

Περιβαλλοντική Μετεωρολογία και Μοντέλα Ποιότητας αέρα Κλίμα και κλιματική Αλλαγή



Κλίμα – Κλιματική αλλαγή

- ✓ **Κλίμα (Climate).** Η σύνθεση των στοιχείων του καιρού για ένα μακρό χρονικό διάστημα.
- ✓ **Κλιματική αλλαγή (Climatic change).** Σημαντική μεταβολή που παρατηρείται στο κλίμα μιας περιοχής μεταξύ δυο περιόδων αναφοράς.
- ✓ **Κλιματικό στοιχείο (Climatic element).** Οποιαδήποτε από τις ιδιότητες ή συνθήκες της ατμόσφαιρας οι οποίες από κοινού καθορίζουν τη φυσική κατάσταση του καιρού ή του κλίματος δεδομένου τόπου για οποιαδήποτε συγκεκριμένη στιγμή ή χρονική
- ✓ περίοδο.
- ✓ **Κλιματική περιοχή (Climatic region).** Περιοχή στην οποία επικρατεί ένα σχετικά ομοιόμορφο κλίμα, σύμφωνα με ειδικά κριτήρια.
- ✓ **Κλιματική ταξινόμηση (Climatic classification)** Διαίρεση των κλιμάτων της γης σε ένα παγκόσμιο σύστημα συνεχόμενων περιοχών, καθεμιά από τις οποίες ορίζεται από σχετική ομοιογένεια στα κλιματικά στοιχεία.
- ✓ **Κλιματικός τύπος (Climatic type)**
- ✓ Το κλίμα μιας περιοχής όταν χαρακτηρίζεται από μια σειρά μέσων και ετήσιων δεικτών της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και άλλων κλιματικών στοιχείων.



Είδη κλιματος

- ✓ **Ηπειρωτικό (Continental).** Παρουσιάζεται στο εσωτερικό μεγάλων ηπείρων και χαρακτηρίζεται από το μεγάλο εύρος της θερμοκρασίας σε ετήσια και ημερήσια βάση.
- ✓ **Θαλάσσιο (Maritime-marine).** Παρουσιάζεται σε περιοχές που είναι κοντά στη θάλασσα και χαρακτηρίζεται από υψηλή σχετική υγρασία και από το μικρό εύρος της θερμοκρασίας σε ετήσια και ημερήσια βάση.
- ✓ **Μεσογειακό (Mediterranean).** Παρουσιάζεται στη λεκάνη της Μεσογείου και χαρακτηρίζεται από θερμά-υγρά καλοκαίρια και βροχερούς χειμώνες.
- ✓ **Ξηρό (Dry).** Χαρακτηρίζεται από μικρή βροχόπτωση με μεγάλη μεταβλητότητα
- ✓ **Μουσωνικό (Monsoon).** Παρουσιάζεται σε περιοχές που είναι εκτεθειμένες σε μουσώνες και χαρακτηρίζεται από ξηρούς χειμώνες και υγρά καλοκαίρια.
- ✓ **Τούνδρας (Tundra).** Τύπος κλίματος που σχετίζεται με βλάστηση τύπου τούνδρας. Χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες για να ευνοηθεί η ανάπτυξη δέντρων, αλλά χωρίς μόνιμη παγοκάλυψη ή χιονοκάλυψη.
- ✓ **Στέπας (Steppe).** Τύπος ημιάνυδρου αλλά όχι ψυχρού κλίματος που σχετίζεται με χαμηλή βλάστηση (χορτάρι, διασκορπισμένοι θάμνοι και μικρά δένδρα).
- ✓ **Ορεινό (Highlands).** Κλίμα που ρυθμίζεται από τον παράγοντα του υψομέτρου. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή πίεση και έντονη ηλιακή ακτινοβολία ειδικότερα στην υπεριώδη περιοχή.



Παράμετροι που επηρεάζουν το κλίμα

T_e	Μέση ετήσια θερμοκρασία σε °C
R_e	Μέση ετήσια κατακρήμνιση σε mm
φ	Γεωγραφικό πλάτος σε μοίρες (°)
T_{ψ}	Μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα σε °C
T_{θ}	Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα σε °C
HΘΕ	Ημερήσιο Θερμοκρασιακό Εύρος. Η διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης και μικρότερης θερμοκρασίας αέρα σε ένα 24ωρο
ΕΘΕ	Ετήσιο Θερμοκρασιακό Εύρος. Η διαφορά μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του θερμότερου και ψυχρότερου μήνα

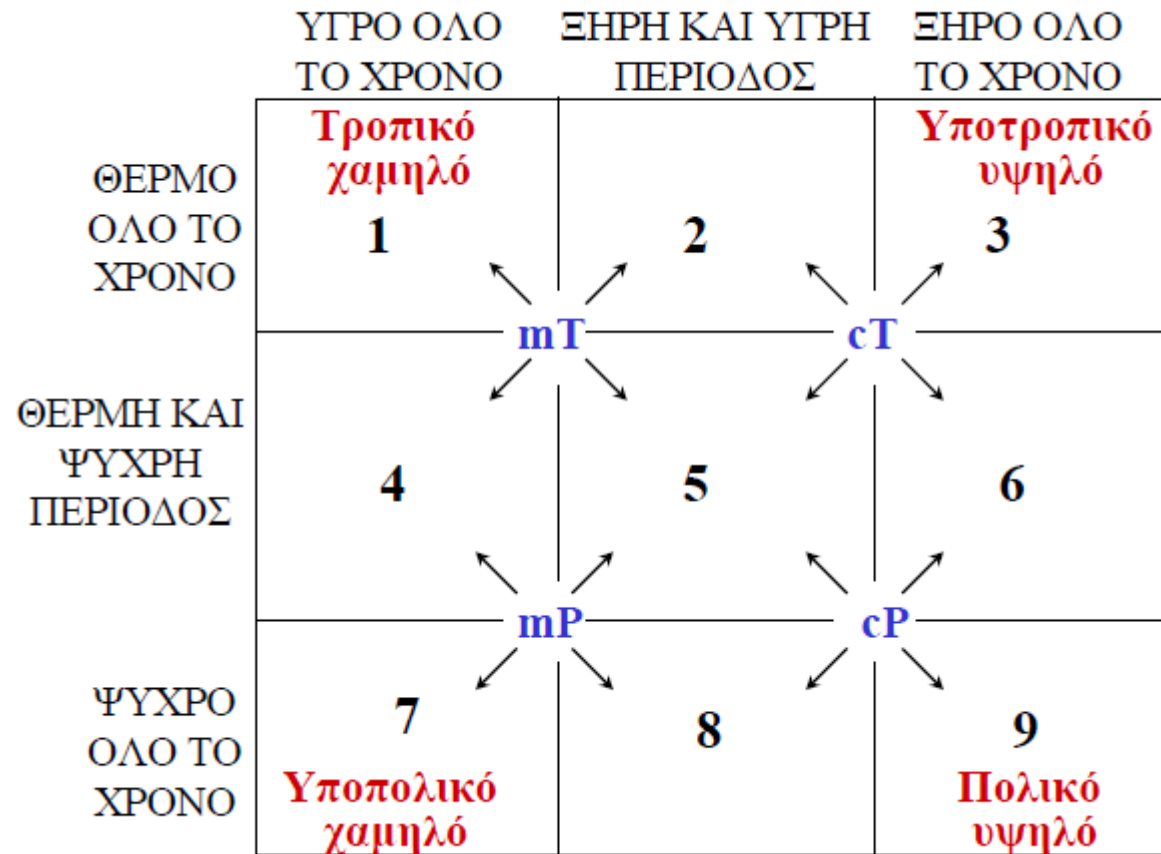


Κλιματική κατάσταση

- ✓ **Γενετικές (genetic)**
- ✓ Βασίζονται στη θεώρηση των αιτίων που διαμορφώνουν το κλιματικό καθεστώς, όπως είναι η ατμοσφαιρική κυκλοφορία, η επίδραση των αερίων μαζών, η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία κλπ.
- ✓ • Hidore (1966)
- ✓ **Εμπειρικές (empirical)**
- ✓ Βασίζονται στη στατιστική ανάλυση της επίδρασης του κλίματος σε ποικίλους παράγοντες, όπως το θερμοκρασιακό και βροχομετρικό καθεστώς της περιοχής, η βλάστηση, η ανθρώπινη αντίδραση κλπ.
- ✓ • Koppen (1918)
- ✓ • Thornthwaite (1931, 1948)



Κλιματική κατάταξη κατά Hidore



Κλιματική κατάταξη κατά Koppen

ΤΥΠΟΣ A: Υγρό τροπικό (Humid tropical)

Κριτήριο: $T_{\psi} > 18^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ B: Ξηρό (Dry)

Κριτήριο: $R < R_1$ όπου $R_1 = 20 * T + 280$ αν $R_{6\theta} > 0.7 * R$ (ξηρός χειμώνας)

$R_1 = 20 * T$ αν $R_{6\psi} > 0.7 * R$ (ξηρό καλοκαίρι)

$R_1 = 20 * T + 140$ αν υπάρχει ισοκατανομή
κατακρήμνισης

ΤΥΠΟΣ C: Υγρό με ήπιους χειμώνες (Moist with mild winters)

Κριτήριο: $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$ και $-3^{\circ}\text{C} < T_{\psi} < 18^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ D: Υγρό με ψυχρούς χειμώνες (Moist with cold winters)

Κριτήριο: $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$ και $T_{\psi} < -3^{\circ}\text{C}$.

ΤΥΠΟΣ E: Πολικό (Polar)

Κριτήριο: $T_{\theta} < 10^{\circ}\text{C}$

ΤΥΠΟΣ H: Ορεινό (Highlands)



Κλιματική κατάταξη κατά Korpen

- ✓ Η κατάταξη αυτή έγινε κατ' αρχάς από τον βιολόγο Wiadimir Korpen το 1884, και βελτιώθηκε από τον ίδιο, τους συνεργάτες του (Geiger) και άλλους ερευνητές (Trewartha). Είναι η αρχαιότερη και περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος, γιατί είναι απλή στη χρήση της. Τα όρια των κλιματικών ζωνών έχουν οριστεί με βάση την εξάπλωση και τις απαιτήσεις των φυτών.
- ✓ Η κατάταξη Köppen διακρίνει τα κλίματα σε πέντε κύριες κατηγορίες με βάση τις θερμοκρασίες και σε υποκατηγορίες με βάση το ύψος και την κατανομή της βροχόπτωσης.
- ✓ Α: **Τροπικά κλίματα**, θερμές όλες οι εποχές, μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα 18°C και άνω.
- ✓ Β: **Ξηρά κλίματα**, δεν υπάρχουν θερμοκρασιακοί περιορισμοί.
- ✓ C: **Μεσόθερμα ή θερμά εύκρατα** βροχερά κλίματα με ήπιους χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα μεγαλύτερη των 10°C και του ψυχρότερου μήνα μεταξύ 18°C και 0°C.
- ✓ D: **Μικρόθερμα** ή κλίματα ψυχρού βροχερού δάσους με δριμείς χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα μεγαλύτερη των 10°C και του ψυχρότερου 0°C και μικρότερη.
- ✓ Ε: **Αρκτικά ή πολικά κλίματα**. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα μικρότερη των 10°C.
- ✓ Οι μεταγενέστεροι κλιματολόγοι μελετητές πρόσθεσαν και μια έκτη κατηγορία κλιμάτων
- ✓ Η: **Ορεινά κλίματα** με μέση θερμοκρασία θερμότερου μήνα μικρότερη των 10°C



Μέσες ετήσιες τιμές

- R κατακρήμνιση σε mm
- T θερμοκρασία σε °C

Μέσες εξαμηνιαίες τιμές

- $R_{6\psi}$ μέσο ύψος κατακρήμνισης του ψυχρού εξαμήνου σε mm
- $R_{6\theta}$ μέσο ύψος κατακρήμνισης του θερμού εξαμήνου σε mm

Μέσες μηνιαίες τιμές

- T_{ψ} θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα σε °C
- T_{θ} θερμοκρασία του θερμότερου μήνα σε °C
- T_{μ} θερμοκρασία ενός μήνα σε °C
- R_{ξ} κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα σε mm
- R_{ν} κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα σε mm
- $R_{\xi\theta}$ κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα του θερμού εξαμήνου σε mm
- $R_{\nu\theta}$ κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα του θερμού εξαμήνου σε mm
- $R_{\xi\psi}$ κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα του ψυχρού εξαμήνου σε mm
- $R_{\nu\psi}$ κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα του ψυχρού εξαμήνου σε mm



Κορρεν Τύπος Α

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: Το υγρό τροπικό κλίμα επικρατεί στις περιοχές βόρεια και νότια του Ισημερινού μέχρι τα γεωγραφικά πλάτη 15°-25°. Χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες όλες τις εποχές και άφθονη βροχόπτωση ($R > 1500$ mm). Στις συνθήκες αυτές ευνοείται η έντονη βλάστηση και αναπτύσσονται τροπικά δάση που περιλαμβάνουν πολλά είδη φυτών προσαρμοσμένων στη μεταβλητή (ανάλογα με το ύψος βλάστησης) εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία. Τα τροπικά δάση υπάρχουν κυρίως στις λεκάνες των ποταμών Αμαζονίου και Κονγκό και στη ζώνη από τη Σουμάτρα μέχρι τη Ν. Γουινέα.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ: $T_{\psi} > 18^{\circ}C$

ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ:

f: Υγρό τροπικό (Tropical wet)

Κριτήριο: $R_{\xi} \geq 60$ mm

w: Υγρό και ξηρό-Σαβάννα (Tropical wet and dry-savanna)

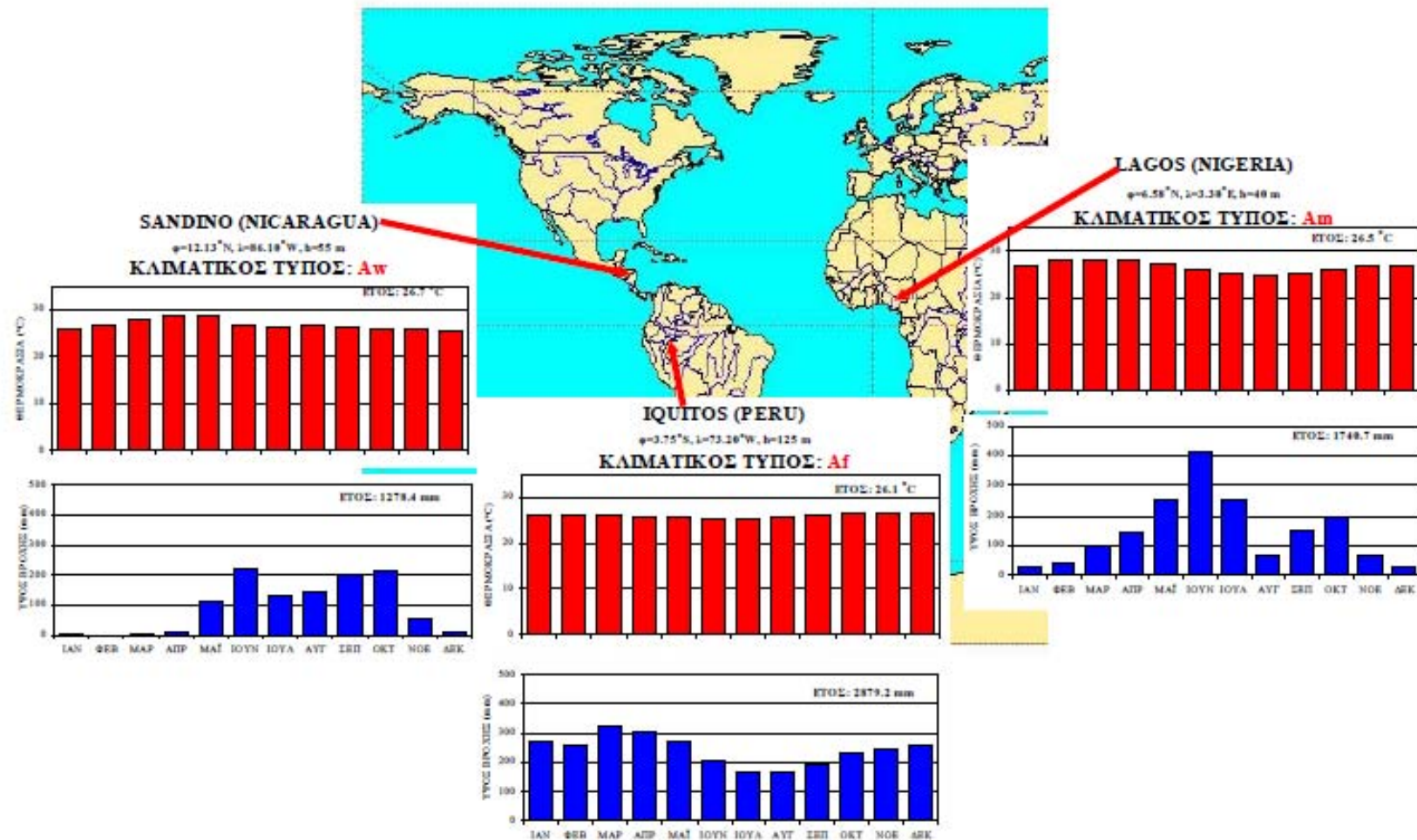
Κριτήριο: $R_{\xi} < 10 - R/250$

m: Τροπικό Μουσωνικό (Tropical monsoon)

Κριτήριο: $10 - R/250 \leq R_{\xi} < 60$ mm



Κλιματικός τύπος Α



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KOPPEN (Τύπος Β)

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: Το ξηρό κλίμα επικρατεί στις περιοχές μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 15° - 25° όπου επικρατούν οι αντικυκλώνες, στις ηπειρωτικές περιοχές των μεσαίων πλατών που είναι μακριά από πηγές υγρασίας και στις υπήνεμες πλευρές μεγάλων οροσειρών λόγω της ομβροσκιάς. Χαρακτηρίζεται από μικρή βροχόπτωση με μεγάλη μεταβλητότητα.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ: $R < R_1$

όπου $R_1 = 20 * T + 280$ αν $R_{60} > 0.7 * R$ (ξηρός χειμώνας)

$R_1 = 20 * T$ αν $R_{60} > 0.7 * R$ (ξηρό καλοκαίρι)

$R_1 = 20 * T + 140$ αν υπάρχει ισοκατανομή κατακρήμνισης

ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ:

Τύποι **δεύτερης** κατηγορίας

S: Υμιάνυδρο - στέπας (Semiarid-steppe) Κριτήριο: $R_1/2 < R < R_1$

W: Ανυδρο-ερήμου (Arid-desert)

Κριτήριο: $R < R_1/2$

Τύποι **τρίτης** κατηγορίας

h: Θερμό και ξηρό (Hot and dry)

Κριτήριο: $T > 18^{\circ}\text{C}$

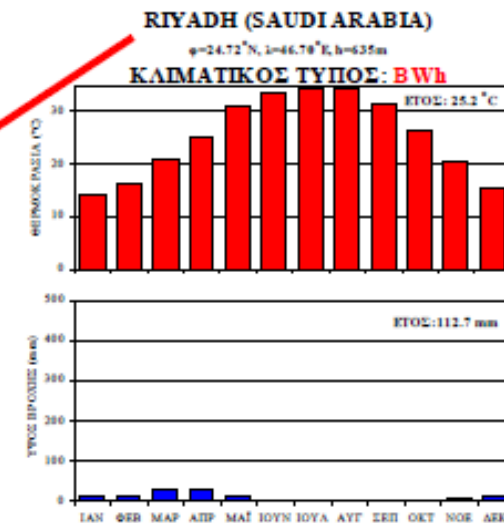
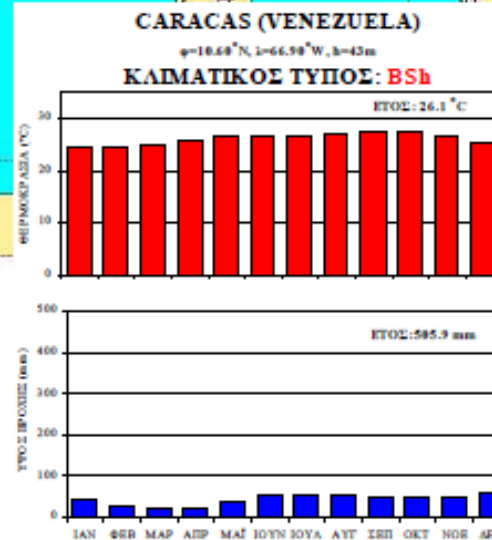
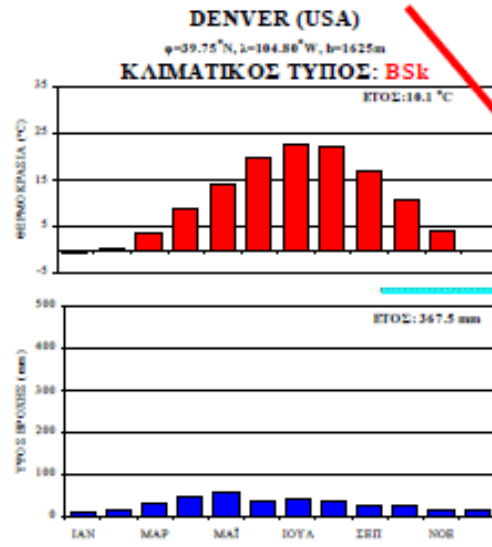
k: Δροσερό και ξηρό (Cool and dry)

Κριτήριο: $T < 18^{\circ}\text{C}$.



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN (Τύπος Β)

Ετήσια διακύμανση κλιματικών μεταβλητών



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN (Τύπος C)

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: Το υγρό κλίμα με ήπιους χειμώνες επικρατεί στις ανατολικές και δυτικές περιοχές των ηπείρων μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 25°-40°. Χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και αρκετή βροχή (ώστε να μην κατατάσσεται ως ξηρό), ενώ η θερμή και η ψυχρή περίοδος είναι διαχωρισμένες.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ: $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$ και $-3^{\circ}\text{C} < T_{\psi} < 18^{\circ}\text{C}$

ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Τύποι **δεύτερης** κατηγορίας

w: Ξηρός χειμώνας (Dry winter)

Κριτήριο: $R_{\xi\psi} < R_{\nu\theta}/10$

s: Ξηρό καλοκαίρι (dry summer)

Κριτήρια: $R_{\xi\theta} < 40 \text{ mm}$ και $R_{\xi\theta} < R_{\nu\psi}/3$

f: Υγρό όλο το χρόνο (wet all seasons) Κριτήριο: Δεν ισχύουν τα προηγούμενα

Τύποι **τρίτης** κατηγορίας

a: Μεγάλο και θερμό καλοκαίρι (summer long and hot)

Κριτήρια: $T_{\theta} > 22^{\circ}\text{C}$ και $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$ για 4 τουλάχιστον μήνες

b: Μεγάλο και δροσερό καλοκαίρι (summer long and cool)

Κριτήρια: $T_{\theta} < 22^{\circ}\text{C}$ και $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$ για 4 τουλάχιστον μήνες

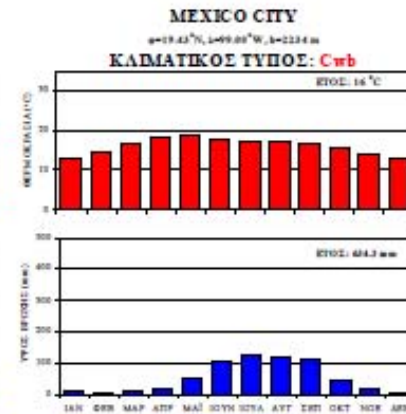
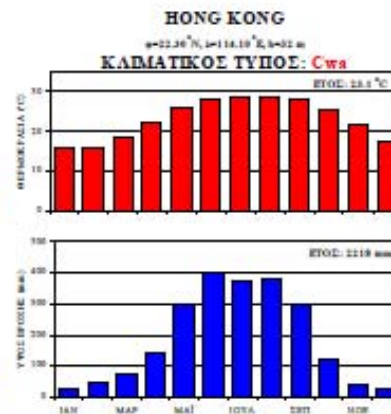
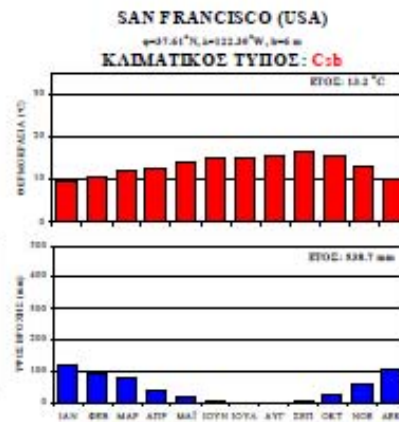
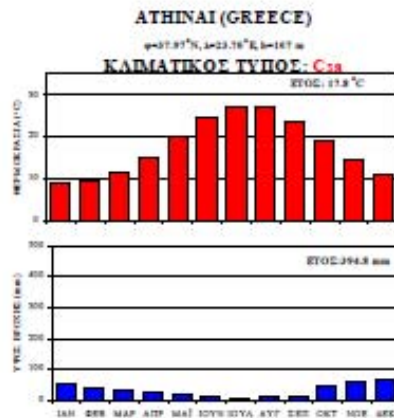
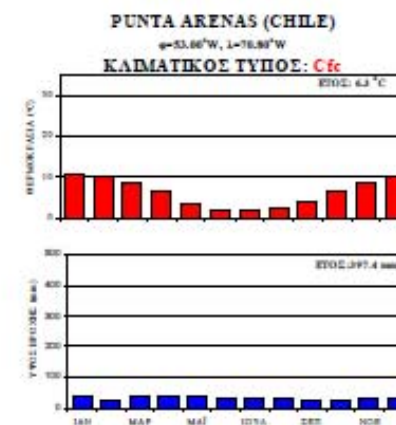
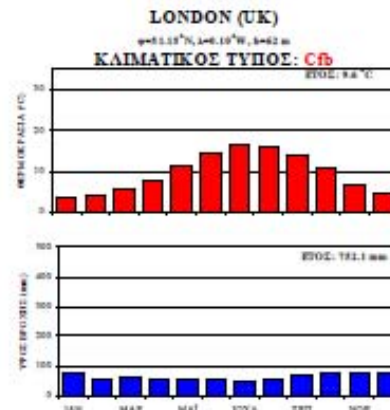
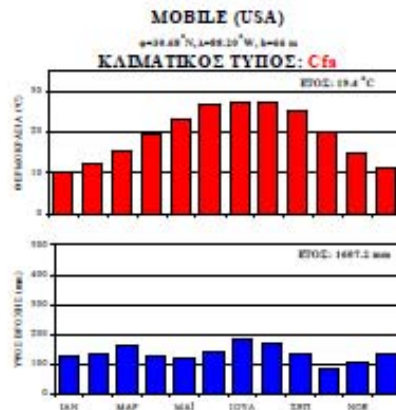
c: Μικρό και δροσερό καλοκαίρι (summers short and cool)

Κριτήρια: $T_{\theta} < 22^{\circ}\text{C}$ και $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$ για 1-3 μήνες



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN (Τύπος C)

Ετήσια διακύμανση κλιματικών μεταβλητών

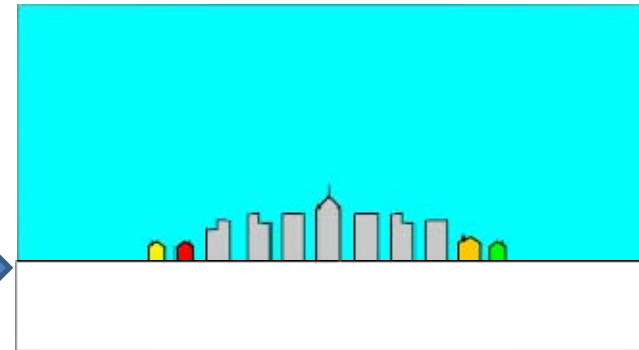


Αλλαγές στο μικρόκλιμα



Τα φύλλα δεν έχουν πέσει από την πλευρά που υπάρχει ο δημόσιος φωτισμός

Αστική θερμική νησίδα



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN (Τύπος D)

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: Το υγρό κλίμα με ψυχρούς χειμώνες παρουσιάζεται μόνο στο Βόρειο Ημισφαίριο (σχετίζεται άμεσα με τις ηπειρωτικές αέριες μάζες), βορειότερα των περιοχών που χαρακτηρίζονται από τον κλιματικό τύπο C και μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 40°-70°. Χαρακτηρίζεται από θερμά έως δροσερά καλοκαίρια και κρύους εκτεταμένους χειμώνες, με χιονοπτώσεις και δυνατούς ανέμους.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ: $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$ και $T_{\psi} < -3^{\circ}\text{C}$

ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Τύποι **δεύτερης** κατηγορίας (οι ίδιοι με της κατηγορίας C)

w (ξηρός χειμώνας), **s** (ξηρό καλοκαίρι) και **f** (υγρό όλο το χρόνο)

Τύποι **τρίτης** κατηγορίας (περιλαμβάνονται οι τρεις της κατηγορίας C)

a (μεγάλο και θερμό καλοκαίρι), **b** (μεγάλο και δροσερό καλοκαίρι), **c** (μικρό και δροσερό καλοκαίρι)

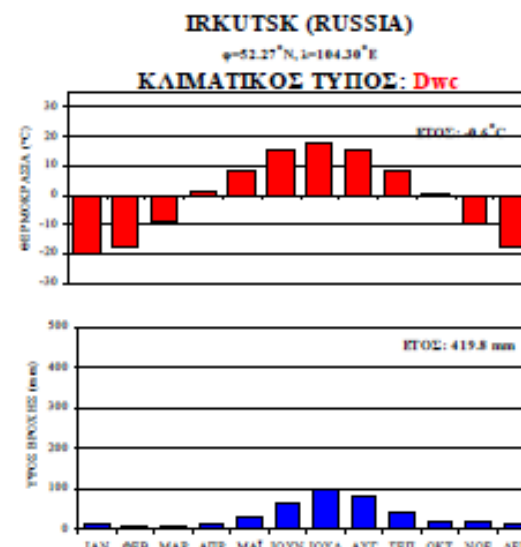
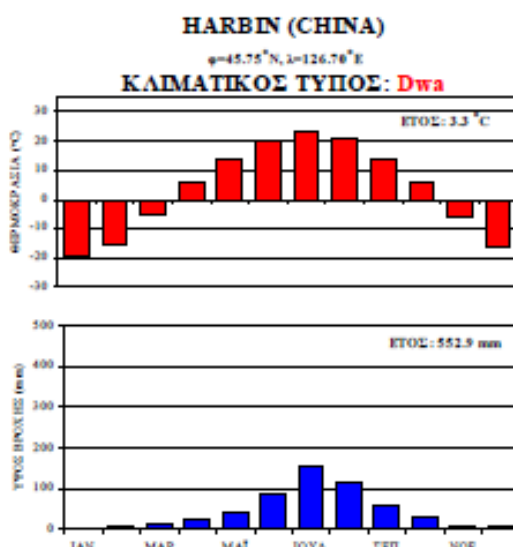
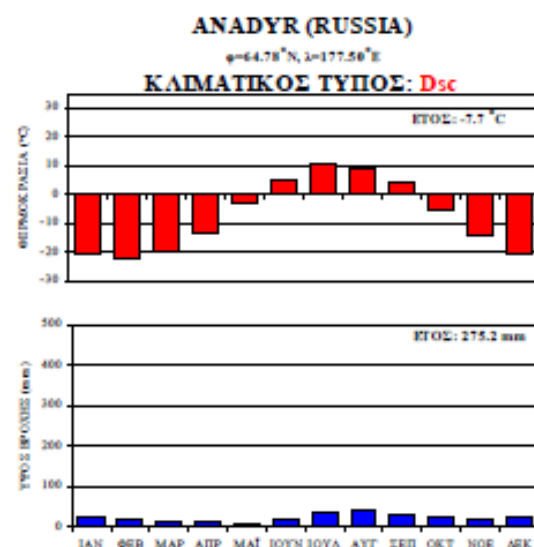
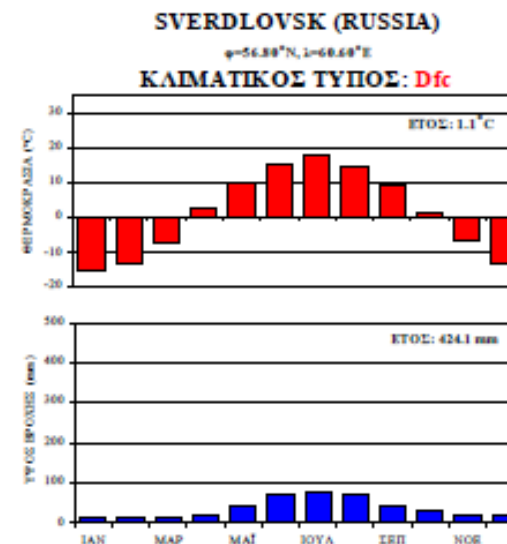
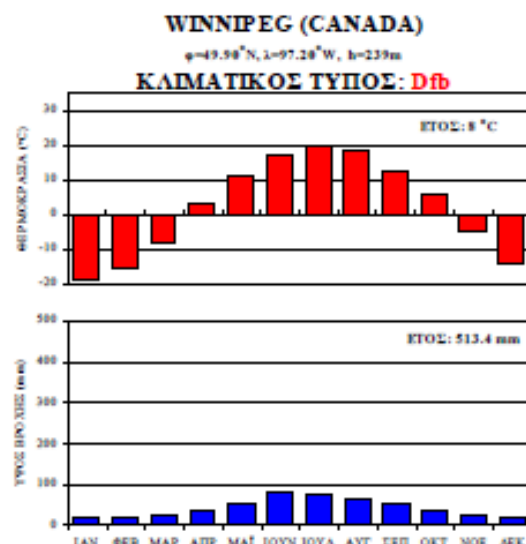
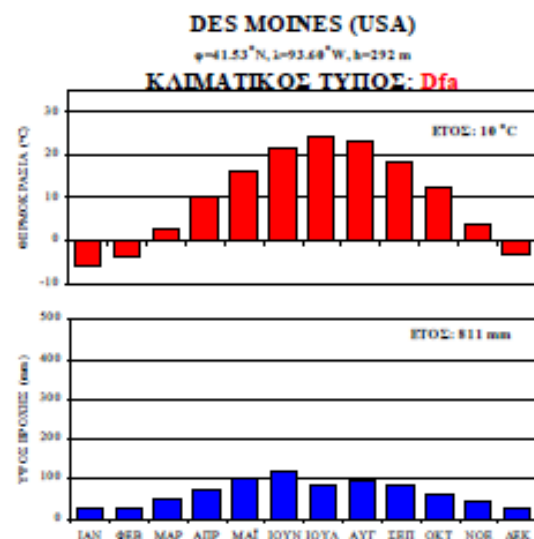
d: Δριμείς χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια (summers cool, winters severe)

Κριτήριο: $T_{\psi} < -38^{\circ}\text{C}$



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KOPPEN (Τύπος D)

Ετήσια διακύμανση κλιματικών μεταβλητών



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΟΡΡΕΝ (Τύπος Ε)

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: Το πολικό κλίμα επικρατεί στις Βόρειες ακτές της Αμερικής και της Ευρασίας, στην Γροιλανδία και στην Ανταρκτική. Χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες όλο το χρόνο.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ: $T_{\theta} < 10^{\circ}\text{C}$

ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

T: Τούντρα (Tundra)

Κριτήριο: $0^{\circ}\text{C} < T_{\theta} < 10^{\circ}\text{C}$

F: Παγοκάλυψη (Ice cap)

Κριτήριο: $T_{\theta} < 0^{\circ}\text{C}$.

ΜΕΤΑΓΕΝΕΣΤΕΡΟΙ ΤΥΠΟΙ

H: Ορεινό κλίμα (Highlands) Κριτήριο: $T_{\theta} < 10^{\circ}\text{C}$

Οι κλιματολόγοι μετά τον Κορρεν πρόσθεσαν και μια έκτη κατηγορία κλιμάτων που αποτελεί **παραλλαγή της E** (αφού έχει το ίδιο κριτήριο) και χαρακτηρίζει τα κλίματα με μεγάλο υψόμετρο (γενικά πάνω από τα 1500 m), ανεξάρτητα από το γεωγραφικό πλάτος.



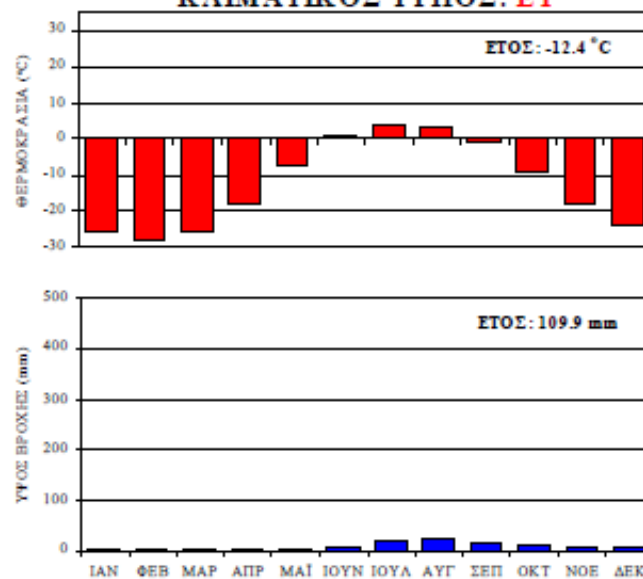
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ KÖPPEN (Τύπος Ε)

Ετήσια διακύμανση κλιματικών μεταβλητών

BARROW, ALASKA (USA)

$\varphi=71.30^{\circ}\text{N}$, $\lambda=156.69^{\circ}\text{W}$, $h=13\text{m}$

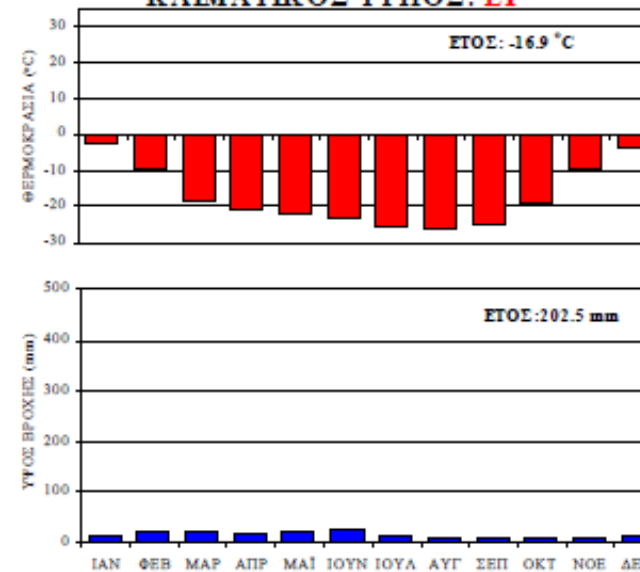
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: **ET**



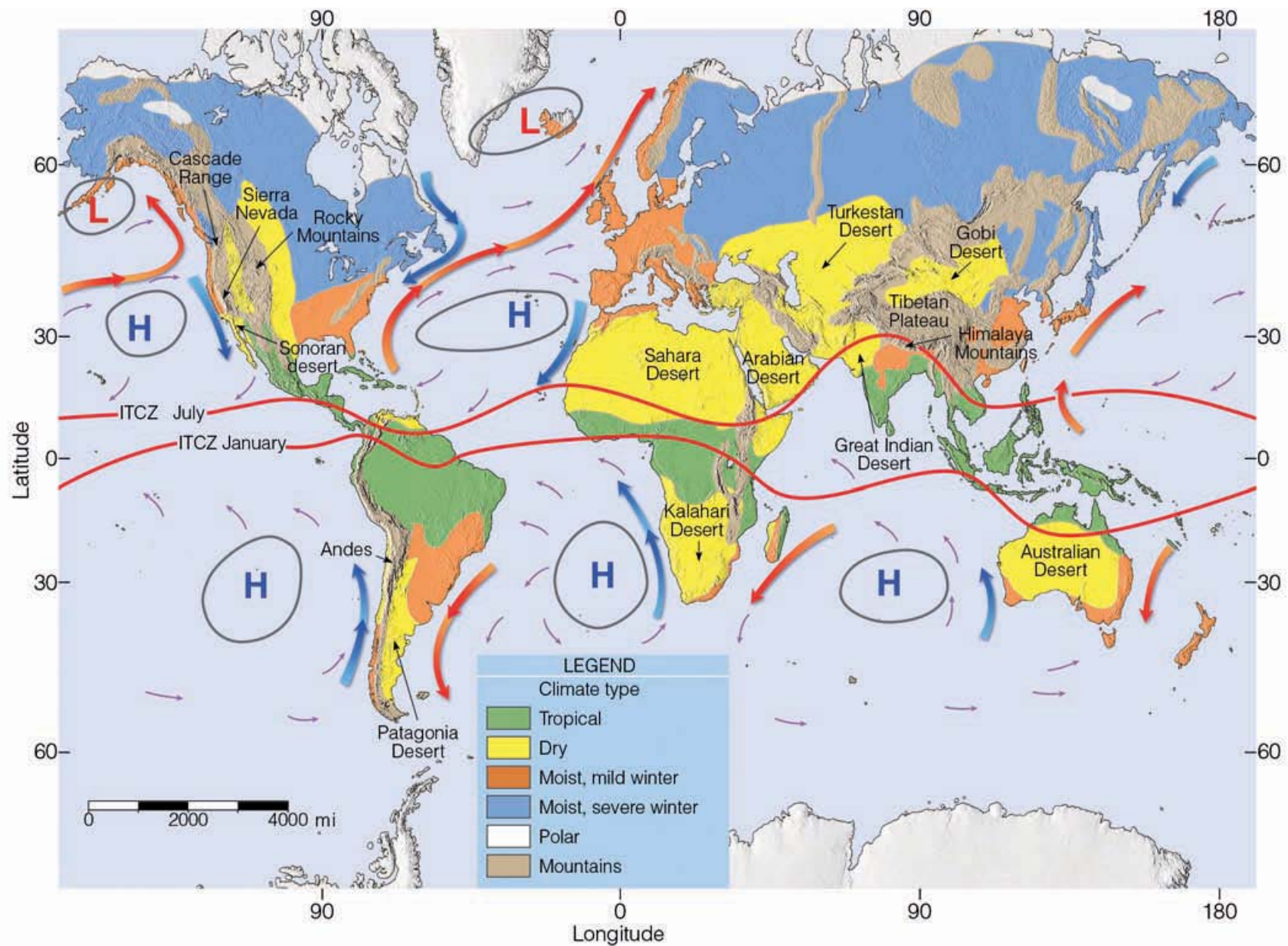
MCMURDO (ANTARCTICA)

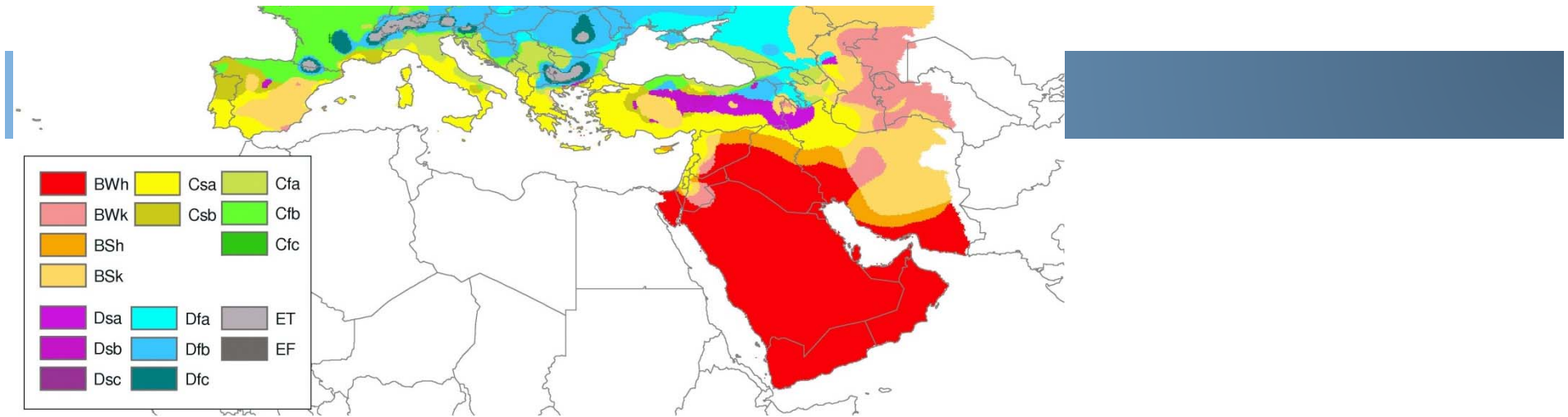
$\varphi=77.84^{\circ}\text{S}$, $\lambda=166.60^{\circ}\text{E}$

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ: **EF**

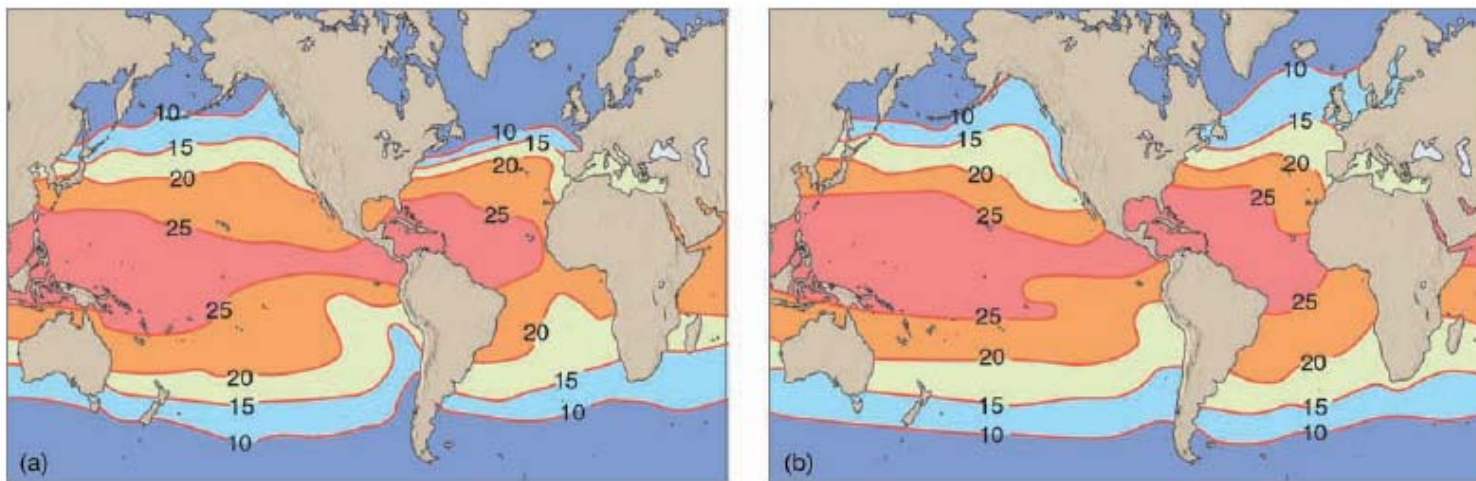
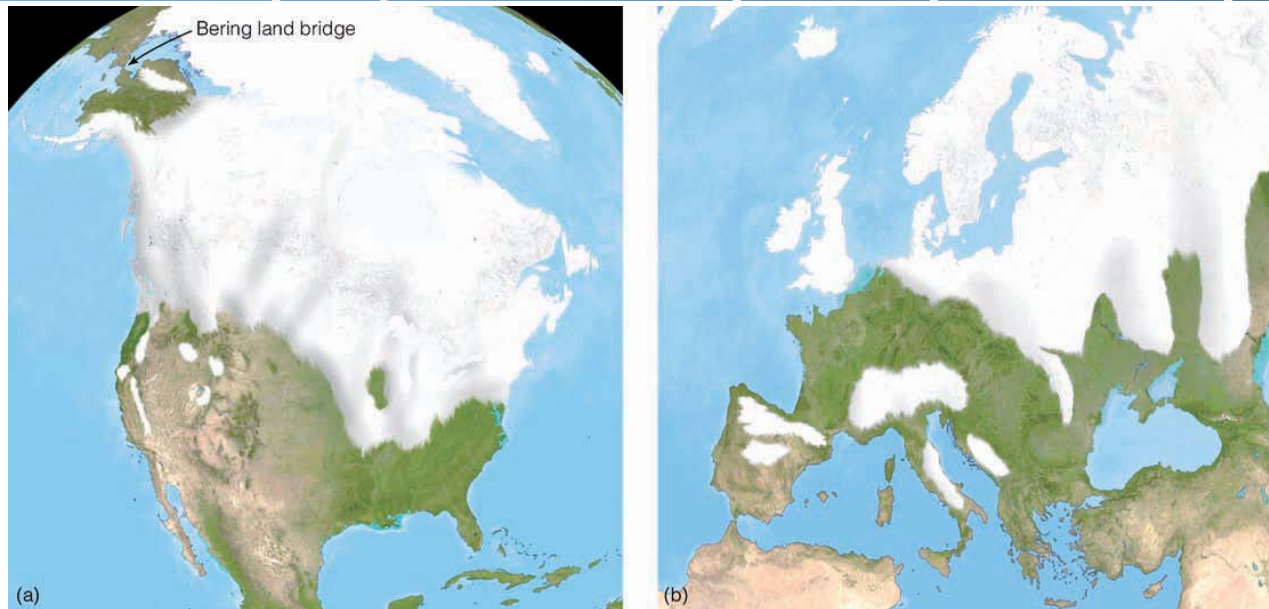


Κατάταξη κατά Korren (πηγή Ahrens, 2000)



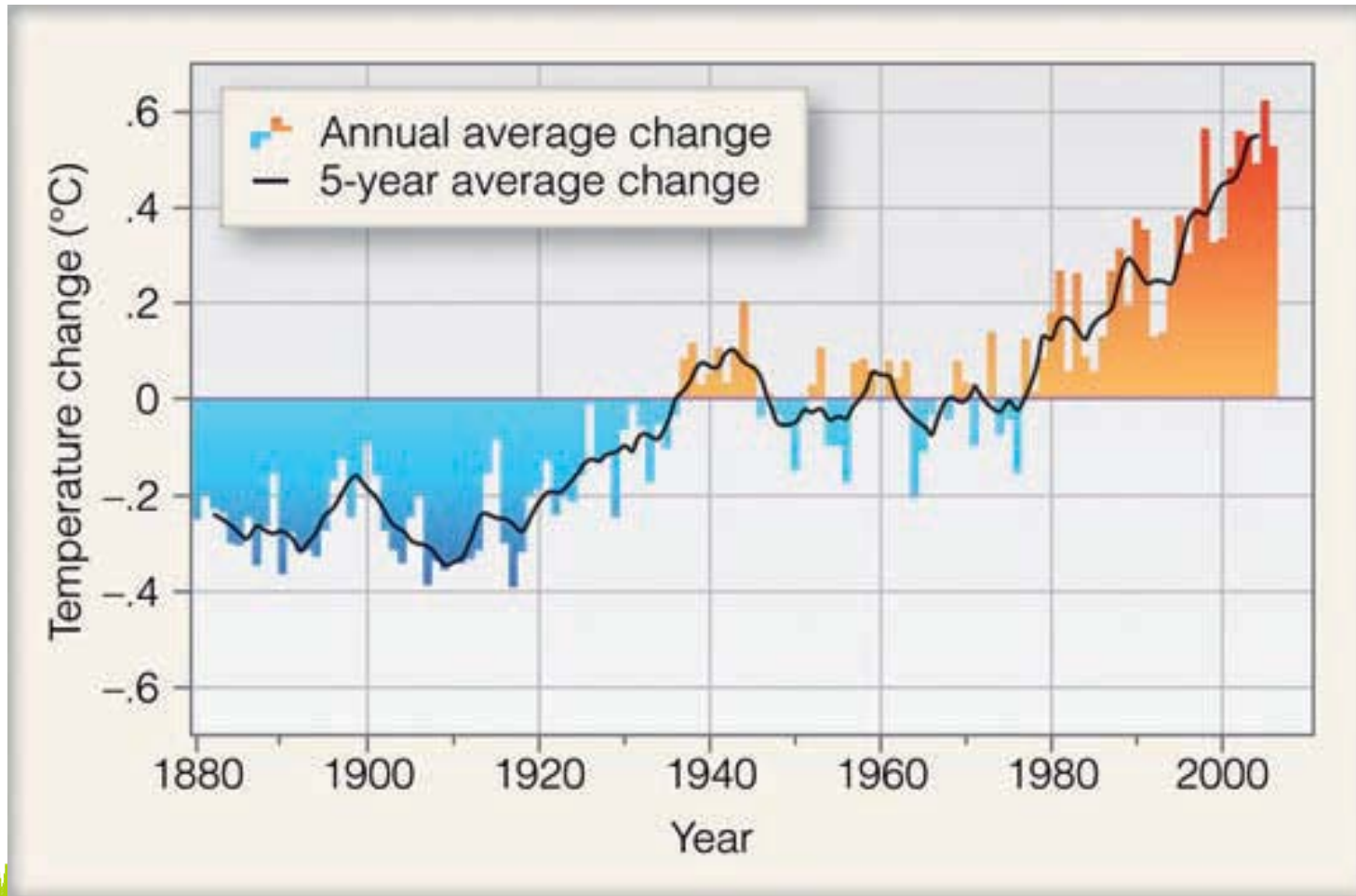


Αλλαγές στο παγκόσμιο κλίμα

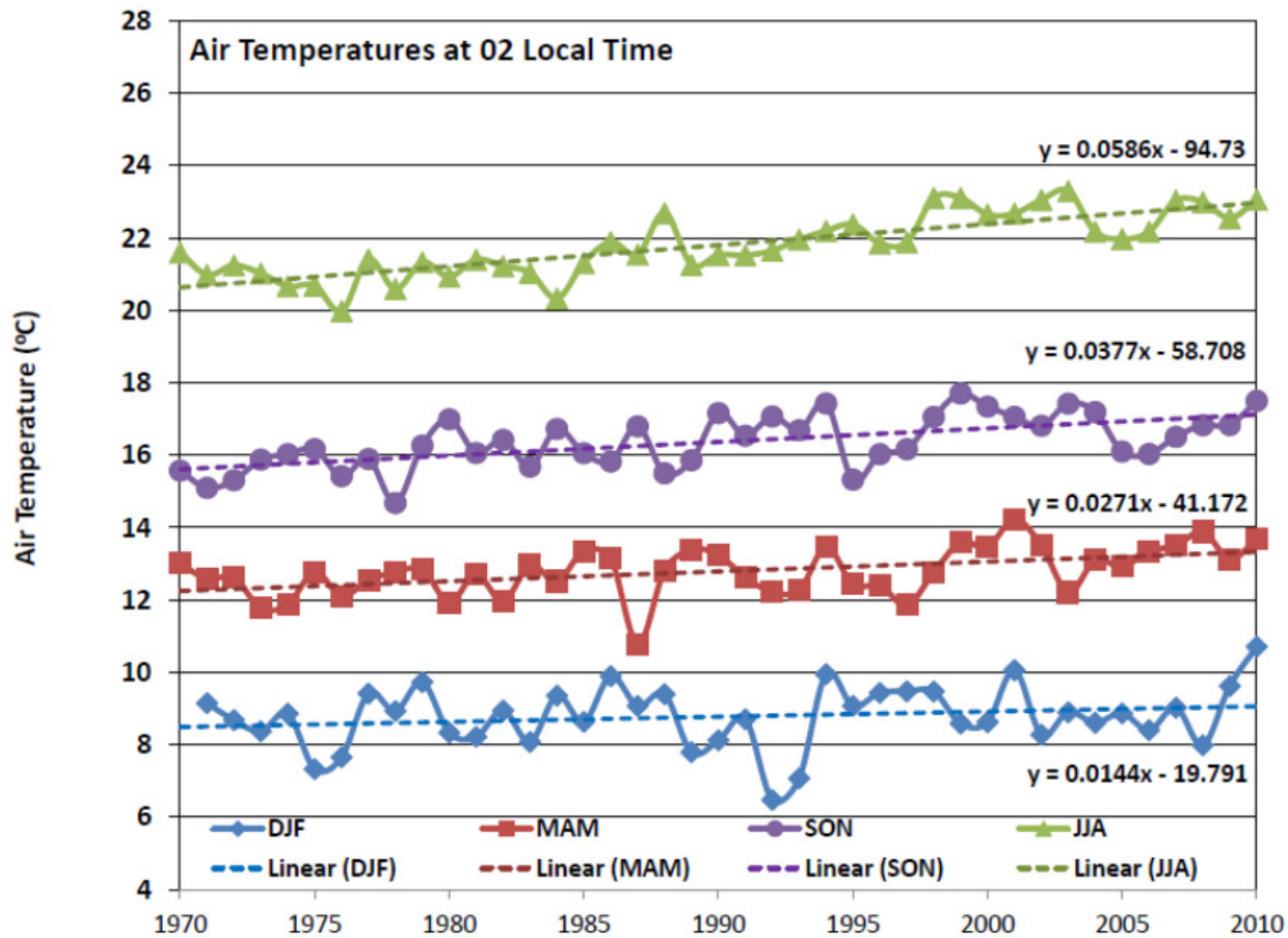


● **FIGURE 16.4** (a) Sea surface isotherms (°C) during August 18,000 years ago and (b) during August today. Apparently, during the Ice Age (diagram a) the Gulf Stream shifted to a more easterly direction, depriving northern Europe of its warmth and causing a rapid north-to-south ocean surface temperature gradient.

Αύξηση της θερμοκρασίας της γης



Αύξηση της θερμοκρασίας στην Ελλάδα



Αίτια κλιματικής αλλαγής

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- ✓ Αλλαγές στην ατμοσφαιρική σύνθεση, την νέφωση και την γήινη ανακλαστικότητα μέσα από θετικούς (αυξανόμενους) και αρνητικούς (αυτορυθμιζόμενους) μηχανισμούς αλληλεπίδρασης:
 - Αύξηση θερμοκρασίας-αύξηση υδρατμών και διαπνοής των φυτών-μείωση του διαλυμένου στους ωκεανούς CO₂ και αύξηση του μεθανίου από τους υγροτόπους- αύξηση των αερίων θερμοκηπίου-αύξηση θερμοκρασίας.
 - Αύξηση των πάγων-αύξηση της ανακλαστικότητας-μείωση της θερμοκρασίας-αύξηση χιονιού και πάγων.
 - Αύξηση θερμοκρασίας-αύξηση της εξάτμισης και των υψηλών νεφών-αύξηση της ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας- μείωση της θερμοκρασίας.

✓ ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

- Μεταβολή της συγκέντρωσης του CO₂
- Γεωλογικές μεταβολές
- Αστρονομικές μεταβολές

✓ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

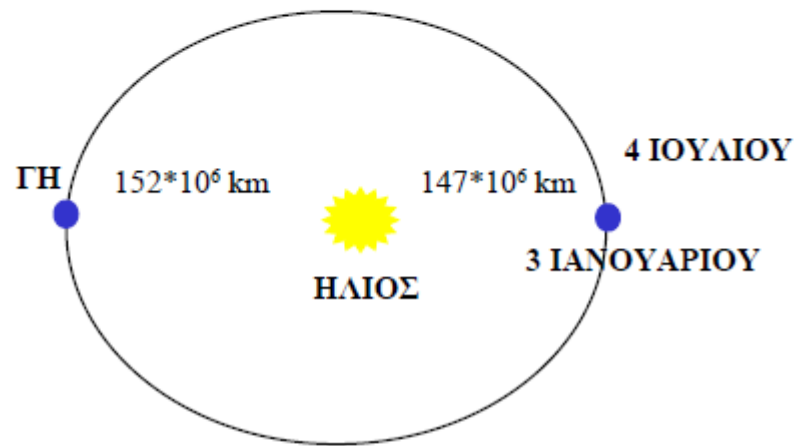
- Αλλαγές στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία
- Ανθρωπογενείς παράγοντες (αλλαγές στην ατμοσφαιρική σύνθεση, καταστροφή όζοντος)



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Κινήσεις της γης

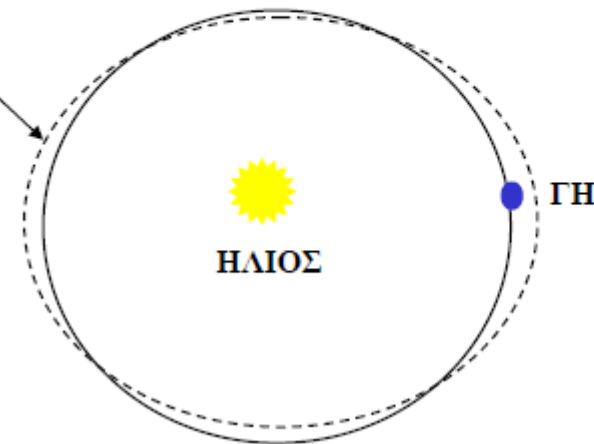
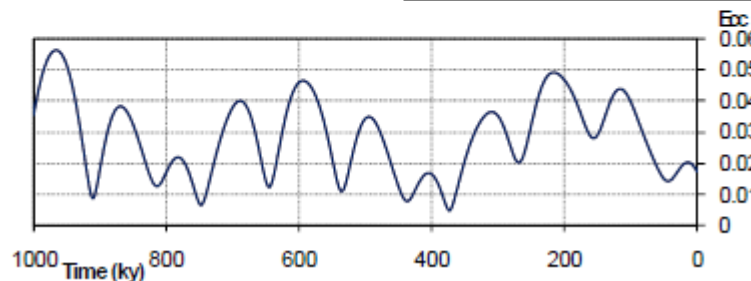
1. ΤΡΟΧΙΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 365.25 ΗΜΕΡΕΣ



2. ΤΡΟΧΙΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 24 ΩΡΕΣ

3. ΔΙΑΤΑΣΗ ΤΡΟΧΙΑΣ (ECCENTRICITY) ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 95.000 ΕΤΗ

Εκκεντρότητα
Διακύμανση: 0-5%
Σημερινή: 1.7%

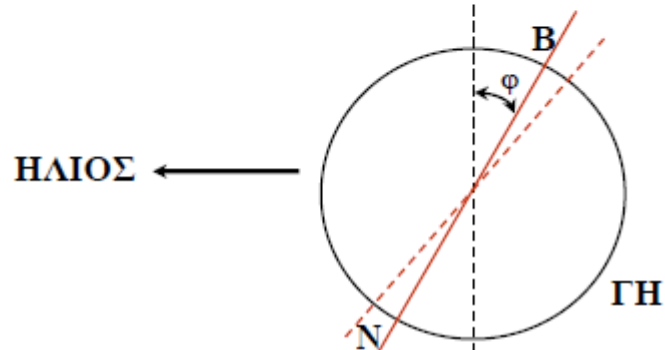


ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Κινήσεις της γης

4. ΚΑΜΨΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ (OBLIQUITY)

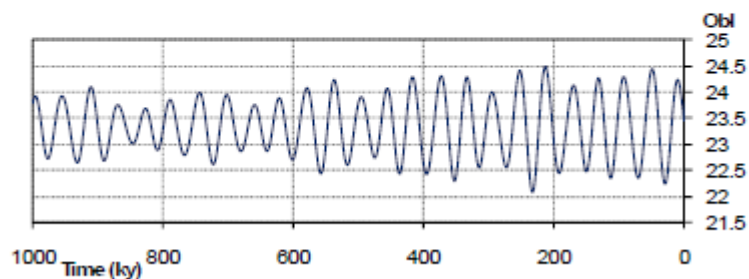
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 41.000 ΕΤΗ



Ελάχιστη κάμψη $\phi=21.8^\circ$

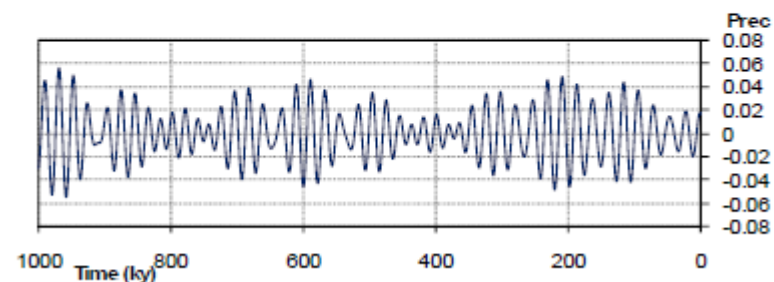
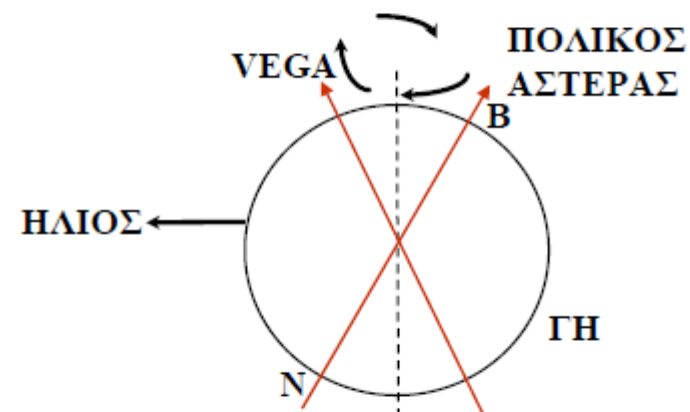
Μέγιστη κάμψη $\phi=24.4^\circ$

Σημερινή κάμψη $\phi=23.5^\circ$



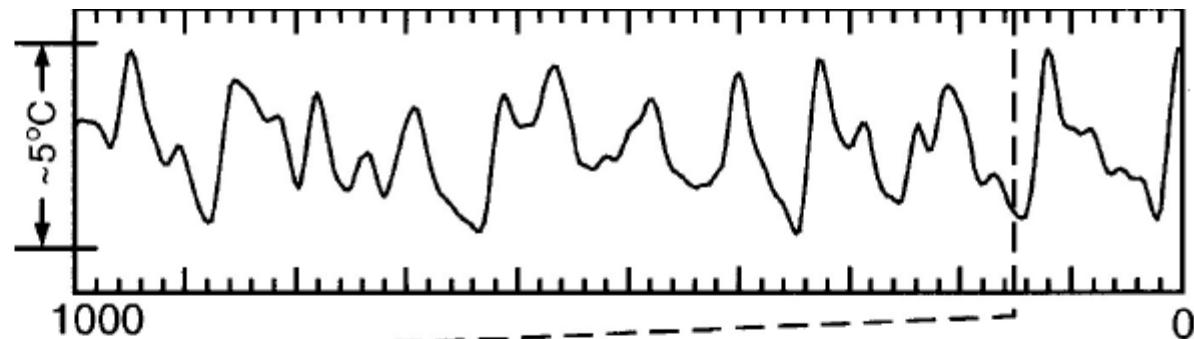
5. ΤΑΛΑΝΤΕΥΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ (PRECESSION)

ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 21.000 ΕΤΗ

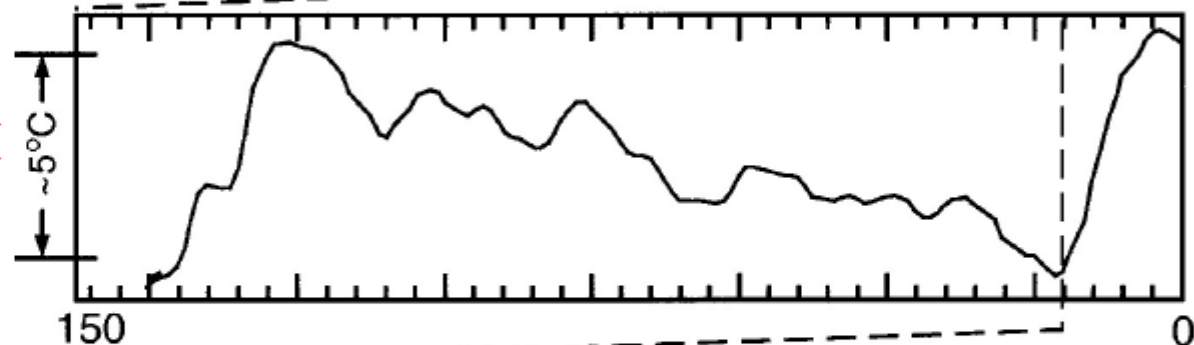


Θερμοκρασία της γής

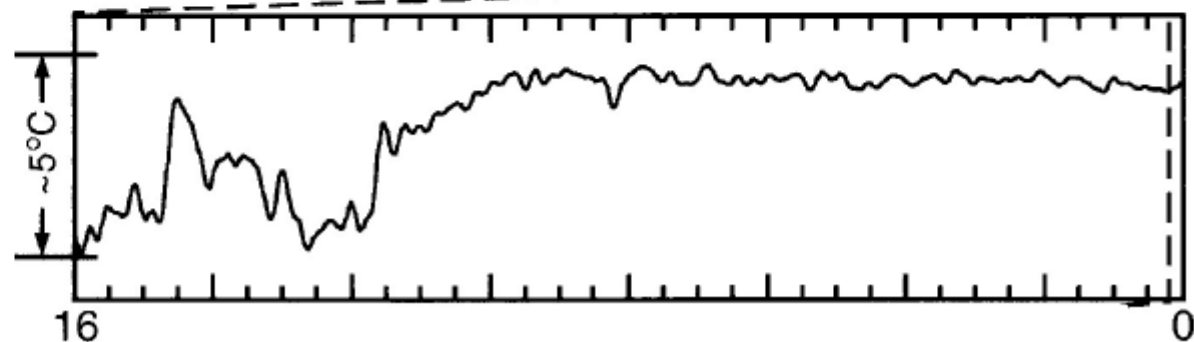
1.000.000 ETH



150.000 ETH



16.000 ETH



ΠΗΓΗ: Barry Saltzman, *Dynamical Paleoclimatology: Generalized Theory of Global Climate Change*, Academic Press, New York, 2002, fig. 3-4.



- ✓ Αρνητική τροφοδότηση (Negative feedback)
- ✓ Θετική τροφοδότηση (Positive feedback)
- ✓ <http://www.youtube.com/watch?v=dkf0vPrN90>
U

