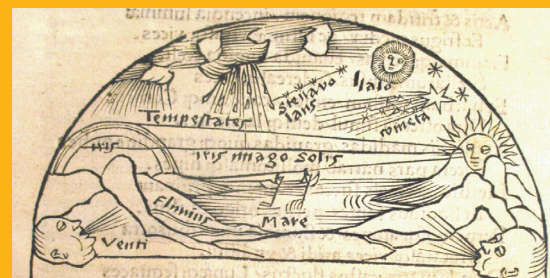


Μετεωρολογία: Ο μόνος κανόνας είναι ότι και οι κανόνες έχουν εξαιρέσεις

Αν γνωρίζουμε ότι ένας φυσικός νόμος περιγράφει με ακρίβεια ένα φαινόμενο, τότε μπορούμε να γνωρίζουμε με ακρίβεια πώς θα «συμπεριφερθεί» η φύση. Υπήρχε, όμως, ένας τομέας όπου οι παραπάνω μέθοδοι αντιμετώπισαν σοβαρές προκλήσεις. Επρόκειτο για τα απρόβλεπτα μετεωρολογικά φαινόμενα.

ΣΕΛΙΔΑ 8



Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Ένας φορητός κόσμος

Ο ιστορικός της αρχαίας ελληνικής επιστήμης Αλεξάντερ Τζόουνς έχει γράψει ένα από τα πιο σημαντικά βιβλία για τον περίφημο Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Το βιβλίο κυκλοφόρησε το 2017 και μεταφράστηκε από τις Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης με τον τίτλο «Ένας φορητός κόσμος: Φέρνοντας στο φως τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων, ένα επιστημονικό θαύμα του αρχαίου κόσμου». αποκλειστικά ηθικό.

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5



Διοξείδιο του αζώτου και άσθμα

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτει σοβαρά την υγεία των παιδιών

Με τα υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης σχετίζεται η εμφάνιση άσθματος στα παιδιά, σύμφωνα με μια νέα επιστημονική μελέτη. Για πρώτη φορά αναδεικνύονται οι ανησυχητικές διαστάσεις του προβλήματος με τη συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων από δεκάδες χιλιάδες πόλεις σε μια έρευνα που διήρκεσε σχεδόν είκοσι χρόνια.

ΣΕΛΙΔΑ 6

Διαδραστικό γράφημα οπτικοποιεί τον κίνδυνο μόλυνσης από Covid-19 σε διάφορα σενάρια

Ερευνητές στη Μ. Βρετανία δημιούργησαν ένα διαδραστικό γράφημα που οπτικοποιεί τις διαφορετικές οδούς μόλυνσης από τον νέο κορωνοϊό και την επικινδυνότητα κάθε μίας σε διαφορετικά σενάρια. Το γράφημα είναι διαθέσιμο στον ιστότοπο του επιστημονικού ιατρικού περιοδικού British Medical Journal.

ΣΕΛΙΔΑ 7

Χιονονιφάδες στο μικροσκόπιο

Που οφείλεται η τεράστια ποικιλία στα σχήματα των χιονονιφάδων και πώς μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να αντλήσουμε πληροφορίες για την ατμόσφαιρα; Είκοσι χρόνια εντατικής μελέτης τους και ένα πρόγραμμα επιστήμης πολιτών προσπαθούν να δώσουν απαντήσεις.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3

Εικόνα της Krystsina Radzevich



Τους κατηγορούμε ότι κλέβουν τις ζωές μας. Ότι μας στερούν τη δυνατότητα να αποφασίζουμε, να σφάλουμε, να διαπραγματευόμαστε. Τους κατηγορούμε ότι φτιάχνουν το προφίλ μας χωρίς τη συναίνεσή μας και ότι παρεμβαίνουν για να διαμορφώσουν («αυτοματοποιήσουν») τη συμπεριφορά μας σύμφωνα με τις επιταγές των μηχανισμών της αγοράς και του κράτους. Τους κατηγορούμε ότι απογυμνώνουν τον πολιτισμό από τη μαγεία της δημιουργικότητας και επιβάλλουν την ομοιομορφία και τη ρηκότητα ως καθολικό αισθητικό πρότυπο. Μιλάω ασφαλώς για τους αλγόριθμους. Αλγοριθμικό μάντζμεντ, αλγοριθμική αξιολόγηση, αλγοριθμικός πολιτισμός... Γνωρίζουμε, όμως, πραγματικά τους αλγόριθμους;

Προσωπικά, όσο τους γνωρίζω τόσο περισσότερο τους συμπαθώ. Καταρχάς είναι μαζί μας από την αυγή του πολιτισμού και μας έχουν συντροφέψει σε όλη τη διάρκεια της Ιστορίας. Χωρίς αυτούς δεν θα υπήρχε πολιτισμός. Ή, έστω, ο πολιτισμός μας θα ήταν πολύ διαφορετικός – πολύ πιο συγκεντρωτικός και αυταρχικός. Χωρίς τους αλγόριθμους δεν θα είχαμε κανένα έλεγχο στις ζωές μας.

Τι είναι στ' αλήθεια ένας αλγόριθμος; Είναι μια *πεπερασμένη* σειρά σαφών οδηγιών, καθεμιά από τις οποίες μπορεί να εκτελεστεί με απλά μέσα που έχουν στη διάθεσή τους όλοι οι άνθρωποι. Ακολουθώντας τα διαδοχικά βήματα ενός αλγόριθμου μπορούμε να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα (να κάνουμε έναν υπολογισμό, να φτιάξουμε ένα φαγητό, να κατασκευάσουμε ένα αντικείμενο), χωρίς να χρειάζεται κάθε φορά να εξαρτόμαστε από αυτούς που έχουν τη συγκεκριμένη γνώση. Ασφαλώς, απαιτείται εξαιρετική ευφυΐα για την κατασκευή ενός αλγόριθμου. Η εκτέλεσή του, όμως, ιδανικά δεν απαιτεί καμία ευφυΐα. Η δημιουργία αλγορίθμων είναι ένας τρόπος διαμοιρασμού της γνώσης, ο οποίος καθιστά δυνατή την αξιοποίησή της από ανθρώπους που υπό άλλες συνθήκες δεν θα είχαν πρόσβαση σε αυτή. Πού είναι το πρόβλημα με τον αλγοριθμικό πολιτισμό, λοιπόν;

Θα ακουστεί πολύ μαρξιστικό, αλλά το πρόβλημα βρίσκεται στην ατομική ιδιοκτησία των μέσων παραγωγής. Ο αλγόριθμος είναι ένα κομμάτι ευφυΐας, το οποίο έχει αποσπαστεί από το υποκείμενο που την κατέχει και έχει γίνει κοινό κτήμα. Μία από τις συνέπειες αυτής της συνθήκης είναι ότι το συγκεκριμένο κομμάτι ευφυΐας μπορεί να ενσωματωθεί σε μηχανές. Χωρίς αλγόριθμους δεν θα υπήρχαν αυτοματισμοί. Στη σύγχρονη βιομηχανική κοινωνία, οι αυτοματισμοί εντατικοποιούν την εργασία και κάνουν δυνατή την εξαγωγή της σχετικής υπεραξίας. Μια πιο πρόσφατη εξέλιξη είναι η ενσωμάτωση των αλγορίθμων σε ψηφιακά συστήματα, τα οποία αλληλεπιδρούν *κοινωνικά* με τους ανθρώπους. Η ψηφιακή εκτέλεση των αλγορίθμων δεν κανονικοποιεί μόνο την εργασία, αλλά και όλη την κοινωνική συμπεριφορά των υποκειμένων. Αυτό σημαίνει ότι οι ιδιοκτήτες της ψηφιακής πλατφόρμας μπορούν να επωφεληθούν από τον συμπεριφορικό χειρισμό των χρηστών είτε για την εξαγωγή υπεραξίας είτε για τη δημιουργία καθοδηγούμενης καταναλωτικής ή πολιτικής συμπεριφοράς.

Πώς θα μπορούσε να είναι το σύνθημα που συμπυκνώνει την αντίσταση στην αλγοριθμική χειραγώγηση της κοινωνικής ζωής από τον όψιμο καπιταλισμό; «Να απελευθερώσουμε τους αλγόριθμους»!

Μ.Π.

Χιονονιφάδες στο μικρο

Οι χιονονιφάδες είναι συνδεδεμένες με τα Χριστούγεννα. Ωστόσο, είναι αντικείμενα του χειμώνα και στις περισσότερες χώρες του βορείου ημισφαιρίου ο πιο δριμύς χειμώνας εμφανίζεται γύρω στον Ιανουάριο με Φεβρουάριο. Επιπλέον, αν και τα στερεότυπα της διακόσμησης θέλουν τις χιονονιφάδες να έχουν τα κλασικά εξαγωνικά επίπεδα σχήματα, στην πραγματικότητα το σχήμα τους παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία. Πώς όμως σχηματίζονται οι χιονονιφάδες και πού οφείλεται η ποικιλία των σχημάτων τους;

Κάθε χιονονιφάδα έχει το δικό της στυλ

Ως γνωστόν, ο αέρας συγκρατεί υδατμούς οι οποίοι μετακινούνται μαζί με τις αέριες μάζες και υφίστανται μεταβολές καθώς αλλάζουν οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Στις μεταβολές αυτές οφείλονται πολλά από τα καιρικά φαινόμενα (σύννεφα, βροχή, χιόνι, χαλάζι κλπ). Οι χιονονιφάδες είναι κρύσταλλοι πάγου και σχηματίζονται καθώς τα σταγονίδια του νερού παγώνουν στην ατμόσφαιρα, όταν η θερμοκρασία προσεγγίζει ή βρίσκεται κάτω από τους μηδέν βαθμούς. Περίπου εκατό χιλιάδες σταγονίδια συνδυάζονται για να παράγουν μία νιφάδα, μέσα σε περίπου μισή ώρα.

Η συστηματική φωτογράφιση των χιονονιφάδων ξεκίνησε το 1895 από τον Αμερικανό μετεωρολόγο Wilson A. Bentley, αλλά ήδη δεκαετίες νωρίτερα είχαν ξεκινήσει οι προσπάθειες να κατηγοριοποιηθούν οι χιονονιφάδες σε κατηγορίες με βάση τη μορφολογία τους. Κυρίαρχο χαρακτηριστικό τους είναι η εξαγωνική τους συμμετρία. Αυτή οφείλεται στο ότι στον πάγο (δηλαδή στο νερό σε στερεή, κρυσταλλική μορφή) τα μόρια του νερού είναι «τοποθετημένα» σε ένα εξαγωνικό πλέγμα. Οι κατηγορίες που έχουν κατά καιρούς προταθεί ποικί-

λουν από μερικές δεκάδες ως πάνω από εκατό, αλλά μπορούν να χωριστούν σε δυο μεγάλες οικογένειες. Η πρώτη από αυτές περιλαμβάνει τις σχετικά επίπεδες

χιονονιφάδες, με ξεκάθαρη εξαγωνική συμμετρία ενώ η δεύτερη έχει τη μορφή βελόνων ή εξαγωνικών σπηλών, που συχνά θυμίζουν μικροσκοπικά μολύβια.



Μια πρώιμη κατηγοριοποίηση των σχημάτων των χιονονιφάδων βασισμένη σε σκίτσα τους, από τον Αμερικανό συγγραφέα Israel Perkins Warren, στα μέσα του 19ου αιώνα.
Πηγή: Wikipedia.org

Συνδεθείτε με το ΠΡΙΣΜΑ στο facebook
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE/

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατνιώτης, Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών ΕΚΠΑ
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών
Μαρία Τσίππ, Διδάκτωρ Γενετικής

ΣΚΟΠΙΟ

Εκτός από τις δυο αυτές διαφορετικές μορφές, συναντώνται συχνά και υβρίδια που τις συνδυάζουν.

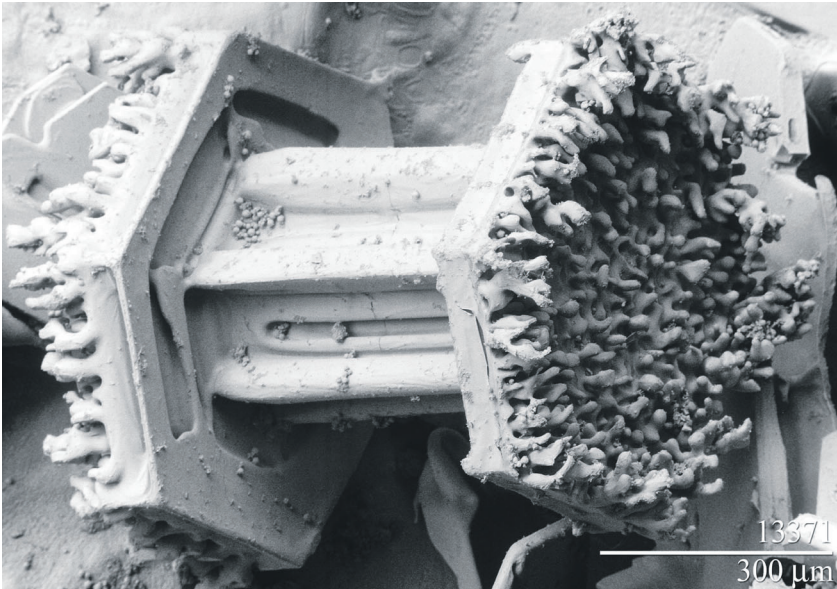
Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι ο τρόπος με τον οποίο οι συνθήκες επιδρούν στην επικράτηση της μιας ή της άλλης ευρύτερης μορφολογίας. Από το 1930 και τις μελέτες του Ukichiro Nakaya, φυσικού στο πανεπιστήμιο του Hokkaido στην Ιαπωνία, διαπιστώθηκε ότι διαφορετικά επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας ευνοούν την ανάπτυξη των κρυστάλλων είτε οριζόντια, σχηματίζοντας επίπεδες νιφάδες με εξαγωνική συμμετρία, ή καθ' ύψος, σχηματίζοντας τις στύλες. Ωστόσο ο τρόπος που η μεταβολή στις συνθήκες οδηγεί στις διαφορετικές μορφές δεν είναι απλός και η φυσική αιτία δεν είναι άμεσα κατανοητή. Πιο συγκεκριμένα, γύρω στους -2 βαθμούς Κελσίου σχηματίζονται οι επίπεδες χιονονιφάδες ενώ όταν η θερμοκρασία πέσει γύρω στους -5, εμφανίζονται οι επιμήκεις στύλες. Ωστόσο, όταν η θερμοκρασία μειωθεί περισσότερο και φτάσει τους -15, η μορφολογία των χιονονιφάδων κυριαρχείται και πάλι από τις επίπεδες ενώ κάτω από τους -20 εμφανίζονται και οι δύο τύποι.

Παρά την αδυναμία μας να κατανοήσουμε ακριβώς τους λόγους που παρατηρείται μια τέτοια μεταβολή, με τη βοήθεια των αποτελεσμάτων του Nakaya μπορεί κανείς να σκιαγραφήσει την «ιστορία» μιας χιονονιφάδας από τη μορφολογία της. Το σχήμα αυτό διαμορφώνεται από τις διάφορες συνθήκες που συναντούν τα σταγονίδια των νεφών, και μετέπειτα κρύσταλλοι, καθώς διασχίζουν τον ατμοσφαιρικό αέρα μέχρι να φτάσουν στο έδαφος. Προφανώς, καθώς η κάθε χιονονιφάδα συναντά ελαφρώς διαφορετικές συνθήκες, συγκρούεται ή συγχωνεύεται με άλλες, αποκτά μοναδικό σχήμα. Ταυτόχρονα, καθώς οι χιονονιφάδες λιώνουν, ξαναπαγώνουν και επηρεάζονται από τις μεταξύ τους συγκρούσεις, οι αιχμές τους γίνονται ομαλότερες.

Οι χιονονιφάδες στο εργαστήριο

Η ποικιλία των σχημάτων των νιφάδων χιονιού σε συνάρτηση με τις συνθήκες σχηματισμού ήταν το ερώτημα που απασχόλησε των Kenneth Libbrecht, Καθηγητή φυσικής στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καλιφόρνια (California Institute of Technology, το γνωστό Caltech). Αν και αρχικά η έρευνα του Libbrecht αφορούσε την ηλιοσεισμολογία, δηλαδή την μελέτη των κυμάτων στο εσωτερικό και την ατμόσφαιρα του Ήλιου, τα τελευταία 20 χρόνια έχει αφιερωθεί στη μελέτη των χιονονιφάδων. Με τις πειραματικές του διατάξεις μελετά το σχηματισμό των κρυστάλλων νερού κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και, ως αποτέλεσμα, πρόσφατα ολοκλήρωσε ένα βιβλίο σχεδόν πεντακοσίων σελίδων, το οποίο περιέχει μια ενιαία θεωρία που περιγράφει το σχηματισμό τους.

Αν και είδαμε ότι η κάθε χιονονιφάδα στη φύση είναι μοναδική ο Libbrecht διαπίστωσε ότι αν οι χιονονιφάδες σχηματιστούν κοντά μεταξύ τους και υπό τις ίδιες ακριβώς ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να είναι σχεδόν πανομοιότυπες. Όπως, ωστόσο, τονίζει και ο ίδιος, η ερώτηση αν δυο πολύπλοκα αντικείμενα οι οργανισμοί είναι όμοια δεν έχει νόη-



Εικόνα χιονονιφάδας από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Η χιονονιφάδα είναι υβρίδιο στήλης και επίπεδων εξαγωνων. Στα τελευταία έχει αναπτυχθεί πάχνη, που σχηματίζεται καθώς η νιφάδα συγκρούεται με σταγονίδια νερού, τα οποία παγώνουν ακαριαία πάνω της. Πηγή: Wikipedia.org

μα καθώς οτιδήποτε χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα είναι μοναδικό. Διαμορφώνοντας κατάλληλες συνθήκες στις πειραματικές του διατάξεις έχει καταφέρει να αναπαράγει τις τυπικές χιονονιφάδες των σχεδιαστών, δηλαδή τα κλασικά σχήματα που χρησιμοποιούμε για διακόσμηση τους χειμερινούς μήνες και τα Χριστούγεννα. Πρακτικά μεταβάλλοντας τις συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας μπορεί να δώσει σε πραγματικό χρόνο διαφορετικά σχήματα στις χιονονιφάδες που κατασκευάζει.

Τα αποτελέσματα της μελέτης του Libbrecht παρέχουν και μια εξήγηση σχετικά με το γιατί υπερισχύουν διαφορετικοί τύποι χιονονιφάδων σε διαφορετικές συνθήκες. Κάθε κρύσταλλος νερού ξεκινά από ένα σχετικά επίπεδο εξαγωνικό σχήμα. Το τελικό σχήμα που θα πάρει, ωστόσο, καθορίζεται από το κατά πόσο ευνοείται η επέκταση του κρυστάλλου με αφετηρία τις δυο βάσεις του ή τις κάθετες επιφάνειες. Ο Libbrecht έχει προτείνει ένα νέο μοντέλο που εξηγεί τη συμπεριφορά των δυο ειδών επιφανειών του αρχικού κρυστάλλου νερού στις διάφορες θερμοκρασίες και μπορεί να οδηγήσει στα παρατηρούμενα είδη χιονονιφάδων. Όπως υποστηρίζει και έχει δημοσιεύσει, το μοντέλο του φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τα πειράματα που κάνει τα τελευταία είκοσι έτη.

Κατά τη διάρκεια της μακρόχρονης ενασχόλησής του με την επιστήμη των χιονονιφάδων, ο Libbrecht έχει εκδώσει αρκετά βιβλία με εικόνες χιονονιφάδων και σχετικά με τη φυσική που διέπει το σχηματισμό τους. Οι φωτογραφίες του χρησιμοποιήθηκαν ακόμα και σε σειρές γραμματοσήμων από το ταχυδρομείο των ΗΠΑ ενώ πρόσφατα, ήταν επιστημονικός σύμβουλος στην ταινία Frozen της Disney. Φωτογραφίες από τις χιονονιφάδες του Libbrecht, τη φυσική των παγοκρυστάλλων και των χιονονιφάδων μπορούν να βρεθούν στη σελίδα <http://www.snowcrystals.com/>

Η μορφολογία των χιονονιφάδων και η επιστήμη των πολιτών

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η μορφολογία των χιονονιφάδων καθορίζεται από το ταξίδι τους διαμέσου του αέρα και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν. Επομένως συστηματικές μελέτες της μορφολο-

γίας τους θα μπορούσαν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για τα καιρικά συστήματα και να συνεισφέρουν στην καλύτερη κατανόησή του κλίματος. Η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει μεταβολές στο κλίμα διαφόρων περιοχών και στην ένταση των φαινομένων που παρατηρούνται. Για παράδειγμα, πολικές περιοχές θερμαίνονται και οι χιονοπτώσεις μειώνονται ενώ παράλληλα άλλες περιοχές ψύχονται και εμφανίζουν πιο έντονες χιονοπτώσεις από ό,τι στο παρελθόν.

Προκειμένου να μελετήσουν τη μορφολογία των χιονονιφάδων, ερευνητές από το Πανεπιστήμιο της Γιούτα των ΗΠΑ έχουν ξεκινήσει το πρόγραμμα Snowflake ID. Στα πλαίσια του προγράμματος έχουν τοποθετήσει φωτογραφικές μηχανές υψηλής ανάλυσης σε διάφορες περιοχές, από τις ελβετικές Άλπεις ως την Αλάσκα, οι οποίες απεικονίζουν τις χιονονιφάδες από τρεις διαφορετικές γωνίες, καθώς αυτές πέφτουν στο έδαφος. Οι φωτογραφικές μηχανές παράγουν εκατομμύρια εικόνων, τα οποία πρέπει να αναλυθούν, επομένως οι ερευνητές έχουν δημιουργήσει ένα πρόγραμμα επιστήμης των πολιτών για να διαχειριστούν τον μεγάλο όγκο των παρατηρήσεων.

Η επιστήμη των πολιτών είναι ένα σύνολο πρακτικών με τη βοήθεια των οποίων οι πολίτες συμμετέχουν στην παραγωγή επιστημονικής γνώσης. Η συμμετοχή αυτή μπορεί να επιτυγχάνεται είτε παρέχοντας δεδομένα εκούσια ή αφιερώνοντας μέρος του χρόνου ή των πόρων τους στην επεξεργασία κάποιων δεδομένων. Ταυτόχρονα, οι συμμετέχοντες αποκτούν μια καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών μεθόδων, τις οποίες μπορούν εν γένει να συνδιαμορφώσουν, θέτοντας νέα απροσδόκητα ερωτήματα και προβληματισμούς. Με την επιστήμη των πολιτών αξιοποιούνται ομάδες ή δίκτυα εθελοντών, με τη συνεργασία ή υπό την καθοδήγηση επιστημόνων, ώστε να αντιμετωπίσουν ζητήματα τα οποία, είτε λόγω του όγκου των δεδομένων ή λόγω της πολυπλοκότητάς τους θα ήταν αδύνατο να αντιμετωπίσει ένας επιστήμονας με τα παραδοσιακά εργαλεία.

Το Snowflake ID είναι ακριβώς ένα τέτοιο πρόγραμμα. Είναι προσβάσιμο μέσω της πλατφόρμας Zooniverse, η οποία περιέχει δεκάδες προγράμματα επιστήμης πολιτών, με θέματα που καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα επιστημών. Μέχρι στιγμής στο Snowflake ID έχουν συμμετάσχει μερικές χιλιάδες εθελοντές, από τους οποίους ζητήθηκε να εντοπίσουν χαρακτηριστικά των νιφάδων, όπως η πάχνη που σχηματίζεται πάνω στα κατά τα άλλα συμμετρικά τους σχήματα, όταν σταγονίδια νερού συγκρούονται με αυτές και παγώνουν. Οι καταγραφές των εθελοντών θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για να εκπαιδεύσουν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, ώστε να καταστεί εφικτή μια αυτοματοποιημένη διαδικασία κατηγοριοποίησης των χιονονιφάδων.

Γ.Κ.

Πηγές

<https://www.youtube.com/watch?v=ao2Jfm35XeE>

<http://www.snowcrystals.com/>

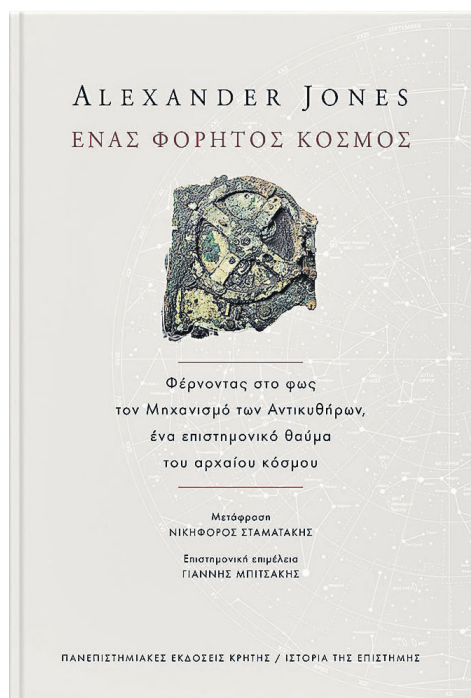
“Snowflake spotters sought”, L. Liverpool, New Scientist Vol. 252, No 3365/66, 18/25 December, p.81.

Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Ένα

Ο ιστορικός της αρχαίας ελληνικής επιστήμης Αλεξάντερ Τζόουνς έχει γράψει ένα από τα πιο σημαντικά βιβλία για τον περίφημο Μηχανισμό των Αντικυθήρων, μια μηχανική κατασκευή που έδειχνε τις κινήσεις των πλανητών, καθώς και τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης. Πρόκειται για το *A Portable Cosmos, Revealing the Antikythera Mechanism, Scientific Wonder of the Ancient World*. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Τζόουνς είναι μέλος της Ομάδας Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων από το 2006 και διευθυντής του Ινστιτούτου Μελέτης του Αρχαίου Κόσμου στο Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης. Το βιβλίο κυκλοφόρησε το 2017 και μεταφράστηκε πρόσφατα από τις Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης με τον τίτλο «Ένας φορητός κόσμος: Φέρνοντας στο φως τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων, ένα επιστημονικό θαύμα του αρχαίου κόσμου» (2021). Η μετάφραση είναι του Νικηφόρου Σταματάκη και η επιστημονική επιμέλεια του Γιάννη Μπιτσάκη. Το βιβλίο καλύπτει όλα τα σημαντικά ερωτήματα γύρω από τον Μηχανισμό και τις λειτουργίες του, ενώ προσφέρει και μια πλήρη εικόνα σχετικά με την ανακάλυψή του αλλά και το πολιτισμικό πλαίσιο εντός του οποίου κατασκευάστηκε.

Το πρώτο κεφάλαιο ασχολείται με το πώς βρέθηκε ο Μηχανισμός. Είναι γνωστή η ιστορία ότι μια ομάδα σφουγγαράδων από τη Σύμη βρέθηκε τυχαία στα Αντικύθηρα λίγο πριν το Πάσχα του 1900, προκειμένου να προστατευθεί από έντονη θαλασσοταραχή. Οι δύτες έκαναν καταδύσεις κάθε χρόνο, μεταξύ Απριλίου και Οκτωβρίου, έξω από τις ακτές της Λιβύης οπότε είχαν όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό μαζί τους. Βούτηξαν δύο δύτες και ανακάλυψαν ένα ναυάγιο, στο οποίο βρίσκονταν χάλκινα και μαρμάρινα αγάλματα, γυάλινα σκεύη, αμφορείς, χάλκινα και αργυρά νομίσματα και άλλα εμπορεύματα. Το πλοίο χρονολογείται γύρω στο 60 π.Χ. και, κατά πάσα πιθανότητα, ήταν εμπορικό πλοίο. Μέσα σε αυτό το ναυάγιο είναι που βρέθηκε και ένα μηχανικό αντικείμενο, το οποίο ήταν κατασκευασμένο από ξύλο και χαλκό. Οι διαστάσεις του δεν ήταν μεγαλύτερες από ένα κουτί παπουτσιών. Στην αρχή κανείς δεν κατάλαβε ότι επρόκειτο για κάποιου είδους μηχανισμό, εξαιτίας της κακής κατάστασης στην οποία βρισκόταν το εύρημα. Ο Τζόουνς αναφέρεται σε όλους όσους συνέβαλαν στην ανακάλυψη του Μηχανισμού και αντιλήφθηκαν τη σπουδαιότητά του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο του βιβλίου, ο Τζόουνς αναφέρεται εξονυχιστικά στις έρευνες που έγιναν, προκειμένου να διαπιστωθεί τι ήταν αυτό το παράξενο εύρημα. Όταν ο



Υπουργός Παιδείας Σπυρίδων Στάης ανακάλυψε τα θραύσματα του ευρήματος, έστειλε πρόσκληση στον Άντολφ Βίλχελμ, έναν από τους σημαντικότερους επιγραφολόγους ελληνικών κειμένων. Η πρώτη φράση που κατάφερε να διαβάσει και αποκάλυψε και στους δημοσιογράφους ήταν «ακτίνα Ηλίου». Η πρώτη και αναμενόμενη υπόθεση ήταν πως επρόκειτο για ένα ναυτικό όργανο που επέτρεπε αστρονομικές παρατηρήσεις. Ο Τζόουνς θέτει δύο αρκετά ενδιαφέροντα ερωτήματα στην πορεία του κεφαλαίου, κατά πόσο ο μηχανισμός που βρέθηκε θεωρήθηκε ότι ήταν ένας αστρολάβος ή ένα πλανητάριο.

Ομολογουμένως, η τεχνολογία βοήθησε σημαντικά ώστε να καταλάβουμε τι ακριβώς ήταν ο συγκεκριμένος μηχανισμός. Στο δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές τεχνολογίες, οι οποίες επέτρεψαν να «δούμε» μέσα στον Μηχανισμό. Επρόκειτο για ακτινογράφιση μέσω ακτίνων Γ και ακτινογράφιση μέσω ακτίνων Χ. Η

ακτινογράφιση με ακτίνες Γ, την οποία ανέλαβε το 1971 ο Χαράλαμπος Καρακάλος, φυσικός στο Εθνικό Κέντρο Ερευνών Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», αποκάλυψε ότι ο Μηχανισμός αποτελούταν από οδοντωτούς τροχούς. Ο Καρακάλος, στη συνέχεια, έφερε στο Αρχαιολογικό Μουσείο, όπου βρισκόταν ο Μηχανισμός, δύο μονάδες ακτίνων Χ και έβγαλε ακτινογραφίες υψηλής ποιότητας. Ο Τζόουνς αναφέρεται και στις σημαντικές εξετάσεις των Μάικλ Ράιτ και Άλλαν Μπρόμλυ στο διάστημα 1988-1993. Πειραματίστηκαν με τη λήψη στερεοσκοπικών ζευγών ακτινογραφιών και με τη γραμμική τομογραφία. Ειδικά με τη δεύτερη μέθοδο, κατάφεραν να έχουν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την τριδιάστατη δομή του Μηχανισμού. Μπορούσαν, δηλαδή, να δουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την κατανομή των πολλών και διαφορετικών γκρανιζίων εντός του Μηχανισμού. Τέλος, η πιο πρόσφατη εξέταση του Μηχανισμού έγινε το 2005 από την Ομάδα



ς φορητός κόσμος

Μελέτης Μηχανισμού Αντικυθήρων σε συνεργασία με το Αρχαιολογικό Μουσείο. Την πρωτοβουλία για τη σύσταση της ομάδας είχε ο Μάικ Έντμουντς, αστροφυσικός του Πανεπιστημίου του Κάρντιφ, και ο Τόνυ Φρηθ, μαθηματικός και σκηνοθέτης. Το 2006 δημοσίευσαν ένα εξαιρετικά σημαντικό άρθρο στο Nature, όπου παρουσίασαν τα αποτελέσματά τους. Χρησιμοποίησαν δύο καινοτόμες τεχνικές, την απεικονιστική τεχνική μετασχηματισμού ανάκλασης εικόνας (RTI) και την απεικόνιση αξονικής τομογραφίας (CT). Οι πιο πρόσφατες μελέτες αποκάλυψαν περισσότερα και πιο ακριβή στοιχεία για τη λειτουργία του Μηχανισμού. Εξαιρετικά ενδιαφέρον είναι το τρίτο κεφάλαιο, στο οποίο ο Τζόουνς επιχειρεί να περιγράψει πώς ήταν ο Μηχανισμός. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι δεν είναι σαφές πώς μπορεί να ήταν η αρχική του μορφή. Το εγχείρημα της ανακατασκευής του Μηχανισμού είναι πραγματικά γοπητευτικό, καθώς οι ερευνητές μέσα από αυτή κατανοούν καλύτερα και τη λειτουργία του.

Το επόμενο κεφάλαιο αναφέρεται στους υπολογισμούς που μπορούσε κανείς να κάνει με τον Μηχανισμό και σε επιμέρους τεχνικές λεπτομέρειες. Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το συμπέρασμα του Τζόουνς ότι ο Μηχανισμός ήταν ένα τοπικό πολιτικό ημερολόγιο και όχι ένα τεχνητό ημερολόγιο που προοριζόταν για επιστημονική χρήση, όπως ήταν για παράδειγμα το ημερολόγιο του Καλλίππου ή το αιγυπτιακό ημερολόγιο. Αυτό το συμπέρασμα οδηγεί τον Τζόουνς να πει ότι ο Μηχανισμός ήταν κάτι μεταξύ διδα-

Αναχρονισμοί

Είναι αρκετά σπάνιο να αλλάζει η εικόνα που έχουμε για το παρελθόν μέσα από μία ανακάλυψη. Όταν, όμως, στο χρονικό διάστημα 1900-1901 ανακαλύφθηκε ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, άλλαξε η ιστορία και ιστοριογραφία της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας οριστικά. Αρκετοί μελετητές και δημοσιογράφοι αναφέρονται στον Μηχανισμό ως έναν αρχαίο φορητό υπολογιστή ή το πρώτο GPS, αν και θα ήταν πιο ακριβές να πούμε ότι πρόκειται περισσότερο για ένα μηχανικό γεωκεντρικό πλανητάριο. Ο Μηχανισμός δεν είχε καμία σχέση με τους σύγχρονους υπολογιστές ή τα GPS. Μπορούσε κανείς, όντως, να υπολογίσει τις κινήσεις συγκεκριμένων ουρανίων σωμάτων αλλά αυτή ήταν μία γνώση που ήδη υπήρχε στην αρχαία ελληνική αστρονομία. Απλώς, στον Μηχανισμό αποτυπώθηκε αυτό που ήδη ήταν γνωστό μέσα από μια σύνθετη διάταξη γραναζιών, η κίνηση των οποίων επέτρεπε την ακριβή προσομοίωση των ουρανίων κινήσεων. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν ήταν αυτόματη μηχανή αλλά λειτουργούσε χειροκίνητα.

Έχει ειπωθεί, επίσης, ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ικανοποιεί τους νόμους του Κέπλερ. Επίσης, δεν είναι ορθό, καθώς ο Γερμανός αστρονόμος δεν θεωρούσε ότι οι κινήσεις των ουρανίων σωμάτων βασίζονται στο τέλειο σχήμα του κύκλου ή σε συνδυασμούς κυκλικών κινήσεων, όπως θεωρούσαν οι Πτολεμαϊκοί αστρονόμοι. Ο Κέπλερ θεωρούσε ορθά ότι τα ουράνια σώματα ακολουθούν ελλειπτικές τροχιές, οι οποίες είναι πραγματικές και όχι το αποτέλεσμα μιας παράδοσης που ήθελε να σώσει τα φαινόμενα μέσα από συνδυασμούς κυκλικών κινήσεων. Αυτό που παρατηρούσαν οι αρχαίοι αστρονόμοι ως ελλειπτική τροχιά το αντιμετώπιζαν ως μια κίνηση που προέκυπτε μέσα από έναν συνδυασμό αρμονικών κυκλικών κινήσεων. Επίσης, ο Κέπλερ ήταν υποστηρικτής του Κοπέρνικου και του ηλιοκεντρικού μοντέλου, γεγονός που δείχνει πόσο είχε αρχίσει να απομακρύνεται από την αρχαία σκέψη.

Οι αναχρονισμοί είναι μια εξαιρετικά προβληματική πρακτική που συναντάει συχνά κανείς σε κείμενα εκλαϊκευσης και περισσότερο στρεβλώνει τη ματιά μας για το παρελθόν παρά διευκολύνει την κατανόησή του.

κτικής άσκησης από την οποία συνάγεται μια ιδανική ημερολογιακή δομή και μιας πιστής περιγραφής ενός ημερολογίου όπως χρησιμοποιούνταν στον πραγματικό κόσμο. Επομένως, είτε αποτελούσε μια άσκηση είτε μια ρεαλιστική απεικόνιση, το σημαντικό είναι ότι έδειχνε πώς μπορεί να τελειοποιηθεί ένα ημερολόγιο. Σε αυτό το σημείο να πούμε ότι η κατασκευή ενός ακριβούς ημερολογίου δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση και τυραννούσε τους αστρονόμους για αιώνες, έως και την εποχή του Κοπέρνικου (16^{ος} αιώνας). Επίσης, να αναφέρουμε ότι στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων η ημερολογιακή αποτύπωση συνδέεται και με γιορτές και αγώνες, όπως τα Ολύμπια, τα Νέμεα, τα Ισθμια, τα Πύθια, τα Νάα και τα Αλίσια. Η σύνδεση αυτή δεν είχε κάποιον συγκεκριμένο πρακτικό λόγο, ούτε ο Μηχανισμός επέτρεπε με μεγάλη ακρίβεια τον υπολογισμό αυτών των αγώνων. Ωστόσο, η παρουσία τους στον Μηχανισμό μάλλον είχε συμβολικό και διδακτικό χαρακτήρα. Επίσης, οι συγκεκριμένοι αγώνες βοήθησαν τους ερευνητές να κάνουν κάποιες εικασίες για την προέλευση του Μηχανισμού.

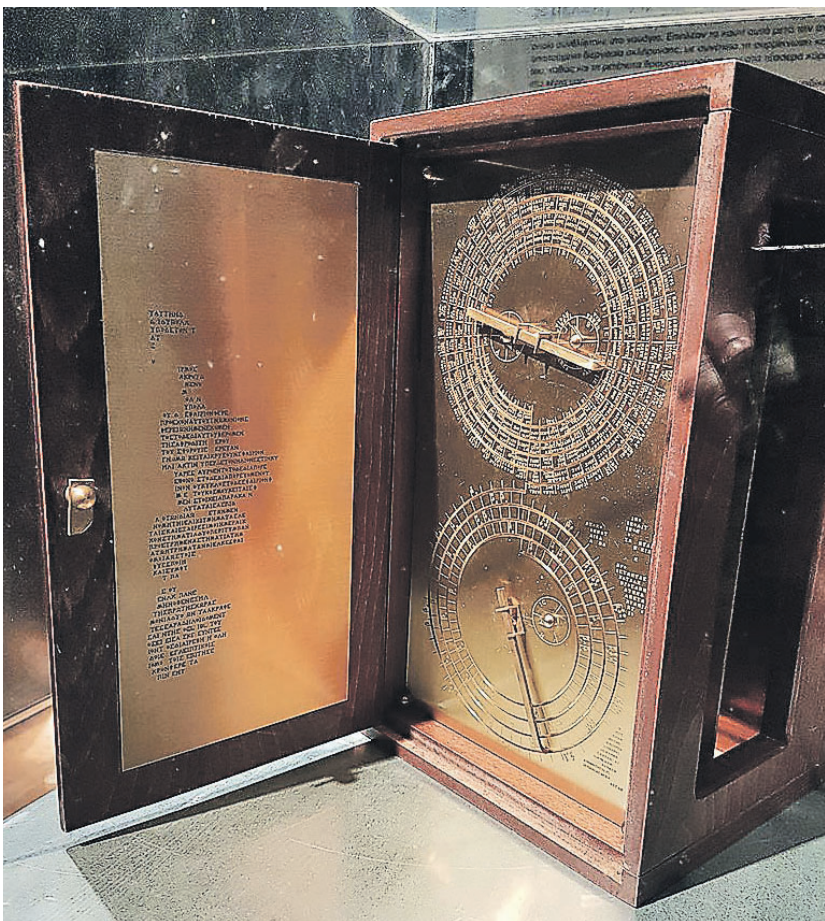
Τα κεφάλαια 5, 6 και 7 αναφέρονται στις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης, στις εκλείψεις και στις κινήσεις των πλανητών. Μέσα από αυτά, οι αναγνώστες έρχονται σε επαφή με μέρος της γνώσης που είχαν οι αρχαίοι Έλληνες αστρονόμοι και πώς αποτυπώνεται στον Μηχανισμό. Στον Μηχανισμό μπορούσε κανείς να δει τις θέσεις του Ήλιου και της Σελήνης, καθώς και τις φάσεις της Σελήνης. Επίσης, μπορούσε, με βάση τον κύκλο του Σάρου, να προβλέπει εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης. Όσον αφορά τους πλανήτες, για τους εσωτερικούς πλανήτες (Ερμή, Αφροδίτη) ο Μηχανισμός δείχνει συνόδους, μέγιστες αποχές και στάσεις. Για τους εξωτερικούς πλανήτες (Άρν, Δία, Κρόνος), από την άλλη, δείχνει τη σύνοδο, τις στάσεις και τις αντιθέσεις τους.

Αρκετοί έχουν υποστηρίξει ότι ο Μηχανισμός έχει

τρομακτική ακρίβεια και δείχνει όλο τον πλούτο της αρχαίας ελληνικής αστρονομίας. Ο Τζόουνς επισημαίνει ότι αυτό δεν ισχύει. Ο Μηχανισμός δεν ήταν ό,τι πιο εξελιγμένο είχε κατακτήσει η αστρονομία του 1^{ου} αιώνα π.Χ. Για παράδειγμα, δεν λάμβανε υπόψη τη ζωδιακή ανωμαλία. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν είχαν επινοηθεί καλύτερες πλανητικές υποθέσεις ή ότι ο κατασκευαστής δεν γνώριζε καλή αστρονομία. Σε αυτό το σημείο, ο Τζόουνς επικαλείται τον σπουδαίο αστρονόμο Κλαύδιο Πτολεμαίο (περ. 100 – περ. 170 μ.Χ.), ο οποίος στο έργο του *Υποθέσεις των πλανημένων* καταλόγιζε δύο σημαντικά ελαττώματα που είχαν οι αστρονομικοί μηχανισμοί της εποχής του. Το ένα είναι ότι δεν κατανοούσαν τις θεωρητικές υποθέσεις σωστά. Το δεύτερο είναι ότι παρουσίαζαν τα φαινόμενα και όχι την πραγματικότητα. Ωστόσο, είναι μια κάπως άδικη εκτίμηση καθώς, για παράδειγμα, θα ήταν πραγματικά αδύνατο να αποτυπώσει κανείς στον Μηχανισμό τις πραγματικές κατ' αναλογία αποστάσεις των πλανητών. Επίσης, δεν ήταν καθόλου σαφές πώς θα μπορούσε να φτιαχτεί πρακτικά ένας τέτοιος μηχανισμός που να εξυπηρετεί τις θεωρητικές υποθέσεις του Πτολεμαίου. Από τη στιγμή που κατασκευάζεται ένας τέτοιος μηχανισμός και με τα μέσα εκείνης της εποχής, είναι αναπόφευκτο ότι δεν θα είναι ακριβής. Επίσης, ο Πτολεμαίος χρησιμοποιούσε αστρονομικές μεθόδους που είναι αδύνατον να αποτυπωθούν ταυτόχρονα όλες μαζί σε έναν μηχανισμό που λειτουργεί με γραναζία.

Ο Τζόουνς φέρνει τους αναγνώστες αντιμέτωπους με μια γοπητευτική και τεκμηριωμένη ιστορία. Τοποθετεί τον Μηχανισμό Αντικυθήρων σε ένα συγκεκριμένο πολιτισμικό πλαίσιο και τον αντιμετωπίζει με τους όρους της εποχής του, ενώ παρουσιάζει και με συναρπαστικό τρόπο την ιστορία της έρευνας που έγινε για τον Μηχανισμό.

Δ.Π.



Διοξείδιο του αζώτου και άσθμα

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτει σοβαρά την υγεία των παιδιών

Με τα υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που χαρακτηρίζουν τις μεγαλουπόλεις σχετίζεται η εμφάνιση άσθματος στα παιδιά, σύμφωνα με μια νέα επιστημονική μελέτη. Συγκεκριμένα, για πρώτη φορά αναδεικνύονται οι ανησυχητικές διαστάσεις του προβλήματος που προκαλούν οι ατμοσφαιρικοί ρύποι στην υγεία των παιδιών με τη συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων από δεκάδες χιλιάδες πόλεις σε μια έρευνα που διήρκεσε σχεδόν είκοσι χρόνια.

Είναι ευρέως γνωστό ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση και συγκεκριμένα τα μικροσκοπικά αιωρούμενα σωματίδια που τη χαρακτηρίζουν έχουν σχετιστεί εδώ και δεκαετίες με την εμφάνιση διάφορων ασθενειών. Η μακροχρόνια ή η οξεία έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις αερίων ρύπων προκαλούν επιπτώσεις για την υγεία ποικίλης βαρύτητας που κυμαίνονται από προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα έως και πρόωρο θάνατο. Επίσης έχουν σχετιστεί με καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα και με ορισμένους τύπους καρκίνου. Όσον αφορά το άσθμα, είναι πλέον ευρέως αποδεκτό ότι επιδεινώνει τα συμπτώματα και προκαλεί κρίσεις άσθματος, υποβαθμίζοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής των ασθενών.

Διοξείδιο του αζώτου: ένας τοξικός αέριος ρύπος

Ανάμεσα στα αιωρούμενα σωματίδια που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, ξεχωρίζει το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) για την επιβλαβή του δράση. Το αέριο αυτό, που περιέχει άζωτο και οξυγόνο, είναι ένα από τα κύρια οξείδια του αζώτου στην ατμόσφαιρα, έχει διαπεραστική μυρωδιά και αποτελεί συστατικό της αιθαλομίχλης. Η απελευθέρωση διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα σχετίζεται με πολλές αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες. Τα καυσαέρια των οχημάτων, οι αέριες και οι θαλάσσιες μεταφορές, τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και η κατασκευαστική βιομηχανία, αποτελούν κύριες πηγές διοξειδίου του αζώτου. Δεν είναι άλλωστε καθόλου παράξενο το ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του συγκεκριμένου αερίου εντοπίζονται σε αστικές και βιομηχανικές περιοχές. Το διοξείδιο του αζώτου αποτελεί, επιπλέον, δείκτη της κατανάλωσης καυσίμων και της συσσώρευσης των οχημάτων στις πόλεις και θεωρείται σημαντική παράμετρος για την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα και των μέτρων αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μετρήσεις δορυφόρων παρέχουν πληροφορίες για τη συγκέντρωσή του σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές και αναδεικνύουν σημαντικές διαφορές στις αστικές και βιομηχανικές περιοχές σε σχέση με αυτές όπου η ανθρώπινη παρέμβαση είναι περιορισμένη. Αυτός ο σημαντικός αέριος ρύπος θεωρείται τοξικός για τον άνθρωπο. Έχει συσχετιστεί με σοβαρά προβλήματα υγείας και η συνεχής έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις βλάπτει το αναπνευστικό, το κυκλοφορικό και άλλα ανθρώπινα συστήματα οργάνων.

Για όλους αυτούς τους λόγους η επιστημονική κοινότητα έχει ασχοληθεί με τον ρόλο του στην υγεία του ανθρώπου και κατά καιρούς προκύπτουν επιδημιολογικές μελέτες που αναδεικνύουν το διοξείδιο του άνθρακα ως επιβλαβή παράγοντα



για ενήλικες και παιδιά. Σύμφωνα μάλιστα με δημοσιευμένες μελέτες, τοξικολογικές αναλύσεις έχουν συσχετίσει τους αέριους ρύπους από την κατανάλωση καυσίμων κατά τις μεταφορές με φλεγμονές στο αναπνευστικό σύστημα, καθώς και με οξειδωτικό στρες που μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση άσθματος. Συγκεκριμένα στα παιδιά, που έχουν ευαίσθητο αναπνευστικό σύστημα το οποίο δεν έχει πλήρως αναπτυχθεί, το διοξείδιο του αζώτου ήταν ένας βασικός αέριος ρύπος που ενοχοποιήθηκε για την εμφάνιση και την επιδείνωση του άσθματος.

Αριθμοί που σοκάρουν

Με άσθμα που σχετίζεται πιθανότητα με το διοξείδιο του αζώτου διαγιγνώσκονται κάθε χρόνο περίπου δύο εκατομμύρια παιδιά, σύμφωνα με σχετική μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *The Lancet Planetary Health* τον προηγούμενο μήνα. Η επιστημονική ομάδα, με επικεφαλής την Susan Anenberg, καθηγήτρια στο Πανεπιστήμιο George Washington των ΗΠΑ, μελέτησε τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στο έδαφος σε συνδυασμό με την εμφάνιση άσθματος σε παιδιά, από το 2000 έως το 2019. Για πρώτη φορά συσσωρεύτηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα από περισσότερες από 13.000 πόλεις, διασκορπισμένες σε κάθε γωνιά του πλανήτη, σε Ευρώπη, Αμερική, Ασία και Αφρική.

Υπολογίστηκε ότι από τις 1,85 εκατομμύρια νέες διαγνώσεις άσθματος σε παιδιά το 2019, που σχετίζονται με υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου, τα δύο τρίτα αφορούν

παιδιά που μένουν σε αστικές περιοχές. Οι καινούριες διαγνώσεις άσθματος μειώθηκαν σε περιοχές που άρχισαν να εφαρμόζονται μέτρα για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ενώ αντίθετα αυξήθηκαν σε μεγαλουπόλεις όπου δεν υπάρχει αντίστοιχη μέριμνα. Σύμφωνα με προγενέστερη μελέτη της ίδιας ερευνητικής ομάδας, το 86% των ενηλίκων και παιδιών που ζουν σε διάφορες πόλεις εκτίθενται σε αιωρούμενα σωματίδια με συγκέντρωση μεγαλύτερη από τα όρια που έχει θέσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας.

Τέλος, ολοένα και αυξάνονται τα επιστημονικά δεδομένα που συνδέουν τον σύγχρονο τρόπο ζωής, στον οποίο έχει κυριαρχήσει η καταστροφή του περιβάλλοντος, η κατασπατάληση των φυσικών πόρων και η αδιαφορία για την προστασία της φύσης, με σοβαρές επιπτώσεις για την υγεία του ανθρώπου. Η ατμοσφαιρική ρύπανση και η συσχέτισή της με το άσθμα αποτελούν ένα μόνο παράδειγμα των συνεπειών της κακής σχέσης του σύγχρονου ανθρώπου με το περιβάλλον.

M.T.

Πηγή:

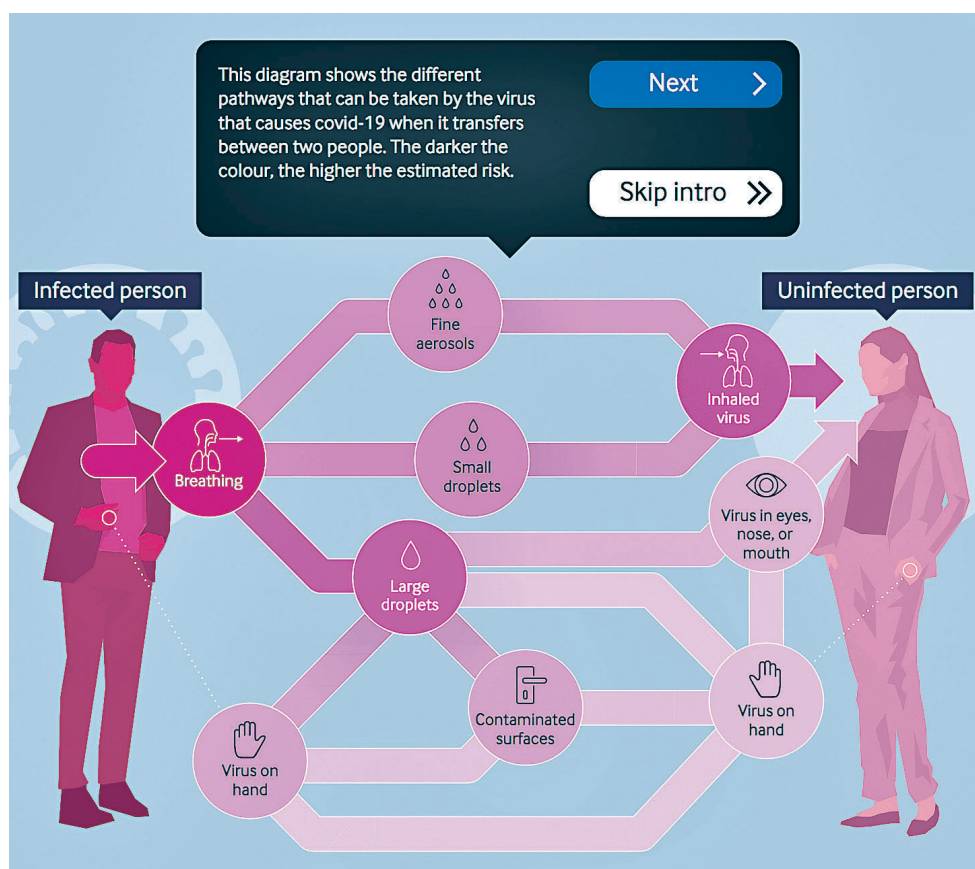
1. Anenber S C et al. Long-term trends in urban NO_2 concentrations and associated paediatric asthma incidence: estimates from global datasets. *The Lancet Planetary Health*, 2022; 6 (1): e49
2. <https://blogs.gwu.edu/sanenberg/pm2-5-no2-and-ozone-data-for-13000-cities-worldwide/>

Πόσο επικίνδυνο είναι να κολλήσω τον νέο κορωνοϊό αν συμμετέχω σε μια ομαδική, αθλητική δραστηριότητα; Πόσο αλλάζει ο κίνδυνος αν η δραστηριότητα λαμβάνει χώρα σε ανοιχτό ή κλειστό χώρο; Τι συμβαίνει αν εγώ φοράω μάσκα στο γραφείο, αλλά ο διπλάνός μου όχι; Πόσο ρισκάρω αν πάω για φαγητό σε ένα εστιατόριο; Τα τελευταία δύο χρόνια η έλευση της πανδημίας του νέου κορωνοϊού έχει φέρει στο προσκήνιο το πεδίο της λοιμωξιολογίας με τη συζήτηση στο δημόσιο πεδίο να κινείται συχνά γύρω από τους κινδύνους που εγκυμονεί ο ιός, τους τρόπους μετάδοσής του και τα μέτρα προφύλαξης. Σε όλο αυτό το διάστημα οι πολίτες προσπαθούν να κατανοήσουν τη συμπεριφορά του ιού, ώστε να μπορούν να προφυλαχθούν στις καθημερινές τους δραστηριότητες. Στο πλαίσιο αυτό το επιστημονικό ιατρικό περιοδικό British Medical Journal δημοσίευσε ένα διαδραστικό γράφημα, το οποίο είναι διαθέσιμο διαδικτυακά και οπτικοποιεί τις διαφορετικές οδούς μόλυνσης και την επικινδυνότητα κάθε μίας σε διαφορετικά σενάρια. Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει μια σειρά από παραμέτρους όπως είναι η απόσταση από τον άλλο άνθρωπο, η χρήση μάσκας, ο εξαερισμός κ.λπ. και να δει πώς διαφοροποιείται ο κίνδυνος μετάδοσης του ιού σε κάθε περίπτωση. Το εργαλείο αυτό δημιουργήθηκε από ερευνητές στη Μ. Βρετανία και μπορεί να βοηθήσει τους πολίτες να προστατευθούν στην καθημερινότητά τους, κατανοώντας καλύτερα τους παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο μετάδοσης του ιού.

Το εργαλείο βασίζεται στις εκτιμήσεις για τον τρόπο μετάδοσης του ιού, όπως αποτυπώθηκαν σε σχετικό επιστημονικό άρθρο του ίδιου περιοδικού με κύρια συγγραφέα την Dr. Alexandra Freeman. Στόχος του άρθρου ήταν να ποσοτικοποιήσει, όσο ήταν δυνατόν, τις πιθανότητες μετάδοσης του ιού σε διαφορετικά σενάρια, υπογραμμίζοντας τους καθοριστικούς παράγοντες και τον βαθμό αβεβαιότητας σε κάθε περίπτωση. Στη μελέτη, την οποία συντόνιζε το Πανεπιστήμιο του Cambridge, συμμετείχαν είκοσι επτά ανεξάρτητοι ειδικοί από επτά χώρες και διαφορετικά πεδία, οι οποίοι παρείχαν τις εκτιμήσεις τους. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν εκτιμήσεις των παραμέτρων μετάδοσης του ιού, αξιολογήσεις της ποιότητας των αποδεικτικών στοιχείων, παραπομπές στη σχετική βιβλιογραφία, συλλογισμούς για τις εκτιμήσεις και τα στοιχεία αβεβαιότητας.

Από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων έγινε εμφανές ότι υπάρχει ακόμα μεγάλη διαφωνία των ειδικών στις σχετικές εκτιμήσεις, κυρίως εξαιτίας της έλλειψης εμπειρικών δεδομένων. Παρ' όλες τις επί μέρους διαφωνίες, ωστόσο, φαίνεται να διαμορφώνεται μία συμφωνία των εκτιμήσεων για κάποιες πα-

Διαδραστικό γράφημα οπτικοποιεί τον κίνδυνο μόλυνσης από Covid-19 σε διάφορα σενάρια



Το γράφημα είναι διαθέσιμο στη σελίδα του British Medical Journal: <https://www.bmj.com/content/375/bmj-2021-065312>

ραμέτρους, για παράδειγμα ότι η μετάδοση είναι περισσότερο πιθανή σε εσωτερικούς χώρους απ' ό,τι σε εξωτερικούς. Αυτά τα σημεία συμφωνίας αποτέλεσαν και τη βάση για την οπτικοποίηση που παρουσιάζεται στο γράφημα.

Στόχος του εργαλείου είναι να βοηθήσει άτομα και οργανισμούς να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας του ιού και τα οφέλη των διαφορετικών πρακτικών αποτροπής της μετάδοσης του ιού. Απώτερος στόχος είναι το εργαλείο αυτό να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων και στην αποτροπή μετάδοσης του ιού σε διαφορετικά πλαίσια, όπως είναι ο δημόσιος χώρος, τα σχολεία ή οι χώροι εργασίας. Το διαδραστικό γράφημα περιλαμβάνει τη σημασία των διαφορετικών οδών μετάδο-

σης του ιού (π.χ. μικρά και μεγάλα αερομεταφερόμενα σταγονίδια, επαφή με μολυσμένες επιφάνειες) σε συνδυασμό με διαφορετικές δραστηριότητες όπως είναι η ομιλία, ο βήχας, η άσκηση ή το φαγητό σε μια σειρά από περιβάλλοντα (π.χ. σε εξωτερικούς ή εσωτερικούς χώρους, σε δωμάτια διαφορετικού μεγέθους, με ή χωρίς εξαερισμό). Παράλληλα, περιέχει εκτιμήσεις σχετικά με τη σημασία διαφορετικών προστατευτικών μέτρων για τη μείωση της μετάδοσης, όπως είναι τα καλύμματα προσώπου και προστατευτικά, η απόσταση, η υγιεινή των χεριών, ο καθαρισμός των επιφανειών.

Η ανάλυση των παραμέτρων έδειξε ότι η μετάδοση από τον αέρα αποτελεί την πιο σημαντική οδό μετάδοσης σε όλα τα σενάρια,

ενώ οι μάσκες και γενικά τα καλύμματα προσώπου, ειδικά όταν τα φορά το άτομο που μεταφέρει τον ιό, είναι η πιο σημαντική μέθοδος περιορισμού της μετάδοσης. Επιπρόσθετα, όλες οι διαδρομές θεωρήθηκε ότι παίζουν ρόλο στη μετάδοση και για τον λόγο αυτό απλά μέτρα όπως η φυσική απόσταση και το πλύσιμο των χεριών συμβάλλουν σε σημαντικό βαθμό. Οι ερευνητές εντόπισαν αρκετά κενά στα δεδομένα καθώς και διάσταση απόψεων των ειδικών για παραμέτρους όπως είναι η επίδραση διαφορετικών τύπων μασκών στην εισπνοή των αεροζόλ.

Από το 2019 που ταυτοποιήθηκε ο νέος ιός, η επιστημονική κατανόηση για τα επιδημιολογικά και γενετικά στοιχεία του ιού καθώς και την εξέλιξή του έχει αλλάξει σημαντικά, ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία για τους τρόπους μετάδοσής του παραμένουν περιορισμένα και εξελίσσονται διαρκώς. Στο πλαίσιο αυτό και εν όψη της άρσης των περιορισμών σε πολλές χώρες, είναι σημαντικό πολίτες και φορείς να διαθέτουν την απαραίτητη πληροφόρηση για την ορθολογικότερη λήψη αποφάσεων, μέσα στο πλαίσιο αβεβαιότητας που προαναφέρθηκε. Το εργαλείο που δημοσιεύτηκε στο British Medical Journal είναι διαδραστικό, οπότε ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει διαφορετικά σενάρια που αφορούν την καθημερινότητά του, αλλάζοντας τις παραμέτρους. Μπορεί να δει τον κίνδυνο μετάδοσης σε διαφορετικά πλαίσια και την προστασία που προσφέρουν μέτρα όπως η απόσταση, η υγιεινή των χεριών ή ο καθαρισμός των επιφανειών σε κάθε σενάριο. Το εργαλείο προσφέρει καλύτερη κατανόηση όχι μόνο των πληροφοριών που υπάρχουν μέχρι τώρα για τη μετάδοση του ιού, αλλά και των σημείων αβεβαιότητας και αναδεικνύει την πολυπλοκότητα του ζητήματος. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα στο πλαίσιο της επικοινωνίας της επιστήμης, και να φανεί χρήσιμη ειδικά σε περιπτώσεις που πρέπει να γίνει διάχυση δεδομένων που αφορούν πολύπλοκα συστήματα ή στοιχεία με μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας.

Λ.Α.

Πηγές

<https://www.cam.ac.uk/>

<https://bmjopen.bmj.com/content/11/12/e050869>

Alexandra LJ Freeman et al. 'Expert elicitation on the relative importance of possible SARS-CoV-2 transmission routes and the effectiveness of mitigations.' BMJ Open (2021). DOI: 10.1136/bmjopen-2021-050869

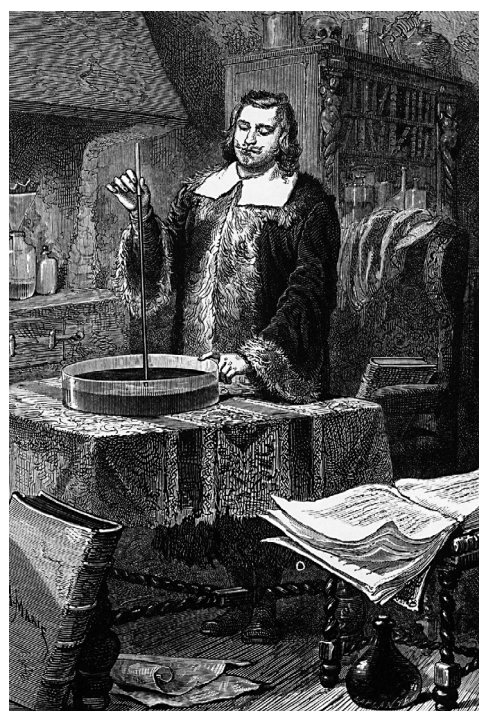
Harry Rutter et al. 'Visualising SARS-CoV-2 transmission routes and mitigations.' BMJ (2021). DOI: 10.1136/bmj-2021-065312

Μετεωρολογία: Ο μόνος κανόνας είναι ότι και οι κανόνες έχουν εξαιρέσεις

Από το δεύτερο μισό του 17^{ου} αιώνα και έπειτα, η μελέτη της φύσης είναι στενά συνδεδεμένη με μια έννοια, τους νόμους της φύσης. Πρόκειται για κανονιστικές αρχές που διέπουν κάθε φυσικό φαινόμενο και έχουν ως θεμελιώδες χαρακτηριστικό ότι δεν μεταβάλλονται και ισχύουν παντού και πάντα. Χαρακτηρίζονται, δηλαδή, από ομοιομορφία και καθολικότητα. Αυτή είναι και μια θεμελιώδης διαφορά με τους πολιτικούς νόμους, οι οποίοι μεταβάλλονται σε διαφορετικούς τόπους και διαφορετικές εποχές. Ένα επιπρόσθετο χαρακτηριστικό των νόμων της φύσης, το οποίο προέκυψε κατά τον 17^ο αιώνα μέσα από τα έργα των Ρενέ Ντεκάρτ και Νεύτωνα, είναι ότι μπορούν να εκφραστούν με ποσοτικό τρόπο και με μια αυστηρή τεχνική γλώσσα, η οποία συνήθως είναι τα μαθηματικά. Κατά συνέπεια, η ίδια η εκφορά τους υποδήλωνε μια αυστηρή διαδικασία παραγωγικού συλλογισμού που είχε ως πρότυπο την αξιωματική μέθοδο των μαθηματικών.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι οι μαθηματικά διατυπωμένοι φυσικοί νόμοι επαληθεύονται με πειραματικές μεθόδους. Για παράδειγμα, μέσα από πολλές επαναλήψεις πειραμάτων μπορούμε να επιβεβαιώσουμε τη διατύπωση ενός φυσικού νόμου. Με τους φυσικούς νόμους, επομένως, «τακτοποιούμε» τον κόσμο σε γενικές αρχές και αυτή η τάξη είναι αποτέλεσμα συγκεκριμένων μεθόδων, όπως της μαθηματοποίησης και του πειραματισμού. Τι μας επιτρέπει αυτή η «τακτοποίηση»; Μας επιτρέπει να προβλέπουμε τι θα συμβεί. Αν γνωρίζουμε ότι ένας φυσικός νόμος περιγράφει με ακρίβεια ένα φαινόμενο, τότε μπορούμε να γνωρίζουμε με ακρίβεια πώς θα «συμπεριφερθεί» η φύση. Υπήρχε, όμως, ένας τομέας όπου οι παραπάνω μέθοδοι αντιμετώπισαν σοβαρές προκλήσεις. Επρόκειτο για τα απρόβλεπτα μετεωρολογικά φαινόμενα.

Τα μετεωρολογικά φαινόμενα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις τοπικές συνθήκες. Συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου, η συχνότητα βροχοπτώσεων και η ατμοσφαιρική πίεση μεταβάλλονται διαρκώς. Η τοπικότητα, δηλαδή, είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών φαινομένων. Αυτό δημιουργεί ένα εύλογο ερώτημα: Είναι δυνατόν να εκφραστούν τα μετεωρολογικά φαινόμενα με φυσικούς νόμους, οι οποίοι έχουν ως χαρακτηριστικό την ομοιομορφία και την καθολικότητα; Για να γίνει ακόμη πιο προβληματική η κατάσταση, να σημειώσουμε ότι και τα όργανα μέτρησης, που είχαν στις αρχές του 18^{ου} αιώνα, δημιουργούσαν διαφορετική εικόνα για τη φύση. Ήταν πολύ πιθανό δύο βαρόμετρα να έχουν κατασκευαστεί με διαφορετικές προδιαγραφές και να παίρνει κανείς διαφορετικές μετρήσεις. Επίσης, άλλη ήταν η τεχνική γλώσσα που χρησιμοποιούσαν στη Γαλλία και άλλη στην Αγγλία.



Στο δεύτερο μισό του 17^{ου} αιώνα και στο πρώτο μισό του 18^{ου} αποδείχτηκε περίτρανα ότι οι επιστημολογικές εκτιμήσεις περί φυσικών νόμων δεν ήταν παρά μια θεωρητική κατασκευή, που δεν μπορούσε να εφαρμοστεί σε κάθε πεδίο μελέτης. Η εκτίμηση ότι η εμπειρία και το πείραμα θα επιβεβαιώσουν έναν φυσικό νόμο, ο οποίος εκφράζεται με μαθηματική γλώσσα και έχει καθολική ισχύ, ήταν απλώς ανακριβής. Η αναντιστοιχία ανάμεσα σε αυτό που θεωρούσαν ότι αποτελεί φυσικό νόμο και σε όσα πραγματικά συμβαίνουν στη φύση οδήγησε τους φυσικούς φιλοσόφους να ξανασκεφτούν πώς μπορούν να εκφραστούν οι κανονικότητες στη φύση. Άρχισαν να απομακρύνονται από τη λογική της αξιωματικής διατύπωσης και της αυτονόητης αλήθειας των μαθηματικών. Άρχισαν να αντιμετωπίζουν σταδιακά τα φαινόμενα της φύσης μέσα από σύνθετους εμπειρικούς συσχετισμούς που έμοιαζαν περισσότερο με εμπειρικούς κανόνες και



συνήθειες παρά με αυστηρές μαθηματικές αρχές. Οι φυσικοί νόμοι άρχισαν να αντιμετωπίζονται όπως, περίπου, οι κανόνες που έχουν οι τεχνίτες, μέσα από μια λογική εμπειρικής διερεύνησης, δοκιμών και διαφορετικών πρακτικών. Τα μετεωρολογικά φαινόμενα και ο εξαιρετικά πολύπλοκος χαρακτήρας τους μεταμόρφωσαν τους φυσικούς νόμους από «οντότητες» με καθολικότητα και ομοιομορφία σε τοπικούς, σύνθετους και κατά ένα μέρος μετρήσιμους κανόνες.

Το ερώτημα, επομένως, είναι: Πώς αντιμετώπισαν οι φυσικοί φιλόσοφοι την πολυπλοκότητα και τοπική διαφοροποίηση των μετεωρολογικών φαινομένων; Η απάντηση βρίσκεται στη συγκρότηση δικτύων. Για παράδειγμα, η εταιρεία Accademia del Cimento στη Φλωρεντία της Ιταλίας αποφάσισε να φτιάξει σταθμούς μελέτης και συστηματικής παρατήρησης και καταγραφής των μετεωρολογικών φαινομένων. Οργάνωσε ένα δίκτυο σταθμών στη

Φλωρεντία, στο Μιλάνο, στη Μπολόνια, στην Πάρμα, στο Παρίσι, στο Ίνσμπρουκ, στη Βαρσοβία και αλλού, όπου κρατούσαν αρχεία για τον καιρό. Το 1723 ο James Jurin, γραμματέας της Βασιλικής Εταιρείας του Λονδίνου, προθυμοποιήθηκε να δώσει όργανα παρατήρησης και εξέδωσε οδηγίες χρήσης τους. Στην επόμενη δεκαετία, η Βασιλική Εταιρεία δημοσίευε διαρκώς απαντήσεις στο κάλεσμα του Jurin, όπου μπορούμε να δούμε τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους διαχειρίστηκαν τα όργανα άνθρωποι από τη Φινλανδία έως την Ιταλία και από τη Νέα Αγγλία έως την Ινδία. Τα πιο επιτυχημένα εγχειρήματα συγκρότησης δικτύων, μέσα από τα οποία παρήχθη νέα γνώση και κατασκευάστηκαν νέα όργανα μελέτης και παρατήρησης των μετεωρολογικών φαινομένων, ήταν κρατικά. Το ένα ήταν η επιτροπή που συγκροτήθηκε από τον Γενικό Ελεγκτή της Γαλλίας A. J. R. Turgot το 1776 και υπό την ηγεσία του Félix Vicq d'Azyr. Ένα άλλο σημαντικό εγχείρημα ήταν η ίδρυση της εταιρείας Societas Meteorologica Palatina, η οποία ιδρύθηκε το 1780 από τον Εκλέκτορα του Μάνχαϊμ της Γερμανίας Karl Theodor και ήταν υπό τη διεύθυνση του Johann Hemmer.

Αυτά τα δίκτυα αποτελούνταν από ευγενείς, γιατρούς, ναυτικούς, Ιησουίτες, λόγιους κληρικούς, φυσιοδίφες, καθηγητές πανεπιστημίων και ακαδημαϊκούς, ταξιδιώτες και όποιον μπορούσε να κρατήσει ένα συστηματικό ημερολόγιο για τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Δεν υπήρχε, δηλαδή, ειδημοσύνη με τη σημερινή έννοια του όρου, συμμετείχαν άνθρωποι με διαφορετική εκπαίδευση αλλά ένα κοινό ενδιαφέρον, η γνώση παραγόταν μέσα από την καθημερινή και πολυετή εμπειρία και όλοι αποδέχονταν ότι για τα μετεωρολογικά φαινόμενα τα μαθηματικά δεν αρκούσαν. Το μόνο που μπορούσαν να κάνουν ήταν να αποδεχτούν τον πιθανολογικό χαρακτήρα των μετεωρολογικών φαινομένων, την αδυναμία αυστηρής πρόβλεψης και, κατά συνέπεια, τη δυσκολία να βρεθεί κάποιος νόμος της φύσης. Το μόνο που υπήρχε ήταν κανόνες που για κάποιες περιοχές ίσχυαν και κάποιες άλλες όχι. Η μόνη λύση ήταν η καλύτερη και πιο συστηματική επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Όπως μας δείχνει επανειλημμένα η ιστορία, η συνεργασία και οι πολιτισμικοί όροι συγκρότησης της γνώσης υπερβαίνουν τις αξιωματικές και καθολικές «αλήθειες».

Δ.Π.

Πηγή:

Daston L. (2008), "Unruly Weather: Natural Law Confronts Natural Variability" στο L. Daston & M. Stolleis (eds.), Natural Law and Laws of Nature in Early Modern Europe: Jurisprudence, Theology, Moral and Natural Philosophy, England: Ashgate Publishing, 233-248.

