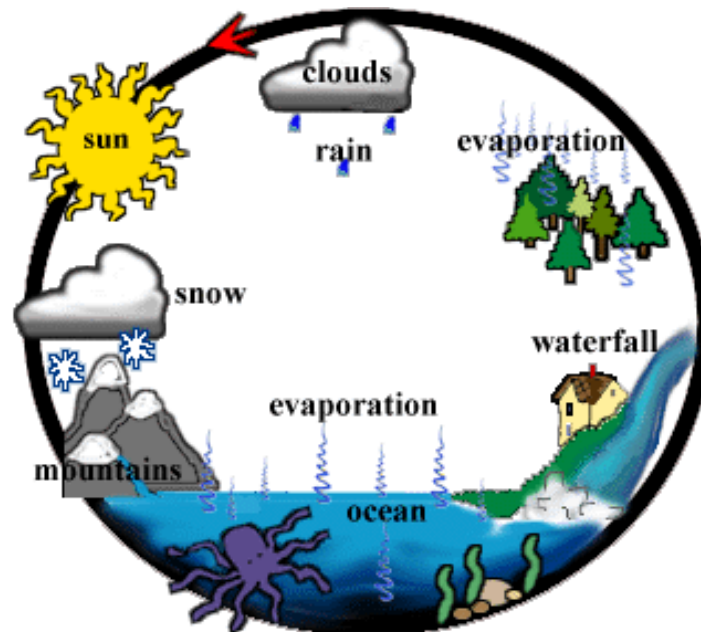


Διημερίδα αφιερωμένη στην Παγκόσμια Ημέρα Νερού

Διοργάνωση: Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λασιθίου
Πολιτιστικός Οργανισμός ΔΑΝ

Ένωση ΔΕΥΑ, Λάρισα
ΔΕΥΑ Αγίου Νικολάου

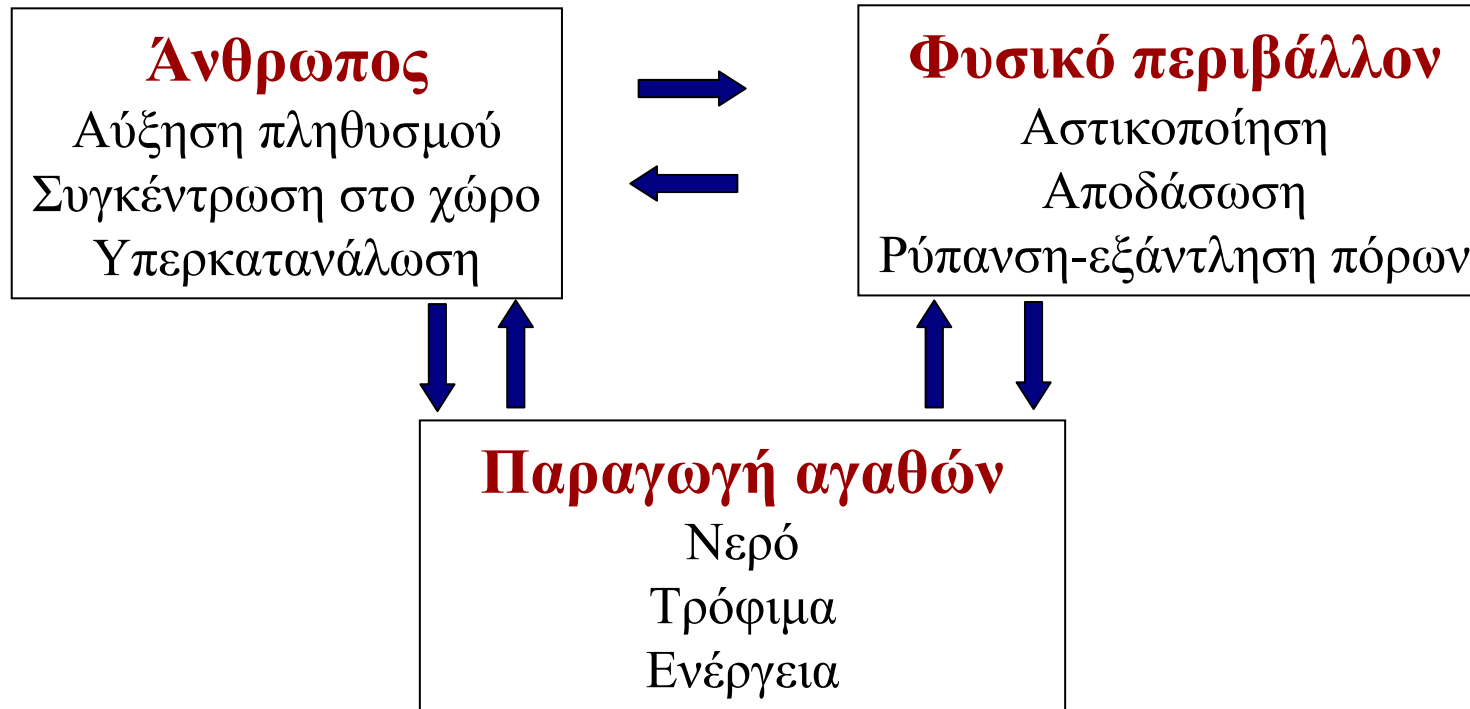
Ο Υδρολογικός Κύκλος



Νίκος Μαμάσης, Λέκτορας ΕΜΠ

Άγιος Νικόλαος, 22-23/3/2009

Ανθρωπογενής κύκλος του 20^{ου} αιώνα



Σημασία του νερού

- Διατήρηση φυσικού περιβάλλοντος (φαινόμενο θερμοκηπίου)
- Ύδρευση
- Παραγωγή τροφίμων (άρδευση) και αγαθών (βιομηχανία)
- Παραγωγή και ρύθμιση ενέργειας (υδροηλεκτρικά)
- Αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ανάστροφη λειτουργία ταμιευτήρων)

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ



ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ

Η Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS) έχει διακρίνει 16 συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου:

Αποθήκευση νερού στη θάλασσα

Απορροή από λιώσιμο του χιονιού

Εξάτμιση

Επιφανειακή απορροή

Εξατμοδιαπνοή

Ροή σε υδατορεύματα

Εξάχνωση

Αποθήκευση γλυκού νερού

Νερό στην ατμόσφαιρα

Διήθηση

Συμπύκνωση

Αποθήκευση υπόγειου νερού

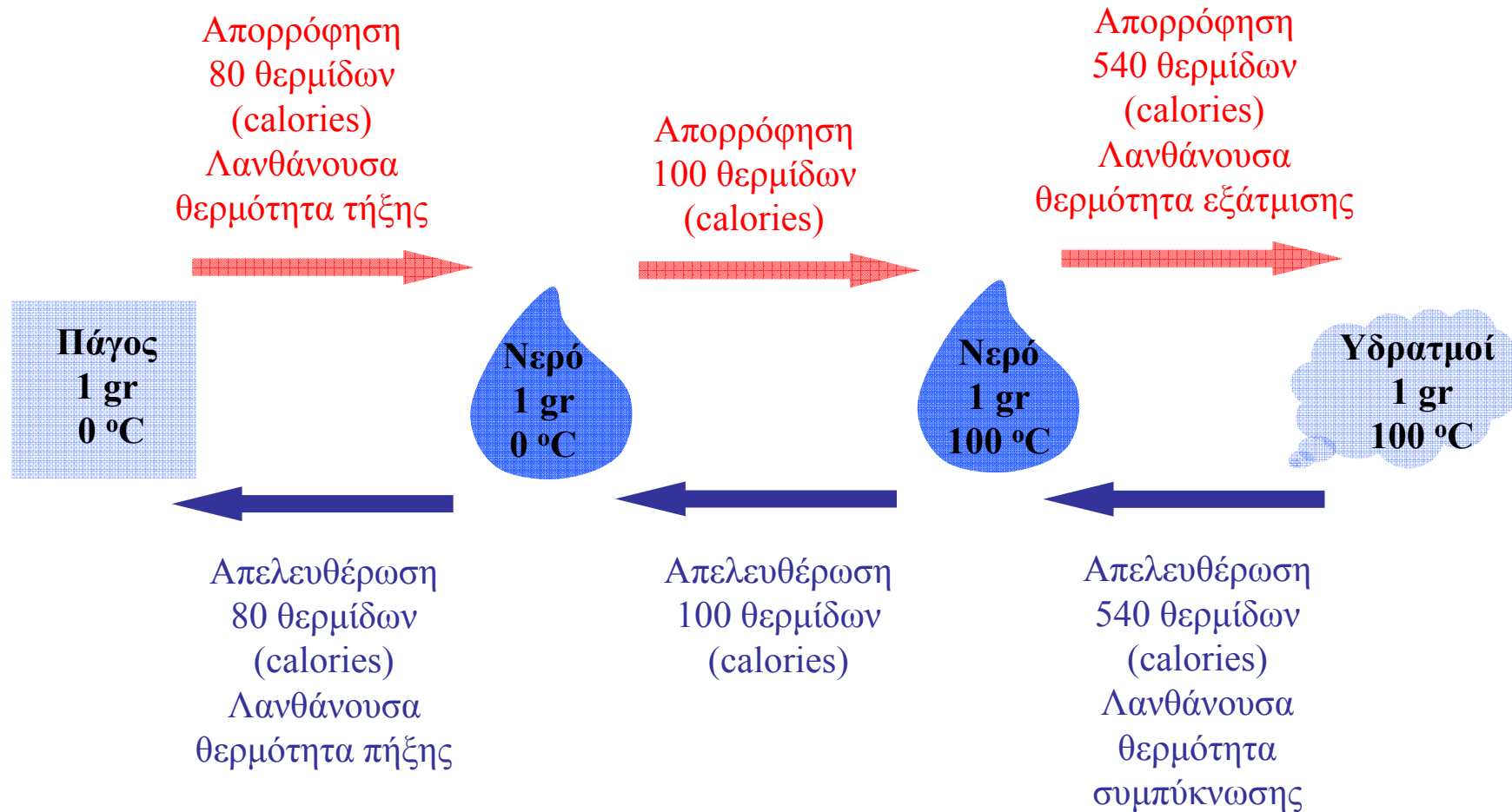
Κατακρημνίσματα

Εκφόρτιση υπόγειου νερού

Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια

Πηγές

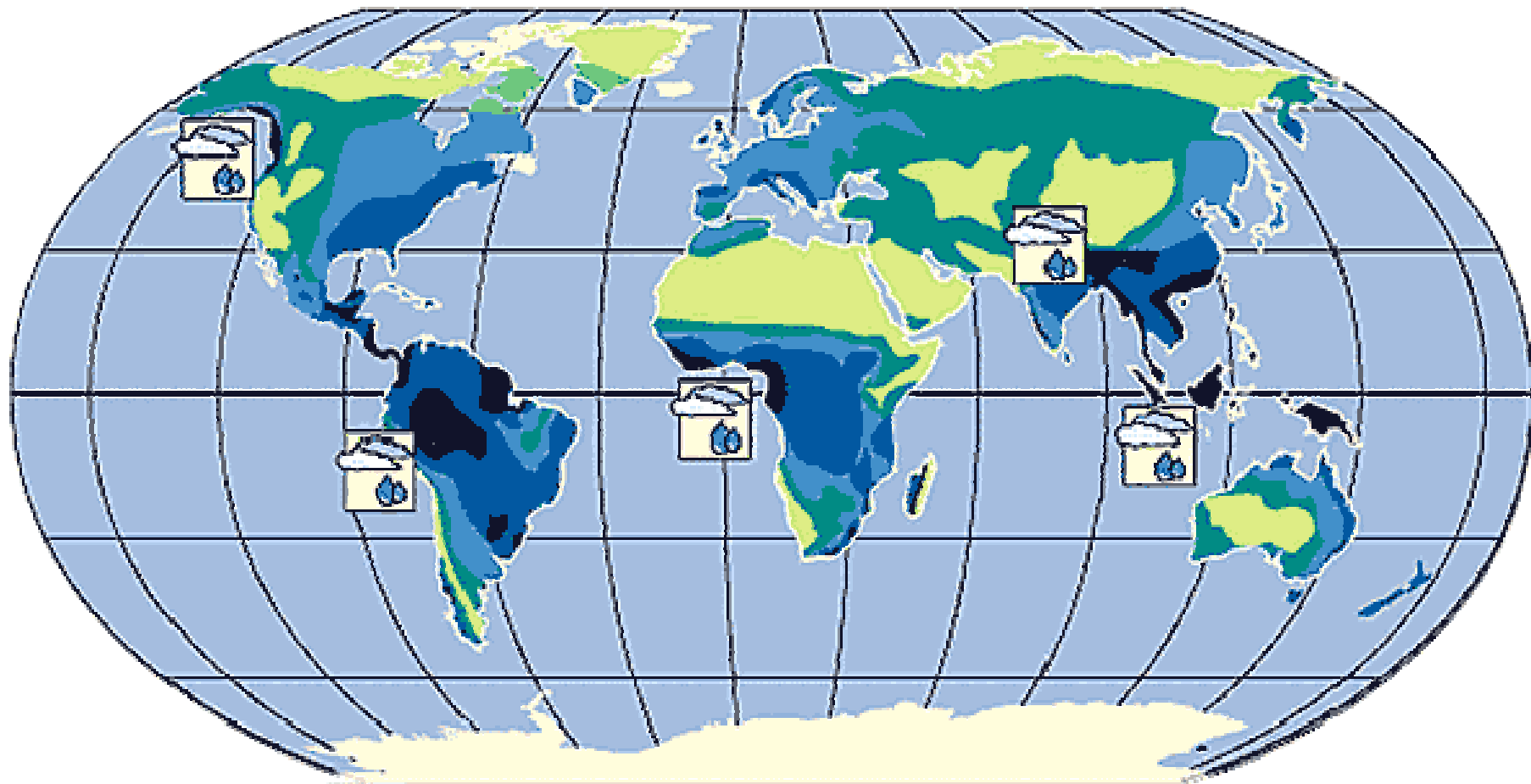
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΦΑΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ



ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ

Η κατανομή των κατακρημνισμάτων μεταβάλλεται γεωγραφικά

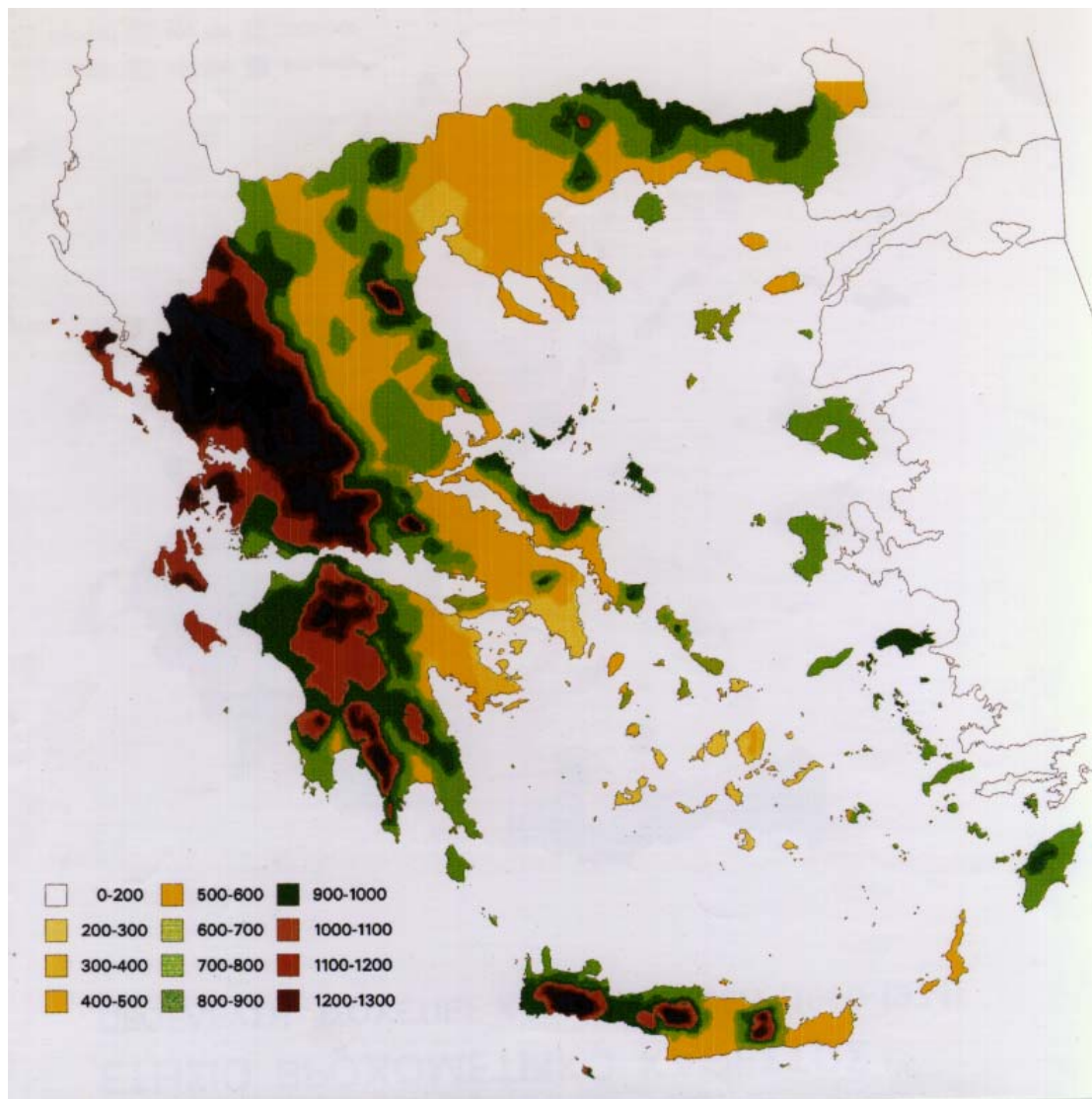
Μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων (mm και in.)



Credit: Earth Forum, Houston Museum of Natural Science

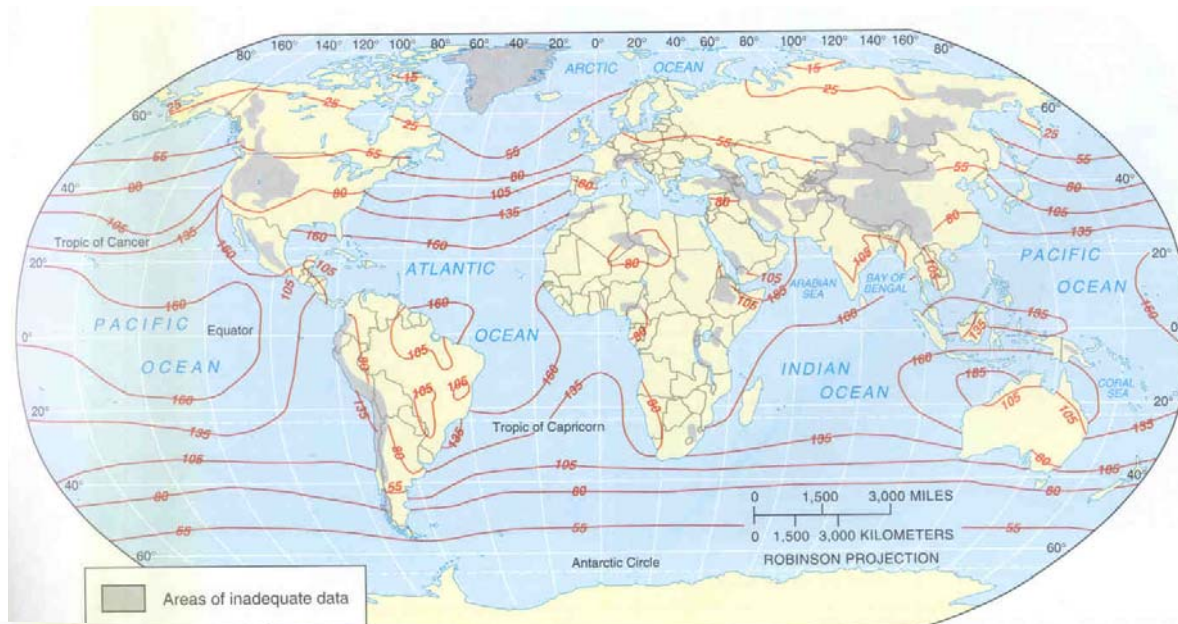
ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ

Κατανομή βροχοπτώσεων στον ελληνικό χώρο

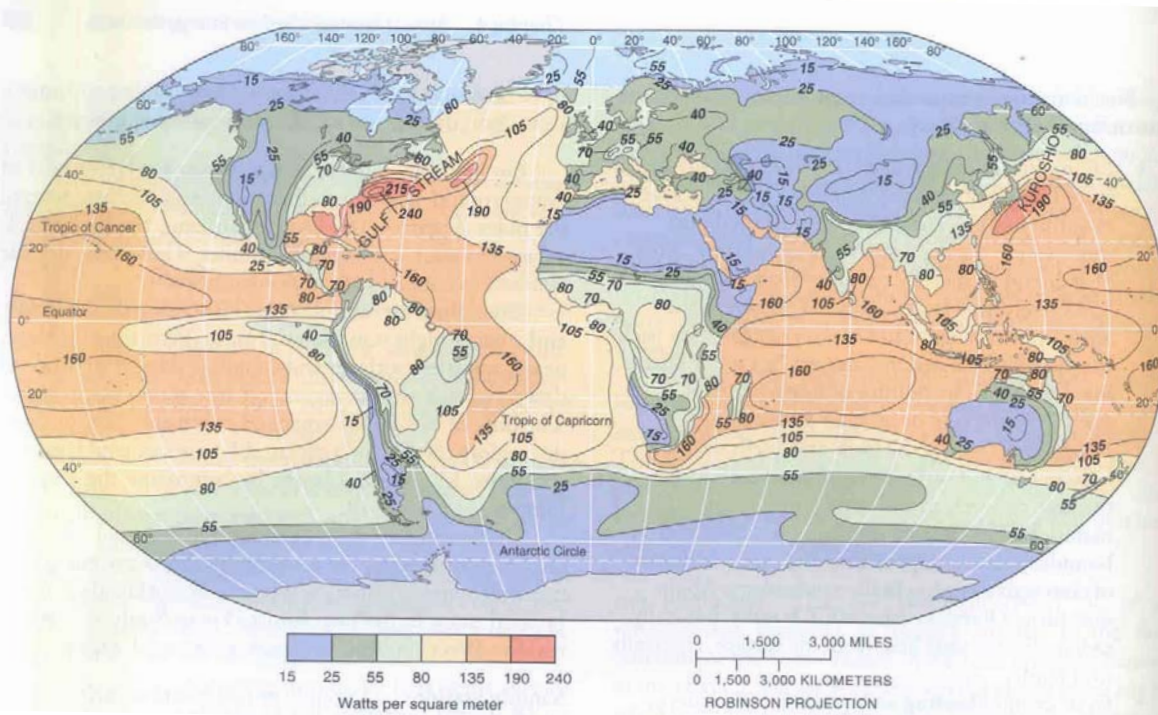


ΕΞΑΤΜΟΔΙΑΠΝΟΗ

ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ
ΚΑΘΑΡΗ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΟ
ΕΛΑΦΟΣ (W/m^2)

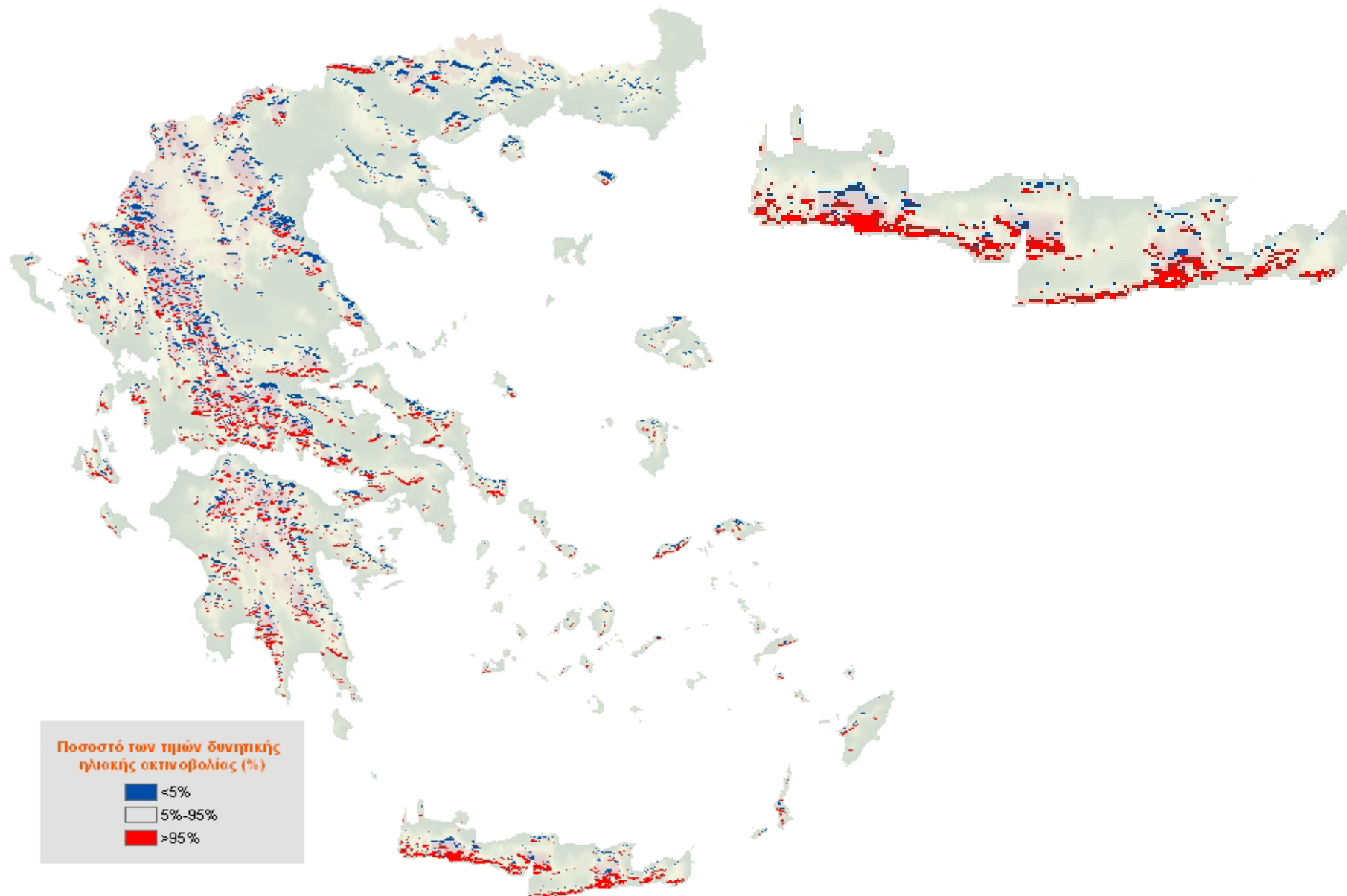


ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ
ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (W/m^2)



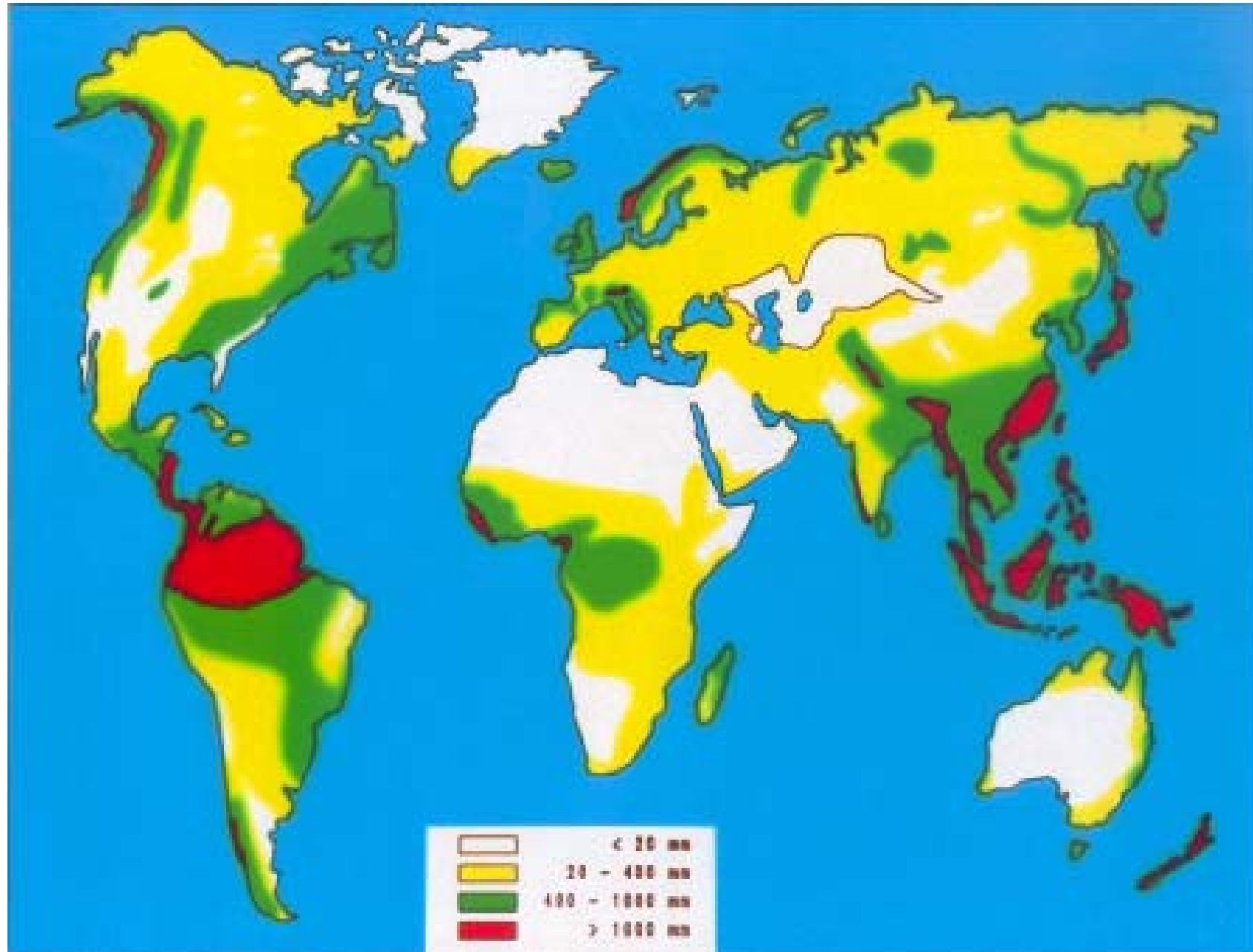
ΕΞΑΤΜΟΔΙΑΠΝΟΗ

Επίδραση του ανάγλυφου στην ηλιοφάνεια



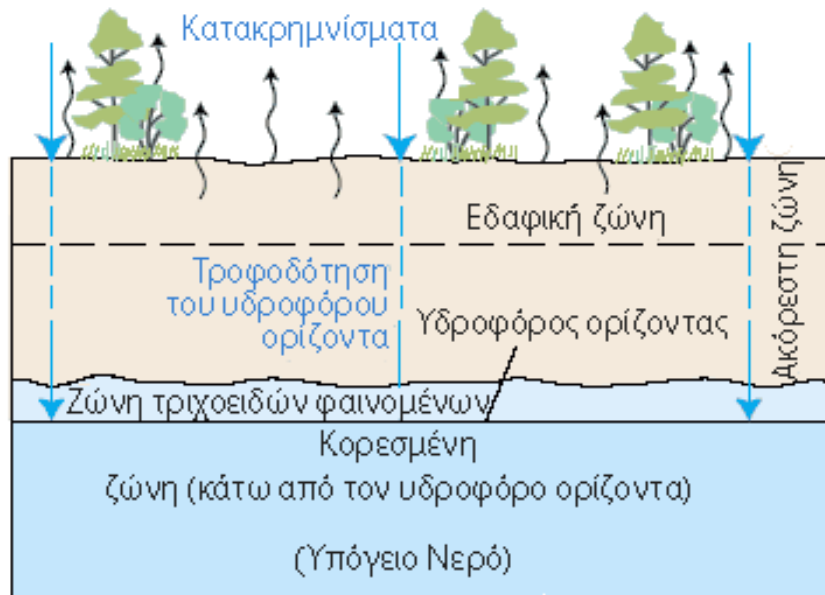
ΑΠΟΡΡΟΗ

Γεωγραφική κατανομή επιφανειακής απορροής (mm)



ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

Υπόγειο νερό

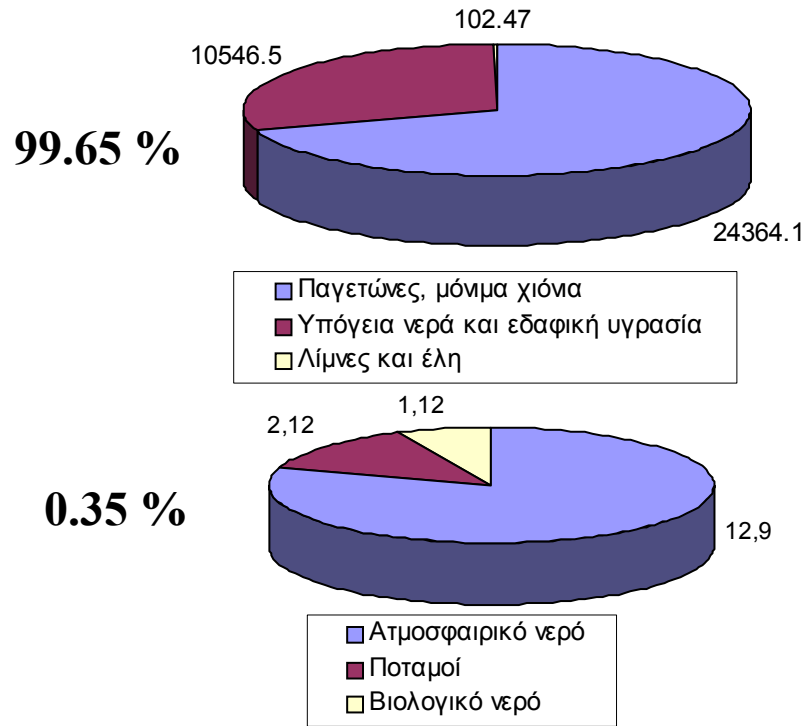


Υπόγεια ροή

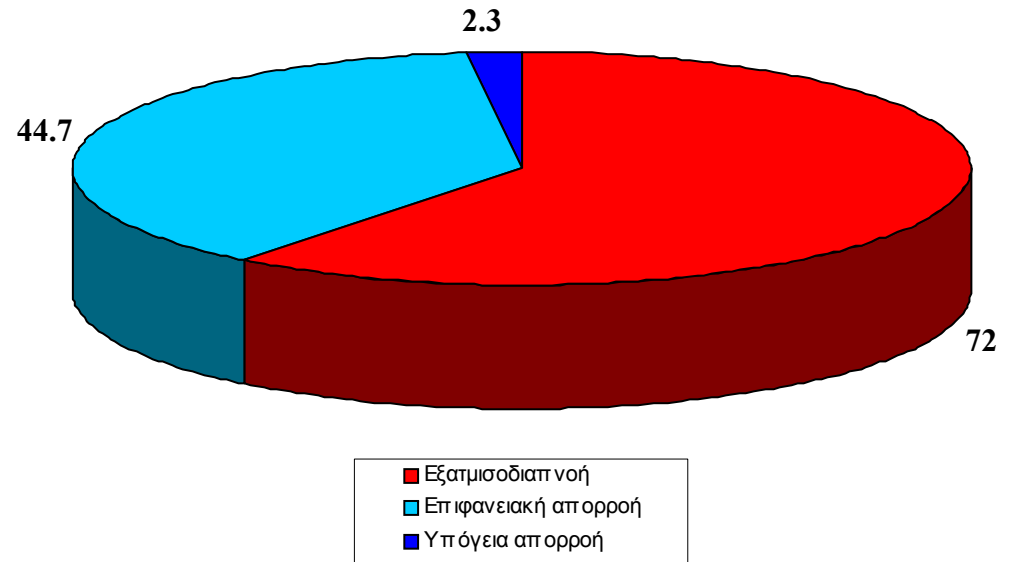


ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΗ 10^3 km^3



ΕΤΗΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑ 10^3 km^3



ΜΕΣΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΣΤΑ ΠΟΤΑΜΙΑ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ

Επιφανειακή απορροή

$2.12 \text{ km}^3 / 44.7 \text{ km}^3$ ανά έτος = **17 ημέρες**

Υπόγεια απορροή

$10546 \text{ km}^3 / 2.3 \text{ km}^3$ ανά έτος = **4585 έτη**

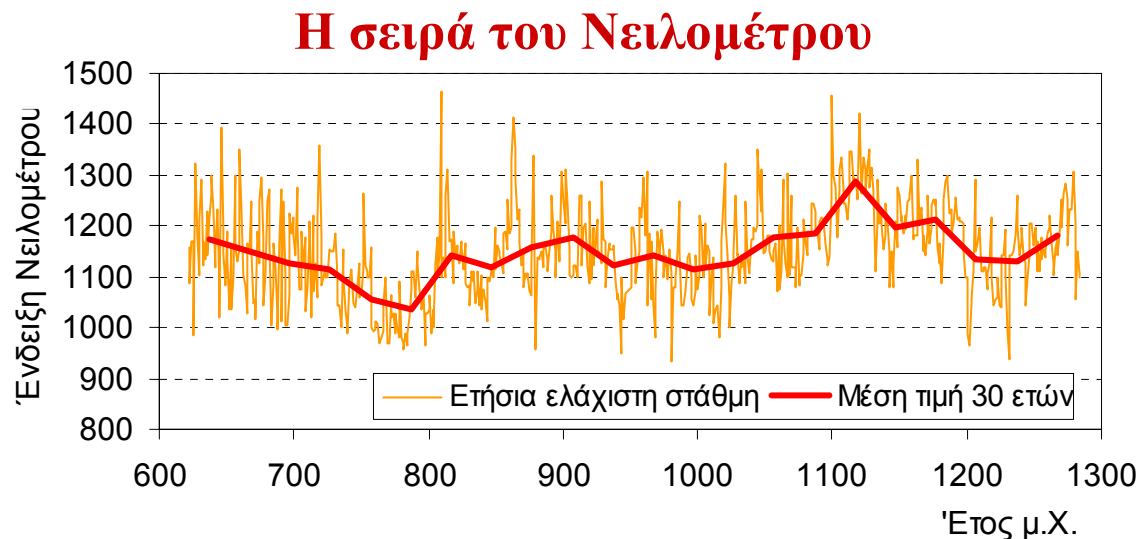
Όμως το 25-50% του επιφανειακού νερού έχει προέλθει από εκροή υπογείων νερών άρα:

Υπόγεια απορροή

$10546 \text{ km}^3 / 25 \text{ km}^3$ ανά έτος = **420 έτη**

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ

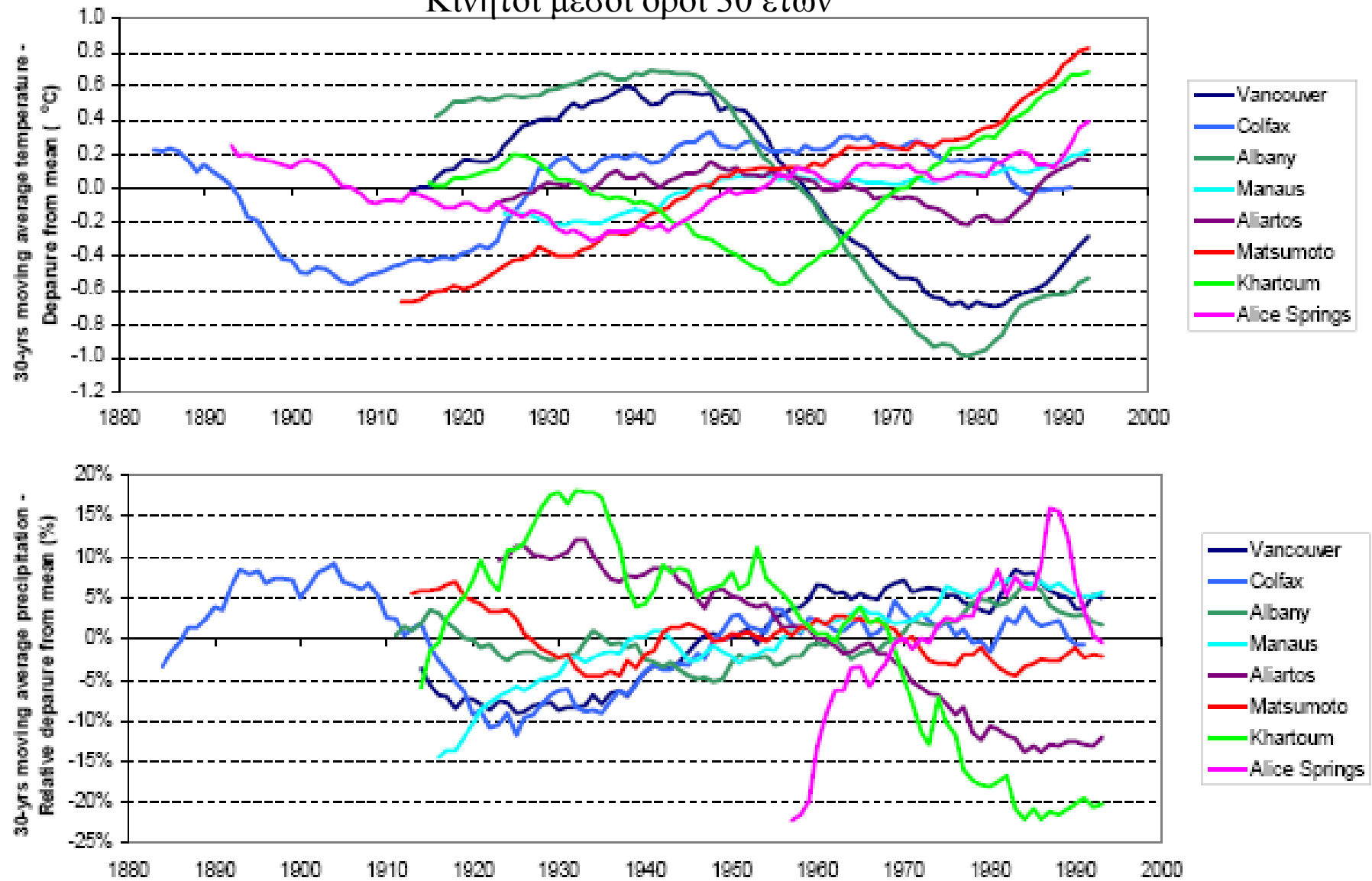
- Αβάσιμη η εικόνα ενός σταθερού κλίματος – «Καθεστώς» η αλλαγή του κλίματος:
«Το κλίμα αλλάζει ακανόνιστα, για άγνωστους λόγους, σε όλες τις κλίμακες» *National Research Council (1991), Opportunities in the Hydrologic Sciences, National Academy Press, Washington DC, USA*
- Τάση συσσώρευσης όμοιων φαινομένων σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους



ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ

Μεταβλητότητα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης

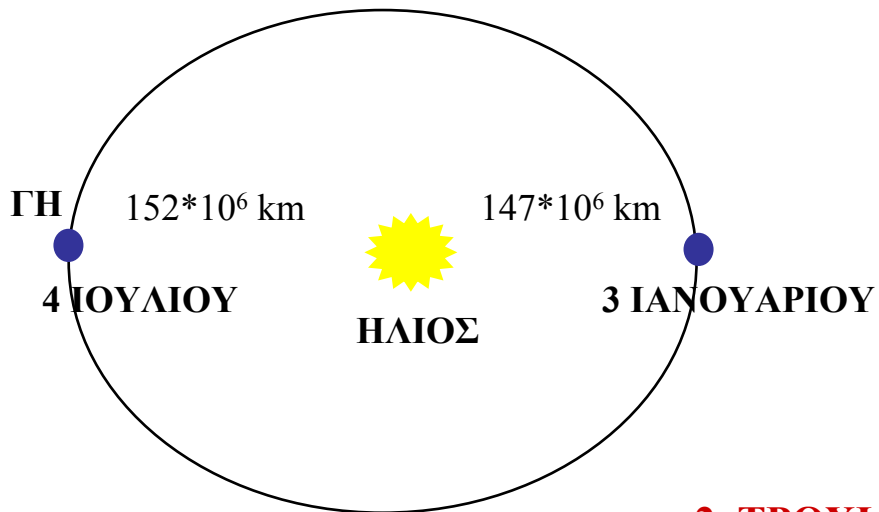
Κινητοί μέσοι όροι 30 ετών



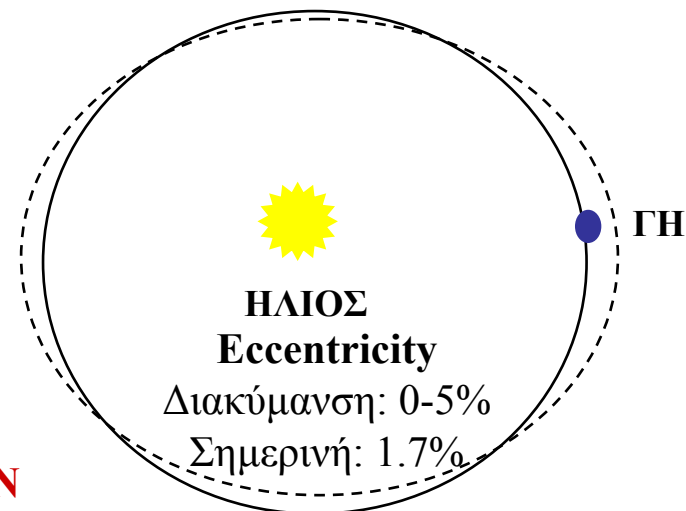
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Κινήσεις της γης

1. ΤΡΟΧΙΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 365.25 ΗΜΕΡΕΣ



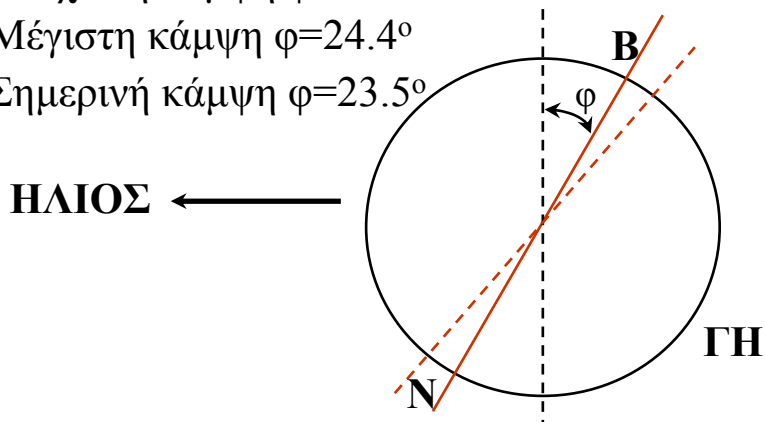
3. ΔΙΑΤΑΣΗ ΤΡΟΧΙΑΣ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 95.000 ΕΤΗ



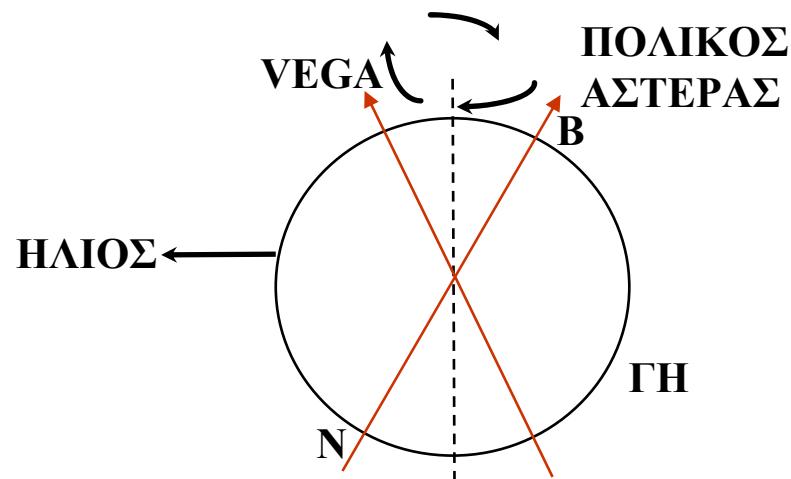
2. ΤΡΟΧΙΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 24 ΩΡΕΣ

4. ΚΑΜΨΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 41.000 ΕΤΗ

Ελάχιστη κάμψη $\varphi=21.8^\circ$
Μέγιστη κάμψη $\varphi=24.4^\circ$
Σημερινή κάμψη $\varphi=23.5^\circ$

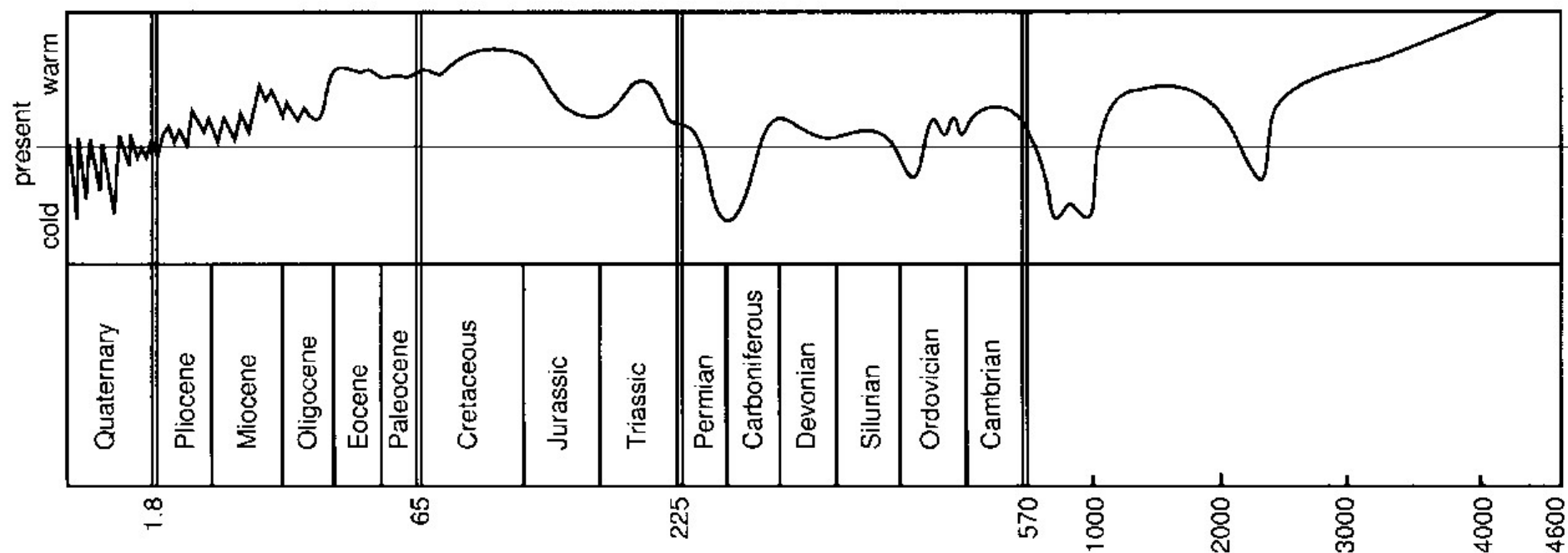


5. ΤΑΛΑΝΤΕΥΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ
ΠΕΡΙΟΔΟΣ: 21.000 ΕΤΗ



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Χρονική εξέλιξη της θερμοκρασίας της γης



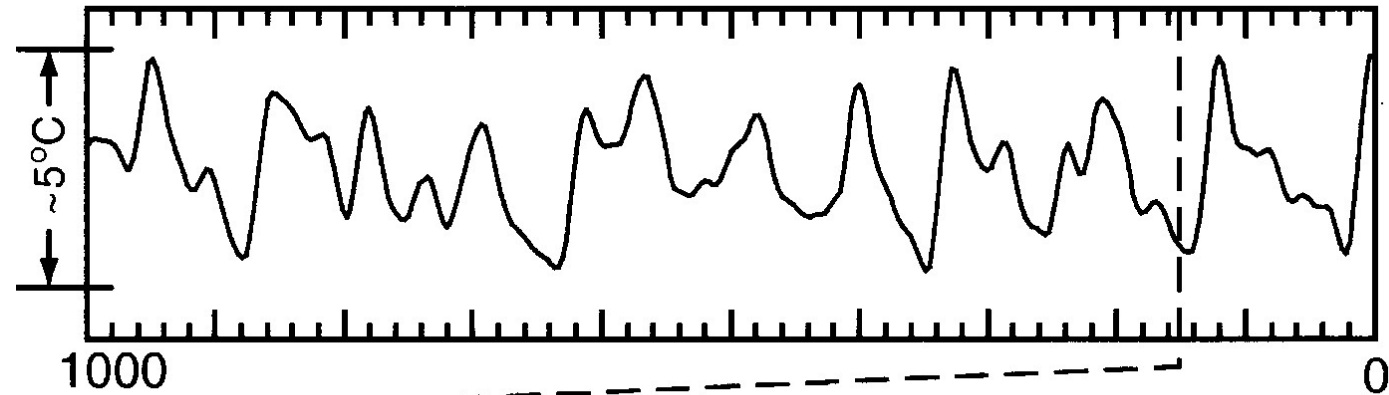
Μεταβλητή χρονική
κλίμακα σε έτη *10⁶

ΠΗΓΗ: Barry Saltzman, Dynamical Paleoclimatology: Generalized Theory of Global Climate Change, Academic Press, New York, 2002, fig. 1-3.

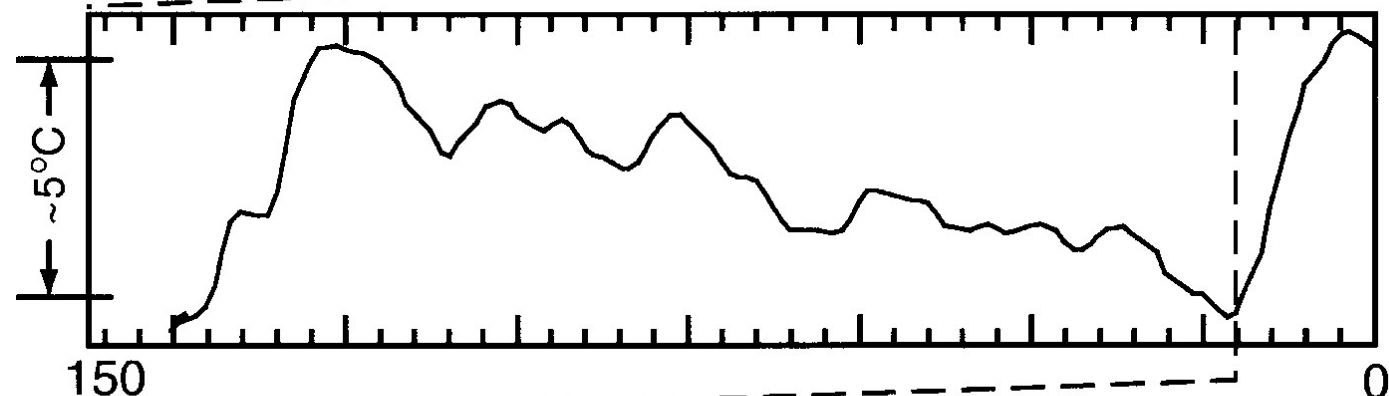
Θερμοκρασία της
γης τα τελευταία:

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

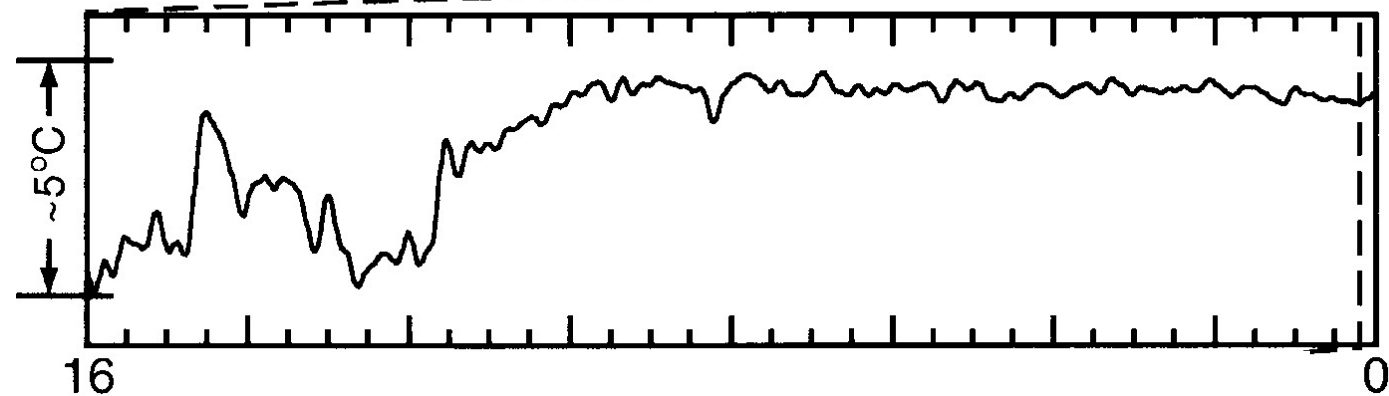
1.000.000 ETH



150.000 ETH



16.000 ETH

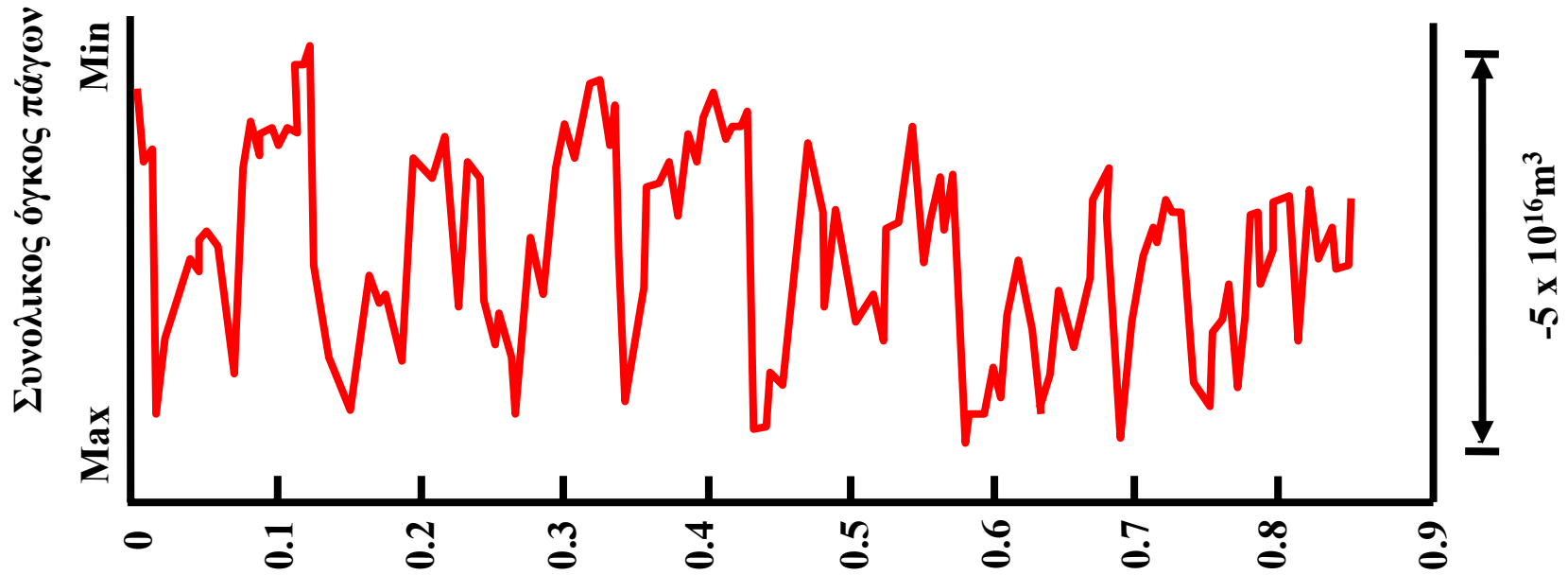


ΠΗΓΗ: Barry Saltzman, *Dynamical Paleoclimatology: Generalized Theory of Global Climate Change*, Academic Press, New York, 2002, fig. 3-4.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Ιστορική εξέλιξη υδρομετεωρολογικών μεταβλητών

Διακύμανση του όγκου πάγων



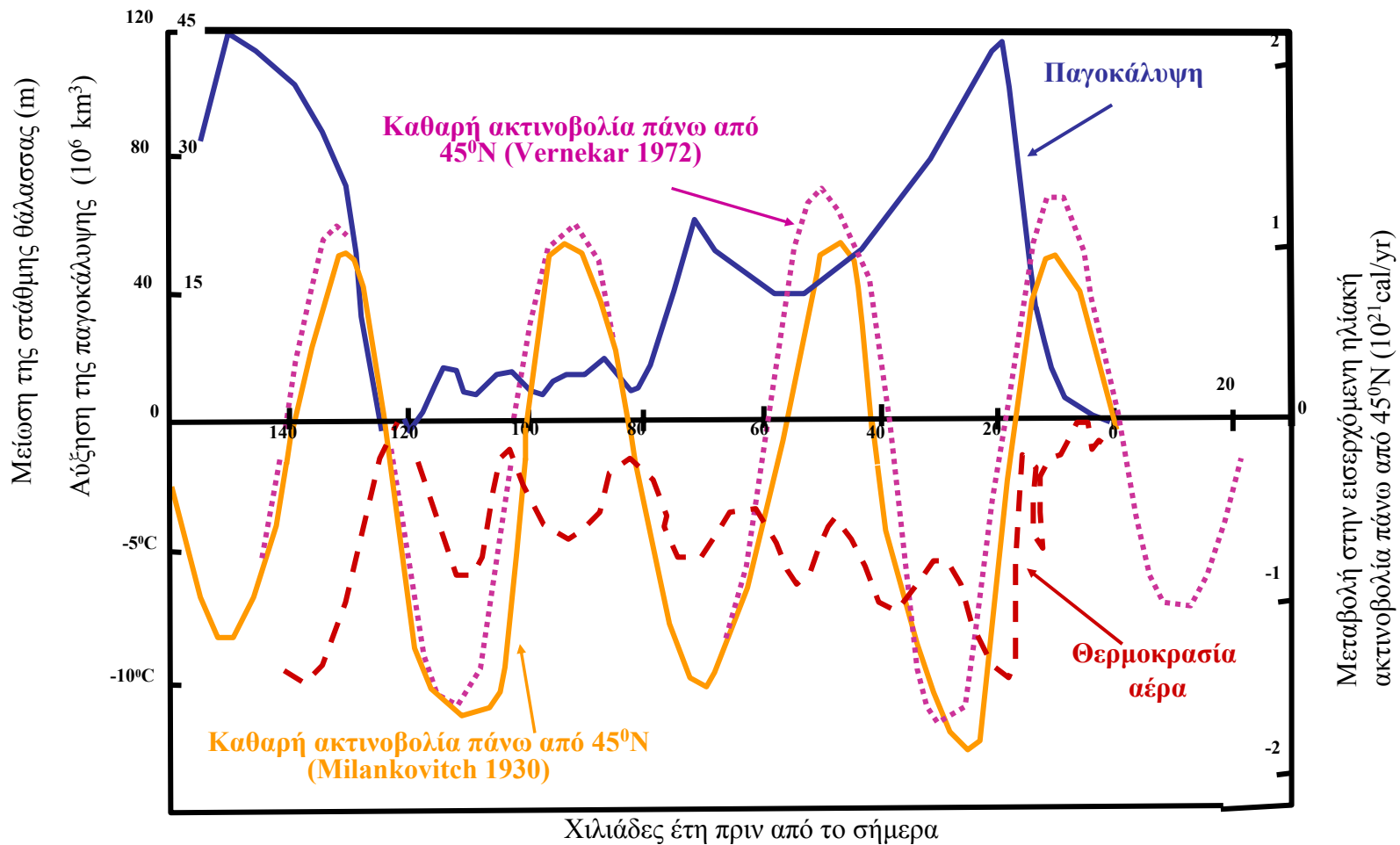
10⁶ έτη πριν από το σήμερα

Πηγή: Mason, 1976

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Ιστορική εξέλιξη υδρομετεωρολογικών μεταβλητών

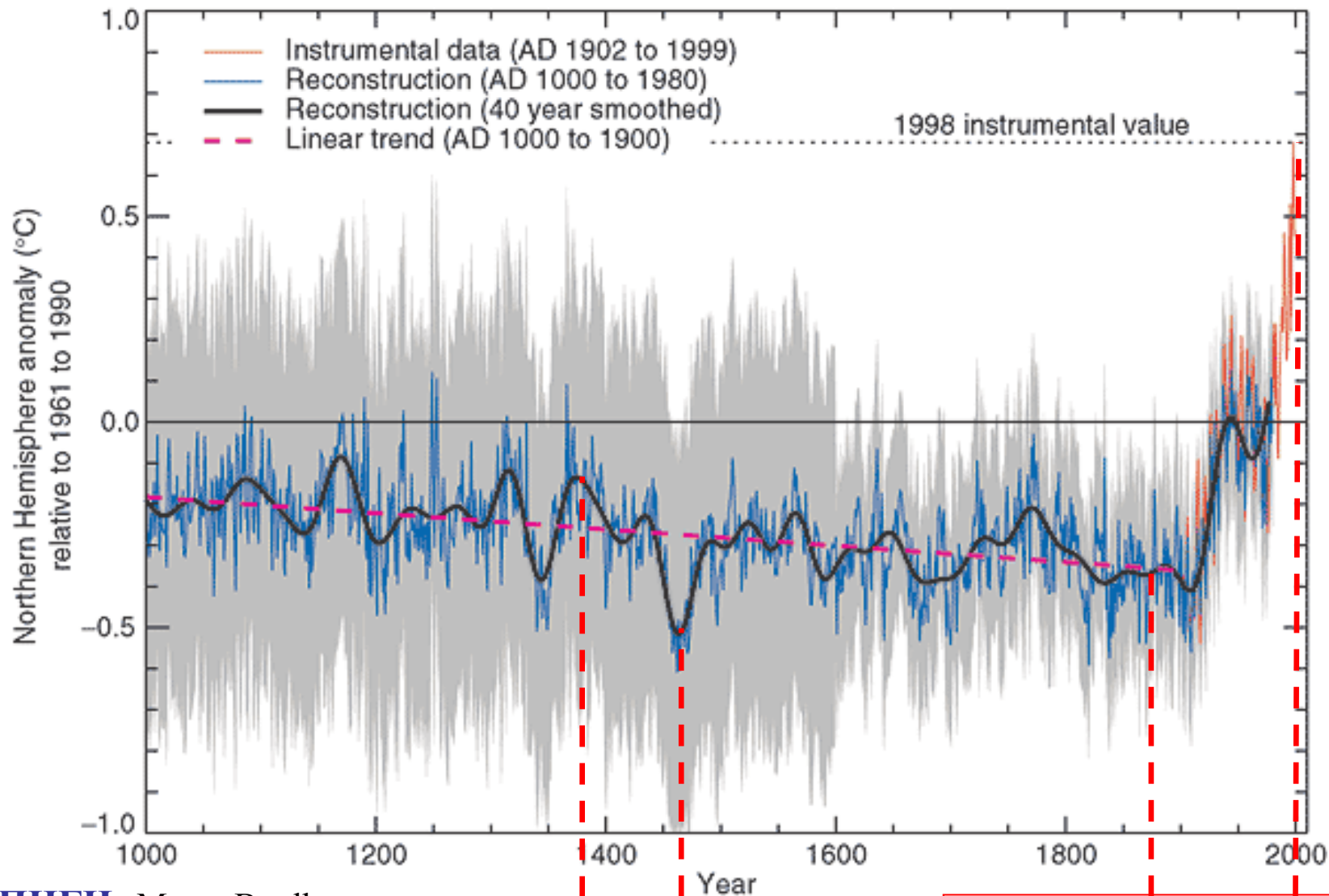
Διακύμανση της θερμοκρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας, στάθμης θάλασσας και παγοκάλυψης



Πηγή: Mason, 1976

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Θερμοκρασία της γης τα τελευταία 1000 έτη



ΠΗΓΗ: Mann, Bradley and Hughes *Climate Change 2001: The Scientific Basis*.

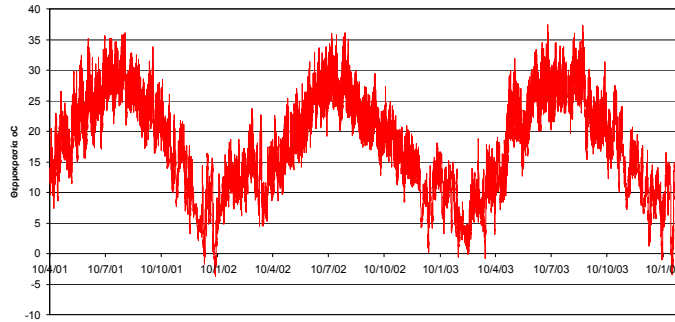
Donatello, (1386-1466). Ιταλός γλύπτης της Αναγέννησης. Βίωσε πτώση θερμοκρασίας 0.4 °C.

Jeanne Louise Calment, (1875-1997). Γαλλίδα με την μεγαλύτερη επιβεβαιωμένη διάρκεια ζωής στον κόσμο. Βίωσε άνοδο θερμοκρασίας 0.9 °C.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

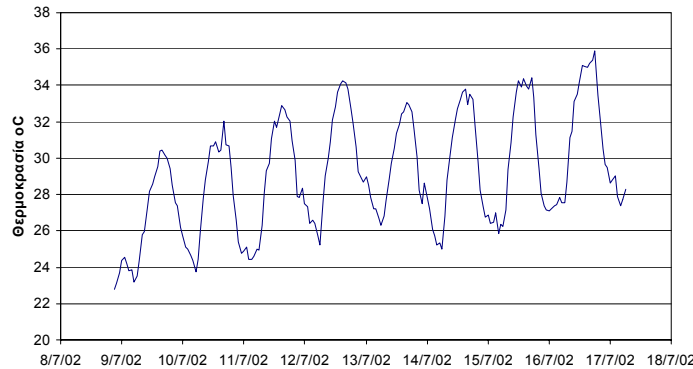
Ωριαίες θερμοκρασίες στο σταθμό Ζωγράφου για:

3 έτη
Συνήθης
διάρκεια ζωής
ενός ποντικιού.



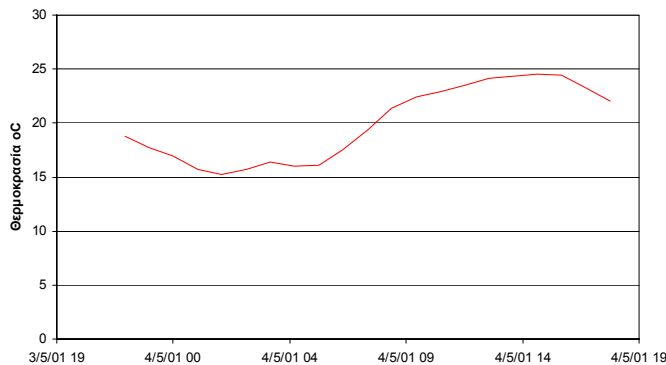
Σε αυτή τη χρονική κλίμακα γίνεται αντιληπτή η ημερήσια και εποχιακή περιοδικότητα αλλά υπάρχει η αίσθηση ενός προσδιοριστικού τρόπου μεταβολής

10 ημέρες
Συνήθης
διάρκεια ζωής
μιας οικιακής
μύγας.

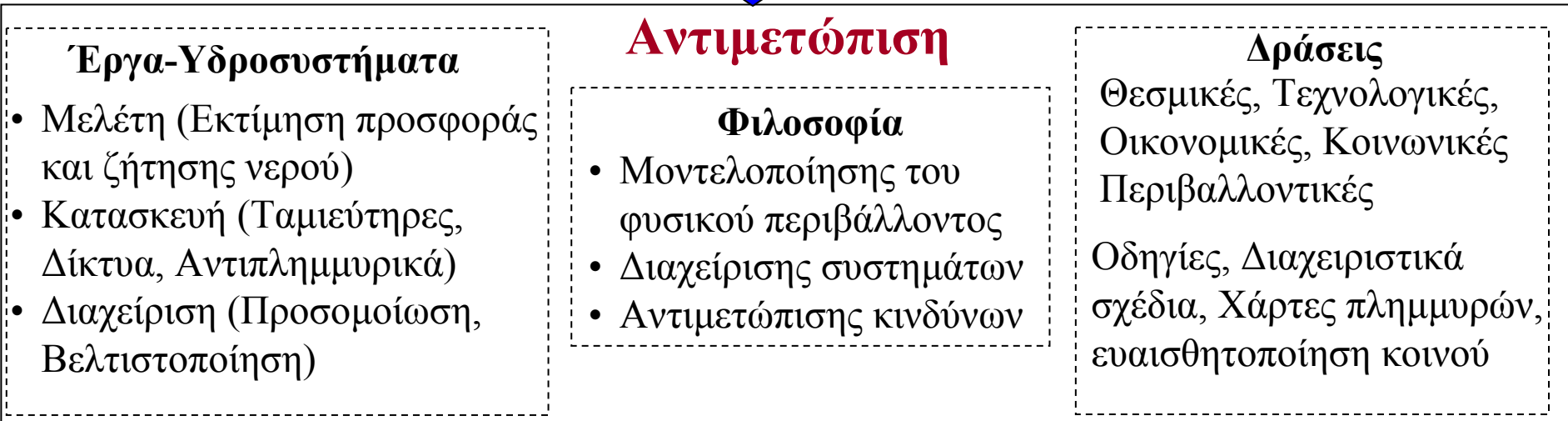
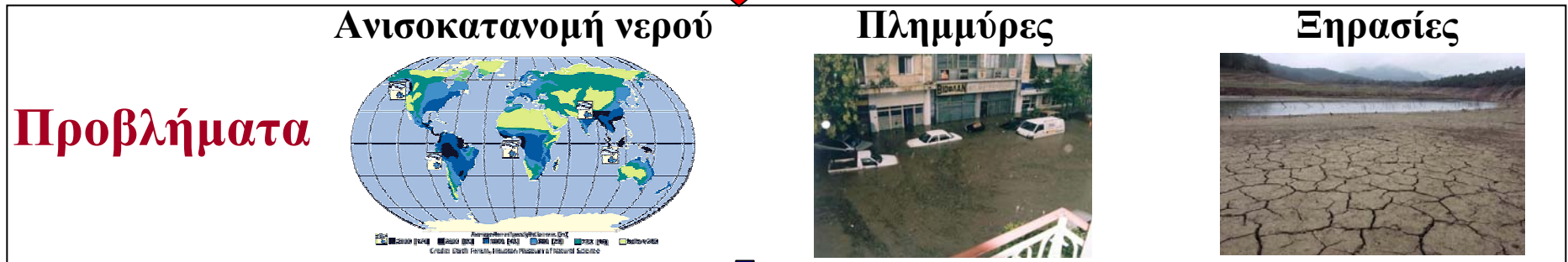
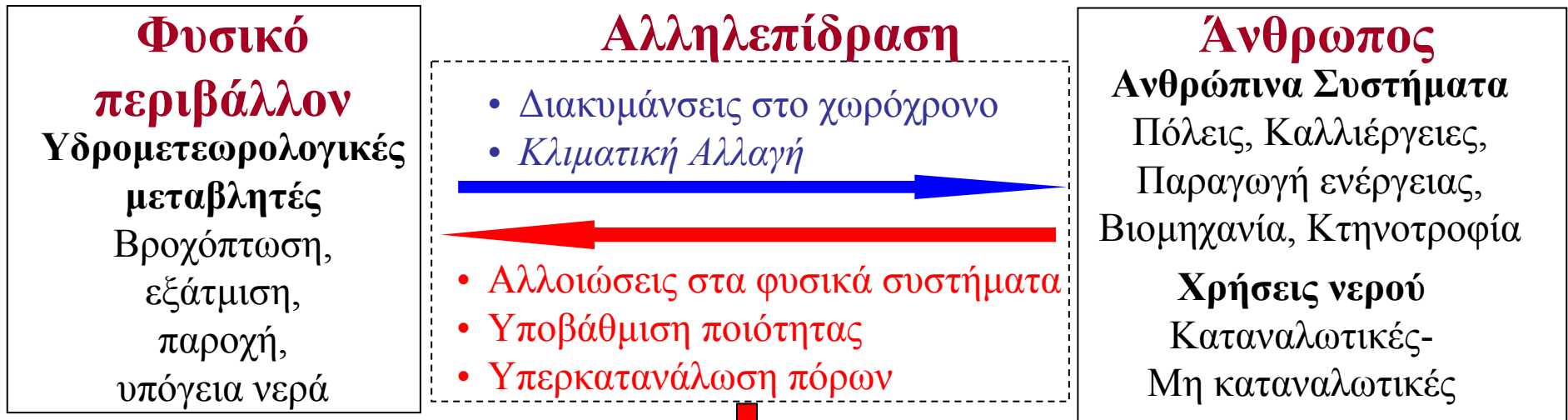


Σε αυτή τη χρονική κλίμακα γίνεται αντιληπτή η ημερήσια περιοδικότητα αλλά η εποχιακή περιοδικότητα φαίνεται σαν ανοδική τάση

20 ώρες
Συνήθης
διάρκεια ζωής
μιας μύγας
Mayfly.



Σε αυτή τη χρονική κλίμακα δεν γίνεται αντιληπτή η ημερήσια περιοδικότητα. Τρεις ώρες πριν πεθάνει θα μπορούσε σχολιάσει “Ποτέ μέχρι τώρα στη ζωή μου δεν αισθάνθηκα τόση ζέση”



ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ

- Το νερό είναι απαραίτητο για τη συντήρηση της ζωής, την παραγωγή τροφίμων και αγαθών και την παραγωγή και διαχείριση ενέργειας
- Η αέναη διεργασία του υδρολογικού κύκλου τροφοδοτείται από την ηλιακή ακτινοβολία και ο ρυθμός της μεταβάλλεται σε όλες τις χωρικές και χρονικές κλίμακες
- Τα προβλήματα που συνδέονται με το νερό (αντισοκατανομή προσφοράς-ζήτησης, πλημμύρες, ξηρασίες) επιβάλλουν την διαχείριση και την ρύθμιση της διαθεσιμότητας του με την κατασκευή έργων και την επιβολή μέτρων