

Οδηγός Παρατήρησης Ηλίου της AAVSO

Έκδοση 1.1 – Οκτώβριος 2017



AAVSO

49 Bay State Road
Cambridge, MA 02138
phone: +1 617 354-0484
email: aavso@aavso.org

Copyright 2017 AAVSO
ISBN 978-1-939538-57-4

Περιεχόμενα

Ενότητες:		<i>σελίδα</i>
1.	Εισαγωγή και σκοπός	2
2.	Προειδοποιητική σημείωση	3
3.	Μέθοδοι παρατήρησης του Ηλίου	5
4.	Εξοπλισμός	9
5.	Οδηγίες παρατήρησης και καταγραφής	18
6.	Υποβάλλοντας τις παρατηρήσεις	21
7.	Ταξινόμηση των ηλιακών κηλίδων	23
8.	Πηγές	24
 Παραρτήματα:		
A	Συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής	25
B	Σύστημα ταξινόμησης της Ζυρίχης	29
Γ	Σύστημα ταξινόμησης του McIntosh	31
Δ	Προσανατολισμός και εύρεση του ισημερινού του Ήλιου	32

1. Εισαγωγή και σκοπός

Ο Ήλιος είναι το πλησιέστερο μεταβλητό αστέρι μας και είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον να τον παρατηρήσουμε από πολλές απόψεις. Η κύρια δραστηριότητα του Ηλιακού Τμήματος της AAVSO είναι η παρακολούθηση των ηλιακών κηλίδων από τις οποίες υπολογίζονται οι Αμερικανικοί Σχετικοί Αριθμοί Ηλιακών Κηλίδων ή American Relative Sunspot Numbers (RA). Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε το 1944 όταν σχηματίστηκε για πρώτη φορά η Ηλιακή Επιτροπή, ως απάντηση στη δυσκολία απόκτησης επίσημων μετρήσεων ηλιακών κηλίδων από την Ελβετία κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Το πρόγραμμα American Relative Sunspot Numbers της AAVSO, παράγει έναν ανεξάρτητο κατάλογο ηλιακών κηλίδων για τη χρήση του από ερευνητές του Ήλιου σε όλο τον κόσμο.

Ο σκοπός του προγράμματος είναι η διατήρηση μιας μακροχρόνιας και συνεπής βάσης δεδομένων από οπτικές παρατηρήσεις της ηλιακής δραστηριότητας. Η συνέχεια με παλαιότερες καταγραφές προϋποθέτει τη χρήση φίλτρου λευκού φωτός και οπτικές εκτιμήσεις.

Ο οδηγός αυτός έχει σκοπό να καθοδηγήσει τον αναγνώστη για το πως μπορεί να κάνει οπτικές παρατηρήσεις των ηλιακών κηλίδων σε καθημερινή βάση. Ο κύριος σκοπός είναι να ενθαρρύνει και να διατηρήσει μία ειδική ομάδα κατάλληλα εκπαιδευμένων και εξειδικευμένων ηλιακών παρατηρητών για να διασφαλίσει τη συνέπεια της μακροχρόνιας βάσης δεδομένων. Ένας άλλος σκοπός είναι η ενθάρρυνση ασφαλών μεθόδων παρατήρησης.

Ευχαριστίες

Κύριοι συγγραφείς:

Frank Dempsey

Raffaello Braga

Συνεισφέροντες:

Rodney Howe, Πρόεδρος Ηλιακού Τμήματος

Dr. Kristine Larsen

Dr. B. Ralph Chou (για συστάσεις όσον αφορά την ασφαλή παρατήρηση)

Tom Fleming (για τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στα παραρτήματα)

Μετάφραση στην Ελληνική γλώσσα:

Γεώργιος Λέκκας

2 Προειδοποιητική σημείωση - ΠΑΡΑΚΑΛΩ ΔΙΑΒΑΣΤΕ

Η παρατήρηση του Ηλίου, ειδικά με ένα τηλεσκόπιο, είναι μία επικίνδυνη διαδικασία που απαιτεί αυστηρή εφαρμογή των πρωτοκόλλων ασφαλείας. Ο Ήλιος είναι ένα ξεχωριστό αντικείμενο ανάμεσα στα αντικείμενα που κυνηγάνε οι παρατηρητές τις AAVSO επειδή είναι πολύ φωτεινό. Η πιο σημαντική κατευθυντήρια γραμμή παρατήρησης του Ηλίου είναι η ασφαλής παρατήρηση. Αυτό δεν μπορεί να τονιστεί αρκετά, και αν είστε αβέβαιοι σχετικά με τις παρακάτω συστάσεις εξοπλισμού και ασφάλειας, παρακαλώ ζητήστε βοήθεια πριν προχωρήσετε στην παρατήρηση του Ήλιου με τον εξοπλισμό σας.

Η απευθείας παρατήρηση του Ήλιου μέσα από ένα τηλεσκόπιο χωρίς ειδικό φίλτρο, έστω και για λίγο, μπορεί να έχει ως συνέπεια την ολική απώλεια όρασης.

Η πιο ασφαλής μέθοδος παρατήρησης της ηλιακής φωτόσφαιρας με ένα τηλεσκόπιο είναι με τη μέθοδο της ηλιακής προβολής χρησιμοποιώντας ένα διοπτρικό τηλεσκόπιο. (περιγράφεται στην ενότητα 3).

Ποτέ μην κοιτάξετε απευθείας τον Ήλιο χωρίς τη προστασία από ένα φίλτρο ειδικά σχεδιασμένο για αυτό το σκοπό.

Ο πολύ υψηλός κίνδυνος παρατήρησης του Ήλιου μέσα από ένα τηλεσκόπιο μπορεί να μειωθεί σε αποδεκτά επίπεδα με την τοποθέτηση κατάλληλου ηλιακού φίλτρου στο άνοιγμα του τηλεσκοπίου (περιγράφεται στην ενότητα 3), που αποτρέπει το μεγαλύτερο ποσοστό υπεριώδους, οπτικής και υπέρυθρης ακτινοβολίας να εισέλθει στο τηλεσκόπιο. Τα ηλιακά φίλτρα πρέπει να είναι *ασφαλώς* στερεωμένα στο μπροστινό άνοιγμα του τηλεσκοπίου.

Αν σκοπεύετε να παρατηρήσετε απευθείας τον Ήλιο, τοποθετήστε ένα φίλτρο που να πιάνει όλο το άνοιγμα του τηλεσκοπίου, ή, αν έχετε μειώσει τη κανονική διάμετρο τοποθετήστε το φίλτρο πάνω από την καινούργια, μικρότερη διάμετρο που έχει δημιουργηθεί. Υπάρχουν πολλά υλικά που διατίθενται στην αγορά, όπως Mylar με επικάλυψη αλουμινίου, σύνθετα υλικά από νικέλιο και μεμβράνες ειδικές για ηλιακή παρατήρηση. Ένα πρίσμα Herschel πρέπει να χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις συστάσεις των κατασκευαστών. ***Μη χρησιμοποιείτε παλαιότερο εξοπλισμό, όπως ένα "ηλιακό φίλτρο" που είναι τοποθετημένο μέσα στον προσοφθάλμιο φακό.***

Θυμηθείτε ότι η θερμότητα από τον Ήλιο αποτελεί κίνδυνο για τον εξοπλισμό και συγκεκριμένα για τους ερευνητές ή τους προσοφθάλμιους φακούς με τσιμεντένια στοιχεία. Αν σκοπεύετε να παρατηρήσετε με την μέθοδο της προβολής, ρυθμίστε την εστίαση αρκετά πιο έξω από εκεί που θα την ρυθμίζατε για απευθείας παρατήρηση και μετά εστιάστε σιγά σιγά πάνω στην επιφάνεια της προβολής. Μπορεί να θελήσετε να χρησιμοποιήσετε παλαιού στυλ προσοφθάλμιους φακούς όπως για παράδειγμα, Ramsden ή Huygenian αντί για νεότερου στυλ προσοφθάλμιους φακούς πολλαπλών στοιχείων επειδή τα πρώτα δεν χρησιμοποιούν κόλλες στην κατασκευή τους. Τέλος, τοποθετήστε το καπάκι μπροστά στον ερευνητή σας ή αφαιρέστε τελείως τον ερευνητή αν κάνετε μόνο ηλιακή παρατήρηση

3. Μέθοδοι παρατήρησης του Ήλιου

Οι δύο τρόποι παρατήρησης της Ηλιακής επιφάνειας με τηλεσκόπιο είναι, με απευθείας παρατήρηση μέσα από το τηλεσκόπιο με χρήση ειδικού φίλτρου (κατασκευασμένο ειδικά για αυτό το σκοπό) καλύπτοντας το μπροστινό άνοιγμα του τηλεσκοπίου, και με προβολή της αφιльтράριστης εικόνας πάνω σε μια οθόνη προβολής (πέτασμα). Άλλες μέθοδοι παρατήρησης, όχι εφαρμόσιμες στους οπτικούς παρατηρητές τις AAVSO, περιέχουν φωτογράφιση με CCD και webcam κάμερες στη θέση του προσοφθάλμιου φακού, και ειδικά μονοχρωματικά ηλιακά τηλεσκόπια όπως για παράδειγμα τηλεσκόπια Υδρογόνου-A (H-Alpha)

Για απευθείας παρατήρηση, είναι αναγκαία η χρήση φίλτρου λευκού φωτός που θα καλύπτει το άνοιγμα του τηλεσκοπίου. Το φίλτρο πρέπει να προστατεύει το μάτι από την έντονη υπεριώδης, οπτική και υπέρυθη ακτινοβολία, και να προστατεύει το τηλεσκόπιο από τη θέρμανση. Το φίλτρο εξασθενεί το εισερχόμενο φως και αφήνει μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό να περάσει μέσα στο τηλεσκόπιο. Τα καινούργια ηλιακά φίλτρα ακολουθούν το καινούργιο πρότυπο ISO 12312-2: 2015 *Eye and face protection — Sunglasses and related eyewear — Part 2: Filters for direct observation of the sun.*

Η απευθείας παρατήρηση μέσα από τηλεσκόπιο με τη χρήση ηλιακού φίλτρου, είναι η πιο κοινή μέθοδος παρατήρησης. Τα πλεονεκτήματα σε σχέση με τη μέθοδο της προβολής είναι η δυνατότητα να ξεχωρίσετε μικρές λεπτομέρειες πάνω στην ηλιακή επιφάνεια, ο περιορισμός της θερμότητας μέσα στο τηλεσκόπιο και η δυνατότητα να αξιολογήσετε την ατμοσφαιρική διαταραχή (seeing).

Προσοχή: Πάντα θυμηθείτε ότι το φίλτρο πρέπει να είναι ασφαλώς στερεωμένο στο μπροστινό μέρος του τηλεσκοπίου και ότι δεν μπορεί να αφαιρεθεί καταλάθος όταν το τηλεσκόπιο στοχεύει στον Ήλιο. Επιπλέον, το φίλτρο πρέπει να εξεταστεί ενδελεχώς για σχισμές πριν από κάθε παρατήρηση (όπως περιγράφεται στην ενότητα 4).



Το ηλιακό φίλτρο εφαρμόζει σωστά μπροστά από τη διάμετρο.

Υπάρχουν δύο τρόποι παρατήρησης του Ήλιου με τη μέθοδο της προβολής. Ο πρώτος είναι παρατήρηση με προβολή πάνω σε μία οθόνη προβολής (πέτασμα) με χρήση τηλεσκοπίου χωρίς ειδικό φίλτρο και ο δεύτερος με χρήση της συσκευής “Sunspotter”.

Με τη μέθοδο της προβολής αποφεύγεται ο κίνδυνος να κοιτάξει κάποιος τον Ήλιο απευθείας μέσα από το τηλεσκόπιο και επιτρέπει να γίνεται παρατήρηση από πολλούς παρατηρητές ταυτόχρονα.



Η μέθοδο της προβολής μέσα από ένα διοπτρικό τηλεσκόπιο με χρήση της πυραμίδας Hossfield.

Προσοχή: Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της προβολής με ένα αφιλτράριστο τηλεσκόπιο, χρειάζεται επιπλέον προσοχή έτσι ώστε το φως που θα πέσει στην οθόνη της προβολής να μην χτυπήσει στα μάτια ή σε άλλο μέρος του σώματος καθώς μπορεί να προκληθεί απώλεια όρασης ή σοβαρό έγκαυμα.

Γενικά, η παρατήρηση με ένα τηλεσκόπιο 6 ιντσών (150 mm) είναι ο καλύτερος συνδυασμός ανάμεσα στην λαμπρότητα και στην ευκρίνεια (καθώς μεγαλύτερα τηλεσκόπια μπορεί να επιφέρουν χαμηλό κοντράστ ενώ μικρά τηλεσκόπια μπορούν να επιφέρουν δυσκολία στον διαχωρισμό και τη παρατήρηση μικρών κηλίδων).

Ένας χρήσιμος τύπος για τον υπολογισμό της απόστασης (σε mm) που πρέπει να τοποθετηθεί η οθόνη της προβολής χρησιμοποιώντας ένα τηλεσκόπιο 150 χιλιοστών (6 ιντσών – 150 mm) είναι:

$$\text{Απόσταση} = f(16050/F + 1)$$

Όπου f η εστιακή απόσταση του προσοφθαλμίου σε mm and F η εστιακή απόσταση του τηλεσκοπίου σε mm.

(Πηγή: “*Observing the Solar System: the modern astronomer’s guide*” by G. North)

Σημειώστε ότι επειδή η φαινομενική διάμετρος του Ήλιου αλλάζει κατά τη διάρκεια του χρόνου (εξαιτίας της εκλειπτικής τροχιάς της Γης γύρω από τον Ήλιο), η υπολογισμένη απόσταση είναι κατά προσέγγιση και πρέπει να ρυθμιστεί εκ νέου για να φέρει την ηλιακή εικόνα στην κατάλληλη διάμετρο.

4. Εξοπλισμός

Τι είδους τηλεσκόπιο;

Μπορεί να έχετε ήδη ένα διοπτρικό, κατοπτρικό ή ένα σύνθετο τηλεσκόπιο φακού-καθρέφτη (π.χ. SCT ή Maksutov). Όλα τα είδη είναι εντάξει για απευθείας παρατήρηση με χρήση ειδικού ηλιακού φίλτρου. Στην πραγματικότητα, τα διοπτρικά είναι ελαφρώς καλύτερα και παρέχουν πιο ευκρινείς και υψηλότερης αντίθεσης εικόνες από τα κατοπτρικά, τα οποία έχουν μικρές επιπτώσεις περιθλασης που προκαλούνται από εμπόδια στην πορεία του φωτός, αλλά κάθε τηλεσκόπιο εξοπλισμένο με ένα ειδικό ηλιακό φίλτρο είναι κατάλληλο για να αρχίσετε να το χρησιμοποιείτε για παρατηρήσεις ηλιακών κηλίδων.

Για την ηλιακή προβολή, τα διοπτρικά είναι καλύτερα λόγω της ελάχιστης παρεμπόδισης του εστιασμένου φωτός και για τη μηχανική τοποθέτηση οθόνης της προβολής. Τα Νευτώνεια κατοπτρικά δεν συνιστώνται για παρατήρηση με τη μέθοδο της προβολής. Τα κατοπτρικά είναι γενικά μεγαλύτερα από τα περισσότερα μικρά διοπτρικά που χρησιμοποιούνται για ηλιακές παρατηρήσεις και συγκεντρώνουν πολύ περισσότερη θερμότητα στο εστιακό επίπεδο δημιουργώντας έτσι υψηλότερο κίνδυνο βλάβης στο τηλεσκόπιο από τα μικρότερα διοπτρικά. Πολλά καλά ηλιακά φίλτρα είναι διαθέσιμα για το μπροστινό μέρος των κατοπτρικών τηλεσκοπίων και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για απευθείας παρατήρηση και όχι για προβολή.

Τα SCT και άλλα σύνθετα τηλεσκόπια δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται επειδή οι κλειστοί σωλήνες μπορεί να θερμανθούν και να βλάψουν τον δεσμό τσιμέντου που συγκρατεί το δευτερεύον κάτοπτρο και την υποστήριξή του πάνω στην διορθωτική πλάκα ενώ εσωτερικά διαφράγματα μπορεί επίσης να πάθουν ζημιά. Τα προσοφθάλμια με τσιμεντένια στοιχεία μπορεί να υποστούν βλάβη από τη θερμότητα που διέρχεται στο προσοφθάλμιο. Επίσης, αποφύγετε τη χρήση ενός προσοφθάλμιου φακού σταυρόνημα, επειδή μπορεί να λιώσει από την έντονη εστιασμένη εικόνα του ήλιου.

Τι διάμετρο τηλεσκοπίου;

Δεν χρειάζεται μεγάλη διάμετρος. Διάμετροι στην περιοχή των 50-80 χιλιοστών είναι επαρκής. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι το τηλεσκόπιο που χρησιμοποιείται για την καθημερινή μέτρηση ηλιακών κηλίδων στη Ζυρίχη για πολλά χρόνια από τον Rudolf Wolf και τους διαδόχους του ήταν ένα διοπτρικό 80 χιλιοστών. Διάμετροι μεγαλύτερα από 100-125 χιλιοστά περιορίζονται από τις ατμοσφαιρικές διαταραχές. Αν παρατηρήσετε συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής που να επιτρέπουν παρατηρήσεις σε δευτερόλεπτα τόξου (ή καλύτερα) στην τοποθεσία παρατήρησής σας κατά τη διάρκεια της ημέρας, τότε μία διάμετρος 125 χιλιοστών ή μεγαλύτερη θα μπορούσε να δικαιολογηθεί για να παρατήρηση του Ήλιου σε μία ανάλυση δευτερολέπτων τόξου..

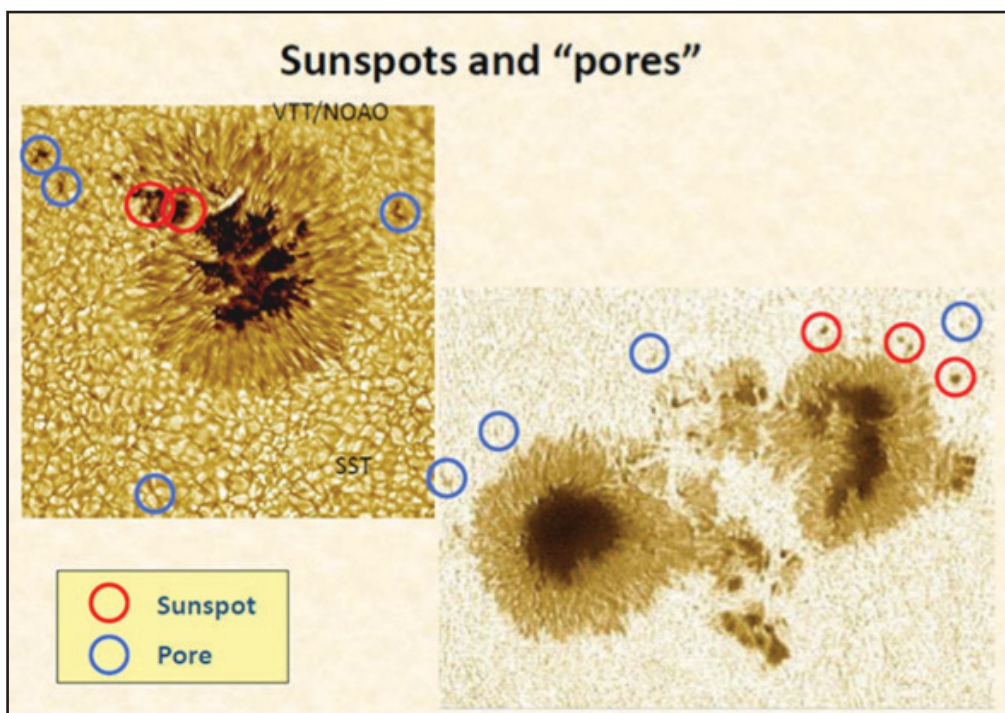
Διάμετροι μικρότεροι των 125 χιλιοστών έχουν ανάλυση που περιορίζεται από θεωρητικούς περιορισμούς σε μεγαλύτερη από ένα δευτερόλεπτο τόξου, αλλά οι περισσότεροι παρατηρητές πιθανότατα έχουν συνθήκες παρατήρησης κατά τη διάρκεια της ημέρας χειρότερες από ένα δευτερόλεπτο τόξου. Όποιο τηλεσκόπιο κι αν έχει ένας ερασιτέχνης αστρονόμος, πιθανότατα θα δουλέψει καλά. Οι παρατηρητές του ηλιακού τμήματος της AAVSO που συνεισφέρουν στην καταμέτρηση των ηλιακών κηλίδων χρησιμοποιούν διαμέτρους από περίπου 40 χιλιοστά έως και 200 χιλιοστά.

Εάν αγοράσετε ένα διοπτρικό τηλεσκόπιο για παρατήρηση με προβολή ή μέσω ενός πρίσματος Herschel, ο χρήστης πρέπει να σιγουρευτεί ότι το όργανο δεν έχει πλαστικά μέρη κοντά στην αντικειμενική εστίαση, όπως είναι συνηθισμένο σε πολλά φθηνά διοπτρικά που πωλούνται σε πολυκαταστήματα. Γενικά, τα αχρωματικά διοπτρικά 100 χιλιοστών έχουν αξιοπρεπή οπτικά χωρίς πλαστικά μέρη, ενώ τα αποχρωματικά διοπτρικά σε μικρότερα μεγέθη είναι ακόμη καλύτερα κατασκευασμένα και είναι επίσης καλά για ηλιακή παρατήρηση. Για ηλιακή προβολή, μία διάμετρος μεγαλύτερο από 80-100 χιλιοστά μπορεί να επιτρέψει σε υπερβολική ποσότητα θερμότητας να περάσει από το επίπεδο της εικόνας του τηλεσκοπίου και να θολώσει την εικόνα.

Πόση μεγέθυνση;

Η μεγέθυνση που χρησιμοποιείται για την καταμέτρηση των ηλιακών κηλίδων είναι σημαντική, αλλά οι ατμοσφαιρικές συνθήκες μπορούν να περιορίσουν τη μέγιστη χρησιμοποιήσιμη μεγέθυνση, ενώ μία σταθερή ατμοσφαιρική διαταραχή επιτρέπει υψηλή μεγέθυνση. Η υπερβολική μεγέθυνση στο τηλεσκόπιο μπορεί να αναγκάσει τους παρατηρητές να μετρήσουν τους βραχύβιους πόρους (που δεν πρέπει να μετρηθούν) παρά τις μεγαλύτερες ηλιακές κηλίδες. Οι πόροι είναι τυχαίες δομές που εμφανίζονται ως πολύ μικρές κηλίδες χωρίς παρασκιά και αλλάζουν γρήγορα (με διάρκεια ζωής συνήθως λιγότερο από μία ώρα και υπαγορεύεται από τη δυναμική της κοκκίασης) και μπορεί να αμαυρώσουν τις θέσεις των νεοσχηματιζόμενων ηλιακών κηλίδων. Ο παρατηρητής ηλιακών κηλίδων θα πρέπει να εξοικειωθεί με τους πόρους, προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχυση τους με ηλιακές κηλίδες.

Οι πόροι έχουν ασαφή εμφάνιση, χαμηλή αντίθεση, χωρίς καθορισμένο σχήμα και δεν είναι σκοτεινές περιοχές, ενώ μία πραγματική ηλιακή κηλίδα έχει οξύ περίγραμμα, υψηλή αντίθεση και σκοτεινό πυρήνα. Εάν η μεγέθυνση είναι πολύ χαμηλή, μπορεί να είναι δύσκολο να καθοριστούν αυτά τα χαρακτηριστικά. Η παρακάτω απεικόνιση δείχνει ένα παράδειγμα ηλιακών κηλίδων και πόρων. Όσο υψηλότερη είναι η μεγέθυνση, τόσο πιο ξεκάθαρα διακρίνονται οι μικρές κηλίδες και οι πόροι σε καλές ατμοσφαιρικές συνθήκες, αλλά υπάρχει ο κίνδυνος να μετρηθεί ένας πόρος ως ηλιακή κηλίδα. Από την άλλη, απαιτείται μεσαία έως υψηλή μεγέθυνση για τη σαφή διάκριση μεταξύ τους.



Απεικόνιση των ηλιακών κηλίδων και των πόρων. (Η φωτογραφία είναι ευγενική παραχώρηση του Frédéric Clette.)

Μια καλή κατευθυντήρια γραμμή είναι η σάρωση του δίσκου με πολλές διαφορετικές μεγεθύνσεις. Χρησιμοποιήστε χαμηλή μεγέθυνση (40x-50x) και μεσαία μεγέθυνση (60x-70x) για να δείτε ολόκληρο το δίσκο και να αναγνωρίσετε τις κύριες ομάδες και τις δομή τους. Εάν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες το επιτρέπουν, χρησιμοποιήστε υψηλή μεγέθυνση (80x-90x) για να εντοπίσετε μικροσκοπικές ομάδες και να κάνετε μία ακριβή μέτρηση κηλίδων κατά τον εντοπισμό και την εξαίρεση των πόρων.

Ως κατευθυντήρια γραμμή, η μεγέθυνση που θα σας επιτρέψει να δείτε όλες τις λεπτομέρειες είναι ίση με το ήμισυ του ανοίγματος σε χιλιοστά, αλλά στην πράξη απαιτείται κάτι περισσότερο, ας πούμε 1,5 φορές αυτή την τιμή, δηλαδή μια μεγέθυνση 60x για ένα άνοιγμα 80 χιλιοστών, το οποίο είναι μια τυπική τιμή για την καταμέτρηση ηλιακών κηλίδων. Εάν υποθέσουμε ότι η μικρότερη κηλίδα που μπορούμε να διασπάσουμε έχει φαινόμενο μέγεθος 3 δευτερόλεπτα τόξου (arcsecs), τότε η καταμέτρηση κηλίδων δεν επηρεάζεται σημαντικά από το άνοιγμα του τηλεσκοπίου επειδή ένα διοπτρικό 80 χιλιοστών είναι ήδη ικανό να διασπάει 1,5 δευτερόλεπτα τόξου, το οποίο είναι μικρότερο από το μέσο όρο της ατμοσφαιρικής διαταραχής (συνήθως περίπου 2 δευτερόλεπτα τόξου).

Πως υπολογίζω τη μεγέθυνση;

Η μεγέθυνση υπολογίζεται διαιρώντας την εστιακή απόσταση του τηλεσκοπίου σε χιλιοστά (mm) με την εστιακή απόσταση του προσοφθάλμιου φακού σε χιλιοστά (mm), ή από τον τύπο:

Μεγέθυνση = (εστιακή απόσταση τηλεσκοπίου) / (εστιακή απόσταση προσοφθάλμιου φακού).

Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας ένα τηλεσκόπιο εστιακής απόστασης 1000 χιλιοστών και έναν προσοφθάλμιο φακό με εστιακή απόσταση 20 χιλιοστών, η μεγέθυνση που θα έχουμε θα είναι:
μεγέθυνση = (1000 mm) / (20 mm) = 50.

Η χρησιμοποιώντας τη διάμετρο του τηλεσκοπίου σε χιλιοστά και τον εστιακό του

λόγο, η μεγέθυνση υπολογίζεται από τον τύπο:

Μεγέθυνση = [(διάμετρος) x (εστιακός λόγος)] / (εστιακή απόσταση προσοφθάλμιου φακού).

Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας ένα τηλεσκόπιο με διάμετρο 80 χιλιοστών, εστιακού λόγου f8 και έναν προσοφθάλμιο φακό εστιακής απόστασης 10 χιλιοστών, η μεγέθυνση είναι [(80 mm) x 8] / (10 mm) = 64.

Ένας χρήσιμο εργαλείο για μετρήσεις: <http://www.skyandtelescope.com/observing/skyandtelescope-coms-scope-calculator/>

Τι φίλτρο;

Τα ηλιακά φίλτρα κατασκευάζονται ως μεταλλικές επικαλύψεις σε γυαλί ή υπόστρωμα αλουμινοχάρτου. Τα φίλτρα σε ευρεία χρήση κατασκευάζονται γενικά από την Baader Planetarium (AstroSolar Safety Film) ή από την Thousand Oaks Optical. Νωρίτερα, αξιόπιστα ηλιακά φίλτρα έγιναν επίσης από τον Roger Tuthill Co., που ονομάζονται Solar Skreen και μερικά από αυτά μπορεί να εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται. Προτεραιότητα κατά τη χρήση φίλτρου είναι να εξασφαλίσετε μια κατάλληλη και ασφαλή τοποθέτηση του στο άνοιγμα του τηλεσκοπίου πριν από κάθε χρήση. Ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την επιλογή ενός ηλιακού φίλτρου μπορεί να βρεθούν στην ιστοσελίδα:

<http://oneminuteastronomer.com/999/choose-solar-filter/>.

Προσοχή: Μην χρησιμοποιείτε ποτέ ηλιακά φίλτρα που κουμπώνουν στο κάτω μέρος του προσοφθαλμίου! Τα φίλτρα αυτά διανεμήθηκαν τα προηγούμενα χρόνια από

πολυκαταστήματα πώλησης τηλεσκοπίων και μερικά από αυτά εξακολουθούν να υπάρχουν. Είναι επικίνδυνα επειδή μπορούν να σπάσουν από το έντονο εστιασμένο ηλιακό φως. Θα πρέπει να απορρίπτονται προκειμένου να αποφεύγεται η χρήση τους από κάποιον ανυποψίαστο μελλοντικό ιδιοκτήτη.

Προσοχή: Φροντίστε να στοχεύσετε το τηλεσκόπιο μακριά από τον ήλιο πριν αφαιρέσετε το καπάκι και εφαρμόσετε το ηλιακό φίλτρο. Το ηλιακό φίλτρο πρέπει να εξετάζεται ενδελεχώς για ελαττώματα πριν από κάθε χρήση με το τηλεσκόπιο. Συνιστάται μία διαδικασία τριών βημάτων:

1. Επιθεωρήστε οπτικά το φίλτρο για τυχόν ρωγμές στην ανακλαστική επιφάνεια.
2. Κρατήστε το φίλτρο προς την κατεύθυνση του ήλιου και κοιτάξτε μέσα από αυτό με τα μάτια σας. Βεβαιωθείτε ότι το φίλτρο κρατιέται ανάμεσα στα μάτια σας και τον ήλιο. Εάν το αφιλτράριστο ηλιακό φως μπορεί να φανεί μέσα από το φίλτρο σε μεγαλύτερο μέγεθος από μία μικροσκοπική καρφίτσα, το φίλτρο πρέπει να πεταχτεί άμεσα. Οι μικροσκοπικές τρύπες στο μέγεθος καρφίτσας μπορούν να διορθωθούν. Μπορείτε να βρείτε μερικές συμβουλές συντήρησης στην ιστοσελίδα του Thousand Oaks: <http://www.thousandoaksoptical.com/tech.html>.
3. Μόλις τοποθετήσετε το φίλτρο και το τηλεσκόπιο στοχεύει προς τον ήλιο (δείτε παρακάτω), κοιτάξτε μέσα από τη διαγώνιο πριν τοποθετήσετε το προσοφθάλμιο. Πιθανά ελαττώματα στο φίλτρο θα εμφανιστούν ως φωτεινά σημεία στην μη εστιασμένη εικόνα.

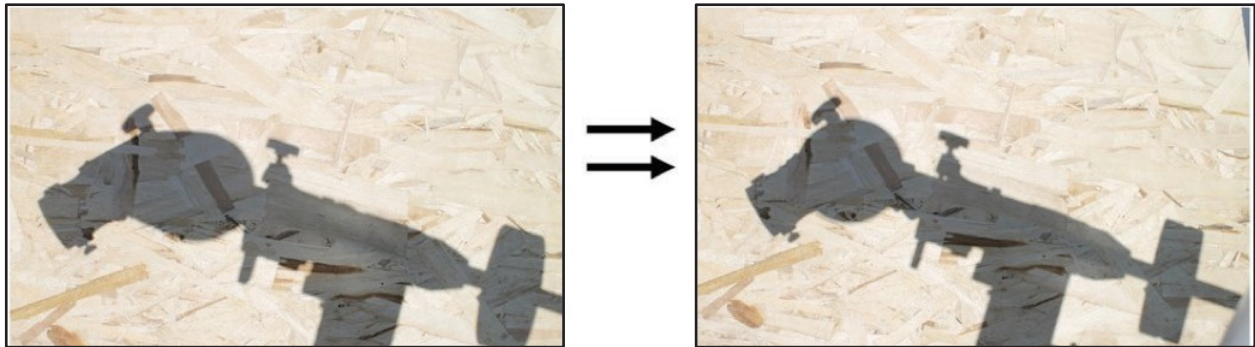
Προσοχή: Καλύψτε ή αφαιρέστε τον ερευνητή όταν το τηλεσκόπιο στοχεύει τον ήλιο, είτε παρατηρώντας με τη μέθοδο της άμεσης παρατήρησης είτε με τη μέθοδο της προβολής.

Πως ευθυγραμμίζω το τηλεσκόπιο με τον Ήλιο;

Η ευθυγράμμιση του τηλεσκοπίου με τον ήλιο μπορεί να γίνει αρκετά εύκολα ελαχιστοποιώντας τη σκιά του τηλεσκοπίου με το έδαφος ή με μια επίπεδη επιφάνεια όπως ένας τοίχος ή απλά με το χέρι σας. Ξεκινήστε με το τηλεσκόπιο στραμμένο γενικά προς τον ήλιο (με το φίλτρο πάνω στο άνοιγμα του τηλεσκοπίου εάν χρησιμοποιείτε φίλτρο) και μετακινήστε το τηλεσκόπιο με μικρές κινήσεις μέχρι να ελαχιστοποιηθεί η σκιά. Εάν χρησιμοποιείτε τη μέθοδο της προβολής, θα πρέπει να εμφανίζεται μια εικόνα του Ήλιου στην οθόνη της προβολής μόλις επιτευχθεί σωστά η ευθυγράμμιση.

Εάν χρησιμοποιείται ηλιακό φίλτρο, κοιτάξτε μέσα από το σωλήνα στη θέση του προσοφθάλμιου φακού (με το ηλιακό φίλτρο καλά τοποθετημένο πάνω στο άνοιγμα) χωρίς το προσοφθάλμιο και ρυθμίστε τη θέση του τηλεσκοπίου μέχρι η μη εστιασμένη, φιλτραρισμένη εικόνα του ήλιου να βρίσκεται κοντά στη μέση του πεδίου. Στη συνέχεια, η εικόνα του Ήλιου θα πρέπει να είναι στο οπτικό πεδίο ενός προσοφθάλμιου φακού χαμηλής μεγέθυνσης.

Κάποιοι παρατηρητές βρίσκουν χρήσιμο τον ερευνητή προβολής με μέγεθος άνοιγματος ίσα με μία καρφίτσα (για παράδειγμα, Tele Vue's Sol-Searcher).



Ευθυγράμμιση του τηλεσκοπίου με τον ήλιο ελαχιστοποιώντας τη σκιά του τηλεσκοπίου.

Τι είδους βάση τηλεσκοπίου απαιτείται;

Κάθε βάση τηλεσκοπίου που μπορεί να κρατήσει το τηλεσκόπιο σταθερό για λίγα λεπτά είναι επαρκής. Οι βάσεις μπορούν να είναι αλταζιμουθιακές (alt-azimuth), τρίποδες καμερών, ή ισημερινές με ή χωρίς παρακολούθηση του στόχου. Οι βάσεις χωρίς παρακολούθηση μπορούν να ρυθμιστούν έτσι ώστε ο ήλιος να περνάει από το οπτικό πεδίο και να ρυθμίζονται ξανά. Αυτό γίνεται πιο δύσκολο με υψηλότερες μεγεθύνσεις, αλλά με εξάσκηση η διαδικασία γίνεται πιο εύκολη. Οι βάσεις χωρίς παρακολούθηση είναι καλές για αρχάριους, αλλά οι βάσεις με παρακολούθηση μπορεί να διευκολύνουν την διαδικασία, ειδικά όταν χρησιμοποιείται υψηλή μεγέθυνση και να διευκολύνουν πολύ την αντιστοίχιση ομάδων και κηλίδων στα Βόρεια (N – North) και Νότια (S-South) ημισφαίρια. Οι ηλιακός ρυθμός παρακολούθησης που είναι διαθέσιμος σε πολλές βάσεις και ελέγχεται από υπολογιστή είναι προαιρετικός, αλλά δεν απαιτείται για καθημερινή παρατήρηση λίγων λεπτών.

Η συσκευή Sunspotter

Η συσκευή Sunspotter παρέχεται από την Learning Technologies, Inc., είναι ένα ξύλινο διοπτρικό τηλεσκόπιο που παρέχει ένα ασφαλή και βολικό τρόπο παρατήρησης του Ήλιου. Χρησιμοποιώντας μία σειρά καθρεφτών, η συσκευή αυτή προβάλλει μία φωτεινή ηλιακή εικόνα πάνω σε μία οθόνη προβολής μέσω ενός αντικειμενικού φακού διαμέτρου 62 χιλιοστών (που μπορεί να μειωθεί μέχρι τα 57 χιλιοστά). Η μεγέθυνση του φτάνει τα 56x. Το Sunspotter μπορεί να ευθυγραμμιστεί με τον Ήλιο σχετικά εύκολα και γρήγορα και αποτελείται από δύο τμήματα. Η συνδεσμολογία αποτελείται από ένα τρίγωνο που περιέχει τα οπτικά στοιχεία και περιστρέφεται για να παρέχει τη δυνατότητα να ρυθμιστεί το υψόμετρο μέσα σε μία κούνια σε σχήματος τόξου που παρέχει τη δυνατότητα να ρυθμιστεί το αζιμούθιο (ενώ στηρίζεται σε μία επίπεδη, οριζόντια επιφάνεια). Μετά τη τοποθέτηση της κούνιας προς το αζιμούθιο του Ήλιου, η συνδεσμολογία του τριγώνου μπορεί να ρυθμιστεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω μέσα στο τόξο της κούνιας μέχρι ότου ο οπτικός άξονας στοχεύσει στον Ήλιο.

Ένας γνώμονας στο μπροστινό μέρος επιτρέπει την κατά προσέγγιση ευθυγράμμιση και η τελική ρύθμιση παρέχεται από τη ρύθμιση του τηλεσκοπίου έτσι ώστε το ηλιακό φως που περνάει μέσα από τις δύο μικρές τρύπες (εκατέρωθεν του αντικειμενικού φακού) να ευθυγραμμίζεται (objective) ως κουκίδες μέσα τους κύκλους “bull’s-eye” που βρίσκονται σε κάθε μεριά του πρώτου καθρέπτη. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση και την εφαρμογή του Sunspotter,



Τηλεσκόπιο Sunspotter
(Πηγή: <https://www.scientificsonline.com/product/sunspotter>)

ανατρέξτε στην αναφορά του Larsen (2013). Το Sunspotter είναι ένα καλό εισαγωγικό όργανο για παρατήρηση ηλιακών κηλίδων, αλλά τα τηλεσκόπια παρέχουν πολλές παραπάνω επιλογές μεγέθυνσης και πιο λεπτομερής παρατήρηση.

5. Οδηγίες παρατήρησης και καταγραφής

Η διαδικασία είναι να μετρηθεί ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων και των ομάδων. Καταγράψτε αυτά μαζί με την ημερομηνία, την ώρα και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Αρχικά, η σημασία των ομάδων ή των σμηνών ηλιακών κηλίδων πρέπει να τονιστεί για τον παρατηρητή που ετοιμάζεται να μετρήσει τις ηλιακές κηλίδες. Ο αριθμός των ομάδων είναι πολύ πιο σημαντικός από τον αριθμό των ηλιακών κηλίδων και συντελεστή βάρους 10 στον Αριθμό του Wolf (Wolf Number) (W) που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των Αμερικανικών Σχετικών Αριθμών Ηλιακών Κηλίδων. Οι ομάδες είναι στενότερα συνδεδεμένες με την περιοχή του Ήλιου που καλύπτεται από ενεργές περιοχές. Σε αντίθεση με τη σημασία των ομάδων, μικροσκοπικές ηλιακές κηλίδες ή πόροι που γίνονται αντιληπτοί μόνο με υψηλή μεγέθυνση δεν πρέπει να μετρούνται. Ο αριθμός Wolf για κάθε ημερήσια παρατήρηση υπολογίζεται από τον αριθμό των επιμέρους κηλίδων (s-spots) και τον αριθμό των ομάδων (g-groups), ως εξής:

$$W = 10g + s$$

Επομένως, η σωστή εκτίμηση του αριθμού των ομάδων είναι πολύ πιο σημαντική από την καταμέτρηση κάθε κηλίδας ξεχωριστά.

Ο προσανατολισμός του ισημερινού του Ήλιου πρέπει να καθορίζεται πριν από την παρατήρηση της ηλιακής κηλίδας, έτσι ώστε ο παρατηρητής να μπορεί να αντιστοιχίσει σωστά τις ομάδες στο βόρειο ή στο νότιο ημισφαίριο. Αυτό δεν είναι απαραίτητο και η μηνιαία αναφορά για τις ηλιακές κηλίδες μπορεί να υποβληθεί χωρίς αντιστοίχιση του ημισφαιρίου των ηλιακών κηλίδων, αλλά οι πιο έμπειροι παρατηρητές θα πρέπει να γνωρίζουν τον προτιμητέο προσανατολισμό ανατολής-δύσης (East-West) των ομάδων ηλιακών κηλίδων και ότι έχουν προηγούμενες και επόμενες κηλίδες. Διαφορετικά, οι αρχάριοι παρατηρητές μπορεί να κάνουν λάθη στην καταμέτρηση των ομάδων. Λεπτομέρειες σχετικά με την εύρεση του προσανατολισμού του ήλιου περιλαμβάνονται στο παράρτημα Δ.

Ξεκινήστε την παρατήρηση σαρώνοντας τον ηλιακό δίσκο με πολλές διαφορετικές μεγεθύνσεις. Χρησιμοποιήστε χαμηλή μεγέθυνση (40x–50x) και μεσαία μεγέθυνση (60x–70x) για να δείτε ολόκληρο το δίσκο και να αναγνωρίσετε τις κύριες ομάδες και τη δομή τους. Εάν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες το επιτρέπουν, χρησιμοποιήστε υψηλή μεγέθυνση (80x–90x) για να εντοπίσετε μικροσκοπικές ομάδες και να πετύχετε ακριβή καταμέτρηση. Σαρώστε προσεκτικά και τα δύο άκρα. Συχνά περιέχουν κηλίδες που είναι δύσκολο να εντοπιστούν με γρήγορες σαρώσεις. Φροντίστε να μετρήσετε όλες τις ομάδες και τις κηλίδες που βλέπετε. Επαναλάβετε πολλές φορές την καταμέτρηση των ομάδων και των κηλίδων για να επωφεληθείτε από ξαφνικές βελτιώσεις στις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ελέγξτε προσεκτικά τυχόν μικρές φωτεινές περιοχές για μικρές κηλίδες.

Κάντε την καλύτερη εκτίμησή σας για τον αριθμό των ομάδων, παρόλο που η απόφαση σας για το ποιες κηλίδες βρίσκονται σε μια ομάδα μπορεί να είναι κάπως αυθαίρετη κάποιες ημέρες. Ορισμένες στρατηγικές που θα σας βοηθήσουν να αποφασίσετε για τον αριθμό των ομάδων είναι να χρησιμοποιήσετε πηγές του Διαδικτύου για να παρακολουθήσετε την πρόοδο των ομάδων και να παρατηρείτε καθημερινά για να διατηρήσετε μια εξοικείωση με τις ομάδες. Αν ξεκινάτε τώρα, μπορείτε να συμβουλευτείτε τέτοιες εικόνες για να δείτε αν είστε αρκετά προσεχτικοί για να δείτε μικρές κηλίδες. Οι πηγές στο Διαδίκτυο είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να ακολουθήσετε την εξέλιξη των ηλιακών κηλίδων και των ομάδων, καθώς οι μεγάλοι δορυφόροι και τα ηλιακά παρατηρητήρια παρατηρούν συνεχώς τον Ήλιο σε πολλά μήκη κύματος, αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για να αλλάξουν την κρίση και τις παρατηρήσεις σας, καθώς ο σκοπός του προγράμματος είναι να διατηρήσουμε ένα μακροχρόνιο σύνολο παρατηρήσεων από έμπειρους παρατηρητές. Ορισμένες ιστοσελίδες με ενημερωμένες εικόνες της φωτόσφαιρας του Ήλιου είναι:

<https://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/> , <https://sdo.gsfc.nasa.gov/> και <http://solarham.net>.

Αξίζει τον κόπο ένας παρατηρητής να καταλάβει και να αναγνωρίσει την περιστροφή του Ήλιου και την φαινόμενη κίνηση των ηλιακών κηλίδων. Σαν μια πρώτη εκτίμηση, οι ηλιακές κηλίδες διασχίζουν τον ηλιακό δίσκο κάνοντας εμφανή την περιστροφή του Ήλιου και υπάρχει περίπτωση να δείτε ενεργές ηλιακές κηλίδες στο ίδιο σημείο μετά από μία πλήρης ηλιακή περιστροφή διάρκειας περίπου 27 ημερών. Πιο λεπτομερώς, ο ρυθμός περιστροφής του Ήλιου έχει βρεθεί ότι είναι πιο γρήγορος στον ισημερινό (περίπου 24,5 ημέρες) και πιο αργός σε υψηλότερο υψόμετρο (περίπου 30 ημέρες στις πολικές περιοχές). Ο ρυθμός της διαφορικής περιστροφής του Ήλιου είναι αισθητός, αλλά αναφέρεται συνήθως ως μια περίοδος περιστροφής περίπου 27 ημερών και είναι η περίοδος με γεωγραφικό πλάτος 26 μοιρών βόρεια ή νότια του ηλιακού ισημερινού, που είναι το τυπικό πλάτος που εμφανίζονται οι κηλίδες και η πιο σημαντική ηλιακή δραστηριότητα. Ο ρυθμός περιστροφής ποικίλλει με το γεωγραφικό πλάτος επειδή ο ίδιος ο Ήλιος είναι ένα αέριο πλάσμα. Αφού παρατηρήσετε έναν ηλιακό κύκλο, θα παρατηρήσετε ότι οι ηλιακές κηλίδες τείνουν να αναπτύσσονται στα μέσα γεωγραφικά πλάτη στα πρώτα χρόνια ενός ηλιακού κύκλου και στη συνέχεια να εμφανίζονται σε μια πιο διευρυμένη ζώνη γεωγραφικού πλάτους που κινείται σταδιακά προς τον ισημερινό καθώς ο ηλιακός κύκλος εξελίσσεται. Το αποτέλεσμα είναι το επονομαζόμενο διάγραμμα της Πεταλούδας (<https://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>). Οι ηλιακοί παρατηρητές θα ανακαλύψουν ότι η ηλιακή φυσική και αστρονομία είναι αρκετά συναρπαστικές και ο Ήλιος μας είναι ένα πολύ ενδιαφέρον μεταβλητό αστέρι. Η ιστοσελίδα της NASA (δείτε την ενότητα “Πηγές”) είναι μία από τις καλύτερες πηγές για περαιτέρω πληροφορίες για το φαινόμενο της ηλιακής περιστροφής και για άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τους ηλιακούς παρατηρητές. of further information about solar rotation and other factors that may affect the solar observer.

Η κατανόηση των συστημάτων καταμέτρησης ηλιακών ομάδων της Ζυρίχης και του McIntosh (βλέπε Παραρτήματα) μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση και αναγνώριση της εξέλιξης των ομάδων των ηλιακών κηλίδων.

Εκτίμηση των συνθηκών ατμοσφαιρικής διαταραχής (seeing conditions)

“Συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής” είναι ένας όρος που περιγράφει το βαθμό αστάθειας της εικόνας, που προκαλείται από αναταράξεις και διακυμάνσεις στην πυκνότητα του αέρα στην ατμόσφαιρα της Γης. Οι καλές συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής οδηγούν σε αρκετά σταθερές εικόνες, ενώ οι μέτριες ή κακές συνθήκες οδηγούν σε ταραχώδεις ή θολές ηλιακές εικόνες. Οι συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής πρέπει να καταγράφονται και να αναφέρονται με κάθε παρατήρηση και έτσι πρέπει να εκτιμήσετε τη συνθήκη ατμοσφαιρικής διαταραχής ως εξαιρετική, καλή, μέτρια ή κακή. Φυσικά θα πρέπει να προσπαθείτε να παρατηρείτε υπό εξαιρετικές συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής, αλλά αυτό μπορεί να μην συμβαίνουν συχνά. Μιας και η παρατήρηση του Ήλιου θα ήταν πιο ακριβής υπό εξαιρετικές συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής, οι παράγοντες που επηρεάζουν την ατμοσφαιρική διαταραχή αξίζουν κάποια περαιτέρω συζήτηση που εμφανίζεται στο παράρτημα Α του οδηγού.

Πότε να παρατηρήσω;

Η παρατήρηση την ίδια ώρα κάθε μέρα θα ήταν ιδανική, ειδικά όταν οι συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής είναι καλές ή εξαιρετικές. Παρατηρώντας τον Ήλιο όταν είναι ψηλά στον ουρανό ελαχιστοποιείται η απορρόφηση και η παραμόρφωση από την ατμόσφαιρα της Γης, αλλά η θέρμανση του εδάφους και των κοντινών κτιρίων μπορεί να προκαλέσει υποβαθμισμένες συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής. Πολλοί παρατηρητές διαπιστώνουν ότι οι καλύτερες συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής συμβαίνουν το πρωί μετά την ανατολή του ηλίου, πριν προλάβουν να δουν υποβαθμίσεις. Για περισσότερες πληροφορίες, δείτε τη συζήτηση για τις συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής στο παράρτημα Α.

Κατά την προετοιμασία υποβολής των μετρήσεων σας στην AAVSO, βεβαιωθείτε ότι έχετε υπολογίσει σωστά τον αριθμό Wolf ($10g + s$). Ο αριθμός που υπολογίσατε πρέπει να συμφωνεί με την τιμή που υπολογίζεται από το πρόγραμμα SunEntry, το οποίο ελέγχει αυτόματα τις τιμές. Ο έλεγχος αυτός είναι ένα επίπεδο διασφάλισης της ποιότητας των παρατηρήσεων σας. Ως συνήθως, ελέγξτε προσεκτικά τις παρατηρήσεις σας πριν τις υποβάλετε και μην υποβάλλετε αμφισβητήσιμες παρατηρήσεις. Η στήλη "Παρατηρήσεις" μπορεί να περιλαμβάνει σχόλια σχετικά με την παρατήρηση σας όπως για παράδειγμα, "παρατήρηση μέσω υψηλών σύννεφων", "θολούρα", ή "ταραχώδη-ασταθή άκρα".

Υποβάλετε τις αναφορές σας εγκαίρως. Να θυμάστε ότι, για να συμπεριληφθούν τα αποτελέσματά σας στο Ηλιακό Δελτίο κάθε μήνα, η αναφορά σας πρέπει να παραληφθεί από τον πρόεδρο του Ηλιακού Τμήματος μέχρι τις 10 του μήνα που έπεται του μήνα των παρατηρήσεων. Εάν το επιθυμείτε, μπορείτε να υποβάλλετε τις παρατηρήσεις σας σε καθημερινή βάση, καθώς κάνετε τις παρατηρήσεις σας αντί να τις όλες σε μία αναφορά στο τέλος του μήνα.

7. Ταξινόμηση Ηλιακών Κηλίδων

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα ταξινόμησης ηλιακών κηλίδων και ομάδων προκειμένου να ταξινομούνται τα στάδια ανάπτυξης και εξέλιξης τους. Το σύστημα ταξινόμησης ηλιακών κηλίδων της Ζυρίχης χρησιμοποιήθηκε για οπτικές παρατηρήσεις για πολλά χρόνια έως ότου οι τηλεπικοινωνίες και οι λειτουργίες των διαστημοπλοίων οδήγησαν σε απαιτήσεις για καλύτερη ικανότητα πρόβλεψης των ηλιακών εκλάμψεων. Μια αναθεώρηση του συστήματος της Ζυρίχης επινοήθηκε από τον Patrick McIntosh που περιλάμβανε την παρασκία της μεγαλύτερης κηλίδας μιας ομάδας και την κατανομή των κηλίδων στις ομάδες. Αυτό το πιο λεπτομερές σύστημα παρείχε χρήσιμες πληροφορίες για την πρόβλεψη των εκλάμψεων. Περισσότερα συστήματα ταξινόμησης περιγράφονται στο *Solar Astronomy Handbook*, Beck et al. (δείτε την ενότητα “Πηγές”) και περαιτέρω πληροφορίες είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα:

<https://www.aavso.org/sites/default/files/SemSunspotsClassV3s.pdf>.

Αν και δεν είναι απαραίτητα για τους παρατηρητές ηλιακών κηλίδων της AAVSO, τα συστήματα ταξινόμησης της Ζυρίχης και του McIntosh μπορούν να βοηθήσουν τον παρατηρητή να κατανοήσει τη θέση μιας ηλιακής κηλίδας στον κύκλο ζωής της. Και τα δύο εμφανίζονται στα παραρτήματα Β και Γ παρακάτω.

Η AAVSO χρησιμοποιεί το σύστημα ταξινόμησης της Ζυρίχης από το 1924 και δεδομένου ότι ο κύριος σκοπός του ηλιακού τμήματος AAVSO είναι η διατήρηση ενός μακροπρόθεσμου συνεπούς αρχείου καταγραφών του αριθμού των ηλιακών κηλίδων, οι αρχάριοι ηλιακοί παρατηρητές πρέπει να ξεκινήσουν με το σύστημα της Ζυρίχης και να εξοικειωθούν με αυτό πριν μελετήσουν άλλα συστήματα ταξινόμησης. Ενώ άλλες ομάδες ερασιτεχνών αστρονόμων χρησιμοποιούν το σύστημα ταξινόμησης του McIntosh, οι παρατηρητές της AAVSO πρέπει να ακολουθήσουν το σύστημα ταξινόμησης της Ζυρίχης για τη μακροπρόθεσμη συνέχεια.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ιστορική μακροπρόθεσμη σημασία των παρατηρήσεων των ηλιακών κηλίδων της AAVSO, μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα:

<https://www.aavso.org/dances-wolfs-short-history-sunspot-indices> και στις αναφορές στο τέλος αυτού του άρθρου.

8. Πηγές

Βιβλία και άρθρα:

Guidelines for the Observation of White Light Solar Phenomena (A Handbook of the Association of Lunar and Planetary Observers Solar Section), edited by Jenkins, J., 2010. (also available online at http://www.alpo-astronomy.org/solarblog/wp-content/uploads/wl_2010.pdf).

How to Observe the Sun Safely (2nd edition), Macdonald, L., Springer-Verlag New York, 2012, ISBN: 978-1-4614-3824-3.

Monitoring Solar Activity Trends With a Simple Sunspotter, Larsen, K., 2013 JAAVSO Vol. 41

Observer's Handbook of the RASC 2017, Royal Astronomical Society of Canada, Webcom Inc., 2016.

Observing the Solar System: the modern astronomer's guide, North, G., Cambridge University Press, 2012. ISBN: 978-0521897518.

Observing the Sun, Taylor, P., Cambridge University Press, 1991. ISBN: 978-0-52105-636-6.

Solar Astronomy Handbook, Beck, Hilbrecht, Reinsch and Volker, Willmann-Bell Inc., 1995. ISBN: 978-0-94339-647-7.

Solar Sketching: A Comprehensive Guide to Drawing the Sun, Rix, E., Hay, K., Russell, S. and Handy, R., Springer Publishing, 2015. ISBN: 978-1-49392-900-9

The Sun and How to Observe It, Jenkins, J., Springer Publishing, 2009. ISBN: 978-0-38709-497-7.

Ιστοσελίδες:

NASA solar science website: <https://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>

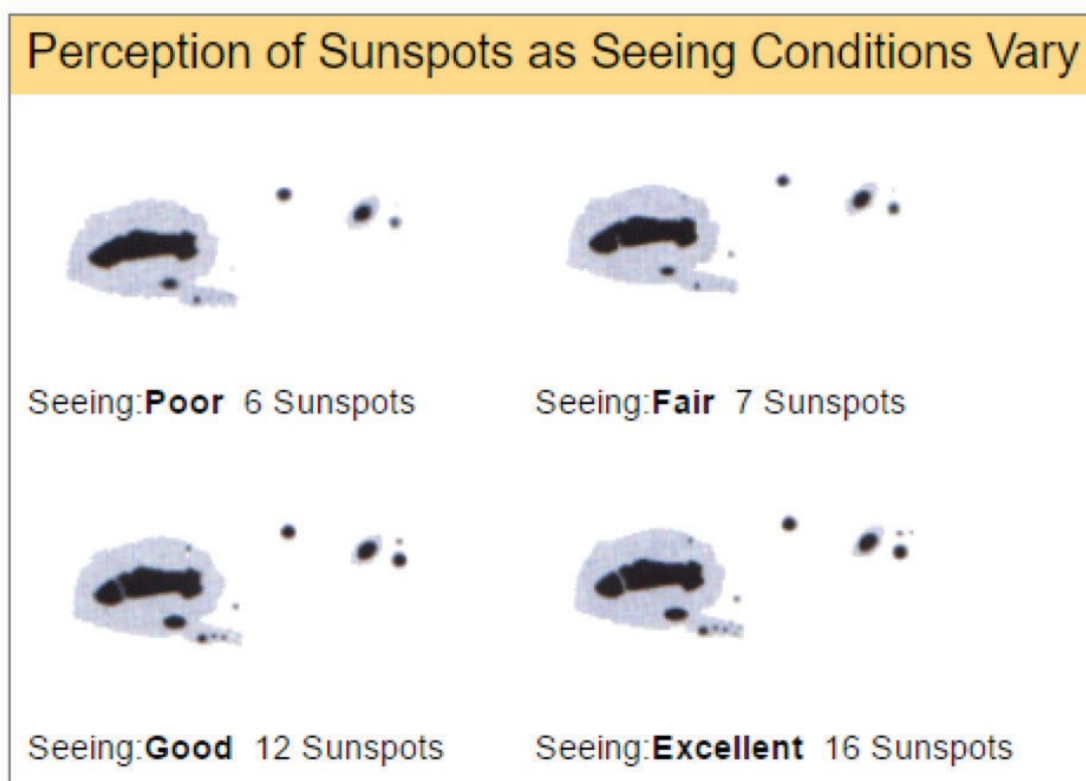
Παράρτημα Α – Συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής

(Σημείωση: Τα παρακάτω είναι από <https://www.aavso.org/atmospheric-seeing-conditions-solar-observing>)

Συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής – Συνεισφορά του Tom Fleming (FLET)

Οι αναφορές και οι παρατηρήσεις που υποβάλλονται στην AAVSO ακολουθούν την παρακάτω αξιολόγηση όσον αφορά την ατμοσφαιρική διαταραχή (seeing): Κακή, μέτρια, καλή, εξαιρετική.

Η απεικόνιση παρακάτω δείχνει την ίδια ομάδα ηλιακών κηλίδων όπως θα εμφανίζονταν κάτω από τις τέσσερις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Φυσικά, μία σταθερή φωτογραφία εκτυπωμένη σε μία εικόνα δεν μπορεί να αναπαραστήσει ακριβώς την διαταραχή της ατμόσφαιρας όταν η διαταραχή έχει “κακή” αξιολόγηση. Οπότε, οι εικόνες για μία κακή και μία μέτρια διαταραχή αναπαριστούν μία εικόνα λίγων δευτερολέπτων.



Η εικόνα με την κακή διαταραχή δείχνει 3 κηλίδες μέσα στην παρασκία μίας μεγάλης περιοχής. Τρεις ακόμα κηλίδες φαίνονται στα δεξιά. Υπάρχουν σημάδια για μερικές ακόμα κηλίδες αλλά η διαταραχή δεν επιτρέπει στον παρατηρητή να τις επαληθεύσει. Όσο οι συνθήκες βελτιώνονται προς το “μέτριο”, άλλη μία κηλίδα εμφανίζεται δεξιά από τη μεγάλη ομάδα. Σε “καλές” συνθήκες ατμοσφαιρικής διαταραχής εμφανίζονται πολλές μικρές κηλίδες – τέσσερις στην μεγάλη περιοχή (η μεγάλη κηλίδα διαχωρίστηκε στα 2 – κάθε διαχωρισμός πρέπει να

μετριέται σαν ένας και όχι σαν δύο) και τελικά εμφανίζεται άλλη μία μικρή κηλίδα με την παρασκιά της. Τέλος, κάτω από εξαιρετικές συνθήκες αποκαλύπτονται όλες οι κηλίδες.

Σε γενικές γραμμές, οι κακές και εξαιρετικές συνθήκες είναι λιγότερο συχνές ενώ οι μέτριες και καλές συνθήκες θα αποτελέσουν το μεγαλύτερο μέρος της παρατηρησιακής σας εμπειρίας. Η παρατήρηση του κυματισμού του άκρου του Ήλιου είναι μία καλή ένδειξη για την αξιολόγηση της ποιότητας της διαταραχής. Εάν είστε άπειροι, θα αναρωτηθείτε πως θα αναγνωρίσετε τις εξαιρετικές συνθήκες. Η αναγνώριση αυτή είναι παρόμοια με την παρατήρηση ενός νομίσματος στον πάτο μίας πισίνας από απόσταση ενός μέτρου. Μπορείτε να δείτε ότι υπάρχει εκεί, αλλά οι κυματισμοί δεν σας επιτρέπουν να δείτε αν είναι κορώνα ή γράμματα. Οι εξαιρετικές συνθήκες είναι όταν βάζετε ειδική μάσκα και βουτάτε μέσα στην πισίνα διαπερνώντας την επιφάνεια της. Όχι μόνο θα μπορέσετε να δείτε αν είναι κορώνα ή γράμματα αλλά θα μπορέσετε να διαβάσετε και ότι είναι γραμμένο πάνω στο νόμισμα. Οι λεπτομέρειες στις παρασκιές των μεγάλων ηλιακών κηλίδων, για παράδειγμα, θα είναι εκπληκτικές. Μια εκτεταμένη ηλιακή κηλίδα υπό μέτριες συνθήκες μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι, τρεις ή περισσότερες μεμονωμένες κηλίδες υπό άριστες συνθήκες και ούτω καθεξής.

Στην παρακάτω ενότητα θα βρείτε μια πιο λεπτομερή συζήτηση για τις συνθήκες που επηρεάζουν την διαταραχή και τον τρόπο βελτίωσης τους.

Μία λεπτομερή συζήτηση για την ατμοσφαιρική διαταραχή

Οι αναταράξεις στην διαταραχή είναι το αποτέλεσμα των όγκων της ατμόσφαιρας λόγω άνισων αναμειξιών των θερμοκρασιών. Οι συνθήκες που προκαλούν άνισες θερμοκρασίες είναι πολλές και ποικίλουν. Κάποιες είναι στα όρια διαχείρισης ενώ άλλες είναι εντελώς πέρα από τη δυνατότητα μας να τις ελέγξουμε.

Τοπικές συνθήκες: Η διαταραχή μπορεί να συμβεί εντός της διαδρομής του φωτός στο τηλεσκόπιο σας. Πριν την παρατήρηση, αφήστε χρόνο στο τηλεσκόπιο σας να προσαρμοστεί στην τοπική θερμοκρασία. Επιλέξτε την τοποθεσία παρατήρησης σας έχοντας στο μυαλό σας τους παρακάτω παράγοντες: Προσέξτε για κοντινούς τοίχους ή φράκτες, αυτές οι κάθετες επιφάνειες θα λάβουν τη μέγιστη θερμότητα από τον Ήλιο όταν αυτός βρίσκεται κοντά στον ορίζοντα (γενικά αυτή είναι μία προτιμητέα ώρα παρατήρησης). Αποφύγετε την παρατήρηση πάνω από στέγες όποτε είναι δυνατόν. Γενικά, περιοχές με δέντρα ή γρασίδι θα βοηθήσουν στο να σταθεροποιηθεί ο αέρας στο μονοπάτι του φωτός του Ήλιου. Γενικά η παρατήρηση πάνω από κάποιο σώμα νερού, μας παρέχει τον πιο σταθερό αέρα (δείτε το Big Bear Observatory). Επίσης είναι χρήσιμο, αν η τοποθεσία σας είναι σε μεγάλο υψόμετρο. Μετωπικές δίοδοι φέρνουν διαταραχές όταν ο υπάρχων θερμός αέρας αντικαθίσταται από δροσερό ή κρύο αέρα. Όταν τα τελευταία σύννεφα δεν παρεμποδίζουν την παρατήρηση σας, τότε μπορεί να υπάρξει ένα σύντομο χρονικό διάστημα 10 – 15 λεπτών όπου μπορεί να έχετε καλή ατμοσφαιρική διαταραχή.

Παρατηρώντας τα άκρα του Ήλιου θα σας δώσει κάποια στοιχεία για τον τύπο της διαταραχής που θα συναντήσετε στην παρατήρηση σας. Κυματισμοί μεγάλης κλίμακας που διασχίζουν τον Ήλιο σε κλάσματα δευτερολέπτων μπορούν να αποδοθούν σε τοπικές συνθήκες – αυτές υποδεικνύουν μη επιθυμητές συνθήκες που πιθανώς να μπορούν να διορθωθούν. Εμφανής κυματισμοί κατά μήκος του χείλους που παρουσιάζουν μία πιο τυχαία κίνηση είναι εξαιτίας της διαταραχής σε υψηλότερα υψόμετρα. Εάν παρατηρείτε τον Ήλιο σε χαμηλή γωνία, αυτός ο τύπος διαταραχής βελτιώνεται σταδιακά όσο ο Ήλιος ανατέλλει πάνω από τα στρώματα διαταραγμένου αέρα. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της ημέρας, η θερμότητα της επιφάνειας της Γης και ο παρακείμενος αέρας είναι οι μεγαλύτεροι εχθροί σας. Για αυτό λοιπόν η παρατήρηση του Ήλιου όταν βρίσκεται σε χαμηλό υψόμετρο είναι προτιμότερη παρά τις μεσημεριανές ώρες. Για τον ίδιο λόγο, είναι σημαντικό να είστε έτοιμοι να παρατηρήσετε καθώς τα σύννεφα διαλύονται και δεν προλαβαίνει η επιφάνεια της Γης να θερμανθεί σε μεγάλο ποσοστό επηρεάζοντας έτσι και τον αέρα.

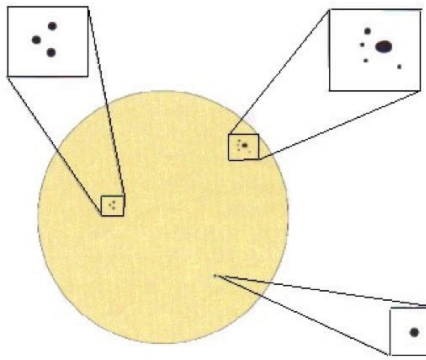
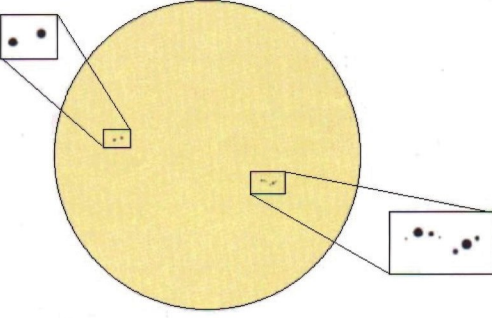
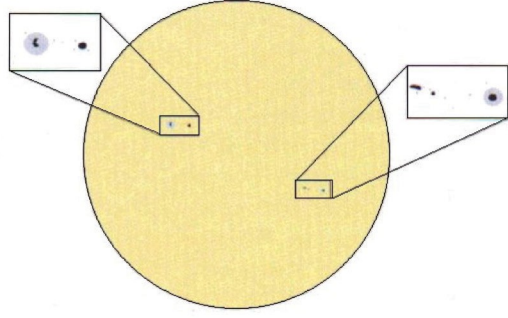
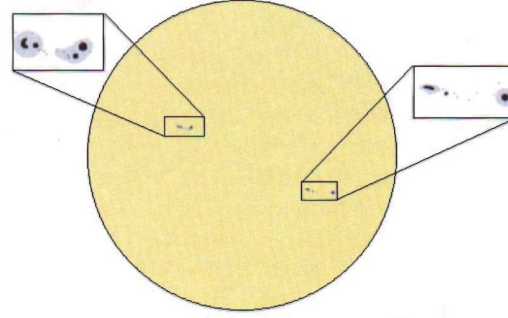
Παραπάνω από μία φορά θα δείτε σε αυτόν τον οδηγό αναφορές σε προτεινόμενες μεθόδους παρατήρησης του Ήλιου και συλλογής των δεδομένων σας. Πολλαπλές σαρώσεις του Ήλιου χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεγεθύνσεις για παράδειγμα είναι προτιμητέο. Έμπειροι παρατηρητές έχουν παρατηρήσει αξιοσημείωτες διακυμάνσεις στις ατμοσφαιρικές συνθήκες

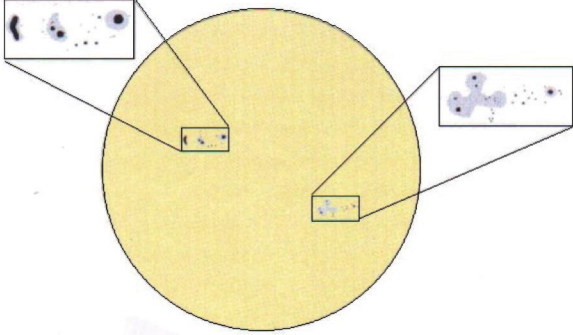
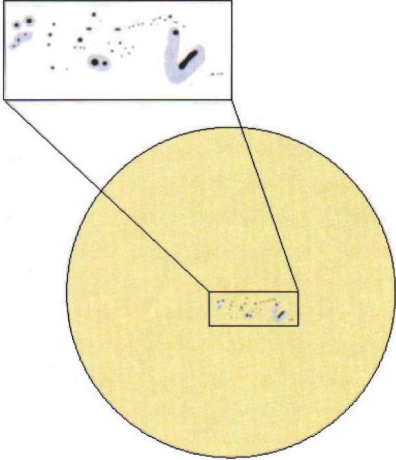
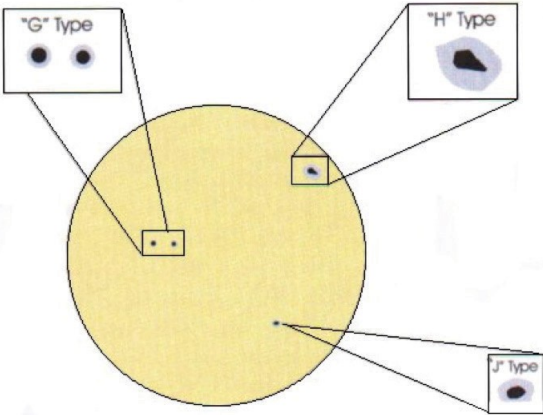
σε χρονικό διάστημα μερικών δευτερολέπτων μέχρι και λίγων λεπτών. Ένας υπομονετικός παρατηρητής που είναι έτοιμος να εκμεταλλευτεί τις βελτιώσεις των ατμοσφαιρικών συνθηκών θα ανταμειφθεί με πιο ποιοτικές μετρήσεις.

Παράρτημα Β – Σύστημα ταξινόμησης της Ζυρίχης

Το Σύστημα ταξινόμησης των ηλιακών κηλίδων της Ζυρίχης – Συνεισφορά του Tom Fleming (FLET)

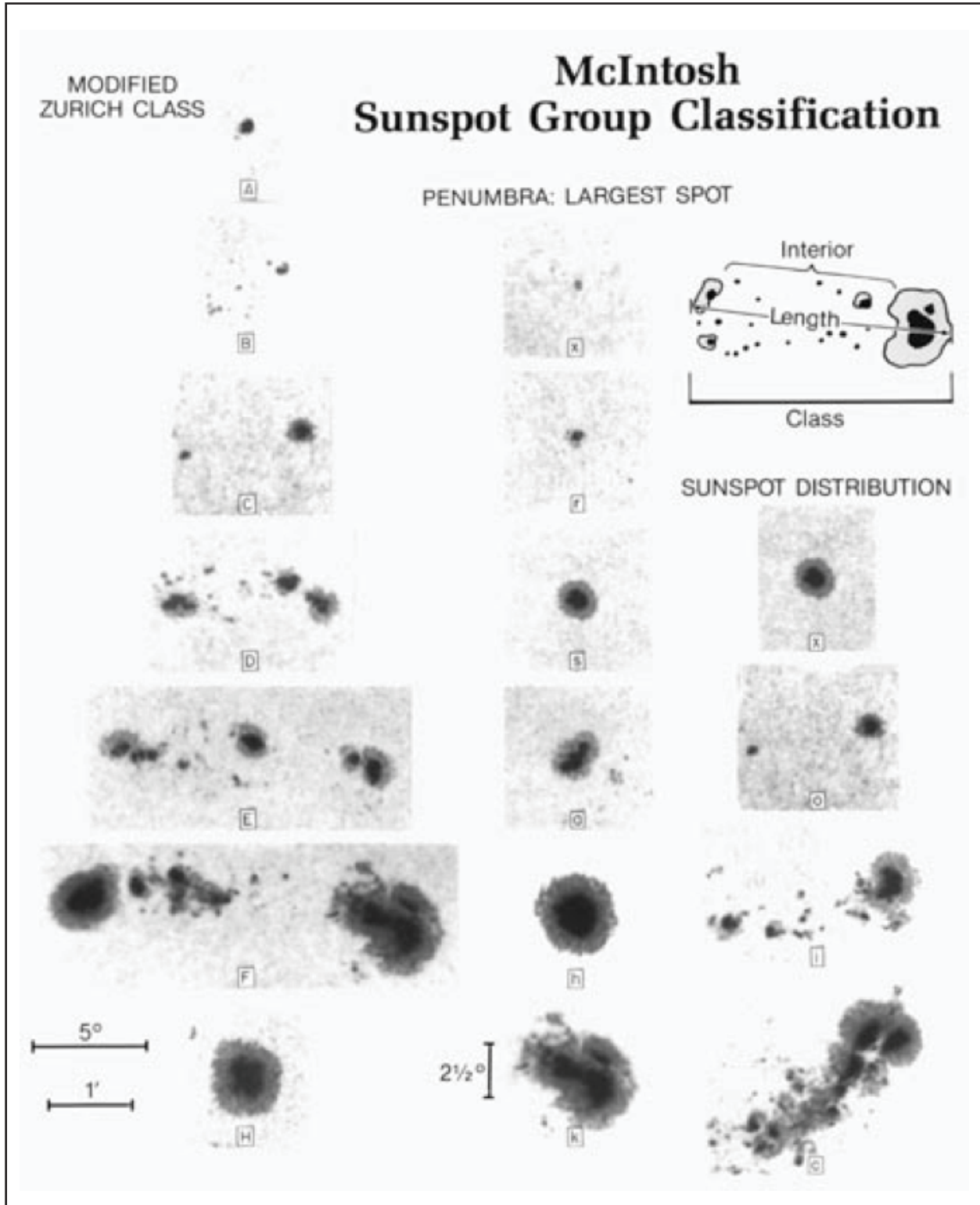
(Σημείωση: Τα παρακάτω είναι από <https://www.aavso.org/zurich-classification-system-sunspot-groups>)

<p>Τύπος “Α” : Μία ή παραπάνω μικρές κηλίδες που δεν υποδεικνύουν διπολικότητα ή εμφανίζουν παρασκιά.</p>	<p>Τύπος “Β” : Δύο ή παραπάνω μικρές κηλίδες που υποδεικνύουν διπολικότητα αλλά εμφανίζουν παρασκιά.</p>
	
<p>Τύπος “C” : Δύο ή παραπάνω μικρές κηλίδες που υποδεικνύουν διπολικότητα είτε η κύρια κηλίδα ή το μονοπάτι τους εμφανίζει παρασκιά.</p>	<p>Τύπος “D” : Δύο ή παραπάνω μικρές κηλίδες που υποδεικνύουν διπολικότητα και η κύρια κηλίδα και το μονοπάτι τους εμφανίζει παρασκιά. Ο τύπος “D” καταλαμβάνει 10 μοίρες ή λιγότερες του Ηλιακού γεωγραφικού μήκους.</p>
	

<p>Τύπος “E” : Αυτός ο τύπος είναι παρόμοιος με τον τύπο “D” αλλά καταλαμβάνει 10 με 15 μοίρες του Ηλιακού γεωγραφικού μήκους.</p>	<p>Τύπος “F” : Οι μεγαλύτερες και πιο εκτεταμένες ομάδες, παρόμοιος και με τον τύπο “E” αλλά καλύπτουν παραπάνω από 15 μοίρες του Ηλιακού γεωγραφικού μήκους.</p>
	
<p>Τύπος “G”: Τα κατάλοιπα των ομάδων των τύπων “D”, “E”, και “F”. υποδεικνύουν διπολικότητα με παρασκία.</p>	<p>Τύπος “H”: Τα κατάλοιπα των ομάδων των τύπων “C”, “D”, “E”, και “F”. Μία μόνη κηλίδα με παρασκία. Πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2 και μισή μοίρες σε διάμετρο. Ο τύπος “H” περιστασιακά συντροφεύεται από μικρές κηλίδες.</p>
<p>Τύπος “J”: Τα ίδια με τον τύπο “H” αλλά έχει διάμετρο μικρότερη από 2 και μισή μοίρες.</p>	
	

Παράρτημα Γ – Σύστημα ταξινόμησης του McIntosh

(Από [The Classification of Sunspot Groups](#) του Patrick S. McIntosh, *Solar Physics*, vol. 125, Feb 1990, p. 251-267)



Παράρτημα Δ – Προσανατολισμός και εύρεση του ισημερινού του Ήλιου

Ο προσανατολισμός του ισημερινού του Ήλιου μπορεί να βρεθεί χρησιμοποιώντας γραφικά ή μαθηματικά μέσα ή με τη χρήση λογισμικού. Μια καλή αναφορά για μαθηματικούς υπολογισμούς είναι το *Solar Astronomy Handbook*, του Beck et. al. (δείτε ενότητα “Πηγές”) και μια καλή πηγή για την εφημερίδα του Ήλιου είναι η ιστοσελίδα της NASA-JPL:

<http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi#top> ή το *Observer’s Handbook of the RASC* (δείτε ενότητα “Πηγές”). Οι δίσκοι του Stonehurst, οι δίσκοι του Porter και τα διαγράμματα ηλιακών δικτύων μπορούν να κατεβούν από διάφορες ιστοσελίδες, συμπεριλαμβανομένου του Ηλιακού τμήματος της Βρετανικής Αστρονομικής Υπηρεσίας (BAA)

(<http://www.petermeadows.com/html/location.htm>). Ένα εξαιρετικό πρόγραμμα για τον υπολογισμό του προσανατολισμού του Ήλιου είναι το Tilting Sun (γραμμένο και αναπτυγμένο από τον Les Cowley, διαθέσιμο δωρεάν στην ιστοσελίδα: <http://www.atoptics.co.uk/tiltsun.htm>)

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο προσανατολισμός του ισημερινού του Ήλιου, πρέπει πρώτα να καθοριστεί η κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης (East-West). Παρατηρώντας με τη μέθοδο της προβολής μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει ένα πρότυπο στο οποίο ο ηλιακός δίσκος διασχίζεται από δύο κάθετες γραμμές. Στη συνέχεια, το πρότυπο μπορεί να περιστραφεί έως ότου δείτε ότι οποιοδήποτε κηλίδα περνάει κατά μήκος μιας από των δύο γραμμών λόγω της φαινομενικής κίνησης Ανατολής-Δύσης του Ήλιου στον ουρανό, έτσι η άλλη γραμμή σηματοδοτεί την κατεύθυνση Βορρά-Νότου (North-South). Εάν παρατηρείτε απευθείας με χρήση ειδικού ηλιακού φίλτρου, η κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης μπορεί να προσδιοριστεί με τον ίδιο τρόπο μέσω ενός προσοφθάλμιου φακού με σταυρόνημα που χρησιμοποιείται συνήθως για την οδήγηση του τηλεσκοπίου κατά τη διάρκεια της φωτογραφίας βαθέως ουρανού. Οι κατευθύνσεις Ανατολής-Δύσης και Βορρά-Νότου διαφέρουν από τις πραγματικές ηλιακές κατευθύνσεις από την ποσότητα P, τη γωνία θέσης του βόρειου πόλου του Ήλιου, όπως εξηγείται παρακάτω.

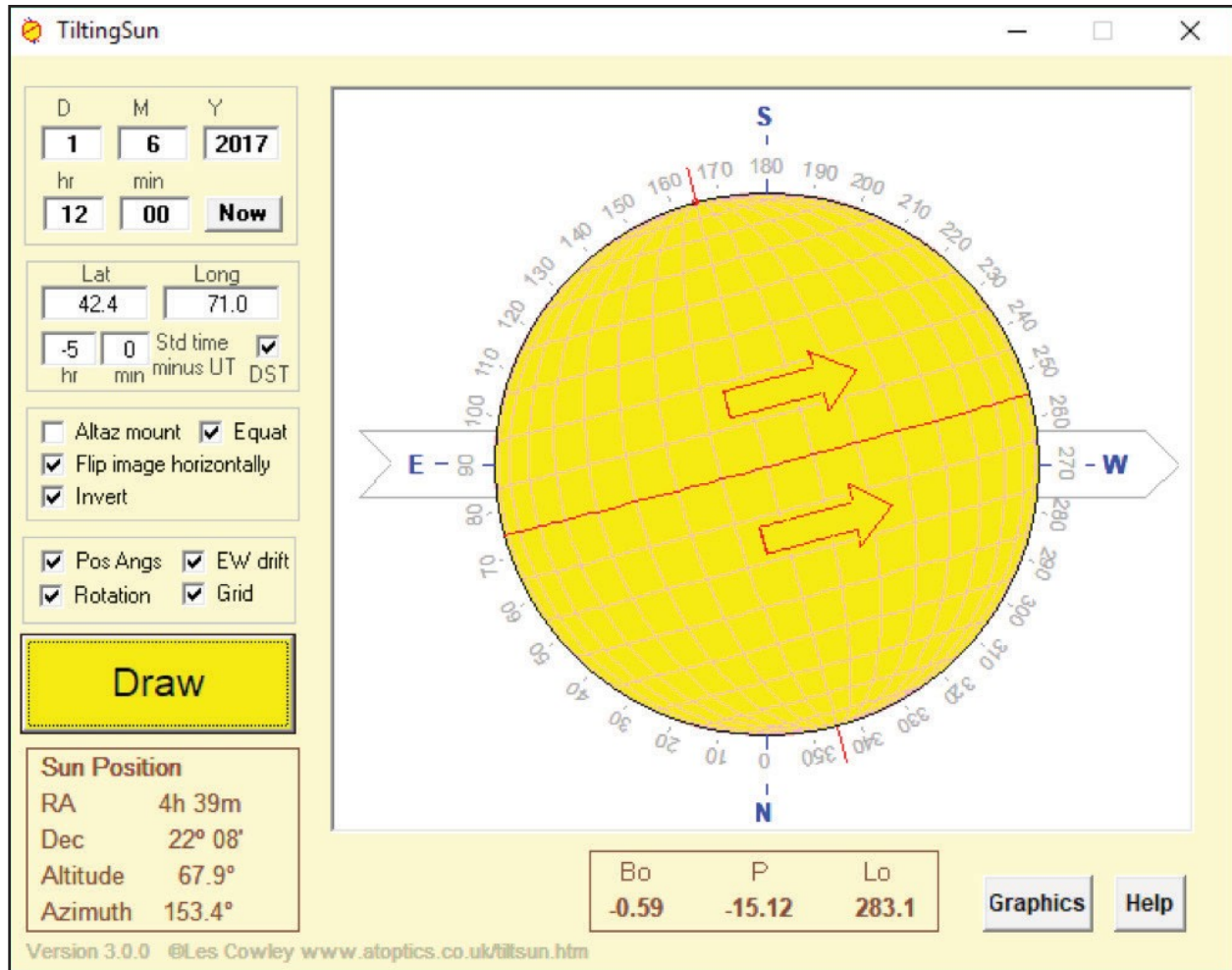
Ο προσανατολισμός του Ήλιου έχει τρία στοιχεία-κλειδιά που πρέπει ένας ηλιακός παρατηρητής να καταλάβει.

Το Ηλιογραφικό γεωγραφικό πλάτος του κέντρου του δίσκου (Bo) προκύπτει από την κλίση του ισημερινού του ήλιου στην εκλειπτική (που είναι 7,25 μοίρες). Όταν το Bo είναι θετικό, ο ηλιακός ισημερινός είναι νότια του κέντρου του ηλιακού δίσκου και ο βόρειος πόλος του ήλιου κλίνει προς τον παρατηρητή. Αυτή η κλίση του ισημερινού του ήλιου έχει ως αποτέλεσμα οι ηλιακές κηλίδες να ακολουθούν ημι-ελλειπτικές διαδρομές σε όλο τον ηλιακό δίσκο, αντί για ευθείες γραμμές.

Το Ηλιογραφικό γεωγραφικό μήκος του κέντρου του δίσκου (Lo) μετράτε σε σχέση με ένα σταθερό γεωγραφικό μήκος στον Ήλιο, γνωστό ως ο πρώτος μεσημβρινός του Carrington και χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των περιοχών διάφορων χαρακτηριστικών πάνω στο δίσκο.

Η γωνία θέσης (P) μεταξύ του ηλιακού άξονα και της κατεύθυνσης Βορρά-Νότου στον ουρανό (ή γραμμές τις ορθής αναφοράς) προκύπτει από το συνδυασμό της κλίσης της εκλειπτικής στον ουρανό (23,43 μοίρες) και της κλίσης του ήλιου (7,25 μοίρες) με την εκλειπτική. Όταν το P είναι θετικό, ο βόρειος πόλος του ηλιακού άξονα τείνει προς τα ανατολικά.

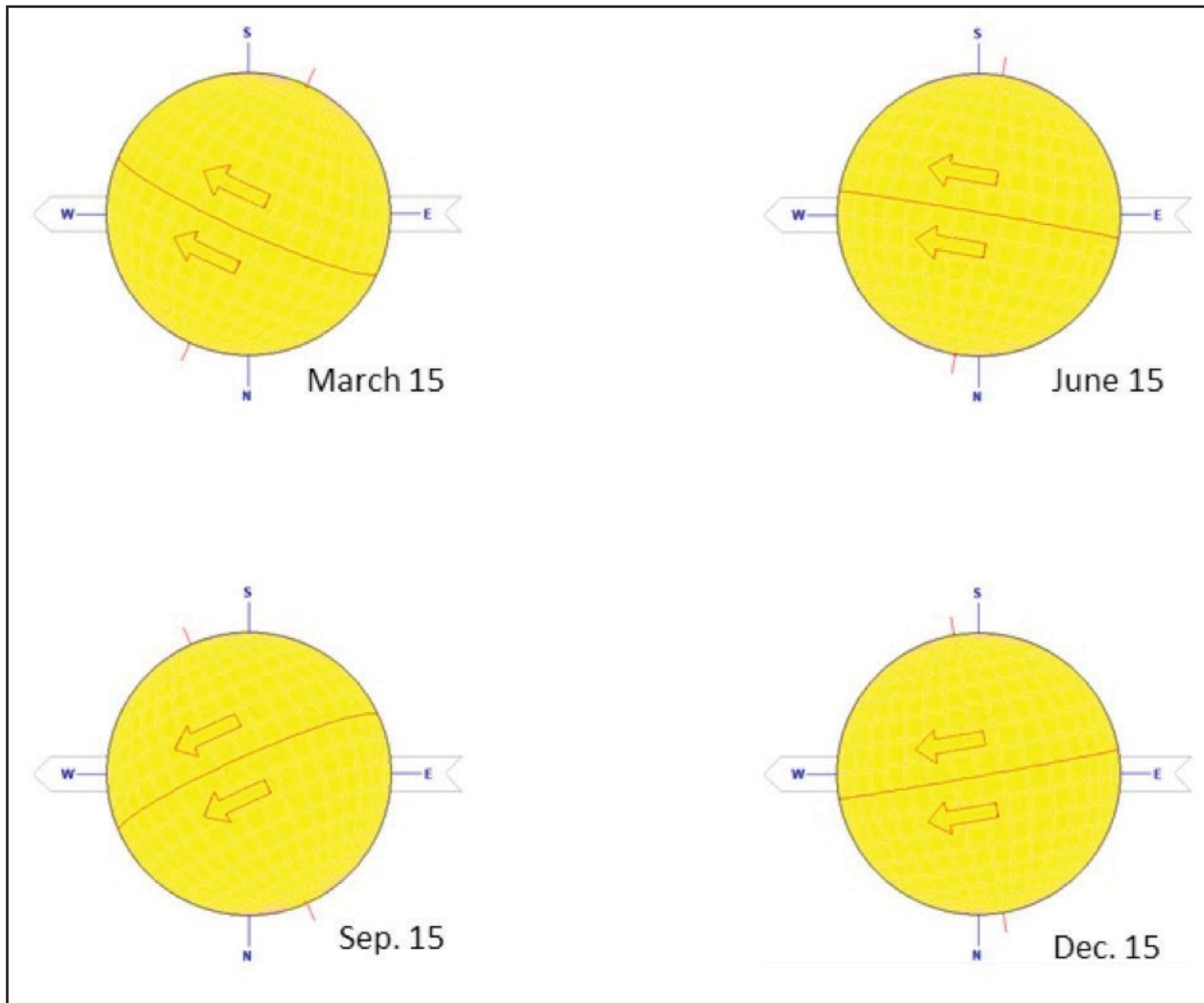
Ένας από τους πιο απλούς τρόπους για τον υπολογισμό του προσανατολισμού του Ήλιου είναι χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα *Tilting Sun*. Ένα παράδειγμα του *Tilting Sun* φαίνεται παρακάτω για την 1^η Ιουνίου 2017, με τις συντεταγμένες του Cambridge της Μασαχουσέτης και δείχνει τη θέση του του ισημερινού του Ήλιου και την κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης στον ουρανό.



Η εικόνα δείχνει ένα παράδειγμα του *Tilting Sun* (Ευγενική προσφορά του Les Cowley - www.atoptics.co.uk)

Μια ουσιαστική λεπτομέρεια που πρέπει να συνειδητοποιήσει ο ηλιακός παρατηρητής είναι ότι ο προσανατολισμός του ήλιου αλλάζει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους καθώς η θέση του ήλιου εξελίσσεται κατά μήκος της εκλειπτικής.

Οι εικόνες στην επόμενη σελίδα δείχνουν παραδείγματα από το *Tilting Sun* για κάθε τρίτο μήνα του έτους για να απεικονίσουν τις σημαντικές αλλαγές στον προσανατολισμό του ισημερινού του ήλιου με την αλλαγή στην κατεύθυνση κατά μήκος του προσοφθάλμιου φακού του παρατηρητή κατά τη διάρκεια της παρατήρησης.



*Διαφορετικοί προσανατολισμοί του Ήλιου από το Tilting Sun
(Ευγενική προσφορά του Les Cowley - www.atoptics.co.uk)*

Παρά το γεγονός ότι το *Tilting Sun* είναι πολύ εύκολο στη χρήση, οι προσανατολισμοί μπορούν να βρεθούν από τις τιμές B_0 , L_0 και P στις εφημερίδες.

Για παράδειγμα, οι παράμετροι του προσανατολισμού του Ήλιου για την 1^η Ιανουαρίου 2017 μπορούν να βρεθούν στο *RASC Observer's Handbook 2017*, σελίδα 184, και δίνονται ως $P = 2.0$, $L_0 = 123.5$, και $B_0 = -3.0$.