ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά μαθήματα ΠΠ

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ: **4. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων

ΑΓΡΙΝΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.

- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Επίκουρος Καθηγήτρια

του Τμήματος Διαχείρισης

Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων

☎ 2641074156

afotiadi@upatras.gr

Θερμοκρασία

- **Η κίνηση των ατόμων και των μορίων ενός σώματος σχετίζεται με τη θερμότητα και αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα της εσωτερικής ενέργειας (Θερμική Ενέργεια) του σώματος**

- **Θερμοκρασία ενός σώματος καλείται ο βαθμός της μοριακής δράσης του ή της θερμότητας του. Αποτελεί ένα μέτρο του πόσο γρήγορα κινούνται τα μόρια και τα άτομα ενός σώματος δηλ. της μέση κινητικής τους ενέργειας, γι' αυτό και είναι ανάλογη προς αυτή**

- Όσο πιο γρήγορα κινούνται τα μόρια και τα άτομα τόσο πιο μεγάλη είναι η κινητική τους ενέργεια και τόσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία
- Η θερμοκρασία ενός σώματος εκφράζει τη θερμική κατάσταση ενός σώματος το πόσο θερμό ή πόσο ψυχρό είναι

Η θερμοκρασία μετράται με **θερμόμετρα**

Μονάδες Θερμοκρασίας:

- κλίμακα ή βαθμοί κελσίου (Celcious, °C)

- κλίμακα ή βαθμοί Kelvin (K): **K = 273° + °C** δηλ. **0°C = 273 K**

- κλίμακα ή βαθμοί Fahrenheit (°F) $°F = \frac{9}{5}°C + 32°$ δηλ. **0°C = 32 °F**

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

➢ Ο **Ήλιος** αποτελεί την **πιο σημαντική** & στην ουσία τη **μοναδική πηγή ενέργειας** του πλανήτη. Η ηλιακή ακτινοβολία ρυθμίζει τη:

✓ **Θερμοκρασία** της **επιφάνειας** της Γης **άμεσα** **λόγω** της **απορρόφησης** του μεγαλύτερου μέρους της **προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας**

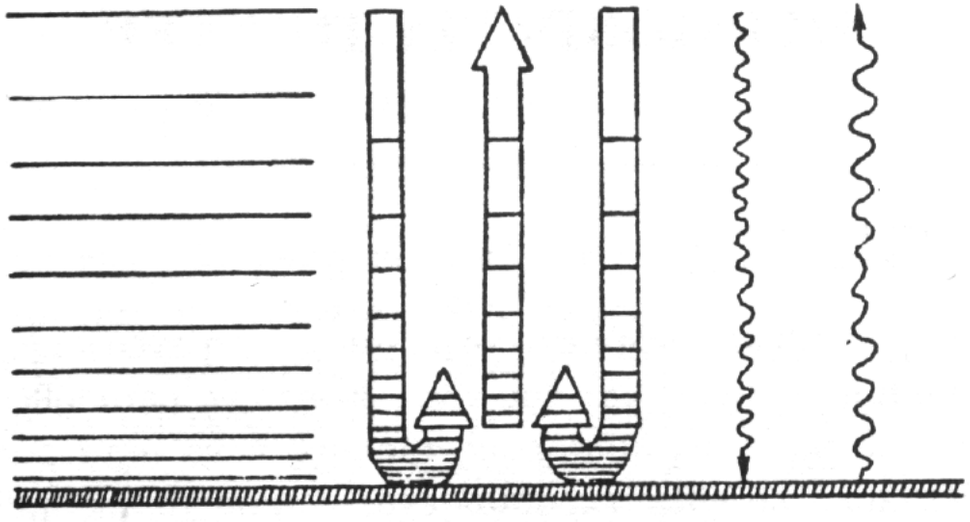
✓ **Θερμοκρασία** της **ατμόσφαιρας**

- **άμεσα** λόγω της περιορισμένης (~ 20%) **απορρόφησης** της **ηλιακής ακτινοβολίας** από την ατμόσφαιρα
- **έμμεσα** μέσω της **απορρόφησης** της **γήινης ακτινοβολίας** και τις ροές **λανθάνουσας** και **αισθητής θερμότητας**

=>

=> Η Θερμοκρασία της ατμόσφαιρας καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης

Μηχανισμοί μετάδοσης της θερμότητας από την επιφάνεια στην Ατμόσφαιρα



ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ
Ο αέρας θερμαίνεται από απευθείας επαφή με το έδαφος

ΜΕΤΑΦΟΡΑ
Ο αέρας θερμαίνεται από τη γη, διαστέλεται και ανέρχεται. Νέος ψυχρός αέρας κατέρχεται και θερμαίνεται από τη γη

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
Η γη θερμαίνεται από τη μικρού μ.κ. ηλιακή ακτινοβολία. Ο αέρας θερμαίνεται από τη μεγάλου μ.κ. γήινη ακτινοβολία

Πηγή: Α.Α. Φλόκας, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 1997

⇩

Θερμική Ανωμεταφορά (convection)

+

Δυναμική ανωμεταφορά

Η Θερμοκρασία του Αέρα

- Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν τη θερμοκρασία του αέρα είναι:

➢ *Απολύτως μέγιστη θερμοκρασία:* η μέγιστη θερμοκρασία που καταγράφηκε σε μια ορισμένη χρονική περίοδο (24-ωρο, μήνας, έτος)

➢ Απολύτως *ελάχιστη θερμοκρασία:* η ελάχιστη θερμοκρασία που καταγράφηκε σε μια ορισμένη χρονική περίοδο (24-ωρο, μήνας, έτος)

➢ Μέση ημερήσια θερμοκρασία, του αέρα, είναι η μέση τιμή των αναγνωσμάτων των θερμομέτρων τα οποία λαμβάνουν 4, 3 ή 2 φορές την ημέρα, ή η μέση τιμή των 24 αναγνωσμάτων του θερμογράφου

$$\overline{T_{daily}} = \frac{T_{\min} + T_{\max}}{2}$$

T_{min} & **T_{max}** η ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του 24-ώρου

$$\overline{T_{daily}} = \frac{T_6 + T_{12} + 2 \cdot T_{18}}{4}$$

T_6, T_{12} & **T_{18}** οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν τις ώρες 6:00, 12:00 & 18:00 αντίστοιχα

$$\overline{T_{daily}} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} T_{h(i)}$$

$T_{h(i)}$ η θερμοκρασία που καταγράφηκε την I ώρα του 24-ώρου

Με τους αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς τα διαστήματα μέτρησης μπορεί να είναι της τάξης του λεπτού. Στη συνέχεια γίνεται στατιστική επεξεργασία

Η Θερμοκρασία του Αέρα

➢ Μέση μηνιαία θερμοκρασία, είναι το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών για κάθε μήνα, που διαιρείται με τον αριθμό ημερών του μήνα

$$\overline{T_{monthly}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_{daily(i)}$$

n, ο αριθμός ημερών του μήνα (30, 31, 28 ή 29)

➢ Η μέση ετήσια θερμοκρασία, υπολογίζεται με το άθροισμα των μέσων μηνιαίων τιμών και με τη διαίρεση του αθροίσματος δια του 12

$$\overline{T_{annual}} = \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12} T_{monthly(i)}$$

➢ *Μέση μέγιστη θερμοκρασία*, είναι η μέση τιμή των μέγιστων αναγνωσμάτων της θερμοκρασίας, για την περίοδο των παρατηρήσεων

➢ *Μέση ελάχιστη θερμοκρασία,* είναι η μέση τιμή των ελάχιστων αναγνωσμάτων της θερμοκρασίας, για την περίοδο που μελετάμε

Η Θερμοκρασία του Αέρα

Ημερήσιο Θερμομετρικό Εύρος (Η.Θ.Ε.): η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της Θερμοκρασίας του αέρα που σημειώνονται κατά τη διάρκεια του 24-ώρου

$$\text{Η.Θ.Ε.} = T_{\max} - T_{\min}$$

Ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος (Ε.Θ.Ε.): η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της Θερμοκρασίας του αέρα που σημειώνονται σ' έναν τόπο κατά τη διάρκεια του έτους

$$\text{Ε.Θ.Ε.} = \overline{\text{T}}_{\text{Μήνα}(\theta\varepsilon\rho\mu\acute{o}\tau\varepsilon\rho\sigma\upsilon)} - \overline{\text{T}}_{\text{Μήνα}(\psi\upsilon\chi\rho\acute{o}\tau\varepsilon\rho\sigma\upsilon)}$$

Ημέρα μερικού παγετού: ορίζεται η μέρα για την οποία η ελάχιστη θερμοκρασία είναι μικρότερη του μηδενός

$$T_{\min} < 0^{o}C$$

Ημέρα ολικού παγετού: ορίζεται η μέρα για την οποία η θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας δεν υπερβαίνει τους μηδέν βαθμούς

$$T_{\max} < 0^{o}C$$

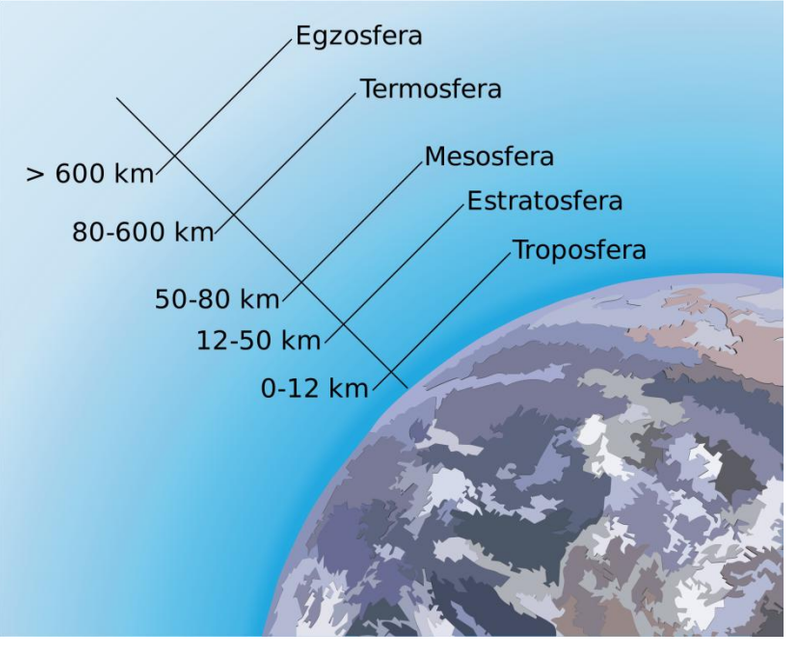
Κατακόρυφη Μεταβολή της Θερμοκρασίας

- Η Θερμοκρασία μειώνεται με το ύψος μέσα στην Τροπόσφαιρα

Θερμοβαθμίδα (γ): εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της Θερμοκρασίας με το Ύψος ή το ρυθμό ψύξης της τροπόσφαιρας
και ορίζεται σαν η ελάττωση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα ανά μονάδα ύψους.

Εκφράζεται σε °C/100 m ή °C/1 km

$$\gamma = -\frac{\partial T}{\partial z}$$



Πηγή:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmosphere_structure-pt.svg

Στην Τροπόσφαιρα η τιμή του **γ** κατά μέσο όρο είναι:
0.65°C/100 m ή **6.5°C/1 km**

Προσοχή: **η πραγματική θερμοβαθμίδα γ = παριστάνει τη θερμοκρασία διαφορετικών στοιχείων του αέρα στην ίδια χρονική στιγμή και πάνω στην ίδια κατακόρυφο ενός τόπου Συνήθως μετράται με ραδιοβολίσεις που δίνουν το πραγματικό κατακόρυφο προφίλ της θερμοκρασίας**

- Συχνά εμφανίζεται το φαινόμενο της **Θερμοκρασιακής Αναστροφής**

Κατακόρυφη Μεταβολή της Θερμοκρασίας

- Η Θερμοκρασία μειώνεται με το ύψος μέσα στην Τροπόσφαιρα γιατί:

✓ Η **ατμόσφαιρα** της Γης **θερμαίνεται** κυρίως από την **απορρόφηση** της **υπέρυθρης ακτινοβολίας** που εκπέμπει η επιφάνεια παρά από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας

✓ Η **πυκνότητα** του αέρα **μειώνεται με το ύψος** => **Μειώνεται** η **απορρόφηση** της ακτινοβολίας

✓ Η περιεκτικότητα σε **υδρατμούς μειώνεται** με το **ύψος** => **εξασθενεί** το **φαινόμενο** του **θερμοκηπίου**

✓ Οι **ανοδικές κινήσεις** του αέρα **ψύχουν** την **τροπόσφαιρα** με το ύψος λόγω της **αδιαβατικής εκτόνωσης**

Κατακόρυφη Μεταβολή της Θερμοκρασίας

- Γνωρίζοντας την τιμή της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας **γ** και την τιμή της θερμοκρασίας $\mathbf{T_o}$ σ' ένα ύψος $\mathbf{z_o}$, τη θερμοκρασία Τα σ' ένα ύψος **z**

$$\gamma = -\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial z} \Rightarrow \int_{T_o}^{T} dT = -\gamma \int_{z_o}^{z} dz \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{T = T_o - \gamma\left(z - z_o\right)}$$

- Η πραγματική θερμοβαθμίδα του περιβάλλοντος μπορεί να διαφέρει από τη μέση θεωρητική τιμή
- **Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση της είναι:**
  - ✓ Η διανομή ξηράς θάλασσας & η απόσταση από τη θάλασσα
  - ✓ Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους (π.χ. κάλυψη)
  - ✓ Η εποχή του έτους
  - ✓ Τα επικρατούντα καιρικά συστήματα της εποχής

  $\Rightarrow$ Η πραγματική θερμοβαθμίδα να **μεταβάλλεται** από **τόπο** σε **τόπο** & από **ώρα** σε **ώρα** (ή εποχή σε εποχή)

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

✓ **Το ισοζύγιο ακτινοβολιών στο σύστημα Γης-ατμόσφαιρας στον τόπο αυτό**

✓ Η δυνατότητα και η συχνότητα μεταφοράς από και προς τον τόπο αυτό ποσοτήτων θερμότητας με οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις

✓ Τα ποσά θερμότητας που εκλύονται ή προσλαμβάνονται κατά τους μηχανισμούς της συμπύκνωσης των υδρατμών ή της εξάτμιδιαπνοής του ύδατος

✓ Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους που συνδέονται με την ανακλαστικότητα (albedo) επιφάνειας και τη φυτοκάλυψη της

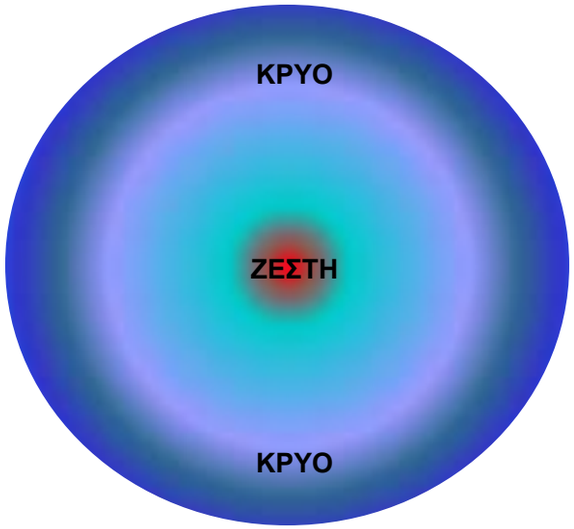
✓ Τα θαλάσσια ρεύματα που τυχόν περνούν κοντά από τον τόπο

✓ Το ανάγλυφο ενός τόπου

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ΄ ένα τόπο

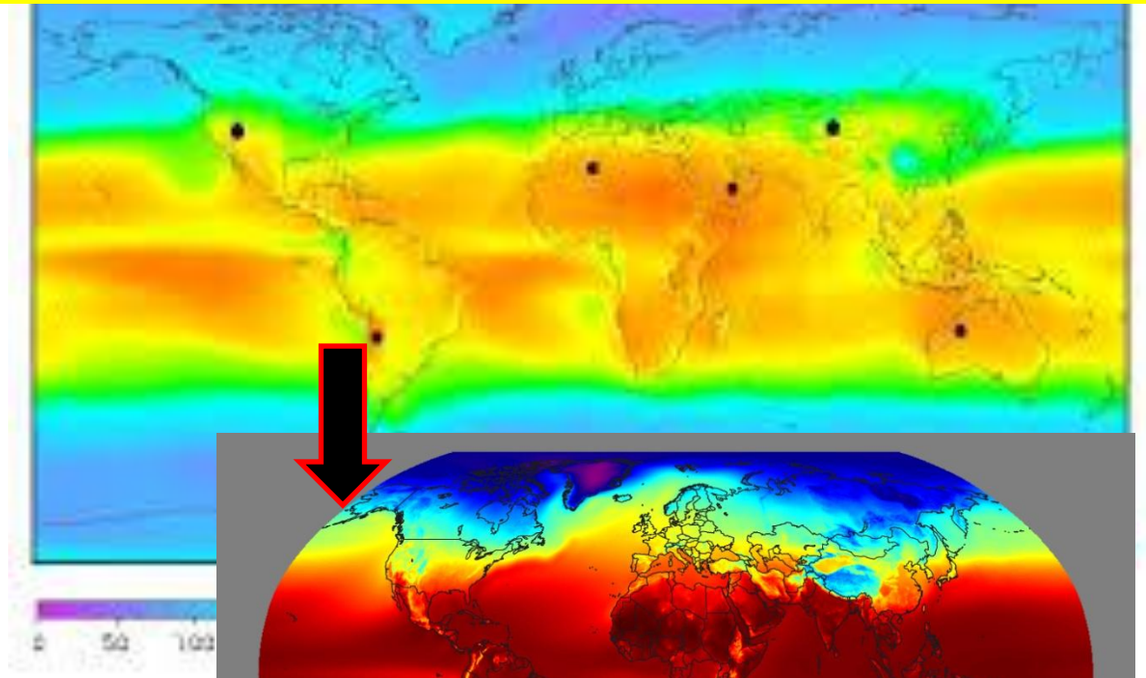
✓ Το ισοζύγιο ακτινοβολιών στο σύστημα Γης-ατμόσφαιρας στον τόπο αυτό

- Κύριος ρυθμιστής είναι η ενέργεια που έχει στη διάθεση του ο Πλανήτης

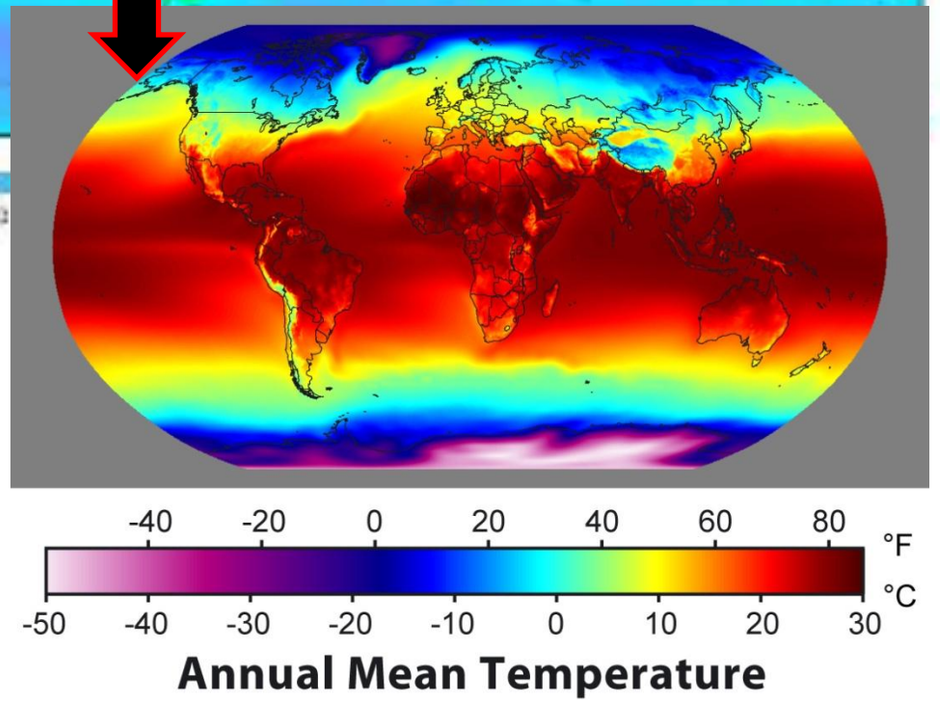


Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy

Καθαρή (απορροφώμενη) ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της Γης



Ισοζύγιο ακτινοβολίας (ηλιακή - υπέρυθρη) στην επιφάνεια της Γης



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ΄ ένα τόπο

✓ Η δυνατότητα και η συχνότητα μεταφοράς από και προς τον τόπο αυτό ποσοτήτων θερμότητας με οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις, η οποία ρυθμίζεται από τη

Γενική Κυκλοφορία της Ατμόσφαιρας

- Οι επικρατούντες **δυτικοί άνεμοι** των μέσων γεωγραφικών πλατών μεταφέρουν **αέριες μάζες θαλάσσιας προέλευσης** στις **δυτικές ακτές** των ηπείρων (Ευρώπη, Αμερική). Έτσι, τη χειμερινή περίοδο οι αέριες μάζες είναι θερμές έχοντας σαν αποτέλεσμα τη μείωση της δριμύτητας του χειμώνα στις περιοχές αυτές

- Στις **ανατολικές ακτές** (Καναδάς, ΗΠΑ, Ανατολική Σιβηρία, βόρεια Κίνα) οι **δυτικοί άνεμοι** μεταφέρουν **αέριες μάζες ηπειρωτικής προέλευσης**, οι οποίες το χειμώνα είναι ψυχρές αυξάνοντας τη δριμύτητα του χειμώνα στις συγκεκριμένες περιοχές

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

✓ Η εναλλαγή ξηράς – θάλασσας

- Πρόκειται για δύο τύπους επιφάνειας με διαφορετικά χαρακτηριστικά: Διαφέρουν σε ότι αφορά την **ανακλαστικότητα** και την **απορροφητικότητα** της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και ως προς τη **θερμοχωρητικότητα**

- Η θάλασσα **ψύχεται** και **θερμαίνεται** **πιο αργά** και σε **μικρότερο βαθμό** απ' ότι η ξηρά. Αυτό συμβαίνει γιατί:

✓ Το νερό έχει **μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα** (4-5 φορές) από το έδαφος

✓ Το νερό είναι **διαπερατό** στην ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα αυτή να διεισδύει σε μεγάλο βάθος

✓ Το νερό είναι ρευστό με αποτέλεσμα να εμφανίζονται κατακόρυφες **αναταρακτικές κινήσεις** αλλά και οριζόντιες (ωκεάνια ρεύματα) που ανακατανέμουν την ενέργεια

✓ Η **εξάτμιση** που είναι ένας σημαντικός μηχανισμός ψύξης, είναι σημαντική στις υδάτινες επιφάνειες

=> Η ημερήσια και εποχική μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα είναι μεγαλύτερη και εντονότερη πάνω από τη ξηρά και μικρότερη πάνω από τη θάλασσα

=> Το θέρος η ξηρά είναι θερμότερη από τη θάλασσα με τις υψηλότερες θερμοκρασίες να σημειώνονται στο εσωτερικό των ηπείρων

=> Το χειμώνα η ξηρά είναι ψυχρότερη από τη θάλασσα με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες να σημειώνονται στο εσωτερικό των ηπείρων των μεγάλων γεωγραφικών πλατών

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

✓ Τα θαλάσσια ρεύματα που τυχόν περνούν κοντά από τον τόπο

Μεγάλα γεωγραφικά πλάτη

- Θερμά ρεύματα κινούμενα προς τους πόλους κατά μήκος των δυτικών ακτών

Υποτροπικές περιοχές & Μέσα γεωγραφικά πλάτη

- Θαλάσσια ρεύματα που κινούνται προς τους πόλους μεταφέρουν θερμές υδάτινες μάζες σε ψυχρότερες περιοχές (π.χ. το ρεύμα Gulf Stream) στις ανατολικές ακτές
- Θαλάσσια ρεύματα που κινούνται προς τον Ισημερινό μεταφέρουν ψυχρές μάζες νερού σε θερμότερες περιοχές (π.χ. ρεύμα του Λαμπραντόρ) στις δυτικές ακτές

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

- ✓ Τα θαλάσσια ρεύματα που τυχόν περνούν κοντά από τον τόπο

⇩

Επίδραση θαλασσίων ρευμάτων: θερμών στην ανατολική ακτή & ψυχρών στη δυτική

⇩

Δυτική ακτή: θαλάσσιες αέριες μάζες
Ανατολική ακτή: ηπειρωτικές αέριες μάζες

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

✓ Το ανάγλυφο ενός τόπου (π.χ. **υψόμετρο**, προσανατολισμός & η κλίση του εδάφους, ανάγλυφο - παρουσία ορέων και κοιλάδων)

- Η θερμοκρασία στην τροπόσφαιρα μειώνεται με το ύψος, με μια θερμοβαθμίδα 6.5 ^{o}C / km => περιοχές με μεγάλο υψόμετρο παρουσιάζουν χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με περιοχές χαμηλού υψόμετρο στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος

- Επειδή ο αέρας θερμαίνεται και ψύχεται κυρίως από την επιφάνεια, η τιμή της θερμοκρασίας και του ΗΘΕ μειώνεται με το υψόμετρο

- Σε μεγάλο υψόμετρο το πάχος της ατμόσφαιρας δεν είναι μεγάλο οπότε απορροφάται λιγότερη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (ασθενέστερο το φαινόμενο του θερμοκηπίου)

Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

✓ Το ανάγλυφο ενός τόπου (π.χ. υψόμετρο, **προσανατολισμός & η κλίση του εδάφους**, ανάγλυφο - παρουσία ορέων και κοιλάδων)

- Ο προσανατολισμός (κατεύθυνση) και η κλίση των πλαγιών των βουνών παίζει σημαντικό ρόλο στα ποσά της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται

- Στα μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του Βορείου ημισφαιρίου, ο ήλιος διαγράφει ημερήσια πορεία στη νότια πλευρά του ουράνιου θόλου

⇩

- Οι πλαγιές των βουνών με νότιο προσανατολισμό δέχονται περισσότερη ακτινοβολία από τις σκιασμένες βορινές πλαγιές

⇩

- Η θερμοκρασία του αέρα σ' αυτές τις πλαγιές είναι μεγαλύτερη

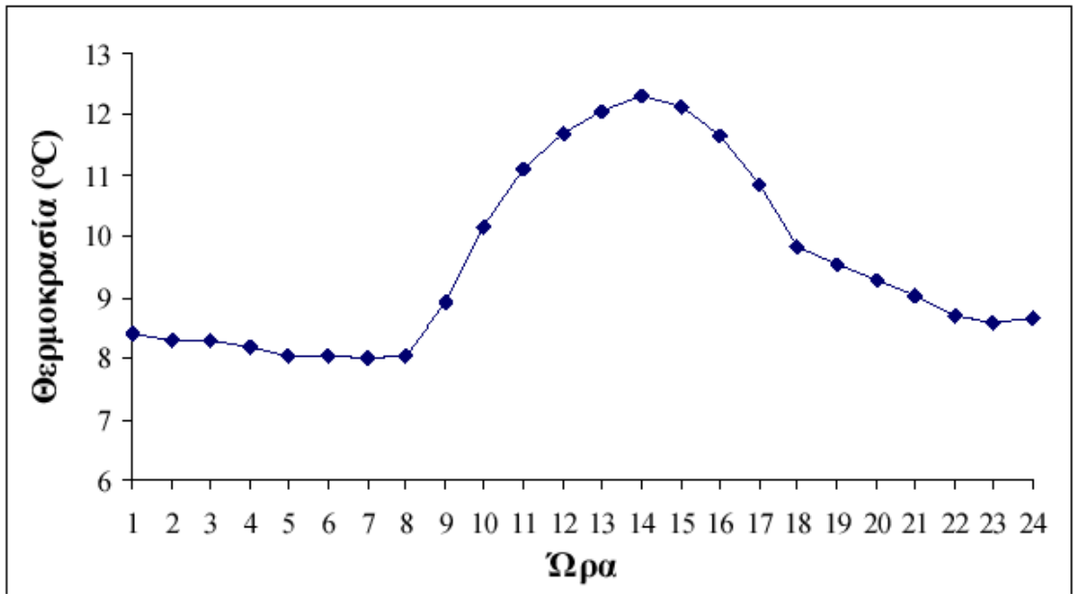
- Η διαμόρφωση της θερμοκρασίας λόγω προσανατολισμού των πλαγιών από μόνη της ή σε συνδυασμό με αντίστοιχη επίδραση της βροχόπτωση έχει επιπτώσεις στη βλάστηση με αποτέλεσμα να παρατηρείται διαφορετικού είδους βλάστηση σε κάθε πλαγιά

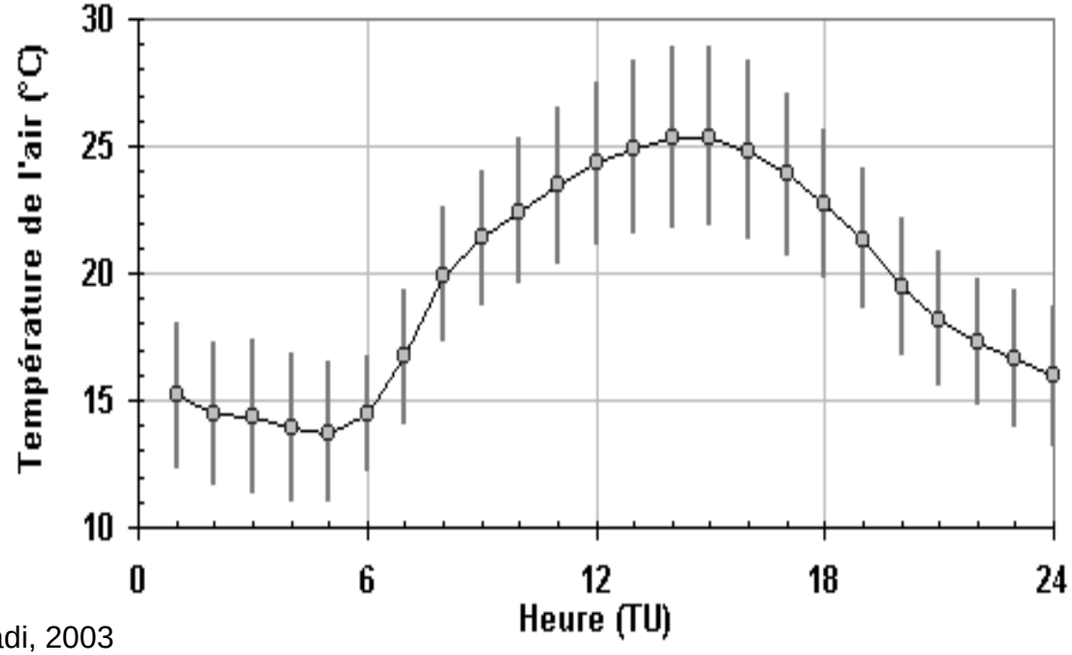
Παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες σ' ένα τόπο

✓ Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους που συνδέονται με την ανακλαστικότητα (albedo) επιφάνειας και τη φυτοκάλυψη της

- Η παρουσία βλάστησης την ημέρα, με τη σκίαση που δημιουργεί, μειώνει την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία άρα και τη θερμοκρασία
- Η παρουσία βλάστησης τη νύχτα αυξάνει την απορρόφηση της μεγάλου μήκους κύματος εξερχόμενης ακτινοβολίας μειώνοντας έτσι την πτώση της θερμοκρασίας και την ψύξη
- Η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (~ 6.5 ^{o}C / km) είναι μεγαλύτερη σε ξηρές περιοχές
- Άλλο παράδειγμα αποτελεί η θερμική **αστική νησίδα**

Ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας





Πηγή: Fotiadi, 2003

Κατά τη διάρκεια μιας κανονικής ημέρας δηλ. αίθριας και νήνεμης, η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει **απλή αλλά έντονη κύμανση** με:

- **ελάχιστο** κατά την ανατολή του Ηλίου
- στη συνέχεια με την ανατολή του Ηλίου καθώς αυξάνει η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια η θερμοκρασία αυξάνει σταδιακά
- εμφανίζει το **μέγιστο** της 1-2 ώρες μετά τη μεσουράνηση του ηλίου δηλ. μετά το μέγιστο της ακτινοβολίας
- μετά το μέγιστο μειώνεται σταδιακά. Η πτώση συνεχίζεται και κατά τη διάρκεια της νύχτας αλλά με ρυθμό βραδύτερο απ' ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έτσι, η καμπύλη της ημερήσιας κύμανσης της θερμοκρασίας δεν είναι συμμετρική

Γιατί το Ημερήσιο Μέγιστο της Θερμοκρασίας δεν συμπίπτει με αυτό της Ακτινοβολίας ;

- Η Καθαρή Ακτινοβολία (ηλιακή – υπέρυθρη) καθορίζει αν η θερμοκρασία της επιφάνειας της γης αυξάνει, μειώνεται ή παραμένει σταθερή

- Αν Καθαρή Ακτινοβολία $> 0 \Rightarrow$
  η επιφάνεια θερμαίνεται (6 πμ - 3-5 μμ)

- Αν Καθαρή Ακτινοβολία $< 0 \Rightarrow$
  η επιφάνεια ψύχεται (3-5 μμ - 6 πμ)

- Όταν Καθαρή Ακτινοβολία **= 0** => η θερμοκρασία αγγίζει τις ακραίες τιμές της (μέγιστη στις ~3-5 μμ και ελάχιστη ~ 6πμ

- Για αρκετή ώρα μετά τη μεσουράνηση του Ηλίου (μέγιστο ακτινοβολίας) η θερμότητα που προσλαμβάνει η Γη λόγω ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη από αυτή που αποβάλει με αποτέλεσμα να εξακολουθεί ακόμη να θερμαίνεται

- Η συγκεκριμένη συμπεριφορά εξηγεί γιατί οι θερμότεροι μήνες δηλ. Το Μέγιστο της Θερμοκρασία εμφανίζεται τον Ιούλιο ή Αύγουστο και όχι κατά το θερινό Ηλιοστάσιο

Παράγοντες που διαμορφώνουν τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας

- Άνεμος
- Τύπος Επιφάνειας
- Υγρασία
- Βλάστηση
- Υγρασία του εδάφους
- Νέφωση

Ημερήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΗΘΕ)

Ημερήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΗΘΕ): η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της Θερμοκρασίας του αέρα που σημειώνονται κατά τη διάρκεια του 24-ώρου

Παράγοντες του το επηρεάζουν:

-**Το Γεωγραφικό Πλάτος:** το ΗΘΕ μειώνεται καθώς αυξάνει το γ. πλάτος. Είναι μέγιστο στον Ισημερινό και ελάχιστο στους πόλους

- **Η Εποχή του έτους:** στα μέσα και μεγάλα γ. πλάτη με διακριτές εποχές, το ΗΘΕ είναι μεγαλύτερο κατά τη θερινή περίοδο και μικρότερο κατά την ψυχρή περίοδο

- **Γεωγραφική Θέση:** το ΗΘΕ είναι μικρότερο πάνω από τους ωκεανούς και τις θάλασσες (ΗΘΕ= ~3°C) απ' ότι πάνω από τις ηπειρωτικές περιοχές (ΗΘΕ> 20°C)

- **Τη Νέφωση:** το ΗΘΕ είναι μικρότερο κατά τη διάρκεια μιας νεφοσκεπούς ημέρας σε σχέση με μια αίθρια ημέρα

- **Βλάστηση και τη Φύση του Εδάφους:** το ΗΘΕ είναι μικρότερο πάνω από περιοχές με εκτεταμένη βλάστηση ή εδάφη με αυξημένη υγρασία σε σχέση με τις ερήμους

- **Υψόμετρο:** το ΗΘΕ ελαττώνεται με το υψόμετρο κυρίως λόγω της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου $\Rightarrow$ καλύτερη ανάμιξη

Παράγοντες που διαμορφώνουν τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας

- Το Ημερήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΗΘΕ) είναι μικρότερο στις παράκτιες περιοχές (περιοχές που δέχονται την επίδραση της θάλασσας) και υψηλότερο στις ηπειρωτικές περιοχές

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας

Ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΕΘΕ): η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής της Θερμοκρασίας του αέρα που σημειώνονται σ' έναν τόπο κατά τη διάρκεια του έτους

• Χρήσιμη Κλιματολογική παράμετρος γιατί η τιμή του εξαρτάται από όλους εκείνους τους παράγοντες που διαμορφώνουν τα θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά ενός τόπου

•Αυξάνει με την αύξηση του γ. πλάτους

•Επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες που ρυθμίζουν το ΗΘΕ

•Ελλάδα: ΕΘΕ = ~ 12 – 23°C (μέγιστες τιμές σημειώνονται στις κεντρικές ηπειρωτικές περιοχές και οι ελάχιστες πάνω από τις παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές)

Τύποι Ετήσιας Πορείας της Θερμοκρασίας

α) Ισημερινός τύπος (ΕΘΕ=2°C ωκεανούς, 8-10°C ηπείρους)

β) Τροπικός τύπος (μικρό ΕΘΕ)

γ) Εύκρατος θαλάσσιος τύπος (ΕΘΕ= 10-15°C)

δ) Εύκρατος ηπειρωτικός τύπος (ΕΘΕ=50-60°C)

ε) Πολικός τύπος (μεγάλο ΕΘΕ)

ζ) Μουσσωνικός τύπος (διπλή ετήσια κύμανση)

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας με το Γεωγραφικό Πλάτος

- **Κατά τη διάρκεια του έτους η θερμοκρασία του αέρα εξαρτάται κυρίως από το ύψος του ηλίου και τη διάρκεια της ημέρας, τα οποία με τη σειρά τους μεταβάλλονται με το γεωγραφικό πλάτος**

- Στον Ισημερινό η ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα παρουσιάζει διπλή κύμανση με 2 μέγιστα κατά τις ισημερίες (23/3 & 21/9) και 2 ελάχιστα κατά τα 2 ηλιοστάσια (21/6 & 22/12)

- Στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη (από τον Τροπικό του Καρκίνου στο Β. Ημισφαίριο και τον Τροπικό του Αιγόκερου στο Νότιο) η ετήσια κύμανση της θερμοκρασίας γίνεται απλή

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας

Μεταβολή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (μεσαία καμπύλη) καθώς των μέσων ακραίων μηνιαίων θερμοκρασιών (ελαχίστη-κάτω καμπύλη, μεγίστη- άνω καμπύλη) για την πόλη του Αγρινίου

- Η Ετήσια Πορεία της θερμοκρασίας του αέρα παρουσιάζει απλή αλλά έντονη κύμανση με:
  - ελάχιστο στο Β. Ημισφαίριο τον Ιανουάριο ή Φεβρουάριο και
  - μέγιστο τον Ιούλιο ή Αύγουστο (Β. Ημισφαίριο)

  δηλ. 1-2 μήνες μετά τα αντίστοιχα Ηλιοστάσια **για λόγους αντίστοιχους με την υστέρηση του ημερήσιου μέγιστου,** σε σχέση με το μέγιστο της ακτινοβολίας

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας & ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΕΘΕ) για διάφορους τύπους κλίματος

- Στον Ισημερινό η ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα παρουσιάζει διπλή και το ΕΘΕ είναι πολύ μικρό

- Στα θαλάσσια κλίματα το ΕΘΕ είναι μικρό

- Το μεγαλύτερο ΕΘΕ σημειώνεται στα Ηπειρωτικά κλίματα

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας

Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας & ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος (ΕΘΕ) για διάφορους τύπους κλίματος

Καλιφόρνια **Αλάσκα**

- Το ΕΘΕ είναι μεγαλύτερο στις ηπειρωτικές περιοχές και μικρότερο στις παράκτιες
- Το ΕΘΕ αυξάνει με το γεωγραφικό πλάτος (Καλιφόρνια → Αλάσκα)

Γεωγραφική διανομή της Θερμοκρασίας του αέρα στην επιφάνεια της Γης

• Οι καμπύλες που διέρχονται από διάφορους τόπους που έχουν την ίδια τιμή της θερμοκρασίας ονομάζονται **ισόθερμες καμπύλες**

Γεωγραφική διανομή της Θερμοκρασίας του αέρα στην επιφάνεια της Γης

- Αν η επιφάνεια της Γης ήταν ομογενής οι ισόθερμες καμπύλες θα ήταν παράλληλες προς τον Ισημερινό. Παρότι διακρίνεται μία παραλληλία ως προς τον Ισημερινό αυτή διαταράσσεται από την άνιση κατανομή ξηράς – θάλασσας και τις μεγάλες οροσειρές

- Η καμπύλη που ενώνει τους τόπους με την υψηλότερη θερμοκρασία στον πλανήτη ονομάζεται θερμικός Ισημερινός

- Η διάταξη των ισόθερμων καμπυλών διαφέρει σημαντικά μεταξύ χειμώνα και θέρους. Γενικά, οι ισόθερμες καμπύλες μετατοπίζονται παλινδρομικά ακολουθώντας την εποχική κίνηση του Ηλίου. Η μετατόπιση αυτή είναι μεγαλύτερη πάνω από την ξηρά

Χειμώνα: η οριζόντια θερμοβαθμίδα είναι εντονότερη πάνω από το βόρειο ημισφαίριο όπου η κάλυψη σε ξηρά είναι μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα οι ισόθερμες να είναι πυκνότερες

- Οι ισόθερμες κάμπτονται προς τον Ισημερινό πάνω από την ξηρά και προς τους πόλους πάνω από τους ωκεανούς

- Αυτή η κάμψη των ισοθέρμων δηλώνει ότι κατά την ψυχρή περίοδο, στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος η θάλασσα είναι θερμότερη από τη ξηρά

Γεωγραφική διανομή της Θερμοκρασίας του αέρα στην επιφάνεια της Γης

Θέρος:

- Οι ισόθερμες κάμπτονται προς τους πόλους πάνω από την ξηρά και προς τον Ισημερινό πάνω από τους ωκεανούς

- Αυτή η κάμψη των ισοθέρμων δηλώνει ότι κατά την θερμή περίοδο του έτους, στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος η θάλασσα είναι ψυχρότερη από τη ξηρά

- Σημαντική είναι, ιδιαίτερα κατά το θέρος, η κάμψη των ισοθέρμων στις δυτικές ακτές των η πείρων λόγω της επίδρασης των θερμών ή/και ψυχρών ωκεάνιων ρευμάτων, με εντονότερη την περίπτωση του βόρειου Ατλαντικού (θερμό ρεύμα του κόλπου – Gulf stream)

Γεωγραφική διανομή της Θερμοκρασίας του αέρα στην επιφάνεια της Γης

• Οι καμπύλες που διέρχονται από διάφορους που έχουν την ίδια τιμή της θερμοκρασίας ονομάζονται **ισόθερμες καμπύλες**

• Οι υψηλότερες θερμοκρασίες δε σημειώνονται στον Ισημερινό αλλά σε περιοχές που βρίσκονται σε γ. πλάτος 10 ° - 20° βόρεια και νότια του Ισημερινού (ερήμους)

• Θέρος: ξηρά θερμότερη από τη θάλασσα ⇒ μεγαλύτερες θερμοκρασίες στο εσωτερικό των Ηπείρων (Σαχάρα, Ινδίες, Αυστραλία, Ν. Αφρική)

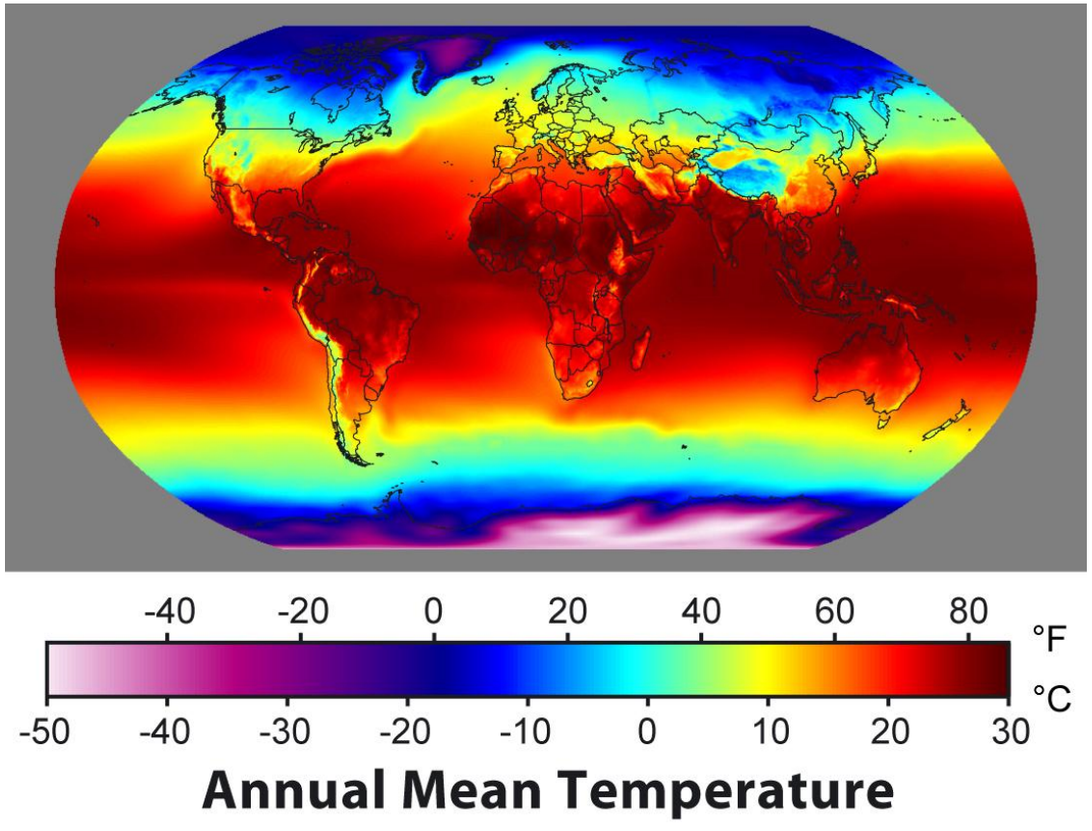
• Χειμώνας: ξηρά ψυχρότερη από τη θάλασσα ⇒ χαμηλότερες θερμοκρασίες στο εσωτερικό των Ηπείρων των μεγάλων γ. πλατών (Σιβηρία, Καναδάς, Γροιλανδία)

• Χειμώνας: Μεγαλύτερες οριζόντιες θερμοβαθμίδες σε σχέση με αυτές του θέρους

• Εντονότερη θερμοκρασιακή αντίθεση μεταξύ χειμώνα και θέρους του Β. Ημισφαιρίου, λόγω πολυπλοκότερης διανομής ξηρών και θαλασσών σ' αυτό το ημισφαίριο

• Θερμοκρασιακές μεταβολές πιο έντονες πάνω από τις ηπείρους παρά πάνω από τους ωκεανούς

Γεωγραφική διανομή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature

- Μέσες κλιματολογικές τιμές 30 ετών (1961-1990)

Η Θερμοκρασία των Ωκεανών και των Θαλασσών

• Καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τη θερμοκρασία των αερίων μαζών που κινούνται πάνω από θάλασσες και ωκεανούς

• Η θερμοκρασία κυμαίνεται: **-2°C** (πόλοι) και **32°C** (Ερυθρά θάλασσα)

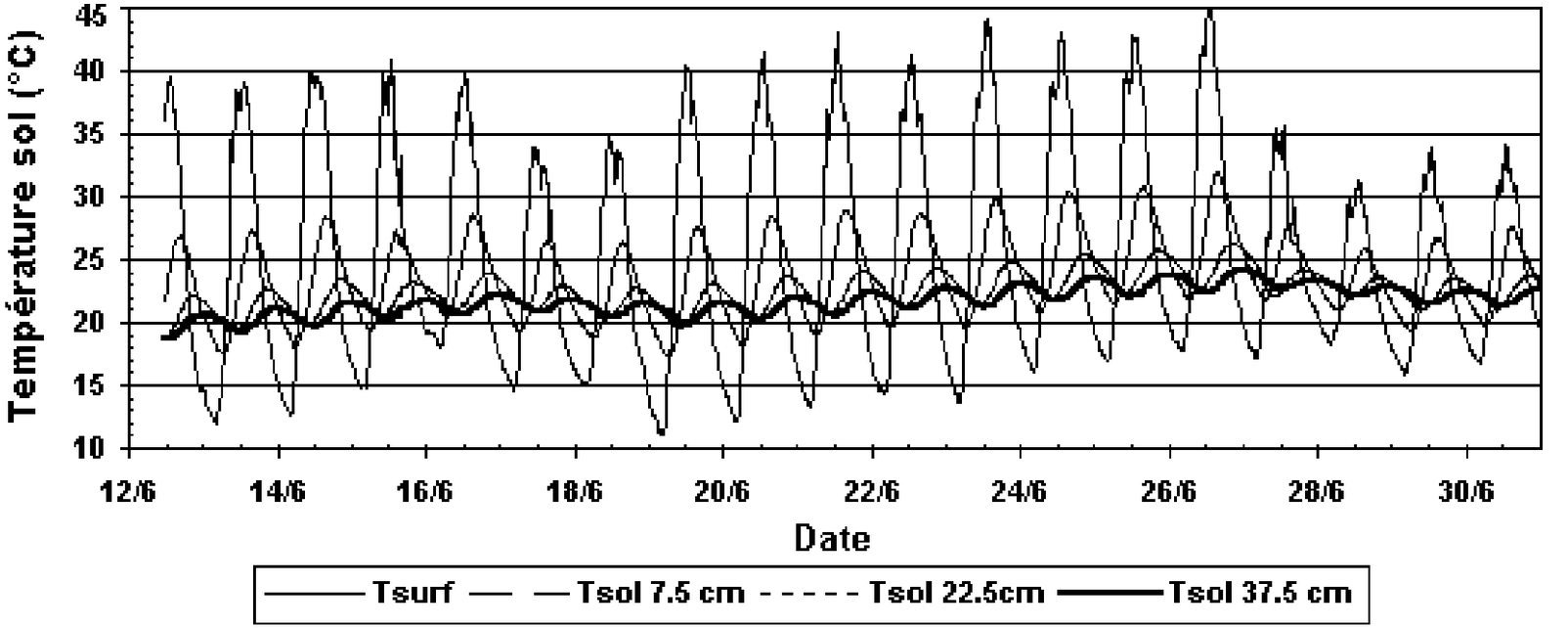
• Η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας είναι μεγαλύτερη στο Β. Ημισφαίριο (19°C) από ότι στο Νότιο (16°C)

• Η θερμοκρασία μεταβάλλεται ταχύτατα με το γ. Πλάτος στις περιοχές που υπάρχουν θερμά και ψυχρά ρεύματα

• Το ΗΘΕ στην επιφάνεια είναι μικρό και δεν υπερβαίνει τον 1°C

Η Θερμοκρασία του Εδάφους

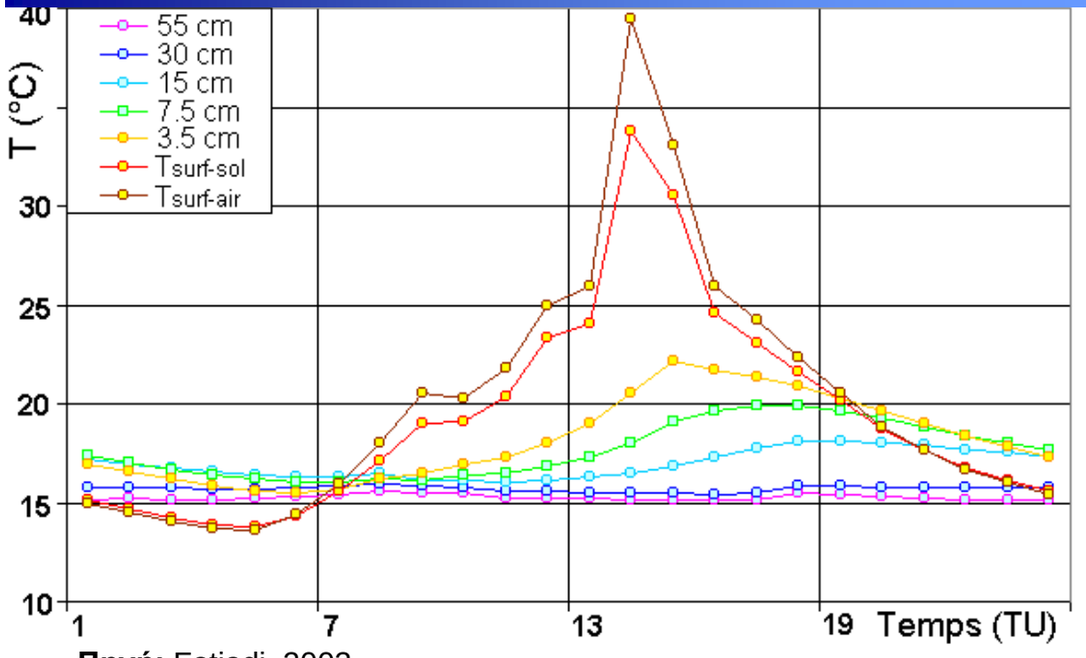
- Εξαρτάται από την ποσότητα της θερμότητας που εισέρχεται και εξέρχεται από αυτό
  - ⇒ προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία
  - ⇒ ανακλώμενη ακτινοβολία ⇒ ανακλαστικές ιδιότητες του
- Θερμικές του ιδιότητες ⇒ σύσταση του, θερμοχωρητικότητα του, υγρασία του
- Κατά μέσο όρο στη διάρκεια του έτους το γυμνό έδαφος θερμαίνεται περισσότερο από ένα έδαφος καλυμμένο με βλάστηση



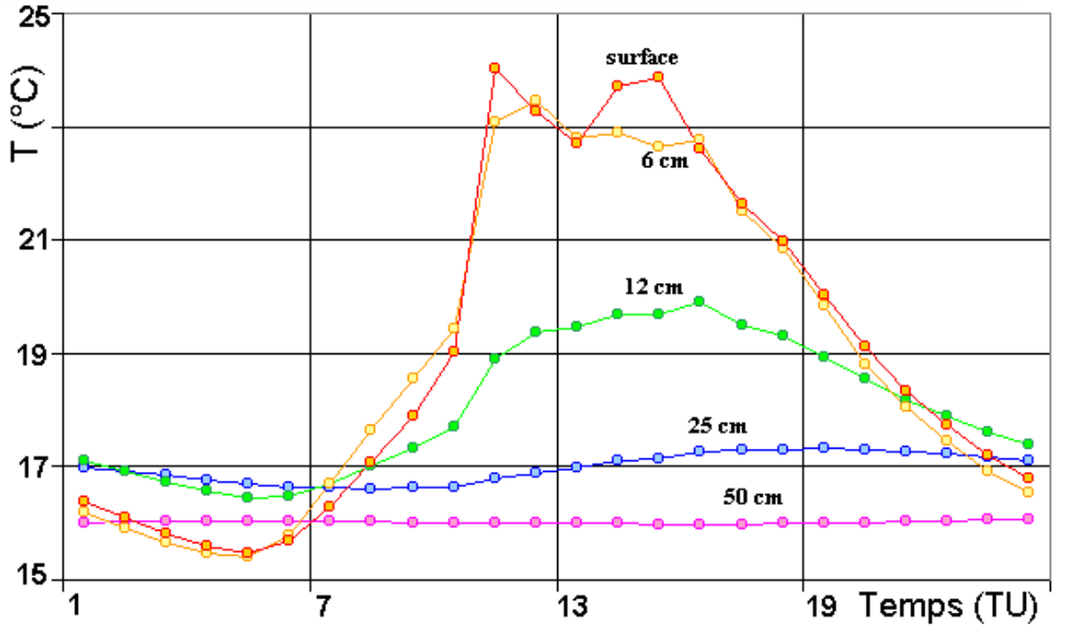
Πηγή: Fotiadi, 2003

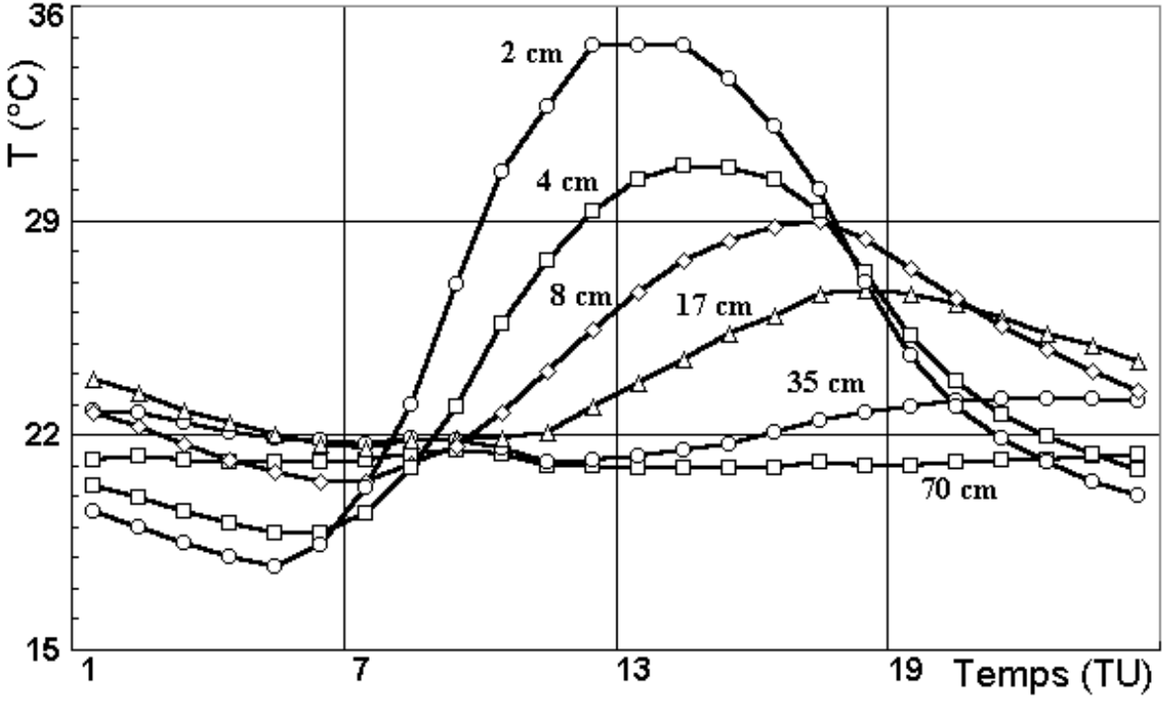
- Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους είναι κατά μέσο όρο μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του αέρα
- Για τα βάθη 0 – 0.5 m ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος ενώ για τα βάθη 0.5 – 2 m ψυχρότερος μήνας είναι ο Φεβρουάριος
- Για τα βάθη 0 – 0.25 m θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος ενώ για τα βάθη 0.5 – 2 m θερμότερος μήνας είναι ο Αύγουστος
- Το ΕΘΕ της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους είναι μεγαλύτερο από αυτό της θερμοκρασίας του αέρα, αλλά μειώνεται ταχύτατα με το βάθος

Η Θερμοκρασία του Εδάφους



Πηγή: Fotiadi, 2003





- Το ΗΘΕ ελαττώνεται με την αύξηση του βάθους

- Η θερμοκρασία του εδάφους εμφανίζει έντονη Ημερήσια και Ετήσια κύμανση

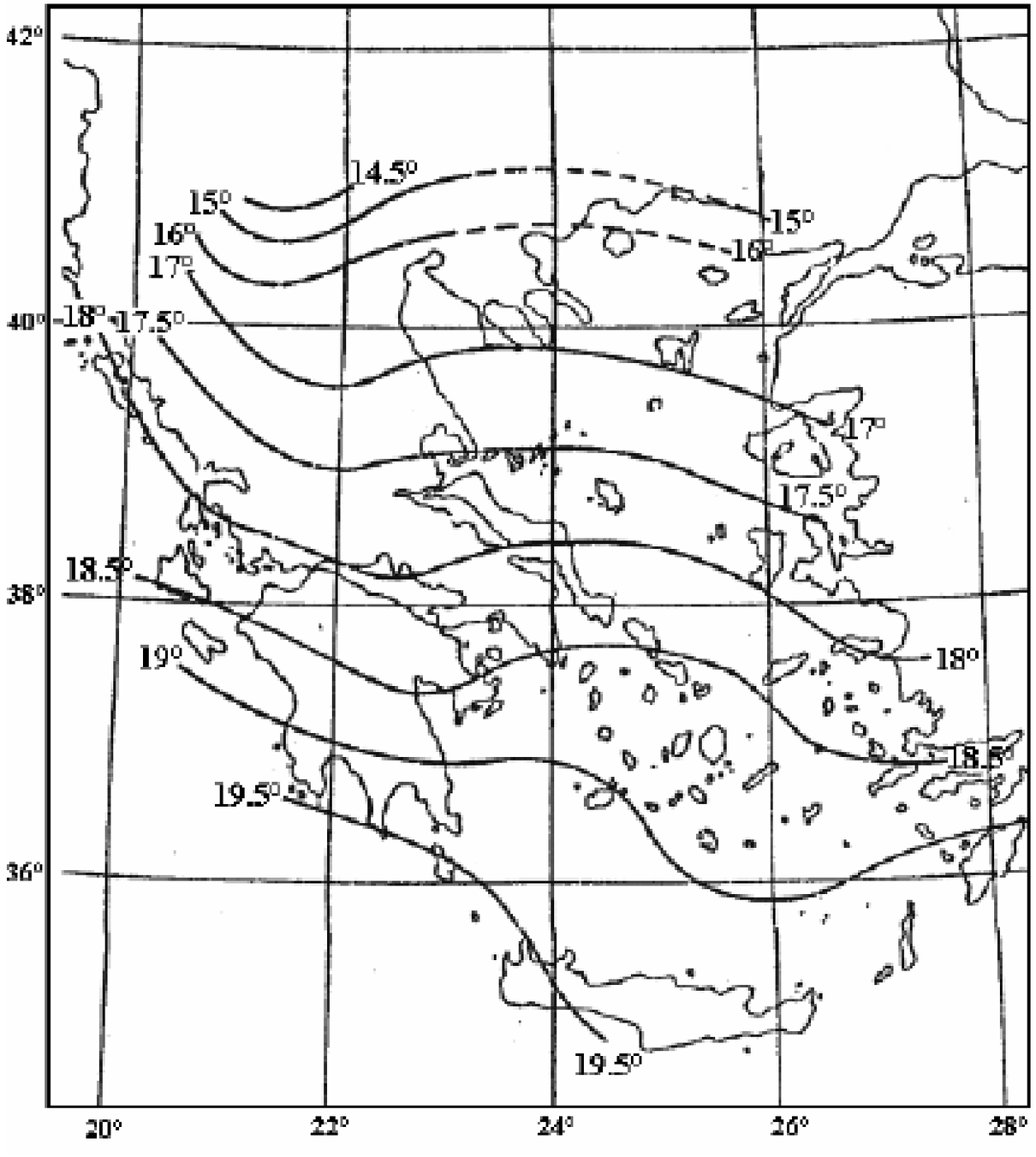
- T_{max} επιφάνειας εδάφους > T_{max} αέρα και παρατηρείται 1-2 ώρες νωρίτερα

- T_{min} επιφάνειας εδάφους > T_{min} αέρα σημειώνονται περίπου την ίδια ώρα

- Ο χρόνος εμφάνισης μεγίστου και ελαχίστου καθυστερεί με το βάθος

- Οι μέγιστες θερμοκρασίες ελαττώνονται με οτ βάθος ενώ οι ελάχιστες αυξάνουν

Γεωγραφική διανομή της Μέσης Ετήσιας θερμοκρασίας του Αέρα στην Ελλάδα



Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των ετήσιων ισοθέρμων των **14.5°C** και **19.5°C**

Πηγή: Α.Α. Φλόκας, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 1997

Γεωγραφική διανομή της θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα

Ιανουάριος

❖ Παρατηρείται μία βαθμίδα με το γ. πλάτος (μειώνεται) που οφείλεται σε αντίστοιχη κατανομή της ακτινοβολίας

❖ Παρατηρείται επίσης βαθμίδα με το γ. μήκος η οποία οφείλεται στην εναλλαγή ξηράς – θάλασσας, στο πολυσχιδές ανάγλυφο και στα θαλάσσια ρεύματα. Γενικά, μειώνεται από τις παράκτιες περιοχές προς το εσωτερικό

• Η μέση θερμοκρασία του αέρα **ελαττώνεται ταχύτερα** κατά μήκος της γραμμής **'Κρήτη-Ανατολική Θράκη'** παρά κατά μήκος της γραμμής **'Κρήτη-ακτές Ιονίου'**

• Το θαλάσσιο ρεύμα στις ακτές του Ιονίου προέρχεται από κεντρική & ανατολική Μεσόγειο και είναι **θερμό**

• Το θαλάσσιο ρεύμα στο βόρειο Αιγαίο προέρχεται από τη Μαύρη Θάλασσα και είναι **ψυχρό**

• Χαμηλότερες θερμοκρασίες (ψυχρότερες περιοχές της χώρας) σημειώνονται στη Δ. Μακεδονία και την Ήπειρο

• Υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στα νησιά του ΝΑ Αιγαίου και τις Νότιες και Ανατολικές ακτές της Κρήτης

• Χαμηλές θερμοκρασίες αναφέρονται επίσης σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο

Γεωγραφική διανομή της θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα

Ιούλιος

- Η θερμοκρασία αυξάνει από τα παράλια προς το εσωτερικό ιδιαίτερα την ημέρα

- Η θερμοκρασία μειώνεται από τις πεδιάδες προς τα ορεινά

-Η πτώση της θερμοκρασίας με το γεωγραφικό πλάτος είναι μικρότερη σε σχέση με την ψυχρή περίοδο (χειμώνα)

-Υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στη Θεσσαλική πεδιάδα, Νότια Πελοπόννησο, ακτές του Σαρωνικού καθώς και Νότιες και Ανατολικές ακτές της Κρήτης

- Η διαφορά της θερμοκρασίας των παράκτιων και ηπειρωτικών περιοχών είναι ~ 2°C

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

- Η Θερμοκρασία μειώνεται με το ύψος στην Τροπόσφαιρα σύμφωνα με τον ρυθμό που ορίζει η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα:

- Σε ορισμένες περιπτώσεις όμως το κατακόρυφο προφίλ της θερμοκρασίας μπορεί να αντιστραφεί και η **θερμοκρασία να αυξάνει με το ύψος.** Το φαινόμενο αυτό καλείται αναστροφή της θερμοκρασίας **(temperature inversion**). Τότε ισχύει:

$$\gamma = -\frac{d\mathrm{T}}{dz} > 0$$

Το στρώμα της ατμόσφαιρας μέσα στο οποίο εμφανίζεται η αναστροφή καλείται **στρώμα αναστροφής**

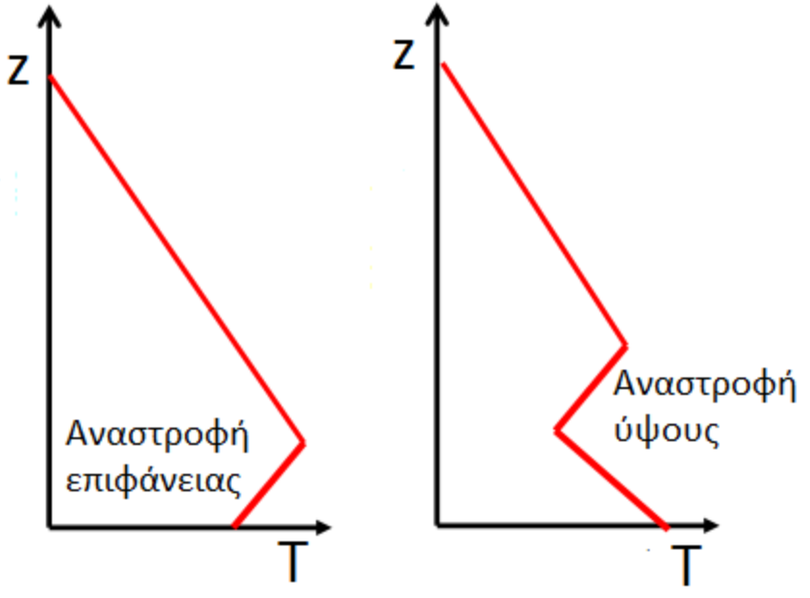
Το ύψος της βάσης του στρώματος αυτού λέγεται **ύψος της αναστροφής**

Το πάχος του στρώματος λέγεται **βάθος της αναστροφής**

Ένταση Αναστροφής $= -\partial \mathrm{T}/\partial z$ x πάχος στρώματος

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Είδη Αναστροφής



♦ **Αναστροφές επιφανείας:** το φαινόμενο αρχίζει απ' ευθείας από την επιφάνεια της Γης

♦ **Αναστροφές ελεύθερης ατμόσφαιρας** ή **αναστροφές ύψους:** όταν εμφανίζονται σε κάποιο ύψος στην ατμόσφαιρα

- Συνήθως, η διάρκεια και η έκταση τους είναι μικρή

- Η αναστροφή της Θερμοκρασίας συνοδεύεται από την εμφάνιση Παγετού

- Δημιουργούν ομίχλες και χαμηλά νέφη

- Οι αναστροφές σχηματίζουν ευσταθή στρώματα τα οποία παρεμποδίζουν τις ανοδικές κινήσεις. Μάλιστα μέσα στο στρώμα αναστροφής επικρατεί απόλυτη ευστάθεια

- Συνεισφέρουν στη ρύπανση της ατμόσφαιρας εξ' αιτίας των συνθηκών ευστάθειας που δημιουργούν, οι οποίες παρεμποδίζουν τη διασπορά των ρύπων

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

1/ **Αναστροφές ακτινοβολίας (radiation inversion)**

• Κατά τη διάρκεια της νύχτας δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία ώστε να θερμαίνεται το έδαφος. Αντίθετα αυτό ψύχεται διότι εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία
⇒ οπότε σημειώνεται μεταφορά θερμότητας με αγωγιμότητα από το θερμό υπερκείμενο αέρα προς το ψυχρότερο έδαφος
⇒ με αποτέλεσμα να ψύχεται το στρώμα αέρα που βρίσκεται κοντά στο έδαφος (παρεδάφιο)

• αυτή η μεταφορά θερμότητας συμβαίνει μέσα σ' ένα **ρηχό** σχετικά **στρώμα αέρα** κοντά στην επιφάνεια του εδάφους μιας και ο αέρας δεν είναι ΄καλός' αγωγός

⇒ το σχηματισμό μιας αναστροφής της θερμοκρασίας η οποία καλείται 'αναστροφή ακτινοβολίας' και κατά την οποία μέσα σ' ένα ρηχό στρώμα αέρα κοντά στην επιφάνεια της Γης η θερμοκρασία αυξάνει με το ύψος

• κατά μέσο όρο το βάθος του στρώματος της αναστροφής είναι περίπου 100 m και κυμαίνεται μεταξύ: **10 m – 1 Km**

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

1/ **Αναστροφές ακτινοβολίας (radiation inversion)**

Παράγοντες που συμβάλλουν στο σχηματισμό της αναστροφής ακτινοβολίας:

Κύριοι Παράγοντες:

- άπνοια και νηνεμία (κέντρα αντικυκλώνων, χειμώνα)
- νύχτες μεγάλης διάρκειας
- ξηρός αέρας
- καθαρός ουρανός χωρίς νέφη

Άλλοι Παράγοντες

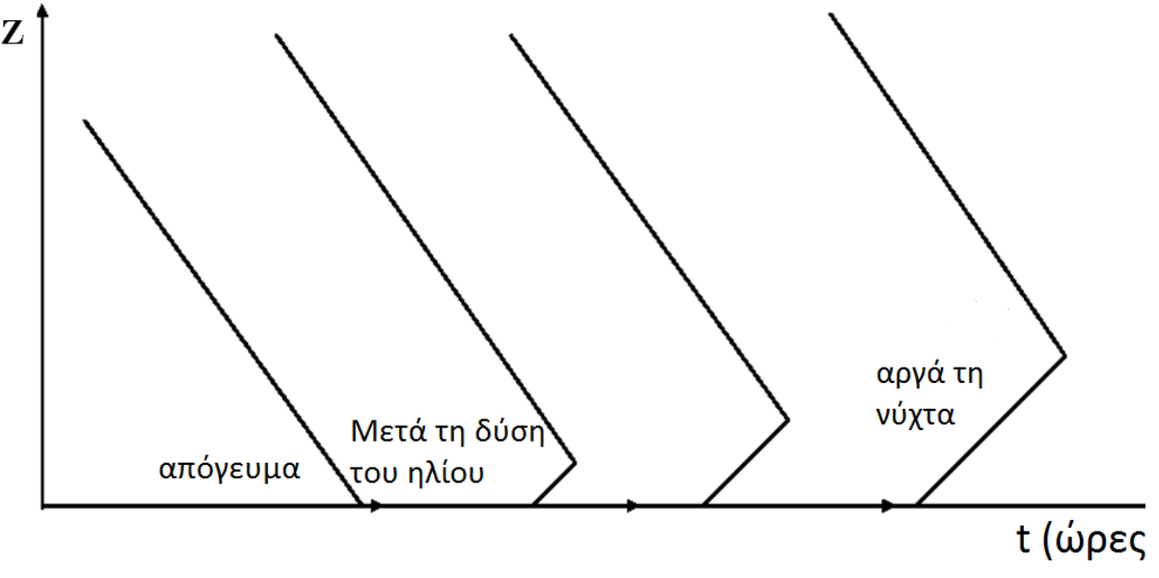
- υγρασία της επιφάνειας
- τύπος βλάστησης
- τύπος επιφάνειας (χιόνι, άμμος, γρασίδι, ...)

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

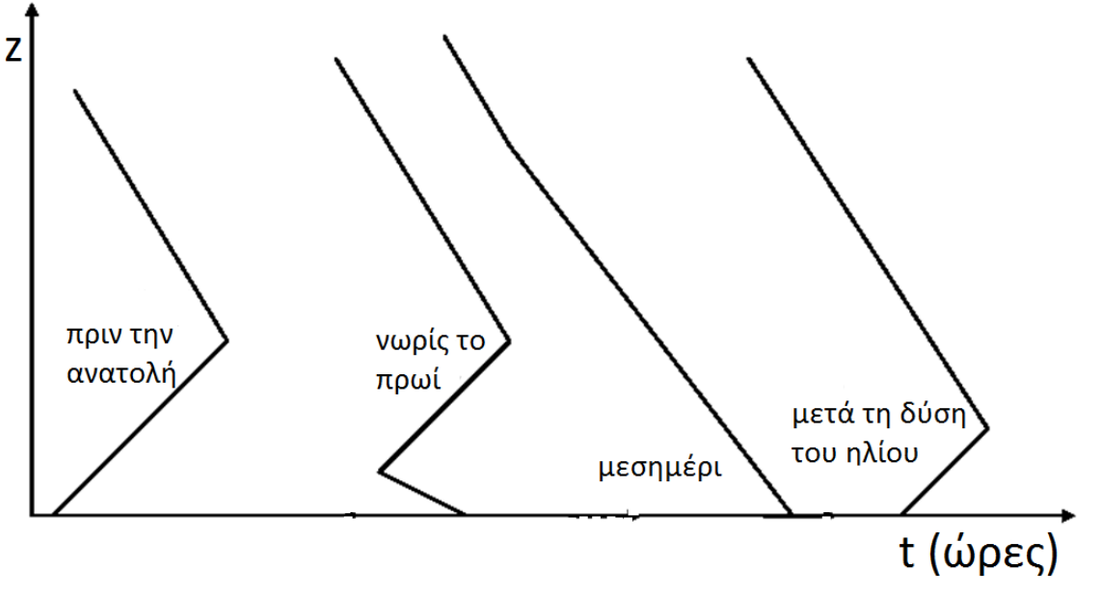
1/ **Αναστροφές ακτινοβολίας (radiation inversion)**

Δημιουργία – Εξέλιξη & Καταστροφή (σπάσιμο) της Αναστροφής κατά τη διάρκεια του 24-ώρου



⇨ Νύχτα

Ημέρα ⇦



Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

2/ **Αναστροφές μεταφοράς θερμού αέρα (advection inversions)**

- Όταν μια θερμή αέρια μάζα, κατά την οριζόντια κίνηση της, διέλθει πάνω από μια ψυχρότερη περιοχή, τότε τα στρώματα αυτής της μάζας που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια ψύχονται ισχυρότερα από τα υπερκείμενα με αποτέλεσμα να δημιουργείται θερμοκρασιακή αναστροφή

- Μπορούν να εμφανιστούν οποιαδήποτε εποχή του έτους και έχουν μικρή διάρκεια

- Όταν η αέρια μάζα χαρακτηρίζεται από υψηλή υγρασία τότε σχηματίζεται ομίχλη η γνωστή ομίχλη μεταφοράς

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

3/ **Αναστροφές ορογραφίας**

- Η θερμότητα μεταφέρεται με αγωγιμότητα από τον αέρα που γειντιάζει με το έδαφος προς το έδαφος με αποτέλεσμα να ψύχεται
- Ο ψυχρός αέρας που βρίσκεται κοντά στο έδαφος είναι πυκνότερος & 'βαρύτερος' ολισθαίνει από τις πλαγιές προς τα κάτω στην κοιλάδα

$\Rightarrow$ Έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία 'θερμικής ζώνης'

- οι καλλιέργειες πρέπει να φυτεύονται μέσα στη θερμική ζώνη και όχι πάνω ή κάτω από αυτή
- Δημιουργούνται σε κοιλάδες και χαράδρες κάτω από συνθήκες νηνεμίας και αίθριου (ανέφελου) ουρανού

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

4/ **Αναστροφές χιονοσκεπούς εδάφους**

• Το παρεδάφιο στρώμα του αέρα πάνω από χιονοσκεπές έδαφος ψύχεται περισσότερο από τα υπερκείμενα στρώματα, λόγω της κατανάλωσης ποσότητας θερμότητας από αυτό για την τήξη του χιονιού (λανθάνουσα θερμότητα), με αποτέλεσμα να δημιουργείται θερμοκρασιακή αναστροφή

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές ύψους** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

1/ **Αντικυκλωνικές Αναστροφές**

- πολλές φορές κατά τις καθοδικές κινήσεις (κατολίσθηση) του αέρα στις κεντρικές περιοχές ενός αντικυκλώνα, συμβαίνει η αέρια μάζα που κατέρχεται και θερμαίνεται αδιαβατικά να γίνεται θερμότερη από το υποκείμενο στρώμα αέρα. Δημιουργούνται έτσι αναστροφές μεγάλης έκτασης
- Εκδηλώνονται στα 1 – 2 Km ύψος
- Τη ψυχρή εποχή του έτους χαρακτηρίζονται από μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη και οριζόντια έκταση
- Το στρώμα της αναστροφής είναι αρκετά ξηρό λόγω της αδιαβατικής θέρμανσης (σχετική υγρασία < 20 – 30%)
- Κάτω από τη βάση της αναστροφής σχηματίζονται **χαμηλά νέφη** και **ομίχλη**

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές ύψους** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

1/ **Αντικυκλωνικές Αναστροφές**

- χαρακτηριστική περίπτωση αναστροφών που συμβαίνουν κατά μήκος της ακτής της Καλιφόρνιας το θέρος όπου ο ψυχρός αέρας κάτω από την αναστροφή είναι ωκεάνιες δροσερές αέριες μάζες (θαλάσσια αύρα)

- Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι αναστροφές των Αληγών ανέμων στις ωκεάνιες υποτροπικές περιοχές

- όσο απομακρυνόμαστε από την ακτή το ύψος της βάσης της αναστροφής αυξάνει επιτρέποντας έντονες ανοδικές κινήσεις και επομένως βροχοπτώσεις π.χ. Χαβάη όπου το ύψος της αναστροφής εντοπίζεται στα 2 – 2.5 Km

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές ύψους** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

2/ **Μετωπικές Αναστροφές**

- Εκδηλώνονται κατά τη διέλευση μετώπων όταν ο θερμός αέρας ανέρχεται πάνω από σφήνα ψυχρού αέρα. Αν η θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στις αέριες μάζες είναι μεγάλη τότε η αναστροφή είναι ισχυρή

Αναστροφή της Θερμοκρασίας

Οι **αναστροφές ύψους** διακρίνονται στις εξής κατηγορίες

3/ Αναστροφές Τριβής

• Σχηματίζεται κατά τις πρωινές ώρες μετά την ανατολή του ηλίου, ακριβώς πάνω από τα στρώμα τριβής που χαρακτηρίζεται από έντονες αναταράξεις και την ισχυρή επίδραση του ανάγλυφου. Το ύψος της αναστροφή είναι μερικές εκατοντάδες μέτρα και το πάχος μερικές δεκάδες μέτρα

4/ Δυναμικές Αναστροφές

• Εκδηλώνονται στην ελεύθερη ατμόσφαιρα και σε στρώματα που ο άνεμος έχει μεγάλη ταχύτητα

Αναφορές

- Φλόκας Α.,: Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 1997, ISBN: 960-431-288-X

- Σαχσαμάνογλου Χ.Σ. και Α.Α. Μπλούτσος: Φυσική Κλιματολογία, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 1998, ISBN: 9604314955

- Angeliki Fotiadi (2003): “Echanges biosphère – atmosphère des oxides d’azote et de l’isoprène en région Méditerranéenne (programme ESCOMPTE”, thèse de Doctorat de l’Université Paul Sabatier – Toulouse III

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την **1η** έκδοση.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Αγγελική Φωτιάδη, 2015.

Αγγελική Φωτιάδη. «**ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ**». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση**:**

https://eclass.upatras.gr/modules/document/document.php?course=ENV 109

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

«Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Α. Φωτιάδη».

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Διαφάνεια 7: Α.Α. Φλόκας, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 1997

Διαφάνεια 11: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmosphere_structure-pt.svg

Διαφάνεια 15: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy

https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature

Διαφάνεια 23: Fotiadi, 2003

Διαφάνεια 37: https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature

Διαφάνεια 39-40: Fotiadi, 2003

Διαφάνεια 41: Α.Α. Φλόκας, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 1997