

Ελλάδα

Φταίει ο άνθρωπος για τις κλιματικές αλλαγές, λένε οι μεν, συμφέροντα μεγεθύνουν το πρόβλημα, απαντούν οι δε

Προβλεπόμενη παγκόσμια αύξηση θερμοκρασίας επιφάνειας και άνοδος της στάθμης της θάλασσας στο τέλος του 21ου αιώνα

ΥΠΟΘΕΣΗ	ΑΛΛΑΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (°C την περίοδο 2090-99 σε σύγκριση με την περίοδο 1980-99)		ΑΝΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ (μέτρα την περίοδο 2090-99 σε σύγκριση με την περίοδο 1980-99)
	ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ	ΠΙΘΑΝΟ ΕΥΡΟΣ	ΕΥΡΟΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ (εξαιρουμένων των μελλοντικών δυναμικών αλλαγών στη ροή των πάγων)
Σταθερές συγκεντρώσεις έτους 2000	0,6	0,3-0,9	Δεν είναι διαθέσιμο
B1 σενάριο	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
A1T σενάριο	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
B2 σενάριο	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
A1B σενάριο	2,8	1,7-3,4	0,21-0,48
A2 σενάριο	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
A1 F1 σενάριο	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59



ΔΥΟ «ΣΧΟΛΕΣ» ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ ΣΥΓΚΡΟΥΟΝΤΑΙ

Μύθοι και αλήθειες για το θερμοκήπιο

Η αντιδικία για την κλιματική αλλαγή καλά κρατεί από τις διαφορετικές «σχολές» επιστημόνων που σχεδόν κατηγορούν η μία την άλλη και στη μέση εμείς...

Επιμέλεια: ΦΙΛΗΣ ΚΑΪΤΑΤΖΗΣ

Η διακρατική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC), στην οποία συμμετέχει μια πολυπληθής ομάδα επιστημόνων, ασκεί κριτική στους «σκεπτικιστές» που λένε ότι τα στοιχεία που έχουμε δεν φτάνουν για να υποστηρίξουμε τη θεωρία της παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον, λέει ο Μιχάλης Πετράκης (διευθυντής Ινστιτούτου Ερευ-

νών-τομέας Περιβάλλον) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

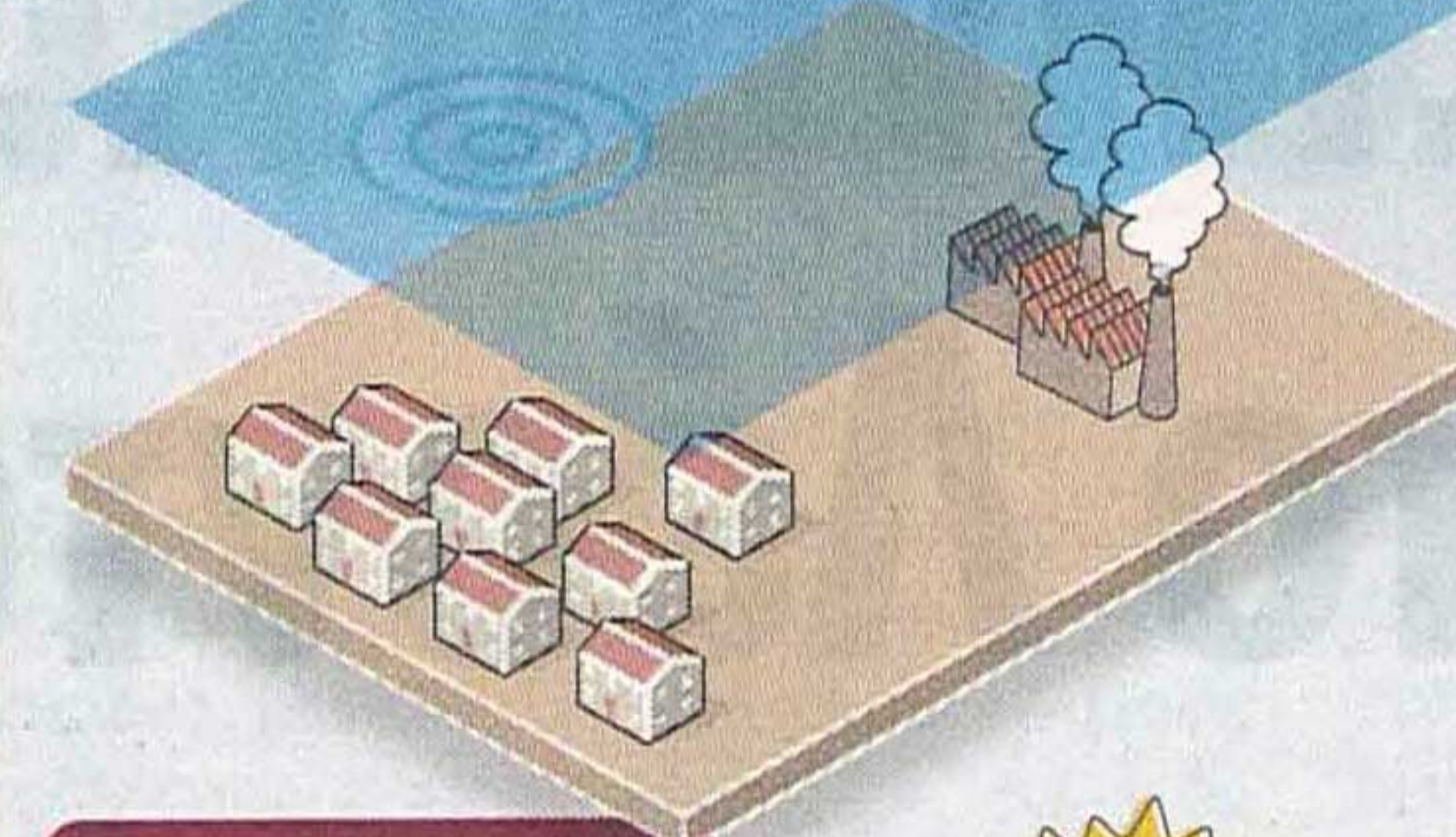
«Υπάρχουν κέντρα ή καλύτερα συμφέροντα σε παγκόσμιο επίπεδο, τα οποία μεγεθύνουν το πρόβλημα και σίγουρα ορισμένοι επιστημονικοί και τεχνικοί κλάδοι ευνοούνται από αυτή την παγκόσμια ανησυχία», αναφέρει ο Ευθύμης Λέκκας, καθηγητής Γεωλογίας - Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Μύθος, λοιπόν, ή πραγματικότητα η αύξηση της θερμοκρασίας από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂);

Ένα «ταξίδι» στις απόψεις ένθεν κακείθεν, όπως μας τις καταθέτουν οι ειδήμονες. Έχουν ενδιαφέρον... *

Παραστατική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου

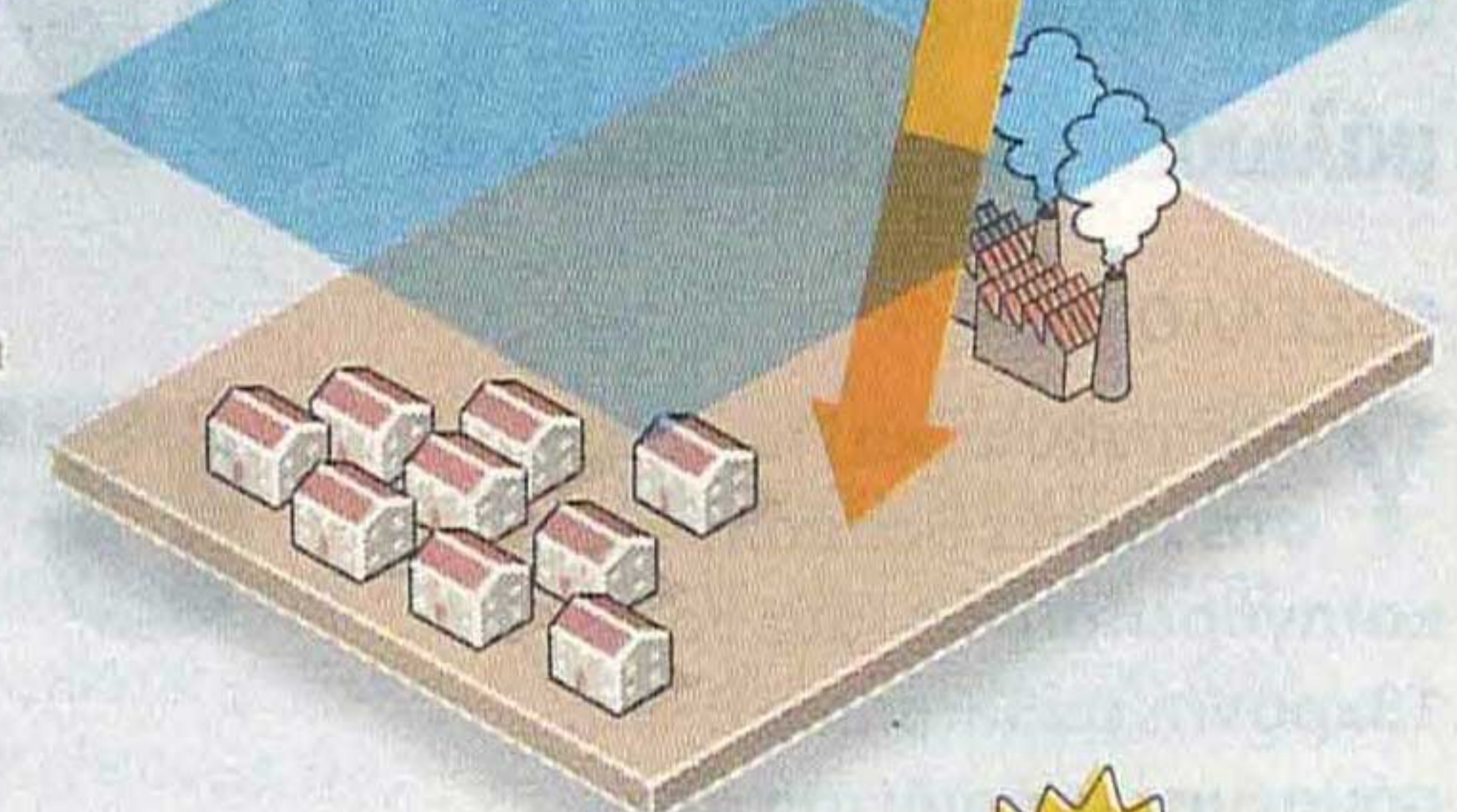
«Καλό» θερμοκήπιο

A



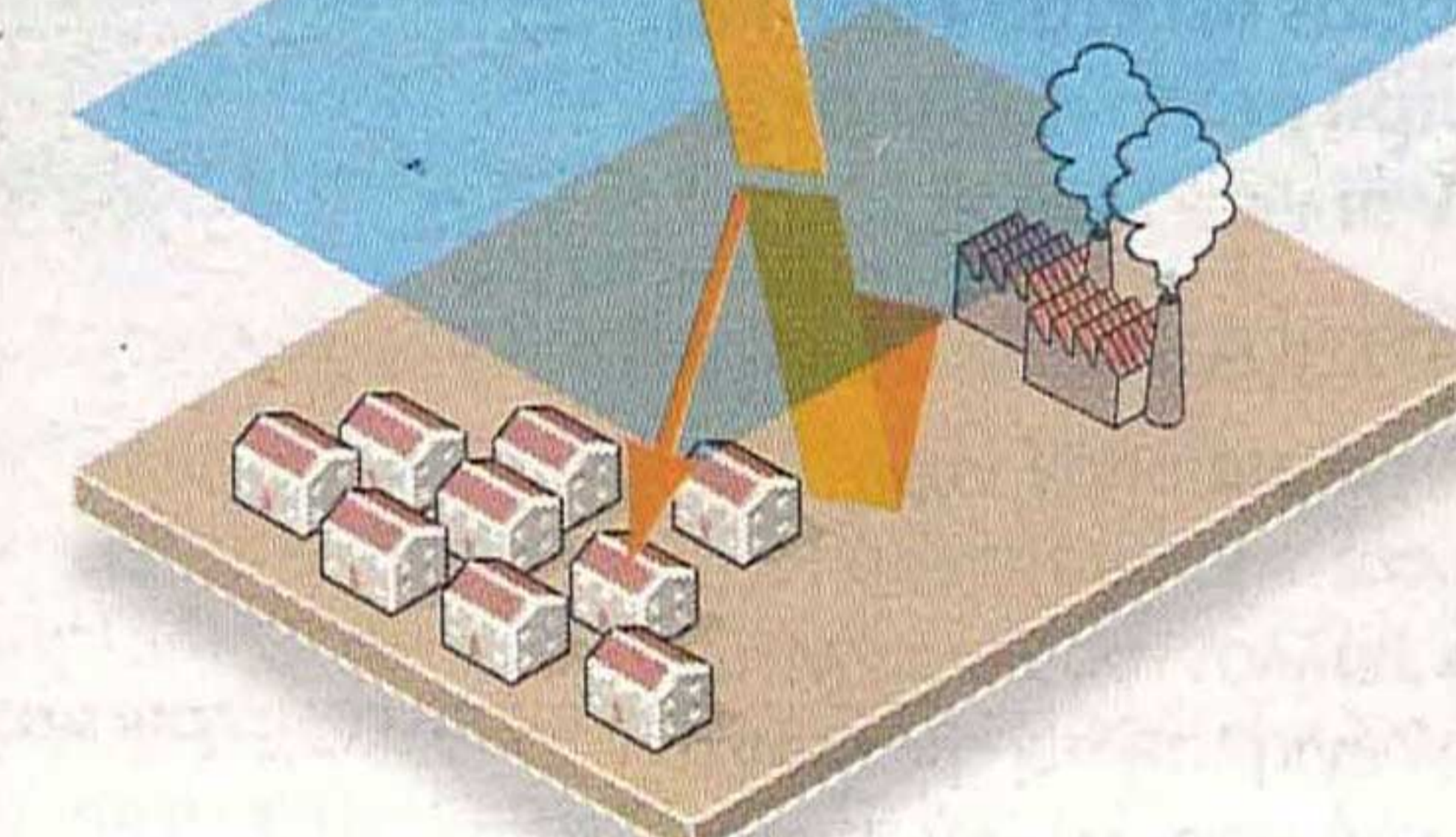
Ο ήλιος φωτίζει-θερμαίνει, δίνει ζωή και έχουμε το «καλό» θερμοκήπιο

B

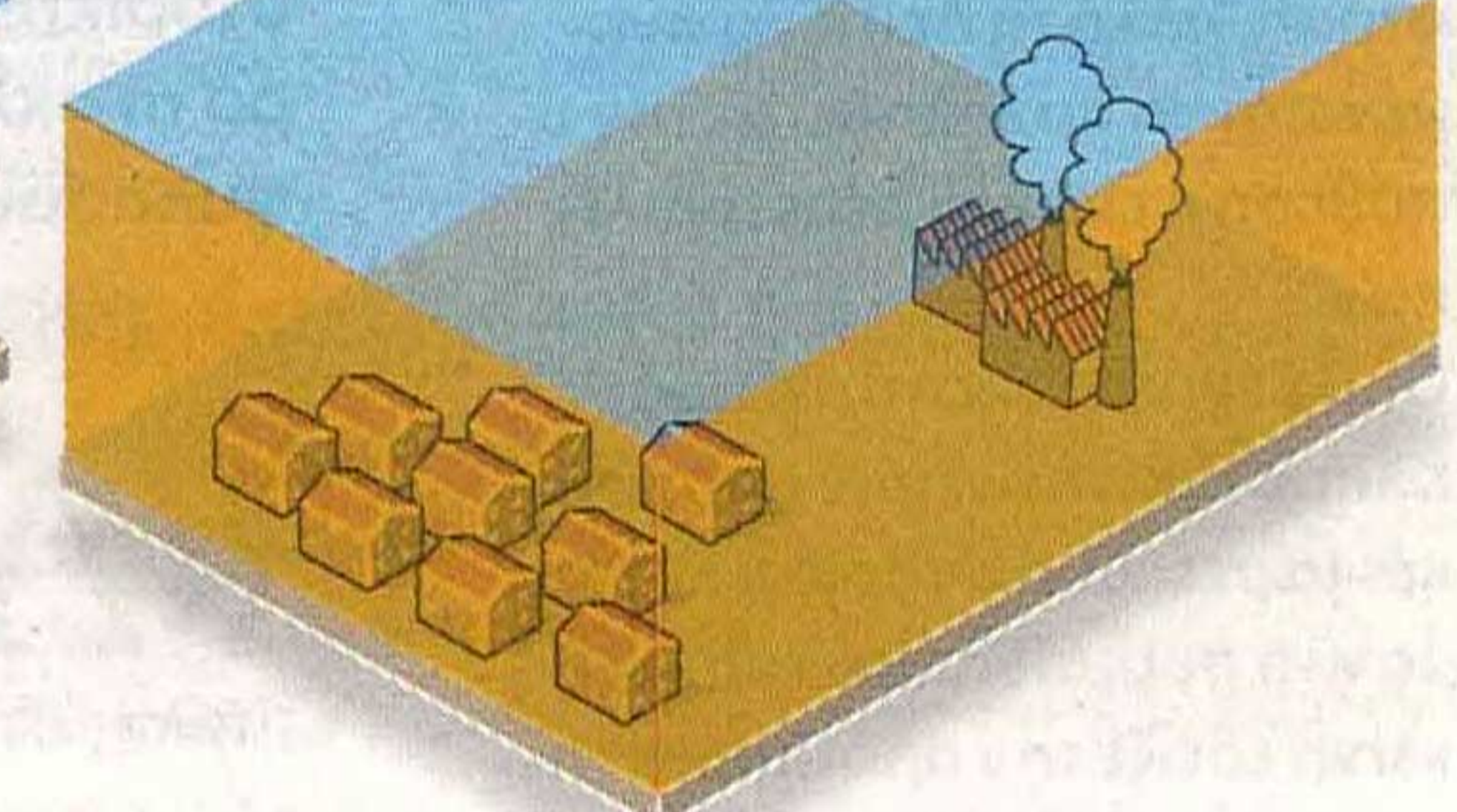


«Κακό» θερμοκήπιο

A



B



Οι ανθρώπινες δραστηριότητες με την πάροδο του χρόνου αυξάνουν τα αέρια του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα οι ακτίνες του ήλιου να εγκλωβίζονται και να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας, δηλαδή το «κακό» θερμοκήπιο

Δημήτρης Ιμπραήμ, Greenpeace

Για τις εξελίξεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μιλά ο Δημήτρης Ιμπραήμ, υπεύθυνος της Εκστρατείας για τις κλιματικές αλλαγές στην Greenpeace, δίνοντας τον ορισμό του καλού και κακού θερμοκηπίου:

Το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και άλλες ουσίες που χαρακτηρίζονται «αέρια του θερμοκηπίου», επιτρέπουν στη μικρού μήκους κύματος ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στην επιφάνεια της Γης χωρίς σοβαρές απώλειες, αλλά απορροφούν τη μεγάλη μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία που αντανακλάται και εκπέμπεται από τη Γη. Έτσι, η ακτινοβολία παγιδεύεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, οδηγώντας σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην επιφάνεια της Γης. Η διαδικασία αυτή, που θυμίζει τον τρόπο λειτουργίας των θερμοκηπίων, έχει αποτέλεσμα τη θέρμανση του πλανήτη και αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη της ζωής, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα πάνω στη Γη. Χωρίς τα αέρια αυτά, η Γη θα ήταν κατά 33 βαθμούς ψυχρότερη απ' ό,τι είναι σήμερα, δηλαδή η μέση επιφανειακή θερμοκρασία του πλανήτη μας θα ήταν περίπου -18 βαθμούς Κελσίου. Διαταράσσοντας όμως την ισορροπία της ατμόσφαιρας με την επιπλέον εκπομπή τεράστιων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου, αυτό το ισοζύγιο ακτινοβολίας ανατρέπεται, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Γιατί το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα πρόβλημα;

Τότε προς τι η ανησυχία για τυχόν αλλαγή του κλίματος και υπερθέρμανσης του πλανήτη, θα αναρωτηθεί κάποιος. Αυτό που αποκαλείται συμβατικά «φαινόμενο του θερμοκηπίου» είναι στην ουσία το ενισχυμένο και επιταχυνόμενο φαινόμενο του θερμοκηπίου,

«Χωρίς τα αέρια αυτά, η Γη θα ήταν 33 βαθμούς ψυχρότερη»

που οφείλεται όχι σε φυσικές διεργασίες, αλλά σε ανθρωπογενείς εκπομπές και παρεμβάσεις. Αν ανησυχούμε για κάτι είναι οι ρυθμοί αλλαγής του κλίματος. Και στο παρελθόν είχαμε έντονες διακυμάνσεις της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και οι περισσότεροι οργανισμοί προσαρμόστηκαν σ' αυτές. Μόνο που οι αλλαγές αυτές συνέβησαν σε μια χρονική κλίμακα αιώνων ή χιλιετιών, δίνοντας τη δυνατότητα στους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν κατα-

λήλως. Με τους σημερινούς ρυθμούς έκλυσης αερίων του θερμοκηπίου αναμένονται έντονες κλιματικές αλλαγές στις ερχόμενες δεκαετίες. Οι επιστήμονες εκφράζουν φόβους ότι τα οικοσυστήματα δεν προλαβαίνουν να ακολουθήσουν αυτούς τους ρυθμούς των αλλαγών και πως οι επιπτώσεις αυτής της ταχείας υπερθέρμανσης ίσως αποδειχθούν χωρίς προηγούμενο στην ανθρώπινη ιστορία. Ηδη η μέση πλανητική θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,8°C σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, ενώ η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές κρούει τον κώδωνα του κινδύνου, επισημαίνοντας ότι αν δεν μειώσουμε δραστηρικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050, η αντίστοιχη αύξηση μπορεί να αγγίξει τους 6,4°C.





Ευθύμης Λέκκας καθηγητής
Γεωλογίας-Γεωπεριβάλλοντος
του Πανεπιστημίου Αθηνών

«Εκατομμύρια χρόνια τώρα εναλλάσσονται θερμές και ψυχρές εποχές»

Από τη δεκαετία του '50, λέει ο δρ Ευθύμης Λέκκας, καθηγητής Γεωλογίας - Γεωπεριβάλλοντος του Παν/μίου Αθηνών, άρχισε μια σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, η οποία αποδίδεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Κατά πόσο, όμως, όλη αυτή η διαδικασία της επιταχυνόμενης αλλαγής στις κλιματικές συνθήκες οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες, (με κυρίαρχη αυτή της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα), ή σε άλλες διαδικασίες πολύ πιο ισχυρές από την ανθρώπινη δύναμη - παρέμβαση; Διαδικασίες, δηλαδή, που αφορούν αφενός τον ίδιο τον πλανήτη και τις γεωδυναμικές διεργασίες στο εσωτερικό και στην επιφάνειά του και, αφετέρου, το πλανητικό σύστημα, καθώς και φαινόμενα τα οποία εξελίσσονται με μια αρμονική διαδικασία στο Σύμπαν υποστηρίζει ο κ. Λέκκας.

Οι πάγοι προφύλαξαν τη ζωή στον πλανήτη όταν αυτή ήταν σε κυτταρική μορφή, κατά τη διάρκεια μεγάλων γεωτεκτονικών ανακατατάξεων και φυσικών καταστροφών.

Οι πρώτοι επιστημονικά γνωστοί πάγοι δημιουργήθηκαν πριν από περίπου 2.700 έως 1.800 εκατομμύρια χρόνια. Στη συνέχεια η Γη παρέμεινε θερμή χωρίς μόνιμους και εκτεταμένους πάγους μέχρι πριν από 950 εκατ. χρόνια περίπου. Στα τέλη της Προκαμβρίου περιόδου εκδηλώθηκαν τουλάχιστον 3 παγετώδεις περιόδοι, διάρκειας περίπου 100 εκατομμυρίων χρόνων η καθεμία, κατά τις οποίες όμως οι πάγοι δεν κάλυπταν ολόκληρη την έκταση του πλανήτη.

Ακολούθησε βελτίωση του κλίματος της Γης και συγκεκριμένα το κλίμα κατά την περίοδο του Παλαιοζωικού (570 έως 225 εκατομμύρια χρόνια πριν) ήταν γενικά ζεστό, παρόμοιο με το σημερινό αλλά ίσως ξηρότερο, μέχρι το Λιθανθρακοφόρο, οπότε έγινε ψυχρότερο και υγρότερο καταλήγοντας στη μακρά Περμο-Λιθανθρακοφόρο παγετώδη περίοδο, πριν από περίπου 330 έως 250 εκατομμύρια χρόνια.

Στη διάρκεια του Μεσοζωικού (265 έως 65 εκατομμύρια

χρόνια πριν) οι κλιματικές συνθήκες ήταν γενικά θερμές, με θερμοκρασίες από 100 έως 20°C στους πόλους και 25° έως 30°C στον Ισημερινό. Οι συνθήκες αυτές επικράτησαν για 200 εκατομμύρια χρόνια και στα τέλη του Μεσοζωικού, πριν από περίπου 65 εκατομμύρια χρόνια, ξεκίνησε μία νέα μακρά περίοδος ψύχους, με αποκορύφωμα στο όριο Ηωκαίνου - Ολιγοκαίνου (38 εκατομμύρια χρόνια πριν) στο οποίο μέσα σε 100.000 χρόνια η θερμοκρασία των ωκεανών έπεσε από 3° έως 5°C, ενώ των επιφανειακών υδάτων σε μικρά γεωγραφικά πλάτη κατά 10°C. Την εποχή αυτή άρχισαν να δημιουργούνται οι πάγοι της Ανταρκτικής.

Ταχεία παγκόσμια ψύξη

Στη συνέχεια, πριν από 25 εκατομμύρια χρόνια σημειώθηκε ταχεία παγκόσμια ψύξη, στη διάρκεια της οποίας ουσιαστικά ολοκληρώθηκε ο σχηματισμός των παγετωδών ορέων της Ανταρκτικής, ενώ κατά την επόμενη περίοδο ψύξης, πριν από περίπου 15 εκατομμύρια χρόνια, ξεκίνησε ο σχηματισμός των πάγων στο βόρειο ημισφαίριο.

Τα τελευταία 2 εκατομμύρια χρόνια χαρακτηρίζονται από μια σειρά ταχέων εναλλαγών μεταξύ ψυχρών και θερμών περιόδων με την εκδήλωση τουλάχιστον 4 σημαντικών περιόδων ψύχους, ενώ μόνο στην Ευρώπη έχουν αναγνωριστεί τουλάχιστον 17 μικροί παγετώδεις - μεσοπαγετώδεις κύκλοι.

Πριν από 85.000 χρόνια σημειώθηκε ο τελευταίος σημαντικός παγετός, κατά τον οποίο τεράστια στρώματα πάγου σχηματίστηκαν σε διάρκεια μικρότερη των 10.000 χρόνων. Πριν από 18.000 χρόνια έφτασε στο αποκορύφωμά του, με τη στάθμη της θάλασσας να βρίσκεται τουλάχιστον 85 μέτρα χαμηλότερα από τη σημερινή και την έκταση των ωκεανών να έχει συρρικνωθεί σημαντικά. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία των ωκεανών αυτή την περίοδο ήταν περίπου 3°C χαμηλότερη από τη σημερινή, ενώ του αέρα περίπου 5°C χαμηλότερη.

Η θερμοκρασία του βόρειου

Ατλαντικού Ωκεανού άρχισε να αυξάνει ξανά περίπου 16.000 έως 7.000 χρόνια πριν. Στο διάστημα αυτό μεγάλο μέρος των στρωμάτων πάγου που είχε σχηματιστεί κατά την προγενέστερη παγετώδη περίοδο έλιωσε και εξαφανίστηκε.

Το κλιματικό μέγιστο σημειώθηκε μεταξύ 6000 έως 3000 π.Χ., με τη θερμοκρασία τους θερινούς μήνες να είναι 2°C υψηλότερη από τη σημερινή. Στη συνέχεια ακολούθησε περίοδος ψύξης, η οποία διήρκεσε μέχρι το 500 π.Χ.

Στους Ρωμαϊκούς χρόνους η Ευρώπη, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, άρχισε να θερμαίνεται, σημειώνοντας μέγιστη ένταση κατά το 1200 μ.Χ., ενώ τον Μεσαίωνα ξεκίνησε νέα περίοδος με μέγιστη ένταση στα τέλη του 17ου αιώνα (Μικρός Παγετώνας), η οποία επηρέασε ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο. Ακολούθησε αύξηση της θερμοκρασίας για τους επόμενους αιώνες, με μέγιστες μεταβολές να σημειώνονται από τις αρχές του 20ού αιώνα.

Με γεωλογική προσέγγιση παρατηρείται μια αέναη εναλλαγή ψυχρών και θερμών μακρο-εποχών. Οι οποίες εμπειριέχουν πολλούς μικρότερους χρονικούς κύκλους κλιματικών αλλαγών.

Υπάρχουν κέντρα ή, καλύτερα, συμφέροντα σε παγκόσμιο επίπεδο τα οποία μεγεθύνουν το πρόβλημα και σίγουρα ορισμένοι επιστημονικοί και τεχνικοί κλάδοι ευνοούνται από αυτή την παγκόσμια ανησυχία, επισημαίνει ο Ευθύμης Λέκκας.

Συμπερασματικά, γνωρίζουμε πολύ λίγα για τις εξελισσόμενες διεργασίες τόσο στο εσωτερικό και στην επιφάνεια του πλανήτη όσο και έξω από αυτόν.

Διαφωνίες για τα κλιματικά μοντέλα

Βασικό πλατφόρμα αντιπαράθεσης των επιστημόνων είναι η ακρίβεια των κλιματικών μοντέλων, σημειώνει ο Μιχάλης Πετράκης διευθυντής του Ινστιτούτου Ερευνών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Μια σημαντική μερίδα ερευνητών υποστηρίζει ότι δεν είναι δυνατόν μέσα ακόμη και από πολύπλοκες εξισώσεις περιγραφής των διεργασιών της ατμόσφαιρας να προσομοιώσεις πολύπλοκες δυναμικές καταστάσεις. Υποστηρίζουν δε ότι η ακρίβεια των μοντέλων κατά ένα μεγάλο ποσοστό ακολουθεί την ακρίβεια και την αξιοπιστία των στοιχείων με τα οποία τα τροφοδοτούμε. Αν τροφοδοτήσεις το σύστημα με άχρηστα στοιχεία θα έχεις άχρηστα αποτελέσματα (Garbage in garbage out).

Οι «απέναντι» ισχυρίζονται ότι τα κλιματικά

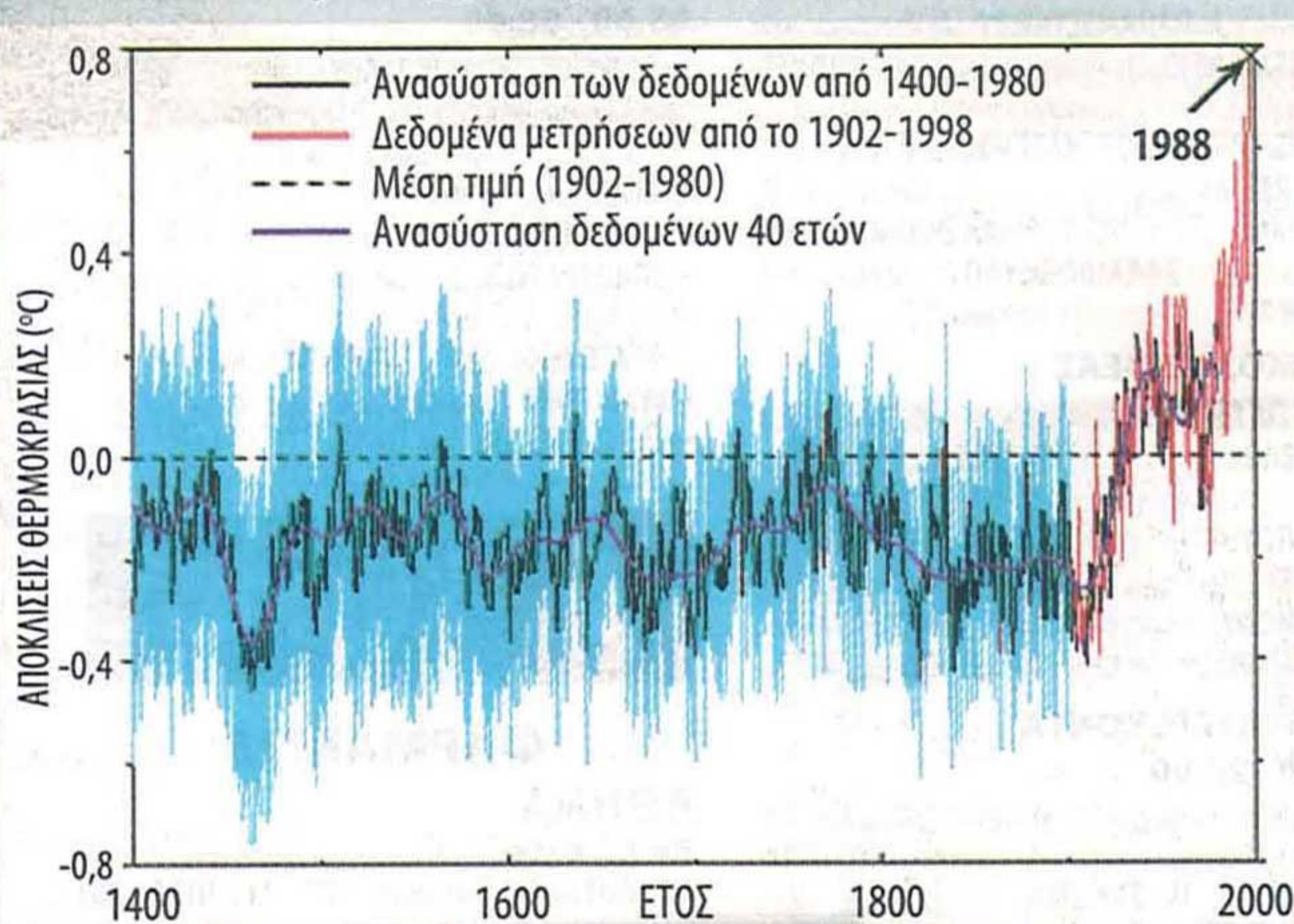
«Οι επιπτώσεις θα είναι δραματικές για την ανθρωπότητα»

Τα τελευταία χρόνια οι διάφορες «σχολές» επιστημόνων, αν επιτρέπεται αυτός ο όρος, εξηγεί ο Μιχάλης Πετράκης, διευθυντής Ερευνών Περιβάλλοντος στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, ανταλλάσσουν επιχειρήματα σχετικά με την ερμηνεία των αιτίων και αποτελεσμάτων της κλιματικής αλλαγής. Η IPCC πιστεύει ακράδαντα ότι η κλιματική αλλαγή έχει αρχίσει να διαγράφει την πορεία της, οι επιπτώσεις θα είναι δραματικές για την ανθρωπότητα και σε περίπτωση που δεν λάβουμε εγκαίρως τα μέτρα μας θα είναι πολύ αργά για να ε-

λέγξουμε την πορεία της αλλαγής. Η ομάδα αυτή πολλές φορές ασκεί έντονη κριτική στους σκεπτικιστές, και θεωρεί ότι μεγάλα οικονομικά συμφέροντα που θέλουν να εκμεταλλευτούν φυσικούς πόρους καταστρέφοντας το περιβάλλον, χρηματοδοτούν κατά περιόδους επιστημονικές αναφορές που προσπαθούν να αποδείξουν ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί μέρος των μεταβολών του κλίματος στον πλανήτη από φυσικά αίτια και όχι από ανθρωπογενείς παράγοντες.

Η ομάδα των σκεπτικιστών, από την άλλη πλευρά, θεωρεί ότι

Σχεδιάγραμμα ανασύστασης των στοιχείων απόκλισης θερμοκρασίας από το 1400



Υπολογισμός κλιματικών μεγεθών από τους ομόκεντρους κύκλους στα αιωνόβια δέντρα

μοντέλα είναι ο καλύτερος τρόπος για να αποκτήσουμε μια εικόνα με σχετική ακρίβεια των μελλοντικών τάσεων του κλίματος. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στην υπολογιστική δύναμη τα τελευταία χρόνια μάς δίνουν τη δυνατότητα να διορθώσουμε τις ατέλειες των μοντέλων χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα στοιχεία ώστε να επαληθεύσουμε την ακρίβειά τους.

Μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η αποτύπωση των κλιματικών συνθηκών μέσω των κορμών των δέντρων. Η απόσταση των ομόκεντρων κύκλων που σχηματίζονται στον κορμό του δέντρου κατά την ανάπτυξή του, ειδικότερα δε στα αιωνόβια δέντρα, είναι μια ένδειξη των κλιματικών συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή και που ως γνωστόν παίζουν βασικό ρόλο στην ανάπτυξη της κλωρίδας.

τα στοιχεία που έχουμε δεν είναι αρκετά για να υποστηρίξουν τη θεωρία της παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον. Εκτός όμως από αυτό ισχυρίζονται ότι η ερμηνεία των στοιχείων και η καταγραφή των παλαιών κλιματικών δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Σύμμαχο σε αυτή την προσπάθειά τους τα τελευταία χρόνια έχουν βρει στο πρόσωπο του επιτυχημένου συγγραφέα Michael Crichton, ο οποίος μέσα από το μπεστ σέλερ «State of fear», με κυκλοφορία πάνω από ενάμισι εκατομμύρια αντίτυπα, αναφέρεται στη χειραγώγηση των μαζών από τους επιστήμονες, προκειμένου να επιτύχουν τον σκοπό τους, και στην έλλειψη δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Εκτός από τον Michael Crichton ένας άλλος Σκανδιναβός επιστήμονας και συγγραφέας, ο Bjorn Lomborg, μέσα από το βιβλίο του με τον τίτλο «Cool it» προσπαθεί να αποδείξει ότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να στηρίξουν τη θεωρία της κλιματικής αλλαγής. Εξάλλου τα τεράστια ποσά που θα εξευρεθούν για να αντιμετωπιστούν οι κλιματικές επιπτώσεις, δεν θα έχουν κανένα θετικό αντίκτυπο σε αυτή την προσπάθεια και θα μπορούσαν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν για την οικονομική στήριξη ευπαθών πληθυσμών του πλανήτη μας σε περιβαλλοντικές καταστροφές.

Από ορισμένους αντιμετωπίστηκε με την έκφραση «Burn it» (Κάψτε το). Το ευτύχημα είναι ότι στην ερευνητική κοινότητα δεν εφαρμόζονται αποφάσεις Ιεράς Εξέτασης. Όλα τα επιστημονικά συμπεράσματα είναι ανοιχτά σε κριτική και αποδοχή ή απόρριψη.

Ανακεφαλαιώνοντας γύρω από το τεράστιο θέμα της κλιματικής αλλαγής και τη διαμάχη γύρω από τα αίτια και τα αποτελέσματα, αξίζει, λέει ο Μιχάλης Πετράκης, να αναφέρουμε ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με αυτό το παγκόσμιο φαινόμενο, που γίνονται αποδεκτά από το μεγαλύτερο μέρος των επιστημόνων.

Η κλιματική αλλαγή υφίσταται, έχει ανθρωπογενή χαρακτηριστήρα και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για την αντιμετώπισή της. Ο,τι μέτρα και να πάρει η παγκόσμια κοινότητα για την αντιμετώπισή της, τα αποτελέσματα θα αργήσουν να φανούν.

Θα ήταν πάντως μεγάλο λάθος, τονίζει ο διευθυντής Ερευνών του Αστεροσκοπείου, αν εστιάσουμε την προσοχή μας στα οικονομικά της κλιματικής αλλαγής και βάλουμε σε δεύτερη θέση το περιβάλλον και τον άνθρωπο.