

Των Θ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΥ και Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗ

«ΜΑ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ότι οι καιροί αλλάζουν με τα χρόνια... Εφέτος ήταν εξαιρετική χρονιά: το φθινόπωρο άργησε πολύ να μας έρθη, ή μάλλον δεν το είδαμε σχεδόν καθόλου, και τον χειμώνα έκανε πολλές μέρες καλοκαιριάτικες. Στα παλαιότερα χρόνια στη Θεσσαλία είχαν πολύ βαρύ χειμώνα, μολογάν οι γέροι μας. Το χιόνι έμενε δύο και τρεις, καμιά φορά και τέσσερες μήνες άλυτο στη γη! Θυμάμαι κι εγώ μια τέτοια χρονιά. Ήμαν τότε στα Τρίκκαλα, όπου το

χιόνι ξεπερνούσε τις στέγες των χαμηλών σπιτιών! Τρεις μήνες δεν πήγαμε στο σχολείο από τα χιόνια!». Αυτές οι «επίκαιρες» διαπιστώσεις του θεσσαλού ζωγράφου Δημήτρη Γιολδάση έχουν γραφεί εδώ και 70-80 χρόνια. Και τότε, όπως και τώρα, έρχονται εξαιρετικές χρονιές. Και τότε, όπως και τώρα, άλλος ήταν ο καιρός των παιδικών χρόνων, άλλος ο καιρός των διηγήσεων από τους γέρους και άλλος ο καιρός του «σήμερα». Και τότε, όπως και τώρα, άλλαζαν οι καιροί στα χρόνια της ανθρώπινης μικροκλίμακας ακολουθώντας έναν κύκλο αέναων μεταβολών. Βέβαια, η υπο-

κειμενική παρατήρηση του καιρού δεν είναι το εγκυρότερο μέσο. Οι παιδικές αναμνήσεις, όσο και οι διηγήσεις των γέρων, μπλέκουν συχνά την πραγματικότητα με τη φαντασία και τον μύθο. Η επισήμη στρίζεται σε αντικειμενικά δεδομένα μετρήσεων για να κάνει τις αναλύσεις της. Εχει λοιπόν ενδιαφέρον να δούμε τι αποκαλύπτουν, ειδικά για την Ελλάδα, τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, που είναι έγκυρος και ο παλιότερος της χώρας, αφού η λειτουργία του ξεκίνα από τα μέσα του 19ου αιώνα. Βλέπουμε λοιπόν ότι στη μεσοκλί-

■ Οι αντικειμενικές αδυναμίες των επιστημόνων για αξιόπιστη πρόβλεψη και οι ατεκμηρίωτες καταστροφολογικές προφητείες

# Μύθοι και αλήθειες για την αλλαγή του κλίματος

Τους τελευταίους δύο αιώνες ο καιρός στη χώρα μας δεν παρουσιάζει σημαντική επιδείνωση

## 1 Κλιματικά μοντέλα και φαινόμενο θερμοκηπίου

Η επιστημονική έρευνα για τις κλιματικές αλλαγές περιλαμβάνει πολλούς κλάδους. Ένας πρώτος ερευνητικός κλάδος ασχολείται με την «ανακασκευή» του κλίματος του παρελθόντος, αναλύοντας διάφορα ίχνη που έχουν αποτυπωθεί στους δακτυλίους των δέντρων, τα ιζήματα των λιμνών και των οικεανών, τους παγετώνες κ.ά.

Ακολουθούν άλλες παραλληλές έρευνες και άλλες μαζί επιχειρείται να στηρίξουν την ανάπτυξη «κλιματικών μοντέλων», δηλαδή μαθηματικών μοντέλων που θα μπορούν να αναπαραστήσουν την εξέλιξη του κλίματος, έτσι ώστε να εξηγήσουν τις αλλαγές που έχουν συμβεί στο παρελθόν και να προβλέψουν το κλίμα του μέλλοντος, μελετώντας με προσοχή τις συνέπειες των ανθρωπογενών επιδράσεων, και κυρίως της αύξησης της συγκέντρωσης των αερίων θερμοκηπίου.

Υπενθυμίζεται εδώ ότι με τον όρο «φαινόμενο θερμοκηπίου» χαρακτηρίζεται το γεγονός ότι μεγάλο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης απορροφάται από ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας, τα άερια θερμοκηπίου, με κυριότερο το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) και τα σύννεφα, και επανεκπέμπεται προς την επιφάνεια. Με ευτυχή συνέπεια τη διάσωση του μεγαλύτερου μέρους της βιόσφαιρας: υπολογίζεται ότι χωρίς αυτό το προστατευτικό «θερμοκηπίο» (δηλαδή με την απουσία των  $CO_2$ ,  $H_2O$  κτλ.) η επιφάνεια του πλανήτη μας θα ήταν μια απέραντη παγωμένη έκταση, αφιλόξενη για τα περισσότερα είδη της πανίδας και της χλωρίδας, με μέση θερμοκρασία 18°

С κάτω από το μηδέν! Χάρη στο θερμοσυλλεκτικό αυτό σκέπασμα η μέση πλανητική θερμοκρασία ανεβαίνει κατά 33°C και βρίσκεται στο πρόσφορο για τη βιόσφαιρα μέσο επίπεδο των 15°C.

Η παρουσία στην ατμόσφαιρα των αερίων θερμοκηπίου, και ειδικότερα του  $CO_2$ , προφανώς και ευτυχώς προϋπήρχε της εμφάνισης του ανθρώπου. Η ανθρωπογενής επίδραση στο φαινόμενο θερμοκηπίου είναι σχετικά πρόσφατη και σαφή είναι. Αντίθετα, είναι σαφείς οι διαφορετικές ερμηνείες, που φτάνουν συχνά να γίνονται αναμάχεις ανάμεσα στους επιστήμονες. Είναι όμως γενικώς παραδεκτά ορισμένα θεμελιώδη γεγονότα:

## 2 Συμπεράσματα βασικών ερευνών κοινής αποδοχής

Τα ως τώρα αποτελέσματα των ερευνών για την πρόγνωση των κλιματικών αλλαγών κάθε άλλο παρά μονοσήμαντα, κατηγορητικά και σαφή είναι. Αντίθετα, είναι σαφείς οι διαφορετικές ερμηνείες, που φτάνουν συχνά να γίνονται αναμάχεις ανάμεσα στους επιστήμονες. Είναι όμως γενικώς παραδεκτά ορισμένα θεμελιώδη γεγονότα:

• Το κλίμα στον πλανήτη μας ουδέποτε υπήρξε σταθερό. Εμ-

φανίζει σημαντικές διακυμάνσεις σε όλες τις χρονικές κλίμακες – δεν περίμενε δηλαδή τις ανθρώπινες επιδράσεις για να αλλάξει.

• Πολλοί παράγοντες επιδρούν στη διαμόρφωση και την εξέλιξη του κλίματος και μεταξύ αυτών οι μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας, της τροχιάς και της ανακλαστικότητας της Γης, της δραστηριότητας των ηφαιστείων, της σύνθεσης της ατμόσφαιρας, των αλληλεπιδράσεων απόσφαιρας - ξηράς - θάλασσας, και της κυκλοφορίας των θαλάσσιων ρευμάτων.

• Το κλιματικό σύστημα είναι τόσο πολύτιλο, ορισμένοι παράγοντες που συμμετέχουν στη διαμόρφωσή του τόσο απρόβλεπτο και η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων τόσο σύνθετη ώστε τα μοντέ-



λα που έχουμε μέχρι σήμερα στη διάθεσή μας είναι κατά γενική ορολογία απλούστεμένα, δηλαδή ατελή και επομένως μειωμένης προγνωστικής ικανότητας. Ορισμένοι πολύ πετυχημένα τα έχουν χα-

ρακτηρίσει ως «γεννήτριες τυχαίων αριθμών».

## 3 Αποτελέσματα κλιματικών μοντέλων: Λόγος και αντίλογος

Είναι σήμερα γεγονός ότι τα

■ Πόσο πιθανές είναι οι προβλέψεις για συχνούς

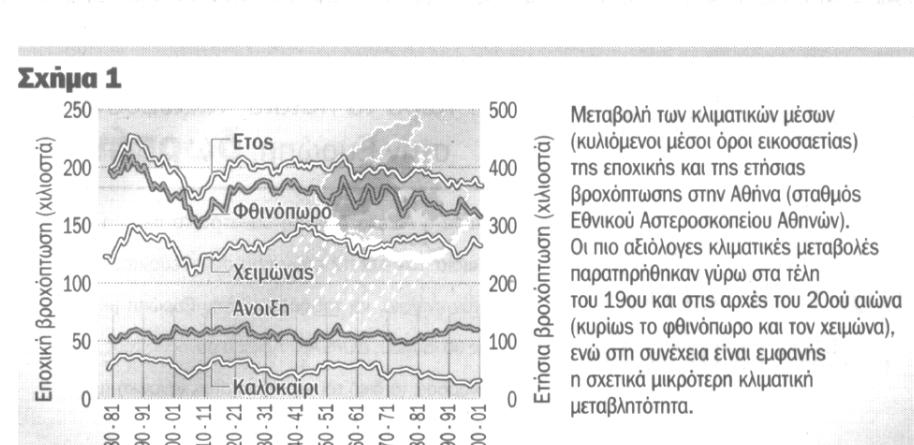
# Η e-καταιγίδα και

Θα μπορούσαμε να αναφερθούμε και σε πολυάριθμες άλλες μελέτες που αφισβητούν τις προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων προβάλλοντας τις ασυνέπειτες τους με την πραγματικότητα. Άλλα και σε περιπτώσεις που φαίνεται να υπάρχει συνέπεια, αυτή είναι συχνά πενιχρή. Για παράδειγμα, σε πρόσφατη (2001) εφαρμογή των αποτελεσμάτων κλιματικού μοντέλου για υδρολογικούς σκοπούς που δημοσιεύτηκε στο έγκριτο περιοδικό «Journal of Hydrology» βλέπουμε ότι τα αποτελέσματα του μοντέλου «εξηγούν» μόνο το 20% της μεταβλητότητας της βροχόπτωσης, την οποία μάλιστα υποεκτιμούν κατά 5-25 φορές! Αν αυτές είναι οι επιδόσεις των μοντέλων για το σημερινό κλίμα, πόσο αξιόπιστες μπορεί να είναι οι προγνώσεις τους για το μακρινό μέλλον;

Παρ' όλα αυτά δεν είναι λίγοι οι επιστήμονες που πληροφορούν την κοινή γνώμη για «υπερθέρμανση» στη χώρα μας, για συχνούς καύσωνες, ακόμη και για επέλαση της Σαχάρας στην Ελλάδα. Ηρθαν όμως τα φετινά κρύα του Δεκεμβρίου και τα χιόνια του Ιανουαρίου και ανέτρεψαν το σκηνικό. Πάλι όμως πολλοί απέδωσαν τα χιόνια στο φαινόμενο θερμοκηπίου που εντείνει τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα. Και αυτό έδωσε νέο έναντιμα στην κινδυνολογία. Λες και τα χιόνια είναι κάτι πρωτόγνωρο και, πριν από τις ανθρωπογενείς επιδράσεις, ποτέ δεν είχαν εμφανιστεί στην Ελλάδα.

Με τα παραπάνω γεγονότα δεν θα θέλαμε να δώσουμε το μήνυμα ότι πρέπει να αγνοθούν οι ανθρωπογενείς επιδράσεις, και κυρίως η αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων

## Σχήμα 1

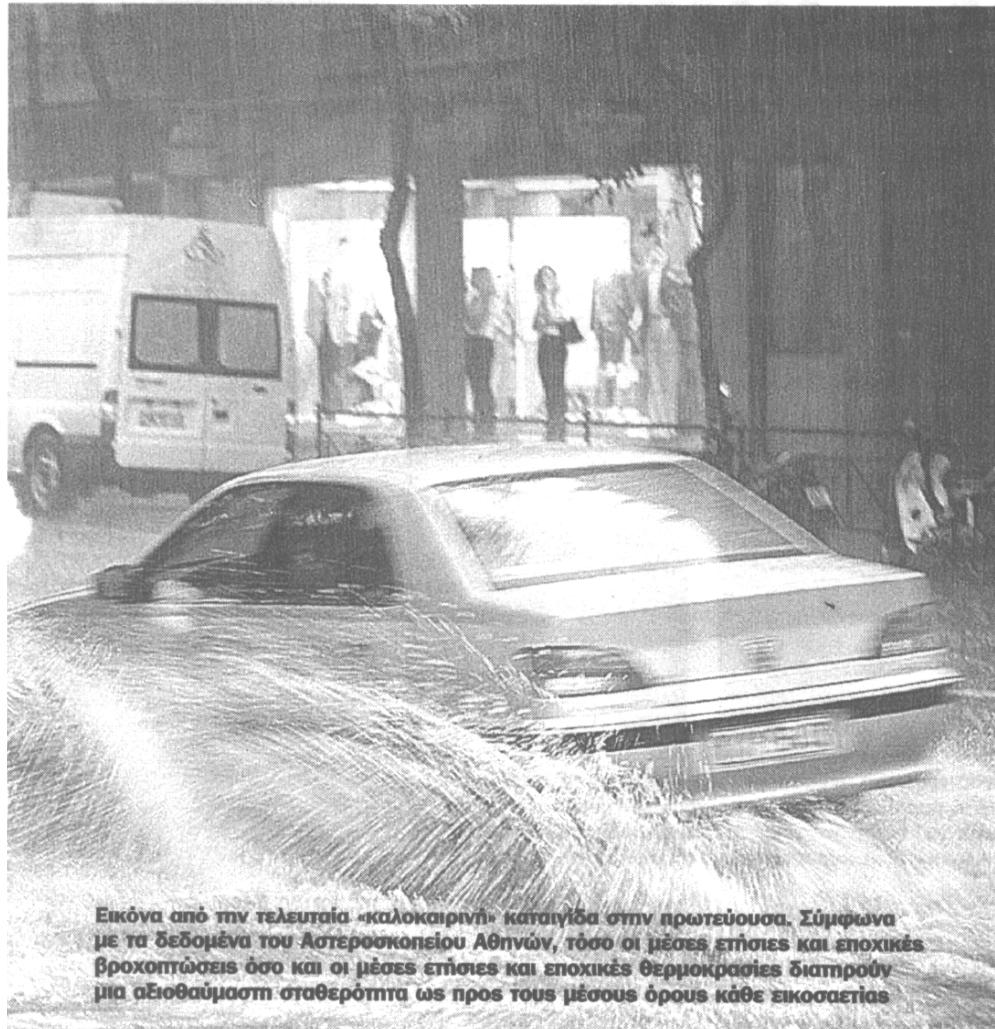


Μεταβολή των κλιματικών μέσων (κυλιόμενο μέσο όροι εικοσετίας) της εποχικής και της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας στην Αθήνα (σταθμός Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών). Οι πιο αειδόλογες κλιματικές μεταβολές παρατηρήθηκαν γύρω στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ού αιώνα (κυρίως το φθινόπωρο και τον χειμώνα), ε

μακά των τελευταίων δύο αιώνων το κλίμα στη χώρα μας δεν παρουσιάζει ομαντικές αλλαγές, αφού οι «καιροί» διατηρούν, πεισματικά, πρακτικώς σταθερούς μέσους όρους! Αποκαλυπτικές είναι οι διακυμάνσεις του μέσου «καιρού», όπως απεικονίζονται από τις μέσες ετήσιες και εποχικές θερμοκρασίες, το ετήσιο και εποχικό ύψος βροχής, αλλά και των ακραίων καιρικών φαινομένων στην Αθήνα κατά τα τελευταία 140 χρόνια: όπως αποδεικνύουν τα αξιόπιστα και παραστατικά διαγράμματα που στηρίζονται στα δεδομένα του Αστεροσκοπείου Αθηνών, τόσο οι μέσες ετήσιες και

εποχικές βροχοπτώσεις όσο και οι μέσες επήσιες και εποχικές θερμοκρασίες διατηρούν μια αξιοθαύμαστη σταθερότητα στους μέσους όρους κάθε εικοσαετίας (βλ. σχήματα 1 και 2). Το ίδιο συμβαίνει και με τα ακραία καιρικά φαινόμενα των ισχυρών βροχοπτώσεων. Υπήρξαν δηλαδή κατά περιόδους ασυνήθιστα υγρές ή ξηρές χρονιές, εντυπωσιακά μεγάλες καταιγίδες και ακραίες θερμοκρασίες (π.χ. τις δεκαετίες 1860, 1890, 1910, 1950 κ.ά., βλ. σχήμα 3). Το κλίμα όμως δεν άλλαξε ούτε και ως προς τις ακραίες τιμές των παραμέτρων του αφού οι μέσες τιμές τους κάθε εικο-

σαετίας παραμένουν σταθερές. Σήμερα ωστόσο το ζήτημα της αλλαγής του κλίματος έχει πάρει αισινήθιστα μεγάλες διαστάσεις. Απασχολεί τα μέσα ενημέρωσης και την κοινή γνώμη σχεδόν καθημερινά. Ενδιαφέρει οικολογικές και κοινωνικές οργανώσεις, αλλά και το σύνολο των πολιτικών σε παγκόσμια κλίμακα. Διατίθενται οπιμαντικά κονδύλια για την έρευνα του κλίματος, της αλλαγής του και των ποικύλων επιπτώσεών της. Και στην έρευνα αυτή συστρατεύονται όλοι και περισσότεροι επιστήμονες, που μάλιστα ξεκινούν από διαφορετικούς δρόμους.

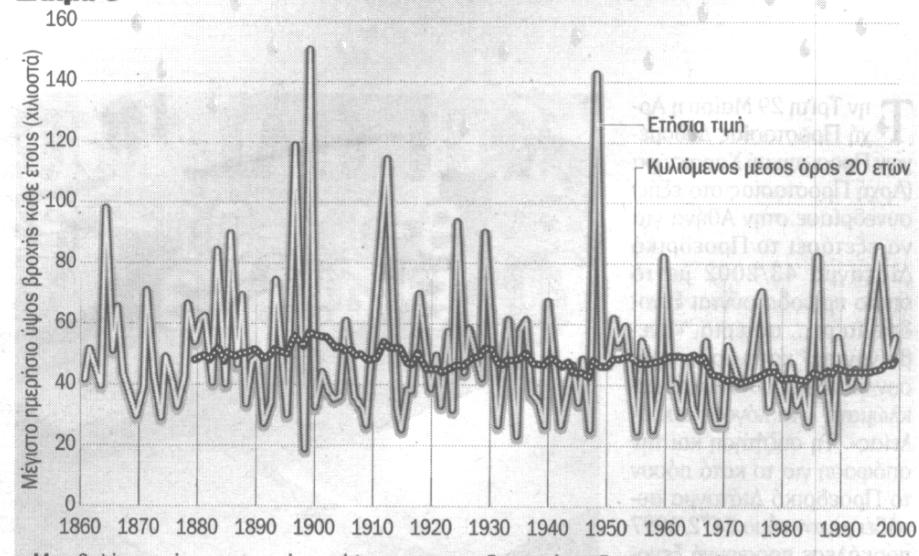


Εικόνα από την τελευταία «καλοκαιρινή» καταγέλα στην πρωτεύουσα. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Αστεροσκοπείου Αθηνών, τόσο οι μέσες εποίεις και εποχικές βροχοπτώσεις όσο και οι μέσες εποίεις και εποχικές θερμοκρασίες διαπτυρούν μια αδιοθαύμαστη σταθερότητα ως προς τους μέσους δύοους κάθε εικοσαπτίας.

απελή κλιματικά μοντέλα, με κύριο σημείο αναφοράς την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, διαπιστώνουν ότι ήδη έχει πραγματοποιηθεί αύξηση της μέσης

των βροχοπτώσεων, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, και ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων. Παρ' όλο που οι περισσότεροι επιστήμονες τείνουν να αποδεχθούν αυτές τις προβλέψεις, υπάρ-

Σελίδα 3



Μεταβολή του μέγιστου ημερήσιου ύψους βροχής, το οποίο αποτελεί δείκτη της επικινδυνότητας των καταιγίδων και πλημμυρών (κυλιόμενος μέσος όρος εικοσαετίας) στην Αθήνα (σταθμός Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών). Εκτός από τη γνωστή έντονη και τυχαία μεταβλητότητα από έτος σε έτος, τίποτε άλλο

αεισομείωτο δεν παραπέρειται στο ιστορικό του μέγιστου ύψους βροχής. Καμιά αξιόλογη αύξηση δεν εμφανίζεται τα τελευταία χρόνια – μάλλον μικρή μείωση – παρά το γεγονός ότι οι συνθήκες που πηγάζουν από την έντονη αστικοποίηση θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν αυξημένη δραστηριότητα καταιγίδων.

χουν σημαντικές πρόσφατες εργασίες οι οποίες βασιομένες σε αξιόπιστα δεδομένα μετρήσεων διαφεύγουν την εγκυρότητα αυτών των προβλέψεων. Αξίζει να αναφέρουμε λίγες από αυτές:

- Τα κλιματικά μοντέλα γενικά προβλέπουν ότι στις πολικές περιοχές η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι εντονότερη και γι' αυτό η Αρκτική και η Ανταρκτική παίζουν πο-

λύ σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση κλιματικών μεταβολών. Ωστόσο σε σχετικά πρόσφατη (2000) μελέτη του στο περιοδικό «International Journal of Climatology» ο Przybylak χρησιμοποιώντας δεδομένα από μετεωρολογικές μετρήσεις απέδειξε ότι δεν υπάρχει αυξητική τάση της θερμοκρασίας σε αρκτικές και υπο-αρκτικές περιοχές και ότι οι θερμοκρασίες των τελευταίων 10-20 ετών είναι ίδιες με αυτές του 19ου αιώνα.

εκτεταμένη μελέτη των Cluis & Laberge στο περιοδικό «Water International» (2001) που περιλαμβάνει δεδομένα μιας πεντηκονταετίας από 78 ποταμών της Ασίας δείχνει ότι στο 77% των περιπτώσεων το επίπεδο των πλημμυρών (μέγιστων παροχών των ποταμών) δεν μεταβλήθηκε, ενώ όπου υπήρξαν μεταβολές, στο 72% ήταν πιωτικές, που σημαίνει μείωση των πλημμυρών. Οσο για τις ξηρασίες (ελάχιστες παροχές ποταμών), στο 53% των περιπτώσεων δεν υπήρξαν μεταβολές, ενώ όπου παρατηρήθηκαν μεταβολές, 62% από αυτές ήταν αιεργικές, που σημαίνει μείωση των ξηρασιών. Το γενικό συμπέρασμα της συγκεκριμένης έρευνας, δηλαδή, είναι η μείωση των ακορεϊών μενούντων.

● Στον διοκό μας ευρύτερο χώρο πρέπει να αναφερθούμε στην πρόσφατη εμπεριστατωμένη έρευνα των Χ. Φείδα και Δ. Λάλα με τίτλο «Κλιματικές αλλαγές στη Μεσόγειο» (Νοέμβριος 2000). Στηριζόμενοι και στα αποτελέσματα αρκετών άλλων επιστημονικών εργασιών για το κλίμα της περιοχής μας, οι ερευνητές διαπιστώνουν ότι «στην Ελλάδα και στην Ανατολική Μεσόγειο εν γένει δεν φαίνεται να εμφανίζεται σταδιακή τάση θέρμανσης κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα». Αντίθετα, οι περισσότερες έρευνες δείχνουν πτωτική τάση, με εξαίρεση την αύξηση που εμφανίζεται στη θερμοκρασία από το 1997 και μετά. Σημειώνουμε εδώ ότι τα λίγα χρόνια της αύξησης δεν εδραιώνουν ως σήμερα την ύπαρξη αιγαλεοποίησης.

καύσωνες, υπερθέρμανση ή επέκταση της Σαχάρας στην Ελλάδα

# οι ἄνθρωποι των κλιματικών

θερμοκηπίου, στο κλίμα. Ούτε θα τολμούσαμε να προφητεύσουμε ότι δεν θα υπάρξει μονιμότερη κλιματική αλλαγή. Απλώς καταδεικνύουμε πόσο δύσκολες και αμφισβήτησμες είναι οι προγνώσεις, αλλά και πόσο μεταβλητό είναι ούτως ή άλλως το κλίμα στην ανθρώπινη μικροκλίμακα με ή χωρίς ανθρωπογενείς επιδόσεις.

## ■ Οι ψυχολογικές αλλαγές

Πέρα όμως από την πιθανολογούμενη κλιματική αλλαγή, με τα πολλά αβέβαια χαρακτηριστικά, έχουν γίνει άλλες δύο βέβαιες αλλαγές, μεζίζοντας φυσολογικού και κοινωνικού χαρακτήρα: Η πρώτη έχει τη μορφή αναπότρεπτης, και εντεινόμενης συνεχών, ε-καταγιδάς! Τα μέσα ενημέρωσης φέρουν στο οπίτι μας κάθε ακραίο καιρικό φαινόμενο που συνέβη σε κάθε γωνιά της Ελλάδας αλλά και όλου του πλανήτη. Βιώνουμε πλημμύρες και καταστροφές που αλλιώς θα τις αγνοούσαμε. Ετοι, είναι φυσικό να νομίζουμε ότι τα ακραία φαινόμενα έγιναν πιο συχνά, ότι κάτι έχει αλλάξει στο κλίμα. Η δεύτερη αλλαγή αφορά τη στάση μας απέναντι στη φύση. Συνηθισμένοι να έχουμε πάντα νερό στη βρύση του σπιτιού μας και κλιματιστικά που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία χειμώνα-καλοκαίρι. Εχέχασμε ότι η φύση δεν διέπεται, ευτυχώς, από μονότονη σταθερότητα.

Γίναιε ευάλωτοι, παθητικοί παραπτηρέτες και μεγεθύνουμε το παραμύκρο φυσικό φαινόμενο που μας ξεβολεύει. Είναι χαρακτηριστικό το σκηνικό που πρόσφατα είδαμε στις

πηλεοράσεις: οι άνδρες των αποκλεισμένων για λίγες μέρες από τα χιόνια χωριών βρίζουν στο καφενείο τον κρατικό μηχανισμό παιζοντας τάβλι. Σε ανάλογες συνθήκες, πριν από λίγες μόλις δεκατίες, τα ίδια χωριά, τελείως ξεχασμένα από το κράτος, μπορούσαν να λειτουργούν αποκλεισμένα επί μερικούς μήνες, με προσωπική φροντίδα και εργασία των κατοίκων τους.

Ευτυχώς η φύση δεν υποτάσσεται στις επιθυμίες μας. Το τελικό ζήτούμενο είναι να ξανα-συμφιλιωθούμε με τις «αδιοτροπίες» της, τα κρύα και τις ζέστες της, τις πλημμύρες και τις ξηρασίες της. Ξεφεύγοντας από αυτή την παθητική στάση κακομαθημένων παιδιών θα μπορέσουμε να ξαναδούμε και τις πολλές ευεργετικές πλευρές αυτών του πλούτου των εναλλαγών συμπεριφοράς της φύσης.

Ηαρμόνια κλεινούνται τα υφάσματα στις σειρήνες των ΗΠΕΙΡΩΝ που πρέπει προς το παρόν να αναγνωρίσουν τις αντικειμενικές μας αδυναμίες για μια σοβαρή πρόβλεψη των κλιματικών αλλαγών και συνακόλουθα να απαλλαγόψωμε και να απαλλάξουμε την κοινή γνώμη από την ελαφρότητα μιας ατεκμηρίωτης προφητείας.