

ΒΙΒΛΙΟΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ:

«Μετεωρολογική Περιπλάνηση: Η Ιστορία μιας Πεταλούδας» του Θοδωρή Κολυδά

Δημήτρης Κουτσογιάννης
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Θα ήθελα κατ' αρχάς να ευχαριστήσω τον Θοδωρή Κολυδά για την τιμητική πρόσκλησή του να μιλήσω στην παρουσίαση του βιβλίου του. Έχω και άλλους λόγους να τον ευχαριστήσω και να τον συγχαρώ που θα τους εκθέσω στη συνέχεια. Διευκρινίζω ότι δεν είμαι ο ίδιος μετεωρολόγος, αλλά προέρχομαι από τη συγγενή επιστήμη της υδρολογίας.

Όπως είναι πρόδηλο στον τίτλο του, «Μετεωρολογική Περιπλάνηση: Η Ιστορία μιας Πεταλούδας» το βιβλίο είναι και ιστορικό και επιστημονικό, κυρίως με την έννοια της εκλαΐκευσης της επιστήμης, αλλά με κριτική σκέψη και χωρίς υπεραπλουστεύσεις. Ως αναγνώστης, τον ευχαριστώ για αυτή την κριτική προσέγγιση που δεν είναι τόσο συχνή στις μέρες μας.

Με εξαίρεση τον επίλογο, στον οποίο δίνονται στο αρχαιοελληνικό πρωτότυπο τα «Σημεία υδάτων και πνευμάτων και χειμώνων και ευδιών» του Θεόφραστου που για το διάβασμά του πρέπει να επιστρατεύσει κανείς γνώση αρχαίων ελληνικών, αν την έχει, το υπόλοιπο βιβλίο είναι εξαιρετικά εύκολο και ευχάριστο στην ανάγνωση, και συναρπαστικό. Παρόλο που μιλά για τα πιο πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα το κάνει με πολύ απλή και κατανοητή γλώσσα.

Στο οπισθόφυλλο ο συγγραφέας μας υπόσχεται ότι το πολύπλοκο θέμα του το πραγματεύεται στο βιβλίο του «χωρίς πολύπλοκες μαθηματικές εξισώσεις». Στην πραγματικότητα στο τέταρτο κεφάλαιο, όταν μιλά για το χάος, δίνει κάποιες εξισώσεις για ένα απλό παράδειγμα και μάλιστα προσθέτει οδηγίες πώς μπορεί ο αναγνώστης να αναπαραγάγει το παράδειγμα αυτό στον υπολογιστή του —και πραγματικά αξίζει να το αναπαραγάγει για να κατανοήσει τι είναι το χάος. Όμως σε προηγούμενες σελίδες (255-256) δίνει και τις πολύπλοκες εξισώσεις που χρησιμοποιούν τα μετεωρολογικά μοντέλα πρόγνωσης του καιρού: τις εξισώσεις της ρευστομηχανικής (Navier-Stokes), καθώς και της θερμοδυναμικής (τον πρώτο νόμο και την καταστατική εξίσωση των αερίων). Όμως αυτό δεν πρέπει να θεωρηθεί ως αυτοδιάψευση της υπόσχεσής του. Νομίζω ότι σωστά παρουσιάζει αυτές τις

εξισώσεις οι οποίες δεν προσθέτουν δυσκολία στην ανάγνωση του βιβλίου. Θα έλεγα ότι εικονογραφούν το θέμα, ενώ υπάρχουν και άλλα στοιχεία εικονογράφησης, όπως διαγράμματα, σκίτσα και φωτογραφίες, που είναι εξαιρετικά διαφωτιστικά.

Για οικονομία του χρόνου θα αναφερθώ σε δύο μόνο κεφάλαια από το βιβλίο το πρώτο και το τέταρτο, ουσιαστικά τελευταίο πριν τον επίλογο. Το πρώτο κεφάλαιο καλύπτει την περίοδο από την αρχαιότητα ως τον μεσαίωνα. Ήδη από τη δεύτερη σελίδα μαθαίνουμε για κάποιο είδος μετεωρολογικής και αστρονομικής υπηρεσίας που υπήρχε στην αρχαία Κίνα την τρίτη χιλιετία π.Χ. (την αρχαία εποχή δεν υπήρχε διάκριση των μετεώρων από τα αστρικά σώματα). Ο θρύλος λέει ότι τον 22^ο αιώνα π.Χ. ο κινέζος αυτοκράτορας αποκεφάλισε δύο υπαλλήλους (ονόματι Χι και Χο) που δεν πρόβλεψαν μια έκλειψη ηλίου. Η τραγική αυτή ιστορία υπογραμμίζει το θέμα ευθύνης ως προς την αστοχία των προγνώσεων, ένα θέμα που εξακολουθεί να είναι επίκαιρο. Θυμίζω την περσινή καταδίκη των Ιταλών σεισμολόγων για την άστοχη πρόγνωση τους στην περίπτωση του σεισμού της L' Aquila αλλά και την προ ημερών ιστορία της (απειλητικής όπως φαίνεται) δυσαρέσκειας και οργής του ηγέτη της Βόρειας Κορέας Κιμ Γιονγκ Ουν, για τις εσφαλμένες μετεωρολογικές προβλέψεις της υδρο-μετεωρολογικής υπηρεσίας της χώρας του. Αλλά στο θέμα των ευθυνών για τις προγνώσεις θα επανέλθω και στη συνέχεια.

Έτσι λοιπόν, το πρώτο κεφάλαιο ξεκινά από θρύλους, όπως αυτόν της εκτέλεσης των άτυχων κινέζων αστρονόμων-μετεωρολόγων, και μύθους, όπως τους παγκόσμια διαδεδομένους μύθους των κατακλυσμών, για τους οποίους το βιβλίο προσπαθεί να αναδείξει τα στοιχεία ρεαλισμού και να δώσει επιστημονικές εξηγήσεις. Το βιβλίο συνεχίζει με επιστημονικά ορθές εξηγήσεις μετεωρολογικών φαινομένων στην Αρχαία Ελλάδα.

Το κεντρικό ερώτημα που θέτει και συζητά ο Κολυδάς είναι: γιατί η μετεωρολογία αναπτύχθηκε ως επιστήμη στην Αρχαία Ελλάδα και όχι σε προγενέστερους πολιτισμούς; Ίσως μπορούμε να αναρωτηθούμε γενικότερα: γιατί η επιστήμη γεννήθηκε στην Αρχαία Ελλάδα και όχι σε προγενέστερους πολιτισμούς;

Δεν είναι εύκολο να απαντηθεί το ερώτημα, αλλά είναι βέβαιο ότι διάφοροι φυσικοί, κοινωνικοί και πολιτιστικοί παράγοντες συντέλεσαν σε αυτή τη γέννηση. Ανάμεσα στις κοινωνικές συνθήκες, η μετάβαση από τον αυταρχισμό του θεοκρατικού κράτους σε πιο δημοκρατική οργάνωση, που συνοδεύτηκε από τον περιορισμό των εξουσιών του ιερατείου συντέλεσε στην αναζήτηση επιστημονικών ερμηνειών στα φυσικά φαινόμενα. Η ανάπτυξη της φιλοσοφίας γενικά και ειδικότερα των εννοιών του «ορθού λόγου» και του «μέτρου» συνέβαλε επίσης αποφασιστικά.

Βέβαια όλα αυτά δεν έγιναν χωρίς δυσκολίες και πισωγυρίσματα. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του Αναξαγόρα, δάσκαλου του Περικλή, του Σοφοκλή, του Ευριπίδη και του Ηρόδοτου. Όπως αναλύεται στο βιβλίο, ο Αναξαγόρας οδηγήθηκε σε εξορία για ασέβεια —επειδή υποστήριζε τη φυσικότητα, έναντι της θεικότητας, των φυσικών φαινομένων. Βέβαια, όπως σωστά αναφέρεται στο βιβλίο, ο διωγμός είχε κατά βάση πολιτικά κίνητρα, για να πληγεί ο Περικλής. Ωστόσο το έδαφος στο οποίο θεμελιώθηκε ήταν η δεισιδαιμονία και οι θρησκευτικές πεποιθήσεις του Αθηναϊκού Δήμου. Ας το έχουμε αυτό και σήμερα υπόψη, όταν διάφορες πολιτικές και οικονομικές επιδιώξεις ενδύονται τον μανδύα σύγχρονων κυρίαρχων ιδεολογιών, όπως αυτές του περιβαλλοντισμού και της κλιματικής «ορθοδοξίας», που αποκτούν στοιχεία δογματισμού και φανατισμού τέτοια που κανονικά χαρακτηρίζουν θρησκείες.

Συνειρμικά, η τελευταία αναφορά μου δίνει την ευκαιρία να μπω στις παρατηρήσεις μου για το τέταρτο κεφάλαιο, το οποίο καλύπτει τις εξελίξεις στον 20^ο αιώνα και μεταξύ άλλων αναφέρεται στο κλίμα και τις αλλαγές του. Κυρίαρχη έννοια του τέταρτου κεφαλαίου, όπως άλλωστε και του συνόλου του βιβλίου που εκφράζεται και στον υπότιτλο «Η Ιστορία μιας Πεταλούδας», είναι η έννοια του χάους. Το χάος ιδιαίτερα στην Ελλάδα, έχει αρνητικό περιεχόμενο. Όμως ως προς το επιστημονικό του περιεχόμενο πρακτικώς συμπίπτει με την έννοια του απρόβλεπτου. Ακόμη και απλά φυσικά συστήματα, που περιγράφονται από απλούς, αλλά μη γραμμικούς, μαθηματικούς νόμους, δεν είναι προβλέψιμα ως προς την εξέλιξή τους.

Ο πατέρας της έννοιας του χάους, με το σημερινό επιστημονικό της περιεχόμενο, είναι ο Henri Poincare και η έννοια γεννήθηκε σε μια εντυπωσιακά απρόβλεπτη συγκυρία που περιγράφεται στο βιβλίο. Ο Poincare ασχολήθηκε με το άλυτο ως τότε πρόβλημα της κίνησης τριών αστρικών σωμάτων υπό την επίδραση της βαρύτητας. Ως γνωστόν ο Νεύτων είχε επιλύσει το πρόβλημα της κίνησης δύο σωμάτων, επιβεβαιώνοντας θεωρητικά τους νόμους που προηγουμένως είχε διατυπώσει ο Κέπλερ. Ο Poincare στα τέλη του 19^{ου} αιώνα διορθώνοντας μια βραβευμένη εργασία του, που όμως αποδείχθηκε λάθος, βρήκε ότι δεν υπάρχει κλειστή μαθηματική λύση στο πρόβλημα της κίνησης τριών, ή γενικότερα πάνω από δύο, σωμάτων, πράγμα που δημιουργεί το χάος —δηλαδή που κάνει το σύστημα απρόβλεπτο. Και είναι απρόβλεπτο όχι γιατί επιδρούν απρόβλεπτοι, τυχαίοι παράγοντες, αλλά από τη φύση του. Εδώ καταρρίπτεται ο μύθος του 19^{ου} αιώνα για την παντοδυναμία του ντετερμινισμού, σύμφωνα με τον οποίον το σύμπαν είναι προβλέψιμο.

Πέρασαν πολλές δεκαετίες μέχρι ο μετεωρολόγος Lorenz να διαπιστώσει την ύπαρξη χάους και στην εξέλιξη του καιρού. Ο ίδιος επινόησε ή πάντως καθιέρωσε τον όρο «επίδραση πεταλούδας» θέλοντας να δείξει πως και ένα ασήμαντο γεγονός,

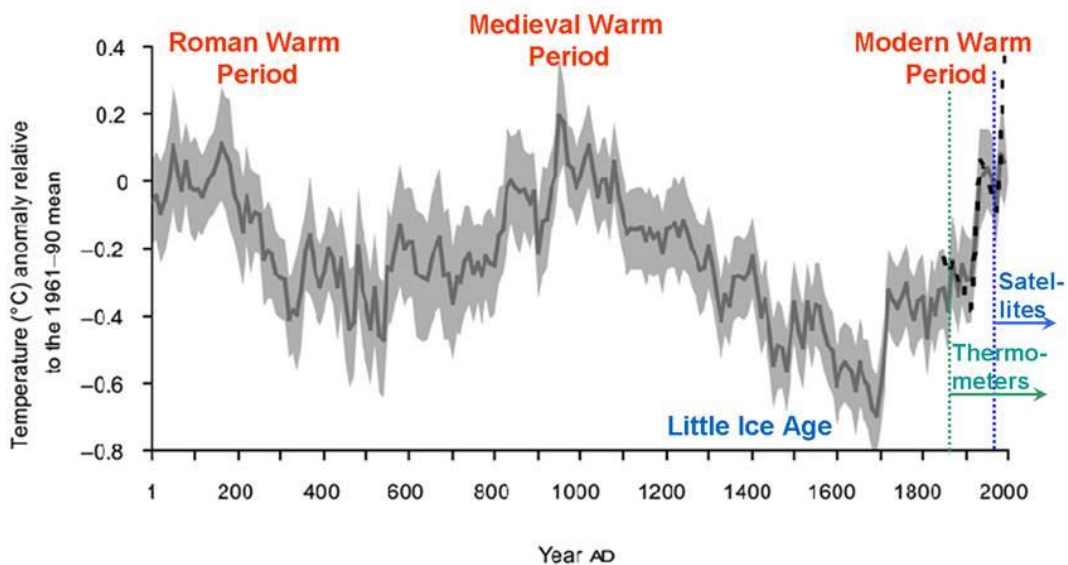
όπως το πέταγμα μιας πεταλούδας, το οποίο όμως είναι αδύνατο να συμπεριληφθεί στα μοντέλα πρόγνωσης, έχει μια επίδραση που μεγαθύνεται όσο περνά ο χρόνος και καθιστά την πρόγνωση αδύνατη μετά από κάποιο χρονικό ορίζοντα.

Πέρασαν και άλλες πολλές δεκαετίες μετά την ανακάλυψη του Lorenz και ίσως χρειαστεί να περάσουν και πολλές ακόμη μέχρι ο μύθος της παντοδυναμίας του ντετερμινισμού, που αντικειμενικά έχει καταρριφθεί εδώ και 130 χρόνια, αποδυναμωθεί και στη λαϊκή συνείδηση, αλλά και στη συνείδηση μεγάλου μέρους της επιστημονικής κοινότητας που επιμένει ντετερμινιστικά.

Η επιμονή αυτή είναι χαρακτηριστική στα θέματα του κλίματος. Οι περισσότεροι επιστήμονες έχουν αποδεχθεί ότι τον καιρό τον διέπει χάος, αλλά αρνούνται να δεχθούν ότι το ίδιο ισχύει και για το κλίμα. Ο Κολυδάς το αποδέχεται, και θα ήθελα να τον συγχαρώ για αυτό. Όλοι ξέρουμε ότι ο καιρός «έχει γυρίσματα» αλλά λίγοι γνωρίζουν ότι το ίδιο ισχύει και για το κλίμα. Το κλίμα ουδέποτε υπήρξε σταθερό — και όσοι μιλούν για «αποσταθεροποίηση του κλίματος» φαίνεται να ξεχνούν ή να αγνοούν αυτή την απλή αλήθεια. Ο Κολυδάς την εικονογραφεί με διάφορα διαγράμματα, όπως για παράδειγμα αυτό που αναφέρεται στην περίοδο των δύο τελευταίων χιλιετιών.

Nearly Every Century Experiences Global Warming or Cooling

Temperature Reconstruction* for N. Hemisphere, 1 - 2000 AD
Shows Modern Warm Period Not Exceptional

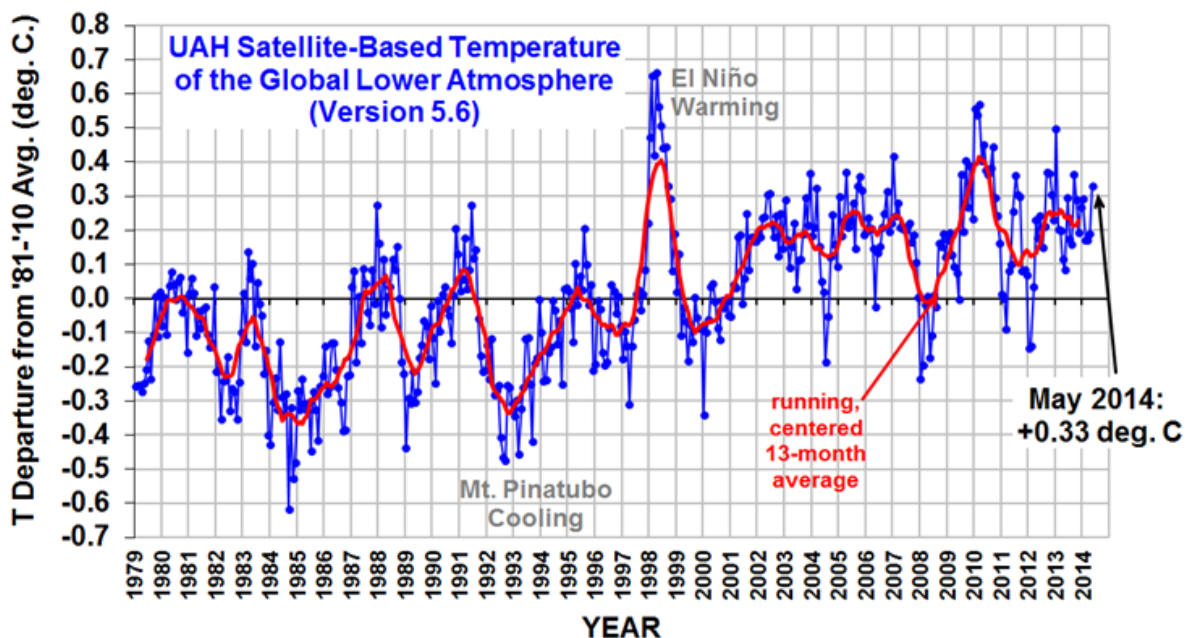


*Ljungqvist, F.C. 2010. A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geografiska Annaler: Physical Geography*, Vol. 92 A(3), pp. 339-351, September 2010. DOI: 10.1111/j.1468-0459.2010.00399.x

Πηγή: <http://www.drroyspencer.com/2014/05/ill-see-your-97-percent-and-raise-you-3-percent/> και σελ. 109 του βιβλίου του Κολυδά.

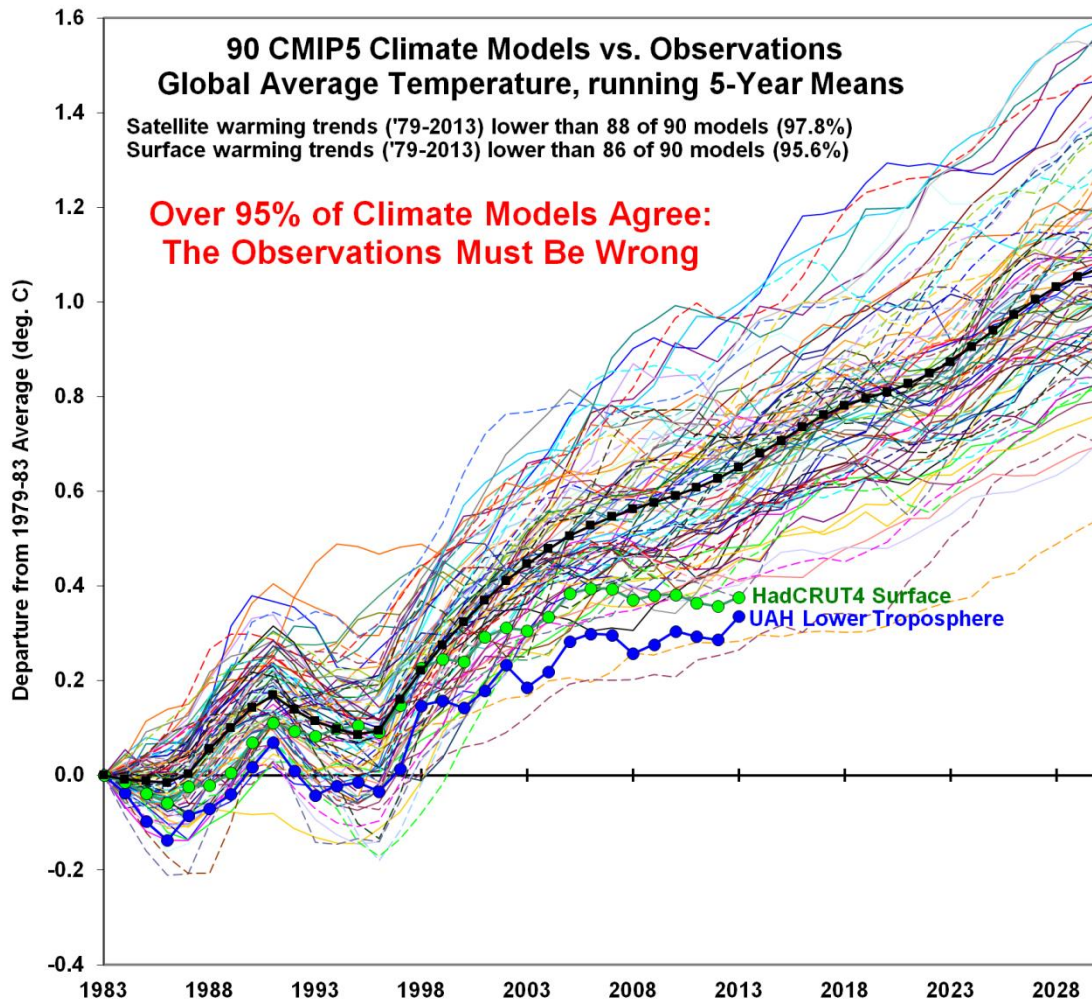
Στην κλίμακα των εκατονταετιών οι αλλαγές στις θερμοκρασίες είναι της τάξης των δεκάτων του βαθμού Κελσίου. Αν πάμε σε κλίμακες δεκάδων χιλιάδων έως εκατομμυρίων ετών οι αλλαγές του κλίματος γίνονται ακόμη πιο εντυπωσιακές, με θερμοκρασιακές μεταβολές δεκάδων βαθμών Κελσίου. Τα κλιματικά μοντέλα αδυνατούν να εξηγήσουν τις μεταβολές αυτές και να αναπαραγάγουν το κλίμα του παρελθόντος.

Πόσο μάλλον να προβλέψουν το μέλλον. Από τα τέλη του 20^{ου} αιώνα έχουμε βομβαρδιστεί με προγνώσεις για καταστροφικές αυξήσεις της θερμοκρασίας τον 21^ο αιώνα. Τι όμως έχει συμβεί ως τώρα τον 21^ο αιώνα; Η θερμοκρασία έχει παραμείνει πρακτικώς σταθερή, με αποτέλεσμα οι κλιματολόγοι της «ορθοδοξίας» να αναγκαστούν να μιλούν για προσωρινή «παύση» της θέρμανσης του πλανήτη.



Πηγή: <http://www.drroyspencer.com/2014/06/uah-global-temperature-update-for-may-2014-0-33-deg-c/>

Έχει ενδιαφέρον να συγκρίνουμε τα κλιματικά μοντέλα πρόγνωσης με την πραγματικότητα. Ακόμα και τα μοντέλα της τελευταίας (πέμπτης) έκθεσης του IPCC που εκδόθηκε το 2013 διαφέρουν σημαντικά από την πραγματικότητα. Η θέρμανση που προβλέπουν είναι στη συντριπτική πλειονότητα (>95%) των μοντέλων, μεγαλύτερη έως πάρα πολύ μεγαλύτερη από την πραγματική αύξηση. Το ερώτημα είναι, αφού η πραγματικότητα έως το 2013 είναι γνωστή, γιατί τα μοντέλα δεν προσαρμόστηκαν σε αυτήν; Η μόνη απάντηση που μπόρεσα να σκεφτώ είναι η εξής: Αν τα μοντέλα τα προσάρμοζαν στην πραγματικότητα, τότε το μέλλον δεν θα ήταν τόσο εκφοβιστικό όσο οι πολιτικοί σχεδιασμοί θέλουν να το παρουσιάσουν.



Πηγή: <http://www.drroyspencer.com/wp-content/uploads/CMIP5-90-models-global-Tsfc-vs-obs-thru-2013.png>

Όμως η αστοχία των μοντέλων θέτει και ένα δεύτερο, πιο σημαντικό ερώτημα: Πώς αντιμετωπίζουμε τις εσφαλμένες προγνώσεις; Η απάντησή μου είναι: Όχι βέβαια όπως ο κινέζος αυτοκράτορας ή οι ιταλικές δικαστικές αρχές που ανέφερα στην αρχή. Αλλά θα πρέπει να υπάρχουν επιστημονικές κυρώσεις, που συνίστανται στην εγκατάλειψη της εσφαλμένης μεθοδολογίας και στην αναζήτηση άλλης.

Η έντονη κλιματική μεταβλητότητα διέπεται τους πρακτικά απειροπληθείς συνδυασμούς μιας πληθώρας παραγόντων, που αναφέρονται στη Γη και το ηλιακό σύστημα, όπως περιγράφεται στο βιβλίο. Η μεταβλητότητα παραμένει ανεξήγητη και απρόβλεπτη σε νετερμινιστικούς όρους. Τα κλιματικά μοντέλα αποτελούν απλουστεύσεις, χρήσιμες μεν για την κατανόηση των μηχανισμών του κλίματος, αλλά απαγορευτικά ακατάλληλες ως βάση για λήψη αποφάσεων. Μικρό μέρος της κλιματικής μεταβλητότητας σε κλίμακες της τάξης των 10 έως 100 χιλιάδων ετών έχει εξηγηθεί από τη θεωρία του Σέρβου μαθηματικού, αστρονόμου, κλιματολόγου

και πολιτικού μηχανικού Milutin Milanković, η οποία βασίζεται στις περιοδικές μεταβολές της τροχιάς της Γης.

Για το υπόλοιπο, δηλαδή το συντριπτικά μεγαλύτερο, τμήμα της μεταβλητότητας και για τις υπόλοιπες, μικρότερες και μεγαλύτερες, κλίμακες έχω προτείνει ότι η πλέον κατάλληλη είναι η στοχαστική (ή στατιστική ή πιθανοτική) περιγραφή βασισμένη στη δυναμική Hurst-Kolmogorov. Ο Harold Edwin Hurst ήταν Άγγλος υδρολόγος που εργάστηκε στην Αίγυπτο. Μελετώντας το δείγμα της στάθμης του Νείλου, για την οποία υπάρχουν αδιάλειπτες μετρήσεις για πάνω από 800 χρόνια (ξεκινούν το 622 μ. Χ.), καθώς και άλλες χρονοσειρές, το 1950 ο Hurst παρατήρησε και περιέγραψε μαθηματικά την έντονη μεταβλητότητα της φύσης. Δέκα χρόνια πριν, το 1940 ο σοβιετικός φυσικομαθηματικός Andrey Kolmogorov είχε διατυπώσει το θεωρητικό μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει αυτή τη συμπεριφορά. Περισσότερα για το θέμα αναφέρονται στο βιβλίο —και στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω για μια φορά ακόμα τον Θοδωρή Κολυδά γιατί μπήκε στον κόπο να διαβάσει τις εργασίες μου στη δυναμική Hurst-Kolmogorov και να τις αναφέρει στο βιβλίο του.

Τελειώνοντας θα ήθελα να αναφέρω ότι η προσέγγιση της στοχαστικής περιγραφής του κλίματος στη θέση της ντετερμινιστικής φαίνεται να κερδίζει έδαφος. Χαρακτηριστικά, στο τεύχος του της περασμένης Παρασκευής, το περιοδικό *Science* στο άρθρο με τίτλο «A touch of the random» ομολογεί ότι τα κλιματικά μοντέλα «δεν είναι τόσο καλά για την πρόγνωση του μέλλοντος» και ενθαρρύνει την αναζήτηση μια νέας προσέγγισης, βασισμένης στη στατιστική.

Πράγματι, η στατιστική ή στοχαστική προσέγγιση είναι αφενός η ομολογία της αποτυχίας της ντετερμινιστικής προσέγγισης και αφετέρου η ορθή επιστημονική απάντηση στην αβεβαιότητα που προκύπτει από το χάος, δηλαδή το απρόβλεπτο.

Αλλά ας μη δούμε το χάος και το απρόβλεπτο σαν κάτι αρνητικό. Στην πραγματικότητα το απρόβλεπτο είναι μια εξαιρετικά θετική ποιότητα της φύσης και της ζωής. Είναι η ιδιότητα που δίνει νόημα στη ζωή. Χωρίς το απρόβλεπτο δεν θα υπήρχε ελπίδα, όραμα, πίστη, ελευθερία. Χωρίς το απρόβλεπτο τα ισχυρά πολιτικά και οικονομικά συμφέροντα, με τη βοήθεια των τεχνοκρατών, θα ήταν ικανά, στο πλαίσιο μιας παγκοσμιοποιημένης διακυβέρνησης του πλανήτη, να ελέγχουν πλήρως όχι μόνο τις δικές μας ζωές αλλά ακόμα και αυτές των πεταλούδων.