

# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΞΩΓΗΙΝΟΥ ΤΟΥ ΓΗΙΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

Καραγκιοζίδης Πολυχρόνης, Χημικός Αντιπρόεδρος του Συνδέσμου Χημικών Βορείου  
Ελλάδος, τέως Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04 Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Web: [www.polkarag.gr](http://www.polkarag.gr) Email: [info@polkarag.gr](mailto:info@polkarag.gr)

Όμιλος Φίλων Αστρονομίας Θεσσαλονίκης

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Επιστημονικές έρευνες αποδεικνύουν ότι η μέση θερμοκρασία της Γης, σε χρονικό ορίζοντα εκατοντάδων χιλιάδων ετών μεταβάλλεται περιοδικά. Το γεγονός αυτό προκαλεί σύγχυση σε όσους δεν είναι σωστά ενημερωμένοι, καθώς νομίζουν ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στη γήινη ατμόσφαιρα, τα τελευταία πενήντα χρόνια, είναι παροδικό φαινόμενο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αδιαφορούν για τις κλιματικές αλλαγές που προκαλούνται από τον ανθρωπογενή παράγοντα.

Οι μη ανθρωπογενείς παράγοντες που επηρεάζουν περιοδικά τη μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης είναι κυρίως τέσσερις: Οι τρεις από αυτούς είναι οι γνωστοί κύκλοι του Milankovitch και ο τέταρτος είναι ο ενδεκαετής κύκλος της Ηλιακής δραστηριότητας.

Ο παράγων που οφείλεται στη μετακίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών δεν έχει περιοδικότητα. Περιοδικότητα δεν έχουν επίσης οι αυξομειώσεις της ηλιακής δραστηριότητας που δεν έχουν σχέση με τον ενδεκαετή κύκλο του Ηλίου.

Οι κλιματικές αλλαγές, όμως που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα, δεν έχουν σχέση με τους προαναφερθέντες παράγοντες, αλλά αναφέρονται σε ανθρωπογενείς παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα σε χρονικές περιόδους από δέκα περίπου χρόνια μέχρι δύο περίπου αιώνες. Αυτό το όριο θα πρέπει να καθορίσει η επιστημονική κοινότητα, ως αναπόσπαστο μέρος του ορισμού των κλιματικών αλλαγών ανθρωπογενούς προέλευσης.

## ΚΥΚΛΟΙ ΜΙΛΑΝΚΟΒΙΤΣ - ΕΞΩΓΗΙΝΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

1. Κάθε 100.000 χρόνια η τροχιά περιφοράς της Γης, γύρω από τον Ήλιο, μεταβάλλεται από σχεδόν κυκλική σε πολύ ελλειπτική. Όταν η τροχιά της Γης είναι πολύ ελλειπτική, δηλαδή όταν υπάρχει μέγιστη εκκεντρότητα, η μέση θερμότητα που δέχεται η Γη από τον Ήλιο είναι μικρότερη.

2. Κάθε 41.000 χρόνια η κλίση του άξονα της Γης σε σχέση με το επίπεδο περιφοράς της, μεταβάλλεται από  $21,5^\circ$  σε  $24,5^\circ$ . Όταν η κλίση του άξονα της Γης είναι η μέγιστη, η μέση θερμότητα που δέχεται η Γη από τον Ήλιο είναι μικρότερη.

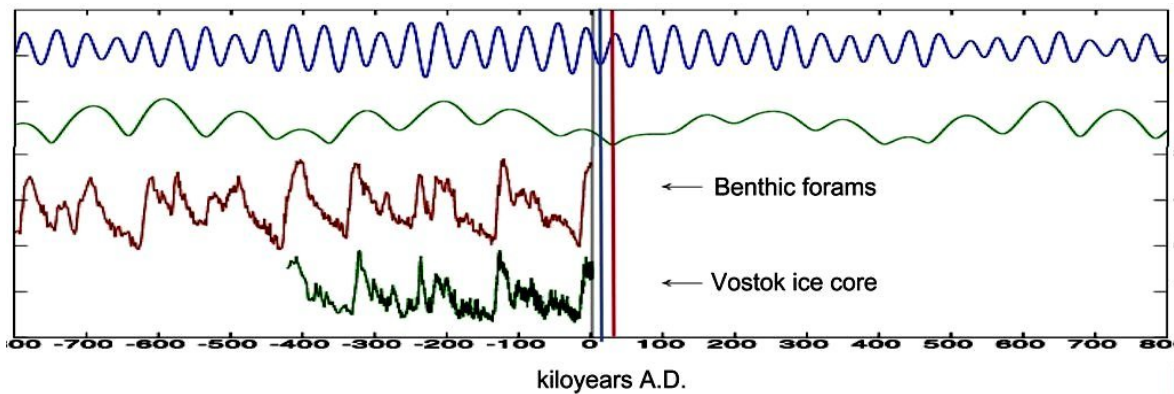
3. Ο προσανατολισμός του άξονα περιστροφής της Γης, επίσης μεταβάλλεται.

Ο τρίτος παράγων ελάχιστα επηρεάζει.

Σε ότι αφορά τους δύο πρώτους, έχουμε μέγιστη εκκεντρότητα και μέγιστη κλίση κάθε 413.000 χρόνια. Δηλαδή κάθε 413.000 χρόνια έχουμε μέγιστη παγετωνική κάλυψη στη Γη.

Στην παρούσα φάση, «σήμερα», βρισκόμαστε σε μεσοπαγετωνική περίοδο. Μετά από 10.000 χρόνια θα έχουμε την ελάχιστη κλίση του άξονα περιστροφής της Γης, και μετά από περίπου 30.000 χρόνια την ελάχιστη εκκεντρότητα, δηλαδή η τροχιά της Γης θα είναι σχεδόν κυκλική. Στη φάση όμως αυτή, μετά από 30000 χρόνια, η κλίση του άξονα της Γης θα πλησιάσει το μέγιστο, με αποτέλεσμα να προκληθεί αντιστάθμισμα.

Συμπέρασμα: **Η επόμενη παγετώνια περίοδος θα αρχίσει να γίνεται εμφανής μετά από περίπου 50.000 χρόνια.**



Η επάνω γαλάζια καμπύλη αφορά τη μεταβολή κλίσης του άξονα περιστροφής της Γης. Η επόμενη τη μεταβολή της εκκεντρότητας περιφοράς της Γης. From Wikipedia

### ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ – ΓΙΗΝΟΣ ΠΑΡΑΓΩΝ

Η θέση των ηπείρων επηρεάζει σαφώς το κλίμα της Γης διότι στην παρούσα φάση, «σήμερα», στους πόλους της Γης υπάρχουν παγωκαλύμματα λόγω της θέσης των ηπείρων.

Αν στο νότιο πόλο δεν υπήρχε μια ολόκληρη ήπειρος, τα θαλάσσια ρεύματα δεν θα επέτρεπαν το σχηματισμό και διατήρηση πάγου. Αν επίσης η βόρεια θάλασσα δεν ήταν περικλειστη από στεριά, θα κυκλοφορούσαν και εκεί θαλάσσια ρεύματα τα οποία θα απέτρεπαν τη δημιουργία πάγου. Τα λευκά παγωκαλύμματα αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία περισσότερο από το υγρό νερό, με αποτέλεσμα τη διατήρηση χαμηλότερων θερμοκρασιών.

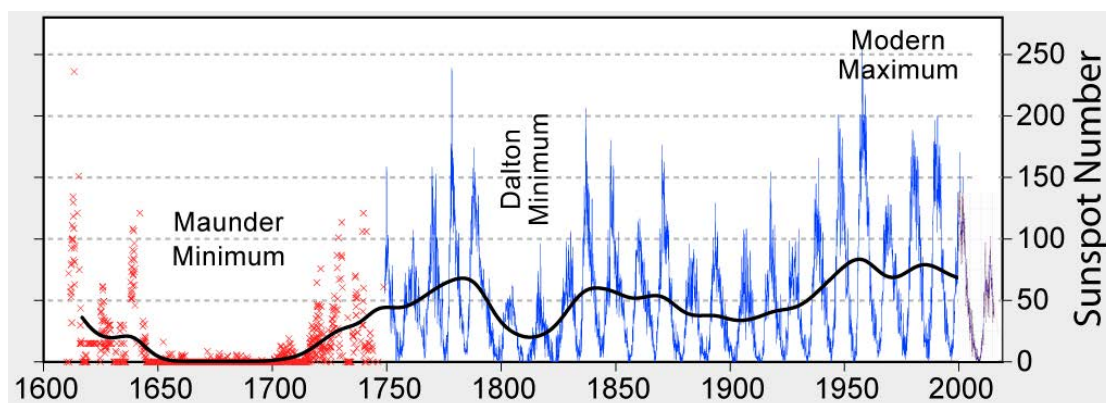
Η θέση όμως των ηπείρων, λόγω μετακίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών αλλάζει αισθητά μετά από **εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια**. Για το λόγο αυτό είναι άνευ σημασίας για τα ανθρώπινα δεδομένα.

### ΗΛΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ – ΕΞΩΓΗΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΩΝ

Η ηλιακή δραστηριότητα σαφώς επηρεάζει το κλίμα της Γης. Εδώ όμως θα πρέπει να αγνοήσουμε τον επονομαζόμενο ενδεκαετή ηλιακό κύκλο, καθώς είναι ένα περιοδικό φαινόμενο εξαιρετικά βραχείας περιόδου, και επιπλέον η διαφορά στην ηλιακή ακτινοβολία είναι σχετικά μικρή.

Υπάρχουν όμως και μεταβολές της ηλιακής δραστηριότητας, οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε περιόδους εκατονταετιών, χωρίς περιοδικότητα και με διαφορετική ένταση.

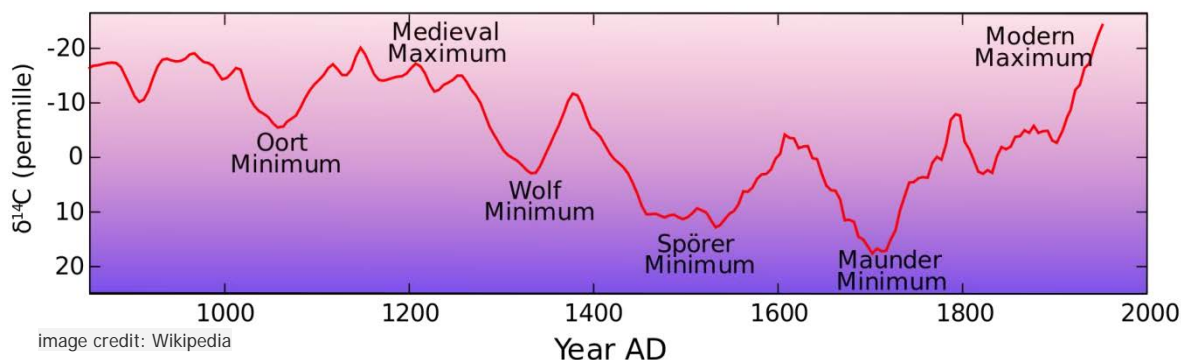
Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το επονομαζόμενο «Maunder Minimum».



Η περίοδος από το 1620 μέχρι το 1640 χαρακτηρίστηκε ως «μικρή περίοδος παγετώνων» διότι η μέση θερμοκρασία της Γης είχε ελαττωθεί, σε σχέση με τις προηγούμενες και τις επόμενες δεκαετίες, σε βαθμό που είχε ως αποτέλεσμα, κατά τους χειμερινούς μήνες να παγώνουν πολλά ποτάμια της κεντρικής Ευρώπης, όπως αυτά που απεικονίζονται σε πίνακες Ολλανδών ζωγράφων. Επί σειρά ετών στον παγωμένο Τάμεση γινόταν μεγάλη εμποροπανήγυρη.

Στο προηγούμενο διάγραμμα φαίνεται η ηλιακή δραστηριότητα, από τον αριθμό των ηλιακών κηλίδων, από την εποχή της ανακάλυψης του τηλεσκοπίου.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η ηλιακή δραστηριότητα, σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου, από την περιεκτικότητα του  $^{14}\text{C}$  σε ιζήματα και απολιθώματα. Η μεγαλύτερη ηλιακή δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη μετατροπή του  $^{14}\text{N}$  σε  $^{14}\text{C}$ .

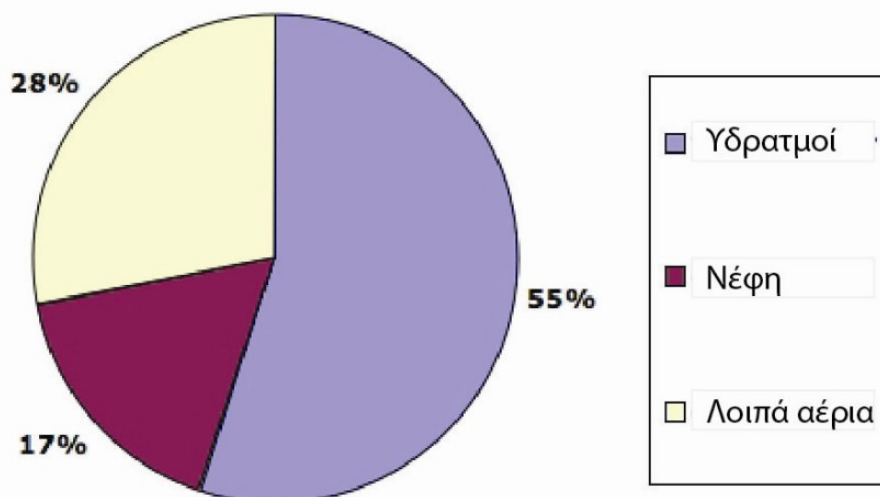


Θα ήμασταν τυχεροί αν τις επόμενες δεκαετίες προκύψει τέτοιο φαινόμενο, ηλιακού ελαχίστου, όπως το Maunder Minimum.

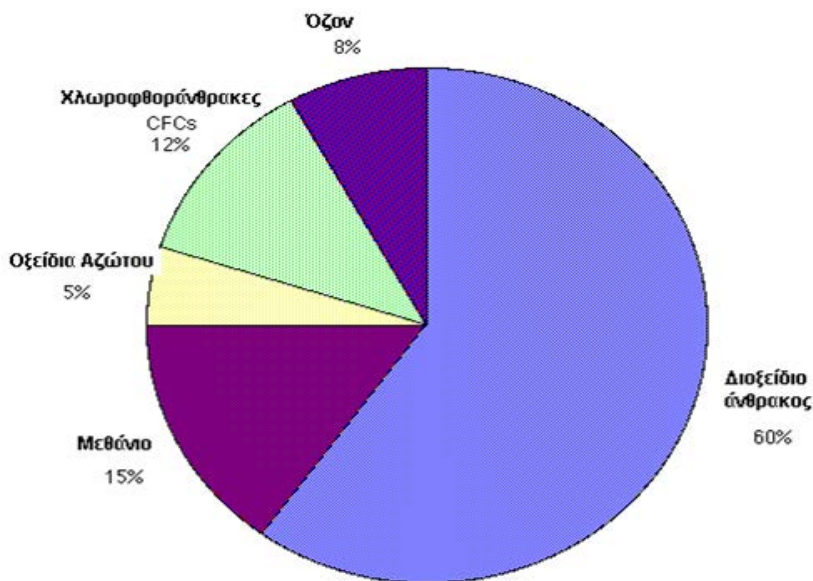
### ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΓΗΙΝΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΝ

Κάποια συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας κατακρατούν την ηλιακή ακτινοβολία και από αυτήν κυρίως τη θερμική. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Από τα συστατικά αυτά οι υδρατμοί μετέχουν με ποσοστό 55%, τα νέφη με ποσοστό 28% (τα νέφη αποτελούνται από μικροσκοπικά σταγονίδια νερού, ή μικροσκοπικούς παγοκρυστάλλους), και τα λοιπά αέρια στα οποία περιλαμβάνονται οι ανθρωπογενούς προέλευσης ρύποι που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου με ποσοστό 17%.



#### ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ



Αν δεν υπήρχε το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η Γη θα ήταν ένας παγωμένος πλανήτης. Κάποιες όμως ανθρώπινες δραστηριότητες των τελευταίων 160 ετών, έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου με επακόλουθο αποτέλεσμα να υπάρχει σοβαρός κίνδυνος να προκληθούν κλιματικές αλλαγές σε διάστημα μερικών δεκαετιών.

#### ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΩΝ, ΑΓΝΟΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

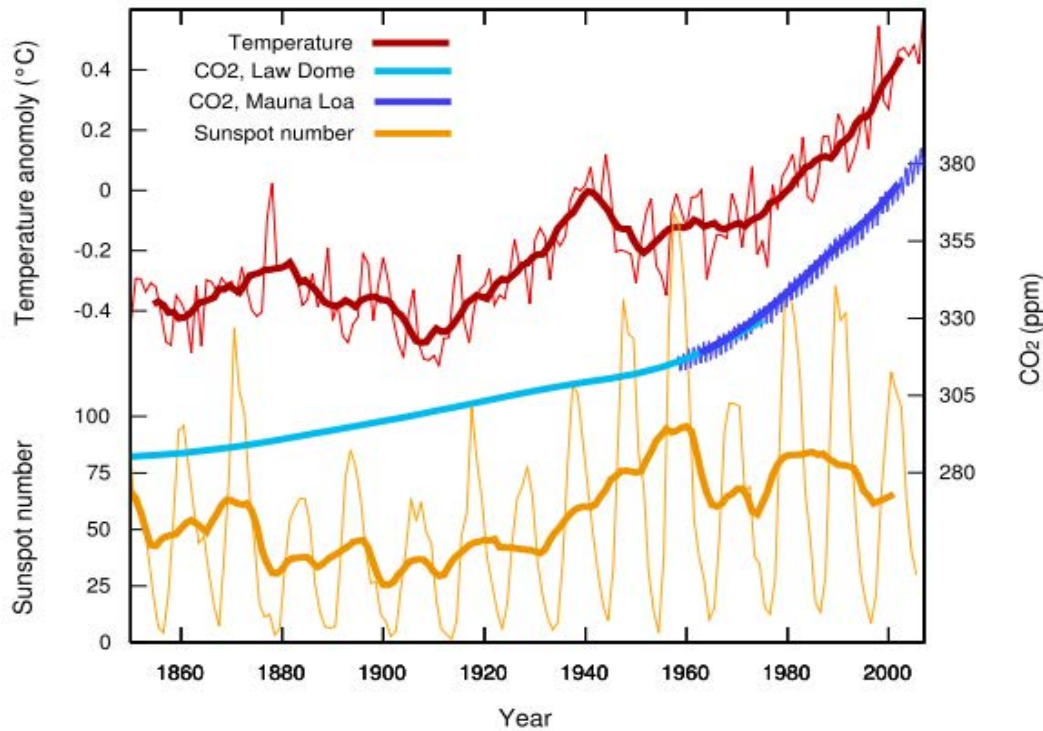
Το γεωλογικό παρελθόν της Γης αποδεικνύει ότι κάποιες περιόδους ήταν θερμότερες από τη σημερινή και κάποιες, οι περισσότερες, ήταν ψυχρότερες. Οι διαπιστώσεις αυτές αποδεικνύεται ότι σχετίζονται απόλυτα με τους κύκλους Μιλάνκοβιτς, παρόλο που το φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών δεν είναι απόλυτα περιοδικό.

Οι ανησυχίες όμως των επιστημόνων για τις κλιματικές αλλαγές δεν έχουν σχέση με αυτές που συντελούνται σε χρονική περίοδο εκατομμυρίων ή εκατοντάδων εκατομμυρίων ετών, ως απόρροια της μετακίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών, αλλά και ούτε με εκείνες που συντελούνται σε χρονική περίοδο εκατοντάδων χιλιάδων ετών, ως απόρροια των κύκλων του Μιλάνκοβιτς. Σε τέτοιο βάθος χρόνου δίνεται η δυνατότητα στα έμβια όντα να προσαρμοσθούν σύμφωνα με τη δαρβινική θεωρία, αλλά και η δυνατότητα των ανθρώπων να προσαρμοσθούν τεχνολογικά. Όπως είναι γνωστό η ανθρώπινη ιστορία από τη μεσολιθική εποχή (10.000 π.Χ. - 8.000 π.Χ.), είναι μικρότερη μιας παγετωνικής περιόδου.

**Οι κλιματικές αλλαγές που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα, αναφέρονται σε ανθρωπογενείς παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα σε χρονικές περιόδους από δέκα περίπου χρόνια μέχρι δύο περίπου αιώνες.**

Η επίδραση του CO<sub>2</sub> στο φαινόμενο του θερμοκηπίου φαίνεται από τα παρακάτω διαγράμματα.

## Temperature, CO<sub>2</sub>, and Sunspots



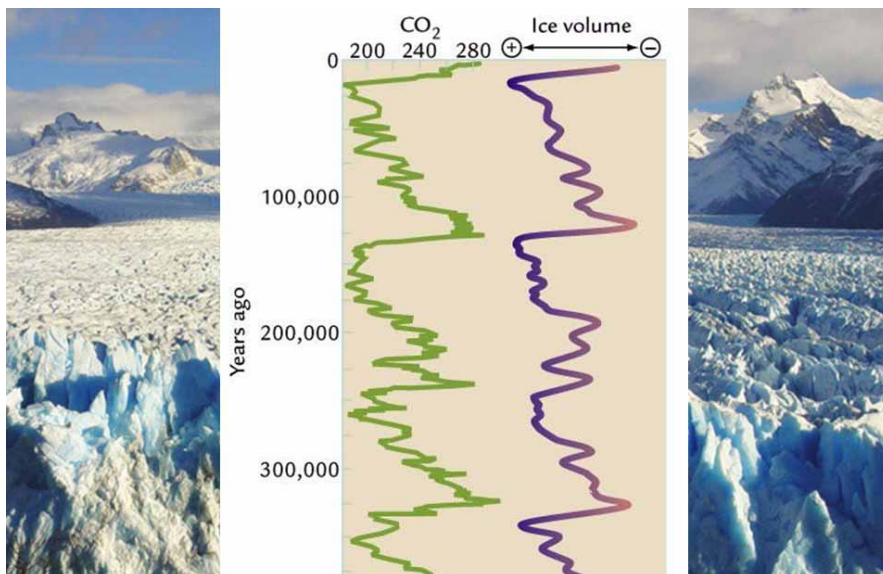
*Stanford solar center*

Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης, περίπου συμβαδίζει με την ηλιακή δραστηριότητα μέχρι το έτος 1960. Μέτρο της ηλιακής δραστηριότητας είναι οι παρούσα ηλιακών κηλίδων. Από το έτος αυτό όμως και μετά, παρατηρούμε αύξηση της θερμοκρασίας, παρόλον ότι αυτή δεν συνοδεύεται από αντίστοιχη ηλιακή δραστηριότητα. Η αύξηση αυτή φαίνεται σαφώς να σχετίζεται με αντίστοιχη αύξηση της περιεκτικότητας του CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας.

Ο κυριότερος παράγων θερμοκηπίου από τα συστατικά της ατμόσφαιρας, ανθρωπογενούς προέλευσης, είναι το CO<sub>2</sub>, όχι διότι ανά μόριο κατακρατεί περισσότερη ηλιακή θερμότητα, αλλά διότι βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα.

Με την εξόρυξη και καύση των ορυκτών καυσίμων, ο άνθρωπος αυξάνει τα ποσοστά του CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας. Δηλαδή προσθέτει άνθρακα στον κύκλο του άνθρακα.

Από μετρήσεις της περιεκτικότητας του CO<sub>2</sub> σε διαστρωματώσεις πάγων παρελθόντων γεωλογικών εποχών, φαίνεται η σχέση παγετωνικής κάλυψης της Γης και περιεκτικότητας του CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας.



Η ταχύτερη μεταβολή των κλιματικών αλλαγών σε σχέση με το γεωλογικό παρελθόν, φαίνεται από τη συρρίκνωση των παγετώνων σε διάστημα 60 ετών.



Παγετώνας Pribft στην Ελβετία. Εξέλιξη 1948, 2002, 2006

## ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι βιομηχανικές χώρες για να ανταποκριθούν στις ενεργειακές τους ανάγκες έχουν δύο επιλογές: ή να καταναλώνουν ορυκτά καύσιμα ή πυρηνική ενέργεια. Οι ήπιες μορφές ενέργειας έχουν ένα τεράστιο μειονέκτημα: είναι ήπιες.

Η περεταίρω αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης κατά 1 – 2 βαθμούς Κ θα έχει δυσάρεστες για τον άνθρωπο συνέπειες, οι οποίες ήδη άρχισαν να εμφανίζονται. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

- Επέκταση των ζωνών ερημοποίησης σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη βόρεια και νότια.
- Ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις, μεγάλες περίοδοι ξηρασίας.
- Ανύψωση της στάθμης των θαλασσών, ως αποτέλεσμα της τήξης των χερσαίων παγετώνων.
- Η τήξη όμως των παγετώνων θα έχει ένα πρόσθετο αποτέλεσμα, την ελάττωση της φωταύγειας της Γης και αυτή με τη σειρά της την περεταίρω ανύψωση της επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης.

Η παρούσα οικονομική κρίση και το πρόσφατο πυρηνικό ατύχημα στη Φουκοσίμα στρέφουν τις κυβερνήσεις στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Αυτό όμως δεν είναι η καλύτερη επιλογή, διότι σε μερικές δεκαετίες η κατάσταση ενδεχομένως να είναι μη αναστρέψιμη. Για την αντιμετώπιση του επερχόμενου κινδύνου, απαιτείται συνεργασία κυβερνήσεων και φυσικά επιστημόνων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Chemistry the central science. Brown LeMay Bursten

Από το internet

1. <http://www.polkarag.gr/FILES/env/climatechan.pps>
2. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/>
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch\\_cycles](http://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch_cycles)
4. <http://muller.lbl.gov/pages/IceAgeBook/IceAgeTheories.html>
5. <http://muller.lbl.gov/papers/sciencespectra.htm>
6. <http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/big-thaw/>
7. [https://www.geo.umass.edu/climate/papers2/deconto\\_tectonics&climate.pdf](https://www.geo.umass.edu/climate/papers2/deconto_tectonics&climate.pdf)
8. <http://www.rawstory.com/rs/2011/04/13/climate-can-drive-seismic-shifts-study/>

9. <http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/solar>
10. [http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/solar/overview/image/image\\_view\\_fullscreen](http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/solar/overview/image/image_view_fullscreen)

Καραγκιοζίδης Πολυχρόνης