

ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

**ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2004-12 ΓΙΑ ΤΗ
Ν.ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ: ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΟΡΕΙΕΣ
ΠΙΕΣΗΣ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ, ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ, ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ-
ΕΤΗΣΙΑ ΠΟΡΕΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ**

ΒΕΙΖΑΔΕΣ ΖΗΣΗΣ Α.Μ. 3086

ΤΣΑΚΟΥΡΙΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ Α.Μ. 3031

Σύμβουλος καθηγήτρια:

Κα Ρωσσιάδου Κωνσταντία

N. ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ 2014

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΡΩΣΣΙΑΔΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

**ΘΕΜΑ: ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2004-2012 ΓΙΑ Ν.ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ.
ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΟΡΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ, ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ, ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΤΗΣΙΑ ΠΟΡΕΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ**

ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΤΣΑΚΟΥΡΙΔΗ ΘΕΟΔΩΡΟΥ Α.Γ.Μ : 3031

ΒΕΙΖΑΔΕ ΖΗΣΗ Α.Γ.Μ:3086

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 17/04/2013

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1	ΤΣΟΥΛΗΣ Νικ.	ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Δ/ΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ		
2	ΡΩΣΣΙΑΔΟΥ Κων.	ΦΥΣΙΚΟΣ- ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΟΣ Επιβλέπουσα Καθηγήτρια		
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	4
1.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ: ΠΕΙΡΑΜΑ TORRICELLI.....	5
1.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ.....	7
1.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	8
1.5 ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	10
1.6 ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΤΑΣΗ.....	10
1.7 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	16
2.2 ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ.....	16
2.3 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	17
2.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ.....	18
2.5 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	19
2.6 ΠΛΑΝΗΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	20
2.7 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ : ΥΓΡΑΣΙΑ	
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	23
3.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ.....	24
3.3 ΔΡΟΣΟΣ.....	25
3.4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.....	26
3.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ : ΒΡΟΧΗ	
4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ-ΑΙΤΙΑ.....	31
4.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ.....	33
4.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΡΟΧΗΣ.....	35
4.4 ΕΤΗΣΙΑ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	39
B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	41
Γ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	56
Δ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρακάτω πτυχιακή εργασία είναι αποτέλεσμα μετεωρολογικών παρατηρήσεων για την περιοχή της Ν. Μηχανιώνας για την περίοδο 2004-2012.

Αρχικά παρουσιάζονται θεωρητικά οι μετεωρολογικές παράμετροι που μας ενδιαφέρουν: ατμοσφαιρική πίεση, θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, θερμοκρασία δρόσου και βροχή.

Ακολουθεί ο πυρήνας της εργασίας που είναι οι ημερήσιες και ετήσιες πορείες της πίεσης, της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας δρόσου καθώς και η ετήσια πορεία της βροχής. Με τη βοήθεια των διαγραμμάτων εξάγονται συμπεράσματα για το μικροκλίμα της περιοχής.

Τα δεδομένα της εργασίας προήλθαν από τον αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό της ΑΕΝ Μακεδονίας.

Α. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

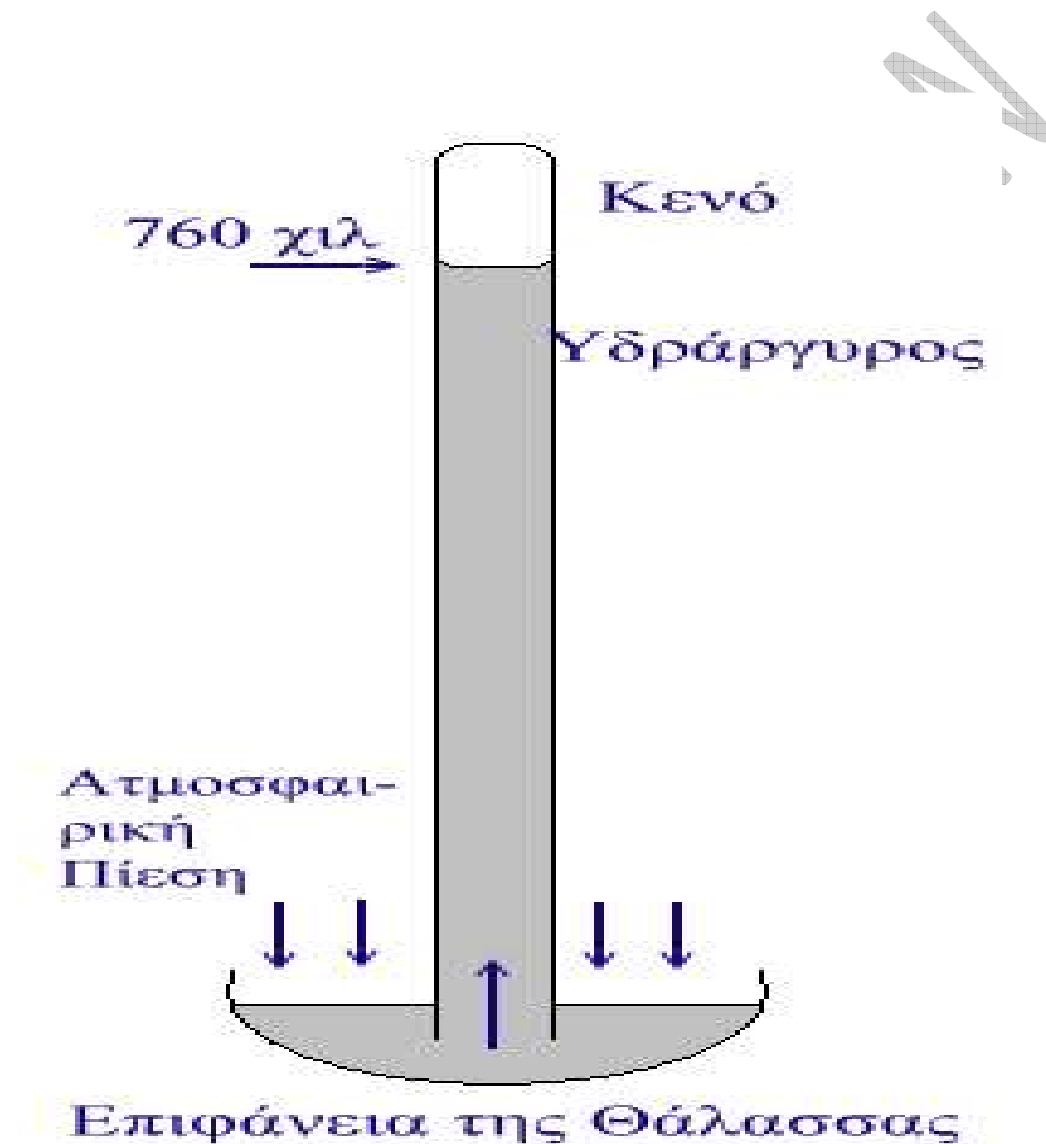


1.1 Ορισμός

Η γη περιβάλλεται από την ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα αποτελείται από ένα μείγμα αερίων που ονομάζεται ατμοσφαιρικός αέρας. Ο αέρας είναι διαφανής. Έχει μάζα και από τη γη ασκείται σε αυτόν η δύναμη του βάρους. Επομένως, όπως συμβαίνει με όλα τα ρευστά σώματα, ασκεί πίεση σε κάθε επιφάνεια που βρίσκεται μέσα σ' αυτόν. Η πίεση αυτή ονομάζεται **ατμοσφαιρική πίεση**. Όπως ακριβώς η υδροστατική πίεση μιας κατακόρυφης στήλης νερού οφείλεται στο βάρος της, έτσι και η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στο βάρος του αέρα.

Η ατμοσφαιρική πίεση που υφίσταται το σώμα του ανθρώπου αντισταθμίζεται από τον αέρα και τα λοιπά ρευστά που κυκλοφορούν εντός του οργανισμού του.

1.2 Μέτρηση της Ατμοσφαιρικής Πίεσης: Πείραμα Torricelli



Σχηματική αναπαράσταση του πειράματος του Τορικέλι. Σημειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση και το ύψος του υδραργύρου στη στήλη

Η ατμοσφαιρική πίεση μετρήθηκε για πρώτη φορά το 1643 από το μαθητή του Γαλιλαίου, το φυσικό Εβανγελίστα Τορικέλι. Ο Τορικέλι (Torricelli) χρησιμοποίησε μια λεκάνη με υδράργυρο και ένα δοκιμαστικό σωλήνα ύψους 1m. Γέμισε τον δοκιμαστικό σωλήνα με υδράργυρο, τον αναποδογύρισε συγκρατώντας τον υδράργυρο και τον βύθισε στην λεκάνη κρατώντας τον όρθιο. Παρατήρησε ότι ο υδράργυρος άρχισε να πέφτει μέχρι να σταματήσει σε ένα σημείο πάνω από την επιφάνεια του υδραργύρου στην λεκάνη. Από το πείραμά του, διαπίστωσε ότι η στάθμη σταθεροποιούνταν πάντα στα 760 χιλιοστά περίπου πάνω από την επιφάνεια του υδραργύρου στην λεκάνη. Τελικά, σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο της υδροστατικής αφού η επιφάνεια του υδραργύρου ήταν οριζόντια κατέληξε ότι ο υδράργυρος στην λεκάνη δέχεται πίεση από την ατμόσφαιρα, η οποία εξισορροπείται από την πίεση που δέχεται ο υδράργυρος της λεκάνης από τον υδράργυρο στο σωλήνα. Έτσι, μέτρησε την ατμοσφαιρική πίεση σε *χιλιοστά στήλης υδραργύρου*, δηλαδή σε *mm Hg* (το χημικό σύμβολο του υδραργύρου) ή, προς τιμή του Τορικέλι, σε *torr*. Άλλες μονάδες της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι:

- το Βάρον («bar», απ' το ελληνικό: «βαρύς») ορίζεται ως η πίεση που εξασκεί κατακόρυφη στήλη υδραργύρου ύψους 760 χιλιοστομέτρων (mm) ή 29,53 ιντσών σε γεωγραφικό πλάτος 45° και υπό θερμοκρασία ίση προς τη θερμοκρασία πήξης του ύδατος. Το «βάρον» προέρχεται από το μετρικό σύστημα GCS. Στο σύστημα αυτό, ως γνωστό μονάδα δύναμης είναι η δύννη. 1000 δύνες/cm^2 ισούνται προς 1 βάρον. Η μέση ατμοσφαιρική πίεση στη στάθμη της θάλασσας (μέση στάθμη) είναι 1013 mbar

$$1000 \text{ mb} = 750 \text{ mmHg}$$



- Το Πασκάλ (Pascal, συντομογραφία Pa) είναι η μονάδα μέτρησης της πίεσης στο SI. Ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του Γάλλου φιλοσόφου, φυσικού και μαθηματικού Μπλεζ Πασκάλ. Ορίζεται ως ίση με

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

την πίεση που προκαλεί δύναμη 1 N σε επιφάνεια ενός m^2 . Είναι αρκετά μικρή μονάδα, και γι' αυτό το λόγο στην πράξη χρησιμοποιούνται τα πολλαπλάσιά της, όπως τα kPa (1000 Pa) και τα hPa (100 Pa). Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση, στην επιφάνεια της θάλασσας και σε θερμοκρασία 25°C, με 101325 Pa.

$$1\text{hPa}=1\text{mbar} \text{ ή } 1\text{bar}=10^5\text{Pa}$$

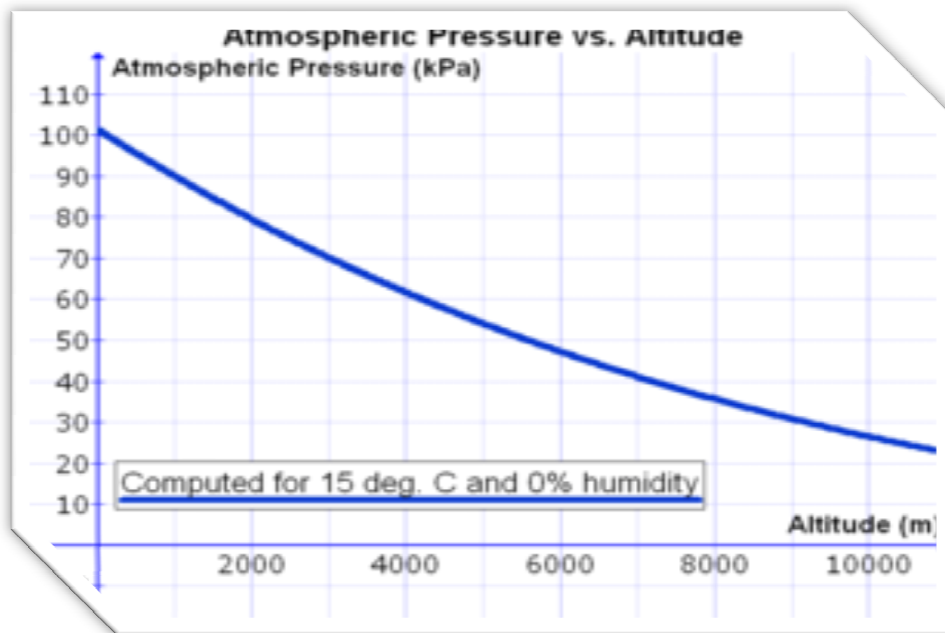
1.3 Μεταβολή της Ατμοσφαιρικής Πίεσης με το Ύψος



Αυτό το πλαστικό μπουκάλι σφραγίστηκε σε περίπου 14.000 πόδια (4.300 μ) ύψους, και συντρίφθηκε από την αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης - σε 9.000 πόδια (2.700 μ) και 1.000 πόδια (300 μ) - όπως ρίχτηκε προς τη στάθμη της θάλασσας.

Η πίεση μειώνεται εκθετικά από τη γήινη επιφάνεια ως την κορυφή της μεσόσφαιρας, όπου πρακτικά μηδενίζεται. Η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται με το ύψος καθώς η ατμόσφαιρα γίνεται πιο αραιή αλλά επηρεάζεται και από άλλες παραμέτρους. Κάποιος μπορεί να υπολογίσει την ατμοσφαιρική πίεση σε ένα δεδομένο ύψος αν είναι γνωστές η θερμοκρασία και η υγρασία. Το διάγραμμα που ακολουθεί αναφέρεται σε θερμοκρασία 15 °C και σχετική υγρασία 0%. Στα χαμηλά ύψη επάνω από τη στάθμη της θάλασσας, η πίεση μειώνεται 1,2 kPa περίπου για κάθε 100 μέτρα. Για τα υψηλότερα ύψη μέσα στην τροπόσφαιρα η μείωση είναι πιο απότομη. Η ακόλουθη εξίσωση (the Barometric formula) μας δίνει την ατμοσφαιρική πίεση P με το ύψος h: $P=P_0e^{-\rho gh}$

όπου P_0 η ατμ.πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας, ρ η πυκνότητα του αέρα και g η επιτάχυνση βαρύτητας



Μεταβολή στην ατμοσφαιρική πίεση με το ύψος, που υπολογίζεται για 15 °C και σχετική υγρασία 0%

1.4 Οριζόντια μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης

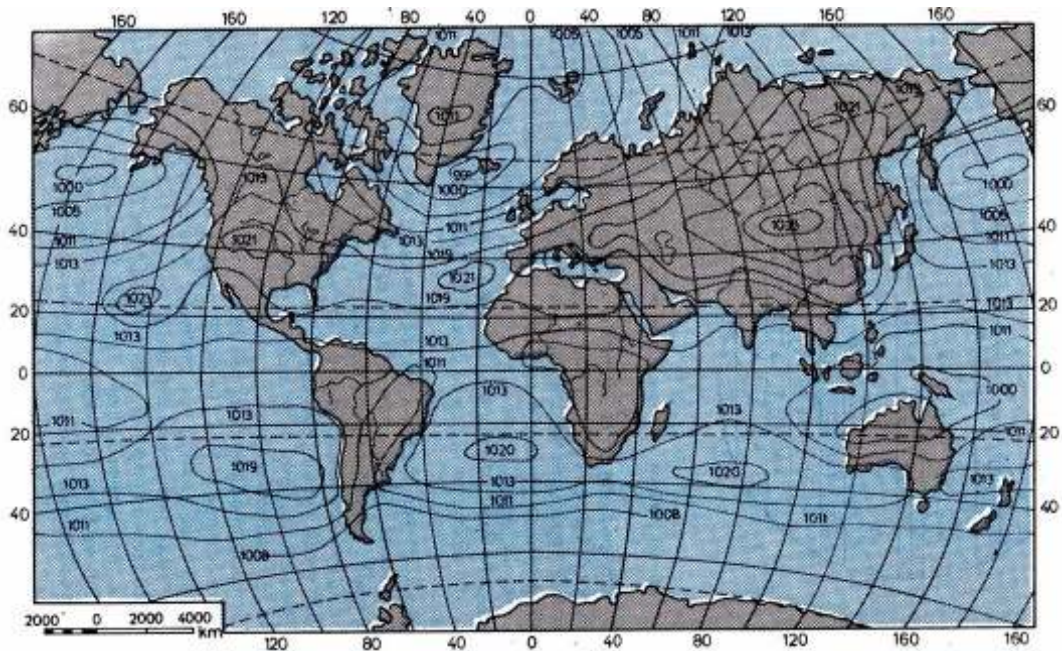
Η ατμοσφαιρική ή βαρομετρική πίεση μεταβάλλεται «οριζόντια» και «κατακόρυφα» τόσο από τόπο εις τόπο, όσο και από χρόνο εις χρόνο παρατήρησης. Οι «οριζόντιες μεταβολές» είναι πολύ μικρότερες των «κατακόρυφων μεταβολών» πλην όμως έχουν εξαιρετική σημασία στη δημιουργία των καιρικών φαινομένων, όπως π.χ. οι άνεμοι, που είναι αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών. Οι οριζόντιες μεταβολές της πίεσης αποδίδονται με τις ισοβαρείς καμπύλες που προκύπτουν από τη γραμμική ένωση των τόπων εκείνων οι οποίοι έχουν την ίδια ατμοσφαιρική πίεση κατά την ίδια στιγμή.

Ο τρόπος αυτός, της γραμμικής σύνδεσης των τόπων, θεωρείται ο καλλίτερος για τη γρήγορη εικόνα της κατανομής της βαρομετρικής πίεσης και της έκτασης αυτής εκ μέρους των Μετεωρολόγων. Επίσης, από τη μελέτη της μορφής των ισοβαρικών γραμμών, μπορούν να προκύψουν αριθμητικές τιμές για την οριζόντια βαροβαθμίδα, το ρυθμό δηλαδή της μεταβολής της πίεσης κατά την οριζόντια διεύθυνση. Με τη σειρά της η βαροβαθμίδα αυτή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της δύναμης βαροβαθμίδας και του ανέμου βαροβαθμίδας, που τελικά επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων για τις μετατοπίσεις αερίων μαζών στην οριζόντια διεύθυνση.

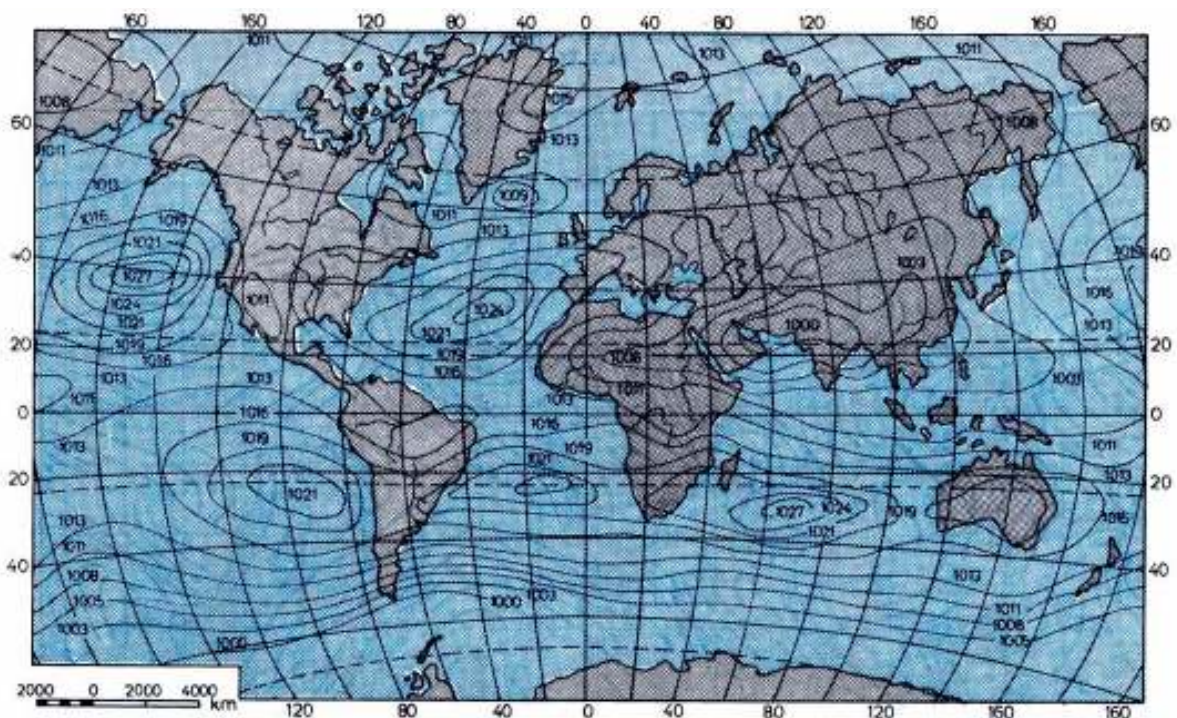
Αν και η πίεση αλλάζει, η NASA έχει υπολογίσει κατά μέσο όρο τις μέσες τιμές της στην επιφάνεια της θάλασσας για όλα τα μέρη της γης καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται η πλανητική κατανομή της πίεσης

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

κατά τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο που εκπροσωπούν την ψυχρή και τη θερμή εποχή αντίστοιχα.



Σχ. 5.1β.
Διανομή ατμοσφαιρικών πιέσεων τόν Ιανουάριο.



Σχ. 5.1γ.
Διανομή ατμοσφαιρικών πιέσεων τόν Ιούλιο.

1.5 Περιοδικές μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης

Ημερήσια μεταβολή Εκτός των παραπάνω οριζοντίων και κατακόρυφων μεταβολών παρατηρείται κατά τη διάρκεια του 24ώρου (24h), υπό ομαλή βεβαίως καιρική κατάσταση και η «ημερήσια μεταβολή» κατά την οποία η ατμοσφαιρική πίεση παρουσιάζει «διπλή κύμανση» με μέγιστη τιμή κατά τις ώρες 10.00 και 22.00, και ελάχιστη κατά τις ώρες 04.00 και 16.00. Το εύρος (διαφορά) αυτών είναι μικρό: 3,0 mm Hg στον Ισημερινό και 1,5 mm Hg στις εύκρατες περιοχές. Δηλαδή αυξανόμενου του γεωγραφικού πλάτους, ελαττώνεται. Τα αίτια της ημερήσιας μεταβολής είναι θερμικά και κοσμικά.

Η σημασία της στα τροπικά πλάτη είναι μεγάλη. Η δε διαταραχή στη πορεία της ημερήσιας μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης αποτελεί για τους ναυτικούς τη πρώτη ένδειξη προσέγγισης τροπικού κυκλώνα.

Το φαινόμενο της «ημερήσιας μεταβολής» της ατμοσφαιρικής πίεσης ονομάζεται **βαρομετρική παλίρροια**. Στην πράξη χρησιμοποιείται περισσότερο, αντί του όρου ατμοσφαιρική πίεση, ο όρος βαρομετρική ως επίθετο επειδή περιέχει την έννοια της πίεσης.

1.6 Βαρομετρική τάση

Βαρομετρική τάση ονομάζεται η τιμή της μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης εντός τριών ωρών προ εκάστης καθορισμένης κύριας ώρας παρατήρησης. Οι επίσημες μετεωρολογικές παρατηρήσεις γίνονται σε καθορισμένους χρόνους του 24ώρου, στις 00.00, 06.00, 12.00 και 18.00 GMT .

Η βαρομετρική τάση λαμβάνεται από το διάγραμμα του βαρογράφου ή τις μετρήσεις του βαρόμετρου . Στα πλοία, ο υφιστάμενος βαρογράφος δεν δείχνει τη πραγματική τιμή της βαρομετρικής τάσης και τούτο επειδή στον αναλογούντα χρόνο το πλοίο μετακινείται, έτσι ένα μέρος της βαρομετρικής τάσης που φαίνεται στο διάγραμμα οφείλεται στην κίνηση του πλοίου. Για το λόγο αυτό απαιτείται σχετική διόρθωση του διαγράμματος ανάλογα της πορείας και της ταχύτητας του πλοίου. Επίσης οι τιμές της συνήθως υπολογίζονται κάθε τέσσερις ώρες (αντί τρεις) σύμφωνα με τις βάρδιες των ναυτιλομένων.

Η κατανομή των βαρομετρικών πιέσεων και οι βαρομετρικές τάσεις αποτελούν σπουδαιότατα στοιχεία στις μεταβολές του καιρού. Η βαρομετρική τάση μας δείχνει την κίνηση των συστημάτων πίεσης.

1.7 Όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης

Τα όργανα με τα οποία μετράμε την ατμοσφαιρική πίεση είναι το υδραργυρικό βαρόμετρο, το μεταλλικό βαρόμετρο και ο βαρογράφος.



Μεταλλικό βαρόμετρο



Βαρογράφος

ΣΧΟΛΙΑ



Υδραργυρικό βαρόμετρο

Η βαρομετρική πίεση αποτελεί ίσως το σημαντικότερο μετεωρολογικό στοιχείο από όλα εκείνα που περιλαμβάνονται στη μετεωρολογική παρατήρηση και μάλιστα αυτό που μπορεί και να μετρηθεί ακριβέστερα. Συνεπώς τα όργανα αυτά πρέπει να είναι όργανα ακριβείας.

Για το λόγο αυτό και προς διευκόλυνση του ελέγχου των βαρομετρικών ενδείξεων υφίσταται στις κεντρικές Μετεωρολογικές Υπηρεσίες ή σε μετεωρολογικά κλιμάκια πρότυπα βαρόμετρα. Για αυτά μπορούν οι ναυτιλλόμενοι να ζητήσουν πληροφορίες από τις κατά τόπους Λιμενικές Αρχές ή απ' ευθείας από την Κεντρική ή Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Ο τακτικός έλεγχος των βαρομέτρων των πλοίων συνίσταται σε σύγκριση των ενδείξεων αυτών με την ταυτόχρονη ένδειξη των προτύπων. Η ταυτόχρονη αυτή ανάγνωση γίνεται εφόσον η βαρομετρική πίεση δεν παρουσιάζει ταχεία μεταβολή αφενός, και αφετέρου εφόσον το βαρόμετρο του πλοίου δεν παρουσιάζει το φαινόμενο ταλάντωσης που προκαλείται από την άντληση του υδραργύρου

Σε λιμένες που παρατηρούνται μεγάλες ανυψώσεις και πτώσεις της επιφάνειας της θάλασσας, λόγω παλίρροιας οι συγκρίσεις των ενδείξεων βαρομέτρων πλοίου και ξηράς θα πρέπει να γίνονται κατά το μέσον της παλίρροιας, διαφορετικά θα πρέπει να γίνεται διόρθωση, δια της διαφοράς της ΜΣΘ (Μέσης στάθμης της θάλασσας) και του ύψους της πλήμμης ή της ρηχίας κατά τη στιγμή της σύγκρισης. Η διαφορά αυτή για την οποία και θα πρέπει να γίνει διόρθωση είναι της τάξεως των 0,3 mb/3 m..

Υδραργυρικό βαρόμετρο

Η αρχή λειτουργίας του υδραργυρικού βαρομέτρου στηρίζεται στο ότι το βάρος της στήλης του ατμοσφαιρικού αέρα μπορεί να αντισταθμίζεται από το βάρος στήλης υδραργύρου.

Στην απλούστερη μορφή του το υδραργυρικό βαρόμετρο αποτελείται από ένα γυάλινο σωλήνα που το ένα του άκρο είναι κλειστό και είναι γεμάτος με υδράργυρο. Για την απομάκρυνση και της ελάχιστης ποσότητας του αέρα που μπορεί να έχει εισχωρήσει και να έχει επικαθίσει στα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα ο υδράργυρος βράζεται μέσα στον σωλήνα. Στη συνέχεια ο σωλήνας αναστρέφεται με το ανοικτό άκρο φραγμένο με το δάκτυλο του χειριστή όπου και βυθίζεται σε μικρή λεκάνη υδραργύρου οπότε και απελευθερώνεται το ανοικτό άκρο του. Τότε παρατηρείται ο υδράργυρος να κατέρχεται μέχρι ν' αντισταθμιστεί από τη πίεση που ασκεί η ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της λεκάνης με τον υδράργυρο. Αυτό σημαίνει πως το βάρος του υδραργύρου που βρίσκεται στο σωλήνα εκφράζει το μέγεθος της ασκούμενης εκείνη τη στιγμή ατμοσφαιρικής πίεσης.

Η εκάστοτε ακριβής τιμή της πίεσης που εκφράζεται με το ύψος της υδραργυρικής στήλης δεικνύεται σε φερόμενη κλίμακα στο μεταλλικό σωλήνα (συνήθως από ορείχαλκο) που περιβάλλει προστατευτικά τον γυάλινο σωλήνα. Η κλίμακα αυτή είναι βαθμονομημένη σε χιλιοστά, (mm), σε ίντσες (in) και σε χιλιοστόβαρα (mb).

Τα υδραργυρικά βαρόμετρα υπόκεινται σε τρία χαρακτηριστικά σφάλματα που οφείλονται στο τριχοειδές φαινόμενο, στη χωρητικότητα και στην άντληση, τα οποία και είναι:

Σφάλμα τριχοειδούς

Η επιφανειακή τάση του υδραργύρου μέσα στον υδραργυρικό σωλήνα σχηματίζει μηνίσκο. Αυτό επιβάλλει η τιμή της πίεσης που λαμβάνεται θα πρέπει να είναι πάντοτε η εφαπτομένη επί της κορυφής του μηνίσκου.

Σφάλμα χωρητικότητας

Το ύψος της βαρομετρικής στήλης θα πρέπει να λαμβάνεται από την επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης μέχρι της κορυφής του υδραργύρου μέσα στον σωλήνα. Όταν η πίεση αυξάνει η στάθμη στη λεκάνη κατέρχεται. Επομένως οι μετρήσεις δεν μπορούν να ληφθούν από σταθερό σημείο. Το σφάλμα αυτό αντισταθμίζεται με τη ρύθμιση της απόστασης μεταξύ των διαφόρων υποδιαίρεσεων της κλίμακας. Δηλαδή η σχέση μεταξύ διαμέτρου λεκάνης και διαμέτρου του γυάλινου σωλήνα είναι τέτοια ώστε η ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης να είναι εκατονταπλάσια εκείνης μέσα στο γυάλινο σωλήνα, έτσι η κάθε υποδιαίρεση της κλίμακας δεν ισούται στη πραγματικότητα με ακέραιο mm ή in αλλά προς 100/101 των μονάδων αυτών.

Σφάλμα άντλησης

Το σφάλμα αυτό απαντάται μόνο στα υδραργυρικά βαρόμετρα που φέρονται στα

πλοία.

Επειδή στα πλοία επέρχεται συνεχώς μεταβολή του ύψους της θέσης του βαρομέτρου από τη μέση στάθμη της θάλασσας (ΜΣΘ) παρουσιάζεται μια συνεχής μεταβολή των ενδείξεων της υδραργυρικής στήλης. Η ταλάντωση αυτή του υδράργυρου που χαρακτηρίζεται εν προκειμένω "άντληση" καθιστά δύσκολη τη λήψη ορθής ανάγνωσης της ένδειξης του βαρομέτρου. Εκτός όμως αυτού τέτοιο σφάλμα μπορούν να προκαλέσουν και οι διάφοροι κλυδωνισμοί του πλοίου όπως και οι ριπαίοι άνεμοι. Το σφάλμα αυτό περιορίζεται δραστικά με ιδιαίτερη προσαρμογή τριχοειδούς υδραργυρικού σωλήνα που φέρεται πάνω από τη λεγόμενη "παγίδα αέρος" δηλαδή τη στένωση του σωλήνα. Αν συνεχίζει να υφίσταται δυσκολία ορθής λήψης τότε λαμβάνεται ο μέσος όρος τεσσάρων συνεχόμενων ενδείξεων (των δύο μεγίστων και δύο ελαχίστων), μεταξύ των οποίων και ταλαντώνεται η υδραργυρική στήλη.

Ο Βαρογράφος είναι ένα αυτογραφικό βαρόμετρο δια του οποίου η ατμοσφαιρική πίεση καταγράφεται αυτόματα με κατάλληλη διάταξη σε χάρτινη ταινία που μετακινείται σε κύλινδρο με τη βοήθεια ωρολογιακού μηχανισμού. Γενικά ο συνήθης βαρογράφος αποτελείται από μεταλλικό βαρόμετρο με μία σειρά από επάλληλες κάψες όμοιες με τη κάψα του βαρομέτρου Vidi, που βρίσκονται σε τέτοια διάταξη ώστε οι παραμορφώσεις τους που υφίστανται λόγω της μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης να προστίθενται. Οι ελαστικές αυτές παραμορφώσεις μεταδίδονται με κατάλληλο μηχανισμό σε μια βελόνα στην άκρη της οποίας φέρεται γραφίδα. Έτσι όταν οι κάψες παραμορφώνονται το άκρο της γραφίδας μετακινείται ανάλογα κατά το μήκος ενός κυλίνδρου επί του οποίου φέρεται η βαρομετρική χάρτινη ταινία

. Ο δε κύλινδρος περιστρέφεται ισοταχώς με τη βοήθεια ωρολογιακού μηχανισμού εκτελώντας μια πλήρη περιστροφή στη διάρκεια μιας πλήρους εβδομάδας. Η δε βαρομετρική χάρτινη ταινία είναι κατάλληλα υποδιαιρεμένη, όπου επί του άξονα της ως τεταγμένες, (οριζόντια), αναγράφονται οι ώρες και οι ημέρες της εβδομάδας, ενώ ως τεταγμένες, (κάθεται), οι τιμές της βαρομετρικής πίεσης.

Από τα παραπάνω καθίσταται φανερό ότι προϊόντος του χρόνου η γραφίδα του βαρογράφου καταγράφει στη χάρτινη ταινία, μια ιδιόζουσα καμπύλη της οποίας η εξέταση δεν παρουσιάζει μόνο την υφιστάμενη πίεση τη στιγμή της παρατήρησης, αλλά και εκείνες των προηγούμενων ωρών και ημερών. Οι συνεχείς αυτές ενδείξεις του βαρογράφου που δεικνύουν τη γενική πορεία της ατμοσφαιρικής πίεσης καθιστούν το όργανο αυτό από τα πολυτιμότερα της Μετεωρολογίας ειδικά στη πρόγνωση του καιρού.

Το γράφημα γενικά που εμφανίζεται στη βαρομετρική ταινία ονομάζεται βαρογράφημα η δε γραμμή της ακίδας βαρόγραμμα.

Ο Βαρογράφος διαθέτει ειδική διάταξη με την οποία και μπορεί να γίνει ρύθμιση της βελόνας ώστε να δεικνύει την αυτή τιμή ατμοσφαιρικής πίεσης με εκείνη που δεικνύει, την αυτή στιγμή, ένα βαρόμετρο πρότυπο ή ένα υδραργυρικό βαρόμετρο.

Ο Βαρογράφος που χρησιμοποιείται στα πλοία, συνιστάται να τοποθετείται κατά το διάμηκες της τρόπιδας του πλοίου προκειμένου έτσι να εξασφαλίζεται ότι η βελόνη

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

δεν θα απομακρύνεται της ταινίας όταν πλοίο θα κλυδωνίζεται, ιδίως σε προνευστασμούς. Επίσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω ειδικών βάσεων από κραδασμούς ή τυχόν τραντάγματα.

Επίσης ο βαρογράφος εκτός του μεγάλου πλεονεκτήματος, έναντι των άλλων βαρομέτρων, της παρακολούθησης ακόμη και των μεταβολών της πίεσης για κάποιο χρονικό διάστημα, επιτρέπει στην άμεση αντίληψη τυχόν σφάλματος σε ένδειξη υδραργυρικού βαρομέτρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Θερμοκρασία είναι η φυσική ποσότητα που μετρά την ενέργεια κίνησης ή ταλάντωσης της ύλης σε ατομικό επίπεδο. Μικροσκοπικά η θερμοκρασία εκφράζει το πόσο γρήγορα ή αργά κινούνται τα μόρια ενός σώματος ή είναι το μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ενός σώματος. Η ανταλλαγή της ενέργειας αυτής, όταν πιάνουμε κάτι με το χέρι για παράδειγμα, μας δίνει την αίσθηση του ζεστού και του κρύου, με την κατάσταση μεγαλύτερης ενέργειας να αντιστοιχεί στο «ζεστό» ή «θερμό», όταν συνολικά παίρνουμε ενέργεια, και την κατάσταση μικρότερης ενέργειας, κατά την οποία αντιλαμβανόμαστε να χάνουμε συνολικά ενέργεια, να αντιστοιχεί στο «κρύο».

Σχετική θερμοκρασία

Κάθε θερμοκρασία που μετριέται αρχίζοντας από το 0° της κλίμακας Κελσίου ή της κλίμακας Φαρενάιτ ονομάζεται *σχετική θερμοκρασία* και καλείται *θετική* όταν είναι υψηλότερα του μηδενός και *αρνητική* όταν είναι χαμηλότερα.

Η *σχετική θερμοκρασία* έχει ευρύτατη χρήση τόσο στη καθημερινή ζωή του ανθρώπου όσο και στις διάφορες τεχνικές και μηχανολογικές εφαρμογές. Συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα **t**.

Απόλυτη θερμοκρασία

Κάθε θερμοκρασία που έχει ως αρχή μέτρησης το απόλυτο μηδέν της οποίας κλίμακας (Κελσίου ή Φαρενάιτ) χαρακτηρίζεται *απόλυτη θερμοκρασία*. Το απόλυτο μηδέν είναι η θερμοκρασία από την οποία ξεκινά η κλίμακα Κέλβιν και που προσδιορίζεται για μεν την κλίμακα Κελσίου στους **-273,15°C**, για δε την κλίμακα Φαρενάιτ στους **-459,67°F**. Θεωρητικά είναι η κατάσταση εκείνη στην οποία ένα υλικό δεν έχει καμία άλλη ενέργεια παρά αυτή από τις κβαντομηχανικές ταλαντώσεις των ατόμων που το αποτελούν (ενέργεια μηδενικού σημείου).

Η απόλυτη θερμοκρασία συμβολίζεται με το γράμμα **T**.

2.2 Θερμομετρικές κλίμακες

Στην κλίμακα **Κελσίου** η θερμοκρασία τήξεως του πάγου καλείται **μηδέν (0 °C)** και η θερμοκρασία βρασμού του νερού καλείται εκατό (100 °C) (σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση). Το μεταξύ τους διάστημα χωρίζεται σε 100 ίσα μέρη και καθένα από αυτά τα μέρη ονομάζεται **βαθμός Κελσίου (1 °C)**. Η κλίμακα Κελσίου εκτείνεται πάνω από τους 100 °C και κάτω από τους 0 °C. Οι βαθμοί κάτω από το μηδέν σημειώνονται με αρνητικό πρόσημο π.χ -15 °C.

Στην κλίμακα **Fahrenheit** η θερμοκρασία τήξεως του πάγου αντιστοιχεί σε 32° F και η θερμοκρασία βρασμού του νερού αντιστοιχεί στους **212° F**. Το μεταξύ τους διάστημα χωρίζεται σε 180 ίσα μέρη και καθένα από αυτά ονομάζεται βαθμός **Fahrenheit (1° F)**.

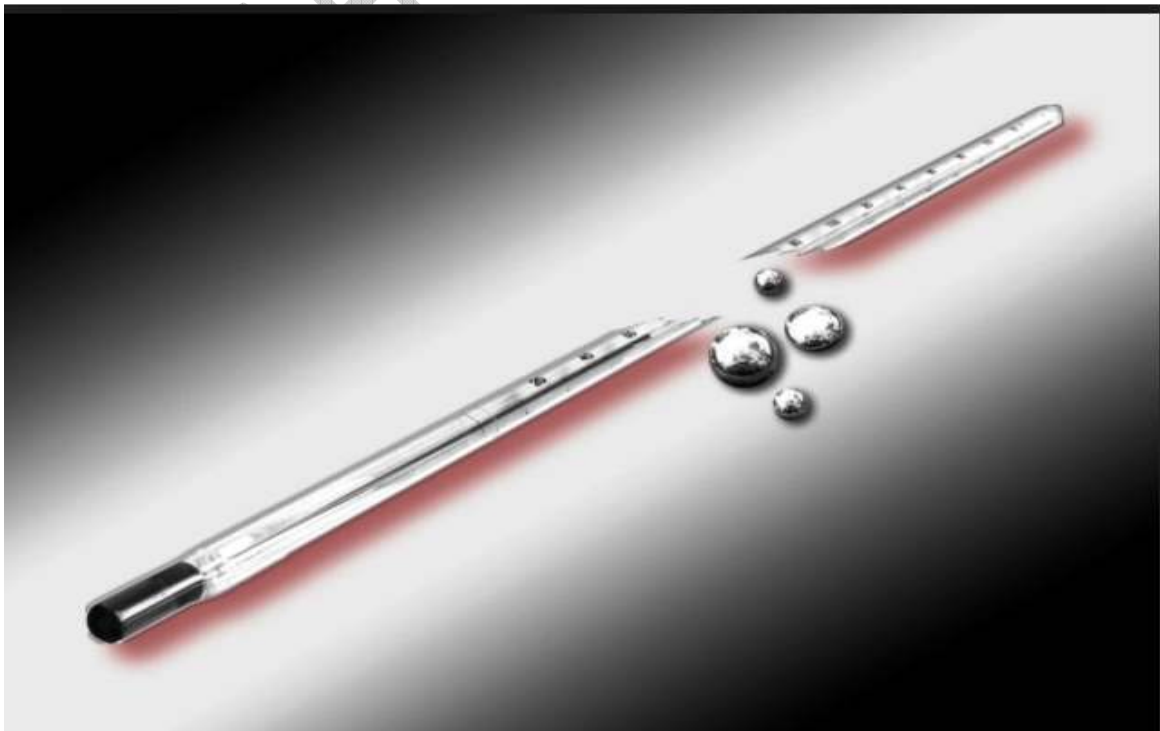
Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν και την κλίμακα **Κέλβιν** στην οποία το απόλυτο μηδέν (δηλ. εκεί όπου μία ουσία δεν έχει καμία απολύτως θερμική ενέργεια) αντιστοιχεί στους $- 273 \text{ }^{\circ}\text{C}$ περίπου. Οι βαθμοί της κλίμακας Κέλβιν έχουν το ίδιο μέγεθος με τους βαθμούς Κελσίου και συνεπώς η θερμοκρασία τήξης του πάγου αντιστοιχεί σε $273 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.3 Όργανα μέτρησης

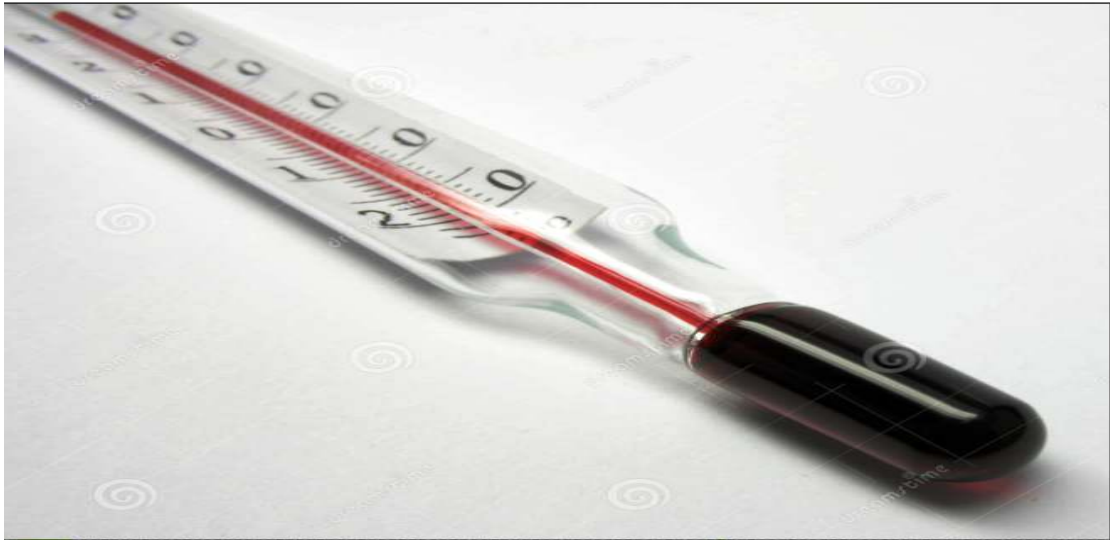
Θερμόμετρα

Το θερμόμετρο είναι το όργανο που μετρά τη θερμοκρασία των σωμάτων. Όταν η θερμοκρασία ενός υλικού μεταβάλλεται, μπορεί γενικά να του συμβούν διάφορες άλλες μεταβολές. Το μέγεθός του και οι ηλεκτρικές, μαγνητικές ή οπτικές του ιδιότητες μπορεί να μεταβληθούν. Κάθε τέτοια μεταβολή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί και να μετρηθεί η μεταβολή της θερμοκρασίας του. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το απλούστερο είναι να χρησιμοποιηθεί η μεταβολή του μεγέθους. Όλα σχεδόν τα υλικά διαστέλλονται όταν ζεσταθούν και συστέλλονται όταν κρύνονται. Για την κατασκευή των θερμομέτρων εκμεταλλευόμαστε τη διαστολή και τη συστολή ενός υγρού, συνήθως του υδραργύρου ή της χρωματισμένης αλκοόλης, με την αύξηση ή την ελάττωση της θερμοκρασίας αντίστοιχα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι θερμομέτρων:

- Το υδραργυρικό θερμόμετρο το οποίο αποτελείται από κυλινδρικό ή σφαιρικό δοχείο το οποίο καταλήγει σε τριχοειδή σωλήνα με σταθερή διάμετρο. Το δοχείο περιέχει υδράργυρο ο οποίος διαστέλλεται όταν θερμαίνεται. Ο σωλήνας του θερμόμετρου είναι βαθμονομημένος. Η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του υδράργυρου μας παρέχει την αντίστοιχη θερμοκρασία.



- Το θερμόμετρο οινόπνεύματος χρησιμοποιείται για την μέτρηση θερμοκρασιών που είναι μικρότερες των $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Μπορεί να μετρήσει θερμοκρασίες μέχρι $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το υδραργυρικό θερμόμετρο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση τέτοιων θερμοκρασιών γιατί ο υδράργυρος πήζει στους $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Θερμόμετρο οινόπνεύματος

- Το θερμόμετρο αντιστάσεως χρησιμοποιείται για τη μέτρηση χαμηλών θερμοκρασιών. Στην αρχή λειτουργίας αυτών των θερμόμετρων στηρίζεται και η λειτουργία των θερμόμετρων που ελέγχουν τη θερμοκρασία των κινητήρων των αυτοκινήτων. Είναι γνωστό ότι η ηλεκτρική αντίσταση ενός αγωγού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Σε αυτή ακριβώς την ιδιότητα στηρίζεται η λειτουργία του θερμόμετρου αντιστάσεως. Το θερμόμετρο αποτελείται από ένα σπείραμα το οποίο βρίσκεται μέσα σε σωλήνα από χαλαζία. Για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος φέρουμε το θερμόμετρο σε επαφή με αυτό και μετράμε την αντίσταση του σώματος. Από την αντίσταση υπολογίζουμε και τη θερμοκρασία του σώματος.

Υπάρχουν και άλλοι τύποι θερμόμετρων π.χ το θερμοηλεκτρικό θερμόμετρο και το θερμόμετρο μέγιστου και ελαχίστου.

2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την θερμοκρασία του αέρα

Οι κυριότεροι παράγοντες που διαμορφώνουν την θερμοκρασία ενός τόπου είναι:

- α) Η ένταση και η διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας
- β) Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, όπως διάχυση, απορρόφηση, ανάκλασα κ.ά
- γ) Η απόσταση του τόπου από την θάλασσα
- δ) Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους.
- ε) Η δυνατότητα και η συχνότητα μεταφοράς στο τόπο αυτό ποσοτήτων θερμότητας με οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις
- στ) Οι συναλλαγές θερμότητας επιφάνειας γης-ατμόσφαιρας.
- ζ) Τα θαλάσσια ρεύματα.
- η) Το υψόμετρο.
- θ) Το γεωγραφικό πλάτος

2.5 Ημερήσια και ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας

Ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας

Κατά την διάρκεια μιας κανονικής ημέρας, χωρίς νέφωση και χωρίς ανέμους, η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει απλή κύμανση, με μέγιστο που υστερεί 1-2 ώρες από την μεσουράνηση του ήλιου και ελάχιστο που σημειώνεται λίγο πριν ή μετά την ανατολή του ήλιου. Οι θερμοκρασίες του αέρα διαμορφώνονται με το ισοζύγιο της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην γη και της εκπεμπόμενης γήινης ακτινοβολίας

Η διαφορά της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας ονομάζεται Ημερήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΗΘΕ).

Το ΗΘΕ εξαρτάται από:

- Το γεωγραφικό πλάτος: ελαττώνεται όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος.
- την εποχή
- Την ηπειρωτικότητα: Είναι μικρό σε θαλάσσιες περιοχές και μεγάλο στις ηπειρωτικές

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- Τη νέφωση: Το ΗΘΕ είναι μικρό μία νεφοσκεπή ημέρα και μεγάλο μια αίθρια.
- Τη βλάστηση και τη φύση του εδάφους. Είναι μικρό όταν το έδαφος καλύπτεται από βλάστηση, μεγαλώνει σε γυμνό

Ετήσια πορεία της θερμοκρασίας

Θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος στις ηπειρωτικές περιοχές και ο Αύγουστος στις παραθαλάσσιες. Ψυχρότερος μήνας για το ίδιο γεωγραφικό πλάτος είναι αντίστοιχα ο Ιανουάριος ή ο Φεβρουάριος

Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος διαμορφώνεται υπό την επίδραση, κυρίως, του γεωγραφικού πλάτους και της ηπειρωτικότητας ενός τόπου.

Ο Gorczyński κατέταξε τα κλίματα, με βάση το ΕΘΕ ως εξής:

θαλάσσιο μεταβατικό : $10^{\circ}\text{C} < \text{ΕΘΕ} < 25^{\circ}\text{C}$

Ισημερινό: $\text{ΕΘΕ} < 2.5^{\circ}\text{C}$

Ωκεάνιο: $2.5^{\circ}\text{C} < \text{ΕΘΕ} < 10^{\circ}\text{C}$

Ηπειρωτικό: $25^{\circ}\text{C} < \text{ΕΘΕ} < 40^{\circ}\text{C}$

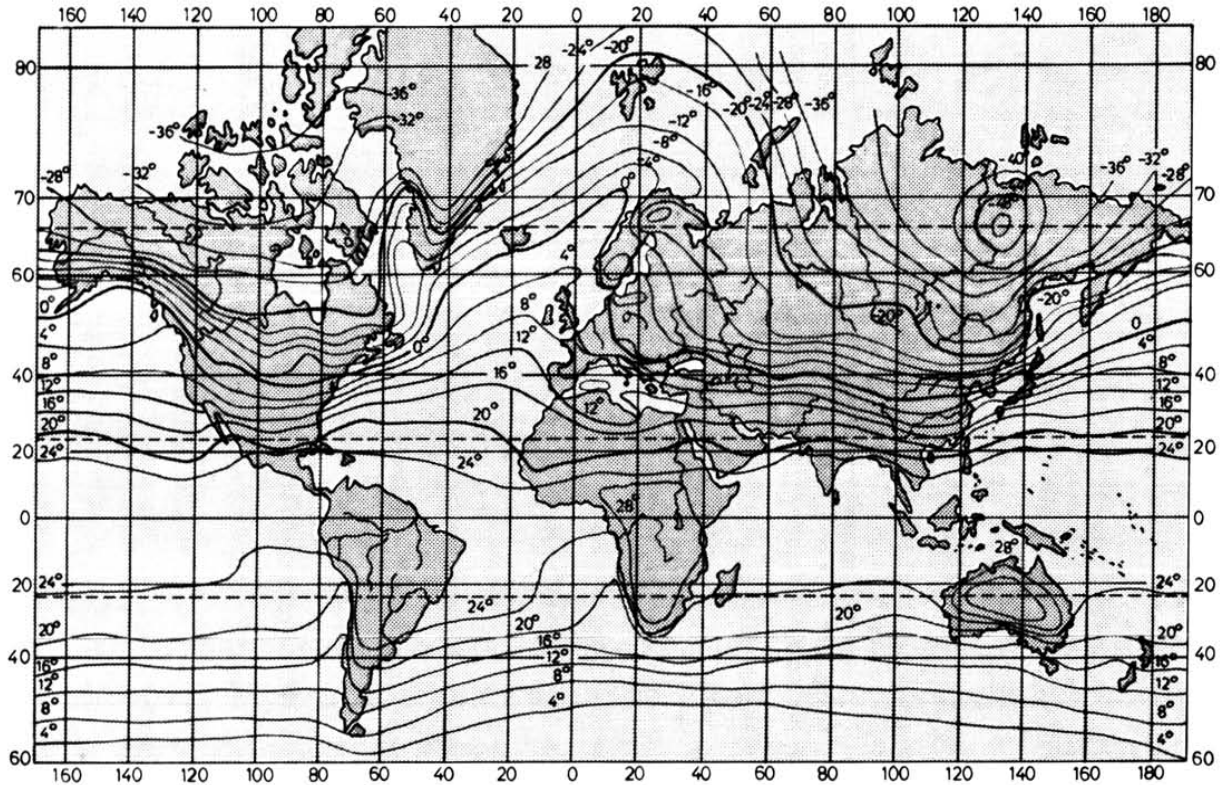
Άκρως ηπειρωτικό: $> 40^{\circ}\text{C}$

Η Ελλάδα που έχει ΕΘΕ : $12^{\circ}\text{C} < \text{ΕΘΕ} < 23^{\circ}\text{C}$ αντιστοιχεί στο θαλάσσιο μεταβατικό κλίμα

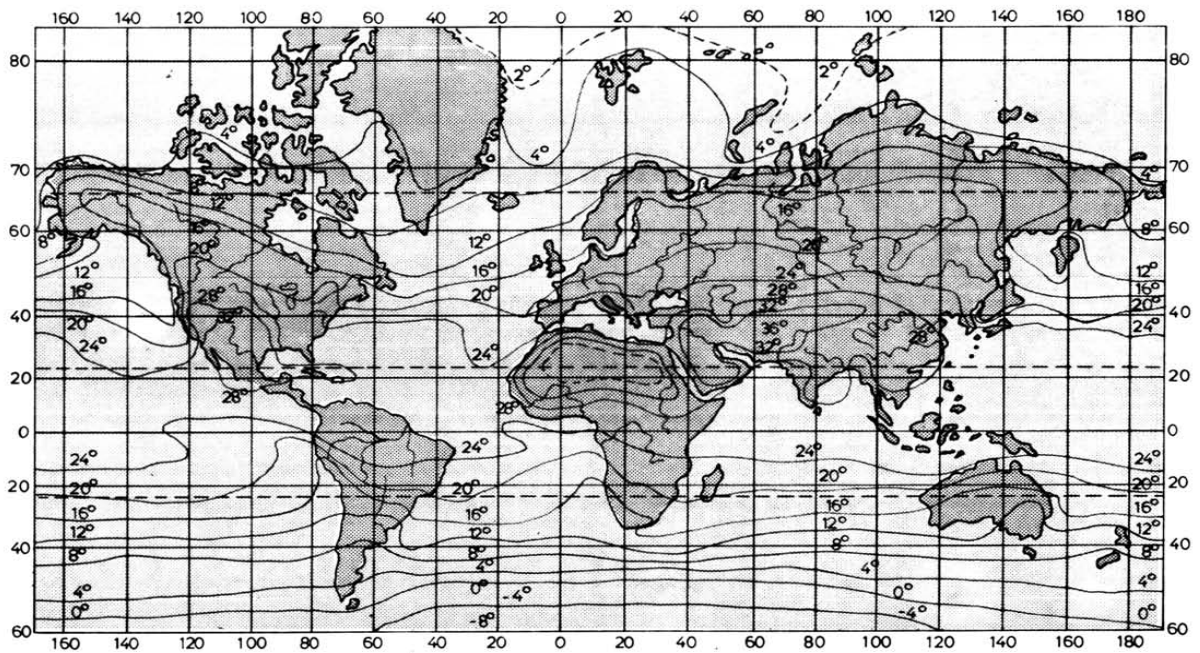
2.6 Πλανητική κατανομή της θερμοκρασίας

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται η πλανητική κατανομή της θερμοκρασίας για τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο αντίστοιχα με τη βοήθεια των ισόθερων καμπύλων. Οι ισόθερες είναι γραμμές που ενώνουν τόπους με την ίδια θερμοκρασία. Για σύγκριση τόπων με διαφορετικό υψόμετρο γίνεται αναγωγή της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας με την χρήση της κανονικής θερμοβαθμίδας ($6 - 6.5^{\circ}\text{C}$ κάθε 1000 μέτρα).

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Σχ. 2.4α.
Διανομή της θερμοκρασίας του αέρα τόν 'Ιανουάριο.



Σχ. 2.4β.
Διανομή της θερμοκρασίας του αέρα τόν 'Ιούλιο.

2.7 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία κατά την οποία η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας του πλανήτη διατηρείται σταθερή και διευκολύνει τη συντήρηση της ζωής. Η αδιάκοπη ρύπανση όμως της ατμόσφαιρας από διάφορα αέρια (κύρια το διοξείδιο του άνθρακα) που προκαλεί ο άνθρωπος και οι δραστηριότητες του προκαλούν δυσλειτουργία αυτού του φαινομένου. Οι ρύποι που εκπέμπονται από τα εργοστάσια, αυτοκίνητα κ.τ.λ. συγκεντρώνονται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Εκεί δημιουργούν ένα στρώμα το οποίο λειτουργεί σαν καθρέφτης που, ναι μεν επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να μπουν στην γήινη ατμόσφαιρα, αλλά δεν τους επιτρέπει να φύγουν (αυτές προηγουμένως έχουν ανακλασθεί στην επιφάνεια της γης). Έτσι αυτές ξαναγυρίζουν προς το έδαφος κ.ο.κ. Αυτές οι συνεχόμενες ανακλάσεις προκαλούν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

Η γήινη ατμόσφαιρα ή το γυαλί είναι διαφανές στην ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος του ηλιακού φωτός, αλλά αδιαφανές στη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία της γης. Η ενέργεια του ηλιακού φωτός που περνά το γυαλί του θερμοκηπίου ενός ανθοκόμου ή την ατμόσφαιρα της γης, απορροφάται και εκπέμπεται πάλι, αλλά σε μεγαλύτερο μήκος κύματος που όμως παγιδεύεται από το γυαλί ή την ατμόσφαιρα και προκαλεί θέρμανση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΥΓΡΑΣΙΑ



3.1 Ορισμός

Όπως είναι γνωστό στον ατμοσφαιρικό αέρα περιέχονται και υδρατμοί που προέρχονται από την εξάτμιση υγρών επιφανειών, κυρίως των θαλασσών. Η παρουσία αυτών των υδρατμών στον αέρα καλείται υγρασία. Η Υγρασία της ατμόσφαιρας διακρίνεται σε "*απόλυτη*" και σε "*σχετική υγρασία*".

3.1.1 Απόλυτη υγρασία

Απόλυτη υγρασία ονομάζεται η μάζα των υδρατμών (σε γραμμάρια, gr) που περιέχεται σε 1 m^3 . Από τον ορισμό καταλαβαίνουμε ότι πρόκειται για την πυκνότητα του αέρα σε υδρατμούς. Υπολογίζεται από τον τύπο:

$$a = m/V$$

Απόλυτη υγρασία και τάση των ατμών αριθμητικά εκφράζονται με τον ίδιο αριθμό, όταν η τάση των ατμών μετρείται σε mmHg. Ως τάση ατμών ορίζουμε την μερική πίεση που ασκούν οι υδρατμοί.

Η ικανότητα του αέρα να συγκρατεί μικρή ή μεγάλη ποσότητα υδρατμών είναι ανάλογη προς την θερμοκρασία του. Σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία η ποσότητα των υδρατμών που μπορεί να συγκρατήσει η ατμόσφαιρά έχει μια μέγιστη τιμή. Την τιμή αυτή μπορούμε να την υπολογίσουμε από την εξίσωση των Magnus-Tetens

$$e_s(T) = 6,1094 \exp \left(\frac{17,625T}{T + 243,04} \right)$$

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

όπου e_s η μέγιστη τάση υδρατμών σε hPa ως συνάρτηση της θερμοκρασίας T της ατμόσφαιρας μετρούμενης σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$).

3.1.2 Σχετική υγρασία

Σχετική υγρασία είναι ο λόγος της ποσότητας ή της μάζας των υδρατμών, που περιέχει ο αέρας, προς εκείνη την ποσότητα ή τη μάζα των υδρατμών τους οποίους μπορεί να συμπεριλάβει (υπό την αυτή θερμοκρασία και πίεση) μέχρις ότου αυτός κορεσθεί. Η σχετική υγρασία εκφράζεται **επί τοις %**. Έτσι υφίσταται ο τύπος:

$$\Sigma_v = B'/B \times 100 \text{ όπου}$$

B': ποσότητα υαρχόντων υδρατμών ή τάση υδρατμών και

B: ποσότητα που καθιστά τον αέρα κεκορεσμένο ή μέγιστη τάση υδρατμών.

Ο κορεσμένος αέρας έχει *σχετική υγρασία* 100%, ενώ ο τελείως ξηρός αέρας έχει υγρασία 0%. Όταν επικρατεί ομίγλη ο αέρας είναι συνήθως κορεσμένος. Ιδιαίτερης σημασίας είναι ότι η ημερήσια πορεία της σχετικής υγρασίας είναι αντίθετη αυτής της θερμοκρασίας του αέρα. Πολύ συχνά τα Δελτία Καιρού αναφέρουν και το στοιχείο της "σχετικής υγρασίας" σε ποσοστό επί τοις 100, π.χ. 50%, 60% κ.λπ. Αυτό συμβαίνει γιατί το αίσθημα ικανοποίησης ή δυσφορίας που νιώθουμε προκύπτει από το συνδυασμό της θερμοκρασίας με την υγρασία. Όταν η σχετική υγρασία είναι 100% τότε η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη δηλαδή πλήρης υδρατμών μη δυνάμενη να συγκρατήσει άλλους. Αντίθετα όταν είναι π.χ. 50% και η θερμοκρασία αέρος 20°C για τον χειμώνα, και 26°C για το καλοκαίρι, τότε αισθανόμαστε ευχάριστα.

3.2 Θερμοκρασία δρόσου

Μία άλλη παράμετρος που εκφράζει την υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα είναι η θερμοκρασία δρόσου ή κόρου. Ως θερμοκρασία δρόσου (θ_d) ορίζεται η θερμοκρασία στην οποία αν ψυχθεί ο αέρας υπό σταθερή πίεση καθίσταται κορεσμένος με τους υδρατμού που περιέχει.

Στην πραγματικότητα υγρομετρική παράμετρος δεν είναι η ίδια η θερμοκρασία δρόσου αλλά η διαφορά της από τη θερμοκρασία του αέρα. Όσο μικρότερη είναι η $\theta - \theta_d$ τόσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία.

Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου, αποτελεί σπουδαίο μετεωρολογικό στοιχείο για ένα τόπο και γι' αυτό πάντοτε αναφέρεται στους μετεωρολογικούς χάρτες με τα σύμβολα D.P. από τα αρχικά του αγγλικού όρου Dew Point, σημείο δρόσου δηλαδή.

Όταν ο αέρας ψύχεται στη θερμοκρασία δρόσου, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και εμφανίζονται μικρές σταγόνες. Το φαινόμενο αυτό λέγεται δρόσος.

3.3 Δρόσος



Ιδιαίτερα τις ξάστερες νύκτες, η Γη ακτινοβολεί περισσότερη θερμότητα από αυτή που λαμβάνει, καθώς τα σύννεφα δρουν ως ανακλαστές ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα να ψύχεται η επιφάνειά της. Η τροπόσφαιρα, το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, αρχίζει να ψύχεται μέσω της μεταφοράς θερμότητας προς την επιφάνεια της Γης, και οι υδρατμοί που υπάρχουν σε αυτήν, λόγω της απώλειας θερμότητας, συμπυκνώνονται και σχηματίζουν υδροσταγόνες. Τις νύκτες που δημιουργείται δρόσος, συνήθως υπάρχει και άπνοια, καθώς ο νυκτερινός άνεμος μεταφέρει θερμές αέριες μάζες από μεγαλύτερα ύψη, κοντά στην επιφάνεια.

Συνήθη μέρη σχηματισμού της δρόσου, είναι σώματα που δεν ακουμπάνε στην επιφάνεια της Γης. Τα βαθύτερα στρώματα του φλοιού της Γης είναι κατά τη διάρκεια της νύχτας, πιο θερμά από την επιφάνεια, και μεταφέρουν θερμότητα προς αυτήν. Η χαμηλή θερμική αγωγιμότητα της ατμόσφαιρας, αποτρέπει την περαιτέρω μεταφορά θερμότητας από την επιφάνεια προς τα σώματα που δεν ακουμπάνε στο έδαφος ή σε άλλα σώματα υψηλής θερμικής αγωγιμότητας.

Το φαινόμενο παρατηρείται και στην εξωτερική επιφάνεια ενός ποτηριού παγωμένου νερού το καλοκαίρι, ή σε έναν, θολωμένο από τη χρήση ζεστού νερού, καθρέφτη μπάνιου, πάνω στον οποίο θα σχηματιστούν σταγόνες νερού.

Γενικά η δρόσος χαρακτηρίζεται ως ένα από τα ευεργετικότερα μετεωρολογικά φαινόμενα, ειδικά στις καλλιέργειες, και όχι μόνο. Ιδιαίτερα στις περιοχές με λιγαστές βροχοπτώσεις όπως είναι τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου, ιδίως οι Κυκλάδες, η αξία της είναι ιδιαίτερα αντιληπτή. Αν έλλειπε η δρόσος όλα θα ήταν

κατάξερα και καμιά καλλιέργεια δεν θα ευδοκιμούσε. Ακόμα λόγω αυτής της ευεργετικής παρουσίας της εξηγείται η παρουσία θαμνώδους βλάστησης σε παράκτιες ερήμους όπως του Περού, της Μαυριτανίας κ.α. Ανεξάρτητα όμως αυτών σημειώνεται ότι η παρουσία της δρόσου ευνοεί επίσης την ανάπτυξη μυκήτων ιδιαίτερα επικίνδυνων στα φυτά.

Διάκριση δρόσου

Γεγονός είναι ότι τελικά η δημιουργία της δρόσου εξαρτάται κυρίως από την υφιστάμενη διάχυση υδρατμών μέσα στον αέρα (στην ατμόσφαιρα). Εξετάζοντας όμως αυτή τη διάχυση παρατηρείται, ειδικά πάνω από βλάστηση, δύο δυνατές περιπτώσεις δημιουργίας: είτε με καθοδική κίνηση των υδρατμών, είτε με ανοδική κίνηση. Αυτό καθιστά έτσι αντιληπτό ότι τελικά υφίστανται δύο είδη δρόσου ανάλογα της κίνησης των υδρατμών, οι οποίες και είναι:

1. Η καθοδική δρόσος που λέγεται αυτή που προκαλείται με καθοδική κίνηση υδρατμών και που εμφανίζεται στη πάνω επιφάνεια των φύλλων, η οποία και φέρεται στην αγγλική ορολογία ως "dewfall" και
2. Η ανοδική δρόσος που λέγεται αυτή που δημιουργείται με ανοδική κίνηση υδρατμών από κάτω προς τα επάνω και που εμφανίζεται στη κάτω επιφάνεια των φύλλων των λουλουδιών, η οποία και φέρεται στην αγγλική ορολογία ως "distillation" (=απόσταξη).

3.4 Μέτρηση της υγρασίας

Η μέτρηση της υγρασίας της ατμόσφαιρας γίνεται με ειδικά μετεωρολογικά όργανα τα οποία και είναι: τα υγρόμετρα, οι υγρογράφοι καθώς και τα ψυγρόμετρα. Τις μεθόδους μέτρησης της υγρασίας και προσδιορισμού αυτής, γενικά, καθώς και την σε υδρατμούς περιεκτικότητα του αέρος, ειδικότερα, εξετάζει η Υγρομετρία που είναι κλάδος της Φυσικής



Ψυχρόμετρο

Το Ψυχρόμετρο είναι ένα μετεωρολογικό όργανο εδάφους, τύπου υγρόμετρου με το οποίο μετριέται η υγρασία ατμόσφαιρας.

Το ψυχρόμετρο θεωρείται γενικά ως το ακριβέστερο όργανο μετρήσεων στο είδος του. Το εφεύρε το 1825 ο Γερμανός R. Assman, εξ ου και το όνομά του «απορροφητικό ψυχρόμετρο Άσμαν». Αποτελείται από ένα ζεύγος [υδραργυρικών θερμομέτρων](#) όπου μόνο η κάτω άκρη του ενός, (δηλαδή το δοχείο του υδραργύρου του) σκεπάζεται από ύφασμα μουσελίνας που φέρει φυτίλι, η άκρη του οποίου καταλήγει βυθισμένη σε δοχείο με αποσταγμένο νερό. Έτσι το θερμομέτρο αυτό υγραίνεται συνεχώς σε αντίθεση με το άλλο του ζεύγους, που παραμένει ξηρό.

Όταν η ατμόσφαιρα είναι υγρή δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο θερμομέτρων του ψυχρόμετρου. Αν όμως είναι ξηρή τότε η εξάτμιση στο υγρό θερμομέτρο είναι μεγάλη με συνέπεια η θερμοκρασία μεταξύ υγρού και ξηρού θερμομέτρου να παρουσιάζει μεγαλύτερη διαφορά. Η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας μεταξύ των δύο θερμομέτρων και η ενδεικτική θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου μας δίνουν την τιμή της σχετικής υγρασίας έτοιμη από σχετικούς πίνακες που ονομάζονται πίνακες σχετικής υγρασίας.

Η γνώση της σχετικής υγρασίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι είναι εκείνη που πληροφορεί για τα υδάτινα ή ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα καθώς και για τις συνθήκες πάγου που κρίνονται επικίνδυνες στις αερομεταφορές.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τα υγρόμετρα είναι ειδικά όργανα της Μετεωρολογίας, με τα οποία μετριέται η υγρασία ατμόσφαιρας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υγρομέτρων όπως το υγρόμετρο τρίχας, το υγρόμετρο Αλλυάρ ή υγρόμετρο δρόσου, καθώς και άλλα που λόγω διαφορετικού τρόπου λειτουργίας και μέτρησης φέρονται με κατ' ιδία ονόματα όπως οι υγρογράφοι και τα ψυχρόμετρα.

Υγρόμετρο τρίχας

Το 1783 ο Ελβετός γεωλόγος H.B. de Saussure ανακάλυψε το υγρόμετρο με το οποίο και γίνεται η μέτρηση της υγρασίας στον αέρα. Όσο κι αν φανεί παράξενο, το κύριο μέρος του οργάνου αυτού είναι η δέσμη τριχών ανθρώπου ή αλόγου. Οι Ινδιάνοι στην Αμερική γνώριζαν από τα πολύ παλαιότερα χρόνια την ιδιότητα των φυσικών τριχών να αυξομειώνονται κατά το μήκος τους ανάλογα με την υγρασία που είχαν. Μια αρκετά μακάβρια μέθοδος, αφού και παρατηρήθηκε το φαινόμενο αυτό από τις τούφες της κεφαλής των εχθρών τους που είχαν αποκεφαλίσει.



Στα σύγχρονα υγρόμετρα υφίσταται δέσμη ανθρώπινων τριχών, κατά προτίμηση ξανθού ατόμου, που προηγουμένως έχουν καθαρισθεί πολύ καλά από σκόνες και το λίπος. Οι τρίχες λοιπόν αυτές όταν ο αέρας είναι υγρός απορροφούν υγρασία και επιμηκώνονται. Αντίθετα όταν ο αέρας είναι ξηρός η υγρασία των τριχών εξατμίζεται και το μήκος τους μειώνεται. Οι αυξομειώσεις αυτές μεγεθύνονται μηχανικά και μεταβιβάζονται σε δείκτη επί βαθμολογημένου τόξου 0 - 100.

Υγρόμετρο Αλλυάρ

Ο τύπος αυτού του υγρομέτρου βασίζεται στον προσδιορισμό της θερμοκρασίας κατά την οποία εμφανίζεται σε κάποια αποψυχόμενη επιφάνεια δρόσος που προέρχεται από την υγρασία του αέρος. Η θερμοκρασία αυτή που ονομάζεται «σημείο δρόσου» σχετίζεται άμεσα με την υγρομετρική κατάσταση του αέρα. Το υγρόμετρο Αλλυάρ αποτελείται από ορθογώνιο μεταλλικό δοχείο που περιέχει αιθέρα. Ο αιθέρας εξατμιζόμενος δια πρόσφυσης ρεύματος αέρος, προκαλεί απόψυξη των τοιχωμάτων

του δοχείου και εμφάνιση στην εξωτερική του επιφάνεια σταγονίδια δρόσου. Η αναλογία αυτών προσδιορίζει την υφιστάμενη υγρασία.



3.5 Επίδραση στον άνθρωπο

Η υγρασία της ατμόσφαιρας έχει άμεση επίδραση στην αποβολή ύδατος από το ανθρώπινο σώμα που συντελείται αφενός μεν από την εξάτμιση δια των πνευμόνων και του δέρματος, εκ των οποίων και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του σώματος, αφετέρου δια των ούρων και κοπράνων. Η ποσότητα αυτή του εξατμιζόμενου ύδατος που αποβάλλεται υπό μορφή υδρατμών ημερησίως, από ένα ενήλικο άτομο, ανέρχεται κατά μέσον όρο στα 1.500 γραμ., εκ των οποίων τα 30 γραμ. αποβάλλονται από τους πνεύμονες κατά την εκπνοή, και το υπόλοιπο από το δέρμα.

Μετά από σειρά φυσιολογικών ερευνών συμπεραίνεται ότι η ολική ποσότητα του εξατμιζόμενου αυτού ύδατος σε όμοια σταθερή θερμοκρασία εξαρτάται από την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς, ενώ επί όμοιας υγρασίας εξαρτάται από την θερμοκρασία. Εκτός όμως των εξωτερικών αυτών συνθηκών επίδρασης σημαντική επίδραση φέρει και η κατάσταση του σώματος είτε από μυϊκή εργασία, είτε από την διατροφή είτε τέλος από την ενδυμασία. Σημειώνεται ακόμη ότι η αποβολή αυτή κατά τον Ρόμπνερ εξαρτάται και από την ποσότητα του εισπνεομένου αέρος που και αυτή ποικίλλει ανάλογα της κατάστασης του ανθρώπινου οργανισμού, αλλά και εκ των φυσικών φαινομένων. Για παράδειγμα ο άνεμος με θερμοκρασία 20-30 βαθμούς Κελσίου αφαιρεί από το δέρμα θερμαντικό εξ αγωγιμότητας δια του οποίου και περιστέλλεται η αποβολή του θερμαντικού. Αντίθετα η ατμοσφαιρική πίεση ελάχιστη επίδραση ασκεί στην αποβολή του ύδατος από τον οργανισμό.

Υγιεινή σημασία

Ο αέρας όταν βρίσκεται πολύ κοντά στο σημείο κορεσμού, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε υδρατμούς, προκαλεί στον άνθρωπο αίσθημα δυσφορίας και δυσχεραίνει την αναπνοή και την αποβολή του ύδατος από το δέρμα. Όταν ακόμη αυτό συνδυάζεται και με υψηλή θερμοκρασία τότε εγκυμονεί κίνδυνο θερμοπληξίας. Αντίθετα σε μικρή "σχετική υγρασία" αυξάνεται η ποσότητα του ύδατος που αποβάλλεται, από το δέρμα και την αναπνοή, γεγονός που δεν έχει και ιδιαίτερη σημασία, από υγιεινής πλευράς, εκτός του ότι παρουσιάζει μερικό φαινόμενο της δίψας. Θερμός και ξηρός αέρας είναι περισσότερο ανεκτός όταν δεν είναι πολύ υγρός. Η περισσότερο ευχάριστη για τον ανθρώπινο οργανισμό υγραμετρική κατάσταση του αέρα είναι εκείνη που εμπεριέχει μέτρια ποσότητα υδρατμών όπου καμία παρενόχληση δεν παρατηρείται τόσο στον σφυγμό και στην αναπνοή όσο και στον ύπνο.

ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ :ΒΡΟΧΗ

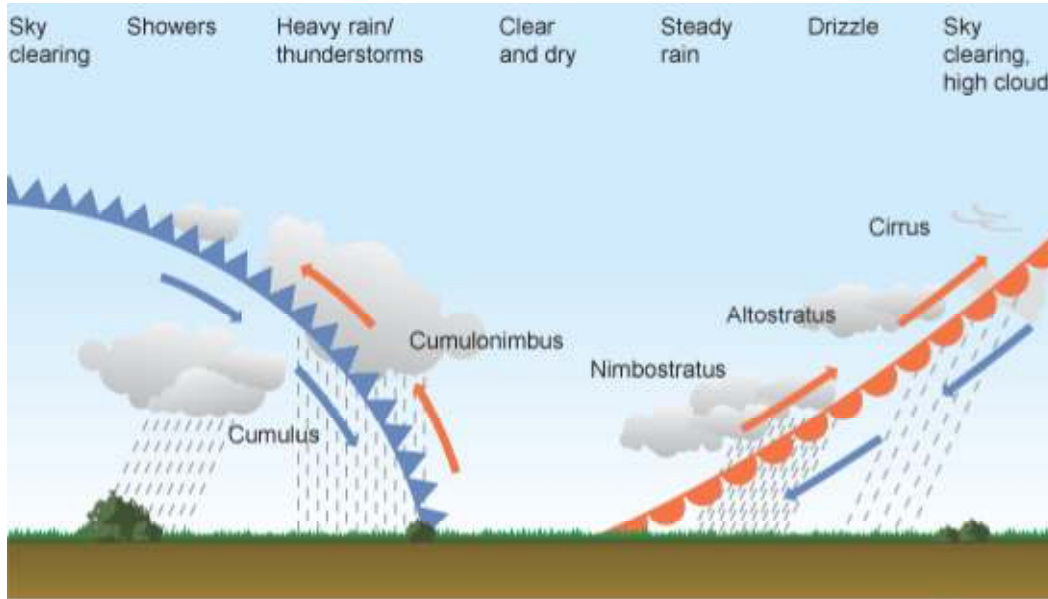


4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ-ΑΙΤΙΑ

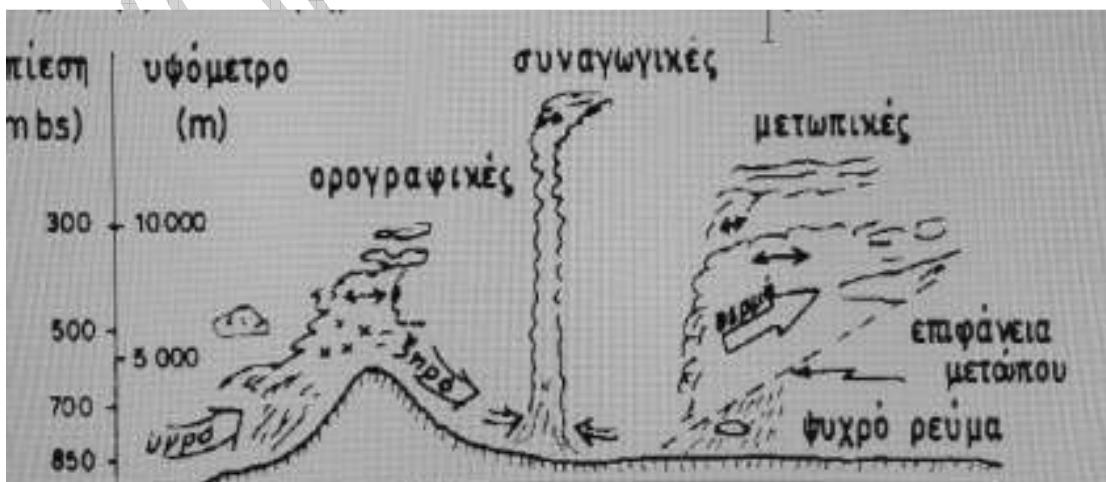
Η Βροχή ή βροχόπτωση ή υδατόπτωση είναι μια υγρή κατακρήμνιση και ανήκει στα υδατώδη μετεωρολογικά κατακρημνίσματα όπως ονομάζονται τα διάφορα φαινόμενα του υετού. Για να συμβεί το φαινόμενο στη γη, χρειάζεται ένα πυκνό στρώμα της ατμόσφαιρας με θερμοκρασία πάνω από το σημείο τήξης του νερού (δηλαδή πάνω από 0 °C) σχετικά κοντά στην επιφάνεια της Γης. Η συγκέντρωση των ατμοσφαιρικών υδρατμών πρέπει να είναι αρκετά υψηλή, ώστε αυτοί να υγροποιηθούν και να σχηματίσουν σταγόνες υγρού νερού, αρκετά βαριές ώστε να πέσουν ως την επιφάνεια. Τρεις δυνατότητες (και οι συνδυασμοί τους) υπάρχουν για να προκληθεί βροχή:

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- Να ψυχθεί ο αέρας, δηλαδή να ελαττωθεί η θερμοκρασία του, ώστε να ελαττωθεί η ικανότητά του να συγκρατεί τους υδατμούς σε αέρια μορφή ή σε μορφή μικρών (υγρών) σταγονιδίων σε κολλοειδή διασπορά (νέφη).
- Να αυξηθεί η ατμοσφαιρική πίεση, ώστε να ελαττωθεί η ικανότητά του να συγκρατεί τους υδατμούς σε αέρια μορφή ή σε μορφή μικρών σταγονιδίων σε κολλοειδή διασπορά (νέφη).
- Να αυξηθεί η συγκέντρωση της υγρασίας, ώστε αυτή να υπερβεί την ικανότητα συγκράτησής της για τη συγκεκριμένη θερμοκρασία και πίεση.



(περίπτωση 1)



σχηματισμός ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων

Τα σταγονίδια νερού συνενώνονται σε μεγαλύτερα μέσω της σύγκρουσης μεταξύ τους μέσα στα σύννεφα. Το τελικό μέγεθος των σταγόνων ποικίλλει. Σε μερικές περιπτώσεις οι σταγόνες της βροχής εξατμίζονται πριν φτάσουν στην επιφάνεια

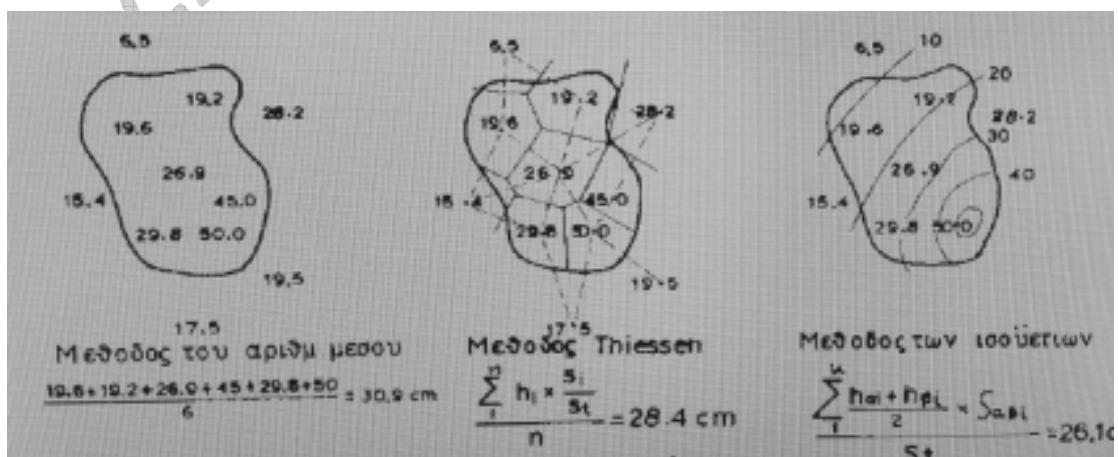
Ο υπερκορεσμός της υγρασίας συνδέεται με τα μέτωπα καιρού, που αποτελούν την κύρια μέθοδο πρόγνωσης επερχόμενης βροχόπτωσης. Αν συνυπάρχουν αρκετή υγρασία και ανοδικά ρεύματα αέρα σε έναν τόπο, τότε πέφτει βροχή σε λεπτές σταγόνες. Σε ορεινές περιοχές, είναι πολύ πιθανό να πέσουν έντονες βροχές στην πλευρά που έχει πρόσβαση σε υγρό αέρα. Αντίθετα, στην απάνεμη πλευρά συχνά σχηματίζεται ξηρό έως ερημικό κλίμα.

Η κανονική βροχή, σε σχετικά μη ρυπασμένη ατμοσφαιρικά περιοχή, έχει pH της τάξης του 5,2 κατά κανόνα, κάνοντάς την ελαφρά όξινη.

4.2 Μέτρηση βροχόπτωσης

Ύψος βροχής

Ύψος βροχής είναι το ιδεατό ύψος που θα έφθανε η στάθμη του νερού από τις κατακρημνίσεις επάνω από μια αδιαπέραστη επίπεδη οριζόντια επιφάνεια εάν δεν υπήρχε δυνατότητα να απορρεύσει ή να εξατμισθεί μέσα στην περίοδο που γίνεται η μέτρηση. Η ένταση της βροχόπτωσης μετριέται με βάση τα χιλιοστά βροχής που πέφτουν ανά ώρα και μετριέται με ειδικά όργανα, το βροχόμετρο και τους βροχογράφους. Τα βροχόμετρα είναι τυποποιημένα δοχεία συλλογής των κατακρημνίσεων. Οι βροχογράφοι είναι βροχόμετρα εφοδιασμένα με ένα αυτογραφικό μηχανισμό (με ζύγιση ή καταγραφή του όγκου). Μια άλλη μέθοδος για τον υπολογισμό του μέσου ισοδύναμου ύψους κατακρημνίσεων σε μια περιοχή είναι η μέθοδος των πολύγωνων Thiessen. Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο η περιοχή της μελέτης χωρίζεται σε υποπεριοχές, τα όρια των οποίων προκύπτουν από τις μεσοκαθέτους που ενώνουν τους δυο παρακείμενους σταθμούς. Οι υποπεριοχές που δημιουργούνται με τον τρόπο αυτό έχουν το χαρακτηριστικό ότι περιλαμβάνουν όλα τα σημεία που βρίσκονται πιο κοντά στο σταθμό που περικλείει η υποπεριοχή αυτή παρά σε οποιονδήποτε άλλο σταθμό. Η μέθοδος αυτή είναι καθαρά γεωμετρική και δεν λαμβάνει υπόψη το εδαφικό ανάγλυφο.

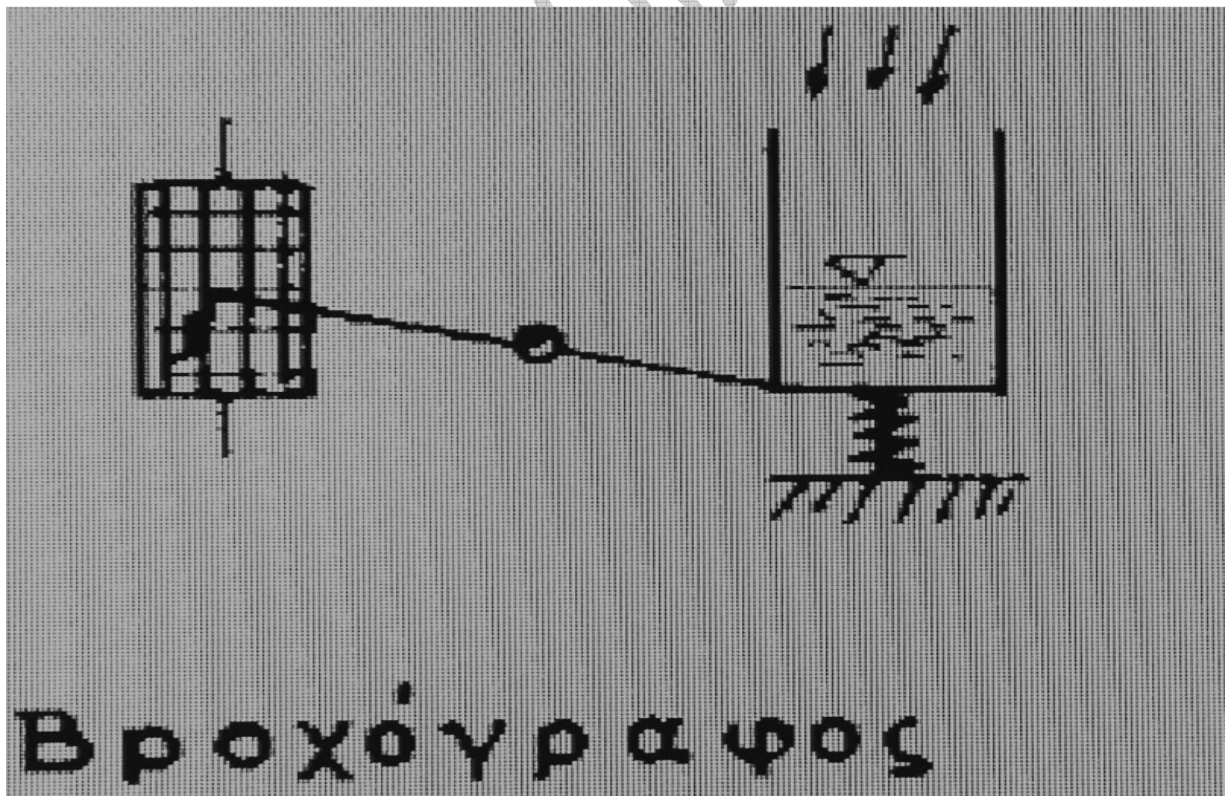


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

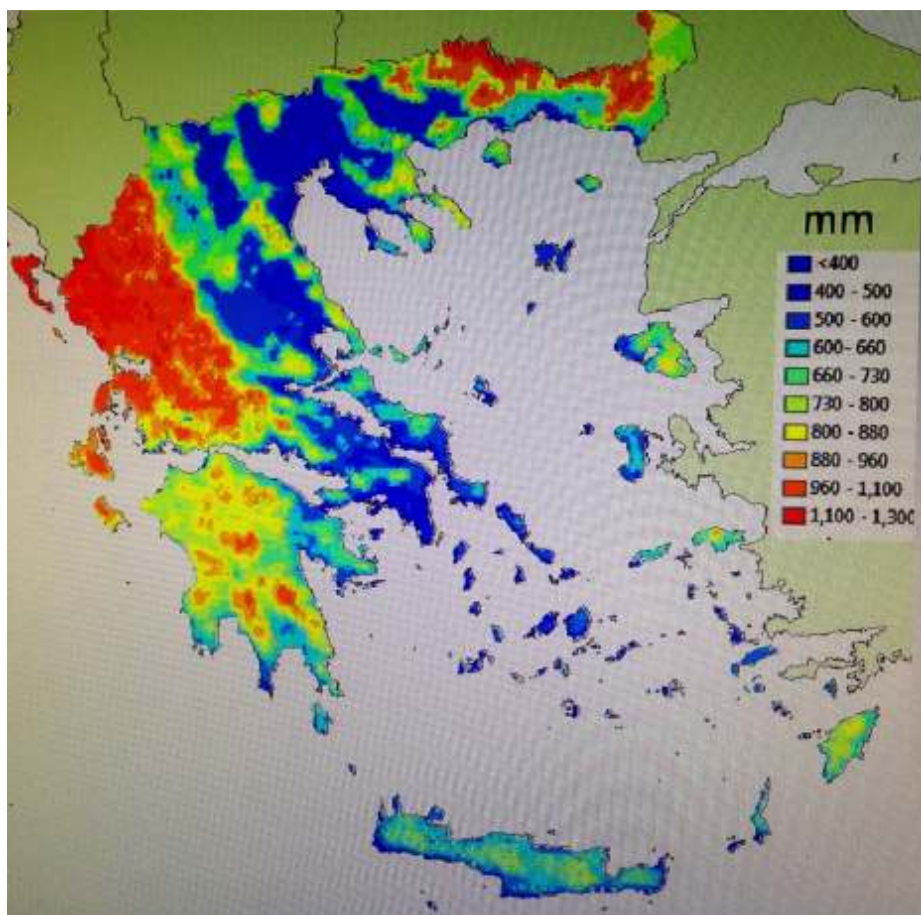
Ακολουθούν εικόνες και σχήματα των οργάνων καταμέτρησης:



βροχόμετρα



Τα μεγαλύτερα ύψη βροχής στην Ελλάδα σημειώνονται πάνω από τις ορεινές και τις δυτικές περιοχές λόγω επίδρασης του ανάγλυφου. Στην ηπειρωτική Ελλάδα εμφανίζονται μικρότερα ύψη βροχής από ότι στην δυτική λόγω του ότι βρίσκονται στην υπήνεμη πλευρά των ορεινών όγκων. Τα παραπάνω αναπαριστούνται στο παρακάτω σχήμα.



4.3 Κατηγορίες βροχής

Οι Μετεωρολόγοι, ανάλογα με την ένταση της βροχόπτωσης την διακρίνουν στις ακόλουθες κατηγορίες, ανάλογα με το παρατηρούμενο ύψος βροχής:

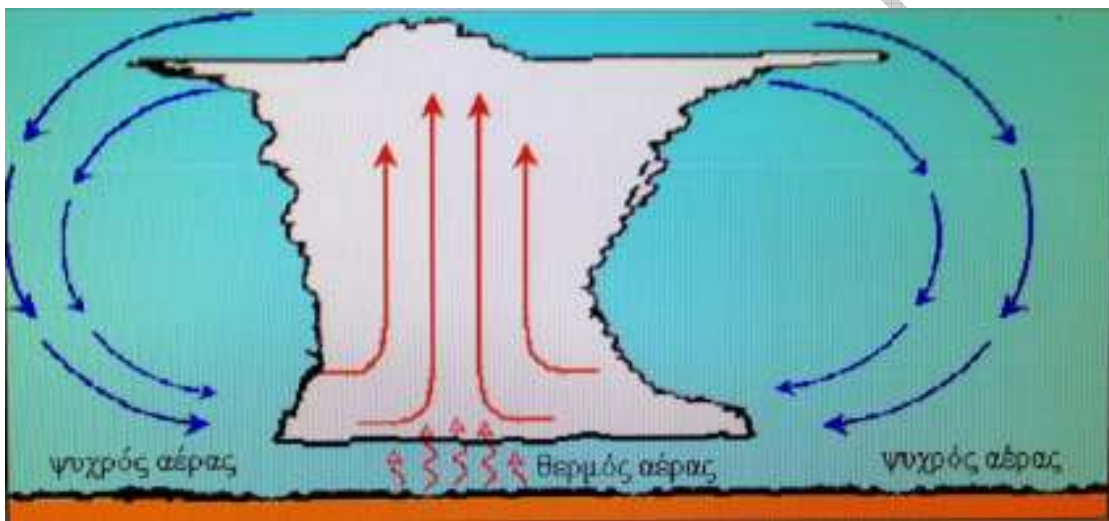
- Ασθενής: < 2 χιλιοστά / h. Συνήθως φθάνει τα 0,5 mm/h. Η βροχή αυτή προέρχεται από στρωματομόρφα σύννεφα πάχους μικρότερου των 2 χλμ.
- Μέτρια: 2 - 6 χιλιοστά / h.
- Ισχυρή: > 6 χιλιοστά / h. Ειδικότερα στις ξαφνικές μπόρες μεγάλης έντασης, όταν το ύψος της βροχής σε 1 ώρα είναι μεγαλύτερο των 10 χιλιοστών. Η βροχή αυτή είναι απότομη, με μεγάλες σταγόνες, και πολλές φορές συνοδεύεται και από χαλάζι.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- Βίαιη: > 50 χιλιοστά / h. (στατιστικώς σπάνιο φαινόμενο)

Επίσης, ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού των βροχοπτώσεων, οι βροχές διακρίνονται σε:

- Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς: Ο τύπος αυτός της βροχής προέρχεται από σύννεφα ανοδικών ρευμάτων κυρίως θέρμανσης κατωτέρων στρωμάτων του αέρα, δηλαδή από σωρείτες και σωρειτομελανίες. Οι χώρες που βρίσκονται μακριά από τον Ισημερινό έχουν βροχές αυτού του τύπου, κυρίως το καλοκαίρι.

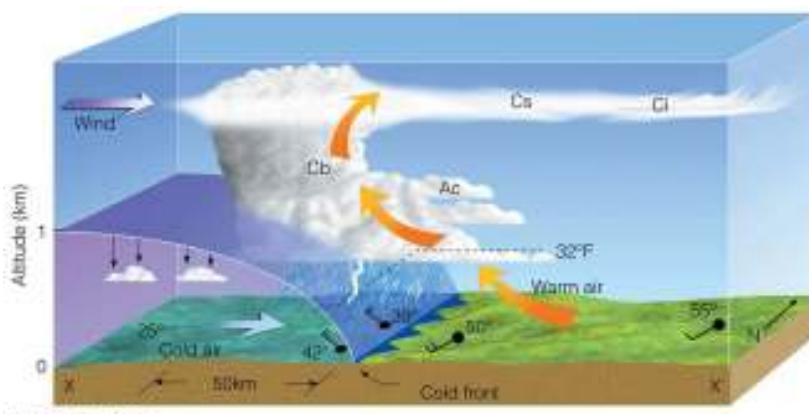


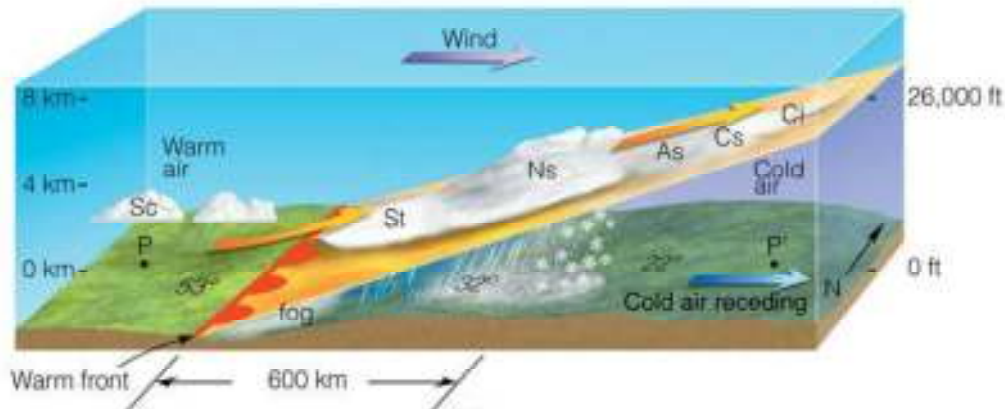
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- Βροχές του Ανάγλυφου ή Ορογραφικές βροχές: Οι βροχές αυτού του τύπου, παρατηρούνται κυρίως στις βουνοπλαγιές που έχουν προσανατολισμό προς τις ακτές. Ο αέρας που πνέει πάνω από τις θάλασσες και του ωκεανούς είναι πλούσιος σε υδρατμούς. Όταν φθάσει στη ξηρά έχει να υπερπηδήσει τις εξάρσεις (βουνά) που θα συναντήσει. Επομένως, καθώς ανυψώνεται πάνω στις βουνοπλαγιές ψύχεται, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και τους εγκαταλείπει ως βροχή. Έτσι, στη συνέχεια όταν ο αέρας κατέρχεται από την άλλη πλευρά τις βουνοπλαγιές είναι σχεδόν χωρίς υδρατμούς. Για αυτό και οι βουνοπλαγιές που έχουν προσανατολισμό αντίθετα των ακτών έχουν γενικά κλίμα ξηρό.

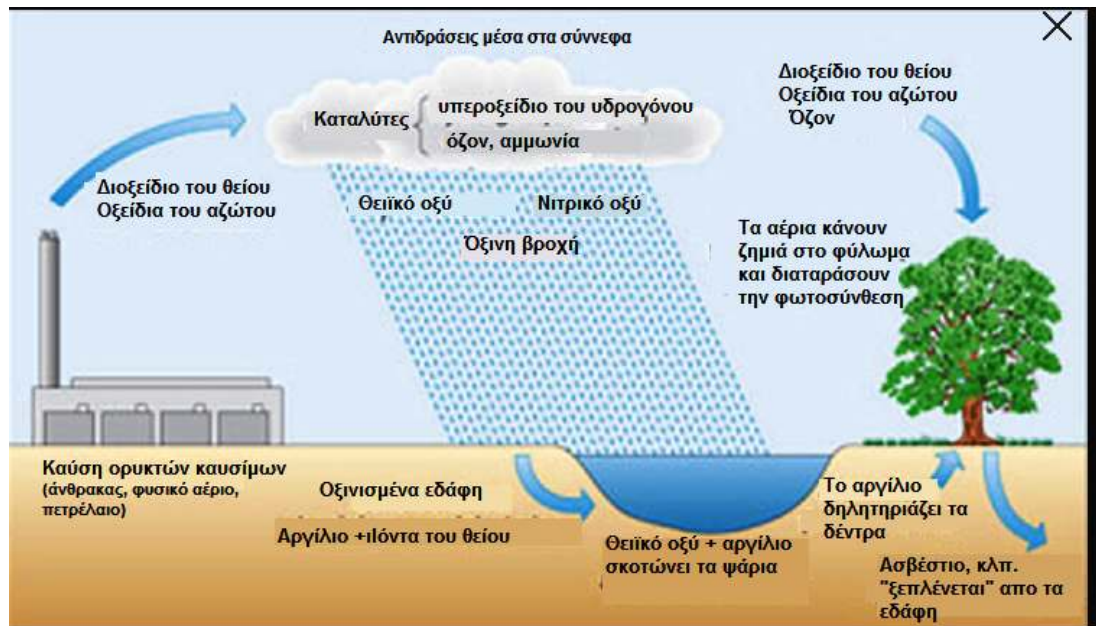


- Μετωπικές βροχές ή Βροχές μετώπου: Στις περισσότερες περιοχές της Υδρογείου, ο σπουδαιότερος τύπος βροχοπτώσεων είναι οι «Μετωπικές βροχές». Καλύπτουν πολλές εκατοντάδες χιλιομέτρων μόνο σε μία ημέρα. Δημιουργούνται όταν άνεμοι μεταφέρουν θερμότητα από τις τροπικές περιοχές προς τους Πόλους, ενώ άλλοι άνεμοι αντιθέτων διευθύνσεων πνέουν από τις αρκτικές περιοχές προς τον Ισημερινό. Στην περιοχή που συναντώνται σχηματίζουν μέτωπο. Επίσης σχηματίζεται ύφεση καθώς ο θερμός αέρας ανέρχεται πάνω από τον ψυχρό. Αυτή η ύφεση δημιουργεί συχνά σταθερή βροχή σε περιοχές μεγάλης έκτασης.





- Όξινη βροχή (acid rain): Συνήθως η φυσιολογική βροχή έχει όξινο χαρακτήρα, λόγω της διάλυσης σε αυτήν αερίων συστατικών της με όξινη συμπεριφορά, όπως π.χ. το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Ο όρος όξινη βροχή αναφέρεται στην παρουσία σε αυτήν όξινων διαλυμένων ρύπων, δηλαδή ουσιών (αερίων ή μη) που δεν αποτελούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά της καθαρής ατμόσφαιρας, αλλά είναι προϊόντα ανθρώπινης δραστηριότητας ή άλλων ρυπογόνων αιτιών (π.χ. ηφαιστειακής δραστηριότητας). Επειδή τα διάφορα καυσαέρια ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και οι γαιάνθρακες, περιέχουν συχνά (όξινα) οξείδια του θείου και του αζώτου, μεταξύ άλλων, παράγεται όξινη βροχή που περιέχει σε διάλυση τα αντίστοιχα οξέα. Η όξινη βροχή επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα σε οικοσυστήματα, καλλιέργειες, πολιτιστικά μνημεία και περιουσιακά στοιχεία των πολιτών (π.χ. αυτοκίνητα). Οι βαριές επιπτώσεις του φαινομένου ανάγκασαν, τα τελευταία χρόνια, πολλές κυβερνήσεις να επιβάλλουν νόμους και άλλα μέτρα με σκοπό τη μείωση, τουλάχιστον, του φαινομένου και άρα των επιπτώσεών του.



4.4 Ετήσια πορεία της βροχής στην Ελλάδα

Από μελέτες του Μαριολόπουλου η ετήσια πορεία της βροχής στην Ελλάδα διακρίνεται σε τέσσερις τύπους, εξαιτίας της ποικιλομορφίας του αναγλύφου (οριζόντιος και κατακόρυφος διαμελισμός), σύμφωνα με σχετικές μελέτες. Οι τύποι αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

- Τύπος Α. Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται από απλή κύμανση του ύψους βροχής, το οποίο παρουσιάζει μέγιστο κατά τους χειμερινούς μήνες κι ελάχιστο κατά τους θερινούς μήνες (κυρίως Ιούλιο κι Αύγουστο). Σε αυτόν τον τύπο ανήκουν όλες οι νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας που βρίσκονται νότια του παραλλήλου των 39 Β, οι ακτές της Δυτικής Ελλάδας, η Πελοπόννησος καθώς και οι παράλιες και πεδινές περιοχές της Στερεάς Ελλάδας.
- Τύπος Β. Η ετήσια πορεία του ύψους βροχής σε αυτόν τον τύπο παρουσιάζει διπλή κύμανση, δηλαδή με δύο μέγιστα και δύο ελάχιστα. Το πρωτεύον μέγιστο παρουσιάζεται τη χειμερινή περίοδο (Νοέμβριος-Δεκέμβριος) και το δευτερεύον μέγιστο, κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο, το οποίο οφείλεται στην εκδήλωση θερμικών καταιγίδων εξαιτίας της θέρμανσης του εδάφους από την ηλιακή ακτινοβολία. Το πρωτεύον ελάχιστο εμφανίζεται κατά το δίμηνο Ιούλιο κι Αύγουστο και το δευτερεύον ελάχιστο κατά τους μήνες Ιανουάριο ή Φεβρουάριο έως Απρίλιο. Ο τύπος αυτός επικρατεί στην ορεινή και ανατολική Στερεά Ελλάδα, τη Θεσσαλία, τη Μακεδονία και τα νησιά που βρίσκονται βορειότερα του παραλλήλου των 39 Β.

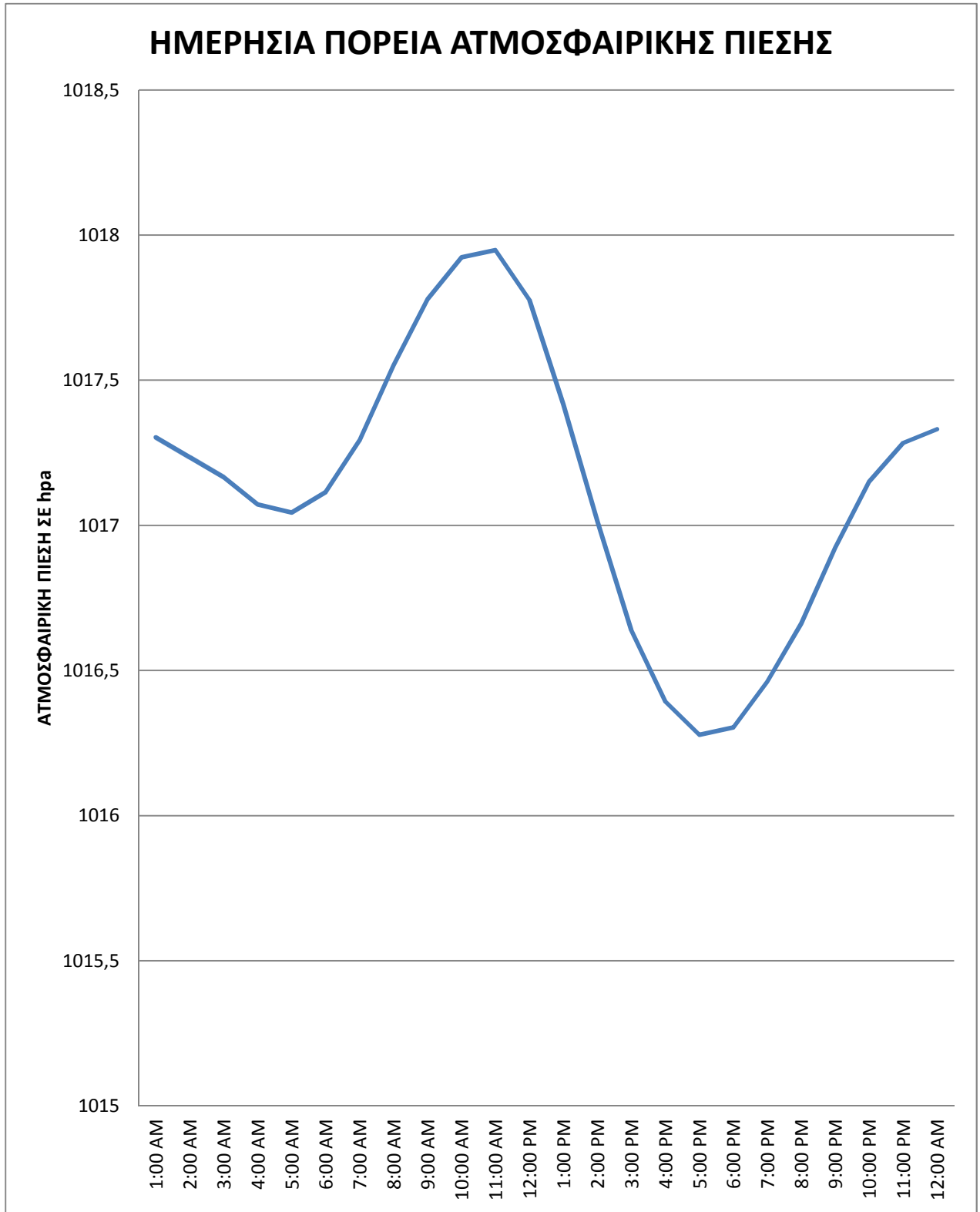
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

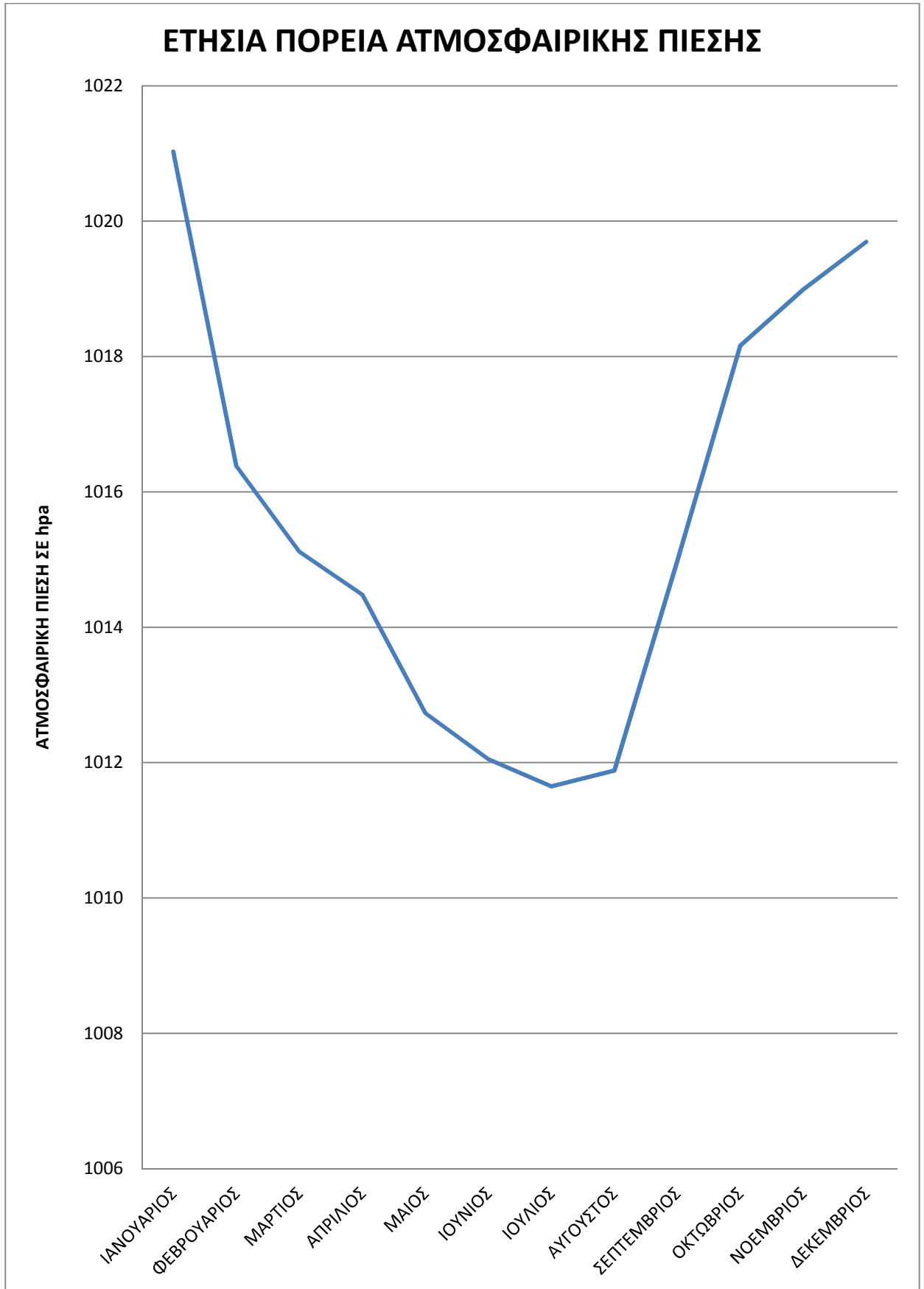
- Τύπος Γ. Ο τύπος αυτός παρουσιάζει τριπλή κύμανση. Το πρωτεύον μέγιστο στο ύψος βροχής εμφανίζεται το χειμώνα (Νοέμβριο-Δεκέμβριο), το δευτερεύον μέγιστο εμφανίζεται στις αρχές του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος) και το τριτεύον μέγιστο, στο δίμηνο Μαΐου - Ιουνίου. Το πρωτεύον ελάχιστο εμφανίζεται το δίμηνο Ιουλίου – Αυγούστου, το δευτερεύον ελάχιστο εμφανίζεται το φθινόπωρο (Οκτώβριος) και το τριτεύον ελάχιστο κατά τις αρχές της άνοιξης (Φεβρουάριο – Μάρτιο). Οι περιοχές επικράτησης του τύπου Γ βρίσκονται στα ορεινά της Μακεδονίας (με εξαίρεση την ορεινή Ροδόπη) και Θεσσαλίας καθώς και στις ηπειρωτικές πεδινές περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης.
- Τύπος Δ. Ο τύπος αυτός χαρακτηρίζεται από μια τάση ισοκατανομής της βροχής κατά τη διάρκεια του έτους καθώς εμφανίζει τέσσερα μέγιστα και ελάχιστα ετησίως. Ο τύπος Δ επικρατεί στα βόρεια ορεινά της Μακεδονίας και της Θράκης και κυρίως στην ορεινή Ροδόπη. Ωστόσο, χαρακτηρίζεται από μια προοδευτική ελάττωση της βροχόπτωσης στο καλοκαιρινό δίμηνο του Ιουλίου – Αυγούστου.

Β. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Παρακάτω ακολουθεί μια κλιματολογική μελέτη της περιοχής της Ν. Μηχανιώνας για την περίοδο 2004-2012. Τα δεδομένα ήταν ωριαίες μετρήσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης (σε hPa), της θερμοκρασίας του αέρα (σε °C), της σχετικής υγρασίας εκφρασμένη % , της θερμοκρασίας δρόσου (σε °C) και της βροχόπτωσης (σε mm) και προήλθαν από τον αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό της ΑΕΝ Μακεδονίας. Τα δεδομένα επεξεργαστήκαν με το excel και προέκυψαν διαγράμματα που παρουσιάζουν την ετήσια και ημερήσια πορεία των παραπάνω μετεωρολογικών μεγεθών. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι για όλα τα μεγέθη υπολογίστηκαν μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές εκτός της βροχόπτωσης που υπολογίστηκαν αθροιστικές τιμές για κάθε μήνα και έτος και στις συνέχεια οι αντίστοιχες μέσες. Δυστυχώς υπάρχουν κάποιες ημερομηνίες που ο μετεωρολογικός σταθμός λόγω βλάβης δεν μας παρείχε δεδομένα και αυτό επηρεάζει την κλιματολογική αξία της μελέτης. Οι ημερομηνίες αυτές αναφέρονται παρακάτω:

- 1)01/03/2005 έως 10/03/2005
- 2)13/05/2005 έως 23/06/2005
- 3)10/10/2005 έως 12/10/2005
- 4)04/11/2005 έως 15/11/2005
- 5)19/11/2005 έως 29/12/2005
- 6)29/03/2006 έως 31/03/2006
- 7)25/04/2006 έως 28/05/2006
- 8)07/06/2006 έως 13/06/2006
- 9)28/06/2007 έως 30/06/2007
- 10)23/10/2007 έως 25/10/2007
- 11)13/02/2009 έως 20/02/2009
- 12)10/03/2009 έως 19/03/2009
- 13)27/03/2009 έως 31/03/2009
- 14)08/02/2010 έως 12/02/2010
- 15)23/06/2011 έως 29/06/2011





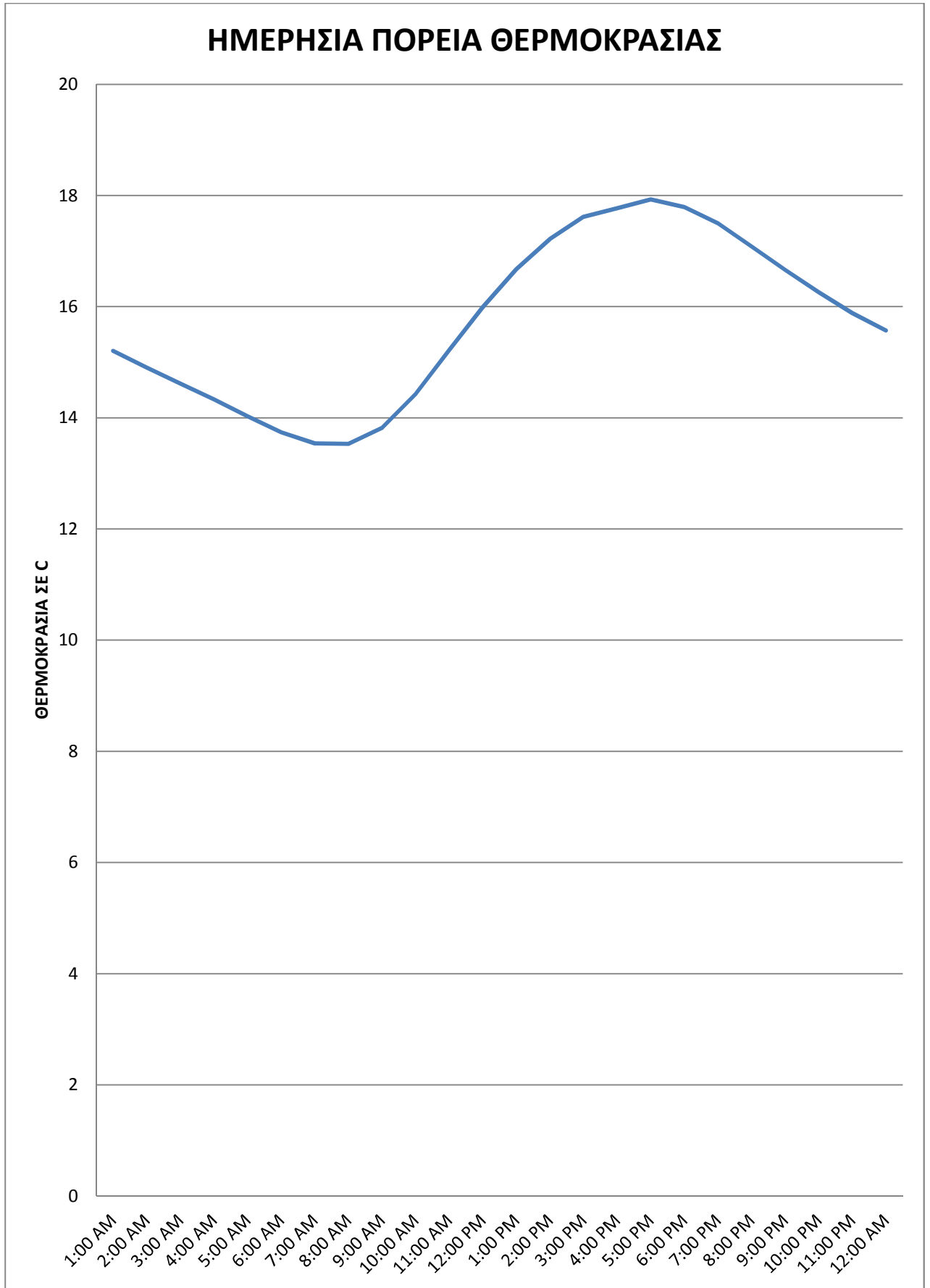
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε ότι η ημερήσια πορεία της ατμοσφαιρικής πίεσης εμφανίζει διπλή κύμανση με πρωτεύον μέγιστο να εμφανίζεται στις 11:00 με τιμή 1017.9 hPa και πρωτεύον ελάχιστο στις 17:00 με τιμή 1016.2 hPa. Επίσης υπάρχει και ένα δευτερεύον μέγιστο στις 24:00 με τιμή 1017.3 hPa και ένα δευτερεύον ελάχιστο στις 05:00 με τιμή 1017.1 hPa. Το ημερήσιο εύρος της κύμανσης είναι 1.7 hPa ενώ το νυχτερινό είναι μικρότερο και ίσο με 0.2 hPa.

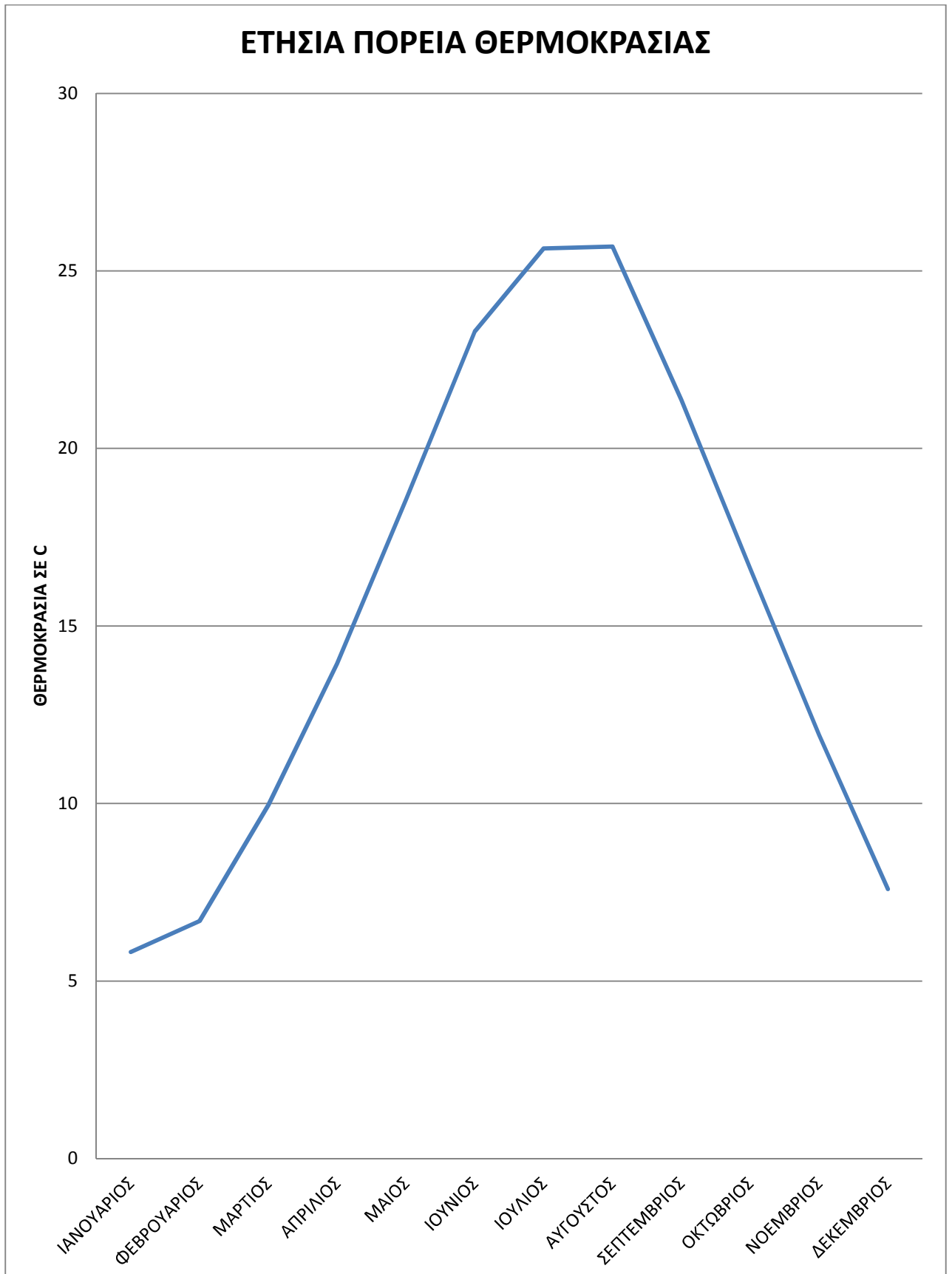
Η ετήσια πορεία της πίεσης εμφανίζει απλή κύμανση με χειμερινό μέγιστο τον Ιανουάριο με τιμή 1021 hPa και θερινό ελάχιστο τον Ιούλιο με τιμή 1011.6 hPa.

Από τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα διαγράμματα της ημερήσιας και της ετήσιας πορείας φαίνεται ότι είναι εμφανής η επίδραση που ασκεί η θερμοκρασία στη τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης. Όταν ο αέρας αρχίζει και θερμαίνεται γίνεται πιο ελαφρύς άρα κατά συνέπεια μειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση.

Η ετήσια πορεία πέρα από τη θερμοκρασία επηρεάζεται και από τη διέλευση των βαρομετρικών συστημάτων από τον Ελλαδικό χώρο. Κατά τη θερμή περίοδο επικρατούν χαμηλές πιέσεις στη Μεσόγειο, ενώ κατά τον Ιανουάριο έχουμε μεγάλη συχνότητα βαρομετρικών υψηλών, για αυτό εμφανίζονται και οι γνωστές αλκυονίδες μέρες.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

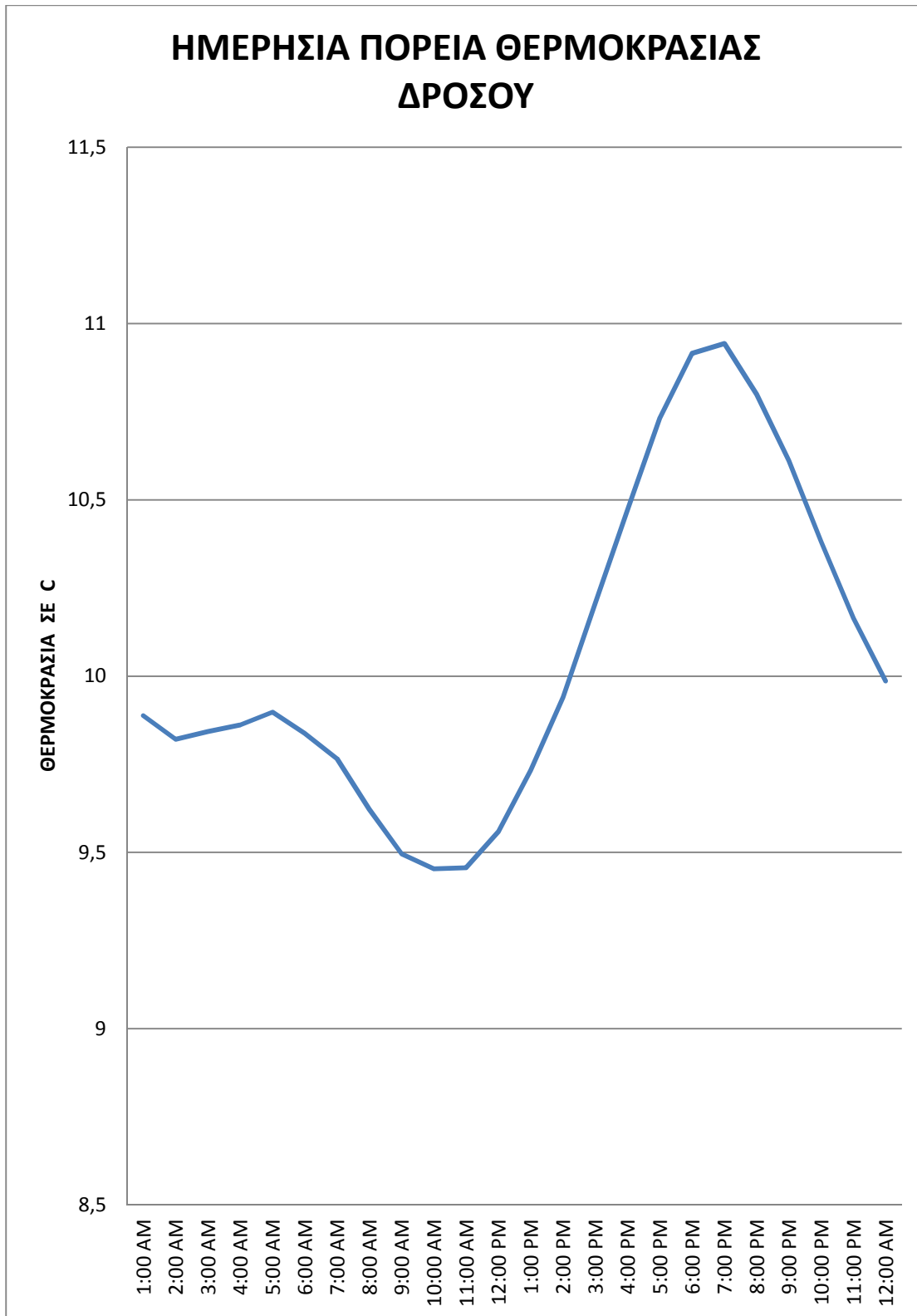


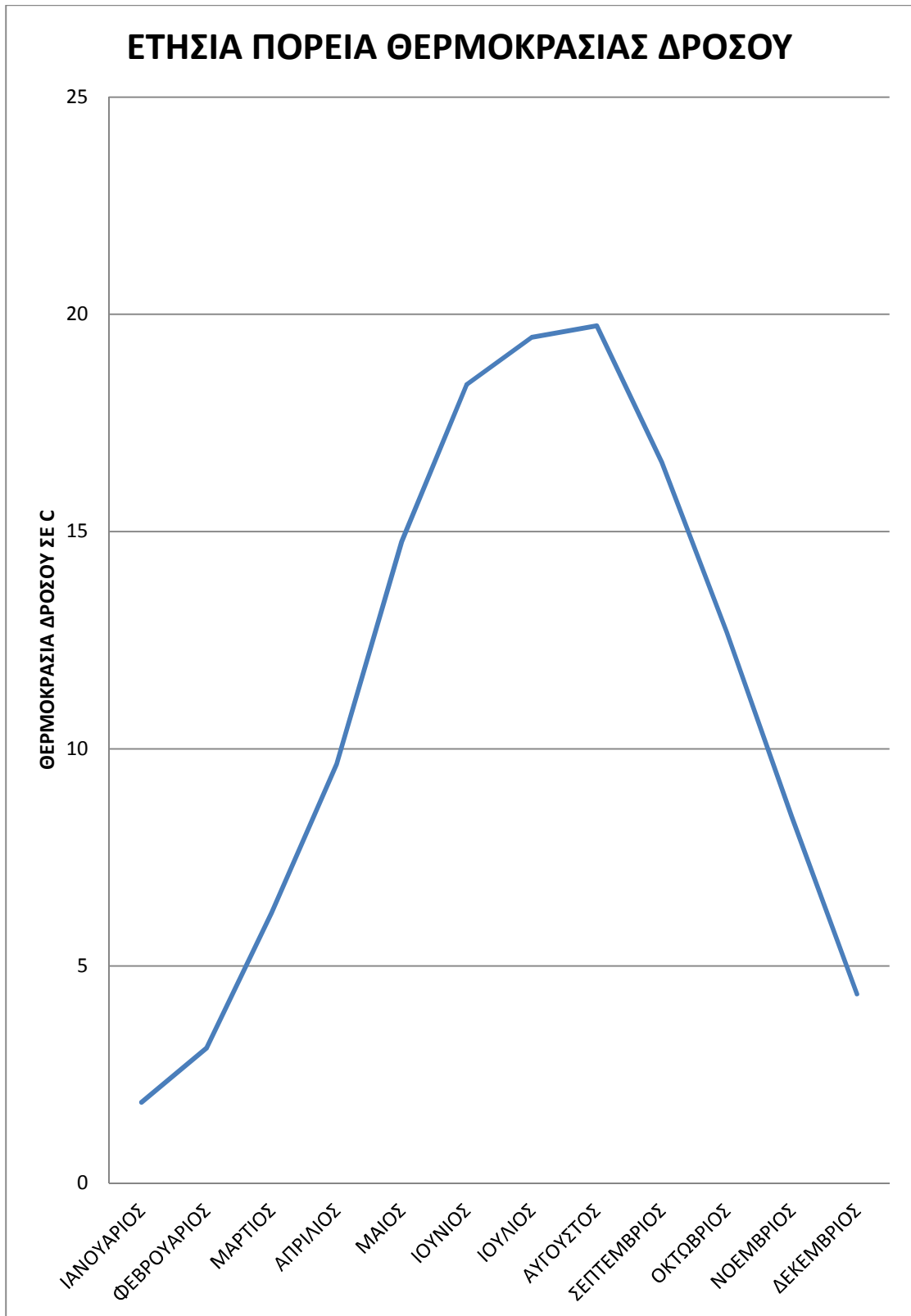
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Από τα παραπάνω διαγράμματα ημερήσιας και ετήσιας πορείας της θερμοκρασίας συμπεραίνουμε:

Α) Κατά την ημερήσια πορεία η θερμοκρασία εμφανίζει απλή κύμανση δηλαδή έχει ένα μέγιστο το οποίο παρουσιάζεται στις 17:00 και η τιμή του είναι 17.93 βαθμούς C και εμφανίζει και ένα ελάχιστο που παρουσιάζεται στις 08:00 και η τιμή του είναι 13.53 βαθμούς C. Όπως ήταν αναμενόμενο η ημερήσια πορεία της θερμοκρασίας επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία και τα ακρότατα εμφανίζονται τις χρονικές στιγμές που η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία γίνεται ίση με την εξερχόμενη γήινη ακτινοβολία..

Β) Κατά την ετήσια πορεία η θερμοκρασία παρουσιάζει ένα χειμερινό ελάχιστο κατά τον μήνα Ιανουάριο και η τιμή του είναι 5.82 βαθμούς C και ένα θερινό μέγιστο κατά τον μήνα Αύγουστο με τιμή 25.68 βαθμούς C. Αυτό είναι απολύτως φυσιολογικό διότι η ετήσια πορεία της θερμοκρασίας ακολουθεί την ετήσια πορεία της ηλιακής ακτινοβολίας (max τον Ιούνιο και min τον Δεκέμβριο) με μια χρονική καθυστέρηση 1-2 μήνες που απαιτείται για να θερμανθεί και να ψυχθεί η ατμόσφαιρα αντίστοιχα.





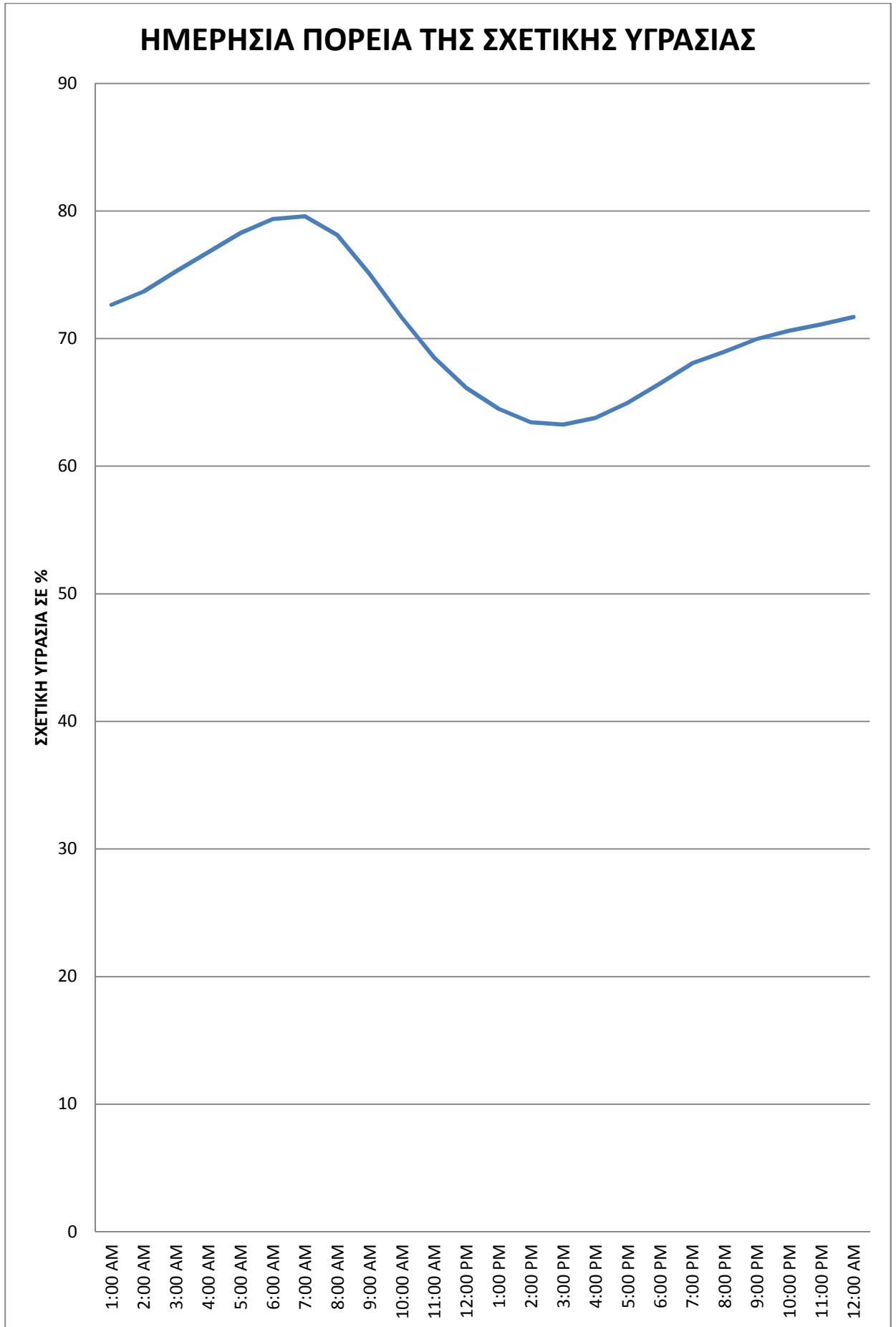
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

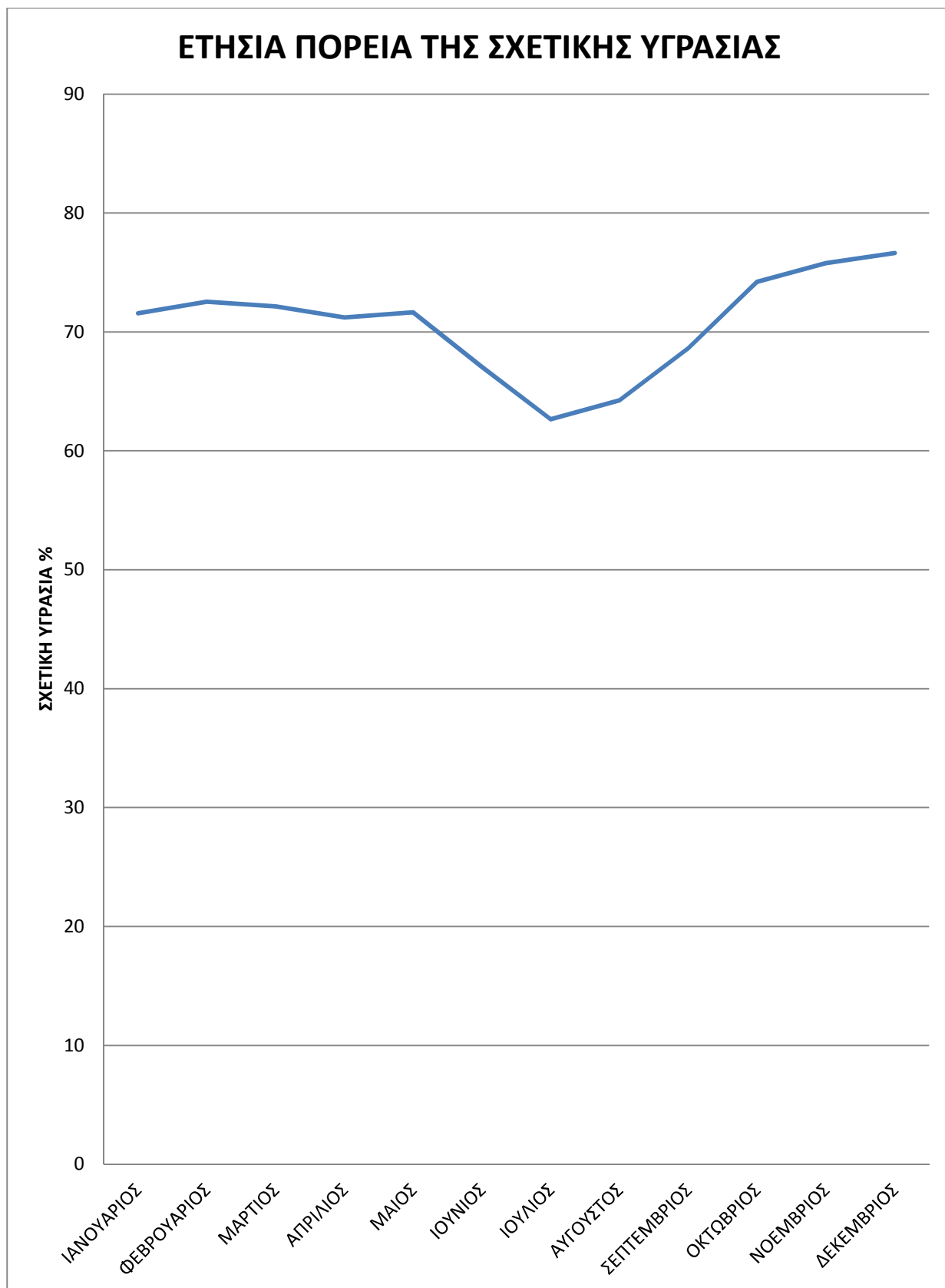
Από τα παραπάνω διαγράμματα της ημερήσιας και ετήσιας πορείας της θερμοκρασίας δρόσου συμπεραίνουμε τα εξής:

Α) Κατά την ημερήσια πορεία της θερμοκρασίας δρόσου παρατηρούμε ότι εμφανίζει ένα μέγιστο του οποίου η τιμή είναι 10.94 βαθμούς C και εμφανίζεται στις 19:00, εν συνεχεία υπάρχει και ένα ελάχιστο το οποίο εμφανίζεται στις 10:00 και η τιμή του ανέρχεται στους 9.45 βαθμούς C. Επίσης εμφανίζει μια δευτερεύουσα κύμανση μικρότερου εύρους με max στις 05.00 και min στις 02.00.

Β) η ετήσια πορεία της θερμοκρασίας δρόσου παρουσιάζει απλή κύμανση με μέγιστο τον μήνα Αύγουστο και τιμή 19.73 βαθμούς C και ελάχιστο κατά τον μήνα Ιανουάριο του οποίου η τιμή ανέρχεται στους 1.86 βαθμούς C.

Παρατηρούμε ότι οι κυμάνσεις της θερμοκρασίας δρόσου δεν επηρεάζονται από την θερμοκρασία. Αυτό είναι λογικό γιατί υγρομετρική παράμετρος όπως προαναφέρθηκε δεν είναι η ίδια η θερμοκρασία δρόσου αλλά η διαφορά της από την θερμοκρασία του αέρα.





ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

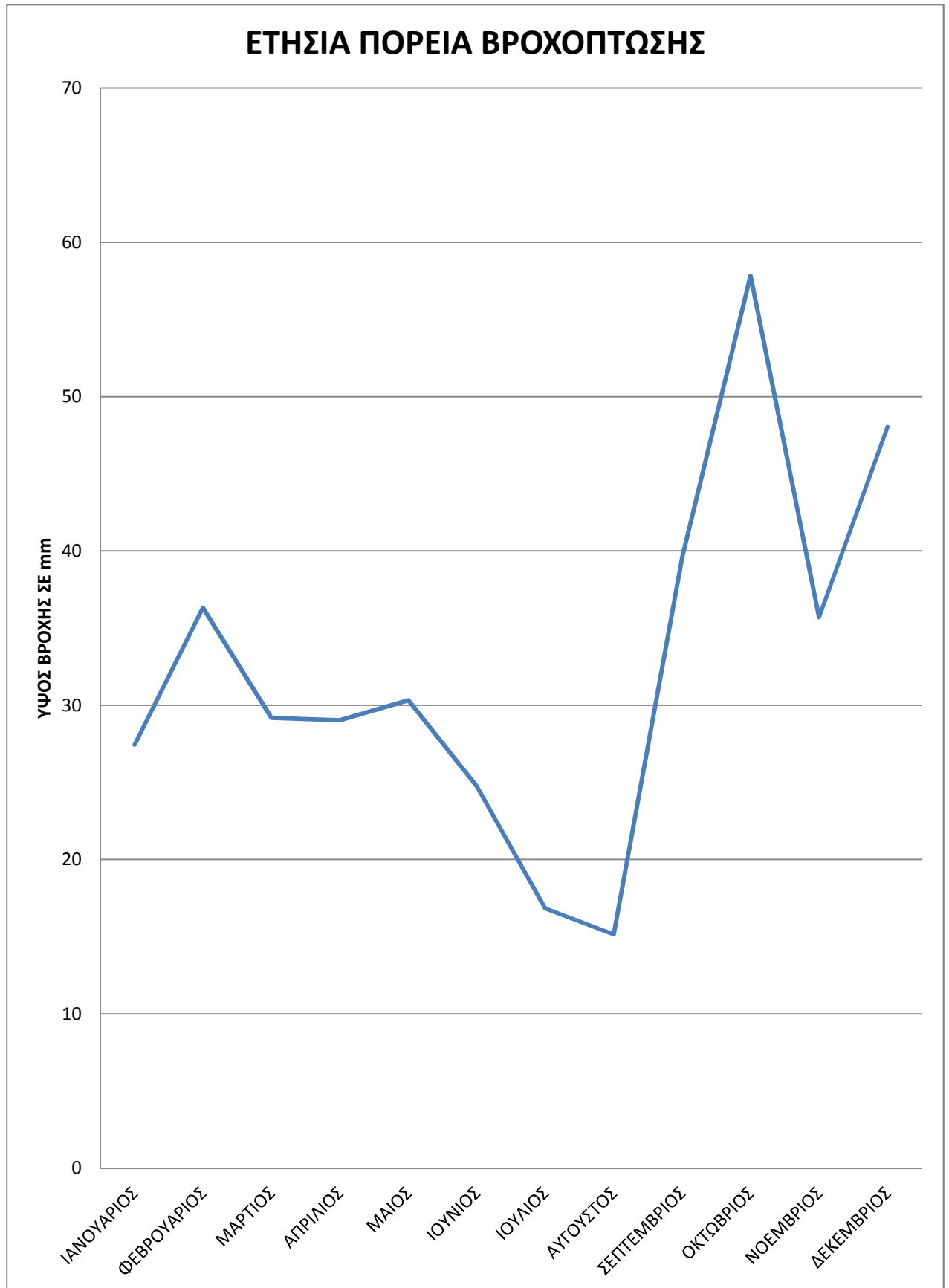
Από τα παραπάνω διαγράμματα της ημερήσιας και ετήσιας πορείας της σχετικής υγρασίας προκύπτουν τα ακόλουθα:

A) Κατά την ημερήσια πορεία της σχετικής υγρασίας δημιουργείται μια απλή κύμανση. Το μέγιστο παρουσιάζεται στις 07:00 και η τιμή του αγγίζει το 79,57 %, παράλληλα δημιουργείται κατά την μεσημβρινή ώρα στις 15:00 ένα ελάχιστο που η τιμή του ανέρχεται στο 63,26 %.

B) Κατά την ετήσια πορεία της υγρασίας υπάρχουν αυξομειώσεις στην τιμή της υγρασίας ανά μήνα δηλαδή δεν έχει μια σταθερή πορεία η κύμανση. Παρόλα αυτά καταγράφουμε τις δυο ακραίες τιμές την μέγιστη η οποία ανέρχεται 76,63 % και εμφανίζεται τον μήνα Δεκέμβριο και την ελάχιστη της οποίας η τιμή αγγίζει το 62,66 % και εμφανίζεται τον μήνα Ιούλιο.

Η πορεία της σχετικής υγρασίας σε γενικές γραμμές είναι αντίστροφη αυτής της θερμοκρασίας. Αυτό συμβαίνει γιατί η σχετική υγρασία εκφράζει πόσο κοντά είναι η ατμόσφαιρα στον κορεσμό. Έτσι κατά την θερινή περίοδο η αυξημένη θερμοκρασία οδηγεί σε ξήρανση του ατμοσφαιρικού αέρα και μικρές τιμές σχετικής υγρασίας, ενώ κατά την ψυχρή περίοδο οι χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν την συμπύκνωση των υδρατμών και άρα την αύξηση της σχετικής υγρασίας.

Επίσης από τα διαγράμματα προκύπτει ότι η Ν.Μηχανιώνα έχει αυξημένη υγρασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (>62%), κάτι που αναμενόταν λόγω της θέσης της δίπλα στη θάλασσα.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ετήσια πορεία της βροχόπτωσης αυξομειώνεται ανά μήνα. Παρόλα αυτά εμφανίζει μια μέγιστη τιμή η οποία ανέρχεται στα 57.84mm βροχής κατά τον μήνα Οκτώβριο και μια ελάχιστη τιμή η οποία φτάνει στα 15.15mm βροχής κατά τον μήνα Αύγουστο. Δηλαδή επιβεβαιώνει το μεσογειακό κλίμα της περιοχής που χαρακτηρίζεται από ξηρά καλοκαίρια. Το μέγιστο του Οκτωβρίου οφείλεται στη συχνή διέλευση χαμηλών από τον ελλαδικό χώρο εκείνη την εποχή.

Παρακάτω παρουσιάζεται το ετήσιο ύψος της βροχής και το μέσο ύψος βροχής για την περίοδο μελέτης

1) το ύψος της βροχής το 2005 ήταν 336.8mm

2) το ύψος της βροχής το 2006 ήταν 379mm

3) το ύψος της βροχής το 2007 ήταν 401.8mm

4) το ύψος της βροχής το 2008 ήταν 438.8mm

5) το ύψος της βροχής το 2009 ήταν 434.4mm

6) το ύψος της βροχής το 2010 ήταν 411.2mm

7) το ύψος της βροχής το 2011 ήταν 305.2mm

8) το ύψος της βροχής το 2012 ήταν 354.2 mm

Μέσο ύψος βροχής= 382.7mm

Θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι το 2005 και το 2006 υπήρχαν μεγάλα διαστήματα κατά τα οποία δεν είχαμε στοιχεία λόγω προβλήματος του σταθμού και ίσως σε αυτά να οφείλονται τα μειωμένα ύψη κατά τα έτη αυτά.

Γ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κλιματολογική μελέτη που προηγήθηκε απέδειξε ότι η Ν. Μηχανιώνα έχει μεσογειακό κλίμα και αυξημένη υγρασία όπως αναμενόταν λόγω της γεωγραφικής της θέσης. Χαρακτηριστικά του κλίματος αυτού είναι οι ήπιοι υγροί χειμώνες και τα θερμά ξηρά καλοκαίρια που αναδείχτηκαν από την παραπάνω μελέτη.

Πιο συγκεκριμένα:

- ❖ Η ατμοσφαιρική πίεση εμφάνισε διπλή ημερήσια κύμανση και απλή ετήσια, αναδεικνύοντας την έντονη επίδραση της θερμοκρασίας.
- ❖ Η θερμοκρασία εμφάνισε απλή ημερήσια και ετήσια κύμανση λόγω της επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας
- ❖ Η σχετική υγρασία ακολούθησε την θερμοκρασία και παρουσίασε απλές κυμάνσεις
- ❖ Η θερμοκρασία δρόσου εμφάνισε ημερήσιο μέγιστο στις 19.00 και ελάχιστο στις 10.00 , ενώ τα ετήσια ακρότατα εμφανίστηκαν τον Αύγουστο (max) και τον Ιανουάριο (min)
- ❖ Η βροχόπτωση παρουσίασε μέγιστο κατά τη ψυχρή περίοδο και ελάχιστο κατά τη θερμή

Δ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1>

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%80%CE%AF%CE%B5%CF%83%CE%B7

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CF%81%CF%8C%CF%83%CE%BF%CF%82>

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1_%CE%B1%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1%CF%82

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3588/3/pouraniss_rainfall.pdf

Ναυτική Μετεωρολογία, 2011, Ψύχα Αικ, Μηνόγιαννης Μιχ.

Wikipedia