



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά μαθήματα ΠΠ

**ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: Φαινόμενο του Θερμοκηπίου &
Κλιματικές Μεταβολές**

**ΕΝΟΤΗΤΑ: 3. Παράγοντες προσδιορισμού της
ανθρωπογενούς επίδρασης στο ενεργειακό ισοζύγιο του
πλανήτη**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

**ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
ΑΓΡΙΝΙΟ**

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Επίκουρη Καθηγήτρια

του Τμήματος Διαχείρισης Περιβάλλοντος
& Φυσικών Πόρων

 2641074156

 afotiadi@upatras.gr

Radiative Forcing (RF) - Επίδραση στο Ενεργειακό Ισοζύγιο

■ Radiative Forcing (RF) :

■ Είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να εκφραστεί η διαταραχή/επίδραση που επέρχεται στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη από μεταβολές παραμέτρων όπως π.χ. η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου, λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας (ανθρωπογενής διαταραχή)

■ Εκφράζει την μεταβολή της καθαρής ακτινοβολίας (εισερχόμενη – εξερχόμενη) στην κορυφή της τροπόσφαιρας σε σχέση με μια τιμή αναφοράς, η οποία είναι αυτή της προ-βιομηχανικής εποχής (πριν το 1750) και εκφράζεται σε W/m^2

■ Η μεταβολή του ισοζυγίου ακτινοβολίας του συστήματος Γη-τροπόσφαιρα υπολογίζεται αφού προηγουμένως έχουμε επιτρέψει στην θερμοκρασία της Στρατόσφαιρας να προσαρμοστεί στη νέα ενεργειακή ισορροπία

■ Προσοχή! η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης και της τροπόπαυσης παραμένουν αμετάβλητες

■ Αν $\text{RF} > 0 \Rightarrow$ εισερχόμενη ακτινοβολία $>$ εξερχόμενη ακτινοβολία
 \Rightarrow **θέρμανση του πλανήτη**

■ Αν $\text{RF} < 0 \Rightarrow$ εισερχόμενη ακτινοβολία $<$ εξερχόμενη ακτινοβολία
 \Rightarrow **ψύξη του πλανήτη**



Radiative Forcing (RF) - Επίδραση στο Ενεργειακό Ισοζύγιο

■ Radiative Forcing (RF) :

- Το RF αναφέρεται σε αλλαγές του ισοζυγίου ακτινοβολίας του συστήματος Γη-τροπόσφαιρα οι οποίες προέρχονται από εξωτερικούς παράγοντες
 - χωρίς μεταβολές στη δυναμική της στρατόσφαιρας
 - χωρίς αναδράσεις (feedbacks) με την επιφάνεια & την τροπόσφαιρα (π.χ. δευτερεύουσες επιδράσεις λόγω αλλαγών στις κινήσεις της τροπόσφαιρας και στη θερμοδυναμική της κατάσταση)
 - χωρίς αλλαγές λόγω δυναμικών αιτίων στο ποσό & στην κατανομή των υδρατμών
- Το RF χρησιμοποιείται για να συγκριθεί η επίδραση φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων στη μεταβολή του κλίματος (για την επίδραση φυσικής προέλευσης αιτίων χρησιμοποιείται επίσης όρος *radiative effect*)
- Το RF σχετίζεται με μια απλή γραμμική σχέση με την μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας θερμικής ισορροπίας του πλανήτη στην επιφάνεια

$$\Delta T_s = \lambda \cdot RF$$

Όπου: λ = ευαισθησία του κλιματικού συστήματος (climate sensitivity) σε **K / (W/m²)**

Τυπική τιμή του $\lambda = 0.8 \text{ K / (W/m}^2\text{)} \Rightarrow$ αύξηση της θερμοκρασία κατά 3° για διπλασιασμό του CO₂



Global Warming Potential (GWP)

Δυναμικό Συμβολής ενός αερίου στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

■ Global warming potential (**GWP**) :

Αποτελεί ένα μέτρο του πόσο μια δοσμένη μάζα ενός αερίου θερμοκηπίου εκτιμάται ότι συνεισφέρει στην παγκόσμια θέρμανση

■ Εκφράζεται σε σχετική κλίμακα (κανονικοποιημένες τιμές) καθώς η τιμή για το θεωρούμενο αέριο συγκρίνεται με αυτή της ίδιας μάζας CO₂

⇒ εξ' ορισμού το **GWP** του **CO₂** ισούται με **1**

■ Το GWP υπολογίζεται για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα το οποίο θα πρέπει να αναφέρεται όταν δίνεται η τιμή του GWP γιατί διαφορετικά αυτή δεν σημαίνει κάτι

■ Μάλιστα, το αν οι εκπομπές ενός αερίου θα υποστούν τους περιορισμούς που επιβάλει το πρωτόκολλο του Κυότο αποφασίζεται με βάση δύο κριτήρια

1/ την ταχύτητα της αύξησης της ατμοσφαιρικής του συγκέντρωσης

2/ αν έχει μεγάλο GWP



Global Warming Potential (GWP)

- Το **GWP** ενός αερίου εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:
 - την απορρόφηση της IR ακτινοβολίας από το αέριο
 - τη φασματική περιοχή που βρίσκονται τα μήκη κύματος όπου απορροφά
 - το χρόνο ζωής του αερίου
- ⇒ μεγάλες τιμές του GWP συσχετίζονται με σημαντική απορρόφηση IR ακτινοβολίας & μεγάλο χρόνο ζωής του αερίου
- Η εξάρτηση του **GWP** από τα μήκη κύματος όπου ένα αέριο απορροφά είναι πολύπλοκη
 - ⇒ Ακόμη και αν ένα αέριο απορροφά σημαντικά σε ορισμένα μήκη κύματος, αυτό μπορεί να μην επηρεάζει το GWP αν η ατμόσφαιρα ήδη απορροφά σημαντικά σ' αυτά τα μήκη κύματος
 - ⇒ Ένα αέριο είναι περισσότερο ενεργό αν απορροφά σε μήκη κύματος που αντιστοιχούν στο ατμοσφαιρικό παράθυρο όπου η ατμόσφαιρα είναι διαφανής



Global Warming Potential (GWP)

- Το **GWP** δηλαδή το δυναμικό που εμφανίζεται να συνεισφέρει 1kg ενός αερίου στην παγκόσμια θέρμανση (RF), σε σχέση με αυτό που συνεισφέρει 1 kg του αερίου αναφοράς (CO_2) δίνεται από τη σχέση:

$$GWP = \frac{\int_0^{t_f} \alpha_A [A(t)] \cdot dt}{\int_0^{t_f} \alpha_R [R(t)] \cdot dt}$$

Όπου:

t_f = ο χρόνος στη διάρκεια του οποίου γίνεται ο υπολογισμός

α_A = η επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο (RF) λόγω της αύξησης κατά 1 kg του αερίου ($\text{W/m}^2/\text{kg}$)

$[A(t)]$ = η σταδιακή μείωση της ποσότητας του αερίου στον χρόνο t_f θεωρώντας ότι εκλύθηκε τη στιγμή $t=0$

α_R και $[R(t)]$ = οι αντίστοιχες ποσότητες για το αέριο αναφοράς (CO_2)



Global Warming Potential (GWP)

- Το **GWP** είναι ένας απλός δείκτης που στηρίζεται στις ακτινοβόλες ιδιότητες (radiative properties) των αερίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθούν οι πιθανές μελλοντικές επιδράσεις της αύξησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στο κλιματικό σύστημα
- Στους επόμενους πίνακες δίνεται το **GWP** για τα αέρια του θερμοκηπίου
- Δεν υπολογίζεται το **GWP** για τους υδρατμούς (H_2O) λόγω της εξάρτησης της συγκέντρωσής τους από τη θερμοκρασία



Πίνακας 2.14

από το IPCC report 2007



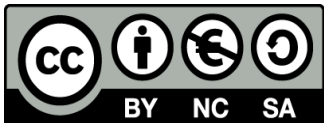
Σημειώματα

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση: **1.**

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright: Πανεπιστήμιο Πατρών, **Αγγελική Φωτιάδη, 2014. Αγγελική Φωτιάδη. «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και Κλιματικές Μεταβολές. 3^η ενότητα».** Έκδοση: **1.0.** Αγρίνιο **2014.** Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:<https://eclass.upatras.gr/courses/ENV119/>

Σημείωμα Αδειοδότησης



Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons

«Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Α. Φωτιάδη».