

Ήλιος και Γη - μια ιδιαίτερη σχέση έρωτα και μίσους

[Download PDF](#)

Δρ. Ιωάννης Α. Δαγκλής και Φιόρη-Αναστασία Μεταλληνού, *Ιούνιος 2006*

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ, ΕΑΑ



Ο τίτλος του άρθρου μάλλον εκπλήσσει τον αναγνώστη: ευνόητος ο έρωτας Γης και Ήλιου, του ζωοδότη και προστάτη, αλλά το μίσος;! Είναι δυνατόν ο Ήλιος, το εγγύτατο αστέρι, το «δικό μας» αστέρι, το μοναδικό από τα τρισεκατομμύρια αστέρων στο σύμπαν που «νοιιάζεται» για μας, που «υπάρχει» για μας, που μας χαρίζει καθημερινά τη ζεστασιά του (ακόμα κι όταν τον κρύβουν τα σύννεφα), που λατρεύτηκε από τόσους πολιτισμούς στο παρελθόν - είναι δυνατόν αυτό το αστέρι να είναι εχθρικό; Είναι ομολογουμένως ένας αναπάντεχος χαρακτηρισμός. Ας ξεκινήσουμε λοιπόν από το εντυπωσιακότερο μέρος του τίτλου - το μίσος.

Ο Ήλιος είναι ένα «συνηθισμένο» αστέρι, ένα «αστέρι της διπλανής πόρτας»: ούτε πολύ μικρός σαν τους λευκούς νάνους που έχουν περίπου το ένα εκατοστό της μάζας του, ούτε πολύ μεγάλος σαν τους γίγαντες και υπεργίγαντες αστέρες που έχουν εκατοντάδες και χιλιάδες φορές τη μάζα του Ήλιου - ένα «μικρομεσαίο» αστέρι θα λέγαμε.

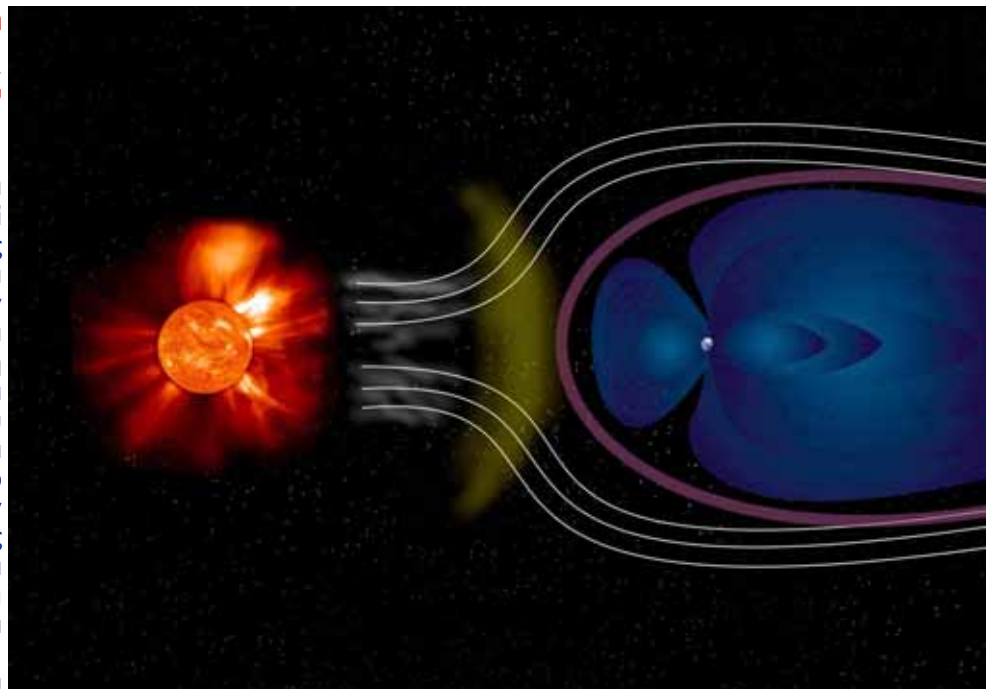
Τί σημαίνει όμως αυτό; Τι ακριβώς σημαίνει να είναι ένα ουράνιο σώμα «αστέρι»; Να φεγγοβολά, είναι ίσως η πιο αυθόρμητη απάντηση. Αυτό δεν είναι άλλωστε που χαρακτηρίζει τα αστέρια; Στο νυχτερινό ουράνιο θόλο, αυτό που διακρίνει ένα αστέρι είναι το φως του. Άραγε τί φως είναι αυτό και πώς «ανάβει»; Σίγουρα όχι με κάποιον ουράνιο διακόπτη, όπως συμβαίνει μερικές φορές στην παιδική φαντασία. Το φως των αστεριών οφείλεται στη θερμοπυρηνική σύντηξη.

Ο Ήλιος είναι, - για τα ανθρώπινα μέτρα και για τις γήινες συνθήκες - μια ουράνια κόλαση, ένας εφιαλτικός κόσμος φωτιάς. Στο εσωτερικό του, πυρήνες υδρογόνου συνθλίβονται από το βάρος της ηλιακής μάζας, λιώνουν και με την ένωσή τους σχηματίζουν πυρήνες ηλίου και παράγουν ενέργεια, θερμότητα, φως - Fiat Lux! Η ευεργεσία όμως είναι αδιαχώριστη από τον όλεθρο - η υπεριώδης ακτινοβολία, οι ακτίνες X και τα υπέρθερμα ιόντα συνοδεύουν το «ιλάρον φως». Πράγματι ο Ήλιος είναι - όπως όλα τα άστρα - ένα ιδιαιτέρως επικίνδυνο ουράνιο σώμα. Η καυτή ανάσα του αποτελείται από ιόντα υδρογόνου και, σε μικρότερη αναλογία, από ιόντα ηλίου, και απλώνεται προς όλες τις κατευθύνσεις του διαστήματος. Είναι γνωστή ως ηλιακός άνεμος στους επιστήμονες κι έχει θερμοκρασία χιλιάδων βαθμών Κελσίου. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα ποτάμι καυτής ύλης που έρχεται καταπάνω μας με ιλιγγιώδη ταχύτητα: ένα εκατομμύριο χιλιόμετρα την ώρα! Μάλιστα αν λάβει κανείς υπόψη του και τα μεγέθη, θα πρέπει να απορεί πώς η μικρή, τιποτένια, αμελητέα σε μέγεθος Γη δεν εξαφανίζεται, δεν ισοπεδώνεται από τον θεελλώδη αυτόν άνεμο.

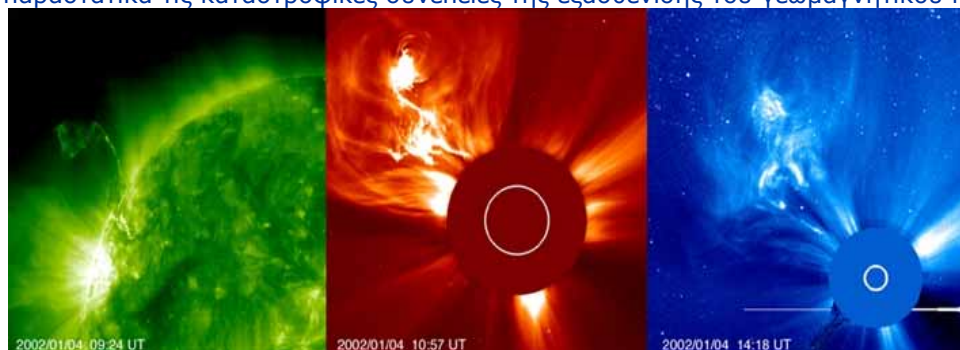
Εικόνα 1: Πώς λοιπόν γλιτώνει η Γη από τον όλεθρο της ηλιακής λαίλαπας; Μόνον χάρη στο μαγνητικό της πεδίο, που λειτουργεί ως ασπίδα του κόσμου μας. (© NASA)

Πώς λοιπόν η Γη μας αντέχει τέτοια πίεση χωρίς να διαλυθεί στα εξ' ων συνετέθη όταν, όπως καλά γνωρίζουμε, άνεμοι διακοσίων "μόλις" χιλιομέτρων την ώρα ξεριζώνουν δέντρα και γκρεμίζουν κτίρια; Η απάντηση βρίσκεται στη διαφορά πυκνότητας: η πυκνότητα του ηλιακού ανέμου είναι μερικά σωματίδια ανά κυβικό εκατοστό ενώ στη Γη οι αέρηδες έχουν πυκνότητα χίλια τετράκις εκατομμύρια σωματίδια ανά κυβικό εκατοστό, ή αλλιώς ένα εκατομμύριο δισεκατομμύρια σωματίδια ανά κυβικό εκατοστό. Είναι προφανής η διαφορά μεγέθους. Ο άνεμος εδώ στη Γη ανακατεύει τα μαλλιά μας μόνο χάρη στα αμέτρητα αυτά σωματίδια που χτυπούν τις τρίχες της κεφαλής μας. Αν θα υπήρχε δυνατότητα να σταθούμε αντιμέτωποι με τον ηλιακό άνεμο, δεν θα τον νιώθαμε ούτε σαν αύρα, παρά τη φοβερή του ταχύτητα.

Είναι λοιπόν ακίνδυνος αυτός ο αραιός καυτός άνεμος; Όχι. Παρά την αραιότητά του ο ηλιακός άνεμος παραμένει απειλητικός, επειδή είναι μια συνεχής ροή φορτισμένης ύλης που έχει τη δυνατότητα να παρασύρει και να καταστρέψει την ατμόσφαιρα της Γης - και κατά συνέπεια και τη ζωή πάνω στη Γη. Η Γη, και η ζωή επάνω της,



προστατεύονται από αυτή την κοσμική λαίλαπα με το γεωμαγνητικό πεδίο, το οποίο υπάρχει χάρη στον υγρό, πυρωμένο, ηλεκτρικά αγώγιμο πυρήνα και την αρκούντως ταχεία περιστροφή της Γης. Το γεωμαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια «απάνεμη» κοιλότητα στο διάστημα, δηλαδή μια κοιλότητα απρόσιτη στον ηλιακό άνεμο, που ονομάζεται μαγνητόσφαιρα. Πρόκειται για μια δομή δυναμική πλην αόρατη για τα ανθρώπινα μάτια, καθώς σχετίζεται με μαγνητικά πεδία και φορτισμένα σωματίδια που δεν εκπέμπουν ακτινοβολία ορατή στον άνθρωπο. Η σημασία αυτής της αόρατης πανοπλίας για τον πολιτισμό και την ίδια τη ζωή μας μεταφέρθηκε με εντυπωσιακό τρόπο στη μεγάλη οθόνη από την πρόσφατη κινηματογραφική ταινία The Core (Πυρήνας), που αποδίδει πολύ παραστατικά τις καταστροφικές συνέπειες της εξασθένησης του γεωμαγνητικού πεδίου.



Εικόνα 2: Οι ηλιακές καταιγίδες αρχίζουν συνήθως με μια λαμπρή αναλαμπή που ονομάζουμε έκλαμψη (εικόνα αριστερά), που ακολουθείται από μια εντυπωσιακή εκτίναξη ηλιακής μάζας (μεσαία εικόνα), η οποία ακολούθως απομακρύνεται από τον Ήλιο και χάνεται στο διάστημα (εικόνα δεξιά). (SOHO, ESA & NASA).

Ουράνια σώματα που είτε δεν διαθέτουν αγώγιμο πυρήνα, είτε δεν περιστρέφονται αρκετά γρήγορα, δεν διαθέτουν μαγνητικό πεδίο και κατά συνέπεια τους λείπει η ατμόσφαιρα που μπορεί να προστατεύσει τη ζωή. Γνωστά παραδείγματα αποτελούν η Σελήνη και ο Ερμής. Εκτός όμως από την προστασία της ατμόσφαιρας, το γεωμαγνητικό πεδίο επιτελεί κι ένα άλλο, εξίσου ευεργετικό έργο: αποτελεί θωράκιση για τα θανατηφόρα βέλη που κατά καιρούς εκτοξεύει ο Ήλιος, όταν «έχει τα νεύρα του». Στις κακές στιγμές του λοιπόν, ο Ήλιος γίνεται ιδιαίτερα βίαιος και εξαπολύει πυρωμένα ιόντα. Ηλιακές εκλάμψεις επιταχύνουν τα ιόντα υδρογόνου σε ενέργειες τέτοιες, που για το ανθρώπινο σώμα είναι κίνδυνος-θάνατος, καθώς μπορούν να αλλοιώσουν το DNA και να προκαλέσουν καρκίνο ή και άμεσο θάνατο. Άλλοτε πάλι ο Ήλιος «φτερνίζεται», εξακοντίζοντας τεράστια νέφη με δισεκατομμύρια τόνους ηλιακής μάζας. Το κόστος αυτών των κυκλοθυμικών εξάρσεων του Ήλιου είναι σχετικά μικρό χάρη στη μαγνητική ασπίδα της Γης. Αντί να γίνουμε Κρανίου Τόπος, έχουμε «μόνο» μερικά περιστασιακά προβλήματα στους τεχνητούς μας δορυφόρους.

Όλα αυτά είναι πολύ πειστικά αναφορικά με τη σχέση μίσους ... Πού είναι λοιπόν ο έρωσ; Μέσα σε τόση «κακία» υπάρχει περιθώριο για έρωτα; Κι όμως υπάρχει! Ο έρωσ είναι σ' αυτά που αυτομάτως και συνειρμικά σκεφτόμαστε: στη ζέστη και στη θαλπωρή της ακτινοβολίας του Ήλιου που συντηρεί τη ζωή στη Γη.

Και οι δολοφονικές ματιές του; Αυτές τις μεταμορφώνει το γεωμαγνητικό πεδίο σε συμπαντική ερωτική εξομολόγηση: ένα θέαμα εξάισιας, μοναδικής ομορφιάς, που έχει μαγέψει τον άνθρωπο από τα πανάρχαια χρόνια: το σέλας. Το σέλας λοιπόν είναι η ουράνια ανθοδέσμη του συμπαντικού αυτού έρωτα του Ήλιου για τη Γη. Οι φυσικοί βέβαια λένε ότι το σέλας είναι «απλώς» ένα φαινόμενο ηλεκτρικής εκκένωσης στην ανώτερη ατμόσφαιρα, που προκύπτει από την ενεργειακή διέγερση και συνακόλουθη αποδιέγερση ατόμων οξυγόνου και αζώτου. Όντως, το σέλας είναι ατομική φυσική, είναι όμως και μύθος και παραμύθι. Από την αρχαιότητα έχει εμπνεύσει δέος και απορία, απόλαυση και ευχαρίστηση, χαρά και φόβο.

Το βόρειο σέλας εμφανίζεται συνήθως σε μια περιοχή σαν δαχτυλίδι γύρω από τον βόρειο και τον νότιο πόλο, πάνω από πόλεις σαν το Fairbanks στην Αλάσκα, το Tromso στη Νορβηγία και την Kiruna στη Σουηδία. Το θέαμα αρχίζει με μια αχνή λάμψη που φωσφορίζει πέρα μακριά στον ορίζοντα. Ξαφνικά φωτοβολεί μια αψίδα που κινείται γοργά στον ουρανό και ολοένα εμφανίζονται κι άλλες φωτεινές αψίδες που ακολουθούν την πρώτη. Μικρά κύματα και μπούκλες φωτός κινούνται κατά μήκος των αψίδων. Λίγο αργότερα αντικρίζουμε μια δραματική αλλαγή στον ουρανό. Ένας καταιγισμός φωτός από πάνω μας σχηματίζει αεικίνητες ακτίνες και αλλόκοτους φωτεινούς σχηματισμούς που θυμίζουν κουρτίνες που σαλεύουν στο χάδι του ανέμου.

Κάθε τόσο οι κουρτίνες εξαφανίζονται και δημιουργούνται ξανά από νέες ακτίνες φωτός που κατακρημνίζονται από το διάστημα στην ατμόσφαιρα. Δέκα με είκοσι λεπτά αργότερα η θυελλώδης αυτή πανδαισία χρωμάτων και σχημάτων στον νυχτερινό ουρανό φτάνει στο τέλος της. Αχνές ζώνες αποτραβιούνται προς τον ορίζοντα με το διάχυτο φως τους να πάλλεται. Παρατηρώντας πολύ προσεκτικά, μπορούμε να διακρίνουμε τα υπολείμματα των λαμπρών φώτων στο βάθος του ουρανού σαν εξασθενημένες φλόγες που τρεμοσβήνουν. Η γιγαντιαία επίδειξη της φύσης τελείωσε.

Το σέλας δημιουργείται από ηλεκτρόνια υψηλής ενέργειας, που καθώς κινούνται ελικοειδώς κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του γεωμαγνητικού πεδίου, πλησιάζουν ενίοτε την ανώτερη ατμόσφαιρα της Γης, συγκρούονται με άτομα και μόρια αζώτου και οξυγόνου και τα διεγείρουν ενεργειακά. Τα διεγερμένα άτομα και μόρια, για να επανέλθουν στην αρχική, σταθερή κατάσταση ενεργειακής ισορροπίας, εκπέμπουν την περίσσεια ενέργειας υπό τη μορφή ορατής ακτινοβολίας. Το σέλας είναι φαινόμενο πολύ δυναμικό, μεταβλητό, τόσο στην έντασή του όσο και στο σχήμα του.

Το χρώμα, η μορφή και η ένταση του σέλαος εξαρτώνται τόσο από τις ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις που εκτοξεύουν τα ηλεκτρόνια από το διάστημα προς την ατμόσφαιρα, όσο και από το είδος των ατόμων και μορίων που χτυπούν, καθώς και από το ύψος στο οποίο τα χτυπούν.

Εικόνα 3: Οι «φλογισμένοι δράκοντες» της μυθολογίας υψώνονται πάνω από το χιονισμένο τοπίο του Καναδά. (© Peter Jeffery)

Αναφορές στο σέλας υπάρχουν στους μύθους πολλών λαών. Οι πιο εξοικειωμένοι με το φαινόμενο λαοί, όπως οι Εσκιμώοι του Καναδά και της Γροιλανδίας και οι Λάπωνες της Σκανδιναβίας, είχαν φιλική σχέση με το σέλας. Οι Ινουίτ του βορειοανατολικού Καναδά πίστευαν πως το σέλας είναι το φως ουράνιων δαυλών που καθοδηγεί τις ψυχές των πεθαμένων για να βρουν το δρόμο τους προς τον ουρανό. Οι Εσκιμώοι του Γιούκον πάλι, πίστευαν πως το σέλας είναι ο χορός των πνευμάτων ζώων που γνώριζαν από την καθημερινή τους ζωή, όπως τα ελάφια, οι φώκιες και οι σολομοί. Παρόμοια σχέση με τα νυχτερινά φώτα του ουρανού είχαν και οι Λάπωνες της Σκανδιναβίας. Αντιθέτως στην κεντρική Ευρώπη, όπου το σέλας εμφανίζεται σπανιότερα, οι άνθρωποι του Μεσαίωνα θεωρούσαν το σέλας κακό οίωνό που προμήνυε το ξέσπασμα πολέμου ή άλλης μεγάλης δυστυχίας.

Το σέλας ήταν και είναι ένα εξαιρετικά σπάνιο φαινόμενο στα χαμηλά γεωγραφικά πλάτη και είχε καταπλήξει τους ανθρώπους στην αρχαιότητα. Όπως είναι φυσικό, έχει καταγραφεί με τα πιο ζωηρά χρώματα στη Θεογονία του Ησίοδου και στην Παλαιά Διαθήκη. Ο Ησίοδος, ένας από τους μεγαλύτερους ποιητές της Αρχαίας Ελλάδας, μίλησε τον 8ο αιώνα π.Χ. για «φλεγόμενους ουρανοφύες» και «φλογισμένους ουράνιους δράκους». Στο όραμα του προφήτη Ιεζεκιήλ (6ο αιώνα π.Χ.) ο φλεγόμενος τροχός που μεσουρανή μπορεί να ερμηνευθεί είτε σαν εμφάνιση κομήτη είτε σαν σέλας. Η ερμηνεία βέβαια του ίδιου του Ιεζεκιήλ ήταν καθαρά θρησκευτική. Η πρώτη απόπειρα λογικής εξήγησης της φωτεινής ουράνιας εμφάνισης συχνά αποδίδεται στον Αριστοτέλη. Αντί να επικαλείται υπερφυσικές δυνάμεις ή τέρατα, ο Αριστοτέλης περιέγραψε το σέλας στην «Μετεωρολογία» του σαν φως που μοιάζει με λαμπρό σύννεφο. Ωστόσο, οι πρώτες προσπάθειες λογικής, μη-μυθικής περιγραφής του σέλαος έγιναν από δύο Έλληνες φιλόσοφους της Μικράς Ασίας, που έζησαν τον 6ο αιώνα π.Χ. (δηλαδή 200 περίπου χρόνια πριν από τον Αριστοτέλη): τον Αναξιμένη από τη Μίλητο και τον Ξενοφάνη από την Κολοφώνα.



Εικόνα 4: Εξαιρετικά όμορφη εικόνα, με το σέλας να «πέφτει» πάνω μας κατακόρυφα και να σχηματίζει αυτό που ονομάζουμε «στέμμα». (© Jan Curtis)

Η σημερινή διεθνής ονομασία του βόρειου σέλαος, *Aurora Borealis*, που πρωτοχρησιμοποιήθηκε από τον Γαλιλαίο το 1619, έχει ελληνικές ρίζες: αποτελείται από τη λατινική ονομασία για την αρχαιοελληνική θεότητα της αυγής, την Ηώ (*Aurora*), και την εκλατινισμένη ελληνική λέξη "βόρειος" (*Borealis*). Βόρεια Αυγή λοιπόν. Τον Γαλιλαίο μιμήθηκαν αργότερα και άλλοι γνωστοί επιστήμονες, μελετώντας το εντυπωσιακό φαινόμενο και προσπαθώντας να το εξηγήσουν. Ο Ντεκάρτ, ο Χάλλεϋ, ο Κέλσιος, ο Χούμπολτ είναι μερικά μόνο ονόματα. Η πλήρης



εξήγηση του φαινομένου επιτεύχθηκε ωστόσο μόνο στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, χάρη σε κάποιες νέες τεχνικές παρατήρησης, όπως μια ειδική φωτογραφική μηχανή (all-sky camera) που «πιάνει» όλο τον ουράνιο θόλο, και φυσικά χάρη στις μετρήσεις που έχουν γίνει από τους τεχνητούς δορυφόρους.

Η Ελλάδα, όντας σε σχετικά χαμηλό γεωγραφικό πλάτος, δεν έχει την τύχη της συχνής θέασης των ουράνιων φώτων. Αλλά ακόμη κι όταν η τύχη (και η ένταση των φαινομένων) ευνοήσει τη χώρα μας, αυτό που μπορούμε να δούμε είναι το στατικό κόκκινο σέλας, που είναι τα ανώτερα τμήματά του. Αυτά είναι ορατά από σχετικά μεγάλες αποστάσεις λόγω της καμπυλότητας της Γης. Μια από τις πολύ σπάνιες εμφανίσεις σέλαος στη χώρα μας σημειώθηκε τη νύχτα της 20ης Νοεμβρίου του 2003, κατά τη διάρκεια της ισχυρότερης μαγνητικής καταιγίδας των τελευταίων ετών.

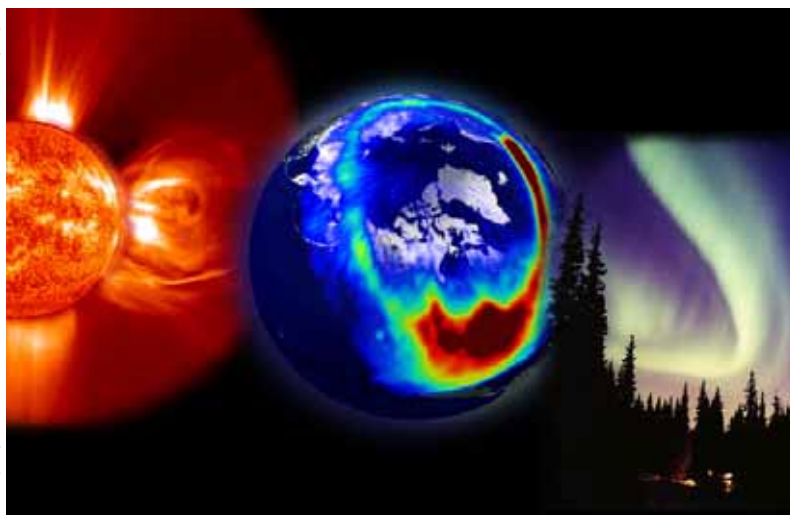


Εικόνα 5: Ένα θέαμα εξαιρετικά σπάνιο: σέλας στην Αττική! Μόνο κατά τη διάρκεια πολύ ισχυρών μαγνητικών καταιγίδων το σέλας είναι ορατό στην Ελλάδα.

Το θέαμα αυτό αποθανάτισε ο αστροφωτογράφος Αντώνης Αγιομαμίτης τη νύχτα της 20ης Νοεμβρίου 2003 στην περιοχή του Ωρωπού (τα βουνά που διακρίνονται είναι στην Εύβοια). Ο καθαρός ουρανός ήταν επίσης ευτύχημα, αφού αν υπήρχαν νέφη θα έκρυβαν το σέλας, το οποίο σχηματίζεται σε ύψος από 100 έως 1.000 χιλιόμετρα, δηλαδή 10-100 φορές ψηλότερα από οποιοδήποτε σύννεφο. (© Αντώνης Αγιομαμίτης)

Η αλληλεπίδραση του ηλιακού ανέμου με τη γήινη μαγνητόσφαιρα, δεν περιορίζεται στο φαινόμενο του σέλας. Η αλληλεπίδραση του μαγνητικού πεδίου του Ήλιου (μέσω του ηλιακού ανέμου) με το γήινο μαγνητικό πεδίο έχει ως αποτέλεσμα μεταφορά μαγνητικής ροής από την προσήλια πλευρά της μαγνητόσφαιρας προς τη μαγνητοουρά. Ουσιαστικά πρόκειται για μεταφορά και συσσώρευση ενέργειας στη μαγνητόσφαιρα. Η συσσώρευση ενέργειας οδηγεί σε κατάσταση αστάθειας. Για να επανέλθει το γεωδιάστημα στην αρχική "ηρεμία" του, η συσσωρευμένη ενέργεια καταναλώνεται, με τη βοήθεια ασταθειών πλάσματος, σε επιτάχυνση φορτισμένων σωματιδίων. Τα ενεργειακά σωματίδια ξεφεύγουν προς το διάστημα, ή γυροφέρνουν τη Γη και τελικά εισχωρούν μέχρι την ιονόσφαιρα αλλά και την ατμόσφαιρά της.

Εικόνα 6: Τα ηλιακά νέφη φέρνουν μαγνητικές καταιγίδες στη Γη, με εντυπωσιακά για τα μάτια μας αποτελέσματα ... Σ' αυτό το κολάζ διακρίνουμε τον Ήλιο αριστερά, το βόρειο σέλας όπως το βλέπουμε από την επιφάνεια της Γης στα δεξιά, και το σέλας όπως το βλέπουν οι δορυφόροι από το διάστημα στο κέντρο. (© S. Hill, NASA)



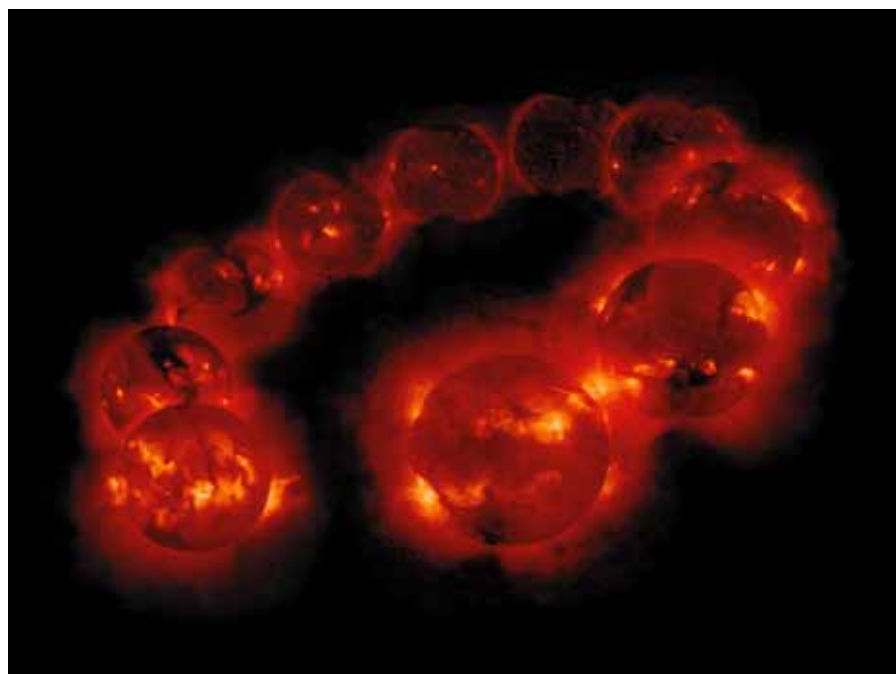
Ισχυρά ηλεκτρικά ρεύματα που ρέουν στη μαγνητόσφαιρα και την ιονόσφαιρα της Γης, προκαλούν επίσης μεταβολές στο γεωμαγνητικό πεδίο, οι οποίες με τη σειρά τους επάγουν ισχυρά ηλεκτρικά ρεύματα στο έδαφος και το υπέδαφος. Τα βασικότερα δυναμικά φαινόμενα που συνοδεύουν την έντονη αύξηση του ενεργειακού περιεχομένου του γεωδιαστήματος και τη συνακόλουθη κατανάλωσή του σε επιτάχυνση σωματιδίων και ενίσχυση ρευμάτων, είναι οι διαστημικές ή μαγνητικές καταιγίδες και οι υποκαταιγίδες.

Οι μαγνητοσφαιρικές υποκαταιγίδες ορίζονται ως διαταραχές στη μαγνητόσφαιρα και ιονόσφαιρα της Γης, που διαρκούν λίγες ώρες και αναπτύσσονται σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη. Βασικότερη έκφανση των μαγνητοσφαιρικών υποκαταιγίδων αποτελεί το σέλας, όπως παραπάνω περιγράψαμε.

Οι μαγνητικές καταιγίδες λαμβάνουν χώρα πιο σπάνια (ορισμένες φορές το μήνα), διαρκούν λίγες ημέρες και αποτελούν πιο παγκόσμια φαινόμενα, αφού εκδηλώνονται σε μέσα και χαμηλά γεωγραφικά πλάτη. Τα ενεργειακά μεγέθη που συνδέονται με τις καταιγίδες είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακά. Η ενεργειακή ισχύς μιας ισχυρής μαγνητικής καταιγίδας ξεπερνά τα 1000 GWatt! Συγκριτικά αναφέρουμε πως ένα τυπικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος έχει ισχύ της τάξεως του 1 GWatt. Κατά τη διάρκεια των μαγνητικών καταιγίδων αναπτύσσεται το δακτυλιοειδές ρεύμα, ένα ηλεκτρικό ρεύμα ιόντων που περιτριγυρίζει τη Γη σε απόσταση μερικών δεκάδων

χιλιάδων χιλιομέτρων.

Τα φαινόμενα των διαστημικών καταιγίδων και υποκαταιγίδων, είναι ουσιαστικά μηχανισμοί με τους οποίους εισάγεται ενέργεια από τον ηλιακό άνεμο στη μαγνητόσφαιρα της Γης. Βασική τους διαφορά, η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται σε κάθε περίπτωση. Στην διάρκεια των καταιγίδων καταναλώνονται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας απ' ό τι κατά την διάρκεια των υποκαταιγίδων. Οι υποκαταιγίδες χαρακτηρίζονται ως πιο "τοπικά" φαινόμενα, αφού εκδηλώνονται στις πολικές περιοχές.



Εικόνα 7: Ο Ήλιος δεν είναι πάντα το ίδιο «ήσυχος» ή «ανήσυχος». Η ποσότητα και ένταση των ηλιακών καταιγίδων ακολουθεί έναν περιοδικό κύκλο 11 περίπου ετών, που αποτυπώνεται με πολύ όμορφο και εντυπωσιακό τρόπο σ' αυτή τη σύνθεση εικόνων της εκπομπής ακτίνων Χ από τον Ήλιο. Έχουμε μία εικόνα ανά έτος, από το 1990 μέχρι το 1999, δηλαδή ξεκινώντας από το προτελευταίο ηλιακό μέγιστο (αριστερά), περνώντας από το ηλιακό ελάχιστο του 1996 (σκοτεινός Ήλιος στη μέση) και πλησιάζοντας στο τελευταίο ηλιακό μέγιστο (δεξιά). (Yohkoh, ISAS & NASA).

Μακρόχρονες παρατηρήσεις μας έχουν δείξει πως η ηλιακή δραστηριότητα εμφανίζει μια περιοδικότητα 11 περίπου ετών. Δηλαδή κάθε 11 χρόνια η ένταση και το πλήθος των εκλάμψεων και εκρήξεων του Ήλιου φτάνουν σε ένα μέγιστο, ακολουθώντας μειώνονται, φτάνουν ένα ελάχιστο, και βαθμιαία αυξάνονται πάλι για να φτάσουν το επόμενο μέγιστο μετά από άλλα 11

χρόνια. Οι ισχυρότερες ηλιακές και γεωμαγνητικές καταιγίδες, οι οποίες είναι επικίνδυνες για την υψηλή τεχνολογία στο διάστημα αλλά και στη Γη, συσσωρεύονται γύρω από τα ηλιακά μέγιστα. Για παράδειγμα, η καταιγίδα-μαμούθ του Σεπτεμβρίου του 1859, που ήταν η ισχυρότερη γεωμαγνητική καταιγίδα όλων των εποχών, ήταν πολύ κοντά στο ηλιακό μέγιστο του 1860. Αν και εκείνη την εποχή η υψηλή τεχνολογία ήταν σχεδόν ανύπαρκτη και περιοριζόταν στον τηλεγράφο, η καταιγίδα έκανε αισθητή την παρουσία της με εκτεταμένη κατάρρευση της λειτουργίας του τηλεγραφικού δικτύου στην Αμερική και την Ευρώπη και με το βόρειο σέλας να εμφανίζεται σε ασυνήθιστα νότια πλάτη, όπως π.χ. στην Αβάνα και τη Ρώμη. Πιο πρόσφατα, και κοντά στο ηλιακό μέγιστο του 1989, μια ισχυρή γεωμαγνητική καταιγίδα «τσάκισε» το δίκτυο ηλεκτροδότησης στην επαρχία Κεμπέκ του Καναδά. Το μπλακάουτ κράτησε πάνω από εννέα ώρες και κόστισε στην εταιρεία ηλεκτρισμού περίπου 13 εκατομμύρια δολάρια. Έχει υπολογιστεί πως αντίστοιχο μπλακάουτ στην πυκνοκατοικημένη περιοχή των βορειοανατολικών ΗΠΑ θα κόστιζε πάνω από 5 δισεκατομμύρια δολάρια ...

Οι ισχυρές καταιγίδες οδηγούν και σε δυσλειτουργίες δορυφορικών συστημάτων, με αποτελέσματα που μερικές φορές είναι καταστροφικά. Μία σειρά δορυφόρων αντιμετώπισαν λειτουργικά προβλήματα κατά τη διάρκεια γεωμαγνητικών καταιγίδων στο πρόσφατο παρελθόν. Συνήθως τα προβλήματα είναι παροδικά και οι δορυφόροι «αναρρώνουν». Το 1997 και 1998 όμως ένας καναδικός και δύο αμερικανικοί δορυφόροι έμειναν τελικά ακυβέρνητοι και χάθηκαν.

Δυστυχώς όμως τα προβλήματα δε σταματούν εδώ. Είναι προφανές πως μια φυσική διαταραχή που επηρεάζει μηχανήματα, έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει και ζωντανούς οργανισμούς. Τα καυτά ιονισμένα σωματίδια που είναι αναπόσπαστο «συστατικό» των καταιγίδων στο διάστημα, αποτελούν σοβαρή απειλή για τους αστροναύτες, αφού ισοδυναμούν με ακτινοβολία Χ, που τα αποτελέσματά της γνωρίζουμε πως σε ακραίες περιπτώσεις οδηγούν σε γενετικές βλάβες και καρκίνο. Επίσης γνωρίζουμε πως μια ιδιαίτερη υψηλή δόση σωματιδιακής ακτινοβολίας μπορεί να είναι θανατηφόρα. Γι' αυτό και η πρόγνωση τέτοιων καταιγίδων είναι απαραίτητη για τις αποστολές των διαστημικών λεωφορείων, καθώς επίσης και για το πλήρωμα του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού. Τις μέρες που οι καταιγίδες είναι στο φόρτε τους, το πλήρωμα του Σταθμού αποσύρεται στο πιο καλά θωρακισμένο διαμέρισμά του. Σωματίδια που έχουν ιδιαίτερα υψηλή ενέργεια, εισχωρούν και στη γήινη ατμόσφαιρα και μπορούν να «χτυπήσουν» επιβάτες αεροπορικών πτήσεων που πετούν σε υψηλό γεωγραφικό πλάτος, δηλαδή κοντά στους πόλους. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, η δόση ακτινοβολίας που αντιστοιχεί σε ένα τέτοιο βομβαρδισμό από ιονισμένα σωματίδια κατά τη διάρκεια μαγνητικής καταιγίδας, ισοδυναμεί με 100 ακτινογραφίες. Ευτυχώς όμως οι καταιγίδες τέτοιας ισχύος σπανίζουν - συμβαίνουν το πολύ μια φορά στα δέκα χρόνια. Αν έχει κανείς την ακραία ατυχία και βρισκεται τότε ακριβώς σε πολική πτήση π.χ. από Λονδίνο για San Francisco, θα έχει δεχτεί «την ακτινοβολία της ζωής του».

Πέρα όμως από αυτές τις διαπιστωμένες βιολογικές επιδράσεις των μαγνητικών καταιγίδων, υπάρχουν και υπόνοιες για επιδράσεις ακόμη και σε ανθρώπους στην επιφάνεια της Γης. Ομάδες επιστημόνων στη Ρωσία και τις ΗΠΑ έχουν μελετήσει την στατιστική σχέση εγκεφαλικών επεισοδίων και καρδιακών προσβολών με τον ηλιακό κύκλο και τις μαγνητικές καταιγίδες. Ο τρόπος που θα μπορούσαν οι μαγνητικές διαταραχές να επηρεάσουν το ανθρώπινο σώμα σχετίζεται με τους ηλεκτρικούς παλμούς της καρδιάς και του εγκεφάλου. Αν και η ένταση των μαγνητικών

διαταραχών συγκριτικά με το μαγνητικό πεδίο της ίδιας της Γης είναι πολύ μικρή, υπάρχει πιθανότητα να επηρεάζουν την ισορροπία του ανθρώπινου οργανισμού με κάποια πολύπλοκη διεργασία που μας είναι ακόμη άγνωστη. Πάντως μελέτες που έγιναν στην φημισμένη πανεπιστημιακή κλινική Mayo των ΗΠΑ, έδειξαν πως στην πολιτεία της Μινεσότα οι θάνατοι από έμφραγμα είναι σαφώς περισσότεροι τις χρονιές που βρισκόμαστε στο ηλιακό μέγιστο. Το σχετικά μικρό στατιστικό δείγμα δεν επιτρέπει αυτό που ονομάζουμε «επιστημονική βεβαιότητα», ωστόσο αποτελεί σημαντική ένδειξη για το τι μπορεί να μας κάνει ο Ήλιος πέρα από το κάψιμο της καλοκαιρινής ηλιοθεραπείας ...