

Ασυνήθιστες Μεταβολές της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας τον Ιούλιο του 2005

**A. Παπαϊωάννου, M. Γεροντίδου, Γ. Μαριάτος,
E. Μαυρομιχαλάκη, X. Πλαϊνάκη**

*Πανεπιστήμιο Αθηνών, Φυσικό Τμήμα, Τομέας Πυρηνικής Φυσικής και
Στοιχειωδών Σωματιδίων
emavromi@cc.uoa.gr ; atrapaio@phys.uoa.gr*

Περίληψη:

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του Ιουλίου 2005, καταγράφηκαν έντονα ηλιακά και διαπλανητικά γεγονότα με ενδιαφέρουσες ιδιότητες. Μέσα σε μια οκταήμερη περίοδο από τις 11 έως και τις 17 Ιουλίου, ο Ήλιος ήταν εξαιρετικά ενεργός και συνολικά 35 ηλιακές εκλάμψεις κλάσης C, 13 ηλιακές εκλάμψεις κλάσης M, 1 ηλιακή έκλαμψη κλάσης X καθώς και 5 στεμματικές εκτοξεύσεις μάζας παρήχθησαν από ένα μόνο τον τομέα 786 του Ηλίου (ταξινόμηση NOAA). Επιπρόσθετα, μια σειρά από χαρακτηριστικές μειώσεις της κοσμικής ακτινοβολίας, γνωστές ως μειώσεις Forbush, της τάξεως του 2% εμφανίστηκαν μέχρι και τις 16 Ιουλίου. Το αποτέλεσμα ήταν να καταγραφεί μια ισχυρή μείωση Forbush, της τάξεως του 8%, στις 16 Ιουλίου - όπως ανιχνεύθηκε από το Παγκόσμιο Κέντρο Συλλογής και Επεξεργασίας Δεδομένων Σταθμών Κοσμικής Ακτινοβολίας της Αθήνας (Athens Neutron Monitor Data Processing Center - ANMODAP) και εμφανίστηκε στην πλειονότητα των σταθμών καταμέτρησης κοσμικής ακτινοβολίας σε όλο τον κόσμο.

Μια ισχυρή αύξηση της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας συνέβη αμέσως μετά την κύρια φάση της μείωσης Forbush και ακολουθήθηκε από μια δεύτερη μείωση του ίδιου πλάτους μέσα σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 24 ωρών. Η ιδιαιτερότητα των γεγονότων αυτών έγκειται στο ότι ούτε η επαύξηση αντιστοιχεί σε μια επίγεια αλλά ούτε και οι μειώσεις Forbush μπορούν να χαρακτηρισθούν ως τυπικές εφόσον τέτοιες μειώσεις ακολουθούνται από μια περίοδο ανάνηψης που διαρκεί ορισμένες ημέρες. Τα γεγονότα αυτά είναι το αποτέλεσμα ιδιαίτερων διαπλανητικών συνθηκών που έφτασαν στην Γη την εξεταζόμενη περίοδο. Είναι σημαντικό να υπογραμμίσουμε ότι στις 18 Ιουλίου υπήρχε μια ηλιακή κηλίδα στην απομακρυσμένη από τη Γη πλευρά του Ήλιου. Η κηλίδα αυτή είχε εντοπιστεί από τις 14 του μήνα και διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην ηλιακή δραστηριότητα των προηγούμενων ημερών.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια ανάλυση όλων των διαθέσιμων στοιχείων καθώς και μια επαλήθευση από το Παγκόσμιο Κέντρο Συλλογής και Επεξεργασίας Δεδομένων Σταθμών Κοσμικής Ακτινοβολίας της Αθήνας.

Λέξεις κλειδιά: ηλιακές εκλάμψεις, στεμματικές εκτοξεύσεις μάζας, μειώσεις Forbush

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Αποτελεί κοινή πίστη, ότι τα ηλιακά εκρηκτικά γεγονότα, όπως οι ηλιακές εκλάμψεις και οι στεμματικές εκροές μάζας, επιδρούν σημαντικά και διαμορφώνουν ισχυρά την μεταβολή της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας. Τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί πολλές απόπειρες (Hundhausen A.J., 1999 ; Harisson R.A., 1995 ; Cane H. V., 2000) για την κατανόηση των μηχανισμών συσχέτισης ανάμεσα σε αυτά τα γεγονότα, όπως και για την θεμελίωση συγκεκριμένων κριτηρίων σε ό,τι αφορά τον αντίκτυπο τους στην διαμόρφωση της κοσμικής ακτινοβολίας. Συμπερασματικά, τονίζεται ότι τα εκρηκτικά γεγονότα που εκδηλώνονται στον Ήλιο επιδρούν με έναν δυναμικό τρόπο στις κοσμικές ακτίνες. Συνεπώς, κάθε φορά που καταγράφεται μια έντονη ή μη συνηθισμένη μείωση ή/και προσ αύξηση στην ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας είναι απαραίτητο να αναλύσουμε το υπόβαθρο του γεγονότος αναφορικά με την ηλιακή, την γεωμαγνητική δραστηριότητα καθώς επίσης και με την ανισοτροπία (Belov A., 2001).

Στην εργασία αυτή πραγματοποιείται μια ανάλογη ανάλυση για τα γεγονότα που σημειώθηκαν περίπου στο μέσο του Ιουλίου του 2005. Συγκεκριμένα, μια ιδιαίτερα έντονη μείωση της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας (μείωση Forbush) της τάξεως του 8% καταγράφηκε στις 16 Ιουλίου 2005 από τους μετρητές νετρονίων σε ολόκληρο τον κόσμο. Άρχισε λίγες ώρες πριν από την άφιξη ενός ασθενούς κύματος, το οποίο συσχετίζεται με μια στεμματική εκροή μάζας καταγεγραμμένη από τις 14 του μήνα. Σχεδόν αμέσως μετά την μείωση αυτή, σημειώθηκε μια ισχυρή προσ αύξηση της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας η οποία ακολούθηθηκε από μια δεύτερη εξίσου μεγάλη μείωση, μέσα σε χρονικό διάστημα 12 ωρών. Τα γεγονότα αυτά είναι τουλάχιστον ξεχωριστά καθώς δεν αποτελούν ούτε επαύξηση της ηλιακής κοσμικής ακτινοβολίας αλλά ούτε και γεωμαγνητικό γεγονός.

Σε αντιδιαστολή προς τις ισχυρές ηλιακές εκλάμψεις που εμφανίστηκαν στο Δυτικό τμήμα του ηλιακού δίσκου, ο διαπλανητικός χώρος κοντά στην Γη δεν επηρεάστηκε ισχυρά αυτή την περίοδο. Η ταχύτητα του ηλιακού ανέμου περιορίστηκε στα 500 km/sec ενώ η ένταση του διαπλανητικού μαγνητικού πεδίου κυμάνθηκε στα 15nT. Η γεωμαγνητική δραστηριότητα ήταν επίσης σχετικά ασθενής, ο δείκτης Kp δεν ξεπέρασε το κατώφλι μαγνητικής καταιγίδας (τιμή 5) και η χαμηλότερη τιμή του Dst δείκτη ήταν ~ 70, ενώ δεν εμφανίστηκε κανένα ισχυρή διαταραχή. Επιπρόσθετα, τα γεγονότα χαρακτηρίζονται από ασυνήθιστα ανισοτροπία των κοσμικών ακτίνων (7 – 8%), ειδικότερα του ισημερινού τμήματος αυτής, με κατεύθυνση προς την Δυτική πηγή της ανισοτροπίας.

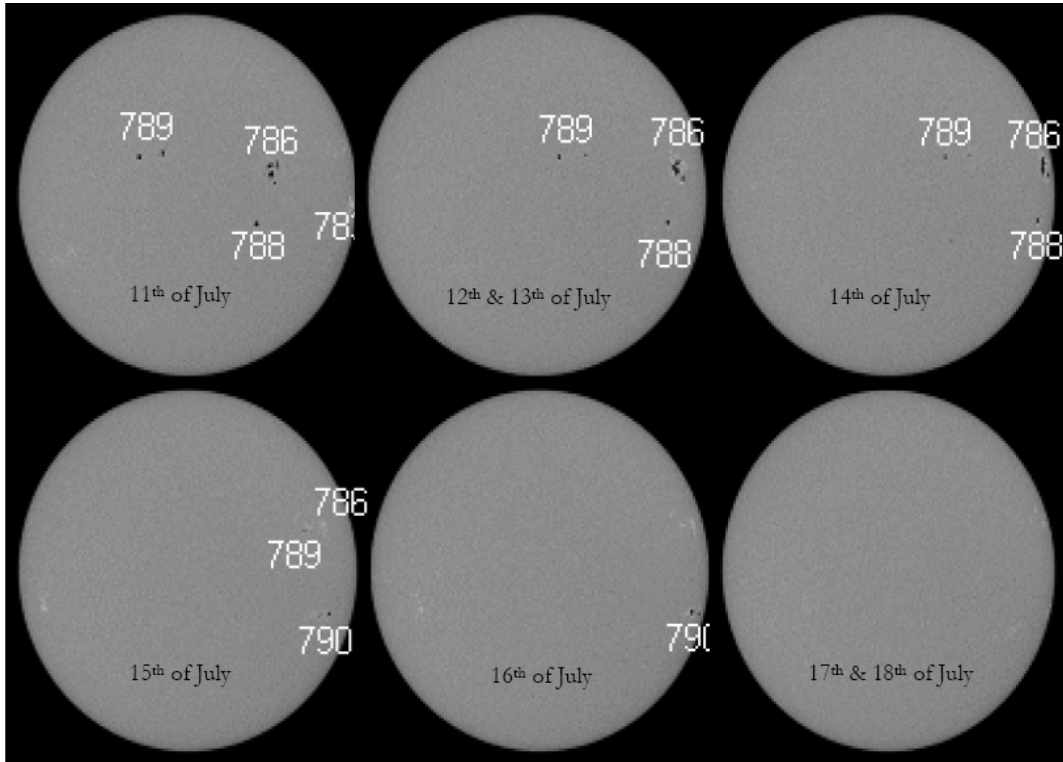
Από όλα τα διαθέσιμα δεδομένα των μετρητών νετρονίων, καθώς και τα δορυφορικά, γίνεται προσπάθεια για την αναγνώριση των πιθανών αιτιών που πυροδότησαν τα συγκεκριμένα γεγονότα σημαντικού επιστημονικού ενδιαφέροντος, τα οποία δεν είχαν εμφανιστεί ποτέ στο παρελθόν – σε όλη την ιστορία της κοσμικής ακτινοβολίας.

ΗΛΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:

Είναι χαρακτηριστικό ότι μέσα σε μια εβδομάδα, από τις 11 μέχρι και τις 18 Ιουλίου, η ηλιακή δραστηριότητα κυμάνθηκε από πολύ χαμηλά επίπεδα μέχρι και πολύ υψηλά. Ειδικότερα, στις 11, στις 15 και στις 17 του μήνα καταγράφηκαν ελάχιστα γεγονότα μικρής ισχύς, ενώ στις 14 και στις 16 σημειώθηκαν υψηλά επίπεδα δραστηριότητας. Ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων μειώθηκε σταδιακά μέχρις ότου εμφανίστηκε ένας Ήλιος χωρίς κηλίδες στις 17 Ιουλίου, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 1. Ο Ήλιος παρέμεινε χωρίς τις κηλίδες για μερικές ημέρες, μέχρι και τις 22 του μήνα.

Συγκεκριμένα στις 12 Ιουλίου έλαβε χώρα μια ηλιακή έκλαμψη σημαντικότητας C8.3, η οποία ακολούθηθηκε από μια ισχυρή μερική άλως στεμματική εκροή μάζας. Αργότερα την ίδια ημέρα παρήχθησαν δυο ηλιακές εκλάμψεις σημαντικότητας M1.0. Μια περισσότερο περίπλοκη και μεγαλύτερη σε διάρκεια ηλιακή έκλαμψη σημαντικότητας M1.5 εμφανίστηκε στις 12:47 UT, η οποία συσχετίζεται με μια φωτεινή μερική στεμματική εκροή μάζας τύπου άλως. Την επόμενη ημέρα, στις 13 του μήνα, δυο στεμματικές εκροές μάζας τύπου άλως συνέβησαν σε συσχέτιση με δυο ηλιακές εκλάμψεις. Η πρώτη εκροή μάζας εμφανίστηκε στις 03:06 UT, είχε μια υπερηχητική ταχύτητα της τάξης των 700 km/sec και συνόδευσε μια ηλιακή έκλαμψη σημαντικότητας M1.1 που προηγήθηκε στις 02:45 UT. Η δεύτερη εκροή μάζας σχετίζεται με μια ηλιακή έκλαμψη μεγάλης διάρκειας – σημαντικότητας M5.0. Σημειώθηκε στις

14:30 UT και η ταχύτητά της ήταν 1420 km/sec. Τα γεγονότα αυτά πυροδότησαν ροές πρωτονίων και ηλεκτρονίων τα οποία και παρουσίασαν σταδιακή αύξηση.

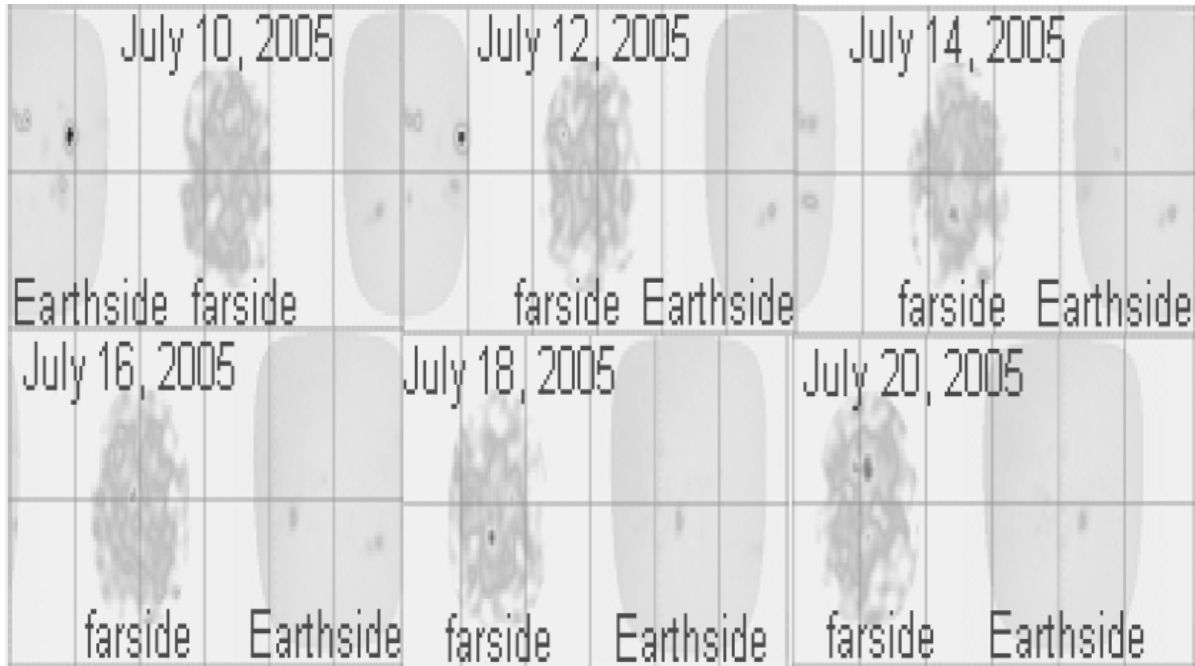


Εικόνα 1: Η εξέλιξη των ηλιακών κηλίδων από τις 11 μέχρι και τις 18 Ιουλίου 2005

Ο ενεργός τομέας 786 (ταξινόμηση NOAA) συνέχισε την δραστηριότητα του στις 14 Ιουλίου παράγοντας δυο ισχυρά γεγονότα. Κατά πρώτον, μια ηλιακή έκλαμψη σημαντικότητας M9.1 σημειώθηκε στις 07:25 UT συσχετιζόμενη με μια στεμματική εκροή μάζας. Μια αξιόλογα πιο ισχυρή και με μεγαλύτερη διάρκεια ηλιακή έκλαμψη σημαντικότητας X1.2 εκδηλώθηκε αργότερα την ίδια ημέρα. Άρχισε στις 10:16 UT. Οι ροές υψηλής ενέργειας ανέβηκαν επάνω από το κατώφλι κάτι που είχε ως αποτέλεσμα να εμφανιστεί μια πολύ γρήγορη (~ 1430 km/sec) και λαμπρή στεμματική εκροή μάζας τύπου άλως, η οποία ήταν ορατή στις 10:54 UT. Ο ίδιος τομέας (786) ήταν επίσης υπεύθυνος για μια ηλιακή έκλαμψη μεγάλης διάρκειας σημαντικότητας C2.3 η οποία εμφανίστηκε στις 15 Ιουλίου. Το γεγονός αυτός σχετίζεται με μια μερική στεμματική εκροή μάζας τύπου άλως. Τέλος μια στεμματική εκροή μάζας τύπου άλως σημειώθηκε στις 17 Ιουλίου στις 11:30 UT η οποία προήλθε από τον τομέα 786 στην πίσω πλευρά του ηλιακού δίσκου.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι εκτός από τον τομέα 786 ένας ακόμη τομέας ενδιαφέροντος ήταν ο 790 ο οποίος ήταν η πηγή δυο ηλιακών εκλάμψεων. Η πρώτη, σημαντικότητας M1.0, σημειώθηκε στις 16 Ιουλίου ενώ η δεύτερη, σημαντικότητας C7.3, στις 15 του μήνα. Ο υπόλοιπος δίσκος ήταν χωρίς κηλίδες και σταθερός.

Επιπρόσθετα στις 18 Ιουλίου και ενώ ο Ήλιος ήταν χωρίς κηλίδες από την πλευρά του που είχε κατεύθυνση τη Γη, παρουσίαζε στην αντίθετη πλευρά μια αρκετά μεγάλου μεγέθους ηλιακή κηλίδα. Η κηλίδα αυτή εντοπίστηκε από τις 14 του μήνα και πιθανόν να διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των διαπλανητικών συνθηκών.



Εικόνα 2: Ολογραφική απεικόνιση της πλευράς του Ήλιου που είναι στραμμένη προς τη Γη (Earth side) καθώς και της αντίθετης πλευράς του (far side).

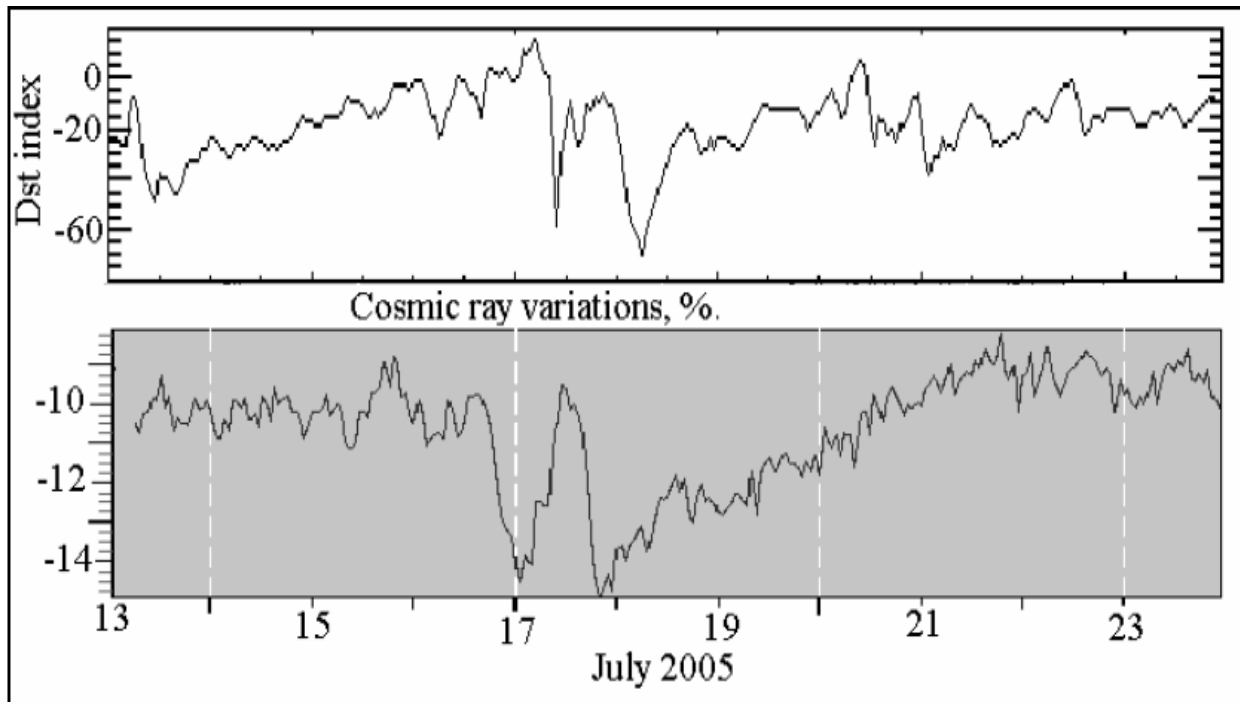
ΔΙΑΠΛΑΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ:

Στις 12 Ιουλίου μια ασυνέχεια στις παραμέτρους του ηλιακού ανέμου προμήνυσε την άφιξη μιας διαταραχής. Πράγματι, εμφανίστηκε μια ισχυρή μαγνητική καταιγίδα που συσχετίζεται με την στεμματική εκροή μάζας η οποία σημειώθηκε στις 9 Ιουλίου (τομέας 786). Η ταχύτητα του ηλιακού ανέμου σταδιακά αυξήθηκε μέχρι και τα 550 km/sec. Το διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο παρουσίασε μεταβολή από τα + 10nT μέχρι και τα - 15nT για περίπου 10 ώρες. Αμέσως έπειτα το μαγνητικό πεδίο στράφηκε και παρέμεινε βόρεια κοντά στα + 5nT.

Νωρίς την επόμενη ημέρα - 13 Ιουλίου - άλλη μια αλλαγή στις παραμέτρους του ηλιακού ανέμου προδήλωσε την εμφάνιση της δραστηριότητας μιας ακόμη στεμματικής εκροής μάζας η οποία είχε καταγραφεί από τις 10 Ιουλίου. Το αποτέλεσμα ήταν να υπερβεί η ταχύτητα του ηλιακού ανέμου τα 600 km/sec και κατόπιν να μειωθεί σταδιακά - μέχρι και τις 16 Ιουλίου - στα 400 km/sec. Ο δείκτης Kp παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα. Το διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο δεν παρουσίασε σημαντική διακύμανση (~ + / - 5 nT). Η γεωμαγνητική δραστηριότητα ήταν σχετικά υψηλότερη καθώς ο Dst δείκτης έπεσε στα - 70 nT, κάτι το οποίο παρατηρήθηκε στις 16 - 17 Ιουλίου και πιθανόν σχετίζεται με την στεμματική εκροή μάζας που σημειώθηκε στις 14 του μήνα.

Τέλος στις 17 Ιουλίου μια ισχυρή υπογραφή ενός διαπλανητικού διαταραχής εντοπίστηκε από τον δορυφόρο ACE. Η διαταραχή πιθανόν συνδέεται με την ηλιακή έκλαμψη σημαντικότητας X1.2 και την

στεμματική εκροή μάζας που την ακολούθησε στις 14 Ιουλίου. Το αποτέλεσμα αυτής της δραστηριότητας ήταν η αύξηση της ταχύτητας του ηλιακού ανέμου μέχρι και τα 525 km/sec σχεδόν για 6 ώρες και η ελάττωση αυτής στα 450 km/sec. Το διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο μεταβλήθηκε ανάμεσα στα + / - 10 nT για ένα χρονικό διάστημα 15 ωρών και κατέληξε με κατεύθυνση προς νότο στα - 10 nT.



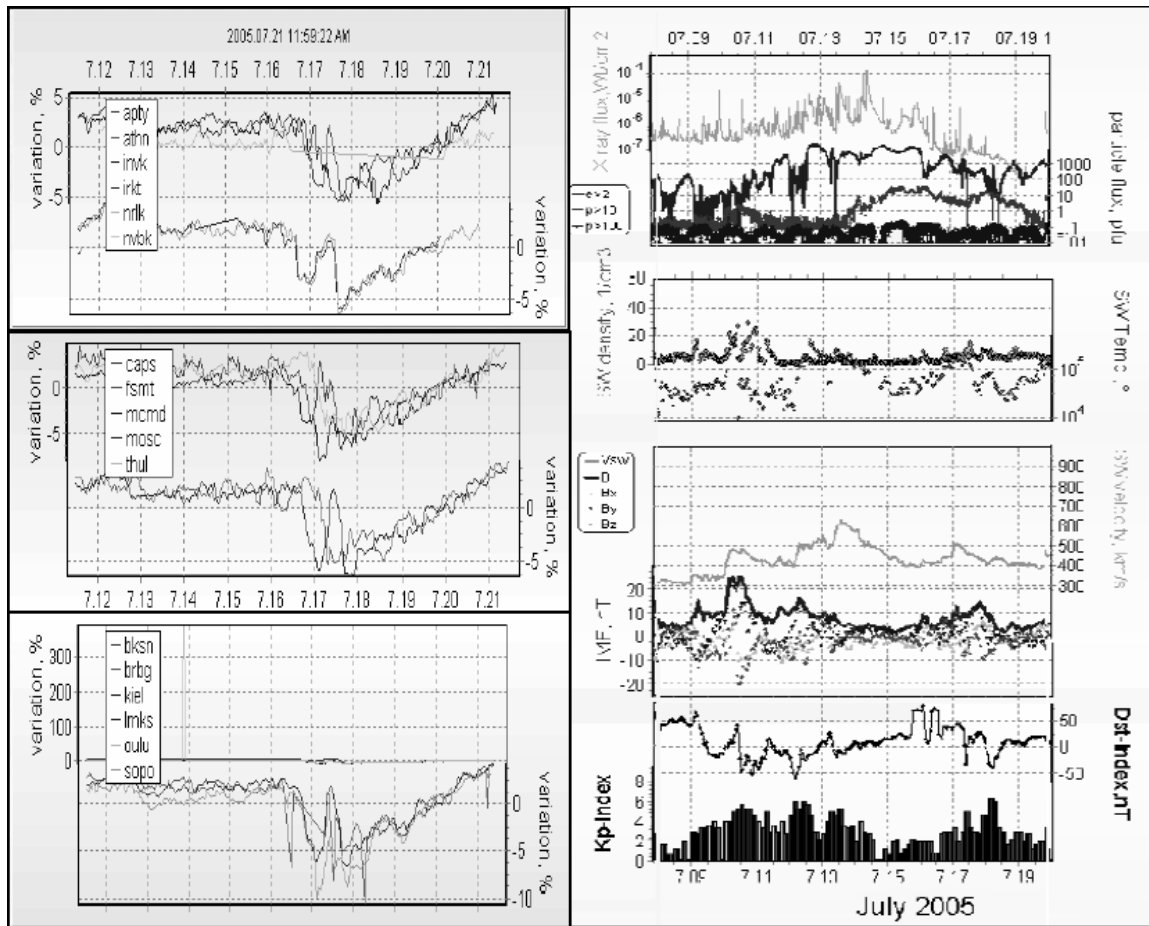
Εικόνα 3: Μεταβολές του δείκτη Dst καθώς και της έντασης της κοσμικής ακτινοβολίας όπως καταγράφηκε από τον σταθμό καταμέτρησης της Αθήνας.

ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ – ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΕΝΤΡΟ ΛΗΨΗΣ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ της ΑΘΗΝΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΡΗΤΩΝ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΧΡΟΝΟΥ [Athens Neutron Monitor Data Processing Center – ANMODAP]

Η συνεχώς αυξανόμενη ηλιακή δραστηριότητα, δημιούργησε διαταραγμένες καταστάσεις στον διαπλανητικό χώρο, οι οποίες επηρέασαν την συμπεριφορά της κοσμικής ακτινοβολίας. Η γαλαξιακή ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας άρχισε να υποχωρεί από τις 10 Ιουλίου και μέχρι τις 16 Ιουλίου έφτασε σε μια μείωση της τάξης του 2%, ύστερα από σχετικά ασθενείς μειώσεις Forbush. Τα σημαντικότερα γεγονότα εκτυλίχθηκαν στις 16 Ιουλίου οπότε σημειώθηκε μείωση Forbush που έφτασε το 8% σε πολλούς σταθμούς ανά τον κόσμο. Η ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας ανάνηψε σύντομα μέχρι και το αρχικό επίπεδο. Ωστόσο περίπου στο μέσο της 17^{ης} Ιουλίου μια απότομη μείωση εμφανίστηκε και πάλι, η οποία έφτασε το ίδιο 8%, και ακολουθήθηκε από το κλασικό πρότυπο μιας μείωσης Forbush.

Στις 16 Ιουλίου, το Διεθνές Κέντρο Λήψης και Επεξεργασίας Δεδομένων της Αθήνας [Athens Neutron Monitor Data Processing Center – ANMODAP] (Mavromichalaki H., 2005a; Mavromichalaki H. 2005b) κατέγραψε την μείωση Forbush από 23 σταθμούς από όλο τον κόσμο σε πραγματικό χρόνο (6 % το ποσοστό της μείωσης που καταγράφηκε στον σταθμό της Αθήνας). Η μείωση ήταν το αποτέλεσμα της

ηλιακής και της γεωμαγνητικής δραστηριότητας που ήδη έχει περιγραφεί και είχε σημαντικότερη υπογραφή σχεδόν σε όλους τους σταθμούς ανεξάρτητα από την γεωγραφική τους θέση.

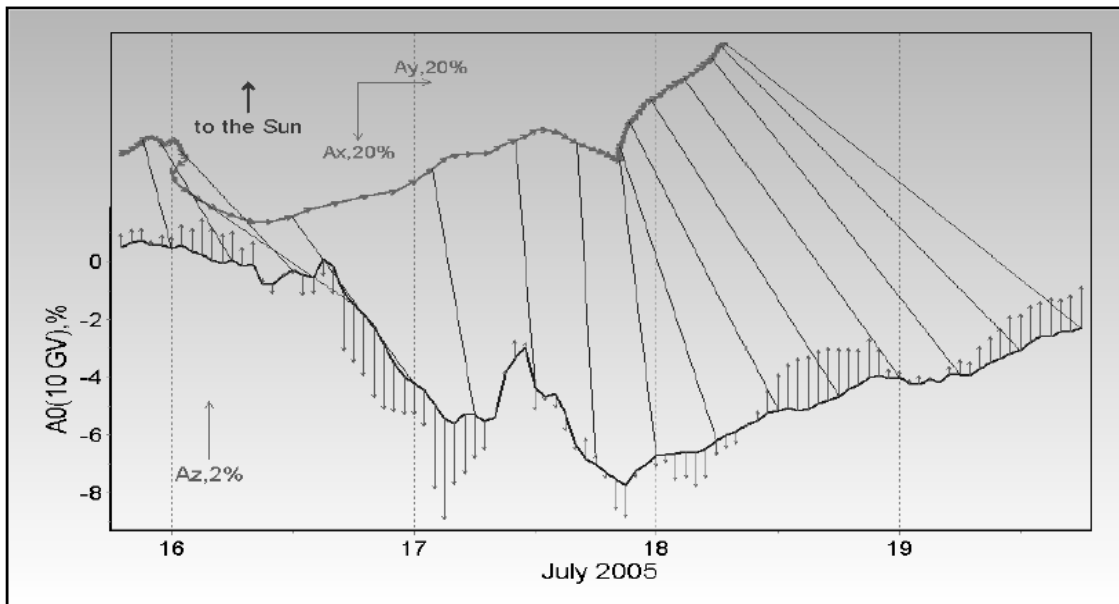


Εικόνα 4: Δεδομένα από το δίκτυο των σταθμών νετρονίων σε πραγματικό χρόνο (αριστερή εικόνα) και δορυφορικά δεδομένα από τους GOES και ACE (δεξιά εικόνα), για το χρονικό διάστημα 12 με 21 Ιουλίου 2005 (URL: <http://cosray.phys.uoa.gr>)

Το πρόγραμμα 'Onset' του κέντρου επεξεργασίας της Αθήνας μπορεί να καθορίσει εάν η επαύξηση που παρουσιάστηκε στις 17 Ιουλίου ήταν επίγεια (Ground Level Enhancement) ή μια γεωμαγνητική διαταραχή (Mariatos G., 2005; Belov A., 2005). Το αποτέλεσμα της διαδικασίας 'Onset', έδειξε ότι δεν ήταν ούτε επίγεια επαύξηση αλλά ούτε και γεωμαγνητική διαταραχή. Αυτός ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ωριαίες τιμές από τα δεδομένα κοσμικής ακτινοβολίας και ενώ εντόπισε την επαύξηση αποκρίθηκε ότι ήταν περισσότερο σταδιακή, σε καμία περίπτωση απότομη και χωρίς ταυτόχρονη αύξηση των καναλιών ακτίνων X και σωματιδίων του δορυφόρου GOES. Η γεωμαγνητική δραστηριότητα παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα και συνεπώς η επαύξηση δεν παρουσίασε τα τυπικά χαρακτηριστικά μιας επίγειας.

ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΑ:

Η δομή και η εξέλιξη των διαπλανητικών μεταβολών κυριαρχείται από την ανισοτροπία με έναν τρόπο περισσότερο περίπλοκο από ότι η ροή. Η χρήση της ανισοτροπίας πρώτης τάξης επεκτείνει τις δυνατότητες να διαγνώσουμε την δομή το ηλιακού ανέμου, αν και συχνά δεν είναι αρκετή ώστε να καταλήξουμε σε ένα συμπέρασμα σχετικά με την δομή της μεταβολής και να προβλέψουμε την εξέλιξή της. Με σκοπό να προσδιορίσουμε τις μεταβολές στην ροή και στην πρώτη αρμονική της ανισοτροπίας για τις κοσμικές ακτίνες των 10 GV, χρησιμοποιούμε δεδομένα από όσο το δυνατόν περισσότερους σταθμούς καταμέτρησης νετρονίων από όλο τον κόσμο (40 – 45 σταθμούς συμπεριλαμβάνοντας και τα χαρακτηριστικά τους). Ο υπολογισμός της ανισοτροπίας γίνεται με την Παγκόσμια Μέθοδο Επισκόπησης (Global Survey Method – GSM). Όπως απεικονίζεται στην εικόνα 5, η συνιστώσα βορρά – νότου της ανισοτροπίας A_z παρουσιάζεται με κατακόρυφα διανύσματα που προέρχονται από το διάγραμμα ροής της κοσμικής ακτινοβολίας. Η ισημερινή συνιστώσα της ανισοτροπίας υπολογίζεται από την σχέση: $A_E = \text{sq}r(A_x^2 + A_y^2)$ και παρουσιάζεται με μια σειρά συνεχόμενων διανυσμάτων. Οι λεπτές γραμμές αντιστοιχούν στις ίδιες χρονικές στιγμές στο διανυσματικό διάγραμμα και στο διάγραμμα της έντασης των κοσμικών ακτίνων (Chen J., 1993; Hofer M. Y., 2000).



Εικόνα 5: Μεταβολές της κοσμικής ακτινοβολίας των 10 GV και της ισημερινής συνιστώσας της ανισοτροπίας κατά την διάρκεια των μοναδικών γεγονότων του Ιουλίου 2005.

Όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα το διάνυσμα A_z αυξάνει σημαντικά κατά την καθοδική φάση της μείωσης Forbush στις 16 Ιουλίου και μεταβάλλει την κατεύθυνσή του στα μέσα της 17^{ης} Ιουλίου. Η αύξηση αυτή όπως και η αλλαγή στην κατεύθυνση αποτελούν τυπικές αποκρίσεις της ανισοτροπίας πρώτης τάξης σε μια διαταραχή. Το διάνυσμα A_E αλλάζει συνεχώς την κατεύθυνσή του και παρουσιάζει αύξηση, ειδικότερα κατά την διάρκεια της δεύτερης μείωσης Forbush. Το A_z αλλάζει πρόσημο από θετικό σε αρνητικό καθ'όλη την διάρκεια της διαταραγμένης περιόδου. Η μεγάλη ισημερινή συνιστώσα της ανισοτροπίας αποτελεί ένδειξη έντονης εισροής σωματιδίων από την ανατολική κατεύθυνση η οποία παρείχε την γρήγορη ανάνηψη της δεύτερης μείωσης Forbush.

Στο σύνολό τους, όλες οι συνιστώσες της ανισοτροπίας αποκαλύπτουν έντονες αλλαγές που συνέβησαν στο υπόβαθρο σχετικά ήσυχων διαπλανητικών και γεωμαγνητικών συνθηκών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Η ανάλυση έδειξε ότι η ηλιακή δραστηριότητα που προηγήθηκε των ακραίων γεγονότων στις 16 και 17 Ιουλίου μπορούσε να παρέχει την μείωση Forbush που καταγράφηκε στις 16 του μήνα, αλλά δεν μπορεί να αιτιολογήσει το μεγάλο πλάτος της μείωσης (8%). Η γεωμαγνητική και η διαπλανητική δραστηριότητα κοντά στην Γη ήταν σχετικά ασθενής. Το γεωμαγνητικό πεδίο διαταράχθηκε αισθητά λιγότερο από τις κοσμικές ακτίνες, αν και μια ασθενή μαγνητική καταιγίδα εμφανίσθηκε στις 17 Ιουλίου όταν ο δείκτης Kp ξεπέρασε για λίγο την τιμή 5. Η σημαντική συνιστώσα της ανισοτροπίας που παρατηρήθηκε την ίδια χρονική περίοδο αποτελεί ένδειξη μιας έντονης ροής σωματιδίων από την ανατολική πλευρά, η οποία συντέλεσε στην γρήγορη ανάνηψης της μείωσης Forbush, ακριβώς μετά το ελάχιστο. Η επαύξηση της κοσμικής ακτινοβολίας στις 17 Ιουλίου δεν παρουσίασε τα τυπικά χαρακτηριστικά μιας επίγειας επαύξησης, όπως επιβεβαίωσε και ο αλγόριθμος 'Onset' του Παγκόσμιου Δικτύου Επεξεργασίας Δεδομένων στο σταθμό της Αθήνας.

Συμπερασματικά η συμπεριφορά της κοσμικής ακτινοβολίας στις 16 και 17 Ιουλίου είναι το αποτέλεσμα του περάσματος από την Γη, μιας περίπλοκης δομής από τον περιφερειακό χώρο της μείωσης Forbush που εξελίχθηκε στο δυτικό τμήμα στο εσωτερικό της ηλιόσφαιρας ύστερα από την στεμματική εκροή μάζας τύπου άλως που απελευθερώθηκε στις 14 Ιουλίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Belov A.V., E.A.Eroshenko, V.A. Oleneva, A.B., A.B. Struminsky, and V.G. Yanke, (2001) "What determines the magnitude of Forbush decreases?" *Adv. Space Res.* 27, 625-630,
2. Belov A., Baisultanova L., Eroshenko E., Mavromichalaki H., Yanke V, Pchelkin V, Plainaki C., Mariatos G., (2005) "Magnetospheric effects in cosmic rays during the unique magnetic storm on November 2003" *J. Geophys. Res.-Space Physics* 110, 9,A09S20,doi:10.1029/2005JA011067,
3. Cane, H. V.,(2000): "Coronal Mass Ejections and Forbush Decreases", *Space Science Rev.* 93, 55-77
4. Chen J. & Bieber W. J.,(1993): "Cosmic ray anisotropies and gradients in three dimensions", *The Astrophys. Journal* 405, 375-389
5. Harrison, R.A., (1995): "The nature of solar-flares associated with coronal mass ejection" *Astron.@ Astrophys.* 304, 585 - 594,
6. Hofer, M.Y. and E.O. Flückiger, (2000): "Cosmic ray spectral variations and anisotropy near Earth during the March 24, 1991, Forbush decrease", *J. Geophys. Res.*, 105 (A10), 23085-23098.
7. Hundhausen, A.J., (1999): "Coronal mass Ejections", in K.T. Strong, J.L. Saba, B.H.Haisch and J.T. Schmelz, (eds.), "The many faces of the Sun: a Summary of the results from NASA's Solar Maximum Mission", Springer, New York, 143.
8. Mariatos G., Mavromichalaki H., Sarlanis C., Souvatzoglou G., (2005): "Alert system for ground level cosmic-ray enhancements prediction at the Athens Neutron Monitor Network in real-time", *International Modern Journal of Physics A*, 20, 6711-6714.
9. Mavromichalaki H. et al., (2005): 'Space Weather forecasting at the New Athens Centre: The recent events of January 2005', *IEEE NSREC* No TNS-00273-2005 (in press)
10. Mavromichalaki H. et al., (2005): "The new Athens centre on data processing from the neutron monitor network in real time", *Annales Geophysicae*, 23, 1-8.