



Το παγκόσμιο κλίμα αλλάζει;

## 1941

- Ο Σέρβος Μιλουτίν Μιλάνκοβιτς υποστηρίζει ότι η μεταβολή της τροχιάς της Γης, μας φέρνει κάθε 40.000 χρόνια την εποχή των παγετώνων

## 1957

- Ο Τσαρλς Ντέιβιντ Κίλινγκ μετράει την συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Σε περίοδο έξι ετών, φαίνεται καθαρά η αύξηση της συγκέντρωσης του ποσοστού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα

## 1988

- Ο ΟΗΕ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας συστήνουν την Διακυβερνητική Ομάδα Ειδικών για την εξέλιξη του κλίματος

**1992**

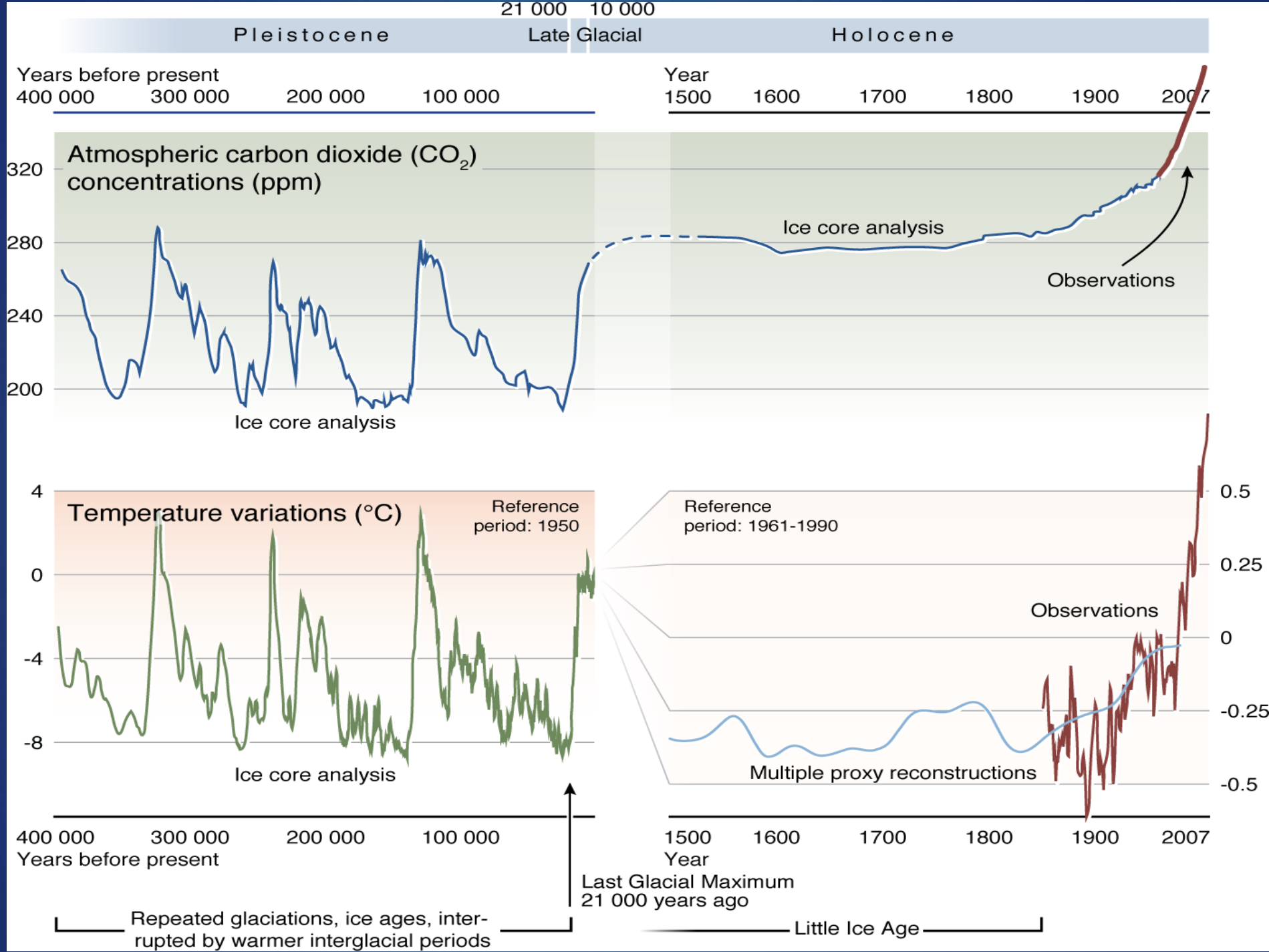
- Στη σύνοδο του Ρίο 167 κράτη υπογράφουν τη μη δεσμευτική συνθήκη-πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές.

**1997**

- - Στο Κιότο της Ιαπωνίας 38 βιομηχανικές χώρες δεσμεύονται να μειώσουν ως το 2010 τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5.2% σε σχέση με το 1990.

## Γεωλογική ιστορική προσέγγιση

- Το παγκόσμιο κλίμα δεν αλλάζει για πρώτη φορά.
- Ορισμένες πτυχές της σημερινής αλλαγής είχαν συμβεί και στο παρελθόν.
- Όμως η συγκέντρωση του  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα έχει φθάσει στο υψηλότερο ρεκόρ για μισό εκατομμύρια χρόνια, και συνεχίζει να αυξάνεται με εξαιρετικά γρήγορο ρυθμό.
- Σήμερα η παγκόσμια θερμοκρασία είναι η υψηλότερη στη διάρκεια των πέντε τελευταίων αιώνων, πιθανώς και στην χιλιετία.
- Το φαινόμενο είναι εξαιρετικά σπάνιο με γεωλογικούς όρους.
- Ο κύριος λόγος για την τρέχουσα ανησυχία για τις κλιματικές αλλαγές είναι η αύξηση των ατμοσφαιρικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και ορισμένων άλλων αερίων του θερμοκηπίου, η οποία είναι εξαιρετικά ασυνήθιστη την τεταρτογενή γεωλογική περίοδο (περίπου τα τελευταία δύο εκατομμύρια χρόνια).



*Η ισορροπία στο παγκόσμιο κλίμα εξαρτάται από τρεις παράγοντες .*

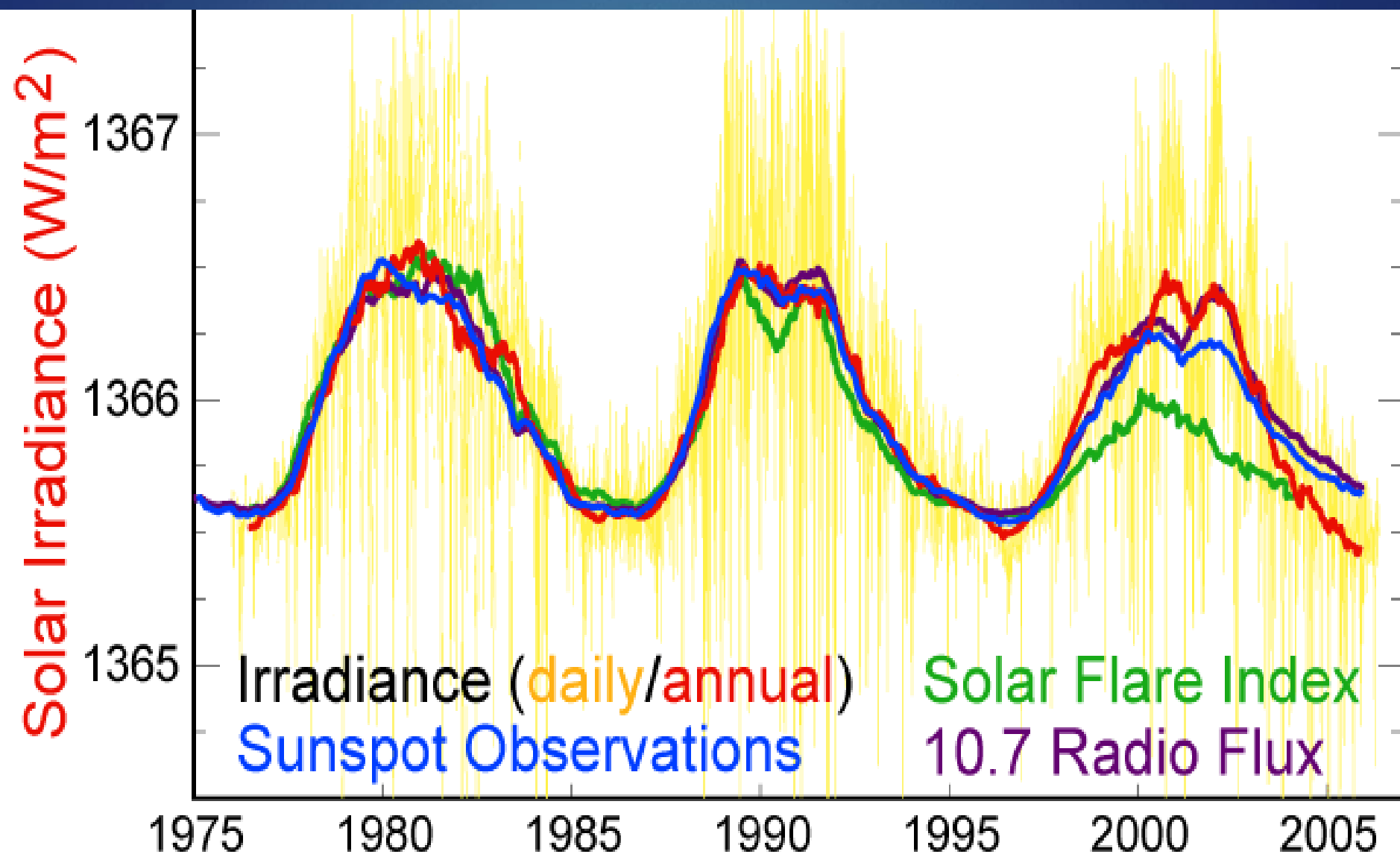
*Δηλαδή υπάρχουν τρεις θεμελιώδεις τρόποι με τους οποίους μπορεί να αλλάξει το κλίμα της Γης .*

*α)Αν αλλάξει η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία.*

*β)Αν αλλάξει το κλάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφά η γη .π.χ. Νέφη, αιωρούμενα σωματίδια*

*γ) Αν αλλάξει η ακτινοβολούμενη προς τα πίσω ενέργεια λόγω του φαινομένου θερμοκηπίου.*

# Διακυμάνσεις του ηλιακού κύκλου

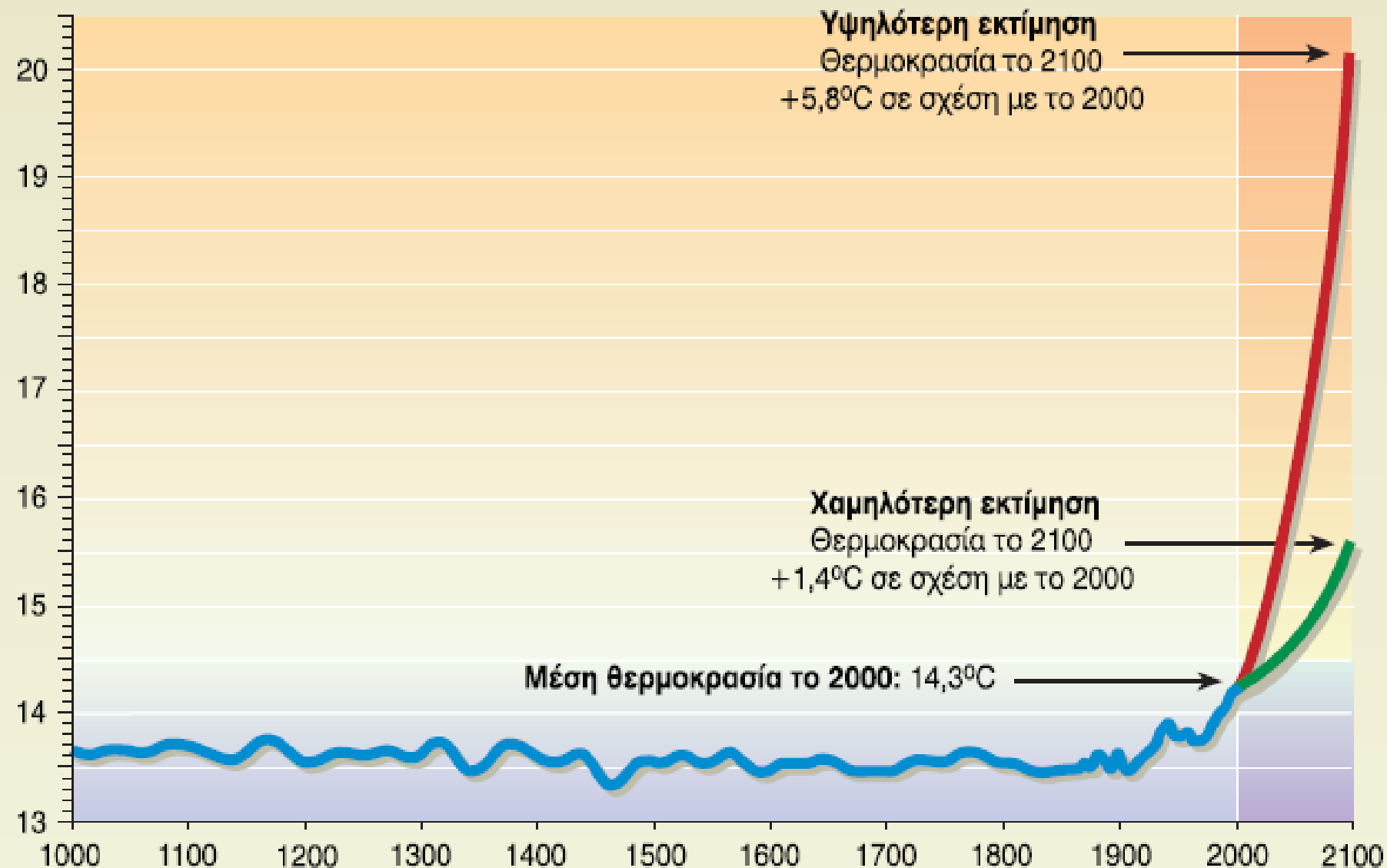


# Αιώς ιαύ αυτλαύμε ιληραφορίες για τα δερμακηιδακά αέρια του ιαρελδόντας;

- ▶ Την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα για τα τελευταία 650.000 χρόνια την γνωρίζουμε από πυρηνοληψίες πάχους που γίνονται στην Ανταρκτική.
- ▶ Βλέπουμε ότι η τιμή κυμαίνονταν από 180 ppm για τις ψυχρές περιόδους (παγετώδεις) 300ppm (μεσοπαγετώδεις περίοδοι) ενώ η σημερινή τιμή φτάνει τα 380 ppm
- ▶ Για να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα κατά 80 ppm στο τέλος της παγετώδους περιόδου χρειάστηκε 5000 χρόνια για να συμβεί.

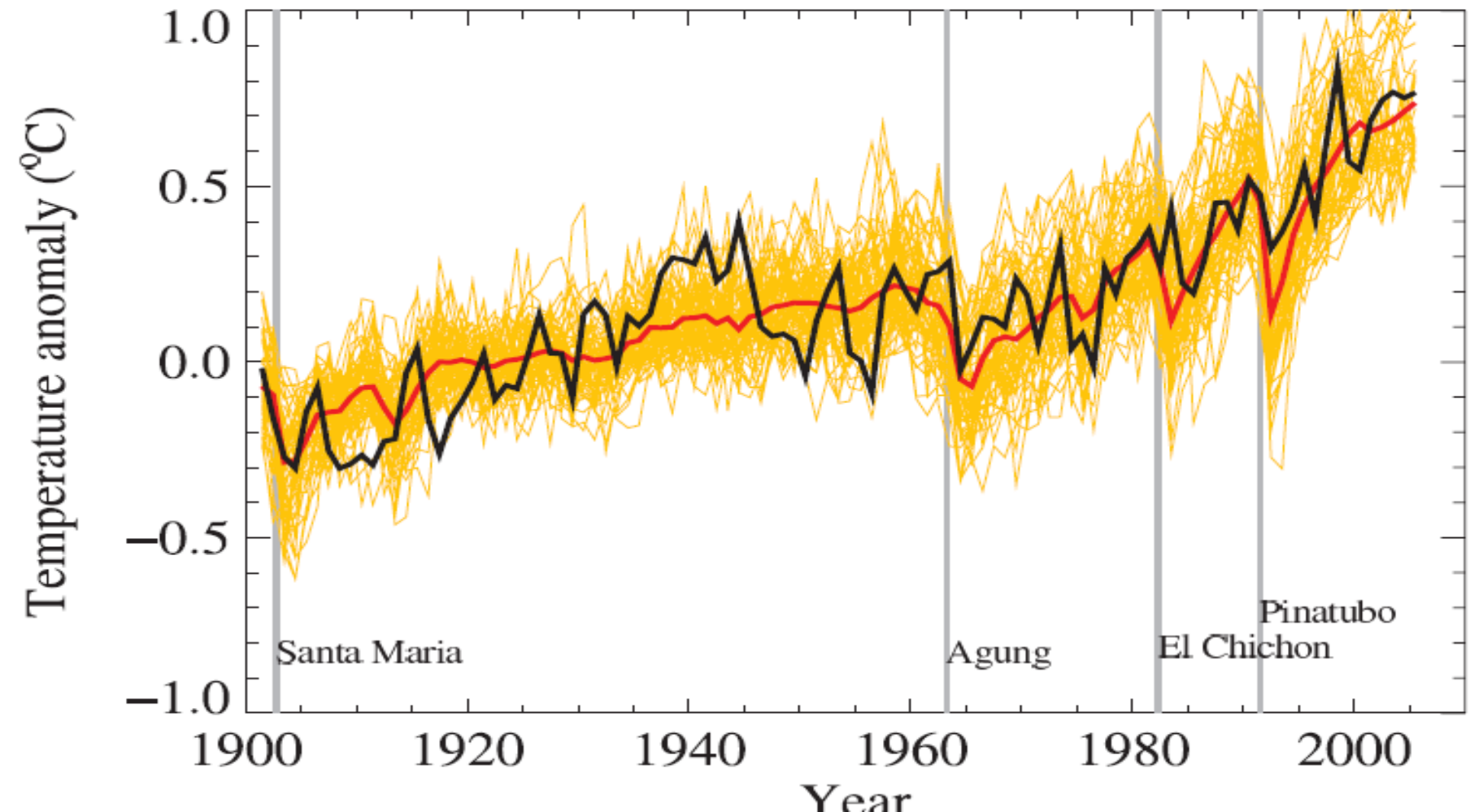
# Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια των αιώνων

Θερμοκρασίες σε °C

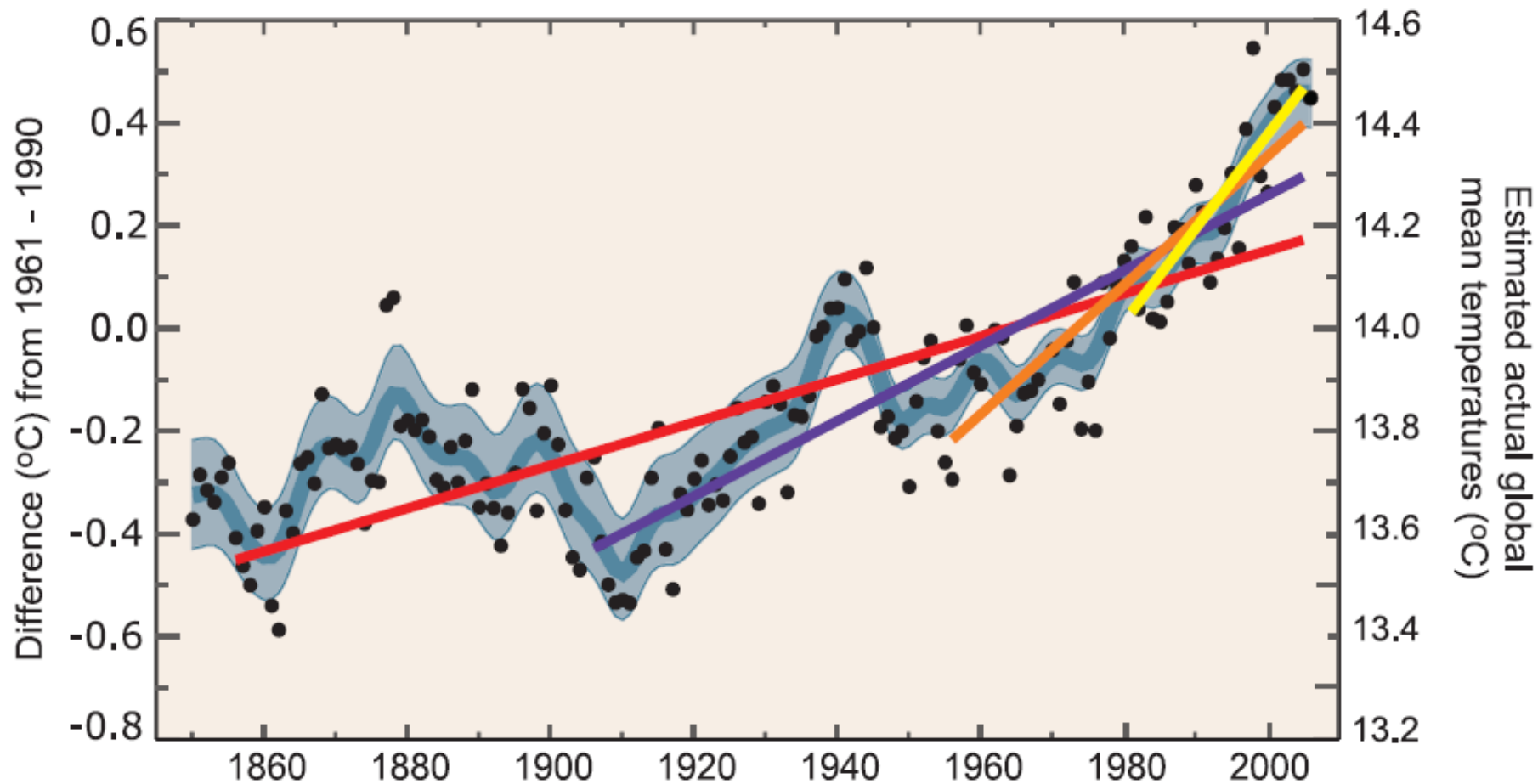


Πηγή: Έκθεση σύνθεσης για τις κλιματικές αλλαγές το 2001, Διακυβερνητική ομάδα για την εξέλιξη του κλίματος, Cambridge University Press, 2001.

*Αλλαγή της θερμοκρασίας στον 20ο αιώνα .  
Το κίτρινο δείχνει εκτιμήσεις 14 διαφορετικών  
μοντέλων .Οι γκρι γραμμές δείχνουν φάσεις  
ηφαιστειακών εκρήξεων*



# Μέση Θερμοκρασία της Γης



● Ετήσιες θερμοκρασίες

Smoothed series

5-95% decadal error bars

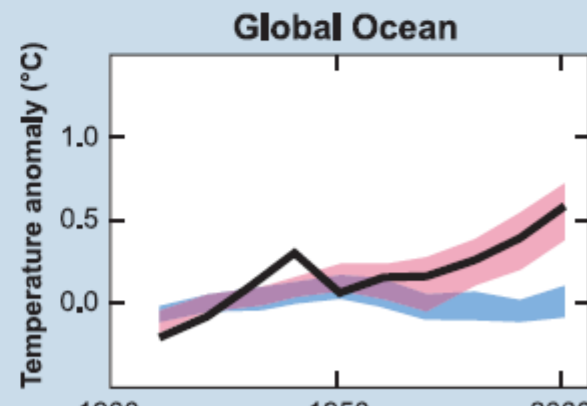
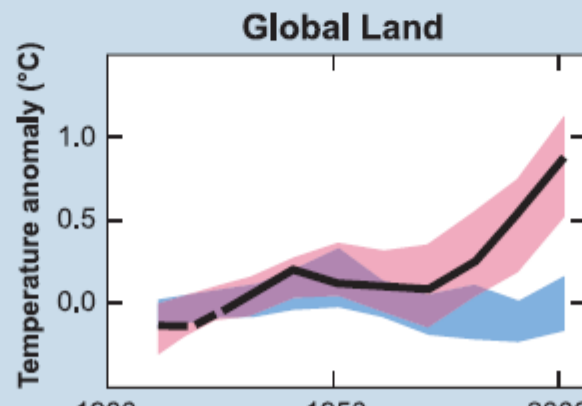
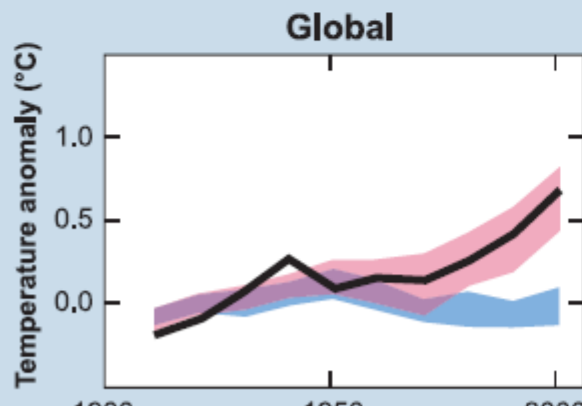
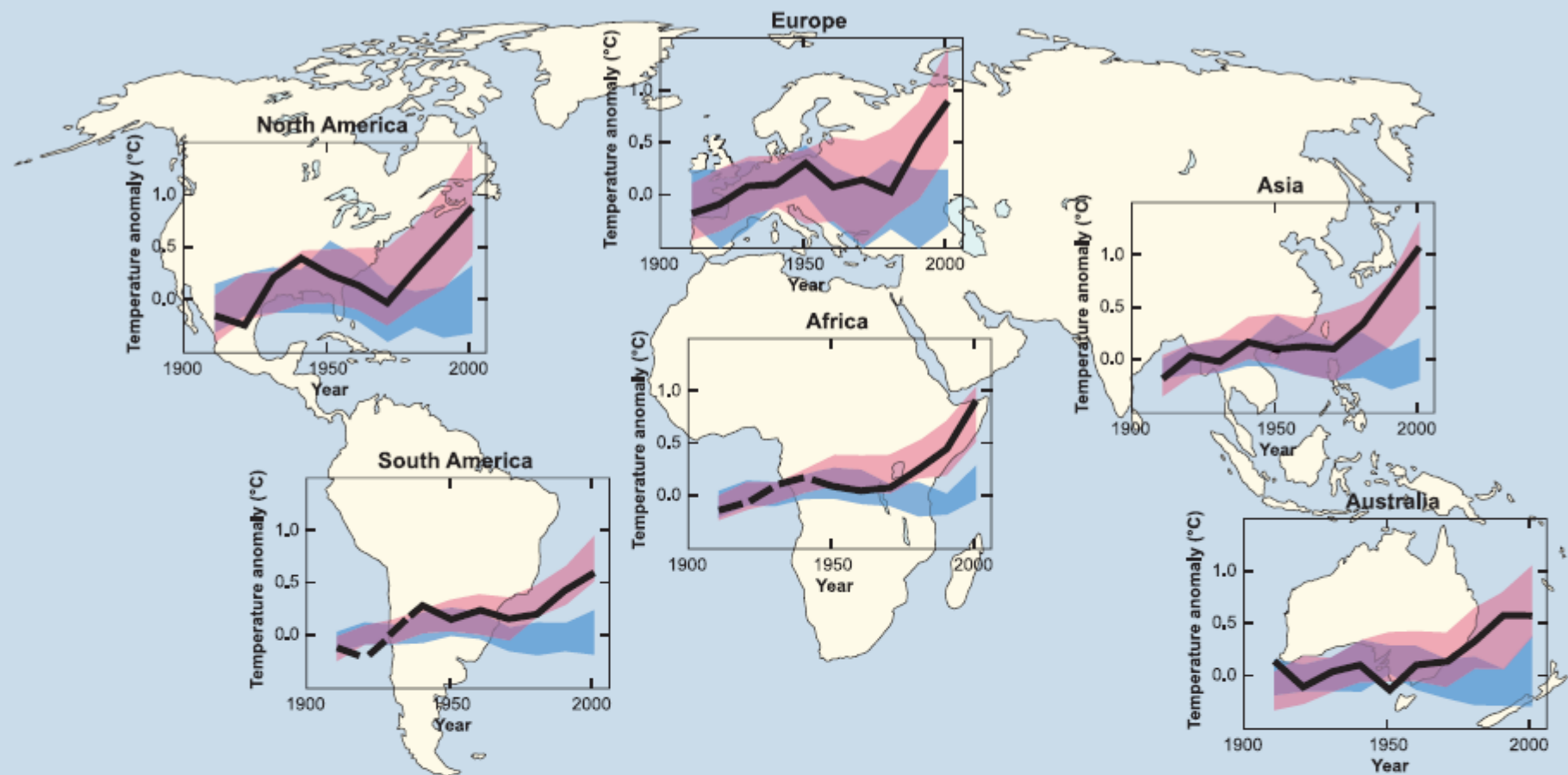
| Period | Rate          |
|--------|---------------|
| Years  | °C per decade |

|    |                   |
|----|-------------------|
| 25 | $0.177 \pm 0.052$ |
|----|-------------------|

|    |                   |
|----|-------------------|
| 50 | $0.128 \pm 0.026$ |
|----|-------------------|

|     |                   |
|-----|-------------------|
| 100 | $0.074 \pm 0.018$ |
|-----|-------------------|

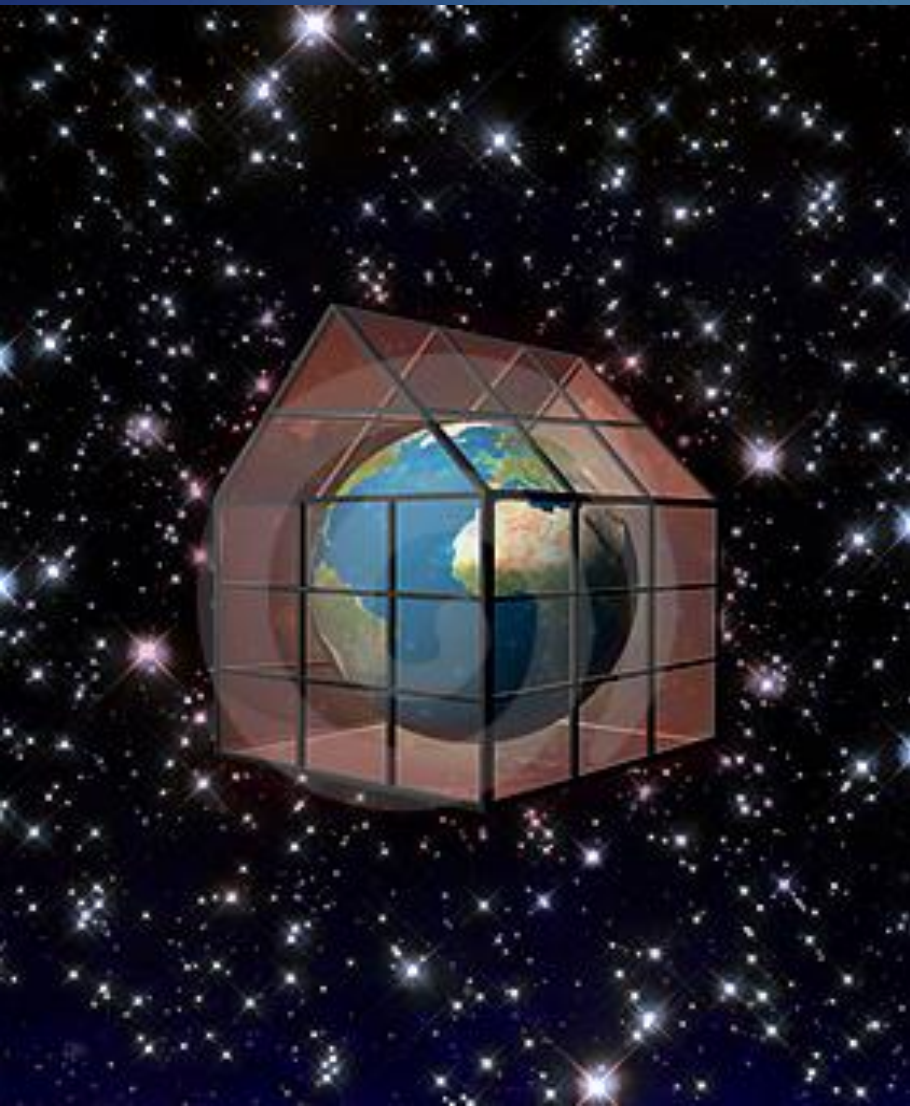
|     |                   |
|-----|-------------------|
| 150 | $0.045 \pm 0.012$ |
|-----|-------------------|



ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΤΙΟΥ;

ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ;



Reflected back  
to space

Incoming solar radiation  
diffused

The surface cools by radiating heat energy upward  
Trapped heat

# The Greenhouse Effect

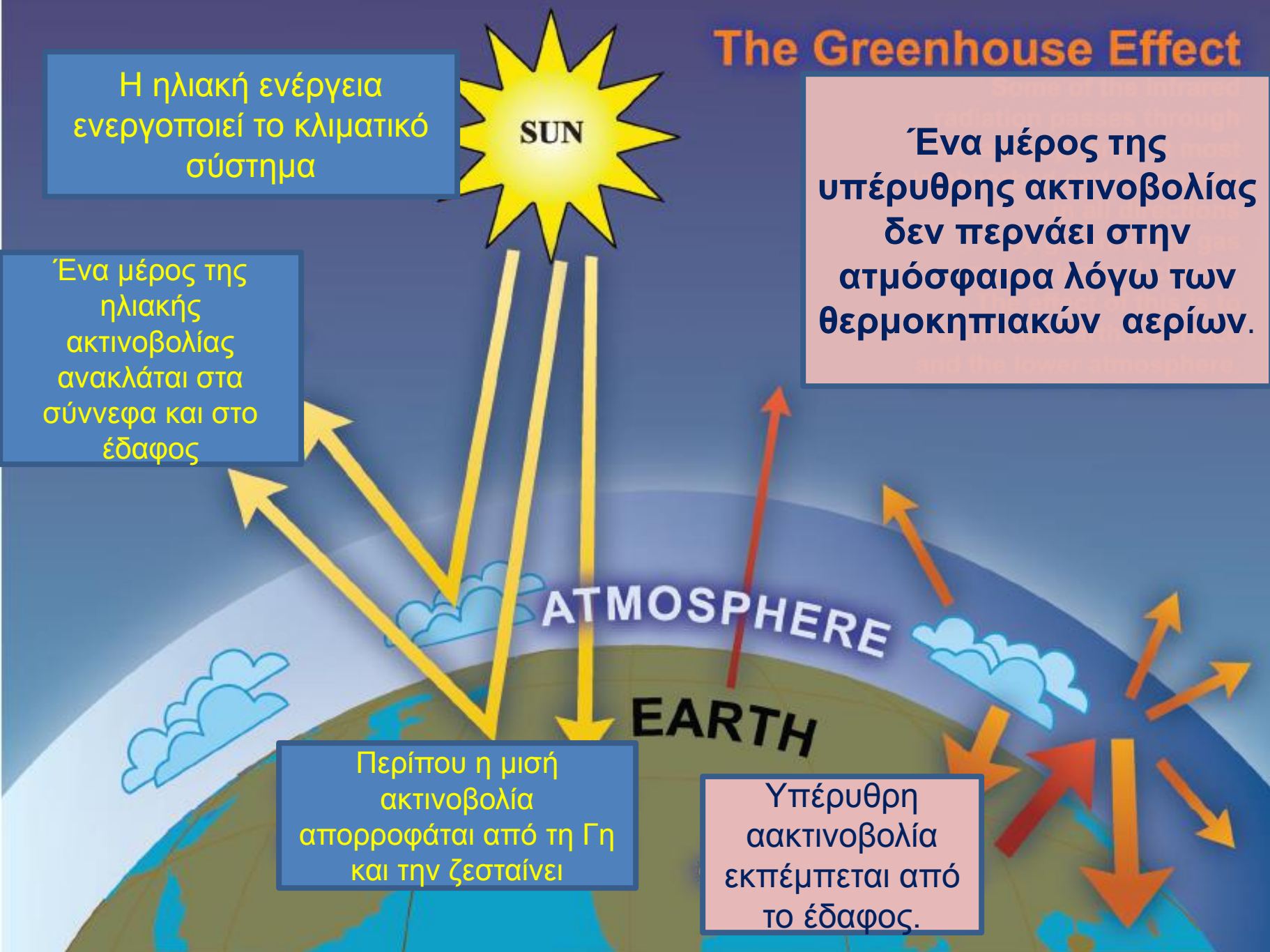
Η ηλιακή ενέργεια ενεργοποιεί το κλιματικό σύστημα

Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται στα σύννεφα και στο έδαφος

Περίπου η μισή ακτινοβολία απορροφάται από τη Γη και την ζεσταίνει

Υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπεται από το έδαφος.

Ένα μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας δεν περνάει στην ατμόσφαιρα λόγω των θερμοκηπιακών αερίων.



ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ  
ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΤΙΟΥ

ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΣΧΕΣΗ  
ΤΟΥ ΜΕ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΤΟΥ  
ΑΝΘΡΑΚΑ;

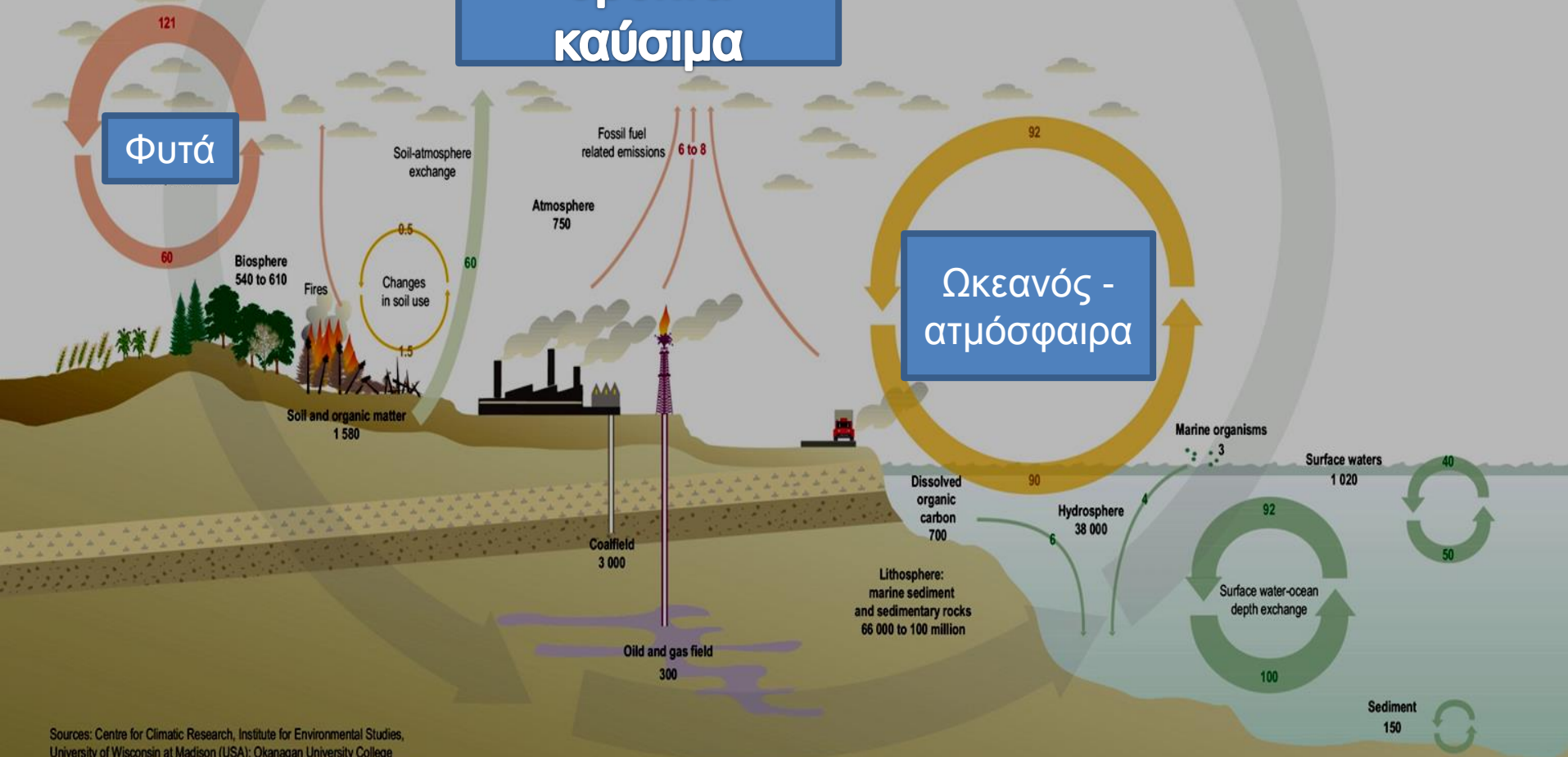
# Ο κύκλος του άνθρακα

## Εκπομπές αερίων από ορυκτά καύσιμα

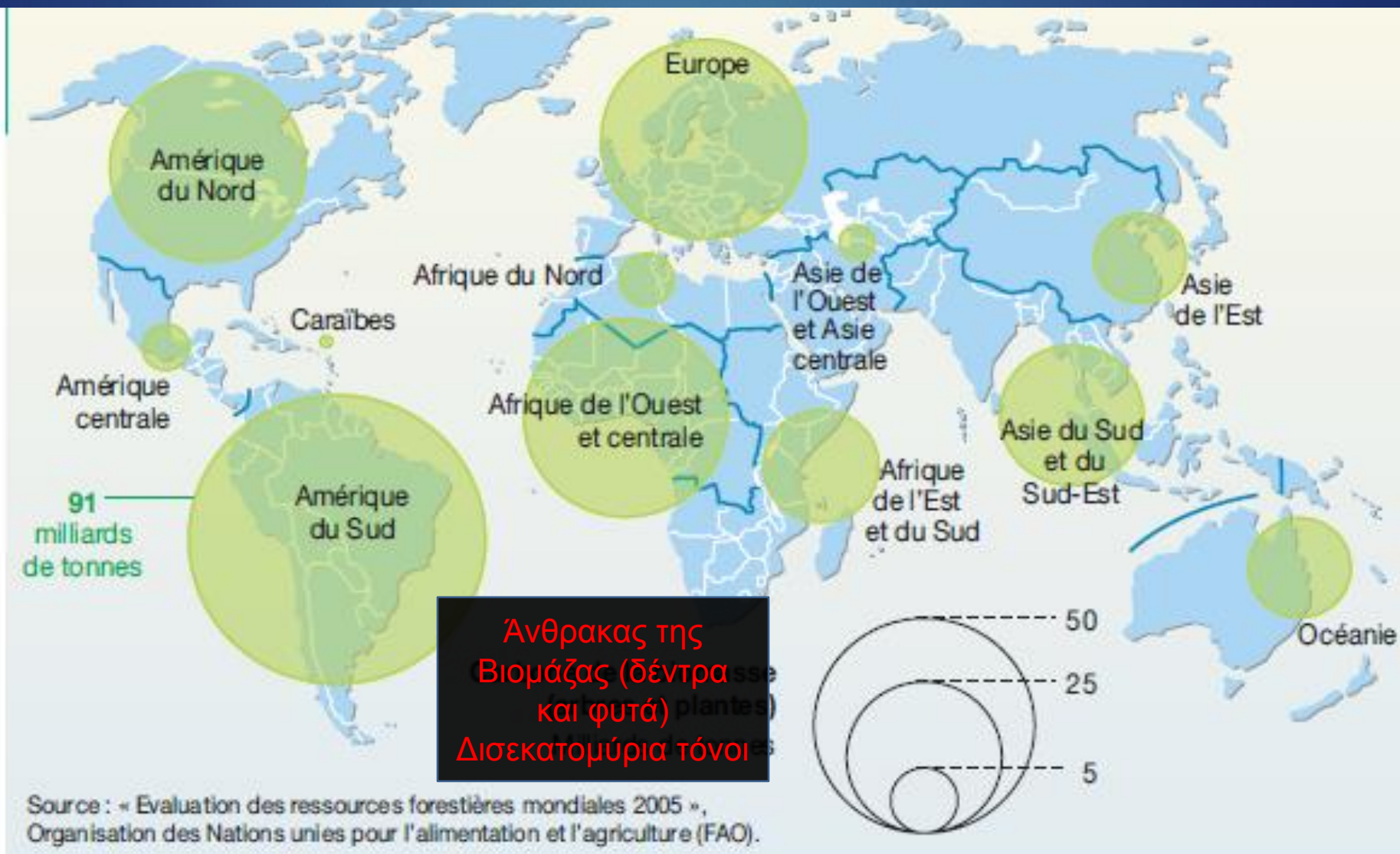
The figures indicate carbon storage and flows, expressed in Gigatonnes (1 000 million tonnes) of carbon.  
The arrows are proportionate to the volume of carbon.  
The figures for the flows express amounts exchanged annually.

### Speed of exchange process

- Very fast (less than a year)
- Fast (1 to 10 years)
- Slow (10 to 100 years)
- Very slow (more than 100 years)



*Τα αποθέματα των δασών -δεξαμενές άνθρακα.  
Η αποψίλωσή των δασών στερεί την γη από την  
αντισταθμιστική τους δράση.*









ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ  
ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΙΟΥ

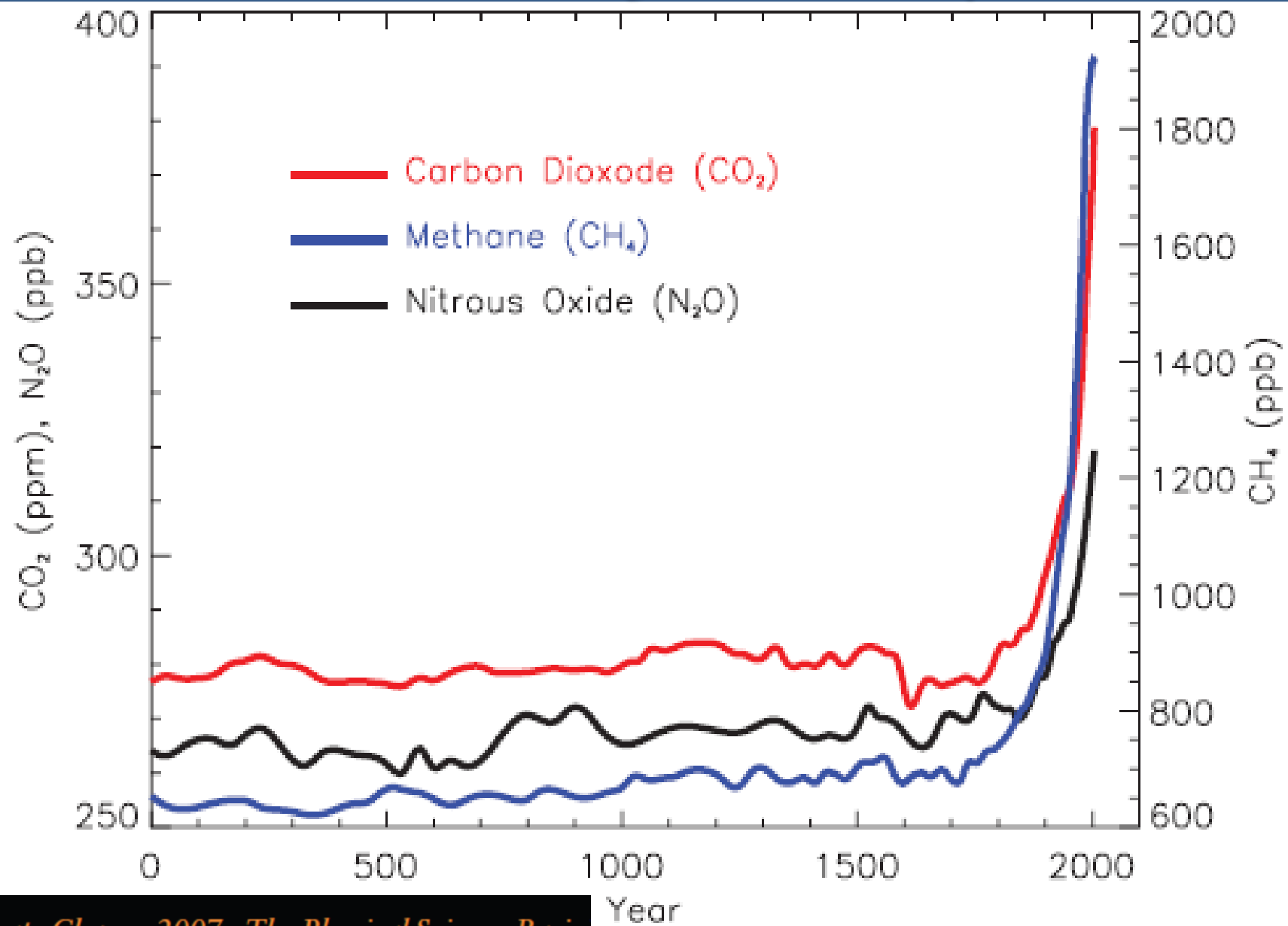
ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΑΛΛΑ  
ΘΕΡΜΟΚΗΤΙΑΚΑ ΑΕΡΙΑ ;  
ΠΟΙΑ Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ  
ΤΟΥΣ;

Σύμφωνα με το **Πρωτόκολλο του Κγγοτο**, μιας διεθνούς συμφωνίας υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών (Κγγοτο, 1997), 160 κράτη τα οποία παράγουν περίπου το 60% των εκπεμπόμενων αερίων θερμοκηπίου, συμφώνησαν να λάβουν μέτρα με τα οποία μέχρι τα έτη 2008-2012 θα έχουν σταθεροποιήσει τις εκπομπές όλων των κύριων "αερίων του θερμοκηπίου" στα επίπεδα του 1990. Το πρωτόκολλο του Κγγοτο προβλέπει τη δυνατότητα αγοροπωλησίας άδειας εκπομπών μεταξύ των χωρών. Δηλαδή, εάν μια χώρα έχει περιθώρια περαιτέρω αύξησης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου αλλά δεν προτίθεται να τα αξιοποιήσει, μπορεί τα περιθώρια αυτά να τα "πωλήσει" σε χώρες που δεν έχουν άλλα περιθώρια αύξησης των εκπομπών.

Τα αέρια (και ομάδες αερίων) θερμοκηπίου, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κγγοτο είναι τα ακόλουθα:

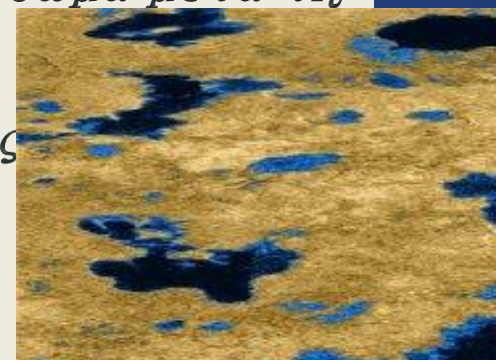
1. **Διοξείδιο του άνθρακα.** Ανθρωπογενείς πηγές: Καύσεις άνθρακα και υδρογονανθράκων.
2. **Μεθάνιο.** Ανθρωπογενείς πηγές: Ανθρακωρυχεία, διαρροές κατά τη διανομή φυσικού αερίου, χωματερές (βιοαέρια).
3. **Υποξείδιο του αζώτου.** Ανθρωπογενείς πηγές: Νιτρικά λιπάσματα (παρέχουν  $N_2O$  υπό την επίδραση βακτηριδίων), αλλά και από τα οξείδια αζώτου που παράγονται κατά την καύση βενζίνης.
4. **Υδροφθοράνθρακες (HFCs).** Ανθρωπογενείς πηγές: Διαρροές ψυκτικών αερίων ψυγείων και κλιματιστικών (αντικαθιστούν πλέον τους απαγορευμένους χλωροφθοράνθρακες).
5. **Υπερφθοράνθρακες (PFCs).** Ανθρωπογενείς πηγές: Ανεπιθύμητα παραπροϊόντα κατά την παραγωγή  $Al$  και από βιομηχανίες ημιαγωγών.
6. **Εξαφθοριούχο θείο.** Ανθρωπογενείς πηγές: Διαρροές υποσταθμών διανομής ηλεκτρικού ρεύματος και από μεταλλουργίες  $Mg$  και  $Al$ .

# Συγκεντρώσεις των θερμοκηπιακών αερίων από το 0 ως το 2005 μ.Χ.



# Το μεθάνιο

- ▶ Το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) είναι το μικρότερο σταθερό μόριο υδρογονάνθρακα με ένα άτομο άνθρακα. Βρίσκεται σε αφθονία στη φύση ως κύριο συστατικό του φυσικού αερίου.
- ▶ Το μεθάνιο είναι άφθονο στο ηλιακό σύστημα.
- ▶ Η αποστολή του διαστημικού οχήματος Cassini στον Κρόνο και τους δορυφόρους του (2004–2007) αποκάλυψε λίμνες μεθανίου στην επιφάνεια του Τιτάνα, του μεγαλύτερου δορυφόρου του
- ▶ Μερικές λίμνες βρίσκονται μέσα σε κρατήρες και άλλες συνδέονται μεταξύ τους με κανάλια σαν ποτάμια.
- ▶ Η ανακάλυψη των λιμνών μεθανίου επιβεβαιώνουν τη θεωρία ότι ο Τιτάνας είναι το δεύτερο ουράνιο σώμα μετά τη Γη στο ηλιακό σύστημα, στο οποίο υφίσταται υδρολογικός κύκλος εξάτμισης – κατακρήμνισης ανάλογος με τον κύκλο του νερού στη Γη, με το μεθάνιο αντί για νερό.



# Φυσικές πηγές μεθανίου.

**Υδροτόπτοι** (Wetlands).

Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **76%**.

**Ωκεανοί.**

Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **8%**.

**Υδρίτες μεθανίου.** Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **5%**.

Προέρχεται από τη σταδιακή διάσπαση των υπεδάφινων υδριτών που αφθονούν σε περιοχές με μόνιμα παγωμένο έδαφος (permafrost) και στους πυθμένες των θαλασσών. Εφιαλτικά σενάρια υπερθέρμανσης του πλανήτη βασίζονται στην επιταχυνόμενη διάσπαση των υδριτών μεθανίου

**Τερμίτες.**

Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **11%**.

Απρόσμενη αλλά σημαντική φυσική πηγή μεθανίου.

## **Ανθρωπογενείς πηγές μεθανίου**

**Επιχώσεις απορριμμάτων:** Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **24%**.

Οι χωματερές είναι (παντού) οι σημαντικότερες ανθρωπογενείς πηγές μεθανίου.

**Εντερική ζύμωση τροφών ζώων.** Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **21%**.

Μια από τις "απρόσμενες" πηγές

**Απώλειες φυσικού αερίου.** Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **23%**

**Ανθρακωρυχεία.** Εκτιμούμενη σχετική συμβολή: **10%..**

► Φυσικά αποθέματα υδρίτη μεθανίου

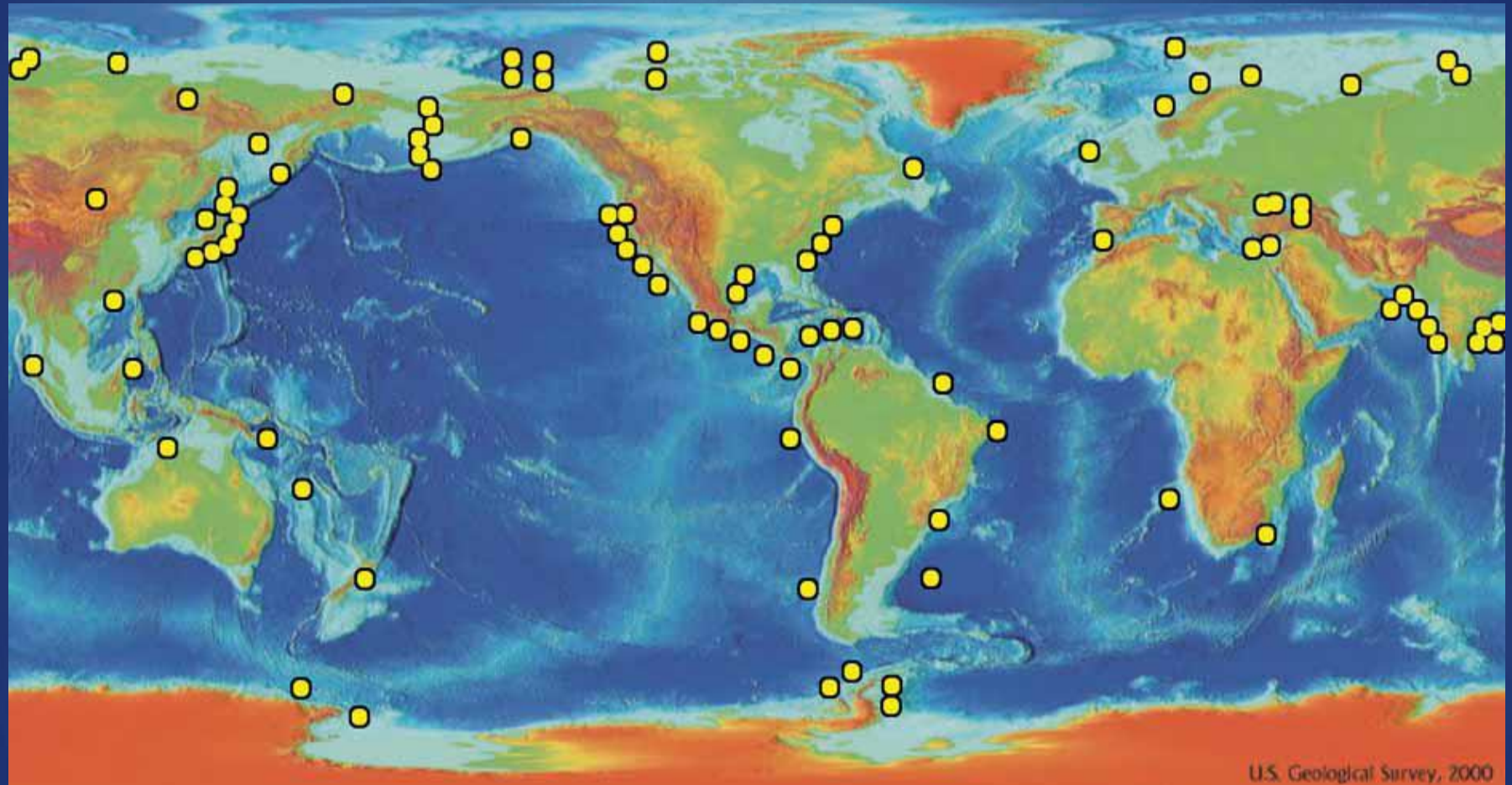
► Τεράστιες ποσότητες υδριτών μεθανίου βρίσκονται στους πυθμένες των ωκεανών ή και κάτω από αυτούς, όπως επίσης και στο μόνιμα παγωμένο έδαφος (permafrost) των πολικών περιοχών της Αλάσκας, του Καναδά και κυρίως της Σιβηρίας. Οι αποθέσεις των υδριτών μπορεί να έχουν πάχος μέχρι και μερικές εκατοντάδες μέτρα και είναι αποτέλεσμα τόσο βιολογικών δραστηριοτήτων στα ιζήματα, όσο και γεωλογικών διεργασιών.

► Εξαιτίας του συνδυασμού υψηλών πιέσεων και χαμηλών θερμοκρασιών, οι υδρίτες αυτοί διατηρούνται σταθεροί εδώ και εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια.



► Έχει προταθεί η αξιοποίηση των υδριτών μεθανίου ως εναλλακτικής πηγής φυσικού αερίου. Μόνο στους ωκεανούς εκτιμάται ότι βρίσκονται περίπου 6,4 τρισεκατομμύρια τόννοι μεθανίου στη μορφή υδριτών. Έχει εκτιμηθεί ότι η ενέργεια που εμπεριέχουν τα αποθέματα υδριτών του μεθανίου είναι σχεδόν 30 φορές μεγαλύτερη από τη συνολική ενέργεια που εμπεριέχουν τα αποδεδειγμένα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου

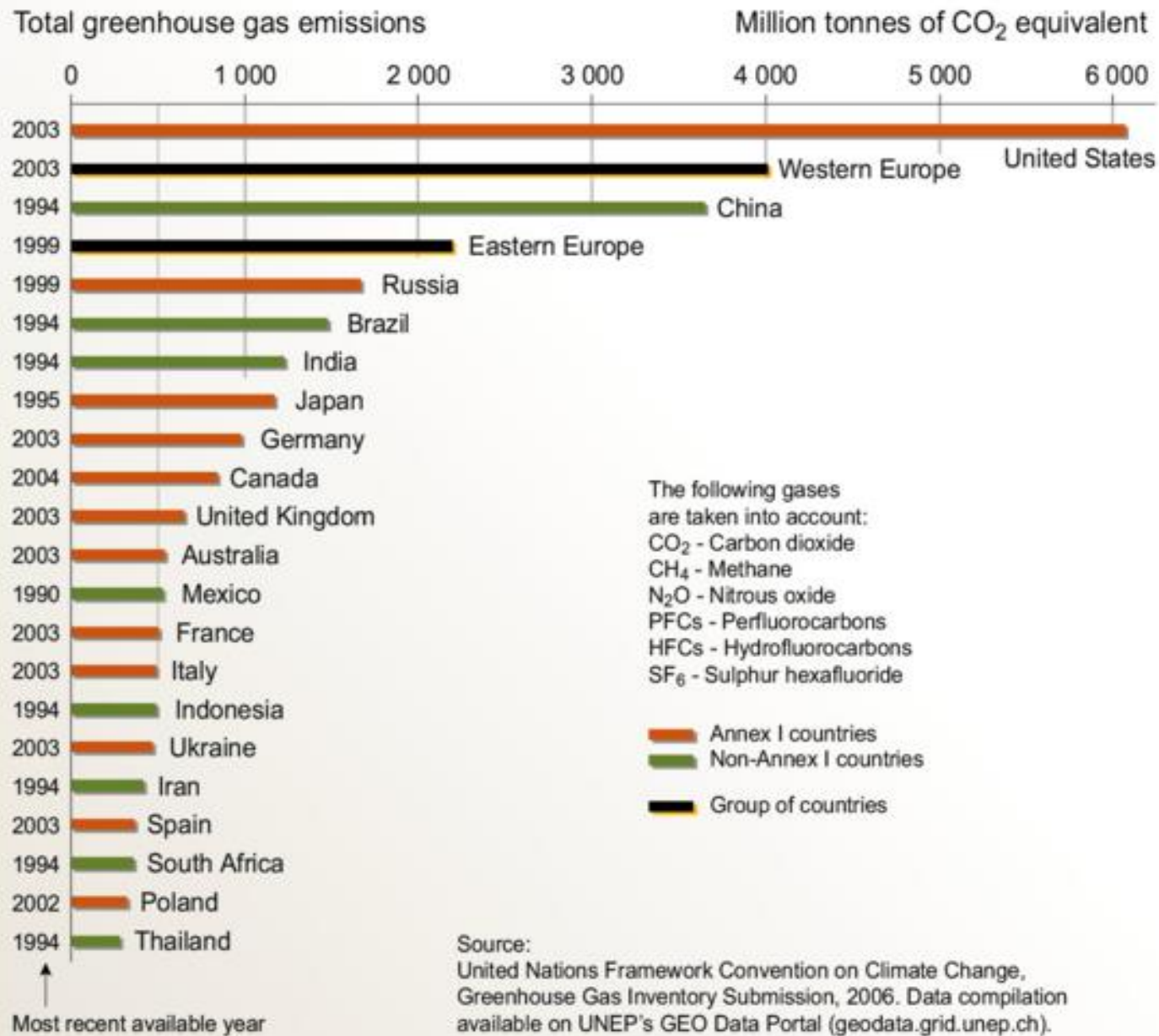
# Αποθήκες υδριτών μεθανίου



# Τα Εξαφθοριούχα δεία

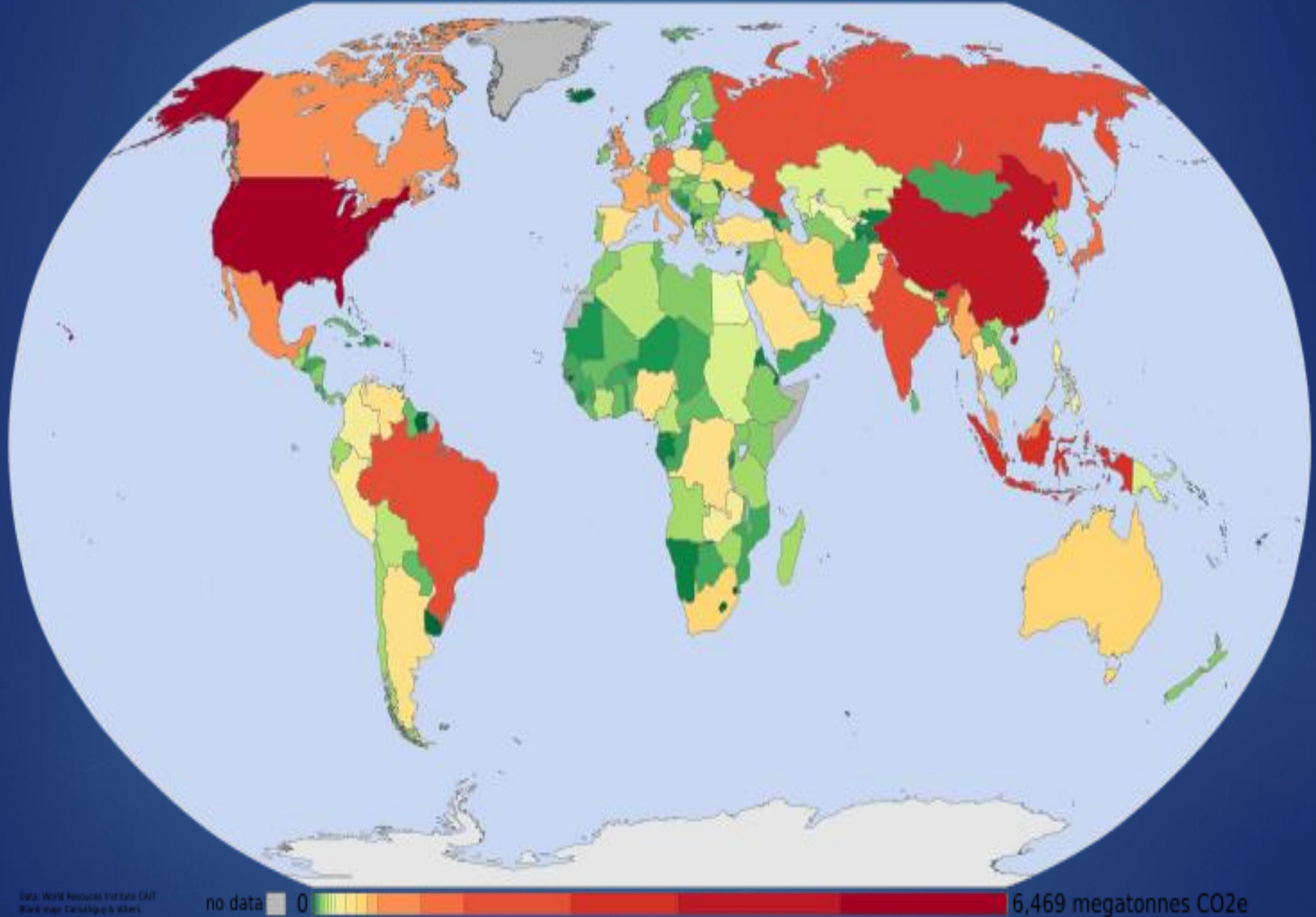
- ▶ Αν και το  $SF_6$  είναι αέριο μη τοξικό, ακίνδυνο και βρίσκεται ακόμη σε πολύ χαμηλά επίπεδα στην ατμόσφαιρα (στο σύνολό του θεωρείται ανθρωπογενούς προέλευσης), λόγω της μεγάλης δυναμικότητάς του ως "αέριο θερμοκηπίου" καταβάλλονται προσπάθειες να μειωθούν οι χρησιμοποιούμενες ποσότητές του, όπως και οι εκπομπές του από τις διάφορες χρήσεις του και κυρίως από τη βιομηχανία παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- ▶ Αν και τη "μερίδα του λέοντος" στις εκπομπές λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων κατέχει το  $CO_2$ , ιδιαίτερα δραστικά αποδείχθηκαν και άλλα αέρια τα οποία δεν δημιουργεί η φύση αλλά είναι ουσιαστικά 100% ανθρωπογενούς προέλευσης, όπως είναι διάφορα φθοροπαράγωγα υδρογονανθράκων αλλά και το  $SF_6$ .

# Top 20 greenhouse gas emitters (including land use change and forestry)



# Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά χώρα

Greenhouse gas emissions by country in 2000 (including land-use change)

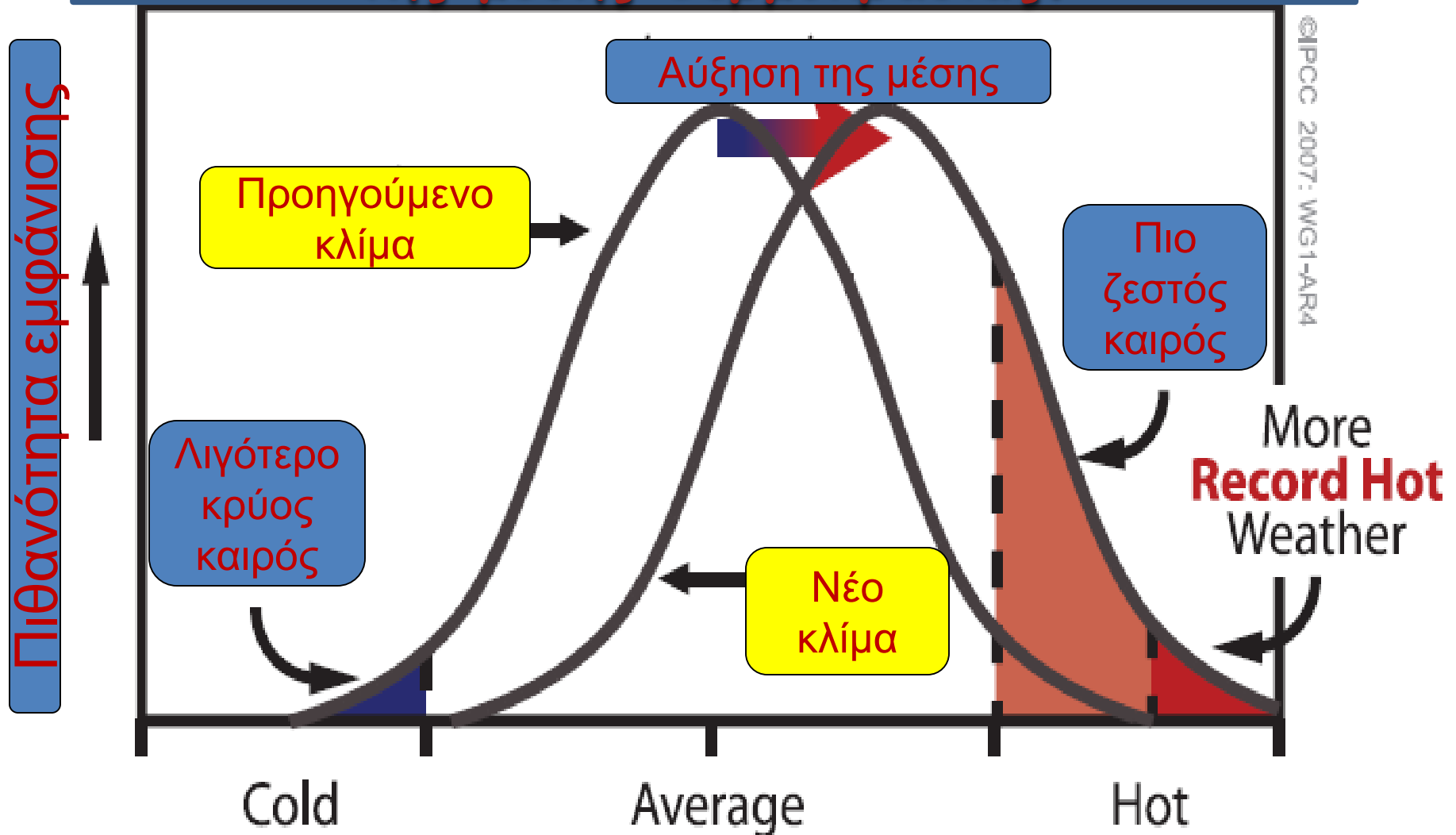


ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ  
ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΙΟΥ

ΠΟΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ..... ;

1. Αύξηση της μέσης  
θερμοκρασίας αλλά  
και των ακραίων  
θερμοκρασιών.

Διάγραμμα που δείχνει την επίδραση που έχει στις ακραίες θερμοκρασίες η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας.



Αρκτικός πολικός κύκλος

Τροπικός του καρκίνου

Ισημερινός

Τροπικός του Αιγόκερω

Ανταρκτικός πολικός κύκλος

**Αλλαγή των μέσων θερμοκρασιών σύμφωνα με το μοντέλο του GFDL (διπλασιασμός του CO<sub>2</sub> και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3,7°C μεταξύ 2000 και 2100)**

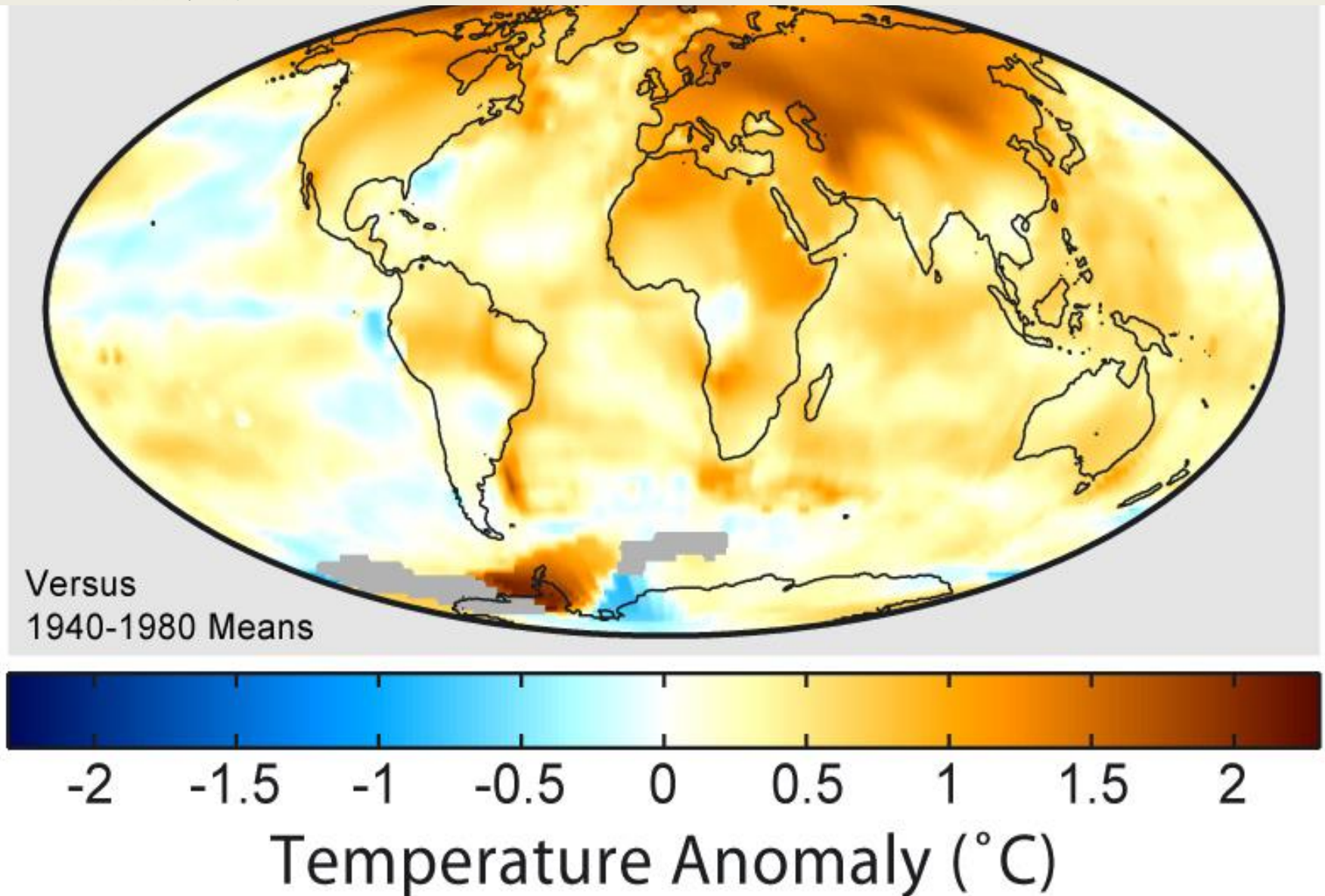
- 4,2°   0°   + 1,4°   + 2,8°   + 4,2°   + 5,6°   + 6,9°   + 15,3°C



Πηγή: Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), Πανεπιστήμιο του Πρίνστον.

**Η συνολική υπερθέρμανση του πλανήτη θ' αγγίξει κυρίως το βόρειο ημισφαίριο**

*Η παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία αυξήθηκε  $0,74 \pm 0,18$  °C κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα.*



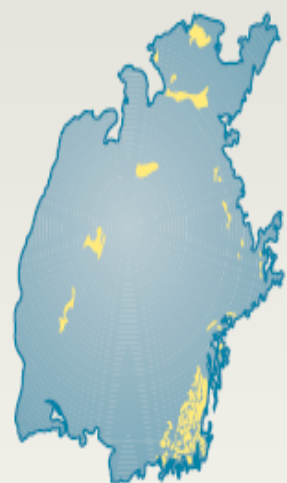
## 2. Λίμνες εξαφανίζονται

### Η λίμνη Αράλη θα εξαφανιστεί για πάντα;

Πηγές: Scientific Information Center of International Coordination Water Commission (SIC ICWC). International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS). National Aeronautics and Space Administration (NASA). United States Geological Survey (USGS). Earthshots: Satellite Images of Environmental Change, us Department of Interior, 2000, The Water Vital Graphics, UNEP-GRID Arendal, Ιούλιος 2002.

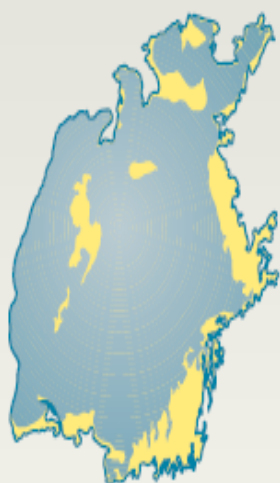
Το 1989-1990, η λίμνη Αράλη χωρίστηκε σε δύο τμήματα, τα οποία σήμερα ονομάζονται «Μικρή» και «Μεγάλη Λίμνη Αράλη»

Μεταξύ του Νοεμβρίου του 2000 και του Ιουνίου του 2001, η νήσος Βορζοζντενίγια μετατράπηκε σε χερσόνησο που συνδέεται με την ξηρά στη νότια πλευρά της



1957

σύμφωνα με έναν χάρτη



1977

εικόνα από δορυφόρο



1982

εικόνα από δορυφόρο



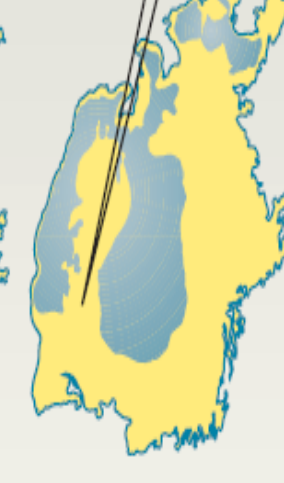
1993

σύμφωνα με έναν χάρτη



Νοέμβριος 2000

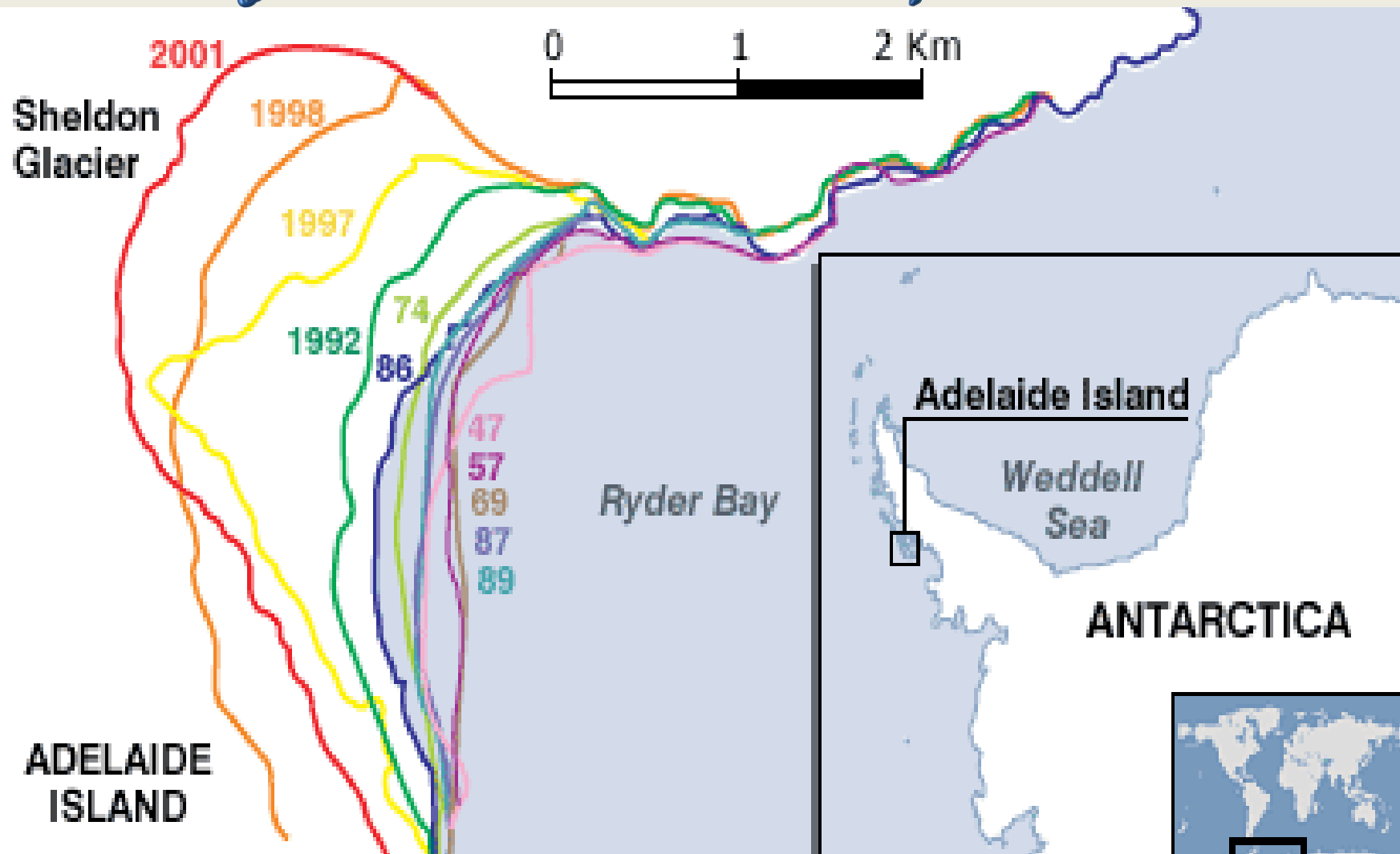
εικόνα από δορυφόρο

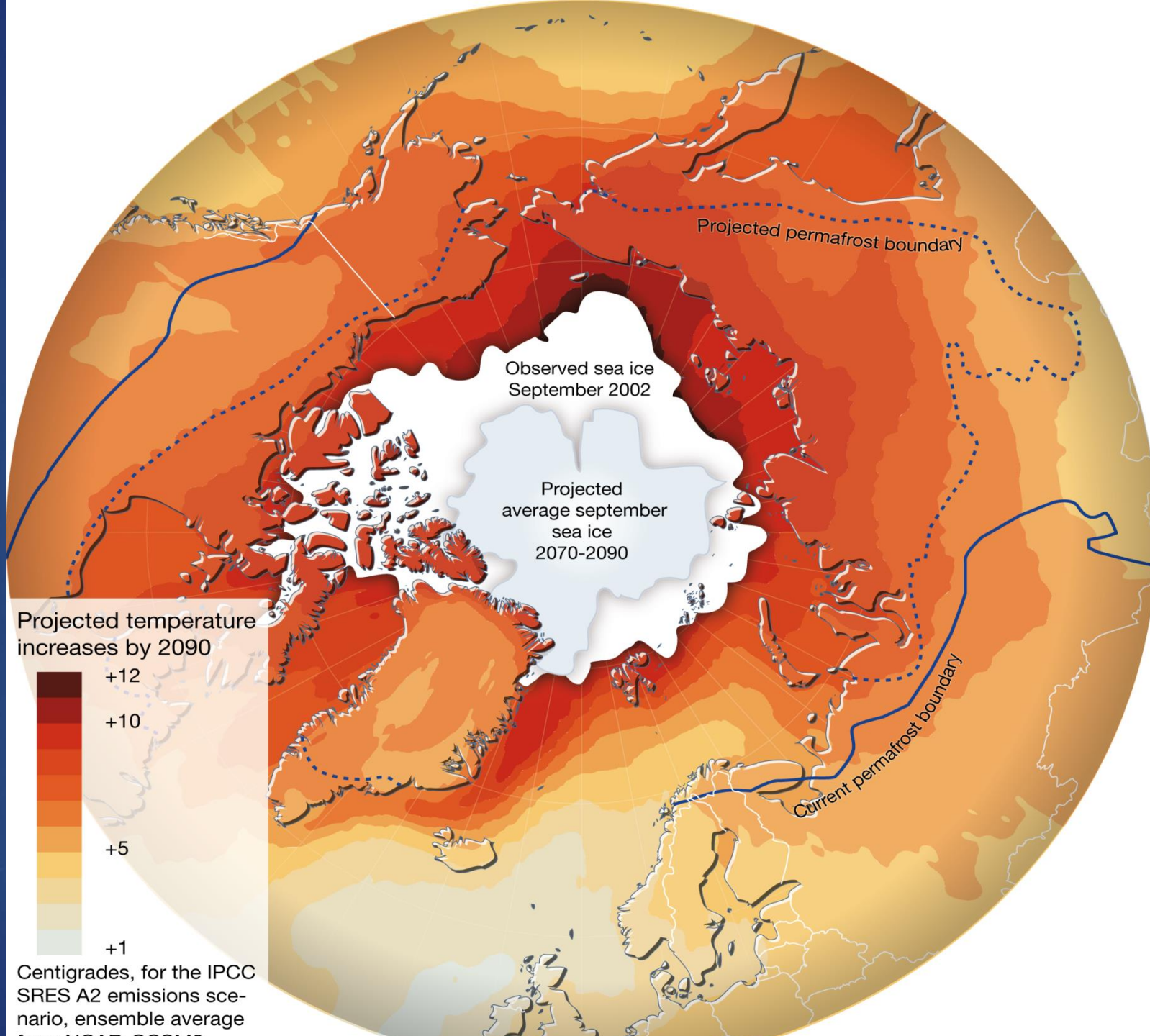


Ιούνιος 2002

εικόνα από δορυφόρο

3. Οι πάγοι λύνονται και οι  
παγετώνες υποχωρούν.

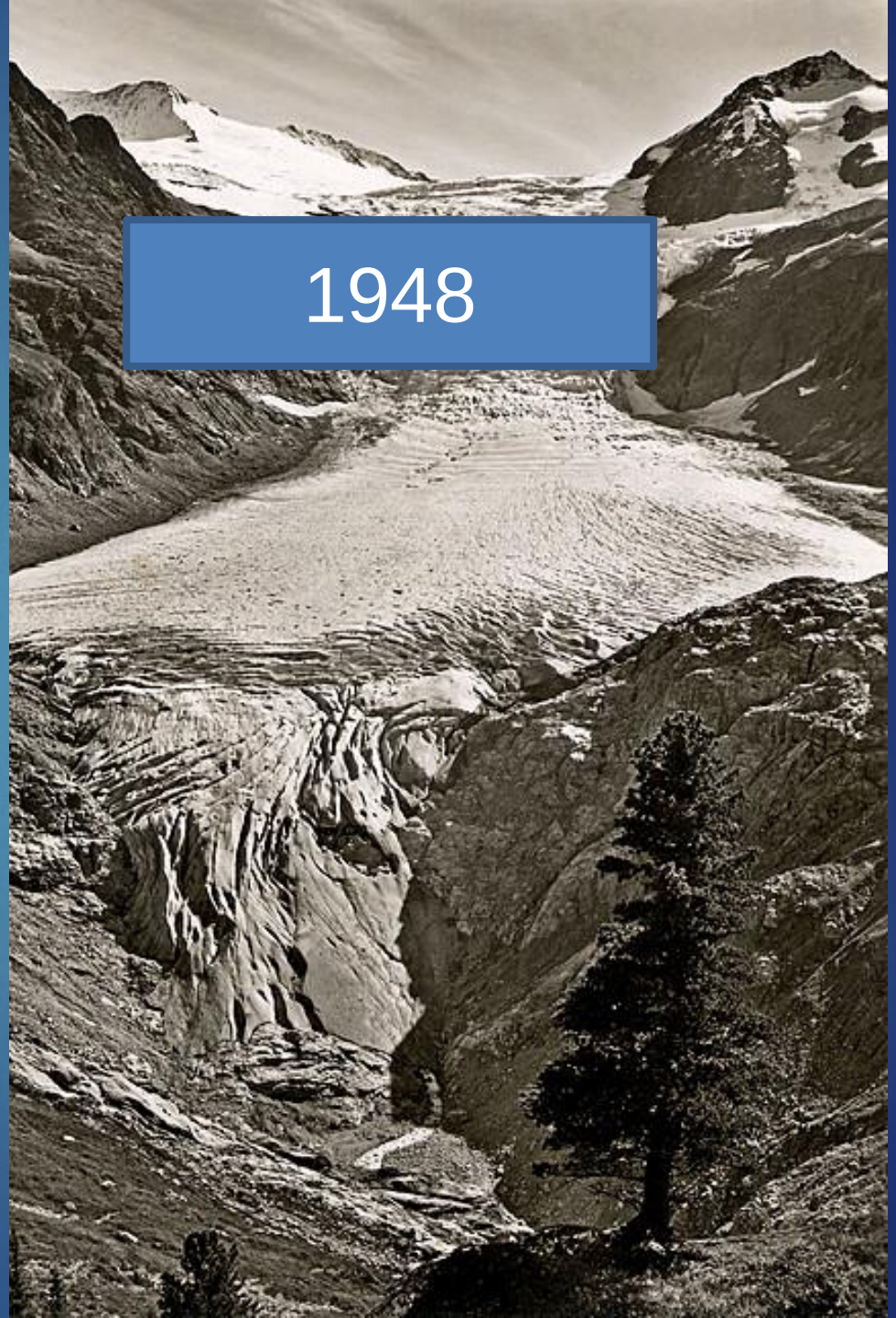




*Ο παγετώνας  
Trift στις  
Ελβετικές  
Άλπεις.*

*Φωτογραφία του  
ίδιου παγετώνα  
σε τρεις  
διαφορετικές  
χρονιές .*

1948



2002



2006







# 4. Αύξηση της στάθμης της θάλασσας-ωλυμύρες

Πιθανές συνέπειες της ανόδου της στάθμης  
του νερού της θάλασσας στο δέλτα του Νείλου



Πληθυσμός που πλήττεται: 6.100.000  
Γεωργική γη που θα κατακλυστεί (σε τ. χλμ.): 4.500

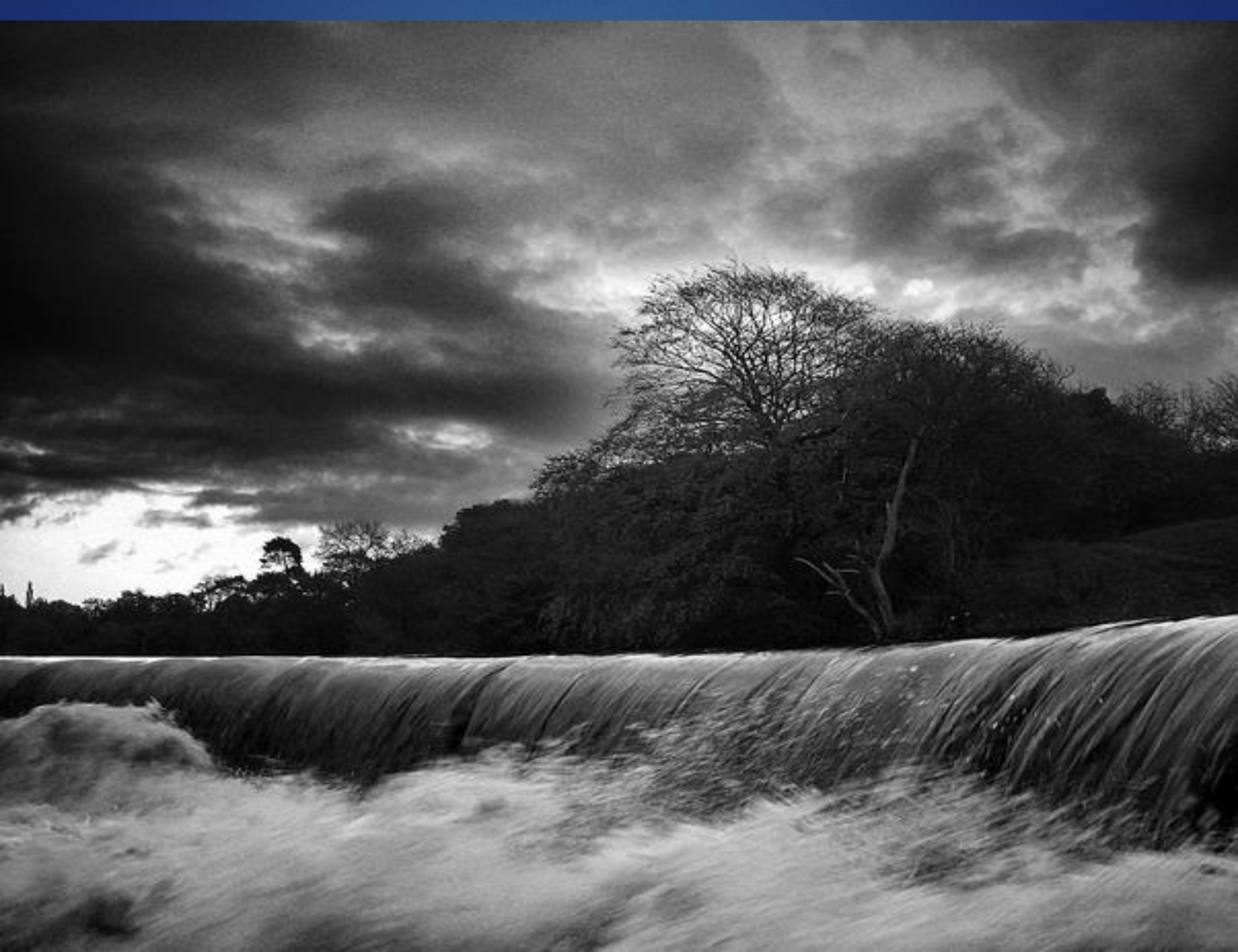


Πηγές: Otto Simonett, UNEP και GRID-Γενεύη.  
Καθηγητής G. Sestini, Πανεπιστήμιο της Φλωρεντίας.  
Κέντρο Τηλεανίχνευσης του Καΐρου, Αίγυπτος. Diercke  
Weltwirtschaftsatlas.

## 4. Ακραία καρκινά φαινόμενα





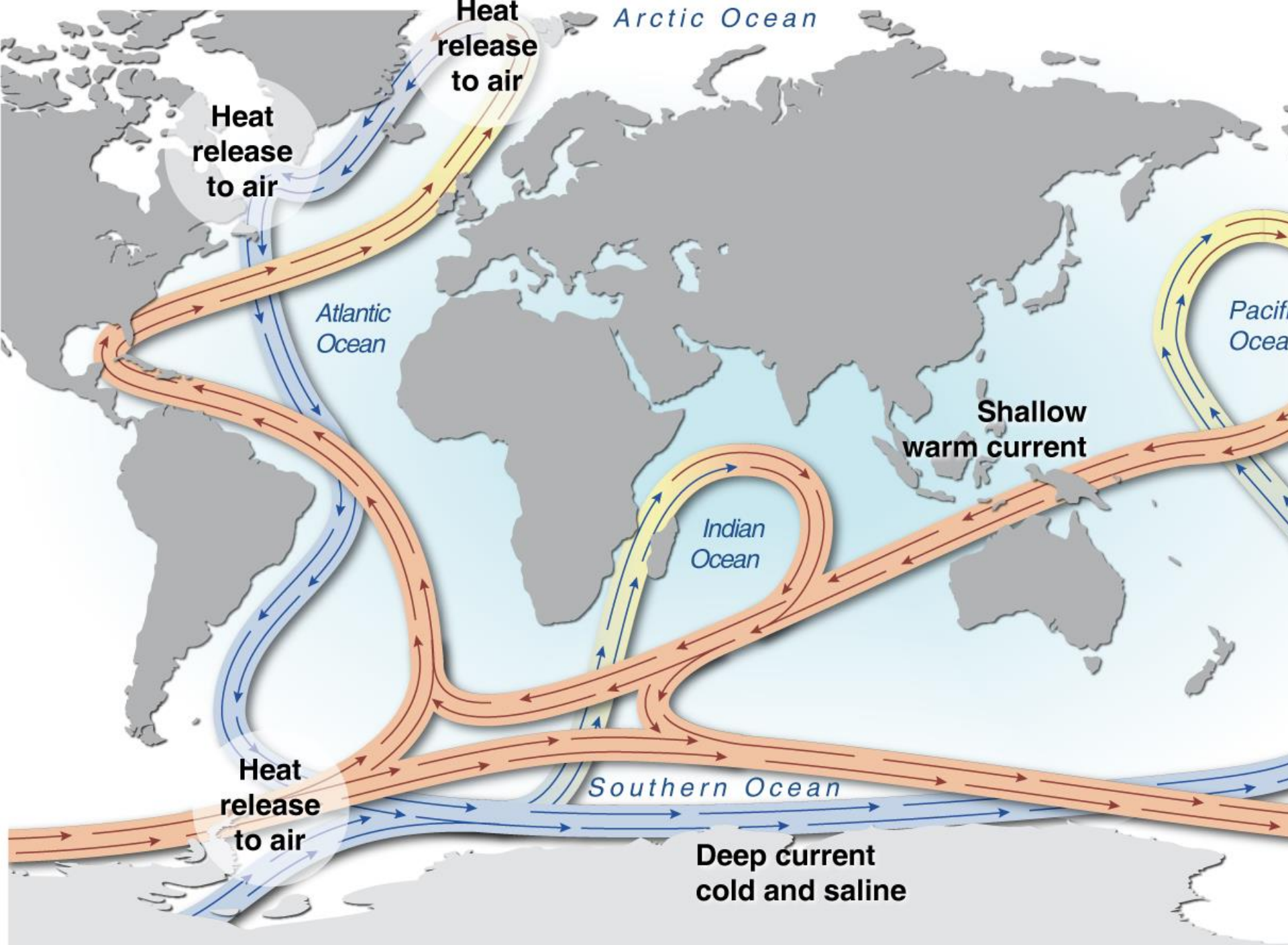


## 6. Παρατεταμένη ξηρασία - ωρκαζίες- ερημοποίηση



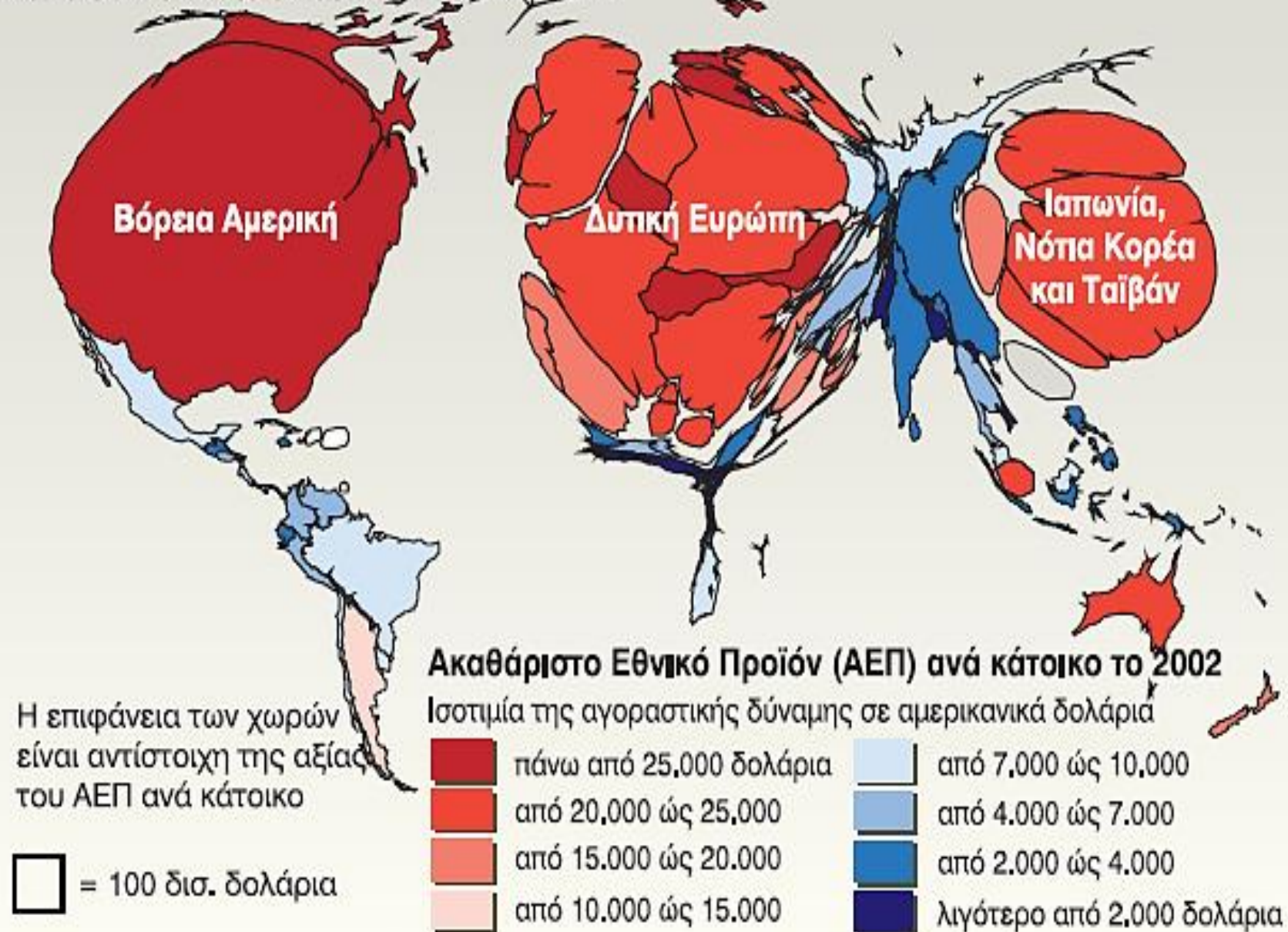


7. Αλλαγή στο κλίμα λόγω  
διατάραξης της ισορροπίας  
των θαλασσίων ρευμάτων



8. Βαθαίνει το ρήγμα  
ανάμεσα στις πλούσιες  
και τις φτωχές χώρες

Διαμόρφωση του χάρτη με κριτήριο το ΑΕΠ



Η επιφάνεια των χωρών είναι αντίστοιχη της αξίας του ΑΕΠ ανά κάτοικο

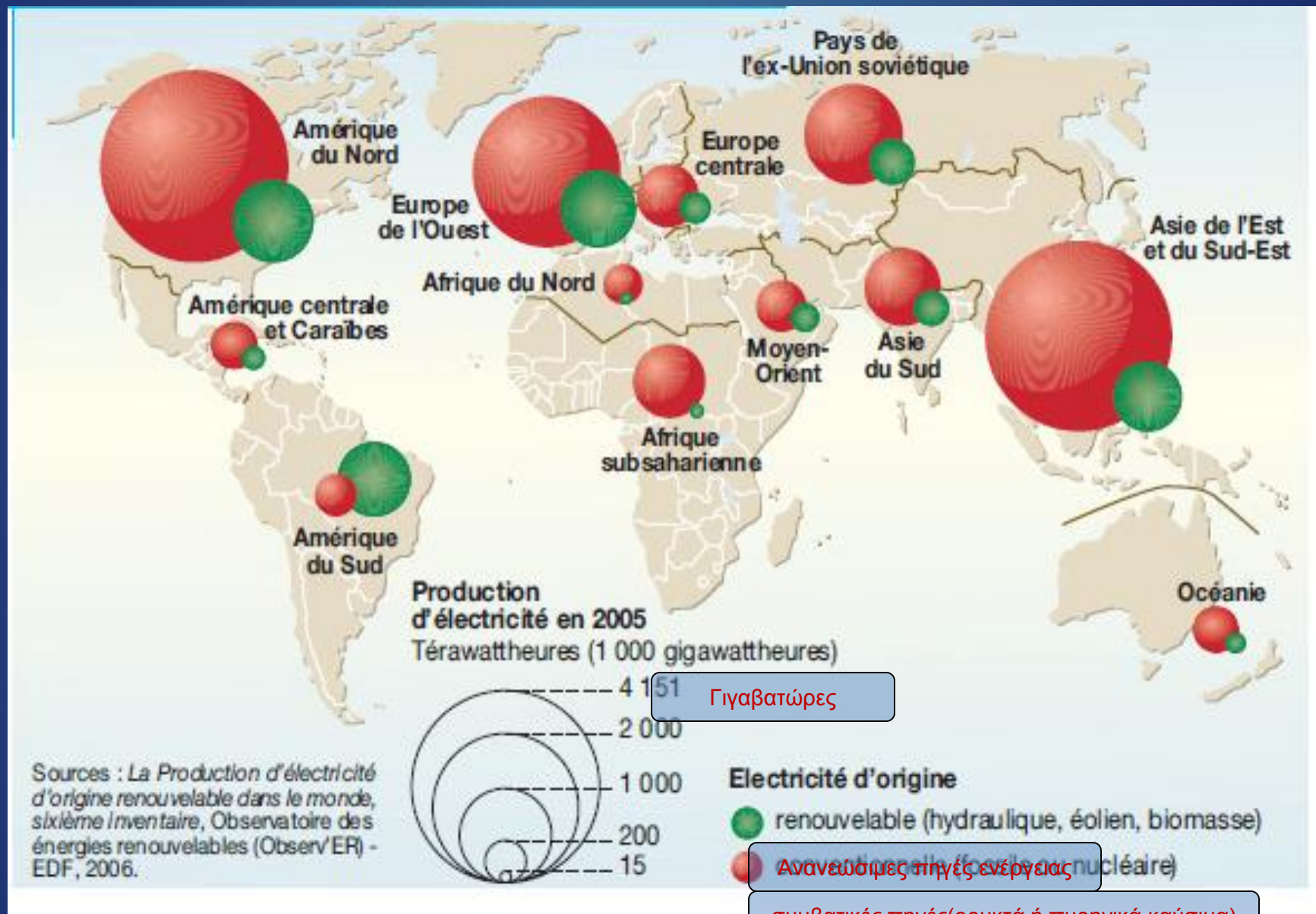
Πηγές: on line βάση δεδομένων της Παγκόσμιας Τράπεζας, Ουάσιγκτον, 2002. GRID-Arendal, Νορβηγία. Η διαμόρφωση πραγματοποιήθηκε από τον Βλαντιμίρ Τιχούνοφ, καθηγητή του τμήματος γεωγραφίας του Πανεπιστημίου της Μόσχας.



ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ  
ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΤΙΟΥ

ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΛΥΣΕΙΣ:

# Η κυριαρχία της συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας





ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ  
ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΤΙΟΥ

ΕΠΙΠΛΕΟΝ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η ισορροπία στο παγκόσμιο κλίμα εξαρτάται από τρεις παράγοντες . Δηλαδή υπάρχουν τρεις θεμελιώδεις τρόποι με τους οποίους μπορεί να αλλάξει το κλίμα της Γης .

α) Αν αλλάξει η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία.

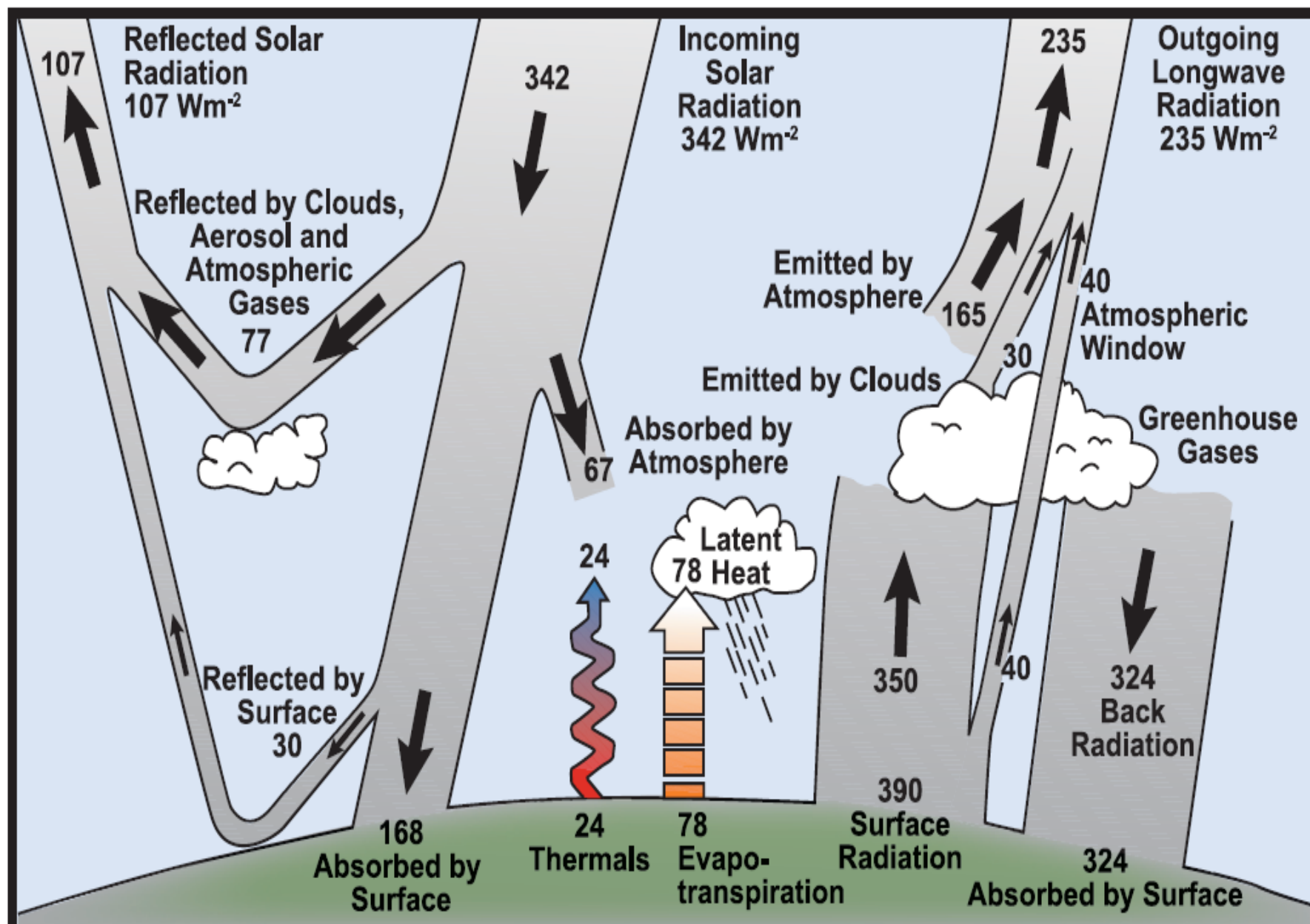
♦ Ξεκινώντας από την εναλλαγή των παγετωνικών περιόδων τα τελευταία 3 εκατομύρια χρόνια , υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ,ότι αυτές οι συνδέονται με τακτικές διακυμάνσεις της τροχιάς της Γης γύρω από τον ήλιο (κύκλοι Milankovitch).

Όμως με τον τρόπο αυτό επηρεάζεται η κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας στα γεωγραφικά πλάτη ,και δημιουργούνται έτσι οι εποχές .Δεν αλλάζει όμως παρά ελάχιστα τη συνολική ετήσια εισερχόμενη ακτινοβολία στην γη .

♦ Εξακολουθεί όμως να υπάρχει συζήτηση για την κρίσιμη τιμή ,πέρα από την οποία η ηλιοφάνεια του καλοκαιριού ,των βορείων ηπείρων δεν είναι αρκετή να λιώσουν τα χιόνια του χειμώνα ,με αποτέλεσμα να παραμένει κάθε χρόνο λεπτό στρώμα πάγου επιπλέον.Παρόμοια μονέλα έδειξαν ότι με αυτό τον τρόπο η επόμενη παγετώδης περίοδος θα είναι σε 30000 χρόνια.

♦ Από την άλλη μια άλλη πιθανή αιτία κλιματικών αλλαγών είναι οι διακυμάνσεις της παραγωγής ενέργειας από τον ήλιο .Δεδομένα συσχέτισης και μοντέλο προσομοίωσης δείχνουν ότι η ηλιακή μεταβλητότητα και η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι πιθανόν να οδήγησαν σε διακυμάνσεις του κλίματος πριν την έναρξη της βιομηχανικής εποχής.

# Εξιδανικευμένο μοντέλο του φαινομένου του θερμοκηπίου



- Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ανθρωπογενή αέρια του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνα κατά το μεγαλύτερο μέρος για την αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρείται από τα μέσα του εικοστού αιώνα, και ότι τα φυσικά φαινόμενα, όπως η ηλιακή διακύμανση και τα ηφαίστεια είχαν συμμετοχή πιθανώς σε μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας στα προβιομηχανικά έτη και μία μικρή ψυκτική επίδραση μετά το 1950.
- Κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής εποχής οι αυξήσεις των ατμοσφαιρικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου οφείλονται σε ανθρώπινο δραστηριότητες.
- Στην πραγματικότητα, η παρατηρούμενη αύξηση των ατμοσφαιρικών εκπομπών  $\text{CO}_2$  αντιπροσωπεύει μόνο το 55% διοξειδίου που απελευθερώνεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα από το 1959. Το υπόλοιπο έχει απορροφηθεί από τα φυτά στην ξηρά, και από ωκεανούς.