

# ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

---

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 3<sup>ΗΣ</sup> ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2004

---

## ΥΠΟΔΟΧΗ

ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ κ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΣΑΡΡΗ

ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΓΙΟ ΤΟΥ ΠΡΟΕΔΡΟΥ κ. ΣΠΥΡΟΥ ΙΑΚΩΒΙΔΗ

Ὁ κύριος Ἑμμ. Σαρρῆς, τὸν ὁποῖον ἔχουμε σήμερα τὴν χαρὰ νὰ ὑποδεχόμεστε ὡς ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας στὸν κλάδο τῆς Διαστημικῆς Φυσικῆς, σπούδασε στὰ Πανεπιστήμια τῶν Ἀθηνῶν καὶ τῆς Iowa καὶ συνέχισε τὶς ἐρευνητικὲς τοῦ δραστηριότητες στὸ Πανεπιστήμιο Johns Hopkins καὶ στὸ Max Plank Institut στὸ Lindau τῆς Βαυαρίας. Τὸ 1977 ἐπέστρεψε στὴν Ἑλλάδα, ἐξελέγη καθηγητὴς στὸ Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης καὶ ἀνέλαβε τὴ διεύθυνση τοῦ ἐκεῖ Ἐργαστηρίου Ἡλεκτρομαγνητικῆς καὶ Διαστημικῆς. Διαπρέπει ὡς διδάσκαλος, ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν διδακτορικῶν ποὺ ἐκπονήθηκαν ὑπὸ τὴν ἐπίβλεψή του καθὼς καὶ ἀπὸ τὸ βραβεῖο ἐξαίρετης πανεπιστημιακῆς διδασκαλίας ποὺ τοῦ ἀπενεμήθη τὸ 1994. Κυρίως ὅμως, ὁ κ. Σαρρῆς εἶναι ἐρευνητὴς ποὺ ἔχει συμβάλει μὲ πρωτότυπες ἔρευνες στὴ μελέτη τοῦ Διαστήματος μὲ τὶς ἐφαρμογὲς τῶν πορισμάτων του, τεχνολογικὲς, πειραματικὲς καὶ στρατιωτικὲς ποὺ τοῦ ἔχουν προσπορίσει διάφορα διεθνῆ βραβεῖα καὶ τιμητικοὺς τίτλους. Τὰ ἐπιτεύγματά του αὐτὰ θὰ ἀναπτυχθοῦν ἀπὸ τὴν εἰσήγησή του θὰ ἀκολουθήσει. Ἐγὼ περιορίζομαι νὰ τὸν συγχαρῶ καὶ νὰ τὸν καλωσορίσω.

## ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΠΟ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΥ

Ο κ. Έμμ. Σαρρής γεννήθηκε τὸ 1945 στὴν Ἀθήνα, εἶναι ἑγγαμος καὶ πατέρας πέντε παιδιῶν. Ἡ σταδιοδρομία του ὑπῆρξε μία ταχεία ἀνοδος.

Πῆρε πτυχίον Φυσικοῦ ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν τὸ 1967. Τὸ 1971 πῆρε τὸ Master's καὶ τὸ 1973 τὸ PhD διαστημικῆς φυσικῆς ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Iowa τῶν ΗΠΑ, ὑπὸ τὴν ἐποπτεία τοῦ καθηγητοῦ κ. J. Van Allen, τοῦ γνωστοῦ ἀπὸ τὶς ζῶνες Van Allen γύρω ἀπὸ τὴ γῆ. Στὴ συνέχεια εἶχε διαφορὰς θέσεις στὰ Πανεπιστήμια τῆς Iowa καὶ Johns Hopkins τῶν ΗΠΑ, στὴν ESA καὶ στὸ Max-Planck Institut τῆς Γερμανίας, καὶ ἀπὸ τὸ 1977 εἶναι καθηγητὴς στὸ Πανεπιστήμιον τῆς Θράκης καὶ Διευθυντὴς τοῦ Ἐργαστηρίου Ἡλεκτρομαγνητισμοῦ καὶ Διαστημικῆς τῆς Πολυτεχνικῆς Σχολῆς.

Διετέλεσε Διευθυντὴς τοῦ Ἰνστιτούτου Φυσικῆς τοῦ Διαστήματος τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν, Πρόεδρος τοῦ Τμήματος Ἡλεκτρολόγων - Μηχανικῶν καὶ δύο φορές κοσμήτωρ τῆς Πολυτεχνικῆς Σχολῆς τοῦ Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης.

Συμμετεῖχε καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ συμμετέχει σὲ πολλὰ διεθνῆ διαστημικὰ ἀποστολὰς τῆς NASA, τῆς ESA (Ulysses, Interplanetary Monitoring Platform, Cluster, ACE, Cassini κ.λπ.), στοὺς ρωσικοὺς δορυφόρους Interball καὶ στὸν ἰαπωνικὸ Geotail, μὲ κατασκευὴ ὀρισμένων ὀργάνων καὶ ἀνάλυση τῶν ἀποτελεσμάτων τους. Σὲ 9 προγράμματα ἦταν principal investigator ἢ co-investigator.

Εἶναι μέλος πολλῶν ἐλληνικῶν καὶ διεθνῶν ἐπιτροπῶν τῆς NASA, τῆς ESA, τῆς ESF, τῆς IAU, τῆς COSPAR κ.λπ. Ἔλαβε τὸ βραβεῖο ἐξαίρετης Πανεπιστημιακῆς Διδασκαλίας (Ἑλλάς), τὸν τιμητικὸ τίτλον Johns Hopkins Scholar, 2 βραβεῖα τῆς NASA, ἓνα βραβεῖο τῆς ESA, καὶ μία ἐργασία του γιὰ τὸ πρόγραμμα Interball πῆρε τὴν 1<sup>η</sup> διάκριση τῆς Ρωσικῆς Ἀκαδημίας τῶν Ἐπιστημῶν.

Ἐγιναν 13 διδακτορικά ὑπὸ τὴν ἐπίβλεψή του καὶ 10 ἄλλα εἶναι σὲ ἐξέλιξη.

Παρουσιάζει πάνω ἀπὸ 280 δημοσιεύσεις (περίπου 140 ἐργασίες σὲ διεθνή ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ, 100 σὲ πρακτικὰ διεθνῶν συνεδρίων, 18 σὲ ἐλληνικὰ συνέδρια, 2 διατριβὲς καὶ ἀρκετὲς νέες ἐργασίες ὑπὸ δημοσίευση). Ἐπιπλέον ἔκαμε 300 παρουσιάσεις σὲ διεθνῆ συνέδρια. Ὑπάρχουν πάνω ἀπὸ 500 ἀναφορὲς (citations) στὶς ἐργασίες του. Οἱ ἐπιστημονικὲς του ἐργασίες ἀναφέρονται:

- α) στὴ μελέτη τοῦ πλάσματος καὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν πεδίων στὸ διάστημα γύρω ἀπὸ τὴ γῆ καὶ στὴν ἡλιόσφαιρα,
- β) στὴν ἐπεξεργασία τῶν μετρήσεων ἀπὸ πολλὰ διαστημόπλοια,
- γ) στὴ δορυφορικὴ τηλεπισκόπηση μὲ εἰκόνες τῆς γῆς ἀπὸ δορυφόρους Landsat, Spot κ.λπ., μὲ ἰδιαίτερη ἔμφαση στὴν Ὠκεανογραφία τοῦ Αἰγαίου καὶ τῶν περιοχῶν γύρω ἀπὸ τὸ Αἶγαϊο,

- δ) στη διαστημική τεχνολογία με την κατασκευή ὀργάνων διαφόρων διαστημοπλοίων,
- ε) στις δορυφορικές τηλεπικοινωνίες,
- στ) στις μελέτες ἐργαστηριακῶν πλασμάτων, καὶ τέλος
- ζ) σὲ ἐφαρμογὲς τῆς διαστημικῆς τεχνολογίας στὶς ἐλληνικὲς ἔνοπλες δυνάμεις.

Ἀναφέρομαι σὲ μερικὰ ἀπὸ τὰ κύρια ἐπιτεύγματα του:

- 1) Ἔκαμε τὶς πρῶτες λεπτομερεῖς διαστημικὲς μετρήσεις μεγάλης ἐνέργειας φορτισμένων σωματίων καὶ μαγνητικῶν πεδίων σὲ διαπλανητικὰ μαγνητοῦδροδυναμικὰ κρουστικὰ κύματα καὶ ἀνέπτυξε τὴ θεωρία τῆς ἰσχυρῆς ἐπιτάχυνσης φορτισμένων σωματίων στὴν ἐπιφάνεια τοῦ κρουστικοῦ κύματος.
- 2) Ἐπραγματοποίησε τὶς πρῶτες ταυτόχρονες παρατηρήσεις φαινομένων ἐπιτάχυνσης σὲ διάφορα σημεῖα τῶν διαπλανητικῶν κρουστικῶν κυμάτων, καθὼς καὶ τοῦ κρουστικοῦ κύματος τῆς Γεωμαγνητόσφαιρας. Ἡ κατανόηση τοῦ μηχανισμοῦ ἐπιτάχυνσης φορτισμένων σωματίων θεωρεῖται ὡς ἓνα ἀπὸ τὰ θεμελιώδη προβλήματα τῆς Διαστημικῆς Φυσικῆς καὶ εἶναι ἀναγκαῖα προϋπόθεση γιὰ τὴν κατανόηση τῶν μηχανισμῶν ἐπιτάχυνσης τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων.
- 3) Χρησιμοποίησε γιὰ πρώτη φορὰ παρατηρήσεις σὲ σχετικιστικὰ ἠλεκτρόνια καὶ πρωτόνια μεγάλης ἐνέργειας ὡς ἀνιχνευτὲς γιὰ τὸν προσδιορισμὸ δυναμικῶν δομῶν μεγάλης κλίμακας τοῦ διαπλανητικοῦ χώρου.
- 4) Ἀνίχνευσε γιὰ πρώτη φορὰ ἓνα τεράστιο Ἡλιακὸ Μαγνητικὸ Βρόχο, ποὺ ἐκτεινόταν στὸν διαπλανητικὸν ὡρον πέραν τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἐνῶ τὰ δύο ἄκρα του παρέμεναν ἀγκυροβολημένα στὸν Ἥλιο.
- 5) Προσδιώρισε τὴ μαγνητικὴ δομὴ τῶν μαζῶν τοῦ Ἡλιακοῦ Στέμματος ποὺ ἐκτοξεύονται ἀπὸ τὸν Ἥλιο.
- 6) Μελέτησε τὴ διάχυση σωματίων κάθετα στοῦ διαπλανητικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἀπέδειξε ὅτι ἡ διάδοση τῶν σωματίων εἶναι οὐσιαστικὰ «ἐλεύθερη» κατὰ μῆκος τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἐνῶ ἡ διάχυσή του κάθετα στοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι ἀμελητέα.
- 7) Διεπίστωσε τὴν παρουσία «μαγνητικῶν ἀνακλαστήρων» στὸν διαπλανητικὸν ὡρον. Οἱ μαγνητικοὶ αὐτοὶ ἀνακλαστήρες προκαλοῦν τὴ δημιουργία «δεξαμενῶν» παγίδευσης ἐνεργειακῶν σωματίων, ἀπ' ὅπου ὅμως διαφεύγουν βαθμιαῖα τὰ σωματίδια.
- 8) Διεπίστωσε τὴν παρουσία σχετικιστικῶν ἠλεκτρονίων ἀπὸ τὴ Μαγνητόσφαιρα τοῦ Δία στοῦ Γήινο διαστημικὸ περιβάλλον.



- 9) Μελέτησε τὴ διάδοση ἡλιακῶν ἐνεργειακῶν σωματίων στὴν Ἡλιόσφαιρα καὶ διεπίστωσε τὴν ὑπαρξὴ διαπλανητικῶν «διαύλων» ταχείας προσπέλασης τῶν σωματίων.
- 10) Πραγματοποίησε τὶς πρῶτες μετρήσεις σωματίων μεγάλης ἐνέργειας μέσα στὴν Μαγνητοσφαιρὰ τῆς Γῆς.
- 11) Πραγματοποίησε τὶς πρῶτες ταυτόχρονες παρατηρήσεις τῶν μαγνητοσφαιρικῶν ἐκρήξεων μὲ πολλαπλὰ διαστημόπλοια καὶ ἐνετόπισε τὶς περιοχὲς ὅπου λαμβάνουν χώρα καὶ διαδίδονται οἱ ἐκρήξεις.

Πολὺ θετικές κρίσεις γιὰ τὸ ἔργο του προέρχονται ἀπὸ μερικοὺς ἀπὸ τοὺς πιὸ σημαντικοὺς διαστημικοὺς φυσικοὺς στὸν κόσμος, ὅπως εἶναι:

- A) Ὁ H. Alfven (Βραβεῖο Nobel στὴ Διαστημικὴ Φυσικὴ).
- B) Ὁ J. Van Allen (ἀνακάλυψε τὶς Ζῶνες Ἀκτινοβολίας τῆς Γῆς ποὺ φέρουν τὸ ὄνομά του).
- Γ) Ὁ L. Lanzerotti, *Chairman of the Space Science Board / U.S. National Academy of Sciences*.
- Δ) Ὁ Sir I. Axford, πρόεδρος τῆς COSPAR.
- E) Ὁ D. Williams, *Chairman of the International Solar Terrestrial Program (ISTP) καὶ Chairman of the International Solar Terrestrial Energy Program (STEP)*.
- Στ) Ὁ καθηγητὴς Σ. Κριμιζῆς, Διευθυντὴς τοῦ Space Department τοῦ Πανεπιστημίου J. Hopkins, καὶ
- Z) ὁ L. Zelenyi, Διευθυντὴς τοῦ Space Research Institute τῆς Ρωσικῆς Ἀκαδημίας τῶν Ἐπιστημῶν.

Ὅπως χαρακτηριστικὰ εἶπε ὁ τελευταῖος, «Ἡ ζωὴ καὶ ἡ ἐπιστημονικὴ σταδιοδρομία τοῦ καθ. Σαρρῆ εἶναι ἓνα ἐξαιρετὸ παράδειγμα ἀνιδιοτελοῦς ὑπηρεσίας στὴν ἐπιστῆμη καὶ στὴν ἐπιστημονικὴ κοινότητα... δημιούργησε ἓνα κομβικὸ σημεῖο γιὰ νέους ἐπιστήμονες στὴν Ἑλλάδα καὶ σὲ ἄλλες χώρες καὶ βοήθησε πολλοὺς νέους ἐρευνητὲς νὰ ἐτοιμάσουν ἐξαιρετικὲς δημοσιεύσεις καὶ διατριβές».

Πράγματι ὁ κ. Σαρρῆς δημιούργησε στὸ Πανεπιστήμιο Θράκης ἓνα σημαντικότατο κέντρο Διαστημικῆς Φυσικῆς ποὺ ἔχει παγκόσμια ἐμβέλεια καὶ ἀκτινοβολία. Γι' αὐτὸ καὶ ἡ Ἀκαδημία μας τὸν τίμησε μὲ τὸ νὰ τὸν ἐκλέξει ἀντεπιδεξιό μέλος τῆς στὸν κλάδο τῆς Διαστημικῆς Φυσικῆς. Τὸ ἔργο του συνεχίζεται ἀμείωτο τόσο στὴν Διεθνῆ Ἐπιστῆμη, ὅσο καὶ στὶς ἐφαρμογές τῆς στίς Ἑνοπλεις Δυνάμεις τῆς Ἑλλάδος. Τὸν καλωσορίζω λοιπὸν καὶ τοῦ εὐχομαί ὑγεία καὶ καλὴ συνέχεια στὸ ἔργο του.



## ΑΝΙΧΝΕΥΟΝΤΑΣ ΤΑ ΟΡΙΑ ΤΟΥ ΓΗΙΝΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

ΕΙΣΙΤΗΡΙΟΣ ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ κ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Θ. ΣΑΡΡΗ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με ιδιαίτερη συγκίνηση σᾶς εὐχαριστῶ γιὰ τὴ σημερινή τιμὴ τῆς ὑποδοχῆς στὴν τάξη τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν ἔχοντας τὴ βαθιὰ ἐπίγνωση ὅτι ἡ τιμὴ αὐτὴ πραγματικὰ ἀντανακλᾷ στὴν Θράκη, μὲ τὸ πρόσφορο καὶ ἰσορροπημένο περιβάλλον ποὺ προσέφερε γιὰ τὴν ἀναζήτησι τῆς ἀληθινῆς γνώσης, «ἥτις φεύγει τὸν θόρυβον».

Ἡ Θράκη μὲ τὴν ἐγγενῆ σιωπὴ της, ἰδανικὰ τοποθετημένη γιὰ νὰ ἀφουγκράζεται ὅ,τι ἐξέπεμπε ἡ Πόλη τῶν Πόλεων ἐξ Ἀνατολῶν καὶ τὸ Ὅρος ἐκ Δυσμῶν, διατήρησε τίς ὀριζόντιες καὶ κατακόρυφες συνιστώσες, ποὺ περισώζουν καὶ ἀναδεικνύουν τίς ἀνθρώπινες διαστάσεις.

Σ' αὐτὲς τίς συντεταγμένες τοῦ χωροχρονικοῦ περιβάλλοντός μας βρεθήκαμε πρὶν 26 χρόνια καὶ πορευθήκαμε μὲ τοὺς μαθητές μου καὶ συνεργάτες μου τόσο στὸν γνωσιολογικὸ χῶρο τῆς βασικῆς ἔρευνας τοῦ Διαστήματος, ὅσο καὶ στὴν ἀνάπτυξη τῆς Διαστημικῆς Τεχνολογίας στὸ Ἐργαστήριον Ἡλεκτρομαγνητισμοῦ καὶ Διαστημικῆς τοῦ Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης.

Υπάρχουν ὀρισμένα μοναδικὰ καὶ ἀνεπανάληπτα πρόσωπα, μεγάλοι καὶ μικροί, ποὺ ἔχουν τεράστιο μερίδιο στὴν σημερινή τιμή. Αὐτοὶ ξέρουν καὶ δὲν χρειάζονται λόγια. Θὰ ἤθελα ὅμως νὰ ἀναφερθῶ σὲ συγκεκριμένους ἀνθρώπους ποὺ ἦταν καθοριστικοὶ στὴν ἐπιστημονικὴ μου πορεία. Ἰδιαίτερα στὸν ἐξάιρετο πειραματικὸ καὶ πατέρα τῆς διαστημικῆς Prof. James Van Allen, ποὺ μὲ ἔβαλε ἀπευθείας στὰ βαθιὰ νερά καὶ μοῦ ἔμαθε ὅχι μόνο πῶς νὰ στηρίζομαι στίς πειραματικὲς μετρήσεις, ἀλλὰ καὶ τὸ μέτρο τῆς ἐμπιστοσύνης μας σὲ αὐτές. Θὰ ἀναφερθῶ ἀκόμη στὸν διακεκριμένο ἐπιστήμονα, φωτεινὸ παράδειγμα καὶ ἀνεκτίμητο συνεργάτη ἐπὶ σειρὰ ἐτῶν Δρ. Σταμάτιο Κριμιζῆ, ποὺ στήριξε ἀπλόχερα τὰ πρῶτα βήματα τοῦ Ἐργαστηρίου μας στὴν Θράκη. Καὶ ἀπὸ τοὺς δύο ἀπεκρίματα τὴν ἐμπειρία πῶς νὰ διακρίνω στὴν καθημερινή πρακτικὴ τὴ συνεσταλμένη καὶ ἐν ἐπιγνώσει ἐπιστημονικὴ προσέγγισι, ἀπὸ τίς μυθικῶν διαστάσεων

αβάσιμες θεωρητικές προεκτάσεις, πού συχνά συναντούμε και πού στηρίζονται σέ ελάχιστα και ανεπαρκή δεδομένα. Κάθε φορά βρίσκαμε ότι ή πραγματικότητα, ή καλλίτερα τὸ μέρος τῆς πραγματικότητας, πού ἀνεδεικνύετο ἀπὸ τὶς παρατηρήσεις, ἦταν ἀσυγκρίτως πλουσιότερο τῆς φαντασίας μας καὶ τῶν νοητικῶν ὑποταγῶν μας.

Ἰδιαίτερα στὴν Διαστημική Ἔρευνα ἔμαθα ὅτι «οὐ σεσοφισμένοι μύθοι πειθόμεθα». Ἡ ἴδια ἡ ἔρευνα τοῦ Διαστήματος κατὰ κοινὴ παραδοχὴ ἀφορᾷ στὸ χῶρο, ὅπου μποροῦμε νὰ ἔχουμε *in situ* παρατηρήσεις μὲ διαστημόπλοια καὶ διαστημικά ὄργανα.

#### Η ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΗΙΝΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Μέχρι πρὶν ἀπὸ μόλις 5 δεκαετίες ὁ χῶρος πάνω ἀπὸ περίπου 50 Km ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς ἦταν ἀπρόσιτος καὶ οὐσιαστικὰ ἄγνωστος. Σήμερα τὰ 45 χρόνια τῶν διαστημικῶν ἐξερευνήσεων μᾶς ἔχουν δώσει μιὰ πλούσια εἰκόνα τῆς μορφολογίας τοῦ Γήινου διαστημικοῦ περιβάλλοντος, πού εἶναι κατεξοχὴν ἓνα ἠλεκτρομαγνητικὸ περιβάλλον.

Προσεγγίσαμε τὴ δομὴ τῶν μαγνητικῶν καὶ ἠλεκτρικῶν πεδίων, τῶν τεράστιων ἠλεκτρικῶν ρευμάτων (ἐκατομμυρίων Ἀμπέρ), πού ρέουν πάνω ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρά μας, καθὼς καὶ τὴ θερμὴ ἠλεκτρισμένη ὕλη, πού γεμίζει τὸν περιβάλλοντα διαστημικὸ χῶρο, μόλις ἀνεβοῦμε 100 Km πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς.

Ὅλος ὁ διαστημικὸς χῶρος κυριαρχεῖται ἀπὸ ὕλη στὴν 4η κατάστασή της, τὸ πλάσμα, πού ἀπαρτίζεται ἀπὸ ἰόντα καὶ ἠλεκτρόνια σὲ διαρκὴ ἀλληλεπίδραση μὲ τὰ πανταχοῦ παρόντα μαγνητικὰ καὶ ἠλεκτρικὰ πεδία στὴ μαγνητόσφαιρα, τὸν διαπλανητικὸ χῶρο, τὸν ἥλιο μέχρι καὶ τὴν ἀπώτερη ἡλιόσφαιρα. Ἐκτιμᾶται ὅτι τὸ 98% τῆς γνωστῆς ὕλης τοῦ Σύμπαντος εἶναι σὲ μορφὴ πλάσματος καὶ ὅτι τὰ στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια εἶναι ἡ ἐξάιρεση (Frank-Kamenetskii, 1972; Parks, 2004).

Μία ἀπὸ τὶς πρὶν συγκλονιστικὲς πτυχὲς τοῦ Διαστήματος, πού ἀποκαλύφθηκαν, εἶναι ἡ στενὴ καὶ πολύπλοκη Ἡλεκτρομαγνητικὴ ζεύξη ὅλου τοῦ Ἡλιακοῦ Συστήματος. Συνειδητοποιήσαμε τὴν ὑπαρξὴ ἐνὸς ἰσχυροῦ καὶ πολύπλοκου δεσμοῦ μεταξὺ Ἡλεκτρομαγνητικῶν φαινομένων ἀπὸ τὸν Ἥλιο καὶ τὸν Διαπλανητικὸ χῶρο μέχρι τὸ Γεωμαγνητικὸ περιβάλλον καὶ τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς (Akasofu, 1981; Daglis et al, 1998). Μιὰ πανενότητα καὶ διασύνδεση τοῦ εὐρύ-

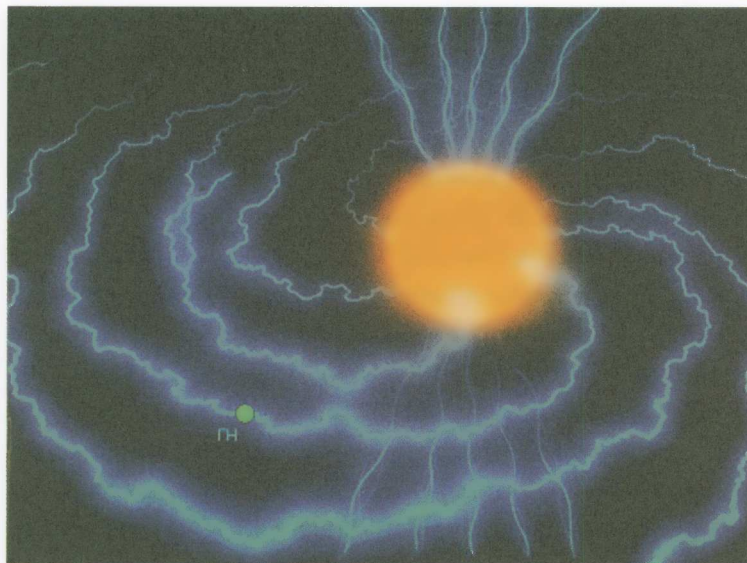
τερου Διαστημικού περιβάλλοντος. Ήλεκτρομαγνητικές δυνάμεις, έξω από την άμεση αντίληψη των αισθήσεών μας, λειτουργούν μεταξύ όλων αυτών των περιοχών δημιουργώντας μια διαρκή ζεύξη Ήλιου-Γῆς.

Ο Ήλιος δὲν εἶναι μόνο ἡ πηγή τοῦ φωτός καί τῆς θερμότητας, ἀπό τὰ ὁποῖα ἐξαρτᾶται ἡ ζωὴ πάνω στὴ Γῆ, ἀλλὰ καί ἡ γενεσιουργὸς αἰτία αὐτοῦ τοῦ Ήλεκτρομαγνητικοῦ συνδέσμου. Ο Ήλιος εἶναι ἓνα μαγνητισμένο ἄστρο. Πηγή τῶν μαγνητικῶν πεδίων στὴν ἐπιφάνεια τοῦ Ήλιου εἶναι οἱ κινήσεις τοῦ πλάσματος καί ἡ λειτουργία μηχανισμῶν «Δυναμό» κάτω ἀπὸ τὴν φωτόσφαιρα. Ἡ Ήλεκτρομαγνητικὴ ζεύξη τοῦ Ήλιου μὲ τὴν Γῆ καί ὅλο τὸ ἡλιακὸ σύστημα πραγματοποιεῖται μέσω τοῦ Ἡλιακοῦ Ἀνέμου. Ο Ἡλιακὸς Ἀνεμὸς εἶναι τὸ θερμὸ καί ἰονισμένο ἀέριο (πλάσμα), ποὺ ἐκτοξεύεται διαρκῶς ἀπὸ τὸν Ήλιο καί συμπαρασύρει, χάρις στὴν ὑψηλὴ ἡλεκτρικὴ ἀγωγιμότητά του, τὸ μαγνητικὸ πεδίο ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ Ήλιου γεμίζοντας μ' αὐτὸ τὸν διαπλανητικὸ χῶρο (Parker, 1958; Gold, 1959; Hundhausen, 1972). Στὴν Εἰκόνα 1 ἀπεικονίζεται τὸ διαπλανητικὸ μαγνητικὸ πεδίο μὲ τὴ σπειροειδῆ δομὴ του, ποὺ εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τοῦ Ήλιου μὲ περίοδο 26 ἡμερῶν.

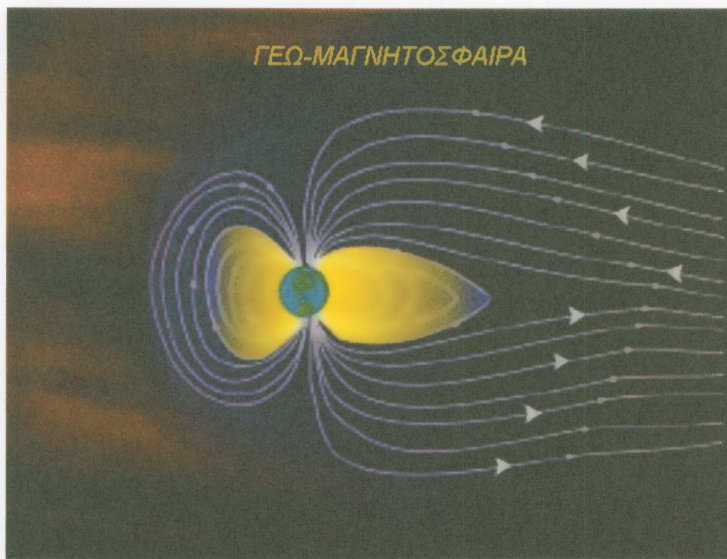
Ο Ἡλιακὸς Ἀνεμὸς προσκρούει πάνω στὸ γήινο μαγνητικὸ πεδίο μὲ ταχύτητα 1-2.000.000 Km/hr καί τὸ συμπιέζει στὴν προσήλια περιοχὴ μέχρι τοῦ σημείου, ὅπου ἡ κινητικὴ πίεση τοῦ πλάσματος ἐξισορροπεῖται ἀπὸ τὴν αὐξημένη μαγνητικὴ πίεση. Στὴν ἀντίθετη κατεύθυνση τὸ γήινο μαγνητικὸ πεδίο παρσύρεται ἀπὸ τὴ ροὴ τοῦ πλάσματος καί ἐκτείνεται σὲ ἀποστάσεις μερικῶν ἑκατομμυρίων Km δημιουργώντας τὴ «μαγνητο-οὐρά». Ὅλη αὕτὴ ἡ περιοχὴ στὴν ὁποία περιορίζεται τὸ Γήινο Μαγνητόπλάσμα εἶναι ἡ Γεω-Μαγνητόσφαιρα ὅπως ἀπεικονίζεται καί στὴν Εἰκόνα 2 καί βρίσκεται σὲ μιὰ ἐξαιρετικὰ εὐθραυστὴ ἰσορροπία μὲ τὸ διαπλανητικὸ πλάσμα (Roederer, 1979; Russell, 1990).

Ἰδιαίτερα ἀσταθεῖς εἶναι οἱ περιοχὲς ὅπου ὑπάρχουν ἀντιπαράλληλα μαγνητικὰ πεδία, ὅπως ἡ μαγνητοουρά. Στὶς περιοχὲς αὐτὲς οἱ ἀστάθειες τοῦ μαγνητοπλάσματος ὁδηγοῦν σὲ διακοπὴ τοῦ ρεύματος καί κατάρρευση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀνάπτυξη ἐπαγωγικῶν ἡλεκτρικῶν πεδίων καί τὴν ἐκρηκτικὴ ἐνεργοποίηση τῶν φορτισμένων σωματιδίων μὲ τὴν μετατροπὴ μαγνητικῆς ἐνέργειας σὲ κινητικὴ (Sarris et al, 1976; Krimigis and Sarris, 1979; Pellinen, 1984). Οἱ ἀστάθειες διεγείρονται ἀπὸ ἀπότομες μεταβολὲς στὴν ἐξωτερικὴ πίεση, ποὺ ἐξασκεῖ ὁ Ἡλιακὸς Ἀνεμὸς στὴν Μαγνητόσφαιρα. Ο Ἡλιακὸς Ἀνεμὸς μὲ τὴ σειρά του ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κατάσταση τοῦ μαγνητοπλάσματος, ποὺ μεταφέρει ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ Ήλιου, καθὼς καί ἀπὸ





Εικόνα 1: Τò διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο καί ή μαγνητική σύνδεση Ήλιου-Γῆς. Ή σπειροειδής δομή του είναι αποτέλεσμα τῆς περιστροφῆς τοῦ Ήλιου μέ περίοδο 26 ἡμερῶν.

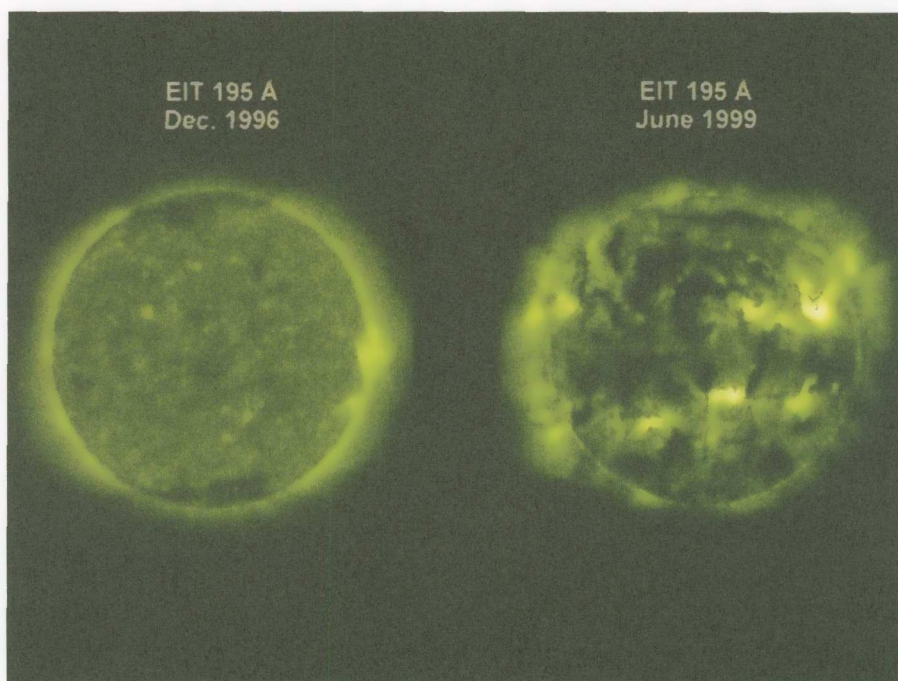


Εικόνα 2: Ή Μαγνητόσφαιρα τῆς Γῆς.

τις συνθήκες τῆς διάδοσής του μέσα στο διαπλανητικό χώρο, πού τὸν διαμορφώνουν.

Διαστημικὲς παρατηρήσεις ἔχουν φανερώσει ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου καὶ κυρίως ἡ ἀτμόσφαιρά του σὲ ἀποστάσεις μερικῶν ἑκατομμυρίων χλμ. βρίσκονται σὲ μιὰ ἐξαιρετικὰ εὐμετάβλητη δυναμικὴ κατάσταση. Πηγὴ αὐτῆς τῆς Δυναμικῆς εἶναι οἱ Ἐνεργὲς Μαγνητικὲς Περιοχές, πού δημιουργοῦνται καὶ ἀναδομοῦνται διαρκῶς καὶ ἐμφανίζουν μιὰ περιοδικότητα ἑξάρσης 11 ἐτῶν. Στὴν Εἰκόνα 3 παρουσιάζονται παρατηρήσεις ἡλιακοῦ πλάσματος θερμοκρασίας  $1.500.000^{\circ}\text{K}$  στὴν γραμμὴ FeXII μὲ τὸ τηλεσκόπιο EIT (Extreme UV) τοῦ Διαστημοπλοίου SOHO (Delabourniere et al, 1996) κατὰ τὴ διάρκεια ἐλαχίστου (1966) καὶ μεγίστου (1999) τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητας.

Συχνὰ οἱ πολύπλοκες μαγνητικὲς δομὲς τῶν ἐνεργῶν περιοχῶν καταρρέουν κατακλυσμικὰ μὲ τὴν ἐκρηκτικὴ ἔκλυση τῆς συσσωρευμένης μαγνητικῆς ἐνέρ-



Εἰκόνα 3: Παρατηρήσεις ἡλιακοῦ πλάσματος θερμοκρασίας  $1.500.000^{\circ}\text{K}$  στὴν γραμμὴ FeXII μὲ τὸ τηλεσκόπιο EIT (Extreme UV) τοῦ Διαστημοπλοίου SOHO κατὰ τὴ διάρκεια ἐλαχίστου (1966) καὶ μεγίστου (1999) τῆς ἡλιακῆς δραστηριότητας.

γείας και οδηγούν σε Ήλιακές εκλάμψεις, έκτοξεύσεις τεράστιων ήλιακων μαζών, επιταχύνσεις φορτισμένων σωματιδίων, διαπλανητικά μέτωπα κλπ, που έχουν επιπτώσεις σε όλο το Ήλιακό Σύστημα (Gold, 1959; Van Allen and Krimigis, 1965; Lin, 1970; Sakurai, 1974; Reames, 1999). Ιδιαίτερα σημαντικές επιπτώσεις έχουν οι έκρηκτικές Στεμματικές Έκτινάξεις Μάζας (ισοδύναμες με 1.000.000 τόνους TNT), που διαδίδονται στον διαπλανητικό χώρο με ταχύτητα μεγαλύτερη του Ήλιακού Ανέμου (Gosling, 2000). Όταν αυτές οι μάζες του Ήλιακού Πλάσματος προσπίπτουν στη Γεωμαγνητόσφαιρα, συμπιέζεται το Μαγνητικό Πεδίο, διαταράσσεται ή εϋθραυστη ισορροπία του μαγνητοπλάσματος και προκαλούνται ισχυρές μαγνητικές διαταραχές (Tsurutani and Gonzalez, 1997).

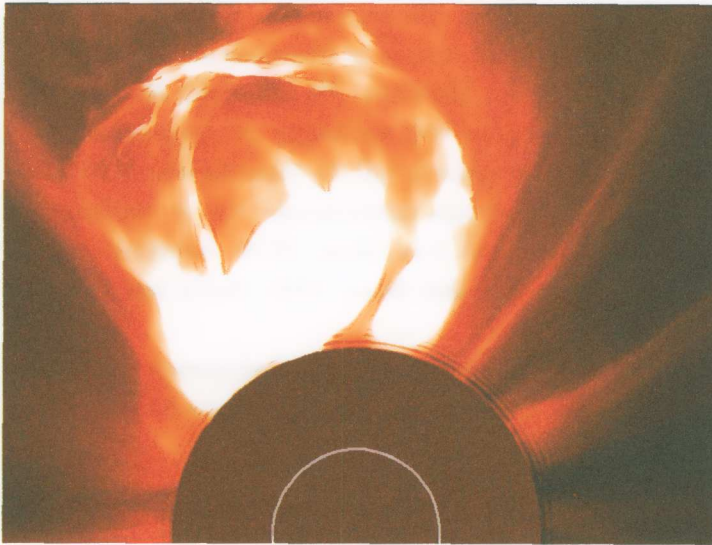
Στην Εικόνα 4 παρουσιάζονται παρατηρήσεις Έκτόξευσης Μάζας Ήλιακού Στέμματος σε αποστάσεις άνω των 5.000.000 Km από την επιφάνεια του Ήλιου με τον Στεμματογράφο LASCO (C2) του Διαστημόπλοιου SOHO και στην Εικόνα 5 παρατηρήσεις Έκτόξευσης Μάζας Ήλιακού Στέμματος σε αποστάσεις άνω των 30.000.000 Km από την επιφάνεια του Ήλιου με τον Στεμματογράφο LASCO (C3) του ίδιου Διαστημόπλοιου (Brueckner et al, 1995).

Η μεγάλης κλίμακας δομή των μαγνητικών πεδίων μέσα στις έκτινασσόμενες στεμματικές μάζες, που εκτείνονται στον διαπλανητικό χώρο πολύ πέραν της τροχιάς της Γης, αποκαλύπτεται με τη χρήση σχετικιστικών ηλεκτρονίων ως ανιχνευτών, που παρατηρούνται με λεπτομερείς μετρήσεις από διαστημόπλοια (Sarris and Krimigis, 1981; Sarris, 1988; Malandraki et al, 2000). Αποδεικνύεται ότι η πλειονότητα των παρατηρούμενων Στεμματικών Μάζων παραμένουν μαγνητικά συνδεδεμένες με τον Ήλιο. Οι διαστελλόμενοι μαγνητικοί βρόχοι ή οι έλικοειδείς μαγνητικοί σωλήνες έχουν τουλάχιστον το ένα άκρο τους αγκυροβολημένο στην επιφάνεια του Ήλιου.

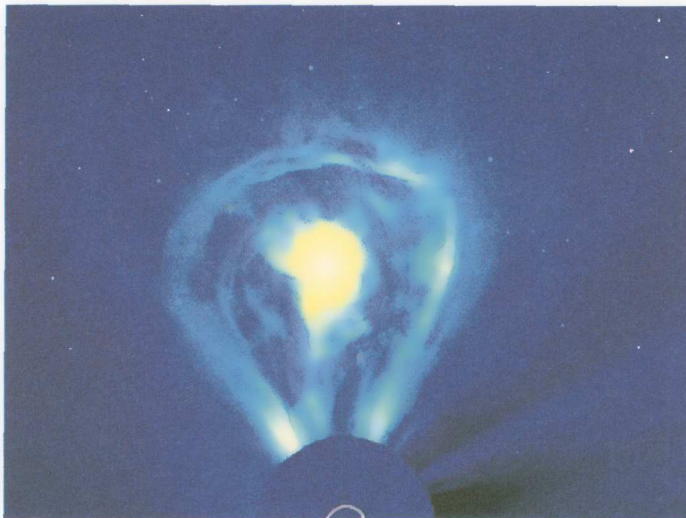
Τις ήλιακές εκρήξεις όσο και τις στεμματικές εκτινάξεις μάζας συνοδεύουν συχνά Μαγνητούδρودυναμικά (ΜΥΔ) Κρουστικά Μέτωπα. Το πλάσμα στην περιοχή της έκλυσης της μαγνητικής ενέργειας στην ήλιακή ατμόσφαιρα, θερμαίνεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα μερικών λεπτών και διαστέλλεται υπερηχητικά έκτοξευόμενο στον διαπλανητικό χώρο, με ταχύτητα  $> 1000$  Km/sec. Το μαγνητόπλάσμα αυτό καθώς συγκρούεται με το προϋπάρχον διαπλανητικό πλάσμα δημιουργεί διαπλανητικά ΜΥΔ κρουστικά μέτωπα, ανάλογα με αυτά που δημιουργεί ένα υπερηχητικό αεροπλάνο (Hundhausen, 1972).

Ένα από τα πιο σημαντικά φαινόμενα, που έχουν διερευνηθεί με *in situ* δια-





Εικόνα 4: Παρατηρήσεις Έκτόξευσης Μάζας Ήλιακού Στέμματος σε αποστάσεις άνω των 5.000.000 Km από την επιφάνεια του Ήλιου με τον Στεμματογράφο LASCO (C2) του Διαστημόπλοιου SOHO.

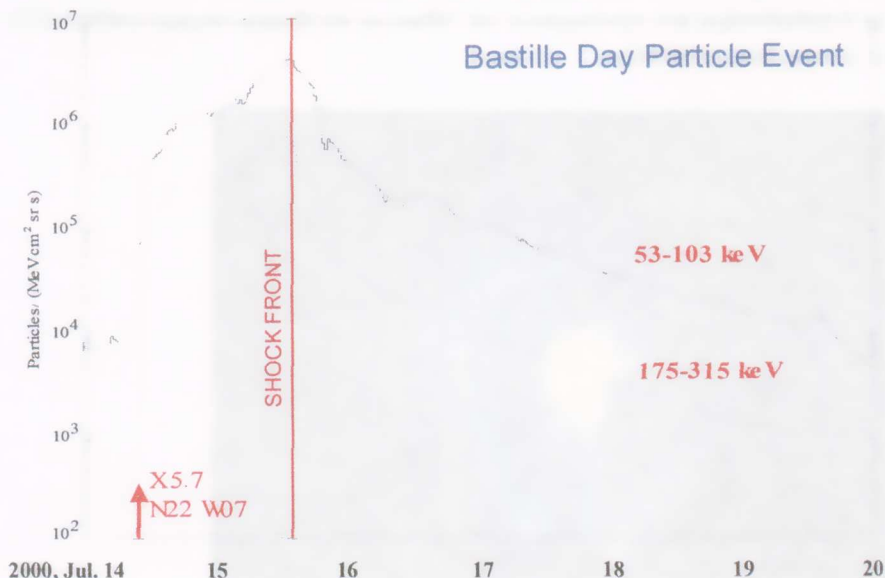


Εικόνα 5: Παρατηρήσεις Έκτόξευσης Μάζας Ήλιακού Στέμματος σε αποστάσεις άνω των 30.000.000 Km από την επιφάνεια του Ήλιου με τον Στεμματογράφο LASCO (C3) του Διαστημόπλοιου SOHO.

στημικές μετρήσεις, είναι ή επιτάχυνση των φορτισμένων σωματιδίων σε μεγάλες ενέργειες κατά την αλληλεπίδρασή τους με τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία των Διαπλανητικών Κρουστικών Μετώπων. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει επικεντρωθεί μεγάλο ενδιαφέρον κυρίως στην κατανόηση του μηχανισμού με τον οποίο φορτισμένα σωματίδια ενεργοποιούνται υπό την παρουσία ενός ΜΥΔ κρουστικού κύματος, λόγω των θεωρητικών προεκτάσεων του σε περιβάλλοντα αστροφυσικού πλάσματος (Sarris and Van Allen, 1974; Armstrong et al., 1977; Toptyghin, 1980; Tsurutani and Stone, 1985; Sarris and Krimigis, 1985; Kallenrode, 1995).

Στην Εικόνα 6 απεικονίζονται μετρήσεις ήλιακών ενεργειακών ιόντων στον διαπλανητικό χώρο στο σημείο L1 με το πείραμα EPAM του διαστημόπλοιου

### ACE – EPAM Experiment



Εικόνα 6: Παρατηρήσεις ήλιακών ενεργειακών ιόντων και της επιτάχυνσής τους στο μαγνητο-υδροδυναμικό κρουστικό μέτωπο της ισχυρής ήλιακής έκρηξης στις 14 Ιουλίου, 2000 με το πείραμα EPAM του διαστημόπλοιου ACE στο σημείο L1 του διαπλανητικού χώρου.

ACE ύστερα από την ισχυρή ήλιακή έκρηξη στις 14 Ιουλίου 2000. Το μαγνητο-υδροδυναμικό κρουστικό μέτωπο της έκρηξης, που ακολουθεί, επιταχύνει τα ήλιακά ιόντα με μηχανισμούς επιτάχυνσης που εξαρτώνται από το διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο και τη γεωμετρία του μετώπου και προκαλεί επιπρόσθετη μεγάλη αύξηση στις μετρούμενες εντάσεις.

#### ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΣ ΚΑΙΡΟΣ

Κατά τη διάρκεια Ήλιακων διαταραχών μέσα στη παραμορφωμένη μαγνητόσφαιρα της Γης συμβαίνουν έξωτικά ηλεκτροδυναμικά φαινόμενα με αποτέλεσμα την εκρηκτική έκλυση ενέργειας, που δημιουργεί «Μαγνητικές Καταιγίδες» στο Γεωμαγνητικό Πεδίο, τεράστια ρεύματα στην ιονόσφαιρα (electrojets), το φαντασμαγορικό σέλας και βομβαρδισμό των πολικών περιοχών με φορτισμένα σωματίδια υψηλών ενεργειών (Baker et al, 1984; McPherron, 1979).

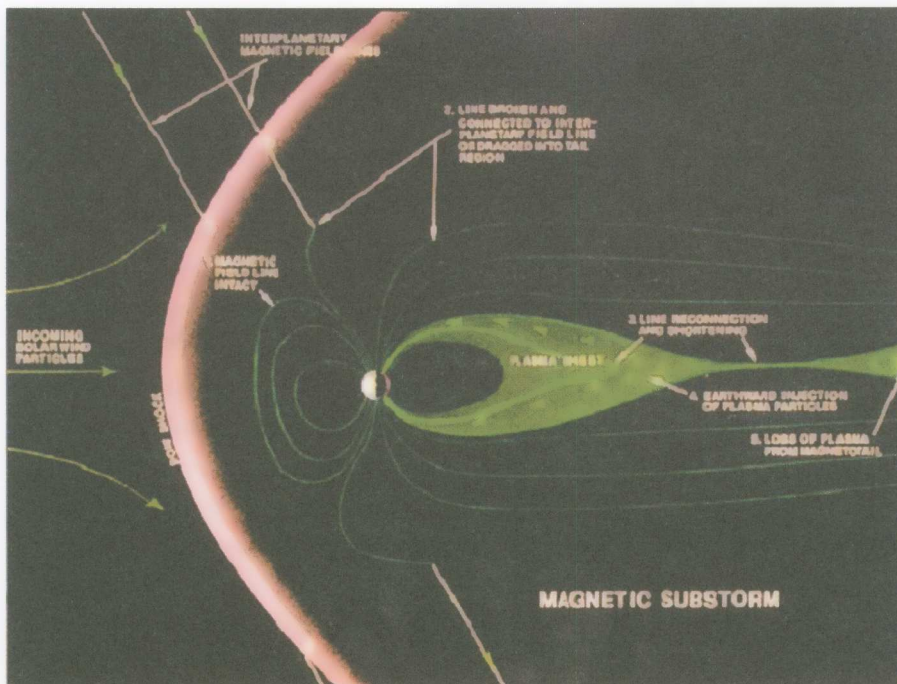
Ο κύριος μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας από τον Ήλιο στο Άνεμο στην μαγνητόσφαιρα συμβαίνει κατά τη διάρκεια περιόδων, όπου το διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο έχει διεύθυνση αντίθετη από αυτή του γήινου μαγνητικού πεδίου, με την διάβρωση του μαγνητικού πεδίου της προσήλιας μαγνητόσφαιρας και τη συσσώρευση μαγνητικής ενέργειας στην μαγνητοουρά (Dungey, 1961; Akasofu et al, 1981; McPherron et al, 1988). Η εκρηκτική έκλυση αυτής της ενέργειας και η μετατροπή της σε κινητική ενέργεια οδηγούν στην εκτόξευση υπέρθερμου πλάσματος και ενεργειακών σωματιδίων προς την μαγνητοουρά αλλά και προς την Γη (Baker et al, 1984). Τα υπέρθερμα σωματίδια του πλάσματος, που κινούνται προς την Γη συναντούν την ισχυρή βαθμίδα του γήινου μαγνητικού πεδίου, όπου όλισθαίνουν (τα ιόντα δυτικά και τα ηλεκτρόνια ανατολικά) δημιουργώντας το τεράστιο δακτυλιοειδές ρεύμα (ring current), ή ένταση του οποίου σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος της μαγνητικής καταιγίδας (Williams, 1987; McIlwain, 1988).

Στην Εικόνα 7 απεικονίζεται η διαταραγμένη μαγνητοουρά της Γης κατά τη διάρκεια «Μαγνητικής Καταιγίδας», όπου υπέρθερμα ιόντα και ηλεκτρόνια πλάσματος εκτοξεύονται κατά μήκος των μαγνητικών πεδίων (Sarris et al, 1976; Krimigis and Sarris, 1979; Sarris and Axford, 1979; Pellinen, 1984).

Η πιο γνωστή και έντυπωσιακή επίδραση της ήλιακής και κατά συνέπεια της μαγνητοσφαιρικής δραστηριότητας, είναι το βόρειο και νότιο πολικό σέλας (aurora borealis & australis), που δημιουργείται από τη διέγερση ατμοσφαι-



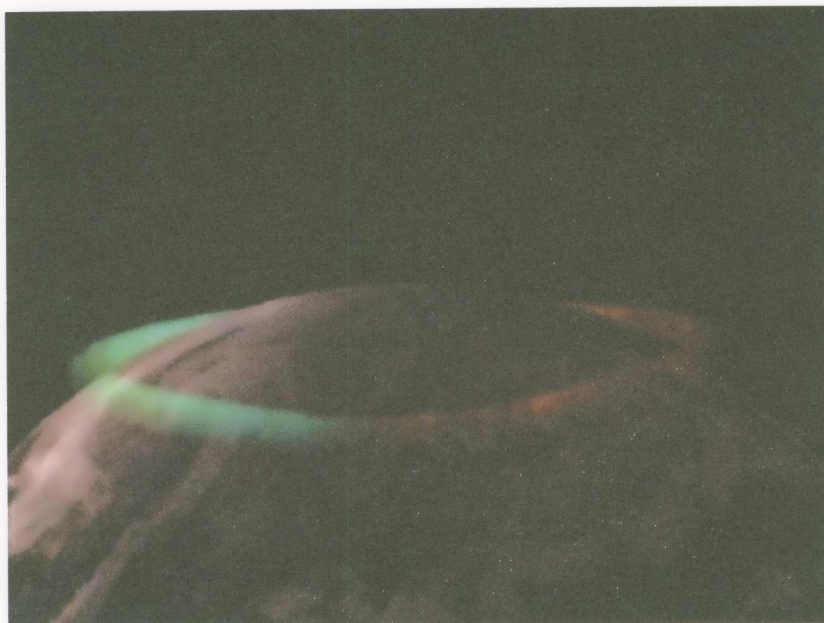
ρικών ατόμων κατά τήν πρόσπτωση στήν ατμόσφαιρα τών φορτισμένων σωματιδίων πού ἔχουν ἐπιταχυνθεῖ στή μαγνητοσφαιρά τῆς Γῆς.



Εἰκόνα 7: Ἡ διαταραγμένη μαγνητοσφαιρά τῆς Γῆς κατά τή διάρκεια «Μαγνητικῆς Καταιγίδας». Ὑπέρθερμα ἰόντα καί ἠλεκτρόνια πλάσματος ἐκτοξεύονται κατά μήκος τών μαγνητικῶν πεδίων.

Στήν Εἰκόνα 8 ἀπεικονίζεται ἡ περιοχή στήν ὁποία ἐκτείνεται τὸ Βόρειο Σέλας καί στήν Εἰκόνα 9 παρατήρηση τοῦ Βορείου Σέλαος σέ πολικά πλάτη.

Στά γεωγραφικά πλάτη τῆς Ἑλλάδας τὸ Βόρειο Σέλας εἶναι ἓνα ἐξαιρετικά σπάνιο φαινόμενο, ὃν καί ἦταν γνωστό στὸν Ἀριστοτέλη, πού τὸ ὀνόμασε «χάσματα». Σέ αὐτὰ τὰ γεωγραφικά πλάτη καί σπανιότατα ἀκόμη νοτιότερα τὸ Βόρειο Σέλας ἐμφανίζεται μόνο κατά τή διάρκεια ἐξαιρετικά ἰσχυρῶν μαγνητικῶν καταιγίδων, ὅταν διαταράσσεται σημαντικά ἡ δομὴ τῆς μαγνητόσφαιρας.



Εικόνα 8: Περιοχή στην οποία εκτείνεται το Βόρειο Σέλας.



Εικόνα 9: Βόρειο Σέλας σε πολικά πλάτη.

Μια έντυπωσιακή εμφάνιση του Βορείου Σέλαος στην Ἀθήνα συνέβη πρόσφατα (20 Νοεμβρίου, 2003) κατά τη διάρκεια ακραίας ήλιακής δραστηριότητας, που προκάλεσε μία εξαιρετικά ισχυρή μαγνητική καταιγίδα (Δείκτης Dst = - 486) και είχε τη μεγαλύτερη επίπτωση στις εντάσεις των κοσμικών ακτίνων, που καταγράφηκε ποτέ από το Σταθμό Νετρονίων Ἀθηνών (εὐγενική προσφορά Ἐ. Μαυρομιχαλάκη) (Εἰκόνα 10).

Τὰ ἀνωτέρω δυναμικά φαινόμενα, που ἀναφέρονται πλέον με τὸν καθιερωμένο ὄρο «Διαστημικὸς Καιρὸς», ἔχουν συχνὰ σοβαρὲς ἐπιπτώσεις στὴν καθημερινή ζωή, καθὼς προκαλοῦν διακοπὲς στὶς τηλεπικοινωνίες καὶ τὰ συστήματα ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας, προβλήματα στὴν ἀκριβὴ πλοήγηση μέσω δορυφώρων κλπ. (Lanzerotti, 1994; Lanzerotti et al, 1999). Οἱ ἐπιπτώσεις τοῦ Διαστημικοῦ Καιροῦ εἶναι ιδιαίτερα ἔντονες στὰ μεγάλα γεωγραφικὰ πλάτη πάνω ἀπὸ 60°, ὅπου προσπίπτουν ὑπέρθερμα σωματίδια τοῦ ἐνεργοποιημένου μαγνητοσφαιρικοῦ πλάσματος ἀλλὰ καὶ ἡλιακὰ σωματίδια μεγάλων ἐνεργειῶν.

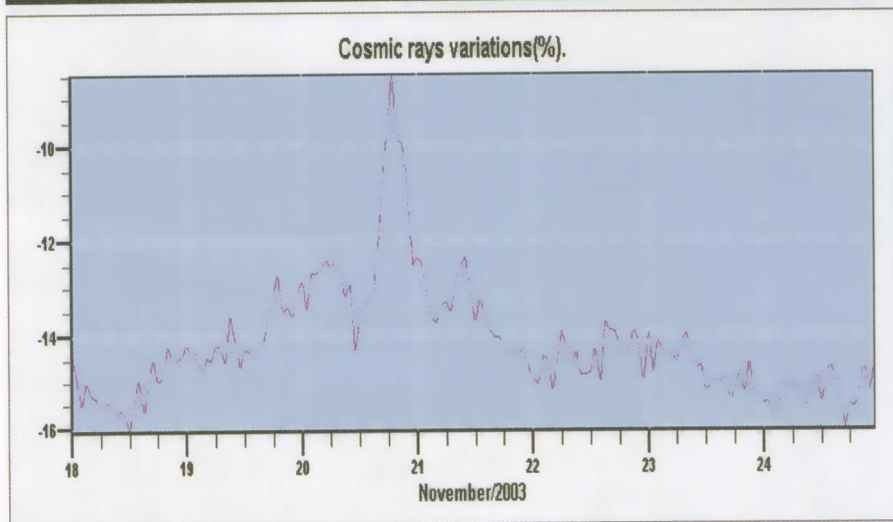
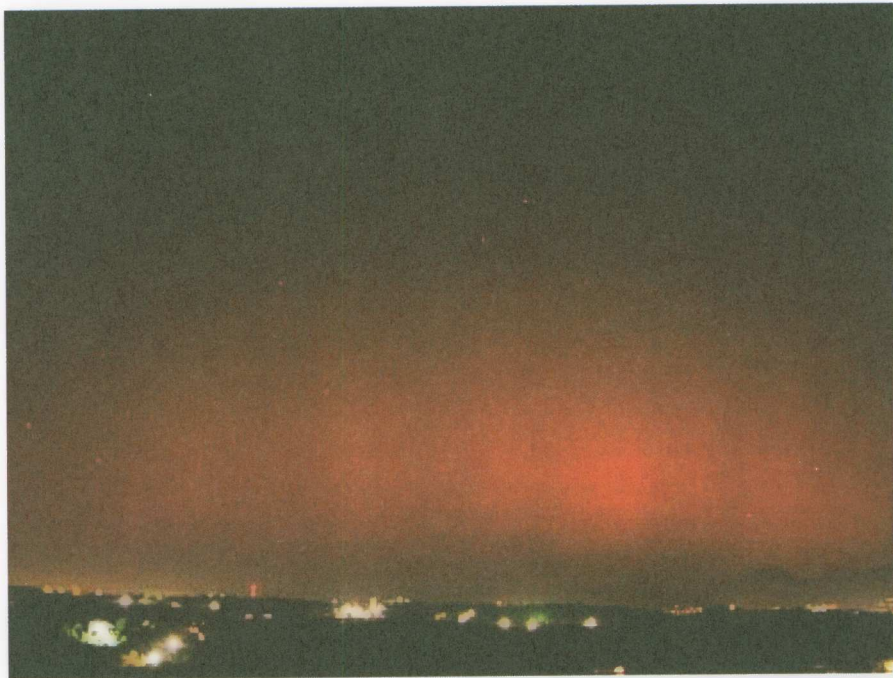
Στὴν Εἰκόνα 11 ἀπεικονίζεται ἡ διείσδυση ἡλιακῶν σωματιδίων στὴν πολιτικὴ μαγνητόσφαιρα ἀπὸ τὴν «Πολικὴ Μαγνητικὴ Χοάνη».

Ἡ ζωὴ στὰ χαμηλότερα πλάτη ὅπου ἀναπτύχθηκε κυρίως ὁ πολιτισμὸς εἶναι σπλαχνικὰ προστατευμένη ἀπὸ τὴν ἐπικίνδυνη ἐξωγήινη σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία μετὰ τὴν μαγνητικὴ ἀσπίδα τοῦ Γεωμαγνητικοῦ πεδίου. Ὡς ἀπὸ αὐτὴ τὴν ἰσχυρὴ προστασία, ἡ δημιουργία ὑπέρθερμου πλάσματος μετὰ μεγάλες ἐντάσεις ἐνεργειακῶν σωματιδίων κατὰ τὴ διάρκεια διαταραγμένου «Διαστημικοῦ Καιροῦ» προκαλεῖ βλάβες ἢ ἀκόμη καὶ ὀλικὴ καταστροφὴ σὲ μιὰ πληθώρα τεχνολογικῶν συστημάτων τοῦ σύγχρονου πολιτισμοῦ (συστήματα δορυφώρων ἐφαρμογῶν που βρίσκονται στὴ γεωστατικὴ τροχιά ἀλλὰ καὶ σὲ διαστημόπλοια στὸν διαπλανητικὸ χῶρο). Ὑποτίθεται ὅτι ἡ ἔρευνα τοῦ ἄμεσου διαστημικοῦ περιβάλλοντος δὲν ἔχει μόνο γνωσιολογικὸ ἀλλὰ καὶ πρακτικὸ χαρακτήρα.

Στὴν Εἰκόνα 12 ἀπεικονίζονται ἐντάσεις ἐνεργειακῶν ἡλιακῶν πρωτονίων στὴ γεωστατικὴ τροχιά κατὰ τὴ διάρκεια «ἥσυχου» ἡλίου (ἄνω) καὶ τῶν ἐξαιρετικὰ ἰσχυρῶν ἡλιακῶν φαινομένων τοῦ Νοεμβρίου 2003. Ἡ διαφορὰ στὴν ἔνταση τῆς δραστηριότητας τοῦ ἡλίου στὶς δύο αὐτὲς περιπτώσεις εἶναι καταφανέστατη.

Ἡ αὐξημένη ἡλιακὴ σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία δημιουργεῖ κίνδυνο γιὰ τοὺς ἀστροναῦτες καὶ τοὺς ἐπιβάτες ὑπέρ-ἄτλαντικῶν πτήσεων ἰδίως στὶς πολιτικὲς περιοχές, ἐνῶ προκαλεῖ βλάβες στὰ ἡλεκτρονικὰ ὑποσυστήματα δορυφώρων (Webb and Allen, 2004). Ὑποτίθεται ὅτι εἰὰν οἱ βλάβες προκληθοῦν σὲ κρίσιμες βαθμίδες, ὅπως αὐτὴ τοῦ προσανατολισμοῦ ἢ τοῦ κεντρικοῦ ἐπεξεργαστῆ, τότε μπορεῖ νὰ



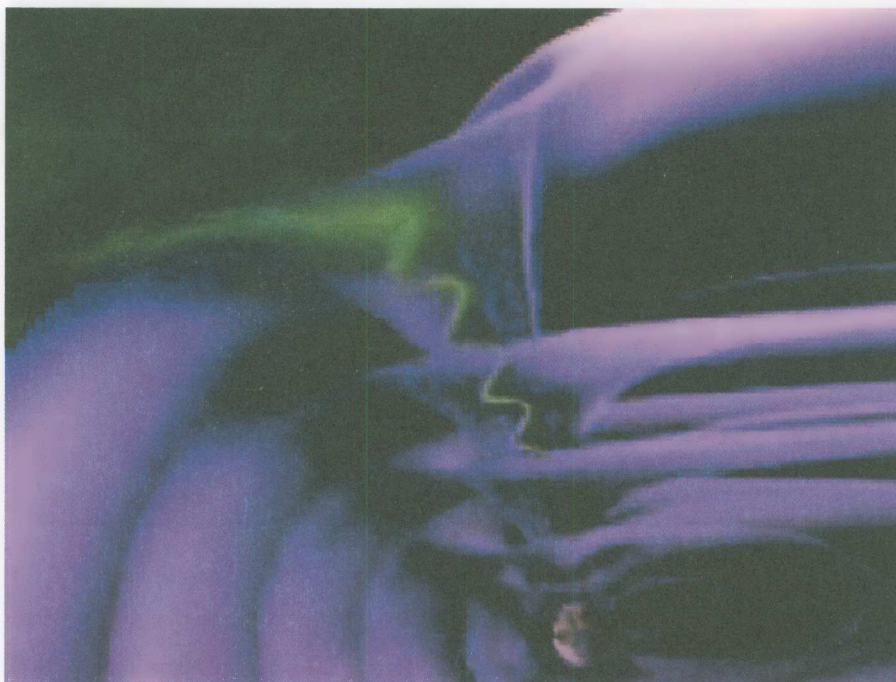


Εικόνα 10: Τò εξαιρετικά σπάνιο φαινόμενο τοῦ Βορείου Σέλαος στὴν Αθήνα (φωτογραφία Ἀ. Ἀγιομαμίτης) κατὰ τὴ διάρκεια ἰσχυρῆς μαγνητικῆς καταιγίδας καὶ τῆς μεγαλύτερης μεταβολῆς τῶν ἐντάσεων κοσμικῶν ἀκτίνων, ποὺ κατέγραψε ποτὲ ὁ Σταθμὸς Νετρονίων Ἀθηνῶν (Ἐ. Μαυρομχαλάκη).

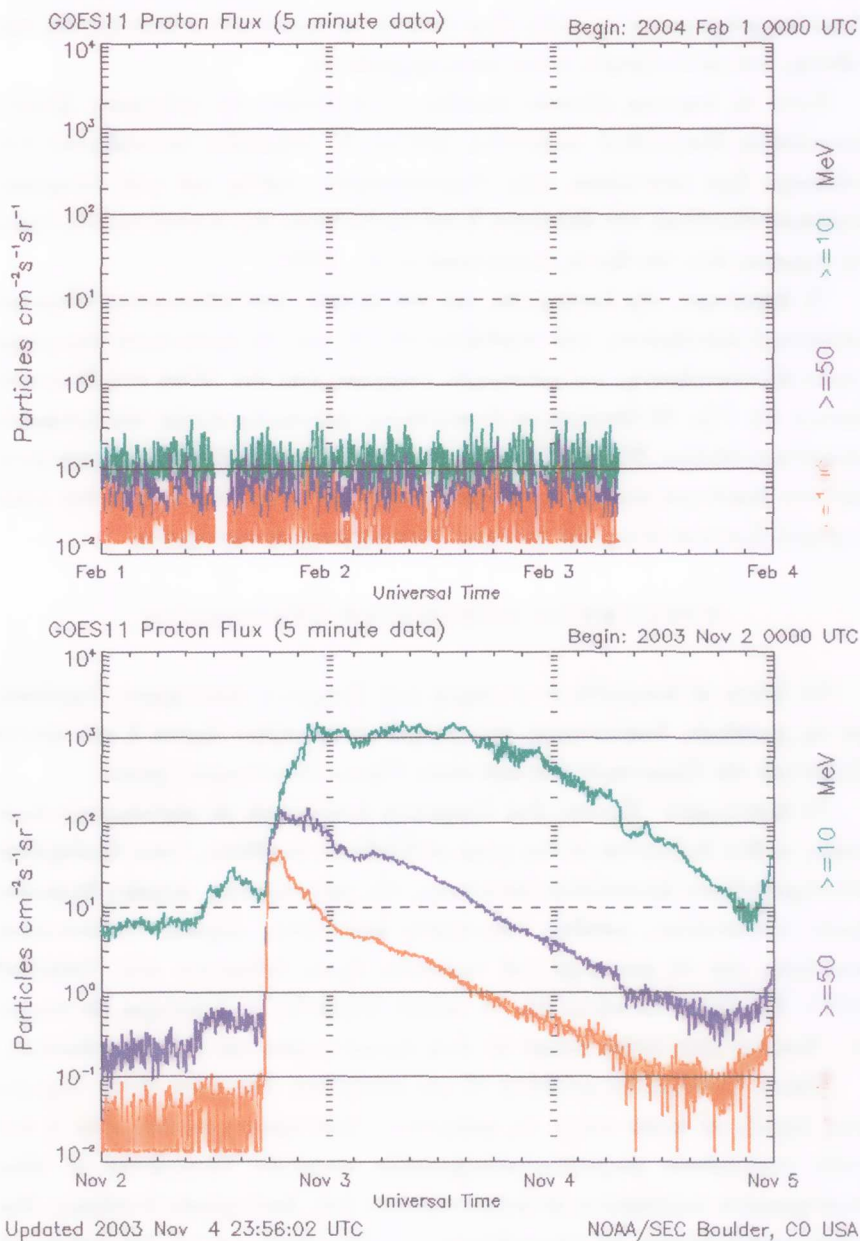
ἀπολεσθεῖ ὁ δορυφόρος. Βλάβες προκαλοῦνται ἐπίσης καὶ στοὺς ἡλιακοὺς συλλέκτες, ποὺ εἶναι ἡ πηγὴ ἐνέργειας ἑνὸς δορυφόρου, μὲ ἀποτέλεσμα τὴ δραστηκὴ μείωση τῆς παραγόμενης ἰσχύος.

Ἐπίσης τὸ ὑπέρθερμο μαγνητοσφαιρικὸ πλάσμα, ποὺ διεισδύει στὴ γεωστατικὴ τροχιά κατὰ τὴ διάρκεια ἰσχυρῶν μαγνητικῶν καταιγίδων, μπορεῖ νὰ ὀδηγήσει σὲ ἡλεκτρικὴ φόρτιση τῶν δορυφόρων, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν πρόκληση καταστροφικῶν ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων. Ἐπιπλέον ἡ διαστολὴ ἀπὸ τὴν ὑπερθερμανση τῶν ἄνω στρωμάτων τῆς ἀτμόσφαιρας κατὰ τὴ διάρκεια αὐξημένης ἡλιακῆς δραστηριότητος μπορεῖ νὰ ὀδηγήσει τοὺς εὐρισκόμενους σὲ χαμηλὴ τροχιά δορυφόρους σὲ καθοδικὴ τροχιά πρὸς τὴ γῆ καὶ καταστροφή κατὰ τὴν εἵσοδό τους στὴν ἀτμόσφαιρα.

Σημαντικὲς εἶναι οἱ ἐπιδράσεις ἑνὸς διαταραγμένου «Διαστημικοῦ Καιροῦ» καὶ στὰ δίκτυα ἡλεκτροδότησης στὰ ὑψηλὰ γεωγραφικὰ πλάτη. Τὸ μεταβαλλόμενο μαγνητικὸ πεδίο κατὰ τὴ διάρκεια μιᾶς μεγάλης μαγνητικῆς καταιγίδας



Εἰκόνα 11: Διείσδυση ἡλιακῶν σωματιδίων στὴν πολικὴ μαγνητόσφαιρα ἀπὸ τὴν «Πολικὴ Μαγνητικὴ Χοάνη».



Εικόνα 12: Εντάσεις ενεργειακών ηλιακών πρωτονίων στη γεωστατική τροχιά κατά τη διάρκεια «ήσυχου» ήλιου (άνω) και των εξαιρετικά ισχυρών ηλιακών φαινομένων του Νοεμβρίου 2003.



όδηγεί ισχυρά ρεύματα τα όποια είναι δυνατόν να προκαλέσουν διακοπή της τροφοδοσίας και καταστροφές στους μετασχηματιστές.

Κατά τη διάρκεια ήλιακων εκρήξεων ή επίδραση της αυξημένης ήλιακης ακτινοβολίας (ένεργειακά σωματίδια, ακτίνες X, υπεριώδης ακτινοβολία) στην ιονόσφαιρα έχει επιπτώσεις στις Τηλεπικοινωνίες καθώς και στη δορυφορική πλοήγηση (GPS) με την αλλοίωση ή και υποβάθμιση της ποιότητας της λήψης του σήματος από τον δέκτη (Lanzerotti et al., 1999).

Η διερεύνηση της λειτουργίας του πολύπλοκου διασυνδεδεμένου Ήλεκτρομαγνητικού συστήματος, που περιβάλλει τη Γή, για την κατανόηση των μηχανισμών αλληλεπίδρασης και μεταφοράς ενέργειας από τον Ήλιο στο Μαγνητόπλασμα της Γής, θα οδηγήσει σε δυνατότητες πρόγνωσης αυτών των δυναμικών φαινομένων (Baker, 2002). Στις επόμενες δεκαετίες αναμένεται να εγκατασταθούν στο Διάστημα συστήματα διαρκούς επιτήρησης και πρόβλεψης του «Διαστημικού Καιρού» όπως και τα κοινά Μετεωρολογικά συστήματα.

#### ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Θα ήθελα να αναφερθώ εν συντομία στη Σύγχρονη Διαστημική Τεχνολογία και τις μοναδικές δυνατότητες, που μπορεί να προσφέρει άμεσα ή στο κοντινό μέλλον για την εξερεύνηση του ευρύτερου Γήινου Διαστημικού χώρου.

Η Διαστημική Έρευνα είναι εξαιρετικά απαιτητική σε τεχνολογικές ακροβασίες, καθώς διεξάγεται σε ένα χώρο με βάρβαρες συνθήκες, όπως βομβαρδισμό από σωματιδιακή ακτινοβολία αντίστοιχη της ραδιενέργειας, ακραίες θερμοκρασιακές καταστάσεις, μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις, ακραίες επικοινωνιακές απαιτήσεις για τη μεταφορά του τεράστιου όγκου δεδομένων κλπ. (Mitchell, 1994). Και όλα αυτά κάτω από το σκληρό δόγμα ότι το Διάστημα δεν συγχωρεί. Ένα και μόνο λάθος μπορεί να είναι καταστροφικό για όλη την αποστολή.

Όμως βρισκόμαστε μπροστά σε μια εκρηκτική ανάπτυξη Νέων Τεχνολογιών Αίχμης με κύριο στόχο τη σμίκρυνση. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ανάπτυξη προηγμένων μικροηλεκτρομηχανικών συσκευών βασισμένων σε ειδικά ολοκληρωμένα κυκλώματα με ανθεκτικότητα στις διαστημικές συνθήκες, εξαιρετικά μικρού βάρους και κατανάλωσης. Το ίδιο ισχύει και για την τεχνολογία προηγμένων μικροαισθητήρων. Τα ηλεκτρονικά των διαστημοπλοίων, που σήμερα καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο και βάρος, θα μπορούν να περιορισθούν σε ένα μικροτσίπ.

Στις επόμενες δεκαετίες θα δοῦμε εκατοντάδες ἢ καὶ χιλιάδες Μικρὸ- καὶ Νανο-δορυφόρους (Nano-Satellite Revolution), μὲ ἐξαιρετικὰ προηγμένα τεχνικὰ χαρακτηριστικὰ καὶ ἀσήμαντο σχετικὰ κόστος ἐκτόξευσης, νὰ κατακλύζουν ταυτόχρονα πολλὰ κρίσιμες περιοχὲς τοῦ Διαστήματος γιὰ τὴν κατανόηση τοῦ πολὺπλοκου καὶ διασυνδεδεμένου Διαστημικοῦ περιβάλλοντος καὶ τὴν ἐξερεύνηση ἄγνωστων καὶ ἀπρόσιτων σήμερα περιοχῶν τῆς Ἡλιόσφαιρας καὶ τοῦ πλανητικοῦ Συστήματος. Μὲ τὴ ραγδαία ἐξέλιξη τῶν συστημάτων μικροπροώθησης, μικροαισθητήρων, μικρογυροσκοπίων, διαδορυφορικῶν ἐπικοινωνιακῶν ζεύξεων, κλπ ἀναμένεται ἡ ἀνάπτυξη πλήθους Pico-satellites βάρους < 1 Kg καὶ διαστάσεων μόλις 10 cm.

Ἡ χρῆση σμῆνους μικροδορυφόρων εἶναι ἀναγκαία γιὰ τὴ διερεύνηση τῶν πολὺπλοκων φυσικῶν διεργασιῶν πλάσματος, ποὺ ὁδηγοῦν στὴν τοπικὴ κατάρρευση τοῦ ρεύματος καὶ τὴν ἀναδιάταξη τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τόσο στὰ ὅρια τῆς Μαγνητόπαυσης (Εἰκόνα 13), ὅσο καὶ στὴν Μαγνητοσφαῖρα τῆς Γῆς (Εἰκόνα 7) καὶ τῶν πλανητικῶν μαγνητοσφαιρῶν (Dungey, 1961; Haerendel et al, 1978; Russell, 1990). Ἦδη τὸ σμῆνος τῶν τεσσάρων δορυφόρων τῆς Εὐρωπαϊκῆς Διαστημικῆς Ἀποστολῆς CLUSTER ἔχει δώσει πολὺτιμα δεδομένα γιὰ τὰ φαινόμενα ἀναδιάταξης – ἐπανασύνδεσης τῶν δυναμικῶν μαγνητικῶν γραμμῶν καὶ τὴν εἵσοδο ἐνεργειακῶν σωματιδίων καὶ ὑπέρθερμου πλάσματος ἀπὸ τὸν διαπλανητικὸ χῶρο στὴν πολικὴ μαγνητόσφαιρα.

Ἡ μαγνητικὴ ἐπανασύνδεση ἢ ἰσοδύναμα ἡ διακοπὴ τοῦ ρεύματος εἶναι ἓνα φαινόμενο τὸ ὁποῖο μπορεῖ νὰ συμβεῖ ὅταν καταρρέει τὸ κριτήριο τοῦ παγωμένου μαγνητικοῦ πεδίου γιὰ ἓνα πλάσμα ἄπειρης ἀγωγιμότητος. Ἀμεση συνέπεια αὐτοῦ εἶναι ὅτι στὴν περιοχὴ τῆς μαγνητικῆς ἐπανασύνδεσης ἔχουμε πεπερασμένη ἀγωγιμότητα, ἐνῶ παραμένει ἀκόμη ἄγνωστος ὁ μηχανισμὸς δημιουργίας τῆς.



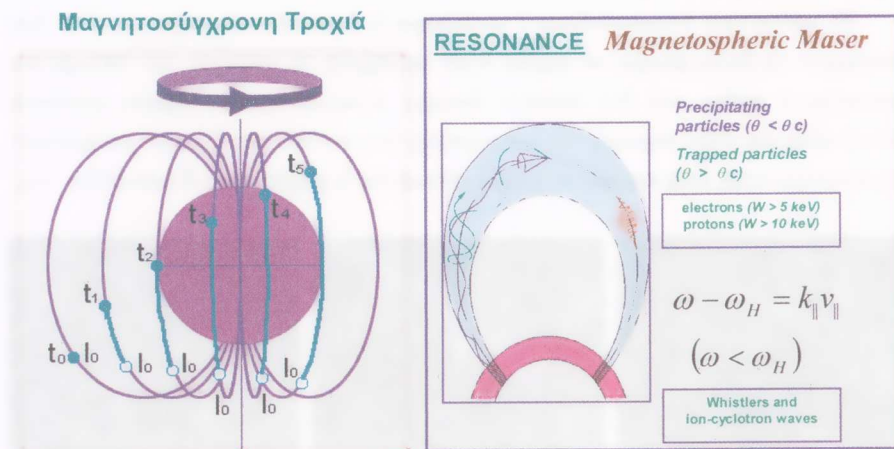
Εἰκόνα 13: Τοπικὴ κατάρρευση καὶ ἀναδιάταξη τῆς μαγνητικῆς θωράκισης στὰ ὅρια τῆς Μαγνητόπαυσης μὲ ἀποτέλεσμα τὴ διείσδυση διαπλανητικῶν ἐνεργειακῶν σωματιδίων στὴν πολικὴ Μαγνητόσφαιρα.

Μικροί μαγνητοσύγχρονοι δορυφόροι προβλέπονται και στον σχεδιασμό της Ρωσικής διαστημικής αποστολής RESONANCE για τη διερεύνηση των πολύπλοκων διεργασιών της αλληλεπίδρασης των ενεργειακών ιόντων και ηλεκτρονίων, που είναι παγιδευμένα στις ζώνες Van Allen της Μαγνητόσφαιρας της Γης, με μαγνητοσφαιρικά H/M κύματα Whistlers και Ion-Cyclotron (Εικόνα 14). Το Έργαστήριο Ήλεκτρομαγνητισμού και Διαστημικής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης μετέχει στη σύγχρονη αυτή Διαστημική Αποστολή με το σχεδιασμό και την κατασκευή του Πειράματος μέτρησης υπέρθερμου πλάσματος.

#### ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΠΩΤΕΡΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα 45 χρόνια της έρευνας του Διαστήματος με in situ παρατηρήσεις μās έχουν δώσει μια πολύ καλή εικόνα της δομής και των πολύπλοκων δυναμικών φαινομένων πλάσματος της Μαγνητόσφαιρας της Γης και του διαπλανητικού χώρου στο επίπεδο της τροχιάς των πλανητών (επίπεδο της εκλειπτικής).

#### Πρόγραμμα RESONANCE



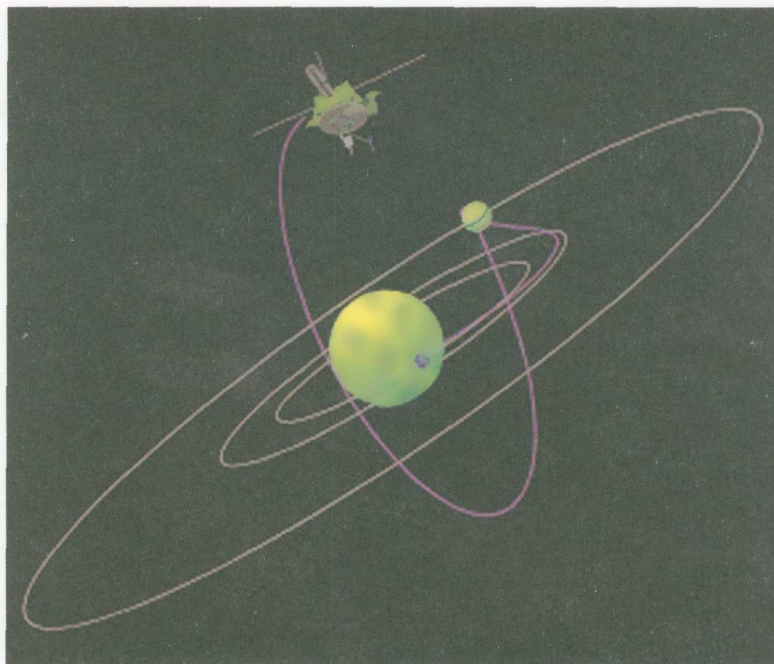
Εικόνα 14: Διαστημική αποστολή RESONANCE με μαγνητοσύγχρονους δορυφόρους για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης παγιδευμένων ενεργειακών ιόντων και ηλεκτρονίων με μαγνητοσφαιρικά κύματα.



Μόλις τήν τελευταία δεκαετία πραγματοποιήθηκε ή πρώτη έξοδος από τὸ επίπεδο τῆς ἐκλειπτικῆς καὶ ή ἐξερεύνηση τῆς τρισδιάστατης Ἡλιόσφαιρας πάνω από τούς πόλους τοῦ Ἡλίου μέ τή διαστημική ἀποστολή ULYSSES (Marsden, 1995) (Εἰκόνα 15).

Ἔτσι σήμερα ἔχουμε in situ δεδομένα καὶ μιὰ πρώτη κατανόηση τῶν ἡλεκτρομαγνητικῶν φαινομένων τοῦ εὐρύτερου γήινου διαστημικοῦ χώρου μέ:

1. Τήν ἐξερεύνηση τῶν τρισδιάστατων ιδιοτήτων τοῦ διαπλανητικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου.
2. Τή διερεύνηση τῆς πηγῆς τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου, προσδιορίζοντας τή σύστασή του συναρτήσει τοῦ ἡλιογραφικοῦ πλάτους.
3. Τή μελέτη κυμάτων, κρουστικῶν μετώπων καὶ ἄλλων ΜΥΔ ἀσυνεχειῶν στὸν ἡλιακὸ ἄνεμο.
4. Τή διερεύνηση τῶν ιδιοτήτων τῆς διαπλανητικῆς “σκόνης”.
5. Τή μελέτη τῶν ιδιοτήτων τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων.

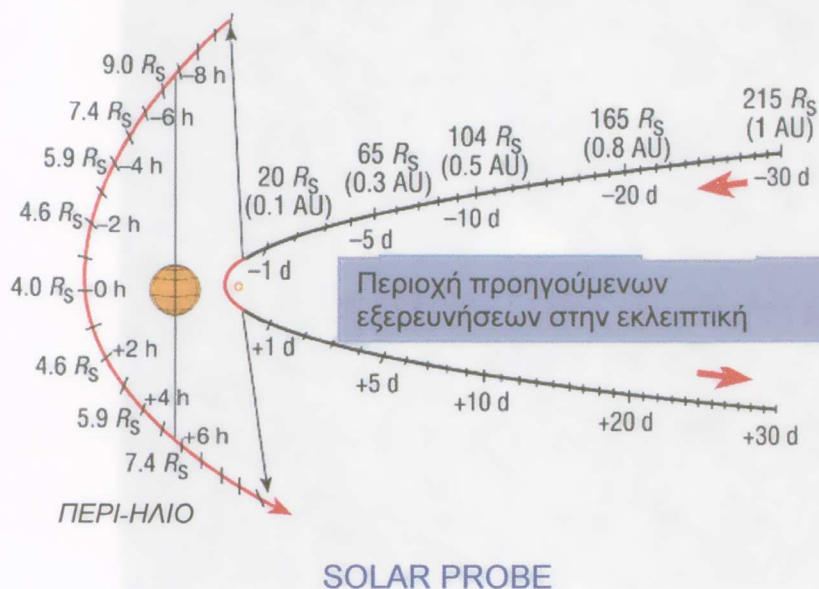


Εἰκόνα 15: Διαστημική ἀποστολή ULYSSES πάνω από τούς πόλους τοῦ Ἡλίου γιὰ τήν ἐξερεύνηση τῆς Τρισδιάστατης Ἡλιόσφαιρας.

6. Τῇ μελέτῃ τῶν οὐδέτερων σωματιδίων τῆς μεσοαστρικῆς ὕλης, πού εἰσέρχεται ἀνεμπόδιστα στὴν ἐσωτερικὴ ἡλιόσφαιρα καὶ στὴ συνέχεια ἰονίζεται ἀπὸ τὴν ἡλιακὴ ἀκτινοβολία καὶ ἀποτελεῖ σημαντικὴ συνιστώσα τοῦ ὑπερθερμοῦ διαπλανητικοῦ πλάσματος, ἐνῶ παράλληλα μεταφέρει πολύτιμες πληροφορίες ἀπὸ τὸν διαστρικό χῶρο.

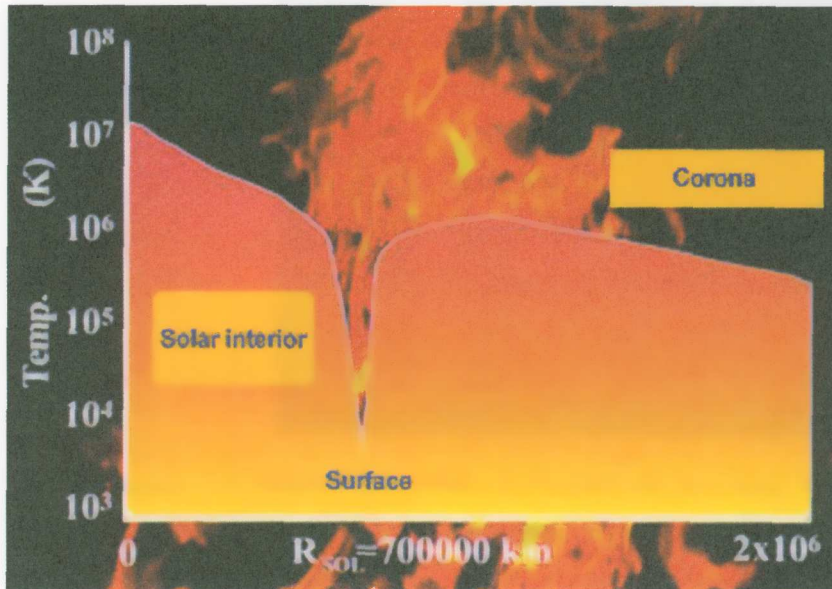
Ἐντούτοις θεμελιακὰ σημαντικὲς περιοχὲς τοῦ Διαστήματος παραμένουν ἐντελῶς ἀνεξερευνήτες, ὅπως τὸ ἐσώτερο Ἡλιακὸ Σύστημα μέσα ἀπὸ τὴν τροχιά τοῦ Ἑρμῆ (Schwenn and Marsch, 1990) καὶ ἡ Ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου, πού εἶναι ἡ πηγὴ τοῦ Ἡλιακοῦ Ἀνέμου καὶ τῶν δυναμικῶν μεταβολῶν τῆς πολὺπλοκης Ἡλεκτρομαγνητικῆς ζεύξης ὅλου τοῦ Ἡλιακοῦ Συστήματος.

Γιὰ τὴν ἐξερεύνηση τῆς Ἡλιακῆς Ἀτμόσφαιρας κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου σὲ ἀποστάσεις  $\sim 3.5$  ἡλιακῶν ἀκτίνων σχεδιάζεται ἡ Διαστημικὴ Ἀποστολὴ Solar Probe (Wenzel and Sarris, 1995) (Εἰκόνα 16). Μεταξὺ τῶν κύριων στόχων τῆς ἀποστολῆς εἶναι ἡ διερεύνηση:



Εἰκόνα 16: Ἐξερεύνηση τῆς Ἡλιακῆς Ἀτμόσφαιρας κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ Ἡλίου μὲ τὴν Διαστημικὴ Ἀποστολὴ Solar Probe.

- Τῶν μηχανισμῶν υπερθέρμανσης τοῦ πλάσματος τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος σὲ μερικὰ ἑκατομύρια  $^{\circ}\text{K}$  σὲ σχέση με μὲ μόλις 6000  $^{\circ}\text{K}$  στὴ φωτόσφαιρα (Εἰκόνα 17).

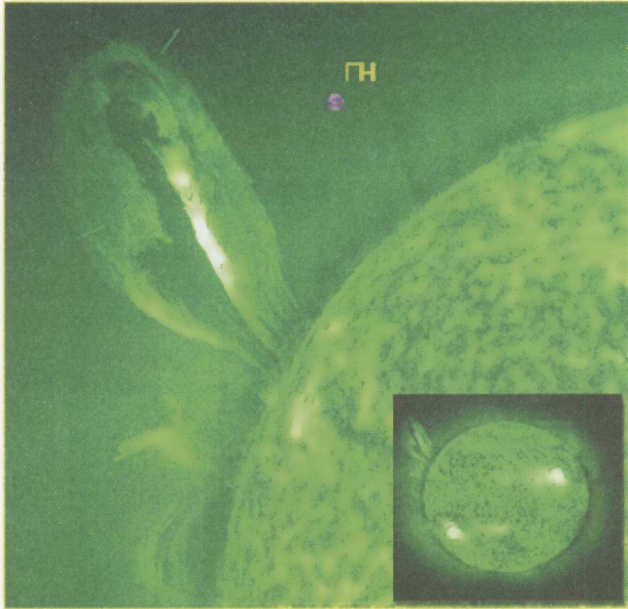


Εἰκόνα 17: Διερεύνηση τῶν μηχανισμῶν υπερθέρμανσης τοῦ πλάσματος τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος.

- Τῶν δυναμικῶν φαινομένων τῆς Ἡλιακῆς Ἀτμόσφαιρας, ποὺ ὁδηγοῦν στὴν ἐκτόξευση τεράστιας στεμματικῆς μάζας στὸν διαπλανητικὸ χῶρο (Εἰκόνα 18).
- Τῆς δυναμικῆς δομῆς τῶν μαγνητικῶν βρόχων τῆς ἡλιακῆς ἀτμόσφαιρας (Εἰκόνα 19).
- Τῶν μηχανισμῶν ἐπιτάχυνσης, διαφυγῆς καὶ παγίδευσης ἐνεργειακῶν ἡλιακῶν σωματιδίων στὰ πολύπλοκα πεδία τῶν ἐνεργῶν μαγνητικῶν περιοχῶν τῆς ἡλιακῆς ἀτμόσφαιρας.

Οἱ μέχρι σήμερα ἐξ ἀποστάσεως παρατηρήσεις τῆς ἡλιακῆς ἀτμόσφαιρας δείχνουν ὅτι, ἂν καὶ οἱ ἡλιακὲς ἐκλάμψεις ἐμφανίζονται στὸν ἴδιο περίπτου χρόνο

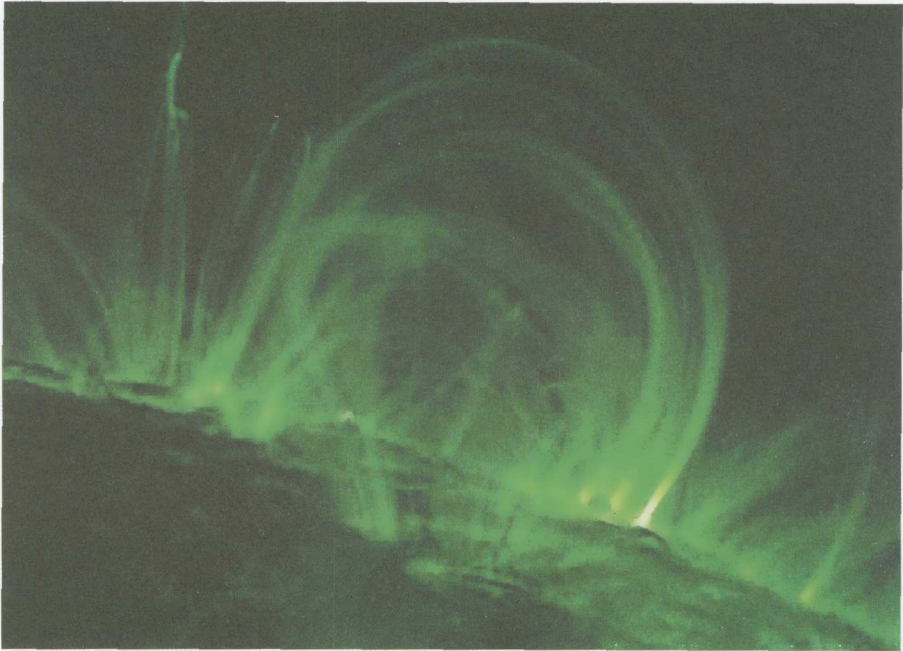




Εικόνα 18: Διερεύνηση τῶν δυναμικῶν φαινομένων τῆς Ἡλιακῆς Ἀτμόσφαιρας, πού ὁδηγοῦν στήν ἐκτόξευση τεράστιας στεμματικῆς μάζας στὸν διαπλανητικὸ χῶρο.

καὶ χῶρο μὲ στεμματικὲς ἐκτινάξεις μάζας, ὑπάρχουν πολλὲς θεαματικὲς ἐκτινάξεις μάζας, οἱ ὁποῖες φαίνεται νὰ μὴν περιλαμβάνουν σημαντικὴ ἐκπομπὴ ἀκτίνων-Χ ἢ ἄλλων ἀκτινοβολιῶν, χαρακτηριστικῶν τῶν ἡλιακῶν ἐκλάμψεων. Μὲ τὴ διαστημικὴ ἀποστολὴ Solar Probe θὰ διερευνηθεῖ ἐκ τοῦ σύνεγγυς ἡ σχέση τῶν ἐκτινάξεων μάζας καὶ τῶν ἡλιακῶν ἐκλάμψεων μὲ ἀλλαγὲς τῶν μεγάλης καὶ μικρῆς κλίμακας μαγνητικῶν πεδίων πού συμβαίνουν ἐντὸς τῶν στεμματικῶν δομῶν.

Ἀνεξερεύνητος παραμένει καὶ ὁ χῶρος στὸ ἀπώτερο ἄκρο τῆς Ἡλιόσφαιρας, γύρω ἀπὸ τὴν Ἡλιόπαυση, ὅπου καταλήγει ὁ Ἡλιακὸς Ἀνεμὸς, καθὼς ἡ πίεση τοῦ διαστελλόμενου ἡλιακοῦ πλάσματος φθάνει σὲ ἰσορροπία μὲ τὴν πίεση τοῦ πλάσματος τοῦ Διαστρικοῦ χώρου. Λόγω τῆς ὑπερηχητικῆς κίνησης τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου ἐσωτερικὰ τῆς Ἡλιόπαυσης δημιουργεῖται τὸ Τερματικὸ Κρουστικὸ Μέτωπο. Κρουστικὸ Μέτωπο δημιουργεῖται καὶ ἐξωτερικὰ τῆς Ἡλιόπαυσης ἐξ



Εικόνα 19: Διερεύνηση τῆς δυναμικῆς δομῆς τῶν μαγνητικῶν βρόχων τῆς ἡλιακῆς ἀτμόσφαιρας.

αἰτίας τῆς ὑπερηχητικῆς κίνησης ὅλης τῆς Ἡλιόσφαιρας μέσα στὸ ἐγγὺς διαστρικό νέφος (Εἰκόνα 20).

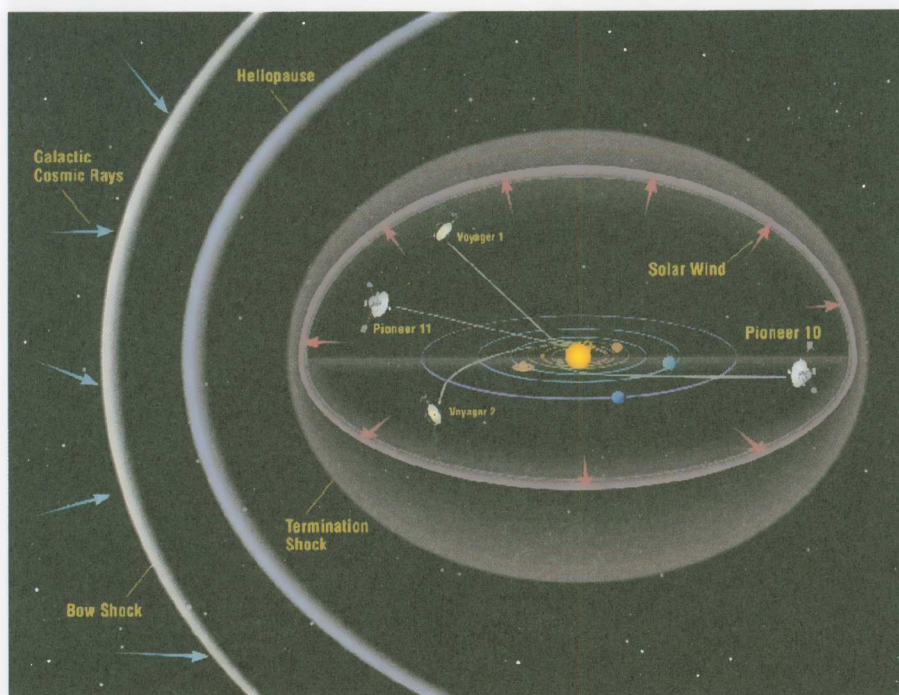
Πρόσφατα εἴχαμε τὸ πρῶτο διακριτικὸ ἐπιστημονικὸ ψηλάφισμα τῶν ἀπώτερων ὁρίων τοῦ γήινου Διαστημικοῦ Χώρου μὲ τὸ πέρασμα τοῦ διαστημοπλοίου Voyager-1 ἀπὸ τὸ Τερματικὸ Κρουστικὸ Μέτωπο τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου σὲ ἀποστάσεις  $\sim 13.5$  δις Km (Krimigis et al, 2003).

Ἦδη καὶ ἐδῶ τὰ δεδομένα ξεπερνοῦν τὶς θεωρητικὲς προβλέψεις. Ἡ συμβατικὴ εἰκόνα γιὰ τὴν ἰσορροπία τοῦ ἡλιακοῦ πλάσματος μὲ τὸ διαστρικό πλάσμα καὶ τὶς δυναμικὲς ὁριακὲς ἐπιφάνειες καὶ ἀσυνέχειες, ποὺ δημιουργοῦνται, χρειάζεται ἀναθεώρηση καὶ ἐμπλουτισμό. Ὅπως πάντα, ἡ πραγματικότητα ποὺ φανερώνεται εἶναι πλουσιότερη τῶν νοητικῶν ὑποταγῶν τῶν θεωριῶν μας.

Ἡ ἐποποιία τῶν διαστημοπλοίων Pioneers καὶ Voyagers ἀνοίξε τὸν δρόμο τῆς ἐξερεύνησης τοῦ ἀπώτερου Ἡλιακοῦ Συστήματος σὲ ἡλιγγιώδεις γιὰ τὴν ἐποχὴ μας ἀποστάσεις ἄνω τῶν 13.5 δις χλμ. Ἐντούτοις στόχος παραμένει ἡ

προσέγγιση τῶν ἀπώτερων ὁρίων τῆς Ἡλιόσφαιρας καὶ ἡ ἔξοδος στὸν Διαστρικό χῶρο.

Τὰ ὅρια τῆς Ἡλιόσφαιρας ὀρίζουν καὶ τὰ ὅρια τοῦ εὐρύτερου γήινου διαστημικοῦ χώρου, μέχρι τὰ ὁποῖα ἐκτείνεται ὁ ἠλεκτρομαγνητικὸς σύνδεσμος τῆς γεω-μαγνητόσφαιρας μὲ τὴν ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα καὶ τὸν ἡλιακὸ ἄνεμο. Ἡ Ἡλιόσφαιρα – τὸ πλασματικὸ κέλυφος τοῦ ἡλιακοῦ ἀνέμου μέσα στὸ ὁποῖο βρίσκεται ὅλο τὸ ἡλιακὸ πλανητικὸ σύστημα – λειτουργεῖ ὡς μαγνητικὴ ἀσπίδα, ποὺ μεταβάλλει τὴν ἀπόστασή της καὶ τὴ θωράκισή της μὲ τὸν ἐνδεκαετῆ Ἡλιακὸ κύκλο καὶ ἐπηρεάζει τὴν εἴσοδο τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων ἀπὸ τὸν ἐγγὺς διαστρικό χῶρο στὴν ἐσώτερη Ἡλιόσφαιρα καὶ τὸ γήινο περιβάλλον. Οἱ μεγάλης ἐνέργειας κοσμικὲς ἀκτίνες, ποὺ διεισδύουν ἀπὸ τὴν Ἡλιοσφαιρικὴ ἀλλὰ καὶ τὴν γεωμαγνητοσφαιρικὴ θωράκιση, ἔχουν ἐπιπτώσεις μέχρι τὴν ἀτμόσφαιρα καὶ τὴν



Εἰκόνα 20: Στὰ ὅρια τῆς Ἡλιόσφαιρας. Παρουσιάζεται τὸ Ἡλιακὸ Σύστημα, τὸ πλασματικὸ κέλυφος τοῦ Ἡλιακοῦ Ἀνέμου, τὸ τερματικὸ Κρουστικὸ Κύμα, ἡ Ἡλιόπαυση καὶ τὸ Διαστρικό Κρουστικὸ Μέτωπο.



ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτη μας. Συνειδητοποιοῦμε ὅλο καὶ περισσότερο ὅτι ὁ ἡλεκτρομαγνητικὸς σύνδεσμος καὶ ἡ ἀλληλεξάρτηση τῶν διαστημικῶν φαινομένων τῆς Ἡλιόσφαιρας φαίνεται νὰ ἐκτείνεται ἀπὸ τὴν ἡλιακὴ ἀτμόσφαιρα καὶ τὸν ἡλιακὸ ἄνεμο μέχρι τὸν ἐγγὺς διαστρικὸ χῶρο.

Ἡ ἔξοδος στὸν ἐγγὺς Διαστρικὸ χῶρο, στὸν ὁποῖο θὰ βγοῦμε γιὰ πρώτη φορὰ διασχίζοντας τὴν Ἡλιόπαυση, ἀσκεῖ τεράστια γοητεία, πέραν ἀπὸ τὴν ἀδιαμφισβήτητη ἐπιστημονικὴ σπουδαιότητά της γιὰ τὴν πραγματοποίηση in situ παρατηρήσεων τῆς Διαστρικῆς Ὑλῆς καὶ τὴ διερεύνηση τῶν ἀπόμακρων φαινομένων, πού μὲ τὴν ἀνυποψίαστη διασύνδεσή τους μὲ τὴν ὅλη Ἡλιόσφαιρα ἐπηρεάζουν φαινόμενα μέχρι καὶ τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς (Εἰκ. 21).



Εἰκόνα 21: Ἀπεικόνιση τῆς Ἡλιόσφαιρας μέσα στὸν ἐγγὺς Διαστρικὸ Χῶρο. Ἡ Ἡλιοσφαιρικὴ οὐρά καὶ τὸ Κρουστικὸ Μέτωπο εἶναι ἀποτελέσματα τῆς κίνησης τῆς Ἡλιόσφαιρας μέσα στὸ διαστρικὸ νέφος.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ὅπως ἡ Ἑλληνικὴ Φιλοσοφία καὶ Σκέψη σφράγισε τοὺς αἰῶνες, ἔτσι καὶ ἡ ἐξερεύνηση τοῦ Ἡλιακοῦ Συστήματος στὴν ἐποχὴ μας θὰ ἀποτυπωθεῖ στὶς μελλοντικὲς γενιὲς ὡς ἓνα ἀπὸ τὰ κορυφαῖα ἐπιτεύγματα τοῦ ἀνθρώπινου πολιτισμοῦ.

Ὅμως πέρα ἀπὸ αὐτὸ ἡ ἀναζήτηση τοῦ ἀνθρώπου δὲν σταματᾷ στὴν ἐπιφάνεια, τὸν φορμαλισμὸ καὶ τὴ φαινομενολογία. Ἀγγίζει βαθεῖς γνωσιολογικοὺς καὶ ὄντολογικοὺς χώρους. Τὸ ζητούμενο τελικὰ εἶναι ὁ «Λόγος τῶν ὄντων». Πανανθρώπινο ἐρώτημα, πὺ ἀναδύεται διακριτικὰ πέρα ἀπὸ κάθε χρησιμοθηρία καὶ ὠφελιμισμό.

Ὡς ἐπιστήμονας θαυμάζω τὸ προνόμιο τῆς ἀνθρώπινης νόησης νὰ δομεῖ καὶ νὰ ἀναδομεῖ τὸ θεωρητικὸ σύμπαν τῆς. Θαυμάζω τὶς εὐφυεῖς συμπαντικὲς συλλήψεις τοῦ ἀνθρώπινου νοῦ, ἀκόμη καὶ ὅταν εἶναι ἀποτέλεσμα νοητικῶν ὑποταγῶν στηριγμένων σὲ ἀναπόδεικτες ἐρμηνεῖες τῆς πραγματικότητος.

Ὡς Μικρασιάτης ὅμως ἀναφωνῶ μὲ τοὺς ἀνὰ τοὺς αἰῶνες καὶ ἀπανταχοῦ τῆς οἰκουμένης μικρασιάτες «Οὐ σεσοφισμένοις μύθοις πειθόμεθα ἀλλ' ἐπόπται γεγόναμεν» καὶ γευθήκαμε γεύση πολιτικῆς ἐνός ἱλιγγιώδους πολιτισμοῦ, πὺ φανερώνει τὰ ὅρια τοῦ γήινου χώρου ἀπὸ τὴ Χώρα τοῦ Ἀχωρήτου μέχρι τὴ Χώρα τῶν Ζώντων, τὸ μόνο «Λόγο τῶν λεγόντων καὶ λεγομένων καὶ Νοῦ τῶν νοούντων καὶ νοουμένων» καὶ φθάνει τὸ ἀνὰ τοὺς αἰῶνας πανανθρώπινο ζητούμενο, τὴ «Ζωὴ τῶν ζώντων καὶ ζωουμένων καὶ πᾶσι πάντα καὶ ὄντα καὶ γινόμενον, δι' αὐτὰ τὰ ὄντα καὶ γινόμενα».

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Akasofu, S.-I., Energy coupling between the solar wind and the magnetosphere, *Space Sci. Rev.*, 28, 121-90, 1981.
2. Armstrong, T.P., G. Chen, E.T. Sarris, and S.M. Krimigis, Acceleration and Modulation of electrons and ions by propagating interplanetary shocks, in *Study of Travelling Interplanetary Phenomena*, M.A. Shea, D.F. Smart, and S.T. Wu, eds., D. Reidel, Hingham, Mass., 1977.
3. Baker, D.N., How to cope with Space Weather, *Science*, 297, 1486, 2002.
4. Baker, D.L., S.-I. Akasofu, W. Baumjohann, J.W. Bieber, D.H. Fairfield, E.W. Hones Jr., B. Mauk, R.L. McPherron, and T.E. Moore, Substorms in the magnetosphere, in *Solar-Terrestrial Physics: Present and Future*, p. 8-1-8-55, *NASA Reference Publication* 1120, 1984
5. Brueckner et al., The Large Angle Spectroscopic Coronagraph (LASCO), *Solar Phys.*, 162, 357, 1995.
6. Daglis, I. A., D. N. Baker, E. T. Sarris, and B. Wilken, Solar-Terrestrial Coupling Processes, *Review in Eos Transactions*, 25, 1998.
7. Delaboudiniere et al., EIT: Extreme-Ultraviolet Imaging Telescope for the SOHO Mission, *Solar Phys.*, 162, 291, 1996.
8. Dungey, J.W., Interplanetary magnetic field and the auroral zones, *Phys. Rev. Lett.*, 6, 47, 1961.
9. Frank-Kamenetskii, D.A., *Plasma: The fourth state of matter*, Plenum Press, NY, 1972.
10. Gold, T.: Plasma and magnetic fields in the solar system, *J. Geophys. Res.*, 64, 1665, 1959.
11. Gosling, J. T.: Coronal Mass Ejections, in *26th International Cosmic Ray Conference Invited*, in: *Rapporteur and Highlight Papers*, vol. 516, (Eds.) Dingus, B. L., Kieda, D., and Salamon, M., 59, AIP, New York, 2000.
12. Haerendel, G., G. Paschmann, N. Sckopke, H. Rosenbauer and P.C. Hedgecock, The frontside boundary layer of the magnetosphere and the problem of reconnection, *J. Geophys. Res.*, 83, 3195, 1978.
13. Hundhausen, A.J., Coronal Expansion and Solar Wind, *Physics and Chemistry in Space*, Volume 5, Springer-Verlag, 1972.



14. Kallenrode, M.B., Particle acceleration at interplanetary shocks-observations at a few tens of Kev vs some tens of MeV, *Adv. Space Res.*, 15, 375, 1995.
15. Krimigis, S.M., and E.T. Sarris, Energetic Particle Bursts in the Earth's Magnetotail, "*Dynamics of the Magnetosphere*", ed. by S.-I. Akasofu, D. Reidel, 599, 1979.
16. Krimigis, S.M., R.B. Decker, M.E. Hill, T.P. Armstrong, G. Gloeckler, D.C. Hamilton, L.J. Lanzerotti, E.C. Roelof, Voyager 1 exited the solar wind at a distance of ~85AU from the Sun, *Nature*, 426, 45-48, 2003.
17. Lanzerotti, L.J., Impacts of solar-terrestrial processes on technological systems, in *Solar Terrestrial Energy Program*, ed. D.N. Baker, V.O. Papitashvili, and M.J. Teague, COSPAR Colloquium Series, 5, Pergamon Press, 547-555, 1994.
18. Lanzerotti, L.J., D.J. Thomson and C.G. MacLennan, Engineering issues in space weather, *Modern Radio Science*, 1999.
19. Lin, R. P., Emission and propagation of ~ 40 keV solar flare electrons, *Solar Phys.*, 15, 453, 1970.
20. Malandraki, O. E., Sarris, E. T., and Trochoutsos, P.: Probing the magnetic topology of coronal mass ejections by means of Ulysses/HI-SCALE energetic particle observations, *Ann. Geophysicae*, 18, 129, 2000.
21. Marsden R.G., Ulysses explores the south pole of the Sun, *ESA Bulletin*, No 82, May 1995.
22. McIlwain, C. E., Plasma acceleration, injection, and loss: observational aspects, *Astrophysics and Space Science*, 144, 201-213, 1988.
23. McPherron, R.L., Magnetospheric substorms, *Rev. Geophys., Space Phys.*, 17, 659, 1979.
24. McPherron, R.L., D.N. Baker, L.F. Bargatze, C.R. Clamer, and R.E. Holzer, IMF control of geomagnetic activity, *Astr. Space Res.*, 8, 71, 1988.
25. Mitchell, G.D., The Space Environment, in *Fundamentals of Space Systems*, V.L. Pisacane and R.C. Moore, eds., JHU, APL Series in science and engineering, Oxford University Press, 1994.
26. Parker, E.N., Dynamics of the interplanetary gas and magnetic fields, *Astrophys. J.*, 128, 664, 1958.
27. Parks, G.K., *Physics of Space Plasmas*, Addison-Wesley Publishing Company, 2004.

28. Pellinen, R.J., Inductive electric fields in the magnetotail and their relation to auroral and substorm phenomena, *Space Science Reviews*, 37, 1-61, 1984.
29. Reames, D.V., Acceleration of energetic particles which accompany coronal mass ejections, *Solar Dynamic Phenomena and Solar Wind Consequences*, ESA SP-373, 107, 1995.
30. Reames, D.V., Particle acceleration at the sun and in the heliosphere, *Space Science Reviews*, 90: 413-491, 1999
31. Roederer, J.G., Earth's magnetosphere, *Solar System Plasma Physics*,  $\epsilon\pi\mu$ . C.F. Kennel, L.J. Lanzerotti, and E.N. Parker, II, 3, 1979.
32. Russell, C.T., The magnetopause, in *Physics of Magnetic Flux Ropes*, *Geophysical Monograph*, 58, ed. C.T. Russell, E.R. Priest and L.C. Lee, Washington DC, AGU, 439, 1990.
33. Sakurai, K., Energetic particles from the sun, *Astrophysics and Space Science*, 28, 375-519, 1974.
34. Sarris, E.T., and J.A. Van Allen, Effects of interplanetary shock waves on energetic charged particles, *J. Geophys. Res.*, 73, 4157, 1974.
35. Sarris, E.T., S.M. Krimigis, and T.P. Armstrong, Observations of Magnetospheric bursts of high energy protons and electrons at  $\sim 35 R_E$  with IMP-7, *J. Geophys. Res.*, 81, 2341, 1976.
36. Sarris, E.T., and W.I. Axford, Energetic protons near the plasma sheet boundary, *Nature*, 277, 460, 1979.
37. Sarris, E.T., and S.M. Krimigis, Evidence for Solar Magnetic Loops Beyond 1AU, *Geophys. Res. Let.*, 9, 167, 1981.
38. Sarris, E.T., and S.M. Krimigis, Quasi-perpendicular shock acceleration of ions to 200 MeV and electrons to 2 MeV observed by Voyager 2, *Astrophys. J.*, 298, 676, 1985.
39. Sarris, E.T., Tracing of interplanetary magnetic structures with energetic particles, "In Memoriam D. Kotsakis", ed. G. Contopoulos et al., Athens, 347, 1988.
40. Schwenn, R., E. Marsch (Eds.), *Physics of the Inner Heliosphere I*, Springer-Verlag, 1990.
41. Tsurutani, B.T. and R.G. Stone, eds., *Collisionless Shocks in the Heliosphere: Reviews of Current Research*, *Geophysical Monograph*, *American Geophysical Union*, Washington, DC, 1985.

42. Tsurutani, B.T. and W.D. Gonzalez, The interplanetary causes of magnetic storms: A review, in *Magnetic Storms, Geophys. Monogr. Ser.*, AGU, 98, 77, 1997.
43. Van Allen, J. A. and S. M. Krimigis, Impulsive emission of ~40 keV electrons from the sun, *J. Geophys. Res.*, 70, 5737-5751, 1965.
44. Webb, D.F. and J. Allen, Spacecraft and Ground Anomalies Related to the October – November 2003 Solar Activity, *Space Weather*, 2, S03008, 10.1029, 2004
45. Wenzel, K-P. and E.T. Sarris, Eds, "*Anticipating a Solar Probe*", Advances in Space Research, 17, 1995.
46. Williams, D.J., Ring Current and Radiation Belts, *Rev. Geophys.*, 25, 570, 1987.