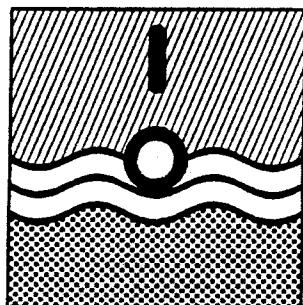


ΥΔΡΟΣΚΟΠΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



HYDROSCOPE
STRIDE HELLAS PROGRAMME

DEVELOPMENT OF A NATIONAL DATA
BANK FOR HYDROLOGICAL AND
METEOROLOGICAL INFORMATION

1. ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
“ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑΣ
2. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

NATIONAL CENTRE FOR SCIENTIFIC RESEARCH
“DEMOKRITOS”
INSTITUTE FOR NUCLEAR TECHNOLOGY
AND RADIATION PROTECTION
AND
ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI
DIVISION OF METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY

ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

GENERAL PLANNING FOR METEOROLOGY
ALGORITHMS FOR THE CALCULATION OF
CLIMATIC PARAMETERS

Π. Μαχαιρας,² Γ. Θ. Αμανατολης¹ και Ι. Ν. Μπεγέτης¹

P. Maheras, G. Th. Amanatidis and I. N. Beyretis

Αριθμός τεύχους
Report number: 10/2

ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΛΙΟΣ 1992
ATHENS - JULY 1992

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Περίληψη	iii
Abstract	iii
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ Η ΜΕΤΡΗΣΗΣ	2
2.1 Μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται κατά συνεχή τρόπο.	2
2.2 Μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία εκτιμούνται.	2
2.3 Μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται όταν λάβουν χώρα.	2
2.4 Μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η μέτρηση γίνεται σε ορισμένους μόνο σταθμούς στη χώρα μας.	4
3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	5
3.1 Κλιματικές παράμετροι από συνεχείς μετεωρολογικές παρατηρήσεις και μετρήσεις.	5
3.2 Κλιματικές παράμετροι από μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία εκτιμούνται.	6
3.3 Κλιματικές παράμετροι από μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται όταν λάβουν χώρα.	7
3.4 Κλιματικές παράμετροι από μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται σε ορισμένους μόνο σταθμούς στη χώρα μας.	7
4 ΤΡΟΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	9
4.1 Υπολογισμός των μέσων όρων.	9
4.1.1 Θερμοκρασία αέρα.	9
4.1.1.1 Διόρθωση τιμών αυτογραφικού οργάνου.	12
4.1.2 Ατμοσφαιρική πίεση.	13

4.1.3	Υγρασία αέρα.	14
4.1.3.1	Τάση των ατμών και τάση των κορεσμένων ατμών.	15
4.1.3.2	Απόλυτη υγρασία.	17
4.1.3.3	Σημείο δρόσου.	17
4.1.3.4	Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου.	18
4.1.3.5	Σχετική υγρασία.	18
4.1.3.6	Παράδειγμα υπολογισμού.	19
4.1.4	Θερμοκρασία εδάφους.	25
4.2	Υπολογισμός των αθροισμάτων.	26
4.2.1	Βροχόπτωση.	26
4.2.2	Χιονοκάλυψη.	26
4.2.3	Ηλιοφάνεια.	27
4.2.4	Ηλιακή ακτινοβολία.	31
4.2.5	Εξάτμιση.	35
4.3	Υπολογισμός συχνοτήτων.	36
4.3.1	Ανεμος.	36
4.3.1.1	Υπολογισμός των κλιματικών παραμέτρων από τις παρατηρήσεις του ανεμομέτρου.	39
4.3.1.2	Υπολογισμός των κλιματικών παραμέτρων από τις παρατηρήσεις του ανεμογράφου.	40
4.4	Μετρήσεις ανώτερης ατμόσφαιρας.	42
5	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	44

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σ' αυτό το τεύχος αναφέρονται οι κλιματικές παράμετροι, καθώς και οι τρόποι υπολογισμού τους από τα μετεωρολογικά στοιχεία.

Οι κλιματικές παράμετροι χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο μέτρησης των μετεωρολογικών στοιχείων: α) με συνεχή παρατήρηση, β) με εκτίμηση, γ) με ασυνεχή παρατήρηση και δ) οι λιγότερο χρησιμοποιούμενες κλιματικές παράμετροι.

Τέλος, αναφέρονται τρείς τρόποι υπολογισμού κλιματικών παραμέτρων: οι μέσοι όροι, τα αθροίσματα και οι συχνότητες εμφάνισης.

ABSTRACT

In this study, the climatological parameters are presented and the way they are calculated from meteorological elements.

The climatological parameters are divided into four categories according to the way the meteorological elements are measured: a) by continuous monitoring, b) by estimation, c) by non-continuous observation (events), d) the fourth paragraph refers to less used climatological parameters.

Finally, three methods of climatological parameters' calculation are presented, namely, averages, sums and frequencies.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή έγινε από τις ερευνητικές ομάδες του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και του ΕΚΕΦΕ "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ" για τον καθορισμό του τρόπου υπολογισμού των κλιματικών παραμέτρων στον Ελληνικό χώρο, στα πλαίσια του Κοινοτικού Προγράμματος STRIDE ΕΛΛΑΣ, με τίτλο: "ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ", που έχει σαν στόχο την οργάνωση κι εκσυχρονισμό της Υδρολογικής, Υδρογεωλογικής και Μετεωρολογικής πληροφορίας της χώρας με τη χρήση των δυνατοτήτων που παρέχουν οι σύγχρονες μέθοδοι και τεχνικές της πληροφορικής και των επικοινωνιών.

Ειδικότερα, στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια να καταγραφούν οι κλιματικές παράμετροι και να καθορισθεί ο τρόπος υπολογισμού τους.

Στο κεφάλαιο 2 της παρούσας εργασίας, παρουσιάζονται τα συνήθη μετεωρολογικά στοιχεία, που ήδη μετρούνται στούς μετεωρολογικούς σταθμούς της χώρας μας. Τα στοιχεία αυτά ομαδοποιούνται, σύμφωνα με τον τρόπο που γίνεται η παρατήρηση και η μέτρηση (συνεχής ή ασυνεχής, με ένδειξη οργάνου ή εκτίμηση παρατηρητή).

Στο κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται οι κλιματικές παράμετροι που προκύπτουν από τα αντίστοιχα μετεωρολογικά στοιχεία.

Τέλος, στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι ορισμοί των μετεωρολογικών μεγεθών, τα δύραυνα μέτρησης των διαφόρων κλιματικών παραμέτρων, καθώς και οι τρόποι υπολογισμού τους. Ειδικότερα αναφέρονται οι κλιματικές παράμετροι που υπολογίζονται με μέσους όρους (π.χ. η θερμοκρασία αέρα, η ατμοσφαιρική πίεση, η υγρασία αέρα και η θερμοκρασία εδάφους), οι παράμετροι που υπολογίζονται με αθροίσματα (π.χ. η βροχόπτωση, η χιονοκάλυψη, η ηλιοφάνεια, η ακτινοβολία και η εξάτμιση) και τέλος οι παράμετροι που υπολογίζονται με τη συχνότητα εμφάνισής τους (π.χ. η διεύθυνση του ανέμου). Επίσης αναφέρεται ενδεικτικά τρόπος διόρθωσης των μετρήσεων ενός αυτογραφικού οργάνου (θερμογράφος).

2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ Η ΜΕΤΡΗΣΗΣ

2.1 Μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται κατά συνεχή τρόπο.

- (α) Η ατμοσφαιρική πίεση (Atmospheric pressure).
- (β) Η θερμοκρασία του αέρα (Air temperature), μέσα στο μετεωρολογικό κλωβό (υπό σκιά).
- (γ) Η υγρασία (Humidity).
 - (i) Απόλυτη υγρασία (Absolute humidity).
 - (ii) Σχετική υγρασία (Relative Humidity).
 - (iii) Τάση ατμών του αέρα (Vapor pressure).
 - (iv) Σημείο δρόσου (Dew point).
 - (v) Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (Wet-bulb temperature).
- (δ) Ο άνεμος (Wind).
 - (i) Η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου (Wind direction and wind speed). σε 10 m από το έδαφος.
 - (ii) Η διεύθυνση και ταχύτητα καθ' ύψος.
- (ε) Θερμοκρασία εδάφους (Soil temperature).
 - (i) Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους.
 - (ii) Η θερμοκρασία σε διάφορα βάθη μέσα στο έδαφος.
- (στ) Η εξάτμιση (Evaporation).
- (ζ) Η ηλιοφάνεια (Duration of sunshine).

2.2 Μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία εκτιμούνται.

- (α) Η νέφωση (Nebulosity).
- (β) Η ορατότητα (Visibility).

2.3 Μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται όταν λάβουν χώρα.

- (α) Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (precipitation): βροχή (rain) και χιόνι (snow).
- (β) Διάφορα φαινόμενα (miscellaneous phenomena), που αναφέρεται με σύμβολο η εμφανισή τους (Πίνακας 2.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Ονομασία και συμβολισμός διαφόρων φαινομένων.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	PHENOMENA	ΣΥΜΒΟΛΑ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	PHENOMENA	ΣΥΜΒΟΛΑ
Βροχή	Rain	●	Συννεφιά	Cloudiness	●
Χιόνι	Snow	✗	Σιφών	Spout)(
Χαλάζι	Hail	▲	Ομίχλη	Fog	≡
Χιονόβροχο	Sleet	✳	Ξηρά αχλώς	Haze	∞
Ψεκάδες	Drizzle	,	Υγρά αχλώς	Mist	=
Χιονοχάλαζα	Ice pellets (type b)	△	Δρόσος	Dew	△
Κοκκοι πάγου	Ice pellets (type a)	△	Πάχνη	Hoar frost	□
Κοκκοι χιονιού	Snow grains	△	Ηλιοφάνεια	Duration of sunshine	○
Κοκκώδες χιόνι	Snow pellets	✗	Ανεμος με σκόνη ή άμμο	Blowing dust or sand	⌚
Ραγδαία βροχή	Shower	●	Ανεμος με χιόνι	Blizzard	↔
Χιονοσκεπές έδαφος	Ground covered with snow	✗	Εξαιρετική ορατότητα	Clarity	✕
Βροχο-κρύσταλλος	Glaze	~	Ουράνιο τόξο	Rainbow	⌒
Παγετός	Frost	~	Στέμα ηλίου	Solar corona	○
Αστρωμή	Lightning	↖	Στέμα σελήνης	Lunar corona	◐
Βροντή	Thunder	Τ	Αλως ηλίου	Solar halo	⊕
Καταιγίδα	Thunderstorm	Κ	Αλως σελήνης	Lunar halo	◑

- 2.4 Μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η μέτρηση γίνεται σε ορισμένους μόνο σταθμούς στη χώρα μας.
- (α) Η ηλιακή ακτινοβολία και η γήινη ακτινοβολία (Solar and terrestrial radiation).
- (β) Οι μετρήσεις της ανώτερης ατμόσφαιρας (Upper air observations).

3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

3.1 Κλιματικές παράμετροι από συνεχείς μετεωρολογικές παρατηρήσεις και μετρήσεις.

(α) Ατμοσφαιρική πίεση.

- (i) Μέση ημερήσια (ανοιγμένη στη στάθμη της θάλασσας και σε 0°C).
- (ii) Μέση μηνιαία, ετήσια.
- (iii) Ελάχιστο ημερήσιο και μηνιαίο.
- (iv) Μέγιστο ημερήσιο και μηνιαίο.

(β) Θερμοκρασία του αέρα

- (i) Μέση ημερήσια θερμοκρασία, απόλυτη ελάχιστη, απόλυτη μέγιστη.
- (ii) Μέση μηνιαία, μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη.
- (iii) Μέση ετήσια, μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη.
- (iv) Αριθμός ημερών κατά μήνα και κατ' έτος για τις θερμοκρασίες:
 - μερικού παγετού (ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη από 0°C),
 - έντονου παγετού (ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη από -5°C),
 - πολύ έντονου παγετού (ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη από -10°C),
 - ολικού παγετού (μέγιστη θερμοκρασία μικρότερη από 0°C).
- (v) Ημέρα πρώτου και τελευταίου παγετού.
- (vi) Διάρκεια περιόδου χωρίς παγετό.
- (vii) Αριθμός ημερών κατά μήνα και κατ' έτος με θερμοκρασίες:
 - μεγαλύτερες από 25°C ,
 - μεγαλύτερες από 30°C ,
 - μεγαλύτερες από 35°C (καύσωνας).

(γ) Υγρασία του αέρα

- (i) Ελάχιστη ημερήσια, μηνιαία, ετήσια απόλυτη υγρασία.
- (ii) Μέγιστη ημερήσια, μηνιαία, ετήσια απόλυτη υγρασία.
- (iii) Μέση μηνιαία και ετήσια απόλυτη υγρασία.
- (iv) Μέση μηνιαία και ετήσια σχετική υγρασία.

(δ) Ανεμος

- (i) Μέση ημερήσια, μηνιαία και ετήσια ταχύτητα και η επικρατέστερη διεύθυνση.
- (ii) Μέση μηνιαία, ετήσια ταχύτητα των ωρών παρατήρησης 8.00, 14.00 και 20.00.
- (iii) Μέγιστη ημερήσια, μηνιαία ταχύτητα με την αντίστοιχη διεύθυνση.
- (iv) Αριθμός ημερών όπου ο άνεμος ξεπέρασε το όριο των 17.2 m/sec ή 62 km/h (θύελλα).

- (v) Συχνότητες των διαφόρων διευθύνσεων και απνοιών.
- (vi) Συχνότητες κατά διεύθυνση και ταχύτητα (Wind rose).
- (vii) Ωριαίες, ημερήσιες και μηνιαίες τιμές ριπής ανέμου.

(ε) Θερμοκρασία εδάφους

- (i) Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές στην επιφάνεια ακάλυπτου και χλοερού εδάφους.
- (ii) Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές στα βάθη 0.02, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.30, 0.40 και 0.50 m, καθώς και μέσα σε κύπελλα στα βάθη 0.30, 0.60, 0.90 και 1.20 m. Τακτικές παρατηρήσεις στις 8.00, 14.00 και 20.00 LST.
- (iii) Αριθμός ημερών που υπερβαίνει τους 5°C στα 0.50 m.
- (iv) Ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας στην επιφάνεια λιμνών και δεξαμενών.

(στ) Εξάτμιση

- (i) Ημερήσια εξάτμιση.
- (ii) Μηνιαία, ετήσια εξάτμιση.
- (iii) Μέση ετήσια εξάτμιση λιμνών.

(ζ) Ήλιοφάνεια

- (i) Ημερήσια διάρκεια σε ώρες.
- (ii) Μηνιαία και ετήσια διάρκεια σε ώρες.
- (iii) Αριθμός ημερών του μήνα ηλιόλουστης μέρας.
- (iv) Αριθμός ημερών μηδενικής και μέγιστης ηλιοφάνειας.
- (v) Ημερήσιο, μηνιαίο, ετήσιο κλάσμα σχετικής ηλιοφάνειας.

3.2 Κλιματικές παράμετροι από μετεωρολογικά στοιχεία τα οποία εκτιμούνται.

(α) Νέφωση

- (i) Μέση ημερήσια νέφωση.
- (ii) Μέση μηνιαία, μέση ετήσια.
- (iii) Μέση μηνιαία, ετήσια για κάθε ώρα παρατήρησης.
- (iv) Αριθμός ανέφελων ημερών κατά μήνα και έτος.
- (v) Αριθμός νεφελωδών ημερών κατά μήνα και έτος.
- (vi) Αριθμός νεφοσκεπών ημερών κατά μήνα και έτος.

(β) Ορατότητα

- (i) Παρατηρήσεις προς ξηρά και θάλασσα στις 14.00.
- (ii) Μηνιαίος και ετήσιος αριθμός ωρών με ορατότητα μικρότερη από 1 km.

3.3 Κλιματικές παράμετροι από μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται όταν λάβουν χώρα.

3.3.1 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

(a) Βροχοπτώσεις

- (i) Ημερήσιο ύψος βροχής.
- (ii) Μηνιαίο ύψος βροχής.
- (iii) Ετήσιο ύψος βροχής.
- (iv) Αριθμός ημερών βροχής κατά μήνα και κατ' έτος.
- (v) Διάρκεια βροχής σε ώρες κατά ημέρα, μήνα και έτος.
- (vi) Αριθμός ημερών βροχής όπου το ύψος βροχής έφτασε ή ξεπέρασε τα 1, 5, 10, 20, 50, 50 και 100 mm.
- (vii) Μέγιστο ημερήσιο ύψος βροχής κατά μήνα.
- (viii) Η μέγιστη ένταση ανά ημέρα, ώρα, 10λεπτο, 5λεπτο.

(B) Χιονοπτώσεις και χιονοκάλυψη

- (i) Μηνιαίος, ετήσιος αριθμός ημερών χιόνος.
- (ii) Μέγιστο μηνιαίο και ετήσιο πάχος χιόνος.
- (iii) Αριθμός ημερών χιόνος με περισσότερο από 1 cm.
- (iv) Μέση πυκνότητα στο μέγιστο πάχος.
- (v) Πρώτη και τελευταία μέρα χιονοκάλυψης.
- (vi) Ετήσιος αριθμός ημερών με χιονοκάλυψη.

3.3.2 Διάφορα φαινόμενα

Σημειώνεται με σύμβολα η ημερήσια εμφάνιση των φαινομένων και ο συνολικός αριθμός εμφάνισης κατά τη διάρκεια του μήνα και του έτους.

3.4 Κλιματικές παράμετροι από μετεωρολογικά στοιχεία των οποίων η παρατήρηση και η μέτρηση γίνεται σε ορισμένους μόνο σταθμούς στη χώρα μας.

(a) Ακτινοβολία

- (i) Μέση μηνιαία και ετήσια ολική ηλιακή ακτινοβολία (Global solar radiation).
- (ii) Μέση μηνιαία και ετήσια σχετική ολική ηλιακή ακτινοβολία (Relative global solar radiation).

- (iii) Μέση μηνιαία και ετήσια ατμοσφαιρική ακτινοβολία εκπεμπομένη προς τα κάτω (downward atmospheric radiation).
- (iv) Μέση μηνιαία και ετήσια ακτινοβολία εκπεμπομένη προς τα πάνω (upward all-wave radiation).
- (v) Μέση μηνιαία και ετήσια καθαρή συνολική ακτινοβολία (Net total radiation).

(β) Μετρήσεις ανώτερης ατμόσφαιρας

Αντίστοιχες κλιματικές παράμετροι της πίεσης, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της διεύθυνσης και έντασης του ανέμου, στη σταθερή επιφάνεια του εδάφους, των 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 200, 150 και 100 mb, καθώς και την τροπόπαυση.

4 ΤΡΟΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Τα συνηθέστερα κλιματικά στοιχεία εκφράζονται με τους μέσους όρους, τα αθροίσματα, τις συχνότητες και τις ακραίες τιμές.

Τα στοιχεία για τα οποία υπολογίζεται ο μέσος όρος είναι: Η ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία, η υγρασία, η τάση ατμών, η ταχύτητα του ανέμου κ.α. Είναι συνεχείς μεταβλητές των οποίων η ημερήσια μεταβολή παρουσιάζει μια ημιτονοειδή κύμανση.

Τα στοιχεία τα οποία εκφράζονται με αθροίσματα είναι: Οι βροχοπτώσεις, η εξάτμιση, η ηλιοφάνεια κ.α.

Ορισμένα άλλα στοιχεία, όπως π.χ. η διεύθυνση του ανέμου, οι καταιγίδες κ.λ.π. εκφράζονται με τη συχνότητα εμφάνισής τους, ενώ τα ακραία φαινόμενα εκφράζονται με την συχνότητα εμφάνισης και την έντασή τους.

4.1 Υπολογισμός των μέσων όρων

4.1.1 Θερμοκρασία του αέρα. Εφόσον ο σταθμός διαθέτει θερμογράφο και θερμόμετρο, ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας γίνεται με τη χρησιμοποίηση των 24 ωριαίων τιμών θερμοκρασίας, που προκύπτουν από την επεξεργασία του θερμογράφου και διόρθωση αυτών των τιμών σε σχέση με τις τιμές του θερμομέτρου που παίρνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{24} t_i}{24} \quad (4.1)$$

όπου t_i η διορθωμένη ωριαία θερμοκρασία
 \bar{x} η πραγματική ημερήσια θερμοκρασία.

Σε περίπτωση που ο σταθμός δε διαθέτει θερμογράφο ή για λόγους έλλειψης προσωπικού ή κόστους δεν έχει γίνει η επεξεργασία των ταινιών, ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας είναι δυνατό να γίνει με τη χρησιμοποίηση των 8 τριωριαίων θερμοκρασιών.

$$\bar{x} = \frac{t_2 + t_5 + t_8 + t_{11} + t_{14} + t_{17} + t_{20} + t_{23}}{8} \quad (4.2)$$

Ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας με αυτόν τον τρόπο δίνει αποτέλεσμα που ουσιαστικά δε διαφέρει από τον προηγούμενο υπολογισμό.

Απλούστερος είναι ο τρόπος υπολογισμού της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας με τη χρησιμοποίηση των τριών χαρακτηριστικών ωριαίων τιμών θερμοκρασίας στις 8.00, 14.00 και 20.00.

$$\bar{x} = \frac{t_8 + t_{14} + t_{20}}{3} \quad (4.3)$$

ή και

$$\bar{x} = \frac{t_8 + t_{14} + 2 t_{20}}{4} \quad (4.4)$$

Τέλος, ακόμα απλούστερος είναι ο τρόπος υπολογισμού της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας που προκύπτει από το ημιάθροισμα των ακραίων θερμοκρασιών:

$$\bar{x} = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2} \quad (4.5)$$

Κατά κανόνα, ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας από το ημιάθροισμα των ακραίων θερμοκρασιών δίνει τιμές, κατά μερικά δέκατα του βαθμού, μεγαλύτερες της πραγματικής μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

(a) Για κάθε ημέρα σημειώνεται:

- (i) Η ελάχιστη θερμοκρασία: t_{\min}
- (ii) Η μέγιστη θερμοκρασία: t_{\max}
- (iii) Το ημιάθροισμά τους: $(t_{\min} + t_{\max})/2$
- (iv) Το ημερήσιο εύρος: $t_{\max} - t_{\min}$

Για περιόδους μεγαλύτερες της μιας των 5 ή 10 ημερών, ενός μήνα ή έτους, η μέση θερμοκρασία της περιόδου είναι ίση με το άθροισμα των ημερήσιων θερμοκρασιών πρός το σύνολο των ημερών της περιόδου. Π.χ. για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας έχουμε:

$$\overline{x}_\mu = \frac{\sum_{i=1}^{30} t_i}{30} \quad (4.6)$$

όπου t_i η μέση ημερήσια θερμοκρασία υπολογισμένη με έναν από τους τρόπους που περιγράψαμε προηγούμενα.

(β) Για κάθε μήνα συνήθως υπολογίζεται :

- (i) Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία
- (ii) Η μέση μέγιστη θερμοκρασία
- (iii) Η μέση μηνιαία θερμοκρασία
- (iv) Το μέσο ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας
- (v) Η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία
- (vi) Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία
- (vii) Το απόλυτο εύρος θερμοκρασίας του μήνα, που είναι η διαφορά της απόλυτης ελάχιστης από την απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία.
- (viii) Επίσης υπολογίζεται η διαφορά της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας με τους 18°C (Degree days), καθώς και οι ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης δηλαδή η διαφορά της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας από τους 5 και 10°C .

Η μέση ετήσια θερμοκρασία (χ_e) υπολογίζεται από τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, χωρίς να λάβουμε υπόψη τη διαφορετική διάρκεια των μηνών.

$$\overline{x}_e = \frac{\sum_{i=1}^{12} t_i}{12} \quad (4.7)$$

όπου t_i η μέση μηνιαία θερμοκρασία

Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι η διαφορά της μέσης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα (συνήθως ο Ιανουάριος) από τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα.

Σαν οργανα μέτρησης της θερμοκρασίας του αέρα χρησιμοποιούνται: Θερμόμετρα υγρού (υδραργύρου, οινοπνεύματος), μεταλλικά θερμόμετρα, ηλεκτρικά θερμόμετρα, μεγιστοβάθμια (υδραργύρου), ελαχιστοβάθμια (οινοπνεύματος), αυτογραφικά θερμόμετρο ή Θερμογράφοι, φωτογραφικοί θερμογράφοι, μεγίστου κι ελαχίστου (π.χ. Six-Bellani), κ.ά.

4.1.1.1 Διόρθωση τιμών αυτογραφικού οργάνου. Για την διόρθωση των τιμών ενος αυτογραφικού οργάνου (π.χ. της θερμοκρασίας ενος θερμογράφου), σε σχέση με τις τιμές ενος μετρητικού οργάνου (π.χ. του θερμομέτρου), ακολουθείται η διαδικασία που φαίνεται στον Πίνακα 4.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

Διόρθωση τιμών θερμογράφου

ΩΡΕΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) (ΑΠΟ ΤΑΙΝΙΑ ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΟΥ)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΟΥ - ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ)	ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ
7.00	13.2		
8.00	13.6	0.5	14.1
9.00	13.7	0.5	14.2
10.00	14.0	0.5	14.5
11.00	14.6	0.6	15.2
12.00	15.0	0.6	15.6
13.00	16.1	0.7	16.8
14.00	17.0	0.7	17.7
15.00	17.2	0.5	17.7
16.00	16.0	0.3	16.3
17.00	15.0	0.1	15.1
18.00	14.0	0.0	14.0
19.00	13.0	-0.1	12.9
20.00	12.0	-0.3	11.7
21.00	11.9		
22.00	11.7		
23.00	11.5		
24.00	11.2		

Υποθέτουμε ότι από την επεξεργασία της ταινίας του θερμογράφου για το διάστημα μίας ημέρας προέκυψαν οι τιμές θερμοκρασίας του Πίνακα 4.1. Για τον ίδιο σταθμό η θερμοκρασία που μετρήθηκε με το ξηρό θερμόμετρο τις ώρες 8.00, 14.00 και 20.00 ήταν αντίστοιχα 14.1, 17.7 και 11.7 °C. Η διαφορά θερμοκρασίας του θερμογράφου από την αντίστοιχη του θερμομέτρου για τις ώρες 8.00, 14.00 και 20.00 είναι αντίστοιχα 0.5, 0.7 και -0.3 °C. Υποθέτοντας ότι η κατανομή του σφάλματος είναι γραμμική, γίνεται η κατανομή του σφάλματος όπως στο παράδειγμα του Πίνακα 4.1. Οπως διαπιστώνουμε, στο διάστημα 8.00 - 14.00 το σφάλμα ακολουθεί ανοδική πορεία, ενώ στο διάστημα 14.00 - 20.00 ακολουθεί καθοδική πορεία. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η διόρθωση όλων των τιμών του θερμογράφου.

Εφόσον ο σταθμός διαθέτει παρατηρήσεις θερμομέτρου ανά τρίωρο όπως π.χ. οι συνοπτικοί σταθμοί της E.M.Y., τότε η διόρθωση γίνεται με βάση τις 8 τριωριαίες παρατηρήσεις θερμοκρασίας, με τον ίδιο τρόπο όπως στο ανωτέρω παράδειγμα.

4.1.2 Ατμοσφαιρική πίεση. Μετρείται σε mm Hg ή mb. Η σχέση μεταξύ τους είναι:

$$1 \text{ mm Hg} = 1.33 \text{ mb} \quad \text{ή} \quad 1 \text{ mb} = 0.75 \text{ mm Hg.}$$

Η μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης γίνεται αφενός με τα υδραργυρικά βαρόμετρα, αφετέρου με τους βαρογράφους. Σε κάθε μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης λαμβάνεται και η θερμοκρασία του χώρου όπου είναι τοποθετημένο το βαρόμετρο. Οι τιμές της ατμοσφαιρικής πίεσης που παίρνονται με το υδραργυρικό βαρόμετρο θα πρέπει να αναγονται στους 0 °C. Η αναγωγή γίνεται με τη βοήθεια της εξίσωσης (4.8), όπου τον κυριότερο ρόλο παίζει η θερμοκρασία.

$$\eta_0 = \frac{\eta \theta}{1 + \kappa \theta} \tag{4.8}$$

όπου η_0 η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στους 0 °C,

η η μετρηθείσα ατμοσφαιρική πίεση σε θερμοκρασία θ και

κ ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του υδραργύρου.

Εφόσον ο σταθμός διαθέτει βαρογράφο η διόρθωση των τιμών της ατμοσφαιρικής πίεσης που προκύπτουν από την επεξεργασία της ταινίας του βαρογράφου γίνεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο διόρθωσης της θερμοκρασίας. Στην περίπτωση αυτή σαν τιμές της ατμοσφαιρικής πίεσης του βαρομέτρου χρησιμοποιούνται οι ανηγμένες τιμές στους 0 °C.

Ο υπολογισμός των κλιματικών παραμέτρων της ατμοσφαιρικής πίεσης γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως και στη θερμοκρασία είτε πρόκειται για μετρήσεις που προέρχονται από βαρόμετρο είτε από βαρογράφο.

Εκτός από την επεξεργασία που περιγράψαμε προηγουμένως και που αφορά την ατμοσφαιρική πίεση στο υψόμετρο του σταθμού είναι δυνατόν να γίνει αναγωγή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας. Στην περίπτωση αυτή για κάθε 10.0m υψόμετρο προστίθεται στην ανηγμένη τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στους 0°C τιμή ίση με 1.3 mm Hg κι εφόσον η θερμοκρασία του αέρα περιλαμβάνεται ανάμεσα στους -15°C και 0°C , προστίθεται τιμή 1.2 mm Hg για θερμοκρασία που περιλαμβάνεται ανάμεσα στους 5°C και 20°C και τιμή 1.1 mm Hg για θερμοκρασία ανάμεσα στους 25°C και 40°C .

Μια ακόμα διόρθωση είναι δυνατόν να γίνει λόγω γεωγραφικού πλάτους. Για την χώρα μας αφαιρείται μια τιμή που κυμαίνεται από 0.6 mm Hg μέχρι 0.2 mm Hg (Πίνακας 4.2).

Οργανα μέτρησης ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το υδραργυρικό βαρόμετρο (π.χ. Fortin, Renou, Kew, Gay-Lussac), το μεταλλικό βαρόμετρο (π.χ. Bourdon), το αυτογραφικό βαρόμετρο ή βαρογράφος, κ.ά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Διόρθωση τιμών ατμοσφαιρικής πίεσης λόγω γεωγραφικού πλάτους.

Γεωγραφικό πλάτος (N)	36°	38°	40°	42°
Διόρθωση	-0.6 mm Hg	-0.5 mm Hg	-0.3 mm Hg	-0.2 mm Hg

4.1.3 Υγρασία αέρα. Η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε υδρατμούς μπορεί να εκφραστεί με πολλούς τρόπους. Υπάρχουν δύο ομάδες υγρομετρικών παραμέτρων:

- (α) εκείνες που εξαρτώνται μόνο από το ποσό των υδρατμών στον αέρα και είναι γνωστές σαν απόλυτες μετρήσεις και
- (β) εκείνες που εξαρτώνται όχι μόνο από το ποσό των υδρατμών, αλλά επίσης και από τη θερμοκρασία του αέρα και είναι γνωστές σαν σχετικές μετρήσεις.

Για κάθε μια από τις ακόλουθες υγρομετρικές παραμέτρους υπολογίζονται οι μέσες ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες τιμές.

- (α) Τάση ατμών και τάση κορεσμένων ατμών,
- (β) Απόλυτη υγρασία,
- (γ) Σημείο δρόσου,
- (δ) Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου και
- (ε) Σχετική υγρασία.

Τα όργανα τα οποία κυρίως χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό και την καταγραφή της υγρασίας του αέρα είναι:

- (α) Το ψυχρόμετρο August. Το ψυχρόμετρο August τοποθετείται εντός μετεωρολογικού κλωβού και η μέτρηση της θερμοκρασίας του ξηρού και του υγρού θερμομέτρου γίνεται τις κανονικές ώρες παρατήρησης δηλαδή 1, 2, 3 ή 8 φορές την ημέρα.
- (β) Ο υγρογράφος δια τριχών. Με τη χρήση υγρογράφου δια τριχών είναι δυνατή η καταγραφή της σχετικής υγρασίας κατά τη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος, που μπορεί να είναι η ημέρα ή η εβδομάδα.

Αλλα όργανα μέτρησης της υγρασίας είναι: το περιστρεπτό ψυχρόμετρο, το αναρροφητικό ψυχρόμετρο (π.χ. Assman), το αυτογραφικό ψυχρόμετρο, το συμπυκνωτικό υγρόμετρο, το υγρόμετρο του Daniell, το χημικό υγρόμετρο απορρόφησης, το ηλεκτρικό υγρόμετρο, ο υγρογράφος, κ.ά.

4.1.3.1 Τάση των ατμών (e) και τάση των κορεσμένων ατμών (e_s). Κάθε ένα από τα αέρια της ατμόσφαιρας συμμετέχει στην ολική ατμοσφαιρική πίεση, δηλαδή, κάθε αέριο ασκεί μία κάποια μερική πίεση. Ετσι στη στάθμη της θάλασσας, το άζωτο έχει μία μερική πίεση από 750 mb, το οξυγόνο 230 mb και οι υδρατμοί μεταξύ 5 και 30 mb. Η συνεισφορά των υδρατμών στην ολική ατμοσφαιρική πίεση είναι γνωστή σαν τάση των ατμών (e).

Επειδή η πίεση των ατμών μεταβάλλεται μόνον όταν μεταβληθεί η ποσότητα των υδρατμών στον αέρα, το e είναι απόλυτο μέτρο της ποσότητας των υδρατμών στον αέρα. Υπάρχει κάποιο ανώτερο όριο στην τιμή της τάσης των ατμών. Αυτό το ανώτερο όριο είναι γνωστό σαν τάση των κορεσμένων ατμών e_s ή μέγιστη τάση και καθορίζει τη μέγιστη πίεση που ασκούν οι υδρατμοί σε μία δοσμένη θερμοκρασία. Στο σημείο αυτό, η τάση των ατμών είναι ίση με τη μέγιστη τάση ($e = e_s$). Είναι ευνόητο ότι το e_s είναι ένα σχετικό μέτρο της ατμοσφαιρικής υγρασίας αφού εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία.

Ο υπολογισμός της τάσης των υδρατμών, της απόλυτης και της σχετικής υγρασίας γίνεται με την εφαρμογή ορισμένων εξισώσεων και τη χρήση ορισμένων πινάκων.

Η μέγιστη τάση ατμών e_s εκφρασμένη σε mb, δίνεται από:

- (i) τον εμπειρικό τύπο των Magnus-Tetens:

$$e_s = e_{so} \times 10^{\frac{\alpha T}{\beta + T}} \quad (4.9)$$

όπου $e_{so} = 6.11$ mb

$\alpha = 7.5$ και $\beta = 237.3$ °C, πάνω από το νερό,

$\alpha = 9.7$ και $\beta = 265.5$ °C, πάνω από τον πάγο,

T είναι η θερμοκρασία του αέρα σε °C.

- (ii) τη σχέση:

$$\log e_s = 9.4041 - \frac{2354}{T} \quad (4.10)$$

όπου T είναι η θερμοκρασία του αέρα σε °K

- (iii) την εξίσωση των Clausius-Clapeyron:

$$\frac{de_s}{dT} = \frac{e_s L_v}{R_v T^2} \quad (4.11)$$

όπου L_v είναι η λανθάνουσα θερμότητα εξαερώσεως του νερού,

R_v ειδική σταθερά των υδρατμών και

T είναι η θερμοκρασία του αέρα σε °K.

Η τάση των ατμών ε υπολογίζεται από τη σχέση :

$$e = e_s(T_w) - a H (T - Tw) \quad (4.12)$$

όπου $e_s(T_w)$ είναι η μέγιστη τάση ατμών που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου (Πίνακας 4.3),

a είναι η ψυχρομετρική σταθερά, που για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 0 °C λαμβάνεται κατά προσέγγιση ίση με $a = 0.00079$, ενώ για μικρότερες από 0 °C λαμβάνεται $a = 0.00069$,

H είναι η ατμοσφαιρική πίεση ίση με 750 mm Hg,

T η θερμοκρασία του αέρα σε °C και

T_w η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου σε °C.

4.1.3.2 Απόλυτη υγρασία (p_w) Καθορίζει το ποσό των υδρατμών σε γραμμάρια που περιέχεται σε δοσμένο όγκο υγρού ατμοσφαιρικού αέρα. Η απόλυτη υγρασία δίνεται από τη σχέση:

$$p_w = \frac{m_u}{V} \quad (4.13)$$

οπου m_u η μάζα των υδρατμών σε gr/m³
 V ο όγκος του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα.

Η απόλυτη υγρασία συνδέεται με την τάση ατμών με την εξίσωση:

$$p_w = \frac{e M_u}{R T} = \frac{1.06 e}{1 + 0.0037 T} \quad (4.14)$$

όπου M_u το μοριακό βάρος του ίδατος και
 T η θερμοκρασία του αέρα σε °C.

Στις συνηθισμένες μετεωρολογικές συνθήκες, ο λόγος $1.06/(1+0.0037 T)$ ελάχιστα διαφέρει από τη μονάδα, οπότε η σχέση 4.14 γίνεται:

$$p_w = e \quad (4.15)$$

Δηλαδή σε πρακτικές εφαρμογές, η απόλυτη υγρασία και η τάση των υδρατμών εκφράζονται με τον ίδιο αριθμό, όταν η τάση e έχει υπολογιστεί σε mm Hg και η απόλυτη υγρασία p_w σε gr/m³. Το ίδιο ισχύει και όταν η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη με υδρατμούς ($e=e_s$).

4.1.3.3 Σημείο δρόσου (T_d). Το σημείο δρόσου είναι το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο μέγεθος στη Μετεωρολογία γιά την έκφραση της ατμοσφαιρικής υγρασίας. Το σημείο δρόσου ορίζεται σαν η θερμοκρασία στην οποία παρουσιάζεται συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας ($RH=100\%$), όταν αυτή αρχίζει να ψύχεται κάτω από σταθερή πίεση.

Στην περίπτωση αυτή η τάση e των υδρατμών που υπάρχουν, γίνεται ίση με τη μέγιστη τάση e_s των ίδιων αυτών υδρατμών στη θερμοκρασία του σημείου δρόσου (T_d). Με την εφαρμογή της σχέσης των Magnus-Tetens έχουμε:

$$e = e_s(T_d) = e_{so} \times 10^{\frac{\alpha T_d}{\beta + T_d}} \quad (4.16)$$

4.1.3.4 Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (T_w). Αυτή είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να ψυχθεί ένα δείγμα αέρα με την διεργασία της εξάτμισης μέσα σε αυτό, κάτω από σταθερή πίεση και με δαπάνη ενέργειας από το ίδιο το δείγμα.

Από τον ορισμό προκύπτει ότι:

- (i) για τον ακόρεστο ατμοσφαιρικό αέρα $T > T_w > T_d$
- (ii) για τον κορεσμένο ατμοσφαιρικό αέρα $T = T_w = T_d$.

Η θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του αέρα και είναι πολύ χρήσιμη για τον προσδιορισμό της τάσης των ατμών, της σχετικής υγρασίας και της "tautotetraς" μιας αέριας μάζας. Βρίσκει σημαντικές εφαρμογές τόσο στη Μετεωρολογία, όσο και στην Κλιματολογία. Προσδιορίζεται με ειδικό όργανο, το υγρό θερμόμετρο.

4.1.3.5 Σχετική υγρασία (RH). Την πιο κοινή έκφραση της ατμοσφαιρικής υγρασίας αποτελεί η σχετική υγρασία του αέρα. Αυτή χαρακτηρίζει τον λόγο της μάζας m_u των υδρατμών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα σε μια δεδομένη τιμή θερμοκρασίας και πίεσης προς τη μάζα υδρατμών m_{su} , την οποία ο αέρας είναι ικανός να κρατήσει στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

Η σχετική υγρασία RH υπολογίζεται από τη σχέση:

$$RH = \frac{m_u}{m_{su}} = \frac{m_u / V}{m_{su} / V} = \frac{1.06 e / (1+0.0037 T)}{1.06 e_s / (1+0.0037 T)} = \frac{e}{e_s} \quad (4.17)$$

όπου e η τάση ατμών όπως υπολογίστηκε προηγούμενα και
 e_s η μέγιστη τάση ατμών που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου.

Γενικά, η τιμή της RH είναι μικρότερη της μονάδας και γι' αυτό εκφράζεται σε εκατοστιαία τιμή (%), δηλαδή:

$$RH = \frac{e}{e_s} \times 100 \quad (4.18)$$

Πολλές φορές η ατμόσφαιρα γίνεται υπέρκορη με υδρατμούς και τότε ισχύει $RH > 100\%$.

Από την επεξεργασία της ταινίας του υγρογράφου προκύπτουν ωριαίες τιμές σχετικής υγρασίας οι οποίες θα πρέπει να διορθωθούν. Η διόρθωση γίνεται σε σχέση με τις τιμές της σχετικής υγρασίας που υπολογίζονται με βάση τις τιμές θερμοκρασίας του ξηρού και του υγρού θερμομέτρου. Η διαδικασία της διόρθωσης είναι ακριβώς ίδια με εκείνη της θερμοκρασίας.

4.1.3.6 Παράδειγμα υπολογισμού υγρομετρικών παραμέτρων.

Εστω $T = 26.6^{\circ}\text{C}$, $T_w = 17.3^{\circ}\text{C}$ οι ενδείξεις του ψυχρομέτρου και $H = 720 \text{ mm Hg}$ η ατμοσφαιρική πίεση.

Από τον Πίνακα 4.3 για $T_w = 17.3^{\circ}\text{C}$ η μέγιστη τάση ατμών είναι: 14.67 mm Hg

από τον Πίνακα 4.4 για $T - T_w = 9.3^{\circ}\text{C}$ η μέγιστη τάση ατμών είναι: $\underline{5.51 \text{ mm Hg}}$

διαφορά: 9.16 mm Hg

από τον Πίνακα 4.5 για $T - T_w = 9.3^{\circ}\text{C}$ και $H = 770 \text{ mmHg}$,

γίνεται διόρθωση: $\underline{+ 0.20 \text{ mm Hg}}$

Άρα η τελική τιμή της απόλυτης υγρασίας είναι: 9.36 mm Hg

Οταν η ατμοσφαιρική πίεση είναι μικρότερη από 750 mm Hg τότε η διόρθωση προστίθεται, ενώ διαφορετικά αφαιρείται.

Για την εύρεση της σχετικής υγρασίας αρκεί να διαιρέσουμε την απόλυτη υγρασία με τη μέγιστη τάση ατμών που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του αέρα. Ετσι από τον Πίνακα 4.3 για $T = 26.6^{\circ}\text{C}$, η μέγιστη τάση ατμών είναι $e_s = 25.86 \text{ mm Hg}$ επομένως η σχετική υγρασία (RH) είναι:

$$RH = 9.36 / 25.86 = 0.36 \quad \text{ή} \quad RH = 36\% .$$

Τέλος, για την εύρεση της θερμοκρασίας δρόσου αρκεί στον Πίνακα 4.3 να αναζητήσουμε σε ποιά θερμοκρασία αντιστοιχεί η υπολογισθείσα απόλυτη υγρασία $r_w = e_s = 9.36$. Ετσι η αντιστοιχη θερμοκρασία δρόσου είναι $T_d = 10.4^{\circ}\text{C}$.

Ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας (καθώς και της απόλυτης υγρασίας και της τάσης ατμών) γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στη θερμοκρασία του αέρα, δηλαδή εφόσον ο σταθμός διαθέτει υγρογράφο ο υπολογισμός γίνεται με βάση τις 24 ωριαίες τιμές υγρασίας. Σε αντίθετη περίπτωση ο υπολογισμός γίνεται με τη χρήση των τριών ωριαίων τιμών (8.00, 14.00 και 20.00), ή των οκτώ ωριαίων τιμών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

Μέγιστες τάσεις υδρατμών e_s σε συνάρτηση της θερμοκρασίας υγρού θερμομέτρου T_w .

T_w °C	ΔΕΚΑΤΑ ΒΑΘΜΟΥ										
	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9	
-29°	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	
-28	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	
-27	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	
-26	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	
-25	0.61	0.60	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	0.56	0.56	
-24	0.66	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.62	0.61	
-23°	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	0.67	
-22°	0.79	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.73	
-21°	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.82	0.81	0.81	0.80	
-20°	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90	0.89	0.88	0.87	
-19	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	
-18	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	
-17	1.22	1.24	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	
-16	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	1.23	
-15	1.44	1.43	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	
-14	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	
-13	1.69	1.68	1.67	1.65	1.64	1.63	1.61	1.60	1.59	1.57	
-12	1.84	1.82	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.74	1.72	1.71	
-11	1.99	1.97	1.96	1.94	1.93	1.91	1.90	1.88	1.87	1.85	
-10	2.15	2.13	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05	2.04	2.02	2.00	
-9	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.24	2.22	2.20	2.19	2.17	
-8	2.51	2.50	2.48	2.46	2.44	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	
-7	2.72	2.69	2.67	2.65	2.63	2.61	2.59	2.57	2.55	2.53	
-6	2.93	2.91	2.89	2.86	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	
-5	3.16	3.14	3.11	3.09	3.07	3.04	3.02	3.00	2.98	2.95	
-4	3.41	3.38	3.36	3.33	3.31	3.28	3.26	3.23	3.21	3.18	
-3	3.67	3.64	3.62	3.59	3.56	3.54	3.51	3.48	3.46	3.43	
-2	3.95	3.92	3.89	3.86	3.84	3.81	3.78	3.75	3.72	3.70	
-1	4.25	4.22	4.19	4.16	4.13	4.10	4.07	4.04	4.01	3.98	
-0	4.57	4.54	4.50	4.47	4.44	4.41	4.37	4.34	4.31	4.28	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 (συνέχεια)

Μέγιστες τάσεις υδρατμών e_s σε συνάρτηση της θερμοκρασίας υγρού θερμομέτρου T_w .

T_w °C	ΔΕΚΑΤΑ ΒΑΘΜΟΥ									
	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9
+ 0°	4.57	4.61	4.64	4.67	4.70	4.74	4.77	4.80	4.84	4.87
1	4.91	4.94	4.98	5.02	5.05	5.09	5.12	5.16	5.20	5.23
2	5.27	5.31	5.35	5.39	5.42	5.46	5.50	5.54	5.58	5.62
3	5.66	5.70	5.74	5.78	5.82	5.86	5.90	5.94	5.99	6.03
4	6.07	6.11	6.15	6.20	6.24	6.28	6.33	6.37	6.42	6.46
5	6.51	6.55	6.60	6.64	6.69	6.74	6.78	6.83	6.88	6.92
6	6.97	7.02	7.07	7.12	7.17	7.22	7.26	7.31	7.36	7.42
7	7.47	7.52	7.57	7.62	7.67	7.72	7.78	7.83	7.88	7.94
8	7.99	8.05	8.10	8.15	8.21	8.27	8.32	8.38	8.43	8.49
9	8.55	8.61	8.66	8.72	8.78	8.84	8.90	8.96	9.02	9.08
10	9.14	9.20	9.26	9.32	9.39	9.45	9.51	9.58	9.64	9.70
11	9.77	9.83	9.90	9.96	10.03	10.09	10.16	10.23	10.30	10.36
12	10.43	10.50	10.57	10.64	10.71	10.78	10.85	10.92	10.99	11.07
13	11.14	11.21	11.28	11.36	11.43	11.50	11.58	11.66	11.73	11.81
14	11.88	11.96	12.04	12.12	12.19	12.27	12.35	12.43	12.51	12.59
15	12.67	12.76	12.84	12.92	13.00	13.09	13.17	13.25	13.34	13.42
16	13.51	13.60	13.68	13.77	13.86	13.95	14.04	14.12	14.21	14.30
17	14.40	14.49	14.58	14.67	14.76	14.86	14.95	15.04	15.14	15.23
18	15.33	15.43	15.52	15.62	15.72	15.82	15.92	16.02	16.12	16.22
19	16.32	16.42	16.52	16.63	16.73	16.83	16.94	17.04	17.15	17.26
20	17.36	17.47	17.58	17.69	17.80	17.91	18.02	18.13	18.24	18.35
21	18.47	17.58	18.69	18.81	18.92	19.04	19.16	19.27	19.39	19.51
22	19.63	19.75	19.87	19.99	20.11	20.24	20.36	20.48	20.61	20.73
23	20.86	20.98	21.11	21.24	21.37	21.50	21.63	21.76	21.89	22.02
24	22.15	22.29	22.42	22.55	22.59	22.83	22.96	23.10	23.24	23.38
25	23.52	23.66	23.80	23.94	24.08	24.23	24.37	24.52	24.66	24.81
26	24.96	25.10	25.25	25.40	25.55	25.70	25.86	26.01	26.16	26.32
27	26.47	26.63	26.78	26.94	27.10	27.26	27.42	27.58	27.74	27.90
28	28.07	28.23	28.39	28.56	28.73	28.89	29.06	29.23	29.40	29.57
29	29.74	29.92	30.09	30.26	30.44	30.62	30.79	30.97	31.15	31.33

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 (συνέχεια)

Μέγιστες τάσεις υδρατμών e_s σε συνάρτηση της θερμοκρασίας υγρού θερμομέτρου T_w .

T_w °C	ΔΕΚΑΤΑ ΒΑΘΜΟΥ									
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9
30	31.51	31.69	31.87	32.06	32.24	32.43	32.61	32.80	32.99	33.18
31	33.37	33.56	33.75	33.94	34.14	34.33	34.53	34.72	34.92	35.12
32	35.32	35.52	35.72	35.92	36.13	36.33	36.54	36.74	36.95	37.16
33	37.37	37.58	37.79	38.00	38.22	38.43	38.65	38.87	39.08	39.30
34	39.52	39.74	39.97	40.19	40.41	40.64	40.87	41.09	41.32	41.55
35	41.78	42.02	42.25	42.48	42.72	42.96	43.19	43.43	43.67	43.92
36	44.16	44.40	44.65	44.89	45.14	45.39	45.64	45.89	46.14	46.39
37	46.65	46.90	47.16	47.42	47.68	47.94	48.20	48.46	48.73	48.99
38	49.26	49.53	49.80	50.07	50.34	50.61	50.89	51.16	51.44	51.72
39	52.00	52.28	52.56	52.84	53.13	53.41	53.70	53.99	54.28	54.57
40	54.87	55.16	55.46	55.75	56.05	56.35	56.65	56.95	57.26	57.56
41	57.87	58.18	58.49	58.80	59.11	59.43	59.74	60.06	60.38	60.70
42	61.02	61.34	61.66	61.99	62.32	62.65	62.98	63.31	63.64	63.97
43	64.31	64.65	64.99	65.33	65.67	66.01	66.36	66.71	67.05	67.41
44	67.76	68.11	68.47	68.82	69.18	69.54	69.90	70.26	70.63	70.99
45	71.36	71.73	72.10	72.48	72.85	73.23	73.60	73.98	74.36	74.75
46	75.13	75.52	75.91	76.30	76.69	77.08	77.47	77.87	78.27	78.67
47	79.07	79.47	79.88	80.29	80.70	81.11	81.52	81.93	82.35	82.77
48	83.19	83.61	84.03	84.46	84.89	85.32	85.75	86.18	86.61	87.05
49	87.49	87.93	88.37	88.81	89.26	89.71	90.16	90.61	91.06	91.25

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

Η απόλυτη υγρασία σε συνάρτηση των τιμών του ψυχρομέτρου T και T_w και για $H=750 \text{ mm Hg}$.

$T-T_w$	ΔΕΚΑΤΑ ΒΑΘΜΟΥ				
	$0^{\circ},0$	$0^{\circ},2$	$0^{\circ},4$	$0^{\circ},6$	$0^{\circ},8$
$^{\circ}\text{C}$	Θερμόμετρον υγρόν υπό τό μπδεν.				
0	0,00	0,10	0,21	0,31	0,41
1	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93
2	1,04	1,14	1,24	1,35	1,45
3	1,55	1,66	1,76	1,86	1,97
4	2,07	2,17	2,28	2,38	2,48
	Θερμόμετρον υγρόν σύντομο μπδενός				
0	0,00	0,12	0,24	0,36	0,47
1	0,59	0,71	0,83	0,95	1,07
2	1,19	1,30	1,42	1,54	1,66
3	1,78	1,90	2,01	2,13	2,25
4	2,37	2,49	2,61	2,73	2,84
5	2,96	3,08	3,20	3,32	3,44
6	3,56	3,67	3,79	3,91	4,03
7	4,15	4,27	4,38	4,50	4,62
8	4,74	4,86	4,98	5,10	5,21
9	5,33	5,45	5,57	5,69	5,81
10	5,93	6,04	6,16	6,28	6,40
11	6,52	6,64	6,75	6,87	6,99
12	7,11	7,23	7,35	7,47	7,58
13	7,70	7,82	7,94	8,06	8,18
14	8,30	8,41	8,53	8,65	8,77
15	8,89	9,01	9,12	9,24	9,36
16	9,48	9,60	9,72	9,84	9,95
17	10,07	10,19	10,31	10,43	10,55

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5

Διόρθωση των τιμών της απόλυτης υγρασίας του Πίνακα 4.4 λόγω βαρομετρικής πίεσης.

$T - T_w$ °C	ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ				
	800	750	700	650	600
Θερμόμετρον υγρόν υπό τόμπεδέν.					
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,03	0,00	0,03	0,07	0,10
2	0,07	0,00	0,07	0,14	0,21
3	0,10	0,00	0,10	0,21	0,31
4	0,14	0,00	0,14	0,28	0,42
Θερμόμετρον υγρόν στο μικρότερο.					
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,04	0,00	0,04	0,08	0,12
2	0,08	0,00	0,08	0,16	0,24
3	0,12	0,00	0,12	0,24	0,36
4	0,16	0,00	0,16	0,32	0,47
5	0,20	0,00	0,20	0,40	0,59
6	0,24	0,00	0,24	0,47	0,71
7	0,28	0,00	0,28	0,55	0,83
8	0,32	0,00	0,32	0,63	0,95
9	0,36	0,00	0,36	0,71	1,07
10	0,40	0,00	0,40	0,79	1,19
11	0,43	0,00	0,43	0,87	1,30
12	0,47	0,00	0,47	0,95	1,42
13	0,51	0,00	0,51	1,03	1,54
14	0,55	0,00	0,55	1,11	1,66
15	0,59	0,00	0,59	1,19	1,78
16	0,63	0,00	0,63	1,26	1,90
17	0,67	0,00	0,67	1,34	2,01

4.1.4 Θερμοκρασία εδάφους. Ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας, εφόσον ο σταθμός δεν διαθέτει θερμογράφο, γίνεται με τη χρησιμοποίηση των ακραίων θερμοκρασιών κυρίως για τις θερμοκρασίες της επιφάνειας του γυμνού και του χλοερού εδάφους, καθώς και στα 10 cm των ίδιων εδαφών:

$$\bar{x} = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2} \quad (4.19)$$

είτε των τριών ημερήσιων θερμοκρασιών κυρίως για τις θερμοκρασίες του εδάφους σε διάφορα βάθη:

$$\bar{x} = \frac{t_8 + t_{14} + t_{20}}{3} \quad (4.20)$$

Για τον υπολογισμό της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας σε βάθη μεγαλύτερα από 1.0 m αρκεί μέτρηση μία φορά την ημέρα, η οποία συνήθως γίνεται στις 20.00. Σε περίπτωση που ο σταθμός διαθέτει θερμογράφους, ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας γίνεται από τις 24 ωριαίες τιμές, που προκύπτουν από την επεξεργασία της ταινίας, τιμές οι οποίες στη συνέχεια διορθώνονται. Η διαδικασία διόρθωσης είναι ακριβώς η ίδια με εκείνη της θερμοκρασίας του αέρα.

Για την εκτίμηση της θερμοκρασίας του εδάφους χρησιμοποιούνται άμεσης παρατήρησης αυτογραφικά και ακροβάθμια θερμόμετρα.

Τα όργανα αυτά διακρίνονται από άποψη εγκατάστασης σε:

- (a) Θερμόμετρα επιφανείας εδάφους τα οποία είναι μόνο ακροβάθμια και
- (b) Θερμόμετρα βάθους, τα οποία είναι θερμόμετρα άμεσης παρατήρησης και αυτογραφικά.

4.2 Υπολογισμός των αθροισμάτων

4.2.1 Βροχόπτωση. Σαν ημέρα βροχής χαρακτηρίζεται εκείνη όπου το ύψος βροχής είναι τουλάχιστον 0.1 mm. Η μέτρηση του ύψους βροχής που συλλέγεται στο βροχόμετρο γίνεται στις 8.00 και στις 20.00. Επομένως, η ημερήσια βροχή περιλαμβάνει το ύψος που έχει μετρηθεί από τις 8.00π.μ. μέχρι την ίδια ώρα της επόμενης ημέρας. Σε περίπτωση που η μέτρηση γίνεται μία φορά την ημέρα, συνήθως στις 8.00 (ή 9.00)π.μ., περιλαμβάνει το ύψος που μετρήθηκε από τις 8.00 (ή 9.00)π.μ. μέχρι τις 8.00 (ή 9.00)π.μ. της επόμενης ημέρας.

Το μηνιαίο ύψος βροχής δίνεται σαν άθροισμα των ημερήσιων υψών από τις 8.00π.μ. της πρώτης ημέρας του μήνα μέχρι τις 8.00π.μ. της πρώτης ημέρας του επόμενου μήνα.

Το ημερήσιο ύψος βροχής, σε περίπτωση που ο σταθμός διαθέτει βροχογράφο, προκύπτει από την επεξεργασία της ταινίας του βροχογράφου. Η επεξεργασία δίνει το ωριαίο ύψος βροχής, επομένως για το ημερήσιο ύψος βροχής αθροίζονται τα 24 επιμέρους ωριαία ύψη.

Για τη βροχόπτωση αναλύεται το ύψος βροχής ανά 10λεπτο και ανά ώρα. Εκτός από το ύψος βροχής, ενδιαφέρει επίσης, η διάρκεια της βροχής και η ένταση της. Σαν ένταση συνήθως ορίζεται η μέγιστη βροχόπτωση ανά ημέρα, ανά ώρα ή και για μικρότερες χρονικές περιόδους.

Σαν όργανα μέτρησης χρησιμοποιούνται το βροχόμετρο (δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο, βροχόμετρο διαζυγού, αθροιστικό βροχόμετρο), ο βροχογράφος (σιφωνοειδής, διαζυγού), κ.ά.

4.2.2 Χιονοκάλυψη. Ο μέσος μηνιαίος και ετήσιος αριθμός ημερών χιόνος υπολογίζεται όπως αντίστοιχα ο αριθμός ημερών βροχής.

Το χιόνι μετρείται είτε από το ύψος του ύδατος που πρέρχεται από την τήξη του, είτε από το πάχος που σχηματίζει σε μια οριζόντια επιφάνεια μετά την πτώση του. Επειδή όμως η πυκνότητα της χιόνος εξαρτάται από το μέγεθος των νιφάδων, από τη θερμοκρασία, από τον άνεμο από τις διαστάσεις του στρώματος και από την ηλικία του, η μέτρηση του πάχους της χιόνος δεν δίνει ούτε το βάρος της, ούτε το αντίστοιχο ύψος του από την τήξη προερχομένου ύδατος. Τα κατώτερα στρώματα της χιόνος είναι πάντοτε πυκνότερα των υπερκειμένων στρωμάτων, η δε πυκνότητα των επιφανειακών μεταβάλλεται. Κατά μέσον όρο η πυκνότητα της νέας χιόνος είναι περίπου 0.1 δηλαδή στρώμα πάχους 15 cm δίνει μετά την τήξη του ύψος ύδατος 15 mm. Σε πολλές περιπτώσεις η πυκνότητα μπορεί να κατέλθει σε 0.03 ή να ανέλθει μέχρι της τιμής 0.14 αν η χιών είναι παλαιά.

Το μέγιστο πάχος χιόνους κατά μήνα σε cm, είναι το συνολικό πάχος χιονιού που μετρείται κατά τη διάρκεια του μήνα. Από το μέγιστο μηνιαίο, προκύπτει το μέγιστο ετήσιο πάχος. Σαν παράδειγμα, αν την 1^η ημέρα του μήνα μετρηθούν 10 cm, την 5^η 18 cm, την 13^η 20 cm κ.λ.π. τότε το μέγιστο πάχος του χιονιού βρίσκεται ως εξής:

$$h = 10 + (18-10) + (20-18) = 20 \text{ cm}$$

Η μέτρηση του πάχους του χιονιού γίνεται καθημερινά.

Η πυκνότητα του χιονιού ορίζεται από το πηλίκο:

$$a = \frac{P'}{H'} \quad (4.21)$$

όπου P' το πάχος του χιονιού και

H' το ισοδύναμο ύδατος του χιονιού.

Σαν όργανο μέτρησης της χιονόπτωσης χρησιμοποιείται το χιονόμετρο (π.χ. Hellmann), καθώς επίσης το βροχόμετρο, ή ένας βροχογράφος, κ.ά.

4.2.3 Ηλιοφάνεια. Η διάρκεια της ηλιοφάνειας μετρείται κάθε ημέρα σε ώρες και σε δέκατα της ώρας. Η μηνιαία ηλιοφάνεια δίνεται σε ώρες και αντιπροσωπεύει το συνολικό άθροισμα που προκύπτει από την πρόσθεση της ηλιοφάνειας των ημερών του αντίστοιχου μήνα. Η ετήσια ηλιοφάνεια δίνεται σε ώρες και προκύπτει από την πρόσθεση της διάρκειας ηλιοφάνειας των 12 μηνών.

Σαν κλάσμα σχετικής ηλιοφάνειας χαρακτηρίζεται ο λόγος (η) της πραγματικής διάρκειας ηλιοφάνειας προς τη θεωρητική διάρκεια ηλιοφάνειας της ημέρας.

$$\eta = \frac{\text{πραγματική ηλιοφάνεια}}{\text{θεωρητική ηλιοφάνεια}} \quad (4.22)$$

Θεωρητική ηλιοφάνεια καλείται ο χρόνος σε ώρες κατά τον οποίο η ηλιακή ακτινοβολία φθάνει αμέσως μέχρι του εδάφους, μη υπολογιζόμενης της καλύψεως του Ήλιου παρά της νεφώσεως ή των εδαφικών εξάρσεων, δηλαδή είναι το χρονικό διάστημα από την πραγματική ανατολή μέχρι την πραγματική δύση του ηλίου. Η θεωρητική ηλιοφάνεια ενός τόπου είναι συνάρτηση του γεωγραφικού του πλάτους και των τοπικών εξάρσεων (ανάγλυφο) εφόσον πρόκειται για ηπειρωτική περιοχή. Στον Πίνακα 4.6 αναφέρεται η θεωρητική διάρκεια της ηλιοφάνειας στην περιοχή της Ελλάδος.

Πραγματική ηλιοφάνεια είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η άμεση ηλιακή ακτινοβολία φθάνει ελεύθερα επι της επιφανείας του εδάφους δηλαδή το διάστημα κατά το οποίο ο ήλιος δεν καλύπτεται από νέφη ή εδαφικές εξάρσεις.

Υψος ηλίου είναι η γωνία που σχηματίζουν οι ακτίνες του ηλίου με το οριζόντιο επίπεδο. Οσο μεγαλύτερο είναι το ύψος του ηλίου, τόσο περισότερο συγκεντρωμένη είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στη μονάδα επιφανείας πάνω στη γη.

Το ποσον της θερμότητας που προσπίπτει επι της μονάδας της επιφάνειας του εδάφους εξαρτάται:

- (α) Από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.
- (β) Από την εποχή του έτους λόγω
 - (i) των διαφορετικών υψών του ηλίου τις ίδιες ώρες κατά τις διαφορετικές μέρες του έτους,
 - (ii) της ανισότητας της διάρκειας των ημερών,
 - (iii) της μεταβολής της αποστάσεως Γης - Ήλιου.

Ανήλιος ημέρα ονομάζεται εκείνη κατά τη διάρκεια της οποίας από την ανατολή μέχρι την δύση, δεν σημειώθηκε καύση στην ταινία του ηλιογράφου, δηλαδή δεν εμφανίστηκε ο ήλιος ακάλυπτος από τα νέφη.

Ηλιόλουστη ή ηλιοφεγγής ημέρα καλείται εκείνη κατά την διάρκεια της οποίας ο ήλιος δεν καλύφθηκε έστω και κατ' ελάχιστον από τα νέφη.

Αιθρία ή ανέφελος ημέρα ονομάζεται εκείνη κατά την διάρκεια της οποίας η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1/8.

Ημέρα νεφελώδης ονομάζεται εκείνη κατά την οποία η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ 1/8 και 6.6/8.

Ημέρα νεφοσκεπής ονομάζεται εκείνη κατά την οποία η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ 6.6/8 και 8/8. Συνήθως οι νεφοσκεπείς ημέρες είναι και ανήλιες ημέρες.

Σαν όργανο μέτρησης της ηλιοφάνειας χρησιμοποιείται ο ηλιογράφος (π.χ. Campbell-Stokes, Marvin, Jordan, Pers, κ.ά.).

Η διάρκεια της ηλιοφάνειας εκτός από την άμεση μέτρησή της με ηλιογράφο, υπολογίζεται και έμμεσα με τη βοήθεια άλλων παραμέτρων. Ετσι στη περίπτωση που δεν υπάρχουν όργανα η διάρκεια της πραγματικής ηλιοφάνειας (H_n) υπολογίζεται:

(α) Με τη βοήθεια του εμπειρικού τύπου του Angot που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των μέσων μηνιαίων και ετήσιων τιμών ηλιοφανείας:

$$H_{\pi} = H_{th} \left(1 - \frac{n_c}{8}\right) \quad (4.23)$$

όπου H_{π} η πραγματική ηλιοφάνεια

H_{th} η θεωρητική ηλιοφάνεια

n_c η νέφωση ή το κλάσμα του ουράνιου θόλου που καλύπτεται με νέφη.

(β) Με τον τύπο 4.18, που αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση του τύπου του Angot για τα δικά μας κλίματα και χρησιμοποιείται για το μηνιαίο υπολογισμό της διάρκειας της ηλιοφάνειας:

$$H_{\pi} = \frac{H_{th}}{v} \times (\alpha v + \beta s + \gamma c) \quad (4.24)$$

όπου v ο αριθμός ημερών του μήνα,

s ο αριθμός των αιθρίων ημερών του μήνα (νέφωση $n_c \leq 1.6$ όγδοα,

c ο αριθμός των νεφοσκεπών ημερών του μήνα ($n_c \geq 6.4$ όγδοα).

Οι εμπειρικοί συντελεστές α, β και γ έχουν τιμές $\alpha=0.625$, $\beta=0.275$ και $\gamma=-0.525$ κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου (Οκτώβριος - Μάρτιος) και $\alpha=0.75$, $\beta=0.15$ και $\gamma=-0.65$ κατά τη θερμή περίοδο (Απρίλιος - Σεπτέμβριος).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6

Θεωρητική διάρκεια ηλιοφάνειας στη περιοχή της Ελλάδος σε ώρες.

ΜΗΝΑΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (N)		
	35 °	40 °	45 °
Ιανουάριος	311	297	281
Φεβρουάριος (28 ημ.)	305	297	289
Φεβρουάριος (29 ημ.)	316	308	300
Μάρτιος	370	369	368
Απρίλιος	390	396	403
Μάιος	432	445	459
Ιούνιος	432	448	465
Ιούλιος	439	454	470
Αύγουστος	414	423	433
Σεπτέμβριος	370	372	374
Οκτώβριος	349	343	337
Νοέμβριος	308	296	283
Δεκέμβριος	304	288	270

4.2.4 Ηλιακή ακτινοβολία. Με τον όρο ακτινοβολία εννοούμε την εκπομπή και διάδοση ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Για τη μελέτη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται διάφορα μεγέθη που επιτρέπουν την περιγραφή της κατανομής της μεταφερόμενης ενέργειας. Από αυτά χρησιμοποιούνται περισσότερο η ροή και η ένταση της ακτινοβολίας.

Ροή ακτινοβολίας (F) σε μια δοσμένη διεύθυνση, λέγεται η ενέργεια που διέρχεται στη μονάδα του χρόνου από τη μονάδα της επιφανείας, που τοποθετείται κάθετα στη μονάδα αυτή.

$$F = \frac{dE}{ds \ dt} \quad (4.25)$$

όπου F η ροή σε μια δοσμένη διεύθυνση

dE ποσότητα ενέργειας

ds εμβαδόν επιφανείας

dt χρόνος μέτρησης

Οι μονάδες της Ροής (F) είναι μονάδες ισχύος και εκφράζονται συνήθως σε:

cal cm⁻² min⁻¹ ή ly min⁻¹

Watt m⁻², Kcal cm⁻² h⁻¹ ή kly h⁻¹

(1 Kcal h⁻¹ = 1.625 W ή 1 W = 0.86 Kcal h⁻¹)

1 ly = 1 cal cm⁻², 1 cal cm⁻² min⁻¹ = 697 Watt m⁻²

1 Watt m⁻² = 1.433 x 10⁻³ cal m⁻² min⁻¹ = 6 x 10⁻³ J cm⁻² min⁻¹)

Ο προηγούμενος ορισμός της ροής δεν αναφέρεται σε κανένα μήκος κύματος. Λαμβάνοντας υπόψη όμως και τη φασματική κατανομή της ακτινοβολίας, ορίζουμε τη μονοχρωματική φασματική ροή (F_λ), σαν την ενέργεια dE_λ με μήκος κύματος μεταξύ λ και $\lambda + d\lambda$, που διέρχεται από τη μονάδα της επιφανείας ds στη μονάδα του χρόνου dt :

$$F_\lambda = \frac{dE_\lambda}{ds \ dt \ d\lambda} \quad (4.26)$$

Μονάδες της F_λ είναι cal cm⁻² min⁻¹ μm⁻¹ ή ly min⁻¹ μm⁻¹ και W m⁻² μm⁻¹.

Τα μεγέθη F και F_λ συνδέονται με τη σχέση:

$$F = \int_0^\infty F_\lambda d\lambda \quad (4.27)$$

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό της ροής, το μέγεθος αυτό δίνει επαρκή στοιχεία για την εκτίμηση της ενέργειας που μεταφέρεται μόνο με δέσμη παραλλήλων ακτίνων. Στην περίπτωση που η ακτινοβολία διαδίδεται σε διάφορες διευθύνσεις, ο ορισμός της ροής θα πρέπει να συμπεριλάβει και άλλους όρους. Για τον σκοπό αυτό αναφέρεται και η έννοια της έντασης της ακτινοβολίας. Ετσι αν υποθέσουμε ότι η ακτινοβολία διαδίδεται σε διάφορες διευθύνσεις και ότι το σύνολο των ακτίνων που διέρχονται από ένα σημείο M βρίσκονται μέσα σε ένα κώνο στερεάς γωνίας $d\Omega$, τότε η ένταση της ακτινοβολίας (I) ορίζεται από τη σχέση:

$$I = \frac{dE}{ds d\Omega dt} \quad (4.28)$$

Κατά ανάλογο τρόπο με τη φασματική ροή ορίζεται και η φασματική ένταση (I_λ) της ακτινοβολίας:

$$I_\lambda = \frac{dE_\lambda}{ds d\Omega dt d\lambda} \quad (4.29)$$

Γενικά η ένταση και η ροή της ακτινοβολίας εξαρτώνται από τη διεύθυνση, τη θέση, το χρόνο και το μήκος κύματος.

Σχετική ολική ακτινοβολία (relative global radiation), είναι η αναλογία της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας στη γήινη επιφάνεια προς την αστρονομικά δυνατή ηλιακή ακτινοβολία (%). Πράγματι, από το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στο όριο της ατμόσφαιρας, τα 42% επιστρέφουν στο ενδοπλανητικό διάστημα κατόπιν ανακλάσεως επί των νεφών και των ξένων αιωρουμένων σωματιδίων της ατμόσφαιρας. Τα 15% του εν λόγω ποσού απορροφούνται από αέρια της ατμόσφαιρας (11% από υδρατμούς και 4% από τα λοιπά αέρια). Η επιφάνεια του εδάφους προσλαμβάνει 27% απευθείας από τις ηλιακές ακτίνες (άμεση ηλιακή ακτινοβολία) και 16% από τη διάχυτη ακτινοβολία.

Οι ακτινοβολίες παρουσιάζουν διαφορετική η καθε μια φασματική σύνθεση. Η άμεση και η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι ακτινοβολίες μικρού μήκους κύματος (< 2-5 μμ), ενώ

η γήινη και η ατμοσφαιρική ακτινοβολία χαρακτηρίζονται σαν ακτινοβολίες μεγάλου μήκους κύματος.

Αμεση ηλιακή ακτινοβολία (direct solar radiation), είναι το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει κάθετα στην επιφάνεια του εδάφους. Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από την ηλιακή σταθερά I_0 , το γεωγραφικό πλάτος φ, την εποχή του έτους, το υψόμετρο του τόπου μέτρησης, το ύψος ηλίου, την απορρόφηση και σκέδαση στην ατμόσφαιρα και την κλίση της επιφάνειας πρόσπιτωσης.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία (diffused solar radiation), είναι το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά από πολλαπλές περιθλάσεις, διαχύσεις και ανακλάσεις στα αιωρούμενα ξενα σωματίδια της ατμόσφαιρας και τα νέφη.

Ολική ηλιακή ακτινοβολία (global solar radiation), είναι το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας πάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια.

Ανακλώμενη ακτινοβολία (reflected radiation), είναι το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται από το έδαφος επιστρέφει στην ατμόσφαιρα απ' όπου επιστρέφει και πάλι στην επιφάνεια του εδάφους κ.λ.π.

Η επιφάνεια του εδάφους, σαν αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σ' αυτή, εκπέμπει με τη σειρά της προς την ατμόσφαιρα ακτινοβολία που ονομάζεται γήινη ακτινοβολία (terrestrial radiation).

Τέλος, η ατμόσφαιρα θερμαινόμενη κι αυτή με τη σειρά της ακτινοβολεί προς όλες τις κατευθύνσεις. Το μέρος της ακτινοβολίας αυτής που κατευθύνεται προς τη γη ονομάζεται ατμοσφαιρική ακτινοβολία εκπεμπόμενη προς τα κάτω (downward atmospheric radiation).

Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία εκπεμπόμενη προς τα κάτω (downward total solar radiation), περιλαμβάνει την ολική ηλιακή ακτινοβολία και την μεγάλου μήκους κύματος εκπεμπόμενη ατμοσφαιρική.

Η εκπεμπόμενη προς τα πάνω (upward) ακτινοβολία περιλαμβάνει την προς τα πάνω ανακλώμενη ηλιακή, την ακτινοβολία της γήινης επιφάνειας και την ατμοσφαιρική ακτινοβολία.

Η καθαρή συνολική ακτινοβολία (net total radiation), που φθάνει στη γήινη επιφάνεια, είναι το σύνολο της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας εκπεμπόμενης προς τα κάτω μείον την τη συνολική ακτινοβολία εκπεμπόμενη προς τα πάνω.

Με τον όρο λευκαύγεια (Albedo), εκφράζεται το ποσοστό της ανακλώμενης ακτινοβολίας και ορίζεται σαν ο λόγος της ανακλώμενης προς την συνολικά προσπίπτουσα ακτινοβολία.

$$a = \frac{Q_1}{Q} \times 100 \quad (4.30)$$

όπου Q_1 το ποσό της ανακλώμενης ακτινοβολίας και

Q το συνολικό ποσοστό της προσπίπουσας ακτινοβολίας.

Για να υπολογίσουμε τη διάχυτη ακτινοβολία I_2 , αφαιρούμε από την ολική ακτινοβολία I_0 (που μετρήθηκε με ακτινόμετρο), την άμεση I_1 (που μετρήθηκε με πυρηλιόμετρο) σε οριζόντια επιφάνεια με τον τύπο:

$$I_1 = I \sinh \quad (4.31)$$

όπου h το ύψος του ηλίου τη στιγμή της παρατήρησης.

Ετσι η διάχυτη ακτινοβολία είναι:

$$I_2 = I_0 - I_1 \sinh \quad (4.32)$$

Ο προσδιορισμός της ημερήσιας ολικής ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται αθροιζόντας την αντίστοιχη ενέργεια από τις ωριαίες τιμές (όπως π.χ. στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών οι μετρήσεις είναι σε MJ/m² ή στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης σε MWH/cm²). Ανάλογα προσδιορίζουμε τις μηνιαίες και την ετήσια τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας. Αν χρησιμοποιούνται οι μονάδες ισχύος για τις μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας, τότε οι αντίστοιχες κλιματικές παράμετροι είναι δυνατόν να υπολογισθούν με μέσους όρους.

Οργανα για τον προσδιορισμό της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας είναι τα πυρηλιόμετρα (π.χ. Angstrom, Marvin, Michelson, Linke-Fuessner, Eppley κ.ά.) και τα αυτογραφικά πυρηλιόμετρα. Για τη μέτρηση της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται τα ακτινόμετρα (π.χ. Arago-Davy, Robitzsch, Gorczynski, κ.ά.), οι ακτινογράφοι (π.χ. Gorczynski, Moll, Eppley, Robitzsch, κ.ά.), τα πυρανόμετρα κ.ά., ενώ για τη μέτρηση της μεγάλου μήκους κύματος ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας τα πυργεόμετρα.

Διόρθωση τιμών πυρηλιομέτρου. Η εξάρτηση του πυρηλιομέτρου από τη θερμοκρασία εκφράζεται από τον συντελεστή:

$$[1 + a (T - 20 {}^{\circ}\text{C})]$$

όπου T η θερμοκρασία του οργάνου (°C)

a συντελεστής που έχει κατα προσέγγιση την τιμή 0.002 ενώ η τιμή βαθμονόμισης του οργάνου είναι 20 °C.

4.2.6 Εξάτμιση. Η εξάτμιση εκφράζεται με το πάχος ή το ύψος του εξατμιζομένου ύδατος σε mm η δε ταχύτητα εξάτμισης είναι το στη μονάδα του χρόνου ποσόν εξατμιζομένου ύδατος.

Η ταχύτητα εξάτμισης εξαρτάται:

- (α) από την θερμοκρασία του εξατμιζομένου ύδατος μετα της οποίας και αυξάνει,
- (β) από τη διαφορά $F - f$ της μεγιστης και πραγματικής τάσης των υδρατμών,
- (γ) από την ταχύτητα του ανέμου,
- (δ) από την επιφάνεια της εξάτμισης μετα της οποίας και αυξάνει,
- (ε) από τη σχετική υγρασία του αέρα και από την ατμοσφαιρική πίεση μετα της οποίας μεταβάλλεται αντιστρόφως.

Ετσι η ταχύτητα εξάτμισης κατά τον Dalton είναι:

$$V = \frac{KE(F - f)}{H} \quad (4.33)$$

όπου K συντελεστής εξαρτώμενος κυρίως από την ταχύτητα του ανέμου και τη φύση του εξατμιζομένου υγρού,
 E η ελεύθερη επιφάνεια ύδατος και
 H η ατμοσφαιρική πίεση.

Για την εξάτμιση ισχύουν οτι και για την βροχόπτωση με τη διαφορά οτι η εξάτμιση είναι μέγεθος συνεχές, ενώ η βροχόπτωση μέγεθος ασυνεχές.

Ο υπολογισμός της ημερήσιας εξάτμισης (για όλους τους τύπους εξατμισιμέτρου) γίνεται με την άθροιση των επί μέρους τιμών εξάτμισης που λαμβάνονται στις ώρες παρατήρησης (συνήθως 2 ή 3 φορές την ημέρα). Η μηνιαία εξάτμιση είναι το άθροισμα των 30 ή 31 ημερήσιων τιμών εξάτμισης. Δηλαδή ο υπολογισμός της γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στις βροχοπτώσεις. Επίσης ο υπολογισμός όλων των κλιματικών παραμέτρων που αφορούν την εξάτμιση γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως στις βροχοπτώσεις.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αναφέρεται ο τύπος του χρησιμοποιούμενου εξατμισιμέτρου, Piche, Wild, ή υπαίθριο εξατμισίμετρο και σε καμιά περίπτωση δεν θα πρέπει να γίνεται συμπλήρωση των ελλειπουσών τιμών ενός τύπου εξατμισιμέτρου από άλλο, γιατί οι μετρήσεις διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Π.χ για τη Θεσσαλονίκη οι τιμές εξάτμισης του Piche είναι κατά 30% περίπου μεγαλύτερες από εκείνες του Wild.

4.3 Υπολογισμός συχνοτήτων

Οι συχνότητες υπολογίζονται για ορισμένα μετεωρολογικά φαινόμενα ή στοιχεία και δίνουν τον αριθμό των περιπτώσεων εμφάνισης του φαινομένου κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου, ή τον αριθμό ημερών κατά τη διάρκεια των οποίων εμφανίζεται. Ετσι:

- (α) Για τις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις υπολογίζονται:

Αριθμός ημερών που η βροχόπτωση φθάνει ορισμένο ύψος, η διάρκεια, η ένταση, ο αριθμός ημερών χιονιού κατά μήνα, ο αριθμός ημερών χιονοσκεπούς εδάφους, ο αριθμός καταιγίδων κ.α.

- (β) Για τον άνεμο υπολογίζονται:

- (i) Οι συχνότητες κατά μήνα, των διαφορετικών διευθύνσεων, έτσι όπως προκύπτουν είτε από την επεξεργασία ταινίας ανεμογράφου, είτε από την επεξεργασία των άμεσων παρατηρήσεων. Επίσης υπολογίζονται οι συχνότητες της άπνοιας.
- (ii) Οι συχνότητες κατά μήνα, που προκύπτουν από το συνδιασμό διεύθυνσης και ταχύτητας ή δύναμης ανέμου.

Κατά κανόνα και στις δύο αναφερόμενες περιπτώσεις οι συχνότητες υπολογίζονται για 8 ή 16 διευθύνσεις.

- (γ) Για τα διάφορα φαινόμενα υπολογίζεται ο αριθμός ημερών εμφάνισης κατά μήνα, έτος συνολικά και η ένταση του φαινομένου.

4.3.1 Ανεμος. Ο άνεμος είναι μια διανυσματική ποσότητα και εκφράζεται με δύο αριθμούς οι οποίοι αντιπροσωπεύουν την διεύθυνση και την ταχύτητα της κίνησης της αέριας μάζας.

Στους συνήθεις μετεωρολογικούς σταθμούς η παρατήρηση γίνεται στις ώρες 8.00, 14.00 και 20.00, ενώ στα αεροδρόμια οποιαδήποτε στιγμή ζητηθεί. Τόσο τα ανεμόμετρα όσο και οι ανεμογράφοι τοποθετούνται σε ένα ορισμένο ύψος πάνω από το έδαφος. Τα συνηθισμένα ύψη είναι 2.0, 5.0, 8.0 και 10.0 m. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αναφέρεται το ύψος του οργάνου πάνω από το έδαφος καθώς και ο τύπος του.

Η ταχύτητα του ανέμου μετρείται σε m/sec, σε km/h, σε μέτρα ανά ώρα (M.P.h) και σε κόμβους (knots = 1852 m/h). Σήμερα έχει καθιερωθεί η ανεμομετρική κλίμακα Beaufort, η οποία αποτελεί σύστημα φαινομενολογικής εκτίμησης της ταχύτητας του ανέμου. Οι βαθμίδες της κλίμακας είναι 18 (0-17), οι οποίες περιλαμβάνουν μακροσκοπικά αντιληπτά φαινόμενα οφειλόμενα στην πνοή του ανέμου, τόσο στη ξηρά όσο και στη θάλασσα.

Ο Πίνακας 4.7 δίνει την αντιστοιχία των ταχυτήτων του ανέμου σε διάφορες μονάδες, ενώ ο Πίνακας 4.8 δίνει την ανεμομετρική κλίμακα Beaufort.

Ο υπολογισμός των κλιματικών παραμέτρων που αναφέρονται στο κεφάλαιο 3 γίνεται είτε με την χρησιμοποίηση των στοιχείων του ανεμομέτρου είτε με την χρησιμοποίηση των επεξεργασμένων στοιχείων του ανεμογράφου (διεύθυνση και ταχύτητα).

Η μέτρηση των στοιχείων του ανέμου γίνεται κυρίως με ανεμόμετρο (ταχύτητας ή πιέσεως), με ανεμογράφο ταχύτητας (π.χ. Richard), με ανεμογράφο πιέσεως (π.χ. Dines), κ.ά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7

Αντιστοιχία ταχυτήτων ανέμου σε διάφορες μονάδες

Μέτρα άνά δευτε- ρόλεπτ m/sec	Ναυτι- κά μῆ- ῶραν Knots	Μίλια άνά ώραν m.p.h.	Μέτρα άνά δευτε- ρόλεπτ m/sec	Ναυτι- κά μή- ῶραν Knots	Μίλια άνά ώραν m.p.h.	Μέτρα άνά δευτε- ρόλεπτ. m/sec	Ναυτι- κά μῆ- ῶραν Knots	Μίλια άνά ώραν m.p.h.	Μέτρα άνά δευτε- ρόλεπτ. m/sec	Ναυτι- κά μῆ- ῶραν Knots	Μίλια άνά ώραν m.p.h.
0,5	1	1,2	14,9	29	33,4	28,8	56	64,5	43,3	81	96,6
1,0	2	2,3	15,4	30	34,6	29,4	57	65,7	43,8	85	97,9
1,6	3	3,4	16,0	31	35,7	29,9	58	66,8	44,3	86	99,1
2,1	4	4,6	16,5	32	36,9	30,4	59	68,0	44,8	87	100,2
2,6	5	5,8	17,0	33	38,0	30,9	60	69,1	45,3	88	101,6
3,1	6	6,9	17,5	34	39,2	31,4	61	70,3	45,8	89	102,5
3,6	7	8,1	18,0	35	40,3	31,9	62	71,4	46,4	90	103,7
4,1	8	9,2	18,5	36	41,5	32,4	63	72,6	46,9	91	104,8
4,6	9	10,4	19,1	37	42,6	33,0	64	73,7	47,4	92	106,0
5,1	10	11,5	19,6	38	43,8	33,5	65	74,9	47,9	93	107,1
5,7	11	12,7	20,1	39	44,9	34,0	66	76,0	48,4	94	108,3
6,2	12	13,8	20,6	40	46,1	34,5	67	77,2	48,9	95	109,4
6,7	13	15,0	21,1	41	47,2	35,0	68	78,3	49,4	96	110,6
7,2	14	16,1	21,6	42	48,4	35,5	69	79,5	49,9	97	111,7
7,7	15	17,3	22,2	43	49,5	36,0	70	80,6	50,5	98	112,9
8,2	16	18,4	22,7	44	50,7	36,6	71	81,8	51,0	99	114,0
8,8	17	19,6	23,2	45	51,8	37,1	72	82,9	51,5	100	115,2
9,3	18	20,7	23,7	46	53,0	37,6	73	84,1	52,0	101	116,4
9,8	19	21,9	24,2	47	54,1	38,1	74	85,2	52,5	102	117,5
10,3	20	23,0	24,7	48	55,3	38,6	75	86,4	53,0	103	118,6
10,8	21	24,2	25,2	49	56,4	39,1	76	87,6	53,6	104	119,8
11,3	22	25,3	25,8	50	57,6	39,7	77	88,7	54,1	105	121,0
11,8	23	26,5	26,3	51	58,8	40,2	78	89,8	54,6	106	122,1
12,4	24	27,6	26,8	52	59,9	40,7	79	91,0	55,1	107	123,3
12,9	25	28,8	27,3	53	61,0	41,2	80	92,2	55,6	108	124,4
13,4	26	30,0	27,8	54	62,2	41,7	81	93,3	56,1	109	125,6
13,9	27	31,1	28,3	55	63,4	42,2	82	94,5	56,6	110	126,7
14,4	28	32,2				42,7	83	95,6			

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8

Ανεμομετρική κλίμακα Beaufort

Βαθμός	Χαρακτηρισμός	Τιμούντα πάνω από ταχύτητος άνεμου είς υψος 10m υπεράνω επιπέδου γης				'Αποτελέσματα της πνοής του άνεμου είς την έραν.	
		Μέση ταχύτητας είς κομβούς (1852 m/h)	Μέτρα κατά δυτερολέπτον Knots Nœuds	m/sec	Χιλιόμετρα καθ' ώραν	Μίλια καθ' ώραν m.p.h.	
0	Ηηνεμία (άπνοια) Calm Calme	<1	0-02	<1	<1	<1	Ο καπνός ουφώνται καταχωρίνεται.
1	Πλούσιων άνεμος Light air Très légère brise	1-3	0,3-1,5	1-5	1-3	1-3	Η διεύθυνσης του άνεμου έμφανται από την φοράν του καπνού. Ο άνεμος σταράται.
2	Άσθενης άνεμος Light breeze Légère brise	4-6	1,6-3,3	6-11	4-7	4-7	Άνεμος αίσθητος είς το πρόσωπο. Τα φύλλα των δένδρων χρονίζουν. Κοινός άνεμος στα τώπες της κύνησης.
3	Λεπτός άνεμος Gentle breeze Petite brise	7-10	3,4-5,4	12-19	8-12	8-12	Φύλλα και κλάνοι δένδρων είς συνεχή κίνησην. Ελαφρά σημεια κυριαρχούν.
4	Μετριός άνεμος Moderate breeze Jolie brise	11-16	5,5-7,9	20-28	13-18	13-18	Ο άνεμος έγινεια κονιοστόν και έλεγχεται τα μαχιμά χαρτού. Κινούνται οι μακριά κλάδοι των δένδρων.
5	Λαμπρός άνεμος Fresh breeze Bonne brise	17-21	8,0-10,7	29-38	19-24	19-24	Μικρός δενδρούλια οινούνται. Είς την έπιφανειαν χερσαίων ύδατων σχηματίζονται τακτιδια μετά χορυφής.
6	Ίσχυρός άνεμος Strong breeze Vent frais	22-27	10,8-13,8	39-49	25-31	25-31	Μεγάλοι κλάδοι δένδρων είς κίνησην. Τα ταλεγραφικά σύρματα συρίζονται. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούνται μετά δυσκολίας.
7	Σιωδός άνεμος Near gale or Moderate gale Grand frais	28-33	13,9-17,1	50-61	32-38	32-38	Ο άνεμος σείει τα δένδρα είς διστάσιον. Τα βάθιμα σημεία έγινονται πρός τον άνεμον καθιστάται δύσκολον.
8	Θυελλώδης άνεμος Gale Coup de vent	34-40	17,2-20,7	62-74	39-46	39-46	Ο άνεμος θραύσει κλάνους και παραποδίζει το βάθισμα.
9	Θύελλα Strong gale Fort coup de vent	41-47	20,8-24,4	75-88	47-54	47-54	Έλαφραι ζημιές είς οικοδομές (άνευπλαξόνται καπνοδόχοι και κεραμικοί).
10	Ίσχυρέ θύελλα Storm Tempête	48-55	24,5-28,4	89-102	55-63	55-63	Απαντάται σπανιάς είς το έωστοπον της χρονιας. Έχριζονται δένδρα. Εμπνητικοί ζημιές είς οικοδομές.
11	Σιωδού θύελλα Violent storm Violente tempête	56-63	28,5-32,6	103-117	64-72	64-72	Απαντάται σπανιώτερα. Συναντάται άπο τρίμας είς μογάδην κλίση.
12	Τυφών Hurricane Uragan	64-71	32,7-36,9	118-133	73-82	73-82	
13		72-80	37,0-41,4	134-149	83-92	83-92	
14		81-89	41,5-48,1	150-166	93-103	93-103	
15		90-99	46,2-50,9	167-183	104-114	104-114	
16		100-108	51,0-56,0	184-201	115-125	115-125	
17		109-118	56,1-61,2	202-220	126-136	126-136	

4.3.1.1 Υπολογισμός των κλιματικών παραμέτρων από τις παρατηρήσεις του ανεμομέτρου.

(α) **Ταχύτητα ανέμου.** Για κάθε ώρα παρατηρησης (8.00, 14.00 και 20.00) υπολογίζεται η μέση μηνιαία και μέση ταχύτητα του ανέμου. Ο υπολογισμός γίνεται με τη χρησιμοποίηση είτε μιας από τις μονάδες μέτρησης της ταχύτητας (συνήθως σε m/sec ή km/h) είτε με τη χρησιμοποίηση της κλίμακας Beaufort. Στη τελευταία αυτή περίπτωση θα πρέπει να γίνει αναγωγή όλων των στοιχείων σύμφωνα με τον Πίνακα 4.8. Από τις 3 ωριαίες ταχύτητες γίνεται εκτίμηση της μέγιστης ταχύτητας, η οποία είναι η μέγιστη ημερήσια και στη συνέχεια γίνεται εκτίμηση της μέγιστης μηνιαίας και της μέγιστης ετήσιας. Στις περιπτώσεις των μεγίστων ταχυτήτων αναγράφεται και η αντίστοιχη διεύθυνση.

Εφόσον σε μία ή περισσότερες παρατηρήσεις σημειώθηκε ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη ή ίση των 17.2 m/sec, η ημέρα όπου αυτή παρατηρήθηκε χαρακτηρίζεται σαν ημέρα θύελλας. Είναι ευνόητο ότι αν η θύελλα παρατηρήθηκε σε περισσότερες από μία παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας τότε σημειώνεται μία ημέρα θύελλας. Για τους μήνες και το έτος υπολογίζεται ο συνολικός αριθμός ημερών θύελλας.

(β) **Διεύθυνση ανέμου.** Για τη διεύθυνση του ανέμου υπολογίζεται η κατανομή συχνοτήτων για κάθε μήνα και έτος. Συνήθως χρησιμοποιούνται 8 ή 16 διευθύνσεις και η άπνοια (C).

Οι οκτώ διευθύνσεις που ορίζονται είναι:

N, NE, E, SE, S, SW, W, NW.

Οι δεκαέξι διευθύνσεις που ορίζονται είναι:

N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE,

S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW.

Είναι δυνατόν να γίνει συνδιασμός της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου.

Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει η ταχύτητα να αναχθεί σε Beaufort.

Σαν παράδειγμα δίνεται ο Πίνακας 4.9, που παρέχει τη συχνότητα διευθύνσεων του ανέμου για κάθε κλίμακα της ταχύτητας του σταθμού Φιλαδελφείας τον Ιανουάριο 1983.

Επειδή η ένταση του ανέμου μεταβάλλεται με το ύψος και για σύγκριση των δεδομένων των διαφόρων σταθμών θα πρέπει τα ανεμόμετρα να τοποθετούνται στο ίδιο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους (σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα είναι τα 10 m). Στη πραγματικότητα όμως τα ανεμόμετρα των διαφόρων σταθμών δεν βρίσκονται στο ίδιο ύψος.

Για την αναγωγή των μετρήσεων στη στάθμη των 10 m χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$U_h = U_{10} \times [0.233 + 0.656 \times \log(h + 4.75)] \quad (4.34)$$

όπου U_h η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος h μέτρων και
 U_{10} η αντίστοιχη ταχύτητα σε ύψος 10 μέτρων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9

Συχνότητα διευθύνσεων ανέμου για κάθε κλίμακα ταχύτητας. Σταθμός Φιλαδέλφειας - Αθήνα Ιανουάριος 1983).

Κλίμακα Beaufort FF	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ									
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CLM	SUM
0									19	19
1	1	15	1	2		2		1		22
2	1	12	1		2	8		6		30
3		3				4		3		10
4	1	4						3		8
5								1		1
6		2								2
7		1								1
8										
GE9										
SUM	3	37	2	2	2	14		14	19	93

4.3.1.2 Υπολογισμός των κλιματικών παραμέτρων από τις παρατηρήσεις του ανεμογράφου

Η επεξεργασία της ταινίας του ανεμογράφου απαιτεί διπλή διαδικασία, την επεξεργασία ταχύτητας και την επεξεργασία συχνότητας.

Η επεξεργασία της ταινίας για την ταχύτητα του ανέμου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Η τιμές λαμβάνονται ανά ώρα (δηλαδή 24 τιμές ανά ημέρα), σε ένα ενδιάμεσο σημείο του εγγραφήματος κάθε ώρας. Επίσης σημειώνονται και οι μέγιστες ταχύτητες που σημειώθηκαν ανάμεσα σε δύο ώρες. Από τις πρώτες 24 ωριαίες τιμές υπολογίζεται η μέση ημερήσια ταχύτητα, ενώ οι δεύτερες 24 τιμές χρησιμοποιούνται για την επιλογή της μέγιστης ταχύτητας για την οποία σημειώνεται και το χρονικό διάστημα που παρατηρήθηκε. Από τις μέσες ημερήσιες υπολογίζονται με τον γνωστό τρόπο οι μέσες μηνιαίες ταχύτητες και οι μέσες ετήσιες. Από τη μέγιστη ημερήσια υπολογίζεται η μέγιστη μηνιαία και η μέγιστη ετήσια, όπως στην περίπτωση των θερμοκρασιών, όπου θα αναγράφεται και η διεύθυνση που σημειώθηκε. Είναι επίσης δυνατός ο υπολογισμός των ημερών συχνότητας της θύελλας κατά μήνα και έτος, όπως στην προηγούμενη περίπτωση.

Η επεξεργασία της ταινίας για τη διεύθυνση του ανέμου γίνεται ως ακολούθως:
Για κάθε ώρα σημειώνεται η διεύθυνση που επικράτησε ή σε περίπτωση άπνοιας σημειώνεται C. Από το φύλλο επεξεργασίας κάθε μήνα υπολογίζονται οι συχνότητες για κάθε διεύθυνση, όπως επίσης υπολογίζεται και η συχνότητα της άπνοιας. Σαν παράδειγμα δίνεται ο Πίνακας 4.10 με τις συχνότητες των 16 διευθύνσεων του ανέμου στο σταθμό του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης το 1987.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10

Συχνότητες των 16 διευθύνσεων του ανέμου. Σταθμός Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, 1987.

	N	NNN	NE	ENE	E	EE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NNW	Calm	Total	
J	0	164	41	40	0	46	0	23	0	4	0	4	0	12	0	23	389	744
F	0	94	1	14	12	28	0	0	20	6	17	1	3	0	0	1	447	672
M	0	248	0	16	13	40	4	64	0	18	1	20	13	9	1	14	283	744
A	0	124	0	2	0	1	0	6	0	19	1	25	16	10	0	37	479	720
M	0	117	20	1	2	0	0	3	0	12	12	22	97	8	4	4	442	744
J	0	120	27	2	8	5	7	9	0	15	4	22	66	13	1	2	399	720
J	0	39	34	5	1	6	4	2	0	22	12	64	105	25	4	1	420	744
A	1	122	57	2	9	4	0	2	0	11	11	16	118	32	6	0	352	744
S	0	26	6	3	3	1	1	0	0	22	14	4	217	4	5	1	413	720
B	0	6	3	2	6	11	26	17	24	24	27	3	91	2	13	5	484	744
N	0	117	24	4	9	5	18	13	0	2	27	3	9	0	9	0	480	720
D	5	81	60	5	39	54	12	1	0	0	1	0	21	1	2	0	462	744
Année 6		1260	273	93	102	157	72	191	24	188	116	200	776	119	45	88	5005	8760

4.4 Μετρήσεις ανώτερης ατμόσφαιρας

Οι ραδιοβολήσεις στον Ελληνικό χώρο συνήθως λαμβάνουν χώρα δύο φορές την ημέρα, στις 02.00 και 14.00. Οι σταθερές επιφάνειες μέτρησης είναι:

Επιφάνεια (εδάφους), 1000 mb, 850 mb, 700 mb, 500 mb, 400 mb, 300 mb, 200 mb, 100 mb και Τροπόσφαιρα.

Η ραδιοβόληση δίνει τις μετρήσεις για όλες τις επιφάνειες κωδικοποιημένα. Για την επιφάνεια (εδάφους) δίνει την ατμοσφαιρική πίεση, τη θερμοκρασία, το σημείο δρόσου, την διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου. Για τις υπόλοιπες επιφάνειες δίνει τις ίδιες παραμέτρους εκτός της ατμοσφαιρικής πίεσης, η οποία δίνεται σε γεωδυναμικά μέτρα.

Μετά την αποκωδικοποίηση των μετρήσεων για κάθε ραδιοβόληση και για κάθε επιφάνεια δίνονται:

- (α) η ατμοσφαιρική πίεση ή τα γεωδυναμικά μέτρα,
- (β) η θερμοκρασία,
- (γ) η σχετική υγρασία,
- (δ) η διεύθυνση του ανέμου σε μοίρες,
- (ε) η ταχύτητα του ανέμου σε knots.

Για κάθε μήνα και για κάθε ώρα ραδιοβόλησης υπολογίζονται οι μέσοι όροι για όλες τις παραμέτρους εκτός από την διεύθυνση του ανέμου. Σαν παράδειγμα μετρήσεων Ανώτερης ατμόσφαιρας δίνονται στον Πίνακα 4.11.

Σαν όργανα μέτρησης χρησιμοποιούνται κυρίως τα τηλεμετρικά συστήματα (Ραδιοβολίδες, Radar, Ραδιογωνιόμετρα), κ.ά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11

Παρατηρήσεις Ανώτερης Ατμόσφαιρας στις σταθερές επιφάνειες. Ελληνικό αερολιμένας,
Ιανουάριος 1982.

Ημέρα Date	SURFACE	1.000 MB				850 MB				700 MB				500 MB												
		P	T	HUM	DD	FF	H	T	HUM	DD	FF	H	T	HUM	DD	FF	H	T	HUM	DD	FF					
1	1014	9.0	93	00	0	-	126	12.1	67	27	1	1490	11.7	12	26	17	3093	4.3	-	27	31	5737	-13.0	11	28	34
2	1013	11.0	85	00	0	-	120	13.8	69	22	1	1498	13.5	10	25	29	3095	3.7	10	24	35	5727	-14.8	-	24	47
3	1012	13.4	65	24	20	-	109	12.7	62	25	20	1449	3.6	43	30	28	2992	-5.7	16	27	22	5528	-26.5	-	24	66
4	1022	10.2	10	06	0	-	106	10.7	58	26	2	1466	14.1	14	35	25	3048	-2.9	11	01	36	5625	-20.6	-	01	52
5	1016	9.2	90	09	4	-	143	10.7	94	07	1	1496	11.2	96	32	16	3094	1.4	96	33	16	5699	-17.1	-	34	25
6	1012	8.8	92	00	0	-	112	11.3	81	27	1	1467	11.0	14	27	14	3056	2.2	-	25	16	5662	-17.7	29	27	27
7	1009	13.4	77	31	5	-	86	13.7	67	31	6	1430	4.5	72	30	28	2987	2.5	28	27	35	5605	-17.5	37	28	40
8	1007	11.6	82	07	16	-	70	12.3	78	07	15	1421	5.8	81	28	18	2977	-3.6	68	30	35	5558	-16.9	29	29	58
9	1021	6.8	69	07	6	-	177	6.3	62	07	4	1490	-1.2	69	29	24	3038	-4.4	51	31	30	5638	-16.5	11	31	56
10	1017	10.8	89	00	0	-	146	11.3	73	24	1	1464	3.4	73	27	22	3047	-0.4	21	31	34	5621	-27.0	53	28	38
11	1012	12.0	96	00	0	-	111	13.6	84	24	1	1467	8.6	35	26	24	3043	-1.1	16	27	28	5624	-20.7	13	27	21
12	1016	10.4	97	00	0	-	145	13.0	79	24	1	1505	8.1	37	26	30	3069	-1.6	19	26	31	5655	-19.7	47	26	32
13	1019	10.2	92	00	0	-	169	14.9	68	27	2	1530	9.2	16	27	14	3101	-1.2	-	29	22	5677	-21.5	27	26	40
14	1027	9.0	74	05	15	-	226	6.7	69	04	15	1539	2.7	62	33	21	3084	-5.3	48	30	18	5623	23.7	53	30	35
15	1035	5.2	56	03	14	-	288	3.5	46	03	16	1576	-2.2	-	03	24	3110	-6.2	-	05	17	5651	-24.2	-	02	17
16	1029	4.6	65	03	6	-	243	5.0	41	04	9	1550	2.8	-	06	21	3097	-2.0	-	02	11	5684	-19.0	-	16	1
17	1026	6.6	62	02	5	-	234	7.5	42	02	5	1556	2.9	28	08	10	3109	-2.0	12	10	21	5713	-16.8	-	15	5
18	1028	5.4	72	01	7	-	233	8.6	42	01	6	1567	5.8	10	06	17	3133	-0.5	-	09	6	5724	-16.9	-	13	22
19	1027	5.6	76	00	0	-	226	8.8	52	02	1	1551	4.4	41	03	8	3116	-0.6	-	20	9	5716	-16.6	-	26	14
20	1024	6.6	65	36	8	-	204	6.1	59	36	6	1520	-2.7	66	36	12	3059	-4.4	14	21	10	5632	-20.6	14	19	21
21	1023	7.8	70	02	12	-	200	6.4	63	02	13	1508	-1.5	68	36	16	3028	-6.9	59	30	19	5558	-25.1	52	28	23
22	1023	7.0	74	36	4	-	194	8.2	61	01	6	1512	-0.9	67	02	11	3047	-4.5	18	34	9	5598	-22.1	10	30	7
23	1014	8.0	64	01	9	-	169	8.1	54	01	9	1480	-2.7	67	03	6	3013	-4.9	23	30	12	5562	-23.8	11	23	10
24	1018	9.2	56	04	10	-	160	6.6	46	04	11	1474	-1.6	72	05	4	3009	-5.9	74	19	12	5554	-23.6	52	20	11
25	1011	7.4	63	33	12	-	100	7.4	70	33	12	1421	1.2	60	09	9	2961	-7.7	63	24	14	5689	-25.4	67	22	11
26	1017	7.8	72	06	8	-	164	7.7	60	05	6	1461	-1.7	60	02	7	2988	-6.0	65	21	13	5508	-26.0	28	27	18
27	1013	7.8	67	00	0	-	118	7.7	71	00	0	1439	0.5	66	17	4	2972	-7.5	76	17	12	5497	-26.5	69	17	7
28	1006	9.6	80	02	8	-	78	9.9	75	02	6	1412	3.0	72	13	6	2951	-6.7	76	12	6	5494	-24.5	69	22	10
29	1014	8.6	95	14	10	-	125	7.8	86	-	-	1448	0.2	95	-	-	2980	-8.3	86	-	-	5502	-26.2	66	-	-
30	1008	8.2	86	02	5	-	76	8.8	73	02	5	1397	0.4	74	31	8	2918	-8.5	-	27	12	5430	-26.8	-	27	14
31	1010	5.6	66	36	5	-	92	5.8	53	36	6	1399	-3.4	54	36	19	2903	-11.8	-	36	22	5435	-22.9	20	36	64
32	1016	8.7	78	-	6	-	155	9.4	64	-	7	1485	3.1	58	-	16	3036	-3.5	45	-	20	5604	-20.0	-	-	27

	400 MB	300 MB	200 MB	150 MA.	100 MB	TROPOPAUSE																								
	H	T	HUM	DD	FF	H	T	DD	FF	H	T	PP	T																	
	P	T	HUM	DD	FF	H	T	DD	FF	H	T	PP	T																	
7391	-34.1	-	28	37	9398	-61.6	-	28	41	12030	-54.6	-	28	49	13781	-69.1	29	45	16148	-68.2	30	36	14284	138	-71.5					
7370	-27.5	-	24	47	9374	-42.7	-	24	52	11989	-62.9	12	25	62	13740	-66.6	26	71	16216	-62.6	27	42	12566	161	-65.9					
7109	-33.8	-	23	96	9071	-46.2	-	23	66	11727	-52.0	-	26	60	13583	-51.5	28	47	16153	-60.7	27	26	11266	215	-53.5					
722P	-33.4	-	2	62	9161	-48.1	-	1	82	11756	-59.9	-	35	52	13586	-53.4	33	42	16144	-62.1	30	35	11593	205	-60.9					
7327	-30.0	-	35	24	9313	-45.6	-	35	30	11883	-64.9	-	35	40	13626	-62.2	31	38	16136	-61.6	30	42	12195	190	-61.7					
7287	-30.1	52	27	24	9265	-46.6	31	27	32	11829	-66.3	20	27	54	13611	-60.8	27	50	16134	-62.0	27	36	11921	197	-66.9					
7237	-29.7	2	75	25	9221	-46.6	-	32	40	11781	-66.7	15	30	66	13644	-60.0	-	27	52	16061	-62.5	28	56	11706	203	-67.1				
7180	-30.6	20	30	79	9151	-47.2	16	30	91	11715	-65.3	15	29	99	13498	-60.3	28	71	16023	-61.4	26	81	11934	193	-66.1					
726H	-29.9	-	31	57	9244	-45.5	-	29	60	11866	-	-	-	-	11713	-62.6	23	28	66	13510	-59.2	27	58	16016	-64.5	27	57	11075	222	-63.5
7224	-33.7	-	28	26	9178	-49.0	-	28	24	11744	-59.4	-	27	56	13543	-58.8	28	71	16042	-65.6	27	62	10676	237	-58.9					
7266	-32.8	52	27	42	9220	-47.8	36	27	54	11772	-60.9	23	26	78	13563	-56.2	27	74	16040	-63.3	27	62	10855	232	-62.3					
7274	-33.9	21	26	56	9224	-50.3	22	25	70	11766	-63.3	-	29	89	13553	-57.3	27	64	16125	-60.5	28	48	10605	241	-61.3					
7210	-35.7	47	29	58	9156	-48.8	30	29	66	11723	-61.3	16	26	81	13516	-55.5	29	70	16036	-63.0	28	45	11570	205	-61.3					
7235	-36.4	-	24	9176	-47.7	-	32	62	11786	-65.5	-	30	92	13575	-59.5	29	58	16097	-61.5	29	42	12493	179	-62.5						
7301	-32.3	-	9	10	9256	-47.9	-	14	14	11845	-62.4	-	26	11	13608	-60.2	-	-	16131	-60.9	-	-								

5 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 1982, *Μηνιαίο Κλιματολογικό Δελτίο*, Ιανουάριος 1982, τόμος 17, αριθμός 1, Αθήνα.
- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 1988, *Μηνιαίο Βροχομετρικό Δελτίο*, Ιούνιος 1988, περίοδος II, αριθμός 210, Αθήνα.
- Καραπιπέρη, Λ., 1966, *Πρακτική Μετεωρολογία*, εκδοση Foto offset, Αθήνα.
- Κυριαζόπουλος, Β. και Λιβαδάς, Γ., 1980, *Πρακτική Μετεωρολογία*, έκδοση 7^η, σελ. 313 & μετεωρολογικοί πίνακες.
- Μαχαιρας, Π., Μπαλαφούτης, Χ., 1984, *Γενική Κλιματολογία με στοιχεία μετεωρολογίας*, εκδόσεις University studio press, Θεσσαλονίκη.
- Μπεγέτης, I.N., Αμανατίδης, Γ.Θ. και Παλιατσός, Α.Γ., 1992, *Ερευνα για την υπάρχουσα τυποποίηση δεδομένων μετεωρολογίας στον Ελληνικό χώρο*, ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", αριθμός τεύχους 10/1 (στα πλαίσια του προγράμματος ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ του STRIDE ΕΛΛΑΣ), Αθήνα.
- Φλόκας Απ., 1986, *Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*, εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Arlery, R., Grisollet, H., Guilmet, B., 1973, *Climatologie, Methodes et Pratiques*, Gauthier-Villars, Paris, P.432
- Fritschen, L., Gay, L., 1979, *Environmental Instrumentation*, Springer-Verlag, New York.
- National Observatory of Athens, 1991, *Climatological Bulletin*, year 1990, Athens.
- Universite de Thessaloniki, 1991, *Observations Meteorologiques de Thessaloniki 1986*, Thessaloniki.
- World Meteorological Organization, 1989, *Guide to Climatological Practices*, second edition, WMO-No 100, April 1989.