

Αέρια του θερμοκηπίου

■ Αέρια του Θερμοκηπίου

- ✓ Διοξείδιο του Άνθρακα
- ✓ Μεθάνιο
- ✓ Υποξείδιο του Αζώτου
- ✓ Όζον
- ✓ Χλωροφθοράνθρακες



Μεγάλου
χρόνου ζωής
αέρια
θερμοκηπίου
(Long-lived
greenhouse
gases,
LLGHGs)

-
- ✓ Υδρατμοί



Αέρια του θερμοκηπίου

- Η συνεισφορά των αερίων στο φαινόμενο του Θερμοκηπίου καθορίζεται από:
 - ο τα χαρακτηριστικά τους
 - ο από τη συγκέντρωση τους στην ατμόσφαιρα
- Παράδειγμα: το μόριο του CH_4 είναι **8 (23)** φορές ισχυρότερο αέριο του θερμοκηπίου σε σχέση με το CO_2 , όμως υπάρχει σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις και έχει και μικρότερο χρόνο ζωής \Rightarrow η συνολική του συνεισφορά να είναι μικρότερη

| | |
|---|-----------|
| ✓ Υδρατμοί (H_2O) συνεισφέρουν | 36 - 72 % |
| ✓ Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2) συνεισφέρει | 9 - 26 % |
| ✓ Μεθάνιο (CH_4) συνεισφέρει | 4 - 9 % |
| ✓ Όζον (O_3) συνεισφέρει | 3 - 7 % |

Αέρια του θερμοκηπίου

- Συγκεντρώσεις των κύριων αερίων του θερμοκηπίου (το 2019) & αύξηση της συγκέντρωσής τους σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή (1750):

| Αέριο Θερμοκηπίου | 1750 | 2019 | % αύξηση | % αύξηση σε σχέση με το 2011 |
|-------------------|--------------|--------------|----------|------------------------------|
| CO ₂ | 278±2 (ppm) | 409.9 (ppm) | 47.3 % | 5 % |
| CH ₄ | 722±25 (ppb) | 1866.3 (ppb) | 157.8 % | 3.5 % |
| N ₂ O | 270±7 (ppb) | 332.1 (ppb) | 23 % | 2.4 % |

| Αέριο Θερμοκηπίου | 2019 (ppt) | Μεταβολή |
|--|------------|-----------------------|
| Υπερφθοράνθρακες (PFCs) | 109 | Αύξηση |
| Εξαφθοριούχο θείο (SF ₆) | 10 | Αύξηση |
| Τριφθοριούχο άζωτο (NF ₃) | 2 | Αύξηση |
| Υδροφθοράνθρακες (HFCs) | 237 | Αύξηση |
| Χλωροφθοράνθρακες (CFCs) & Υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs) | 1032 | Αύξηση & Μείωση |

Πηγή: IPCC report 2022

Αέρια του θερμοκηπίου

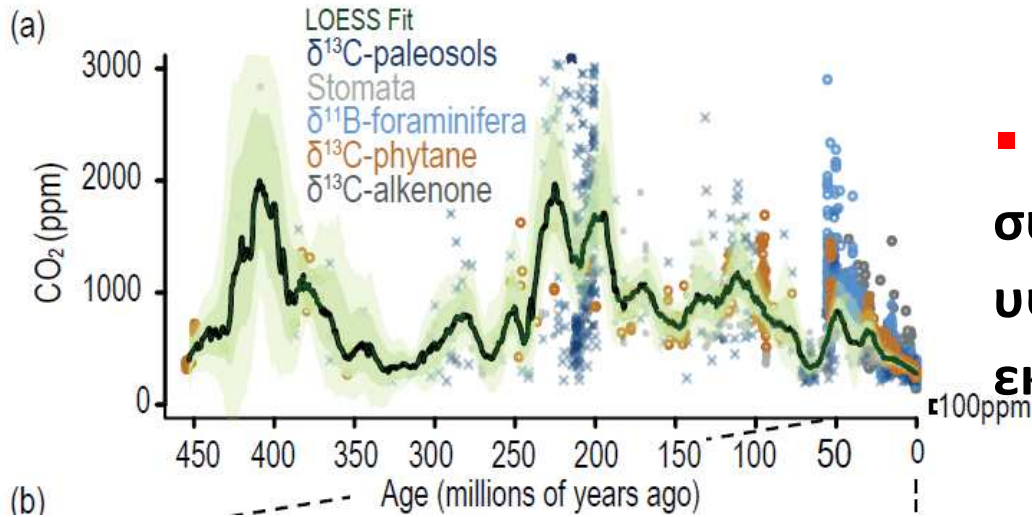
- Τρέχουσες συγκεντρώσεις των κύριων αερίων του θερμοκηπίου (τον Δεκέμβριο του 2022)

| Αέριο Θερμοκηπίου | Συγκέντρωση Δεκέμβριο 2022 |
|----------------------|----------------------------|
| CO ₂ | 418.95 ppm |
| CH ₄ | 1924.99 ppb |
| N ₂ O | 336.33 ppb |
| SF ₆ | 11.20 ppt |

- Η μέση ετήσια συγκέντρωση του CO₂ το 2022 ήταν: **418.56 ppm**
- ενώ η μέση συγκέντρωση του τον Μάρτιο του 2023 ήταν: **420 ppm**

Αέρια του θερμοκηπίου

Evolution of atmospheric CO₂

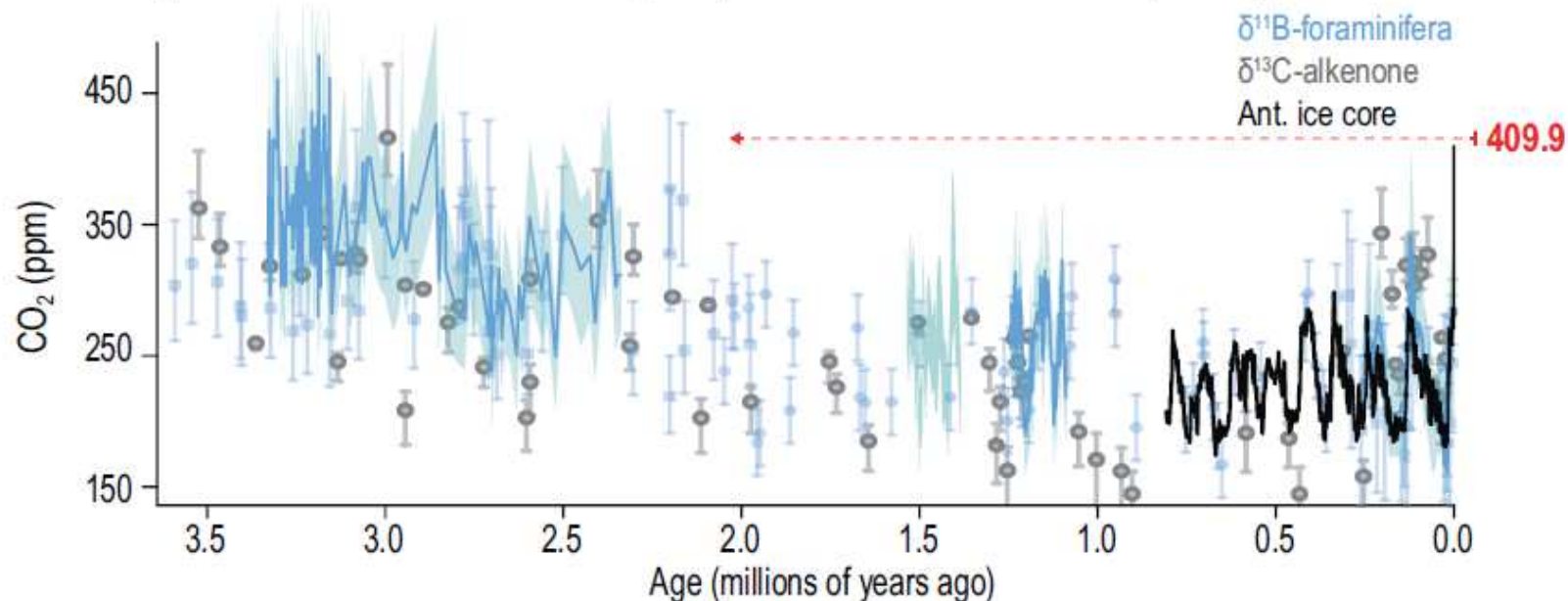


■ Εξέλιξη της συγκέντρωσης του CO₂

■ Τα σημερινά επίπεδα της συγκέντρωσης του CO₂ είναι τα υψηλότερα τα τελευταία 2 εκατομμύρια χρόνια

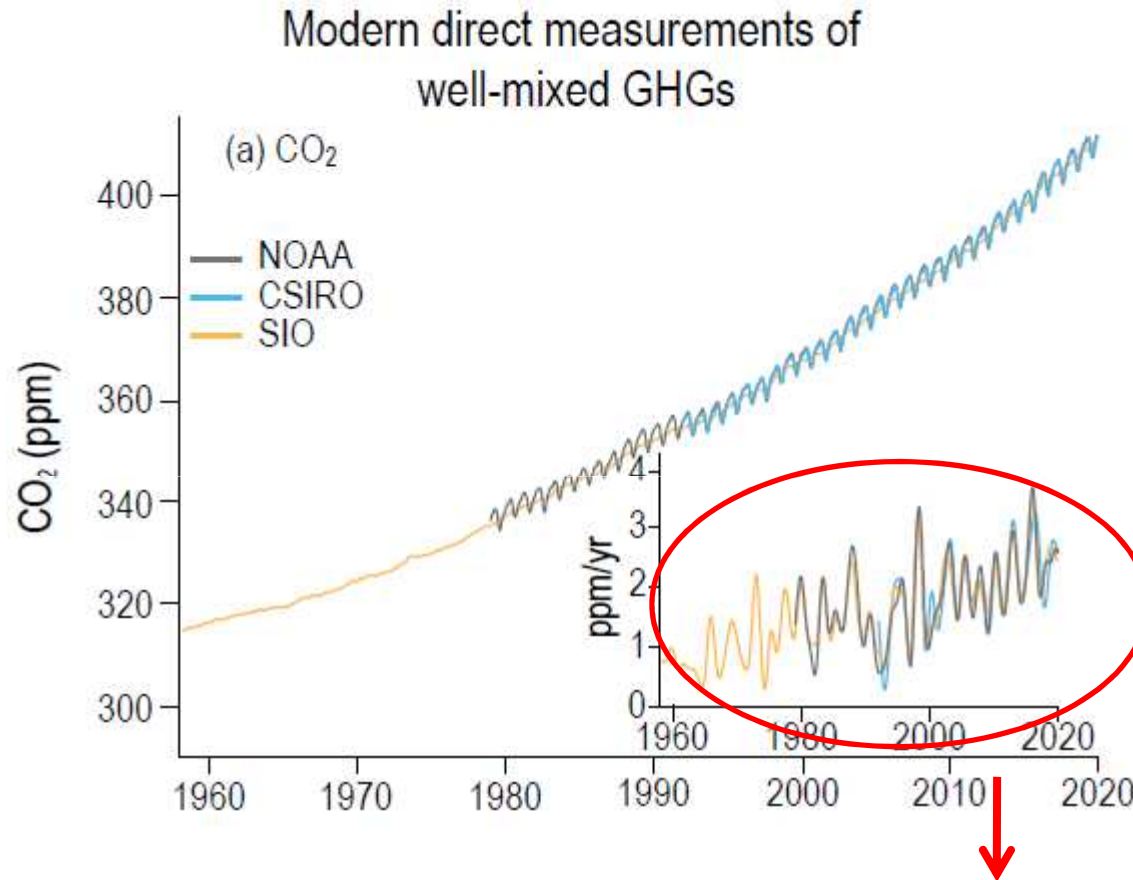


(a) Last time CO₂ levels were as high as present was at least 2 million years ago



Αέρια του θερμοκηπίου

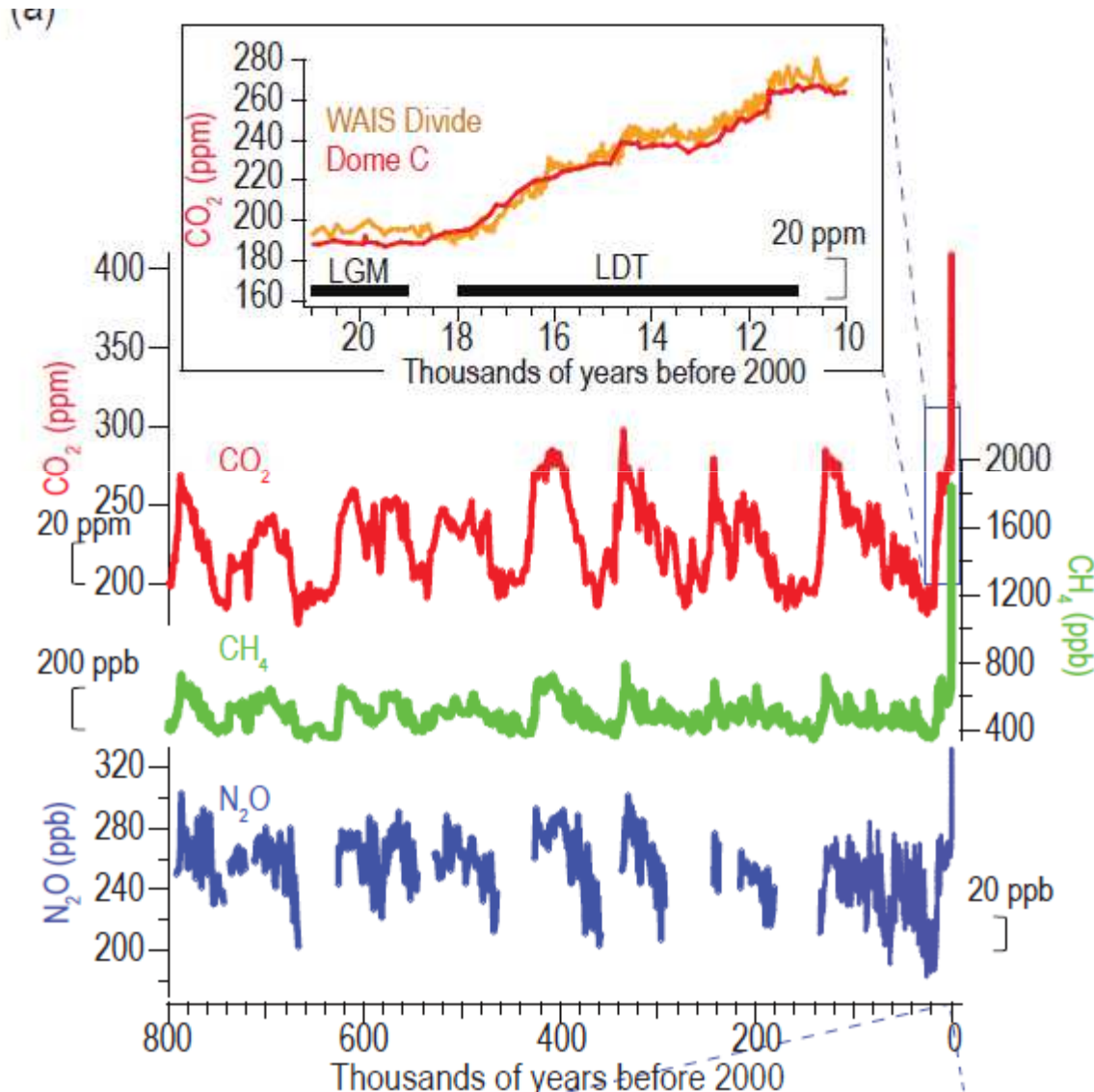
■ Εξέλιξη της συγκέντρωσης του CO₂



- Μετά το 1960 ο ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης του CO₂ μεγαλώνει
- Την περίοδο 2000 – 2011 η μέση ετήσια αύξηση ήταν: (2.0 ± 0.3) ppm yr⁻¹
- Την περίοδο 2011 – 2019 ο ετήσιος ρυθμός αυξάνει: (2.4 ± 0.5) ppm yr⁻¹

Αέρια του θερμοκηπίου

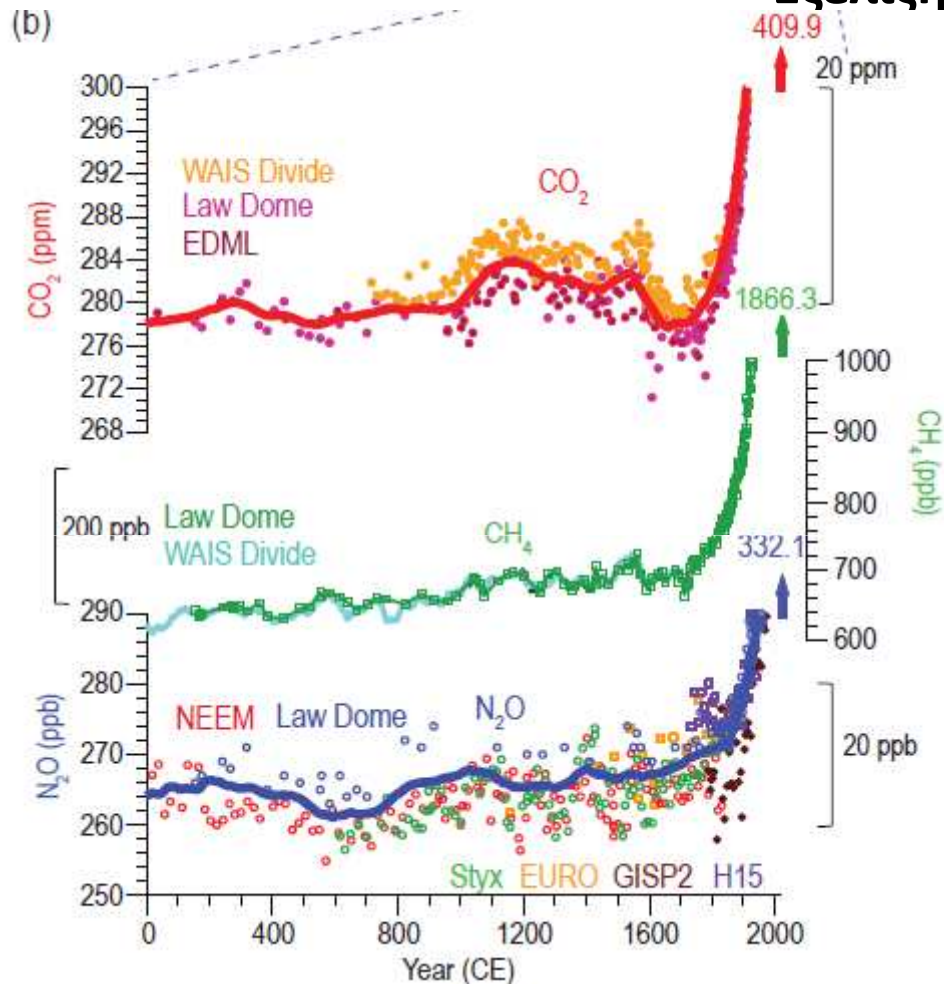
■ Εξέλιξη της συγκέντρωσης των CH₂ και N₂O



■ Τα σημερινά επίπεδα της συγκέντρωσης του CH₄ και του N₂O είναι τα υψηλότερα τα τελευταία 800.000 χρόνια

Αέρια του θερμοκηπίου

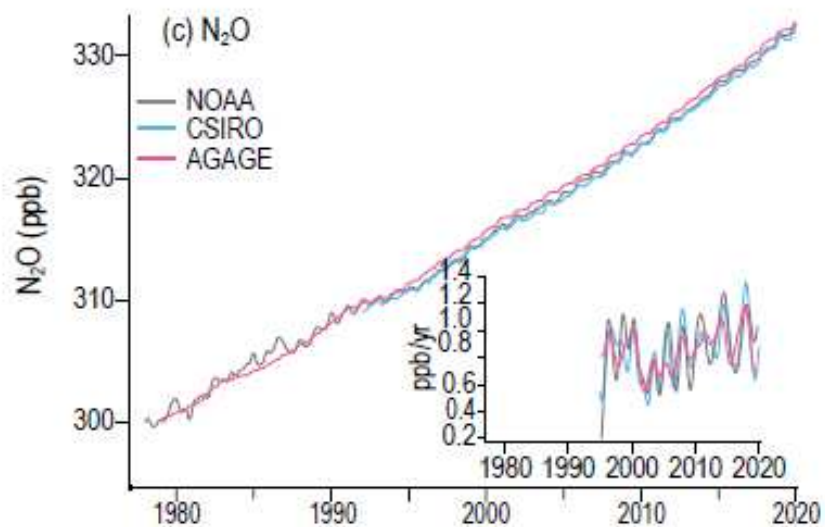
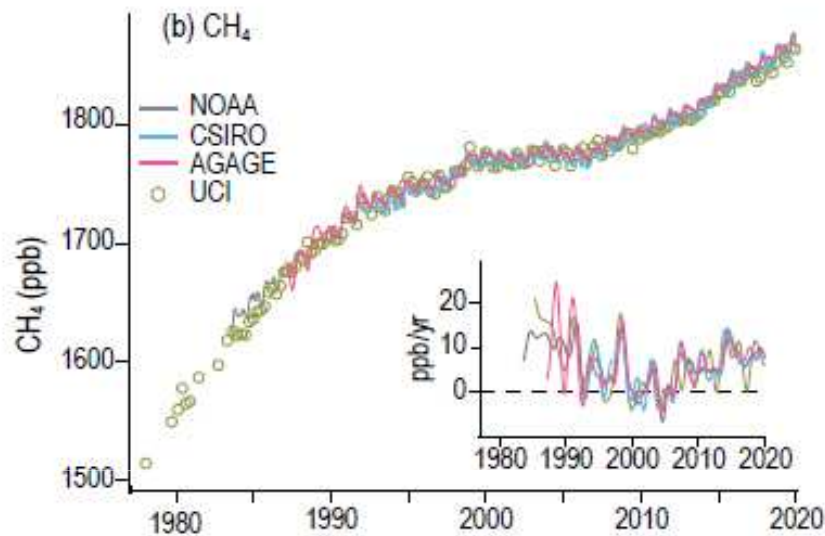
■ Εξέλιξη της συγκέντρωσης των CH_4 και N_2O



■ Τα σημερινά επίπεδα της συγκέντρωσης του CH_4 και του N_2O είναι τα υψηλότερα τα τελευταία 800.000 χρόνια

Αέρια του θερμοκηπίου

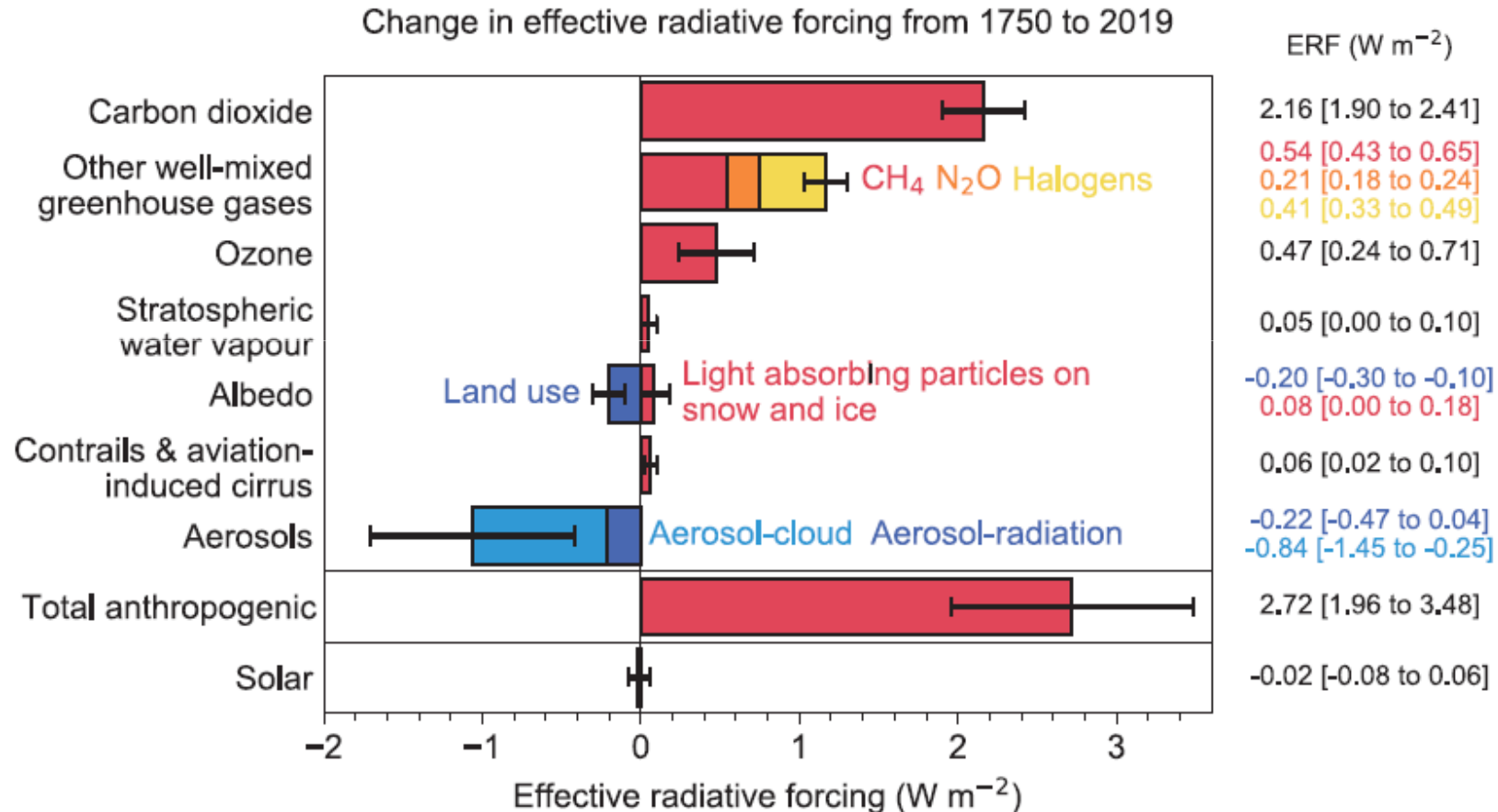
■ Εξέλιξη της συγκέντρωσης των CH₄ και N₂O



- Ο ρυθμός μεταβολής (αύξησης) της συγκέντρωσης του CH₄ παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές του την περίοδο 1977 – 1986: (18 ± 4) ppm yr⁻¹
- Ακολουθώς μειώνεται
- Την περίοδο τέλη του '90 – 2006 σταθεροποιείται (είναι μηδενικός)
- Μετά το 2006 αυξάνει και είναι: (7 ± 3) ppm yr⁻¹
- Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης του N₂O την περίοδο 1995 – 2019 ήταν: (0.85 ± 0.03) ppm yr⁻¹
- Αυξήθηκε κατά 20% τη δεκαετία 2000 – 2009, ενώ τη δεκαετία 2010 - 2019 έγινε: (0.95 ± 0.04) ppm yr⁻¹

Αέρια του θερμοκηπίου

- Η Επίδραση (Radiative Forcing, RF) των αερίων του θερμοκηπίου και των αερολυμάτων στο ενεργειακό ισοζύγιο το 2019 σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή (1750)



- Η συνολική ανθρωπογενής επίδραση (RF) στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη το 2019 σε σχέση με το 1750 ήταν: **2.72 [1.96 – 3.48] W/m²** ➔
Θέρμανση

Αέρια του θερμοκηπίου

- Ανθρωπογενής Επίδραση (Radiative Forcing) στο ενεργειακό ισοζύγιο το 2019 σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή (1750)
- Η επίδραση αυτή (θέρμανση) οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου παρότι αντισταθμίζεται μερικώς από την ψύξη που προκαλεί η αύξηση στη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων
- Το 2019, το Radiative Forcing (RF) αυξήθηκε σε σχέση με το 2011 κατά 0.43 W m^{-2} (19%)
- Από αυτό, τα 0.34 W m^{-2} αποδίδονται στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου από το 2011 έως το 2019, ενώ το υπόλοιπο οφείλεται στην πληρέστερη επιστημονική κατανόηση της επίδρασης των αερολυμάτων όπως η ακριβέστερη εκτίμηση της συγκέντρωσης τους (μείωση) και ο πιο ακριβής υπολογισμός (μείωση της αβεβαιότητας) την επίδρασης τους (RF) στο ενεργειακό ισοζύγιο

Αέρια του θερμοκηπίου

- Επιμερισμός της ανθρωπογενούς Επίδρασης (Radiative Forcing) στο ενεργειακό ισοζύγιο το 2019 σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή (1750) ανά παράγοντα

| Παράγοντας | Radiative Forcing (W m^{-2}) |
|-----------------------|---|
| CO ₂ | 2.16 (1.90 - 2.41) |
| CH ₄ | 0.54 (0.43 - 0.65) |
| N ₂ O | 0.21 (0.18 - 0.24) |
| Αλογονούχες ενώσεις | 0.41 (0.33 - 0.49) |
| O ₃ | 0.47 (0.24 - 0.71) |
| Αερολύματα (aerosols) | -1.3 (-2.0 - -0.6) |