



Φωτογραφίες χιονονιφάδων, Wilson Bentley, Vermont τέλη 18<sup>ου</sup> αιώνα

Αρχές Δεκέμβρη. Ένα βροχερό και μουντό μεσημέρι, κάποιο από τα παιδιά της πρώτης τάξης, είτε αυθόρμητα στην αρχή της τηλεσυνάντησης: «Εξω Βρέχει... Άναγα τα φώτα σου, κύριε, γιατί σε βλέπω σκοτεινά»... Σηκώθηκα και άναγα λοιπόν όλα τα φώτα. Μετά του πρότευνα ευκαιριακά να πιάσουμε το θέμα των καιρικών φαινομένων και έτσι να γράψουμε σχετικές λέξεις... Μου απάντησε θετικά και πρόσθεσε με απίστευτη σιγουριά :

**« Κύριε, εγώ ξέρω πότε θα χιονίσει! »...**

Του είπα ένα «Μπράβο» και ζήτησα διευκρινήσεις... Μου μέτρησε τότε μία προς μία όλες τις ημέρες μέχρι τις γιορτές ... «**Τότε**», μου είπε!!!

#### Πρωτοχρονιάτικες χιονονιφάδες\*

«Χριστούγεννα και χιονιάς πάντα πάνε μαζί» μας έγραψε ο Φώτης Κόντογλου (Χριστούγεννα στη σπηλιά), εκφράζοντας μια πάγια και ευρύτατα διαδεδομένη αντίληψη. Πράγματι, στη σκέψη και τη συνείδηση όλων μας Χριστούγεννα και Πρωτοχρονιά συνδέονται άρρηκτα με το χιόνι. Βοηθώντας μάλιστα και του παγκοσμιοποιημένου πια ρεπερτορίου τραγουδιών και εικόνων τα «Λευκά Χριστούγεννα» είναι τα μόνα αποδεκτά. Εικόνες από το νότιο ημισφαίριο που δείχνουν τον Αη Βασίλη να καταφθάνει με τζετ σκι και να κόβει τη βασιλόπιττα τριγυρισμένος από ηλιοκαμένους λουόμενους στην παραλία, παρουσιάζονται στις εφημερίδες και την τηλεόραση μόνο ως παράξενα κι αξιοπερίεργα της εποχής.

Χριστούγεννα λοιπόν χωρίς χιονονιφάδες, φυσικές ή τεχνητές δεν είναι καν Χριστούγεννα, τουλάχιστον για μας τους κατοίκους του βορείου ημισφαιρίου. Η ίδια η λέξη Χριστούγεννα φέρνει αυτόματα στο νου μας μικρές λευκές τούφες με ακανόνιστο σχήμα να στροβιλίζονται στον αέρα και να μας παγώνουν ευχάριστα το πρόσωπο. Μικρές λευκές τούφες με ακανόνιστο σχήμα; Όχι ακριβώς! Αλήθεια έχετε ποτέ παρατηρήσει από κοντά χιονονιφάδες, ενδεχομένως και με τη βοήθεια ενός φακού; Αν όχι κάντε το. Αξίζει τον κόπο. Θα διαπιστώσετε πως οι χιονονιφάδες δεν είναι ακανόνιστες μπαλιτσές από στερεοποιημένο νερό, δεν είναι τυχαία μικροσκοπικά παγάκια. Το σχήμα τους, παρά την τεράστια ποικιλία των παραλλαγών ως προς τις λεπτομέρειες, έχει μια σαφώς καθορισμένη βασική δομή: το κανονικό εξάγωνο. Είμαστε συνηθισμένοι να δημιουργούμε παγάκια σε οποιοδήποτε σχήμα, φτάνει να βάλουμε στην κατάψυξη το νερό μέσα στο κατάλληλο καλούπι. Οι νιφάδες όμως του χιονιού δημιουργούνται ελεύθερα στη φύση, χωρίς καλούπι. Τι είναι λοιπόν αυτό που τις αναγκάζει να υιοθετούν την εξαγωνική δομή;

Πρώτος έθεσε αυτό το ερώτημα ο Γερμανός αστρονόμος και μαθηματικός Γιοχάνες Κέπλερ. Τα Χριστούγεννα του 1611 δώρισε στο φίλο και προστάτη του Ματθάιο Ουόκερ μια μικρή πραγματεία με τίτλο «Σχετικά με τις εξαγωνικές χιονονιφάδες». Παρόλο που οι σημερινές μας γνώσεις για την κρυσταλλική δομή των μορίων δεν ήταν τότε διαθέσιμες, ο Κέπλερ, διατυπώνει στην πραγματεία του τη θέση ότι η μορφή των νιφάδων δεν δημιουργείται τυχαία, αλλά πρέπει να οφείλεται σε κάποιο γενικό φυσικό νόμο.

Εικοσιπέντε χρόνια αργότερα ο Γάλλος φιλόσοφος Ρενέ Ντεκάρτ γράφει: «Είναι πολύ μικρά φύλλα πάγου, πολύ γυαλιστερά, πολύ διαφανή και έχουν το πάχος ενός μάλλον χοντρού φύλλου χαρτιού... Τα εξάγωνα είναι τόσο τέλεια σχηματισμένα, οι έξι πλευρές τους τόσο ευθύγραμμες, οι έξι γωνίες τους τόσο ίσες μεταξύ τους που μοιάζει αδύνατο να μπορέσει ποτέ ο άνθρωπος να δημιουργήσει κάτι με τόση ακρίβεια... Αναρωτιέμαι τι θα μπορούσε να δημιουργήσει τόσο τέλεια συμμετρικά σχήματα και μάλιστα στο μέσο μιας καταγίδας με πολύ ισχυρό άνεμο...». Ας επισημάνουμε βέβαια ότι οι παρατηρήσεις του Κέπλερ όπως και του Ντεκάρτ γίνονταν διά γυμνού οφθαλμού.

Ο πρώτος που μελέτησε τις χιονονιφάδες (και ότι άλλο έπεσε στα χέρια του) με τη βοήθεια του μικροσκοπίου ήταν ο κορυφαίος επιστήμονας και ορμισμένος εχθρός του Νεύτωνα, ο Ρόμπερτ Χουκ. Σ' ένα τεράστιο έργο με τίτλο *Μικρογραφία* (1665) ο Χουκ παραθέτει σκίτσα αντικειμένων που παρατήρησε με το μικροσκόπιο, τη μεγάλη εφεύρεση της εποχής. ...

Στα σκίτσα του Χουκ αναδεικνύεται η τεράστια ποικιλομορφία στη λεπτομέρεια αλλά και η θεμελιώδης εξαγωνική δομή των χιονονιφάδων.

Η πρώτη συστηματική φωτογράφιση των χιονονιφάδων έγινε από τον Ουίλσον Άλγουν Μπέντλεϊ (1865 - 1931), έναν αγρότη από το Βερμόντ των ΗΠΑ. Το βιβλίο του *Snow Crystals* περιέχει 2.000 φωτογραφίες χιονονιφάδων. Η θεμελιώδης εξαγωνική δομή είναι παντού εμφανής.

Ωστόσο το βασικό ερώτημα του πώς διαμορφώνεται το σχήμα των χιονονιφάδων παρέμεινε ανοικτό μέχρι το 1954, οπότε και ασχολήθηκε με αυτό ο πυρηνικός φυσικός Ουκιχίρο Νακάγια ο οποίος όχι μόνο ανέλυσε την κρυσταλλική δομή του πάγου η οποία ευθύνεται για την εξαγωνική συμμετρία που είναι το κοινό χαρακτηριστικό όλων των χιονονιφάδων αλλά και ταξινόμησε τις διάφορες νιφάδες σε βασικές κατηγορίες. Ως επαλήθευση της ορθότητας της ανάλυσής του, ο Ουκιχίρο μπόρεσε να παραγάγει τεχνητά στο εργαστήριο χιονονιφάδες με προκαθορισμένη μορφή.

**Πολύ πριν οι πυρηνικοί φυσικοί καταφέρουν να παρασκευάσουν χιόνι στο εργαστήριο, οι μαθηματικοί είχαν επεξεργαστεί μια μαθηματική χιονονιφάδα, ως ένα από τα νέα γεωμετρικά αντικείμενα που έχουν κλασική διάσταση.**

Πιο συγκεκριμένα, το 1904, ο Σουηδός μαθηματικός Χέλγκε φον Κοχ δημοσίευσε ένα άρθρο με τίτλο «Σχετικά με μια συνεχή καμπύλη, χωρίς εραπτόμενες, κατασκευάσιμη με στοιχειώδη γεωμετρία».

Ξεκινάμε από ένα ισοπλευρο τρίγωνο. Χωρίζουμε την κάθε πλευρά του σε τρία ίσα μέρη και κατασκευάζουμε, με βάση το μεσαίο τμήμα, στο εξωτερικό του αρχικού τριγώνου, άλλα τρία ισοπλευρα τρίγωνα. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία σε καθένα από τα μικρότερα τρίγωνα που έχουν προκύψει. Αν συνεχίσουμε να κάνουμε το ίδιο επ' άπειρον θα προκύψει μια καμπύλη με εντυπωσιακές ιδιότητες: Έχει πεπερασμένο εμβαδόν αφού χωράει μέσα στον κύκλο που είναι περιγεγραμμένος στο τρίγωνο, αλλά έχει άπειρη περίμετρο! Η διάστασή της είναι  $\log_4/\log_3$  δηλαδή περίπου 1,262 – λίγο παραπάνω από τη διάσταση 1 της απλής γραμμής και αρκετά λιγότερο από τη διάσταση 2 των επίπεδων σχημάτων. Η βασική εξαγωνική δομή είναι εμφανής, όπως και η ομοιότητά της με τις φυσικές χιονονιφάδες.

Σήμερα, λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, έργο αποκλειστικά του ανθρώπου, το χιόνι γίνεται όλο και πιο σπάνιο, τα λευκά Χριστούγεννα όλο και περισσότερο μύθος, όλο και λιγότερο απτή πραγματικότητα. Ίσως σε λίγο καιρό χιόνι θα παράγεται μόνο στο εργαστήριο, χάρη στη μέθοδο του Νακάγια. Με την ελπίδα ότι οι άνθρωποι και κυρίως αυτοί που έχουν την ευχέρεια λήψης αποφάσεων θα συνέλθουν γρήγορα από τον αυτοκαταστροφικό παραλογισμό τους, δεν έχουμε παρά να ευχηθούμε στους αναγνώστες μας

**Καλή Χρονιά.**

**INFO:** Το βιβλίο του Ian Stewart *Οι μυστικοί αριθμοί*, εκδ. Τραυλός, περιγράφει και εξηγεί τον τρόπο σχηματισμού των σχημάτων στη φύση, τα «εγγενή» δηλαδή μαθηματικά του σύμπαντος. Με εξαιρετικά εύληπτα κείμενα και πλούσια εικονογράφηση, αποτελεί –μέρες που είναι– ιδανικό δώρο για όλες τις ηλικίες. Ακόμα, στην ιστοσελίδα <http://www.snowflakebentley.com> θα βρείτε πολλές από τις πρωτότυπες φωτογραφίες του Ουίλσον Μπέντλεϊ...

**\*Πηγή:** Περιοδικό ΧΑΡΤΗΣ, Ιανουάριος 2020 τεύχος 13. Άρθρο του Τεύκρου Μιχαηλίδη «Πρωτοχρονιάτικες νιφάδες» στη στήλη: «Σχάμα άειδε θεά» (Συνδύζοντας το προοίμιο της *Ιλιάδας* με το απόφθεγμα του Πυθαγόρα «Σχάμα και βάμα» που σε ελεύθερη μετάφραση σημαίνει «κάθε νέο σχήμα είναι ένα βήμα προς τη γνώση» η στήλη φιλοδοξεί να ασχοληθεί με τους τρόπους που οι τεχνες αναζητούν την έμπνευση στους δαιδαλώδεις των μαθηματικών) // και στο <https://tefcrosnichaelides.wordpress.com/>

Να προσθέσω εδώ (μέσα σε όλη αυτήν τη επιστημονική γνώση περί της εξαγωνικής δομής και της θαυμαστής συμμετρίας των νιφάδων του χιονιού) ότι οι βόρειες γλώσσες π.χ. των Εσκιμώων έχουν πολλές και ειδικές λέξεις, για να περιγράψουν αυτό που εμείς λέμε με μία δική μας: «(η) χιών». **Επιλογή άρθρου και σχολιασμοί: Κυριάκος Περβανάς (Τμήμα Ένταξης).**