

Η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή

# Φυσική Περιβάλλοντος

**Δρ. Δήμητρα Παπαδάκη**



National and Kapodistrian  
University of Athens

*Department of Agricultural Development, Agrofood and  
Management of Natural Resources*

# Ακτινοβολία μέλανος σώματος

Όλα τα σώματα που βρίσκονται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός ακτινοβολούν συνεχώς ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (θερμική ακτινοβολία).

Σε περίπτωση προσπίπτουσας ακτινοβολίας, όλα τα σώματα απορροφούν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έως κάποιο βαθμό.

**Μέλαν σώμα είναι το σώμα που απορροφά πλήρως την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κάθε συχνότητας που προσπίπτει επάνω του. Αυτό σημαίνει ότι ένα τέτοιο σώμα δεν ανακλά ούτε διαχέει την προσπίπτουσα σε αυτό ακτινοβολία, ούτε αφήνει το φως να το διαπεράσει.**

Ένα μέλαν σώμα που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον, που έχει θερμοκρασία  $T$  (K), εκπέμπει επίσης ακτινοβολία, το φάσμα της οποίας εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του.

# Νόμοι του μέλανος σώματος

## Ο νόμος μετατόπισης του Wien

- μήκος κύματος  $\lambda_{\max}$ , στο οποίο το μέλαν σώμα εκπέμπει το περισσότερο ποσοστό της ακτινοβολουμένης ισχύος.

Ο νόμος του Wien

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2,90 \cdot 10^{-3}$$

- Με την βοήθεια αυτού του νόμου βρήκαμε την θερμοκρασία της επιφάνειας του ήλιου, περίπου 6.000 K.

# Νόμοι του μέλανος σώματος

## Ο νόμος των Stefan - Boltzmann

- Οι **Stefan - Boltzmann**, διαπίστωσαν ότι η αφητική ικανότητα  $A$ , που είναι το πηλίκο της συνολικής ακτινοβολούμενης ισχύος ενός μέλανος σώματος προς το εμβαδόν της επιφάνειάς του  $S$ , είναι ανάλογη προς την τέταρτη δύναμη της απόλυτης θερμοκρασίας του σώματος:
- $A = \sigma T^4$ , όπου  $\sigma$  είναι μία θεμελιώδης φυσική σταθερά, γνωστή ως σταθερά των Stefan - Boltzmann.
- Στην πράξη ο νόμος αυτός των Stefan - Boltzmann μας λέει ότι σε οποιαδήποτε θερμοκρασία  $T$  και αν βρίσκεται ένα σώμα θα εκπέμπει ακτινοβολία, σε κάποια περιοχή του φάσματος. Ακόμη και στην θερμοκρασία  $T=273 \text{ K}$ , εκπέμπει κάποια ακτινοβολία. Βέβαια κάθε σώμα όχι μόνο εκπέμπει αλλά και απορροφά ακτινοβολία.

# Εισαγωγικά Στοιχεία

- Για να διατηρηθεί σταθερό κλίμα στη Γη, πρέπει να υπάρχει ισορροπία στην ακτινοβολία που δέχεται και αυτή που εξέρχεται. Από αυτό το ισοζύγιο μπορούμε να υπολογίσουμε την ενεργό θερμοκρασία  $T_e$  της Γης
- Η ολική ακτινοβολία  $E_s$  που εκπέμπεται από τον Ήλιο ανά μονάδα χρόνου (εφόσον θεωρηθεί μέλαν σώμα) δίνεται από την  $\sigma T_s^4$  επί την επιφάνεια του δίσκου

$$E_s = 4\pi R_s^2 \sigma T_s^4$$

Η Γη δέχεται ακτινοβολία απο τον Ηλιο και επανεκπεμπει, μέρος της γήινης ακτινοβολίας παγιδεύεται απο τα θερμοκηπικά αέρια GHG και επιστρέφει πίσω στην επιφάνεια της Γης αυξάνοντας την θερμοκρασία της. Το φαινόμενο αυτό είναι σημαντικό γιατι διατηρει την θερμοκρασία της Γης πανω απο τους 0 βαθμούς

# ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι ακτίνες του ηλίου παγιδεύονται και αντανακλώνται στη Γη με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων, ονομάζεται *φαινόμενο του θερμοκηπίου*.

- Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι: διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), όζον ( $\text{O}_3$ ), χλωροφθοράνθρακες (CFS), μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ).
- Χρήσιμο, γιατί χωρίς αυτό δε θα υπήρχε ζωή στον πλανήτη.
- Τα τελευταία χρόνια επικίνδυνο λόγω αύξησης των «αερίων του θερμοκηπίου».

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- Πυρκαγιές και μείωση των δασών
- Αλόγιστη χρήση πετρελαίου και άνθρακα
- Αύξηση των καυσαερίων των οχημάτων και των βιομηχανιών
- Αυξημένη χρήση λιπασμάτων



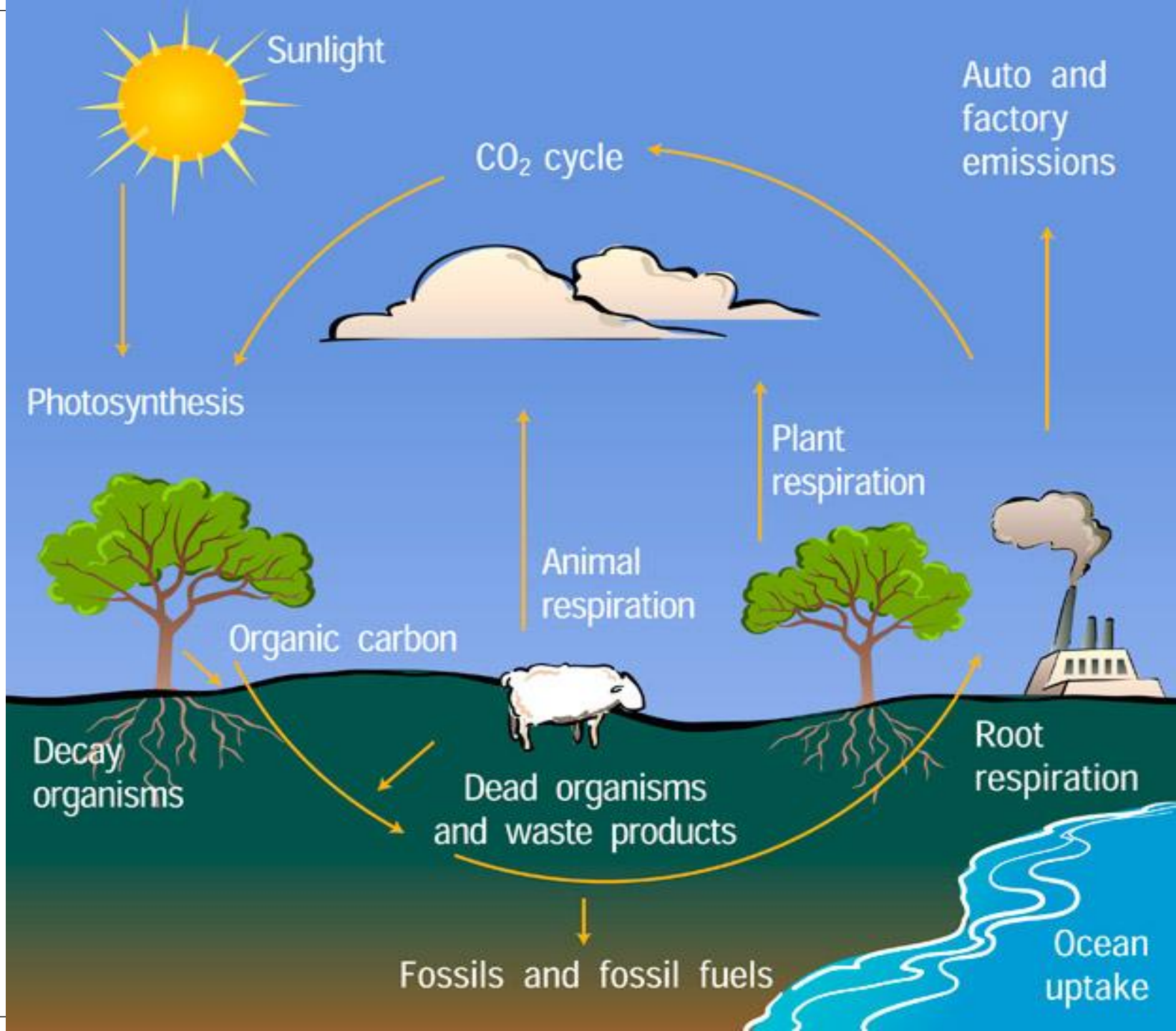


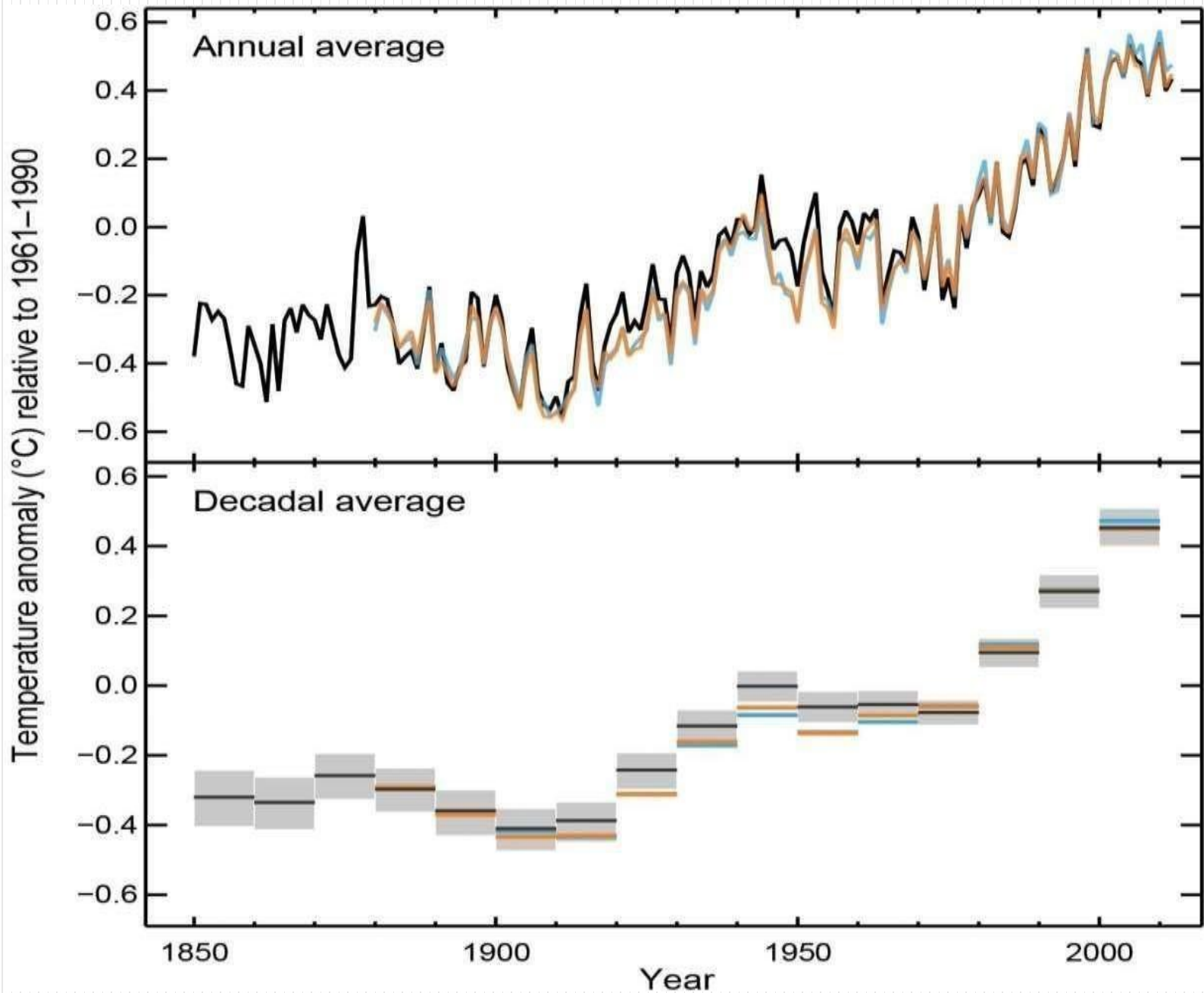
# ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- Μείωση απορρόφησης άνθρακα από ωκεανούς
- Μείωση απορρόφησης άνθρακα από δάση
- Σταδιακό λιώσιμο πάγων
- Αύξηση της στάθμης των θαλασσών από 20- 40 εκατοστά.
- Αύξηση της θερμότητας των θαλασσών
- Αύξηση του πλήθους των εντόμων
- Εξαφάνιση πολλών θαλάσσιων ειδών
- Αύξηση βροχών και χιονοπτώσεων, σε κάποιες περιοχές και επικίνδυνη μείωση σε άλλες.
- Λειψυδρία
- Πλημμύρες πολλών δέλτα ποταμών
- Συρρίκνωση ποταμών
- Φονικοί τυφώνες

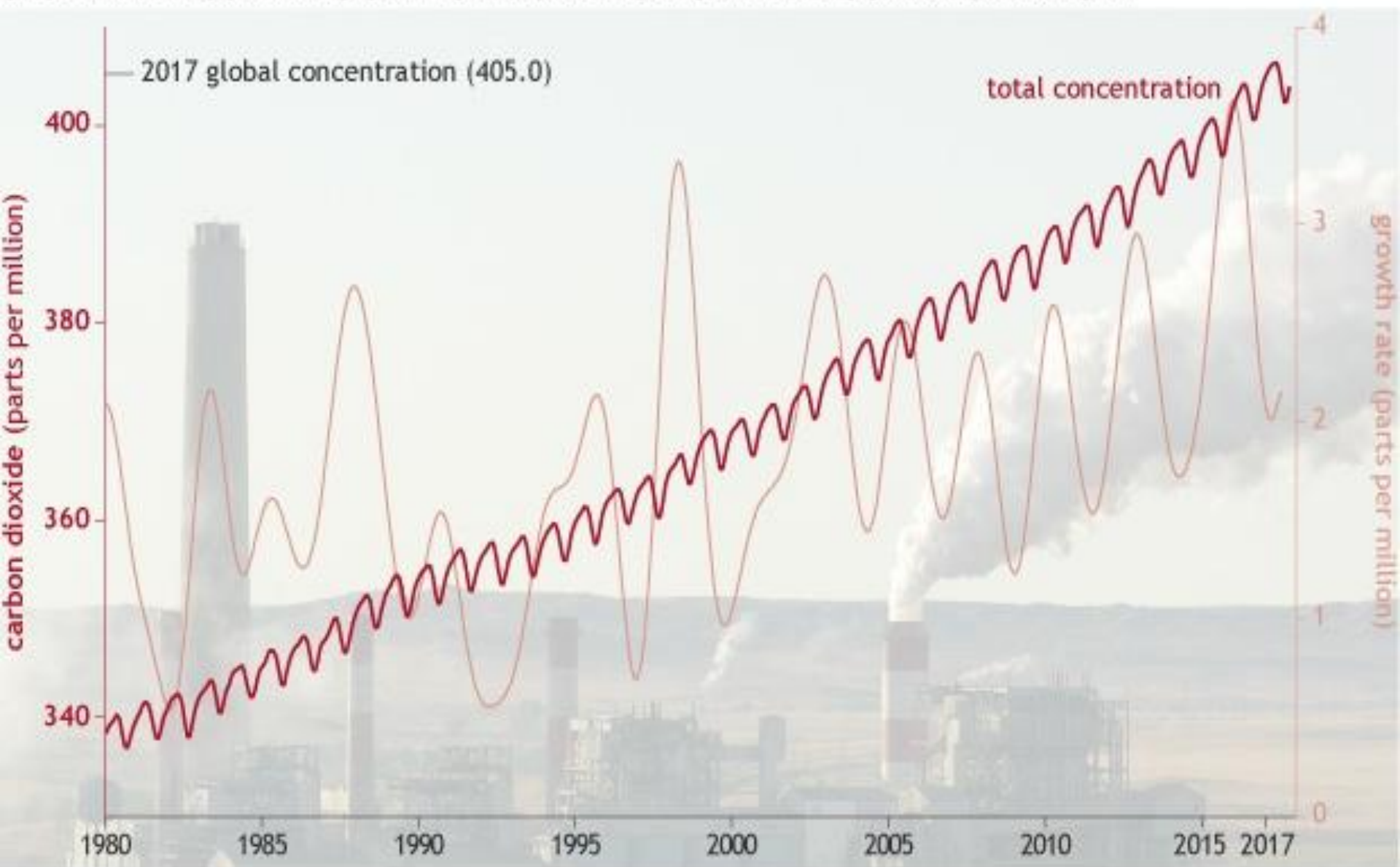


**ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ**





# GLOBAL ATMOSPHERIC CARBON DIOXIDE SETS NEW RECORD HIGH IN 2017

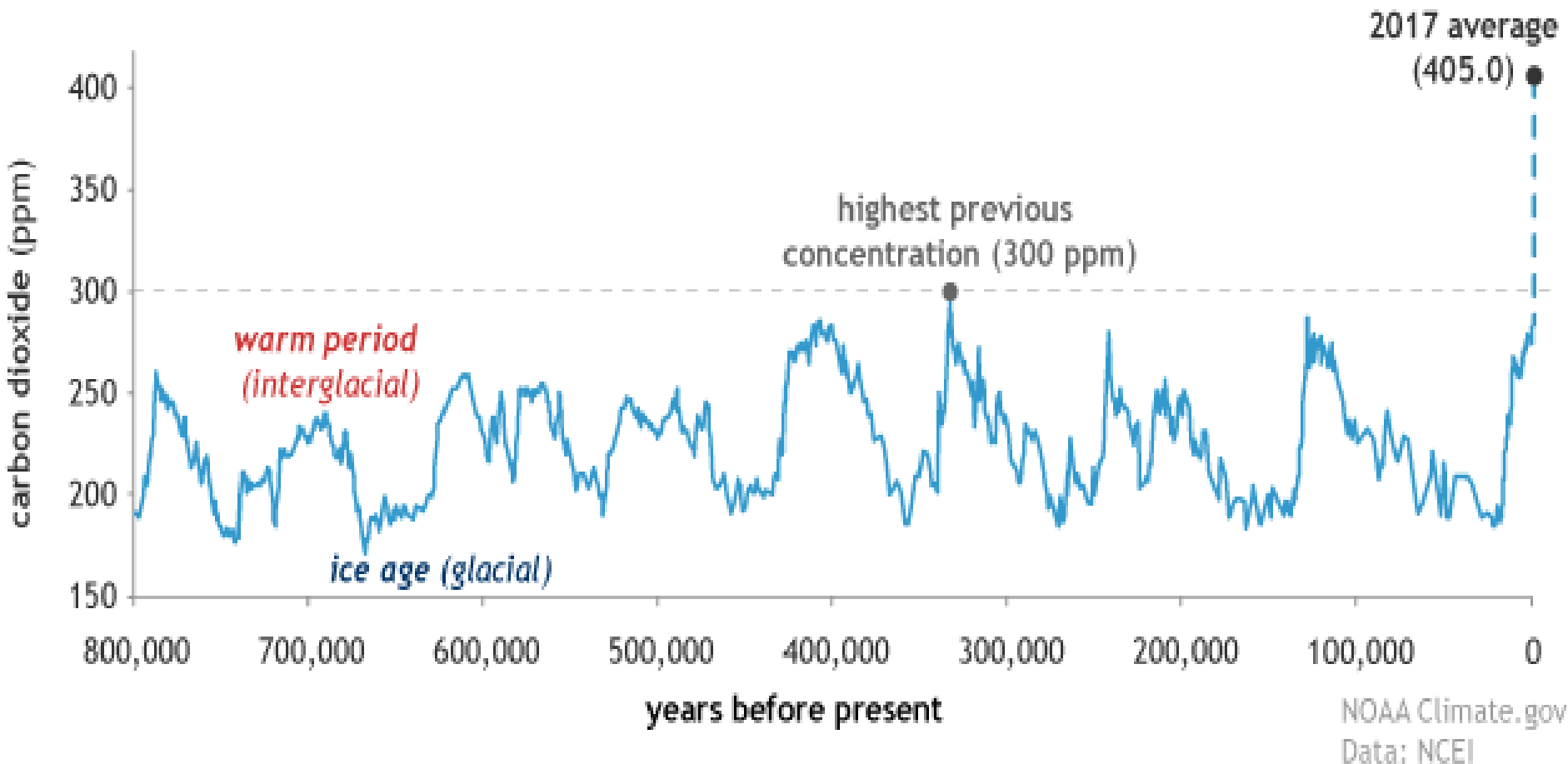


NOAA Climate.gov, adapted from State of the Climate 2017

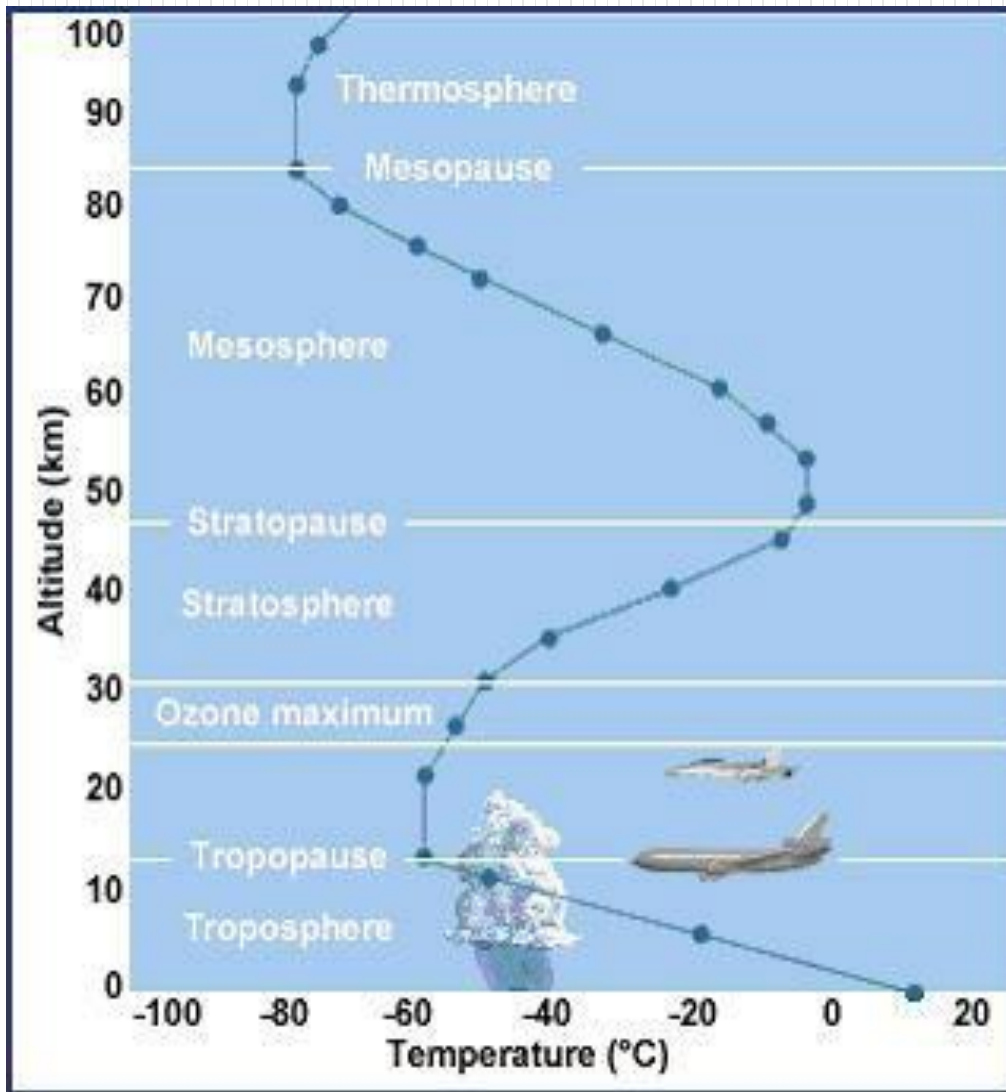
Source: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

Στο παρελθόν;

CO<sub>2</sub> during ice ages and warm periods for the past 800,000 years



Source: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>



# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

- 99% της ηλιακής ακτινοβολίας < 4.0 μm (μικρού μήκους κύματος)
- 99% της γήινης ακτινοβολίας > 4.0 μm (μεγάλου μήκους κύματος ή θερμική ακτινοβολία)
- H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CFCs: Απορροφούμενα γήινη ακτινοβολία



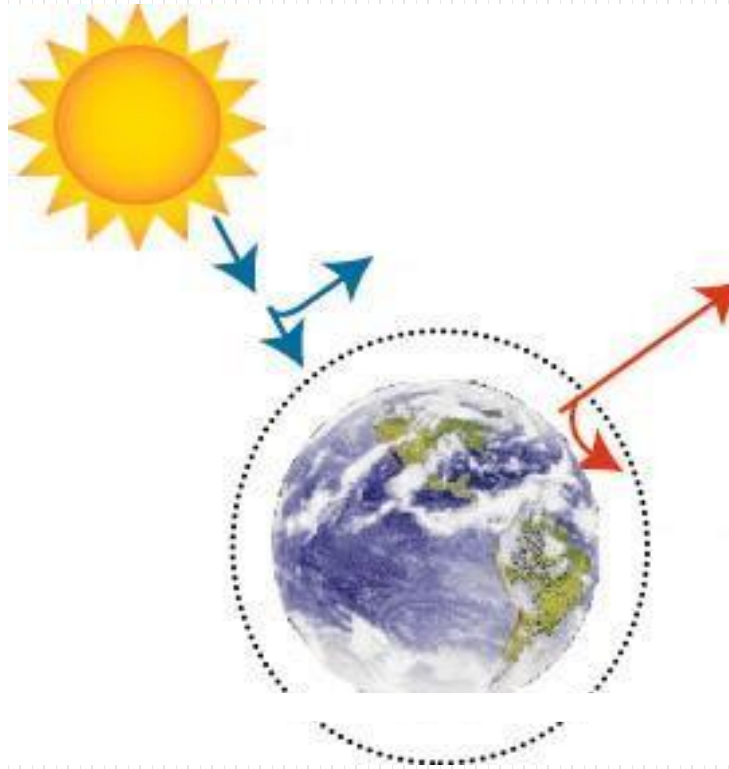
# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

- Ο όρος χρησιμοποιήθηκε αρχικά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και δεν είχε οποιαδήποτε αρνητική έννοια.
- Από τα μέσα της δεκαετίας του 1950 ο όρος συνδυάστηκε με *την ανησυχία σχετικά με την αλλαγή του κλίματος*.
- Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης θα ήταν πολύ πιο χαμηλή
- Η ηλιακή ακτινοβολία που θερμαίνει την επιφάνεια της Γης, και η θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης και την ατμόσφαιρα προς το διάστημα πρέπει να βρίσκονται σε ισορροπία.

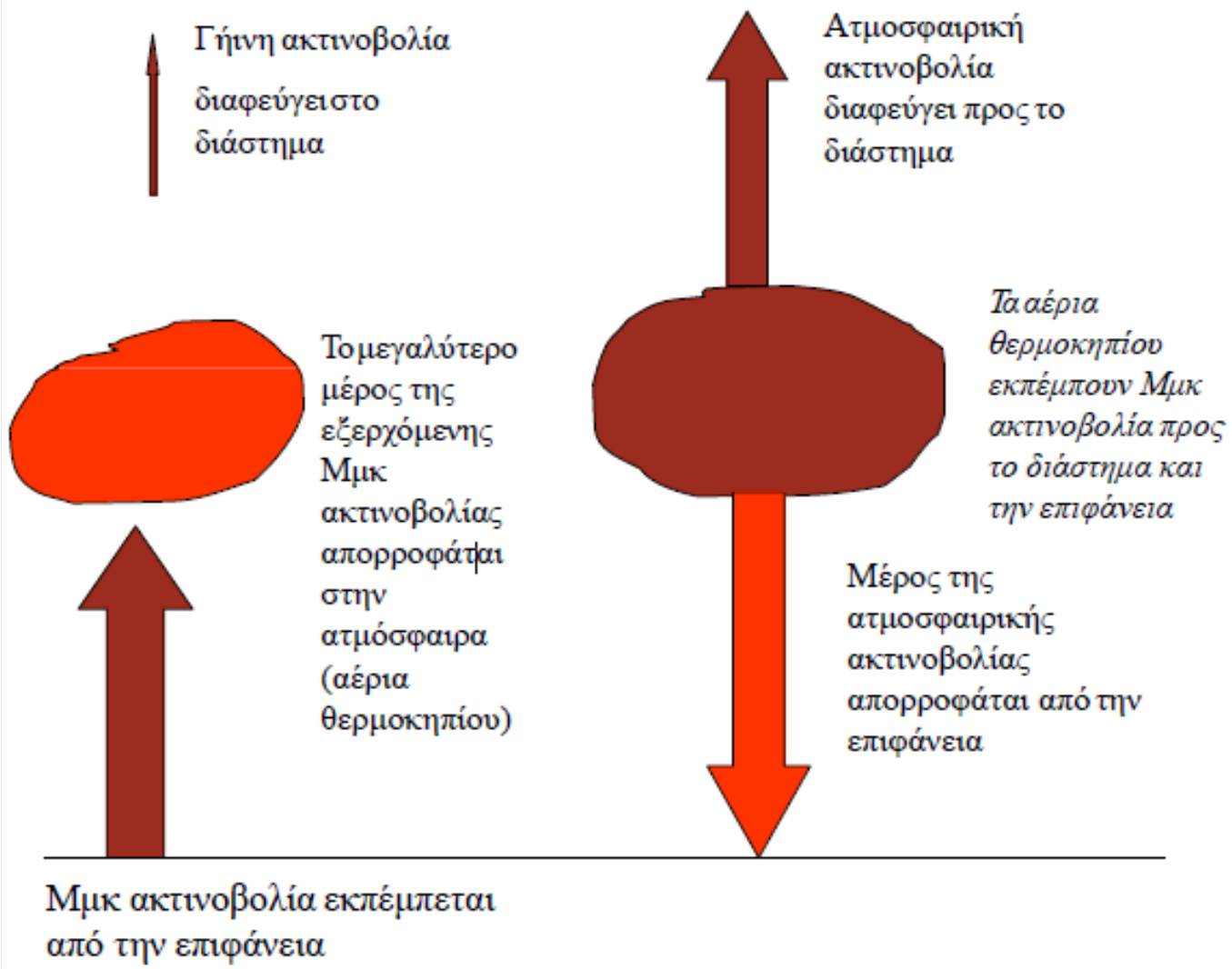


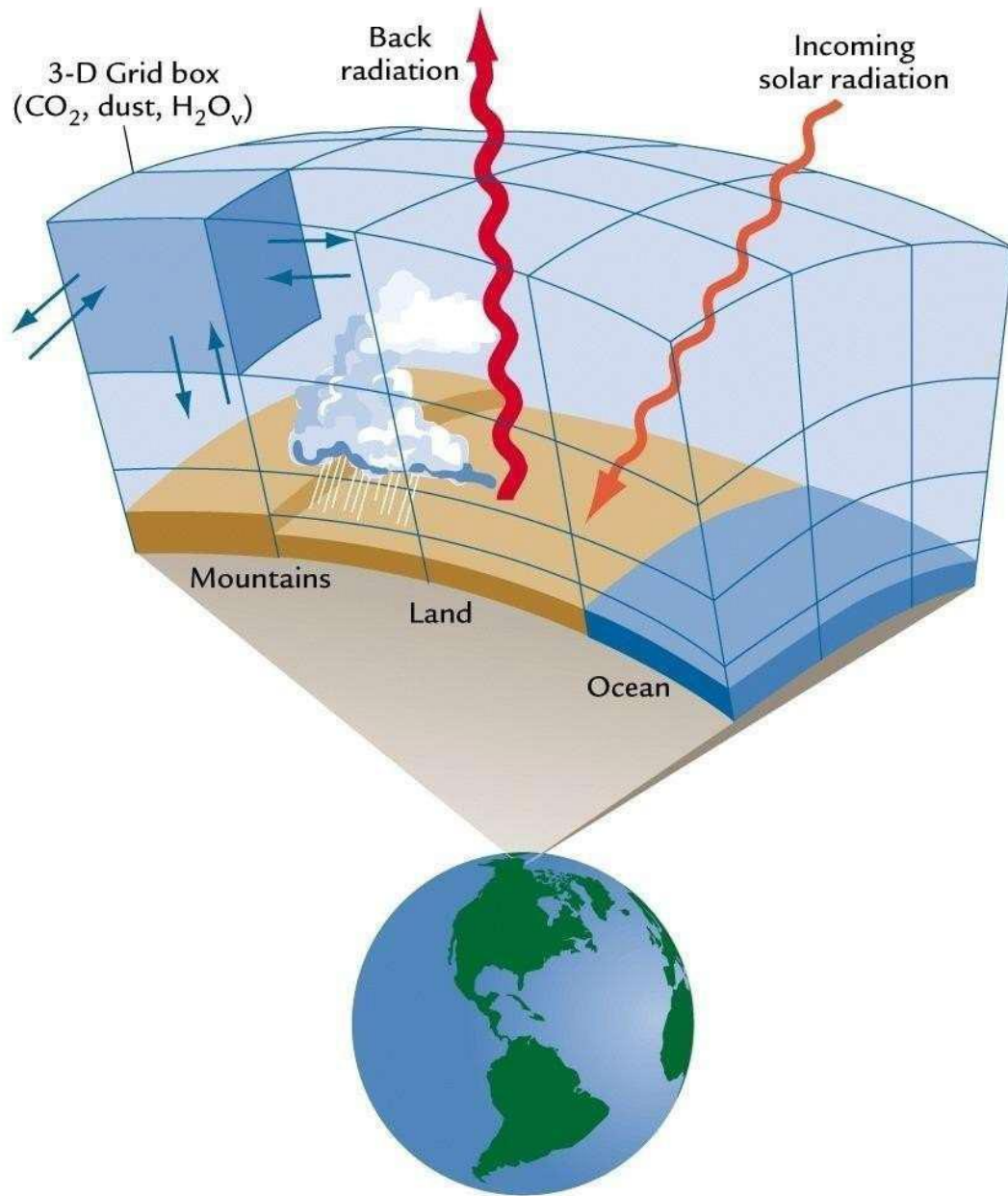
# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Η φυσική διαδικασία κατά την οποία η εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία απορροφάται από τα αέρια θερμοκηπίου και επανεκπέμπεται προς τη Γη.

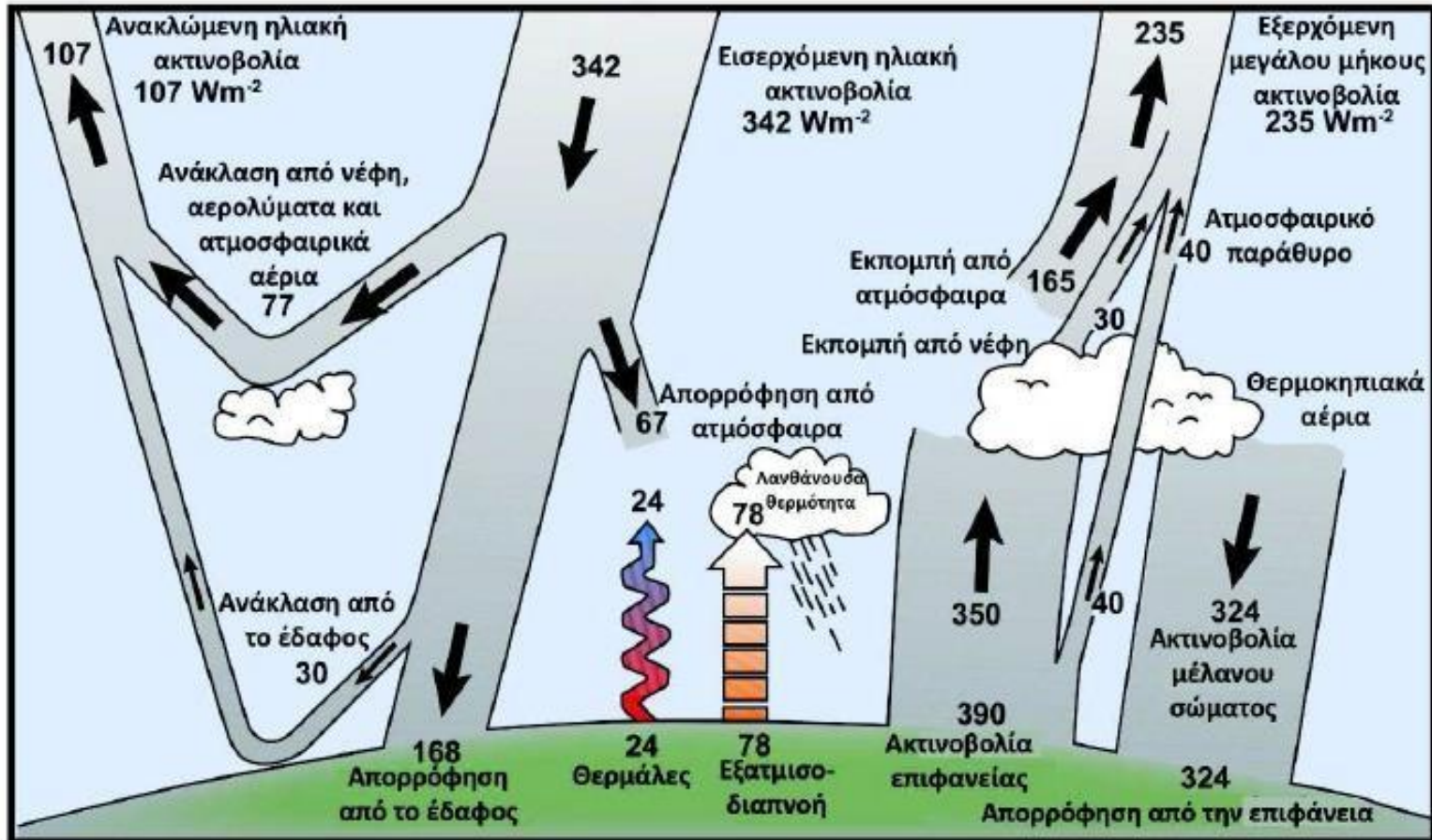


***Χωρίς αυτό, η μέση θερμοκρασία στη γη θα ήταν  $-19^{\circ}\text{C}$ , ενώ αυτή τη στιγμή φθάνει τους  $+15^{\circ}\text{C}$ .***





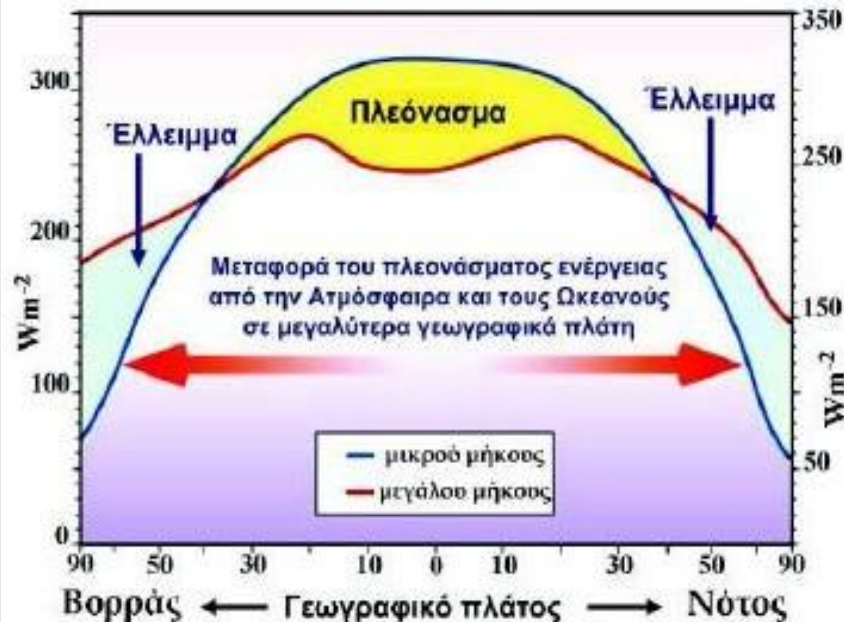
# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου



Εκτίμηση του μέσου ετήσιου ισοζυγίου ενέργειας του πλανήτη. Το ποσό εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, που απορροφάται από την επιφάνεια και την ατμόσφαιρα, είναι σε ισορροπία με την εξερχόμενη θερμική ακτινοβολία από την επιφάνεια και την ατμόσφαιρα (από IPCC, 2007).

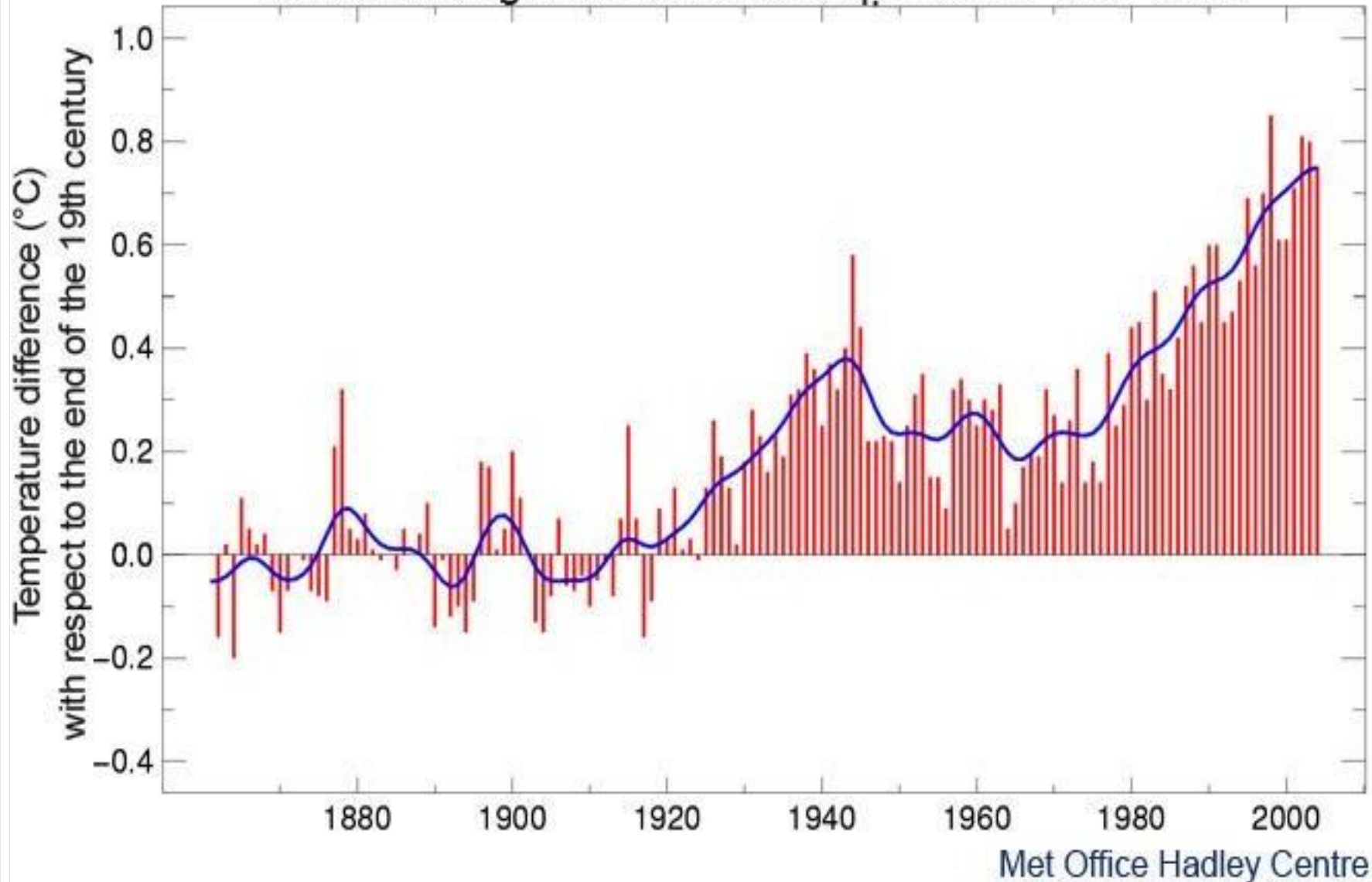
# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

- Η **τροποποίηση στο ισοζύγιο ακτινοβολίας** μετριέται σε μονάδες  $Wm^{-2}$  και εκφράζει την ποσότητα (θετική ή αρνητική) της ενέργειας που παρακρατείται από το σύστημα, λόγω κάποιας μεταβολής.
- **Θετική μεταβολή** στο ισοζύγιο ακτινοβολίας επιφέρει **θέρμανση**, ενώ η **αρνητική μεταβολή** προκαλεί **ψύξη**.





# Global average near-surface temperatures 1861–2004



Έντονη θέρμανση του πλανήτη  
από το 1975

# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Ο ρυθμός αύξησης του ισοζυγίου ακτινοβολίας που οφείλεται στα **θερμοκηπιακά αέρια** είναι μικρότερος την τελευταία δεκαετία σε σχέση με το 1970 και το 1980 εξαιτίας του περιορισμού της αύξησης της συγκέντρωσης των θερμοκηπιακών αερίων, εκτός του  $\text{CO}_2$ .

Το **όζον** ( $\text{O}_3$ ) και οι **στρατοσφαιρικοί υδρατμοί** συνεισφέρουν εξίσου στην ανθρωπογενή επίδραση της μεταβολής του ισοζυγίου ακτινοβολίας. Οι μετρήσεις του  $\text{O}_3$  **φανερώνουν αύξηση της συγκέντρωσής του από το 1990**.

Το κλάσμα  $\text{CO}_2$  που μεταβάλλει το ισοζύγιο ακτινοβολίας θα πρέπει να αποδοθεί σε ένα βαθμό και στο  $\text{O}_3$ , όχι μόνο στις απευθείας εκπομπές  $\text{CO}_2$ . Το τροποσφαιρικό  $\text{O}_3$  έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στη βλάστηση, άρα και στην πρόσληψη  $\text{CO}_2$ . Αυτό οδηγεί σε **αύξηση του ατμοσφαιρικού  $\text{CO}_2$**

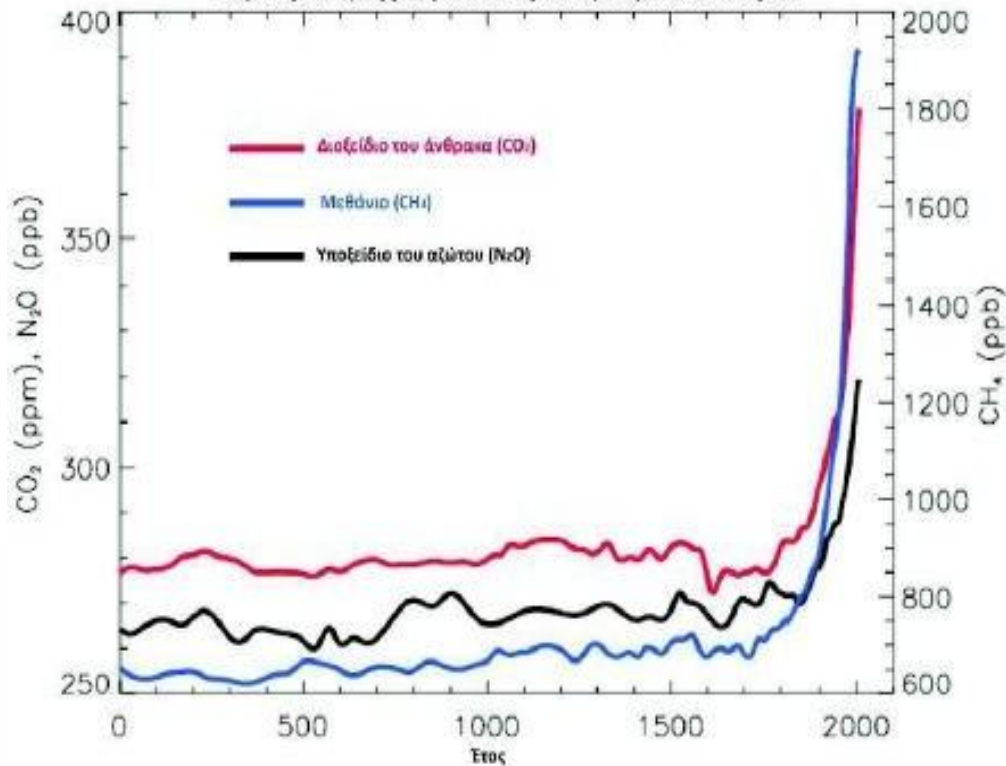
Η μεταβολή στο ισοζύγιο ακτινοβολίας από τα **αερολύματα** οφείλεται στις **αλληλεπιδράσεις τους με την ακτινοβολία και με τα νέφη**.

Η **αλληλεπίδραση των αερολυμάτων με τον άνθρακα** επιφέρει **μείωση στο ισοζύγιο ακτινοβολίας**.

# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

- ❑ Οι αυξήσεις της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> ποτέ δεν υπερέβησαν τα 30 ppm ανά 1000 έτη, ενώ τώρα το CO<sub>2</sub> έχει αυξηθεί 30 ppm τα τελευταία 17 έτη.
- ❑ Οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει το 30% των εκπομπών ανθρωπογενούς CO<sub>2</sub> προκαλώντας την οξίνισή τους. Το pH της επιφάνειας των ωκεανών έχει μειωθεί.

Συγκεντρώσεις θερμοκηπιακών αερίων την περίοδο 0-2005 μ.Χ.

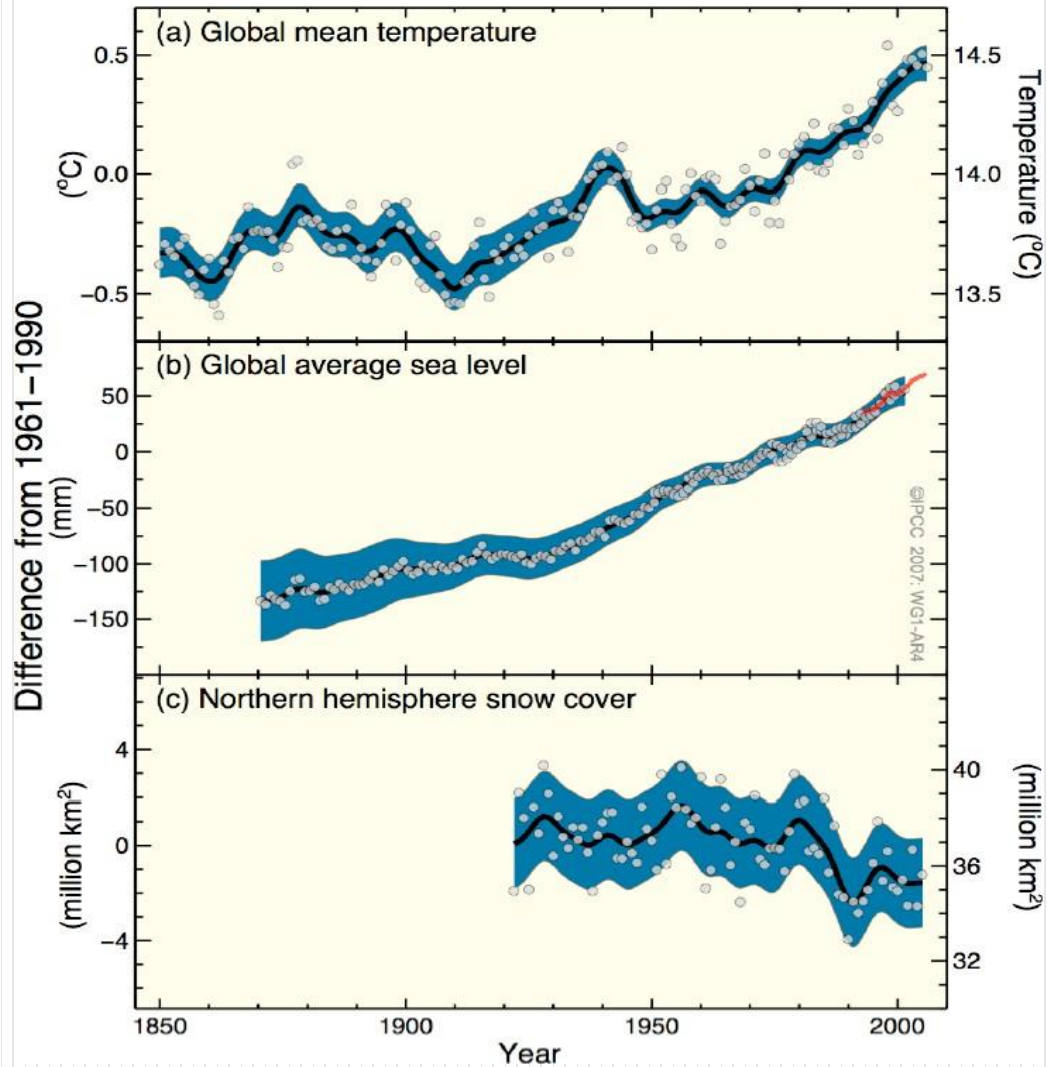


Συγκεντρώσεις σημαντικότερων αερίων θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2000 ετών. Οι μονάδες είναι μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) ή μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb) (από IPCC, 2007)

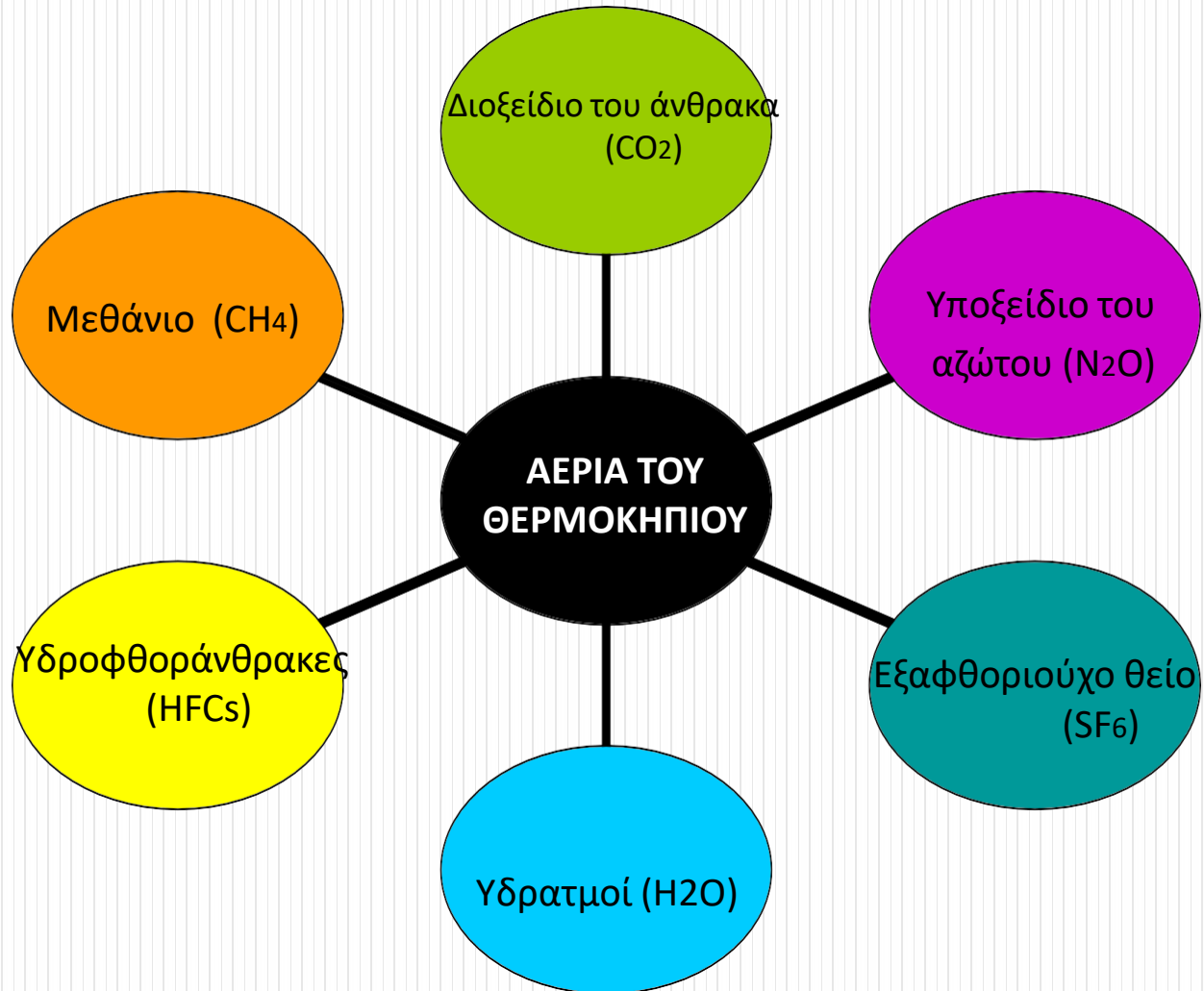


# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

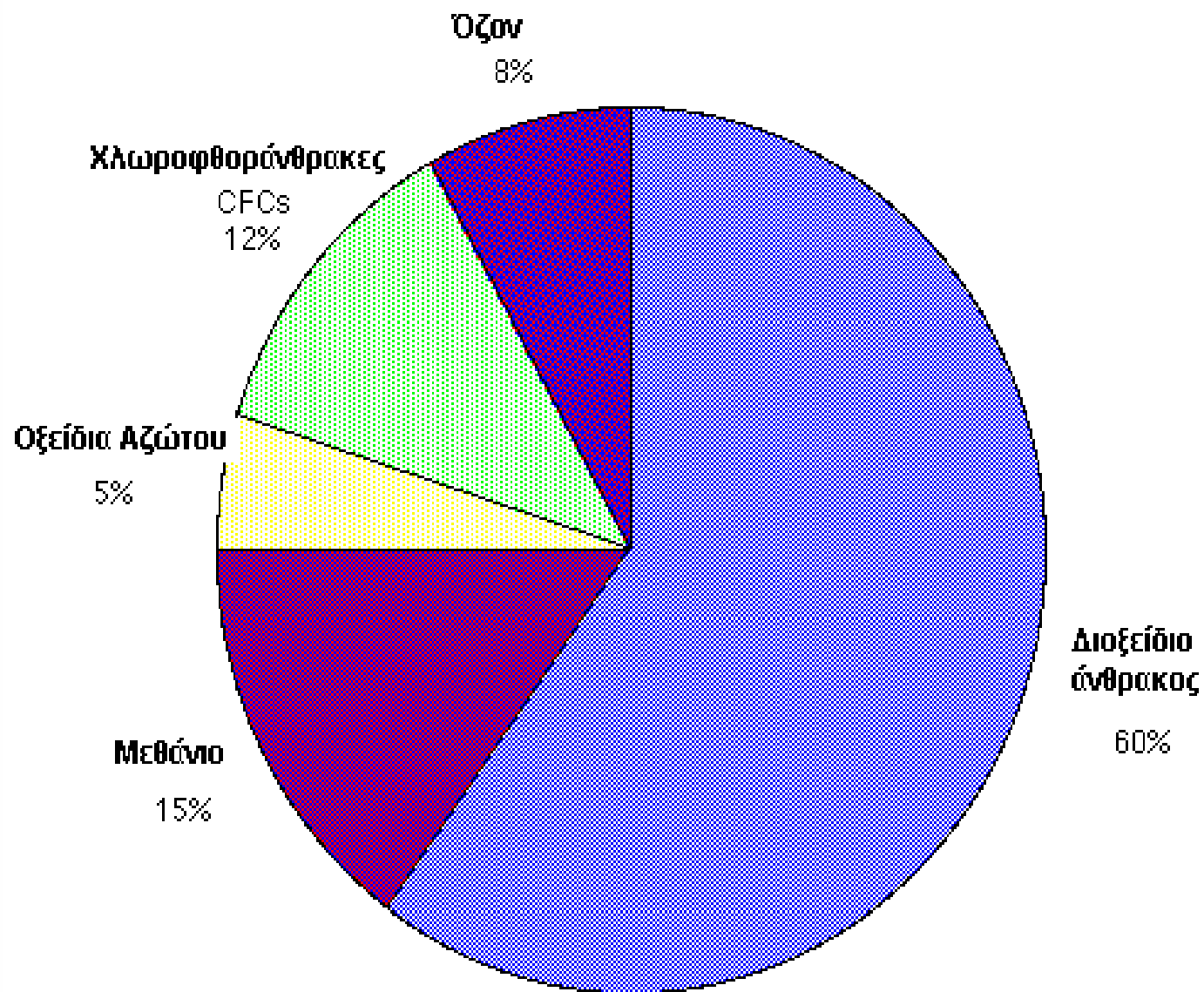
Changes in Temperature , Sea Level  
and Northern Hemisphere Snow Cover

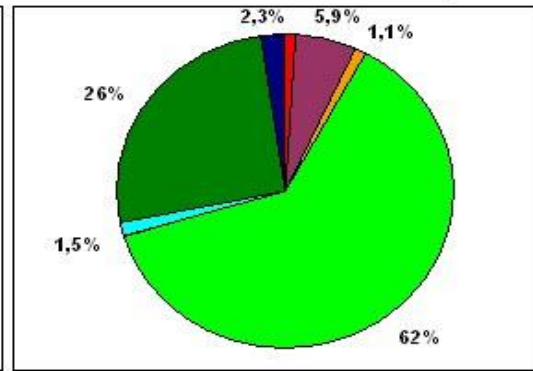
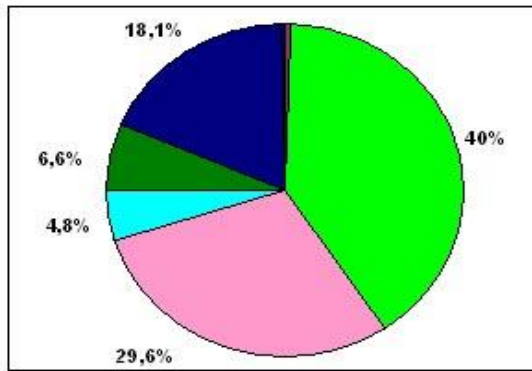
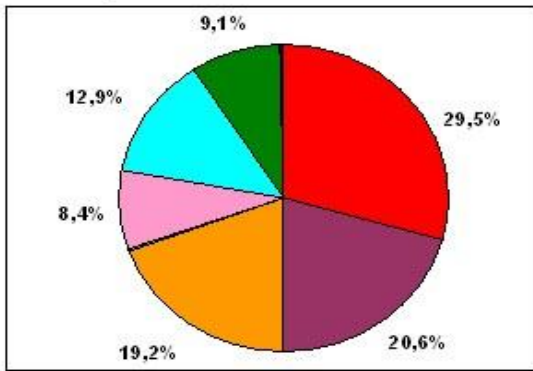
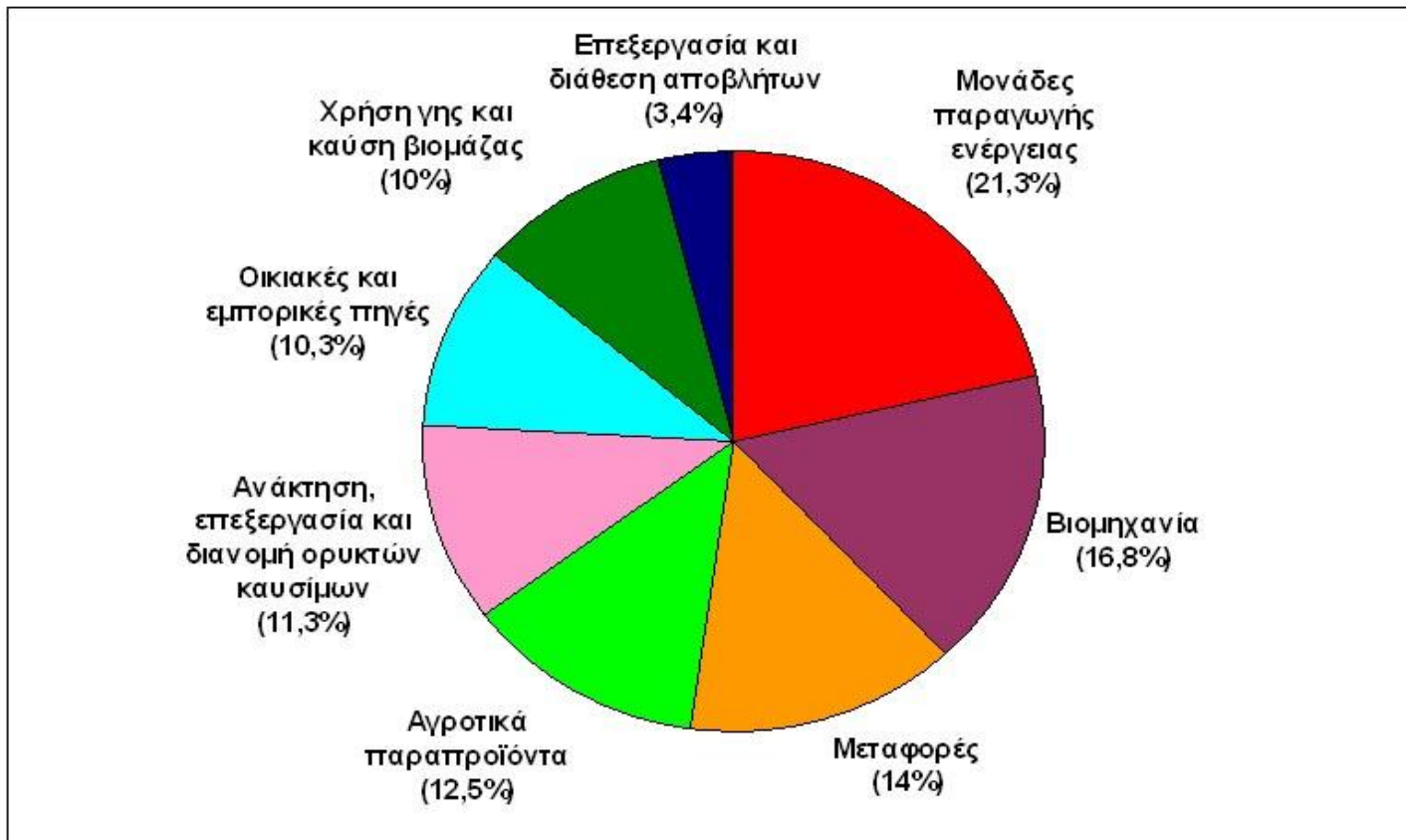


# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου



## ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ





Το “**radiative forcing**” είναι η άμεση μέτρηση της παγκόσμιας μέσης τιμής του ρυθμού μεταβολής της ροής ενέργειας λόγω της γνωστής μεταβολής της συγκέντρωσης ενός θερμοκηπιακού αερίου.

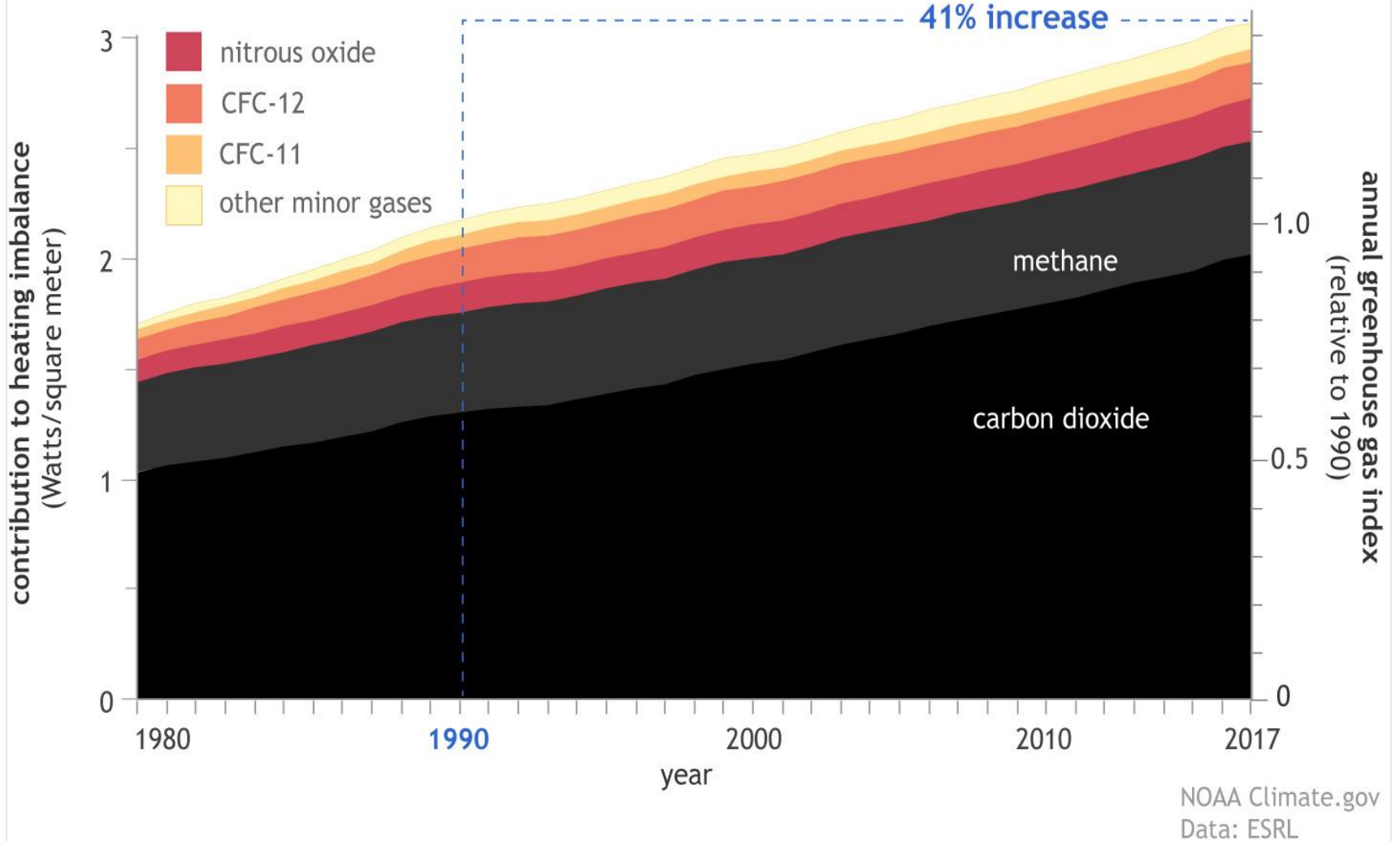
### Radiative forcing

για τα καλά αναμεμιγμένα θερμοκηπιακά αέρια

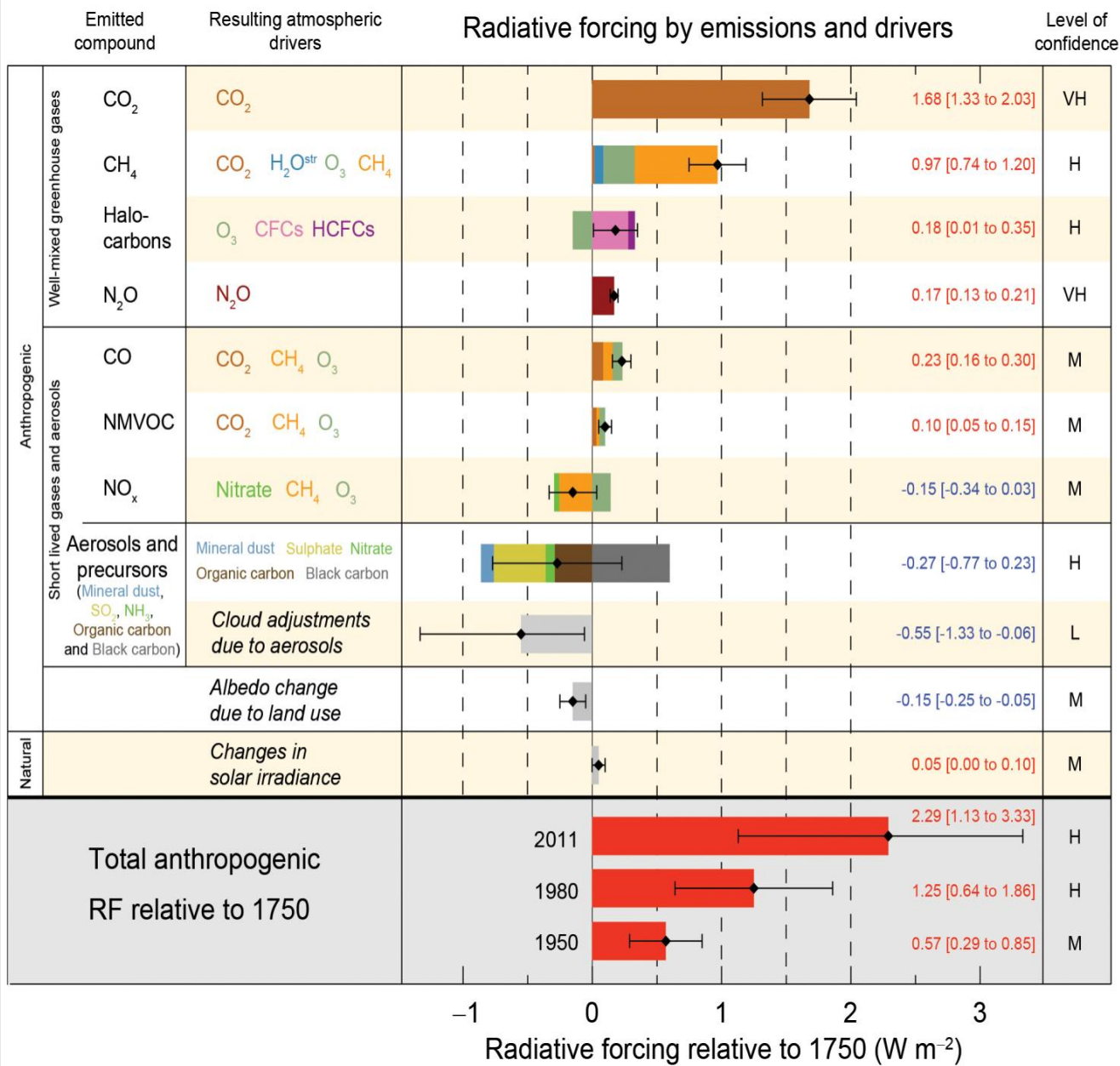
Αέριο	Συγκέντρωση του αερίου το 1750	Συγκέντρωση του αερίου το 1998	Radiative forcing ( $Wm^{-2}$ )
Διοξείδιο του άνθρακα	278	365 ppm	1.46
Μεθάνιο	700	1745 ppb	0.48
Υποξείδιο του αζώτου	270	314 ppb	0.15
CFC-11	0	268 ppt	0.07
CFC-12	0	533 ppt	0.17
HCFC-22	0	132 ppt	0.03
HFC-23	0	14 ppt	0.002
Όλοι οι αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες			0.4

Το radiative forcing όλων των αερίων από την προβιομηχανική εποχή είναι  $2.45 Wm^{-2} \pm 15\%$

# Influence of all major human-produced greenhouse gases, 1979-2017



Source: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>





# Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

## *Τροποποίηση του ισοζυγίου ακτινοβολίας από τα αέρια θερμοκηπίου*

- ❑ Τα τελευταία 15 χρόνια το CO<sub>2</sub> κυριαρχεί στη συνεισφορά της τροποποίησης του ισοζυγίου ακτινοβολίας και έχει προκαλέσει ρυθμό αύξησης 0.3 Wm<sup>-2</sup> ανά δεκαετία.
- ❑ Η πρόσφατη αύξηση της συγκέντρωσης του CH<sub>4</sub> τροποποίησε το ισοζύγιο της ακτινοβολίας κατά 2% (δηλαδή 0.48 Wm<sup>-2</sup>).
- ❑ Το N<sub>2</sub>O αποτελεί τον 3<sup>ο</sup> παράγοντα συνεισφοράς στη μεταβολή του ισοζυγίου ακτινοβολιών και η αύξηση της συγκέντρωσής του κατά 6% το 2005-2011 έχει μεταβάλλει το ισοζύγιο κατά 0.17 Wm<sup>-2</sup>.
- ❑ Η επίδραση του O<sub>3</sub> στο ισοζύγιο εκτιμάται σε 0.35 Wm<sup>-2</sup>.
- ❑ Η ανθρωπογενής επίδραση των αερολυμάτων στο ισοζύγιο ακτινοβολιών προσεγγίζει τα -0.35 Wm<sup>-2</sup>.



**Το Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential)** ενός θερμοκηπιακού αερίου είναι ο λόγος της προβλεπόμενης μεταβολής της ροής ενέργειας λόγω της μεταβολής του αερίου αυτού ως προς την αντίστοιχη μεταβολή λόγω του CO<sub>2</sub> σε δεδομένο χρονικό ορίζοντα πολλών ετών (πχ 20, 100 ή και σε 500 χρόνια από σήμερα).

**Στο Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης συνεισφέρουν:**

Η μεταβολή ροής ενέργειας για μια γνωστή ποσότητα θερμοκηπιακού αερίου (σε Wm<sup>-2</sup>),

Ο ρυθμός εκπομπής του αερίου,

Ο χρόνος ζωής του στην ατμόσφαιρα

# Μονάδα μέτρησης Α.Θ.

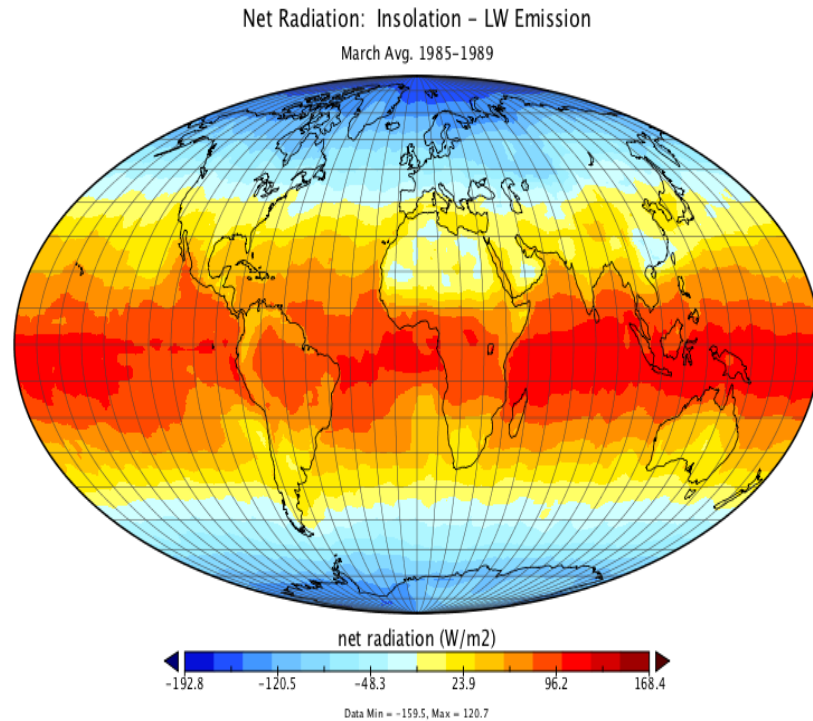
- Στο διεθνές σύστημα μονάδων SI, μονάδα μέτρησης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ορίζεται ο μετρικός τόνος του κάθε αερίου (t ή tn) και ο τόνος (tn) **ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (tCO<sub>2</sub>e)**.
- Το ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>e) επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών αερίων θερμοκηπίου, καθώς το καθένα από αυτά έχει διαφορετική επίδραση στο φαινόμενο της παγκόσμιας θέρμανσης.

- Το ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τις εκπομπές καθενός από τα αέρια του θερμοκηπίου με το Δυναμικό Θέρμανσης του Πλανήτη εντός περιόδου 100 ετών (Global Warming Potential - GWP).

#### Δυναμικό Θέρμανσης Πλανήτη για τα κύρια ΑΘ

Αέριο Θερμοκηπίου		4η Έκθεση Αξιολόγησης IPCC
Τύπος	Όνομα	Δυναμικό Θέρμανσης του Πλανήτη
CO <sub>2</sub>	Διοξείδιο του Άνθρακα	1
CH <sub>4</sub>	Μεθάνιο	25
N <sub>2</sub> O	Υποξείδιο του αζώτου	298

# Άσκηση



Ποιοι παράγοντες οδηγούν στη διαφοροποίηση της καθαρής ακτινοβολίας (net radiation) που καταγράφεται σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Σημειώνεται ότι ως καθαρή ακτινοβολία ορίζεται η διαφορά της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας μείον της εξερχόμενης θερμικής ακτινοβολίας

# ΔΕΚΑ ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

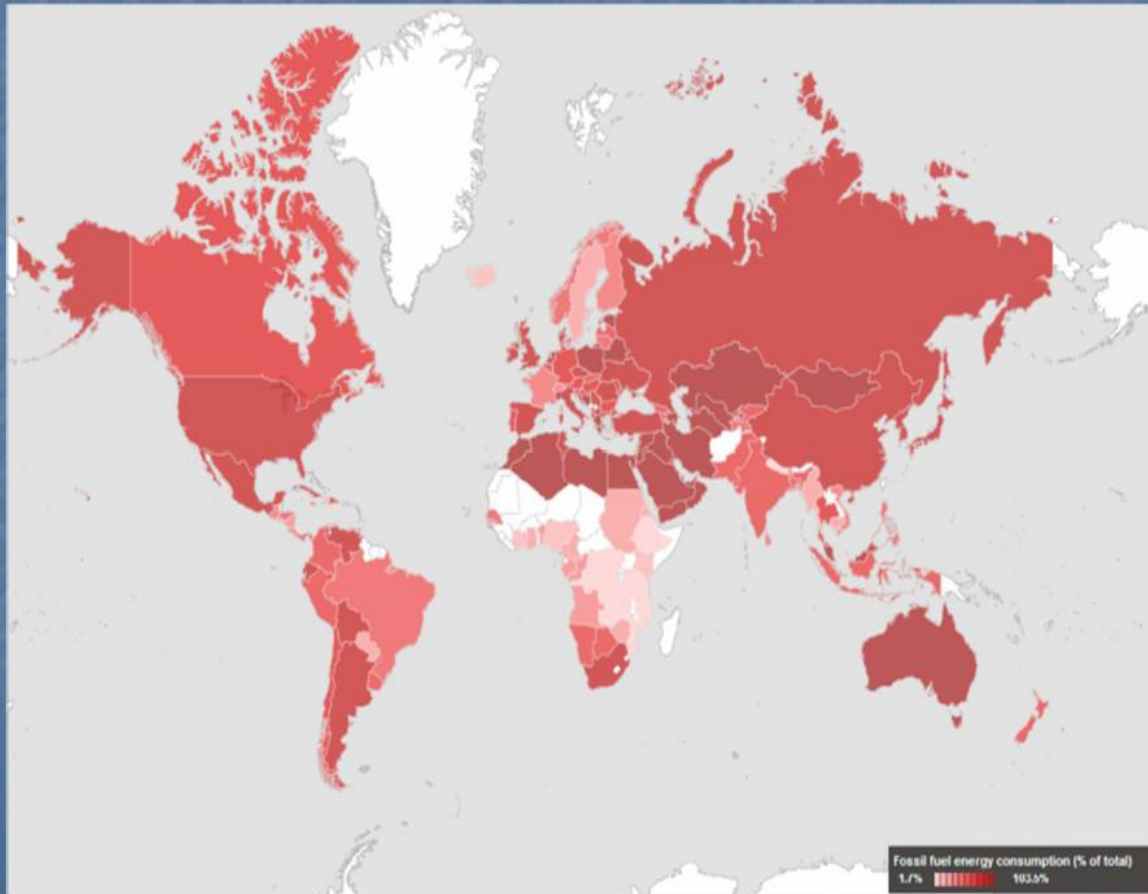


# Μερικοί ορισμοί

- **Μέση παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία** (GMST: Global mean surface temperature)
- **Προβιομηχανική περίοδος:** το διάστημα 1850-1900
- **Παγκόσμια θέρμανση:** η αύξηση στη GMST σε διάστημα 30 ετών σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα
- **Net zero carbon dioxide emissions:** ισοζύγιο εκπομπών CO<sub>2</sub> σε παγκόσμιο επίπεδο με την απομάκρυνση CO<sub>2</sub> από ανθρωπογενείς δραστηριότητες για συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- **Carbon dioxide removal (CDR):** Ανθρωπογενείς δραστηριότητες που οδηγούν στην απομάκρυνση CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα και αποθήκευση του σε γεωλογικά, χερσαία και ωκεάνια reservoirs.
- **Total carbon budget:** Εκτιμώμενο συνολικό ποσό παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub> από την προβιομηχανική περίοδο μέχρι το διάστημα που οι ανθρωπογενείς εκπομπές θα φθάσουν στο επίπεδο net zero.

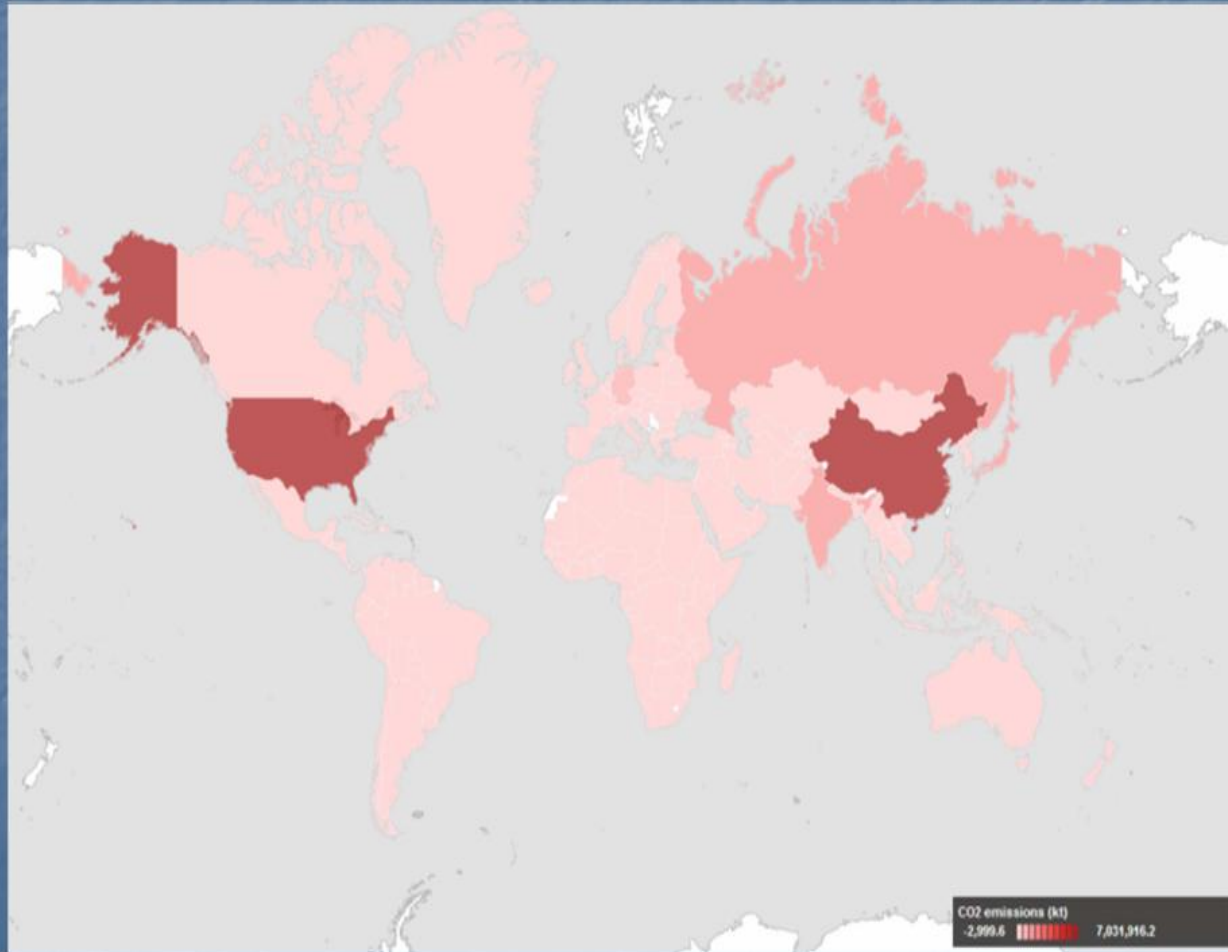
- **Temperature overshoot:** η προσωρινή υπέρβαση ενός προκαθορισμένου επιπέδου θέρμανσης
- **Emission pathways:** διαδρομές που δίδουν πιθανότητα τουλάχιστον 50% για τον περιορισμό της παγκόσμιας θέρμανσης κάτω από 1.5°C καλούνται ως ‘no overshoot’; Αυτές που οδηγούν περιορίζουν τη θέρμανση κάτω από 1.6°C και στη συνέχεια επιστρέφουν σε 1.5°C μέχρι το 2100 καλούνται ‘1.5°C limited-overshoot’; τέλος αυτές που οδηγούν σε υπέρβαση του 1.6 °C αλλά επιστρέφουν σε 1.5°C μέχρι το 2100 καλούνται ‘higher-overshoot’.
- **Climate-resilient Development Pathways (CRDPs):** Διαδρομές που ενισχύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη ενώ παράλληλα περιορίζουν την απειλή της κλιματικής αλλαγής μέσω δράσεων μετριασμού, προσαρμογής και ανθεκτικότητας.

# Γεωγραφική κατανομή της παγκόσμιας κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων σε ποσοστά επί του συνόλου

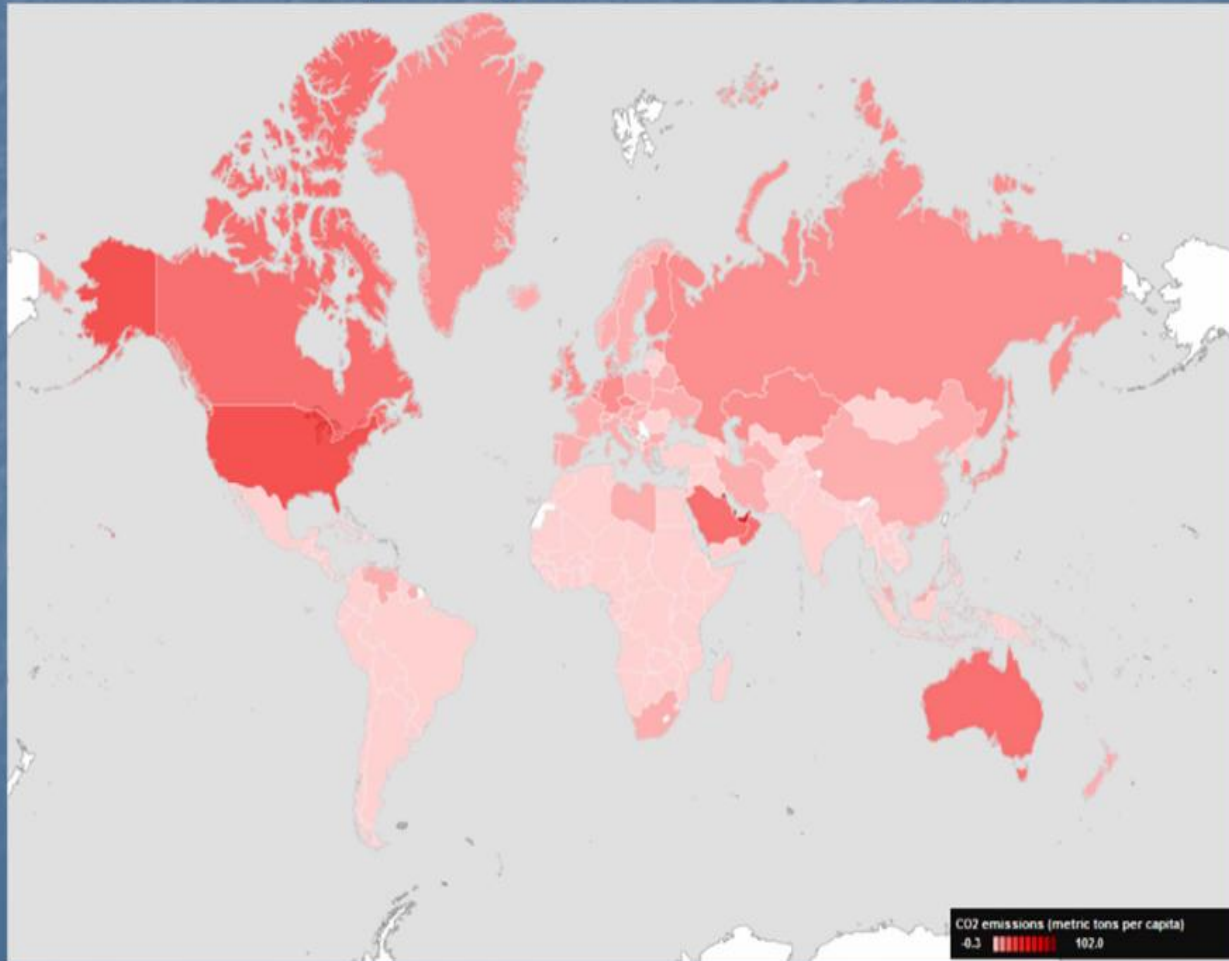




# Γεωγραφική κατανομή των εκπομπών CO<sub>2</sub> (σε χιλιάδες τόνους) στον πλανήτη



# Γεωγραφική κατανομή των κατά κεφαλή εκπομπών CO<sub>2</sub> (μετρικοί τόνοι CO<sub>2</sub> κατά κεφαλή) στον πλανήτη



## Τα 5 στάδια κατανόησης των χωροχρονικών μεταβολών των συγκεντρώσεων των Α.Θ.

- Τις πηγές και τις καταβόθρες των διαφόρων ενώσεων.
- Τους χημικούς μετασχηματισμούς τους στην ατμόσφαιρα.
- Τη διανομή και συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα.
- Τις συνθήκες ευστάθειας/αστάθειας της κατώτερης τροπόσφαιρας (οριακό στρώμα).
- Το ισοζύγιο μεταφοράς και μετασχηματισμού τους.

# Αιωρούμενα σωματίδια

Τα σωματίδια (PM, particulate matter) κατατάσσονται ως ρύποι και Α.Θ. με σημαντικές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, στα οικοσυστήματα και στο περιβάλλον.

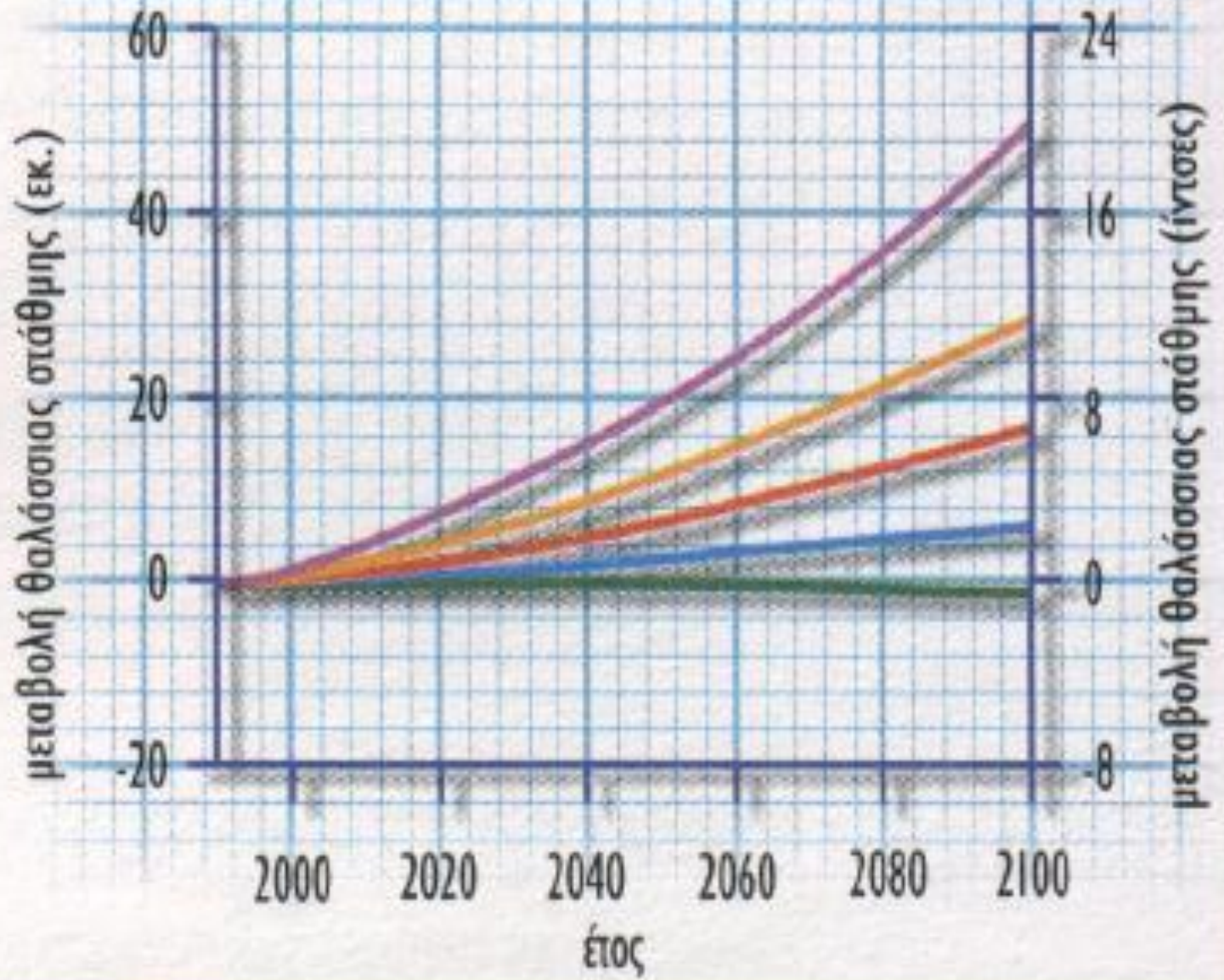
Προέρχονται τόσο από φυσικές δραστηριότητες (πχ ηφαίστεια, σκόνη από έρημο, γύρη,...), όσο και από ανθρωπογενείς (πχ καύσεις).

- Χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή σωματίδια (primary particles) όταν εκπέμπονται απευθείας από μία πηγή.
- Με μία σειρά χημικών αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα μπορούν να σχηματιστούν και δευτερεύοντα σωματίδια (secondary particles).
- Τα σωματίδια εκλύονται (ή σχηματίζονται) στην ατμόσφαιρα και παραμένουν ένα ορισμένο χρονικό διάστημα σε αυτή.
- Τα μεγάλα σωματίδια πέφτουν στο έδαφος, τα μικρότερα συσσωματώνονται, ενώ η υγρασία μεγαλώνει το μέγεθός τους.

# Ετήσιες απογραφές εκπομπών Α.Θ.

- Οι ετήσιες απογραφές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων αερίων αποτελούν ένα απαραίτητο εργαλείο στη χάραξη περιβαλλοντικής πολιτικής μιας χώρας.
- Η απογραφή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου είναι μία αποτίμηση της ποσότητας των αερίων θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εντός των ορίων μίας πόλης. Η ποσότητα των εκπομπών αποτιμάται ανά πηγή/δραστηριότητα (π.χ. μεταφορές, διαχείριση απορριμμάτων) για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, που συνήθως ονομάζεται έτος βάσης ή έτος αναφοράς.







## Μέτρα μείωσης των επιπτώσεων της ΠΚΑ

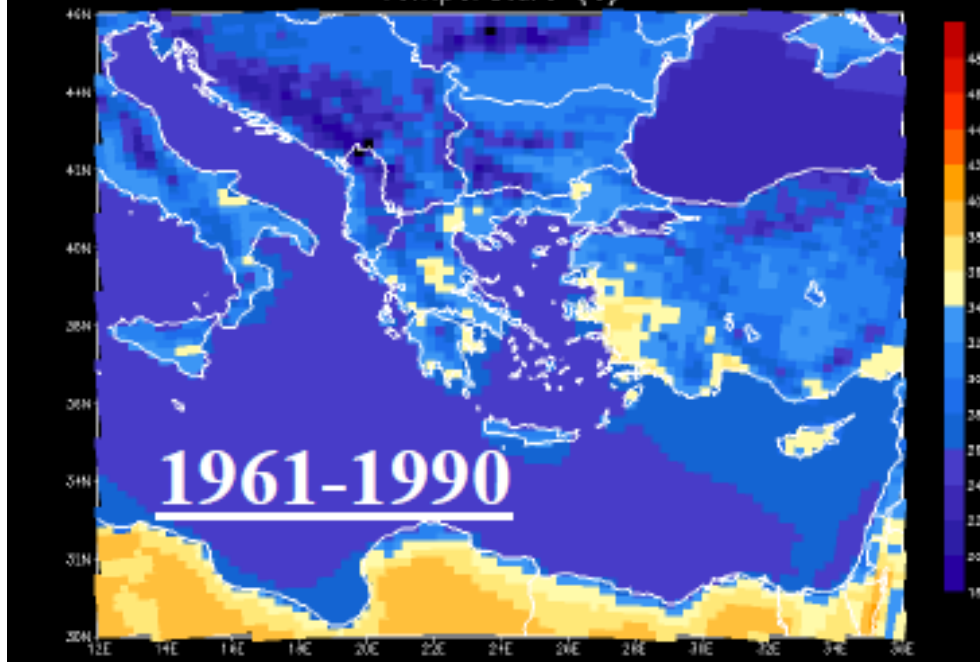
- Μείωση ενεργειακών απωλειών – σπατάλης ενεργειακών πόρων

Εξοικονόμηση ενέργειας: Βιομηχανία-Μεταφορές-Οικιακή  
κατανάλωση

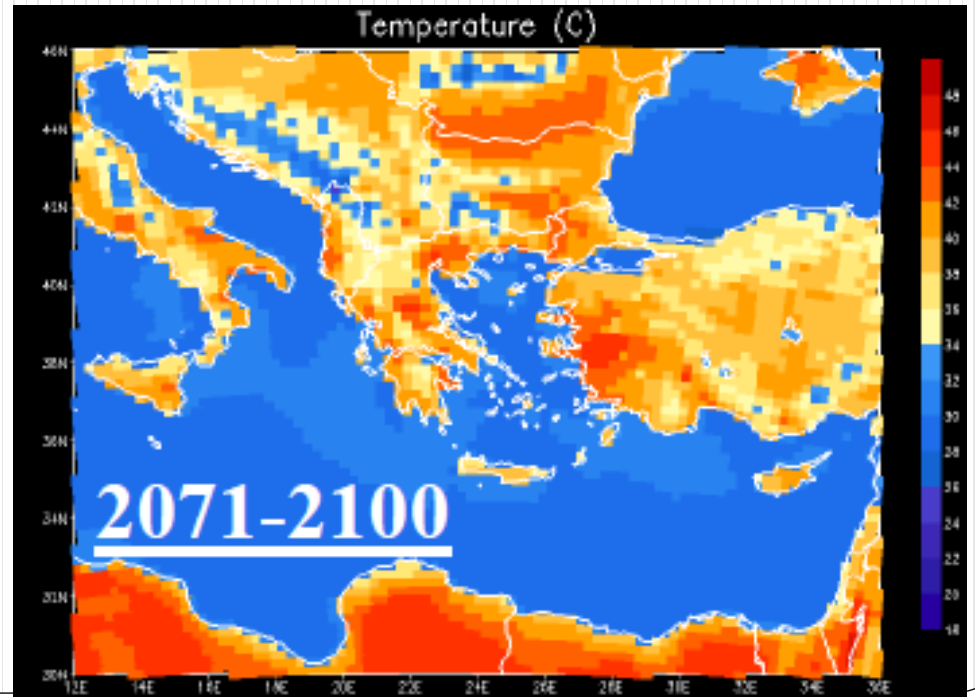
Αγροτική παραγωγή (ανάπτυξη βιολογικών καλλιεργειών)

- Επένδυση σε νέες (λιγότερο ενεργοβόρες) τεχνολογίες
- Ανάπτυξη μέσω μαζικής μεταφοράς-εναλλακτικής μετακίνησης
- Ανάπτυξη-χρήση ανανεώσιμων/εναλλακτικών πηγών ενέργειας
- Χρήση φυσικού αερίου-υδρογόνου

Temperature (C)

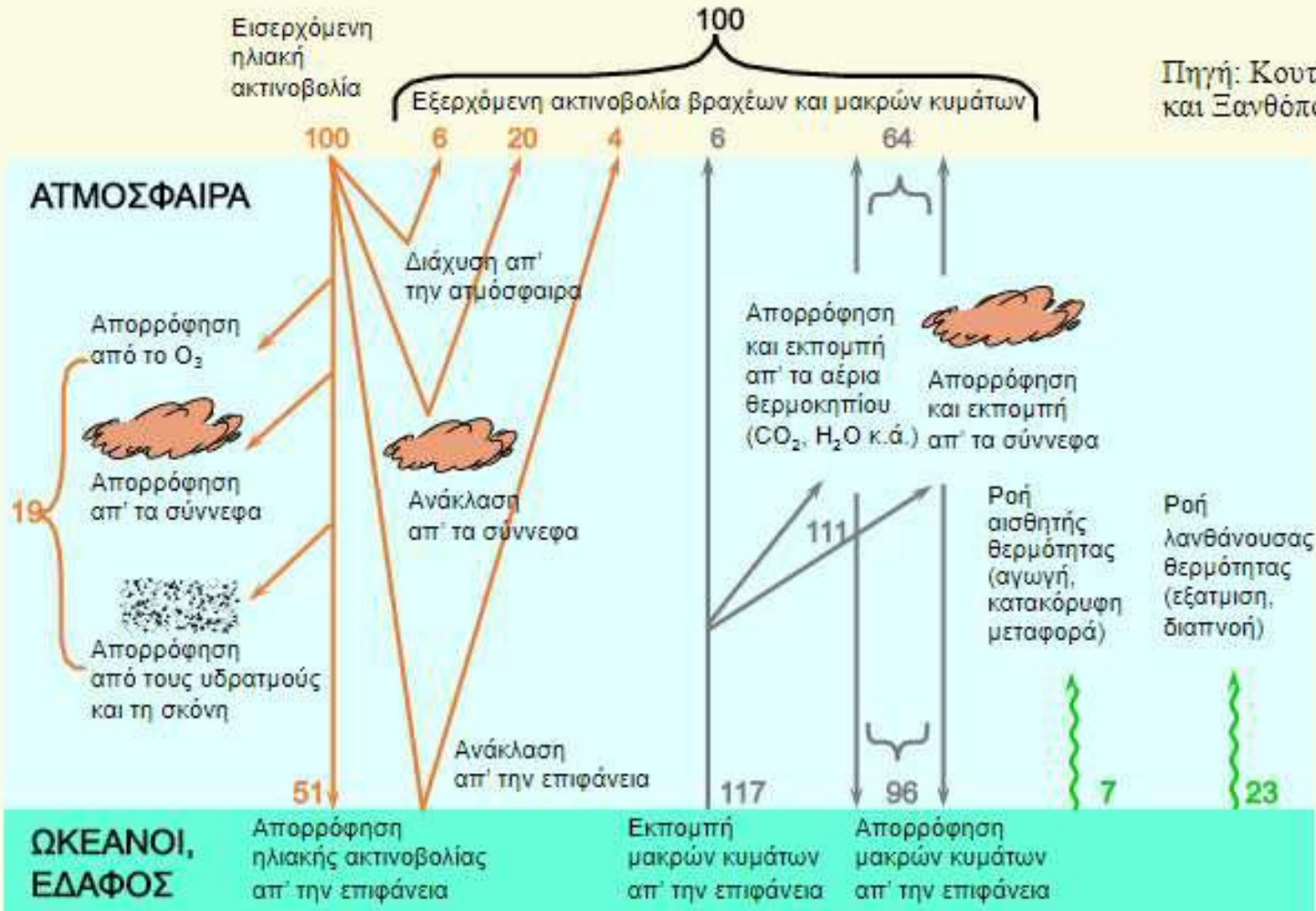


Temperature (C)



# Ενεργειακό ισοζύγιο της γης

## ΔΙΑΣΤΗΜΑ



# Τέλος Κεφαλαίου



Dr. Dimitra Papadaki | Senior Researcher

*Tel: +30 210 727 6841*

*[dpapadaki@phys.uoa.gr](mailto:dpapadaki@phys.uoa.gr)*



National and Kapodistrian  
University of Athens