

# Πρόβλεψη δραστηριότητας Λεοντιδών 2009

Οι Λεοντίδες έχουν αποτελέσει μια εξαιρετικά ενδιαφέρουσα βροχή τόσο από παρατηρησιακή όσο και από θεωρητική σκοπιά. Έχουν προσφέρει στο πρόσφατο παρελθόν βροχές διαττόντων που έφτασαν τους μερικούς χιλιάδες διάττοντες την ώρα (1998-2002), λόγω κυρίως του τελευταίου κοντινού περάσματος από τον Ήλιο του κομήτη 55P/Tempel-Tuttle το 1998. Ταυτόχρονα, αυτή η δραστηριότητα πρόσφερε πολύτιμα δεδομένα για να βελτιωθούν τα μοντέλα εξέλιξης των τροχιών μετεωροειδών (trails) που αφήνουν οι κομήτες πίσω τους, προσφέροντας μας σήμερα μεγάλη ακρίβεια όσον αφορά στον προσδιορισμό της δραστηριότητας και του χρόνου μεγιστοποίησης αυτής.

Αν και από το 2002 και μετά η δραστηριότητα των Λεοντιδών δεν είναι τόσο μεγάλη, συνεχίζει να μας εκπλήσει με μια συνεχείς μεταβολές. Η δραστηριότητά τους ποικίλλει ανάλογα με την τροχιά μετεωροειδών που συναντάει η τροχιά της Γης και μπορεί να φτάσει τους μερικούς δεκάδες ή και εκατοντάδες διάττοντες την ώρα. Για φέτος τα μοντέλα προβλέπουν πράγματι με τέτοια δραστηριότητα. Η τυπική δραστηριότητα των Λεοντιδών (ZHR~10, Zenithal Hourly Rate: ο αριθμός των διαττόντων που θα βλέπει ένας παρατηρητής μέσα σε μία ώρα από μία περιοχή με αρκετά σκοτεινό ουρανό (ελάχιστη λαμπρότητα=6,5) αν το ακτινοβόλο σημείο, δηλαδή η περιοχή του ουρανού από την οποία φαίνεται να προέρχονται οι διάττοντες, είναι ακριβώς από πάνω), θα ενισχυθεί από 5 (?) τροχιές μετεωροειδών – trails (που ονομάζονται από το έτος έκχυσης του υλικού τους από τον κομήτη), όπως φαίνεται από τα εξής:

1. 1767 : μέγιστο 16/11/2009, 13:30 UT, ZHR ~15-20, κυρίως αμυδροί διάττοντες και ενδεχόμενα η δραστηριότητα να είναι πιο έντονη στη ραδιοφωνική καταγραφή (Mikhail Maslov).
2. 1567 : μέγιστο 17/11/2009, 06:20 UT (Mikhail Maslov) ή

07:27 UT (Jeremie Vaubaillon) αλλά η αυξανόμενη δραστηριότητα μπορεί να μετατοπίσει το μέγιστο κατά 1-2 ώρες ή να έχουμε ένα πλατώ δραστηριότητας μετά τις 06:00 UT (Mikhail Maslov), ZHR ~25-30, με μεγέθη διαττόντων λαπρότερα από το μέσο όρο.

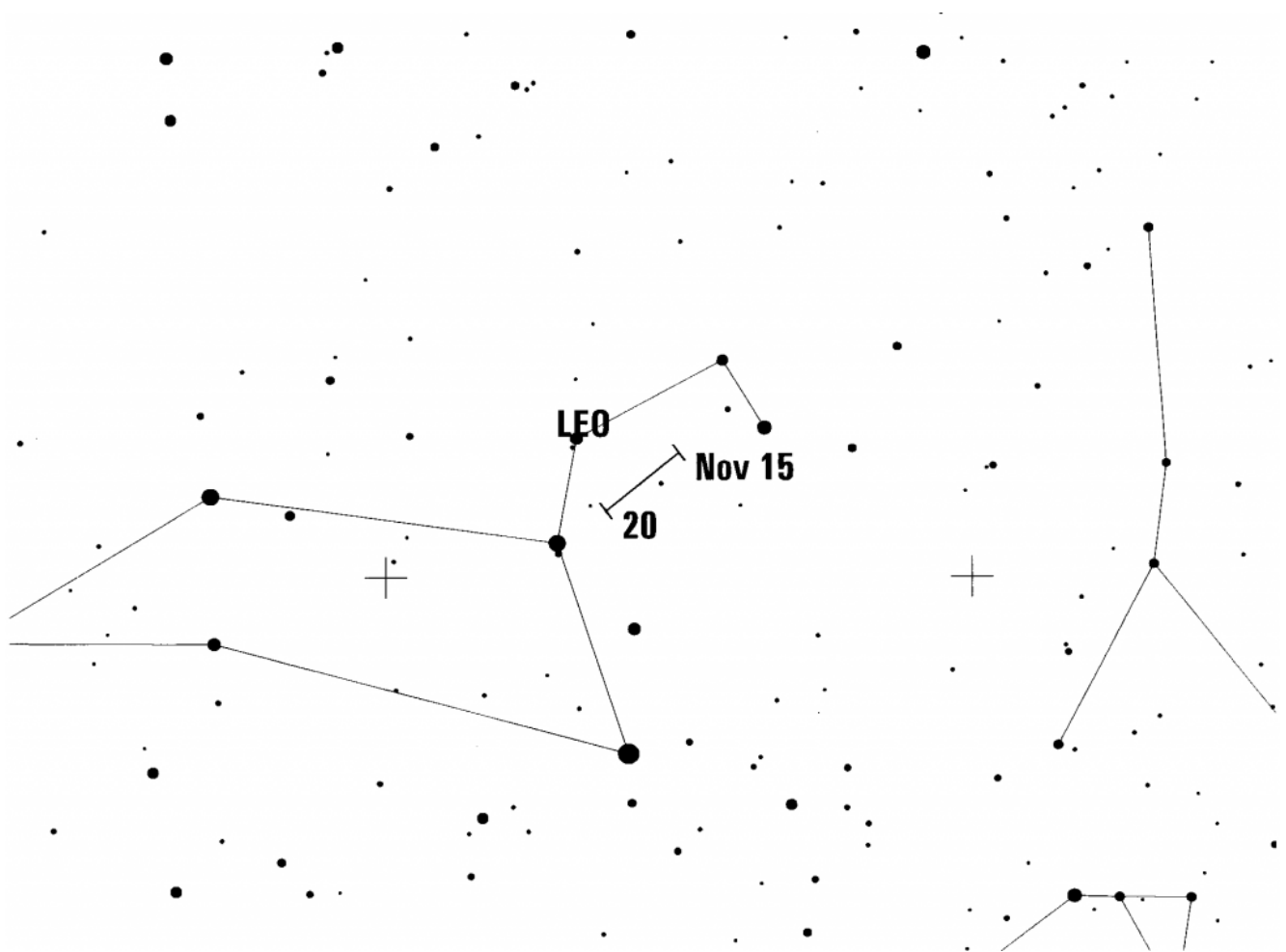
3. 1466 & 1533: το παραδοσιακό μέγιστο θα ενισχυθεί σημαντικά από πολλαπλά σημεία τομής των τροχιών αυτών με την τροχιά της Γης. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μια ευρύ και έντονη έκρηξη δραστηριότητας με ZHR ~170-180 και μέγιστο στις 17/11/2009, 21:35 UT, αλλά και με διάφορα μικρότερα μέγιστα γύρω από αυτή την ώρα (Mikhail Maslov). Αντίστοιχη είναι και η εκτίμηση του δεύτερου μοντέλου με εκτίμηση δραστηριότητας ZHR ~200 και μέγιστο στις 17/11/2009, 21:50 UT (Jeremie Vaubaillon).
4. 1102 : μέγιστο 18/11/2009, 03:29 UT, ZHR ~10-50 (?), πολύ παλιά τροχιά οπότε υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα της θέσης της (Jeremie Vaubaillon).
5. 1201 : μέγιστο 18/11/2009, 19:24 UT, ZHR ~20-25, μέσου μεγέθους διάττοντες, αλλά και αυτή η πρόβλεψη είναι αμφίβολη λόγω της μεγάλης ηλικίας της τροχιάς μετεωροειδών.

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω χρόνους οι περιοχές που βρίσκονται σε ευνοϊκή θέση για το μέγιστο της δραστηριότητας είναι η κεντρική Ασία (Ανατολικό Ιράν, Τατζικιστάν, Αφγανιστάν, Νεπάλ, Ταϊλάνδη, Δυτική Κίνα). Έτσι η Ελλάδα, δεδομένου και ότι το ακτινοβόλο σημείο ανατέλλει τα μεσάνυχτα και μέχρι να κερδίσει κάποιο σημαντικό ύψος θέλει ένα δώρο, είναι εκτός της μέγιστης δραστηριότητας. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες αμφιβολίες σχετικά με τις εκτιμώμενες χρονικές στιγμές των μεγίστων οπότε και ενδεχόμενα να σταθούμε και πιο τυχεροί. Όπως αναφέρει άλλωστε και ο Jeremie Vaubaillon, υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το χρονικό μέγιστο της τροχιάς 1466 που μπορεί να είναι και 1 ώρα μετά (στις 17/11/2009, 22:43 UT) ενώ η δραστηριότητα υπολογίστηκε με βάση τις παρατηρήσεις του 2008 για την τροχιά 1466, καθώς δεν είναι τίποτα γνωστό για την 1533. Αυτό σημαίνει, ότι μπορεί να υπάρχει διαφορά μεταξύ των

χρονικών μεγίστων (εως και 1 ώρα) για τις τροχιές 1466 και 1533 ή/και να αργήσουν και οι δύο (κάτι που θα αποδείξει πόσο καλά/φτωχά είναι τα δεδομένα σχετικά με την τροχιά του κομήτη). Επιπλέον, είναι άγνωστο πόσο υλικό έχει η 1533 και άρα πόσο περισσότερο μπορεί να ενισχυθεί η δραστηριότητα.

Αυτή η αβεβαιότητα είναι και το ενδιαφέρον στην παρατήρηση διαττόντων καθώς ποτέ δεν μπορούμε να είμαστε ακριβώς σίγουροι για το τι θα συμβεί. Μπορεί να απολαύσουμε από μια συνήθη δραστηριότητα Λεοντιδών έως και μια έκρηξη δραστηριότητας μερικών δεκάδων διαττόντων την ώρα. Η Νέα Σελήνη βοηθάει πολύ καθώς δεν θα έχουμε καμία εμπόδηση από αυτό τον παράγοντα και θα μπορούμε να δούμε τόσο αμυδρούς διάττοντες όσο θα μας επιτρέπει φυσικά ο ουρανός μας.

Είναι σημαντικό να γίνουν παρατηρήσεις όχι μόνο την νύχτα της μέγιστης δραστηριότητας (17-18/11/2009) αλλά και σε άλλες ημερομηνίες πριν και μετά (αν και αμφίβολη η δραστηριότητα από την τροχιά 1102 είμαστε σε ευνοϊκή θέση στις 18/11/2009, 03:29 UT !). Αν και με μικρότερους αριθμούς οι Λεοντίδες είναι ενεργοί από τις 10 μέχρι τις 21 Νοέμβρη περίπου. Η ιδιαίτερα μεγάλη ταχύτητά τους, που αγγίζει τα 71km/sec, τους κάνει αρκετά θεαματικούς. Θα φαίνονται να προέρχονται από το "δρεπάνι" που σχηματίζει ο Λέοντας όπως φαίνεται και στην σχετική εικόνα που δείχνει την μικρή μετατόπιση του ακρινοβόλου σημείου (radiant).



Το ακτινοβόλο σημείο (radiant) των Λεοντιδών.

Για όσους θελήσουν να κάνουν καταγραφή των Λεοντιδών μπορούν να ανατρέξουν στους Οδηγούς Παρατήρησης του ΣΕΑ ([www.hellas-astro.gr](http://www.hellas-astro.gr)). Μέλη του ΣΕΑ θα προσπαθήσουν (δεδομένου και του καιρού) να καταγράψουν την βροχή οπτικά αλλά και με βίντεο/φωτογραφία.

### Αναφορές

1. [Jeremie Vaubaillon 2009](#)
  2. [Mikhail Maslov 2009](#)
  3. [IMO 2009](#)
-

# Λεοντίδες: Η απαρχή της σύγχρονης αστρονομίας των διαπτόντων στον 19ο αιώνα



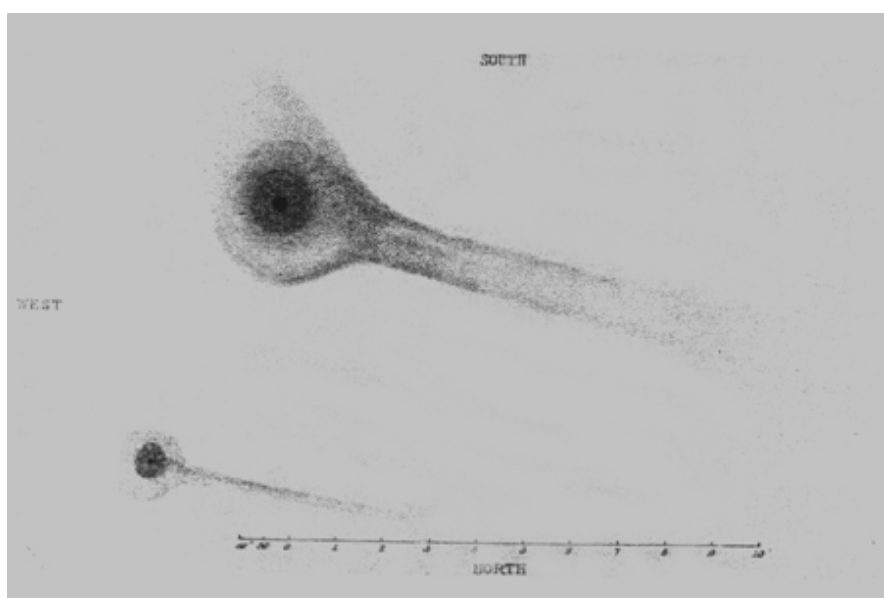
Ξυλογραφία η οποία αναπαριστά την καταιγίδα των Λεοντιδών της 12ης Νοεμβρίου του 1799.

Η σύγχρονη ερμηνεία του όρου *διάπτων* αναφέρεται στο φωτεινό ίχνος, ή πεφταστέρι, το οποίο εμφανίζεται στον νυχτερινό ουρανό όταν ένα διαπλανητικό σωματίδιο, κομμάτι βράχου ή σκόνης καίγεται καθώς πέφτει διαμέσου της γήινης ατμόσφαιρας. Οι εξαιρετικά λαμπροί διάπττοντες αποκαλούνται *βολίδες* και

εμφανίζονται όταν μεγαλύτερα σωματίδια εισβάλλουν στην ατμόσφαιρα. Μία βροχή διαττόντων συμβαίνει όταν η Γη συγκρούεται με μία συγκέντρωση διαπλανητικών σωματιδίων τα οποία ταξιδεύουν μαζί ως μία συστοιχία μετεώρων. Ένα διαπλανητικό κομμάτι βράχου, με ικανό βάρος και συνεκτικότητα ώστε να επιβιώσει κατά την διάρκεια του φλογισμένου ταξιδιού του μέσα από την ατμόσφαιρα της Γης αποκαλείται μετεωρίτης. Τα σωματίδια τα οποία απαντώνται στα νέφη μετεώρων θεωρούνται ως τα υπολείμματα της διάλυσης των κομητών, ενώ οι βολίδες και οι μετεωρίτες θεωρείται ότι αποτελούν κομμάτια αστεροειδών.

Από το 1794 ακόμη ο Edmond Halley έγραψε ότι οι διάττοντες θα μπορούσε να ήταν εξωγήινης προέλευσης. Επισημαίνοντας τις εξαιρετικές ταχύτητες τους στην ατμόσφαιρα της Γης, ο Halley πρότεινε ότι θα μπορούσε να προκαλούνται όταν ύλη η οποία σχηματίστηκε στον αιθέρα “από κάποια τυχαία συρροή ατόμων” συγκρούεται με την Γη στην πορεία της γύρω από τον Ήλιο.

Στις αρχές του 19ου αιώνα, υπήρχε από κάποιους επιστήμονες η υποψία όσον αφορά την σύνδεση ανάμεσα στην σκόνη την προερχομένη από τους κομήτες και τους διάττοντες αστέρες, αλλά η γενική αποδοχή θα ερχόταν μόνον όταν τα σωματίδια τα οποία προκάλεσαν την βροχή διαττόντων της 27ης Νοεμβρίου του 1872 αναγνωρίστηκαν ως σκόνη από τον διαλυμένο κομήτη του Biela.



Ο διπλός κομήτης του Biela όπως κατεγράφη από τον Otto Struve στο αστεροσκοπείο του Ρυλκονο την 19η Φεβρουαρίου του 1846 με το διαμέτρου 15 ιντσών διοπτρικό τηλεσκόπιο. Ο πρωτεύον κομήτης φαίνεται να βρίσκεται στα Νότιο Ανατολικά και κατά προσέγγιση 6,5 πρώτα της μοίρας από τον δευτερεύοντα. Σε αυτήν την καταγραφή ο Βοράς είναι κάτω και η Ανατολή είναι δεξιά.

Εν τούτοις η πρωτοποριακή εργασία στην αστρονομία των διαττόντων η οποία έλαβε χώρα κατά την διάρκεια του 19ου αιώνα έγινε, όχι επάνω στην βροχή των “Βιελιδών” διαττόντων του τέλους Νοεμβρίου αλλά μάλλον επάνω στις βροχές των Περσίδων του Αυγούστου και Λεοντιδών των αρχών Νοεμβρίου.

Η ιστορική ακολουθία των γεγονότων ήταν, πρώτον, η καθιέρωση της κοσμικής προέλευσης τους. δεύτερον, οι περιοδικότητες τους. και τέλος , η ταύτιση τους με συγκεκριμένους κομήτες.

Η απαρχή της σύγχρονης αστρονομίας των διαττόντων εγκαινιάστηκε κατά την διάρκεια της θεαματικής βροχής των Λεοντιδών η οποία παρατηρήθηκε από την Ανατολική Βόρεια Αμερική τις πρώτες πρωινές ώρες της 13ης Νοεμβρίου του 1833. Οι παρατηρητές εξεπλάγησαν από την εντυπωσιακή καταιγίδα των διαττόντων. Αναφορές της εποχής συγκεντρώθηκαν και εκδόθηκαν το 1834 από τον Denison Olmsted (1791-1859), έναν καθηγητή της φυσικής φιλοσοφίας στο κολέγιο του Yale.



Denison Olmsted

Από την αναφορά του Olmsted στο συμβάν του Νοεμβρίου του 1833, ήταν ξεκάθαρο ότι αρκετοί παρατηρητές επεσήμαναν ότι το σημείο από το οποίο φαίνονταν να προέρχονται οι διάττοντες ήταν σταθερό και βρισκόταν στον λαιμό του αστερισμού του Λέοντα. Ο Olmsted έφτασε σε μία σειρά συμπερασμάτων από τα στοιχεία τα οποία συγκέντρωσε. Έδειξε ότι οι διάττοντες προέρχονταν από τον διαπλανητικό χώρο έξω από την ατμόσφαιρα, και κατά προσέγγιση από απόσταση 2238 μιλίων (3581χιλιόμετρα) επάνω από την επιφάνεια της Γης. Έλκονταν προς την Γη από την βαρύτητα, έμπαιναν σε σχεδόν παράλληλες γραμμές με μία ταχύτητα κατά προσέγγιση, 4 μιλίων (6,4 χιλιόμετρα) ανά δευτερόλεπτο, και η σύστασή τους περιελάμβανε ένα ελαφρύ, διάφανο και εύφλεκτο υλικό το οποίο αναφλεγόταν μέσα στην ατμόσφαιρα. Το νεφελοειδές ή κομητόμορφο σώμα το οποίο παρήγαγε τους διάττοντες εθεωρείτο ότι περιστρεφόταν γύρω από τον Ήλιο με μία τροχιά περιόδου 182 ημερών μέσα από την τροχιά της Γης η οποία είχε μικρή κλίση προς το επίπεδο της εκλειπτικής και είχε μία αφηλιακή απόσταση κοντά στην τροχιά της Γης. Στο τέλος της αναφοράς του ο Olmsted επεσήμανε ότι ο Alexander C. Twining (1801-1884), ένας μηχανικός από το West Point, κατέληξε ανεξάρτητα σε κάποια σημεία στα ίδια συμπεράσματα.

Ο Twining εξέδωσε τα δικά του συμπεράσματα λίγο μετά από την



εμφάνιση της εργασίας του Olmsted. Όπως και ο Olmsted, ο Twining συμπέρανε ότι το σταθερό ακτινοβόλο σημείο στον Λέοντα απεδείκνυε την κοσμική προέλευση των διαττόντων και ότι οι μετρημένες ταχύτητες τους της τάξεως των τουλάχιστον 14 μιλίων (22,4 χιλιόμετρα) ανά δευτερόλεπτο, υπεδείκνυαν μία τροχιά εσωτερική αυτής της Γης. Οι συστηματικά χαμηλές ταχύτητες οι οποίες παρατηρήθηκαν από τους Olmsted, Twining και άλλους οδήγησαν στην γνώμη ότι ένας πολύ βραχείας περιόδου κομήτης ήταν η πηγή της ροής των Λεοντιδών. Αυτή η λανθασμένη αρχή παρέμεινε μέχρι το 1866. Εν τούτοις αμφότεροι οι Olmsted και Twining επεσήμαναν την κοσμική προέλευση και περιοδικότητα των βροχών των Λεοντιδών του Νοεμβρίου.

Βασισμένος στις βροχές των Λεοντιδών των ετών 1799 και 1833, ο Olbers, το 1837, πρότεινε μία περίοδο 3, 6, ή 34 ετών για τις ροές σωματιδίων και επεσήμανε την πιθανότητα μίας μεγάλης καταιγίδας για το 1867.

Η εργασία του Hubert Anson Newton (1830-1896) είναι θεμελιώδους σημασίας για την κατανόηση των βροχών διαττόντων. Σε ηλικία 25 ετών, ο Newton ήταν ήδη καθηγητής στο κολέγιο του Yale και κατείχε την έδρα του τμήματος μαθηματικών. Σε μία σειρά επιστημονικών εργασιών από το 1863 έως το 1865, ο Newton προσέφερε επιπρόσθετες αποδείξεις της κοσμικής προέλευσης των διαττόντων, επεσήμανε τις κομητόμορφες τροχιές των ροών των σωματιδίων τους, κατέθεσε αποδείξεις οι οποίες αργότερα θα επέτρεπαν τον προσδιορισμό των τροχιακών περιόδων των σωματιδίων των Λεοντιδών, και έκανε την πρώτη επιτυχή πρόβλεψη μίας βροχής διαττόντων η οποία δεν ήταν περιοδικό (άπαξ του έτους) συμβάν.



Hubert Anson Newton

Ο Newton σωστά επεσήμανε ότι οι δακτύλιοι σωματιδίων, οι οποίοι περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο σε τροχιές οι οποίες διαπερνούν αυτήν της Γης θα συγκρούονταν με αυτήν σε κύκλους του ενός αστρικού έτους (sidereal year). Χρησιμοποιώντας τις συλλογικές ιστορικές αναφορές των βροχών των Λεοντιδών από το 902 έως το 1833, ο Newton υπολόγισε ένα χρονικό διάστημα 33,25 ετών ανάμεσα σε συμβάντα πολύ έντονης βροχής διαττόντων.

Κατά την γνώμη του τα σωματίδια των Λεοντιδών δεν ήταν ομοιόμορφα διεσπαρμένα γύρω από την τροχιά τους αλλά μάλλον στοιβάζονταν σε ομάδες έτσι η πιθανότερη ημερομηνία του επόμενου πολύ έντονου συμβάντος θα ήταν εκείνο του Νοεμβρίου του 1866.

Αναλύοντας σποραδικούς διάττοντες οι οποίοι δεν επέστρεφαν σε τακτά χρονικά διαστήματα, ο Newton συμπέρανε ότι ο μέσος αριθμός διαττόντων ο οποίος διαπερνάει την ατμόσφαιρα της Γης είναι της τάξεως των 7,5 εκατομμυρίων ημερησίως και ότι ένας μεγάλος αριθμός διαττόντων έχει απόλυτες ταχύτητες συναντώντας την Γη οι οποίες είναι μεγαλύτερες από την τροχιακή της ταχύτητα των 18,5 μιλίων (29,6 χιλιόμετρα) ανά δευτερόλεπτο. Ως εκ τούτου, οι σποραδικοί διάττοντες δεν μπορεί όλοι να ανήκουν σε έναν στενό ηλιοκεντρικό δακτύλιο με μία διάμετρο

σχεδόν ίση με την τροχιά της Γης. Οι τροχιές τους πρέπει να μοιάζουν με τις εκκεντρικές ελλείψεις των κομητών μάλλον παρά με την σχεδόν κυκλική διαδρομή της Γης.

Το 1861, ο Daniel Kirkwood (1814-1895) πρότεινε ότι οι περιοδικοί διάττοντες ήταν η σκόνη αρχαίων , διαλυμένων κομητών των οποίων η ύλη είχε διανεμηθεί γύρω από την τροχιά, αλλά οι ιδέες του δεν ήταν ευρέως γνωστές μέχρι την έκδοση του δημοφιλούς έργου του, με τίτλο " Meteoric Astronomy" έξη χρόνια μετά.



Daniel Kirkwood

Η ιδέα του Kirkwood είναι η παρούσα αποδεκτή εξήγηση για την προέλευση των βροχών διαττόντων.

Όπως είχαν υποθέσει άλλοι, και ο Newton είχε προβλέψει, μία εντυπωσιακή βροχή διαττόντων συνέβη στις 13 Νοεμβρίου του 1866. Αν και η ανάπτυξη δεν συγκρινόταν με τις μεγάλες καταιγίδες των 1799 και 1833, ήταν ένα εντυπωσιακό θέαμα – ακόμη περισσότερο διότι είχε προβλεφθεί με επιτυχία και ως εκ τούτου ήταν προσδοκώμενο.

Κατά την διάρκεια του 1866, ο Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910), διευθυντής του αστεροσκοπείου της Brera στο

Μιλάνο, έγραψε μία πολύ σημαντική σειρά επιστολών στον Angelo Secchi σχετικά με τις βροχές διαττόντων.



Giovann Virginio Schiaparelli



Angelo Secchi

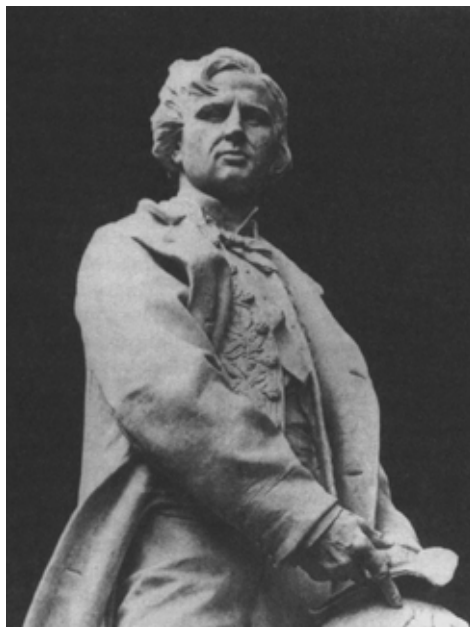
Πολύ σοφά ο Secchi δημοσίευσε αυτές τις επιστολές. Από τις μελέτες του, ο Schiaparelli καθιέρωσε μία αδιαμφισβήτητη σχέση ανάμεσα στους κομήτες και τους διάττοντες.

Συνέκρινε την παρατηρούμενη ωριαία συχνότητα διαττόντων από το

απόγευμα έως την αυγή κατά την διάρκεια του έτους με ένα μαθηματικό μοντέλο της αναμενόμενης μεταβολής της συχνότητας.

Βρήκε ότι οι διαττόντες εμφανίζονται πιο συχνά το πρωί απ' ότι το απόγευμα. Τις πρωινές ώρες η προπορευόμενη πλευρά της Γης κατευθύνεται μέσα στην κοσμική σκόνη καθώς η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο, ενώ τα ίδια σωματίδια σκόνης θα έπρεπε να έχουν επαρκή ταχύτητα ώστε να προλάβουν την Γη για να γίνουν ορατά στην επόμενη, ή απογευματινή της πλευρά. Μέσα σε αυτό το μαθηματικό μοντέλο, ο Schiaparelli, ρύθμισε τις ταχύτητες των διαττόντων μέχρι να ομοιοποιηθούν οι παρατηρούμενες τιμές. Οι θεωρητικές τιμές οι οποίες απαιτούνταν για να ταιριάξουν με τις παρατηρήσεις δεν υπερέβαιναν σημαντικά αυτές των κομητών οι οποίοι κινούνται σε παραβολικές τροχιές.

Εν τω μεταξύ, στις 21 Ιανουαρίου του 1867, ο διευθυντής του αστεροσκοπείου των Παρισίων, Urbain Le Verrier (1811-1877), έδωσε μία διάλεξη επί της προέλευσης των διαττόντων στην Ακαδημία των Επιστημών στο Παρίσι.



Urbain Jean Joseph Le Verrier

Ο Le Verrier ασχολήθηκε με την απόδειξη του γιατί οι Λεοντίδες δεν παρήγαγαν μία εντυπωσιακή βροχή κάθε χρόνο. Επεσήμανε ότι,

με το πέρασμα του χρόνου οι πλανητικές παρέλξεις θα έπρεπε να διασπείρουν τα νέφη των σωματιδίων των διαττόντων ομοιόμορφα γύρω από την τροχιά και μία βροχή θα έπρεπε να αναμένεται κάθε χρόνο όταν η Γη πέρναγε μέσα από το νέφος. Το γεγονός ότι δεν παρατηρείται μία ισχυρή βροχή διαττόντων κάθε χρόνο υποδεικνυε ότι το νέφος των σωματιδίων ήταν πολύ νέο σε ηλικία για να έχει αναπτυχθεί γύρω από την τροχιά. Η σχετική νεότητα των Λεοντιδών, στην τρέχουσα τροχιά τους, θα μπορούσε να εξηγηθεί εάν το νέφος είχε διαταραχθεί σοβαρότατα από έναν πλανήτη, σε κάποιον σχετικά πρόσφατο παρελθόντα χρόνο.

Ο Le Verrier συμπέρανε ότι η τροχιακή περίοδος του νέφους των Λεοντιδών ήταν 33,25 χρόνια και υπολόγισε τα υπόλοιπα τροχιακά στοιχεία από τις παρατηρήσεις διαττόντων του 1866. Υπολόγισε την κίνηση των νεφών των σωματιδίων μέχρι το 126 Μ.Χ όπου μία αυθαίρετη ρύθμιση του τροχιακού συνδέσμου του νέφους της τάξεως των 1,8 μοιρών και του μήκους κατά 4 μοίρες θα έφερνε το νέφος πολύ κοντά στον πλανήτη Ουρανό. Αυτές οι αυθαίρετες ρυθμίσεις των γωνιακών στοιχείων φάνηκαν να δικαιώνονται καθώς ήταν μέσα στα όρια σφαλμάτων της ανάλυσης. Ο Le Verrier περαιτέρω υπέθεσε ότι το αυθεντικό νέφος θα μπορούσε να κινείται σε ορθή πορεία και θεώρησε τον κομήτη Lexell σαν ένα παράδειγμα του πόσο μεγάλες μπορεί να είναι οι διαταραχές κατά την διάρκεια ενός μοναδικού περάσματος από την περιοχή επιρροής ενός μεγάλου πλανήτη. Οι υπολογισμοί του Le Verrier έγιναν πριν να συσχετιστεί η βροχή των Λεοντιδών με κάποιον συγκεκριμένο κομήτη και, δεδομένης της αβέβαιης φύσης της αρχικής τροχιάς του νέφους, τα συμπεράσματα του και η ανάλυση η οποία αφορούσε την τροχιακή του ιστορία πρέπει να απορριφθούν.

Εν τούτοις, η τροχιά του αποτελούσε βελτίωση αυτής του Schiaparelli και γρήγορα έγινε μία συσχέτιση της βροχής των Λεοντιδών με τον κομήτη Tempel-Tuttle, ή 1866 I.



Theodor Ritter Von  
Oppolzer

Μόλις ο Theodor Von Oppolzer (1841-1886) δημοσίευσε την τροχιά του για τον κομήτη 1866 I στις 7 Ιανουαρίου του 1867, ήταν προφανές σε τουλάχιστον τρεις αστρονόμους ότι η τροχιά του ήταν παρόμοια με την τροχιά του Le Verrier για την τροχιά του νέφους των Λεοντιδών. Επειδή ο πατέρας του ήταν ο εκδότης του *Astronomische Nachrichten* και καθώς έστειλε την νέα του τροχιά εκεί για δημοσίευση, ο Carl F.W. Peters (1844-1894) ήταν ο πρώτος που συσχέτισε την τροχιά του κομήτη του Oppolzer με την τροχιά του νέφους των Λεοντιδών του Le Verrier. Σε μία επιστολή η οποία εστάλη στις 2 Φεβρουαρίου του 1867, ο Schiaparelli δημοσίευσε μία δεύτερη βελτιωμένη ομάδα τροχιακών στοιχείων για το νέφος των Λεοντιδών και το συσχέτισε άμεσα με την τροχιά του Oppolzer για τον κομήτη του 1866 I. Τελικά, σε μία επιστολή η οποία εστάλη στις 6 Φεβρουαρίου του 1867, ο ίδιος ο Oppolzer έκανε την ταυτοποίηση ανάμεσα στην τροχιά του που αφορούσε τον κομήτη 1866 I και την τροχιά του νέφους των Λεοντιδών του Le Verrier.

Οι αναφορές των μεγάλων καταιγίδων των Λεοντιδών του 1799 και 1833, όπως επίσης και η επιτυχής πρόβλεψη της βροχής των Λεοντιδών του 1866, καλλιέργησαν έναν αυξημένο γενικό ενθουσιασμό και προσμονή για την αναμενόμενη βροχή του 1899.

Με την σκοπιμότητα του να παρέχουν μια πρόβλεψη για το 1899, οι G. Johnstone Stoney και A.M.W Downing ξεκίνησαν με την τροχιά του John Couch Adams και συνέχισαν την ολοκλήρωση της κίνησης του νέφους των διαττόντων από το 1866 έως τον Ιανουάριο του 1900. Τα παρελκτικά φαινόμενα των πλανητών Άρη, Δία, Κρόνου, και Ουρανού υπολογίστηκαν, ενώ αυτά της Αφροδίτης και της Γης κρίθηκαν αμελητέα. Συγκρινόμενες με τις τροχιές αυτών των νεφών σωματιδίων τα οποία έγιναν ορατά στην βροχή του 1866, οι Stoney και Downing βρήκαν ότι η περίοδος είχε αυξηθεί κατά 4 μήνες και η απόσταση του περιηλίου μειώθηκε κατά 0,01 A.M. Ως εκ τούτου σωματίδια από την ίδια ομάδα η οποία ήταν υπεύθυνη για την βροχή του 1866 δεν θα μπορούσε να προκαλέσει μία παρόμοια το 1899. Εν τούτοις, εάν σωματίδια τα οποία διέφεραν σε τροχιακή θέση από εκείνα του 1866 κινούνταν σε παρόμοιες τροχιές και είχαν υποστεί παρόμοιες πλανητικές παρέλξεις ανάμεσα στο 1866 και 1899, τότε μία βροχή θα μπορούσε να αναμένεται στις 6 το πρωί της 15ης Νοεμβρίου του 1899.

Το κοινό περίμενε με ανυπομονησία αυτο το γεγονός. Ως τόσο, καθώς η ημερομηνία της βροχής πλησίαζε, ο Stoney γινόταν όλο και πιο αβέβαιος σε σχέση με την πρόβλεψη του και στις 10 Νοεμβρίου του 1899, έγραψε στην Royal Astronomical Society του Λονδίνου και ανακοίνωσε ότι μία βροχή διαττόντων θα έπρεπε να αναμένεται μόνον εάν η ακτίνα του νέφους των σωματιδίων εκτεινόταν τουλάχιστον σε απόσταση 0,014 A.M από την διαδρομή της κεντρικής τροχιάς. Όπως προέκυψε, η ανησυχία του Stoney είχε στέρεες βάσεις. δεν υπήρξε καμία αξιόλογη βροχή διαττόντων το 1899. Το 1925, ο Charles Olivier θυμόταν ότι απέναντι στην μεγάλη προσμονή του κοινού και την εκτενή κάλυψη του θέματος από τον τύπο, “η αποτυχία της επιστροφής των Λεοντιδών το 1899 ήταν το χειρότερο χτύπημα το οποίο δέχτηκε ποτέ η αστρονομία στα μάτια του κοινού.”

### **Αναφορές:**

- Comets, a chronological history of observation, science, myth, and folklore.



Donald K. Yeomans. (Wiley Science Editions)

ρ. 190 – 201.

- In search of planet Vulcan. The Ghost in Newton's Clockwork Universe.

Richard Baum. (Plenum Trade – 1997)

William Sheehan.

ρ. 69.

- The Planet Mars. A history of observation & discovery.

William Sheehan. (The University of Arizona Press – 1996).

ρ. 66.

---

## Λεοντίδες 2003 – ανάλυση ελληνικών παρατηρήσεων



Οι παρατηρητές, από αριστερά  
Μαραβέλιας Γρηγόρης και Γεωργόπουλος  
Πέτρος.

Φέτος, [όπως και πέρυσι](#), ομάδα παρατηρητών (Γεωργόπουλος Πέτρος

και Γρηγόρης Μαραβέλιας) έκανε εξόρμηση για την παρατήρηση της ετήσιας βροχής των Λεοντίδων στον Ταύγετο. Πάλι είχαμε επανάληψη του φαινομένου της υψηλής υγρασίας και του σχηματισμού ομίχλης σε χαμηλά υψόμετρα, αλλά ευτυχώς πάλι, στον Ταύγετο (σε υψόμετρο 1230μ) δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα. Η βραδιά ήταν υπέροχη και ο ουρανός πολύ σκοτεινός (LM=6,4) παρά την παρουσία της σελήνης (τελευταίο τέταρτο), ενώ διάττοντες εμφανίζονταν συνεχώς. Υπό αυτές τις συνθήκες το τσουχτερό κρύο το ξεχάσαμε εντελώς και ξεκινήσαμε αμέσως καταγραφή!

Βέβαια οι χρονιές τις ισχυρής δραστηριότητας τελείωσαν και φέτος δεν προβλεπόταν κάποια “καταιγίδα” διαττόντων. Ωστόσο, υπήρχαν [αρκετές προβλέψεις](#) για κάπως ενισχυμένη δραστηριότητα, όχι όμως εντυπωσιακή... Αυτό τελικά παρατηρήσαμε και εμείς, αν και ελπίζαμε για κάτι καλύτερο. Αλλά σίγουρα η πιο εντυπωσιακή στιγμή που μας έμεινε χαραγμένη στην μνήμη από αυτή την βραδιά ήταν μια βολίδα (πολύ λαμπρός διάττοντας) που “έσκασε” κοντά στον Δυτικό ορίζοντα... Για λίγο φωτίστηκε ολόκληρος ο ουρανός και εμείς μείναμε άφωνοι! Σίγουρα η παρατήρηση διαττόντων μπορεί να προσφέρει πολλές και καλές συγκινήσεις στον αφοσιωμένο ή και περιστασιακό παρατηρητή.

Μετά από επεξεργασία των παρατηρήσεων φέτος τα αποτελέσματα είναι

PERIOD	LEO(TOTAL)	ZHR	ERROR (+/-)
2:35-3:10	23	25	3
3:10-3:53	28	24	2
3:53-4:10	5	15	4

Όπως φαίνεται η δραστηριότητα κινήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, κοντά στα κανονικά για τις Λεοντίδες, αλλά λίγο ενισχυμένη. Να σημειωθεί ότι κανονική δραστηριότητα για τις Λεοντίδες είναι ZHR~15, ενώ η δραστηριότητα στις καταιγίδες των προηγούμενων χρόνων ήταν ZHR~3000!

Επίσης κάτι που δεν φαίνεται στον προηγούμενο πίνακα, αλλά ήταν παραπάνω από εμφανές ακόμα και κατά την διάρκεια της

παρατήρησης (συγκριτικά με πέρυσι), ήταν ότι η μεγάλη πλειοψηφία των διαττόντων ήταν πολύ αμυδροί. Αυτό συνεπάγεται ένα κανονικό δείκτη πληθυσμού ( $r=2,5-3$ ).

---

# Λεοντίδες 2002 – αποτελέσματα ελληνικών παρατηρήσεων

## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των Ελληνικών παρατηρήσεων της καταιγίδας των Λεοντιδών για το έτος 2002. Η ανάλυση βασίζεται σε 875 καταγεγραμμένους διάττοντες και σε  $2\frac{1}{2}$  ώρες οπτικών παρατηρήσεων, μιας μικρής ομάδας παρατηρητών, την νύκτα 18-19/11/2002. Τα αποτελέσματα δείχνουν την εμφάνιση ενός απότομου μεγίστου δραστηριότητας με  $ZHR=3000$  και  $FWHM=20\text{min}$  στις 4:10UT (αρκετά μικρότερο σε διάρκεια και λίγο καθυστερημένο σε σχέση με ότι προέβλεπαν τα θεωρητικά μοντέλα). Επιπλέον ο δείκτης πληθυσμού  $r$  εμφάνισε πολύ χαμηλές τιμές πριν το μέγιστο ( $r=1.2$ ) και αυξήθηκε μέσα σε αυτό ( $r=1.8$  – οι τυπικές τιμές για τις Λεοντίδες είναι  $r=2.0-2.5$ ).

## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των διαττόντων έκανε ένα μεγάλο άλμα τα τελευταία 3-4 χρόνια με την δυνατότητα ακριβούς πρόβλεψης της δραστηριότητας που παρουσιάζουν οι Λεοντίδες. Αυτό οφείλεται σε υπολογιστικά μοντέλα που λαμβάνοντας υπόψη την δυναμική εκτόξευσης των μετεωροειδών στο μεσοπλανητικό διάστημα και τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτά από τον Ήλιο και τους πλανήτες υπολογίζουν την ακριβή μετέπειτα πορεία τους. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια, μετά την πρώτη επιτυχή πρόβλεψη για την δραστηριότητα των Λεοντιδών του 1999 από τους Asher & McNaught, υπάρχουν αρκετοί ερευνητές οι οποίοι χρησιμοποιούν διάφορα μοντέλα για αυτό τον

σκοπό, όπως οι Lyytinen & van Flandern, ο Jenniskens και ο Vaubaillon.

Για το έτος 2002 τα θεωρητικά μοντέλα αυτά προέβλεπαν δύο μέγιστα δραστηριότητας, ένα περίπου στις 4:00UT (ή λίγο νωρίτερα) και ένα μετά τις 10:30UT. Αυτό που θα μπορούσε να είναι παρατηρήσιμο από την Ελλάδα ήταν το πρώτο

### 3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Για την παρατήρηση των Λεοντιδών οργανώθηκε μια μικρή εξόρμηση από μια τριμελή ομάδα (Πέτρος Γεωργόπουλος, Γρηγόρης Μαραβέλιας και Νικηφόρος Γεωργιάδης), αρχικά προς τα Ιόνια νησιά, μια και το δυτικότερο γεωγραφικό πλάτος τους θα επέτρεπε παρατήρηση μεγαλύτερου μέρους του αναμενόμενου μεγίστου. Ωστόσο, ο καιρός δεν βοηθούσε ιδιαίτερα καθώς τις προηγούμενες μέρες παρουσιάζονταν ομίχλες, ενώ εικόνες μετεωρολογικού δορυφόρου έδειχναν ότι τα ξημερώματα της 19ης κακοκαιρία ερχόταν από την Ιταλία... Με αυτά τα δεδομένα το απόγευμα αποφασίστηκε να κατευθυνθούμε προς την Νότια Πελοπόννησο στο Όρος Ταύγετος. Το βράδυ φεύγοντας από την Σπάρτη προς το βουνό διαπιστώσαμε ότι είχε αρχίσει να σχηματίζεται πυκνή ομίχλη, στα χαμηλά υψόμετρα. Η στάθμη συμπύκνωσης φαινόταν να είναι γύρω στα 1000μ, έτσι όταν ανεβήκαμε σε ένα ικανοποιητικό υψόμετρο ο ουρανός ήταν πολύ διαυγής και η υγρασία πολύ χαμηλή. Αυτό ήταν πολύ σημαντικό καθώς η βροχή των Λεοντιδών συνέπιπτε με την πανσέληνο και διαφορετικά το LM (Limiting Magnitude : το μέγεθος του αμυδρότερου αστέρα που μπορεί να δει κανείς) θα ήταν πολύ μικρό. Με αυτές τις εξαιρετικές (δεδομένου των περιστάσεων) συνθήκες είχαμε όλη την νύκτα ανέφελο ουρανό και LM=5,1 ακόμα και με την Σελήνη σχεδόν να μεσουραναί. Βεβαίως η τεχνική ήταν η παρατήρηση να γίνεται σε μεγάλες αποστάσεις από την Σελήνη η οποία πρέπει να είναι εκτός του οπτικού πεδίου του παρατηρητή... Ωστόσο η πανσέληνος δύσκολα μπορεί να αποφευχθεί και σίγουρα δημιούργησε πρόβλημα στην ακρίβεια των καταγραφών.



Η ομάδα παρατήρησης. Από αριστερά προς τα δεξιά: Γρηγόρης Μαραβέλιας, Πέτρος Γεωργόπουλος και Νικηφόρος Γεωργιάδης.

Οι καταγραφές έγιναν από μια τοποθεσία υψομέτρου 1230μ, με συντεταγμένες 37deg 04.5min N, 22deg 15.3min E, με την μέθοδο της απαρίθμησης των διαττόντων. Ο συγγραφέας χρησιμοποίησε κασσετοφωνάκι, ενώ ο Γρ. Μαραβέλιας αναγκάστηκε να χρησιμοποιήσει χαρτί και μολύβι λόγω εμπλοκής στο κασετόφωνο του από την αρχή της παρατήρησης. Αυτό είχε ως συνέπεια να μην προλαβαίνει να σημειώσει λαμπρότητες για τους διάττοντες από τις 4:03UT και έπειτα.

#### 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Διεθνώς η ροή των διαττόντων (δηλ. διάττοντες ανά ώρα) μετριέται με βάση το ZHR (Zenithial Hourly Rate) το οποίο ορίζεται σαν ο αριθμός των διαττόντων που βλέπει ένας μέσος παρατηρητής σε ένα ουρανό με  $LM=6,5$  όταν το ακτινοβόλο σημείο βρίσκεται στο ζενίθ. Η αναγωγή των μετρήσεων σε ZHR είναι απαραίτητη για να μπορούν τα αποτελέσματα διαφόρων παρατηρητών να είναι μεταξύ τους συγκρίσιμα. Ωστόσο αυτή η αναγωγή προϋποθέτει τον υπολογισμό του δείκτη πληθυσμού  $r$ , ο οποίος ορίζεται σαν ο λόγος του αριθμού των διαττόντων που

παρατηρούνται με λαμπρότητες που διαφέρουν κατά  $+1\text{mag}$  – δηλ. αν  $N(m)$  η συνάρτηση που δίνει των αριθμό των διαττόντων συναρτήσει της λαμπρότητας  $m$ , τότε  $r = N(m+1)/N(m)$ . Με άλλα λόγια η κατανομή λαμπροτήτων των διαττόντων είναι γενικά εκθετική και το  $r$  είναι η βάση, δηλ.  $N(m)$  ανάλογο του  $r^m$ .

Όμως, η κατανομή που καταρτίζεται από την ανάλυση των παρατηρήσεων  $n(m)$  διαφέρει, μια και ένας παρατηρητής δεν ανιχνεύει με την ίδια ικανότητα διάττοντες όλων των λαμπροτήτων, αλλά όσο πιο αμυδρός ένας διάττοντας είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να του διαφύγει. Έτσι, αν η πιθανότητα ανίχνευσης δίνεται από την  $p(m-LM)$ , τότε  $n(m) = N(m)p(m-LM)$ .

Αν λοιπόν έχουμε δύο παρατηρητές με  $LM_1$  και  $LM_2 = LM_1 + x$  αντίστοιχα, τότε θα μετρούν ο ένας σχετικά με τον άλλο:

$$\begin{aligned}
 N_{LM_2} &= \sum_{m=LM_2}^{-\infty} N(m)p(LM_2 - m) = \sum_{m=LM_1+x}^{-\infty} N(m)p(LM_1 + x - m) \xrightarrow{m=j+x} \\
 N_{LM_2} &= \sum_{j=LM_1}^{-\infty} N(j+x)p(LM_1 - j) \xrightarrow{(σφ) N(j+x) = r^x N(j)} N_{LM_2} = r^x \sum_{j=LM_1}^{-\infty} N(j)p(LM_1 - j) \Rightarrow \\
 \Rightarrow N_{LM_2} &= r^x N_{LM_1} \Rightarrow N_{LM_2} = r^{LM_2 - LM_1} N_{LM_1} \quad (1)
 \end{aligned}$$

Συνεπώς σύμφωνα με την σχέση (1) αν έχουμε παρατηρήσεις με  $LM_1 = LM$  και ανάγουμε σε  $LM_2 = 6,5$  για ZHR, τότε πολ/σιάζουμε με το διορθωτικό παράγοντα:

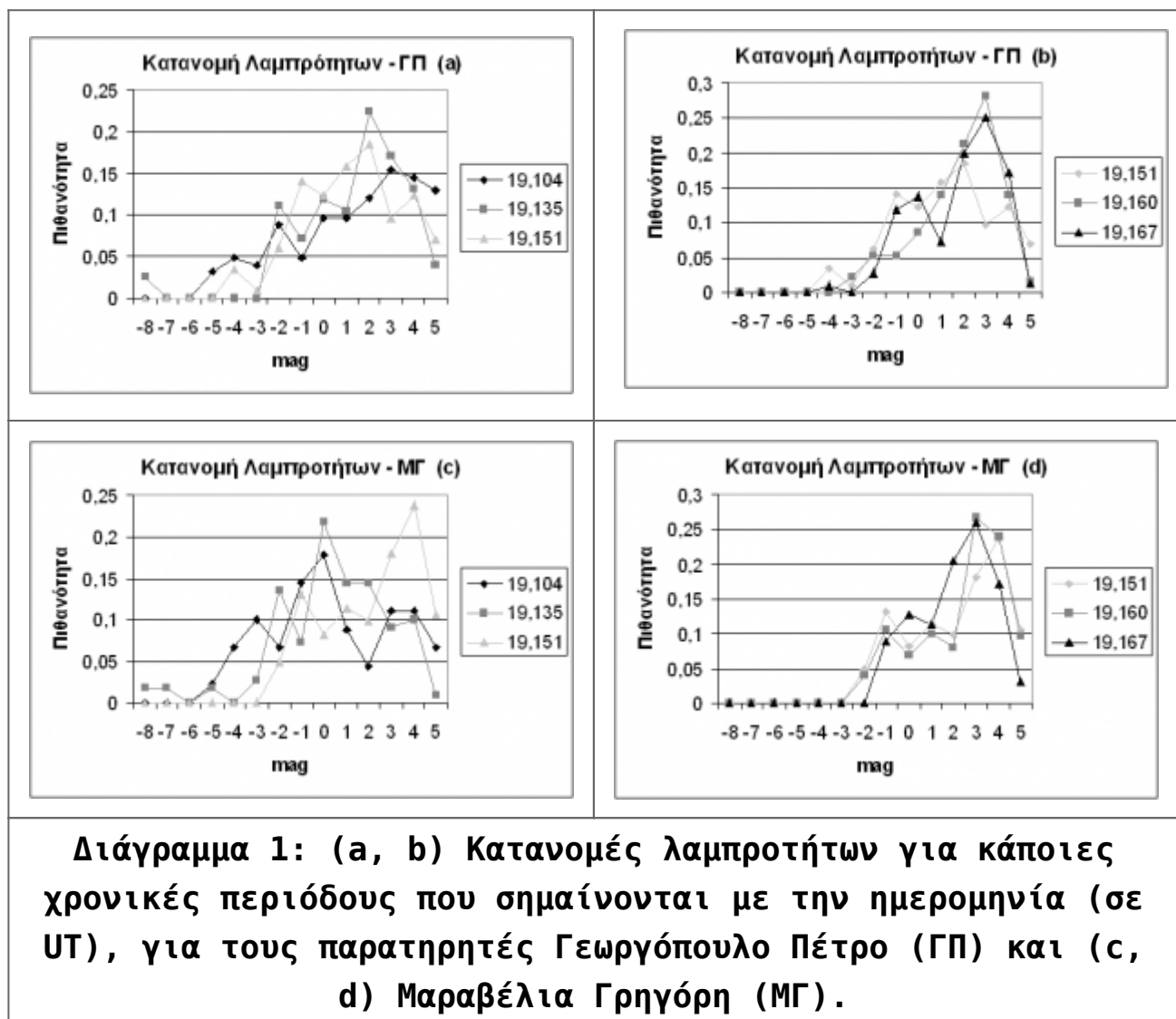
$$c_m = r^{6,5 - LM}$$

Επίσης όταν το ακτινοβόλο σημείο δεν είναι πολύ χαμηλά και ο παρατηρητής κοιτάζει ψηλά στον ουρανό (όχι κοντά στον ορίζοντα) τότε το κομμάτι της ατμόσφαιρας που παρατηρεί μπορεί να θεωρηθεί μια επίπεδη επιφάνεια και συνεπώς η ροή που παρατηρείται μεταβάλλεται με το νόμο του ημιτόνου του ύψους του ακτινοβόλου. Άρα για να ανάγουμε σε ακτινοβόλο στο ζενίθ πολ/σιάζουμε με τον διορθωτικό παράγοντα (όπου  $h$  το ύψος του ακτινοβόλου):

$$c_h = \frac{1}{\eta \mu(h)}$$

## 5. ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΑΣ

Στα διαγράμματα 1.a-d παραθέτονται οι κατανομές λαμπρότητας ανά παρατηρητή για επιλεγμένες χρονικές περιόδους (βλ. πίνακα 1) και σημαίνονται για κάθε καμπύλη το μέσο της περιόδου σε ημερομηνία UT. Για εύκολη σύγκριση σε κάθε διάγραμμα έχουν τοποθετηθεί μαζί τρεις διαδοχικές χρονικές περιόδους, ενώ οι κατανομές έχουν κανονικοποιηθεί (για αυτό ο κατακόρυφος άξονας γίνεται πιθανότητα να παρατηρηθεί διάττοντας λαμπρότητας  $m$ ).

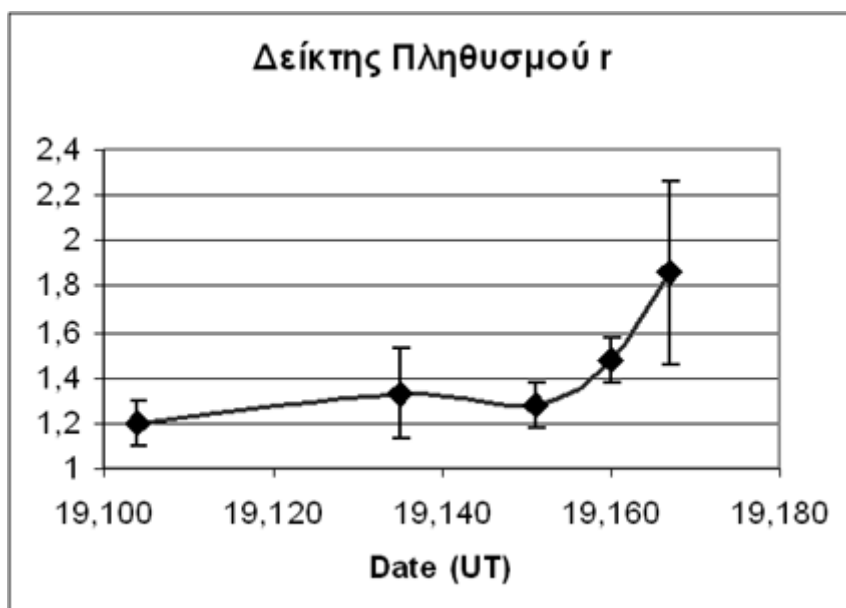


Από την σύγκριση των διαγραμμάτων 1a,1c που αναφέρονται στην περίοδο πριν το μέγιστο, με τα 1b,1d που δείχνουν τις κατανομές στην αρχή και μέσα στο μέγιστο, μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι στο μέγιστο υπάρχει σαφής ενίσχυση των αμυδρών διαττόντων. Ενώ, πριν από αυτό υπήρχε ένας πληθυσμός πολύ

λαμπρών διαττόντων (βολίδες, -4mag και λαμπρότεροι) που κατά το μέγιστο εξαφανίζεται εντελώς.

Περαιτέρω, ανάλυση των κατανομών έγινε για τον υπολογισμό του δείκτη πληθυσμού  $r$ , υπολογίζοντας την καμπύλη της μορφής  $f(x)=Ar^x$  που ταιριάζει καλύτερα στα δεδομένα (με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων). Βέβαια όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4, επειδή υπάρχει διαφορετική πιθανότητα ανίχνευσης ανάλογα τη λαμπρότητα του διάττοντα, το ταίριασμα περιορίστηκε μέχρι διάττοντες λαμπρότητας LM-3, δηλαδή +2mag.

Σύμφωνα με το [1] η πιθανότητα ανίχνευσης είναι 80% για LM-3, 30% για LM-2 και μόλις 7% για LM-1... Μάλιστα η μορφή που έχουν οι κατανομές των διαγραμμάτων 1b, 1d με την απότομη πτώση του αριθμού των διαττόντων μετά από ένα μέγιστο στο +3mag, οφείλεται ακριβώς στο ότι η πιθανότητα ανίχνευσης μειώνεται δραματικά και δεν πρόκειται για μια ιδιότητα της πραγματικής κατανομής λαμπροτήτων (και μαζών) των μετεωροειδών που προκαλούν τις Λεοντίδες. Επίσης, αξίζει να παρατηρηθεί ότι στα διαγρ.1a&1c οι αμυδροί διάττοντες μειώνονται πριν από το LM-2 που αναμένουμε – ιδίως στο 1c για τον ΜΓ. Αυτό κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στους πολύ φωτεινούς διάττοντες που αποσπούν την προσοχή του παρατηρητή και στο πολύ χαμηλό  $r$ . Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο διάγρ.2, όπου αποκαλύπτεται η σταδιακή αύξηση του  $r$  καθώς φτάνουμε το μέγιστο της δραστηριότητας.



Πίνακας 1

UT Time & Date	$r$
2:00-3:00 (19,10417)	1,20 ± 0,1
3:00-3:30 (19,13542)	1,33 ± 0,2
3:30-3:45 (19,15104)	1,28 ± 0,1
3:45-3:55 (19,15972)	1,48 ± 0,1
3:55-4:05 (19,16667)	1,80 ± 0,4

Διάγραμμα

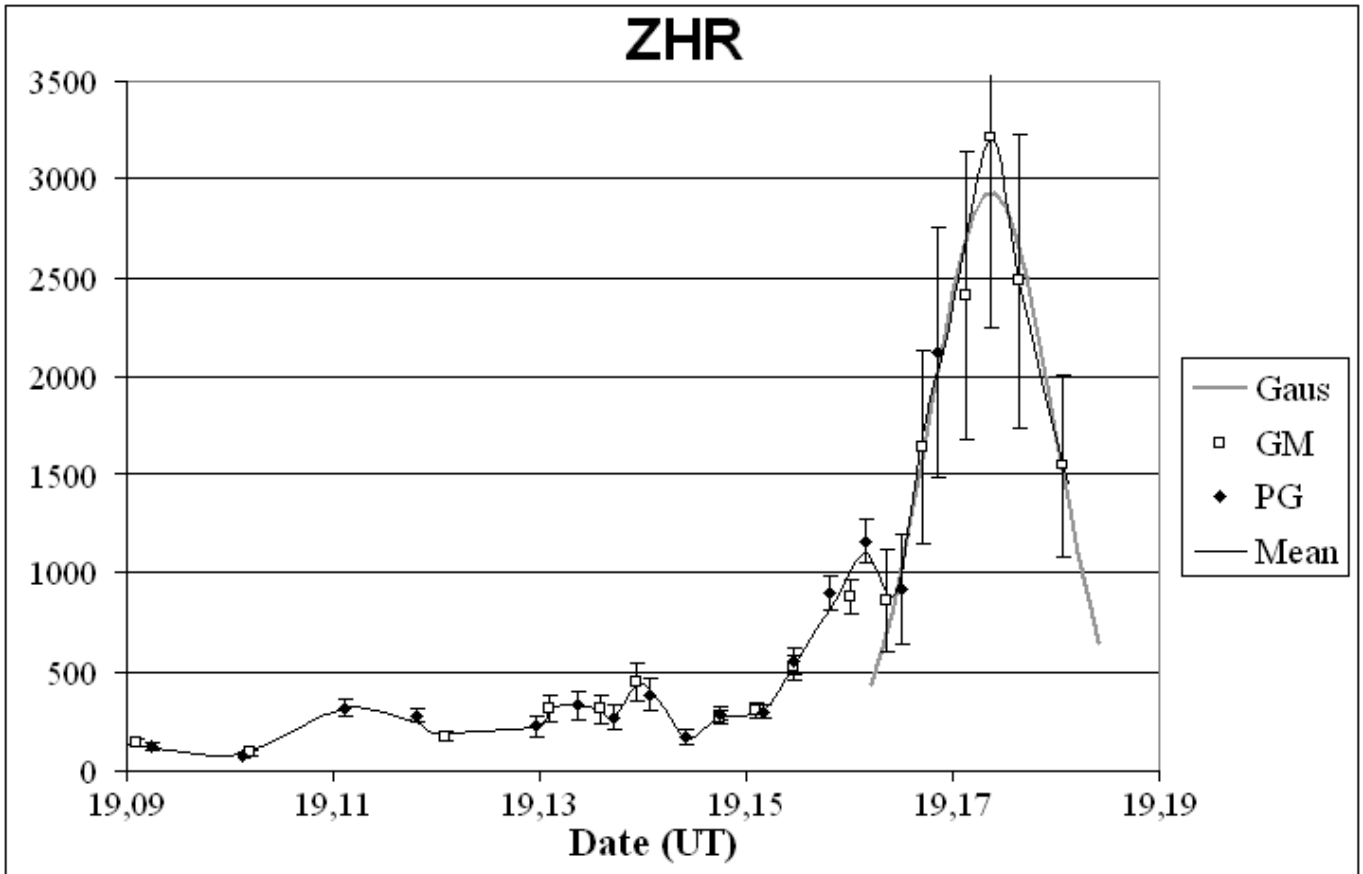


μα 2: Η μεταβολή του δείκτη πληθυσμού  $r$  συναρτήσει του χρόνου.

Το φαινόμενο αυτό της αύξησης του  $r$  καθώς πλησιάζουμε σε μέγιστο δραστηριότητας έχει παρατηρηθεί και στις προηγούμενες καταγιίδες που παρουσίασαν οι Λεοντίδες τα προηγούμενα 3 χρόνια. Από ότι φαίνεται οι καταγιίδες δημιουργούνται με ενίσχυση του αριθμού των αμυδρότερων διαττόντων – ένα φαινόμενο που μέχρι τώρα δεν έχει εξηγηθεί...

#### 6. Η ΡΟΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Όπως εξηγήθηκε στην παράγραφο 4, η ροή των διαττόντων μετριέται με βάση ένα στάνταρ μέγεθος το ZHR. Στην ίδια παράγραφο αναπτύχθηκε η μεθοδολογία αναγωγής των παρατηρήσεων σε ZHR και οι διορθώσεις που πρέπει να εφαρμοστούν. Με βάση τον δείκτη πληθυσμού  $r$  που υπολογίστηκε από τις κατανομές λαμπρότητας στην παράγραφο 5 έγινε και ο υπολογισμός του ZHR, πρώτα ανά παρατηρητή και έπειτα υπολογίστηκε και το μέσο ZHR. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγρ.3 όπου οι κουκίδες σημαίνουν τις τιμές που προκύπτουν από τα παρατηρησιακά δεδομένα και η μαύρη γραμμή είναι το μέσο ZHR. Όπως μπορεί να διαπιστωθεί οι παρατηρήσεις είναι γενικά σε πάρα πολύ καλή συμφωνία μεταξύ τους και αποκαλύπτονται κάποια δευτερεύοντα μέγιστα...



Διάγραμμα 3: Το ZHR συναρτήσει του χρόνου. Οι κουκίδες δείχνουν τις παρατηρησιακές μετρήσεις, ενώ η μαύρη γραμμή το μέσο ZHR. Η γκρι καμπύλη είναι Γκαουσιανή που ταιριάχθηκε στις μετρήσεις γύρω από το μέγιστο.

Τα σφάλματα στο ZHR έχουν υπολογιστεί από την σχέση (όπου  $\Delta m = 6,5 - LM$ ):

$$\delta N = \sqrt{N + \left(\frac{\partial N}{\partial r} \delta r\right)^2} \xrightarrow{N = cr^{\Delta m}} \delta N = \sqrt{N + \left(\Delta m \frac{N}{r} \delta r\right)^2}$$

Όπου ο όρος  $N$  οφείλεται σε στατιστικά αίτια (στατιστική Poisson) ενώ ο δεύτερος όρος απλά εκφράζει το σφάλμα που εισάγεται λόγω του σφάλματος στην εκτίμηση του  $r$ .

Επίσης, στο προφίλ του μέγιστου της δραστηριότητας ταιριάχθηκε (με ελάχιστα τετράγωνα) Γκαουσιανή καμπύλη (παρουσιάζεται με την γκρι καμπύλη στο διαγρ.3) για την καλύτερη εκτίμηση της ροής και του χρόνου του μεγίστου, καθώς και για τον υπολογισμό του εύρους ημισείας τιμής του (FWHM). Το αποτέλεσμα ήταν:

$$ZHR_{\text{peak}} = 2930$$

$$T_{\text{peak}} = 18,17365 \text{ (4:10 UT)}$$

$$\sigma = 0,005967 \Rightarrow \text{FWHM} = 2.35\sigma = 20.2\text{min}$$

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτά τα αποτελέσματα καταδεικνύουν μια σημαντικότερη διαφορά σε σχέση με τα θεωρητικά μοντέλα, το FWHM είναι πολύ μικρότερο από ότι προβλεπόταν (20min αντί 2h). Ενώ το μέγιστο ήρθε με μια μικρή καθυστέρηση της τάξεως των 10-15min. Ωστόσο το  $ZHR_{\text{peak}}$  είναι αρκετά κοντά στην τιμή που προέβλεπαν ξεχωριστά οι Lyytinen και Vaubaillon (περίπου 3500).

Επίσης επαναλήφθηκε το φαινόμενο όπου πριν την καταιγίδα εμφανίζεται πολύ χαμηλός δείκτης πληθυσμού (και συνεπώς πολλοί λαμπροί διάττοντες), ενώ μέσα σε αυτή ο δείκτης αυξάνεται με αποτέλεσμα η καταιγίδα να δημιουργείται ουσιαστικά από τα μικρότερα σωματίδια. Αυτό δείχνει ότι η δυναμική των συγκεκριμένων ρευμάτων μετεωροειδών στο διάστημα είναι τέτοια που τα μικρά σωματίδια έχουν κρατηθεί καλά συγκεντρωμένα.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] "Determination of Spatial Number Density and Mass Index from Visual Meteor Observations", Ralf Koschack and Jurgen Rendtel.

[2] "Leonid Dust Trail Structure and Predictions for 2002", Rob. H. McNaught and David Asher, WGN (journal of IMO) 30:5 (2002).

[3] "Activity Level Prediction for the 2002 Leonids", Jeremie Vaubaillon, WGN 30:5 (2002).

[4] "Bulletin 18 of the International Leonid Watch: Preliminary Analysis of the 2002 Leonid Meteor Shower", Rainer Arlt, Vladimir Krumov, Andreas Buchmann, Javor Kac, Jan Verbert, WGN 30:6 (2002).

[5] "The 2002 Leonids in Poland – preliminary results", Arkadiusz Olech, WGN 31:1 (2003).