β	1,9	130,7	4,5	95,6	
Καστοριά	40° 27'	ΙΟΥΛ	8,4	14,4	29,7	41,6	ΒΔ	1,5	327,5	2,2	26,2	1980 - 2001
		ΑΥΓ	3,6	14,3	29,6	39,0	ΒΔ	1,2	305,0	2,2	30,8	
	21° 17'	ΙΑΝ	-22,4	-1,9	6,8	17,6	ΒΔ	0,9	135,7	4,3	36,8	
		ΦΕΒ	-15,8	-1,3	8,1	20,2	ΒΔ	1,1	128,5	4,5	48,1	
Κέρκυρα	39° 37'	ΙΟΥΛ	10,0	18,6	31,0	42,4	ΒΔ	1,5	381,9	1,2	8,7	1955 - 2001
		ΑΥΓ	11,3	19,1	31,4	40,7	ΒΔ	1,4	345,9	1,4	18,2	
	19° 55'	ΙΑΝ	-4,5	5,2	13,9	20,5	ΝΑ	1,6	129,4	4,5	134,6	
		ΦΕΒ	-4,6	5,7	14,3	23,0	ΝΑ	1,8	125,4	4,6	122,9	

Κόρινθος (Βέλο)	37° 58'	ΙΟΥΛ	12,4	18,9	32,9	45,0	ΒΑ	1,7	372,5	1,3	4,4	1987 - 2001
		ΑΥΓ	12,8	19,2	32,7	39,0	ΒΑ	1,6	348,8	1,3	14,7	
	22° 45'	ΙΑΝ	-3,4	5,1	13,3	23,0	ΒΑ	1,9	142,6	4,2	79,5	
		ΦΕΒ	-3,2	4,8	14,0	22,2	ΒΑ	1,9	141,3	4,2	49,3	
Λαμία	38° 51'	ΙΟΥΛ	12,6	19,6	32,5	46,5	Α	1,9	341,0	1,9	19,4	1970 - 2001
		ΑΥΓ	12,8	19,1	31,7	43,8	Α	1,9	318,7	1,9	25,4	
	22° 24'	ΙΑΝ	-6,2	3,4	11,6	25,0	ΒΔ	2,2	122,9	4,7	62,6	
		ΦΕΒ	-6,6	3,9	12,8	26,3	ΒΔ	2,0	118,5	4,8	64,7	
Λάρισα	39° 39'	ΙΟΥΛ	11,0	17,8	33,2	45,4	Α	1,6	337,1	2,0	18,7	1955 - 2001
		ΑΥΓ	10,0	17,4	32,7	45,0	Α	1,5	319,7	1,9	15,7	
	22° 27'	ΙΑΝ	-21,6	0,7	9,8	22,8	Β	0,8	114,6	4,9	32,7	
		ΦΕΒ	-10,5	1,3	12,1	25,2	Α	1,1	121,7	4,7	33,4	
Νάξος	37° 06'	ΙΟΥΛ	14,8	21,8	26,9	37,4	Β	3,8	414,8	0,5	0,6	1955 - 2001
		ΑΥΓ	13,6	22,0	26,7	36,6	Β	4,0	389,1	0,5	1,8	
	25° 23'	ΙΑΝ	0,4	9,5	14,4	22,2	Β	4,1	121,0	4,8	66,9	
		ΦΕΒ	-1,0	9,4	14,6	24,6	Β	4,2	123,2	4,7	52,1	
Πύργος	37° 40'	ΙΟΥΛ	10,4	17,1	31,9	42,4	ΒΔ	1,5	399,6	0,8	3,8	1975 - 2001
		ΑΥΓ	12,2	17,5	32,1	41,0	ΒΔ	1,4	369,2	0,9	12,9	
	21° 18'	ΙΑΝ	-5,8	4,9	14,7	21,2	ΒΔ	1,4	143,0	4,2	129,9	
		ΦΕΒ	-5,4	5,1	15,1	25,0	ΒΔ	1,6	137,7	4,3	112,5	
Ρόδος	36° 24'	ΙΟΥΛ	14,6	22,4	30,5	40,0	Δ	3,7	424,1	0,3	0,3	1955 - 2001
		ΑΥΓ	17,0	22,9	30,7	42,0	Δ	3,6	398,5	0,3	0,2	
	280 07'	ΙΑΝ	-4,0	9,0	15,1	22,0	ΒΔ	2,4	140,8	4,3	152,3	
		ΦΕΒ	-2,2	8,9	15,2	22,0	ΒΔ	2,6	142,3	4,2	105,1	
Σάμος	37° 42'	ΙΟΥΛ	13,6	22,4	32,7	43,0	Β	3,8	427,4	0,3	0,4	1978 - 2001
		ΑΥΓ	16,0	22,4	32,5	40,0	Β	3,7	400,4	0,3	0,6	
	26° 55'	ΙΑΝ	-2,4	7,0	13,4	20,0	Β	3,2	143,0	4,2	126,2	
		ΦΕΒ	-3,4	6,6	13,4	20,4	Β	3,3	141,4	4,2	103,7	
Σέρρες	41° 05'	ΙΟΥΛ	11,4	17	32,4	43,8	Δ	1,2	323,2	2,3	28,5	1971 - 2001
		ΑΥΓ	10,6	17,9	31,8	42,0	Δ	1,0	300,5	2,3	27,3	
	23° 34'	ΙΑΝ	-17,6	-0,1	8,1	17,6	Δ	0,6	127,6	4,5	32,5	
		ΦΕΒ	-12,6	1,4	10,8	22,2	Α	0,8	128,1	4,5	40,4	
Σητεία	35° 12'	ΙΟΥΛ	13,8	22,4	28,6	40,6	ΒΔ	3,2	410,2	0,5	0,2	1060 - 2001
		ΑΥΓ	15,2	22,5	28,5	39,6	ΒΔ	3,1	376,1	0,7	0,9	
	26° 06'	ΙΑΝ	1,0	9,5	15,2	23,8	ΒΔ	2,5	130,6	4,6	90,8	
		ΦΕΒ	0,5	9,4	15,4	26,6	ΒΔ	2,7	135,5	4,4	67,4	

Σκύρος	38° 54'	ΙΟΥΛ	14,7	21,5	27,8	42,6	Β	2,9	397,0	0,9	5,6	1955 - 2001
		ΑΥΓ	13,9	21,5	27,4	37,0	Β	3,0	371,0	0,9	9,2	
	24° 33'	ΙΑΝ	-3,6	7,4	12,3	22,2	ΒΑ	3,6	96,8	5,4	71,5	
		ΦΕΒ	-3,2	7,5	12,7	22,8	ΒΑ	3,6	107,3	5,1	53,3	
Σούδα	35° 33'	ΙΟΥΛ	13,0	20,9	30,5	44,5	ΒΔ	2,4	405,6	0,6	1,0	1958 - 2001
		ΑΥΓ	14,5	20,9	30,2	41,4	ΒΔ	2,2	376,6	0,7	1,0	
	24° 07'	ΙΑΝ	0,0	7,8	14,3	26,0	Δ	2,4	103,4	5,3	137,1	
		ΦΕΒ	0,0	7,7	14,7	30,0	Δ	2,5	109,0	5,1	102,9	
Τανάγρα	38° 19'	ΙΟΥΛ	11,0	18,3	32,0	46,0	Β	2,3	378,9	1,2	8,1	1957 - 2001
		ΑΥΓ	10,5	18,3	31,6	43,7	Β	2,2	359,7	1,1	10,1	
	23° 33'	ΙΑΝ	-10,4	3,3	11,7	23,4	ΒΔ	2,0	108,5	5,1	65,7	
		ΦΕΒ	-16,6	3,4	12,7	26,0	ΒΔ	2,1	115,0	4,9	48,0	
Τρίκαλα Ημαθίας	40° 36'	ΙΟΥΛ	7,0	18,0	31,4	40,4	ΝΑ	1,3	361,8	1,6	13,1	1980 - 2001
		ΑΥΓ	8,0	17,6	31,2	39,6	ΝΑ	1,1	336,7	1,6	19,3	
	22° 33'	ΙΑΝ	-16,0	0,7	9,1	21,6	ΒΔ	0,9	142,8	4,1	44,0	
		ΦΕΒ	-10,4	1,4	11,1	23,4	ΒΔ	1,1	139,4	4,2	46,8	
Τυμπάκι	35° 00'	ΙΟΥΛ	12,4	20,4	31,7	44,4	Β	2,8	415,2	0,4	0,1	1959 - 2001
		ΑΥΓ	14,8	20,5	31,8	41,0	Β	2,8	386,1	0,5	0,6	
	24° 46'	ΙΑΝ	0,0	7,5	15,9	23,5	Δ	2,2	146,2	4,2	95,0	
		ΦΕΒ	-0,2	7,4	15,9	26,0	Δ	2,3	146,9	4,1	67,3	
Χρυσούπολη	40° 54'	ΙΟΥΛ	11,2	19,1	30,0	39,0	ΝΔ	1,4	339,8	2,0	14,3	1984 - 2001
		ΑΥΓ	11,0	18,7	30,1	38,0	ΝΔ	1,4	331,9	1,7	13,9	
	24° 36'	ΙΑΝ	-8,0	1,6	9,6	22,0	ΒΑ	1,7	135,1	4,3	32,0	
		ΦΕΒ	-11,0	1,9	10,3	20,0	Α	1,8	139,2	4,2	45,8	

Συντεταγμένες: Αναφέρονται το Γεωγραφικό Πλάτος και το Γεωγραφικό Μήκος σε μοίρες.

Μήνας: Οι μήνες για τους οποίους αναγράφονται στοιχεία. Ο Ιούλιος και ο Αύγουστος για τη θερινή περίοδο και ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος για τη χειμερινή περίοδο.

Μέση Μέγιστη είναι ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για κάθε μήνα.

Μέση Ελάχιστη ο μέσος όρος των ημερήσιων ελάχιστων θερμοκρασιών για κάθε μήνα.

Απολύτως (μηνιαία) Μέγιστη θερμοκρασία είναι η μεγαλύτερη τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του μήνα.

Απολύτως (μηνιαία) Ελάχιστη θερμοκρασία είναι η μικρότερη τιμή θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια του μήνα. Οι απολύτως μέγιστες/ελάχιστες θερμοκρασίες χρησιμοποιήθηκαν ελλείψει των μέσων μηνιαίων απολύτως μέγιστων/ελάχιστων τιμών και γι' αυτό οι τιμές τους σε κάποιες περιπτώσεις είναι αρκετά υψηλές/χαμηλές. Όλες οι θερμοκρασίες δίνονται σε °C

Επικρατούσα Διεύθυνση ανέμων βάσει των δεδομένων της Ε.Μ.Υ. για κάθε σταθμό

Μέση Ένταση ανέμων (σε μποφόρ)

Ηλιοφάνεια σε ώρες/μήνα υπολογισμένη βάσει της εμπειρικής σχέσης 3.7 της παρούσας.

Μέση Νέφωση σε όγδοα

Ύψος Υετού ανά μήνα σε mm.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕ ΝΟΤΙΟ ΚΑΙ ΤΥΧΑΙΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΓΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Στους πίνακες του παραρτήματος Β δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας για κεκλιμένες επιφάνειες 90° και 45° και για διάφορους προσανατολισμούς. Οι τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας των πινάκων προέρχονται υπολογισμούς για τις συγκεκριμένες ελληνικές περιοχές αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια και για περιοχές του ίδιου νομού και διαφορετικού υψομέτρου.

ΑΘΗΝΑ- ΕΛΛΗΝΙΚΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	63	19	21	43	75	95	23	30	58	89	104
ΦΕΒ	79	24	28	49	73	88	30	42	69	95	108
ΜΑΡ	118	37	48	71	89	95	52	75	103	126	135
ΑΠΡ	154	49	65	86	93	89	94	108	131	146	151
ΜΙΑ	195	69	92	111	105	88	143	151	168	174	171
ΙΟΥΝ	214	78	102	119	107	85	165	169	182	183	178
ΙΟΥΛ	222	78	105	125	114	92	167	173	191	194	189
ΑΥΓ	203	64	91	119	119	103	132	148	177	190	190
ΣΕΠΤ	153	43	60	91	108	110	73	98	133	158	167
ΟΚΤ	109	31	37	65	95	113	37	58	94	128	144
ΝΟΕ	71	20	23	48	82	103	25	33	65	98	114
ΔΕΚ	56	17	18	40	73	94	20	25	53	83	98

ΑΘΗΝΑ – ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ : Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	63	19	21	43	75	95	23	30	59	90	105
ΦΕΒ	78	24	28	49	73	88	30	42	68	94	106
ΜΑΡ	119	37	48	71	89	95	52	75	104	127	136
ΑΠΡ	153	49	65	86	93	89	93	107	130	145	149
ΜΙΑ	190	69	92	111	105	88	139	147	164	169	167
ΙΟΥΝ	207	78	102	119	107	85	161	164	177	178	173
ΙΟΥΛ	214	78	105	125	114	92	161	168	184	187	183
ΑΥΓ	199	64	91	119	119	103	129	145	173	186	186
ΣΕΠΤ	156	43	60	91	108	110	73	100	136	162	171
ΟΚΤ	111	31	37	65	95	113	37	59	96	131	147
ΝΟΕ	68	20	23	48	82	103	24	33	63	94	109
ΔΕΚ	54	17	18	40	73	94	20	25	51	81	96

ΑΓΡΙΝΙΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	63	19	21	44	78	99	23	29	59	91	107
ΦΕΒ	78	24	27	49	74	89	29	42	69	96	108
ΜΑΡ	119	37	48	73	92	99	51	75	105	129	138
ΑΠΡ	148	50	67	88	93	87	92	106	129	143	145
ΜΙΑ	190	68	89	108	103	87	138	146	164	169	167
ΙΟΥΝ	214	78	102	119	108	86	165	169	183	184	179
ΙΟΥΛ	224	78	105	126	116	94	167	174	192	196	191
ΑΥΓ	200	63	90	118	118	103	129	146	175	188	189
ΣΕΠΤ	151	43	60	90	108	110	71	97	132	157	167
ΟΚΤ	110	31	37	66	98	117	37	58	95	130	147
ΝΟΕ	70	20	23	48	83	104	24	33	65	98	115
ΔΕΚ	55	16	18	40	74	96	20	24	52	84	100

ΑΓΧΙΑΛΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	61	18	20	43	77	98	22	28	57	89	105
ΦΕΒ	74	23	26	46	70	85	28	40	66	91	103
ΜΑΡ	112	36	46	69	86	93	49	71	99	121	130
ΑΠΡ	149	50	67	89	94	88	91	107	130	144	147
ΜΙΑ	190	68	89	108	103	88	137	146	163	170	168
ΙΟΥΝ	213	78	101	118	108	87	163	167	181	183	179
ΙΟΥΛ	217	77	102	122	113	93	162	169	186	191	187
ΑΥΓ	195	63	88	115	116	102	126	142	170	184	185
ΣΕΠΤ	147	42	58	88	105	108	69	94	128	153	162
ΟΚΤ	99	29	34	60	88	104	36	53	86	116	131
ΝΟΕ	63	19	21	43	74	94	23	30	58	88	103
ΔΕΚ	51	15	17	38	70	90	19	23	49	79	94

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	51	16	18	36	65	83	20	24	48	74	88
ΦΕΒ	69	21	25	44	68	82	27	37	61	86	98
ΜΑΡ	107	34	44	66	84	92	45	67	95	117	126
ΑΠΡ	142	48	64	85	91	87	86	101	124	138	141
ΜΙΑ	183	66	86	104	101	88	131	140	158	165	164
ΙΟΥΝ	206	76	97	115	106	88	156	161	176	179	175
ΙΟΥΛ	212	75	99	119	112	94	155	163	182	187	184
ΑΥΓ	192	62	87	114	117	105	122	139	168	183	185
ΣΕΠΤ	144	41	57	87	106	110	64	91	126	153	162
ΟΚΤ	99	28	34	62	93	111	34	52	87	121	136
ΝΟΕ	58	17	20	41	72	91	21	27	54	83	98
ΔΕΚ	44	13	15	33	62	80	17	20	42	69	82

ΑΛΙΑΡΤΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	51	17	18	34	58	73	21	26	47	70	81
ΦΕΒ	70	22	25	43	64	77	28	39	62	83	94
ΜΑΡ	114	36	46	69	86	93	51	72	100	122	131
ΑΠΡ	158	51	71	94	99	92	96	113	138	152	155
ΜΙΑ	206	71	96	117	111	92	149	158	178	184	181
ΙΟΥΝ	216	78	103	120	108	86	166	170	184	185	180
ΙΟΥΛ	220	78	103	124	114	92	165	171	189	192	188
ΑΥΓ	204	64	92	120	120	105	132	149	178	191	192
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	102	30	35	61	89	106	36	55	88	119	134
ΝΟΕ	66	20	22	45	76	96	24	32	61	91	106
ΔΕΚ	49	15	17	35	63	81	19	23	46	72	85

ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	68	20	22	47	83	106	24	31	64	98	115
ΦΕΒ	83	25	29	52	78	94	30	44	73	101	115
ΜΑΡ	128	38	51	79	98	105	54	80	113	139	149
ΑΠΡ	159	49	67	89	97	92	96	111	136	151	156
ΜΙΑ	200	70	94	114	107	89	146	154	172	178	175
ΙΟΥΝ	221	80	105	122	110	87	170	174	188	189	183
ΙΟΥΛ	228	79	107	128	117	93	171	178	196	199	194
ΑΥΓ	206	64	92	121	120	104	133	150	179	192	192
ΣΕΠΤ	156	43	62	93	110	112	74	100	136	162	171
ΟΚΤ	116	31	38	69	102	122	38	61	100	136	154
ΝΟΕ	75	21	24	51	88	111	25	35	69	105	123
ΔΕΚ	60	17	19	43	80	103	21	26	57	91	108

ΑΡΑΞΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	63	19	21	43	75	95	23	30	58	89	104
ΦΕΒ	79	24	28	49	73	88	30	42	69	95	107
ΜΑΡ	120	37	48	73	91	98	52	76	105	129	138
ΑΠΡ	156	49	65	87	94	90	94	108	132	148	152
ΜΙΑ	196	69	92	111	105	88	143	151	169	174	172
ΙΟΥΝ	211	77	100	117	106	84	163	167	180	181	176
ΙΟΥΛ	218	77	103	122	112	91	163	170	187	190	186
ΑΥΓ	198	63	89	116	116	101	129	145	172	185	185
ΣΕΠΤ	152	43	60	91	108	110	72	98	133	158	167
ΟΚΤ	110	31	37	66	97	116	37	59	96	130	146
ΝΟΕ	69	20	23	47	80	101	25	33	64	96	112
ΔΕΚ	55	16	18	39	72	92	20	25	52	82	97

ΑΡΓΟΣ (ΠΥΡΓΕΛΑ): Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	69	20	23	47	82	105	24	32	64	98	114
ΦΕΒ	84	25	29	51	77	93	30	44	73	101	114
ΜΑΡ	128	38	51	78	97	104	55	80	112	137	147
ΑΠΡ	160	49	67	89	96	91	97	111	136	151	156
ΜΙΑ	203	71	95	115	108	90	148	156	174	180	177
ΙΟΥΝ	221	80	105	122	109	86	171	175	188	188	183
ΙΟΥΛ	229	80	108	128	117	93	172	179	196	199	194
ΑΥΓ	206	65	93	122	120	104	134	151	180	193	193
ΣΕΠΤ	157	44	62	93	111	112	75	101	137	163	172
ΟΚΤ	115	32	38	69	101	120	38	61	100	136	153
ΝΟΕ	75	21	24	51	86	109	25	35	69	104	121
ΔΕΚ	59	17	19	42	77	100	21	26	56	89	105

ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	65	19	22	45	79	100	23	30	60	93	109
ΦΕΒ	80	24	28	49	75	90	30	43	70	97	110
ΜΑΡ	125	38	50	76	96	103	53	78	110	135	145
ΑΠΡ	157	49	66	88	96	91	95	109	134	149	154
ΜΙΑ	204	71	95	116	110	91	148	157	176	182	179
ΙΟΥΝ	219	79	104	122	109	87	169	173	187	188	183
ΙΟΥΛ	226	79	106	127	116	93	169	176	194	197	192
ΑΥΓ	203	64	91	120	119	104	132	148	177	190	190
ΣΕΠΤ	156	43	61	93	111	113	73	99	135	162	171
ΟΚΤ	113	31	37	68	99	119	37	59	98	133	150
ΝΟΕ	73	20	24	50	85	107	25	34	67	102	119
ΔΕΚ	56	16	18	40	74	96	20	25	53	85	100

ΑΡΤΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	66	19	21	47	83	106	23	30	62	96	113
ΦΕΒ	80	24	28	50	77	93	29	42	71	99	112
ΜΑΡ	120	37	48	74	93	101	51	75	106	131	140
ΑΠΡ	149	50	67	89	94	88	91	107	130	144	147
ΜΙΑ	190	68	89	108	104	88	138	146	164	170	168
ΙΟΥΝ	211	77	100	117	107	86	162	166	180	182	177
ΙΟΥΛ	218	77	102	123	114	93	162	169	187	191	187
ΑΥΓ	196	63	88	116	117	103	127	143	171	185	186
ΣΕΠΤ	151	42	60	90	108	111	70	96	131	157	167
ΟΚΤ	110	30	37	67	99	119	36	58	96	132	148
ΝΟΕ	70	20	23	48	84	106	24	32	65	99	116
ΔΕΚ	56	16	18	42	78	101	20	24	54	88	104

ΗΡΑΚΛΕΙΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	66	20	23	43	71	89	25	33	59	87	101
ΦΕΒ	82	25	29	49	71	84	32	45	71	95	106
ΜΑΡ	125	39	50	75	91	96	59	80	109	131	140
ΑΠΡ	167	51	69	93	98	91	103	117	141	156	160
ΜΙΑ	207	72	98	117	108	87	154	162	178	182	178
ΙΟΥΝ	222	80	106	123	107	82	175	178	190	188	181
ΙΟΥΛ	227	80	108	127	113	88	174	180	194	195	189
ΑΥΓ	207	65	94	121	118	99	138	154	180	191	189
ΣΕΠΤ	163	45	64	96	111	111	81	106	141	166	175
ΟΚΤ	117	33	43	75	103	118	40	67	105	138	152
ΝΟΕ	79	23	26	51	85	106	27	38	71	105	121
ΔΕΚ	61	18	20	42	73	93	23	29	56	86	101

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	53	16	18	38	67	85	20	25	50	77	91
ΦΕΒ	68	21	24	43	65	79	27	37	60	83	95
ΜΑΡ	103	34	42	63	80	87	45	66	91	112	120
ΑΠΡ	141	48	64	84	90	86	86	100	123	137	140
ΜΙΑ	179	66	84	102	99	86	129	137	154	161	160
ΙΟΥΝ	199	74	95	111	103	85	151	156	170	173	169
ΙΟΥΛ	209	75	98	118	111	93	154	162	180	185	182
ΑΥΓ	185	61	84	109	112	100	118	134	161	175	176
ΣΕΠΤ	137	40	55	82	100	103	63	87	119	143	152
ΟΚΤ	91	27	32	56	83	99	34	49	80	109	123
ΝΟΕ	57	17	19	40	69	87	21	27	53	80	94
ΔΕΚ	45	14	15	34	64	83	17	20	44	71	85

ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	73	22	24	48	80	100	27	36	66	98	113
ΦΕΒ	89	26	31	53	77	93	33	49	77	104	117
ΜΑΡ	137	40	54	82	100	106	62	87	120	145	154
ΑΠΡ	174	52	72	97	102	94	107	122	148	163	167
ΜΙΑ	210	73	99	119	109	87	156	164	181	183	179
ΙΟΥΝ	220	80	106	121	106	80	174	177	188	185	178
ΙΟΥΛ	224	79	106	125	111	86	172	178	192	192	185
ΑΥΓ	205	64	93	119	116	97	138	153	178	188	187
ΣΕΠΤ	165	45	65	97	112	111	82	107	143	167	176
ΟΚΤ	125	34	45	81	110	126	40	71	112	147	162
ΝΟΕ	89	24	28	58	97	122	28	42	81	120	139
ΔΕΚ	69	20	22	47	83	107	24	31	64	99	116

ΙΩΑΝΝΙΝΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	52	16	18	36	63	80	21	25	48	74	86
ΦΕΒ	66	21	24	41	62	75	27	37	59	80	91
ΜΑΡ	105	35	43	64	80	87	47	67	92	113	121
ΑΠΡ	135	47	61	80	85	81	84	97	117	130	133
ΜΙΑ	178	66	84	101	98	85	130	137	154	160	159
ΙΟΥΝ	202	75	96	112	103	85	155	159	172	175	171
ΙΟΥΛ	212	76	100	119	111	92	157	164	182	186	183
ΑΥΓ	190	62	86	113	114	101	122	139	166	180	181
ΣΕΠΤ	137	41	55	82	98	101	65	88	119	142	151
ΟΚΤ	96	28	33	58	86	103	35	52	84	114	128
ΝΟΕ	58	18	20	40	68	85	22	28	53	80	93
ΔΕΚ	45	14	15	33	60	78	18	21	43	68	81

ΚΑΛΑΜΑΤΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	68	20	23	46	80	101	25	32	63	95	111
ΦΕΒ	82	25	29	50	75	90	31	44	72	98	111
ΜΑΡ	126	38	50	76	95	101	56	80	110	135	144
ΑΠΡ	156	49	66	87	94	88	96	110	133	147	151
ΜΙΑ	199	70	93	113	106	87	146	154	171	176	173
ΙΟΥΝ	216	79	103	120	107	84	168	172	184	184	178
ΙΟΥΛ	222	78	105	124	113	90	168	174	190	192	187
ΑΥΓ	201	64	91	118	116	100	132	148	175	187	186
ΣΕΠΤ	155	44	61	92	108	109	75	100	134	159	168
ΟΚΤ	114	32	38	68	98	117	38	61	99	133	149
ΝΟΕ	75	21	25	50	85	107	26	36	69	103	120
ΔΕΚ	59	17	19	42	76	97	21	27	56	87	103

ΚΑΣΤΟΡΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	58	17	19	42	75	96	21	26	55	86	101
ΦΕΒ	71	22	25	45	70	85	27	38	64	89	101
ΜΑΡ	111	35	45	69	87	95	47	70	98	121	131
ΑΠΡ	141	48	64	84	90	86	86	101	123	137	140
ΜΙΑ	174	64	82	99	96	84	126	133	150	156	155
ΙΟΥΝ	202	75	96	112	104	86	153	158	172	175	172
ΙΟΥΛ	206	74	97	116	109	92	152	159	177	182	179
ΑΥΓ	186	61	84	110	112	100	119	135	162	176	177
ΣΕΠΤ	139	41	56	83	101	105	64	88	121	145	154
ΟΚΤ	97	28	33	60	89	106	35	51	85	116	131
ΝΟΕ	60	18	20	42	74	93	22	28	56	86	101
ΔΕΚ	48	14	16	36	68	88	18	21	46	75	90

ΚΕΡΚΥΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	58	17	20	41	72	92	21	27	54	84	98
ΦΕΒ	73	23	26	46	70	85	28	39	65	90	102
ΜΑΡ	117	36	47	72	91	98	49	73	103	127	136
ΑΠΡ	150	50	67	89	95	89	91	107	131	145	148
ΜΙΑ	195	69	91	111	107	91	141	149	168	175	174
ΙΟΥΝ	214	78	101	119	108	88	163	167	182	184	180
ΙΟΥΛ	221	78	103	125	116	95	163	171	190	194	190
ΑΥΓ	198	63	89	117	118	105	126	144	173	187	188
ΣΕΠΤ	148	42	59	89	107	111	68	94	129	155	165
ΟΚΤ	103	29	35	63	93	112	36	55	90	123	139
ΝΟΕ	64	19	22	45	78	98	23	30	60	92	107
ΔΕΚ	51	15	17	38	70	91	19	22	49	79	94

ΚΟΜΟΤΗΝΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	50	15	17	36	65	82	19	24	47	74	87
ΦΕΒ	65	21	24	41	63	77	26	35	58	81	91
ΜΑΡ	105	34	43	65	82	90	45	66	93	114	123
ΑΠΡ	145	49	65	87	94	89	87	103	127	142	145
ΜΙΑ	188	67	88	108	104	91	134	143	162	170	169
ΙΟΥΝ	209	76	99	117	108	90	157	163	178	182	178
ΙΟΥΛ	215	76	100	122	114	96	157	165	184	190	188
ΑΥΓ	193	62	87	115	118	106	122	139	169	184	186
ΣΕΠΤ	145	41	58	88	108	112	64	91	127	154	164
ΟΚΤ	99	28	34	62	93	112	34	52	87	121	137
ΝΟΕ	58	17	20	41	73	92	21	27	55	84	99
ΔΕΚ	45	13	15	34	65	85	17	20	44	72	86

ΚΟΝΙΤΣΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	53	16	18	37	66	84	21	25	50	77	90
ΦΕΒ	65	21	24	41	61	74	27	36	58	79	89
ΜΑΡ	112	35	45	69	87	95	48	70	99	122	131
ΑΠΡ	138	48	63	82	88	83	85	99	120	133	136
ΜΙΑ	190	68	89	108	104	90	137	145	164	171	169
ΙΟΥΝ	200	75	95	111	103	85	153	157	171	173	170
ΙΟΥΛ	216	76	101	122	114	94	159	167	185	190	187
ΑΥΓ	194	62	87	115	117	104	124	141	170	184	185
ΣΕΠΤ	141	41	56	85	102	106	65	90	123	148	157
ΟΚΤ	99	29	34	61	90	108	35	53	87	118	133
ΝΟΕ	63	18	21	44	77	98	22	29	59	90	106
ΔΕΚ	50	15	16	38	71	91	18	22	48	79	94

ΚΟΡΙΝΘΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	65	19	22	45	79	100	24	31	61	93	109
ΦΕΒ	83	24	29	51	77	93	30	44	73	101	114
ΜΑΡ	123	38	49	75	94	101	53	78	108	133	142
ΑΠΡ	158	49	66	89	96	91	95	110	134	150	154
ΜΙΑ	202	71	94	115	108	90	147	155	174	179	177
ΙΟΥΝ	218	79	104	121	109	86	168	173	186	187	181
ΙΟΥΛ	223	78	105	125	114	92	167	174	191	194	190
ΑΥΓ	202	64	91	119	118	103	131	148	176	189	189
ΣΕΠΤ	154	43	61	92	109	111	73	99	134	160	169
ΟΚΤ	112	31	37	67	98	117	37	59	97	131	148
ΝΟΕ	72	21	24	49	83	105	25	34	66	100	116
ΔΕΚ	55	16	18	39	72	92	20	25	52	82	97

ΚΥΘΗΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	68	20	23	45	77	97	25	33	62	93	108
ΦΕΒ	81	25	29	49	72	86	31	45	71	95	107
ΜΑΡ	127	39	51	77	94	100	58	81	111	135	144
ΑΠΡ	161	50	67	90	95	90	99	113	137	151	155
ΜΙΑ	210	73	98	119	110	89	155	163	181	185	181
ΙΟΥΝ	220	80	105	122	107	83	172	176	188	186	180
ΙΟΥΛ	223	79	105	125	112	88	170	176	191	192	187
ΑΥΓ	204	64	92	119	117	100	135	151	178	189	188
ΣΕΠΤ	160	44	63	94	110	111	78	104	139	164	173
ΟΚΤ	117	32	43	76	105	120	39	66	106	139	153
ΝΟΕ	78	22	25	52	86	108	27	37	71	105	122
ΔΕΚ	60	18	20	41	74	94	22	28	56	86	101

ΛΑΜΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	59	18	20	41	73	92	22	28	55	85	100
ΦΕΒ	73	23	26	45	68	82	29	40	64	89	100
ΜΑΡ	114	36	46	69	87	94	50	72	100	123	131
ΑΠΡ	151	50	68	90	95	89	92	108	131	145	148
ΜΙΑ	189	68	89	107	103	87	137	145	163	169	167
ΙΟΥΝ	210	77	100	117	106	86	161	166	179	181	176
ΙΟΥΛ	214	76	101	120	111	91	160	166	184	187	184
ΑΥΓ	193	62	87	114	115	101	125	141	169	182	182
ΣΕΠΤ	146	42	58	87	104	107	69	93	127	151	160
ΟΚΤ	100	29	35	61	88	105	36	54	87	118	132
ΝΟΕ	65	19	22	45	77	97	24	31	60	91	106
ΔΕΚ	52	16	17	38	70	90	19	23	49	79	94

ΛΑΡΙΣΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	55	17	19	39	68	86	21	26	52	79	93
ΦΕΒ	71	22	26	45	68	82	28	39	63	87	99
ΜΑΡ	112	36	45	69	87	94	48	71	99	121	130
ΑΠΡ	151	50	68	90	96	90	92	107	132	147	150
ΜΙΑ	191	68	90	109	104	89	138	146	165	171	170
ΙΟΥΝ	211	77	100	117	107	87	161	165	180	182	178
ΙΟΥΛ	216	76	101	122	113	93	160	167	185	190	186
ΑΥΓ	194	62	88	115	116	103	125	141	170	183	184
ΣΕΠΤ	146	42	58	88	105	109	67	93	127	153	162
ΟΚΤ	98	29	34	60	87	104	35	53	85	116	130
ΝΟΕ	61	18	21	42	73	92	23	29	57	86	100
ΔΕΚ	48	15	16	35	65	84	18	22	46	73	87

ΛΗΜΝΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	51	16	18	36	62	79	20	25	48	73	85
ΦΕΒ	70	22	25	44	66	80	28	38	62	85	97
ΜΑΡ	112	36	45	69	87	95	48	71	99	122	131
ΑΠΡ	154	51	69	93	99	93	93	109	135	150	153
ΜΙΑ	200	70	93	114	109	93	143	152	172	179	178
ΙΟΥΝ	215	78	102	120	110	89	163	168	184	186	182
ΙΟΥΛ	221	77	103	125	116	95	163	170	189	194	191
ΑΥΓ	199	63	89	118	119	106	126	144	174	188	189
ΣΕΠΤ	151	42	60	91	110	113	68	95	132	159	169
ΟΚΤ	105	29	35	64	96	115	35	55	91	126	142
ΝΟΕ	61	18	21	43	74	93	22	29	57	87	102
ΔΕΚ	46	14	16	34	63	81	18	21	44	71	84

ΜΕΘΩΝΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	62	18	20	45	80	102	22	28	59	92	109
ΦΕΒ	78	23	27	49	76	93	28	41	69	97	111
ΜΑΡ	125	37	49	78	99	107	50	77	111	138	148
ΑΠΡ	155	51	69	93	99	93	93	110	136	151	154
ΜΙΑ	207	71	96	118	113	95	148	157	179	186	184
ΙΟΥΝ	215	78	102	120	109	89	163	168	183	186	182
ΙΟΥΛ	220	77	103	124	115	95	162	170	189	193	190
ΑΥΓ	199	63	89	118	120	106	127	144	174	188	189
ΣΕΠΤ	157	43	61	95	115	118	69	98	137	166	176
ΟΚΤ	116	31	38	72	108	130	36	59	102	141	160
ΝΟΕ	77	20	24	55	99	126	24	33	73	114	135
ΔΕΚ	57	16	18	43	83	108	19	24	55	92	109

ΜΗΛΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	56	18	20	37	61	77	23	29	51	75	86
ΦΕΒ	67	22	25	40	58	69	29	39	58	77	86
ΜΑΡ	120	38	48	72	89	95	55	77	105	127	136
ΑΠΡ	175	52	72	98	105	98	105	121	149	166	170
ΜΙΑ	213	73	100	121	112	91	156	164	183	188	185
ΙΟΥΝ	223	80	106	123	109	85	174	177	190	189	183
ΙΟΥΛ	226	79	107	127	114	90	171	177	194	195	190
ΑΥΓ	205	64	92	120	118	101	135	151	179	190	190
ΣΕΠΤ	164	45	64	97	114	115	78	105	142	169	178
ΟΚΤ	112	32	38	66	95	113	38	61	96	129	145
ΝΟΕ	77	22	25	51	87	109	26	36	70	105	122
ΔΕΚ	52	16	18	36	63	80	21	25	48	74	86

ΜΥΤΙΛΗΝΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	52	17	18	36	62	78	21	26	48	73	85
ΦΕΒ	70	22	25	43	65	78	28	38	62	84	95
ΜΑΡ	113	36	46	69	86	93	50	72	99	122	130
ΑΠΡ	156	51	70	93	99	92	94	111	137	151	154
ΜΙΑ	209	72	97	119	113	95	150	159	180	187	185
ΙΟΥΝ	219	79	104	122	110	88	167	172	187	189	184
ΙΟΥΛ	223	78	104	125	116	94	165	173	191	195	191
ΑΥΓ	201	64	90	119	120	105	129	146	176	189	190
ΣΕΠΤ	156	43	61	94	113	115	71	99	136	164	173
ΟΚΤ	109	30	36	66	98	117	36	57	95	130	147
ΝΟΕ	67	19	22	46	80	101	24	31	62	95	110
ΔΕΚ	50	15	17	36	67	86	19	23	47	76	90

ΝΑΞΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	60	19	21	40	68	86	24	30	55	82	95
ΦΕΒ	77	24	27	47	69	83	30	42	67	91	103
ΜΑΡ	123	38	49	74	92	98	55	78	107	131	140
ΑΠΡ	161	50	67	90	97	91	98	112	137	152	157
ΜΙΑ	205	71	96	116	109	89	150	158	176	181	178
ΙΟΥΝ	220	80	105	122	109	85	171	175	188	188	182
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	114	90	170	176	192	194	189
ΑΥΓ	205	64	92	120	119	102	134	151	178	190	190
ΣΕΠΤ	159	44	63	94	111	113	76	102	138	164	173
ΟΚΤ	116	32	38	69	100	119	38	62	100	135	152
ΝΟΕ	74	21	24	49	83	104	26	35	67	101	117
ΔΕΚ	56	17	19	39	70	89	21	26	52	81	95

ΠΑΡΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	47	19	21	40	68	85	24	30	55	82	95
ΦΕΒ	67	24	28	49	72	87	30	43	70	95	107
ΜΑΡ	112	38	50	76	94	100	55	79	109	133	143
ΑΠΡ	157	51	70	94	101	95	101	117	143	159	164
ΜΙΑ	205	73	99	120	112	91	154	163	182	187	183
ΙΟΥΝ	215	80	105	122	108	85	171	175	188	187	181
ΙΟΥΛ	219	78	105	125	113	90	169	175	191	193	188
ΑΥΓ	198	64	91	118	117	101	133	149	176	188	188
ΣΕΠΤ	152	44	63	95	112	113	76	103	139	165	174
ΟΚΤ	105	32	39	70	101	120	38	62	101	136	153
ΝΟΕ	62	21	25	50	85	107	26	36	69	103	119
ΔΕΚ	45	17	19	41	73	94	21	26	54	85	100

ΠΑΤΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	55	18	19	37	64	80	22	27	51	76	88
ΦΕΒ	72	23	26	44	66	79	29	40	63	86	97
ΜΑΡ	124	38	49	76	95	102	53	78	109	134	144
ΑΠΡ	147	50	66	87	92	85	92	106	128	141	143
ΜΙΑ	200	70	94	114	108	90	145	154	172	178	176
ΙΟΥΝ	215	78	102	119	107	86	166	170	183	184	179
ΙΟΥΛ	218	77	103	122	112	91	163	170	187	190	186
ΑΥΓ	197	63	89	116	116	101	128	144	172	184	185
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	107	30	36	64	94	112	37	57	93	125	141
ΝΟΕ	66	20	22	45	75	95	24	32	61	91	105
ΔΕΚ	53	16	18	38	69	88	20	24	50	79	93

ΠΥΡΓΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	68	20	22	47	82	105	24	32	63	97	114
ΦΕΒ	83	25	29	51	77	93	30	44	73	101	114
ΜΑΡ	128	38	51	78	97	104	55	80	112	137	147
ΑΠΡ	158	49	66	88	95	90	96	110	134	149	154
ΜΙΑ	200	70	94	114	107	89	146	154	173	178	175
ΙΟΥΝ	216	78	103	120	107	85	167	171	184	184	179
ΙΟΥΛ	224	78	105	126	115	92	168	175	192	194	190
ΑΥΓ	202	64	91	119	118	102	132	148	176	189	189
ΣΕΠΤ	155	43	61	92	109	111	74	99	135	160	169
ΟΚΤ	116	32	38	69	102	121	38	61	100	136	154
ΝΟΕ	76	21	24	51	88	111	25	35	70	105	123
ΔΕΚ	59	17	19	43	78	100	21	26	56	89	105

ΡΕΘΥΜΝΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	62	20	22	40	66	82	25	32	56	81	94
ΦΕΒ	81	25	29	48	70	83	32	45	70	94	105
ΜΑΡ	119	38	48	71	86	91	58	77	104	124	132
ΑΠΡ	164	50	69	91	96	89	102	116	139	153	157
ΜΙΑ	211	73	99	119	110	88	157	164	181	185	181
ΙΟΥΝ	218	79	105	120	105	81	172	175	186	184	177
ΙΟΥΛ	223	79	106	124	111	86	171	177	191	191	185
ΑΥΓ	204	64	92	119	116	97	137	152	177	188	186
ΣΕΠΤ	160	45	63	94	109	109	80	104	139	162	171
ΟΚΤ	106	31	40	67	91	103	39	62	95	122	134
ΝΟΕ	81	23	26	53	87	109	28	39	73	108	125
ΔΕΚ	58	18	20	39	68	86	23	28	53	81	94

ΡΟΔΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	70	21	23	47	80	101	25	33	64	96	112
ΦΕΒ	85	25	29	52	76	92	31	46	74	101	114
ΜΑΡ	131	39	52	79	97	104	58	83	114	139	149
ΑΠΡ	164	50	68	91	97	91	100	115	139	154	159
ΜΙΑ	203	71	95	115	107	87	150	158	175	179	176
ΙΟΥΝ	217	79	104	120	106	82	170	173	185	184	178
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	113	89	171	177	193	194	189
ΑΥΓ	204	64	92	120	117	100	135	151	178	189	188
ΣΕΠΤ	159	44	63	94	110	110	78	103	138	163	171
ΟΚΤ	120	33	44	79	109	125	39	67	109	144	159
ΝΟΕ	79	22	26	53	88	111	27	37	72	108	125
ΔΕΚ	61	18	20	43	76	98	22	28	57	89	105

ΣΑΜΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	65	19	22	44	77	98	24	31	60	91	107
ΦΕΒ	82	24	28	51	76	92	30	44	72	99	112
ΜΑΡ	127	38	50	77	96	103	54	79	111	136	146
ΑΠΡ	163	50	68	91	98	93	98	113	138	154	159
ΜΙΑ	207	72	97	118	110	91	150	159	178	184	181
ΙΟΥΝ	225	81	107	125	111	87	174	178	192	192	186
ΙΟΥΛ	231	80	108	129	118	94	173	180	198	200	195
ΑΥΓ	210	65	94	124	123	106	136	153	183	196	196
ΣΕΠΤ	164	44	64	98	116	118	76	104	143	170	180
ΟΚΤ	121	32	39	72	106	127	38	63	104	143	161
ΝΟΕ	79	21	25	54	92	117	26	36	73	111	129
ΔΕΚ	58	17	19	42	77	99	21	26	55	88	104

ΣΕΡΡΕΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	51	16	18	37	66	84	20	24	48	75	88
ΦΕΒ	68	21	24	43	67	82	27	36	61	85	97
ΜΑΡ	106	34	43	65	83	91	45	67	93	115	124
ΑΠΡ	141	48	64	84	91	87	85	100	123	137	141
ΜΙΑ	181	66	85	103	100	88	130	138	156	163	162
ΙΟΥΝ	203	75	96	113	105	88	153	158	173	177	173
ΙΟΥΛ	210	75	98	118	112	94	154	161	180	186	183
ΑΥΓ	188	61	85	112	114	103	119	136	164	179	180
ΣΕΠΤ	141	41	56	85	104	108	63	89	123	149	159
ΟΚΤ	95	28	33	59	88	105	34	50	83	114	129
ΝΟΕ	57	17	19	40	70	89	21	27	53	82	96
ΔΕΚ	44	13	15	33	63	81	17	19	42	69	82

ΣΗΤΕΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	67	21	23	43	72	90	26	33	60	88	102
ΦΕΒ	83	25	29	49	72	85	32	46	72	96	108
ΜΑΡ	128	39	51	77	93	99	60	83	112	135	144
ΑΠΡ	165	51	69	92	97	90	103	117	140	154	158
ΜΙΑ	207	72	98	117	108	86	154	162	178	181	177
ΙΟΥΝ	223	81	107	123	107	81	176	179	190	188	181
ΙΟΥΛ	227	80	108	127	113	87	174	180	194	194	188
ΑΥΓ	208	65	94	121	118	98	139	154	180	191	189
ΣΕΠΤ	164	45	64	96	111	111	82	107	142	166	175
ΟΚΤ	119	33	44	77	105	119	40	68	107	140	154
ΝΟΕ	80	23	26	52	86	108	28	39	73	107	123
ΔΕΚ	62	19	21	42	73	93	23	29	57	87	102

ΣΚΥΡΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	51	17	18	35	60	75	21	26	47	71	83
ΦΕΒ	69	22	25	43	64	77	28	38	61	83	93
ΜΑΡ	110	35	45	67	83	90	49	70	96	118	126
ΑΠΡ	153	51	69	91	97	90	94	109	134	148	151
ΜΙΑ	197	70	92	112	107	90	143	151	170	176	174
ΙΟΥΝ	214	78	102	119	108	87	164	169	183	184	180
ΙΟΥΛ	220	77	103	124	114	93	164	171	188	192	188
ΑΥΓ	199	63	89	117	118	103	128	145	174	187	188
ΣΕΠΤ	152	43	60	91	109	111	70	97	132	158	168
ΟΚΤ	103	30	35	62	91	108	36	55	89	121	136
ΝΟΕ	63	19	21	43	73	92	23	30	58	87	101
ΔΕΚ	48	15	16	34	62	80	19	22	45	71	84

ΣΟΥΔΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	65	20	22	42	70	88	25	33	59	86	100
ΦΕΒ	82	25	29	49	71	84	32	45	71	95	106
ΜΑΡ	131	39	52	78	96	101	60	83	114	138	147
ΑΠΡ	166	51	69	93	98	91	103	117	141	156	160
ΜΙΑ	208	72	98	118	109	87	155	162	179	183	179
ΙΟΥΝ	222	80	106	123	107	82	175	178	189	187	180
ΙΟΥΛ	229	80	108	128	114	88	175	181	196	196	190
ΑΥΓ	209	65	94	122	119	100	140	155	182	193	192
ΣΕΠΤ	164	45	64	96	112	112	81	106	142	167	175
ΟΚΤ	116	33	43	75	102	117	39	66	104	137	150
ΝΟΕ	77	22	25	50	82	103	27	38	69	102	117
ΔΕΚ	60	18	20	41	72	91	23	28	56	85	99

ΣΥΡΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	58	18	20	39	66	83	23	29	53	79	92
ΦΕΒ	80	24	28	49	73	88	30	43	70	96	108
ΜΑΡ	121	38	49	73	91	97	54	77	106	129	138
ΑΠΡ	172	51	71	96	104	98	102	119	146	163	168
ΜΙΑ	212	73	99	120	113	92	154	163	183	188	185
ΙΟΥΝ	219	79	104	121	108	85	170	174	187	187	181
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	115	91	169	176	193	195	190
ΑΥΓ	204	64	92	120	119	102	133	150	178	190	190
ΣΕΠΤ	160	44	63	95	113	114	76	102	139	166	175
ΟΚΤ	199	45	59	121	182	219	50	97	173	242	275
ΝΟΕ	74	21	24	50	85	107	25	35	68	102	119
ΔΕΚ	57	17	19	40	73	94	21	26	54	84	99

ΤΑΝΑΓΡΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	59	18	20	41	70	89	23	28	55	83	97
ΦΕΒ	74	23	26	46	68	82	29	40	65	89	101
ΜΑΡ	113	36	46	68	85	91	51	72	99	120	129
ΑΠΡ	152	50	68	90	95	88	94	109	133	146	149
ΜΙΑ	194	69	91	110	105	88	141	149	167	173	171
ΙΟΥΝ	215	78	102	120	108	86	166	170	184	185	180
ΙΟΥΛ	222	78	104	125	114	92	166	173	190	194	189
ΑΥΓ	201	64	90	119	118	103	130	147	176	189	189
ΣΕΠΤ	153	43	61	91	109	111	72	98	133	159	168
ΟΚΤ	104	30	36	63	91	109	37	56	91	122	137
ΝΟΕ	65	19	22	44	74	93	24	31	59	89	103
ΔΕΚ	51	16	17	37	66	85	20	24	48	76	90

ΤΡΙΚΑΛΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	57	17	19	42	75	96	21	26	54	86	101
ΦΕΒ	72	22	25	46	71	86	27	38	64	90	103
ΜΑΡ	106	34	43	65	82	89	46	67	93	115	123
ΑΠΡ	140	48	64	84	90	85	86	100	123	136	139
ΜΙΑ	178	65	84	101	99	86	129	136	153	160	159
ΙΟΥΝ	203	75	96	113	105	87	154	159	173	176	173
ΙΟΥΛ	206	74	97	116	110	92	152	159	177	182	180
ΑΥΓ	186	61	84	110	113	101	119	135	162	176	178
ΣΕΠΤ	139	41	56	84	101	105	64	88	121	146	155
ΟΚΤ	94	28	33	58	86	103	34	50	82	113	127
ΝΟΕ	60	18	20	42	74	93	22	28	56	86	101
ΔΕΚ	49	14	16	37	71	92	18	21	48	78	94

ΤΥΜΠΑΚΙΟ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	73	22	24	48	80	101	27	36	67	99	114
ΦΕΒ	90	27	31	54	79	94	33	49	78	106	119
ΜΑΡ	137	40	54	83	101	106	62	87	120	145	155
ΑΠΡ	169	51	70	94	99	91	105	119	143	158	162
ΜΙΑ	208	72	98	117	108	86	155	162	179	182	177
ΙΟΥΝ	223	80	107	123	107	81	176	179	190	187	180
ΙΟΥΛ	229	80	108	128	113	87	176	181	196	196	189
ΑΥΓ	210	65	95	122	119	99	141	156	182	193	191
ΣΕΠΤ	166	45	65	97	113	112	83	108	144	169	177
ΟΚΤ	127	34	46	82	113	128	40	72	115	150	165
ΝΟΕ	86	24	27	56	93	116	28	41	78	115	133
ΔΕΚ	68	20	22	46	82	104	24	31	63	96	113

ΧΑΝΙΑ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν	Β	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	Ν
ΙΑΝ	62	20	22	40	66	83	25	32	56	82	94
ΦΕΒ	80	25	28	48	69	82	31	45	69	93	104
ΜΑΡ	124	39	50	74	90	95	58	80	108	130	139
ΑΠΡ	167	51	70	93	98	91	103	117	142	156	160
ΜΙΑ	212	73	100	120	110	88	157	165	182	186	182
ΙΟΥΝ	220	80	105	122	106	81	173	176	188	186	179
ΙΟΥΛ	225	79	107	126	112	87	172	178	193	193	187
ΑΥΓ	205	64	93	120	117	98	137	152	178	189	188
ΣΕΠΤ	161	45	64	94	110	110	80	105	139	164	172
ΟΚΤ	111	32	41	71	97	110	39	64	99	129	142
ΝΟΕ	78	22	26	51	84	105	27	38	71	104	120
ΔΕΚ	59	18	20	40	70	89	23	28	54	83	97

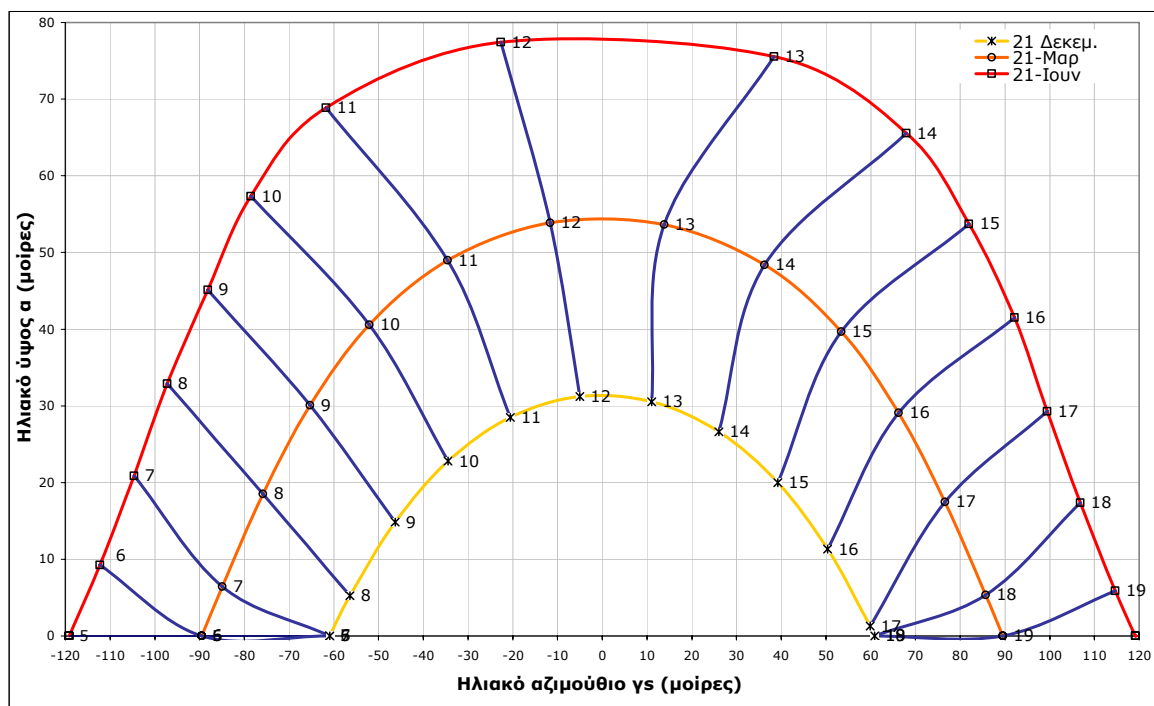
ΧΙΟΣ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	55	17	19	37	64	81	22	27	51	76	89
ΦΕΒ	72	23	26	44	66	79	29	40	63	86	97
ΜΑΡ	119	37	48	73	91	97	52	75	105	128	137
ΑΠΡ	161	52	72	96	101	93	98	115	141	155	158
ΜΙΑ	210	72	98	120	113	94	152	161	181	187	184
ΙΟΥΝ	220	79	104	122	110	87	169	173	188	189	183
ΙΟΥΛ	225	79	106	126	116	93	168	175	193	196	192
ΑΥΓ	203	64	91	120	120	104	131	148	177	190	191
ΣΕΠΤ	159	44	62	95	114	116	73	101	139	166	176
ΟΚΤ	116	31	38	70	104	124	37	60	101	138	156
ΝΟΕ	71	20	23	49	83	105	24	33	66	100	116
ΔΕΚ	53	16	18	38	70	90	20	24	50	79	94

ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ: Μέση Ακτινοβολία (kWh/m ²)											
		Για κλίση επιφάνειας 90°					Για κλίση επιφάνειας 45°				
Μήνες	Οριζόντιο επίπεδο	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N	B	BA/BA	A/Δ	NA/NA	N
ΙΑΝ	57	17	19	42	77	98	21	26	55	87	103
ΦΕΒ	78	23	27	50	79	97	28	40	70	99	114
ΜΑΡ	111	35	45	69	88	96	46	69	98	122	131
ΑΠΡ	138	48	62	82	88	84	84	98	120	134	137
ΜΙΑ	190	68	89	109	105	91	136	144	164	171	170
ΙΟΥΝ	204	75	97	114	105	88	154	159	174	177	174
ΙΟΥΛ	209	75	98	118	111	93	153	161	179	185	182
ΑΥΓ	188	61	85	111	114	102	119	136	164	178	180
ΣΕΠΤ	142	41	57	86	104	108	64	90	124	150	159
ΟΚΤ	98	28	33	61	91	109	34	51	86	118	134
ΝΟΕ	62	18	21	44	79	100	22	28	59	91	107
ΔΕΚ	43	13	15	33	61	79	17	19	42	68	81

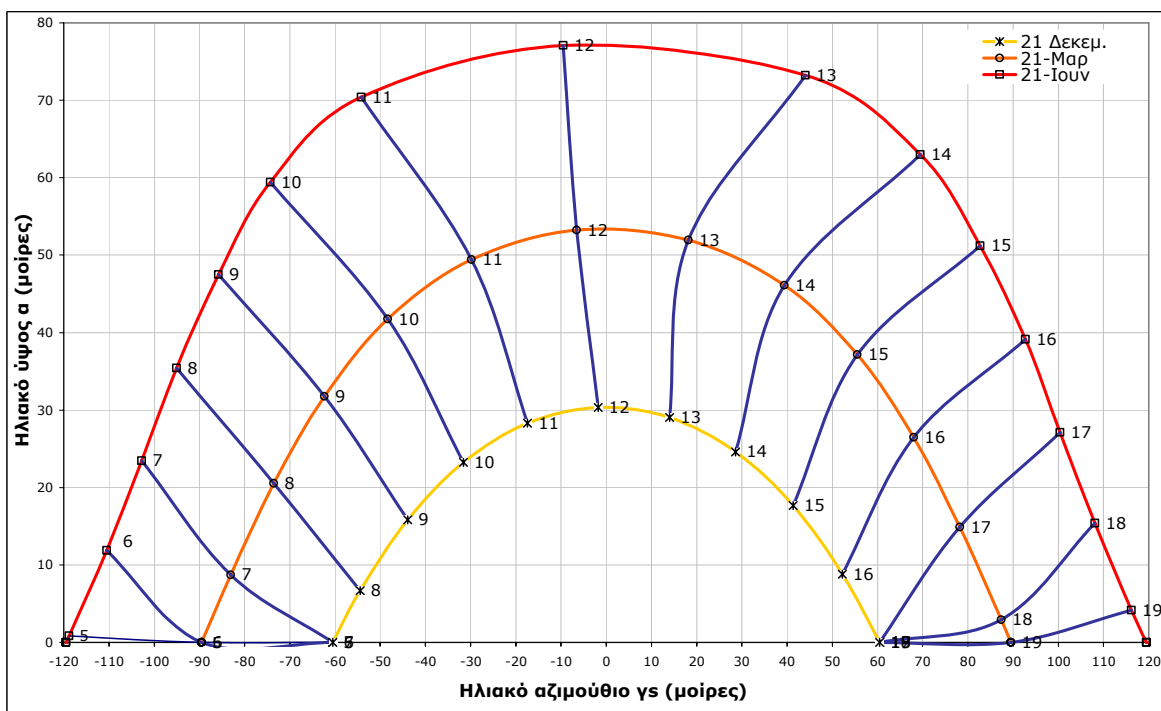
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΗΛΙΑΚΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

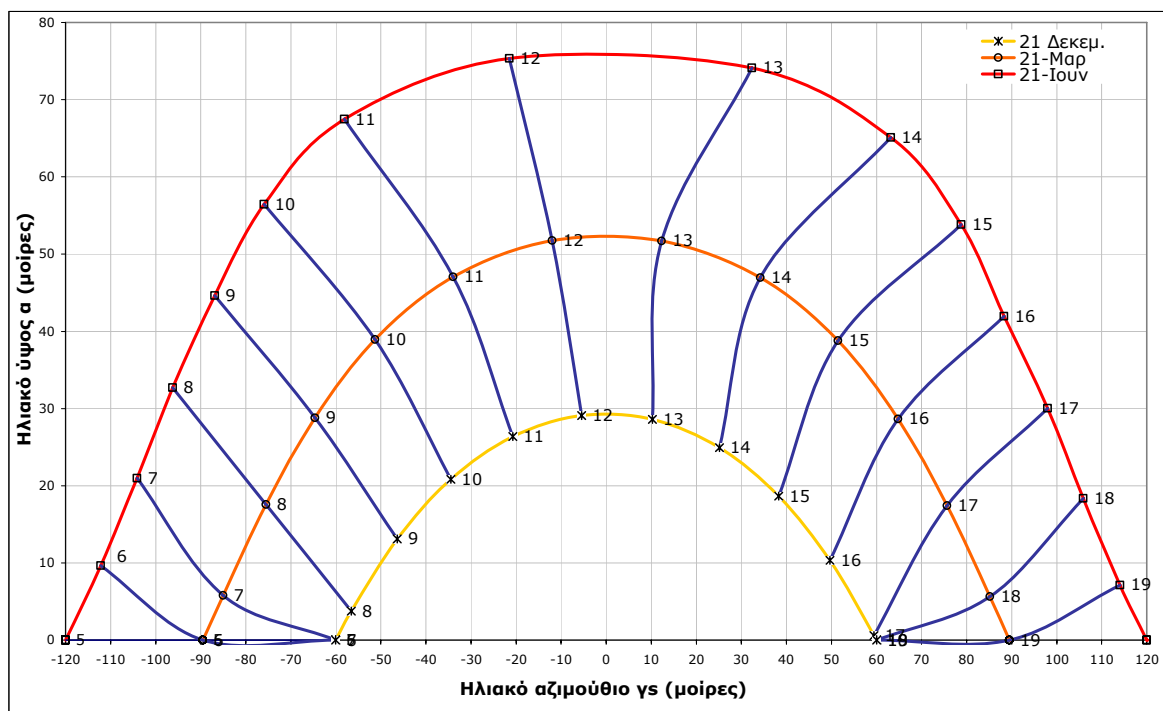
Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η ηλιακή τροχιά για αντιπροσωπευτικά γεωγραφικά πλάτη 35° , 36° , 37° , 38° , 39° και 40° .



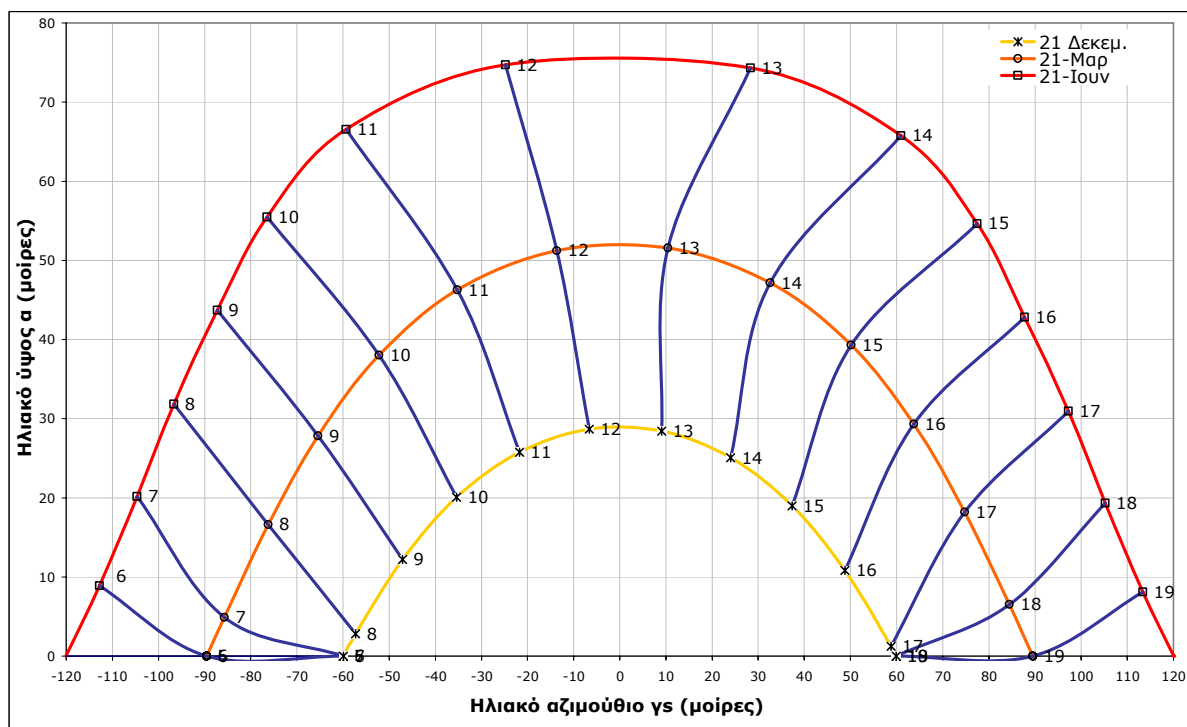
Σχήμα Γ.1. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 35° B.



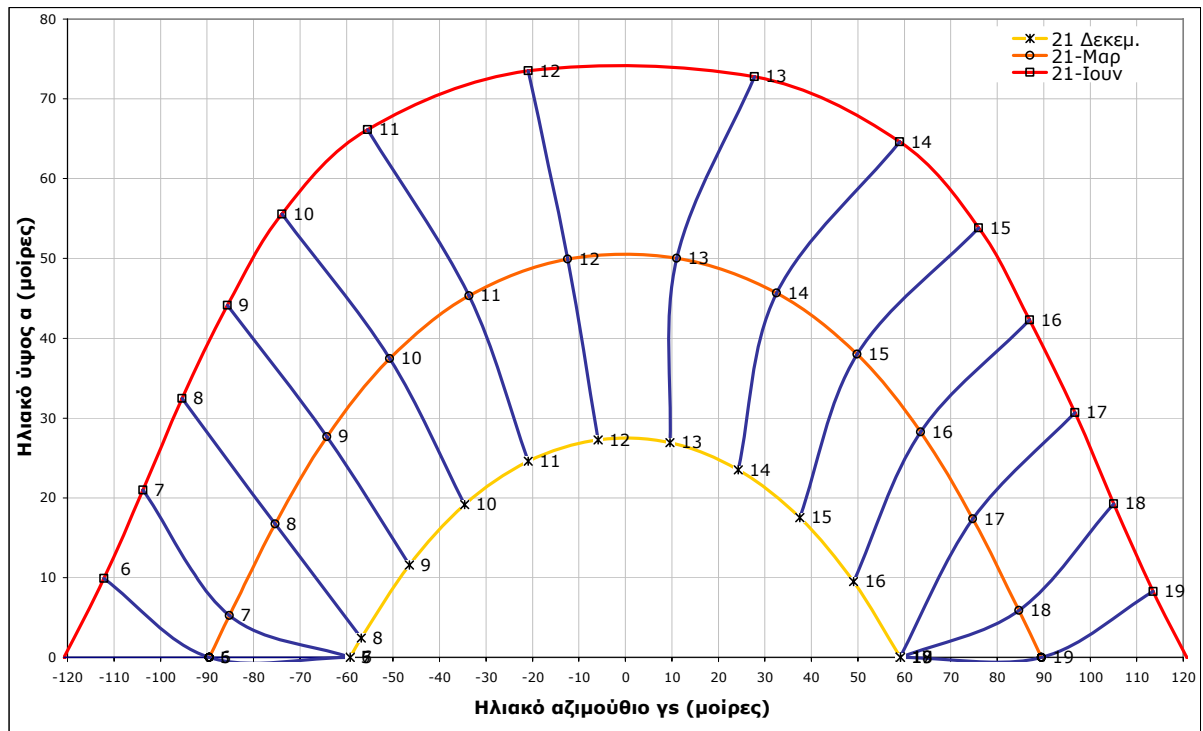
Σχήμα Γ.2. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 36° B.



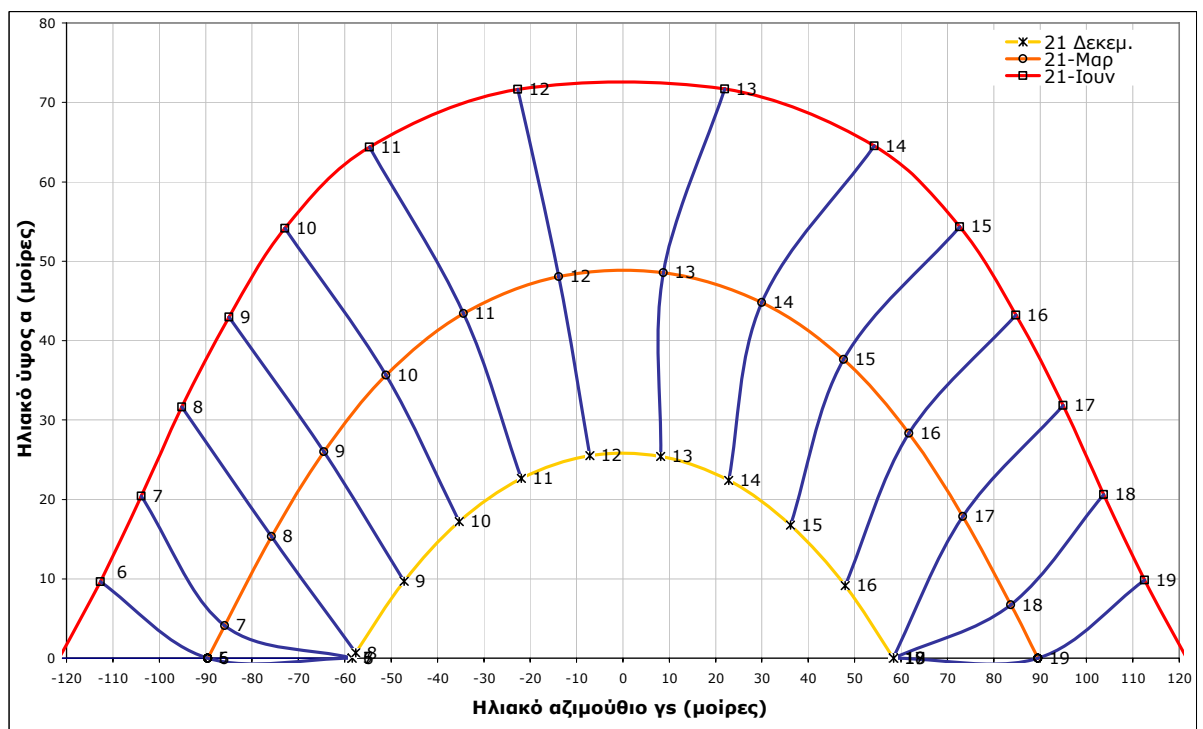
Σχήμα Γ.3. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ}B$.



Σχήμα Γ.4. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος $38^{\circ}B$.



Σχήμα Γ.5. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 39°B .



Σχήμα Γ.6. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40°B .

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Για τη σύνταξη της τεχνικής οδηγίας χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις.

1. ΦΕΚ 407/9.4.2010, “Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – ΚΕΝΑΚ”.
2. Γ. Κορνάρος. «Κλιματικά Στοιχεία των Σταθμών της ΕΜΥ – Περίοδος 1955 έως 1997». Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – ΕΜΥ, Δ/ση Κλιματολογίας, Τμήμα Ελέγχου Επεξεργασίας. Αθήνα 1999.
3. Α. Ματζαράκης, Χ. Μπαλαφούτης. “Γεωγραφική Κατανομή Βαθμομερών Θέρμανσης στον Ελληνικό Χώρο για Ενεργειακή Χρήση”.
4. ΕΛΟΤ EN ISO 15927-2:2005. “Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data” – Part 4: “Hourly data for assessing the annual energy for heating and cooling”.
5. ΕΛΟΤ EN ISO 15927-5:2005. “Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data” – Part 5: “Data for design heat load for space heating”.
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2425/86 – Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων.
7. ASHRAE Handbook “Fundamentals”. America Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2005.
8. Α. Ρ. Matzarakis and V. D. Katsoulis. “Sunshine duration hours over the Greek region”. Theor. Appl. Climatol. 83, 107–120, 2006.
9. K. Zabara. “Estimation of the Global Solar Radiation In Greece” Solar & Wind Technology Vol. 3, No. 4, pp. 267 272, 1986
10. Α. Α. Flocas. “Estimation and Prediction of Global Solar Radiation over Greece”. Solar Energy Vol. 24, pp. 63-70, 1980.
11. Α. Πελεκάνος, και Κ. Παπαχριστόπουλος, “Σύνταξη πινάκων μετεωρολογικών στοιχείων για ηλιακές εφαρμογές, των κυριότερων πόλεων της Ελλάδας”. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1980.
12. Α. Πελεκάνος και Κ. Παπαχριστόπουλος, “Σύνταξη πινάκων μετεωρολογικών στοιχείων για ηλιακές εφαρμογές των κυριότερων πόλεων της Ελλάδος”. Πρακτικά Α' Εθνικού Συνεδρίου Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Θεσσαλονίκη 20-22 Οκτωβρίου, 1982. Τόμος Α' σελ. ΜΕΤ 41 – ΜΕΤ 75.
13. Δ.Π. Λάλας, Δ.Κ. Πισιμάνης, Β.Α. Νοταρίδου, “Μέθοδοι υπολογισμού εντάσεως ηλιακής ακτινοβολίας σε αυθαίρετης κλίσεως επίπεδο και πίνακες για 30°, 45° και 60° στον Ελληνικό χώρο”. Τεχνικά Χρονικά – Β, Τόμος 2, Τεύχος 3-4, 1982.
14. Βαζαίος, Ε. “Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας”. Γ' έκδοση, Αθήνα (1987).
15. Duffie A John., Beckman A. William, “*Solar Engineering of Thermal Processes*”, second edition.
16. Liu, B. Y. H. and R.C. Jordan. “Daily Insolation on Surfaces Titled Toward and Equator”. ASHRAE Journal, 3 (10), 53 (1962).
17. Klein, S. A. „Calculation of Monthly Average Insolation on Titled Surfaces“. Solar Energy, 19, 325 (1977).
18. Collares-Pereira, M. and A. Rabl, “ The Average Distribution of Solar Radiation – Correlation Between Diffuse and Hemispherical and Between Daily and Hourly Insolation Values”. Solar Energy, 22, 155 (1979).
19. Liu, B. Y. H. and R.C. Jordan. “The Interrelationship and Characteristic Distribution of Direct, Diffuse and Total Solar Radiation”. Solar Energy Journal, 4 (3), (1960).

20. Α. Γαγλία, Α. Αργυρίου, Σ. Λυκούδης, Κ.Α. Μπαλαράς, "Απόδοση Πειραματικής Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης – Βέλτιστης Κλίση Φωτοβολταϊκών και Ωφέλιμη Ηλιακή Ενέργεια στις Ελληνικές Περιοχές". 8^ο Συνέδριο για τις ΑΠΕ, Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 29-31 Μαρτίου 2006.
21. Α. Γαγλία, Σ. Κοντογιαννίδης, "Solar Data, Βάση Δεδομένων Ηλιακής Ακτινοβολίας". Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, ΙΕΠΒΑ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.
22. Labs K, "Earth Coupling". In: Cook J. (Ed) Passive Cooling. M.I.T. Press, Cambridge MA, 1989.
23. Pitts DR and Sissom LE, "Theory and Problems of Heat Transfer". McGraw-Hill, New York, 1977.
24. ΕΛΟΤ 1291. Ηλιακή Ενέργεια – Μετεωρολογικά στοιχεία πόλεων της Ελλάδας για τις ανάγκες του προτύπου ΕΛΟΤ 879, 1991.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία: www.hnms.gr

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: www.meteo.gr

Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας: http://www.wmo.int/pages/index_en.html

RETScreen International. Empowering Cleaner Energy Decisions: <http://www.etscreen.net>