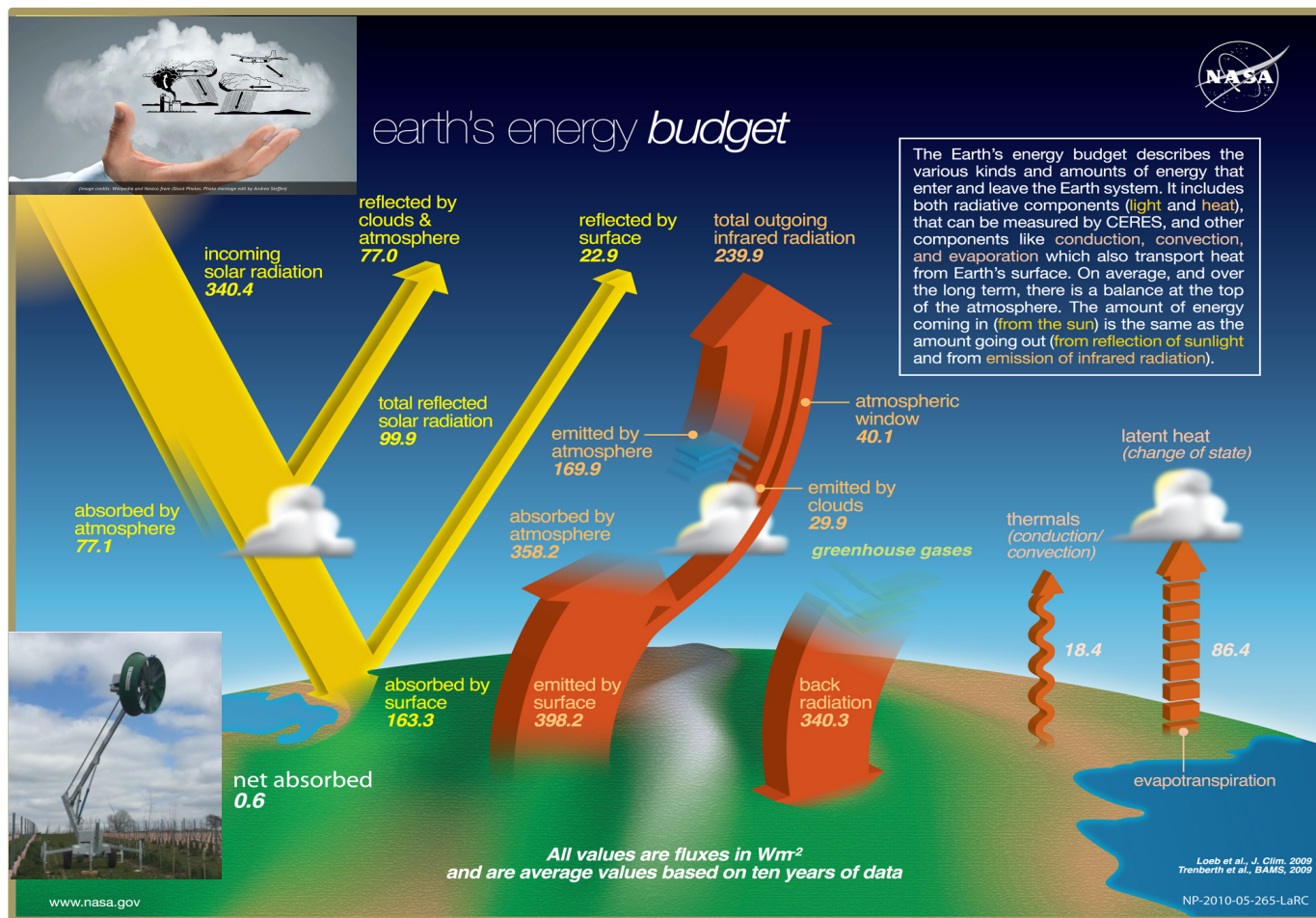


Εργαστηριακές Ασκήσεις για το μάθημα της Γεωργικής Μετεωρολογίας



Διδάσκουσα: Μαρία Ρίζου,
γεωπόνος και πολιτικός μηχανικός

1^η εργαστηριακή άσκηση: **Εποχικότητα μετεωρολογικών δεδομένων & ακραία γεγονότα**

1. * Η μετεωρολογική παράμετρος της μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα για το Ηράκλειο της Κρήτης δίνεται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, ΕΜΥ (πηγή: http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology_city).
 - α) Να σχεδιάσετε σε ένα γράφημα του Excel την μέση, ελάχιστη και μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία αέρα σε ετήσια βάση.
 - β) Ποιός είναι ο **θερμότερος** και ποιός ο **ψυχρότερος** μήνας του έτους (ώς προς την μέση τιμή);
 - γ) Ποιό είναι το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος (**ΕΘΕ**), αν αυτό ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα και της μέσης θερμοκρασίας αέρα του ψυχρότερου μήνα;
 - δ) Να υπολογίσετε την **μέση ετήσια** θερμοκρασία.
2. Η μετεωρολογική παράμετρος της μηνιαίας βροχόπτωσης για το Ηράκλειο της Κρήτης δίνεται από την ιστοσελίδα της ΕΜΥ (http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology_city).
 - α) Να σχεδιάσετε το γράφημα της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και των συνολικών ημερών βροχής του μήνα για το έτος αναφοράς (χρειάζονται δυο Υ-άξονες, πρωτεύων και δευτερεύων, στο ίδιο γράφημα του Excel).
 - β) Ποιός είναι ο **πιο υγρός** και ποιός ο **πιο ξηρός** μήνας του έτους (ώς προς την μέση τιμή);
 - γ) Να βρείτε το ποσοστό % των συνολικών ημερών βροχής στο έτος.

Υπόψην ότι, η μηνιαία θερμοκρασία (ερώτηση 1) και βροχή (ερώτηση 2) αφορούν ένα μέσο έτος που αντιπροσωπεύει το κλίμα της 55-ετίας 1955-2010.
3. Παρακάτω παρουσιάζεται το υετογράφημα διάρκειας 7 ωρών της καταιγίδας που έπληξε την Μάνδρα Αττικής τον Νοέμβριο του 2017, όπως υπολογίστηκε από δορυφορικές εικόνες IMERG** της NASA, με χρονικό βήμα 30 λεπτών της ώρας (Νικολόπουλος Ε,

2017). Να επιβεβαιώσετε την εκτίμηση της αναφοράς του ΕΚΠΑ ότι « η περιοχή δέχτηκε περίπου 150 mm βροχόπτωσης μέσα σε 7 ώρες (από τις 00:30 μέχρι τις 7:30 στις 15/11/2017)».

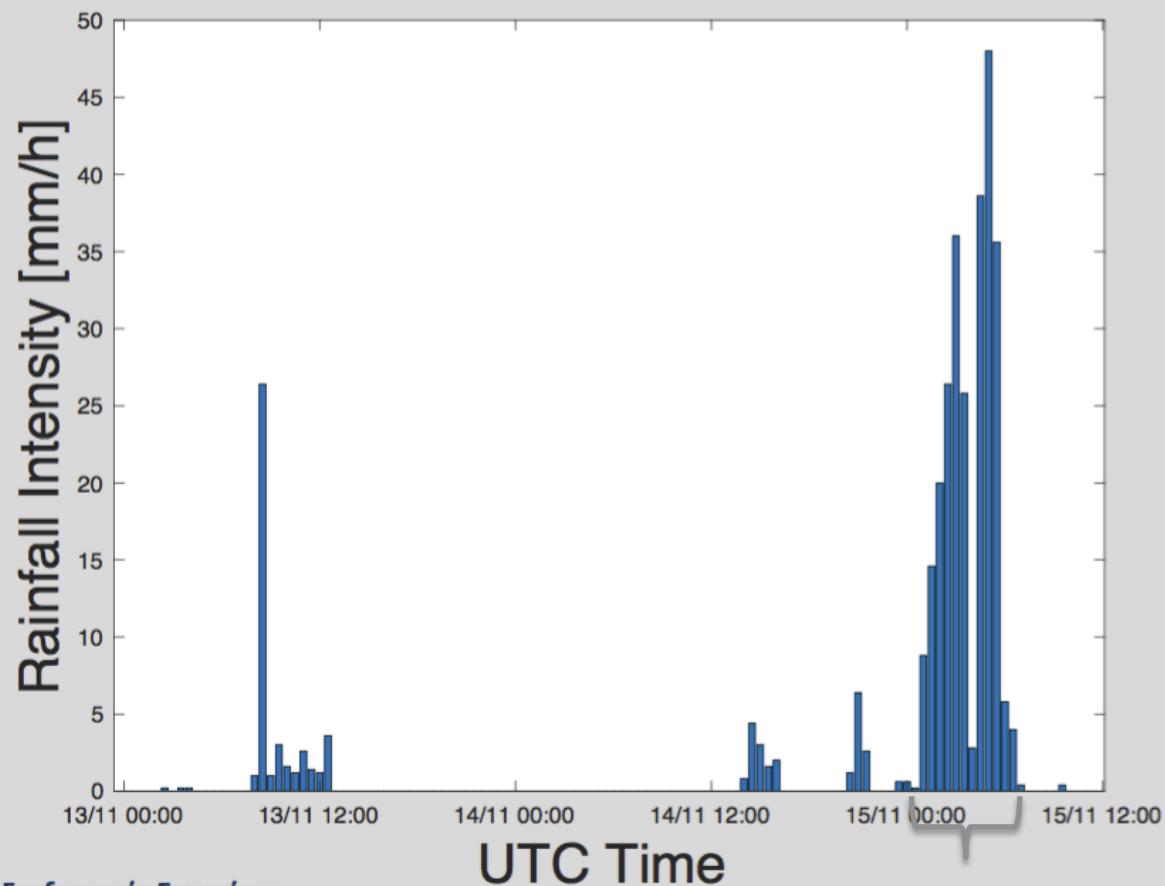
Γνωρίζουμε ότι η ένταση βροχής δίνεται από την σχέση: $i = \frac{h}{\Delta t} \left(\frac{mm}{hr} \right)$, όπου h είναι το ύψος της βροχόπτωσης (mm) και Δt είναι η χρονική διάρκεια (hr). Επομένως, η συνολική βροχόπτωση υπολογίζεται, πολλαπλασιάζοντας την ένταση βροχής για το κάθε χρονικό διάστημα με την αντίστοιχη χρονική διάρκεια των 30 min, και αθροίζοντας τα γινόμενα—εμβαδά παραλληλογράμμων.

(Πηγή: https://edcm.edu.gr/images/docs/2017/Newsletter_Attica_floods_2017.pdf)

* δείτε: Το έγγραφο «1/4- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ» που βρίσκεται στα Έγγραφα\ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.

** [Βροχόπτωση από IMERG κινούμενες δορυφορικές εικόνες στην Ιταλία](#)

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ: Εκτίμηση Βροχόπτωσης από Δορυφορικές Εικόνες της NASA



Η καταιγίδα που προκάλεσε την καταστροφική ξαφνική πλημμύρα που έπληξε τη Δυτ. Αττική, χαρακτηρίστηκε από σύντομη διάρκεια και έντονα τοπικά επιλεκτική ένταση κατακρημνισμάτων.

Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά είναι τυπικά των καταιγίδων που προκαλούν ξαφνικές πλημμύρες στη Μεσόγειο.

Το αποτέλεσμα υπολογισμού της βροχόπτωσης του IMERG (Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM), που βασίζεται στην αποστολή της NASA για τη μέτρηση της παγκόσμιας βροχόπτωσης της (NASA Global Precipitation Measurement) κατέγραψε πολύ καλά όλα τα χωροχρονικά χαρακτηριστικά της καταιγίδας και μαρτυρά το ακραίο του γεγονότος.

Σύμφωνα με αυτές τις αρχικές εκτιμήσεις, η περιοχή ανάντη της Μανδρας δέχθηκε ~150mm βροχόπτωσης μέσα σε περίπου 7 ώρες (από τις 00:30-07:30 UTC στις 15 Νοεμβρίου 2017), μια ποσότητα που αντιστοιχεί περίπου στο 40% της ετήσιας βροχόπτωσης της περιοχής.

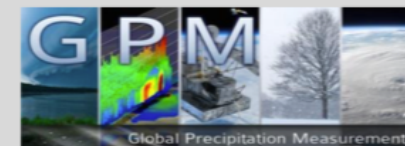
Επεξεργασία Στοιχείων:

Dr. Efthymios I. Nikolopoulos

Assistant Research Professor

Department of Civil & Environmental Engineering

University of Connecticut



2^η εργαστηριακή άσκηση: Τάση μετεωρολογικών δεδομένων
Η θερμοκρασία του χειμώνα του έτους 2020 σε βάθος 10ετίας

Σε ιστοσελίδες ενημέρωσης γίνεται αναφορά σε δημοσιευμένο άρθρο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, όπου επισημαίνεται η αύξηση της χειμερινής θερμοκρασίας της τελευταίας 10-ετίας στον ελλαδικό χώρο, εκτός της Αττικής και της Κρήτης, περιοχές που εμφάνισαν ψυχρό χειμώνα στο έτος 2019-2020 (πηγή : https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=1293).

Αρχικά να βρείτε τα μετεωρολογικά αρχεία για δύο ενδεικτικούς σταθμούς από το δίκτυο του meteosearch (<http://meteosearch.meteo.gr/>), αυτούς της Λήμνου και της Θεσσαλονίκης (Καλαμαριάς), και έπειτα να κάνετε υπολογισμούς μέσω των τιμών θερμοκρασίας αέρα, οι οποίοι να επιβεβαιώνουν ότι ο χειμώνας 2019-2020 ήταν θερμότερος από τον χειμώνα της προηγούμενης 9-ετίας, δηλαδή παρουσιάζεται θετική απόκλιση ή διαφορά.

Να εργαστείτε συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα (βλέπε και συνημμένο .docx αρχείο).

Μέση θερμοκρασία αέρα, T (°C)

		χειμ. 2010-11	χειμ. 2011-12	χειμ. 2012-13	χειμ. 2013-14	χειμ. 2014-15	χειμ. 2015-16	χειμ. 2016-17	χειμ. 2017-18	χειμ. 2018-19	Μέση τιμή 9-ετίας	χειμ. 2019-20	Απόκλιση (Διαφορά)
Λήμνος	Δεκ.												
	Ιαν.												
	Φεβ.												
	Μέση τιμή χειμ.												
Θεσσαλονίκη	Δεκ.												
	Ιαν.												
	Φεβ.												
	Μέση τιμή χειμ.												

3^η εργαστηριακή άσκηση:

Συμπλήρωση ελλিপών μετεωρολογικών μετρήσεων (με χρήση
εμπειρικών εξισώσεων ηλιοφάνειας)

Στο συνημμένο αρχείο Excel δίνεται η πορεία της ηλιοφάνειας για τους σταθμούς στο Καλό Χωριό Λασιθίου και την Γαύδο κατά το έτος 2000.

1. Να συμπληρώσετε τις κενές μετρήσεις ηλιοφάνειας της Γαύδου για τους μήνες Μάιο και Ιούνιο σε format (ώρες: πρώτα λεπτά) χρησιμοποιώντας τις παρακάτω εμπειρικές εξισώσεις (Φλώκας, 1987).

2. α) Μετά την συμπλήρωση των κενών μετρήσεων Μαΐου και Ιουνίου, σάς φαίνεται ορθή η μέτρηση του Ιουλίου;

β) Τί συμπεραίνετε από την σχετική θέση των καμπυλών ηλιοφάνειας για τις δυο τοποθεσίες της Κρήτης;

Οι μέσες μηνιαίες τιμές της ηλιοφάνειας σε διάρκεια ωρών (format δεκαδικού αριθμού) δίνονται από τις εξισώσεις παλινδρόμησης παρακάτω, όταν είναι γνωστές οι γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος λ και πλάτος φ σε πρώτα λεπτά της μοίρας) καθώς και το υψόμετρο (h σε μέτρα) μιας περιοχής.

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	$SD_1 = 342,34 - 0,115 \varphi + 0,024 \lambda - 0,008 h$
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	$SD_2 = 364,71 - 0,117 \varphi + 0,025 \lambda - 0,010 h$
ΜΑΡΤΙΟΣ	$SD_3 = 383,87 - 0,112 \varphi + 0,028 \lambda - 0,016 h$
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	$SD_4 = 428,50 - 0,111 \varphi + 0,031 \lambda - 0,023 h$
ΜΑΙΟΣ	$SD_5 = 486,55 - 0,105 \varphi + 0,036 \lambda - 0,036 h$
ΙΟΥΝΙΟΣ	$SD_6 = 501,75 - 0,104 \varphi + 0,039 \lambda - 0,039 h$
ΙΟΥΛΙΟΣ	$SD_7 = 545,62 - 0,105 \varphi + 0,040 \lambda - 0,045 h$
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	$SD_8 = 532,49 - 0,106 \varphi + 0,040 \lambda - 0,043 h$
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	$SD_9 = 458,18 - 0,108 \varphi + 0,035 \lambda - 0,029 h$
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	$SD_{10} = 413,29 - 0,111 \varphi + 0,030 \lambda - 0,021 h$
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	$SD_{11} = 390,19 - 0,117 \varphi + 0,025 \lambda - 0,017 h$
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	$SD_{12} = 349,19 - 0,115 \varphi + 0,024 \lambda - 0,014 h$

Πηγές:

- <http://archive.data.gov.gr/dataset/e3atmisimetrika-stoixeia-ths-nhsoy-krhths>, Επιλέξτε την 2η σειρά με τα Data "Ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών της ΥΕΒ", "Εξερευνήστε" και τέλος "Μετάβαση στον πόρο" (geoportal ArcGIS).

- Αναφορά Περιφέρειας Κρήτης, "Υδρομετεωρολογικά στοιχεία Νήσου Κρήτης για τα υδρολογικά έτη 1999-2001".

4^η εργαστηριακή άσκηση: Συσχετίσεις μετεωρολογικών μεταβλητών

Στο συνημμένο αρχείο Excel θα βρείτε πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού της Μεθώνης στην Πελοπόννησο για το δεύτερο μισό του Ιανουαρίου του έτους 2000 (πηγή EMY: <http://www.hnms.gr/emv/el/services/paroxi-ipiresion-elefthera-dedomena>). Βασισμένοι στα παραπάνω στοιχεία μπορούμε να σχεδιάσουμε τις μετεωρολογικές παραμέτρους σε διπλό Y-άξονα, να δούμε την αλληλεπίδραση μεταξύ τους και την μεταβολή τους με τον χρόνο (X-άξονας σε ώρες). Επιπλέον, δικαιολογώντας τις σχέσεις μεταξύ των μετεωρολογικών φαινομένων (π.χ. νεφοκάλυψη και θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση και βροχοφόρα νέφη) και αποκτώντας την εμπειρία της οπτικοποίησης πραγματικών μετεωρολογικών στοιχείων μετά από αυτήν την άσκηση, θα μπορούμε να κάνουμε μια πρόβλεψη καιρού σε τοπικό επίπεδο.

Να παραστήσετε σε κοινά διαγράμματα χρονοσειρών:

- α) την σχετική υγρασία (RH σε %) και την βροχή (ύψος σε mm).
Με τί συνοδεύεται ο μεγάλος κορεσμός της ατμόσφαιρας σε υδρατμούς (όσο η RH πλησιάζει το 100%);
- β) την σχετική υγρασία (RH σε %) και την ταχύτητα του ανέμου (V σε κόμβους ή knot).
 - Τί παρατηρείται στην μεταβολή της σχετικής υγρασίας όταν μειώνεται η ταχύτητα του ανέμου;
 - Γιατί συμβαίνει το φαινόμενο αυτό;
- γ) την σχετική υγρασία (RH σε %) και την θερμοκρασία του αέρα (T_a σε °C).
Ποιά είναι η σχέση της σχετικής υγρασίας με την θερμοκρασία του αέρα (όταν **δεν εμφανίζεται βροχή**);
- δ) την νεφοκάλυψη (%) και την θερμοκρασία του αέρα (T_a σε °C).
 - Να παρατηρήσετε την σχέση της νέφωσης με την θερμοκρασία. [Η εξάρτηση δεν είναι ίδια σε όλη την χρονοσειρά].
 - Εξηγήστε πώς η ατμόσφαιρα δέχεται την επίδραση της “νεφο-σκέπης” (“cloud blanket”) με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά την διάρκεια αρκετών ημερών. Το ίδιο φαινόμενο εξηγεί και την ψύξη του παρεδάφιου αέρα κατά την διάρκεια χειμωνιάτικης νύχτας χωρίς σύννεφα*.

*δείτε:

- Τα έγγραφα «1/4- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ & ΥΓΡΑΣΙΑ» και «2/4- ΝΕΦΩΣΗ & ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ» που βρίσκονται στα Έγγραφα\ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.
- Το ειδησεογραφικό άρθρο «Σύννεφα: θερμαίνουν ή ψυχραίνουν την ατμόσφαιρα;» που βρίσκεται στα Έγγραφα\ΕΙΔΗΣΕΙΣ.

5^η εργαστηριακή άσκηση:
Σχέσεις μετεωρολογικών μεταβλητών με τα μέτωπα και τον άνεμο (συνέχεια)

Δίνεται το **ίδιο** αρχείο Excel με την προηγούμενη άσκηση, όπου θα βρείτε πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού της Μεθώνης στην Πελοπόννησο για το δεύτερο μισό του Ιανουαρίου του έτους 2000 (πηγή EMY: <http://www.hnms.gr/emy/el/services/paroxi-ipiresion-elefthera-dedomena>).

Βασισμένοι στα παραπάνω στοιχεία μπορούμε να σχεδιάσουμε τις μετεωρολογικές παραμέτρους σε διπλό Y-άξονα, να δούμε την αλληλεπίδραση μεταξύ τους και την μεταβολή τους με τον χρόνο (X-άξονας σε ώρες). Επιπλέον, δικαιολογώντας τις σχέσεις μεταξύ των μετεωρολογικών φαινομένων (π.χ. νεφοκάλυψη και θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση και βροχοφόρα νέφη) και αποκτώντας την εμπειρία της οπτικοποίησης πραγματικών μετεωρολογικών στοιχείων μετά από αυτήν την άσκηση, θα μπορούμε να κάνουμε μια πρόβλεψη καιρού σε τοπικό επίπεδο.

A. Να παραστήσετε σε κοινά διαγράμματα:

1. Την πίεση (σε hPa ή mbar, ως μόνη μεταβλητή στον κύριο Y-άξονα), την βροχή (σε mm) και την νεφοκάλυψη (σε όγδοα).

α) Με τί συνοδεύεται η έλευση του χαμηλού μετώπου (L) ή ύφεσης κατά τις ημέρες **17-19** Ιανουαρίου;

β) Ποιά είναι η υγρασιακή κατάσταση της ατμόσφαιρας (σύννεφα και βροχή) κατά την διάρκεια του βαρομετρικού υψηλού (H) ή αντικυκλώνα τις ημέρες **26-28** Ιανουαρίου;

2. Την πίεση (σε hPa ή mbar, ως μόνη μεταβλητή στον κύριο Y-άξονα), την θερμοκρασία του αέρα (σε °C) και την νεφοκάλυψη (σε όγδοα).

α) Τί παρατηρείται στην μεταβολή της θερμοκρασίας κατά την έλευση των δύο μετώπων του προηγούμενου ερωτήματος 1;

β) Μπορείτε να εξηγήσετε την μεταβολή της θερμοκρασίας με βάση το ποσοστό νεφοκάλυψης, όταν έχουμε την παρουσία χαμηλού ή υψηλού μετώπου αντίστοιχα;

γ) Σε ποίο μέτωπο εμφανίζεται η θερμοκρασιακή αναστροφή και να δώσετε τον ορισμό αυτού του φαινομένου.

B.

1. Να σχεδιάσετε στο ίδιο γράφημα την διεύθυνση ανέμου (σε μοίρες, ως μόνη μεταβλητή στον κύριο Y-άξονα), την θερμοκρασία του αέρα (σε °C) και την νεφοκάλυψη (σε όγδοα).

-Τί επίδραση έχουν στην θερμοκρασία οι βορειο-δυτικοί, καταβατικοί άνεμοι σε αντίθεση με τους ανατολικούς-βορειοανατολικούς ανέμους;

2. Ποιά είναι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου και ποιά η συνηθέστερη ταχύτητα ανέμου στην Μεθώνη στην διάρκεια του δεύτερου μισού του Ιανουαρίου του 2000;

Δείτε τα έγγραφα που βρίσκονται στα Έγγραφα\ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ:

- «2/4- ΝΕΦΩΣΗ & ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ»,
- «3/4- ΑΝΕΜΟΣ»
- «4/4- Χαμηλά/υψηλά βαρομετρικά, μόνο θερμά/ψυχρά μέτωπα (μέχρι σελ. 14)»
- «ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ» και «ΚΑΤΑΒΑΤΙΚΟΙ ΑΝΕΜΟΙ»

6^η εργαστηριακή παρουσίαση: Όργανα Μέτρησης

Γνωρίζουμε ότι μέτρηση είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός ενός φαινομένου, καθώς και ότι η αριθμητική έκφραση του μεγέθους ενός μετεωρολογικού φαινομένου αποτελεί ένα μετεωρολογικό στοιχείο. Στην θεωρία και τα εργαστήρια της Γεωργικής Μετεωρολογίας γίνεται αναφορά στα ακόλουθα μετεωρολογικά στοιχεία ή παραμέτρους:

1. Ακτινοβολία
 - i) Ηλιακή ακτινοβολία
 - ii) Φωτισμός, Φωτοσυνθετικά Ενεργός Ακτινοβολία (PAR)
2. Ηλιοφάνεια
3. Νέφωση (ποσοστό)
4. Θερμοκρασία
 - i) Θερμοκρασία αέρα
 - ii) Θερμοκρασία εδάφους (επιφάνειας και βάθους)
 - iii) Θερμοκρασία υδάτων
5. Ατμοσφαιρική Πίεση
6. Άνεμος (ένταση και διεύθυνση)
7. Ατμοσφαιρική Υγρασία
8. Εξάτμιση
9. Εξατμισοδιαπνοή
10. Βροχή
11. Χιονόπτωση

Υπάρχουν όργανα μέτρησης **εδάφους** και όργανα **ατμόσφαιρας** (π.χ. ραδιοβολίδα, ραδιοεντοπιστής ή ραντάρ). Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει: (α) Όργανα **απλής ένδειξης** (π.χ. βροχόμετρα) και (β) Όργανα **αυτογραφικά ή συνεχούς καταγραφής** (π.χ. βροχογράφος), στηριζόμενα σε διάφορες μεθόδους.

Να παραθέσετε τα όργανα μέτρησης εδάφους για κάθε μια μετεωρολογική παράμετρο, τύπου α και β, μαζί με φωτογραφικό υλικό από βιβλιογραφικές πηγές. Επίσης να περιγράψετε την ραδιοβολίδα και το μετεωρολογικό ραντάρ.

Οι αναφορές σας να είναι σε αρχείο PowerPoint και να εργαστείτε ομαδικά σχηματίζοντας **ομάδες 2-4 ατόμων**.



Δείτε και τεχνικές οδηγίες παρουσίασης εργασιών στον παρακάτω σύνδεσμο:
http://users.ntua.gr/dkoutso/courses/hydrometeo/tecn_par03.pdf από τον
καθηγητή Ν. Μαμάση.