

Δρακοντίδες 2011: Μέθοδοι παρατήρησης

Απόστολος Χρήστου¹

1. Γενικά

Τα μετέωρα αφήνουν ίχνη σε ένα μεγάλο μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, από τα ραδιοκύματα μέχρι το υπεριώδες. Συνεπώς οι μέθοδοι παρατήρησής τους είναι πολλές και ποικίλες. Στο οπτικό μέρος του φάσματος προσφέρονται: η οπτική (με γυμνό μάτι), η φωτογραφική, η παρατήρηση video και η φασματογραφική (spectroscopic) παρατήρηση.

Στα παρακάτω εξετάζουμε τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά της επικείμενης έξαρσης των Δρακοντιδών τα οποία έχουν άμεση με τη παρατήρηση, και ακολούθως περιοριζόμαστε στις εξής μεθόδους: την καταγραφή με DSLR, καταγραφή σε video και την διπλοσταθμική καταγραφή Δρακοντιδών η οποία κάνει χρήση των παραπάνω δύο. Για τεχνικές λεπτομέρειες προετοιμασίας και διεξαγωγής παρατήρησης βίντεο (όσο και οπτικής με γυμνό μάτι) ανάγουμε τον αναγνώστη στο άρθρο “Οπτική και βίντεο παρατήρηση διαττόντων”.

2. Τι ξέρουμε/αναμένουμε για τους Δρακοντίδες 2011

Οι Δρακοντίδες έχουν δώσει εξάρσεις, ασθενείς ή ισχυρές, το 1933/46 (καταιγισμοί), 1952, 1985, 1998 και 2005. Η συστηματική τους παρατήρηση με όργανα άρχισε το 1946. Αξιοσημείωτο είναι δε το ότι οι Millman, Korpal και Jacchia (ApJ, 111, 104-133, 1950), οι οποίοι κάλυψαν την έξαρση του 1946 με φωτογραφικές μηχανές και φασματογράφους, έστησαν τον εξοπλισμό τους στην ταράτσα Καναδικής αεροπορικής βάσης μετά από πτήση 2 ωρών σε C-47 Dakota που τους παραχωρήθηκε από την Καναδική Αεροπορία προς αναζήτηση επιτρεπτών καιρικών συνθηκών! Άλλοι καιροί, άλλα ήθη..

Από παρατηρήσεις σαν και αυτές ξέρουμε ότι οι Δρακοντίδες είναι εξαιρετικά *αργοί*; εισέρχονται στην ατμόσφαιρα με ταχύτητα της τάξης των 20 χλμ/δλ, τρεις φορές μικρότερη από αυτή των Περσειδών και μόλις 2-3 φορές μεγαλύτερη από αυτή ενός τεχνητού δορυφόρου σε χαμηλή γήινη τροχιά (Low Earth Orbit - LEO). Παρά ταύτα όμως, το μήκος της διαδρομής τους πριν εξαερωθούν τελείως είναι σχετικά μικρό, μάλλον λόγω της εύθραυστης φύσης τους. Αυτό έχει αποτέλεσμα το μέσο ύψος ενός τυπικού Δρακοντίδη να είναι ~93 χλμ. Η φωτοκαμπύλη τους είναι συμμετρική δηλ. το λαμπρότερο σημείο είναι περίπου στο μέσο της πορείας τους. Παρά ταύτα, κάποιοι “σκάνε”, δηλ. παράγουν μια έκλαμψη κοντά στο τέλος τους. Το χρώμα τους είναι σχετικά λευκό και παρόμοιο με αυτό ενός αστέρα φασματικού τύπου A0 (προσοχή - αυτό δεν σημαίνει ότι έχουν τα ίδια φάσματα).

Οι προβλέψεις για το 2011 μας λένε ότι θα υπάρξουν δύο “επεισόδια” δραστηριότητας, το πρώτο κατά τις 1700 UT (μία ώρα μετά τη δύση του ηλίου στην Ελλάδα) και το δεύτερο κατά τις 2000 UT. Η ακρίβεια με την οποία μπορούν να προβλεφθούν τα μέγιστα των επεισοδίων

¹ Armagh Observatory, College Hill, Armagh BT61 9DG, UK. Email: aac@arm.ac.uk, Webpage: www.arm.ac.uk

είναι της τάξης της ώρας, επιπλέον η αναμενόμενη διάρκεια των είναι της ίδιας τάξης; συνεπώς το πρώτο επεισόδιο μπορεί να είναι σε εξέλιξη κατά το σούρουπο δηλ ενδείκνυται αρχή των παρατηρήσεων *αμέσως μετά τη δύση του ηλίου*.

Ένας σημαντικός παράγοντας θα είναι η Σελήνη, η οποία θα βρίσκεται σε φάση 91% και σε $Aζ=127$, $Υψ=32$ κατά το πρώτο μέγιστο και $Aζ=182$, $Υψ=48$ κατά το δεύτερο. Αν και οπωσδήποτε θα ελαττώσει τον αριθμό των παρατηρήσιμων Δρακοντίδων, υπάρχουν τρόποι ελαχιστοποίησης του προβλήματος.

Πρώτα-πρώτα, καλό είναι να παρεμβληθεί κάποιο αντικείμενο μεταξύ της κάμερας και της Σελήνης όπως ένας τοίχος ή ένας φράχτης. Ένα ψηλό ή απότομο βουνό στα νότια του παρατηρητή θα βοηθούσε, κυρίως στο πρώτο μέγιστο όταν η Σελήνη δεν είναι ακόμη πολύ ψηλά.

Δεύτερον, συνίσταται η χρήση οπτικών συστημάτων που δίνουν πεδίο 30-40 μοιρών. Με αυτό τον τρόπο γίνεται πιο εύκολα η αποφυγή της Σελήνης κατά την πάροδο της νύχτας, αλλά και ελαχιστοποιείται το σήμα από τον φωτισμένο ουρανό λόγω του μικρότερου γωνιακού μεγέθους (angular size) του κάθε εικονοστοιχείου (pixel). Ευρυγώνιοι φακοί μπορούν και αυτοί να χρησιμοποιηθούν (πχ στην καταγραφή των λαμπρότερων, μακρύτερων, Δρακοντίδων) αλλά καλύτερο είναι να συνδυαστούν με φακούς μεσαίου οπτικού πεδίου. Τέλος, τηλεφακοί (πεδίο 10 μοίρες ή μικρότερο) είναι καλύτερο να κατευθυνθούν κοντά στο ακτινοβόλο σημείο (βλ. και Σημείο 4 παρακάτω). Θα καταγράψουν λίγους Δρακοντίδες αλλά με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια θέσης.

Τρίτον, ενδείκνυται η χρησιμοποίηση φωτοασπίδας (baffle) το οποίο να εμποδίζει το σχηματισμό οπτικών φαινομένων (ghosts, lens flares) στην εικόνα αλλά να μην παρεμβάλλεται στο οπτικό πεδίο.

Τέταρτον, έχει σημασία η κατεύθυνση σκόπευσης σε σχέση με το ακτινοβόλο σημείο στο Δράκο. Εκτός από την περίπτωση πολυσταθμικής παρατήρησης, όπου προτεραιότητα έχει ο σωστός τριγωνισμός των παρατηρητών (βλ. παρακάτω) το καλύτερο σημείο για οπτική παρατήρηση είναι σε ύψος περίπου 50 μοιρών και αζιμουθια απόσταση 40 μοιρών εκατέρωθεν του ακτινοβόλου σημείου. Για παρατήρηση με κάμερα, αυτή η απόσταση μπορεί να είναι και μικρότερη, 20-30 μοίρες, αλλά σίγουρα πρέπει να αποφεύγεται η σκόπευση *κατευθείαν* στο ακτινοβόλο σημείο.

Πέμπτον, τυχόν υγρασία, η οποία είναι έτσι και αλλιώς ανεπιθύμητη (συμπύκνωση στους φακούς), θα επιβαρύνει επιπρόσθετα την κατάσταση με το να αυξήσει τη διάχυση του σεληνόφωτος στον ουρανό. Αν υπάρχει δυνατότητα εύρεσης θέσης παρατηρήσεως με ιστορικό χαμηλής υγρασίας, συνίσταται η αξιοποίησή της.

3. Τρόποι Καταγραφής

3.1 Καταγραφή με φωτογραφική μηχανή DSLR

Η *φωτογραφική* παρατήρηση γίνεται συνήθως με άνοιγμα του διαφράγματος φωτογραφικής μηχανής για χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από μερικές δεκάδες λεπτά μέχρι μερικές ώρες. Προσφέρει την ευκολία ότι δεν απαιτείται, εν γένει, η χρήση οδηγητή (dřive) αλλά, από την άλλη μεριά, η μετέπειτα επεξεργασία του φιλμ χρειάζεται προσοχή, και καλό είναι να γίνεται

από τον ίδιο τον φωτογράφο. Αυτή η διαδικασία βέβαια αναιρείται αν κάποιος έχει στη διάθεσή του ψηφιακή κάμερα Single Lens Reflex (DSLR). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που προσφέρει αυτή η μέθοδος είναι η υψηλή διακριτικότητα της επιφάνειας του αισθητήρα (φίλμ ή CCD) . Δεν μπορεί να δώσει όμως πληροφορίες για την ταχύτητα του διάττοντα, εκτός και αν τοποθετηθεί περιστρεφόμενο διάφραγμα (rotating shutter) μεταξύ της κάμερας και του διάττοντα (Εικ. 3.1) ή συνδυαστεί με βιντεοκάμερα σε διπλοσταθμική παρατήρηση.



Εικόνα 3.1. Πάρνωνας, Αύγουστος 2009. Φωτογραφία λαμπρού Περσειδή από την κάμερα SPOSH, με περιστρεφόμενο διάφραγμα, με φόντο το ορειβατικό καταφύγιο του ΕΟΣ Σπάρτης. Φωτογραφία: Stefan Elgner, DLR, ESA/RSSD Meteor Research Group.

Πηγή: <http://www.spartastronomy.gr/astroteams/meteors>

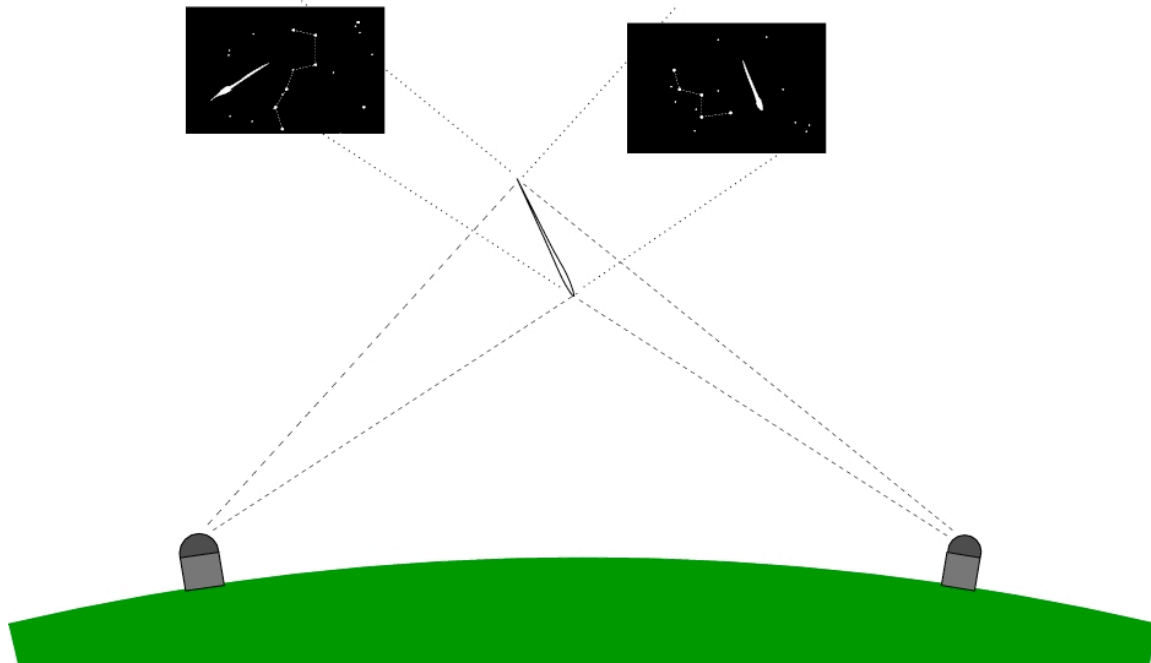
Στην περίπτωση των Δρακοντίδων καλύτερο είναι να γίνονται συνεχείς εκθέσεις της τάξης των μερικών δεκάδων δευτερολέπτων σε ISO < 1200 και ρύθμιση ``B/W`` για μεγαλύτερη ευαισθησία. Η εφαρμογή ενός απαλού κόκκινου, κίτρινου ή ``μείον μπλέ`` φίλτρου θα ``κόψει`` κάτω το (μπλέ) σεληνόφως. Είναι δύσκολο να προβλεφτεί η συχνότητα διαττόντων στις λήψεις αλλά αν η δραστηριότητα είναι εφάμιλλη των Περσειδων τότε αυτή θα είναι της τάξης του 1 ανά 50 λήψεις ή ανά μισή ώρα. Για τη μετέπειτα επεξεργασία, θα ήταν χρήσιμο να γίνεται περιοδικά λήψη darks (πχ με το καπάκι του φακού μπροστά). Για αποθήκευση των ψηφιακών λήσεων θα πρέπει να προτιμηθούν formats όπως το TIFF τα οποία συμπιέζουν τις εικόνες χωρίς απώλεια πληροφοριών (lossless compression). Γι αυτό το λόγο θα ήταν καλό να

χρησιμοποιηθεί και κάρτα μεγάλης χωρητικότητας για να μην βρεθείτε αντιμέτωποι με το ενοχλητικό μήνυμα “CARD FULL” πάνω στο μέγιστο της έξαρσης. Τέλος, αν ο χρόνος έκθεσης είναι αρκετά μεγάλος ή/και το εύρος του πεδίου αρκετά μικρό τότε θα χρειαστεί οδήγηση. Ο περιορισμός αυτός υπεισέρχεται λόγω της ανάγκης να κρατηθούν τα είδωλα των άστρων συμμετρικά για τη μετέπειτα επεξεργασία των δεδομένων. Αν δεν είστε σίγουρος ότι αυτό ισχύει, τότε διαιρέστε το πεδίο σας (σε μοίρες) με την ανάλυση σε pixels και πολλαπλασιάστε το αποτέλεσμα με 60. Αν το αποτέλεσμα είναι τουλάχιστον 3 φορές μικρότερο από το γινόμενο $0.25 \cdot (\text{χρόνος λήψης σε δευτερόλεπτα})$, τότε χρειάζεστε οδήγηση. Μια εναλλακτική λύση είναι να μειώσετε την ανάλυση των λήψεων ή το χρόνο έκθεσης. Πχ. για πεδίο 50° , ανάλυση 2000 pixels και χρόνο έκθεσης 30 δλ. έχουμε $60 \cdot 50 / 2000 = 1.5$ το οποίο είναι 5 φορές μικρότερο του γινομένου $0.25 \cdot 30 = 7.5$ δηλ ή χρειάζεται οδήγηση ή να μειωθεί η ανάλυση (π.χ. στα 1000 pixels) ή μείωση του χρόνου έκθεσης στα 15 δλ. Η τελευταία περίπτωση συνεπάγεται και ανάλογη αύξηση του αναμενόμενου αριθμού των λήψεων άρα και της χωρητικότητας του μέσου αποθήκευσης.

3.2 Καταγραφή σε βίντεο

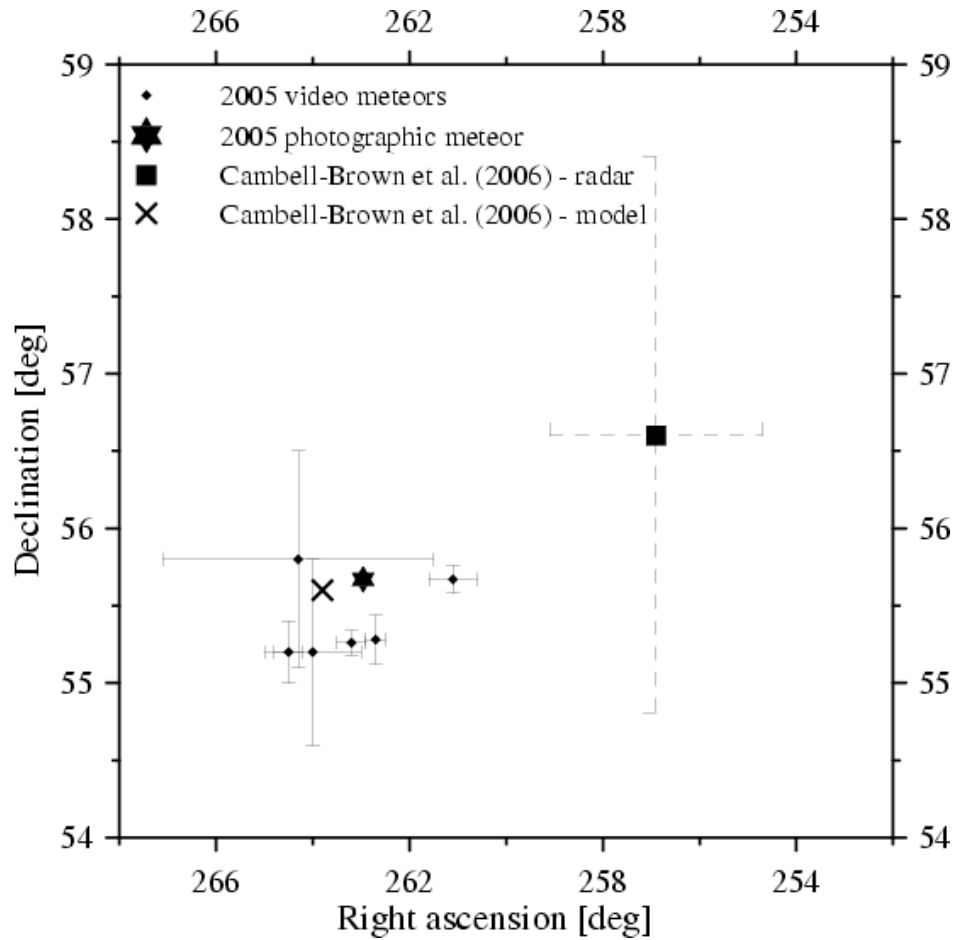
Η καταγραφή διαττόντων με βιντεοκάμερα μοιάζει σε πολλά σημεία με την φωτογραφική, ωστόσο διαφέρει λόγω της ικανότητας του βίντεο να καταγράψει τη μετατόπιση του διάττοντα στο χρόνο, και συνεπώς την *φαινόμενη* ταχύτητά του. Για αυτό το λόγο, είναι πολύ διαδεδομένη μέθοδος σε προσπάθειες διπλοσταθμικής ή πολυσταθμικής καταγραφής διαττόντων (double station ή multi station) όπως θα δούμε παρακάτω. Επιπλέον, οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στις κάμερες τύπου Mintron ή Watec, οι οποίοι έχουν την απαραίτητη φωτοευαισθησία για αστρονομική χρήση, έχουν μειωμένη ανταπόκριση στο μπλέ και αυξημένη στο ερυθρό - εγγύς υπέρυθρο. Έτσι, η ικανότητά τους να καταγράψουν διάττοντες επηρεάζεται λιγότερο από το διάχυτο σεληνόφως. Η συχνότητα καταγραφής εξαρτάται από το οπτικό σύστημα. Για εστιακό λόγο της τάξης του μονάδας, η μέγιστη συχνότητα παρατηρείται σε εστιακά μήκη 6-8 mm ή εύρη πεδίου 40° - 50° και είναι της τάξης των 1 ανά 5-10 λεπτά για μία βροχή όπως οι Περσείδες αλλά σε σκοτεινό ουρανό.

3.3 Διπλοσταθμική καταγραφή.



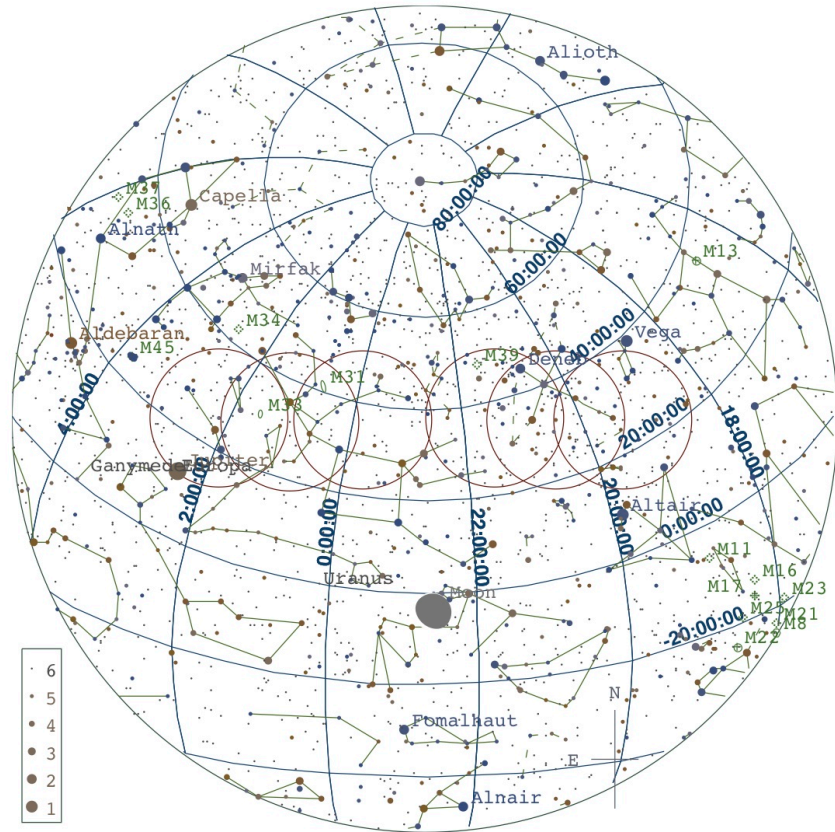
Εικόνα 3.2 Επεξηγηματική απεικόνιση της αρχής που διέπει τη Διπλοσταθμική / πολυσταθμική παρατήρηση. Το μετέωρο καταγράφεται σε διαφορετικό αστρικό πεδίο από κάθε σταθμό, γεγονός που κάνει δυνατό τον τριγωνισμό του.

Η διπλοσταθμική (double station) ή πολυσταθμική (multi station) καταγραφή διαττόντων αξιοποιεί την παραλλακτική μεταβολή της θέσεως του μετεώρου, όπως αυτή φαίνεται από δύο διαφορετικές τοποθεσίες (Εικ. 3.2). Στην περίπτωση που εξετάζουμε εδώ, παρατηρήσεις DSLR και από τις δύο τοποθεσίες δίνουν το ακτινοβόλο σημείο (δηλ τη διεύθυνση κίνησης) του μετεώρου. Επιπρόσθετα, η δυνατότητα καταγραφής με βίντεο σε έναν μόνο από τους δύο σταθμούς επιτρέπει την εκτίμηση και του μέτρου της ταχύτητας. Ξέροντας το διάνυσμα ταχύτητας του διάττοντα ως προς τη Γη και το διάνυσμα θέσης ως προς τον Ήλιο, εξάγουμε και τα δύο αυτά διανύσματα ως προς τον τελευταίο (διότι η θέση της Γης σε κάθε χρονική στιγμή είναι γνωστή). Έτσι μπορεί να υπολογιστεί η ηλιοκεντρική τροχιά των διαττόντων και να συγκριθεί με την προβλεπόμενη, με αυτή του κομήτη ή με αυτή των διαττόντων παλαιότερων εξάρσεων της ίδιας βροχής. Αν η καταγραφές είναι ιδιαίτερα ακριβείς και ελεύθερες από συστηματικά σφάλματα, τότε είναι δυνατό να μετρηθούν ο δείκτης πληθυσμού των εξάρσεων (population index), η φωτομετρική μάζα (photometric mass), ακόμη και η επιβράδυνση (deceleration). Ένα παράδειγμα εξαγωγής ακτινοβόλων σημείων Δρακοντίδων δίνεται στην Εικόνα 3.3. Εδώ φαίνεται ότι τα ακτινοβόλα σημεία των διαττόντων που παρατηρήθηκαν οπτικά και με ραντάρ είναι σαφώς διαφορετικά, γεγονός που μάλλον οφείλεται στην διαφορετική ταχύτητα εκτόξευσης τους από τον κομήτη.



Εικόνα 3.4 Ακτινοβόλα σημεία των Δρακοντίδων της έξαρσης του 2005 από διαφορετικές τεχνικές. Οι κάθετες και οριζόντιες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα σφάλματα μέτρησης. Πηγή: Koten et al, *A&A*, 466, 729-735, 2007.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή διπλοσταθμική παρατήρηση είναι η ακριβής στόχευση στον ουρανό, εφόσον πρέπει να καλυφθεί ο ίδιος χώρος και στο σωστό ύψος στην ατμόσφαιρα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το τελευταίο είναι ~93 χλμ.



Εικόνα 3.4 Ο ουρανός της Ελλάδας όπως θα φαίνεται κατά τη διάρκεια του 2ου μεγίστου των Δρακοντίδων στις 11μμ ώρα Ελλάδας. Οι κόκκινοι κύκλοι εκατέρωθεν του ζενίθ αντιπροσωπεύουν τα οπτικά πεδία διπλοσταθμικού δικτύου καταγραφής τους με τις θέσεις παρατήρησης σε αποστάσεις 50, 100 και 150 χλμ και με προσανατολισμό Ανατολικά-Δυτικά.

Η Εικόνα 3.4 δείχνει την σκόπευση από δύο σταθμούς σε προσανατολισμό ανατολικά-δυτικά εξοπλισμένους με οπτικά συστήματα πεδίου 30° και σε απόσταση 50, 100 και 150 χλμ. Γενικά, όσο πιο μακριά βρίσκονται οι δύο σταθμοί, τόσο πιο χαμηλά πρέπει να στοχεύσει κάποιος. Ο ανατολικός σταθμός σκοπεύει δεξιά του ζενίθ, δηλ. δυτικά, και ο δυτικός αριστερά του, δηλ. ανατολικά. Για καλύτερα αποτελέσματα, ενδείκνυνται αποστάσεις μέσα σε αυτά τα όρια. Είναι δε σημαντικό να αποφευχθούν προσανατολισμοί ΒΔ-ΝΑ ή Β-Ν, διότι αυτοί ουσιαστικά μηδενίζουν την παρατηρήσιμη παράλλαξη.