

Η Πραγματικότητα της Κλιματικής Αλλαγής

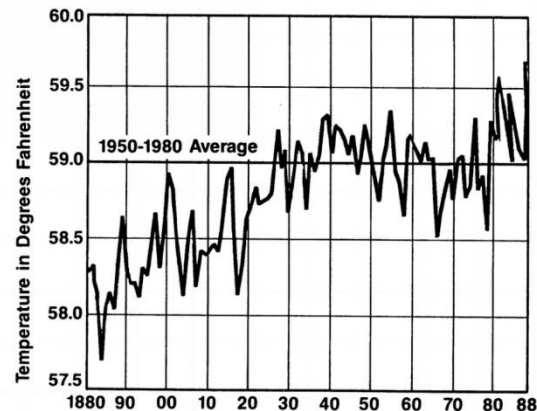
Προσαρμογή - Μετριασμός

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- 1824: Τιθεται ο ρόλος της ατμόσφαιρας στη διαμόρφωση της θερμοκρασία του πλανήτη, καθώς και οι επιπτώσεις της βιομηχανίας στο κλίμα (*Φουριέ*)
- 1896: Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από τα αέρια που συγκρατούν τη θερμότητα (*Αρρένιους*)
- **1988: Το φαινόμενο του Θερμοκηπίου λαμβάνει διεθνή αντίκτυπο**

The New York Times

Global Warming Has Begun, Expert Tells Senate

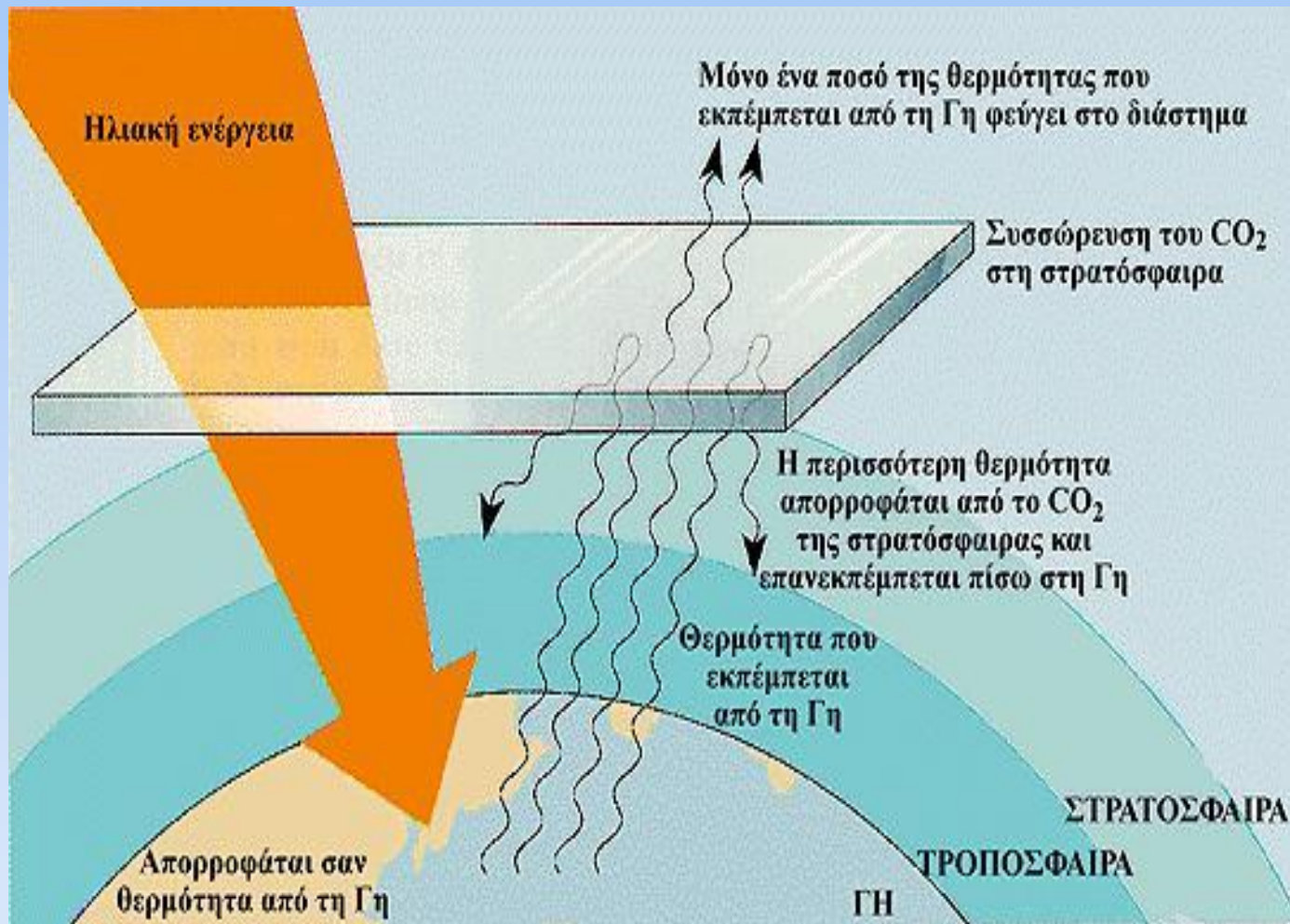


Global Warming: Greenhouse Effect?

Average global temperatures through the first five months of 1988.
As a baseline, scientists use the global average from 1950 to 1980.

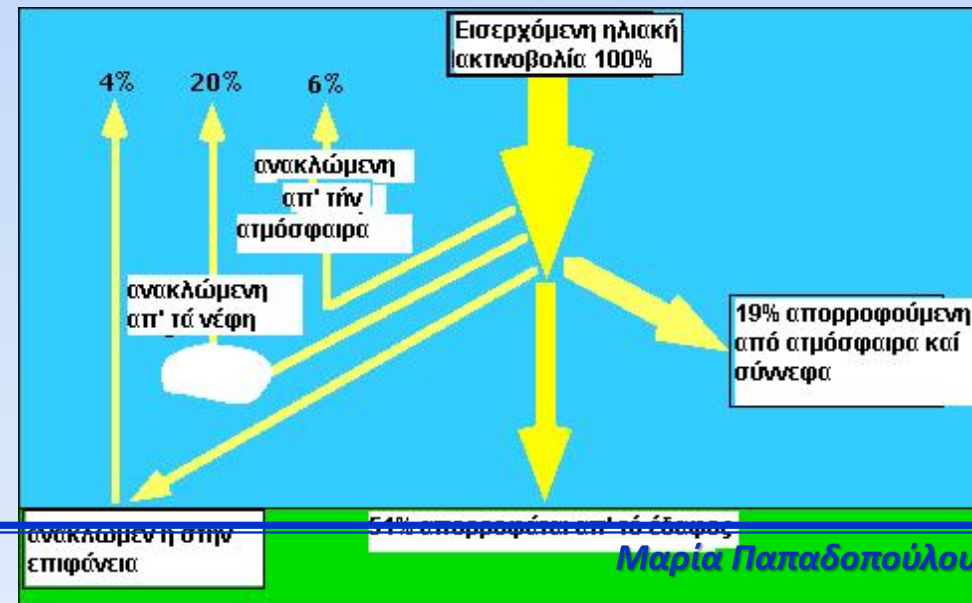
Source: James E. Hansen and Sergej Lebedeff
The New York Times/June 24, 1988

Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου ως Φυσική Διεργασία



- Η ακτινοβολία που εμπέμπεται από τον ήλιο απορροφάται από το γήινο σύστημα, και επανεκπέμπεται σε ακτινοβολία με μεγαλύτερα μήκη κύματος.
- Το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος δεν εκπέμπεται προς το διάστημα, αλλά παραμένει μέσα στην ατμόσφαιρα (71%).
 - Μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται από την ίδια την ατμόσφαιρα και επανεκπέμπεται,
 - Το υπόλοιπο μέρος της ακτινοβολίας, απορροφάται από την επιφάνεια της Γης και τους ωκεανούς.

Μεταφορά Ενέργειας



Τα Αέρια του Θερμοκηπίου

Ως **αέρια του θερμοκηπίου** θεωρούνται τα αέρια που λόγω των χαρακτηριστικών του μορίου τους, απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία, διατηρώντας την στην ατμόσφαιρα της γης αυτά με βάση το Πρωτόκολλο του Κυότο αυτά είναι:

- ✓ **Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂):** Προέρχεται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων - άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά περίπου 37%, και συνεχίζει να αυξάνεται από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.
- ✓ **Μεθάνιο (CH₄):** Παράγεται κυρίως από την αποσύνθεση οργανικών ενώσεων, κτηνοτροφία. Συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή και είναι 10-20 φορές πιο ισχυρό από το CO₂
- ✓ **Υποξείδιο του αζώτου (N₂O):** Παράγεται κυρίως από τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση των ορυκτών καυσίμων και κάποιες βιομηχανικές διεργασίες.
- ✓ **Υδροφθοράνθρακες (HFCs), Υπερφθοράνθρακες (PFCs) και Εξαφθοριούχο θείο (SF₆):** τεχνητά αέρια τα οποία δημιουργήθηκαν για αντικατάσταση των αερίων που καταστρέφουν την στοιβάδα του όζοντος, τα οποία αν και οι ποσότητες τους είναι μικρές σε σχέση με άλλα αέρια, η συνεισφορά τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από το διοξείδιο του άνθρακα.

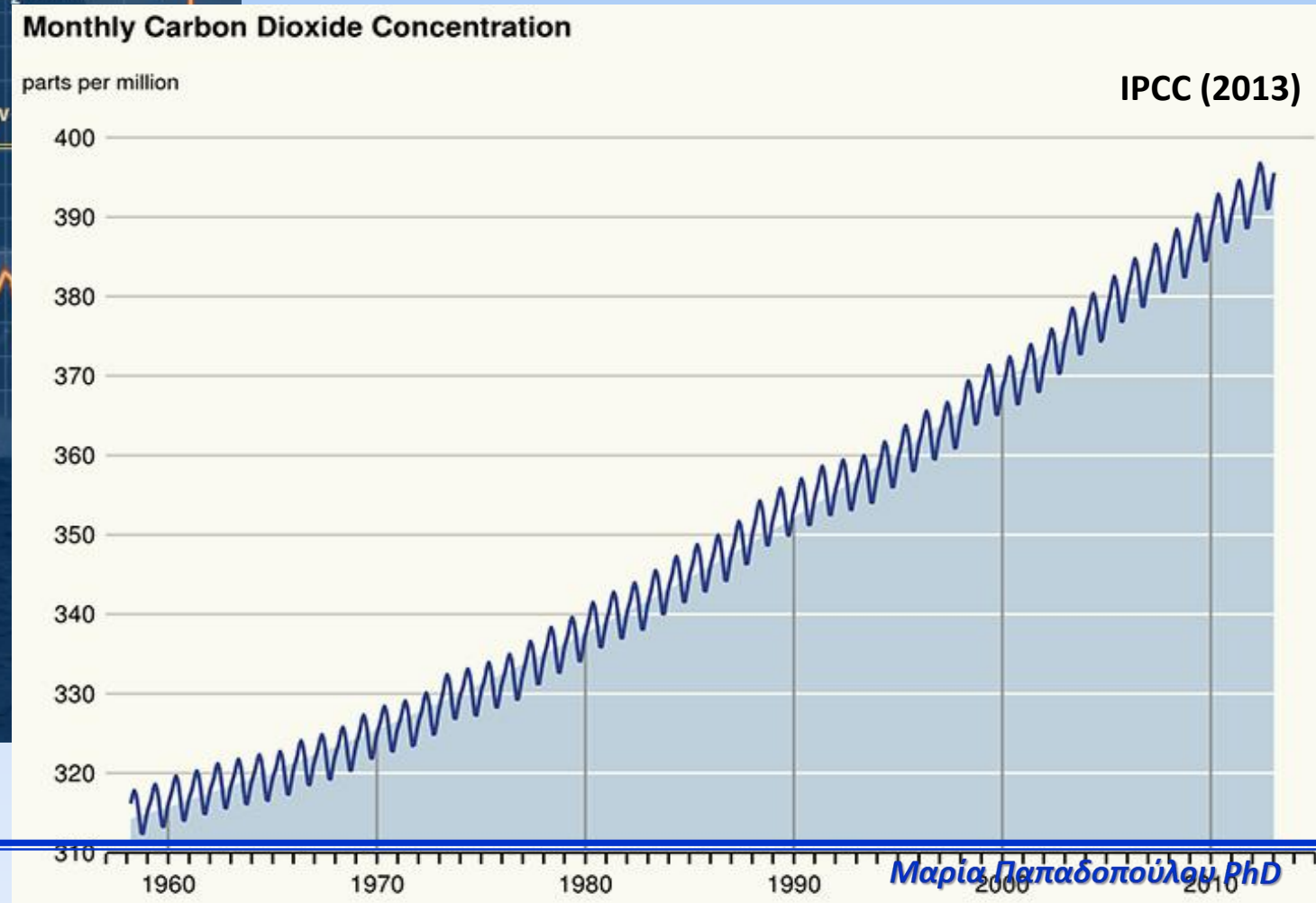
✓ **Υδρατμί (H₂O)**

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂):	50-60%
Χλωροφθοράνθρακες:	15-25%
Μεθάνιο (CH₄):	12-20%
Υποξείδιο του αζώτου (N₂O):	5%
O₃ – άλλα αέρια:	11%

- το τροποσφαιρικό O₃, όπως αυτό παράγεται από τις φωτοχημικές διαδικασίες

- Αέριες χημικές ενώσεις όπως CO, NO_x και C_xH_y θεωρούνται ότι συνεισφέρουν άμεσα στο «ανθρωπογενές» φαινόμενο του θερμοκηπίου

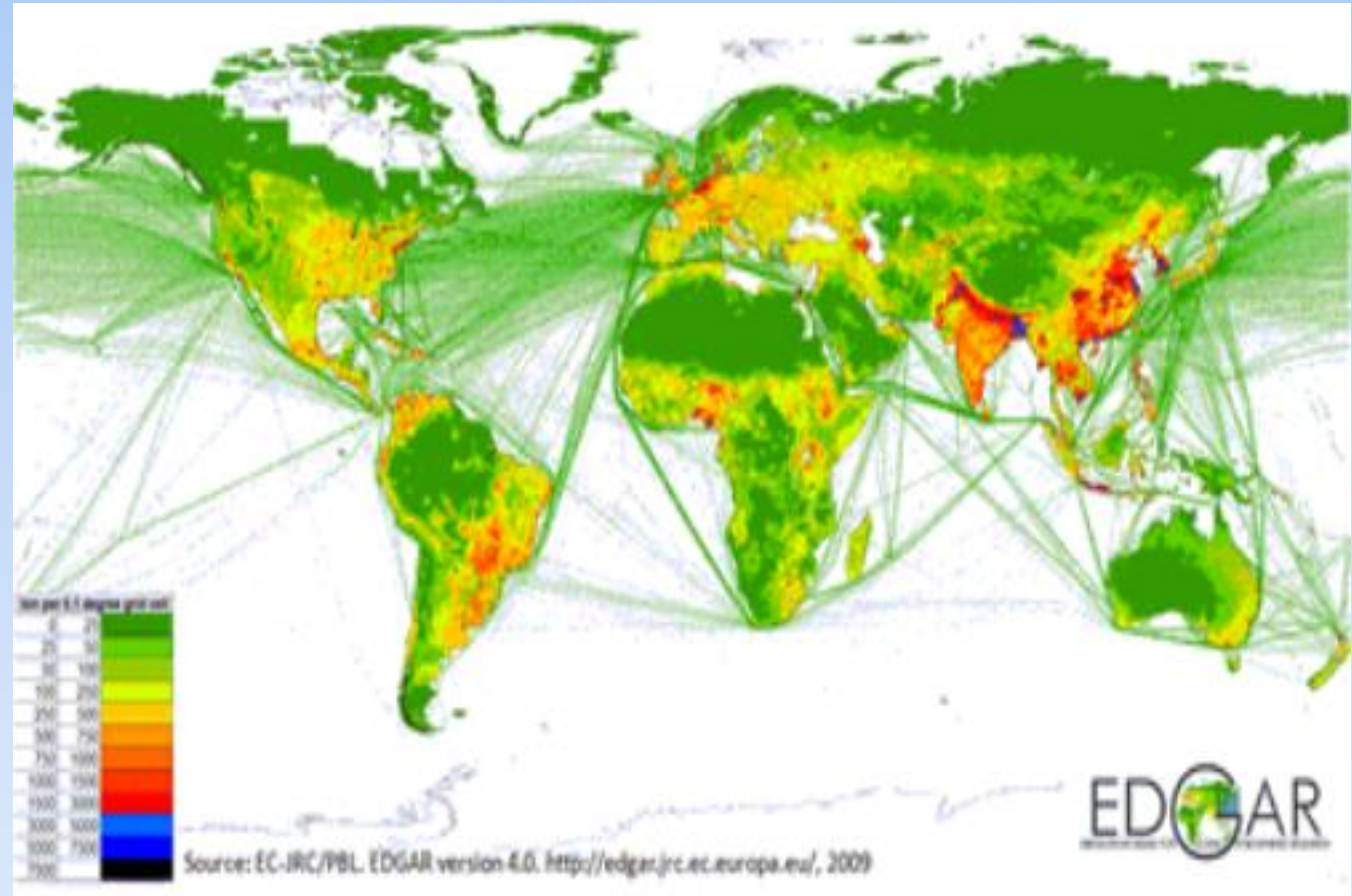
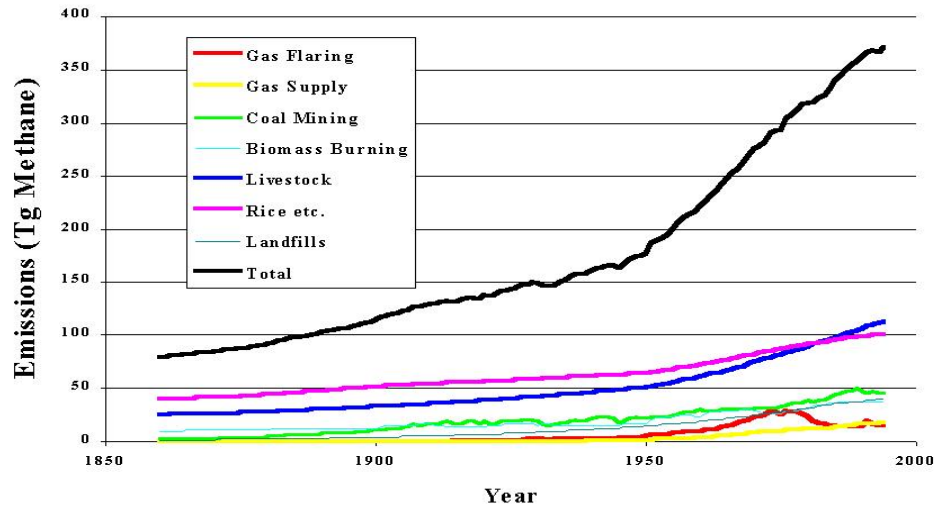
Διαχρονική μεταβολή του CO₂



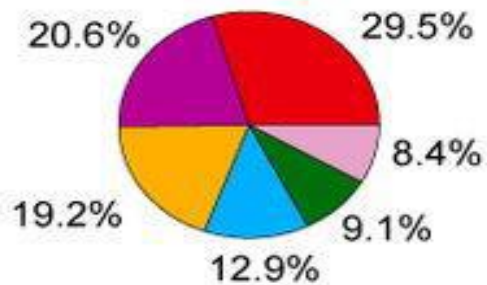
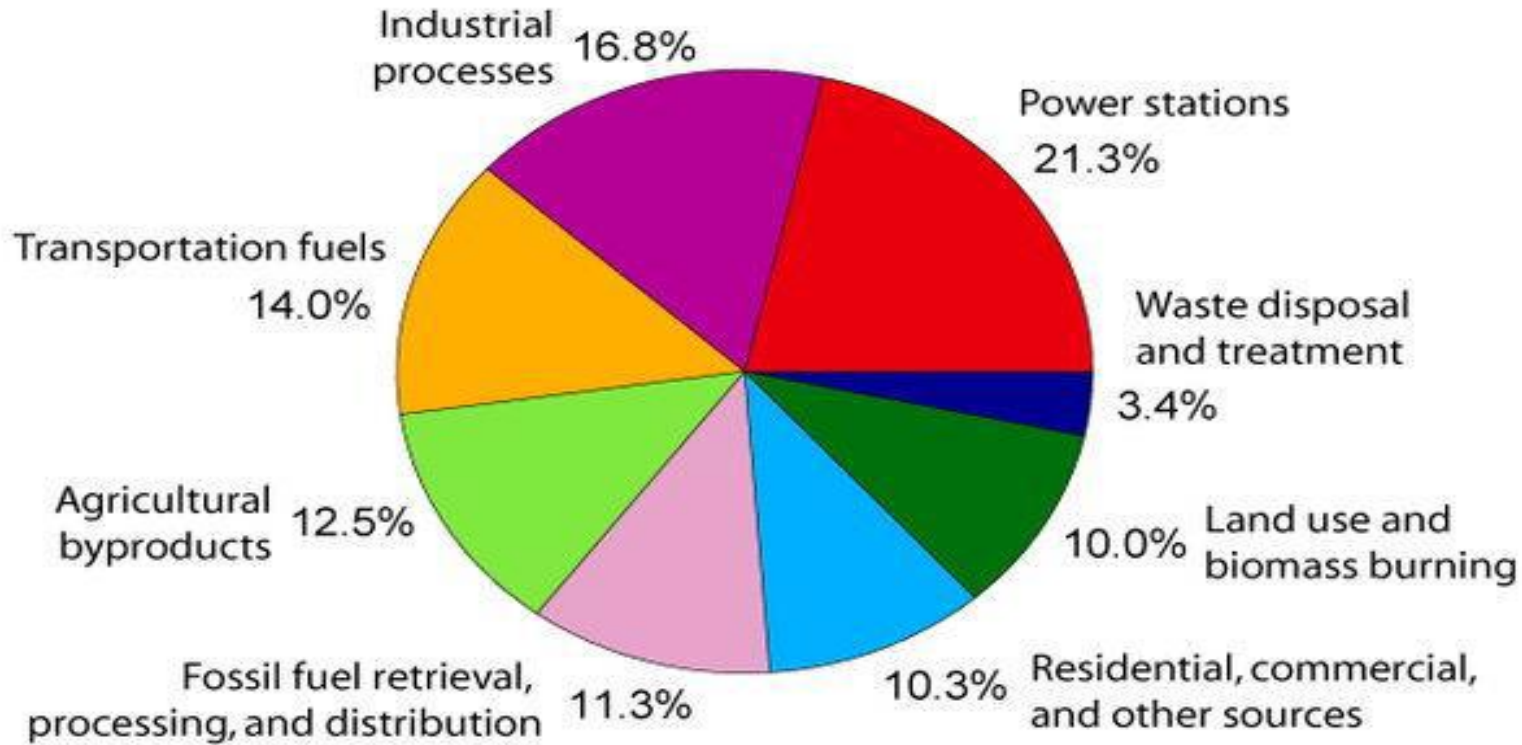
Μαρία Παπαδοπούλου, PhD

Διαχρονική μεταβολή του CH₄

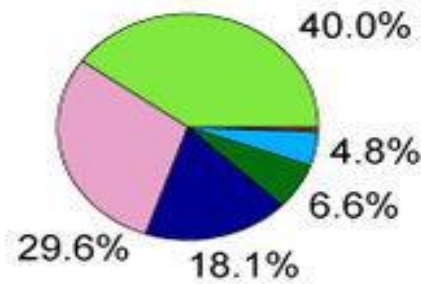
Global Anthropogenic Methane Emissions: 1860-1994
(Stern & Kaufmann)



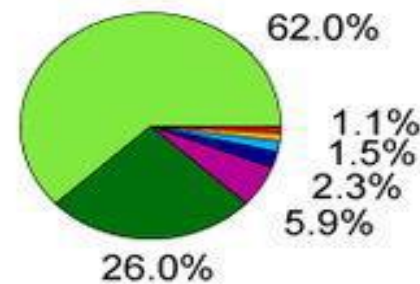
Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



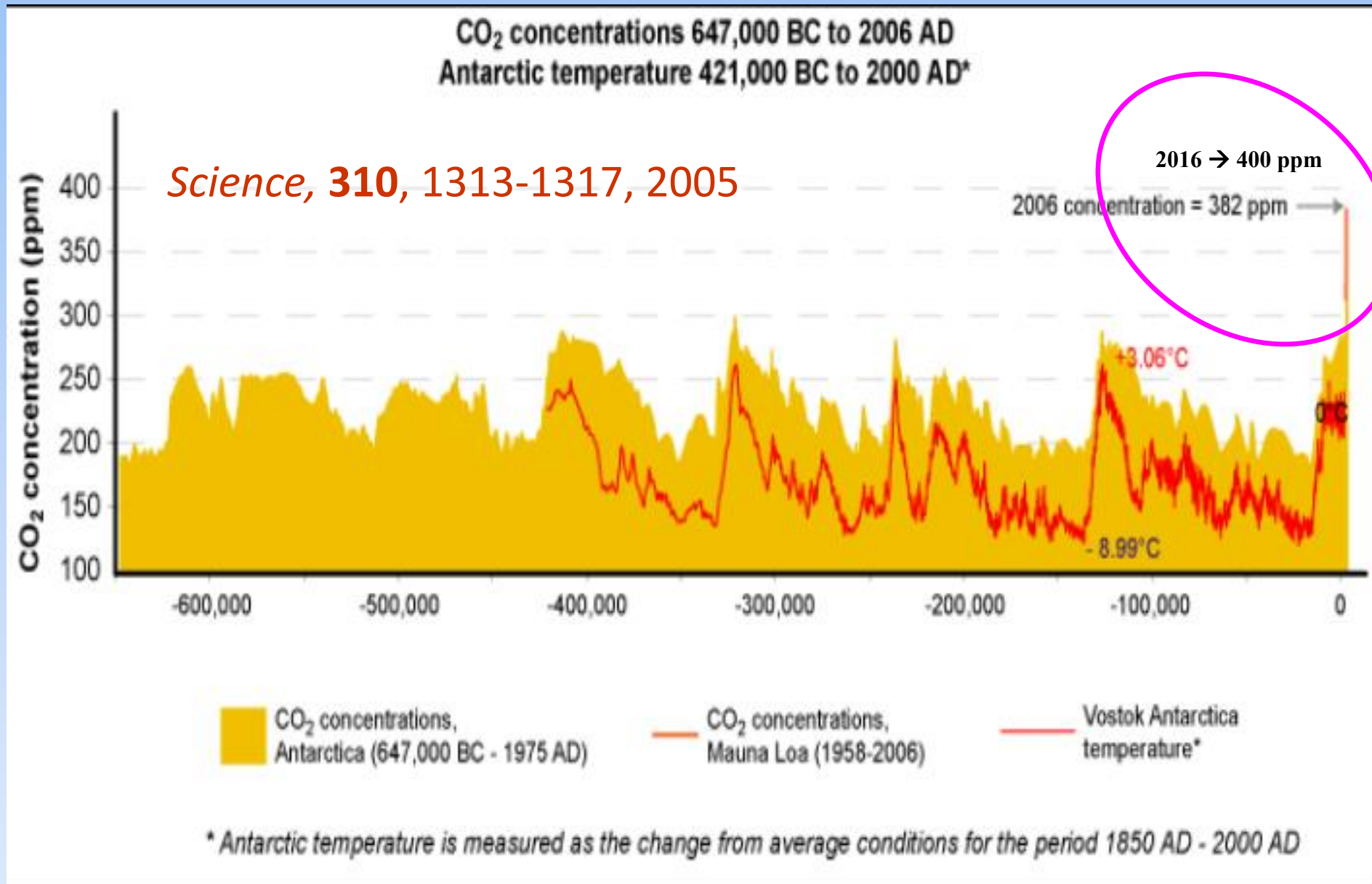
Carbon Dioxide
(72% of total)



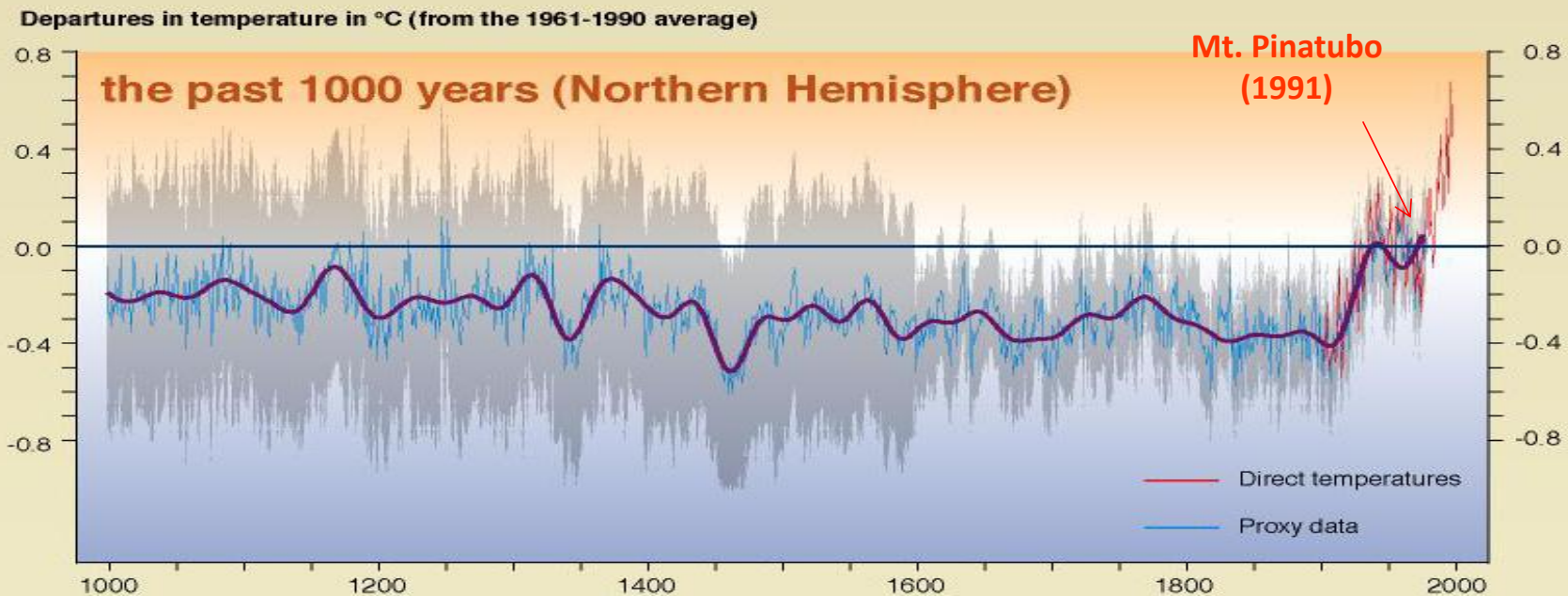
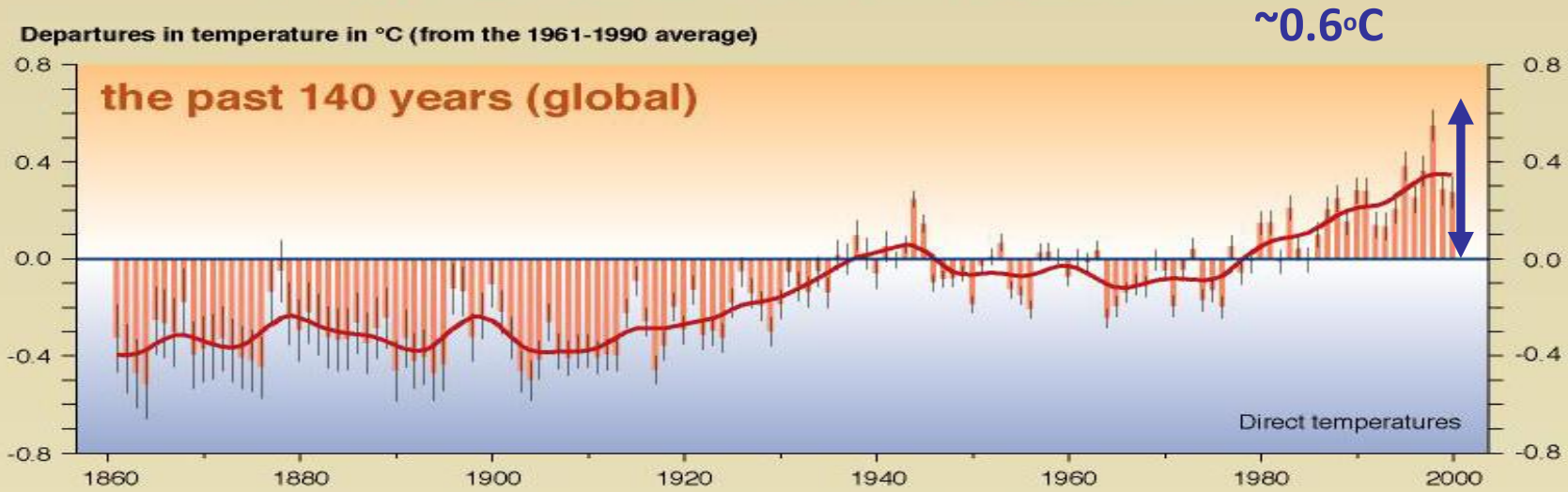
Methane
(18% of total)



Nitrous Oxide
(9% of total)



Variations of the Earth's surface temperature for...



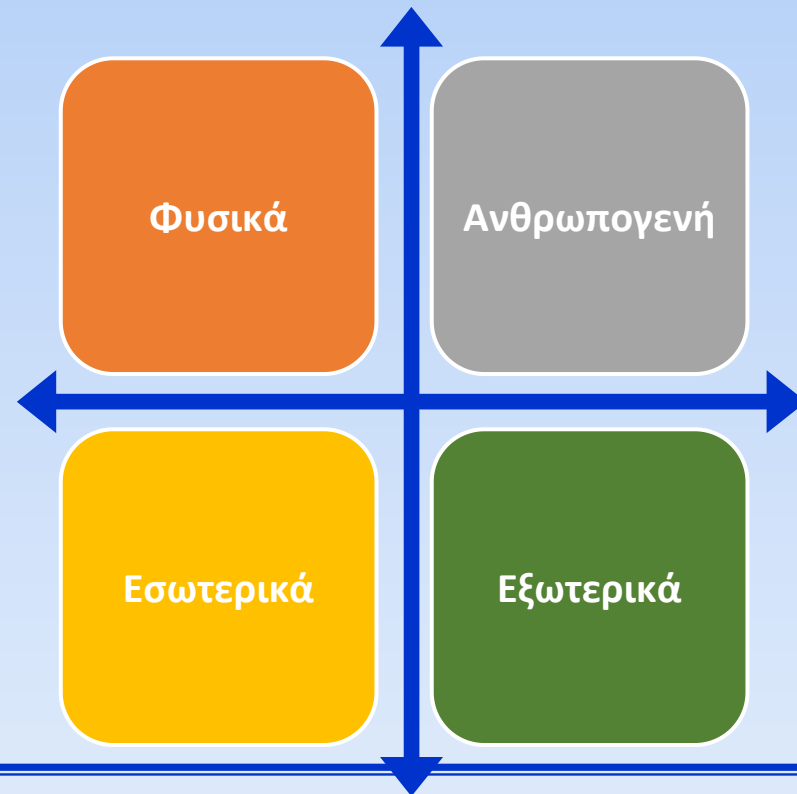
Τελικά το φαινόμενο του Θερμοκηπίου λειτουργεί ευεργετικά ή όχι για τη ζωή στον πλανήτη?

Η ύπαρξη του φαινομένου του Θερμοκηπίου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός που καθιστά τη Γη κατοικήσιμη σε αντίθετη περίπτωση η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση περίπου -18°C .

ΟΜΩΣ!!!

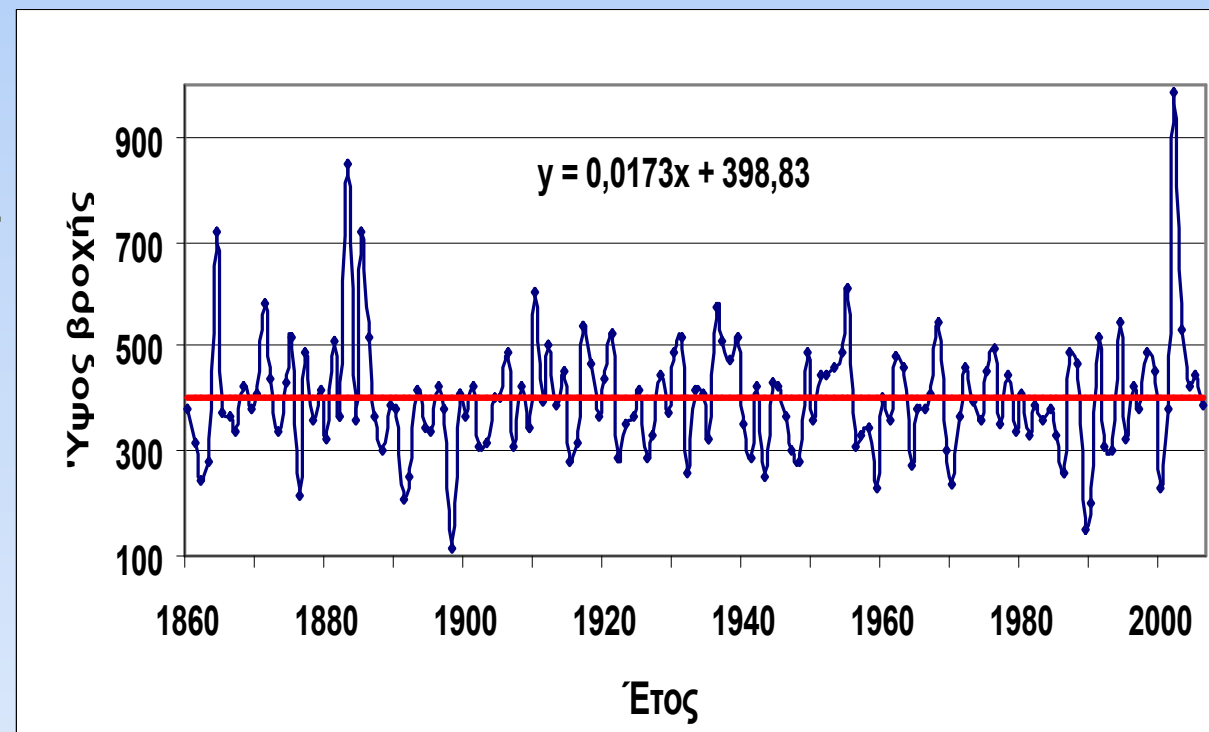
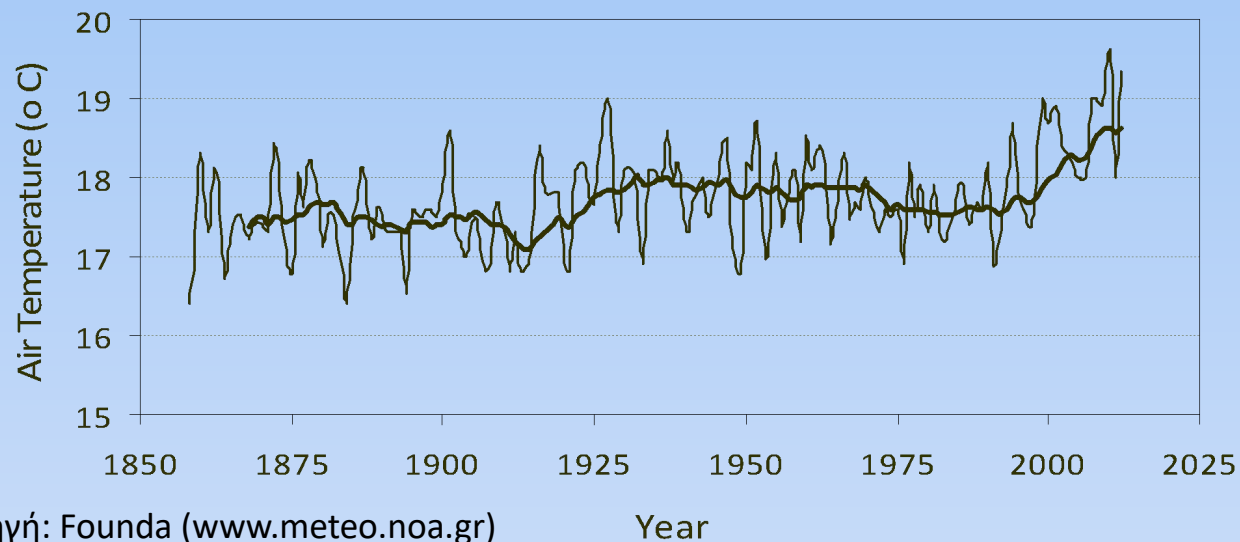
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η αργή και σταθερή μεταβολή του γήινου κλίματος, ειδικότερα μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών για μεγάλες χρονικές περιόδους η οποία δυνατόν να προέρχεται είτε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες άμεσα ή έμμεσα είτε από φυσικά αίτια (περιοδικότητα φαινομένων)

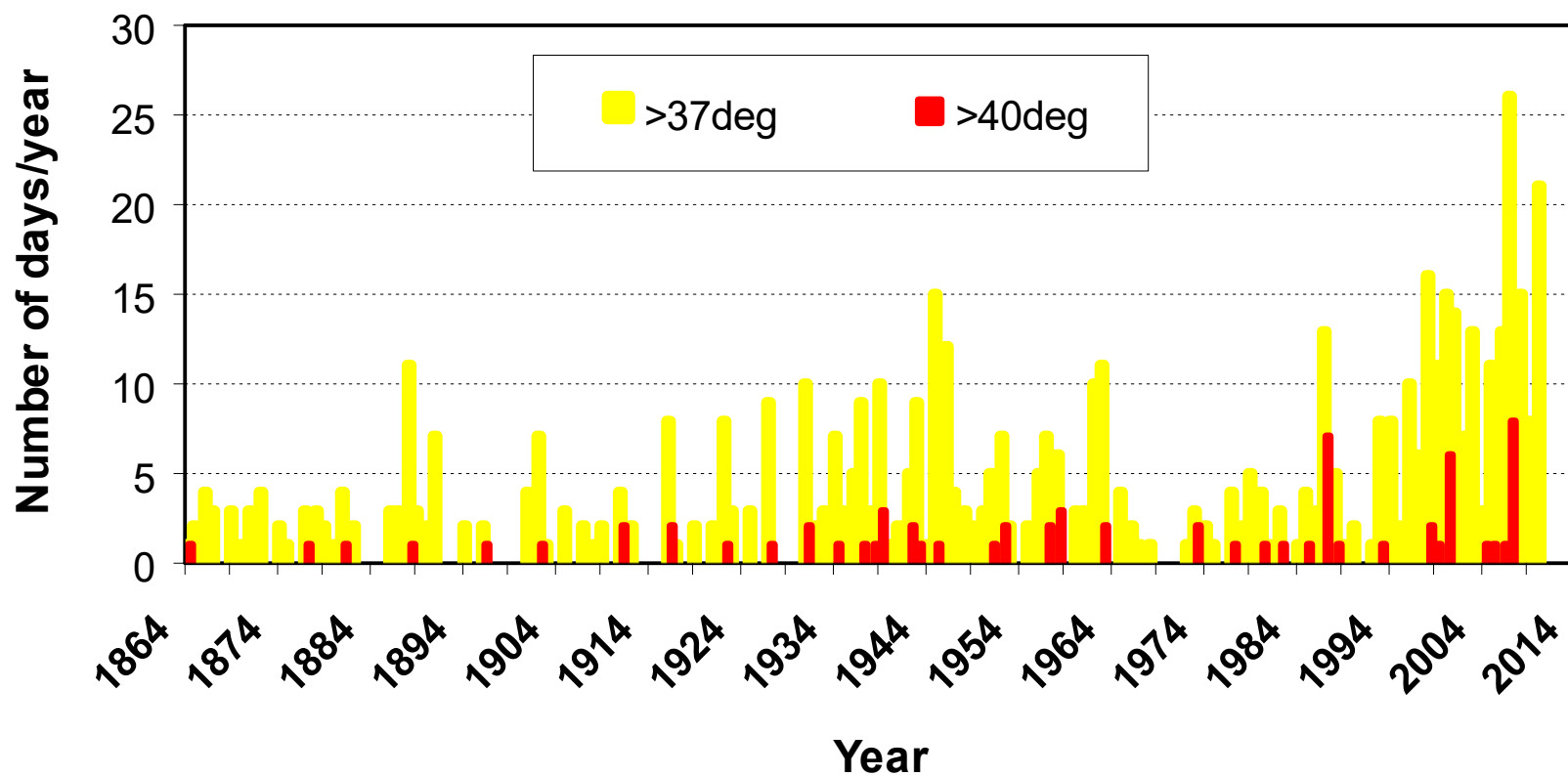


Ετήσια θερμοκρασία και βροχόπτωση στην Αθήνα

Annual Air Temperature at NOA since 1858

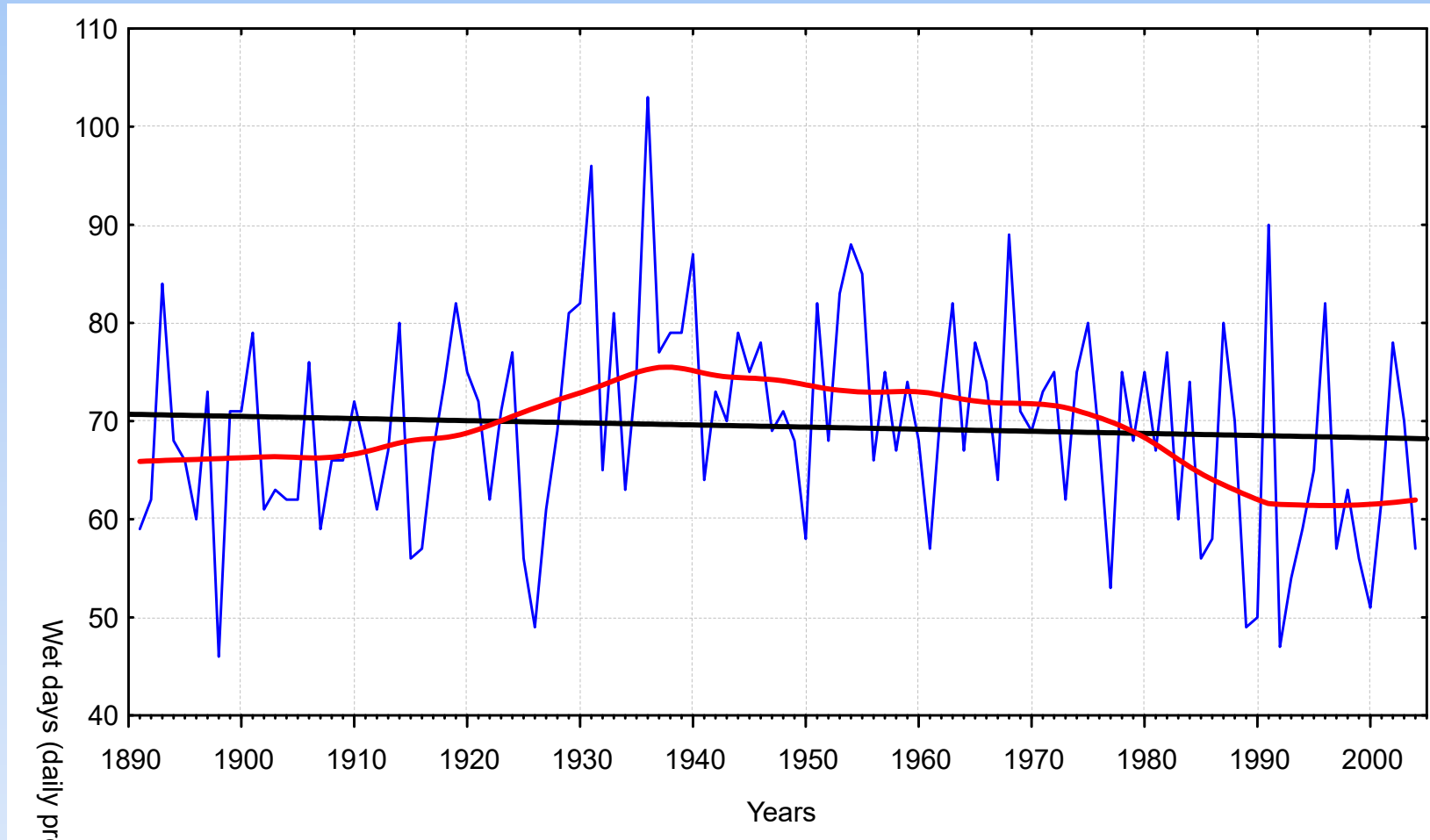


Αριθμός ημερών/έτος στην Αθήνα με θερμοκρασία μεγαλύτερη των 37° και 40°C

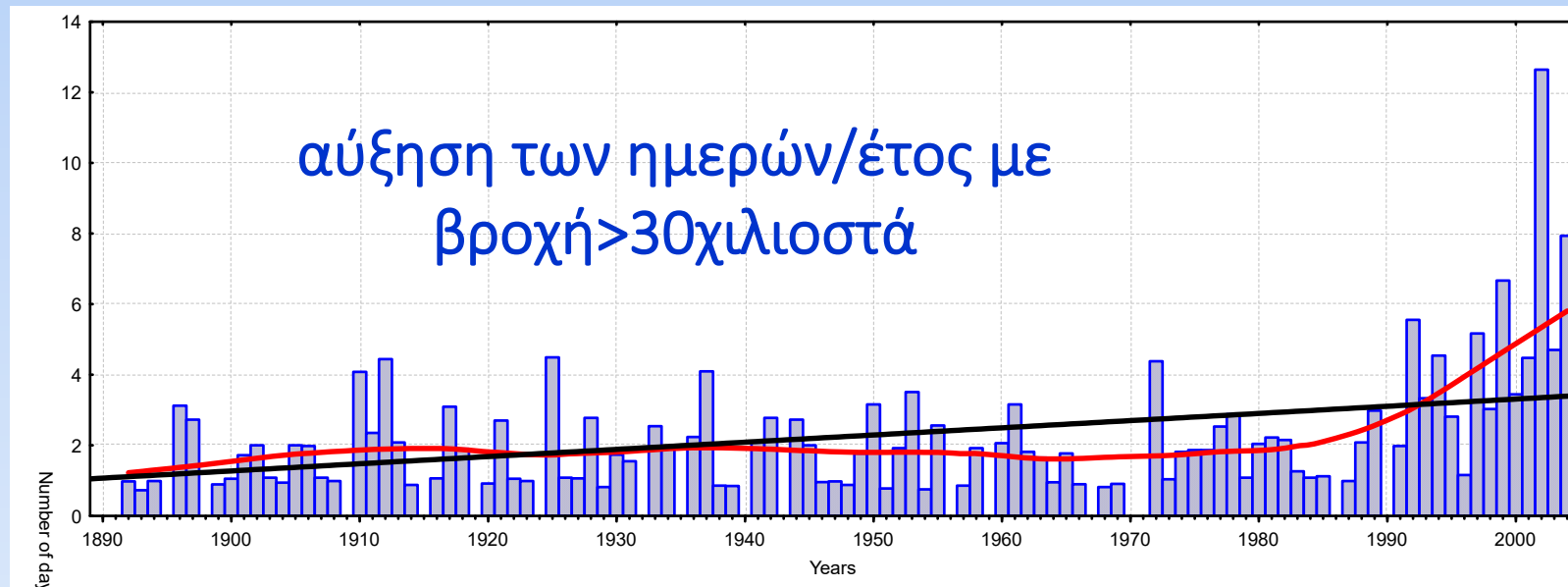
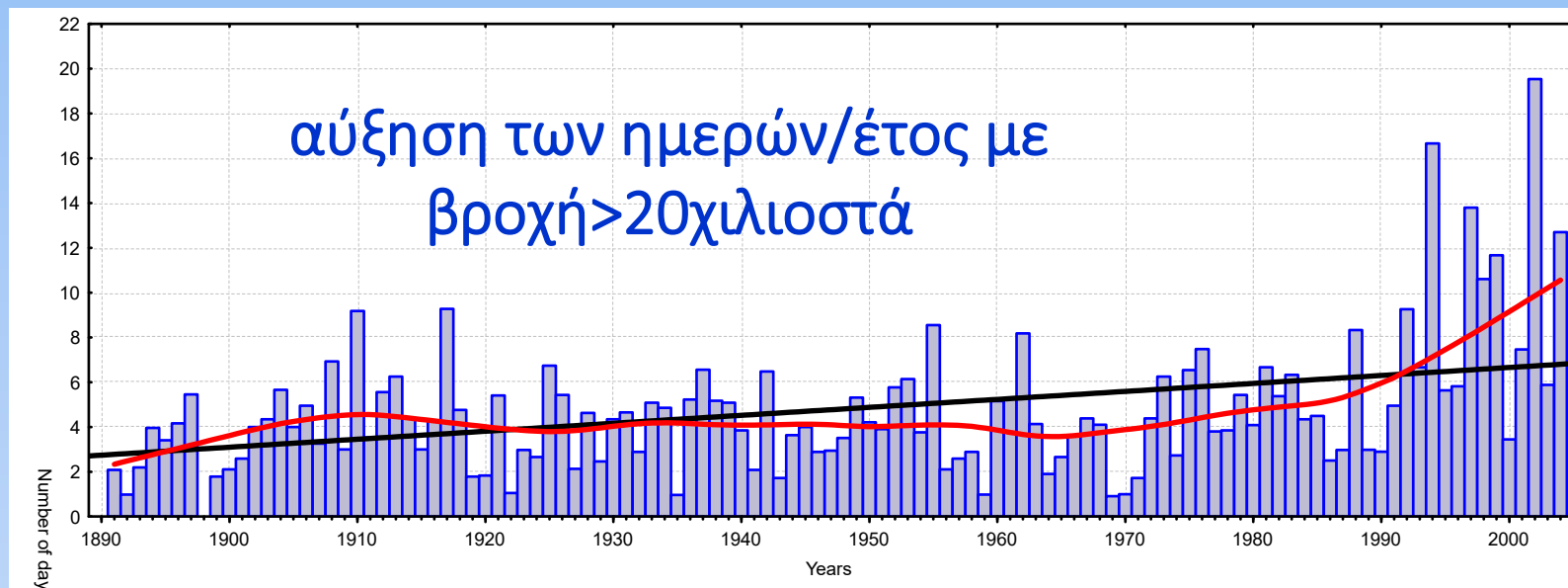


Πηγή: Founda & Giannakopoulos, 2009

Σταδιακή μείωση του αριθμού βροχερών ημερών (wet days)/έτος στην Αθήνα κατά τα τελευταία 70 έτη



Πηγή: Nastos & Zerefos, 2007

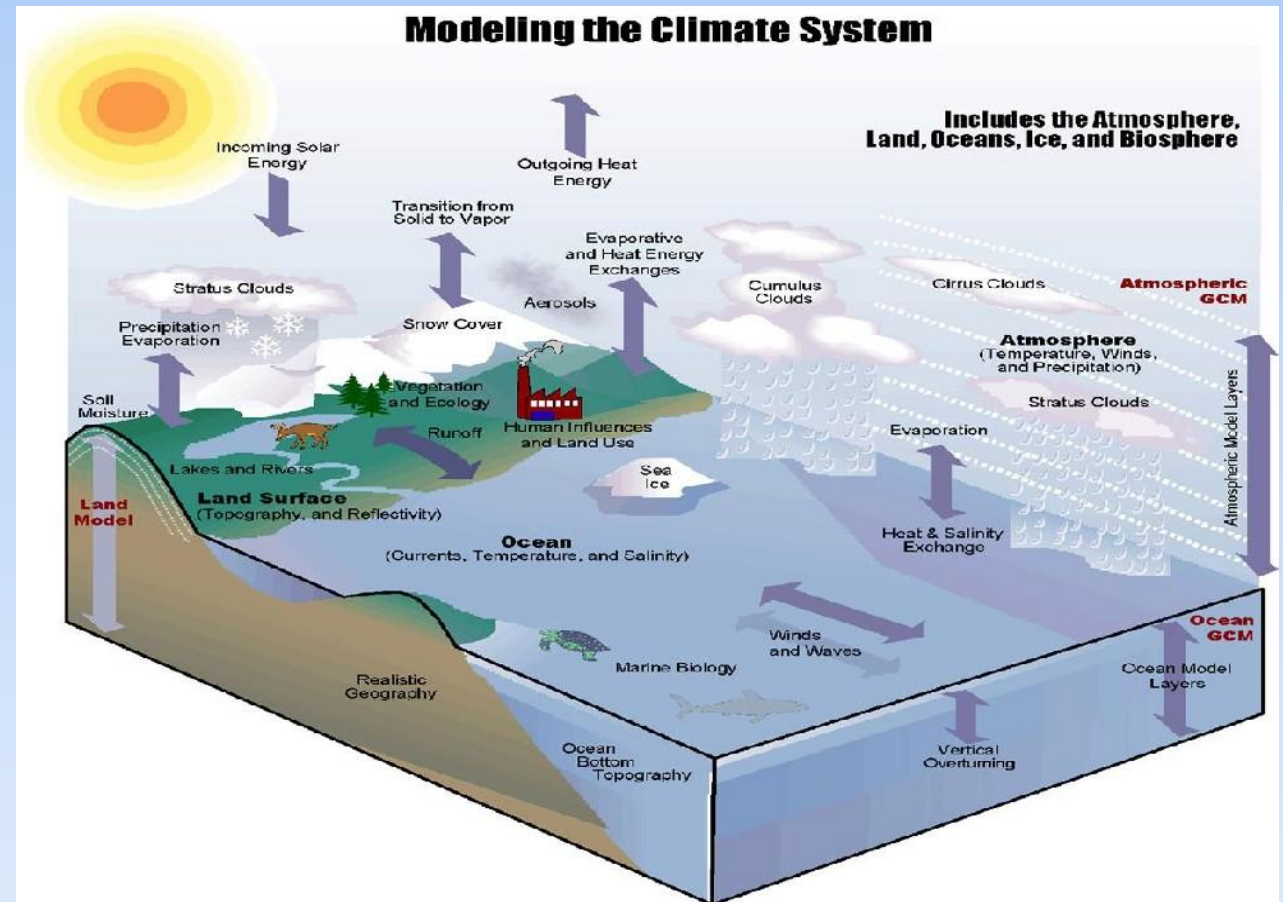


Πηγή: Nastos & Zerefos, 2007

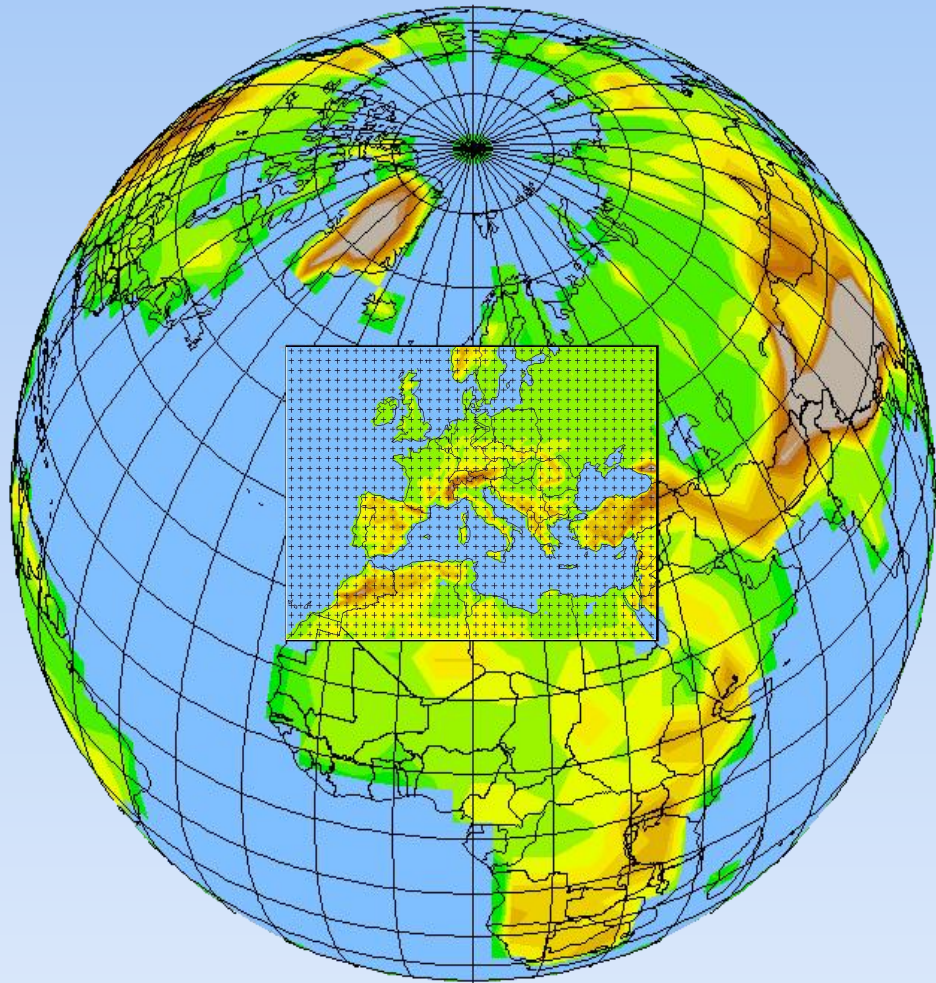
Κλιματικά μοντέλα

Τα κλιματικά μοντέλα είναι υπολογιστικά προγράμματα, που προσομοιώνουν τις φυσικές διαδικασίες του κλίματος και αναπαράγουν την ατμοσφαιρική και ωκεάνια κατάσταση

- Τα κλιματικά μοντέλα χρησιμοποιούν μαθηματικές εξισώσεις για να περιγράψουν τη συμπεριφορά των παραγόντων που επηρεάζουν το κλίμα.
- Οι παράγοντες είναι: ατμόσφαιρα, ωκεανοί, επιφάνεια ξηράς, βιόσφαιρα, πάγοι και ενέργεια από τον ήλιο.
- Οι αλληλεπιδράσεις αυτών των συνιστωσών δημιουργούν το κλίμα



Περιοχικά κλιματικά μοντέλα



Τα κλιματικά μοντέλα είδαν ταχεία εξέλιξη από τη δεκαετία του 1980 και μετά.

Ωστόσο, μεγάλος βαθμός αβεβαιότητας ακόμη εμπεριέχεται και δυσχεραίνει την αξιοπιστία των προβλέψεων των μοντέλων.

Πηγές αβεβαιότητας

- υδρατμοί
- θερμοβαθμίδα
- σύννεφα
- εδαφική υγρασία
- χιονοκάλυψη
- πάγοι / λευκαύγεια

Η αξιοπιστία ποικίλει μεταξύ των κλιματικών μεταβλητών. Κάποιες είναι πιο αξιόπιστες (πχ. θερμοκρασία) από άλλες (πχ. βροχόπτωση)

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ της ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ





ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Η παγκόσμια διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC) ορίζει **το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής** ως επίτευγμα των τεχνολογικών αλλαγών και υποκατάστατων που μπορούν να μειώσουν τις εισροές πόρων και τις εκπομπές ανά μονάδα προϊόντος σε σχέση με την κλιματική αλλαγή,

Με άλλα λόγια εφαρμογή πολιτικών με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ενίσχυση της δυνατότητας αποθήκευσης.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτέλεσε ίσως το σημαντικότερο βήμα για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής

- Εμπορία εκπομπών (Emissions trading)
- Δημιουργία ενός “Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης” (Clean Development Mechanism)
- Από κοινού υλοποίηση (Joint Implementation)

Μέτρα μπορούν να περιλαμβάνουν:

- τη μείωση της ζήτησης για αγαθά και υπηρεσίες με σημαντικές εκπομπών GHG, ενισχύοντας την αύξηση της αποτελεσματικότητας και την αύξηση της χρήσης των τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα
- την αύξηση των φυσικών δεξαμενών που μπορούν να αποθηκεύσουν/απορροφούν το CO₂, όπως τα δάση ή υγράτοποι (όπου η αποσύνθεση επιβραδύνεται και τα νεκρά φυτική ύλη συσσωρεύεται η τύρφη).

Για το σχεδιασμό μιας αποτελεσματικής στρατηγικής μετριασμού πρέπει να είναι γνωστά:

- ο ρυθμός εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου,
- οι διαθέσιμες επιλογές μετριασμού,
- ο ρόλος της τεχνολογίας και των μηχανισμών που βασίζονται στην αγορά..

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

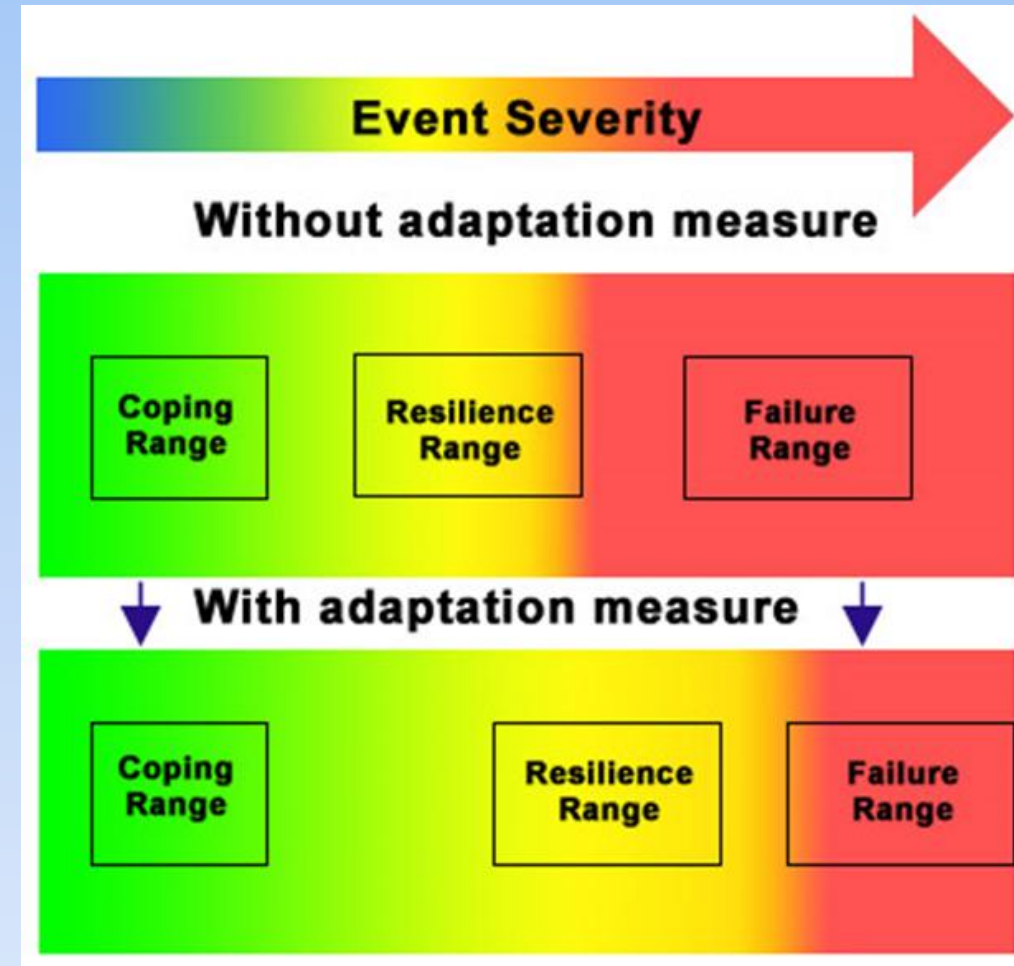
Αφορά στην προσαρμογή των φυσικών ή ανθρώπινων συστημάτων σε ένα νέο ή μεταβαλλόμενο περιβάλλον, θα μετριάσει τις ζημιές ή/και θα εκμεταλλευθεί τις ευκαιρίες.

Coping range (Εύρος αντιμετώπισης): Αντιπροσωπεύει το εύρος ή το ποσοστό της διαταραχής διαφόρων συστημάτων, όπως κοινότητες, επιχειρήσεις, ή τα οικοσυστήματα μπορούν να ανεχθούν χωρίς σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις ή τη διέλευση των κρίσιμων ορίων.

Resilience range (Εύρος ανθεκτικότητας): Εύρος ανθεκτικότητα είναι το μέγεθος της ζημιάς ένα σύστημα μπορεί να ανεχτεί, και εξακολουθεί αυτόνομα επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση.

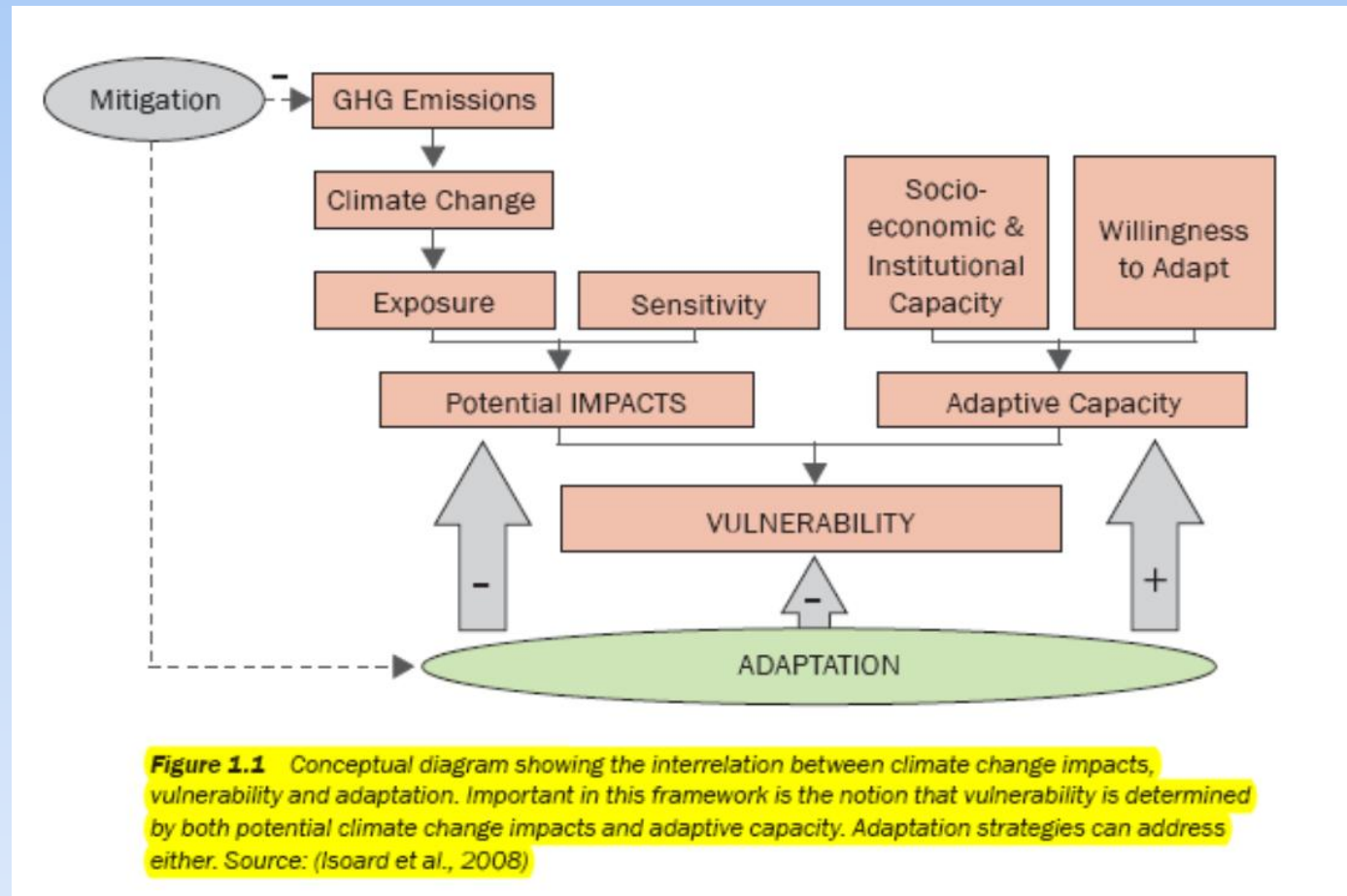
Failure range: Το φάσμα της αποτυχίας ξεκινά από το σημείο όπου το μέγεθος των ζημιών είναι τέτοια που το σύστημα δεν μπορεί πλέον να ανεχθεί χωρίς σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις.

Η σοβαρότητα ενός συμβάντος σε ένα σύστημα εξαρτάται από το εύρος αντιμετώπισης και το εύρος της ανθεκτικότητας.



Τρωτότητα

Η IPCC ορίζει την τρωτότητα (vulnerability) ως τον βαθμό στον οποίο ένα σύστημα είναι ευάλωτο, και δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στις μη αναστρέψιμες επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών, στις κλιματικές διακυμάνσεις και τα ακραία φαινόμενα.



Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή αποτελείται από όλες τις αναγκαίες ενέργειες και προγραμματισμένες δράσεις που πρέπει να ληφθούν προκειμένου:

A. Να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις και

B. Να μειωθεί η τρωτότητα περιοχών, δραστηριοτήτων και οικοσυστημάτων από το μεταβαλλόμενο κλίμα.

Η προσαρμογή υποδηλώνει επίσης την ανάγκη πρόβλεψης των μελλοντικών αλλαγών, με απώτερο σκοπό την αποτελεσματική μείωση του ρίσκου και των ζημιών, ελαχιστοποιώντας το κόστος δράσης και μεγιστοποιώντας τα όποια δυνατά οφέλη σε κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς όρους.



ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

A' επίπεδο

- ❑ Διάγνωση της ευαισθησίας των υποδομών στην κλιματική αλλαγή.
- ❑ Ανάπτυξη κριτηρίων τυπολογίας και ταξινόμησης της ευαισθησίας.
- ❑ Ανάπτυξη βάσης δεδομένων συσχέτισης κριτηρίων – ευαισθησίας – υποδομών.

B' επίπεδο

- ❑ Διάγνωση της ικανότητας των υφιστάμενων υποδομών να απορροφήσουν τις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
- ❑ Στόχος η προσαρμογή με χαμηλό κόστος και διαχειριστικά μέτρα.

Γ' επίπεδο

- ❑ Διάγνωση των αναγκαίων έργων, μέτρων, δράσεων που απαιτούνται, για την ενίσχυση των υφιστάμενων υποδομών προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, λόγω μειωμένης ανθεκτικότητας.
- ❑ Διάγνωση των υποδομών που δεν θα μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
- ❑ Πρόγραμμα τυχόν υποκατάστασης μη ανθεκτικών υποδομών.