



Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών  
Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής

Διπλωματική Εργασία  
Μελέτη της Επίδρασης της Ηλιακής Δραστηριότητας  
στο Κλίμα της Ελλάδας

Ανδρέας Τηλκερίδης

Επιβλέπων καθηγητής: Γκιζάνη Νεκταρία

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2022

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Μελέτη της Επίδρασης της Ηλιακής Δραστηριότητας  
στο Κλίμα της Ελλάδας

Ανδρέας Τηλκερίδης

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γκιζάνη Νεκταρία

Επίκουρη Καθηγήτρια

Σχολή Θετικών Επιστημών και  
Τεχνολογίας

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Ζέρβας Ευθύμιος

Καθηγητής

Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και  
Βιώσιμου Σχεδιασμού

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2022

**«Δόξα τω Θεό,**

**που με αξίωσε να αποπερατώσω το πόνημα αυτό!»**

Θερμές ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Νεκταρία Γκιζάνη για την ανοχή και υπομονή που μου έδειξε όλο αυτό τον καιρό και για τη πολύτιμη βοήθειά της.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στη σύζυγο και ηρωίδα μου Βασιλική για την υπομονή και κατανόησή της.

Μία μεγάλη συγνώμη από τα παιδιά μου Ιουλία-Παναγιώτα και Γεώργιο-Άγγελο για όσο χρόνο τους “έκλεψα” τον μπαμπά τους.



## **Περίληψη**

Μελετάμε την επίδραση της ηλιακής δραστηριότητας στο κλίμα στην Ελλάδα. Οι ηλιακοί δείκτες που είναι αντιπροσωπευτικοί της δραστηριότητας του αστεριού μας περιλαμβάνουν τον αριθμό των ηλιακών κηλίδων, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, την ηλιακή ραδιοροή στα 10.7 cm και τη γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία. Οι γήινοι δείκτες του καιρού περιλαμβάνουν έξι παραμέτρους, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία του αέρα, την κατεύθυνση και την ένταση του ανέμου, την ατμοσφαιρική πίεση και τις βροχοπτώσεις. Αναζητήσαμε συσχετίσεις μεταξύ ηλιακών και γήινων δεικτών. Τα ηλιακά δεδομένα εκτείνονται αρκετά χρόνια ξεκινώντας από το 1975 έως το 2005, περιλαμβάνοντας διαφοροποιήσεις δεκαετιών, εντός της παραπάνω περιόδου, του μέσου αριθμού ηλιακών κηλίδων, της ηλιακής ακτινοβολίας ως επιρροή στο κλίμα στα ραδιοκύματα, της ηλιακής ακτινοβολίας και της επίδρασης της γαλαξιακής κοσμικής ακτινοβολίας. Τα μετεωρολογικά στοιχεία προέρχονται από 12 μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται σε διάφορα σημεία της Ελλάδας, από Βορρά προς Δύση και από Νότο προς Ανατολή ανά την Ελληνική επικράτεια. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί είναι από: Φλώρινα, Μίκρα, Αλεξανδρούπολη, Κέρκυρα, Ιωάννινα, Λάρισα, Μυτιλήνη, Άραξο, Τρίπολη, Τατόι, Ελληνικό και Ηράκλειο.

## **Λέξεις – Κλειδιά**

Κλίμα, Κλιματική Αλλαγή, Ηλιακή Δραστηριότητα, Ηλιακοί Δείκτες, Μετεωρολογικοί Δείκτες.

## Probing the Impact of Solar Activity on the Climate of Greece.

Andreas Tilkeridis

### **Abstract**

We are studying the impact of the solar activity on the climate in Greece. Solar indices representative of our star's activity include the number of sun spots, 10.7 cm radio flux, solar irradiance intensity, and galactic cosmic rays. Terrestrial weather indices include six parameters, temperature, relative air humidity, direction and intensity of wind, atmospheric pressure and rainfall. We have looked for correlations between solar and terrestrial indices. The solar data span several years starting from 1975 extending to 2005 including decade variations, within the above period, of the solar irradiance, mean sunspot number, galactic cosmic rays influence, and solar UV driving of climate (radio flux). The meteorological data come from 12 weather stations based on several places around Greece, from North to the West and from South to East of the Greek territory. The weather stations are from : Florina, Mikra, Alexandroupoli, Kerkira, Ioannina, Larissa, Mytilini, Araxos, Tripoli, Tatoi, Elliniko and Iraklio.

### **Keywords**

Climate, Climate change, Solar Activity, Solar Indices, Weather Indices.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract .....	vi
Περιεχόμενα .....	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων .....	xi
Κατάλογος Πινάκων .....	xvi
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xvii
1.Εισαγωγή.....	1
1.1 Βασικά στοιχεία του ήλιου.....	1
1.2 Βιβλιογραφική επισκόπηση της παρούσας έρευνας. ....	4
2. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	7
2.1 ΜΣ Φλώρινας (613) .....	9
2.2 ΜΣ Μίκρας (Μακεδονία) (622) .....	9
2.3 ΜΣ Αλεξανδρούπολης (627).....	9
2.4 ΜΣ Κέρκυρας (641) .....	9
2.5 ΜΣ Ιωαννίνων (642) .....	10
2.6 ΜΣ Λαρίσης (648) .....	10
2.7 ΜΣ Μυτιλήνης (667).....	10
2.8 ΜΣ Αραξου (687).....	11
2.9 ΜΣ Τρίπολης (710) .....	11
2.10 ΜΣ Τατοΐου (715) .....	11
2.11 ΜΣ Ελληνικού (716).....	11
2.12 ΜΣ Ηρακλείου (754).....	12
2.13 Σχετικές Αποστάσεις ΜΣ. ....	12
2.14 Μορφή Πρωτογενών Μετεωρολογικών Δεδομένων. ....	13
3. Ηλιακά δεδομένα.....	15
3.1 Δεδομένα Ηλιακών Κηλίδων. ....	15
3.2 Δεδομένα ραδιοροής στα 10.7 cm. ....	17
3.3 Δεδομένα Συνολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας. ....	19
3.4 Δεδομένα Γαλαξιακής Κοσμικής Ακτινοβολίας (GCR). ....	21
4. Επεξεργασία ηλιακών και μετεωρολογικών δεδομένων.....	23
4.1 Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων.....	23
4.2 Επεξεργασία ηλιακών δεδομένων.....	34
4.3 Δημιουργία γραφημάτων. ....	37
5. Μελέτη της επίδρασης του ήλιου.....	39
5.1 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	39
5.2 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	46
5.3 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας φοράς του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	52
5.4 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας ταχύτητας του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα.....	59

5.5 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας ατμοσφαιρικής πίεσης με την ηλιακή δραστηριότητα.....	65
5.6 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας βροχόπτωσης με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	72
5.7 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της θερμοκρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	78
5.8 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της σχετικής υγρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	85
5.9 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της φοράς του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα.....	91
5.10 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της ταχύτητας του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	98
5.11 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της ατμοσφαιρικής πίεσης με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	104
5.12 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της βροχόπτωσης με την ηλιακή δραστηριότητα. ....	111
6. Συμπεράσματα. ....	118
Βιβλιογραφία.....	121
Παράρτημα Α: Γραφικές Παραστάσεις Ηλιακών δεικτών. ....	124
Παράρτημα Β: Εικόνες από τη χρήση του προγράμματος Grapher 8. ....	128

## ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Ανδρέας Τηλκερίδης<sup>1</sup>, Νεκταρία Γκιζάνη<sup>1,2</sup>, Ευθύμιος Ζέρβας<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο,  
Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

<sup>2</sup> Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Πάροδος  
Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

email: [std106886@eap.gr](mailto:std106886@eap.gr), [ngizani@eap.gr](mailto:ngizani@eap.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετάμε την επίδραση της ηλιακής δραστηριότητας στο κλίμα στην Ελλάδα. Οι ηλιακοί δείκτες που είναι αντιπροσωπευτικοί της δραστηριότητας του αστεριού μας περιλαμβάνουν τον αριθμό των ηλιακών κηλίδων, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη ραδιοροή στα 10.7 cm και τη γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία. Οι γήινοι δείκτες του καιρού περιλαμβάνουν έξι παραμέτρους, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία του αέρα, την κατεύθυνση και την ένταση του ανέμου, την ατμοσφαιρική πίεση και τις βροχοπτώσεις. Αναζητήσαμε συσχετίσεις μεταξύ ηλιακών και επίγειων δεικτών. Τα ηλιακά δεδομένα εκτείνονται αρκετά χρόνια ξεκινώντας από το 1975 έως το 2005, περιλαμβάνοντας διαφοροποιήσεις δεκαετιών, εντός της παραπάνω περιόδου, του μέσου αριθμού ηλιακών κηλίδων, της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας ως επιρροή στο κλίμα (ραδιοκύματα), της ηλιακής ακτινοβολίας και της επίδρασης της γαλαξιακής κοσμικής ακτινοβολίας. Τα μετεωρολογικά στοιχεία προέρχονται από 12 μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται σε διάφορα σημεία της Ελλάδας.

**Λέξεις κλειδιά:** κλίμα, κλιματική αλλαγή, ηλιακή δραστηριότητα, ηλιακοί δείκτες, μετεωρολογικοί δείκτες.

### ABSTRACT

We are studying the impact of the solar activity on the climate in Greece. Solar indices representative of our star's activity include the number of sun spots, 10.7 cm radio flux, solar irradiance intensity, and galactic cosmic rays. Terrestrial weather indices include six parameters, temperature, relative air humidity, direction and intensity of wind, atmospheric pressure and rainfall. We have looked for correlations between solar and terrestrial indices. The solar data span several years starting from 1975 extending to 2005 including decade variations, within the above period, of the solar irradiance, mean sunspot number, galactic cosmic rays influence, and solar UV driving of climate (radio flux). The meteorological data come from 12 weather stations based in several places around Greece.

**Keywords:** *climate, climate change, solar activity, solar indices, weather indices.*

## ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Ανδρέας Τηλεκερίδης<sup>1</sup>, Νεκταρία Γκαζάνη<sup>2</sup>, Ευθύμιος Ζέρβας<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών, <sup>2</sup>Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών,  
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετάμε την επίδραση της ηλιακής δραστηριότητας στο κλίμα στην Ελλάδα. Οι ηλιακοί δείκτες περιλαμβάνουν τον αριθμό των ηλιακών κηλίδων, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη ραδιοροή στα 10.7 cm και τη γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία. Οι γήρινοι δείκτες του καιρού περιλαμβάνουν έξι παραμέτρους, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία του αέρα, την κατεύθυνση και την ένταση του ανέμου, την ατμοσφαιρική πίεση και τις βροχοπτώσεις. Αναζητήσαμε συσχετίσεις μεταξύ ηλιακών και γήινων δεικτών. Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από 12 μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται σε διάφορα σημεία της Ελλάδας.



Σχ. 1: Θέση Μετεωρολογικών Σταθμών.

Αριθμός (WMO)	Όνομα (Βότα)	Γεωγραφικό Πλάτος	Γεωγραφικό Μήκος	Υψος
613	Φλώρινα	40 48N	21 25E	619,4
614	Καστοριά	40 45N	21 27E	657
622	Μίκρα (Μακεδονία)	40 53N	22 37E	2
627	Αλεξανδρούπολη	40 38N	25 55E	4
641	Κέρκυρα	39 51N	19 51E	1
642	Ιωάννινα	39 59N	20 53E	475
648	Λάρισα	39 55N	22 46E	74
667	Μυτιλήνη	39 05N	25 03E	4
687	Αθήνα	38 15N	21 42E	111
689	Πάτρα	38 15N	21 44E	1
710	Τρίπολη	37 52N	22 40E	653
715	Τατάι	38 11N	23 78E	225
735	Ελληνικό	37 39N	23 74E	43
754	Ηράκλειο	35 34N	25 18E	35

Σχ. 2: Πίνακας Μετεωρολογικών Σταθμών.

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Τα μετεωρολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από την Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ). Στο Σχήμα 1 εμφανίζονται οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήσαμε. Στο σχήμα 2 αναγράφονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες των μετεωρολογικών σταθμών.

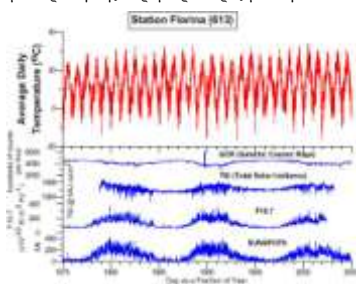
Τα ηλιακά δεδομένα απαρτίζονται από χρονοσειρές με μετρήσεις των Ηλιακών Κηλίδων (SN), της ραδιοροής στα 10.7 cm (F10.7), της Ηλιακής Ακτινοβολίας (TSI) και της Κοσμικής Γαλαξιακής Ακτινοβολίας (GCR). Αντλήθηκαν αντίστοιχα με σειρά εμφάνισης από το παρατηρητήριο του Βελγίου στις Βρυξέλλες (Royal Observatory of Belgium, Brussels) World Data Center SILSO (Sunspot Index and Long-term Solar Observations) και υπόκεινται στους όρους της άδειας CC BY-NC4.0 (<https://go.gl/PX-cl-Yd>), από το μοντέλο SOLAR2000, από το NOAA, από το NOAA και προέρχονται από το Bartol Research Institute και υποστηρίζονται από το National Science Foundation (grant ATM-0000315).

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα Microsoft Office Excel 2007 και για τις γραφικές παραστάσεις χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Grapher 8 της Golden Software.

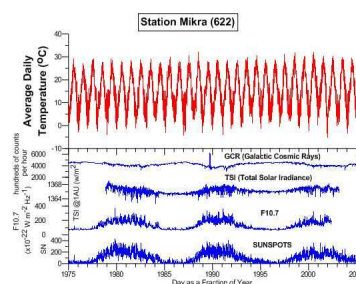
Ως χρονικό εύρος των γραφικών παραστάσεων επιλέχθηκε το διάστημα από το έτος 1975 έως το έτος 2005. Σε αυτό το χρονικό διάστημα έχουμε μετρήσεις τόσο για τα ηλιακά όσο και για τα μετεωρολογικά δεδομένα στο σύνολο αυτών. Το χρονικό εύρος αυτό καλύπτει δύο πλήρεις 11ετής ηλιακούς κύκλους τον 21<sup>ο</sup> και τον 22<sup>ο</sup> και ένα τμήμα από τον 23<sup>ο</sup> κύκλο. Μέσα σε αυτή τη χρονική περίοδο οι τέσσερις ηλιακοί δείκτες παρουσιάζουν τρία μέγιστα και τρία ελάχιστα.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

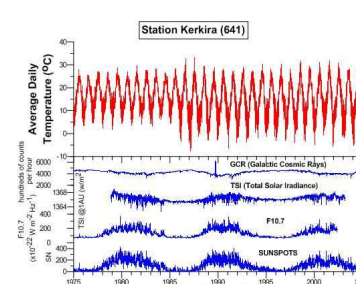
Παρακάτω παραθέτουμε ενδεικτικά, Σχήμα 3-9, μερικά γραφήματα που παρήχθησαν. Οι γραφικές παραστάσεις των ηλιακών δεικτών εμφανίζονται στο κάτω μέρος του γραφήματος με μπλε χρώμα και με σειρά εμφάνισης από κάτω προς τα πάνω του αριθμού των ηλιακών κηλίδων, της ραδιοροής στα 10.7 cm (F10.7), της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας και της κοσμικής γαλαξιακής ακτινοβολίας. Τέλος στο πάνω μέρος εμφανίζεται με κόκκινο χρώμα η γραφική παράσταση της μετεωρολογικής παραμέτρου προς μελέτη.



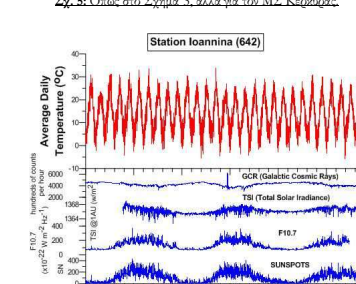
Σχ. 3: Η μέση ημερήσια θερμοκρασία για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των παραγόμενων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



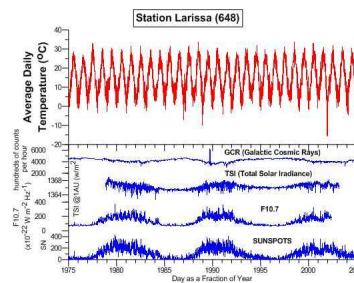
Σχ. 4: Όπως στο Σχήμα 3, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.



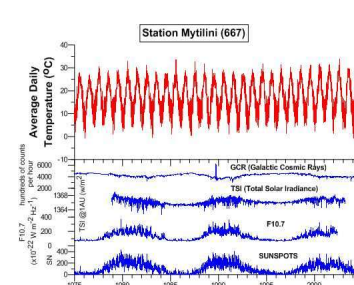
Σχ. 5: Όπως στο Σχήμα 3, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.



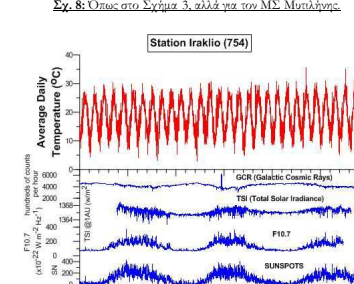
Σχ. 6: Όπως στο Σχήμα 3, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.



Σχ. 7: Όπως στο Σχήμα 3, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.



Σχ. 8: Όπως στο Σχήμα 3, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.



Σχ. 9: Όπως στο Σχήμα 3, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα προκαταρκτικά μας αποτελέσματα δεν αποκλύπτουν καμία σαφή τάση μεταξύ ηλιακών και μετεωρολογικών παραμέτρων, που να υποδηλώνει ηλιακή επίδραση στο κλίμα (βλέπε για παράδειγμα Audu & Okeke, 2019 και Ismailova & Voloshkina, 2016). Μερικά διαγράμματα υπαινίχθηκαν αμυδρά ενδείξεις ορισμένων μοτίβων συσχέτισης, τα οποία πρέπει να ψάξουμε λεπτομερώς.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Audu, M. O., & Okeke, F. N. (2019). Investigation of possible connections between solar activity and climate change in Nigeria. SN Applied Sciences, 1(2), 149. doi:10.1007/s42452-019-0160-x

Ismailova, O., & Voloshkina, O. (2016). Analysis of the impact of solar activity on indicators of climate change on areas within the Dniester river basin.



## Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1 Ο Ήλιος και η ηλιακή δραστηριότητα του. Μια στιγμή έντονης ηλιακής δραστηριότητας (NASA/GSFC/SDO, 2012). .....	1
Εικόνα 2 Διάγραμμα της διαδικασίας επιρροής της ηλιακής δραστηριότητας στο κλίμα της Γης. Είναι εμφανής η πολυπλοκότητα της διεργασίας (Xiao et al., 2017). .....	5
Εικόνα 3 Θέση Μετεωρολογικών Σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν. ....	8
Εικόνα 4 Σχετικές Αποστάσεις ΜΣ. ....	13
Εικόνα 5 Μορφή Πρωτογενών Μετεωρολογικών Δεδομένων. ....	14
Εικόνα 6 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων Ηλιακών Κηλίδων. ....	16
Εικόνα 7 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων F10.7. ....	18
Εικόνα 8 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων TSI (Total Solar Irradiance). ....	19
Εικόνα 9 TSI Satellite record database. Είναι εμφανής η διαφορά στη κλίμακα μέτρησης ανά πείραμα μέτρησης (Scafetta & Willson, 2014). ....	20
Εικόνα 10 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων GCR. ....	22
Εικόνα 11 Φύλλο Εργασίας “Initial”. ....	24
Εικόνα 12 Insert Data From Text. ....	24
Εικόνα 13 Φύλλο Εργασίας “For processing”. ....	25
Εικόνα 14 Δημιουργία Pivot Table. ....	26
Εικόνα 15 Παραμετροποιήσεις Pivot Table. ....	27
Εικόνα 16 Παραμετροποιήσεις Pivot Table. ....	27
Εικόνα 17 Επιλογή Group Field. ....	28
Εικόνα 18 Δημιουργία ομάδων. ....	29
Εικόνα 19 Value Field Settings 1. ....	29
Εικόνα 20 Value Field Settings 2. ....	30
Εικόνα 21 Μετά την εισαγωγή των πεδίων Values. ....	30
Εικόνα 22 Report Layout, Show in Tabular View. ....	31
Εικόνα 23 Collapse Entire Field. ....	31
Εικόνα 24 Τελική μορφή. ....	32
Εικόνα 25 Τελική μορφή επεξεργασμένων μετεωρολογικών δεδομένων. ....	33
Εικόνα 26 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων ηλιακών κηλίδων. ....	34
Εικόνα 27 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων F10.7. ....	35
Εικόνα 28 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων TSI. ....	36
Εικόνα 29 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων TSI. ....	36
Εικόνα 30 Από τις δοκιμές δημιουργίας των γραφημάτων. Φαίνεται το συνολικό χρονικό εύρος των δεδομένων που έχουμε για κάθε ηλιακή παράμετρο. Ταυτόχρονη εμφάνιση σημείων (μπλε χρώμα) και γραμμών (πράσινο χρώμα) γραφικών παραστάσεων. ....	38
Εικόνα 31 Τελική μορφή γραφημάτων. ....	39
Εικόνα 32 Η μέση ημερήσια θερμοκρασία για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	40
Εικόνα 33 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	40
Εικόνα 34 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	41
Εικόνα 35 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	41
Εικόνα 36 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	42
Εικόνα 37 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	42
Εικόνα 38 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	43
Εικόνα 39 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	43
Εικόνα 40 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	44

Εικόνα 41 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	44
Εικόνα 42 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	45
Εικόνα 43 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	45
Εικόνα 44 Η μέση ημερήσια σχετική υγρασία για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	46
Εικόνα 45 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	47
Εικόνα 46 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	47
Εικόνα 47 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	48
Εικόνα 48 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	48
Εικόνα 49 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	49
Εικόνα 50 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	49
Εικόνα 51 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	50
Εικόνα 52 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	50
Εικόνα 53 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	51
Εικόνα 54 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	51
Εικόνα 55 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	52
Εικόνα 56 Η μέση ημερήσια φορά του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	53
Εικόνα 57 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	53
Εικόνα 58 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	54
Εικόνα 59 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	54
Εικόνα 60 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	55
Εικόνα 61 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	55
Εικόνα 62 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	56
Εικόνα 63 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	56
Εικόνα 64 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	57
Εικόνα 65 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	57
Εικόνα 66 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	58
Εικόνα 67 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	58
Εικόνα 68 Η μέση ημερήσια ταχύτητα του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	59
Εικόνα 69 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	60
Εικόνα 70 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	60
Εικόνα 71 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	61
Εικόνα 72 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	61
Εικόνα 73 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	62
Εικόνα 74 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	62
Εικόνα 75 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	63
Εικόνα 76 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	63
Εικόνα 77 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	64
Εικόνα 78 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	64
Εικόνα 79 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	65
Εικόνα 80 Η μέση ημερήσια ατμοσφαιρική πίεση για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	66
Εικόνα 81 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	66
Εικόνα 82 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	67
Εικόνα 83 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	67
Εικόνα 84 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	68



Εικόνα 85 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.....	68
Εικόνα 86 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.....	69
Εικόνα 87 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.....	69
Εικόνα 88 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.....	70
Εικόνα 89 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.....	70
Εικόνα 90 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.....	71
Εικόνα 91 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.....	71
Εικόνα 92 Η μέση ημερήσια βροχόπτωση για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.....	72
Εικόνα 93 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.....	73
Εικόνα 94 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.....	73
Εικόνα 95 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.....	74
Εικόνα 96 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.....	74
Εικόνα 97 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.....	75
Εικόνα 98 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.....	75
Εικόνα 99 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.....	76
Εικόνα 100 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.....	76
Εικόνα 101 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.....	77
Εικόνα 102 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.....	77
Εικόνα 103 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.....	78
Εικόνα 104 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της θερμοκρασίας για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.....	79
Εικόνα 105 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.....	79
Εικόνα 106 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.....	80
Εικόνα 107 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.....	80
Εικόνα 108 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.....	81
Εικόνα 109 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.....	81
Εικόνα 110 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.....	82
Εικόνα 111 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.....	82
Εικόνα 112 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.....	83
Εικόνα 113 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.....	83
Εικόνα 114 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.....	84
Εικόνα 115 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.....	84
Εικόνα 116 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της σχετικής υγρασίας για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.....	85
Εικόνα 117 Όπως στην εικόνα 116, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.....	86
Εικόνα 118 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.....	86
Εικόνα 119 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.....	87
Εικόνα 120 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.....	87
Εικόνα 121 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.....	88
Εικόνα 122 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.....	88
Εικόνα 123 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.....	89
Εικόνα 124 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.....	89
Εικόνα 125 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.....	90
Εικόνα 126 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.....	90
Εικόνα 127 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.....	91
Εικόνα 128 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της φοράς του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.....	92

Εικόνα 129 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	92
Εικόνα 130 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	93
Εικόνα 131 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	93
Εικόνα 132 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	94
Εικόνα 133 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	94
Εικόνα 134 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	95
Εικόνα 135 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	95
Εικόνα 136 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	96
Εικόνα 137 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	96
Εικόνα 138 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	97
Εικόνα 139 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	97
Εικόνα 140 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της ταχύτητας του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	98
Εικόνα 141 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	99
Εικόνα 142 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	99
Εικόνα 143 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	100
Εικόνα 144 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	100
Εικόνα 145 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	101
Εικόνα 146 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	101
Εικόνα 147 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	102
Εικόνα 148 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	102
Εικόνα 149 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	103
Εικόνα 150 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	103
Εικόνα 151 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	104
Εικόνα 152 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της ατμοσφαιρικής πίεσης για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. .....	105
Εικόνα 153 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	105
Εικόνα 154 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	106
Εικόνα 155 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	106
Εικόνα 156 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	107
Εικόνα 157 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	107
Εικόνα 158 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	108
Εικόνα 159 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	108
Εικόνα 160 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	109
Εικόνα 161 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	109
Εικόνα 162 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	110
Εικόνα 163 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	110
Εικόνα 164 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της βροχόπτωσης για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ. ....	111
Εικόνα 165 Όπως στην εικόνα 164, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας. ....	112
Εικόνα 166 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης. ....	112
Εικόνα 167 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας. ....	113
Εικόνα 168 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων. ....	113
Εικόνα 169 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας. ....	114
Εικόνα 170 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης. ....	114
Εικόνα 171 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Άραξου. ....	115
Εικόνα 172 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης. ....	115

Εικόνα 173 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου. ....	116
Εικόνα 174 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού. ....	116
Εικόνα 175 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου. ....	117
Εικόνα 176 Ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων ανά ημέρα (με κίτρινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της). ....	124
Εικόνα 177 Η ραδιοροή F10.7 ανά ημέρα (με πράσινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της). ....	125
Εικόνα 178 Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία ανά ημέρα (με πράσινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της). ....	126
Εικόνα 179 Η κοσμική γαλαξιακή ακτινοβολία ανά ημέρα (με κόκκινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της). ....	127
Εικόνα 180 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης των Ηλιακών Κηλίδων (SN). ....	128
Εικόνα 181 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης της ραδιοροής στα 10.7 cm. ....	128
Εικόνα 182 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης της Συνολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας (TSI). ....	129
Εικόνα 183 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης της Γαλαξιακής Κοσμικής Ακτινοβολίας (GCR). ....	129
Εικόνα 184 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία του γραφήματος με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων. ....	130

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1 Μετεωρολογικοί Σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν με τις συντεταγμένες τους..8	
Πίνακας 2 ACRIM Composite TSI Time Series (Ποσοστά συνεισφοράς ανά πείραμα στα τελικά αποτελέσματα) ("ACRIM Composite TSI Time Series,").....21	

## **Συντομογραφίες & Ακρωνύμια**

ΕΜΥ : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

ΜΣ: Μετεωρολογικός Σταθμός

WMO : World Meteorological Organization (Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός)

UTC : Universal Time Coordinated (Συντονισμένη Παγκόσμια Ωρα)

EUV : Extreme Ultraviolet Radiation (Ακραία υπεριώδης ακτινοβολία)

ISO : International Standards Organization (Διεθνής Οργανισμός Προτύπων)

TSI : Total Solar Irradiance (Συνολική Ηλιακή Ακτινοβολία)

NOOA : National Oceanic and Atmospheric Administration (Εθνική Διοίκηση Ωκεανών και Ατμόσφαιρας)

GCR : Galactic Cosmic Rays (Γαλαξιακή Κοσμική Ακτινοβολία)

NSF : National Science Foundation (Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών)

BRI : Bartol Research Institute (Ινστιτούτο Ερευνών του Bartol)

ΕΑΠ : Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

ΣΕΤ : Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών

ΜΔΕ : Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

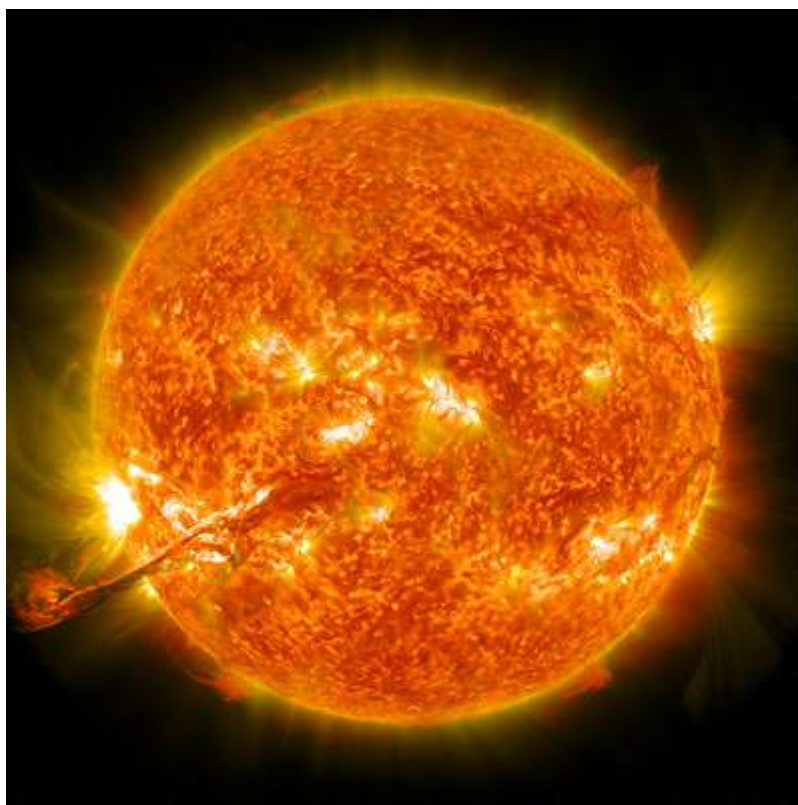
csv : comma separated value file

## 1.Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλος λόγος για την κλιματική αλλαγή και για τους παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα. Έχουν γίνει πολλές μελέτες σε αυτό το θέμα και έχουν εξαχθεί διάφορα συμπεράσματα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα χωρίζονται σε ανθρωπογενείς και φυσικούς. Στους φυσικούς παράγοντες εμπεριέχονται πολλές πηγές, με κύρια πηγή τον ήλιο, άμεσα ή έμμεσα.

### 1.1 Βασικά στοιχεία του ήλιου.

Ο ήλιος είναι η κύρια πηγή ενέργειας για το πλανητικό μας σύστημα και ειδικότερα για την Γή. Ο ήλιος είναι ένα εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας που συνεχώς στέλνει ενέργεια στη Γή (βλ. Εικόνα 1). Η ενέργεια αυτή παράγεται και μεταβάλλεται χρονικά μέσω την ηλιακής δραστηριότητας και διαχέεται στο πλανητικό μας σύστημα. Η ηλιακή δραστηριότητα επηρεάζεται από το μαγνητικό πεδίο του ήλιου και είναι άμεσα εξαρτώμενη από αυτό.



Εικόνα 1 Ο Ήλιος και η ηλιακή δραστηριότητα του. Μια στιγμή έντονης ηλιακής δραστηριότητας (NASA/GSFC/SDO, 2012).



Ως ηλιακή δραστηριότητα θεωρείται η εκροή ιονισμένων σωματιδίων (πρωτονίων και ηλεκτρονίων) και η μεταφορά αυτών μέσω του ηλιακού ανέμου (solar wind), σχηματίζοντας την ηλιόσφαιρα (Meyer-Vernet, 2007).

Ο ηλιακός άνεμος είναι μια ροή (ρεύμα) ιονισμένων σωματιδίων που εκτινάσσονται από την εξωτερική στιβάδα του ήλιου, η οποία ονομάζεται ηλιακό στέμμα (Meyer-Vernet, 2007).

Τα σωματίδια αυτά μπαίνουν στην ατμόσφαιρα της Γής μεταβάλλοντας το διαστημικό καιρό και τελικά αλλάζουν το ενεργειακό ισοζύγιο της Γής. Με τον όρο διαστημικό καιρό αναφέρονται οι συνθήκες στον ήλιο, τον ηλιακό άνεμο, τη μαγνητόσφαιρα (ο χώρος επίδρασης του γήινου μαγνητικού πεδίου), την ιονόσφαιρα (εξωτερική στοιβάδα της γήινης ατμόσφαιρας σε ύψος περίπου 48 km έως 965 km από την επιφάνεια της Γής) και τη θερμόσφαιρα (εξωτερική στοιβάδα της γήινης ατμόσφαιρας σε ύψος περίπου 85 km έως 690 km από την επιφάνεια της Γής), οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση και την αξιοπιστία των επίγειων και διαστημικών τεχνολογικών συστημάτων, καθώς και την ανθρώπινη ζωή και υγεία (Schwenn, 2006).

Οι εξάρσεις του διαστημικού καιρού προκαλούν μαγνητικές διαταραχές, που ονομάζονται γεωμαγνητικές καταιγίδες και δημιουργούν το βόρειο και νότιο σέλας, τα λεγόμενα “auroras”.

Η ηλιακή δραστηριότητα φαίνεται μέσα από διάφορους δείκτες (συνιστώσες της ηλιακής δραστηριότητας). Οι ηλιακοί δείκτες είναι ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων, η ηλιακή ακτινοβολία, η υπεριώδης ακτινοβολία, η επιρροή του μαγνητικού κύκλου και η ηλιακή κοσμική ακτινοβολία (Tsiropoula, 2003).

Ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων (sunspot number) είναι η πιο βασική συνιστώσα της περιοδικής ηλιακής δραστηριότητας και δείχνει τη πορεία του 11ετή κύκλου του ηλίου (Clette, Svalgaard, Vaquero, & Cliver, 2014).

Ανάμεσα στους τρόπους επιρροής του ήλιου στη Γή, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (solar irradiance) είναι ο πιο προφανής. Η περίπου  $1,361 \text{ Wm}^{-2}$  που λαμβάνεται από τον ήλιο σήμερα σε 1 AU είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση της θερμοκρασίας της Γής σε επίπεδα συντήρησης της ανθρώπινης ζωής και την αποφυγή ψύξης της σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Solanki, Krivova, & Haigh, 2013).

Η υπεριώδης ακτινοβολία έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα της Γής. Η ατμοσφαιρική απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα στα ανώτερα στρώματα, δημιουργώντας στρατοσφαιρικό όζον και επηρεάζοντας την περιεκτικότητά του (Martinez-Lozano, Tena, & Utrillas, 1996).

Χάρης την επιρροή και την ύπαρξη του μαγνητικού κύκλου του ήλιου τα ενεργά χαρακτηριστικά του ήλιου όπως οι ηλιακές κηλίδες, οι προεξοχές, οι εκλάμψεις και οι εκπομπές ακτίνων X, ενεργών σωματιδίων ή ράδιο εκρήξεων οφείλουν την ύπαρξη και την συνέχισή τους. Τα φαινόμενα αυτά οφείλονται σε ένα μεταβαλλόμενο μοτίβο μαγνητικών πεδίων στον ήλιο με μια 22-ετή περιοδικότητα (Piddington, 1971).

Η ηλιακή κοσμική ακτινοβολία ασκεί σημαντική επίδραση στην κοσμική ακτινοβολία σε αποστάσεις έως και 10-50 AU από το κέντρο του ήλιου προκαλώντας αποκλίσεις από την ισότροπη κατάσταση της γαλαξιακής κοσμικής ακτινοβολίας και προκαλώντας αλλαγές στο ενεργειακό φάσμα και την έντασή του (Rao, 1972).

Σύμφωνα με παρατηρήσεις και βασισμένοι στη θεωρία ο ήλιος και η ηλιακή δραστηριότητα παρουσιάζουν περιοδική μεταβλητότητα σε σχέση με το χρόνο. Η περιοδικότητα αυτή μπορεί να χωριστεί σε διάφορους κύκλους (11ετής, 22ετής κ.α.), σύμφωνα με το πιο φαινόμενο έχει περιοδική μεταβολή (βλ. π.χ. αριθμός ηλιακών κηλίδων, αναστροφή πολικότητας μαγνητικού πεδίου κ.α.).

Ο ήλιος λοιπόν με την μεταβαλλόμενη ηλιακή δραστηριότητά του επηρεάζει άμεσα και έμμεσα το γήινο κλίμα μέσα από διάφορες διεργασίες (αλλαγές στην ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη Γή, διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνουν σε διαφορετικά ημισφαίρια της Γής και η επιρροή του ήλιου στη γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία) (Solanki et al., 2013), που θα αναλυθούν σε άλλο κεφάλαιο. Άμεση επιρροή στο κλίμα και πιο συγκεκριμένα στο ενεργειακό ισοζύγιο της Γής και στη θερμοκρασία της έχουν οι διακυμάνσεις της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας (TSI, Total Solar Irradiance). Ως συνολική ηλιακή ακτινοβολία ορίζεται η συνολική ισχύς από τον ήλιο που προσκρούει σε μοναδιαία επιφάνεια (κάθετα στις ακτίνες του ήλιου) σε μια AU (σε Watt ανά τετραγωνικό μέτρο, (Solanki et al., 2013)). Έμμεση επιρροή μπορούν να ασκήσουν οι φυσικές και χημικές διεργασίες που προκαλούνται στην ανώτερη ατμόσφαιρα της Γής, στο στρώμα της στρατόσφαιρας, από τις εναλλαγές της εκπεμπόμενης υπεριώδης και υπέρυθρης ακτινοβολίας του ήλιου. Τέλος η εναλλαγή της ροής ηλιακής κοσμικής



ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στη νεφελοκάλυψη της Γής, μέσα από μια διαδικασία ιονισμού της ατμόσφαιρας και επιρροής στις μικροφυσικές ιδιότητες των νεφών (Marsh & Svensmark, 2000).

Όλα αυτά καθώς και οι δείκτες που μας δείχνουν την ηλιακή δραστηριότητα θα αναλυθούν σε ξεχωριστό κεφάλαιο, καθώς και οι δείκτες που μας εκφράζουν το κλίμα.

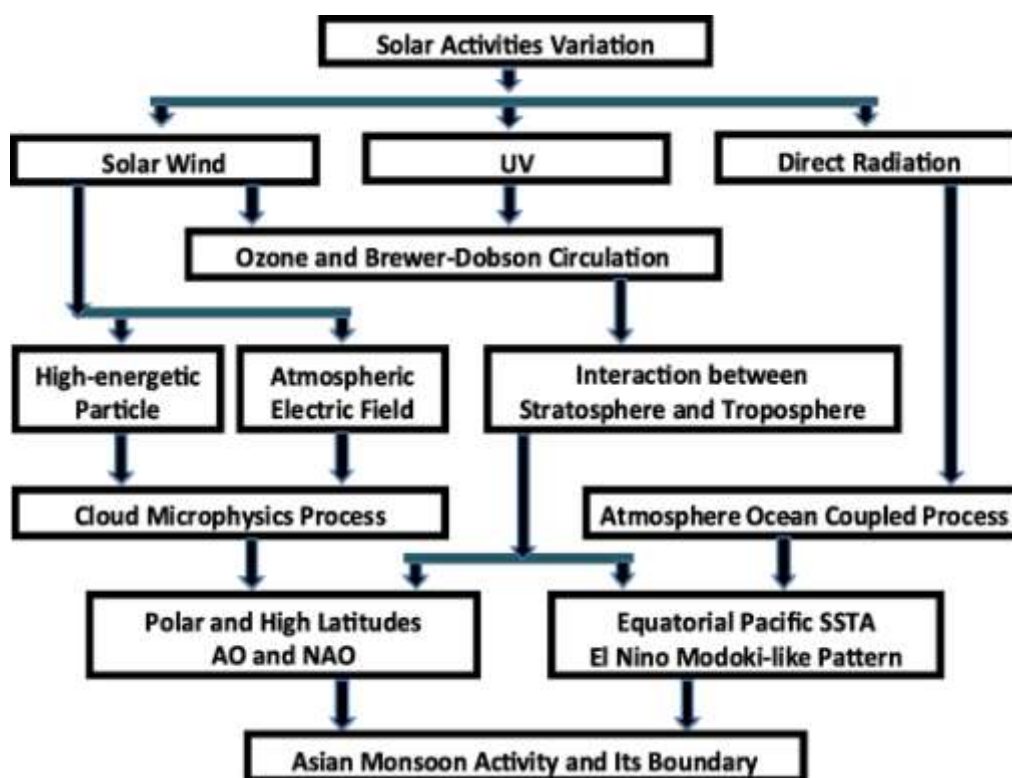
Σκοπός του παρόντος πονήματος είναι η προσπάθεια εύρεσης συσχέτισης ή μη μεταξύ της ηλιακής δραστηριότητας και του κλίματος στον ευρύτερο Ελλαδικό χώρο.

Στο κεφ. 2 θα δούμε αναλυτικά τα μετεωρολογικά δεδομένα, στο κεφ. 3 παραθέτουμε τα ηλιακά δεδομένα, στο κεφ. 4 θα αναλύσουμε τον τρόπο επεξεργασίας των ηλιακών και μετεωρολογικών δεδομένων, στο κεφ. 5 παραθέτουμε τις παραχθείσες γραφικές παραστάσεις προκειμένου να τις μελετήσουμε και τέλος στο κεφ. 6 εξάγουμε τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνά μας.

## **1.2 Βιβλιογραφική επισκόπηση της παρούσας έρευνας.**

Ας δούμε τι έχει γίνει τα τελευταία χρόνια ως αναφορά τη συσχέτιση του ήλιου (ηλιακή δραστηριότητα) με το κλίμα.

Οι Xiao, Li, Zhou, Zhao, & Huo (2017) δείχνουν ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ήλιου και κλιματολογικών αλλαγών. Επισημαίνουν βέβαια ότι η παραπάνω συσχέτιση γίνεται μέσα από μια πολύπλοκη, μη γραμμική διαδικασία, η οποία πολλές φορές δεδομένου των συνθηκών και των παραμέτρων που επικρατούν σε μία περιοχή μπορεί να μεγεθύνει την επιρροή του ήλιου, στην οποία υπεισέρχονται πολλοί κλάδοι και τομείς της επιστήμης (αστροφυσική, αστρονομία, μετεωρολογία, θαλάσσια επιστήμη και γεωλογία) και χρειάζεται μία διεπιστημονική ομάδα προκειμένου να αποκρυπτογραφηθεί ο ακριβής τρόπος επιρροής τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Ουσιαστικά οι Xiao, Li, Zhou, Zhao, & Huo (2017) έκαναν μια εμπειριστατωμένη μελέτη, έτσι ώστε να βάλουν τις βάσεις και να δημιουργήσουν το πλαίσιο για περαιτέρω έρευνα στο τομέα αυτό. Χαρακτηριστικό της πολυπλοκότητας της παραπάνω διεργασίας φαίνεται στο διάγραμμα της Εικόνα 2 (Xiao et al., 2017).



Εικόνα 2 Διάγραμμα της διαδικασίας επιρροής της ηλιακής δραστηριότητας στο κλίμα της Γής. Είναι εμφανής η πολυπλοκότητα της διεργασίας (Xiao et al., 2017).

Οι Okeke και Audu (2017) υποστηρίζουν ότι παρόλο που οι ενδείξεις που είχαν κατά τη συσχέτιση της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων με την ηλιακή και τη γεωμαγνητική δραστηριότητα, στη μελέτη περίπτωσης που αφορούσε τη περιοχή της Νιγηρίας, δεν ήταν τόσο ξεκάθαρες και θα μπορούσαν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην αλλαγή του κλίματος στη Νιγηρία.

Οι El-Borie, Thabet, El-Mallah, Abd El-Zaher και Bishara (2021) συμπεραίνουν ότι το αποτύπωμα της ηλιακής γεωμαγνητικής δραστηριότητας στη παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία φαίνεται μερικώς και εμμέσως, μέσω ατμοσφαιρικών μοτίβων κυκλοφορίας.

Οι Pomortseva, Pomortsev, Popov και Trofimov (2021) βρήκαν ότι υπάρχει συσχέτιση της βροχόπτωσης με την ηλιακή δραστηριότητα για τη περιοχή της κεντρικής Γαλατίας στη Ρωσία. Βέβαια η συσχέτιση φαίνεται λίγο περίεργη, καθώς το μοτίβο συσχέτισης παρόλο που δείχνει περιοδικό έχει την ιδιαιτερότητα ότι τα μέγιστα ύψη βροχόπτωσης τείνουν στα μέγιστα των μονών ενδεκαετών κύκλων του ηλίου και στα ελάχιστα των ζυγών κύκλων. Σε αναλογία τα ελάχιστα ύψη βροχόπτωσης τείνουν στα ελάχιστα των μονών ενδεκαετών κύκλων του ηλίου και στα μέγιστα των ζυγών κύκλων.

Οι Audu και Okeke (2019) συμπεραίνουν, όπως και πολλοί άλλοι ερευνητές, ότι χρειάζεται περισσότερη ανάλυση για την τεκμηρίωση της σύνδεσης μεταξύ της ηλιακής δραστηριότητας και των κλιματολογικών παραμέτρων.

Οι Ismailova και Voloshkina (2016) βρήκαν ότι η βροχόπτωση στη περιοχή της λεκάνης του ποταμού Δνείστερου εξαρτάται από την ηλιακή δραστηριότητα. Πιο συγκεκριμένα διαπίστωσαν ότι όταν αυξάνει ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων, η βροχόπτωση μειώνεται και αντιστρόφως όταν μειώνεται ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων η βροχόπτωση αυξάνεται. Όλα τα παραπάνω βρήκαν ότι γίνονται σύμφωνα με πολυωνυμική εξίσωση τετάρτου βαθμού.

Μία πολύ εμπεριστατωμένη ανασκόπηση πάνω στο θέμα της σύνδεσης του κλίματος με την ηλιακή δραστηριότητα γίνεται από τους Matthes, de Wit, Lilensten et al (2021) με τη συνδρομή πλειάδας επιστημόνων στο τομέα αυτό. Στο ερευνητικό πόνημα υποστηρίζεται ότι η αλληλεπίδραση της ηλιακής δραστηριότητας με το κλίμα είναι αρκετά περίπλοκη με συμμετοχή πολλαπλών μηχανισμών, άλλοτε συνεργατικών και άλλοτε ανταγωνιστικών. Επίσης συμπεραίνουν ότι σύμφωνα με την παρούσα γνώση, η ηλιακή συνεισφορά στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πιθανότατα πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή των ανθρωπογενών αερίων. Καταλήγουν βέβαια στο ότι η πραγματική έκταση της συνεισφοράς είναι ακόμα υπό διερεύνηση και κανένα αποτέλεσμα δεν έχει οριστικοποιηθεί ακόμα.

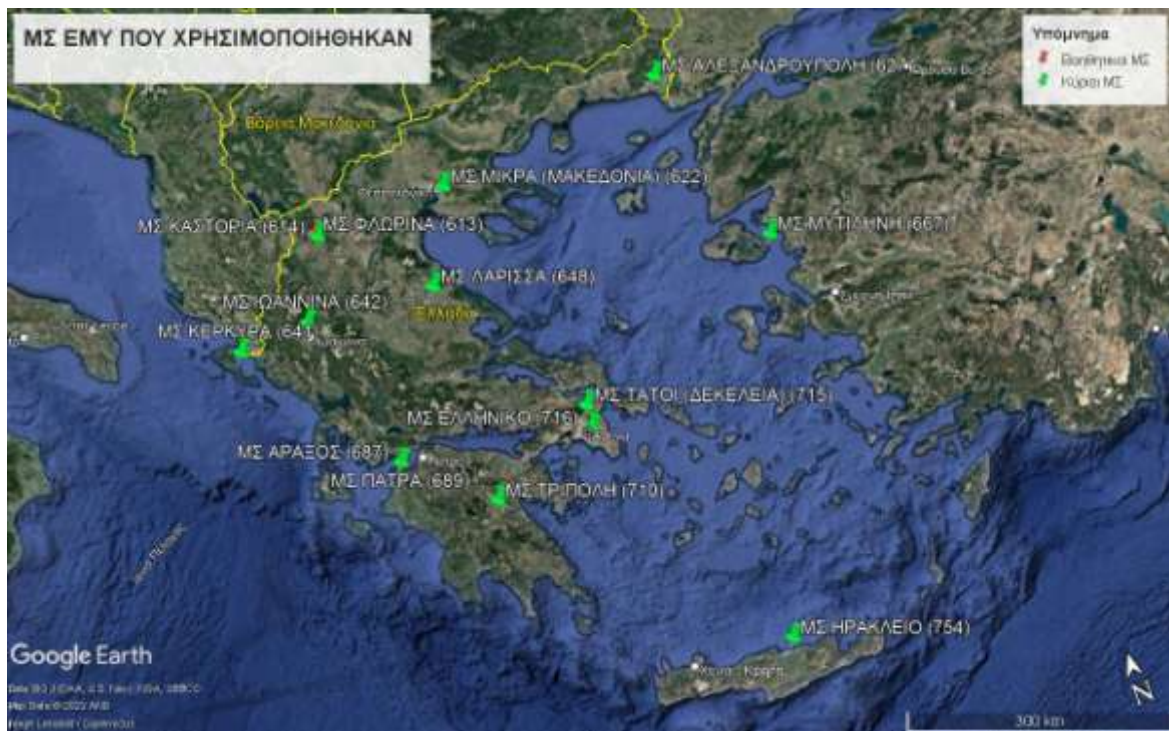
## 2. Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από την Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY). Τα δεδομένα αφορούν χρονοσειρές από το 1955 έως και το 2016 και απαρτίζονται από οχτώ παρατηρήσεις ανά ημέρα, ανά τρεις ώρες, στις 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 και 21:00 η ώρα και καταγράφουν τη θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου ( $^{\circ}\text{C}$ ), τη σχετική υγρασία επί τις εκατό (%), την φορά του ανέμου σε μοίρες ( $^{\circ}$ , με  $0^{\circ}$  στο βορά), την δύναμη του αέρα σε κόμβους (knot) και την ατμοσφαιρική πίεση σε χιλιοστά υδραργύρου (mm Hg). Για τη βροχόπτωση η οποία μετρίεται σε χιλιοστά (mm) έχουμε καταγραφές δωδεκάωρου στις 00:00 και στις 18:00 και για τα έτη από το 1975 έως και το 2004. Όλες οι καταγραφές είναι σε συντονισμένη παγκόσμια ώρα (UTC). Ο μεγαλύτερος όγκος των δεδομένων ανακτήθηκε με τη συνδρομή του καθηγητή κυρίου Ευθύμιου Ζέρβα, μέσω υπαλλήλου της EMY. Τα υπόλοιπα δεδομένα και κυρίως τα βροχομετρικά αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα της EMY και πιο συγκεκριμένα από την υποενότητα ελεύθερα δεδομένα (EMY).

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από δώδεκα μετεωρολογικούς σταθμούς (Μ.Σ.) ανά την Ελληνική επικράτεια και με διασπορά από το Βορρά προς το Νότο και από την Ανατολή προς τη Δύση. Οι μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν είναι: της Φλώρινας, της Μίκρας (Μακεδονία) (Θεσσαλονίκη), της Αλεξανδρούπολης, της Κέρκυρας, των Ιωαννίνων, της Λάρισας, της Μυτιλήνης, του Άραξου (Πάτρα), της Τρίπολης, του Τατοΐου (Αθήνα), του Ελληνικού (Αθήνα), και του Ηρακλείου. Οι σταθμοί εκτός της διασποράς τους ανά την Ελλάδα αφορούν τόσο σε ηπειρωτικές περιοχές όσο και σε νησιωτικές. Επίσης αφορούν σε περιοχές με ποικιλία περιβάλλοντος από έντονο αστικό έως και αγροτικό περιβάλλον. Η επιλογή των σταθμών έγινε με γνώμονα τη διαθεσιμότητα ικανών μετρήσεων στη χρονική περίοδο που θέλαμε να μελετήσουμε καθώς και από τη θέση τους έτσι ώστε να καλύπτουν όλο τον Ελλαδικό χώρο και να έχουμε μια ποικιλία είδους περιβάλλοντος. Η επιλογή έγινε έτσι ώστε να αποφύγουμε τυχόν οχλήσεις και να έχουμε μία πιο εμπεριστατωμένη και πιο ολοκληρωμένη άποψη επί του θέματος. Οι θέσεις των παραπάνω σταθμών καταγράφονται στον Πίνακα 1 με αναγραφή των οριζοντιογραφικών και υψομετρικών συντεταγμένων τους. Στην Εικόνα 3 φαίνεται η οριζοντιογραφική τους θέση επί του Ελλαδικού χώρου.**Error! Reference source not found.**

Αριθμός (WMO)	Όνομα (Θέση)	Γεωγραφικό Πλάτος	Γεωγραφικό Μήκος	Ύψος
613	Φλώρινα	40 48N	21 25E	619,4
614	Καστοριά	40 45N	21 27E	657
622	Μίκρα (Μακεδονία)	40 53N	22 97E	2
627	Αλεξανδρούπολη	40 86N	25 95E	4
641	Κέρκυρα	39 61N	19 91E	1
642	Ιωάννινα	39 69N	20 83E	475
648	Λάρισα	39 65N	22 46E	74
667	Μυτιλήνη	39 05N	26 60E	4
687	Άραξος	38 15N	21 42E	11
689	Πάτρα	38 15N	21 44E	1
710	Τρίπολη	37 52N	22 40E	653
715	Τατόι	38 11N	23 78E	225
716	Ελληνικό	37 89N	23 74E	43
754	Ηράκλειο	35 34N	25 18E	39

Πίνακας 1 Μετεωρολογικοί Σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν με τις συντεταγμένες τους.



Εικόνα 3 Θέση Μετεωρολογικών Σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν.



## 2.1 ΜΣ Φλώρινας (613)

Ο ΜΣ Φλώρινας βρίσκεται στη βορειοδυτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1961 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός από τη βροχόπτωση, για την οποία βρήκαμε στοιχεία από το γειτονικό ΜΣ της Καστοριάς (614) και συγκεκριμένα για τα έτη από το 1985 έως το 2004. Αφορά σε τοποθεσία ημιορεινή ηπειρωτική με απόλυτο υψόμετρο 619.4 m (ΜΣ Φλώρινας) και 657.0 m (ΜΣ Καστοριάς).

## 2.2 ΜΣ Μίκρας (Μακεδονία) (622)

Ο ΜΣ Μίκρας (Μακεδονία) βρίσκεται στη βόρεια Ελλάδα στη πόλη της Θεσσαλονίκης όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1959 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Η θέση του σταθμού είναι σε παραθαλάσσια ηπειρωτική ημιαστική περιοχή με απόλυτο υψόμετρο 2.0 m.

## 2.3 ΜΣ Αλεξανδρούπολης (627)

Ο ΜΣ Αλεξανδρούπολης βρίσκεται στη βορειοανατολική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1951 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Ο σταθμός βρίσκεται σε παραθαλάσσια ημιαστική περιοχή με απόλυτο υψόμετρο 4.0 m.

## 2.4 ΜΣ Κέρκυρας (641)

Ο ΜΣ Κέρκυρας βρίσκεται στο νησί της Κέρκυρας στο Ιόνιο Πέλαγος στη δυτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1955 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το

1975 έως το 2004. Ο σταθμός είναι σε νησιωτικό περιβάλλον σε ελαφρά αστική περιοχή με απόλυτο υψόμετρο 1.0 m.

## **2.5 ΜΣ Ιωαννίνων (642)**

Ο ΜΣ Ιωαννίνων βρίσκεται στη δυτική ηπειρωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1956 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Η Θέση του σταθμού είναι στην ενδοχώρα της ηπειρωτικής Ελλάδας, σε ελαφρά αστικό περιβάλλον με απόλυτο υψόμετρο 475.0 m.

## **2.6 ΜΣ Λαρίσης (648)**

Ο ΜΣ Λαρίσης βρίσκεται στη κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1955 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Ο σταθμός βρίσκεται σε πεδινή περιοχή της ηπειρωτικής Ελλάδας και σε περιβάλλον ελαφρά αστικό με απόλυτο υψόμετρο 74.0 m.

## **2.7 ΜΣ Μυτιλήνης (667)**

Ο ΜΣ Μυτιλήνης βρίσκεται στη νήσο Λέσβο στα Δωδεκάνησα στην ανατολική νησιωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1955 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Ο σταθμός βρίσκεται σε πεδινή, παραθαλάσσια νησιωτική περιοχή και σε αγροτικό περιβάλλον. Το απόλυτο υψόμετρο του σταθμού είναι 4.0 m.

## 2.8 ΜΣ Άραξου (687)

Ο ΜΣ Άραξου βρίσκεται κοντά στη πόλη της Πάτρας στη βόρεια Πελοπόννησο στη νοτιοδυτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1956 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία από το γειτονικό ΜΣ της Πάτρας (689) για τα έτη από το 1975 έως το 1999. Η θέση του σταθμού έχει απόλυτο υψόμετρο 11.0 m και βρίσκεται σε πεδινή αγροτική περιοχή.

## 2.9 ΜΣ Τρίπολης (710)

Ο ΜΣ Τρίπολης βρίσκεται στη κεντρική Πελοπόννησο στη νότια ηπειρωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1957 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Ο σταθμός βρίσκεται σε ημιορεινή ηπειρωτική περιοχή και σε ημιαστικό περιβάλλον. Το απόλυτο υψόμετρο του σταθμού είναι 653.0 m.

## 2.10 ΜΣ Τατοΐου (715)

Ο ΜΣ Τατοΐου βρίσκεται κοντά στη πόλη της Αθήνας στη κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1956 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε. Η θέση του σταθμού είναι σε πεδινή ηπειρωτική περιοχή, με χαρακτήρα ημιαστικό και με απόλυτο υψόμετρο 225.0 m.

## 2.11 ΜΣ Ελληνικού (716)

Ο ΜΣ Ελληνικού βρίσκεται στη πόλη της Αθήνας στη κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1955 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε. Ο σταθμός βρίσκεται εντός αστικού ιστού σε πεδινή περιοχή με απόλυτο υψόμετρο 43.0 m.



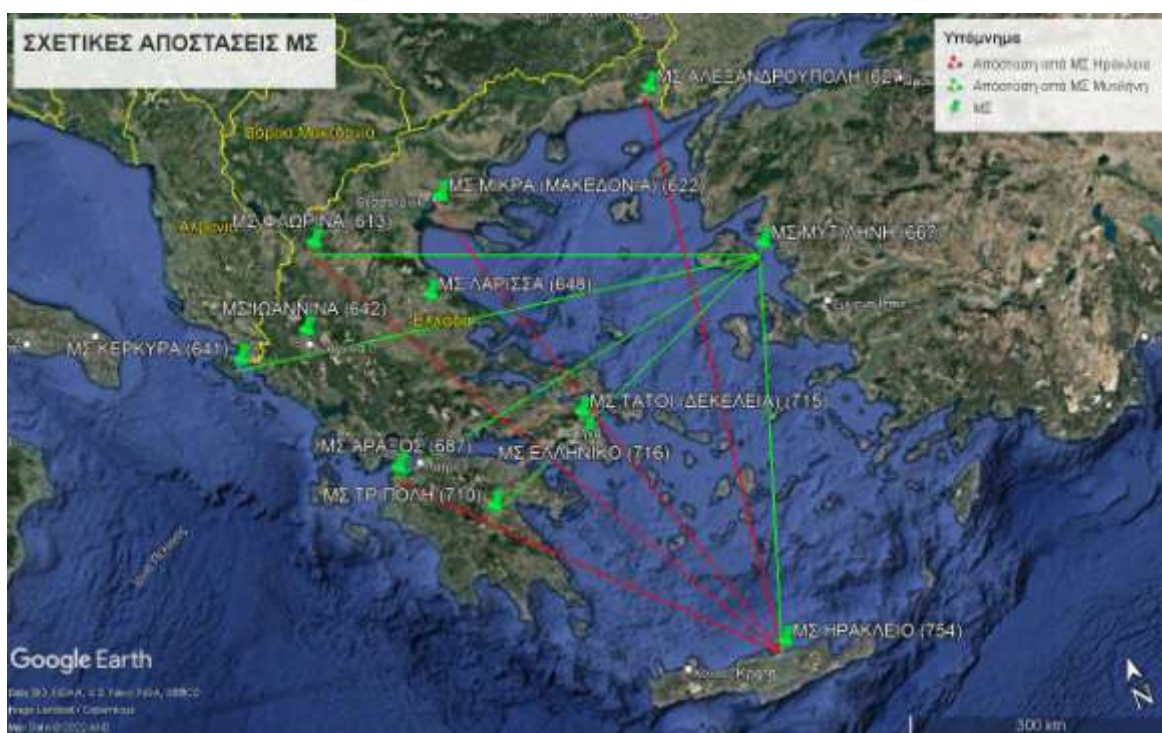
## 2.12 ΜΣ Ηρακλείου (754)

Ο ΜΣ Ηρακλείου βρίσκεται στη νήσο Κρήτη στην ανατολική νησιωτική Ελλάδα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3. Από το σταθμό αυτό αντλήσαμε μετεωρολογικά δεδομένα για τα έτη από το 1955 έως το 2016 για όλους τους μετεωρολογικούς δείκτες που μελετάμε, εκτός της βροχόπτωσης, για την οποία βρήκαμε στοιχεία για τα έτη από το 1975 έως το 2004. Η θέση του σταθμού είναι σε νησιωτική, πεδινή παραθαλάσσια περιοχή και βρίσκεται σε ελαφρά αστικό περιβάλλον. Έχει απόλυτο υψόμετρο 39.0 m.

## 2.13 Σχετικές Αποστάσεις ΜΣ.

Προκειμένου να έχουμε μια πιο εμπειριστατωμένη άποψη της διασποράς των ΜΣ στον Ελλαδικό χώρο και της χωροθέτησης αυτών θα παραθέσουμε μερικές χαρακτηριστικές αποστάσεις μεταξύ των σταθμών Εικόνα 4 με σημεία αναφοράς τον Νοτιότερο ΜΣ (ΜΣ Ηρακλείου) και τον Ανατολικότερο ΜΣ (ΜΣ Μυτιλήνης) :

- LMΣ Αλεξανδρούπολη – ΜΣ Ηράκλειο = 616 km
- LMΣ Μίκρα – ΜΣ Ηράκλειο = 608 km
- LMΣ Φλώρινα – ΜΣ Ηράκλειο = 667 km
- LMΣ Άραξος – ΜΣ Ηράκλειο = 458 km
- LMΣ Φλώρινα – ΜΣ Μυτιλήνη = 485 km
- LMΣ Κέρκυρα – ΜΣ Μυτιλήνη = 580 km
- LMΣ Άραξος – ΜΣ Μυτιλήνη = 462 km
- LMΣ Τρίπολη – ΜΣ Μυτιλήνη = 405 km
- LMΣ Ηράκλειο – ΜΣ Μυτιλήνη = 431 km



Εικόνα 4 Σχετικές Αποστάσεις ΜΣ.

## 2.14 Μορφή Πρωτογενών Μετεωρολογικών Δεδομένων.

Τα αρχικά μετεωρολογικά δεδομένα ήταν της μορφής “Microsoft Office Excel Comma Separated Values File” όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5. Πιο συγκεκριμένα ανά στήλη έχουν τις παρακάτω εγγραφές :

Αρχεία τύπου 1 (που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την κατεύθυνση του ανέμου, την ένταση του ανέμου και την ατμοσφαιρική πίεση).

1. PRODUCTID : Κωδικός προϊόντος.
2. STATIONID : Αριθμός ΜΣ βάση WMO.
3. OBSERVATIONYEAR : Έτος.
4. OBSERVATIONMONTH : Μήνας.
5. OBSERVATIONDAY : Ημέρα.
6. OBSERVATIONHOUR : Ωρα.
7. DRYTEMP : Θερμοκρασία (°C).
8. DEWPOINT : Σημείο δρόσου.
9. RELHUMIDITY : Σχετική υγρασία (%).

10. WINDFORCEKNOT : Ένταση του ανέμου (knot).

11. BARPRESSURE : Ατμοσφαιρική πίεση (mm Hg).

Τα κελιά για τα οποία δεν είχαμε μετρήσεις είναι κενά.

Αρχεία τύπου 2 (που χρησιμοποιήθηκαν για τη βροχόπτωση).

1. PRODUCTID : Κωδικός προϊόντος.
2. WMONO : Αριθμός ΜΣ βάση WMO.
3. OBSERVATIONYEAR : Έτος.
4. OBSERVATIONMONTH : Μήνας.
5. OBSERVATIONDAY : Ημέρα.
6. OBSERVATIONHOUR : Ώρα.
7. BARPRESSURE : Ατμοσφαιρική πίεση (mm Hg).
8. DRYTEMP : Θερμοκρασία (°C).
9. WETTEMP : Υγρή θερμοκρασία.
10. MAXTEMP : Μέγιστη θερμοκρασία ημερήσια.
11. MINTEMP : Ελάχιστη θερμοκρασία ημερήσια.
12. RELHUMIDITY : Σχετική υγρασία (%).
13. WINDDIRECTION : Φορά του ανέμου (°, με 0° στο βορά).
14. WINDFORCEKNOT : Ένταση του ανέμου (knot).
15. VISIBILITY : Ορατότητα
16. TOTALCLOUDAMOUNT: Νεφελοκάλυψη.
17. PRECIPHEIGHT: Ύψος κατακρήμνισης (mm).
18. HLIOFANIA: Ηλιοφάνεια.

Τα κελιά για τα οποία δεν είχαμε μετρήσεις είναι κενά.

Clipboard		Font		Alignment		Number						
A1		fx		PRODUCTID "STATIONID" "OBSERVATIONYEAR" "OBSERVATIONMONTH" "O								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
1	PRODUCTID	"STATIONID"	"OBSERVATIONYEAR"	"OBSERVATIONMONTH"	"OBSERVATIONDAY"	"OBSERVATIONH						
2	1	"16613"	"1961"	"1"	"1"	"0"	"2,40000010"	"0,80"	"89"	"0"	"0"	"1019,20001220"
3	1	"16613"	"1961"	"1"	"1"	"3"	"1,60"	"-0,10"	"89"	"220"	"8"	"1019,20001220"
4	1	"16613"	"1961"	"1"	"1"	"6"	"0"	"-1"	"93"	"220"	"8"	"1022,09997560"
5	1	"16613"	"1961"	"1"	"1"	"9"	"0,60"	"-0,50"	"92"	"0"	"0"	"1024,09997560"
6	1	"16613"	"1961"	"1"	"1"	"12"	"1,80"	"0,10"	"89"	"0"	"0"	"1023,29998780"
7	1	"16613"	"1961"	"1"	"1"	"15"	"1,60"	"-0,10"	"89"	"0"	"0"	"1023,90002440"

**Εικόνα 5 Μορφή Πρωτογενών Μετεωρολογικών Δεδομένων.**

### 3. Ηλιακά δεδομένα

Τα ηλιακά δεδομένα απαρτίζονται από χρονοσειρές με μετρήσεις των Ηλιακών Κηλίδων (SN, Sunspot Number), της ραδιοροής στα 10.7 cm που συμβολίζεται με F10.7, της Ηλιακής Ακτινοβολίας (TSI) και της Κοσμικής Γαλαξιακής Ακτινοβολίας (GCR). Δυστυχώς γενικά δεν υπάρχουν συνεχείς μετρήσεις των ηλιακών δεδομένων, για τα τελευταία εκατό περίπου χρόνια που γίνονται συστηματικές παρατηρήσεις αυτών και όπου υπάρχουν είναι με διαφορετικά όργανα και πειράματα με αποτέλεσμα στη προσπάθεια για σύνθεση αυτών να βρίσκονται σε διαφορετικές κλίμακες ανά χρονική περίοδο. Παρουσιάζονται έτσι μεγάλες ανομοιογένειες και κενά που σου δημιουργούν έτσι μια μεγάλη ασάφεια και ανασφάλεια για την ποιότητα και την αξιοπιστία τους. Προσπαθώντας λοιπόν να βρούμε, όσο το δυνατόν πιο ασφαλή και συνεχή δεδομένα και κατόπιν εκτενής έρευνας καταλήξαμε στα δεδομένα που παρουσιάζονται στα κεφ. 3.1, 3.2, 3.3 και 3.4. Τα link από τα οποία αντλήσαμε τα δεδομένα παραθέτονται στη βιβλιογραφία.

#### 3.1 Δεδομένα Ηλιακών Κηλίδων.

Τα δεδομένα για τον συνολικό ημερήσιο αριθμό των Ηλιακών Κηλίδων αντλήθηκαν από το Βασιλικό Παρατηρητήριο του Βελγίου στις Βρυξέλες (Royal Observatory of Belgium, Brussels) World Data Center SILSO (Sunspot Index and Long-term Solar Observations). Το χρονικό εύρος των δεδομένων είναι από 1/1/1818 έως 30/6/2021 (SILSO, 1818-2021). Ο συνολικός ημερήσιος αριθμός των ηλιακών κηλίδων προκύπτει από τον τύπο:

$$R = N_s + 10 * N_g,$$

όπου  $N_s$  τον αριθμό των κηλίδων και  $N_g$  τον αριθμό των ομάδων κηλίδων που υπολογίζονται σε ολόκληρο τον ηλιακό δίσκο (Clette et al., 2014). Πριν από το 1818 δεν υπάρχουν ημερήσια δεδομένα καθώς ο R. Wolf συγκέντρωνε μόνο μηνιαίους και ετήσιους μέσους όρους για τα έτη αυτά και υπήρχαν πολύ αραιές ημερήσιες μετρήσεις. Στο αρχείο οι τιμές που λείπουν σημειώνονται με “-1”.

Τα εξαγόμενα στοιχεία είναι υπό νέα κλίμακα, καθώς ο συμβατικός συντελεστής κλίμακας 0,6 της Ζυρίχης δεν χρησιμοποιείται πλέον. Έτσι ο A. Wolfer (ο διάδοχος του Wolf) τοποθετεί τον αριθμό των κηλίδων στην κλίμακα των ακατέργαστων σύγχρονων

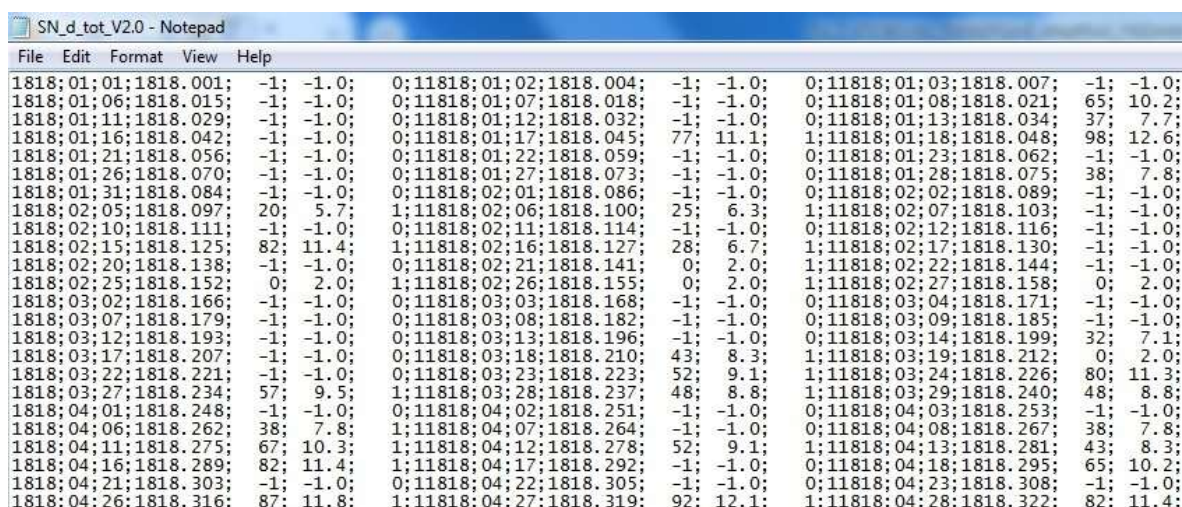


μετρήσεων, αντί να τον μειώνει στο επίπεδο των πρώιμων μετρήσεων του R. Wolf και καθορίζεται έτσι τώρα η κλίμακα ολόκληρης της σειράς. Μαζί με τα υπόλοιπα δεδομένα έχουμε και τιμές σφάλματος. Αυτές οι τιμές αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση των πρωτογενών αριθμών που προέρχονται από όλους τους σταθμούς μέτρησης. Πριν από το 1981, τα σφάλματα εκτιμώνται με τη βοήθεια ενός μοντέλου αυτόματης παλινδρόμησης που βασίζεται στην κατανομή Poisson των πραγματικών αριθμών ηλιακών κηλίδων. Από το 1981 και μετά, η τιμή σφάλματος είναι η πραγματική τυπική απόκλιση του δείγματος ακατέργαστων παρατηρήσεων που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ημερήσιας τιμής. Το τυπικό σφάλμα του ημερήσιου αριθμού ηλιακών κηλίδων μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο :

$$\sigma/\sqrt{N}$$

όπου  $\sigma$  είναι η αναφερόμενη τυπική απόκλιση και  $N$  ο αριθμός των ημερήσιων παρατηρήσεων. Πριν από το 1981, ο αριθμός των παρατηρήσεων έχει οριστεί σε 1, καθώς ο Αριθμός Ηλιακών Κηλίδων ήταν τότε ουσιαστικά ο ακατέργαστος αριθμός του Wolf από το Αστεροσκοπείο της Ζυρίχης (F. Clette et al., 2016; Clette, Lefèvre, Cagnotti, Cortesi, & Bulling, 2016; Clette et al., 2014).

Τα αρχικά δεδομένα των ηλιακών κηλίδων ήταν της μορφής csv όπως φαίνεται και στην Εικόνα 6 και το αρχείο έχει την ονομασία SN\_d\_tot\_V2.0. Οι τιμές του αρχείου είναι διαχωρισμένες με κόμμα, προσαρμοσμένες για εύκολη εισαγωγή σε υπολογιστικό φύλλο. Ως διαχωριστικό χρησιμοποιείται το ερωτηματικό “;”.



SN_d_tot_V2.0 - Notepad									
File	Edit	Format	View	Help					
1818;01;01;1818.001;	-1;	-1.0;	0;11818;01;02;1818.004;	-1;	-1.0;	0;11818;01;03;1818.007;	-1;	-1.0;	
1818;01;06;1818.015;	-1;	-1.0;	0;11818;01;07;1818.018;	-1;	-1.0;	0;11818;01;08;1818.021;	65;	10.2;	
1818;01;11;1818.029;	-1;	-1.0;	0;11818;01;12;1818.032;	-1;	-1.0;	0;11818;01;13;1818.034;	37;	7.7;	
1818;01;16;1818.042;	-1;	-1.0;	0;11818;01;17;1818.045;	77;	11.1;	1;11818;01;18;1818.048;	98;	12.6;	
1818;01;21;1818.056;	-1;	-1.0;	0;11818;01;22;1818.059;	-1;	-1.0;	0;11818;01;23;1818.062;	-1;	-1.0;	
1818;01;26;1818.070;	-1;	-1.0;	0;11818;01;27;1818.073;	-1;	-1.0;	0;11818;01;28;1818.075;	38;	7.8;	
1818;01;31;1818.084;	-1;	-1.0;	0;11818;02;01;1818.086;	-1;	-1.0;	0;11818;02;02;1818.089;	-1;	-1.0;	
1818;02;05;1818.097;	20;	5.7;	1;11818;02;06;1818.100;	25;	6.3;	1;11818;02;07;1818.103;	-1;	-1.0;	
1818;02;10;1818.111;	-1;	-1.0;	0;11818;02;11;1818.114;	-1;	-1.0;	0;11818;02;12;1818.116;	-1;	-1.0;	
1818;02;15;1818.125;	82;	11.4;	1;11818;02;16;1818.127;	28;	6.7;	1;11818;02;17;1818.130;	-1;	-1.0;	
1818;02;20;1818.138;	-1;	-1.0;	0;11818;02;21;1818.141;	0;	2.0;	1;11818;02;22;1818.144;	-1;	-1.0;	
1818;02;25;1818.152;	0;	2.0;	1;11818;02;26;1818.155;	0;	2.0;	1;11818;02;27;1818.158;	0;	2.0;	
1818;03;02;1818.166;	-1;	-1.0;	0;11818;03;03;1818.168;	-1;	-1.0;	0;11818;03;04;1818.171;	-1;	-1.0;	
1818;03;07;1818.179;	-1;	-1.0;	0;11818;03;08;1818.182;	-1;	-1.0;	0;11818;03;09;1818.185;	-1;	-1.0;	
1818;03;12;1818.193;	-1;	-1.0;	0;11818;03;13;1818.196;	-1;	-1.0;	0;11818;03;14;1818.199;	32;	7.1;	
1818;03;17;1818.207;	-1;	-1.0;	0;11818;03;18;1818.210;	43;	8.3;	1;11818;03;19;1818.212;	0;	2.0;	
1818;03;22;1818.221;	-1;	-1.0;	0;11818;03;23;1818.223;	52;	9.1;	1;11818;03;24;1818.226;	80;	11.3;	
1818;03;27;1818.234;	57;	9.5;	1;11818;03;28;1818.237;	48;	8.8;	1;11818;03;29;1818.240;	48;	8.8;	
1818;04;01;1818.248;	-1;	-1.0;	0;11818;04;02;1818.251;	-1;	-1.0;	0;11818;04;03;1818.253;	-1;	-1.0;	
1818;04;06;1818.262;	38;	7.8;	1;11818;04;07;1818.264;	-1;	-1.0;	0;11818;04;08;1818.267;	38;	7.8;	
1818;04;11;1818.275;	67;	10.3;	1;11818;04;12;1818.278;	52;	9.1;	1;11818;04;13;1818.281;	43;	8.3;	
1818;04;16;1818.289;	82;	11.4;	1;11818;04;17;1818.292;	-1;	-1.0;	0;11818;04;18;1818.295;	65;	10.2;	
1818;04;21;1818.303;	-1;	-1.0;	0;11818;04;22;1818.305;	-1;	-1.0;	0;11818;04;23;1818.308;	-1;	-1.0;	
1818;04;26;1818.316;	87;	11.8;	1;11818;04;27;1818.319;	92;	12.1;	1;11818;04;28;1818.322;	82;	11.4;	

Εικόνα 6 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων Ηλιακών Κηλίδων.

Πιο συγκεκριμένα ανά στήλη έχουμε τις παρακάτω εγγραφές :

1. Έτος.
2. Μήνας.
3. Ημέρα.
4. Ημερομηνία ως κλάσμα του έτους.
5. Ημερήσιος αριθμός ηλιακών κηλίδων.
6. Ημερήσια τυπική απόκλιση του εισαγόμενου αριθμού ηλιακών κηλίδων από μεμονωμένους σταθμούς.
7. Αριθμός παρατηρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της ημερήσιας τιμής.
8. Οριστικός/προσωρινός δείκτης. Ένα κενό υποδεικνύει ότι η τιμή είναι οριστική. Το σύμβολο '\*' υποδηλώνει ότι η τιμή εξακολουθεί να είναι προσωρινή και υπόκειται σε πιθανή αναθεώρηση (Συνήθως τους τελευταίους 3 έως 6 μήνες).

Τα δεδομένα που αντλήθηκαν υπόκεινται στους όρους της άδειας CC BY-NC4.0 (<https://goo.gl/PXrLYd>) και είναι ελεύθερα για χρησιμοποίηση και περεταίρω επεξεργασία.

Η επιλογή της συγκεκριμένης χρονοσειράς έγινε με γνώμονα ότι είναι η πιο μοντέρνα και πιο εμπειριστατωμένη προσέγγιση στο θέμα των ηλιακών κηλίδων. Εξαλείφθηκαν η ανομοιογένειες των παρελθόντων ετών και των μεθόδων μετρήσεων που έγιναν κατά καιρούς και σαν αποτέλεσμα έχουμε μια πλήρη χρονοσειρά σε ενοποιημένη κλίμακα και με πιο αξιόπιστα αποτελέσματα (Clette et al., 2014).

### **3.2 Δεδομένα ραδιοροής στα 10.7 cm.**

Τα δεδομένα της ραδιοροής στα 10.7 cm (F10.7) αντλήθηκαν από το μοντέλο SOLAR2000. Το SOLAR2000 είναι ένα εμπειρικό μοντέλο για τον ακριβή χαρακτηρισμό της μεταβλητότητας της ηλιακής ακτινοβολίας σε όλο το ηλιακό φάσμα. Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να δίνει τα αρχικά αριθμητικά στοιχεία (στοιχεία βάσης) για τη δημιουργία νέων μοντέλων της πλανητικής ατμόσφαιρας και τη μελέτη της και γενικότερα είναι ένα εργαλείο για τη βοήθεια της μοντελοποίησης και της πρόβλεψης της συνιστώσας της ηλιακής ακτινοβολίας του διαστημικού περιβάλλοντος. Το SOLAR2000 περιλαμβάνει ένα

νέο δείκτη της ακραίας υπεριώδους ακτινοβολίας EUV (Extreme Ultraviolet) το E10.7, το οποίο έχει τις ίδιες μονάδες μέτρησης με το γνωστό ηλιακό F10.7. Το E10.7 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υπάρχοντα μοντέλα όπου χρησιμοποιείται παραδοσιακά το F10.7, αλλά προσφέρει σημαντική βελτίωση ως δείκτης της εισροής ενέργειας στη θερμόσφαιρα και την ιονόσφαιρα. Στη δική μας όμως περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε τον κλασικό δείκτη F10.7. Τέλος το SOLAR2000 είναι σε συμμόρφωση με το υπό ανάπτυξη πρότυπο ISO (International Standards Organization) της ηλιακής ακτινοβολίας (W. K. Tobiska et al., 2000).

Το αρχείο της εξαγόμενης βάσης από το SOLAR2000 που χρησιμοποιήθηκε έχει την ονομασία “Five\_cycle\_v1\_23a” και καλύπτει τη χρονική περίοδο από τις 14 Φεβρουαρίου 1947 έως τις 31 Μαΐου 2002 (K. Tobiska, Feb 1947-present ). Είναι αρχείο της μορφής txt και περιέχει μία εγγραφή για κάθε ημέρα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 7.

Η κάθε γραμμή περιέχει με σειρά εμφάνισης το έτος, την ημέρα του έτους (αριθμητικός ετησίως), την ημέρα, τον μήνα, το έτος, την Ιουλιανή ημερομηνία (Julian Date), τη τιμή του F10.7, τη τιμή του F10.7 81ημερών, τη τιμή της Lyman-alpha, τη τιμή της Lyman-alpha 81ημερών, τη τιμή του E10.7, τη τιμή του E10.7 81ημερών και την τιμή της ηλιακής σταθεράς S(t) (μεταβλητή σε μήκη κύματος EUV). Οι μετρήσεις του F10.7 είναι σε μονάδες  $\times 10^{-22} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ .

Five_cycle_v1_23a - Notepad											
File Edit Format View Help											
YYYY-DDD	DD-MMM-YYYY	JULIAN	F10	F81	LYMAN-A	LYA81	E10	E81	S		
1947-045	14-FEB-1947	2432231.0	253.9	240.9	6.29E+11	6.09E+11	269.7	260.6	1366.1079		
1947-046	15-FEB-1947	2432232.0	321.9	240.1	6.20E+11	6.09E+11	298.4	260.1	1366.1086		
1947-047	16-FEB-1947	2432233.0	265.3	239.5	6.10E+11	6.08E+11	261.8	259.4	1366.1073		
1947-048	17-FEB-1947	2432234.0	228.5	239.1	5.93E+11	6.08E+11	235.5	258.8	1366.1061		
1947-049	18-FEB-1947	2432235.0	200.6	238.8	5.69E+11	6.07E+11	211.8	258.2	1366.1047		
1947-050	19-FEB-1947	2432236.0	178.8	238.8	5.41E+11	6.07E+11	190.7	257.6	1366.1032		
1947-051	20-FEB-1947	2432237.0	163.7	238.8	5.23E+11	6.07E+11	177.2	257.1	1366.1023		
1947-052	21-FEB-1947	2432238.0	153.0	238.9	5.17E+11	6.07E+11	170.9	256.7	1366.1019		
1947-053	22-FEB-1947	2432239.0	146.1	239.5	5.17E+11	6.07E+11	168.7	256.5	1366.1018		
1947-054	23-FEB-1947	2432240.0	146.5	240.0	5.17E+11	6.07E+11	168.9	256.4	1366.1018		
1947-055	24-FEB-1947	2432241.0	164.1	241.2	5.30E+11	6.08E+11	181.2	256.4	1366.1026		
1947-056	25-FEB-1947	2432242.0	192.7	243.2	5.33E+11	6.08E+11	192.5	256.7	1366.1032		
1947-057	26-FEB-1947	2432243.0	171.1	245.7	5.49E+11	6.09E+11	193.6	257.1	1366.1035		
1947-058	27-FEB-1947	2432244.0	190.8	247.8	5.66E+11	6.10E+11	209.3	257.8	1366.1045		
1947-059	28-FEB-1947	2432245.0	233.3	249.1	5.98E+11	6.10E+11	243.2	258.6	1366.1064		
1947-060	01-MAR-1947	2432246.0	261.8	250.1	6.21E+11	6.11E+11	271.3	259.5	1366.1078		
1947-061	02-MAR-1947	2432247.0	279.6	250.7	6.37E+11	6.11E+11	292.4	260.5	1366.1087		
1947-062	03-MAR-1947	2432248.0	292.5	250.5	6.53E+11	6.11E+11	312.7	261.4	1366.1096		
1947-063	04-MAR-1947	2432249.0	301.9	249.7	6.68E+11	6.10E+11	331.1	262.3	1366.1103		
1947-064	05-MAR-1947	2432250.0	306.1	248.7	6.78E+11	6.09E+11	342.5	263.0	1366.1107		
1947-065	06-MAR-1947	2432251.0	306.0	247.5	6.88E+11	6.09E+11	351.8	263.6	1366.1111		
1947-066	07-MAR-1947	2432252.0	321.4	246.3	7.01E+11	6.08E+11	375.9	264.1	1366.1118		
1947-067	08-MAR-1947	2432253.0	345.6	245.1	7.11E+11	6.07E+11	406.3	264.4	1366.1126		
1947-068	09-MAR-1947	2432254.0	344.1	244.0	7.12E+11	6.06E+11	405.1	264.5	1366.1126		
1947-069	10-MAR-1947	2432255.0	325.9	242.7	6.98E+11	6.05E+11	373.0	264.4	1366.1117		
1947-070	11-MAR-1947	2432256.0	303.3	241.5	6.88E+11	6.04E+11	345.2	264.1	1366.1109		

Εικόνα 7 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων F10.7.



### 3.3 Δεδομένα Συνολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας.

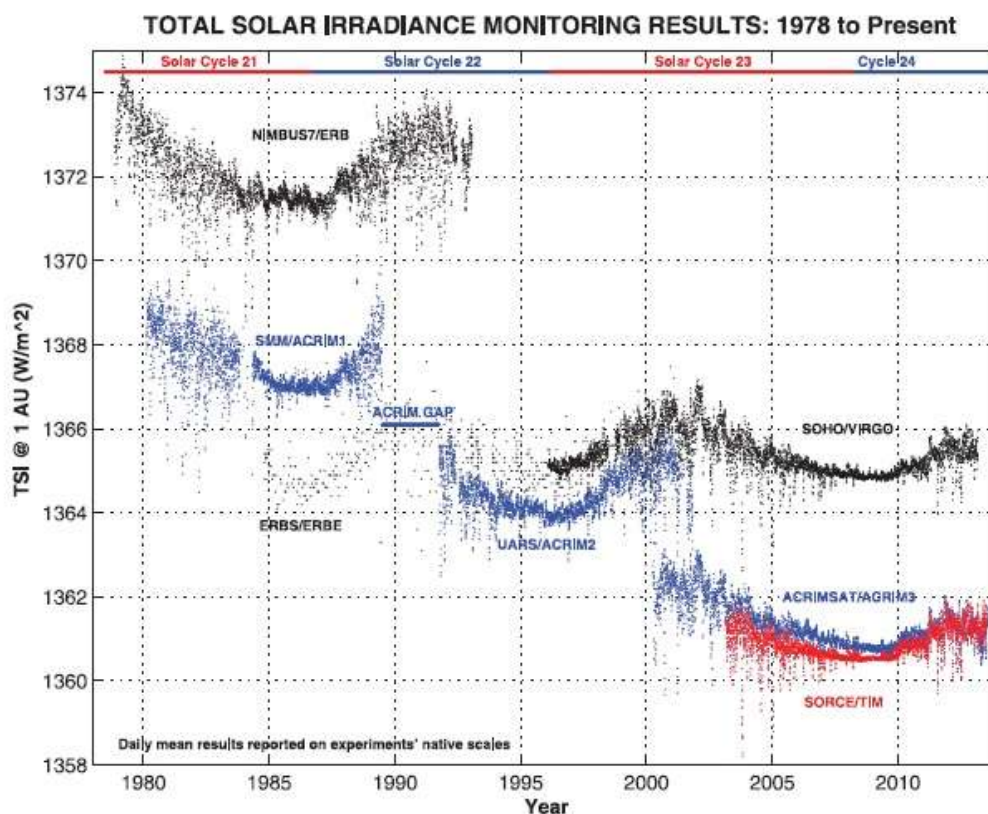
Τα δεδομένα της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας (TSI, Total Solar Irradiance) ανακτήθηκαν από το NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Το αρχείο είχε την ονομασία ACRIM3composite\_nnava3 και ήταν της μορφής txt Εικόνα 8 (ACRIM3composite\_nnava3). Το αρχείο έχει μία εγγραφή ανά ημέρα και με σειρά εμφάνισης περιέχει την ημέρα του έτους ως αριθμητικό κλάσμα του έτους, την τιμή του TSI, ένα συντελεστή και αριθμό μέτρησης της ημερομηνίας με μηδέν (0) στις 31-12-1979 και με αρίθμηση αρνητική πριν αυτή την ημερομηνία και θετική μετά από αυτή. Οι μετρήσεις του TSI είναι σε μονάδες @1AU (w/m<sup>2</sup>).

Day of Year	TSI	Coefficient	Measurement Count
1.9788770e+003	1.3663464e+003	1.3000000e-001	-4.0900000e+002
1.9788880e+003	1.3666352e+003	2.6000000e-001	-4.0500000e+002
1.9788900e+003	1.3667646e+003	1.4000000e-001	-4.0400000e+002
1.9788930e+003	1.3667746e+003	1.0000000e-001	-4.0300000e+002
1.9788960e+003	1.3667945e+003	0.0000000e+000	-4.0200000e+002
1.9788990e+003	1.3666352e+003	2.0000000e-001	-4.0100000e+002
1.9789010e+003	1.3670334e+003	2.0000000e-001	-4.0000000e+002
1.9789040e+003	1.3672326e+003	8.0000000e-002	-3.9900000e+002
1.9789100e+003	1.3666849e+003	1.9000000e-001	-3.9700000e+002
1.9789120e+003	1.3669538e+003	1.4000000e-001	-3.9600000e+002
1.9789150e+003	1.3671031e+003	1.6000000e-001	-3.9500000e+002
1.9789210e+003	1.3666849e+003	1.8000000e-001	-3.9300000e+002
1.9789230e+003	1.3667546e+003	1.5000000e-001	-3.9200000e+002
1.9789260e+003	1.3667347e+003	1.5000000e-001	-3.9100000e+002
1.9789320e+003	1.3669239e+003	4.3000000e-001	-3.8900000e+002
1.9789340e+003	1.3674217e+003	1.2000000e-001	-3.8800000e+002
1.9789370e+003	1.3674217e+003	1.0000000e-001	-3.8700000e+002
1.9789430e+003	1.3654901e+003	2.4000000e-001	-3.8500000e+002
1.9789450e+003	1.3654603e+003	1.0000000e-001	-3.8400000e+002
1.9789480e+003	1.3654304e+003	9.0000000e-002	-3.8300000e+002
1.9789530e+003	1.3653806e+003	3.0000000e-001	-3.8100000e+002
1.9789560e+003	1.3663564e+003	2.7000000e-001	-3.8000000e+002
1.9789590e+003	1.3669239e+003	1.3000000e-001	-3.7900000e+002
1.9789620e+003	1.3669040e+003	0.0000000e+000	-3.7800000e+002
1.9789640e+003	1.3664759e+003	2.8000000e-001	-3.7700000e+002

Εικόνα 8 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων TSI (Total Solar Irradiance).

Κατά την έρευνα για την επιλογή της κατάλληλης χρονοσειράς διαπίστωσα ότι δεν υπήρχαν συνεχόμενες μετρήσεις του TSI στην πορεία των ετών και σαν να μην έφτανε αυτό οι μετρήσεις γίνονταν από διαφορετικά πειράματα και με διαφορετικά όργανα, καθένα με τις δικές του ρυθμίσεις. Τα παραπάνω είχαν σαν αποτέλεσμα οι μετρήσεις να είναι σε διαφορετικές κλίμακες και να μην υπάρχει συνέχεια και ομοιογένεια των αποτελεσμάτων. Τα παραπάνω φαίνονται καλύτερα στην Εικόνα 9.





Εικόνα 9 TSI Satellite record database. Είναι εμφανής η διαφορά στη κλίμακα μέτρησης ανά πείραμα μέτρησης (Scafetta & Willson, 2014).

Το πρόβλημα και η ανάγκη για μια ενιαία χρονοσειρά του TSI από το 1978 και πέρα προσπάθησαν να το λύσουν διάφοροι επιστήμονες με ανασύσταση των δεδομένων από τα διάφορα πειράματα των μετρήσεων που υπήρχαν. Οι προσπάθειες της ανασύστασης των μετρητικών αποτελεσμάτων γινόταν με διαφορετικές προσεγγίσεις με αποτέλεσμα η κάθε προσπάθεια να έχει τις τρωτότητες της (Scafetta & Willson, 2014).

Η πιο εμπειριστατωμένη και πιο αξιόπιστη ανασύσταση κατά τους Scafetta & Willson (2014) είναι αυτή της νέας ACRIM Composite TSI χρονοσειράς. Στον Πίνακα 1 φαινονται τα ποσοστά συνεισφοράς του κάθε πειράματος που χρησιμοποιήθηκαν έτσι ώστε να προκύψει η χρονοσειρά. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι στη προσέγγιση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των πειραμάτων NIMBUS7/ERB, ACRIM1,2,3 και VIRGO. Έγινε προσαρμογή (Normalization) των αποτελεσμάτων στη κλίμακα του πειράματος ACRIM3 και τέλος έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων του πειράματος NIMBUS7/ERB έτσι ώστε να γίνει η σύνδεση των αποτελεσμάτων του ACRIM1 και

ACRIM2 πειραμάτων ("ACRIM Composite TSI Time Series," ; Scafetta & Willson, 2014; Willson & Mordvinov, 2003).

Experiment	Lifetime	NNAA3 Composite Contribution		NNAVA3 Composite Contribution	
Nimbus7/ERB	1978 - 1993	1978-80	.053	1978-80	.053
		1984 (ACRIM1 gap)	.007	1984 (ACRIM1 gap)	.007
		1989-91	.095	1989-91	.095
		1992 (ACRIM2 gap)	.006	1992 (ACRIM2 gap)	.006
SMM/ACRIM1	1980 - 1989	1980 - 1989	.396	1980 - 1989	.396
UARS/ACRIM2	1991 - 2001	1991 - 2000	.358	1991 - 1996	.292
				1997 - 2000	
SOHO/VIRGO	1996 →	None	0	1996 - 1997	.066
ACRIMSAT/ACRIM3	2000 →	2000 →	.085	2000 →	.085
<b>Total SOHO/VIRGO</b>	<b>1996 →</b>	<b>1996 - 1998</b>	<b>0</b>	<b>1996 - 1998</b>	<b>.066</b>
<b>Total Nimbus7/ERB</b>	<b>1978 - 1993</b>	<b>1978 - 1992</b>	<b>0.159</b>	<b>1978 - 1992</b>	<b>.192</b>
<b>Total ACRIM</b>	<b>1980 - 2001</b>	<b>1980 - 2001</b>	<b>0.841</b>	<b>1980 - 2001</b>	<b>.743</b>

Πίνακας 2 ACRIM Composite TSI Time Series (Ποσοστά συνεισφοράς ανά πείραμα στα τελικά αποτελέσματα) ("ACRIM Composite TSI Time Series,").

### 3.4 Δεδομένα Γαλαξιακής Κοσμικής Ακτινοβολίας (GCR).

Χρονοσειρές της Γαλαξιακής Κοσμικής Ακτινοβολίας υπάρχουν από το 1957 και έχουν αντίστροφη συμπεριφορά σε σχέση με τον ηλιακό κύκλο. Υπάρχουν και δεδομένα προ του 1957 τα οποία δεν είναι ευρέως προσβάσιμα. Αρχεία καταγραφής δεδομένα υπάρχουν από το 1936 από τον πρώτο επιστήμονα που ασχολήθηκε με το θέμα τον Scott Forbush. Υπάρχουν καταγραφές από έξι παγκόσμιους σταθμούς παρακολούθησης του GCR (NOOA).

Τα δεδομένα του GCR ανακτήθηκαν από το NOOA. Τα δεδομένα προέχοντα από το Bartol Research Institute (BRI) και υποστηρίζονται από το National Science Foundation (NSF) (grant ATM-0000315). Είναι σε ετήσια αρχεία από το 1957 έως το 2012 με την ονομασία "briYYYY" και είναι σε μορφή txt Εικόνα 10 (BRI). Κάθε αρχείο περιέχει ωριαίες (UTC) καταγραφές για τέσσερις σταθμούς μέτρησης των σταθμών MCMURDO, NEWARK, SOUTH POLE και THULE. Τα δεδομένα διορθώνονται εφαρμόζοντας τους βαρομετρικούς συντελεστές στην αναφερόμενη τυπική πίεση σταθμού.

bri1972 - Notepad

File	Edit	Format	View	Help												
Start Date, Time					McMurdo			Swarthmore/Newark			South Pole			Thule		
YYYY	MM	DD	HH	MM	Corr	Uncorr	Press	Corr	Uncorr	Press	Corr	Uncorr	Press	Corr	Uncorr	Press
1972	01	01	00	00	9529	0	734.5	3492	0	760.1	11930	0	516.5	4547	0	727.4
1972	01	01	01	00	9495	0	734.7	3470	0	760.5	11861	0	516.5	4546	0	726.8
1972	01	01	02	00	9490	0	734.9	3494	0	761.2	11830	0	516.5	4543	0	726.1
1972	01	01	03	00	9446	0	735.0	3475	0	761.5	11819	0	516.4	4522	0	725.4
1972	01	01	04	00	9500	0	735.1	3462	0	761.4	11899	0	516.5	4526	0	724.7
1972	01	01	05	00	9475	0	735.3	3479	0	761.6	11899	0	516.7	4541	0	724.1
1972	01	01	06	00	9475	0	735.5	3456	0	761.8	11851	0	516.9	4540	0	723.5
1972	01	01	07	00	9493	0	735.7	3473	0	762.3	11877	0	517.0	4560	0	723.3
1972	01	01	08	00	9490	0	735.9	3487	0	762.9	11888	0	517.1	4554	0	723.1
1972	01	01	09	00	9509	0	736.1	3476	0	763.1	11867	0	517.1	4556	0	722.8
1972	01	01	10	00	9516	0	736.3	3489	0	763.4	11930	0	517.2	4548	0	722.6
1972	01	01	11	00	9518	0	736.5	3477	0	763.8	11925	0	517.3	4577	0	722.5
1972	01	01	12	00	9540	0	736.7	3478	0	764.0	11909	0	517.4	4555	0	722.4
1972	01	01	13	00	9538	0	736.8	3480	0	764.3	11973	0	517.5	4561	0	722.4
1972	01	01	14	00	9524	0	736.8	3515	0	764.5	11904	0	517.5	4565	0	722.6
1972	01	01	15	00	9536	0	736.9	3512	0	764.5	11909	0	517.6	4564	0	723.2
1972	01	01	16	00	9524	0	737.1	3527	0	764.2	11941	0	517.7	4590	0	723.9
1972	01	01	17	00	9525	0	737.3	3515	0	763.7	11904	0	517.9	4585	0	724.7
1972	01	01	18	00	9531	0	737.4	3504	0	763.0	11925	0	518.1	4581	0	725.7
1972	01	01	19	00	9536	0	737.5	3520	0	762.6	11952	0	518.3	4570	0	726.7
1972	01	01	20	00	9567	0	737.5	3504	0	762.5	12026	0	518.5	4582	0	727.9
1972	01	01	21	00	9539	0	737.5	3512	0	762.3	11914	0	518.6	4582	0	729.1
1972	01	01	22	00	9559	0	737.6	3506	0	762.0	11962	0	518.7	4577	0	730.1
1972	01	01	23	00	9563	0	737.7	3491	0	761.7	11983	0	518.9	4557	0	731.0
1972	01	02	00	00	9563	0	737.8	3497	0	761.6	11962	0	519.1	4561	0	731.8
1972	01	02	01	00	9578	0	737.8	3500	0	761.3	11909	0	519.3	4570	0	732.5
1972	01	02	02	00	9558	0	737.8	3488	0	760.7	11941	0	519.4	4550	0	733.1

Εικόνα 10 Μορφή Πρωτογενών Δεδομένων GCR.

Στη δική μας περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε τις μετρήσεις από το σταθμό του Thule στη Γροιλανδία, καθώς υπάρχουν στοιχεία από το 1957. Η συντεταγμένες του σταθμού είναι 76.5N και 68.7W. Ο σταθμός του Thule μεταφέρθηκε στα τέλη του 1976 σε κοντινή θέση με αλλαγή μόνο στο υψόμετρο του σταθμού, που από 260 m έγινε 44 m και το 1997 άλλαξε πάλι υψομετρικά σε 26 m. Τα τελευταία δεδομένα μετά τις αλλαγές προσαρμόστηκαν κατάλληλα έτσι ώστε να υπάρχει συνέχεια με τα αρχικά δεδομένα.

Σε κάθε εγγραφή έχουμε το έτος, τον μήνα, την ημέρα, την ώρα, τις μετρήσεις με διόρθωση, τις μετρήσεις χωρίς διόρθωση και την ατμοσφαιρική πίεση. Οι μετρήσεις του GCR είναι σε μονάδες εκατό μετρήσεων ανά ώρα (hundreds of counts per hour) και της ατμοσφαιρικής πίεσης σε mmHg. Τυχόν κενό στις μετρήσεις εμφανίζεται με την ένδειξη μηδέν.

## 4. Επεξεργασία ηλιακών και μετεωρολογικών δεδομένων.

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα των υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel και πιο συγκεκριμένα με την έκδοση Microsoft Office Excel 2007. Μετά την επεξεργασία των δεδομένων και προκειμένου να παραχθούν οι επιθυμητές γραφικές παραστάσεις χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Grapher 8 της Golden Software.

Για να μπορέσει να υπάρξει μια ομοιογένεια σε όλα τα δεδομένα έτσι ώστε να μπορέσουν να γίνουν οι επιθυμητές συγκρίσεις επιλέχθηκε για όλα τα δεδομένα να έχουμε κοινό παρανομαστή το χρόνο και πιο συγκεκριμένα να καταλήξουμε σε ημερήσια δεδομένα με έκφραση της ημέρας σε αριθμό ως κλάσμα του έτους.

### 4.1 Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων.

Για τα μετεωρολογικά δεδομένα δημιουργήθηκαν από δύο αρχεία excel ανά ΜΣ και αυτό γιατί έτσι ξεχωριστά είχαν ανακτηθεί τα δεδομένα τους και μετά από προσεκτική μελέτη αυτών διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν κενά σε ημερομηνίες τα οποία ήταν μη συστηματικά και διαφορετικά ανά αρχείο μετρήσεων. Έτσι προκειμένου να μην γίνουν σφάλματα και αστοχίες επιλέξαμε να δημιουργήσουμε ένα αρχείο με την ονομασία “(κωδικός ΜΣ) (όνομα ΜΣ)\_DATA” (π.χ. 622 MIKRA\_DATA) με τα δεδομένα της θερμοκρασίας, τη σχετική υγρασία, την φορά του ανέμου, την δύναμη του ανέμου και την ατμοσφαιρική πίεση και ένα αρχείο με την ονομασία “(κωδικός ΜΣ) (όνομα ΜΣ)\_DATA\_2” (π.χ. 622 MIKRA\_DATA\_2) για το ύψος της βροχόπτωσης. Σε κάθε ένα από τα δύο αρχεία και για κάθε σταθμό έγινε η ίδια επεξεργασία. Προσπαθήσαμε δηλαδή να εφαρμόσουμε μία τυποποίηση τόσο στις ονομασίες όσο και στα βήματα της επεξεργασίας για να υπάρξει μια ομοιογένεια, εύκολη επεξεργασία και διόρθωση σε περίπτωση σφάλματος και αποφυγή γενικότερα των αστοχιών. Το δύσκολο βέβαια ήταν στο να καταλήξουμε σε ένα αρχικό αρχείο (πρότυπο), καθώς παρουσιάζονταν συνεχώς και νέα προβλήματα στην επεξεργασία των δεδομένων.

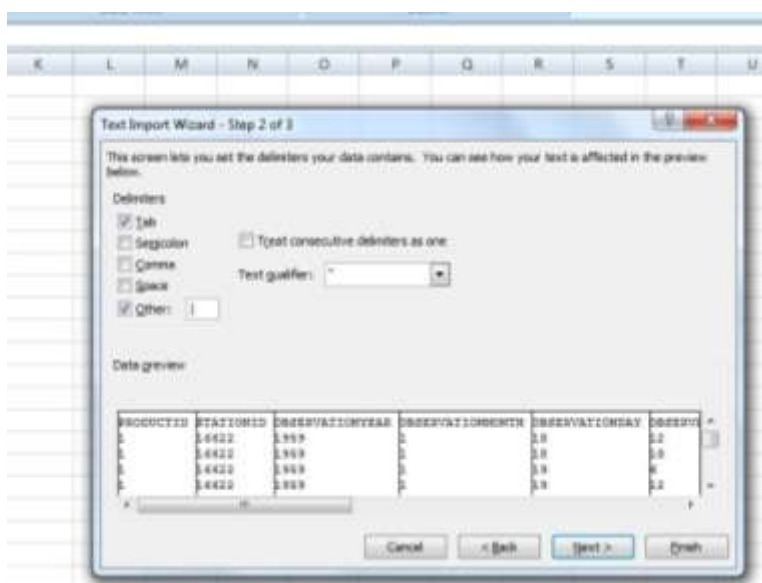
Σε κάθε αρχείο έγινε εισαγωγή των αρχικών δεδομένων σε ένα φύλλο εργασίας με την ονομασία “Initial” όπως φαίνεται στην Εικόνα 11. Προτού γίνει η εισαγωγή των αρχείων txt στο excel πρέπει να πάμε στις ρυθμίσεις του υπολογιστή και να επιλέξουμε σαν δεκαδικό σύμβολο το κόμμα (,) εάν δεν είναι ήδη επιλεγμένο. Σε περίπτωση που δεν το



PRODUCTID	STATIONID	OBSERVATIONYEAR	OBSERVATIONMONTH	OBSERVATIONDAY	OBSERVATIONHOUR	DEWTEMP	DEWPOINT	RELHUMIDITY	WINDDIRECTION	WINDSPEEDKNOT	BARPRESSURE
1	1	18622	1999	1	18	12	3	-6	49	360	1024.400024
1	1	18622	1999	1	18	18	1.8	-0.2999999	54	360	1026.800049
1	1	18622	1999	1	19	8	-6.1999998	-9.2999996	75	0	1028.899951
1	1	18622	1999	1	19	12	4	-7.8999998	39	360	1028.300049
1	1	18622	1999	1	19	18	-2.5999999	-8.3000002	75	0	1029.899951
1	1	18622	1999	1	20	8	-6.4000001	-8.5	85	0	1030.300049
1	1	18622	1999	1	20	12	7.9999999	8.6	62	360	1029.3
1	1	18622	1999	1	20	18	-2	-4.2999998	84	0	1028.400024
1	1	18622	1999	1	21	8	-4	-6.5	82	0	1024.400024
1	1	18622	1999	1	21	12	9.1999998	2.0999999	61	340	1022.400024
1	1	18622	1999	1	21	18	8.6	-1	88	0	1021.700012
1	1	18622	1999	1	22	8	-1.8	-2.7	32	0	1024.099976
1	1	18622	1999	1	22	12	7.8000002	4.2999999	77	320	1023.299988
1	1	18622	1999	1	22	18	3.4000001	1.4	87	0	1024.3
1	1	18622	1999	1	23	8	2.4000001	1.4	93	0	1022.400024
1	1	18622	1999	1	23	12	12	4.3999999	61	0	1021.099976
1	1	18622	1999	1	23	18	4.8000002	2.3	84	0	1019.700012
1	1	18622	1999	1	24	8	-1.2	-2.3	92	0	1019.099976
1	1	18622	1999	1	24	12	15.0000004	6.8999998	55	0	1015.599976
1	1	18622	1999	1	24	18	0.80000002	3.5	79	140	1013.3
1	1	18622	1999	1	25	8	0.9999999	1.1	87	360	1013.299988
1	1	18622	1999	1	25	12	9.1999998	6.9	36	320	1011.099976
1	1	18622	1999	1	25	18	2.2	1.1	93	360	1012.799988
1	1	18622	1999	1	26	8	0.8	-2.3	79	360	1015.299988
1	1	18622	1999	1	26	12	4	-4.5999999	52	30	1015.5
1	1	18622	1999	1	26	18	8.6	-4.3000001	65	360	1017.099976
1	1	18622	1999	1	27	8	-0.4	-1.2999999	82	360	1013.099976
1	1	18622	1999	1	27	12	2.9999999	-4.2999998	58	360	1020
1	1	18622	1999	1	27	18	1.2	-1.5	61	360	1020.299988
1	1	18622	1999	1	28	8	-1	-7.4000001	71	360	1023.900024
1	1	18622	1999	1	28	12	2.8	-1	75	360	1023.299988

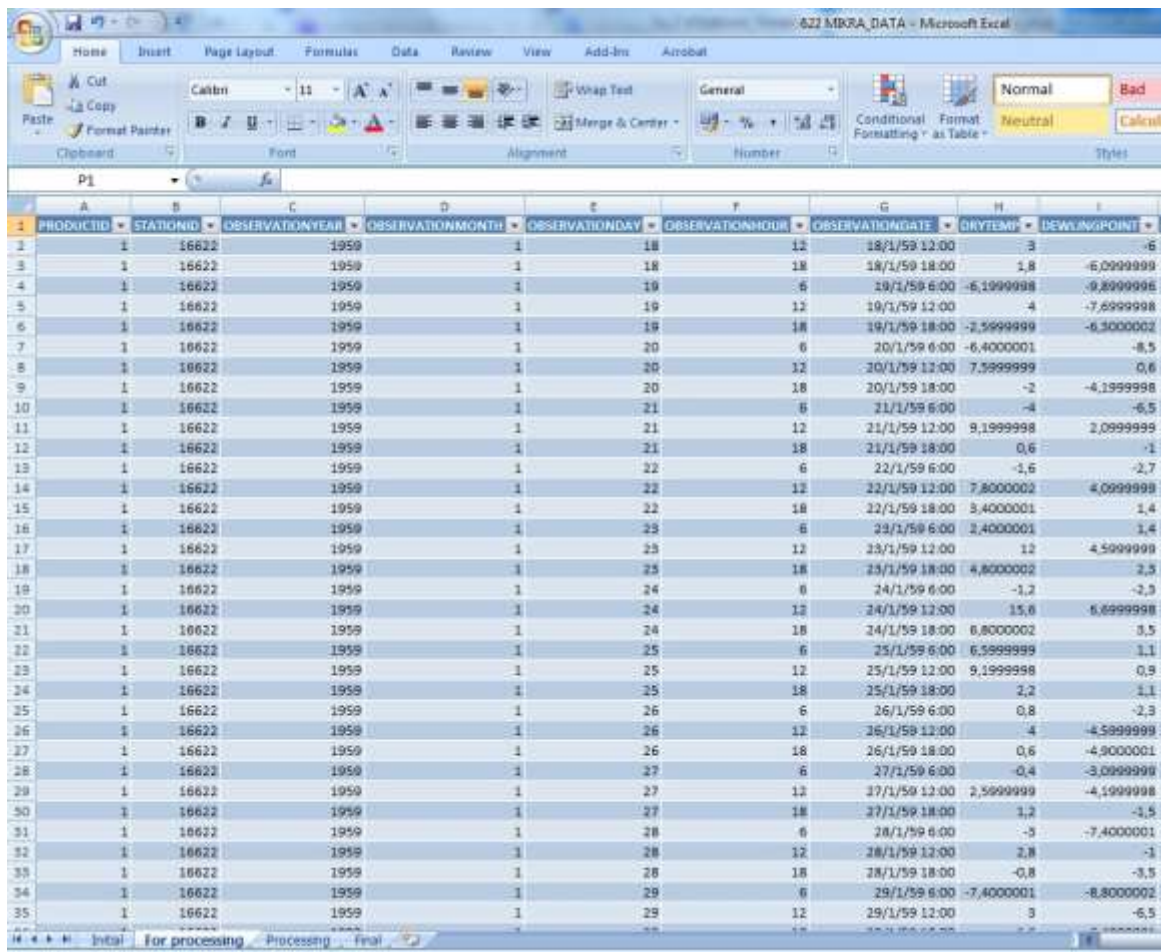
Εικόνα 11 Φύλλο Εργασίας “Initial”.

κάνουμε θα μας βγάλει σφάλματα κατά την εισαγωγή των μετρήσεων στο αρχείο. Για την εισαγωγή από το excel πηγαίνουμε στην επιλογή “Data” μετά “from text” και επιλέγουμε το αρχικό αρχείο, κατόπιν στο παράθυρο που βγάζει στο δεύτερο βήμα επιλέγουμε σαν διαχωριστικό το σύμβολο “|” και εκτελούμε την εντολή Εικόνα 12.



Εικόνα 12 Insert Data From Text.

Στο επόμενο βήμα δημιουργούμε νέο φύλλο στο ίδιο αρχείο με την ονομασία “For processing” και επιλέγουμε όλα τα δεδομένα από το προηγούμενο φύλλο και τα αντιγράφουμε εκεί με “paste special” και επιλογή “values” μόνο. Ακολουθώντας αφού προσέχουμε να έχω επιλεγμένα όλα τα δεδομένα πηγαίνουμε στην επιλογή “Insert” μετά “table” και στο παράθυρο που ανοίγει επιλέγουμε ότι ο πίνακας έχει τίτλους και εκτελούμε την εντολή, που μας δημιουργεί τον πίνακα. Στη συνέχεια δημιουργούμε μία στήλη ανάμεσα στις στήλες F και G με τίτλο “OBSERVATIONDATE” στην οποία εκτελούμε τον τύπο “=DATE(C2;D2;E2)+TIME(F2;0;0)” για κάθε εγγραφή Εικόνα 13.



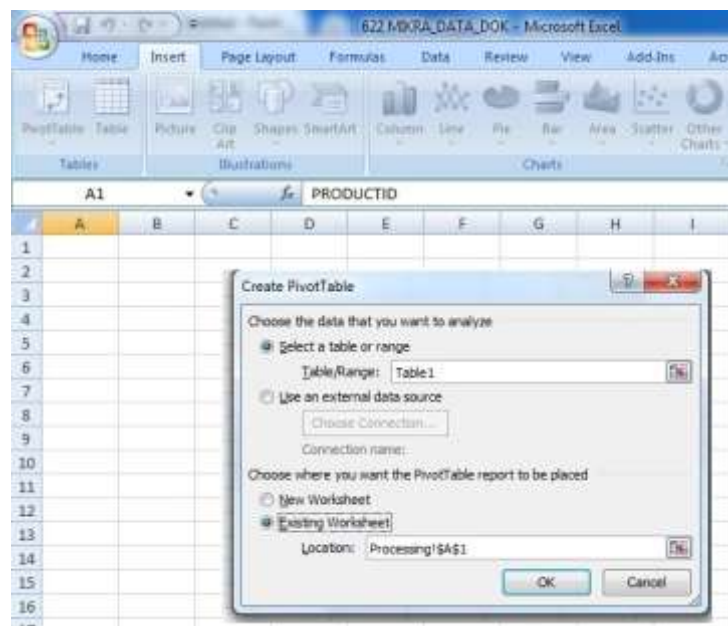
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	PRODUCTID	STATIONID	OBSERVATIONYEAR	OBSERVATIONMONTH	OBSERVATIONDAY	OBSERVATIONHOUR	OBSERVATIONDATE	DRYITEM	DEWPOINT
1	1	16622	1959	1	18	12	18/1/59 12:00	3	-6
2	1	16622	1959	1	18	18	18/1/59 18:00	1,8	-6,0999999
3	1	16622	1959	1	19	6	19/1/59 6:00	-6,1999998	-9,8999996
4	1	16622	1959	1	19	12	19/1/59 12:00	-4	-7,6999998
5	1	16622	1959	1	19	18	19/1/59 18:00	-2,5999999	-6,3000002
6	1	16622	1959	1	20	6	20/1/59 6:00	-6,4000001	-8,5
7	1	16622	1959	1	20	12	20/1/59 12:00	7,5999999	0,6
8	1	16622	1959	1	20	18	20/1/59 18:00	-2	-4,1999998
9	1	16622	1959	1	21	6	21/1/59 6:00	-4	-6,5
10	1	16622	1959	1	21	12	21/1/59 12:00	9,1999998	2,0999999
11	1	16622	1959	1	21	18	21/1/59 18:00	0,6	-1
12	1	16622	1959	1	22	6	22/1/59 6:00	-1,6	-2,7
13	1	16622	1959	1	22	12	22/1/59 12:00	7,8000002	6,0999999
14	1	16622	1959	1	22	18	22/1/59 18:00	8,4000001	1,4
15	1	16622	1959	1	23	6	23/1/59 6:00	2,4000001	1,4
16	1	16622	1959	1	23	12	23/1/59 12:00	12	4,5999999
17	1	16622	1959	1	23	18	23/1/59 18:00	6,8000002	2,5
18	1	16622	1959	1	24	6	24/1/59 6:00	-1,2	-2,3
19	1	16622	1959	1	24	12	24/1/59 12:00	15,6	6,6999998
20	1	16622	1959	1	24	18	24/1/59 18:00	6,8000002	9,5
21	1	16622	1959	1	25	6	25/1/59 6:00	6,5999999	1,1
22	1	16622	1959	1	25	12	25/1/59 12:00	9,1999998	0,9
23	1	16622	1959	1	25	18	25/1/59 18:00	2,2	1,1
24	1	16622	1959	1	26	6	26/1/59 6:00	0,8	-2,3
25	1	16622	1959	1	26	12	26/1/59 12:00	-4	-4,5999999
26	1	16622	1959	1	26	18	26/1/59 18:00	0,6	-4,9000001
27	1	16622	1959	1	27	6	27/1/59 6:00	-0,4	-3,0999999
28	1	16622	1959	1	27	12	27/1/59 12:00	2,5999999	-4,1999998
29	1	16622	1959	1	27	18	27/1/59 18:00	1,2	-1,5
30	1	16622	1959	1	28	6	28/1/59 6:00	-5	-7,4000001
31	1	16622	1959	1	28	12	28/1/59 12:00	2,8	-1
32	1	16622	1959	1	28	18	28/1/59 18:00	-0,8	-3,5
33	1	16622	1959	1	29	6	29/1/59 6:00	-7,4000001	-8,8000002
34	1	16622	1959	1	29	12	29/1/59 12:00	3	-6,5

Εικόνα 13 Φύλλο Εργασίας “For processing”.

Τα δεδομένα μας τώρα είναι έτοιμα και μορφοποιημένα έτσι ώστε να περάσουμε στο επόμενο βήμα και στην επεξεργασία τους στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Δημιουργούμε ένα

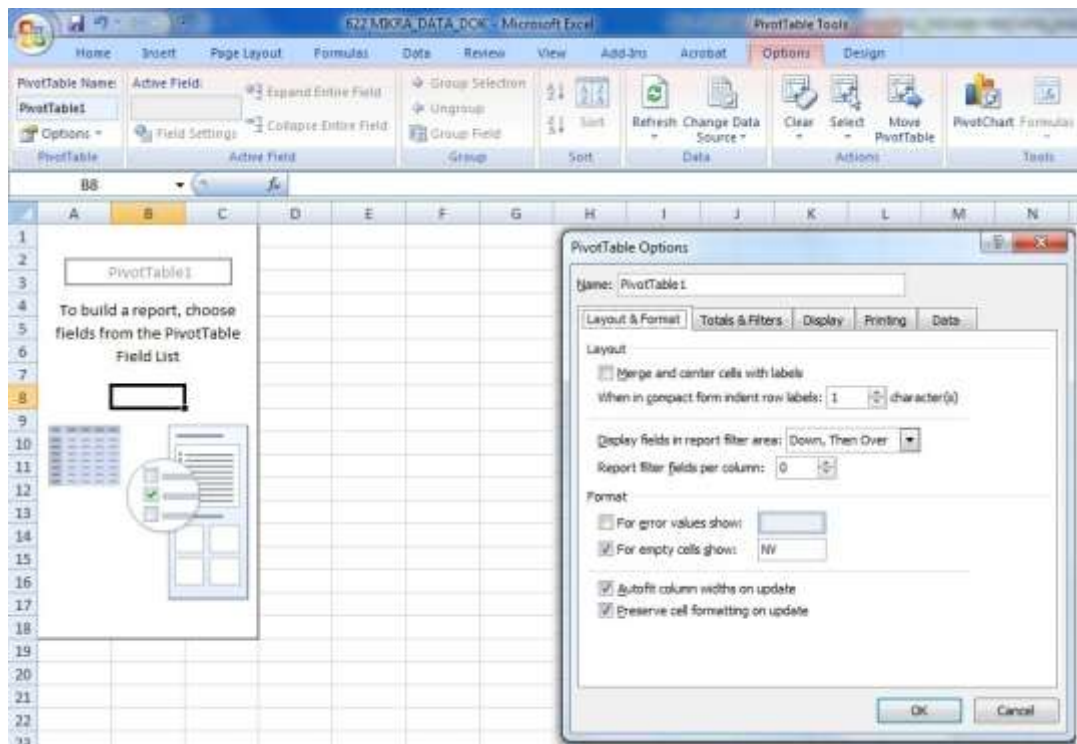


νέο φύλλο με την ονομασία “Processing” και πάμε στο προηγούμενο φύλλο και κάνουμε δημιουργία “Pivot Table” επιλέγοντας την εντολή “insert” και ακολούθως “Pivot Table”. Στο παράθυρο που ανοίγει επιλέγουμε τον πίνακα που έχουμε δημιουργήσει και τοποθετούμε το “Pivot Table” στο ίδιο αρχείο στο φύλλο που έχουμε ονομάσει “Processing” Εικόνα 14.



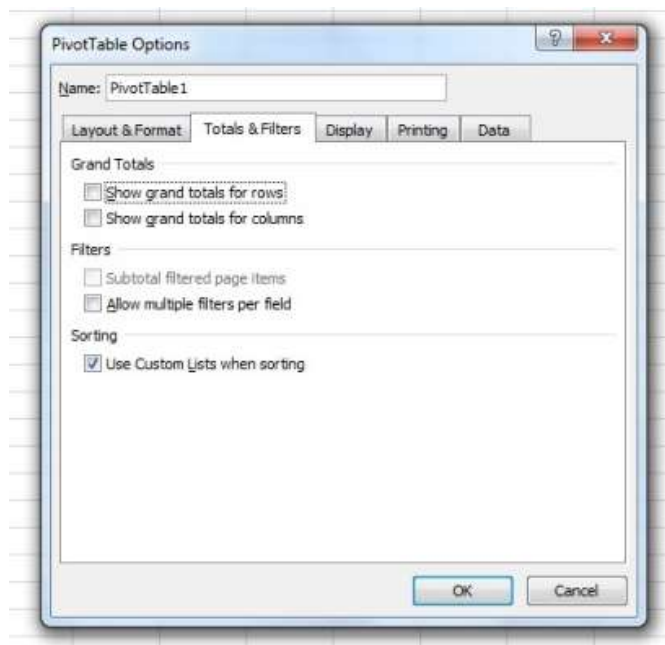
**Εικόνα 14 Δημιουργία Pivot Table.**

Εν συνεχεία θα κάνουμε παραμετροποιήσεις στο “Pivot Table”, εκτελούμε την εντολή “options” και στη πρώτη καρτέλα βάζουμε την ένδειξη NV (No Value) για τα κελιά που είναι κενά Εικόνα 15.



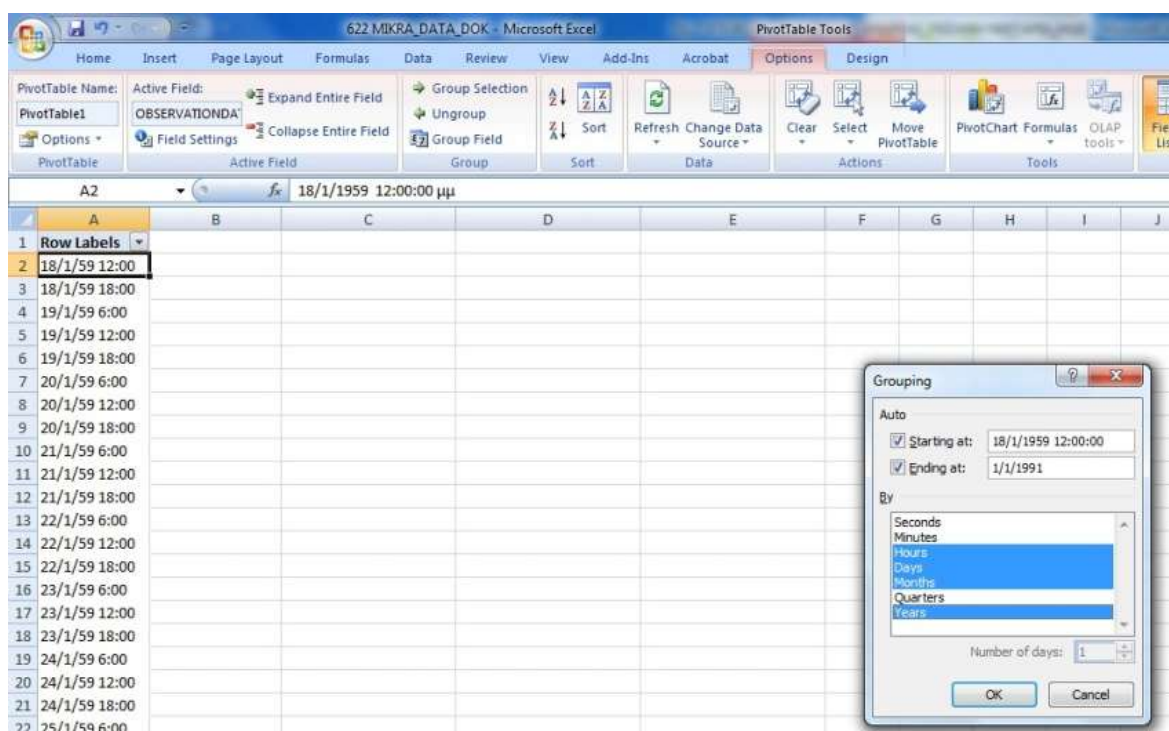
Εικόνα 15 Παραμετροποιήσεις Pivot Table.

Στην επόμενη καρτέλα αποεπιλέγουμε τις εντολές show grand totals for rows και show grand totals for columns Εικόνα 16.



Εικόνα 16 Παραμετροποιήσεις Pivot Table.

Ήρθε τώρα η ώρα για να επιλέξουμε τα πεδία που θέλουμε να εμφανιστούν στο Pivot Table για να κάνουμε την επεξεργασία των δεδομένων. Επιλέγουμε πρώτα το “OBSERVATIONDATE” (ώρα και ημέρα του έτους) το οποίο μπαίνει στη περιοχή των “Row Labels” και είναι και ο λόγος που το δημιουργήσαμε σε προηγούμενο στάδιο, έτσι ώστε να μας “δουλέψει” όπως θέλουμε το “Pivot Table”. Στη συνέχεια εκτελούμε την εντολή “Group Field” και επιλέγουμε στο παράθυρο που εμφανίζεται “Hours”, “Days”, “Months” και “Years” όπως φαίνεται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17 Επιλογή Group Field.

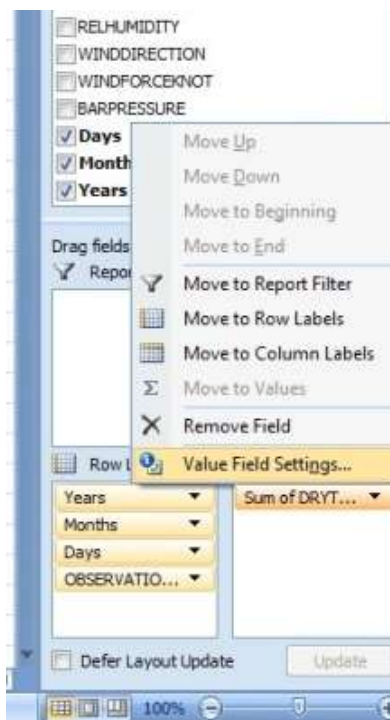
Στη συνέχεια αφού δημιουργηθούν οι ομάδες που θέλαμε βλέπε Εικόνα 18 αρχίζουμε να τοποθετούμε τις μετρήσεις που θα επεξεργαστούμε στο πεδίο “values” και πατώντας στο βελάκι δίπλα στη μέτρηση στο μενού που εμφανίζεται επιλέγουμε “average” για τις μέσες τιμές και “StdDevp” για τη τυπική απόκλιση αφού πρώτα επανεισάγουμε τις μετρήσεις στο πεδίο “values” Εικόνα 19 και Εικόνα 20 και έχουμε τελικά το αποτέλεσμα στην Εικόνα 21.

Σε αυτό το σημείο θα κάνουμε μία παρένθεση και θα αναφέρουμε ότι χρησιμοποιήσαμε την εντολή “StdDevp” και όχι την εντολή “StdDev” για την τυπική απόκλιση γιατί δεν

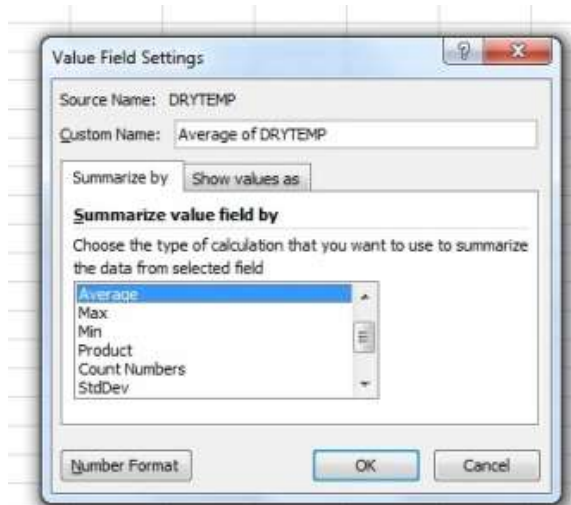
έχουμε ένα δείγμα μετρήσεων ανά ημέρα άλλα όλες τις μετρήσεις, δηλαδή το συνολικό “πληθυσμό” των μετρήσεων που μετρήθηκαν ανά ημέρα. Επίσης ενώ ο αρχικός σχεδιασμός ήταν εκτός από τη τυπική απόκλιση των μετεωρολογικών δεδομένων ανά ημέρα να εξάγουμε τη κύρτωση (kurtosis) και τη λοξότητα (skewness), αυτό ήταν αδύνατο. Και αυτό γιατί για να έχουμε αποτελέσματα έπρεπε να έχουμε ικανές μετρήσεις ανά ημέρα και ανά δεδομένο (περισσότερες από τέσσερις για την πρώτη παράμετρο και περισσότερες από τρεις για τη δεύτερη) πράγμα μη εφικτό. Οπότε δεδομένου του αριθμού των ημερήσιων μετρήσεων των πρωτογενών δεδομένων περιοριστήκαμε στις μέσες ημερήσιες τιμές και στη τυπική απόκλιση.



Εικόνα 18 Δημιουργία ομάδων.



Εικόνα 19 Value Field Settings 1.



Εικόνα 20 Value Field Settings 2.

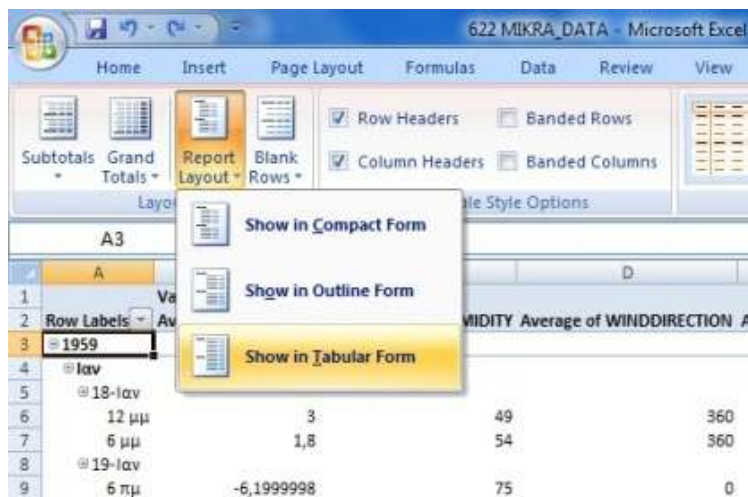
Row Labels	Average of DRYTEMP	Average of RELHUMIDITY	Average of WINDDIRECTION	Average of WINDFORCEKNOT	Average of BARPRESSURE	StdDev of DRYTEMP	StdDev of RELHUMIDITY
18-Ιαν	3	49	360	13	1024,400024	0	0
19-Ιαν	1,8	54	360	10	1026,800049	0	0
20-Ιαν	-6,19999998	75	0	0	1028,699951	0	0
21-Ιαν	4	39	360	6	1028,300049	0	0
22-Ιαν	-2,59999999	75	0	0	1029,699951	0	0
23-Ιαν	-6,40000001	85	0	0	1030,300049	0	0
24-Ιαν	7,59999999	62	360	2	1029,5	0	0
25-Ιαν	-2	84	0	0	1028,400024	0	0
26-Ιαν	-4	82	0	0	1024,400024	0	0
27-Ιαν	9,19999998	61	340	3	1022,400024	0	0
28-Ιαν	0,6	88	0	0	1021,700012	0	0
29-Ιαν	-1,6	92	0	0	1024,099976	0	0
30-Ιαν	7,80000002	77	320	2	1023,299988	0	0
31-Ιαν	3,40000001	87	0	0	1024,5	0	0
32-Ιαν	2,40000001	93	0	0	1022,400024	0	0
33-Ιαν	12	61	0	0	1021,099976	0	0

Εικόνα 21 Μετά την εισαγωγή των πεδίων Values.

Συνεχίζοντας και προκειμένου ο πίνακας να πάρει την επιθυμητή μορφή και να μας επιστρέψει τα αποτελέσματα που θέλουμε πρέπει να ομαδοποιήσουμε ανά ημέρα. Για αυτό το λόγο πηγαίνουμε στο πεδίο “Design” και επιλέγουμε “Report Layout” και στη



συνέχεια “Show in Tabular Form” Εικόνα 22 και καταλήγουμε στο αποτέλεσμα στην Εικόνα 23.



Εικόνα 22 Report Layout, Show in Tabular View.

Years	Months	Days	OBSERVATIONDATE	Average of DRYTEMP	Average of RELHUMIDITY	Average of WINDDIRECTION
1959	Jan	18-Jan	12 μμ	3	49	360
			6 μμ	1,8	54	360
		19-Jan	6 πμ	-6,1999998	75	0
			12 μμ	4	39	360
			6 μμ	-2,5999999	75	0
		20-Jan	6 πμ	-6,4000001	85	0
			12 μμ	7,5999999	62	360
			6 μμ	-2	84	0
		21-Jan	6 πμ	-4	82	0
			12 μμ	9,1999998	61	340
			6 μμ	0,6	88	0
		22-Jan	6 πμ	-1,6	92	0
			12 μμ	7,8000002	77	320
			6 μμ	3,4000001	87	0
		23-Jan	6 πμ	2,4000001	93	0
			12 μμ	12	61	0
			6 μμ	4,8000002	84	0
		24-Jan	6 πμ	-1,2	92	0
			12 μμ	15,6000004	55	0

Εικόνα 23 Collapse Entire Field.

Τέλος επιλέγουμε τη στήλη με τις ημέρες και εκτελούμε την εντολή “Collapse Entire Field” Εικόνα 23 και καταλήγουμε στα τελικά αποτελέσματα Εικόνα 24, όπου πλέον έχουμε υπολογίσει τις μέσες τιμές ανά ημέρα και τις τυπικές αποκλίσεις ανά ημέρα για τα στοιχεία που είχαμε.



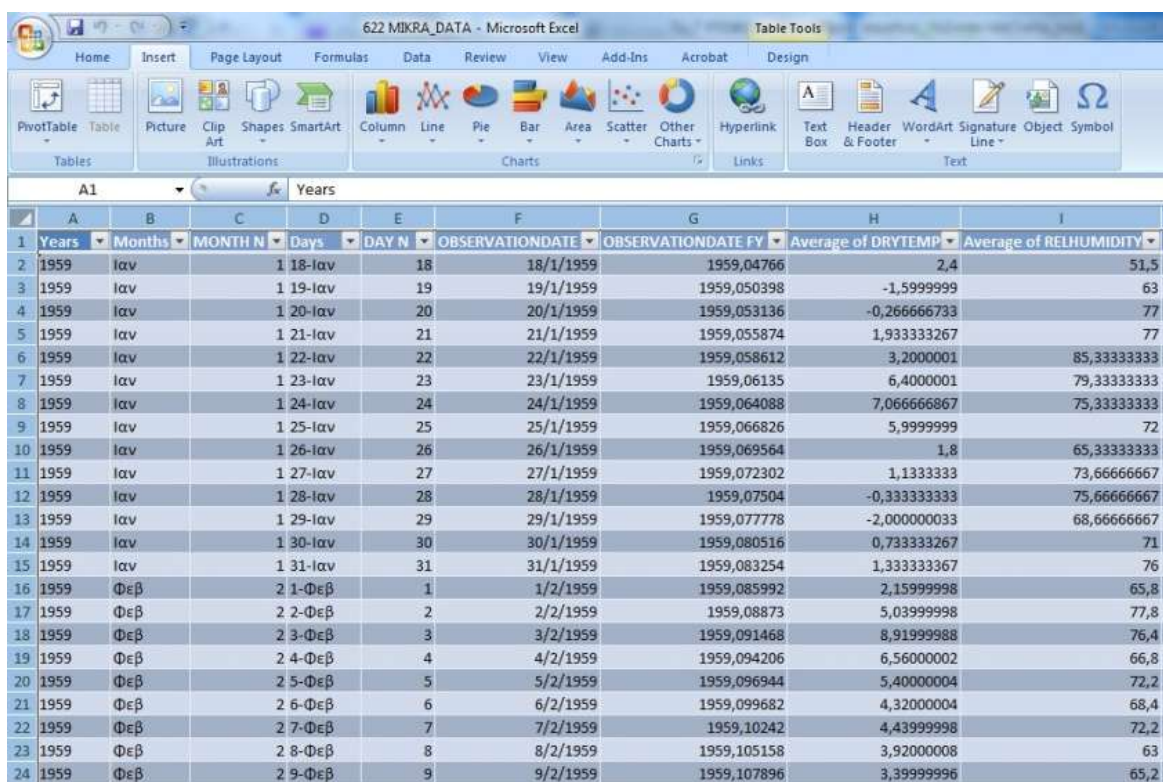
Years	Months	Days	OBSERVATIONDATE	Average of DRYTEMP	Average of RELHUMIDITY	Average of WINDDIRECTION
1959	Jan	18-Jan		2,4	51,5	360
		19-Jan		-1,5999999	63	120
		20-Jan		-0,266666733	77	120
		21-Jan		1,933333267	77	113,333333
		22-Jan		3,2000001	85,33333333	106,666667
		23-Jan		6,4000001	79,33333333	0
		24-Jan		7,066666667	75,33333333	46,6666667
		25-Jan		5,9999999	72	346,666667
		26-Jan		1,8	65,33333333	256,666667
		27-Jan		1,13333333	73,66666667	360
		28-Jan		-0,333333333	75,66666667	360
		29-Jan		-2,000000033	68,66666667	360
		30-Jan		0,733333267	71	360
		31-Jan		1,333333367	76	226,666667
	Feb	1-Feb		2,15999998	65,8	72
		2-Feb		5,03999998	77,8	72
		3-Feb		8,91999988	76,4	128
		4-Feb		6,56000002	66,8	264
		5-Feb		5,40000004	72,2	128

Εικόνα 24 Τελική μορφή.

Δεν έχουμε όμως τελειώσει ακόμα, καθώς τα στοιχεία όπως εμφανίζονται δεν μπορούν να εισαχθούν στο πρόγραμμα δημιουργίας γραφικών παραστάσεων. Επιλέγουμε προσεκτικά όλα τα στοιχεία, όπως εμφανίζονται στο Pivot Table και τα κάνουμε ειδική επικόλληση ως “values” (για να μην έχουμε σύνδεση με το Pivot Table και μας δημιουργηθούν προβλήματα) σε νέο φύλλο που έχουμε ονομάσει “Final”. Τα προβλήματα όμως δεν τελειώνουν εδώ καθώς υπάρχουν κενά στις στήλες “Years” και “Months” πρέπει να κάνουμε ανασύσταση της στήλης “OBSERVATIONDATE” που δεν εμφανίζει καμία εγγραφή και τέλος να δημιουργήσουμε μια νέα στήλη με την έκφραση της ημέρας σε αριθμό ως κλάσμα του έτους. Επιλέγουμε όλα τα δεδομένα και κάνουμε κατά τα γνωστά εισαγωγή πίνακα συμπληρώνουμε στις δύο πρώτες στήλες τα κενά κελιά με αντίστοιχα το έτος και το μήνα βάζοντας σε κάθε κενό κελί το “=με το προηγούμενο κελί της στήλης”.

Εν συνεχεία δημιουργούμε τέσσερις νέες στήλες. Μία μετά τη στήλη “Months” που την ονομάζουμε “MONTH N” και εισάγουμε την εξίσωση “=MONTH(DATEVALUE(B2&1))” που μας επιστρέφει αριθμητικά τον μήνα. Για κάποιο λόγο όμως το excel δεν μας επιστρέφει τον μήνα Μάιο (5) αλλά σφάλμα “Error”, οπότε αναγκαστικά το κάνουμε χειροκίνητα. Ακολούθως δημιουργούμε μία στήλη μετά τη στήλη “Days” που την ονομάζουμε “DAY N” και εισάγουμε την εξίσωση “=DAY(D2)” που μας επιστρέφει αριθμητικά την ημέρα. Πάλι το excel κάνει τα δικά του

και δεν αναγνωρίζει τα δίσεκτα έτη και την ημερομηνία 29 Φεβρουαρίου, οπότε και εκεί επεμβαίνουμε χειροκίνητα και το διορθώνουμε. Στη συνέχεια εισάγουμε μία στήλη μετά τη στήλη “DAY N” που την ονομάζουμε “OBSERVATIONDATE” και γράφουμε την εξίσωση “=DATE(A2;C2;E2)” που μας επιστρέφει αριθμητικά την ημερομηνία. Τέλος μετά τη στήλη “OBSERVATIONDATE” δημιουργούμε τη στήλη “OBSERVATIONDATE FY” για να εκφράσουμε την ημέρα αριθμητικώς σε κλάσμα του έτους και εισάγουμε την εξίσωση “=YEARFRAC(F2;0;1)+1900-0,005”. Όπως παρατηρείτε στην εξίσωση προσθέτουμε το 1900 καθώς το excel αναγνωρίζει τα έτη από το 1900 και μετά και αφαιρώ το 0,005 για να μας επιστρέψει σωστά τη τιμή που θέλουμε. Το 0,005 το βρήκαμε εμπειρικά βάζοντας τυχαίες τιμές στην εξίσωση και ελέγχοντας τις τιμές που μας επέστρεφε αρχές και τέλη του έτους (Προφανώς κάτι είχε να κάνει με τα δίσεκτα έτη). Έτσι τώρα έχουμε τα δεδομένα στην επιθυμητή μορφή Εικόνα 25 για να συνεχίσουμε. Εκτελούμε την ίδια διαδικασία για όλους τους ΜΣ σταθμούς και για το σύνολο των δεδομένων.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Years	Months	MONTH N	Days	DAY N	OBSERVATIONDATE	OBSERVATIONDATE FY	Average of DRYTEMP	Average of RELHUMIDITY
1	1959	Iαν	1	18-Iαν	18	18/1/1959	1959,04766	2,4	51,5
2	1959	Iαν	1	19-Iαν	19	19/1/1959	1959,050398	-1,5999999	63
3	1959	Iαν	1	20-Iαν	20	20/1/1959	1959,053136	-0,266666733	77
4	1959	Iαν	1	21-Iαν	21	21/1/1959	1959,055874	1,933333267	77
5	1959	Iαν	1	22-Iαν	22	22/1/1959	1959,058612	3,2000001	85,33333333
6	1959	Iαν	1	23-Iαν	23	23/1/1959	1959,06135	6,4000001	79,33333333
7	1959	Iαν	1	24-Iαν	24	24/1/1959	1959,064088	7,066666867	75,33333333
8	1959	Iαν	1	25-Iαν	25	25/1/1959	1959,066826	5,9999999	72
9	1959	Iαν	1	26-Iαν	26	26/1/1959	1959,069564	1,8	65,33333333
10	1959	Iαν	1	27-Iαν	27	27/1/1959	1959,072302	1,1333333	73,66666667
11	1959	Iαν	1	28-Iαν	28	28/1/1959	1959,07504	-0,333333333	75,66666667
12	1959	Iαν	1	29-Iαν	29	29/1/1959	1959,077778	-2,000000033	68,66666667
13	1959	Iαν	1	30-Iαν	30	30/1/1959	1959,080516	0,733333267	71
14	1959	Iαν	1	31-Iαν	31	31/1/1959	1959,083254	1,333333367	76
15	1959	Φεβ	2	1-Φεβ	1	1/2/1959	1959,085992	2,15999998	65,8
16	1959	Φεβ	2	2-Φεβ	2	2/2/1959	1959,08873	5,03999998	77,8
17	1959	Φεβ	2	3-Φεβ	3	3/2/1959	1959,091468	8,91999988	76,4
18	1959	Φεβ	2	4-Φεβ	4	4/2/1959	1959,094206	6,56000002	66,8
19	1959	Φεβ	2	5-Φεβ	5	5/2/1959	1959,096944	5,40000004	72,2
20	1959	Φεβ	2	6-Φεβ	6	6/2/1959	1959,099682	4,32000004	68,4
21	1959	Φεβ	2	7-Φεβ	7	7/2/1959	1959,10242	4,43999998	72,2
22	1959	Φεβ	2	8-Φεβ	8	8/2/1959	1959,105158	3,92000008	63
23	1959	Φεβ	2	9-Φεβ	9	9/2/1959	1959,107896	3,39999996	65,2

Εικόνα 25 Τελική μορφή επεξεργασμένων μετεωρολογικών δεδομένων.

## 4.2 Επεξεργασία ηλιακών δεδομένων.

Για τα ηλιακά δεδομένα ακολουθήθηκε η ίδια φιλοσοφία κατά την επεξεργασία τους με τα μετεωρολογικά δεδομένα.

Πιο συγκεκριμένα για τα δεδομένα των ηλιακών κηλίδων έγινε εισαγωγή των δεδομένων από το αρχικό αρχείο σε αρχείο excel με την ονομασία “SN\_d\_tot\_V2.0\_Final” και προστέθηκαν οι τίτλοι ανά στήλη που δεν υπήρχαν με την ίδια κωδικοποίηση με τα αρχεία των μετεωρολογικών δεδομένων. Τέλος δημιουργήσαμε πίνακα των στοιχείων κατά τα γνωστά. Κάποια άλλη επεξεργασία δεν χρειάστηκε, καθώς ήδη υπήρχε στήλη με την ημερομηνία εκφρασμένη σε αριθμό κλάσματος προς το έτος Εικόνα 26.

	A	B	C	D	E	F	G
	YEAR	MONTH	DAY	DECIMAL YEAR	SN VALUE	SN ERROR	NB OBSERVATIONS
1	1818	1	1	1818,001		-1	0
2	1818	1	2	1818,004		-1	0
3	1818	1	3	1818,007		-1	0
4	1818	1	4	1818,01		-1	0
5	1818	1	5	1818,012		-1	0
6	1818	1	6	1818,015		-1	0
7	1818	1	7	1818,018		-1	0
8	1818	1	8	1818,021	65	10,2	1
9	1818	1	9	1818,023		-1	0
10	1818	1	10	1818,026		-1	0
11	1818	1	11	1818,029		-1	0
12	1818	1	12	1818,032		-1	0
13	1818	1	13	1818,034	37	7,7	1
14	1818	1	14	1818,037		-1	0
15	1818	1	15	1818,04		-1	0
16	1818	1	16	1818,042		-1	0
17	1818	1	17	1818,045	77	11,1	1

Εικόνα 26 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων ηλιακών κηλίδων.



Για τα δεδομένα των ραδιοκυμάτων F10,7 και σε αυτά δεν χρειάστηκε τίποτα το ιδιαίτερο εκτός από την εισαγωγή τους σε αρχείο excel. Επίσης και σε αυτά τα δεδομένα υπήρχε στήλη με έκφραση της ημέρας σε κλάσμα ως προς το έτος Εικόνα 27.

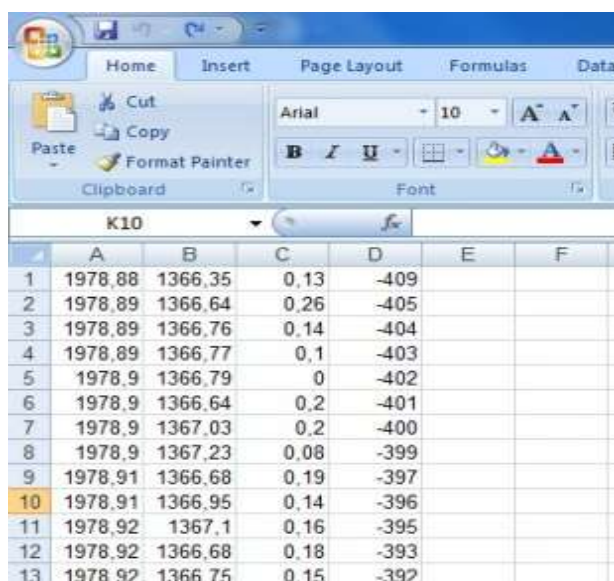
Five\_cycle\_v1\_23a [Compatibility Mo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	YYYY	DDD	DFY	DD	MMM	YYYY	JULIAN	F10	F81	LYMAN A	LYA81	E10	E81	
2	1947	45	1947,122	14	FEB	1947	2432231	253,9	240,9	6,3E+11	6,1E+11	269,7	260,6	1366,11
3	1947	46	1947,125	15	FEB	1947	2432232	321,9	240,1	6,2E+11	6,1E+11	298,4	260,1	1366,11
4	1947	47	1947,127	16	FEB	1947	2432233	265,3	239,5	6,1E+11	6,1E+11	261,8	259,4	1366,11
5	1947	48	1947,13	17	FEB	1947	2432234	228,5	239,1	5,9E+11	6,1E+11	235,5	258,8	1366,11
6	1947	49	1947,133	18	FEB	1947	2432235	200,6	238,8	5,7E+11	6,1E+11	211,8	258,2	1366,11
7	1947	50	1947,136	19	FEB	1947	2432236	178,8	238,8	5,4E+11	6,1E+11	190,7	257,6	1366,11
8	1947	51	1947,138	20	FEB	1947	2432237	163,7	238,8	5,2E+11	6,1E+11	177,2	257,1	1366,11
9	1947	52	1947,141	21	FEB	1947	2432238	153	238,9	5,2E+11	6,1E+11	170,9	256,7	1366,11
10	1947	53	1947,144	22	FEB	1947	2432239	146,1	239,5	5,2E+11	6,1E+11	168,7	256,5	1366,11
11	1947	54	1947,147	23	FEB	1947	2432240	146,5	240	5,2E+11	6,1E+11	168,9	256,4	1366,11
12	1947	55	1947,149	24	FEB	1947	2432241	164,1	241,2	5,3E+11	6,1E+11	181,2	256,4	1366,11
13	1947	56	1947,152	25	FEB	1947	2432242	192,7	243,2	5,3E+11	6,1E+11	192,5	256,7	1366,11
14	1947	57	1947,155	26	FEB	1947	2432243	171,1	245,7	5,5E+11	6,1E+11	193,6	257,1	1366,11
15	1947	58	1947,158	27	FEB	1947	2432244	190,8	247,8	5,7E+11	6,1E+11	209,3	257,8	1366,11
16	1947	59	1947,16	28	FEB	1947	2432245	233,3	249,1	6E+11	6,1E+11	243,2	258,6	1366,11
17	1947	60	1947,163	1	MAR	1947	2432246	261,8	250,1	6,2E+11	6,1E+11	271,3	259,5	1366,11
18	1947	61	1947,166	2	MAR	1947	2432247	279,6	250,7	6,4E+11	6,1E+11	292,4	260,5	1366,11
19	1947	62	1947,168	3	MAR	1947	2432248	292,5	250,5	6,5E+11	6,1E+11	312,7	261,4	1366,11
20	1947	63	1947,171	4	MAR	1947	2432249	301,9	249,7	6,7E+11	6,1E+11	331,1	262,3	1366,11
21	1947	64	1947,174	5	MAR	1947	2432250	306,1	248,7	6,8E+11	6,1E+11	342,5	263	1366,11
22	1947	65	1947,177	6	MAR	1947	2432251	306	247,5	6,9E+11	6,1E+11	351,8	263,6	1366,11
23	1947	66	1947,179	7	MAR	1947	2432252	321,4	246,3	7E+11	6,1E+11	375,9	264,1	1366,11
24	1947	67	1947,182	8	MAR	1947	2432253	345,6	245,1	7,1E+11	6,1E+11	406,3	264,4	1366,11
25	1947	68	1947,185	9	MAR	1947	2432254	344,1	244	7,1E+11	6,1E+11	405,1	264,5	1366,11
26	1947	69	1947,188	10	MAR	1947	2432255	325,9	242,7	7E+11	6,1E+11	373	264,4	1366,11
27	1947	70	1947,19	11	MAR	1947	2432256	303,3	241,5	6,9E+11	6E+11	345,2	264,1	1366,11
28	1947	71	1947,193	12	MAR	1947	2432257	305,3	240,4	7E+11	6E+11	356,8	263,6	1366,11
29	1947	72	1947,196	13	MAR	1947	2432258	359,5	239,3	6,9E+11	6E+11	383,8	263	1366,11
30	1947	73	1947,199	14	MAR	1947	2432259	267,2	238,5	6,6E+11	6E+11	293,3	262,3	1366,11
31	1947	74	1947,201	15	MAR	1947	2432260	223	238,2	6E+11	6E+11	234,9	261,5	1366,11
32	1947	75	1947,204	16	MAR	1947	2432261	201,6	238	5,6E+11	6E+11	208,2	260,7	1366,11
33	1947	76	1947,207	17	MAR	1947	2432262	179,6	238,6	5,4E+11	6E+11	186,8	259,9	1366,11
34	1947	77	1947,21	18	MAR	1947	2432263	157,1	239,2	5,1E+11	6E+11	166,3	259,4	1366,11
35	1947	78	1947,212	19	MAR	1947	2432264	141,1	239,6	4,9E+11	6E+11	152,5	258,9	1366,11

Sheet1

Εικόνα 27 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων F10.7.

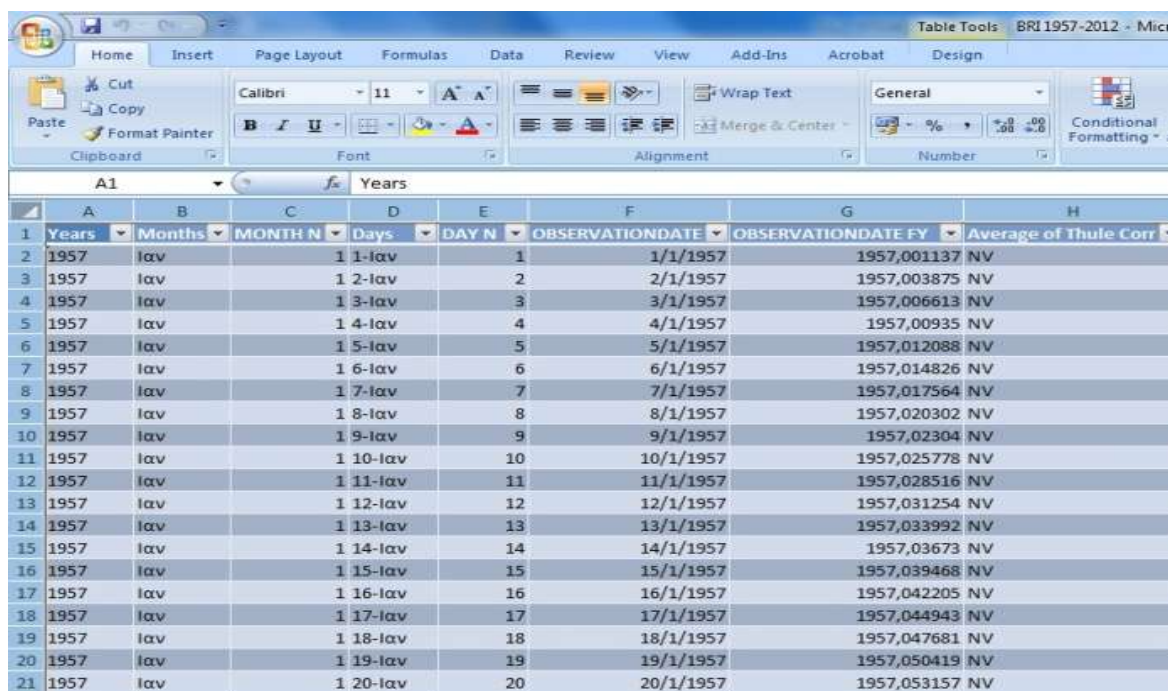
Τα δεδομένα του TSI όπως και στις παραπάνω περιπτώσεις εισήχθησαν σε αρχείο excel Εικόνα 28.



	A	B	C	D	E	F
1	1978.88	1366.35	0.13	-409		
2	1978.89	1366.64	0.26	-405		
3	1978.89	1366.76	0.14	-404		
4	1978.89	1366.77	0.1	-403		
5	1978.9	1366.79	0	-402		
6	1978.9	1366.64	0.2	-401		
7	1978.9	1367.03	0.2	-400		
8	1978.9	1367.23	0.08	-399		
9	1978.91	1366.68	0.19	-397		
10	1978.91	1366.95	0.14	-396		
11	1978.92	1367.1	0.16	-395		
12	1978.92	1366.68	0.18	-393		
13	1978.92	1366.75	0.15	-392		

Εικόνα 28 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων TSI.

Τέλος τα δεδομένα του GCR χρειάστηκαν ειδική επεξεργασία, όπως τα μετεωρολογικά, επειδή τα αρχικά δεδομένα ήταν σε ωριαίες μετρήσεις ανά ημέρα και έπρεπε να υπολογίσουμε τη μέση ημερήσια τιμή. Αρχικά εισάγαμε το κάθε ετήσιο αρχείο txt στο ίδιο φύλλο αρχείου excel και ακολουθώντας τη γνωστή τυποποιημένη διαδικασία με το “Pivot Table” καταλήξαμε στο αρχείο στην Εικόνα 29.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Years	Months	MONTH N	Days	DAY N	OBSERVATIONDATE	OBSERVATIONDATE FY	Average of Thule Corr
2	1957	Ιαν	1 1-Ιαν	1	1/1/1957	1957,001137	NV	
3	1957	Ιαν	1 2-Ιαν	2	2/1/1957	1957,003875	NV	
4	1957	Ιαν	1 3-Ιαν	3	3/1/1957	1957,006613	NV	
5	1957	Ιαν	1 4-Ιαν	4	4/1/1957	1957,00935	NV	
6	1957	Ιαν	1 5-Ιαν	5	5/1/1957	1957,012088	NV	
7	1957	Ιαν	1 6-Ιαν	6	6/1/1957	1957,014826	NV	
8	1957	Ιαν	1 7-Ιαν	7	7/1/1957	1957,017564	NV	
9	1957	Ιαν	1 8-Ιαν	8	8/1/1957	1957,020302	NV	
10	1957	Ιαν	1 9-Ιαν	9	9/1/1957	1957,02304	NV	
11	1957	Ιαν	1 10-Ιαν	10	10/1/1957	1957,025778	NV	
12	1957	Ιαν	1 11-Ιαν	11	11/1/1957	1957,028516	NV	
13	1957	Ιαν	1 12-Ιαν	12	12/1/1957	1957,031254	NV	
14	1957	Ιαν	1 13-Ιαν	13	13/1/1957	1957,033992	NV	
15	1957	Ιαν	1 14-Ιαν	14	14/1/1957	1957,03673	NV	
16	1957	Ιαν	1 15-Ιαν	15	15/1/1957	1957,039468	NV	
17	1957	Ιαν	1 16-Ιαν	16	16/1/1957	1957,042205	NV	
18	1957	Ιαν	1 17-Ιαν	17	17/1/1957	1957,044943	NV	
19	1957	Ιαν	1 18-Ιαν	18	18/1/1957	1957,047681	NV	
20	1957	Ιαν	1 19-Ιαν	19	19/1/1957	1957,050419	NV	
21	1957	Ιαν	1 20-Ιαν	20	20/1/1957	1957,053157	NV	

Εικόνα 29 Τελική μορφή επεξεργασμένων δεδομένων TSI.

### 4.3 Δημιουργία γραφημάτων.

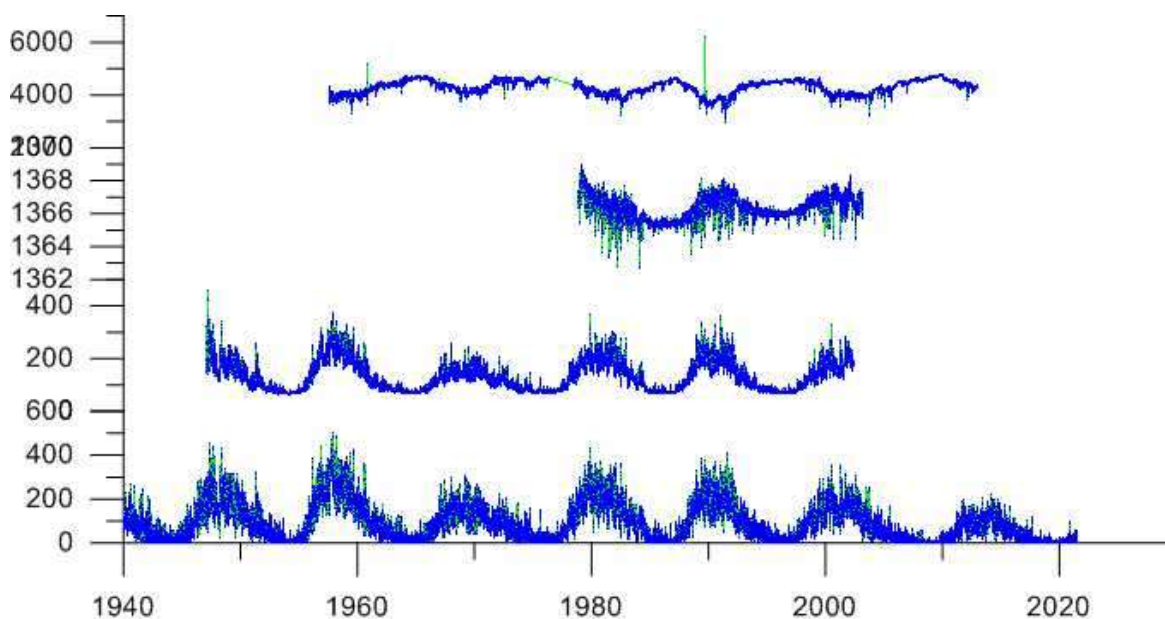
Έχοντας έτοιμα τα δεδομένα για εισαγωγή στο πρόγραμμα δημιουργίας γραφικών παραστάσεων Grapher 8 έπρεπε να αποφασίσουμε για το χρονικό εύρος των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσουμε και τον τρόπο εμφάνισης σε κάθε γραφική παράσταση.

Ως χρονικό εύρος των γραφικών παραστάσεων επιλέχθηκε το διάστημα από το έτος 1975 έως το έτος 2005. Σε αυτό το χρονικό διάστημα έχουμε μετρήσεις τόσο για τα ηλιακά όσο και για τα μετεωρολογικά δεδομένα στο σύνολο αυτών. Το χρονικό εύρος αυτό καλύπτει δύο πλήρης 11ετής ηλιακούς κύκλους τον 21ο από το 1976 έως το 1986, τον 22ο από το 1986 έως το 1996 και ένα τμήμα από τον 23ο κύκλο που αρχίζει το 1996 και τελειώνει το 2008. Επίσης μέσα σε αυτή τη χρονική περίοδο οι τέσσερις ηλιακοί δείκτες παρουσιάζουν τρία μέγιστα και τρία ελάχιστα. Για τις ηλιακές κηλίδες, τη ραδιοροή στα 10.7 cm (F10.7) και για την ηλιακή ακτινοβολία τα μέγιστα είναι περίπου στα έτη 1980, 1991 και 2002, ενώ τα ελάχιστα είναι περίπου στα έτη 1975, 1986 και 1997. Για τη κοσμική γαλαξιακή ακτινοβολία που έχει αντίστροφη έκφραση καμπύλης σε σχέση με τις άλλες ηλιακές σταθερές τα μέγιστα βρίσκονται περίπου στα έτη 1975, 1986 και 1997 και τα ελάχιστα εντοπίζονται αντίστοιχα περίπου στα έτη 1980, 1991 και 2002. Έχουμε λοιπόν ένα ικανό χρονικό εύρος μέσα στο οποίο θα μπορέσουμε να κάνουμε την έρευνα και τις παρατηρήσεις μας Εικόνα 30.

Αρχικά υπήρχε ως πλάνο σε ένα γράφημα να εμφανίζονται οι γραφικές παραστάσεις και των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων και μίας μετεωρολογικής παραμέτρου και για τους δώδεκα ΜΣ που μελετάμε. Μετά από δοκιμές και πειραματισμούς διαπιστώθηκε ότι αυτό δεν ήταν εφικτό και ευκρινές, οπότε καταλήξαμε στην εμφάνιση ανά γράφημα των τεσσάρων γραφικών παραστάσεων των ηλιακών παραμέτρων και μίας μετεωρολογικής ανά ένα ΜΣ Εικόνα 30.

Αφού κάναμε τις γραφικές παραστάσεις σε κάθε γράφημα επιλέχθηκε να εμφανίζεται μόνο η γραμμή των γραφικών παραστάσεων και όχι τα σημεία καθώς τα δεδομένα μας είναι σε ημερήσια μορφή, που σημαίνει μεγάλο πλήθος σημείων και οι διαστάσεις του γραφήματος είναι περιορισμένες λόγω ευνότητας έλλειψης χώρου Εικόνα 30.

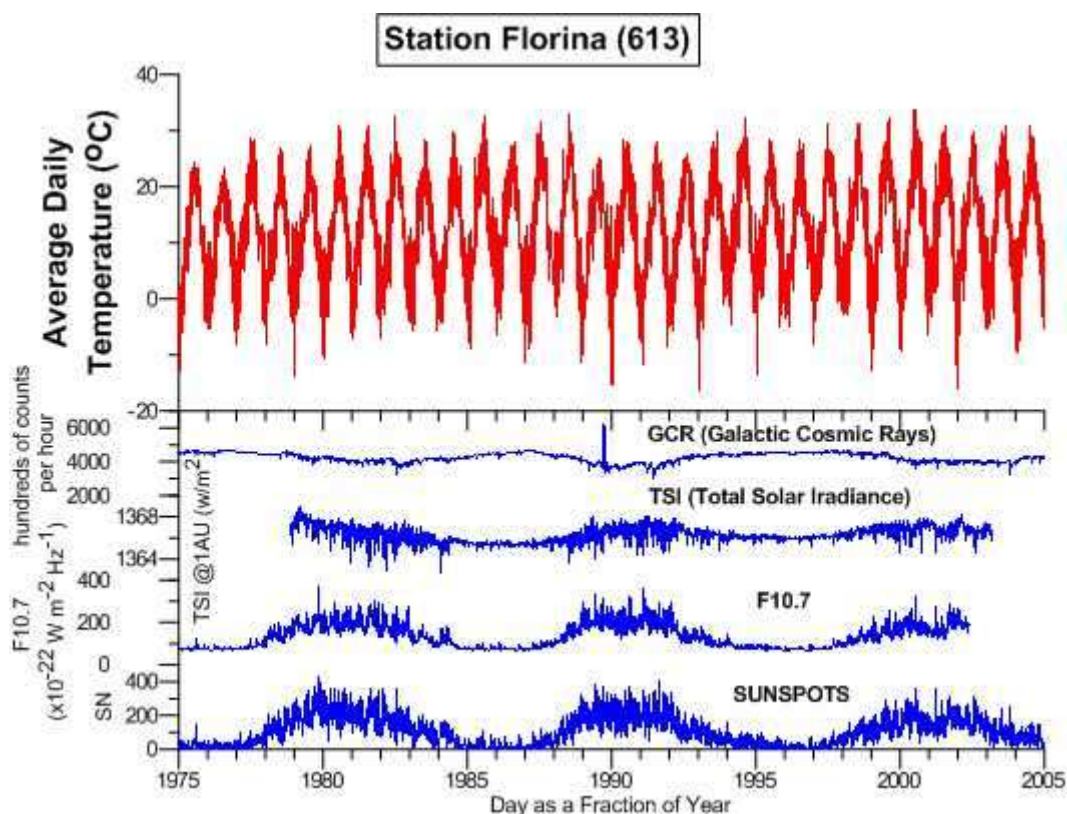




**Εικόνα 30** Από τις δοκιμές δημιουργίας των γραφημάτων. Φαίνεται το συνολικό χρονικό εύρος των δεδομένων που έχουμε για κάθε ηλιακή παράμετρο. Ταυτόχρονη εμφάνιση σημείων (μπλε χρώμα) και γραμμών (πράσινο χρώμα) γραφικών παραστάσεων.

Για τις γραφικές παραστάσεις των ηλιακών παραμέτρων επιλέχθηκε το μπλε χρώμα, ενώ για τη γραφική παράσταση της αντίστοιχης μετεωρολογικής σταθεράς του ΜΣ που αφανίζεται επιλέχθηκε το κόκκινο χρώμα για να έχουμε την καλύτερη αντίθεση και την καλύτερη απόδοση ευκρίνειας. Με αυτό τον τρόπο εμφάνισης γίνετε ευκολότερα η μελέτη των γραφημάτων.

Οι γραφικές παραστάσεις των ηλιακών δεικτών εμφανίζονται στο κάτω μέρος του γραφήματος, με σειρά εμφάνισης από κάτω προς τα πάνω του αριθμού των ηλιακών κηλίδων, της ραδιοροής στα 10.7 cm (F10.7), της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας και της κοσμικής γαλαξιακής ακτινοβολίας, η οποία έχει αντίστροφη έκφραση των μεγίστων και των ελαχίστων σε σχέση με τις τρεις πρώτες. Τέλος στο πάνω μέρος του γραφήματος εμφανίζεται η γραφική παράσταση της μετεωρολογικής παραμέτρου ανά ΜΣ που μελετάμε κάθε φορά Εικόνα 31.



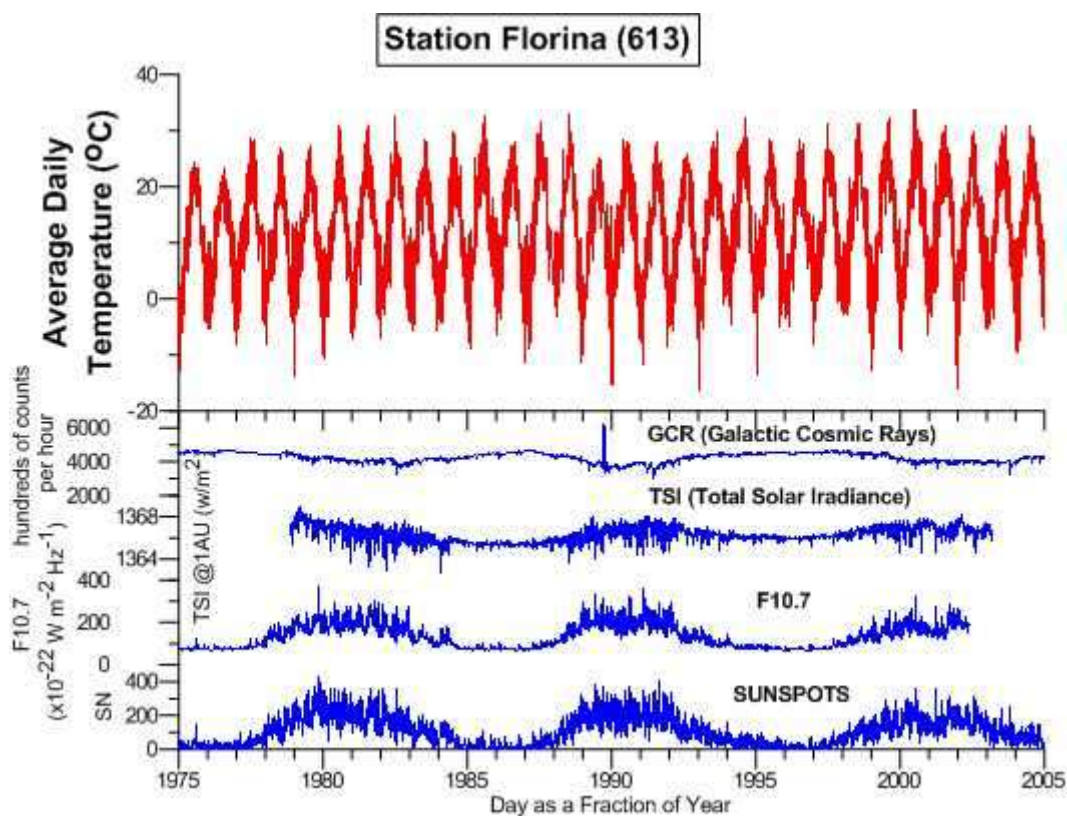
Εικόνα 31 Τελική μορφή γραφημάτων.

## 5. Μελέτη της επίδρασης του ήλιου.

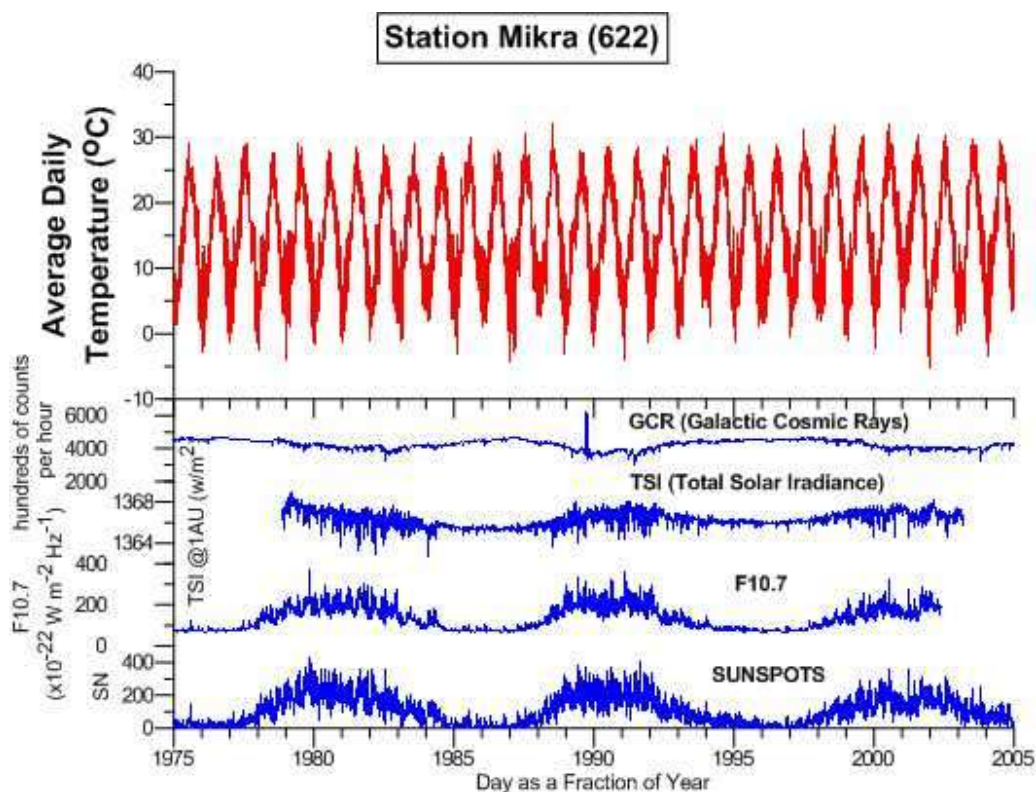
Σε αυτό το κεφάλαιο θα παραθέσουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν και θα προσπαθήσουμε μέσα από τη παρατήρηση των γραφικών παραστάσεων των γραφημάτων να διερευνήσουμε τυχόν συσχέτιση ή μη της ηλιακής δραστηριότητας με τα μετεωρολογικά δεδομένα. Η διαδικασία είναι εμπειρική και απλοϊκή, αλλά δεδομένου της πολυπλοκότητας του μηχανισμού επιρροής που ενδεχομένως να έχει ο ήλιος στις εκφράσεις του κλίματος, είναι καταρχήν μια καλή προσέγγιση για εντοπισμό στοιχείων και ενδείξεων συσχετισμού και μοτίβων που μπορεί να υπάρχουν.

### 5.1 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 32. έως Εικόνα 43, προκειμένου να μελετηθούν.

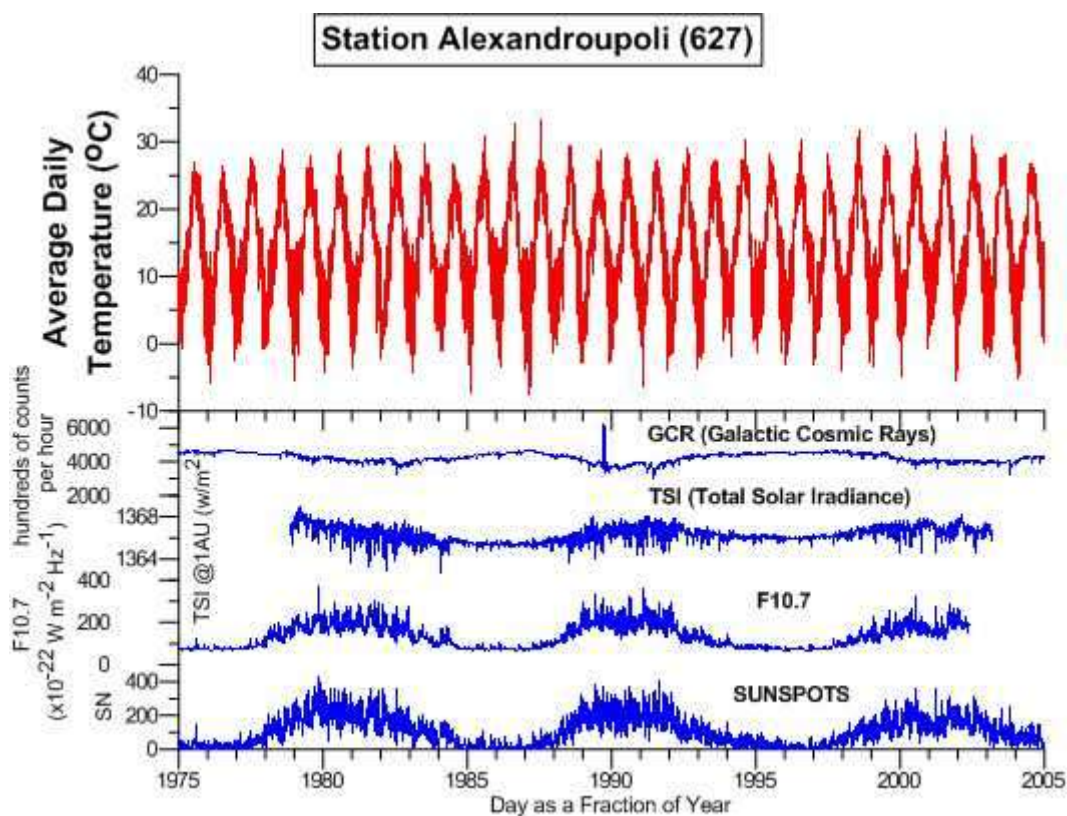


Εικόνα 32 Η μέση ημερήσια θερμοκρασία για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.

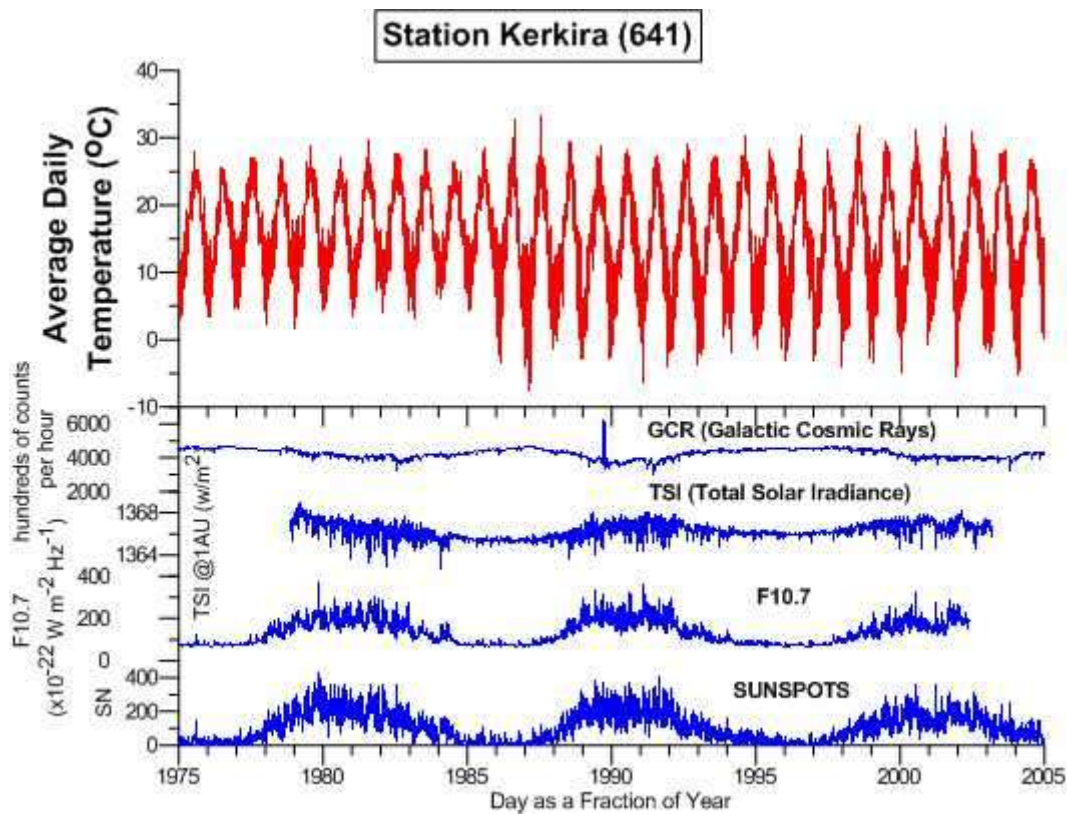


Εικόνα 33 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

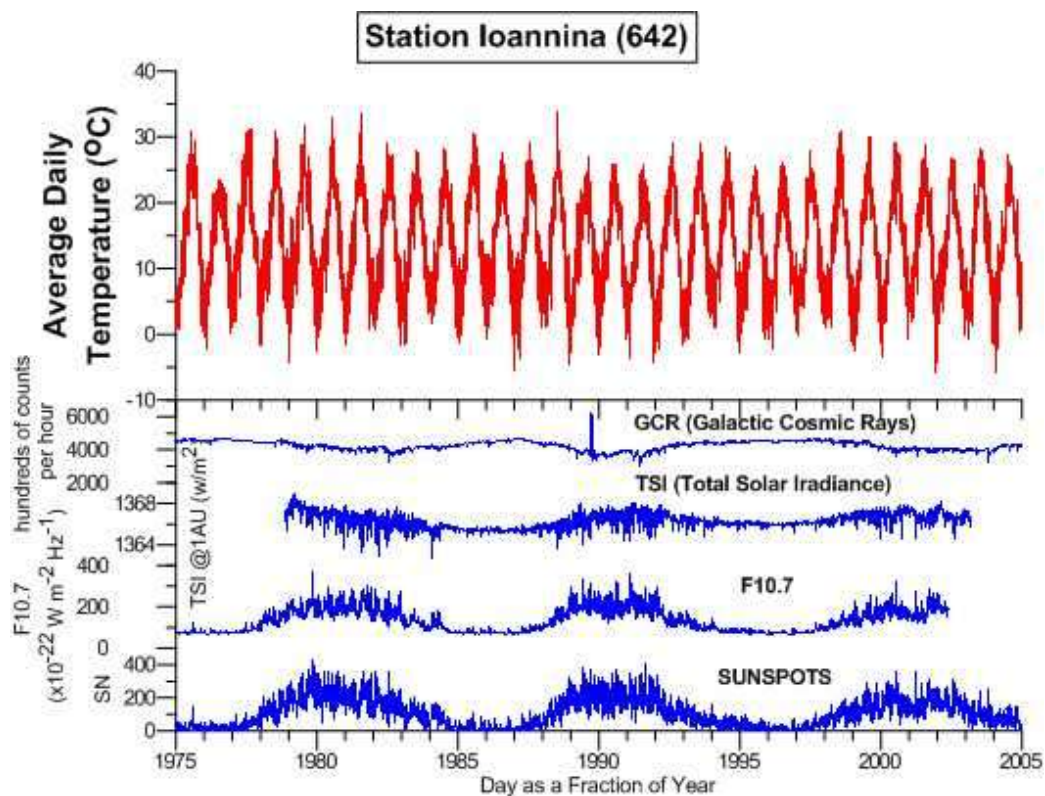




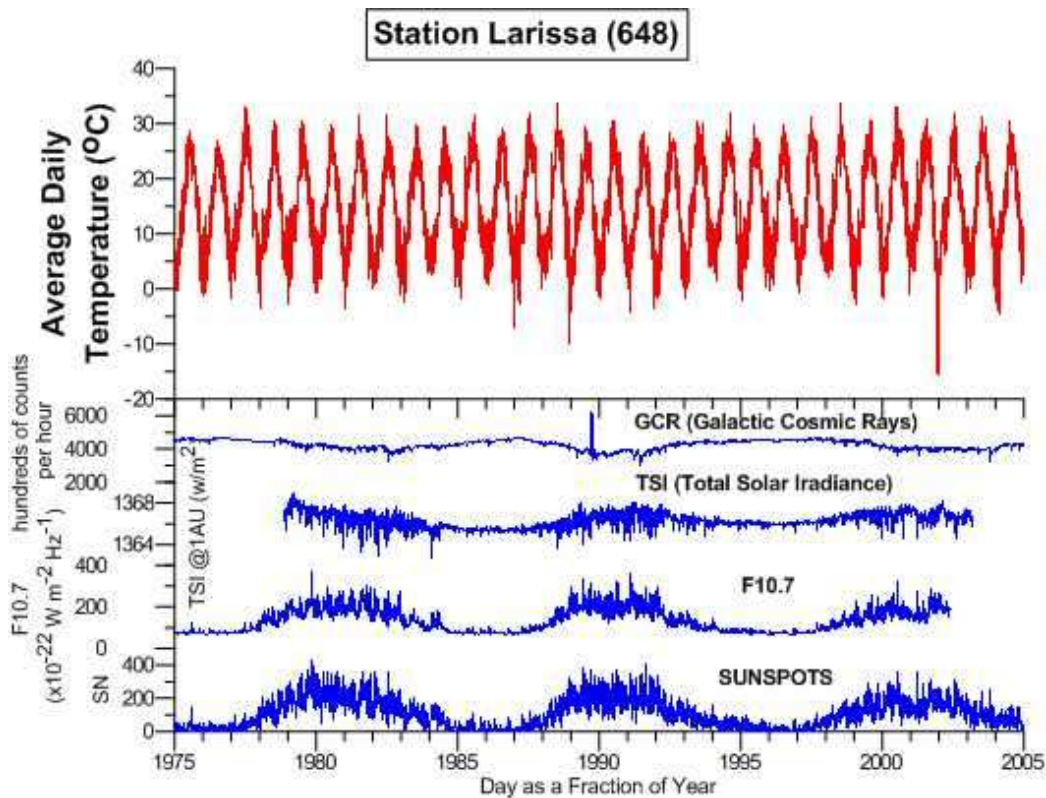
Εικόνα 34 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.



Εικόνα 35 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

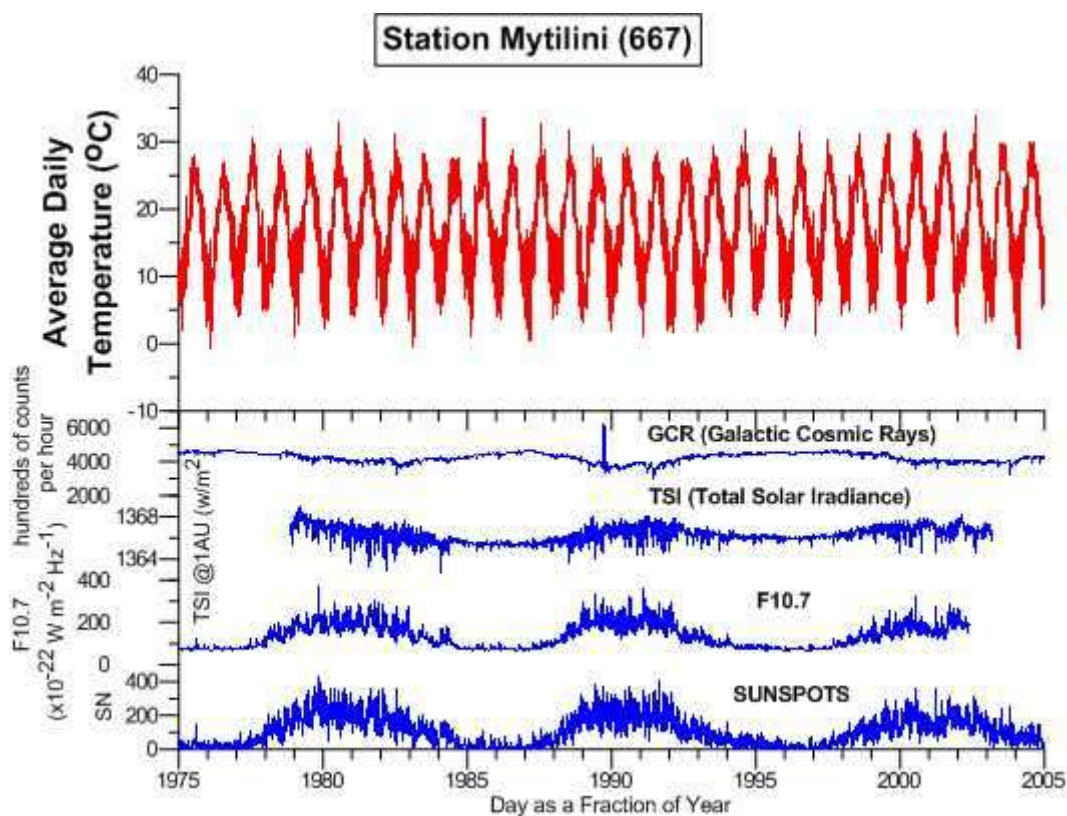


Εικόνα 36 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

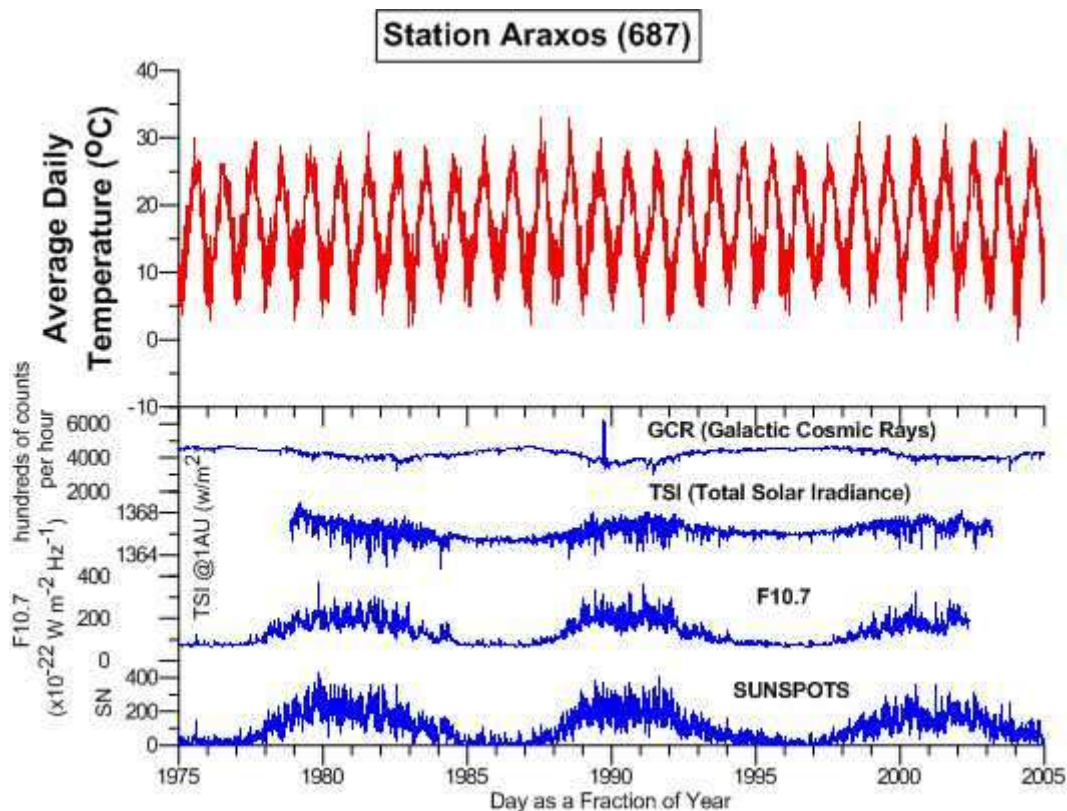


Εικόνα 37 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.



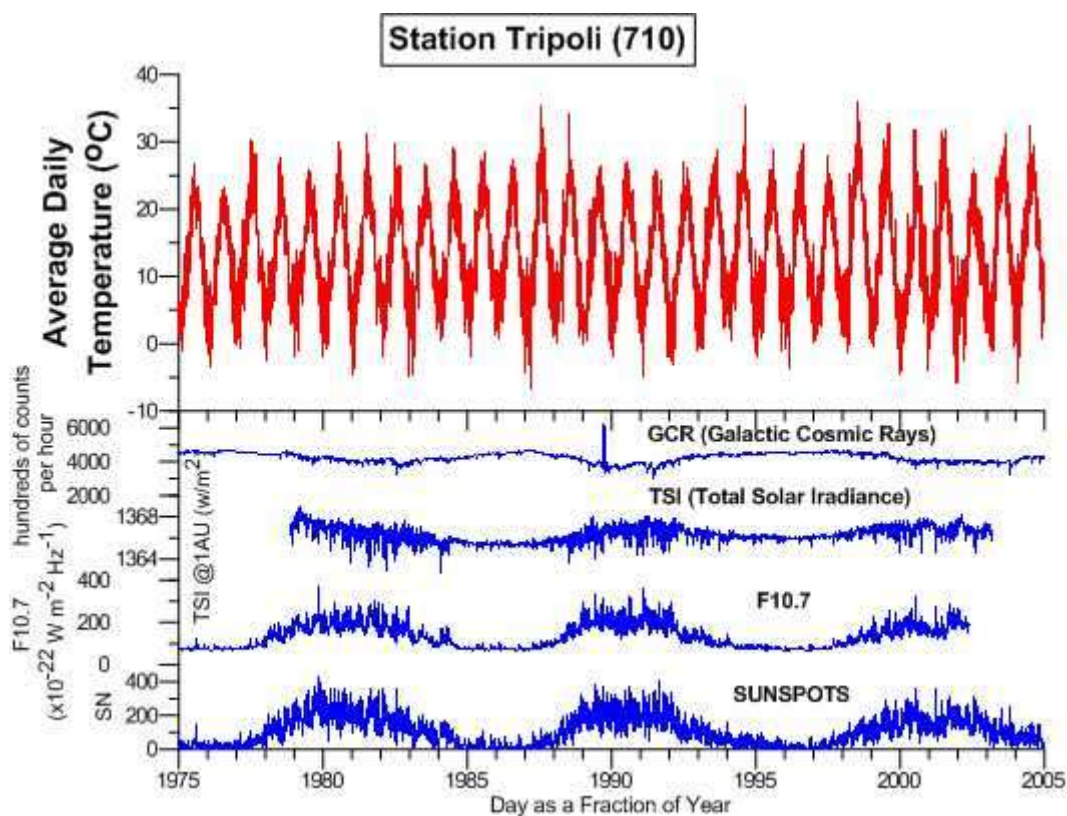


Εικόνα 38 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

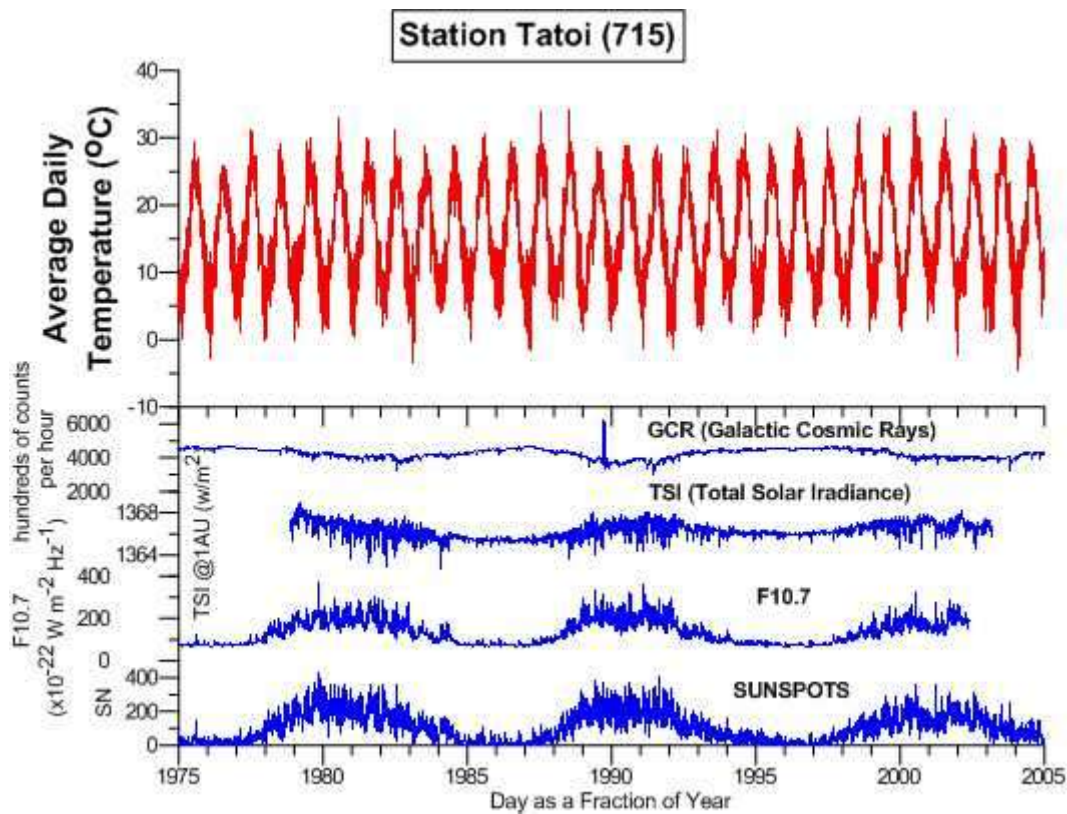


Εικόνα 39 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Αραξου.

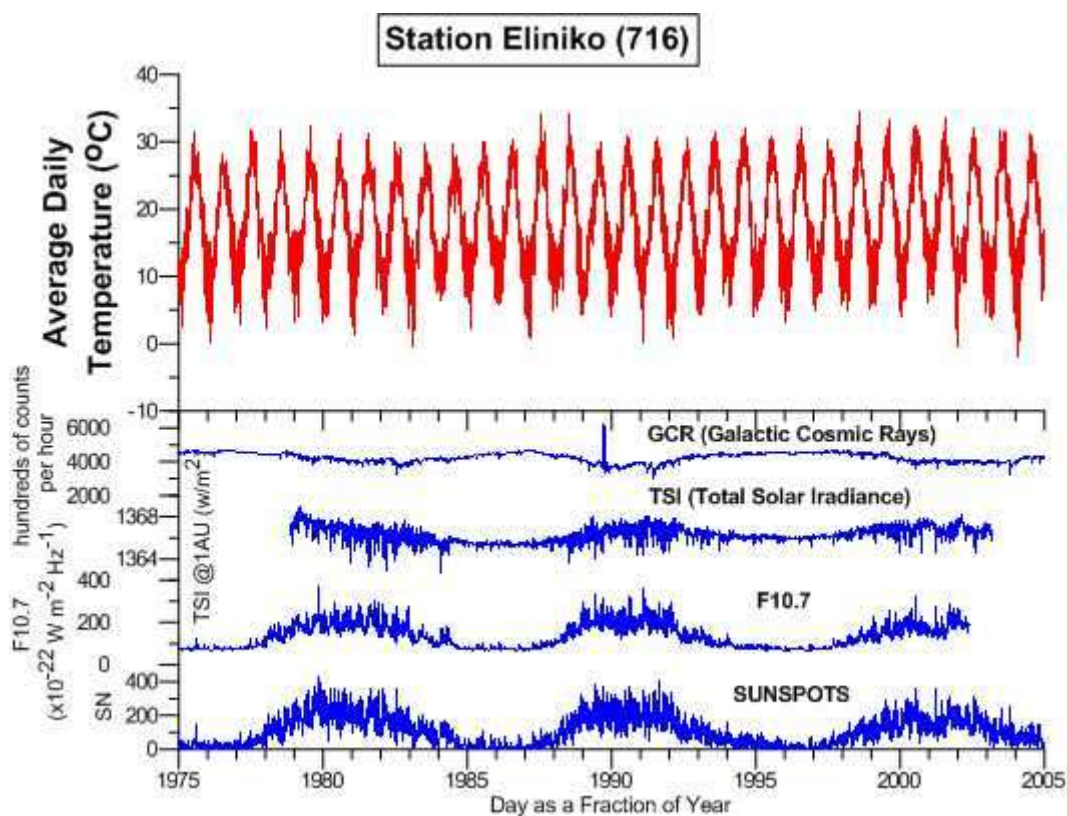




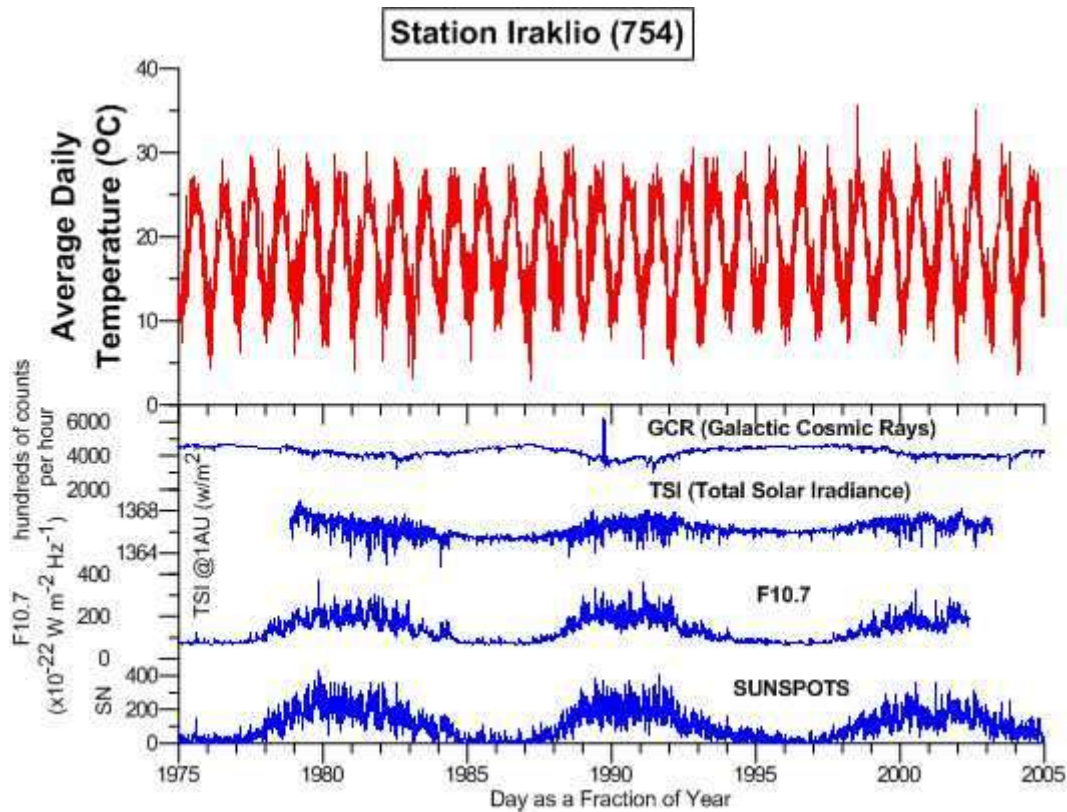
Εικόνα 40 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.



Εικόνα 41 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 42 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



Εικόνα 43 Όπως στην εικόνα 32, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Από τις γραφικές παραστάσεις της θερμοκρασίας σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα υπάρχουν κάποιες ενδείξεις συσχέτισης αλλά όχι ξεκάθαρες. Αν ακολουθήσουμε το περίγραμμα των μεγίστων και των ελαχίστων της γραφικής παράστασης της θερμοκρασίας φαίνεται να υπάρχει κοινό μοτίβο σε σχέση με τις ηλιακές καμπύλες χωρίς όμως να είναι τελείως ξεκάθαρο, έτσι ώστε να μπορέσουμε να στοιχειοθετήσουμε κάποια ετυμολογία με ασφάλεια. Ειδικότερα πιο ισχυρές ενδείξεις φαίνονται στις γραφικές παραστάσεις των ΜΣ Φλώρινας Εικόνα 32, Μίκρας

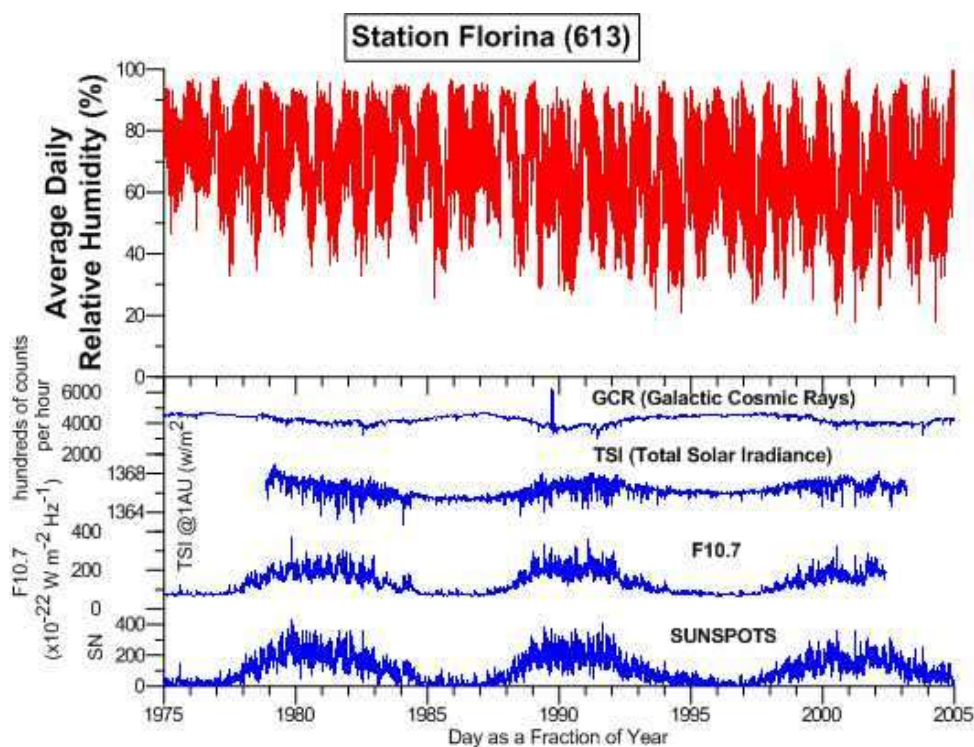
Εικόνα 33, Ιωαννίνων Εικόνα 36, Λάρισας Εικόνα 37 και Ηρακλείου Εικόνα 43 σε σχέση με τους υπόλοιπους ΜΣ.

Πάντως επί του παρόντος δεν μπορούμε να πούμε με σιγουριά περί της ύπαρξης ή μη συσχέτισης της θερμοκρασίας στον Ελλαδικό χώρο σε σχέση με τις ηλιακές μεταβολές.

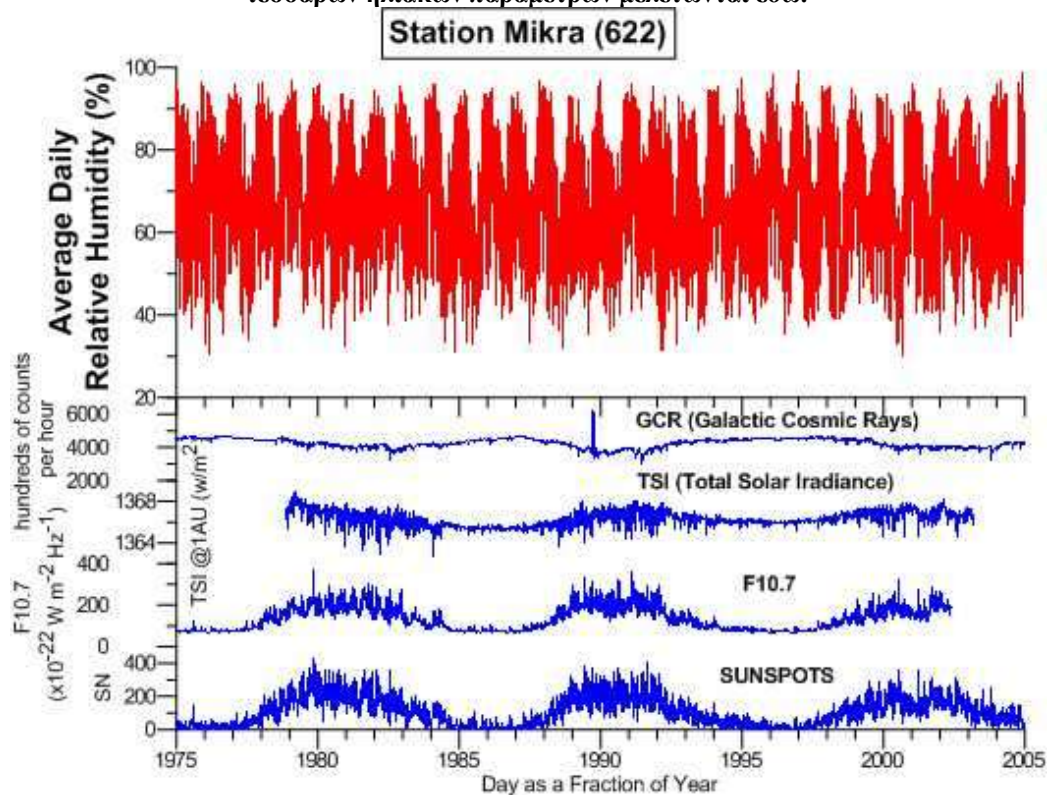
## **5.2 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα.**

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 44 έως Εικόνα 55, προκειμένου να μελετηθούν.

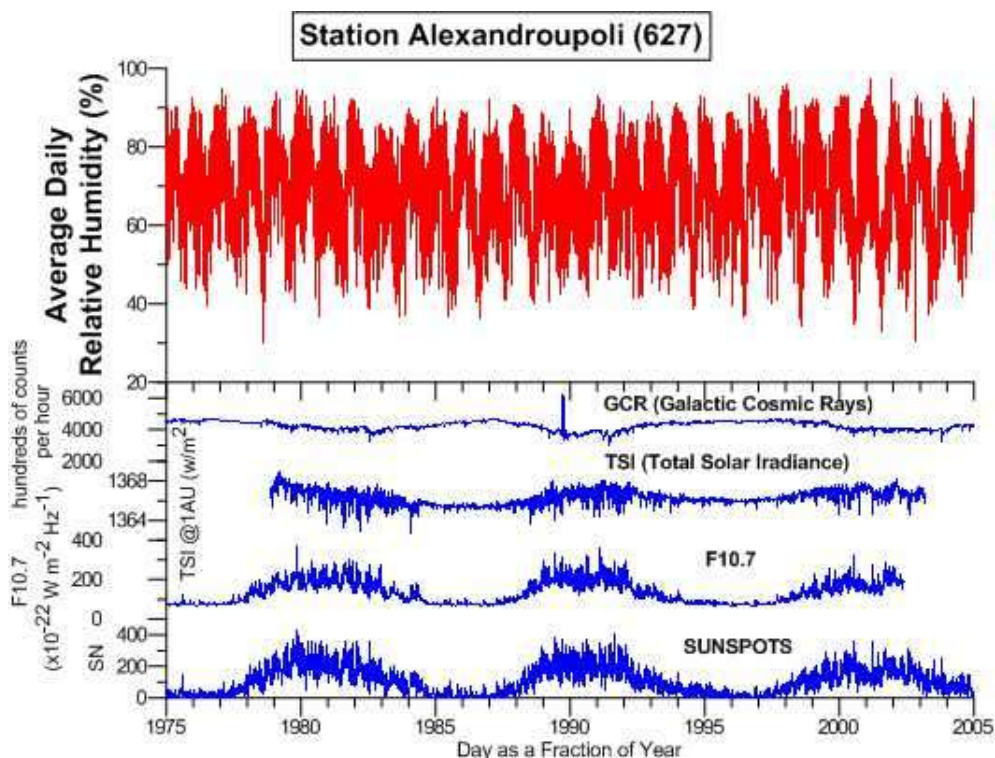




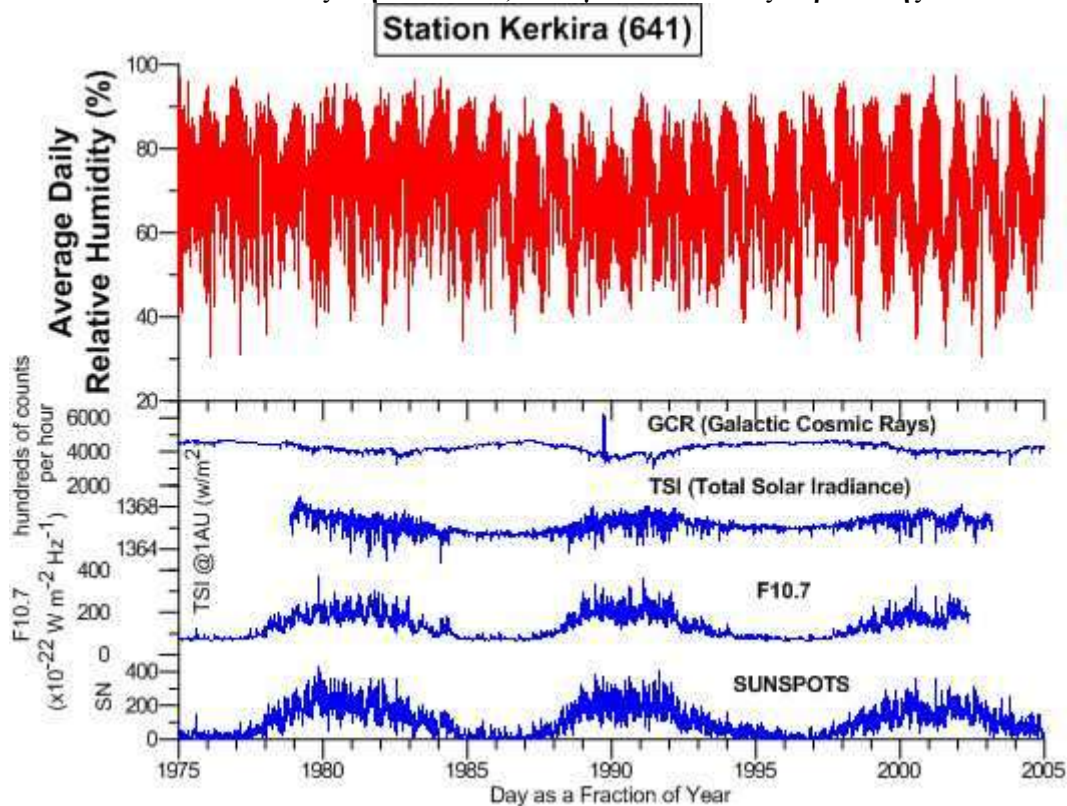
Εικόνα 44 Η μέση ημερήσια σχετική υγρασία για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



Εικόνα 45 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

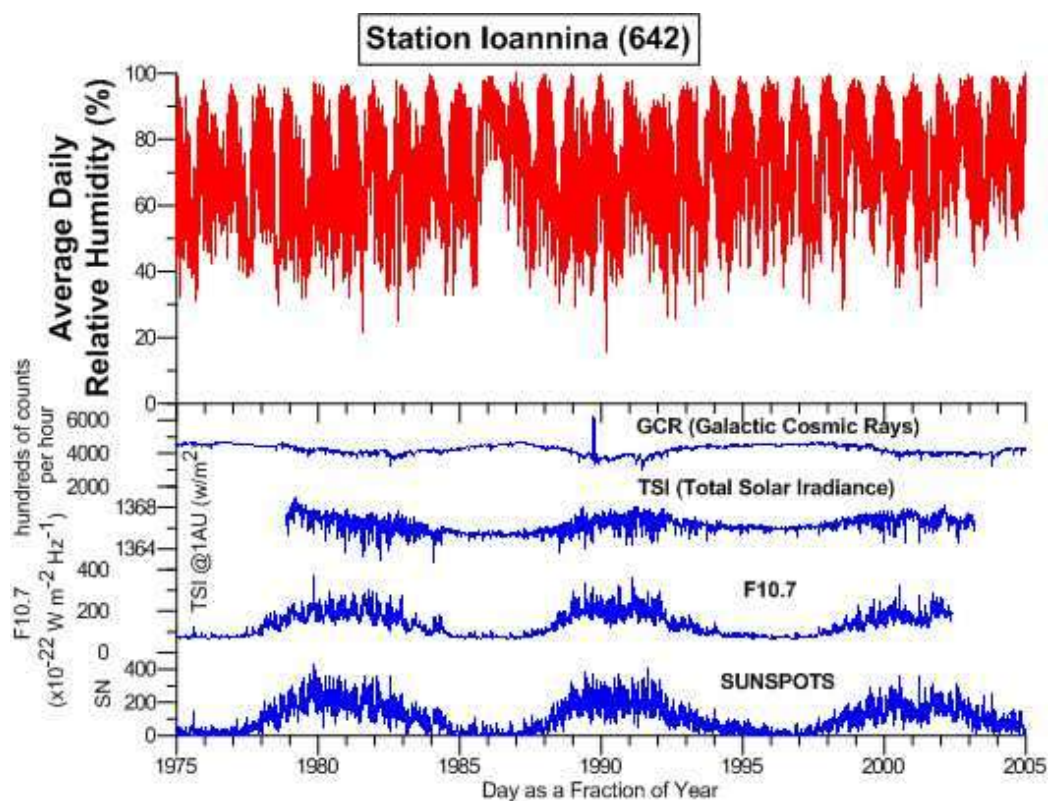


Εικόνα 46 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

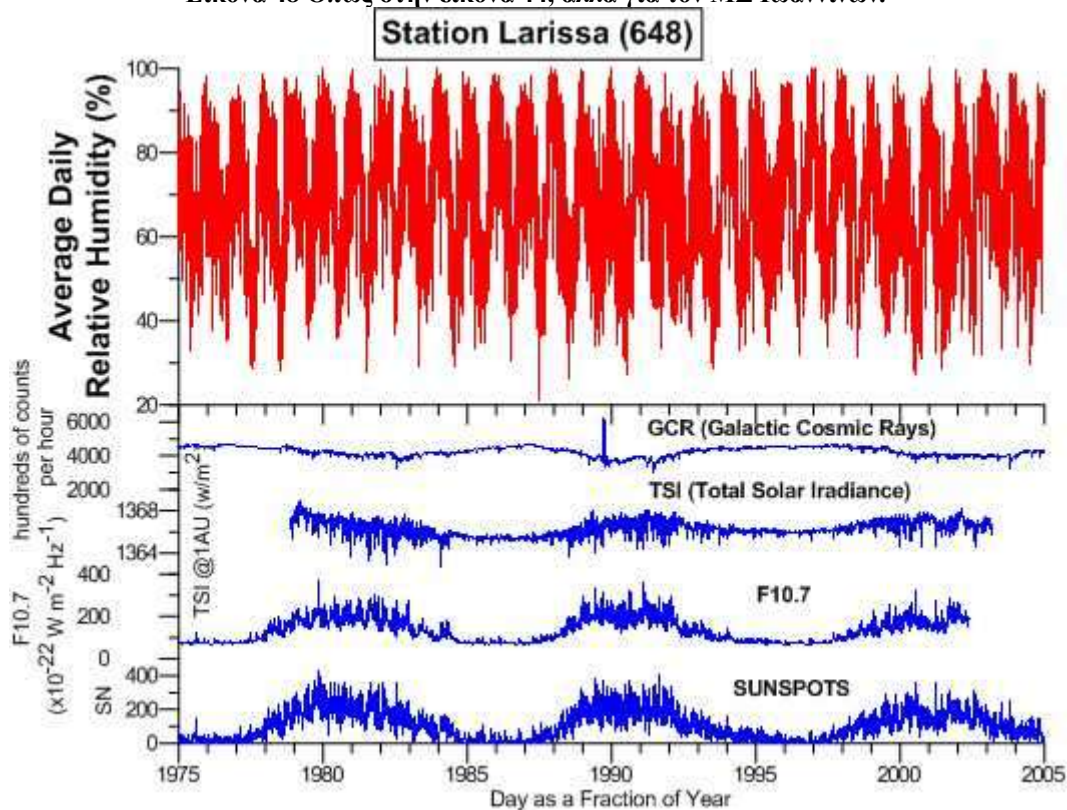


Εικόνα 47 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

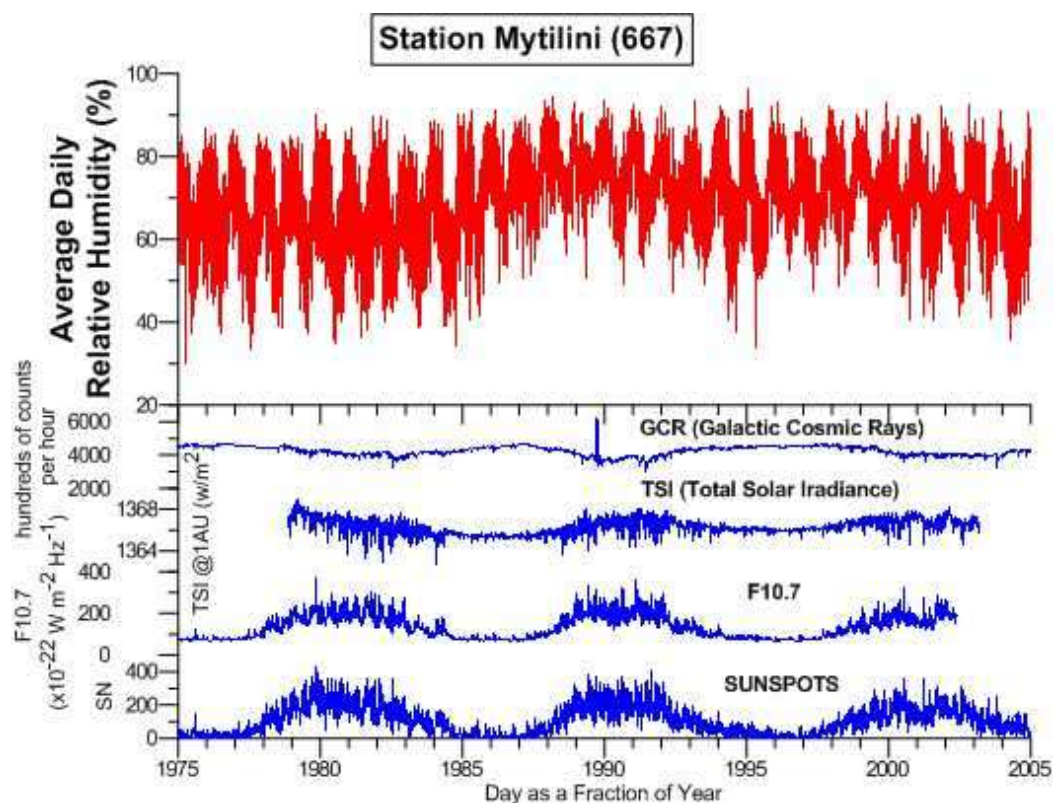




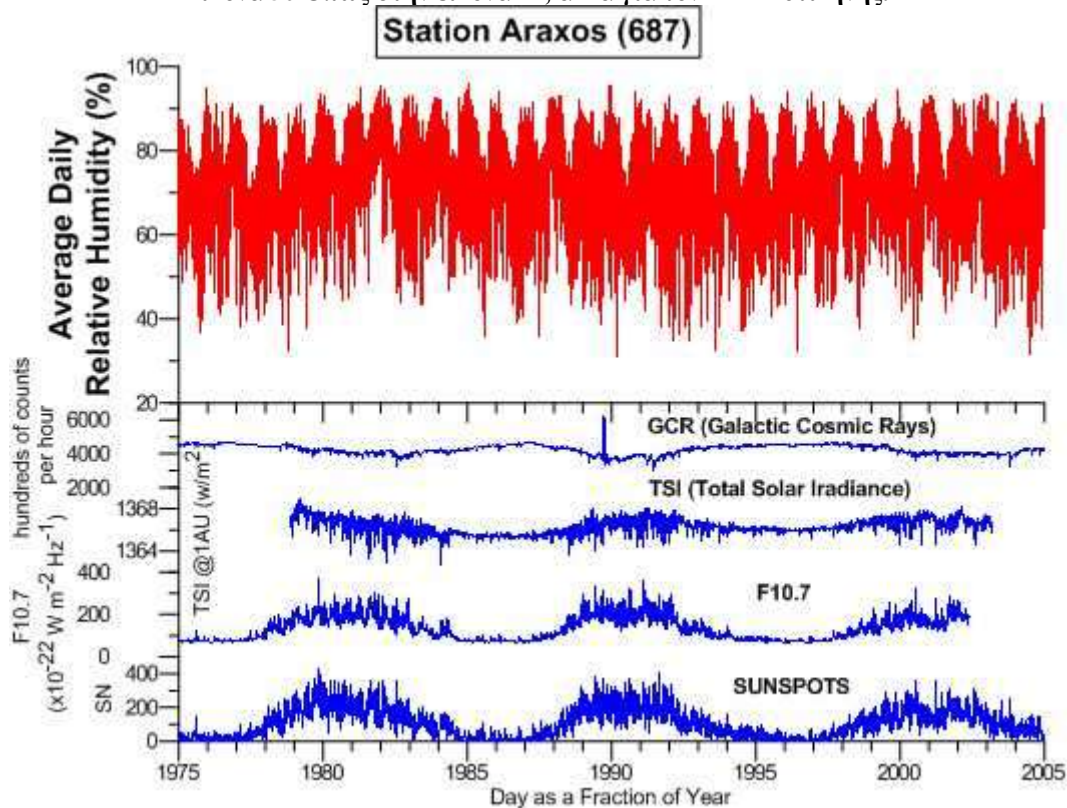
Εικόνα 48 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.



Εικόνα 49 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

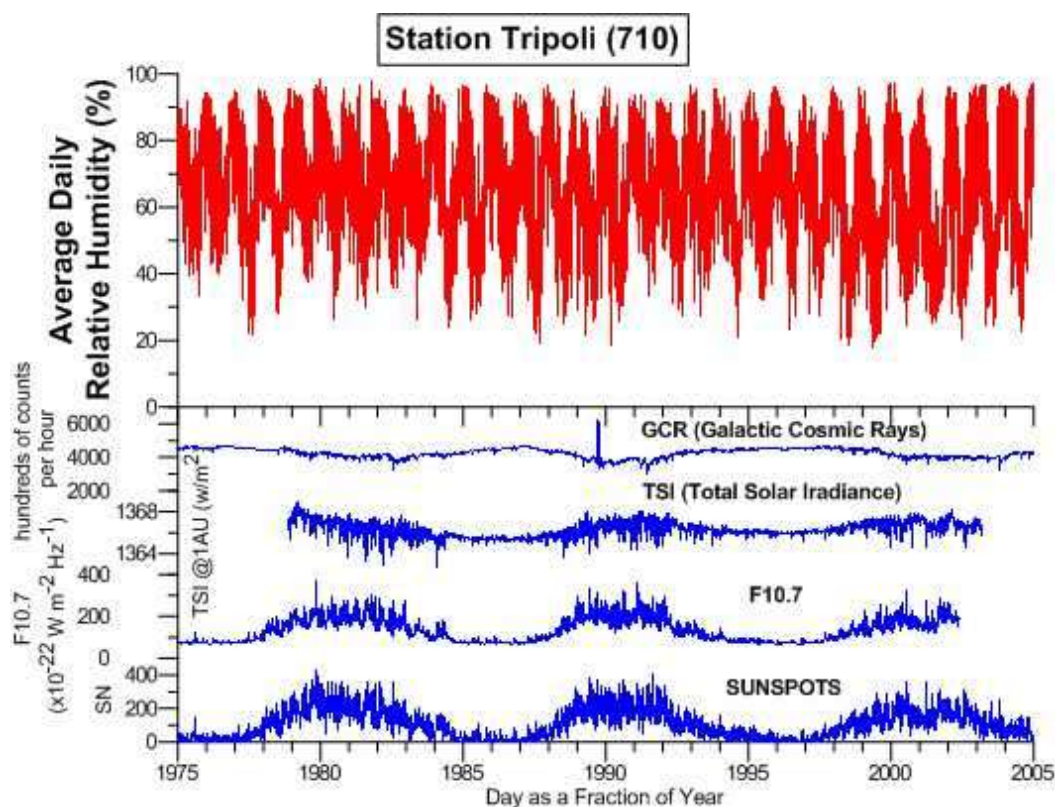


Εικόνα 50 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

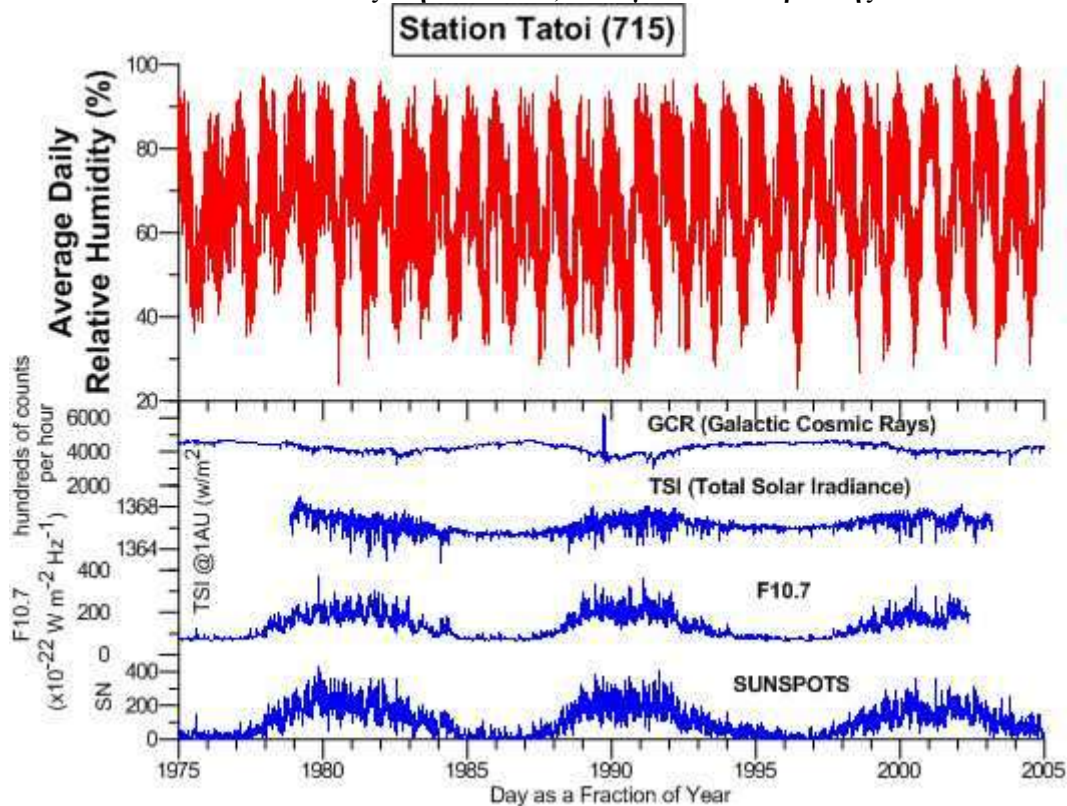


Εικόνα 51 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.

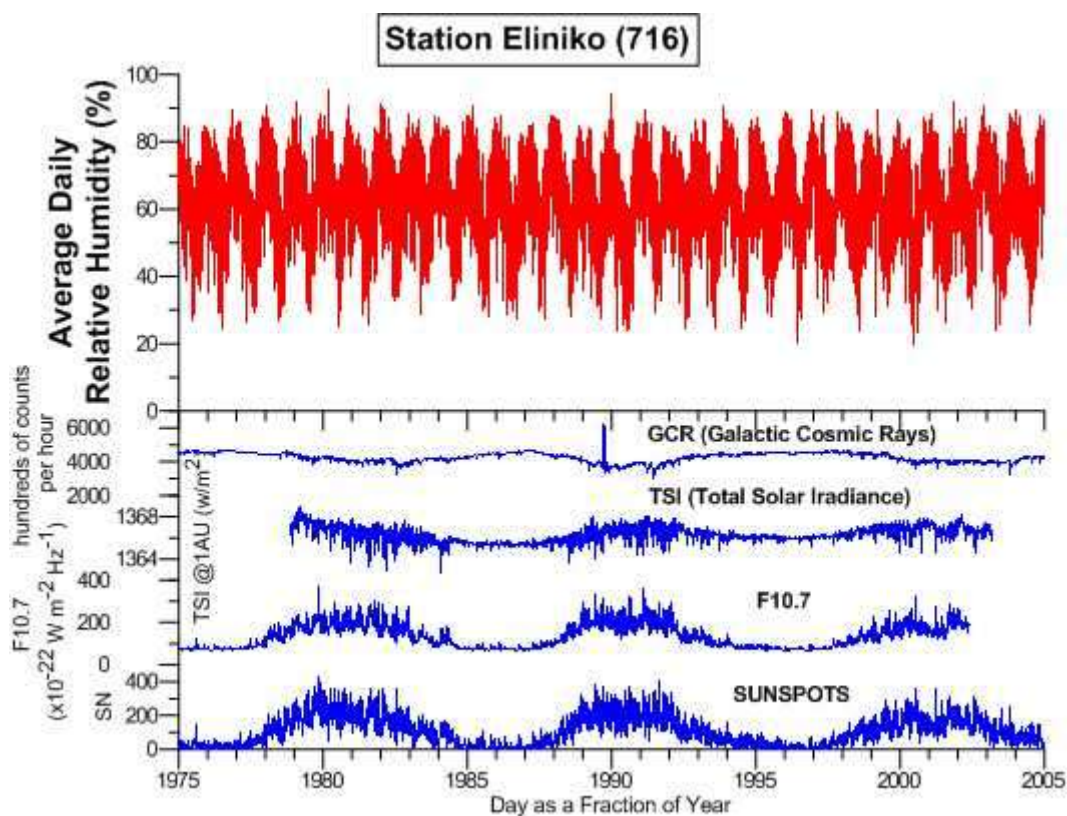




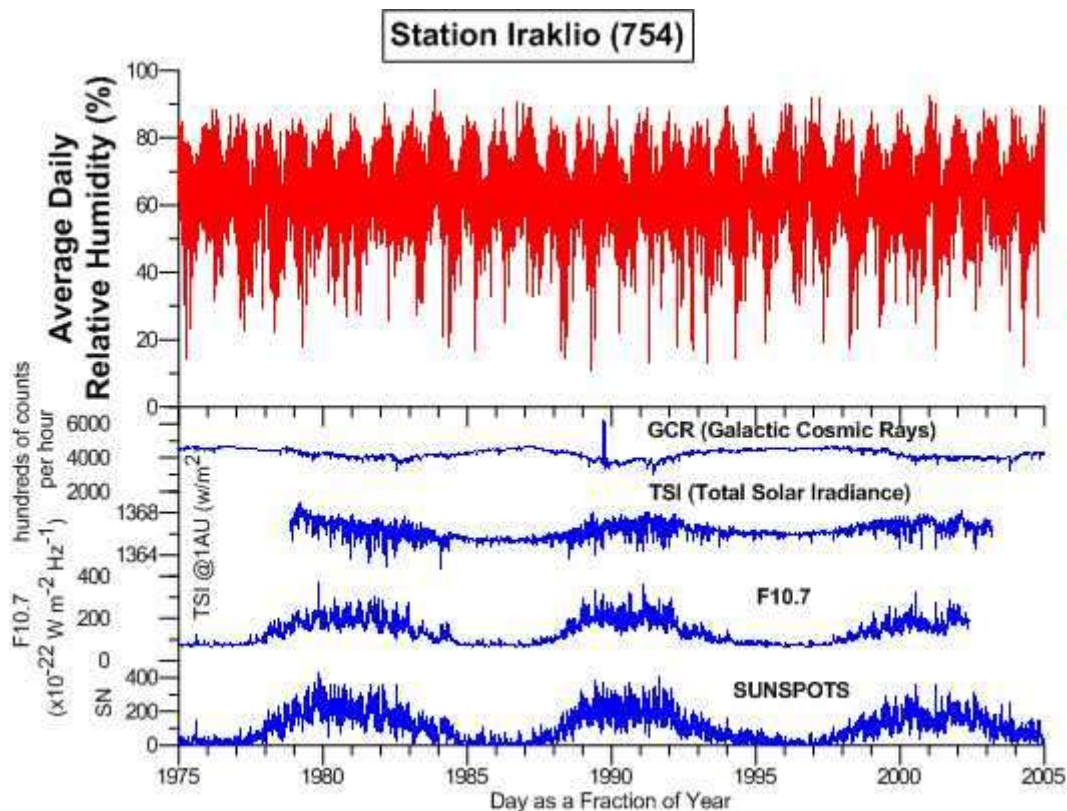
Εικόνα 52 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.



Εικόνα 53 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 54 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



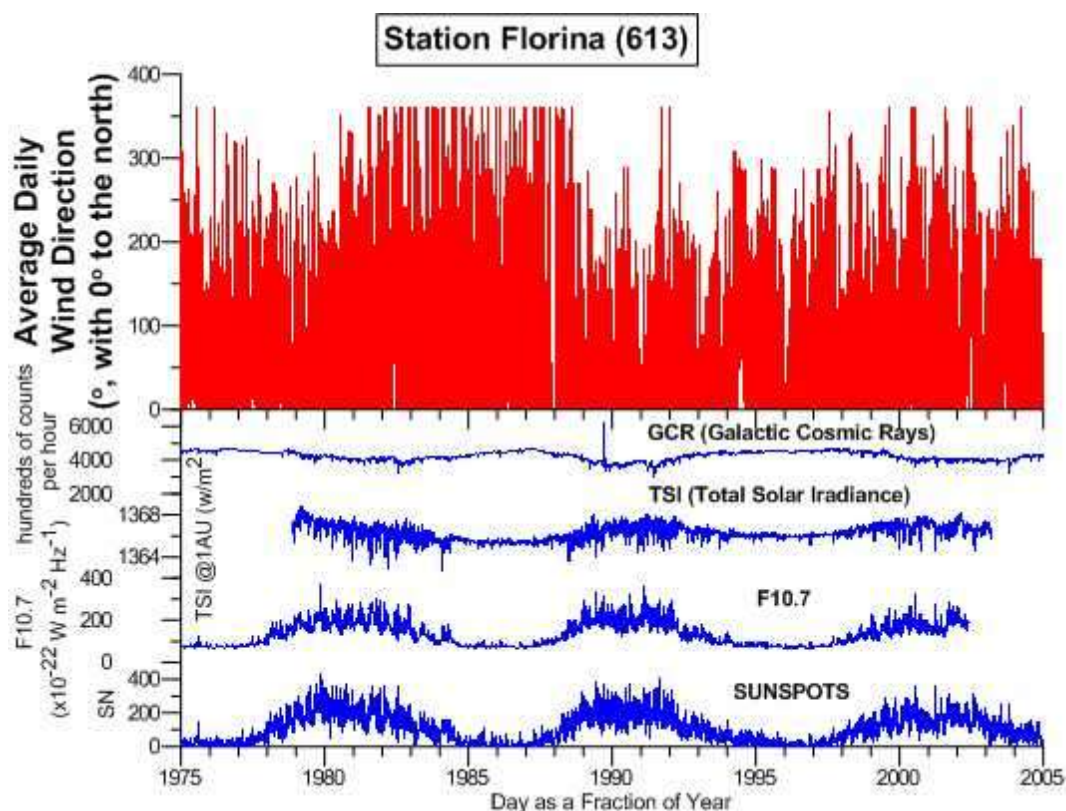
Εικόνα 55 Όπως στην εικόνα 44, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.



Από τις γραφικές παραστάσεις της σχετικής υγρασίας σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια συσχέτιση, τουλάχιστον γραφικά με τον τρόπο που τα δείξαμε.

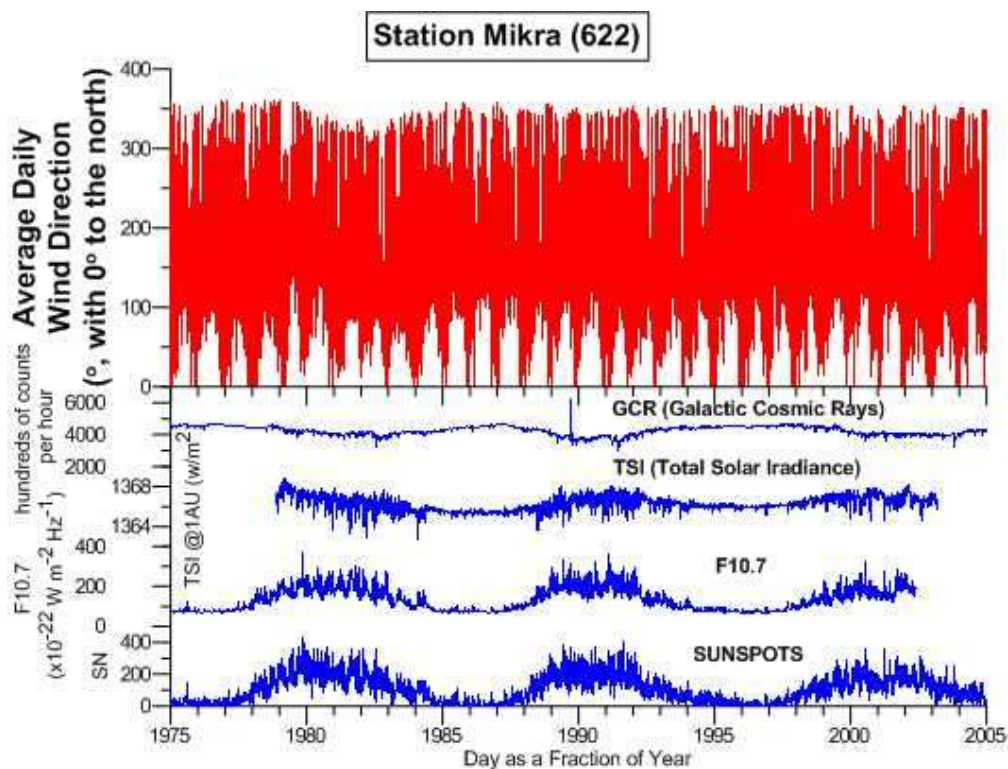
### 5.3 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας φοράς του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας φοράς του ανέμου ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 56 έως Εικόνα 67, προκειμένου να μελετηθούν.

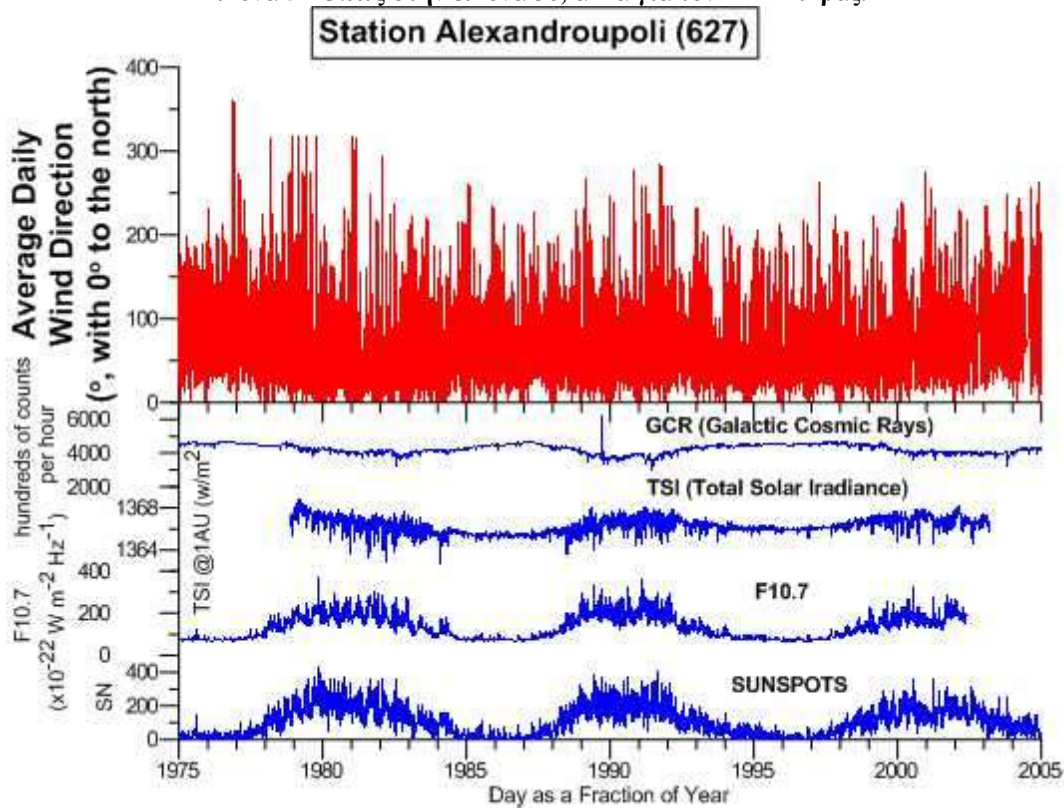


Εικόνα 56 Η μέση ημερήσια φορά του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.

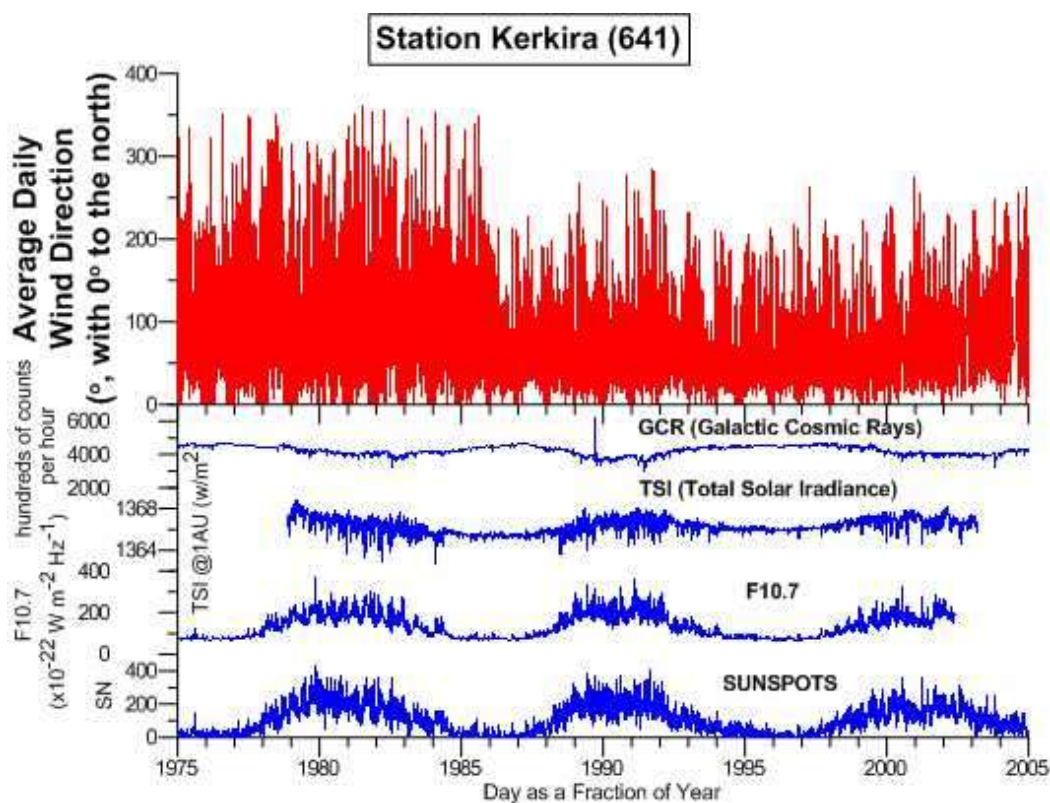




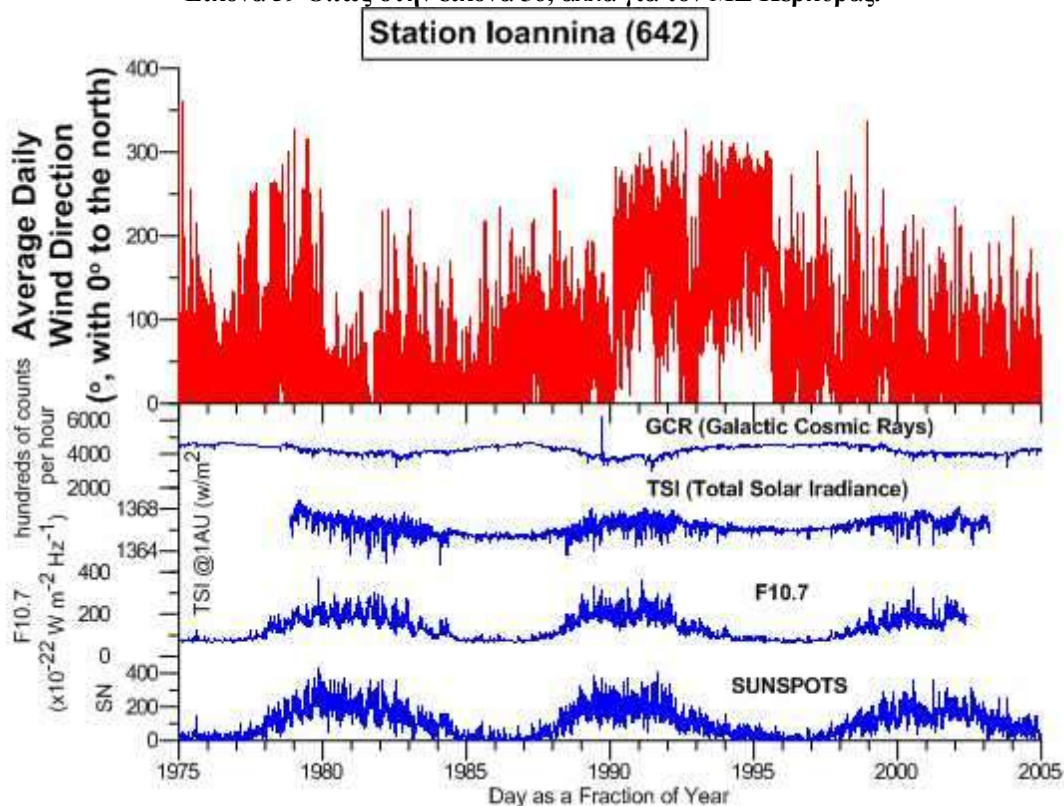
Εικόνα 57 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.



Εικόνα 58 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

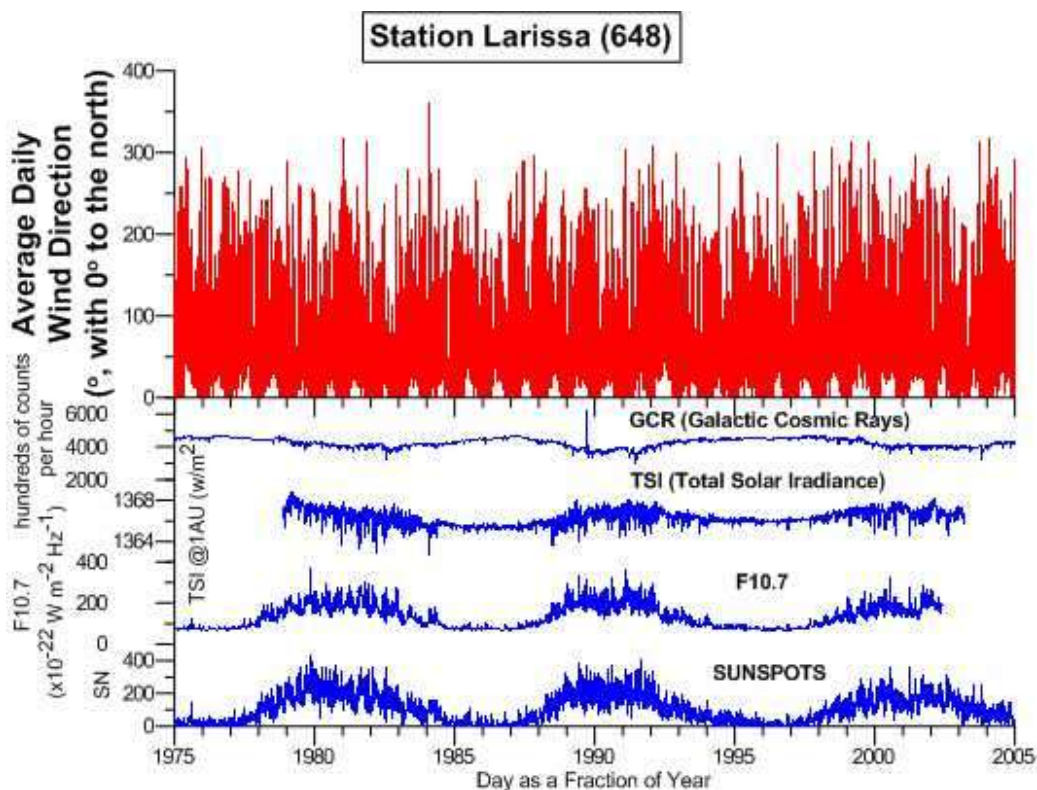


Εικόνα 59 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

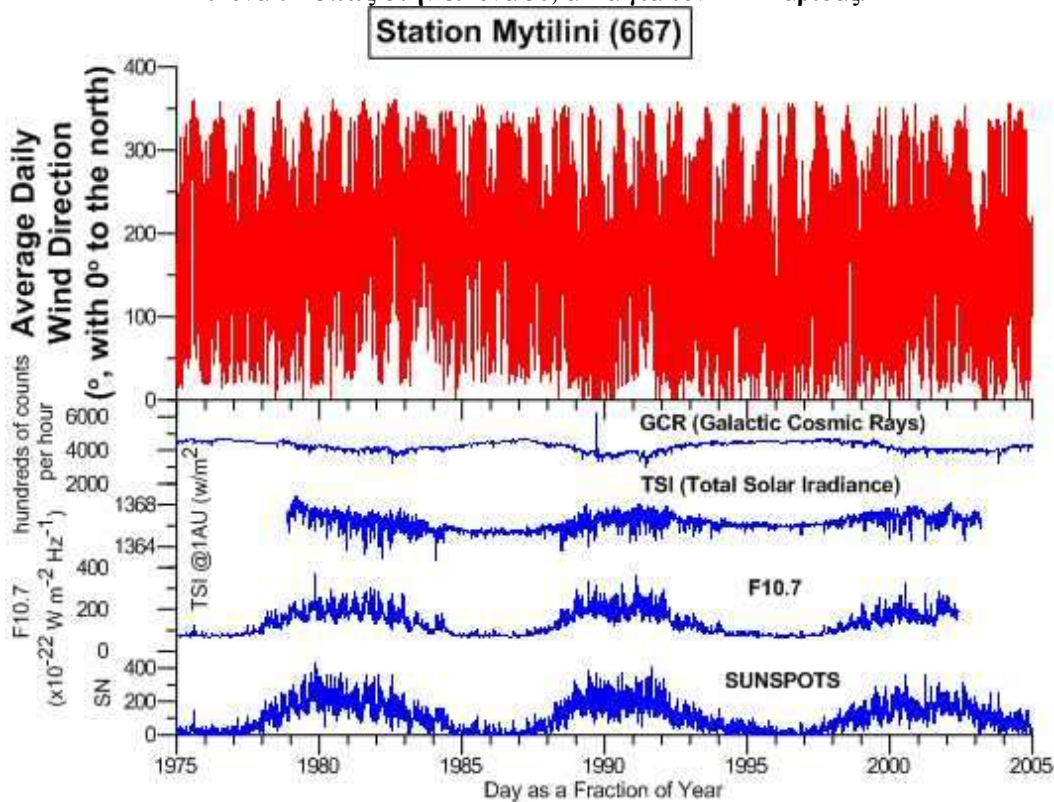


Εικόνα 60 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

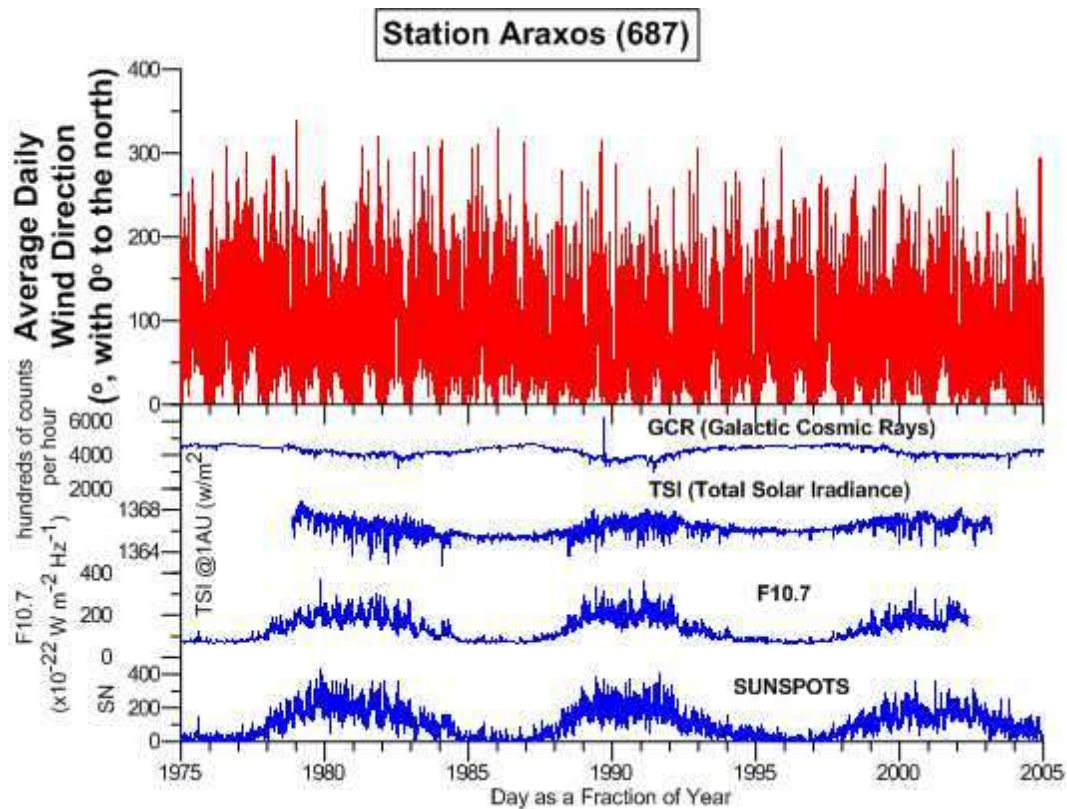




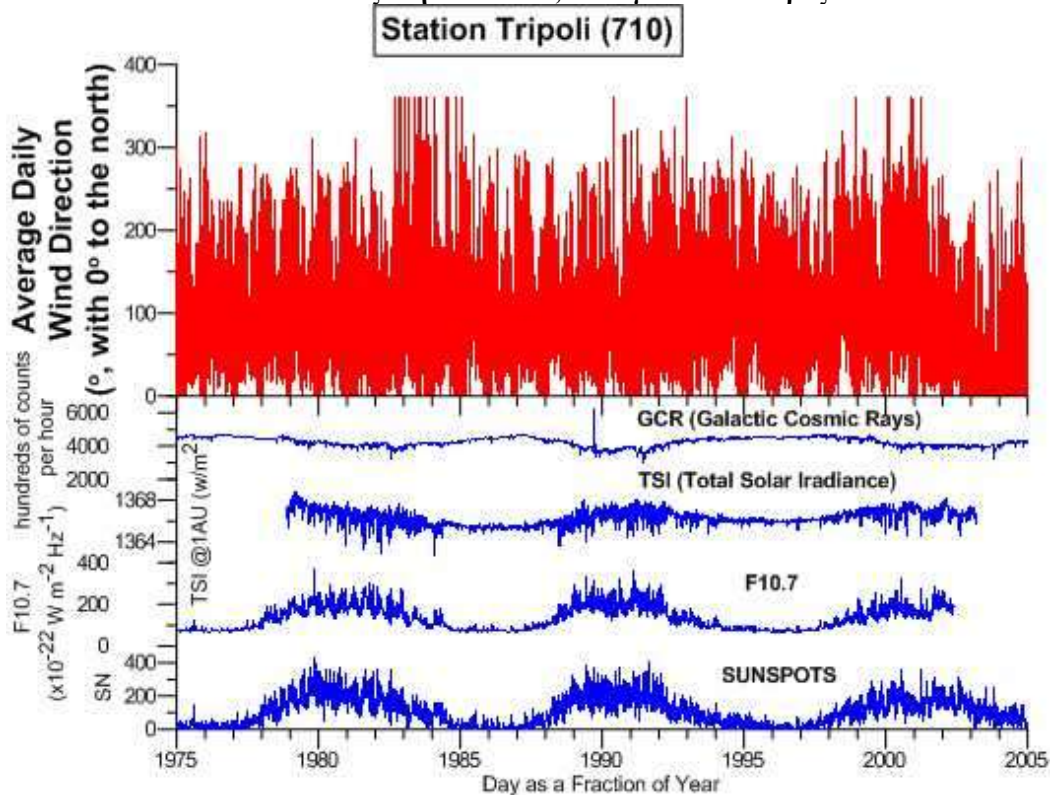
Εικόνα 61 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.



Εικόνα 62 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

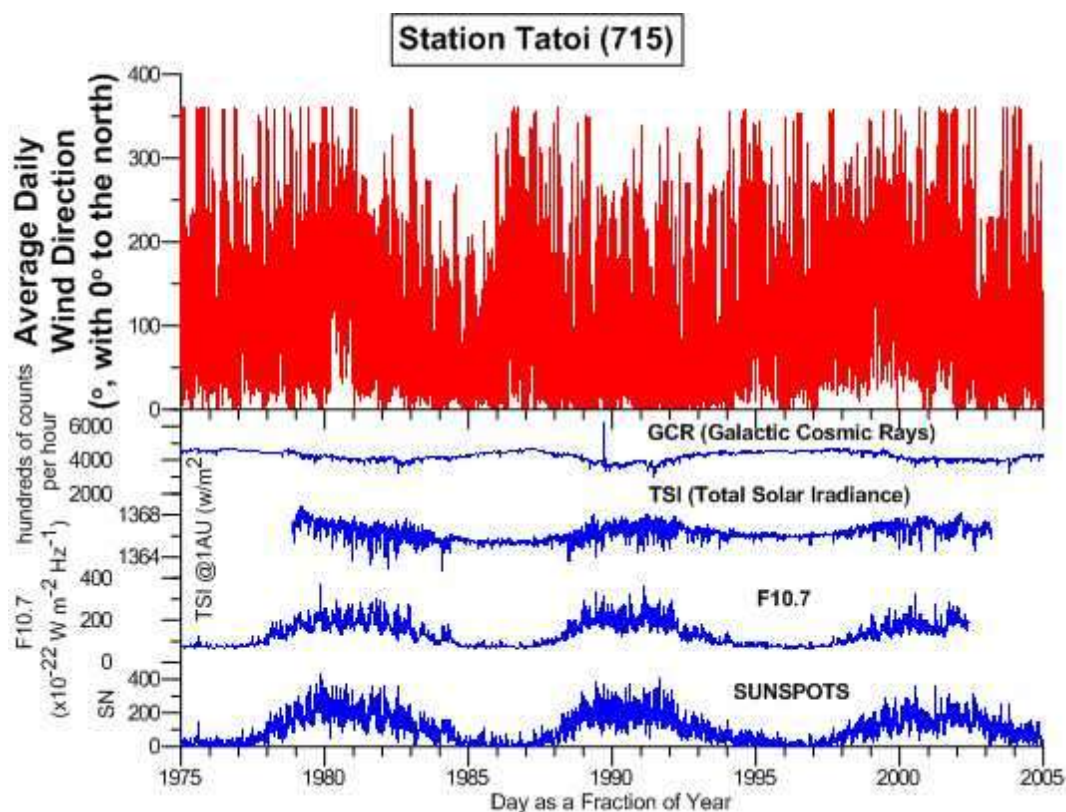


Εικόνα 63 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.

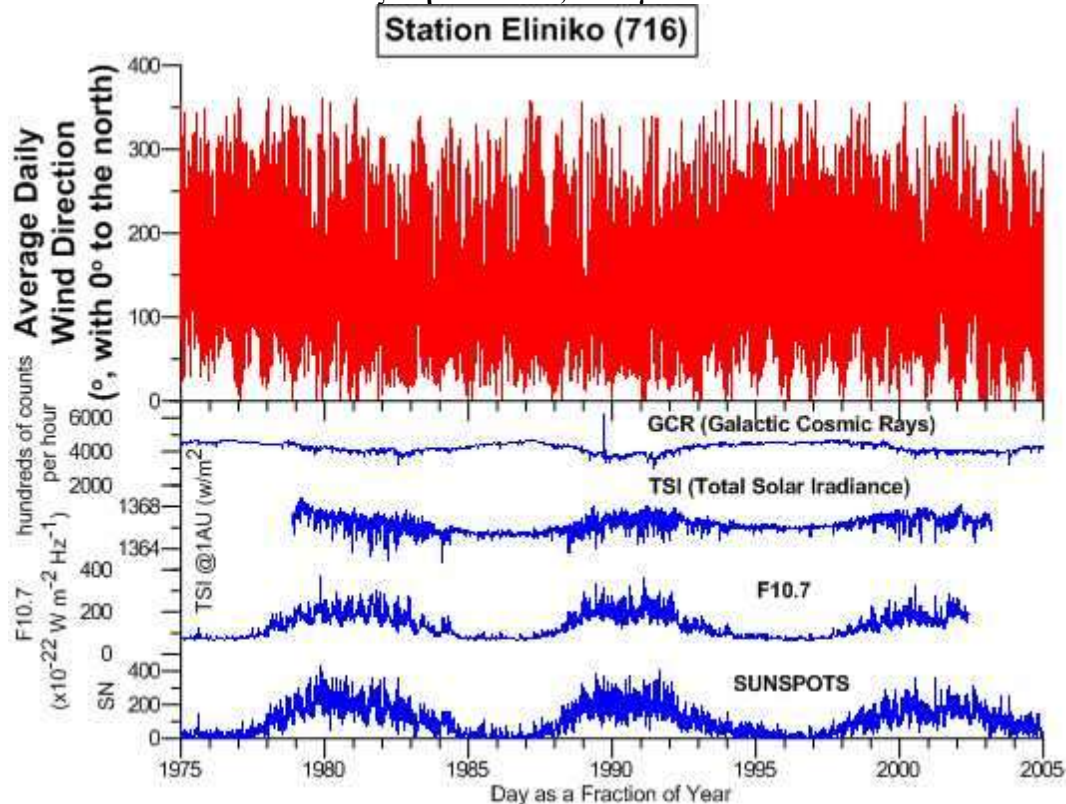


Εικόνα 64 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

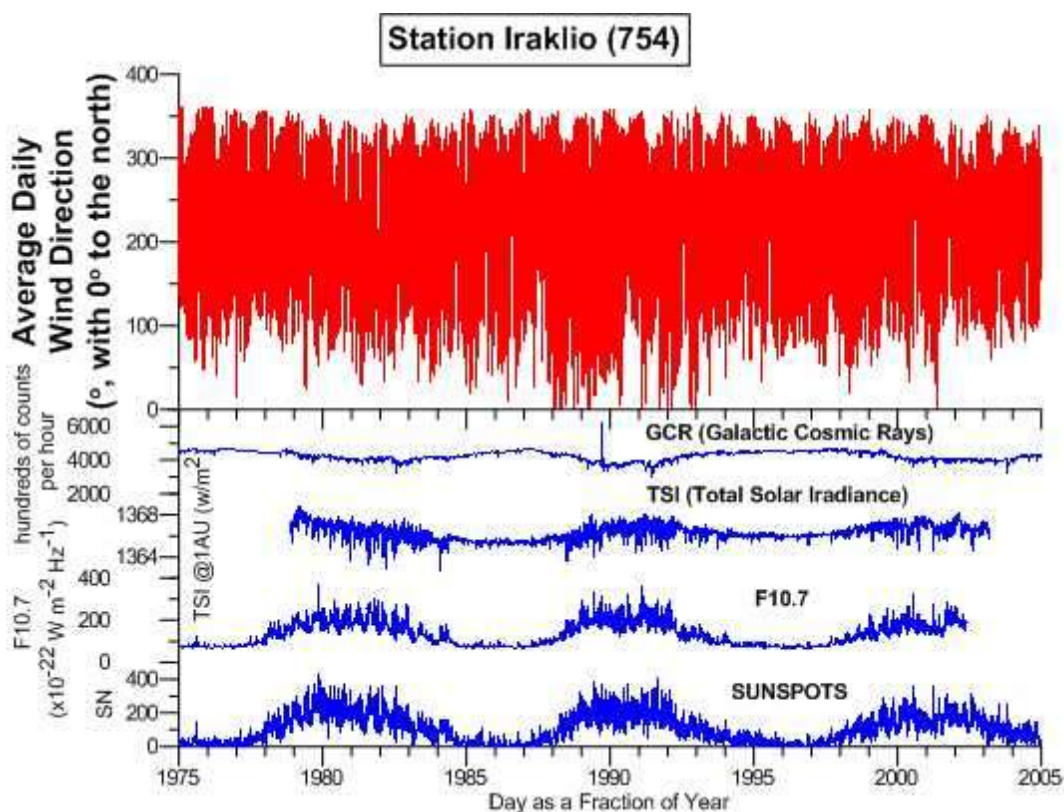




Εικόνα 65 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 66 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



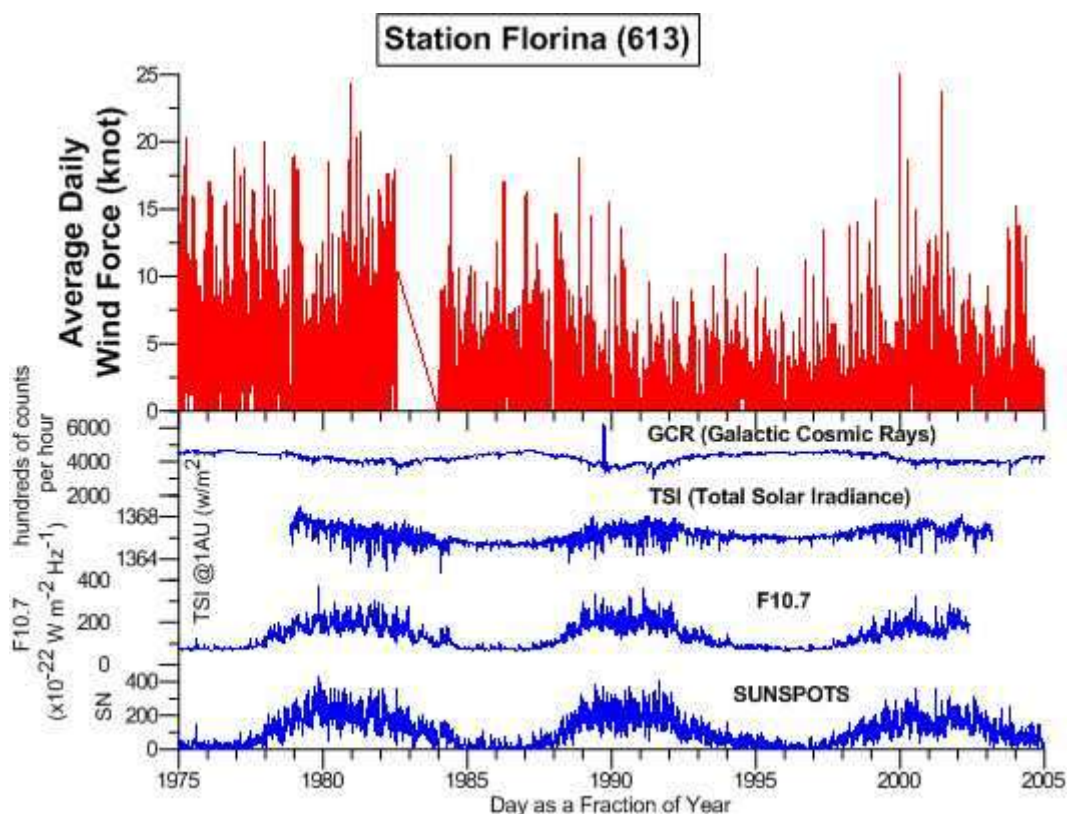
Εικόνα 67 Όπως στην εικόνα 56, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Από τις γραφικές παραστάσεις της φοράς του ανέμου σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποιο μοτίβο συσχέτισης.

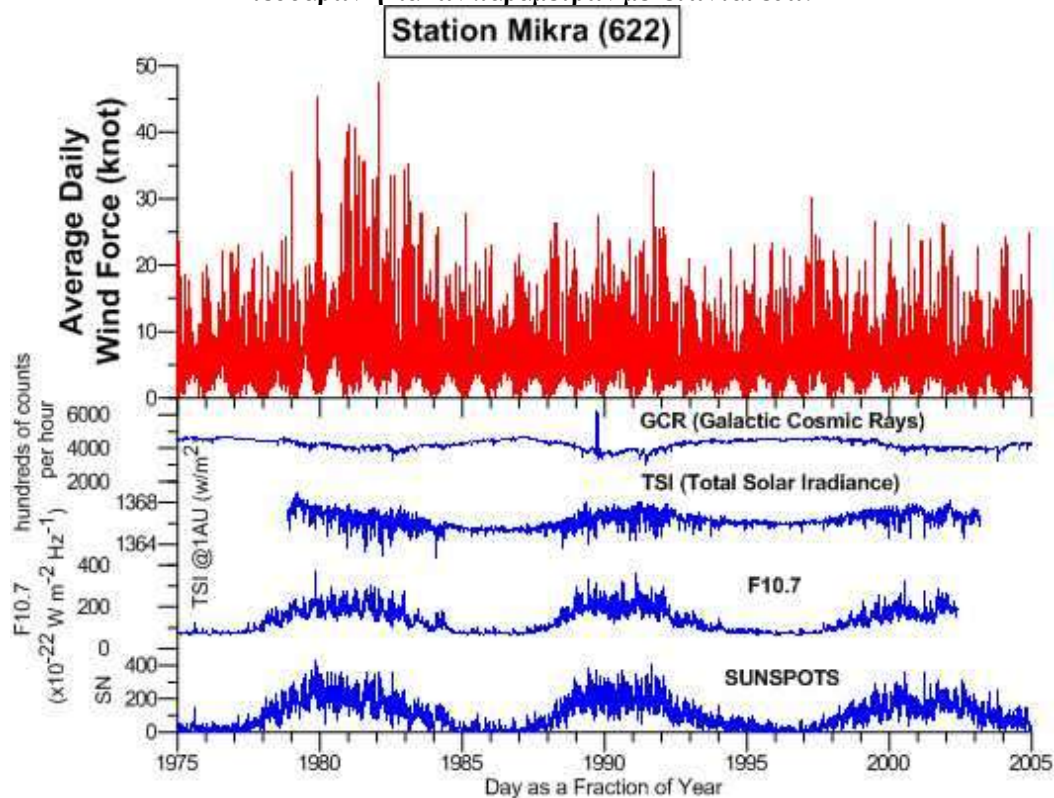
#### 5.4 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας ταχύτητας του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας ταχύτητας του ανέμου ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 68 έως Εικόνα 79, προκειμένου να μελετηθούν.

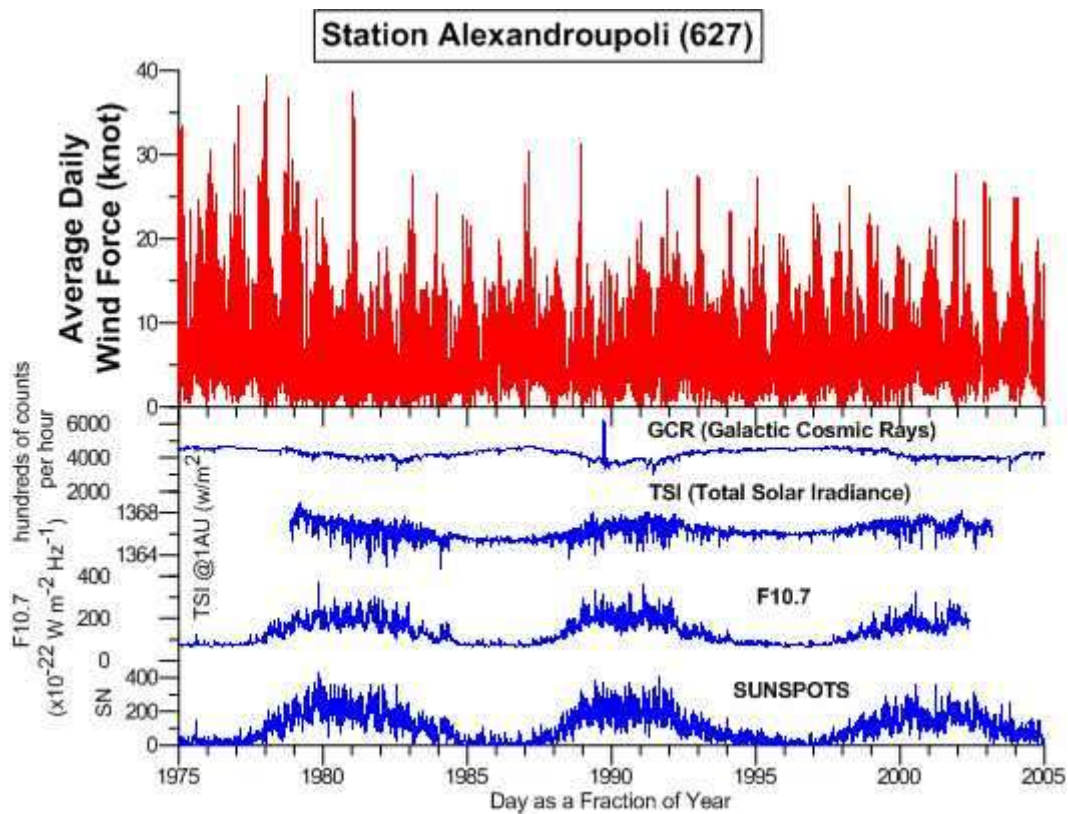




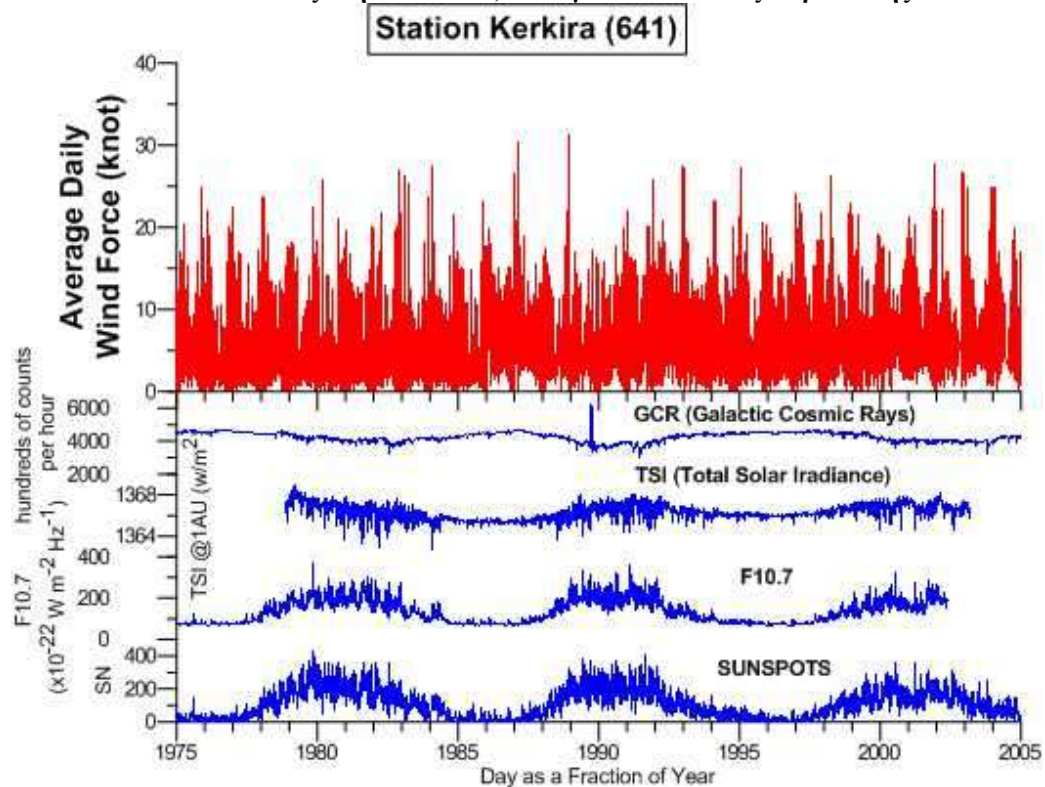
Εικόνα 68 Η μέση ημερήσια ταχύτητα του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



Εικόνα 69 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

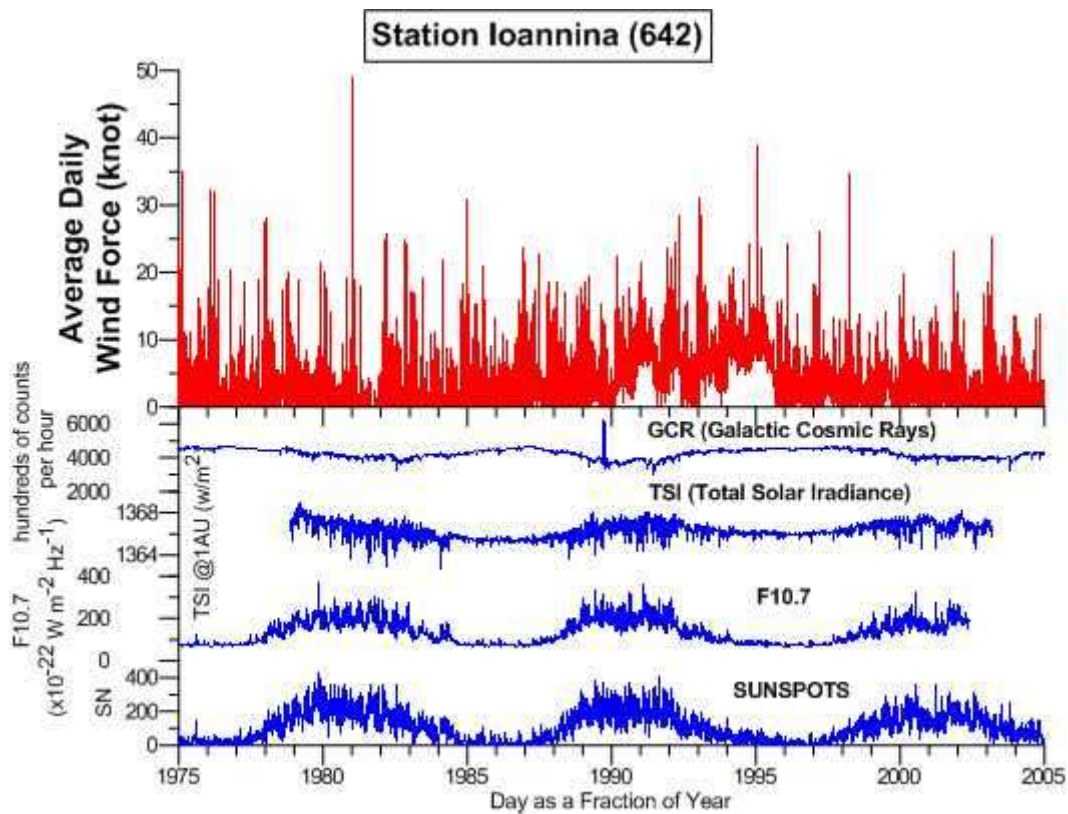


Εικόνα 70 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

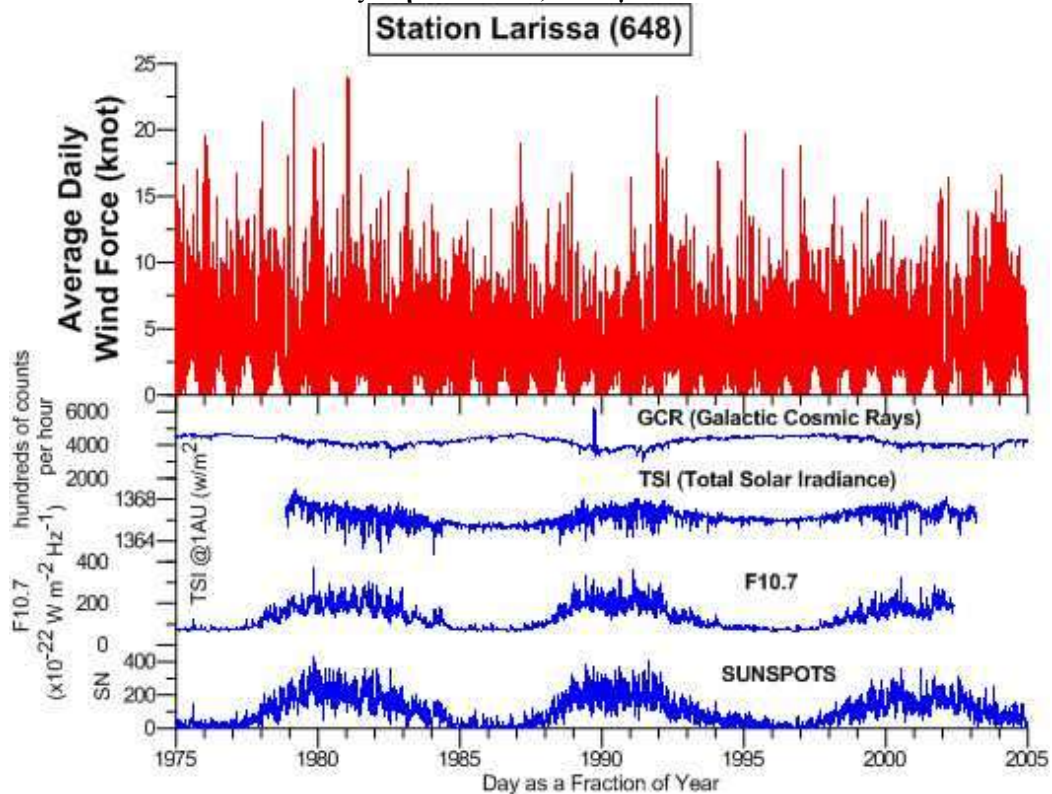


Εικόνα 71 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

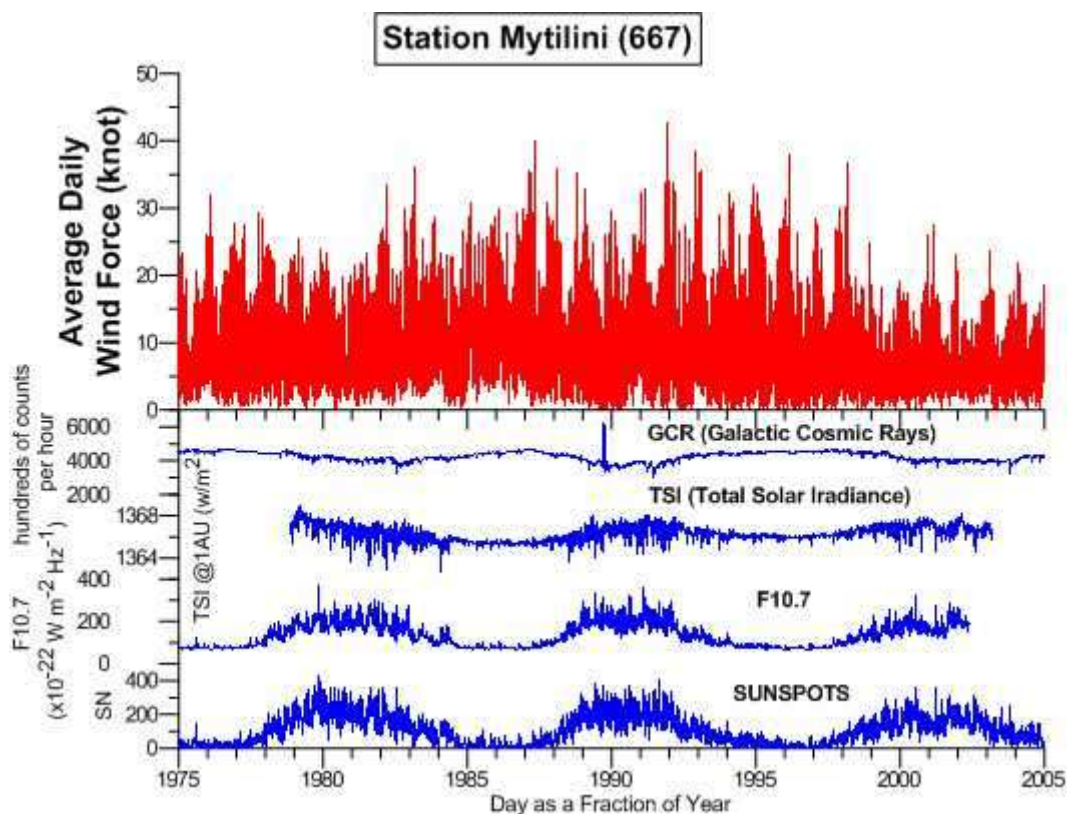




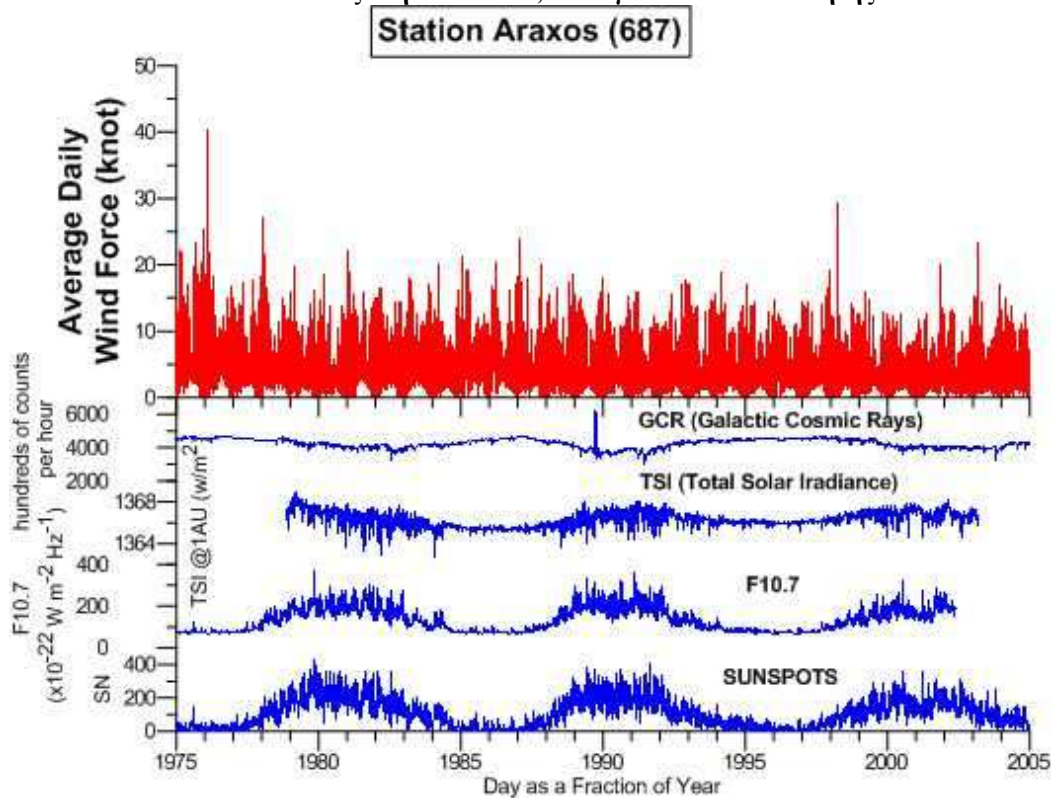
Εικόνα 72 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.



Εικόνα 73 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

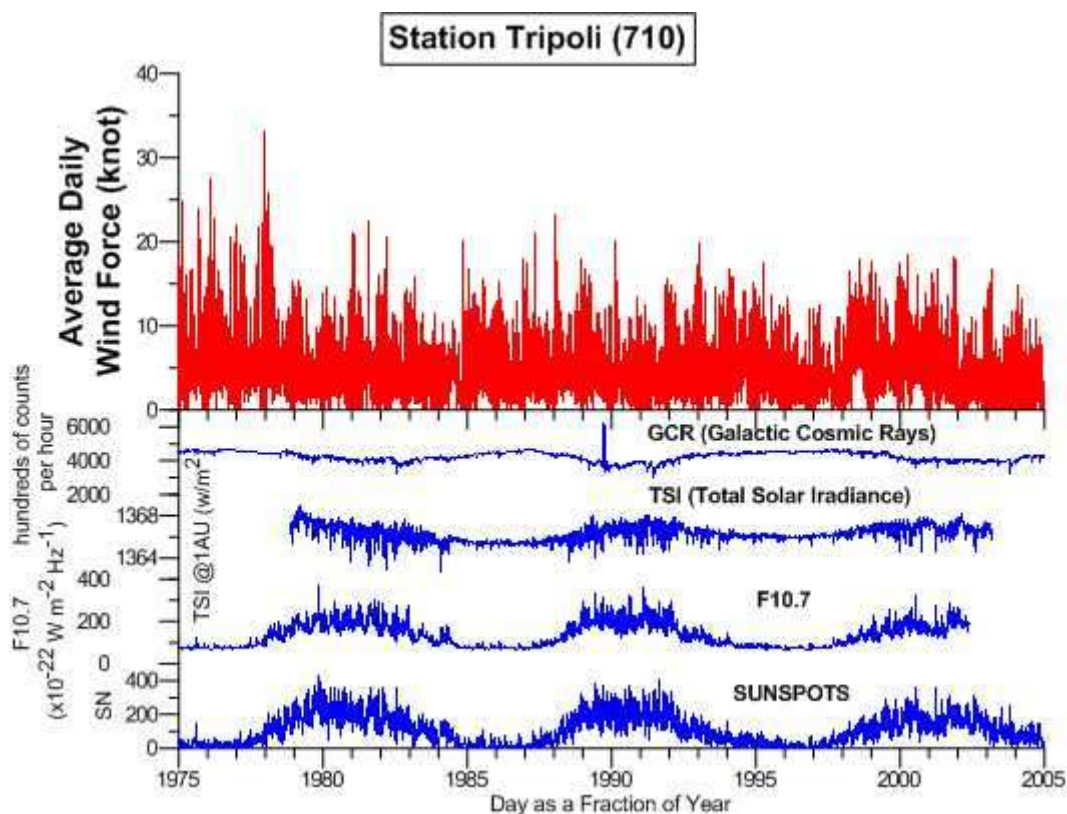


Εικόνα 74 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

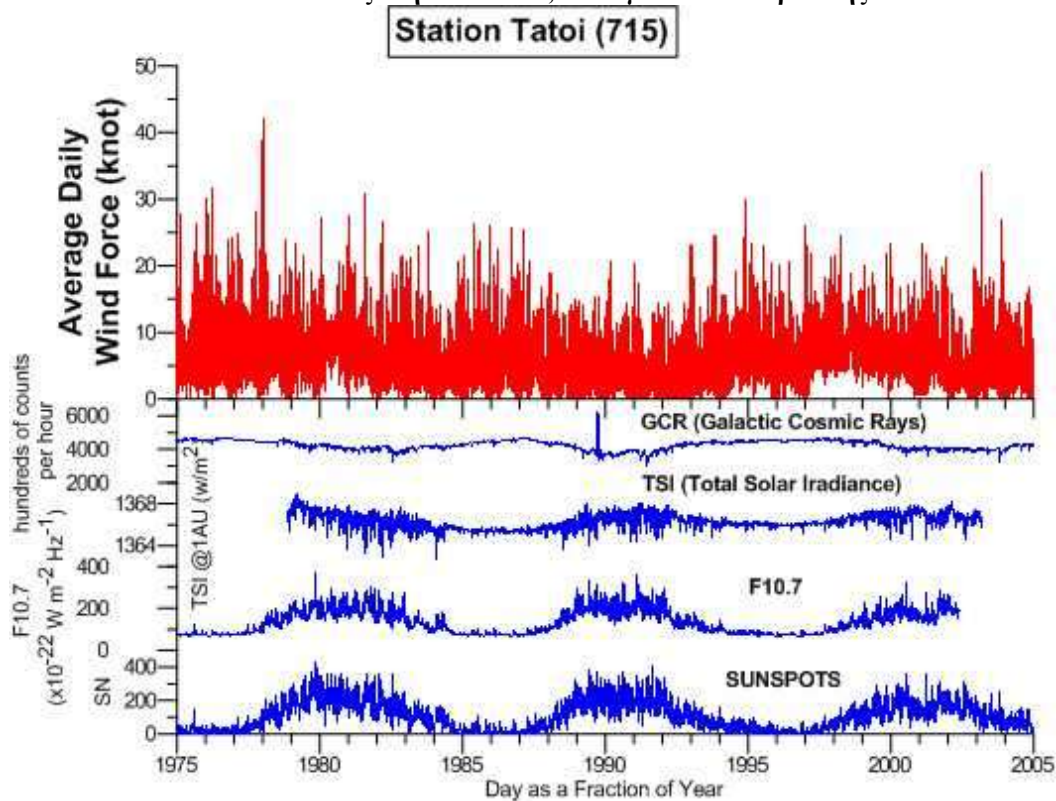


Εικόνα 75 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.

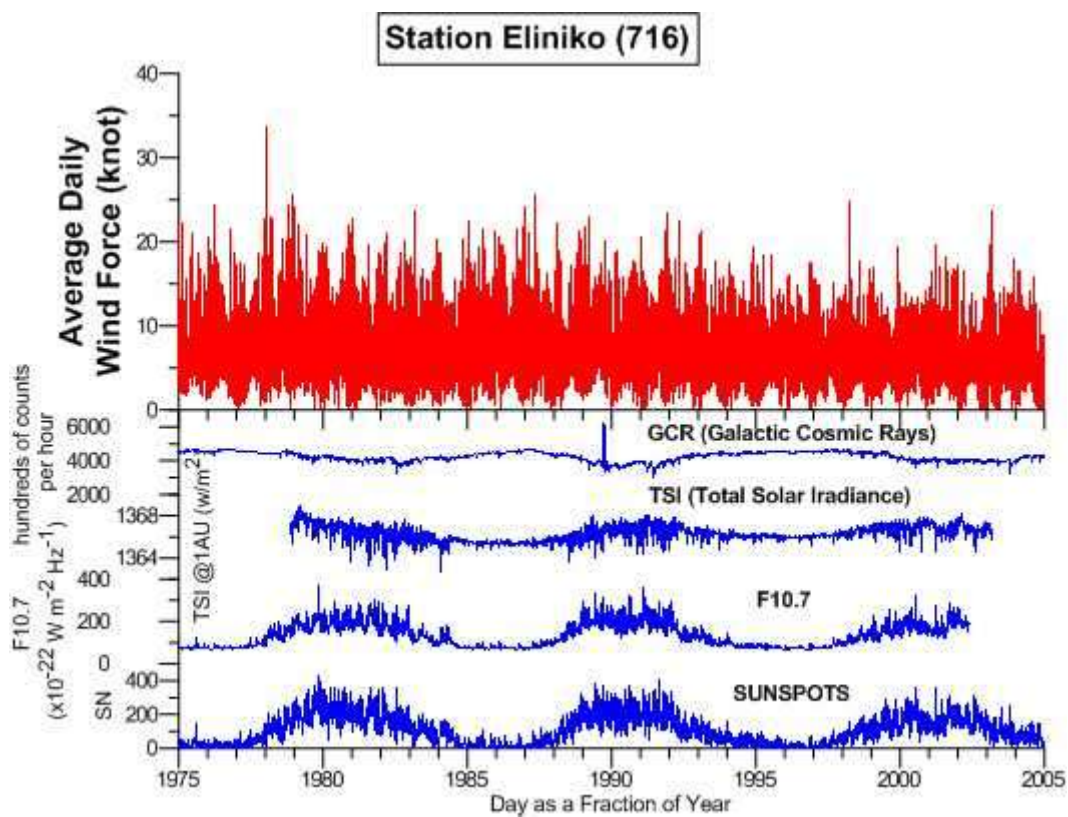




Εικόνα 76 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

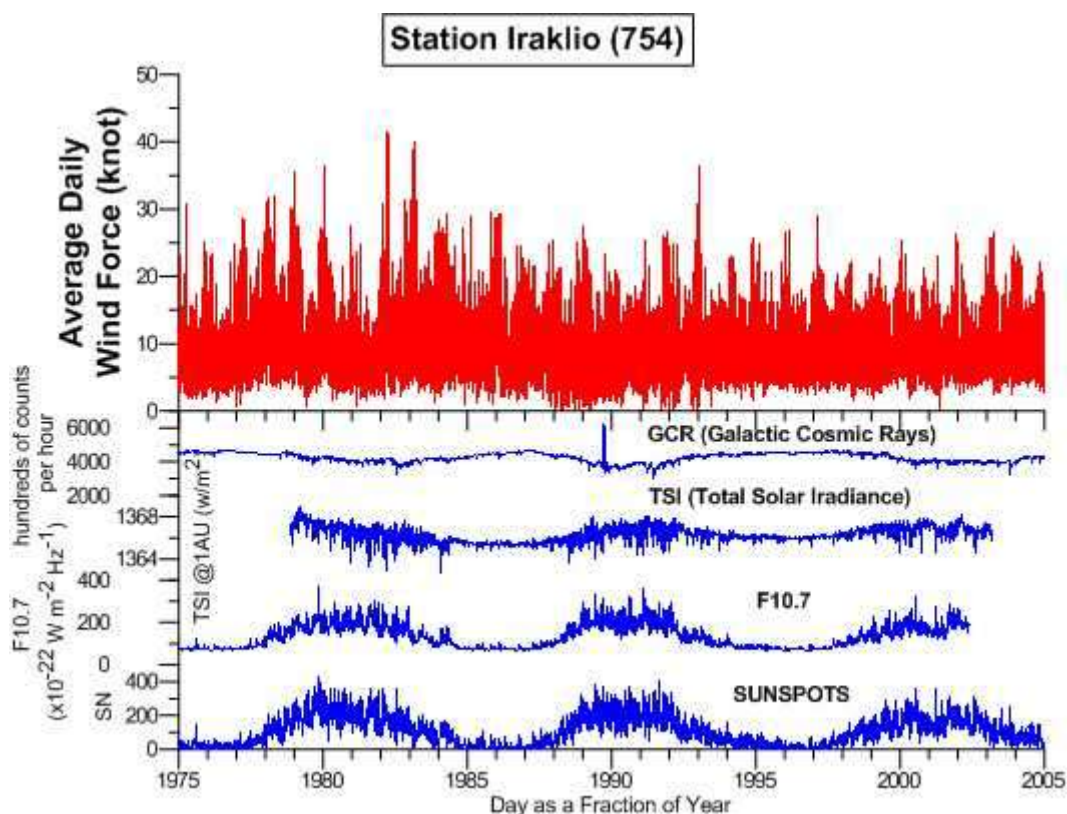


Εικόνα 77 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 78 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



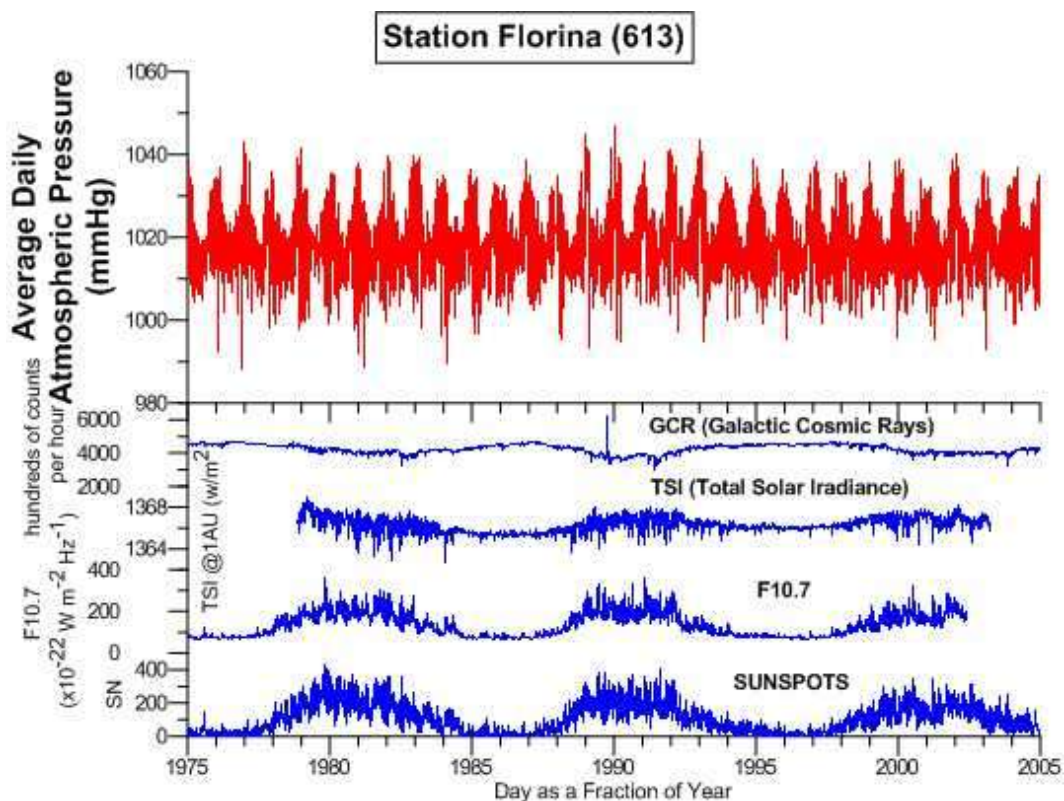


Εικόνα 79 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

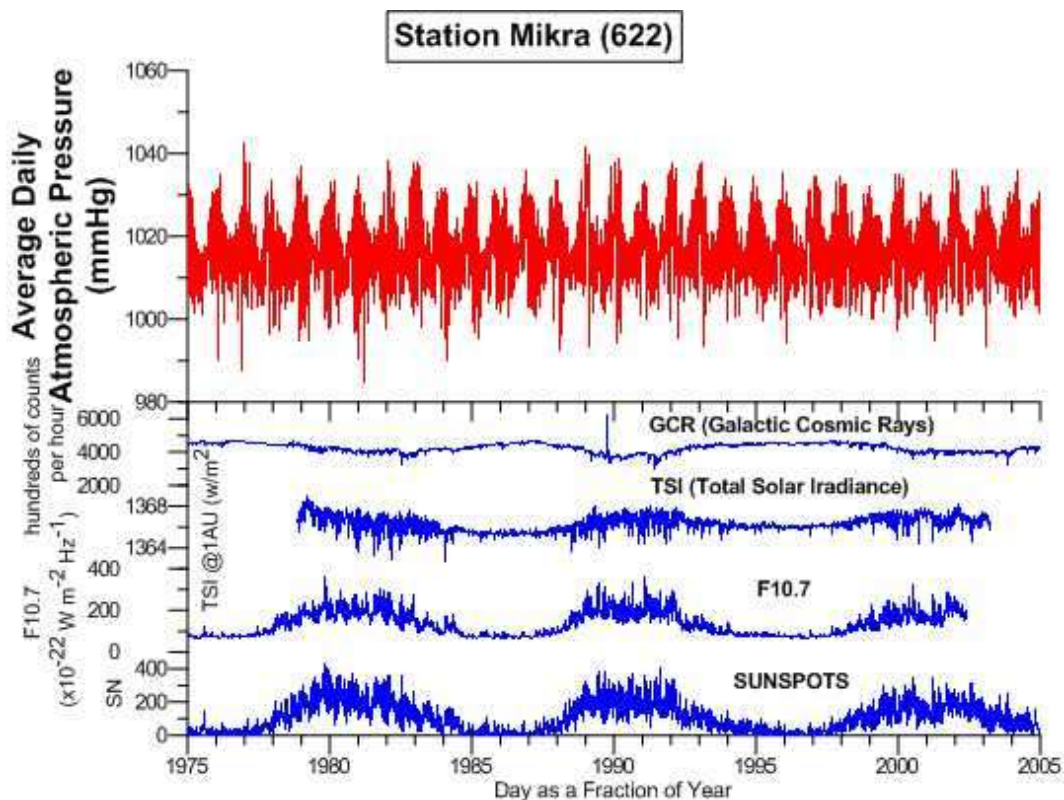
Ούτε και σε αυτή τη περίπτωση των γραφικών παραστάσεων της ταχύτητας του ανέμου σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα φαίνεται να υπάρχει κάποιο μοτίβο συσχέτισης. Αν και κάποιος ίσως έλεγε ότι υπάρχουν ενδείξεις στη γραφική παράσταση του ΜΣ Μίκρας Εικόνα 69 Όπως στην εικόνα 68, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

## 5.5 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας ατμοσφαιρικής πίεσης με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας ατμοσφαιρικής πίεσης ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 80 έως Εικόνα 91, προκειμένου να μελετηθούν.

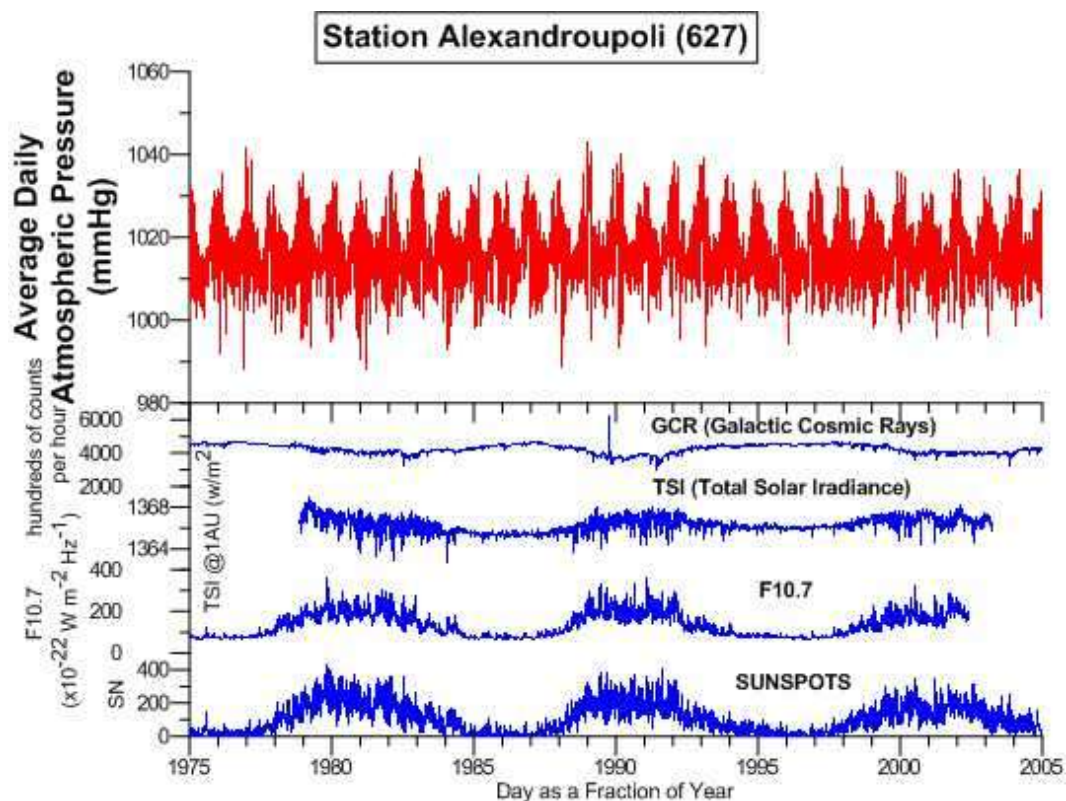


Εικόνα 80 Η μέση ημερήσια ατμοσφαιρική πίεση για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.

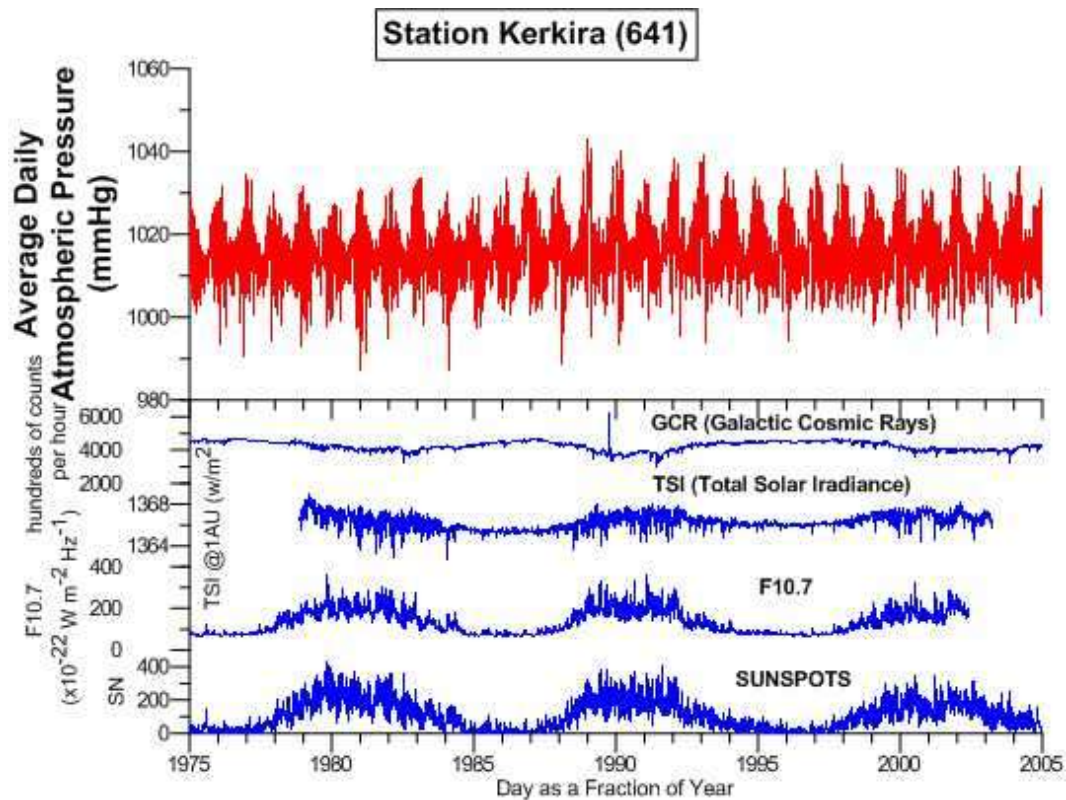


Εικόνα 81 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

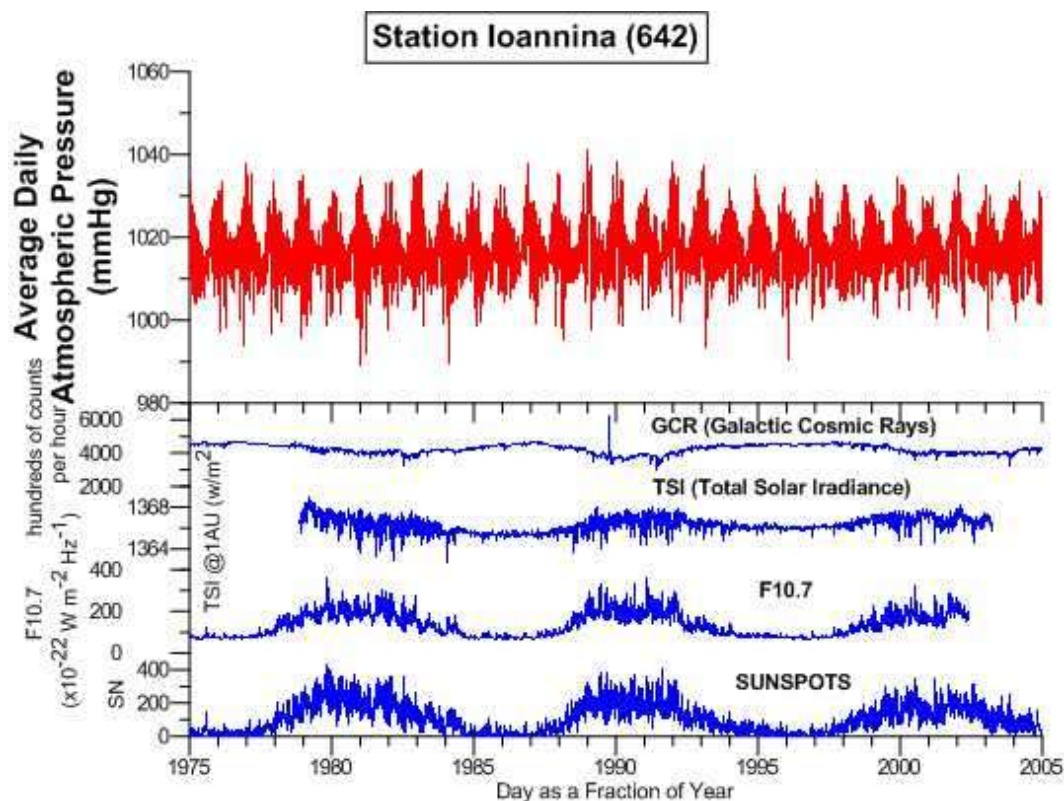




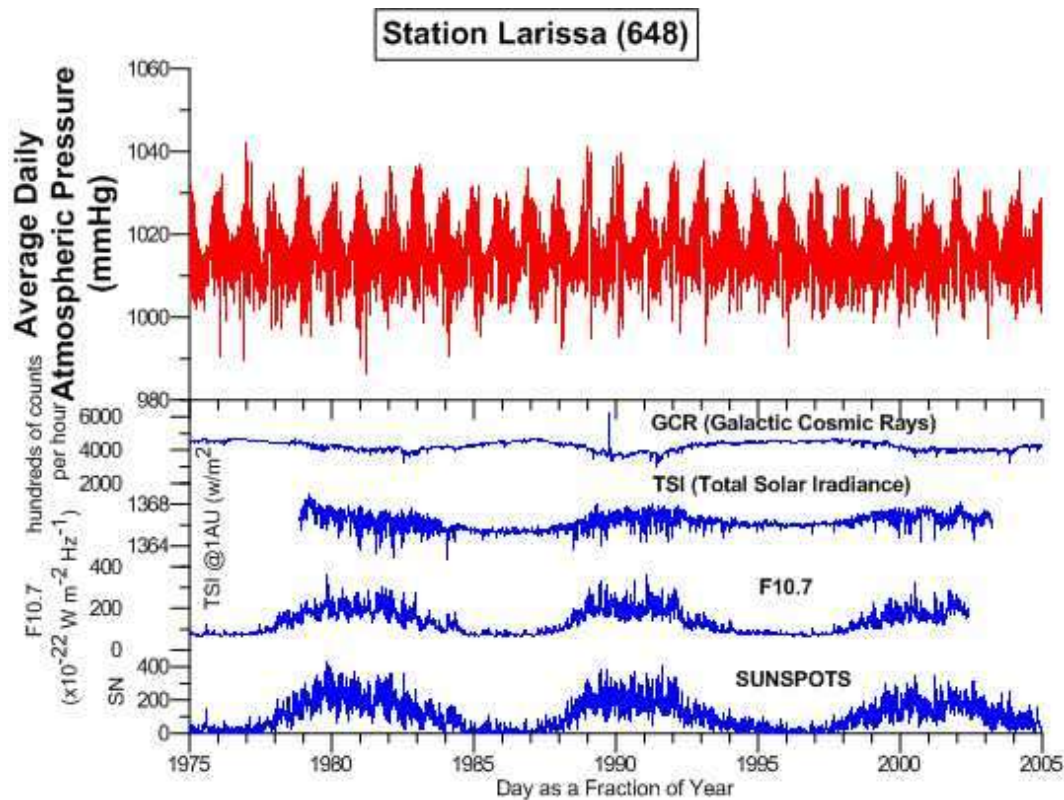
Εικόνα 82 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.



Εικόνα 83 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

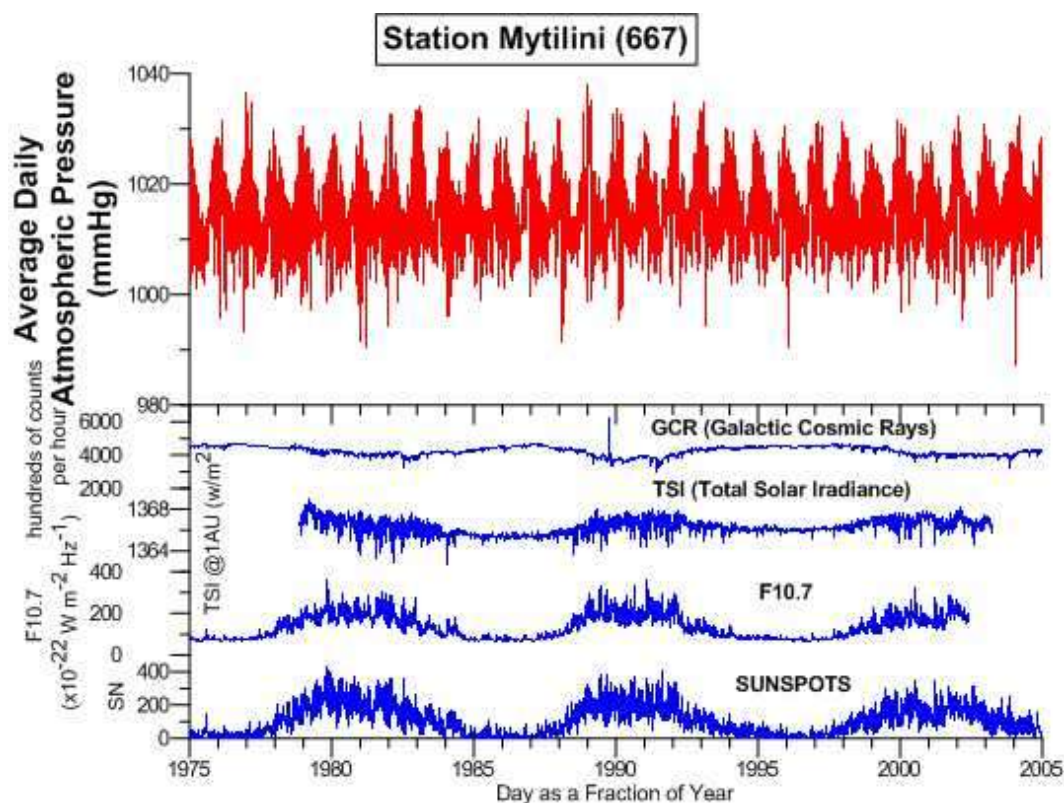


Εικόνα 84 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

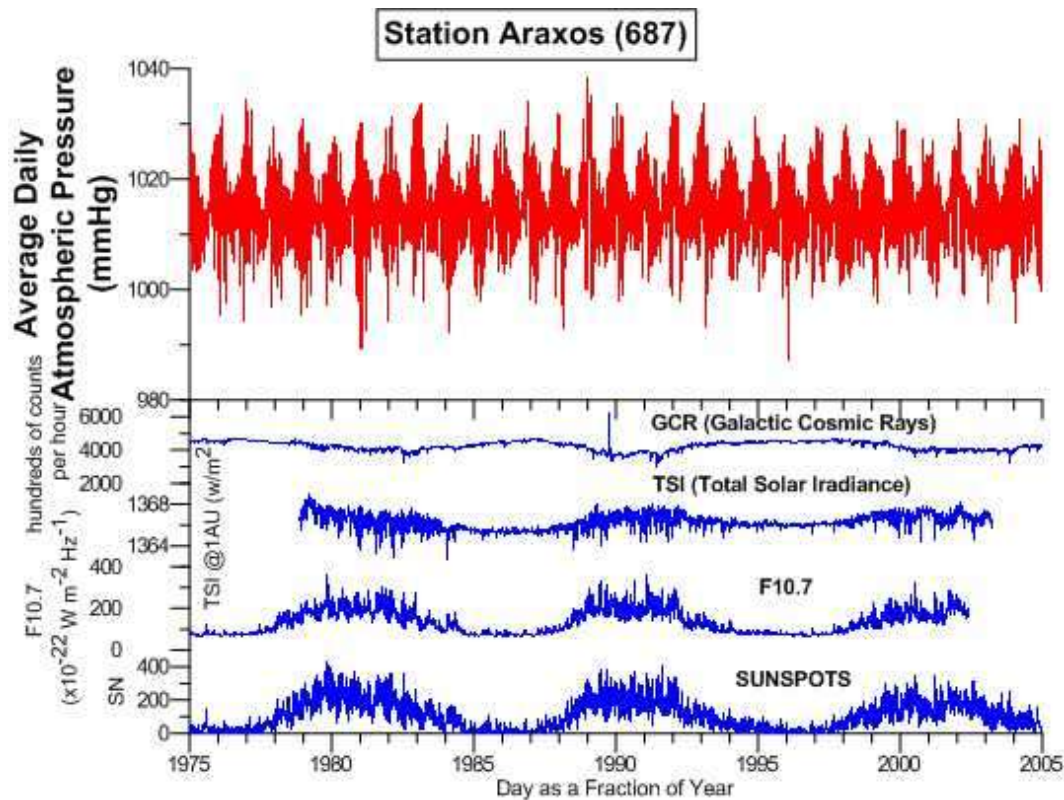


Εικόνα 85 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

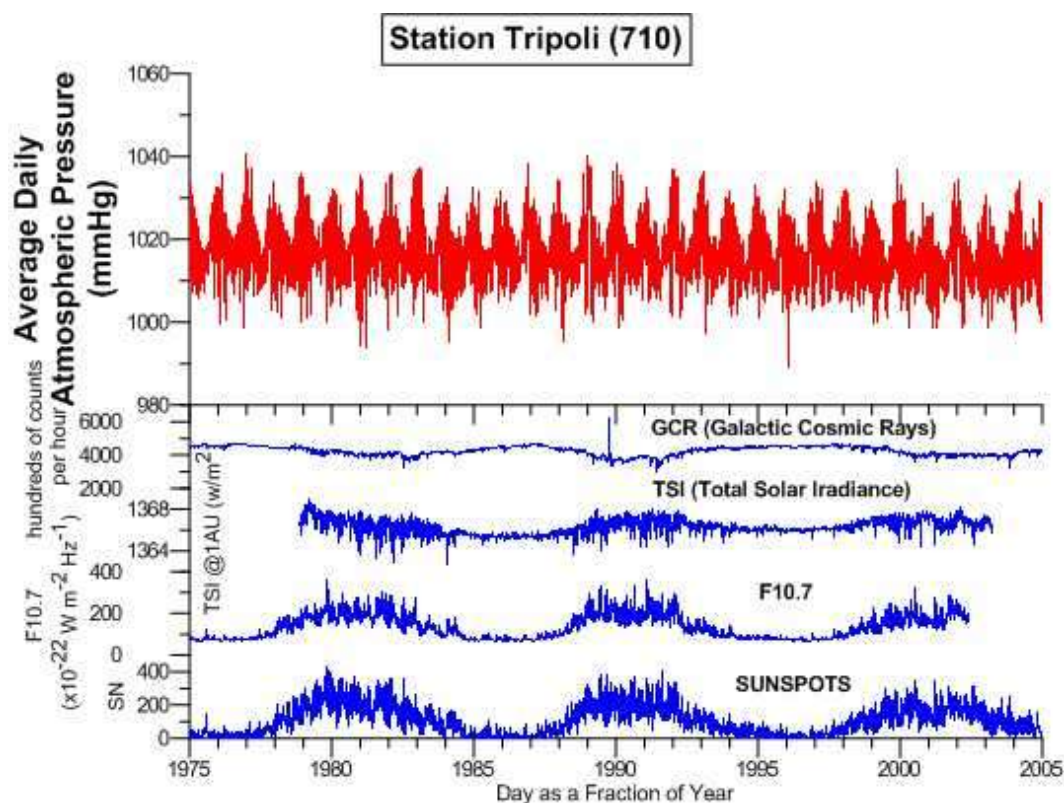




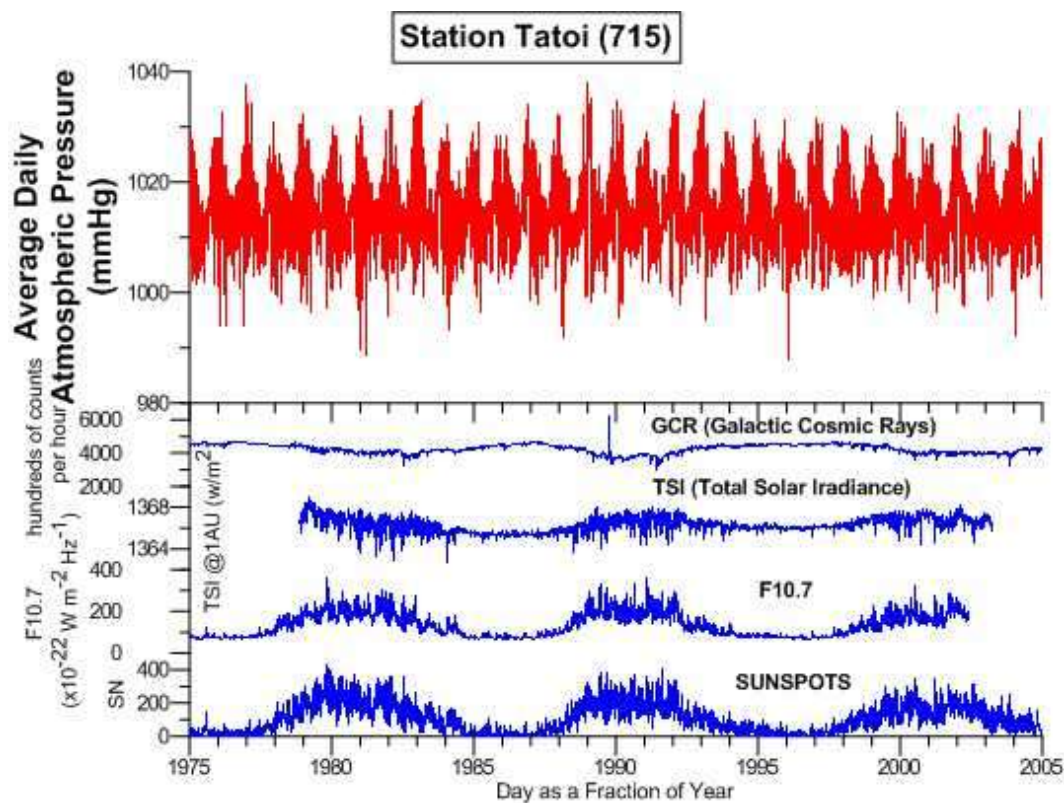
Εικόνα 86 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.



Εικόνα 87 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Αραξού.

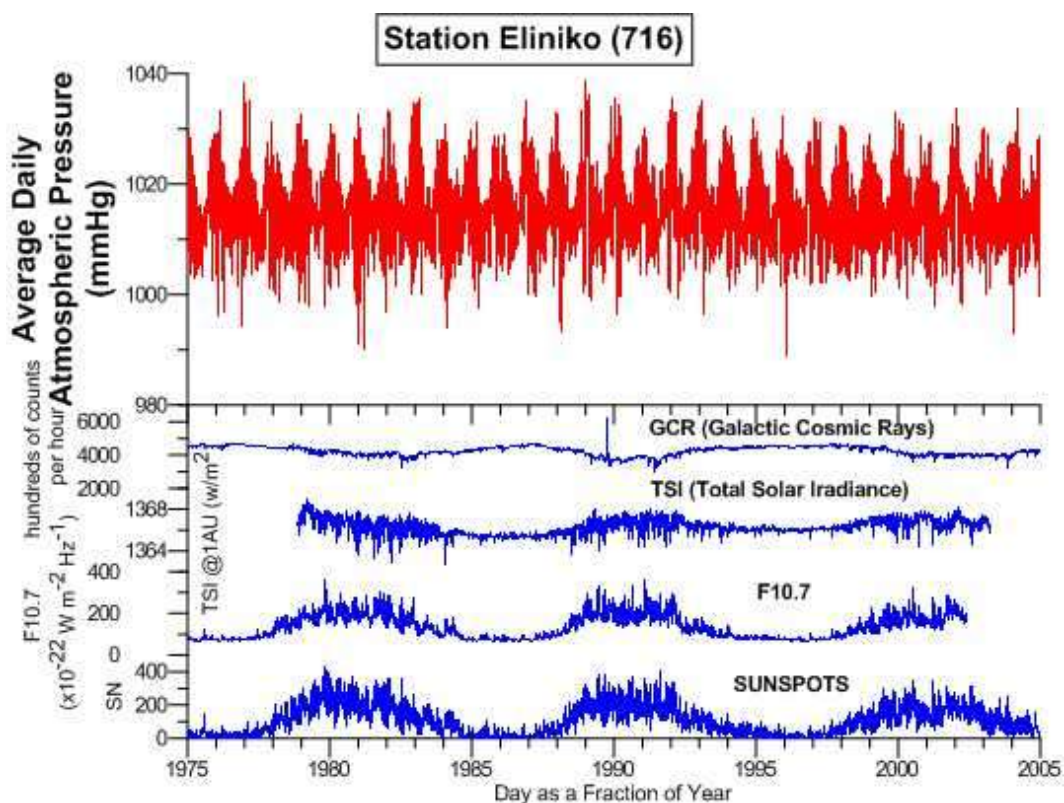


Εικόνα 88 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

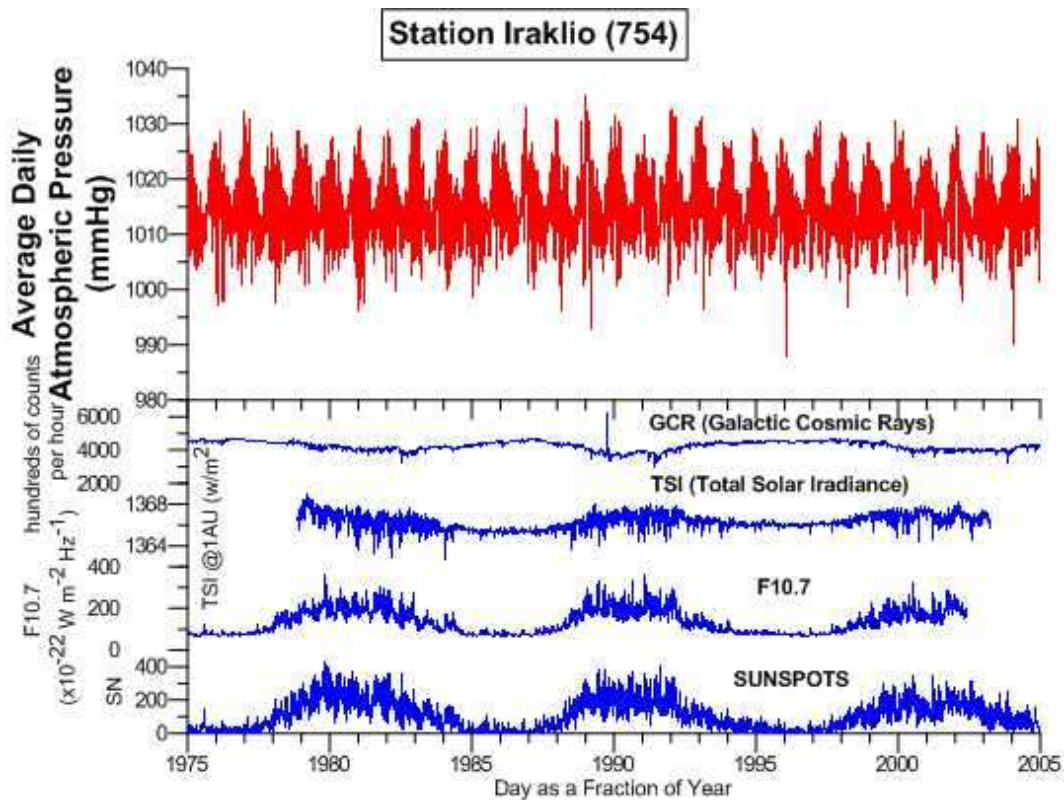


Εικόνα 89 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.





Εικόνα 90 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



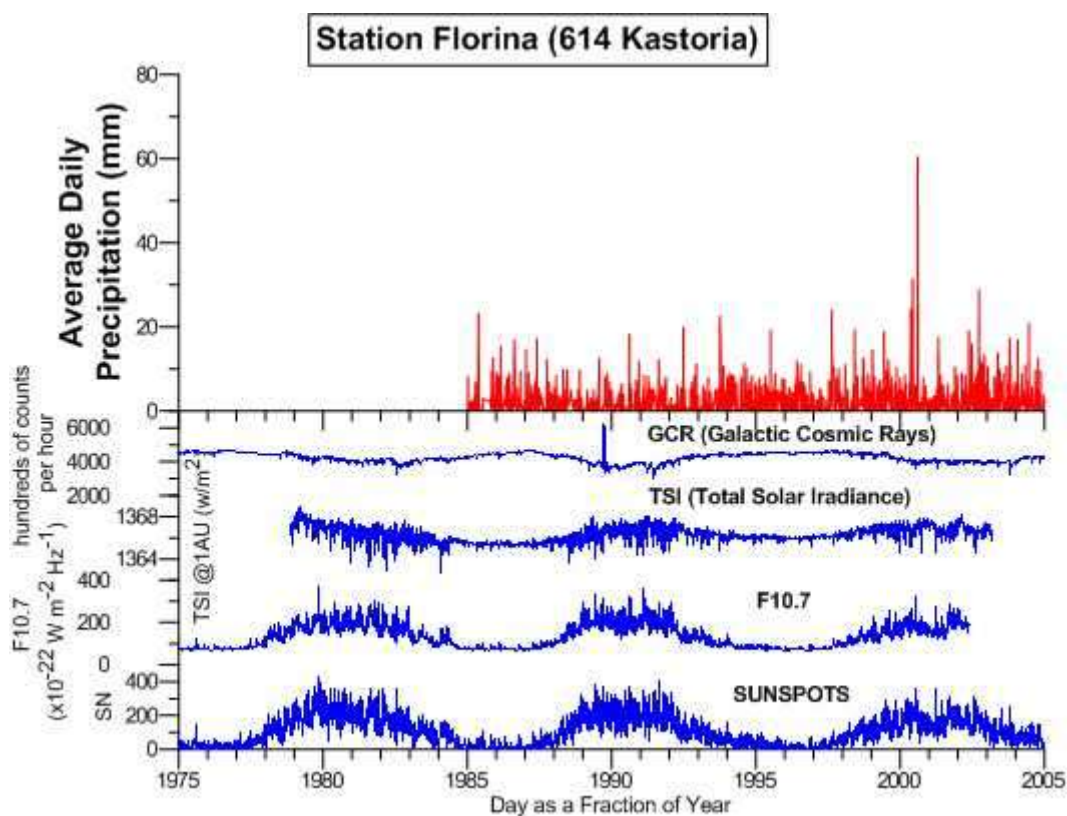
Εικόνα 91 Όπως στην εικόνα 80, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.



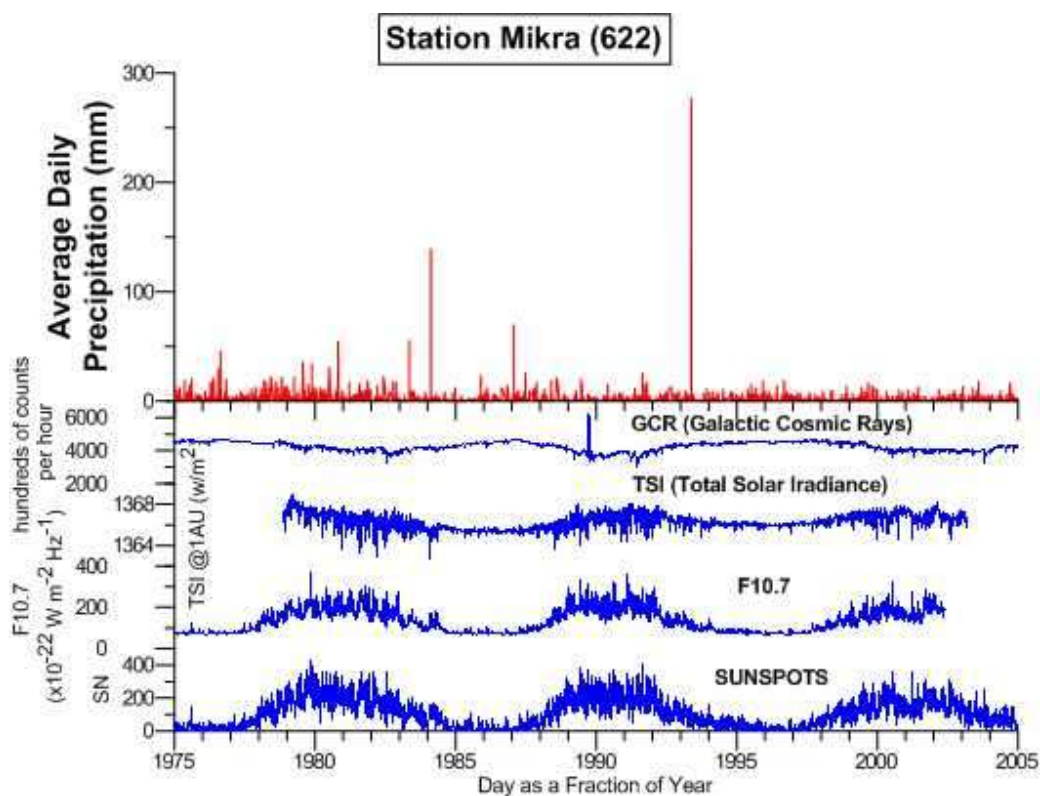
Σε αυτή τη περίπτωση που μελετάμε τις γραφικές παραστάσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα φαίνεται κάποιο μοτίβο συσχέτισης και ακολουθίας των γραφικών παραστάσεων, με πιο εμφανής ενδείξεις στα μέγιστα του 22ου κύκλου του ηλίου γύρω στο έτος 1990. Και εδώ βέβαια υπάρχει μία ασάφεια και δεν μπορεί κανείς με σιγουριά να πει ότι υπάρχει ξεκάθαρη συσχέτιση, αλλά απλά ίσως κάποιες αμυδρές ενδείξεις.

## 5.6 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας βροχόπτωσης με την ηλιακή δραστηριότητα.

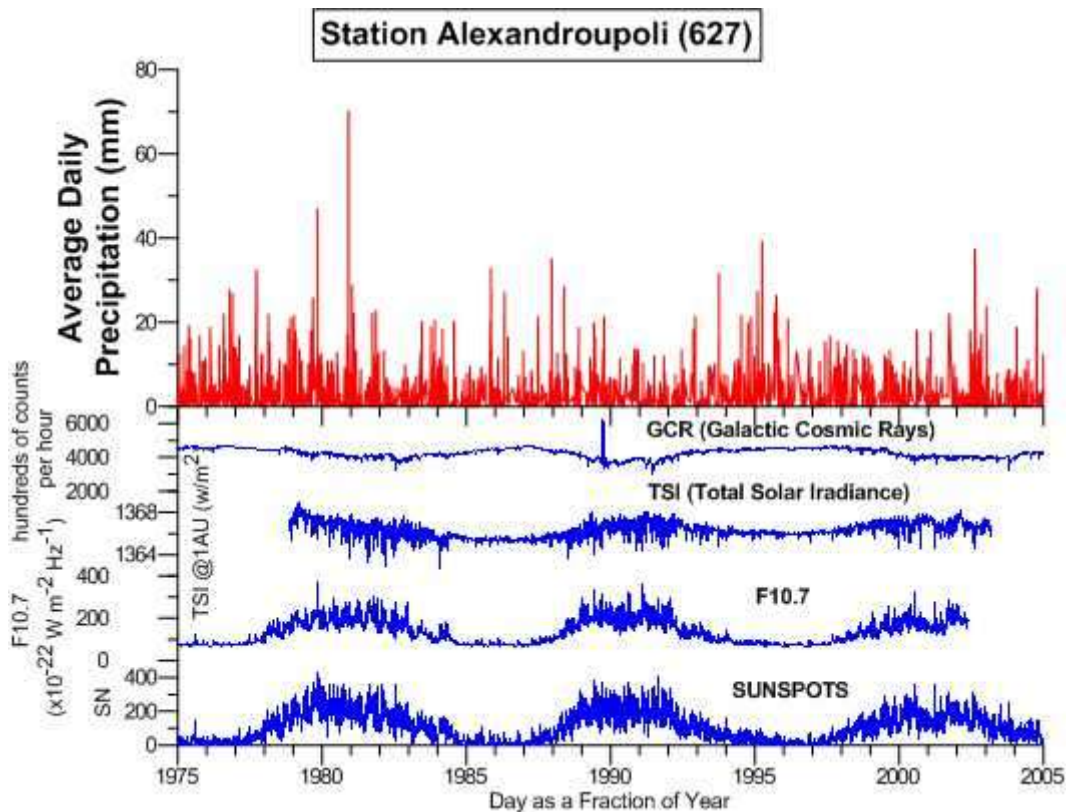
Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας βροχόπτωσης ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 92 έως Εικόνα 103, προκειμένου να μελετηθούν.



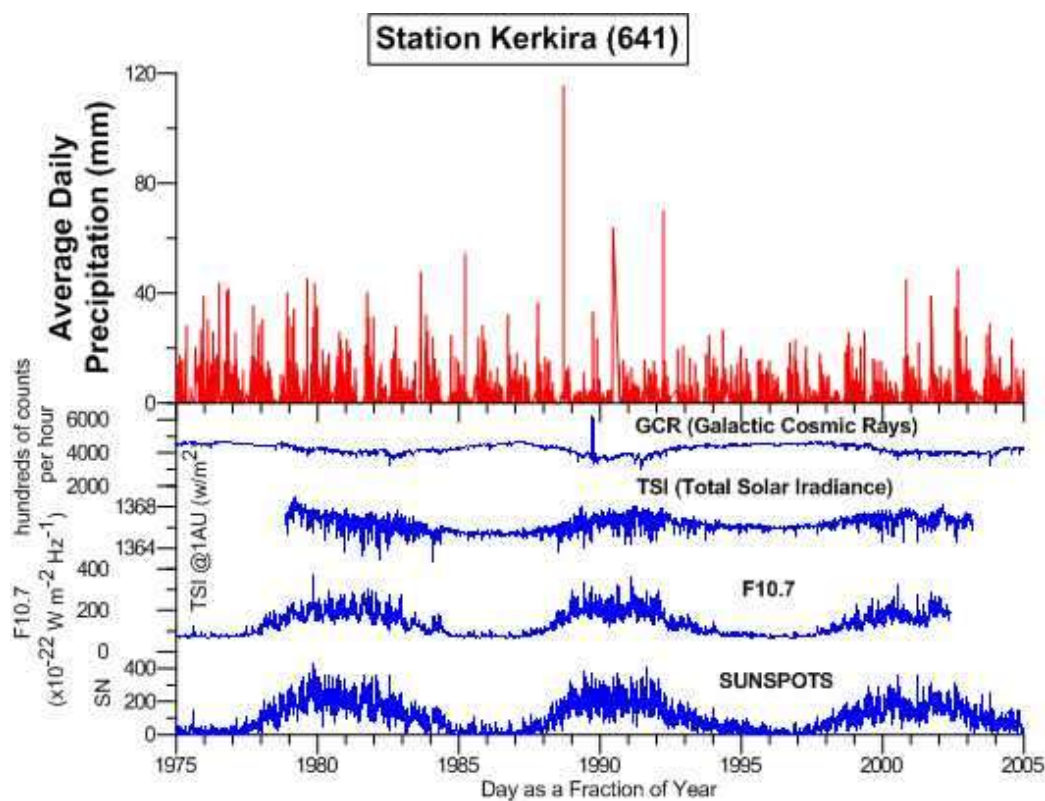
Εικόνα 92 Η μέση ημερήσια βροχόπτωση για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



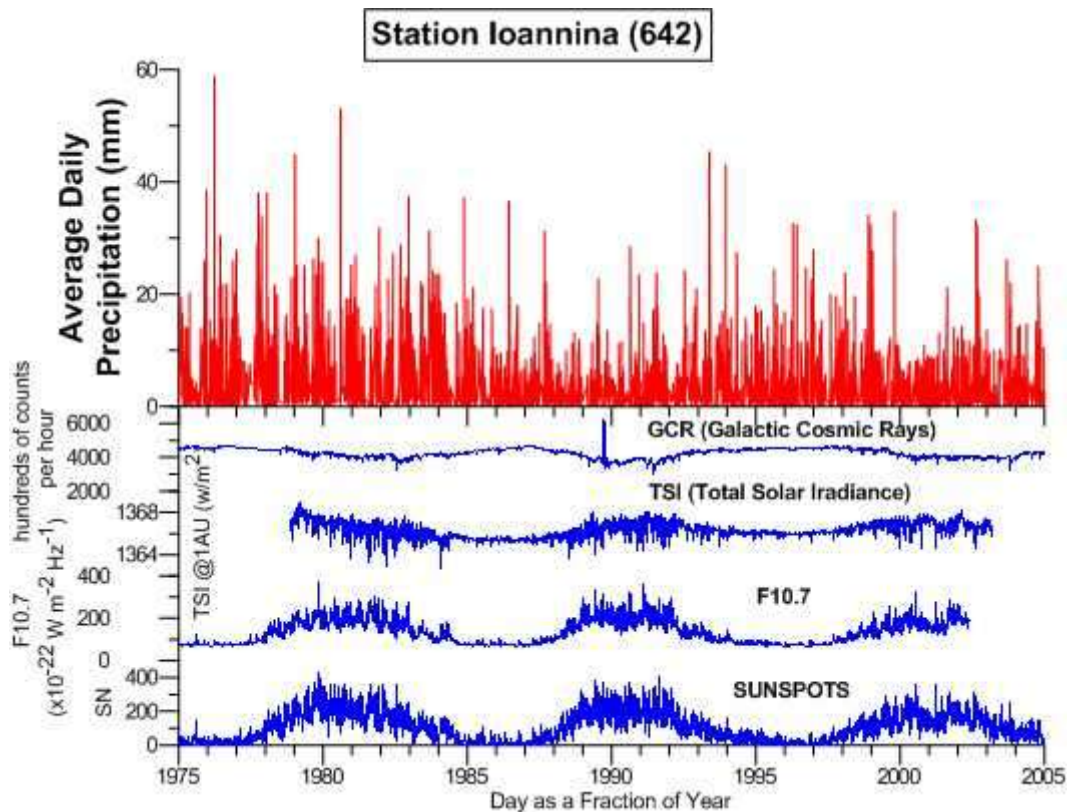
Εικόνα 93 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.



Εικόνα 94 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

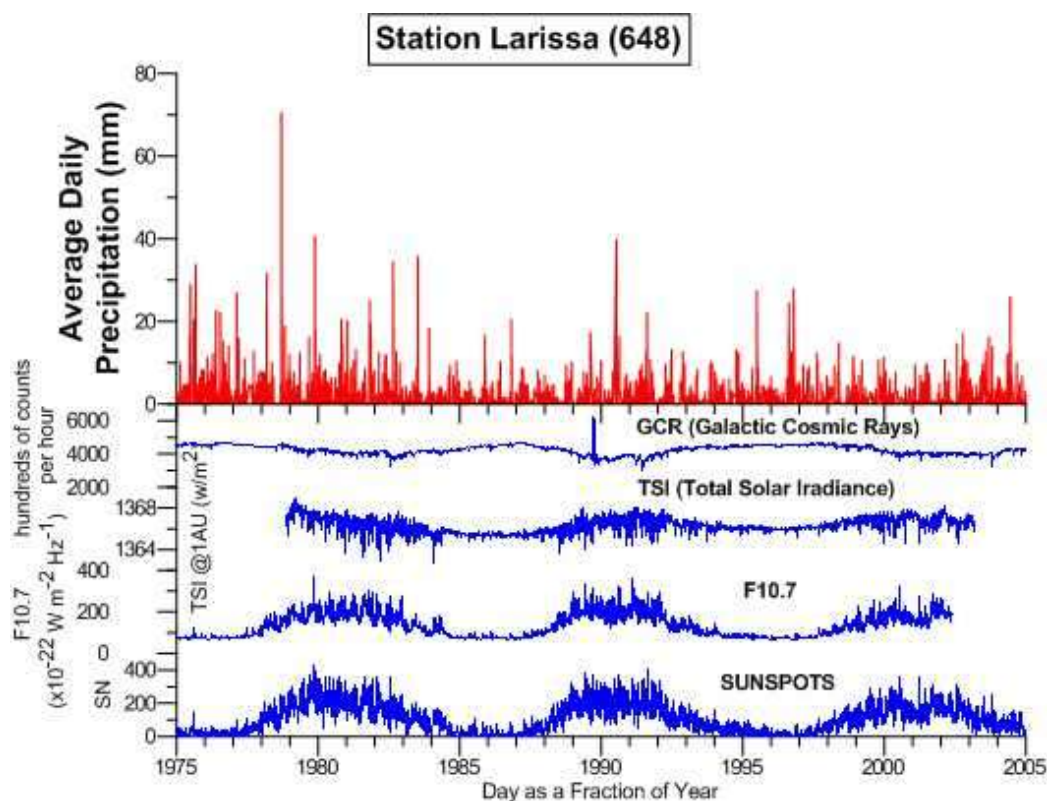


Εικόνα 95 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

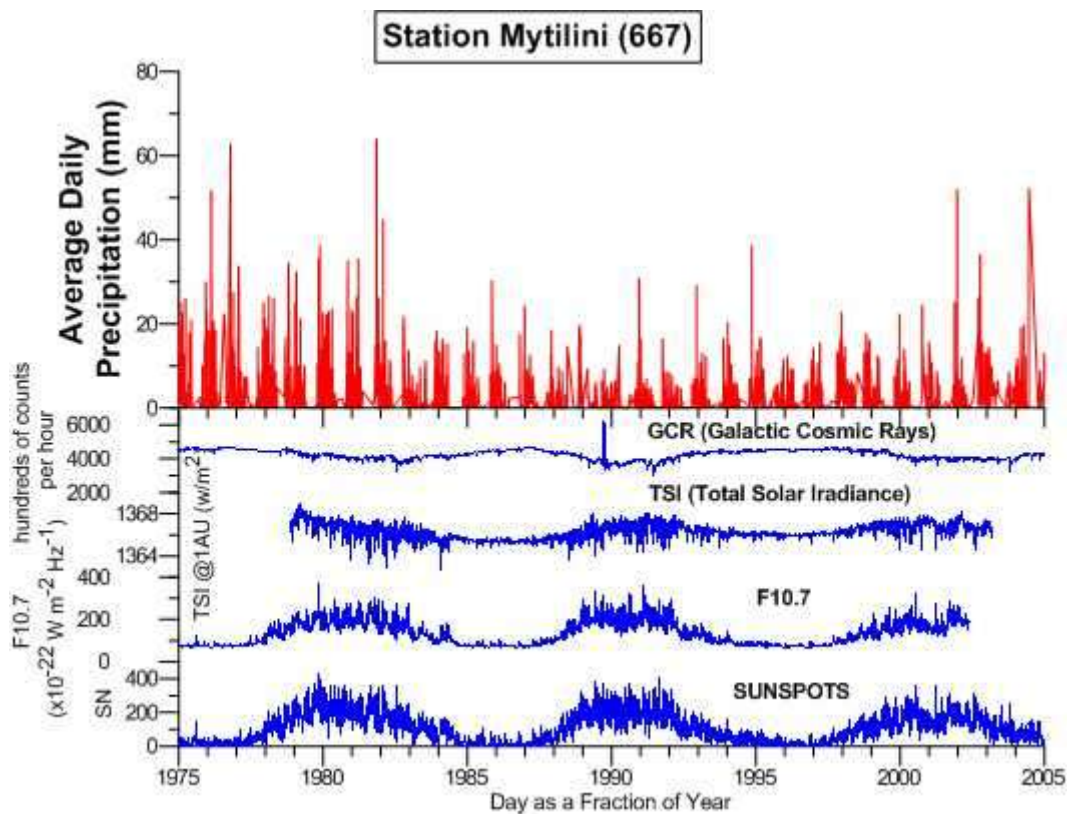


Εικόνα 96 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

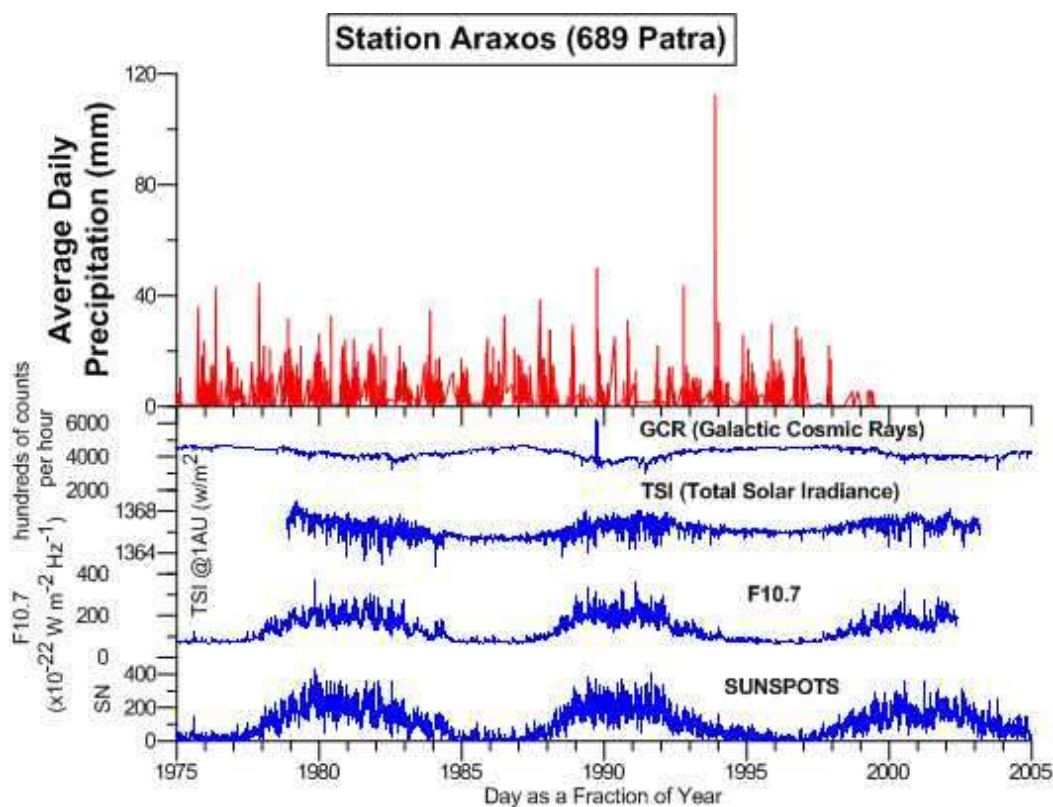




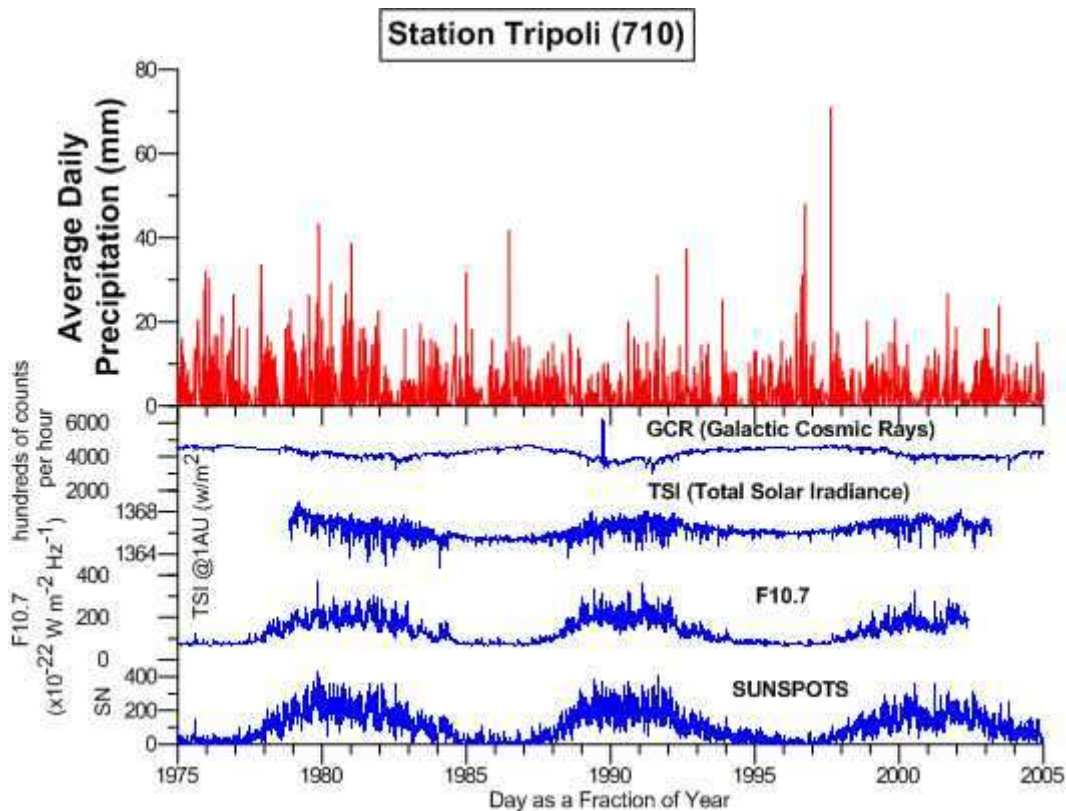
Εικόνα 97 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.



Εικόνα 98 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

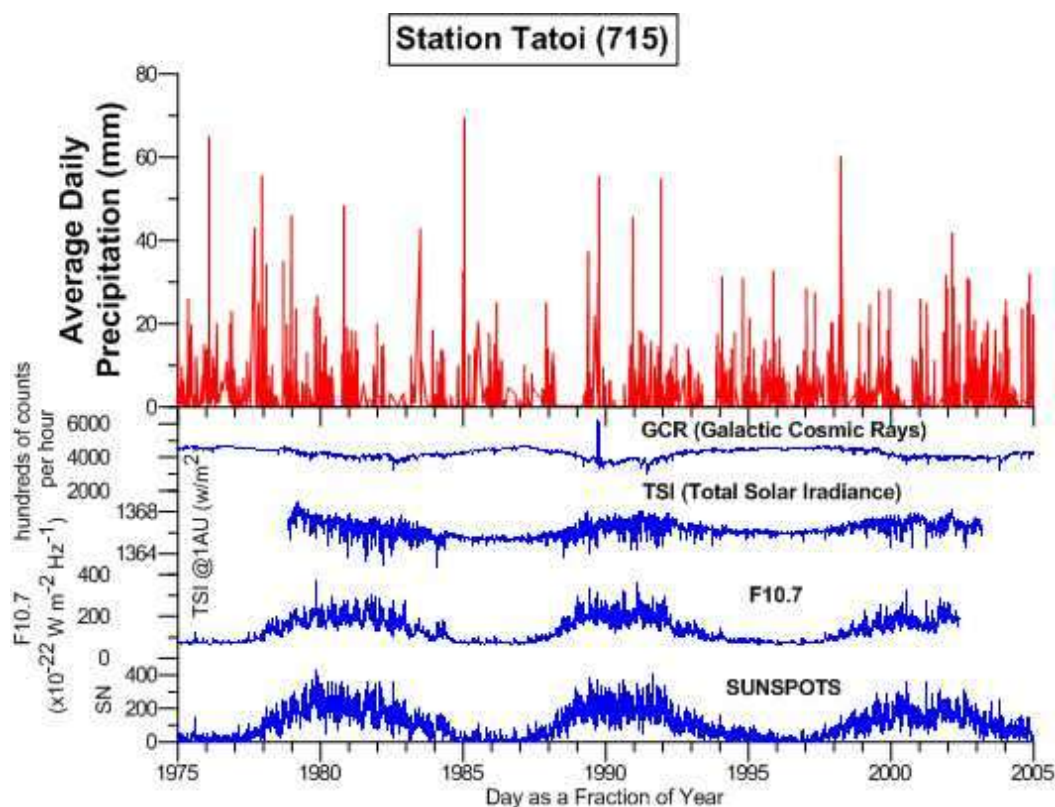


Εικόνα 99 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Αραξού.

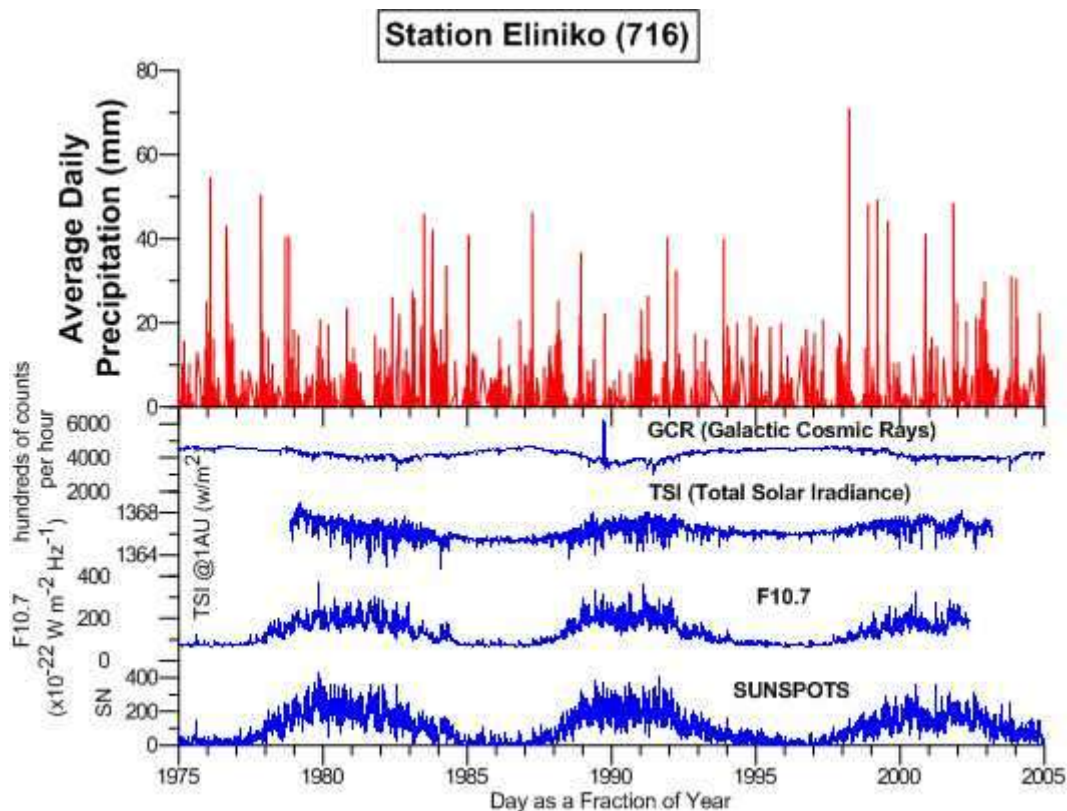


Εικόνα 100 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.



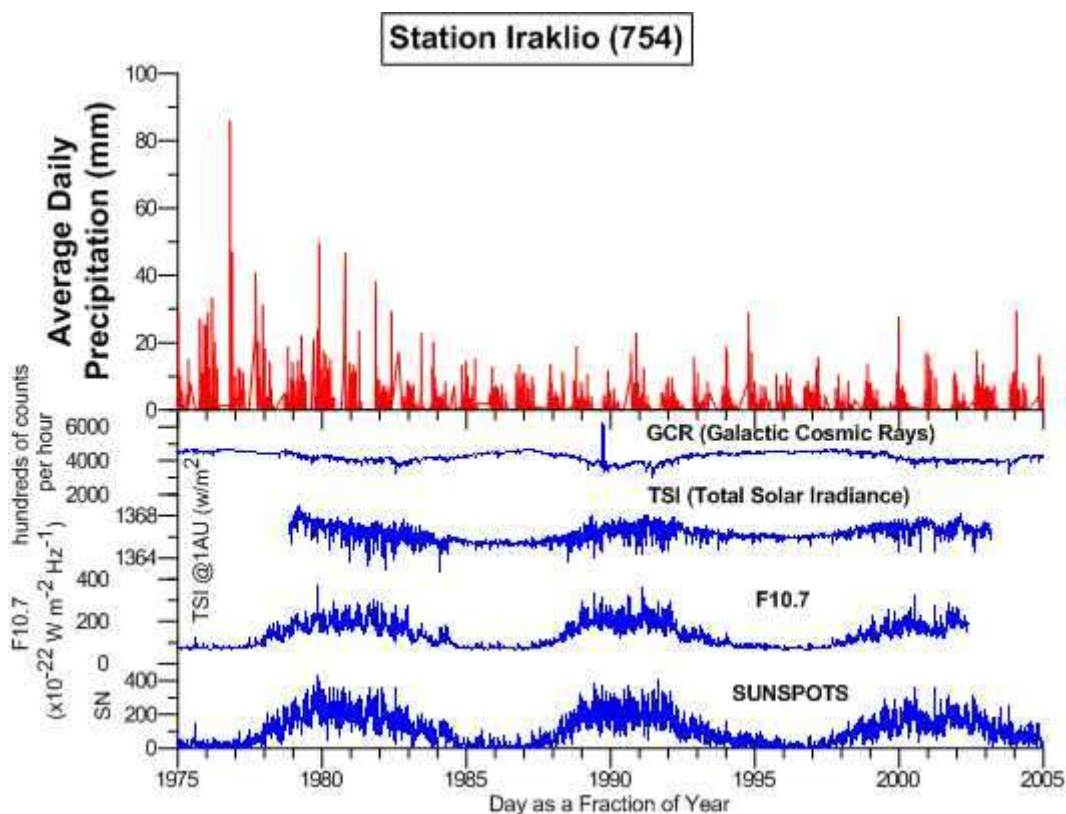


Εικόνα 101 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 102 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.





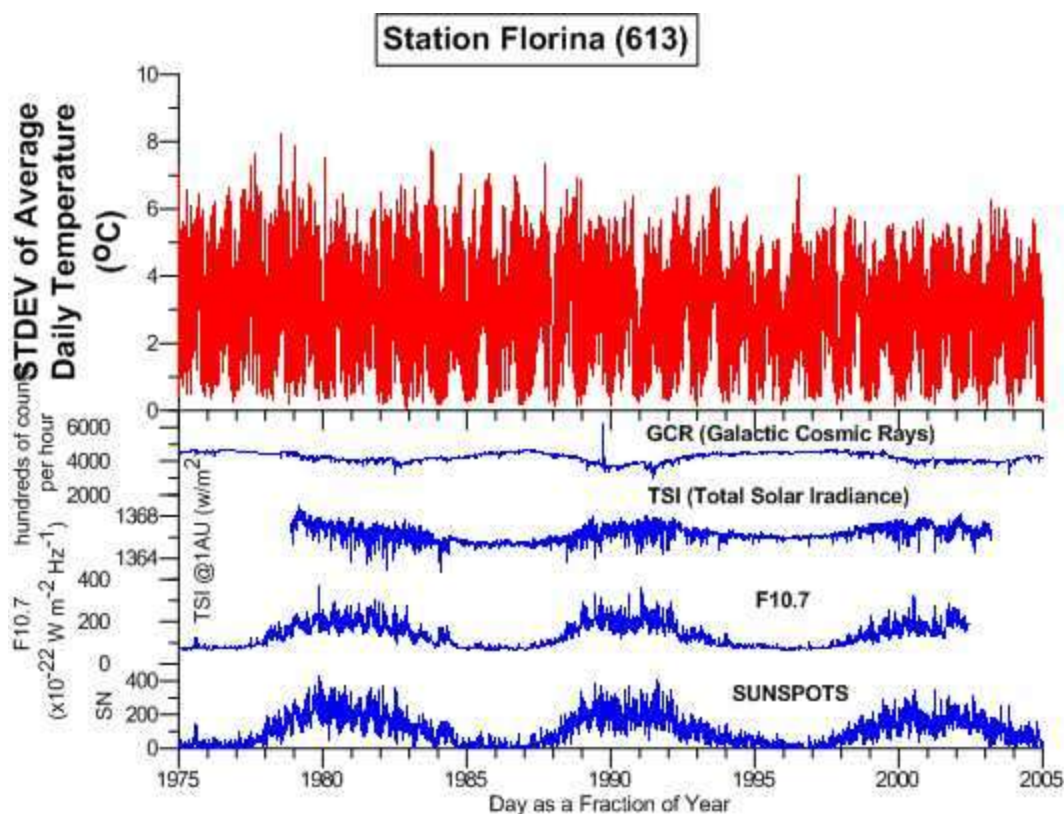
Εικόνα 103 Όπως στην εικόνα 92, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Στη περίπτωση της προσπάθειας συσχέτισης με την ημερήσια βροχόπτωση ανά ΜΣ που μελετάμε εδώ και από τις γραφικές παραστάσεις που παραθέσαμε σε σχέση με τα ηλιακά δεδομένα δεν μπορούμε να εντοπίσουμε κάποιο μοτίβο ή κάποια ένδειξη συσχέτισης.

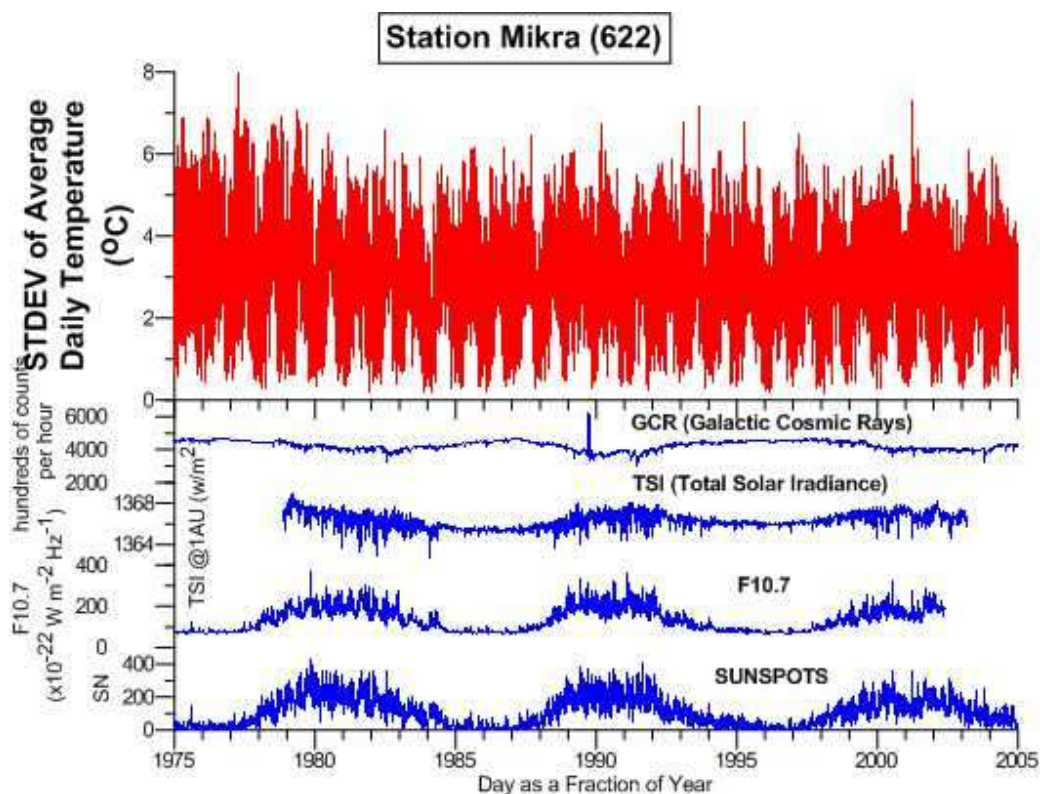
## 5.7 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της θερμοκρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα.

Αρχικά θα κάνουμε μία παρένθεση και θα αναφέρουμε ότι εφόσον ελέγξαμε και μελετήσαμε παραπάνω τις τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων σε σχέση με τις τιμές των ηλιακών δεικτών από εδώ και κάτω θα ελέγξουμε τα στατιστικά χαρακτηριστικά τους, μέσω της αντίστοιχης τυπικής απόκλισης των μετεωρολογικών δεικτών.

Εδώ λοιπόν παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της θερμοκρασίας ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 104 έως Εικόνα 115, προκειμένου να μελετηθούν.

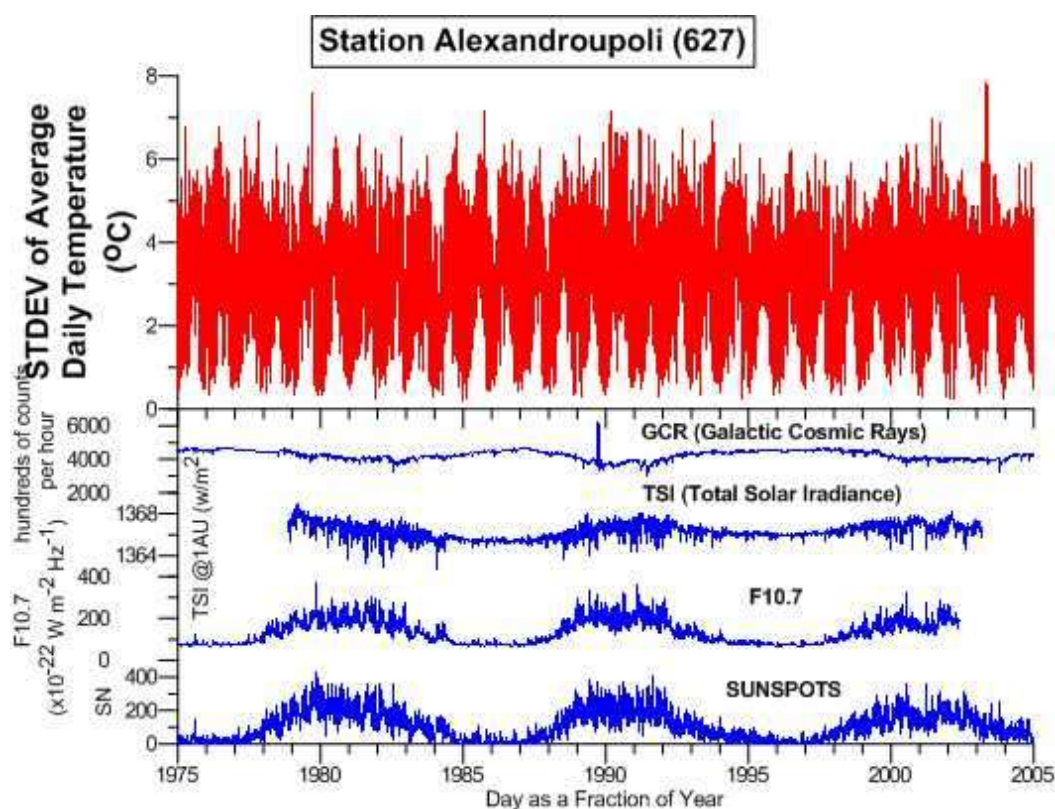


Εικόνα 104 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της θερμοκρασίας για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.

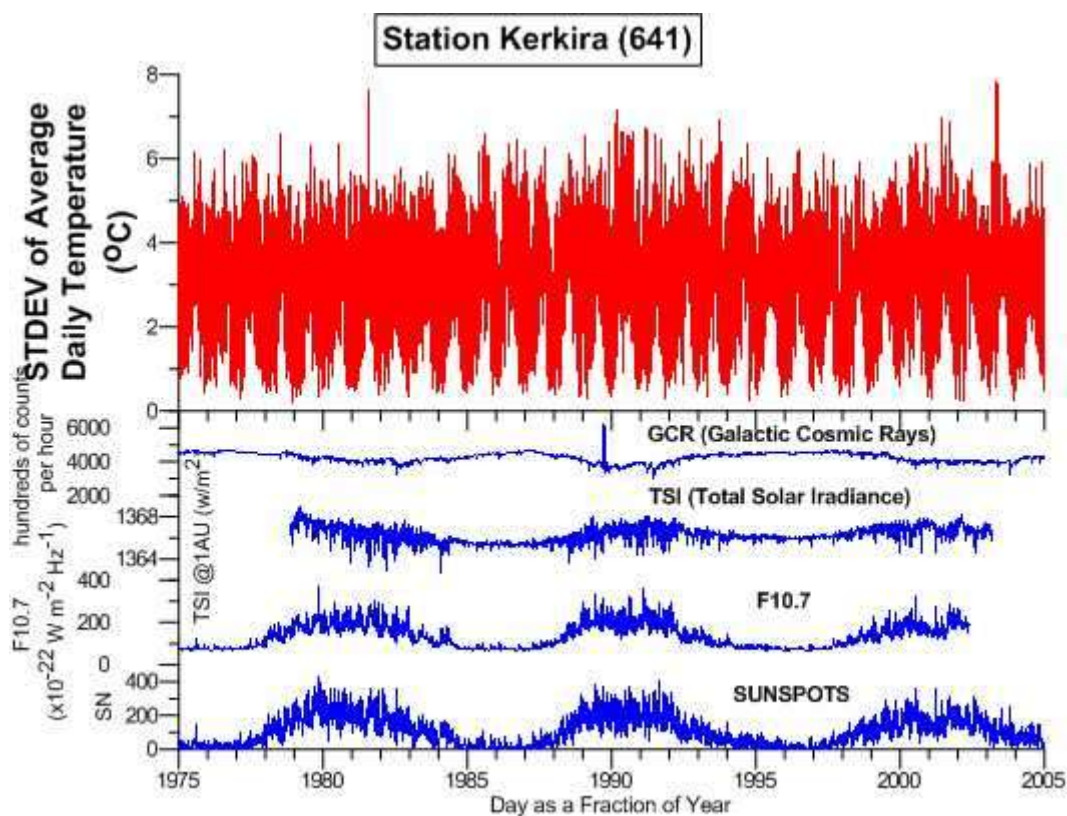


Εικόνα 105 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.



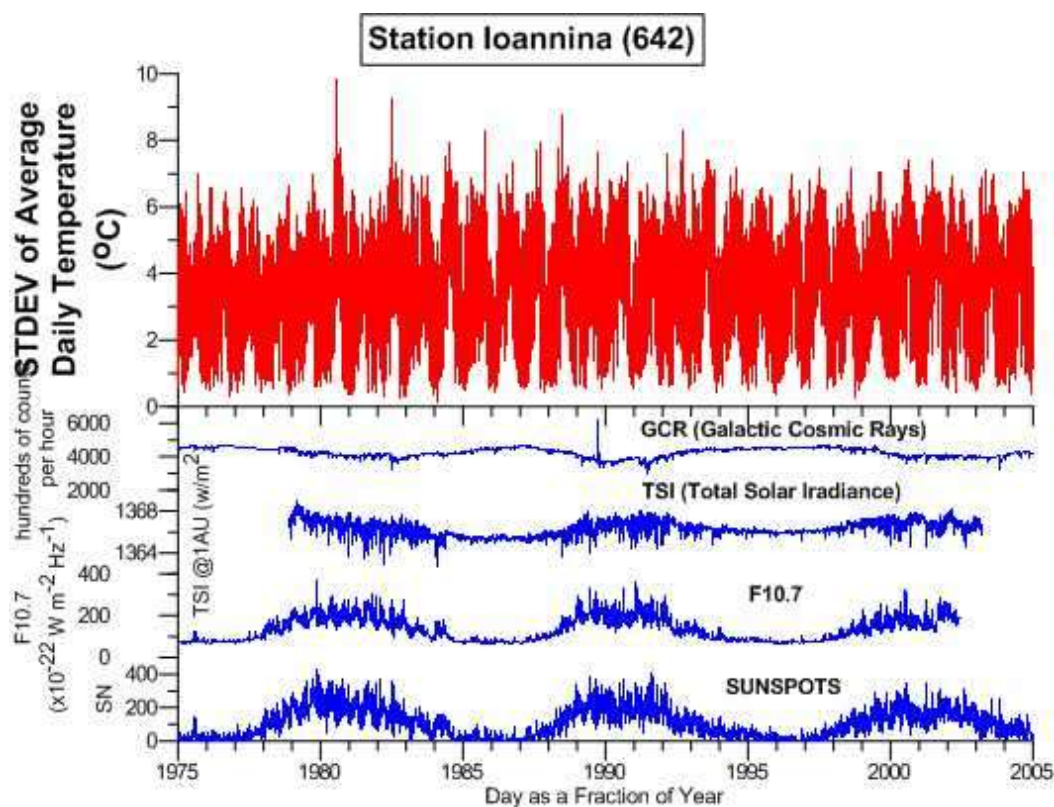


Εικόνα 106 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

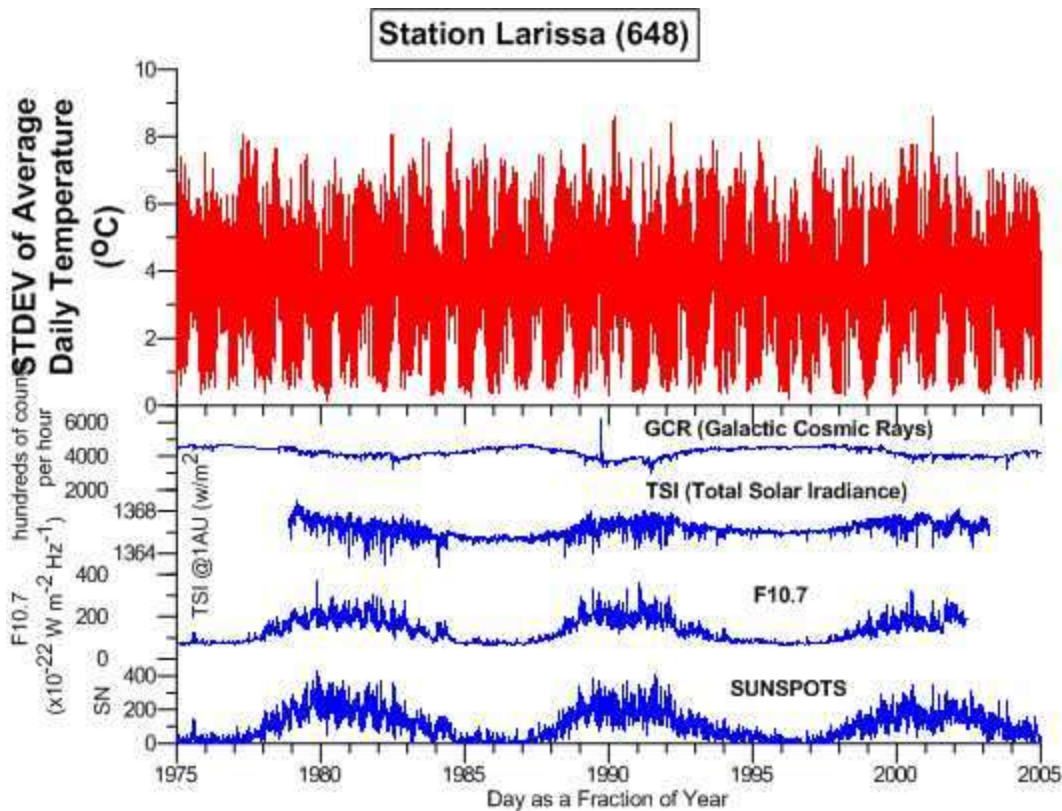


Εικόνα 107 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

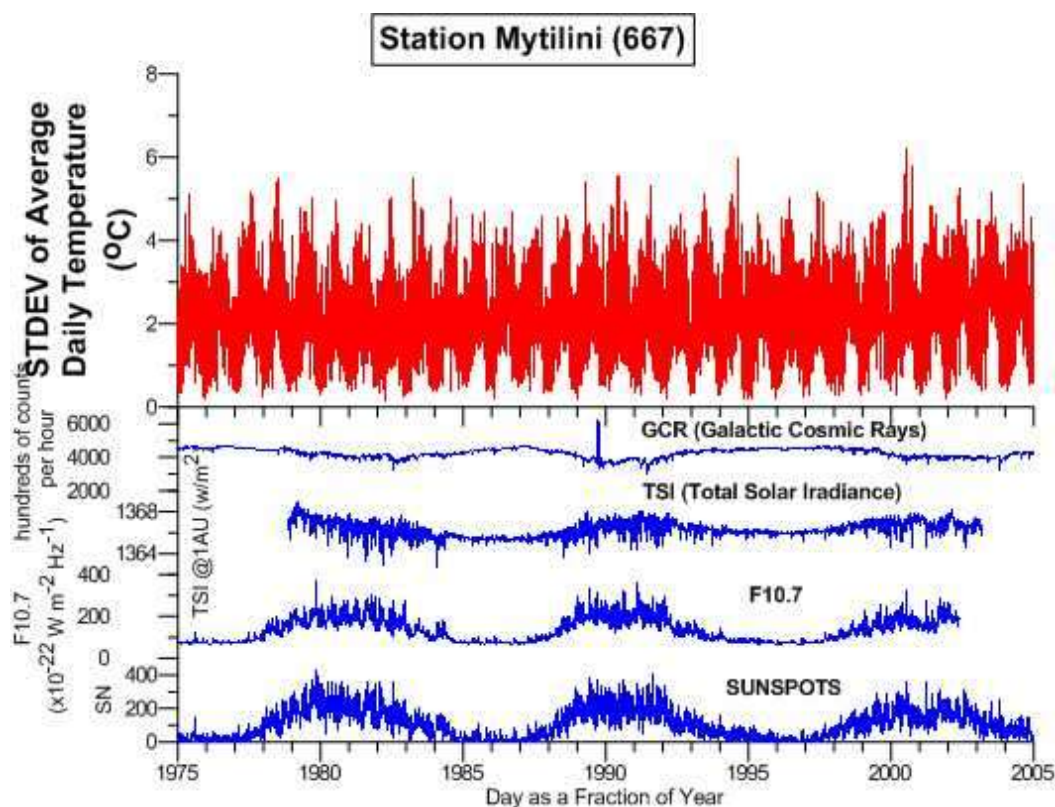




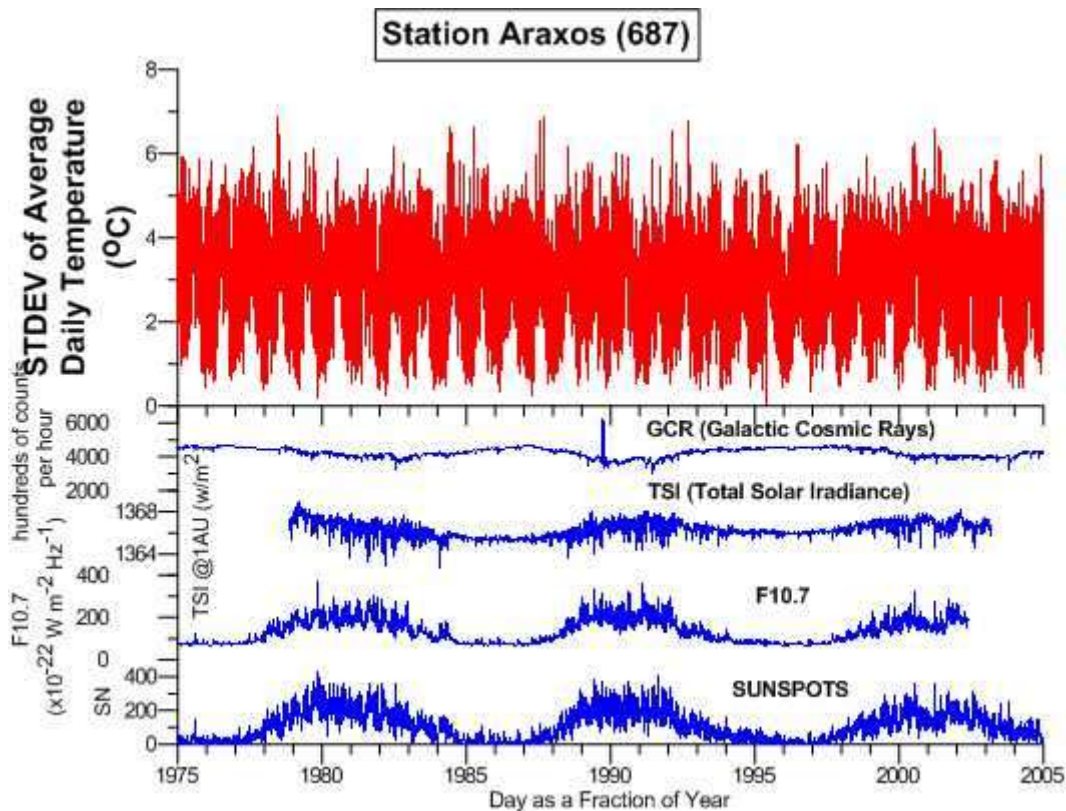
Εικόνα 108 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.



Εικόνα 109 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

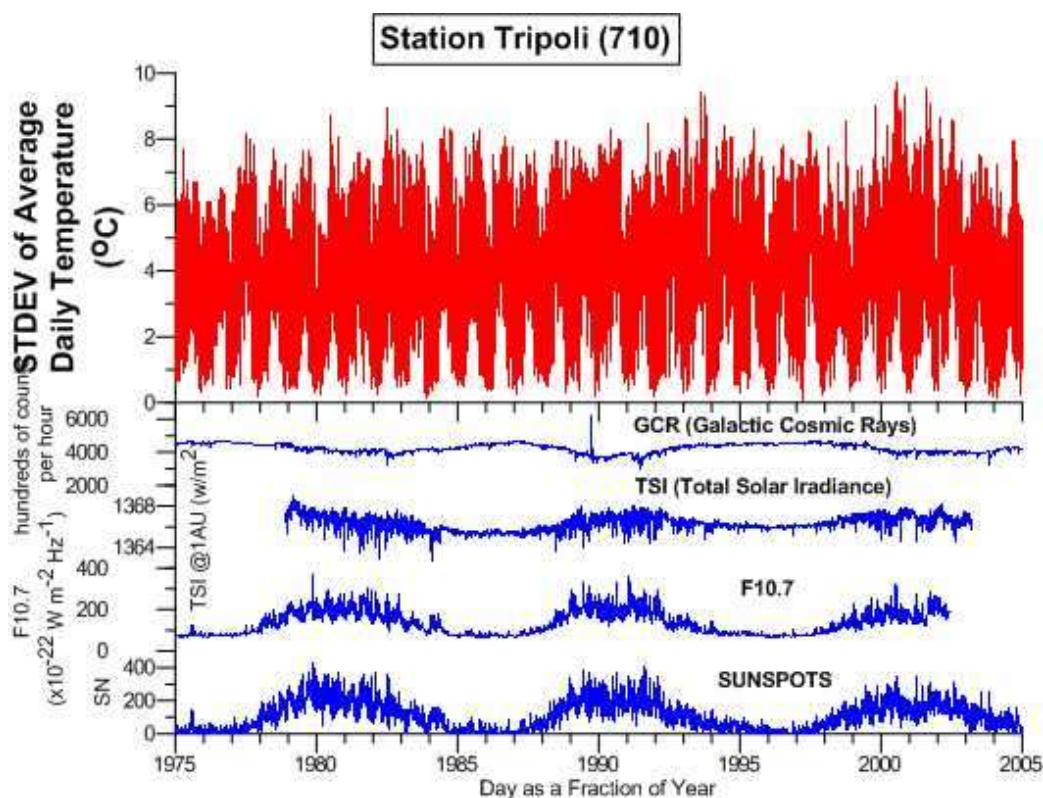


Εικόνα 110 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

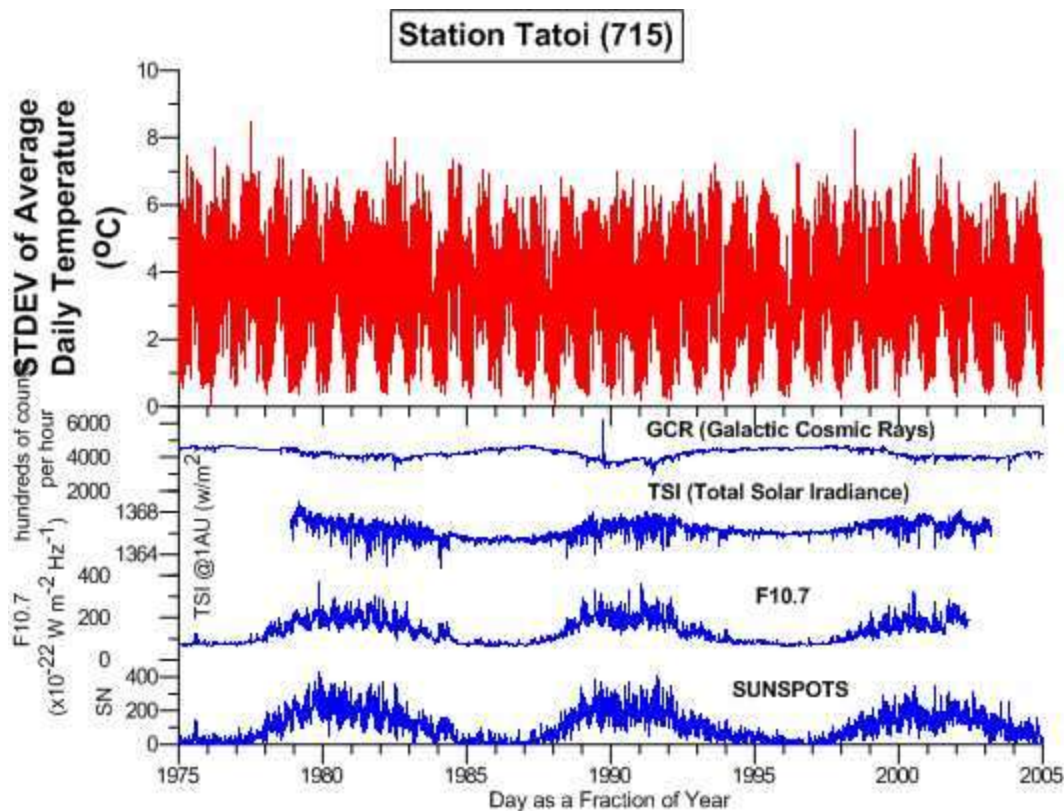


Εικόνα 111 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Αραξου.



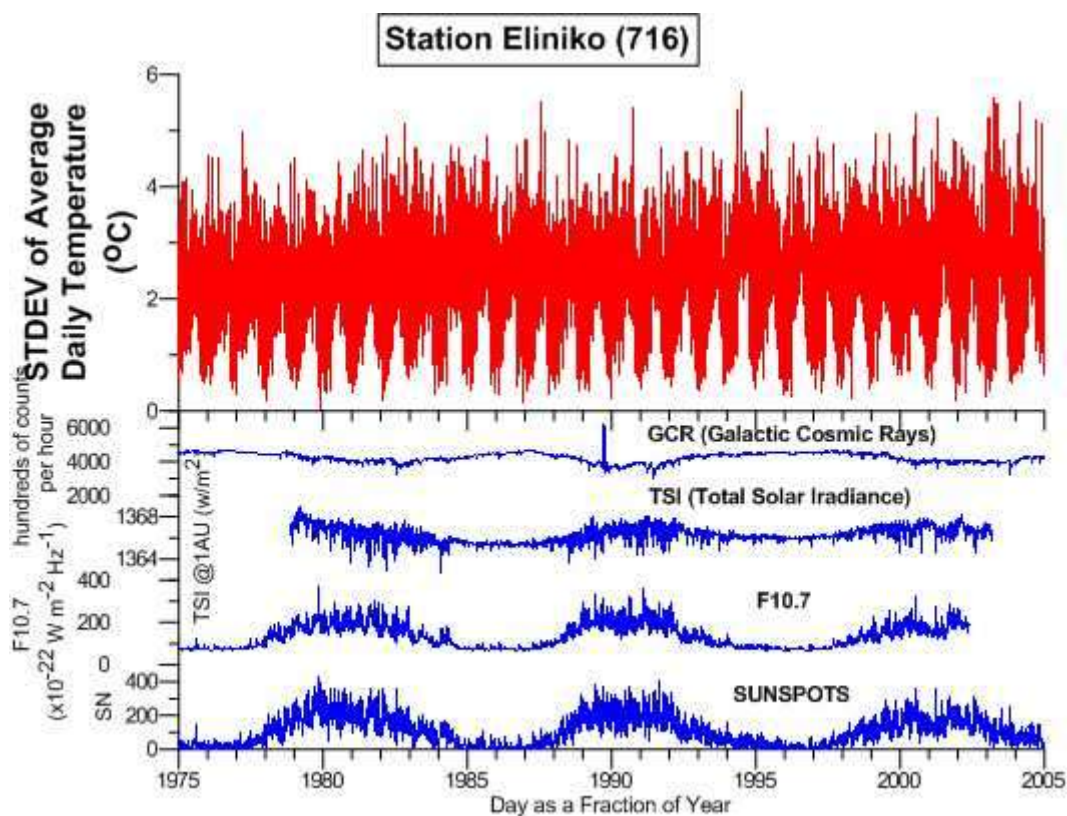


Εικόνα 112 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

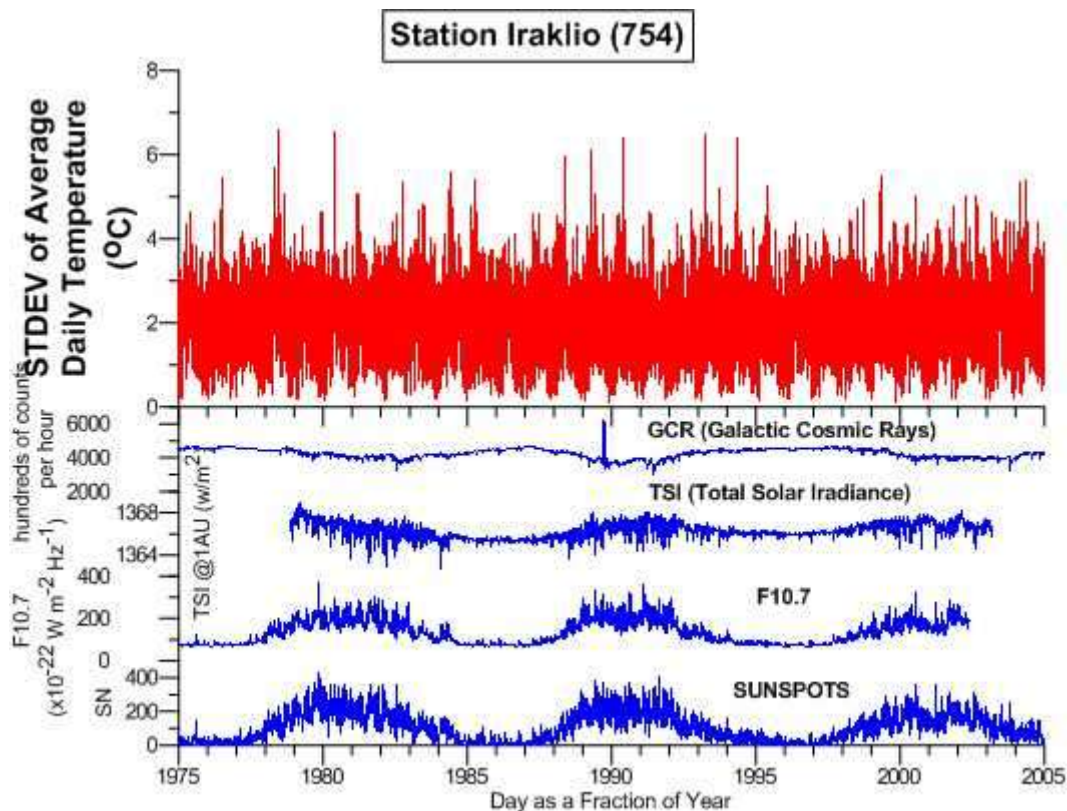


Εικόνα 113 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.





Εικόνα 114 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.

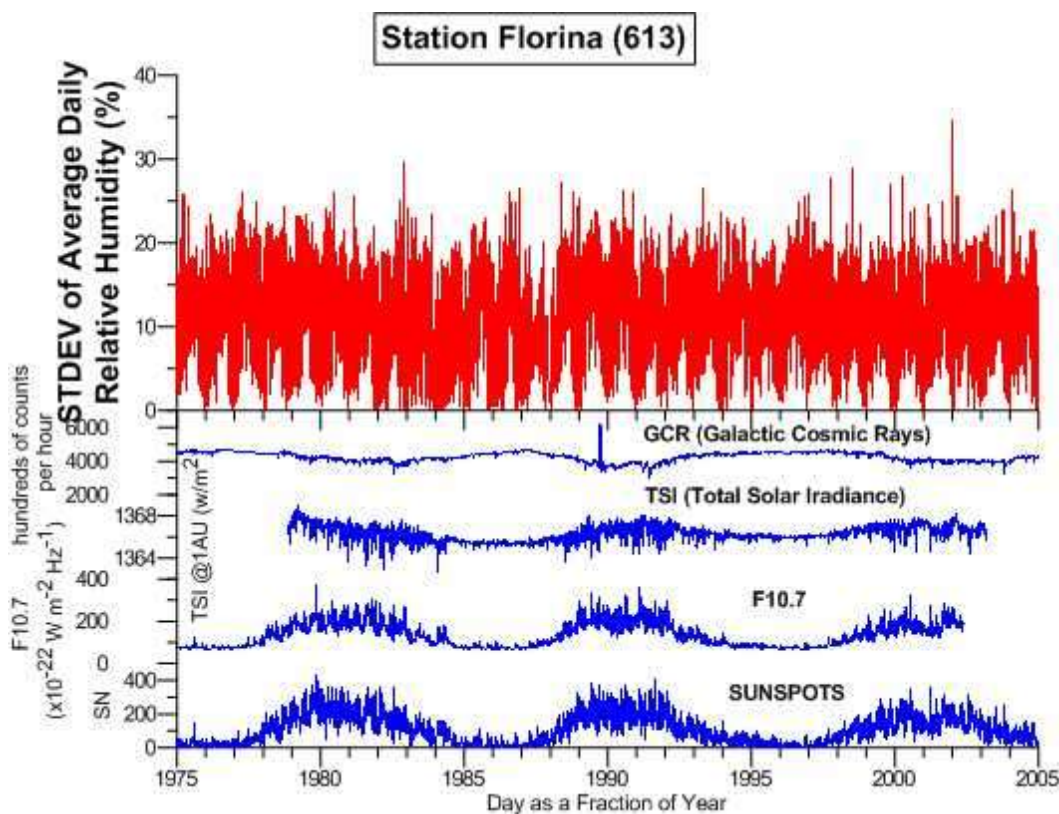


Εικόνα 115 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Στις γραφικές παραστάσεις της τυπικής απόκλισης της θερμοκρασίας σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια συσχέτιση.

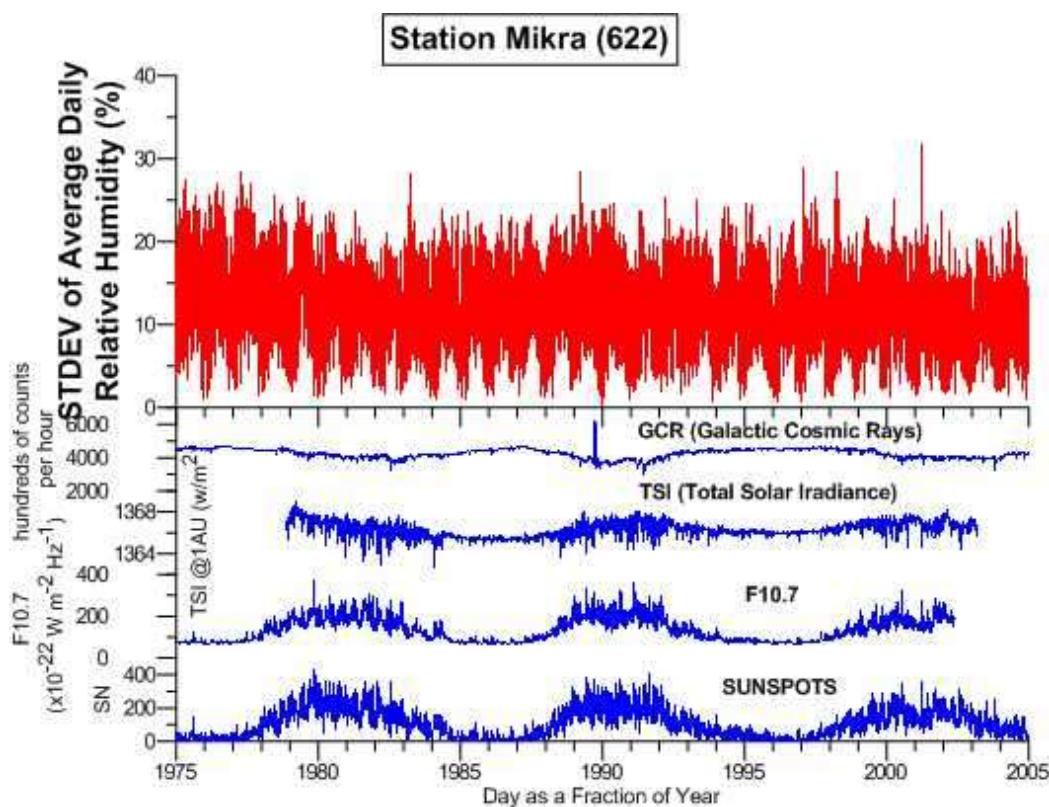
## 5.8 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της σχετικής υγρασίας με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της σχετικής υγρασίας ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 116 έως Εικόνα 127, προκειμένου να μελετηθούν.

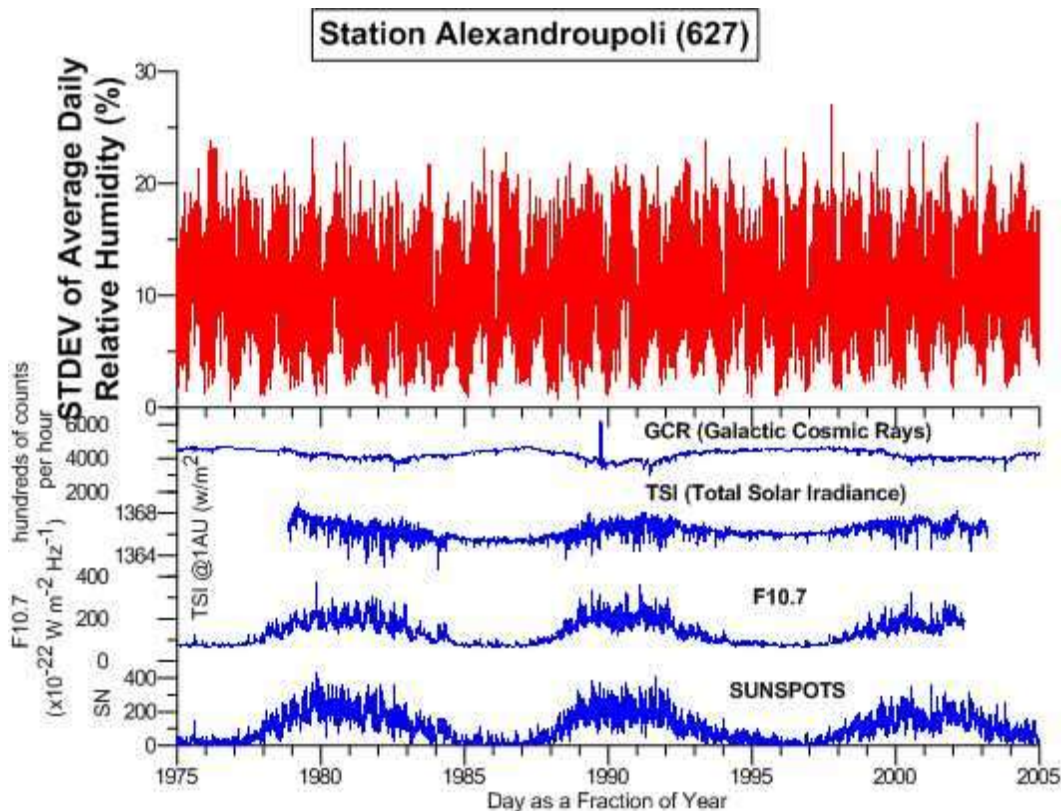


Εικόνα 116 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της σχετικής υγρασίας για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



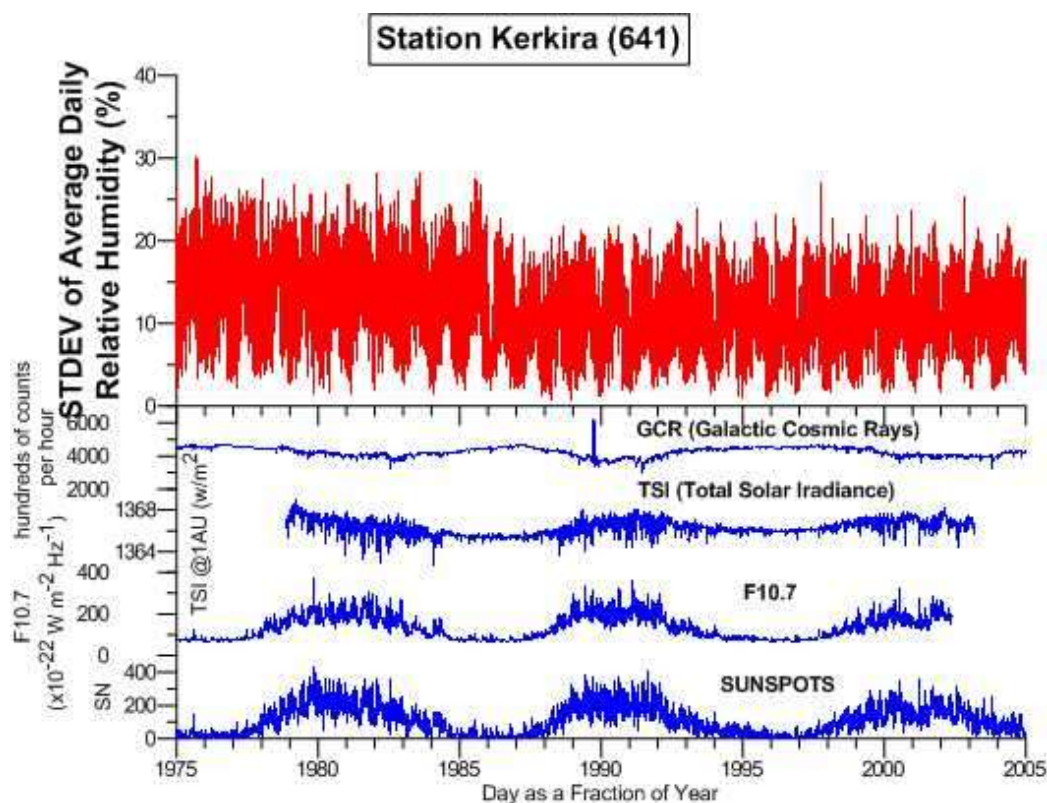


Εικόνα 117 Όπως στην εικόνα 116, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

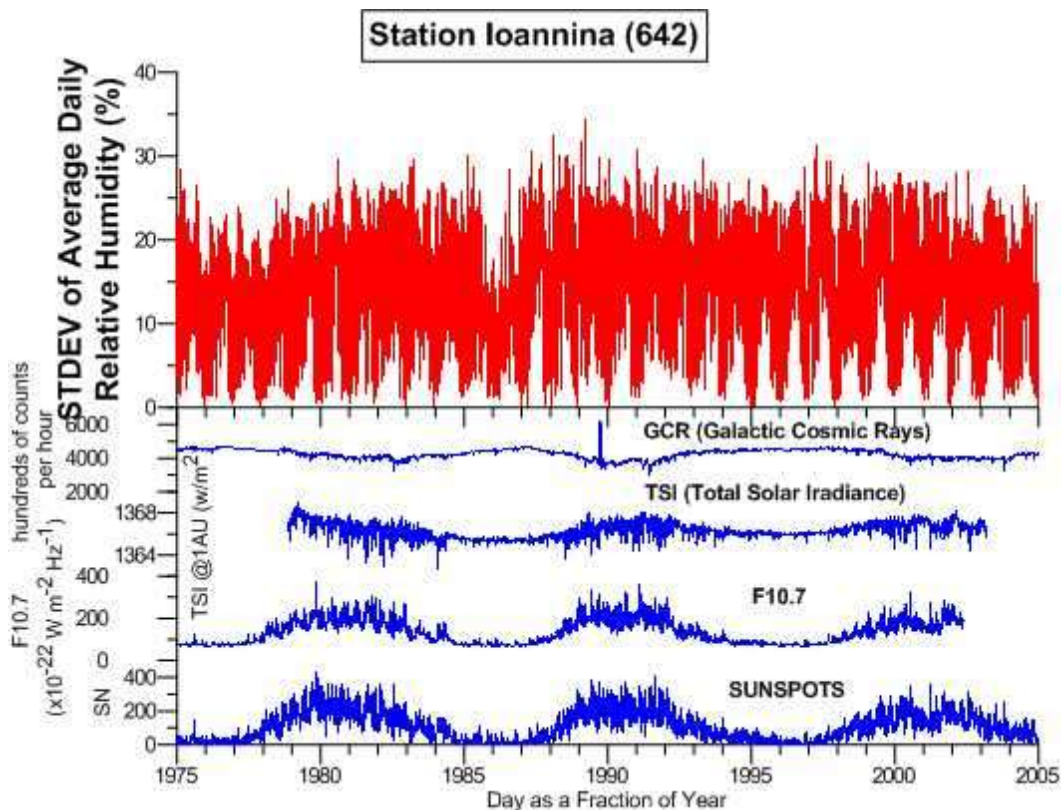


Εικόνα 118 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

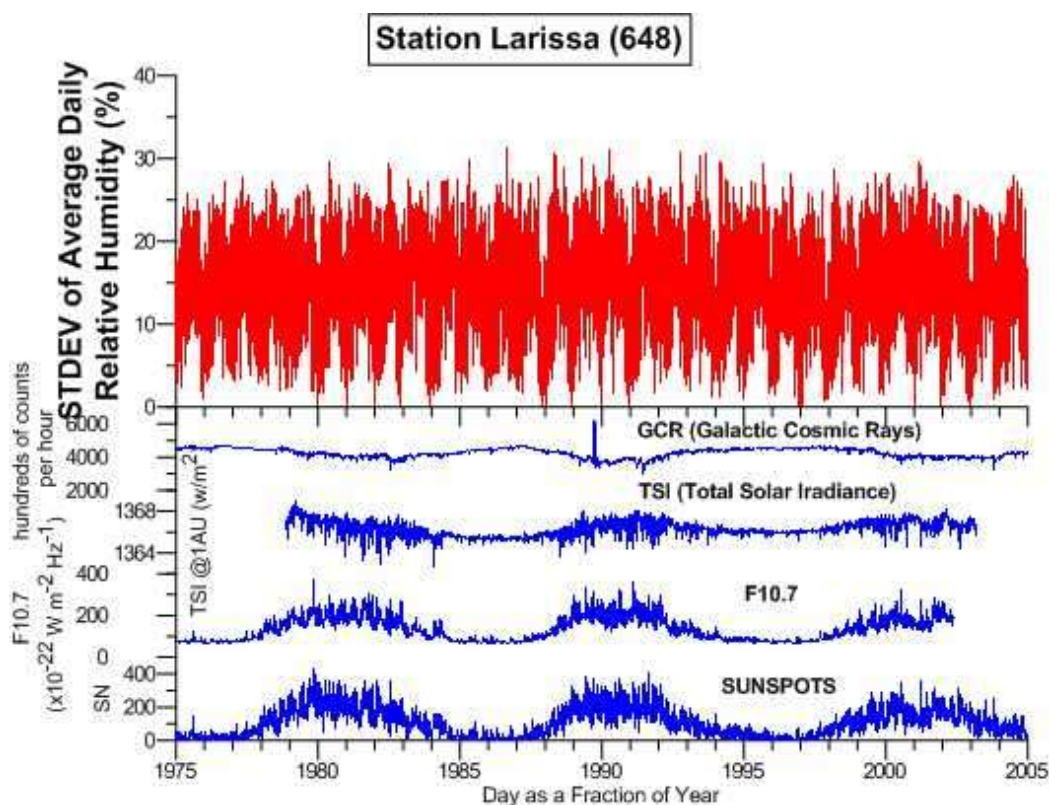




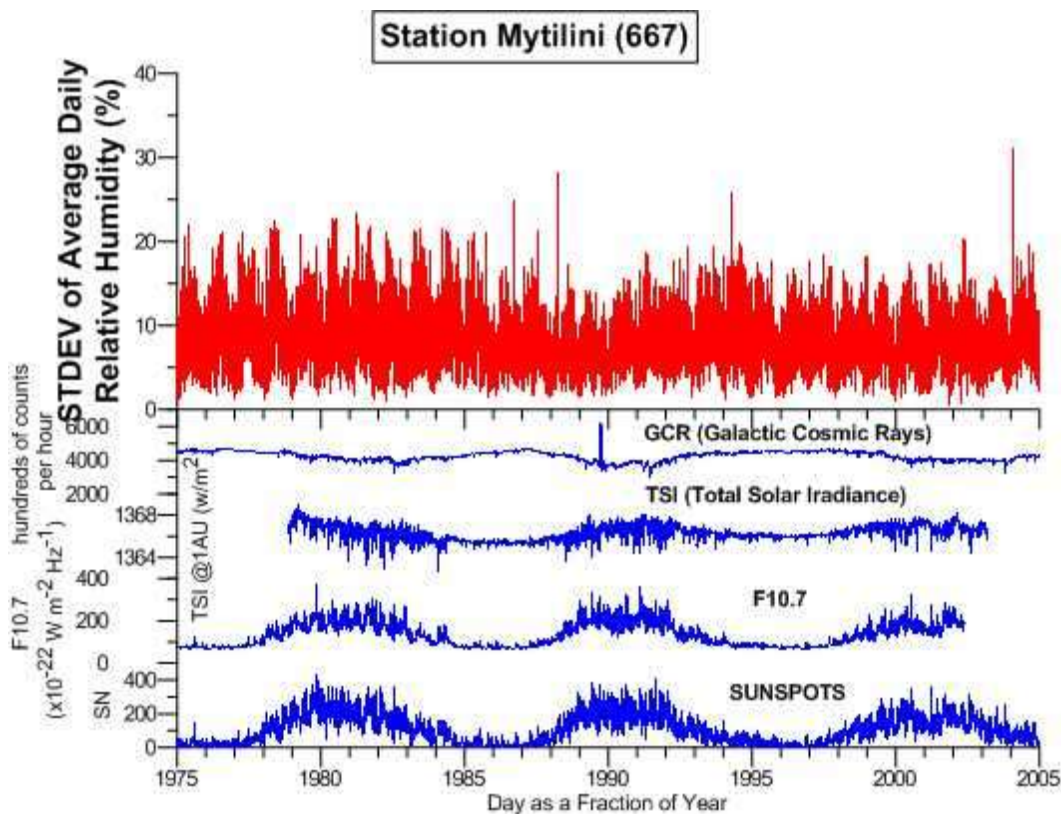
Εικόνα 119 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.



Εικόνα 120 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

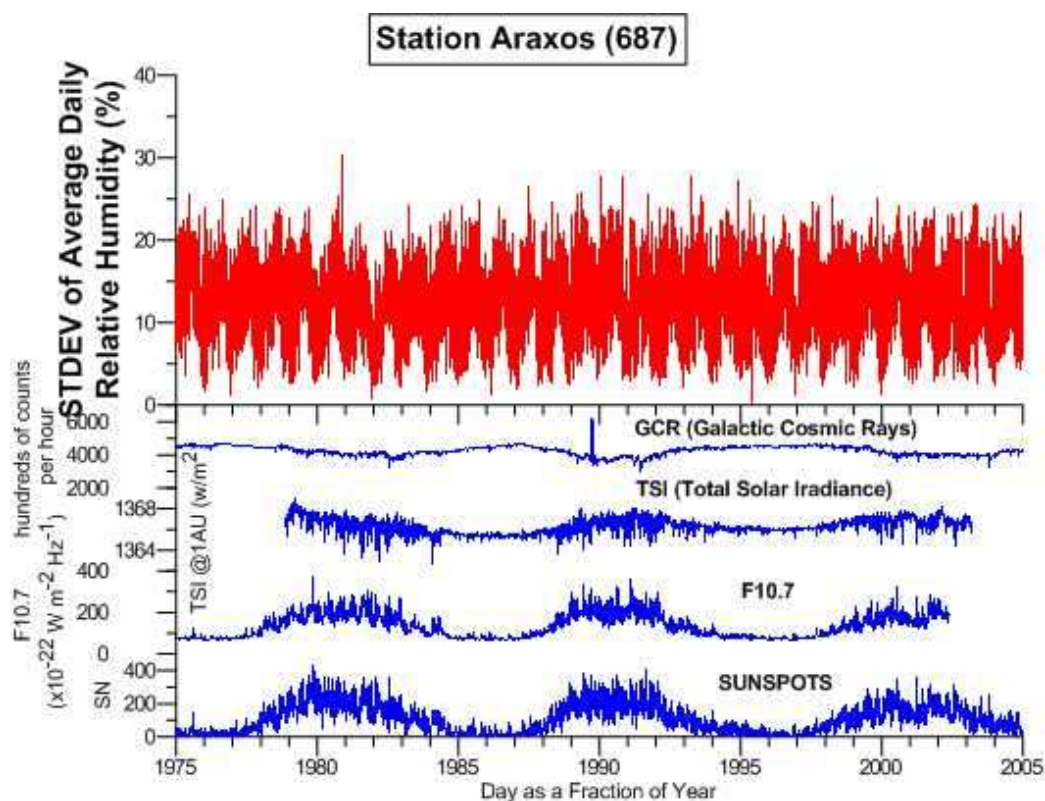


Εικόνα 121 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

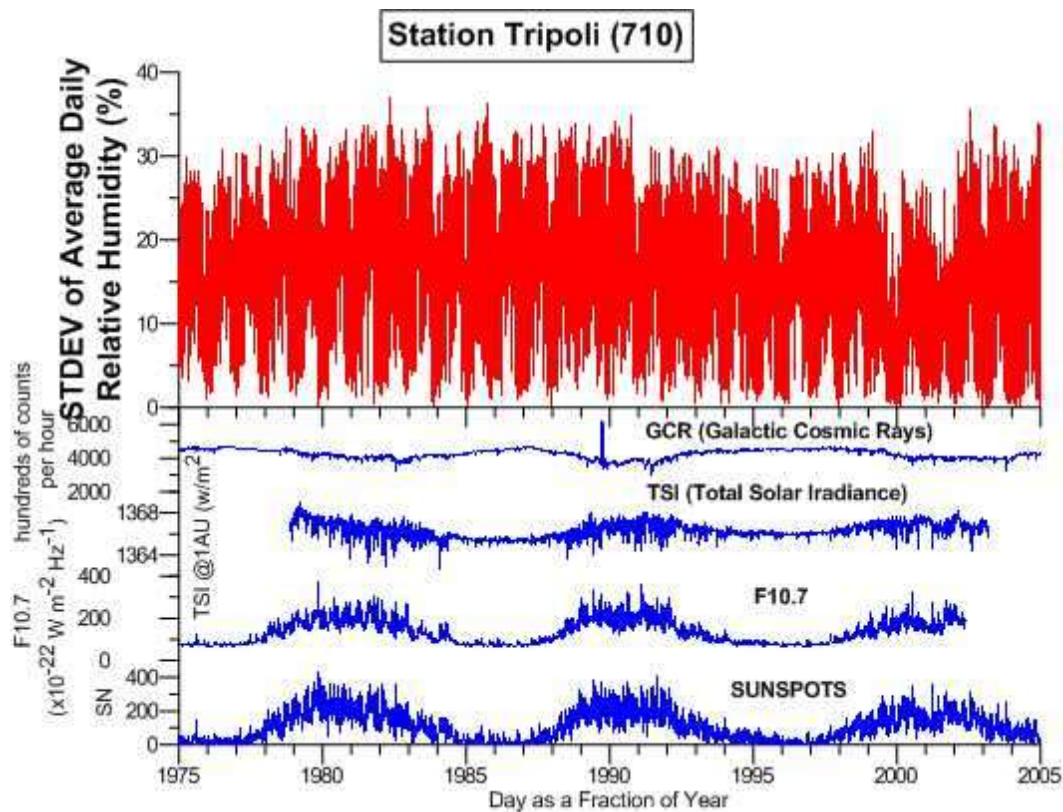


Εικόνα 122 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.



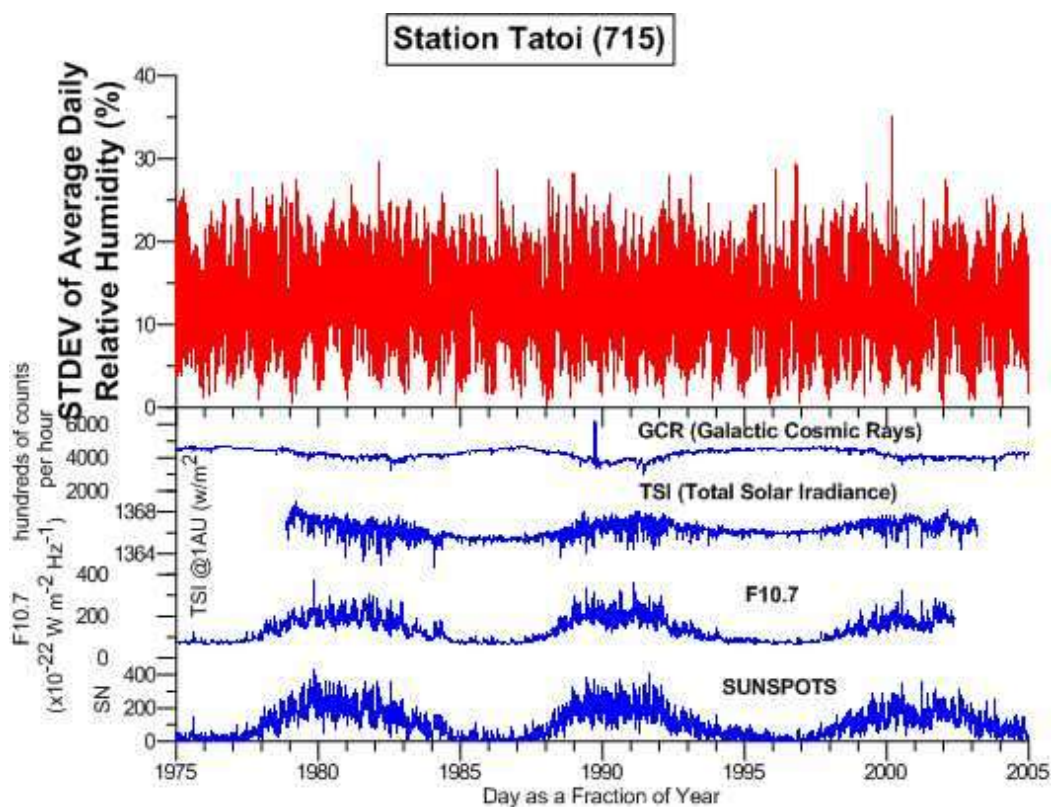


Εικόνα 123 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Αραξου.

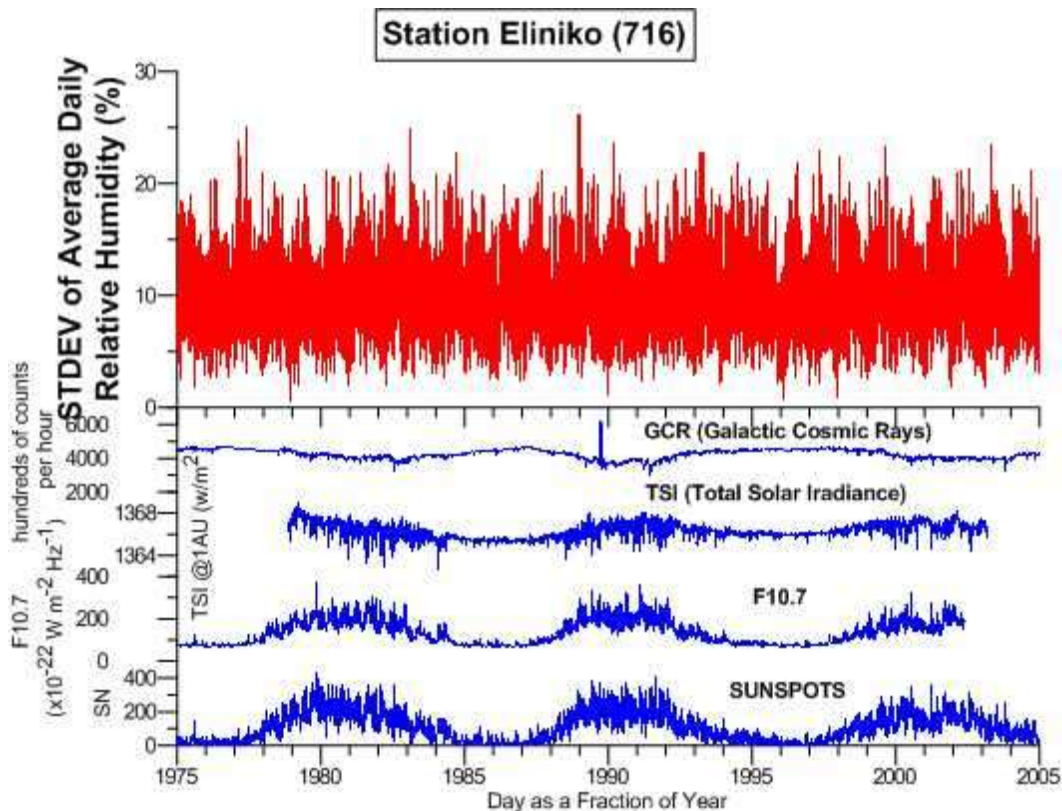


Εικόνα 124 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

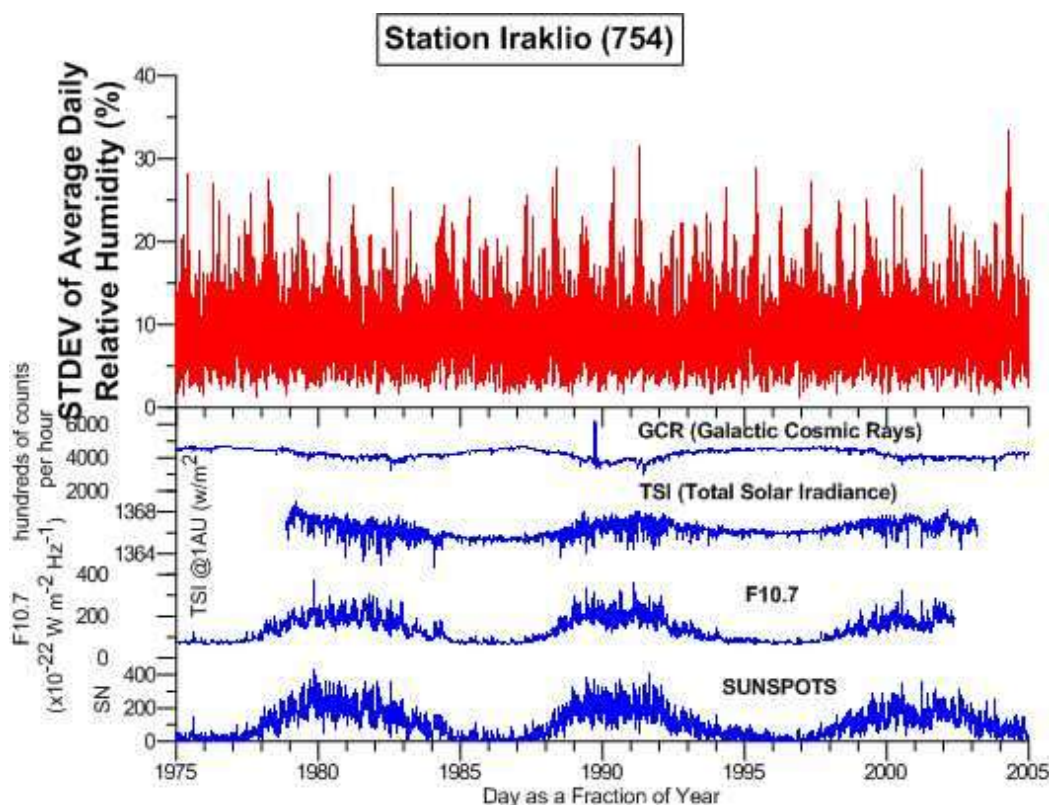




Εικόνα 125 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 126 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



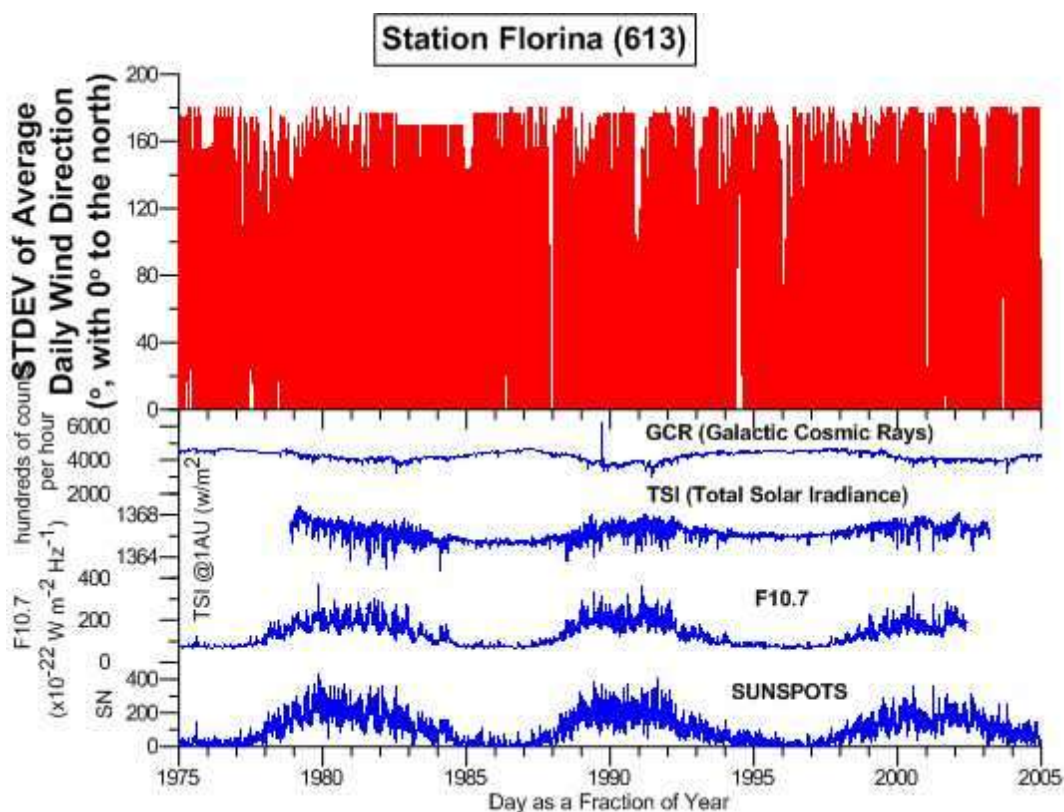
Εικόνα 127 Όπως στην εικόνα 104, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Ομοίως στις γραφικές παραστάσεις της τυπικής απόκλισης της σχετικής υγρασίας σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια συσχέτιση.

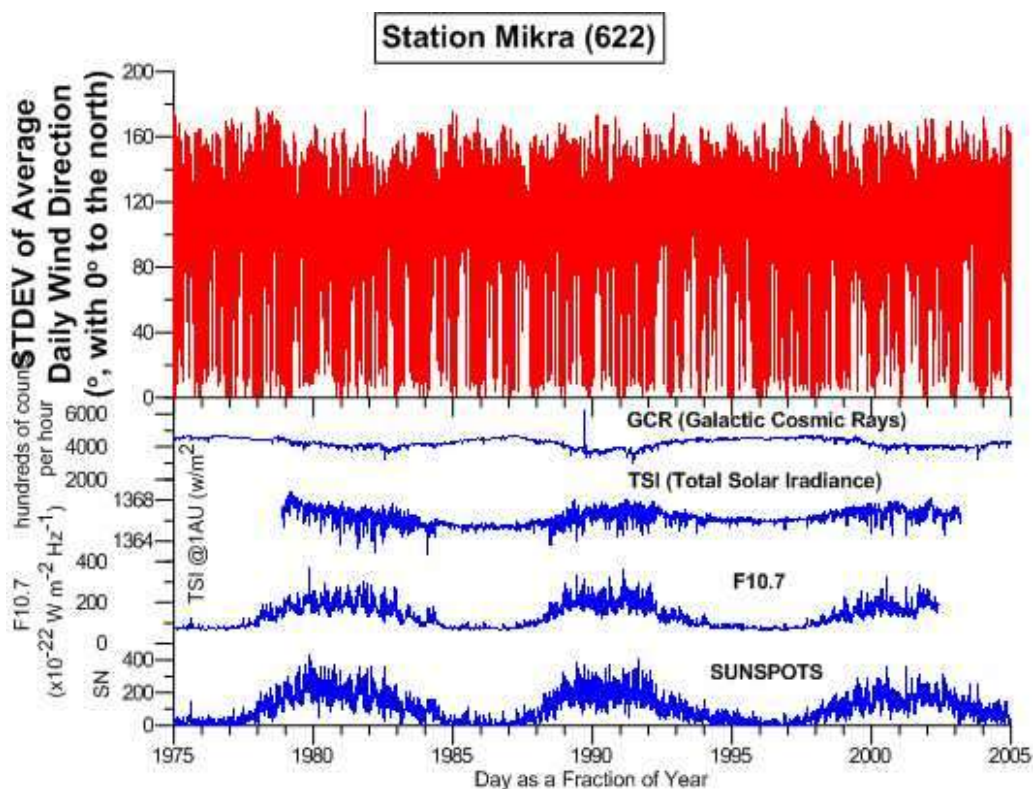
## 5.9 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της φοράς του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της φοράς του ανέμου ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 128 έως Εικόνα 139, προκειμένου να μελετηθούν.



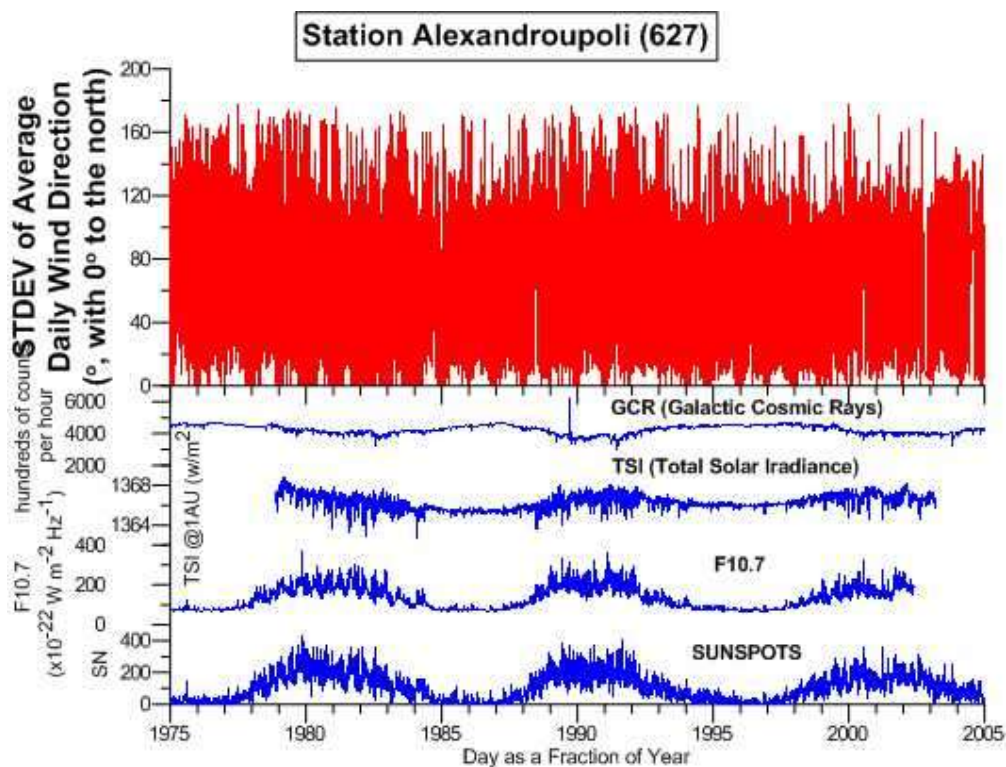


Εικόνα 128 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της φοράς του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.

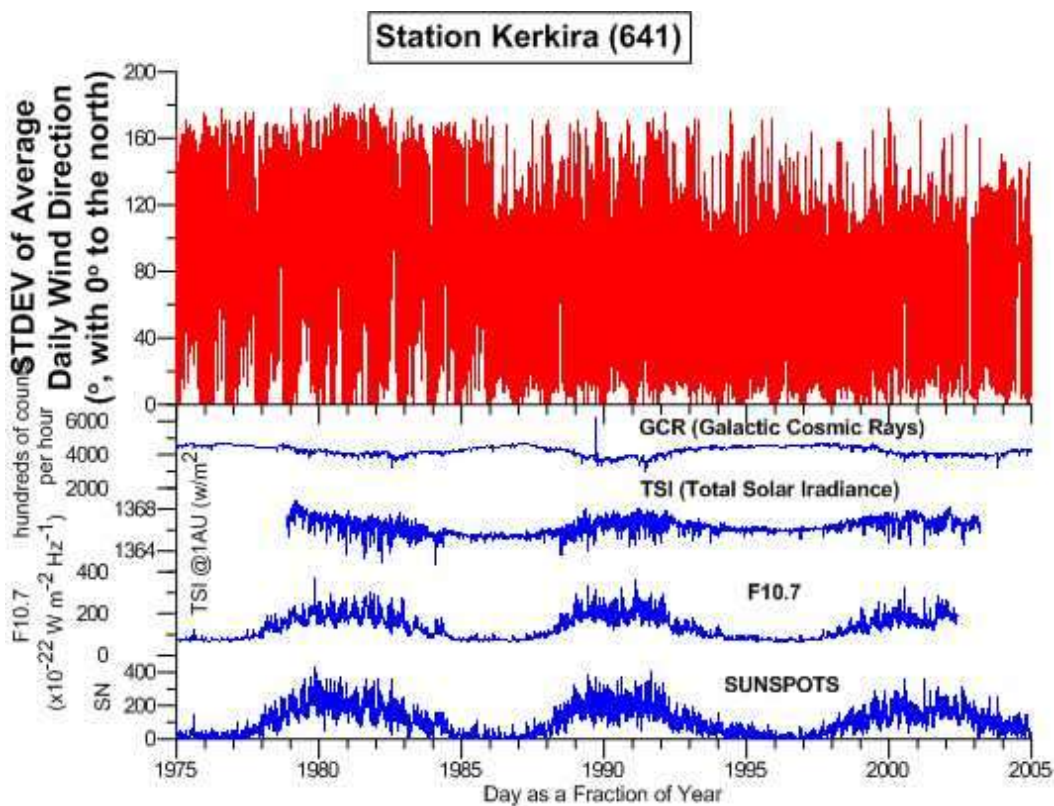


Εικόνα 129 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

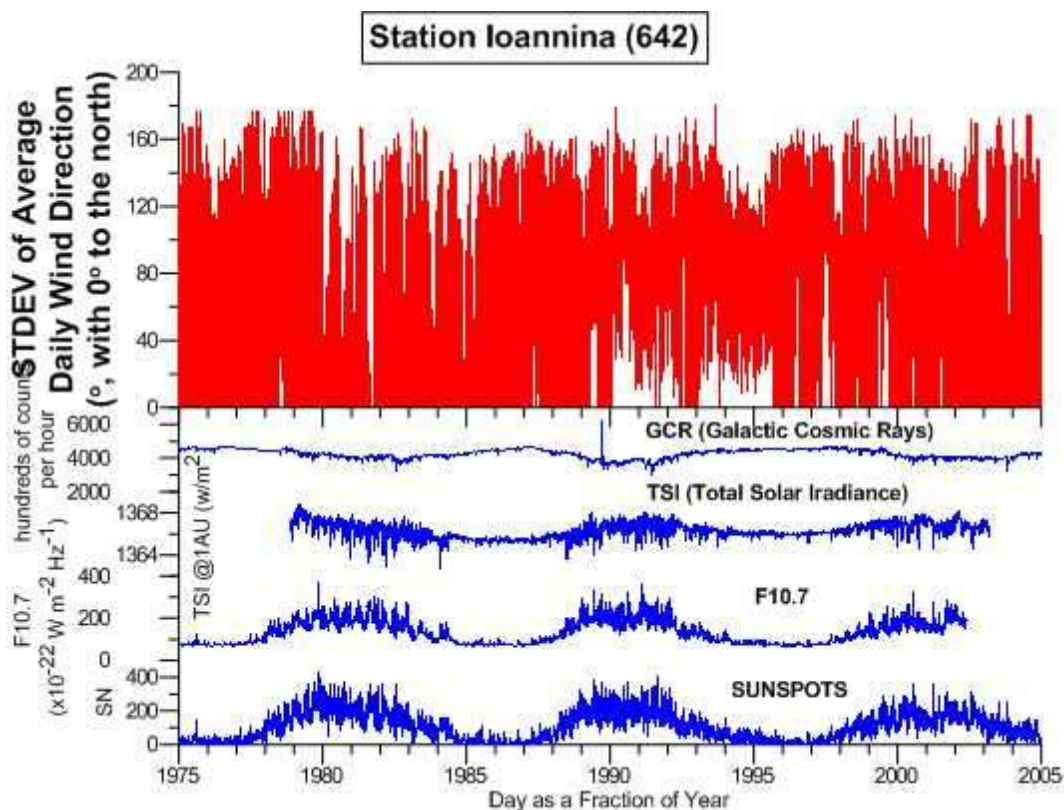




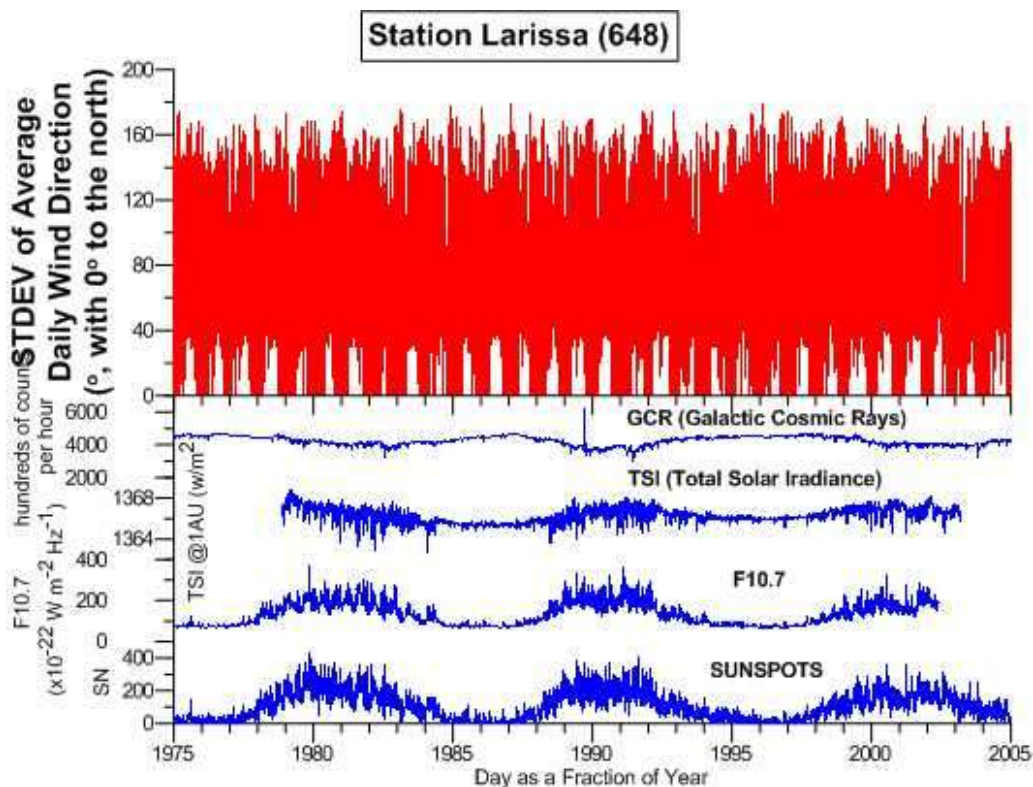
Εικόνα 130 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.



Εικόνα 131 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

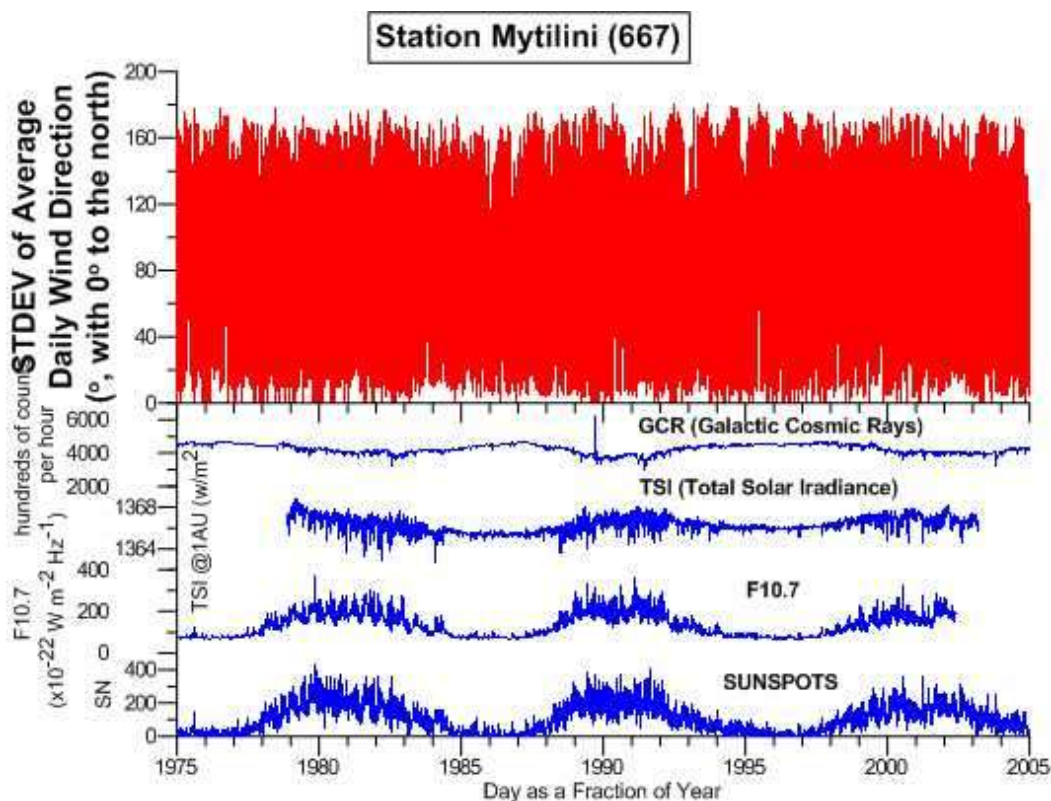


Εικόνα 132 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

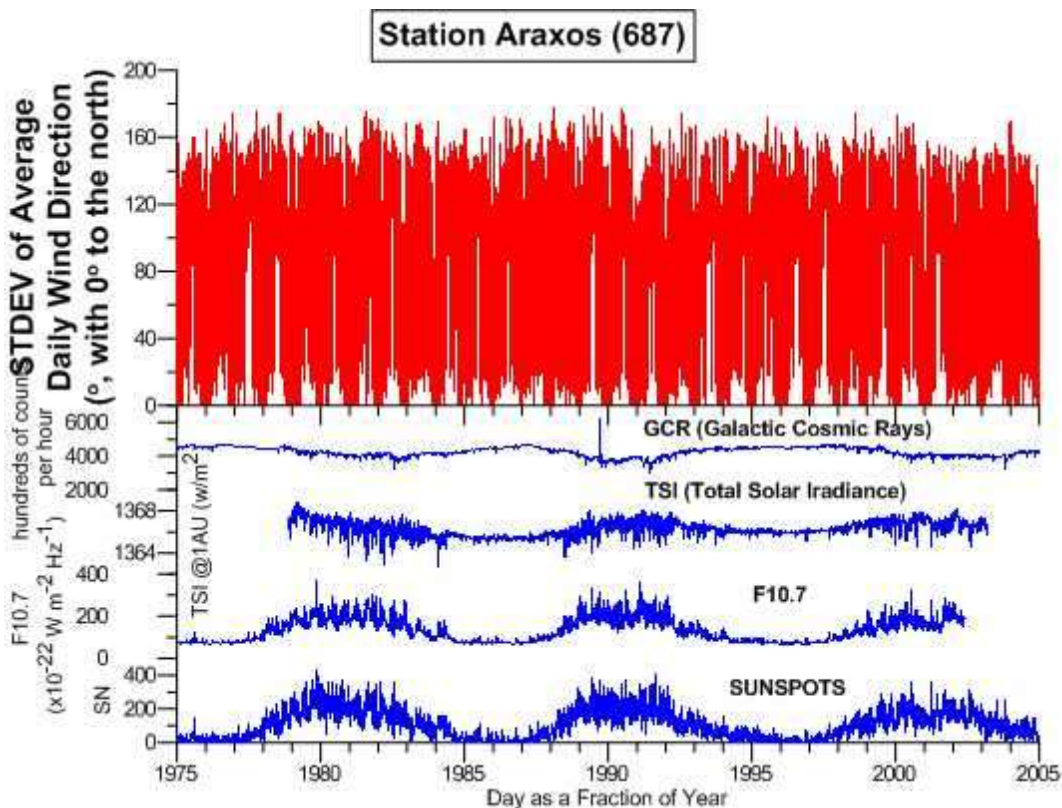


Εικόνα 133 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.



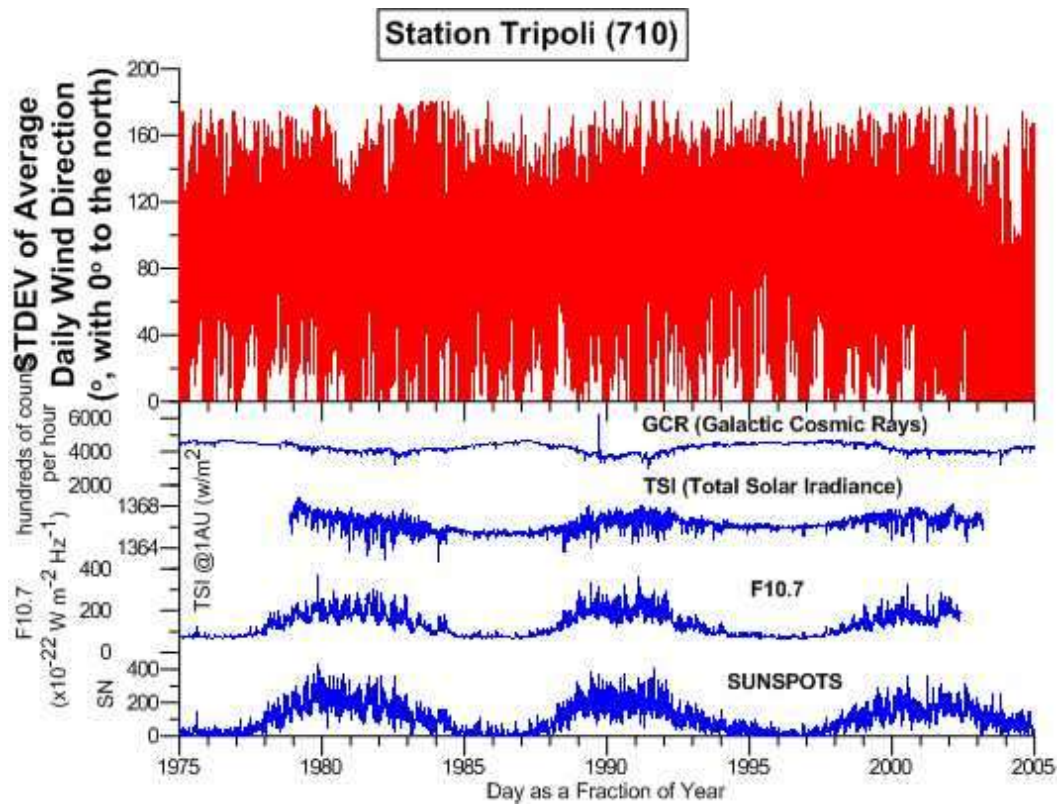


Εικόνα 134 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

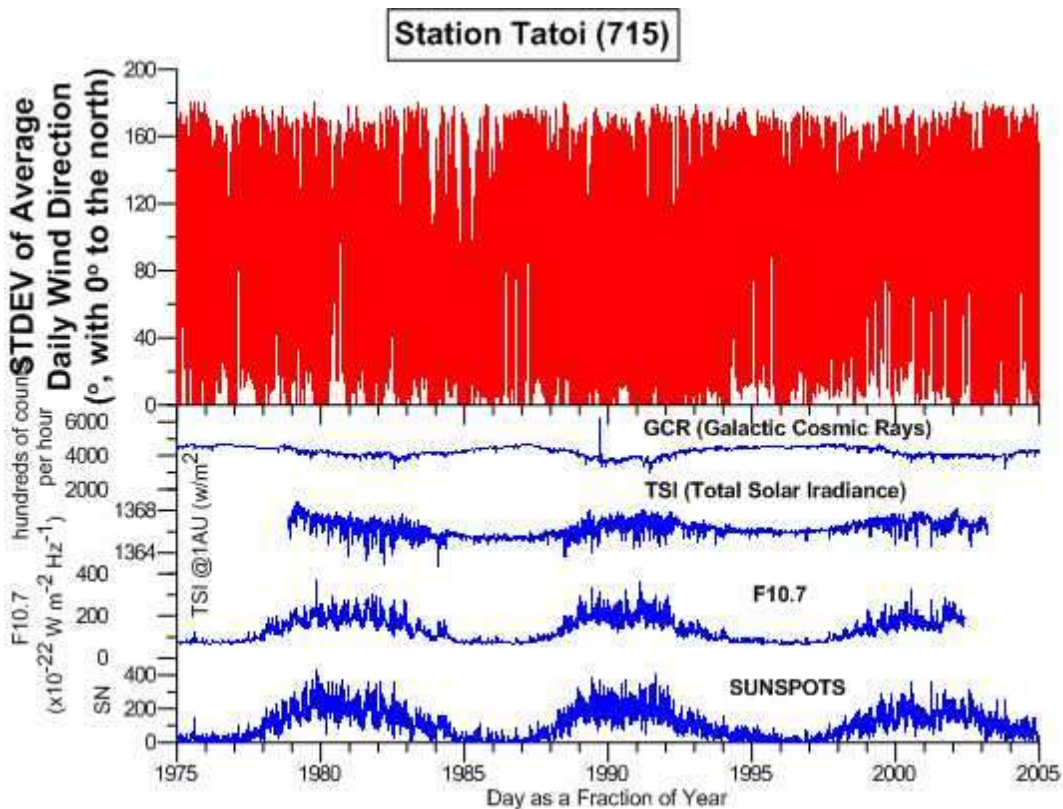


Εικόνα 135 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.

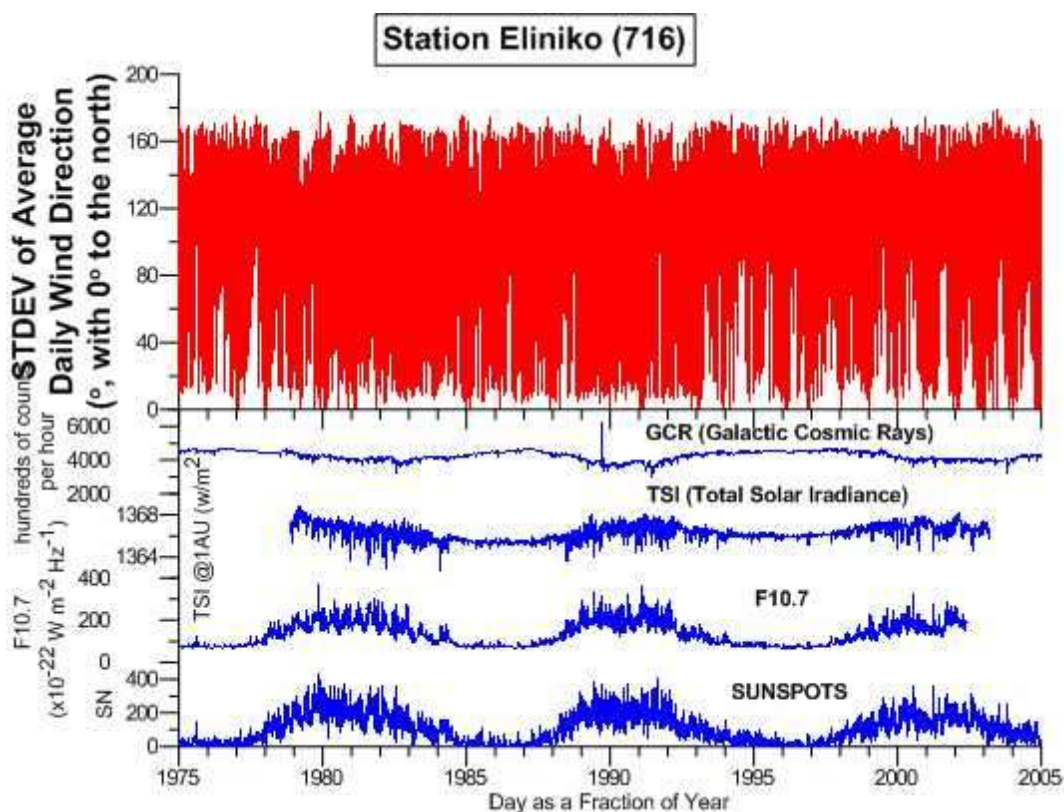




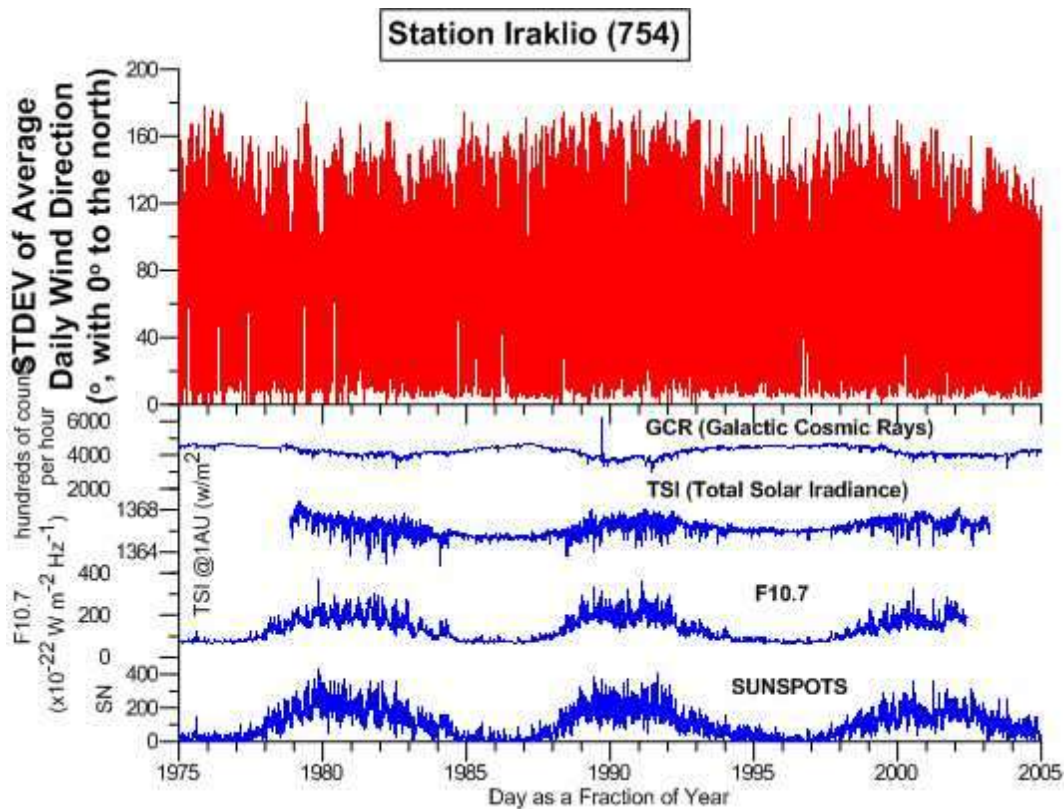
Εικόνα 136 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.



Εικόνα 137 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 138 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



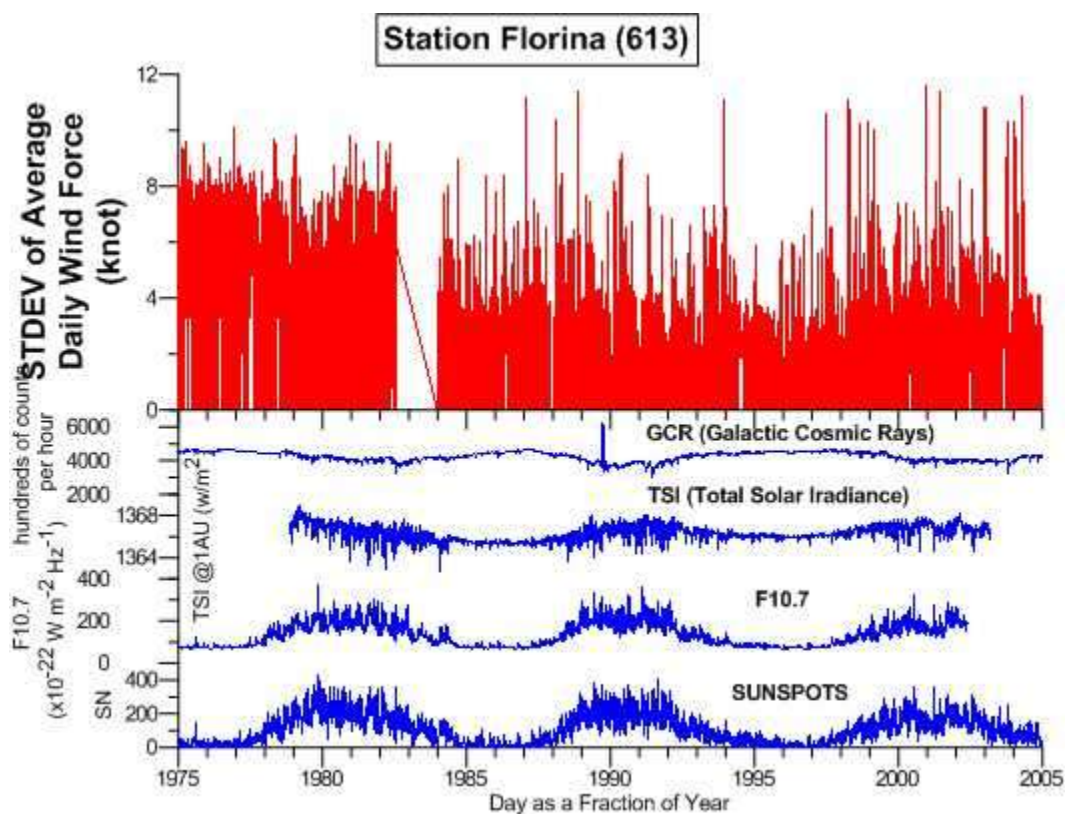
Εικόνα 139 Όπως στην εικόνα 128, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.



Και σε αυτή τη περίπτωση, στις γραφικές παραστάσεις της τυπικής απόκλισης της φοράς του ανέμου σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια εμφανή συσχέτιση.

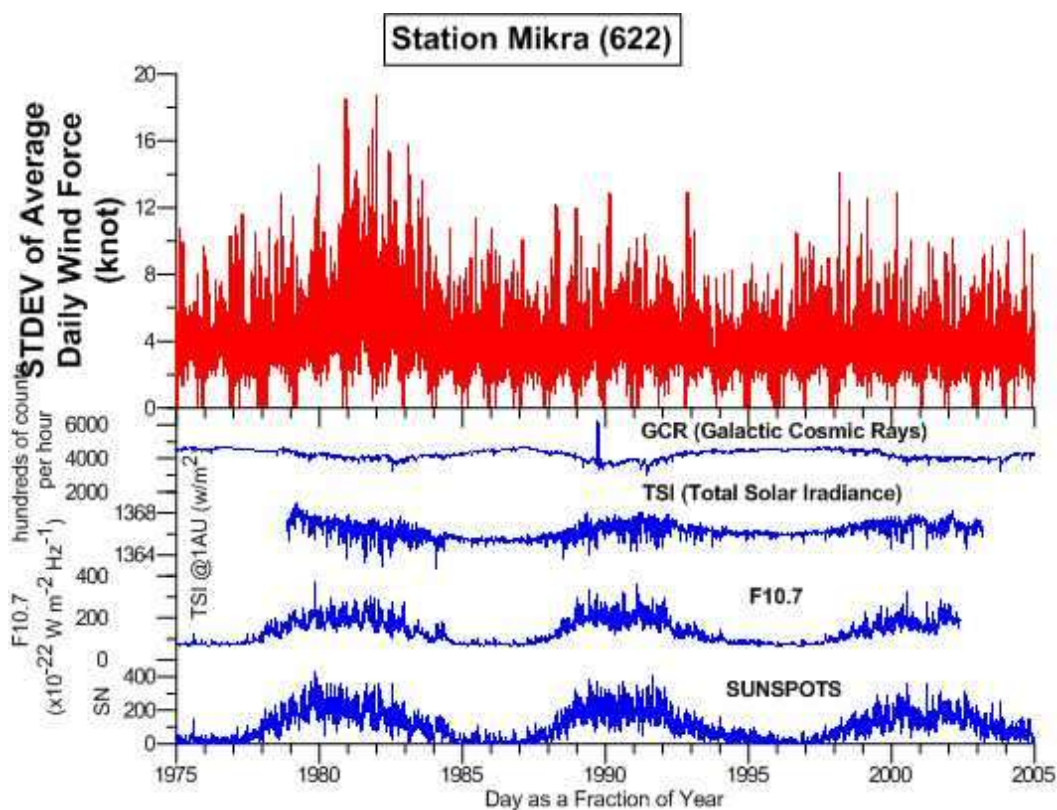
### 5.10 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της ταχύτητας του ανέμου με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της ταχύτητας του ανέμου ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 140 έως Εικόνα 151, προκειμένου να μελετηθούν.

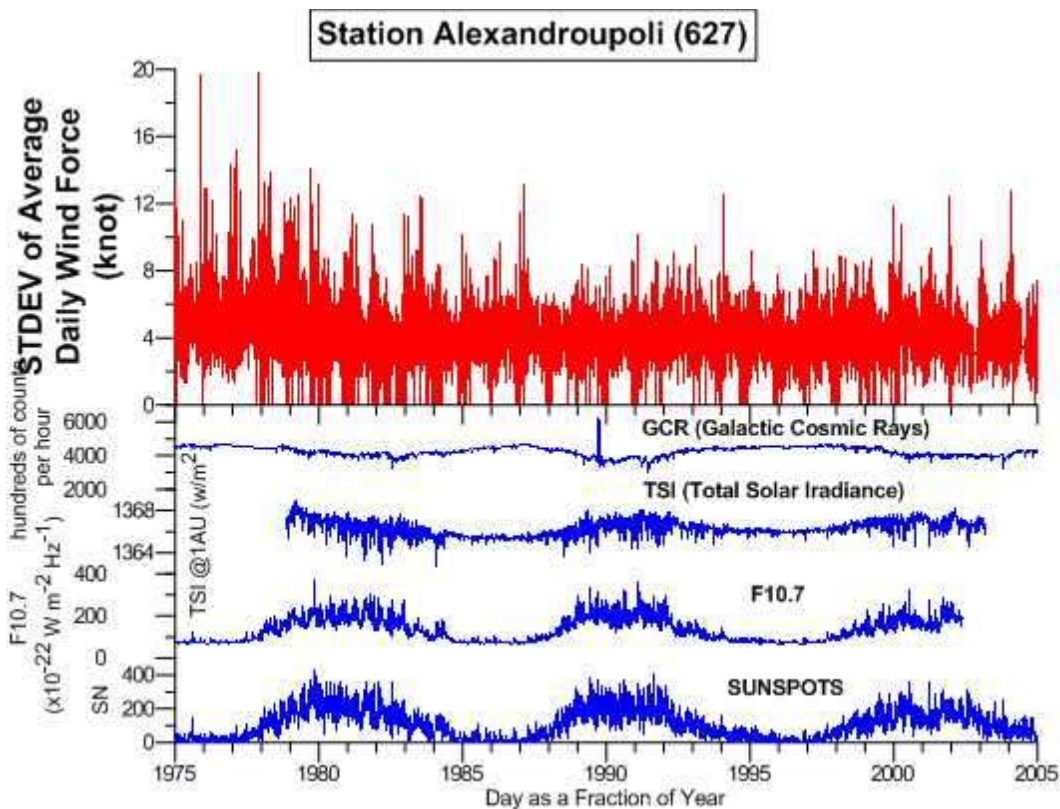


Εικόνα 140 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της ταχύτητας του ανέμου για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.

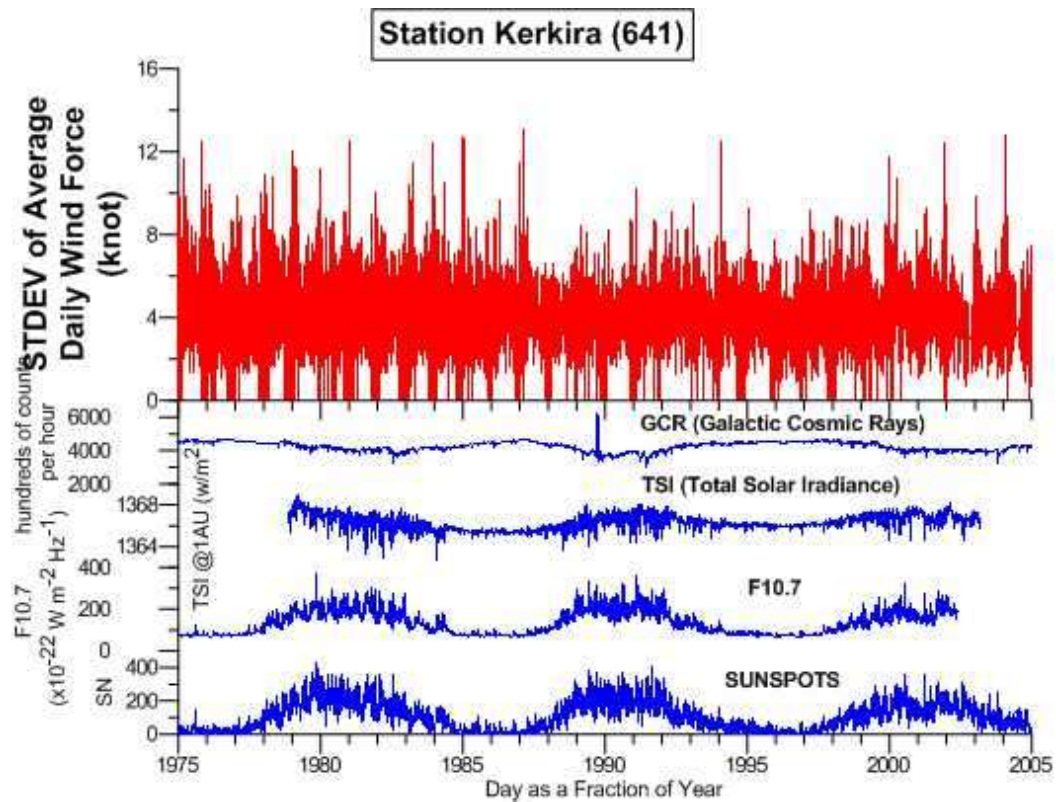




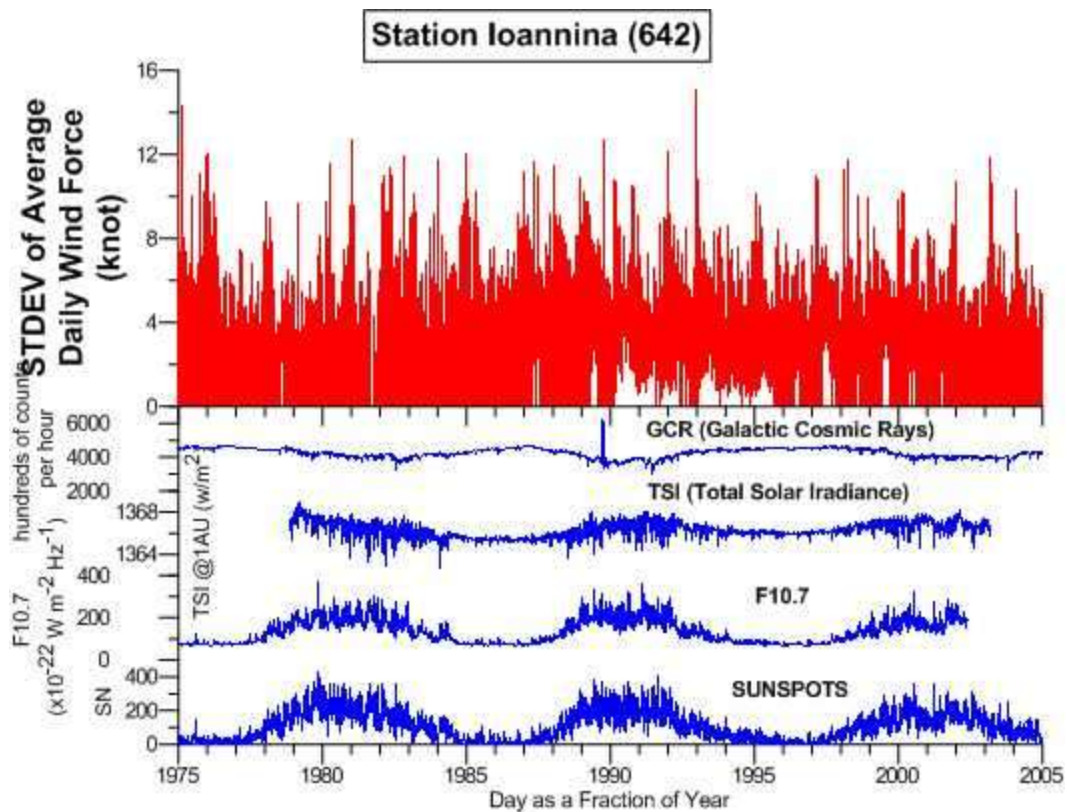
Εικόνα 141 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.



Εικόνα 142 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

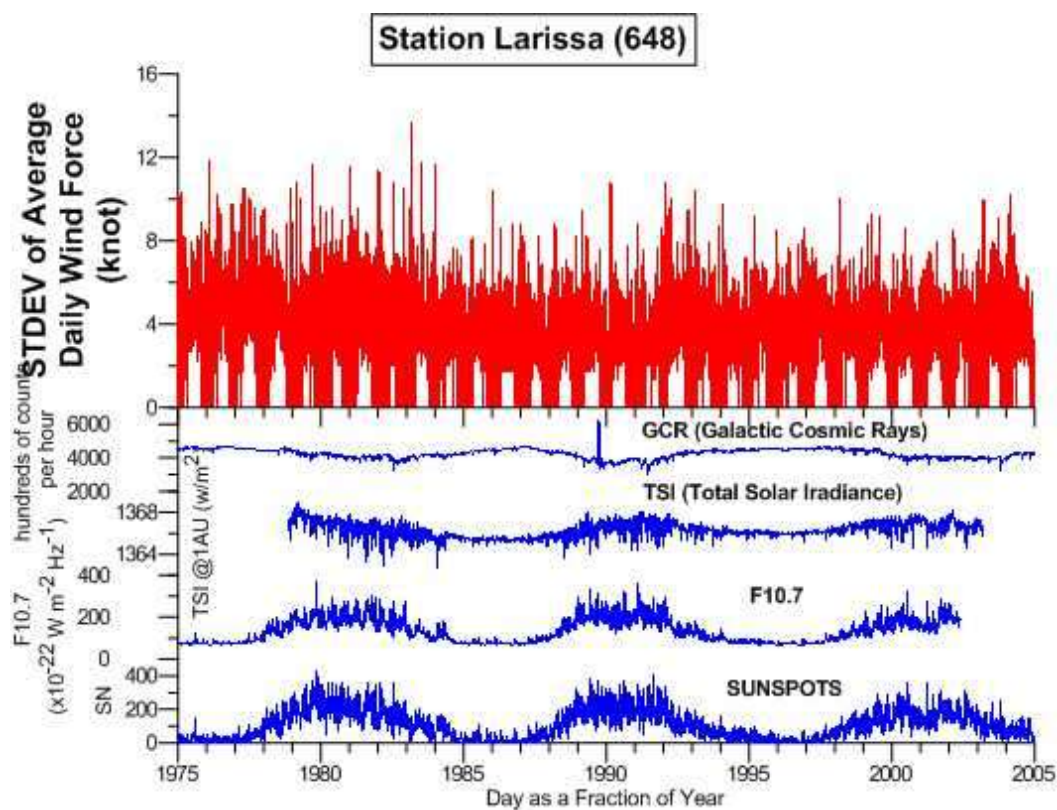


Εικόνα 143 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

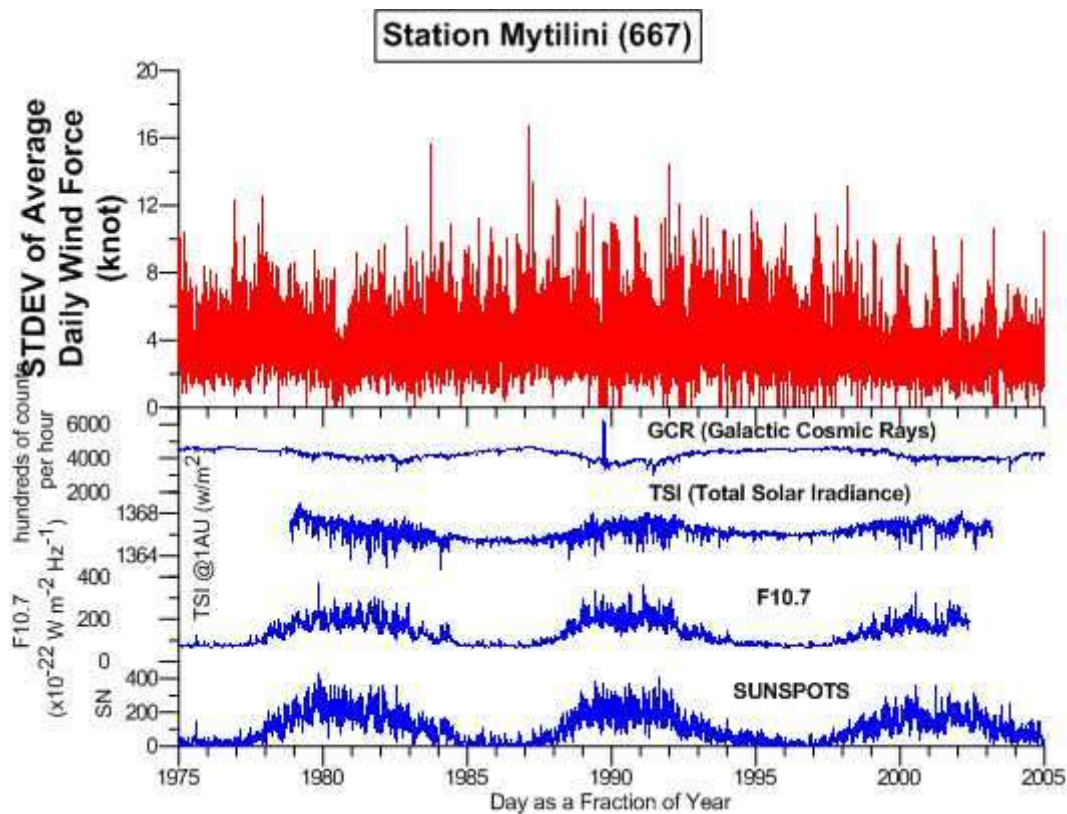


Εικόνα 144 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.



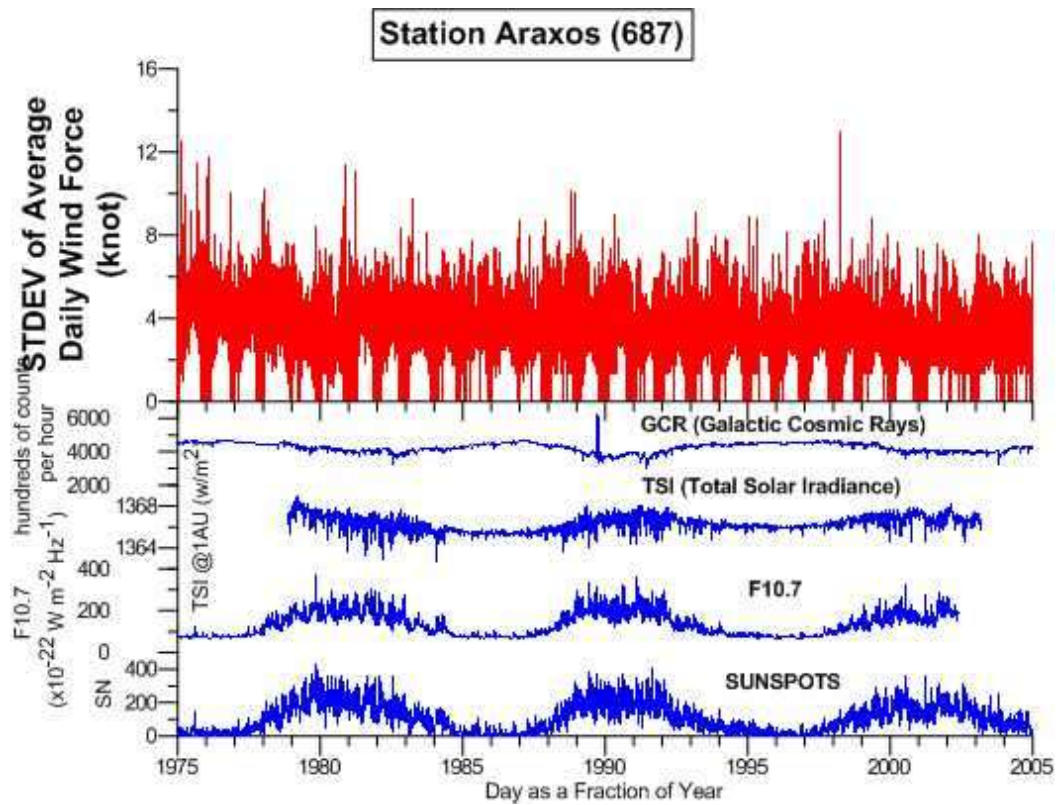


Εικόνα 145 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

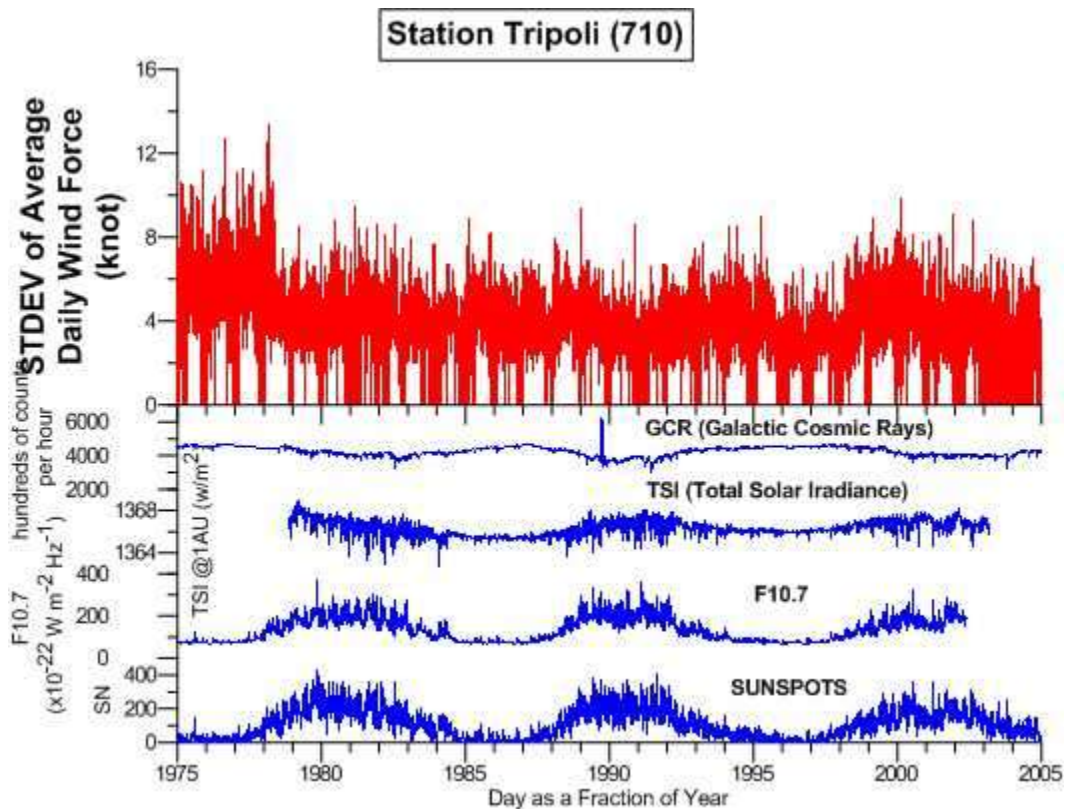


Εικόνα 146 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

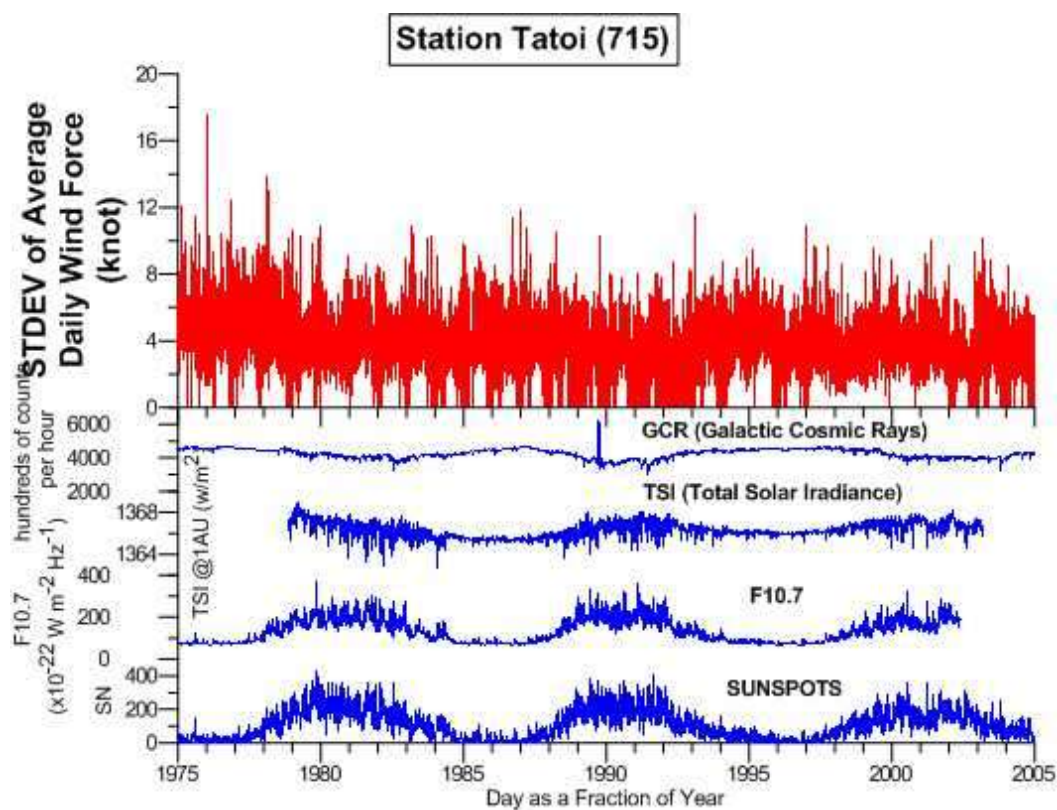




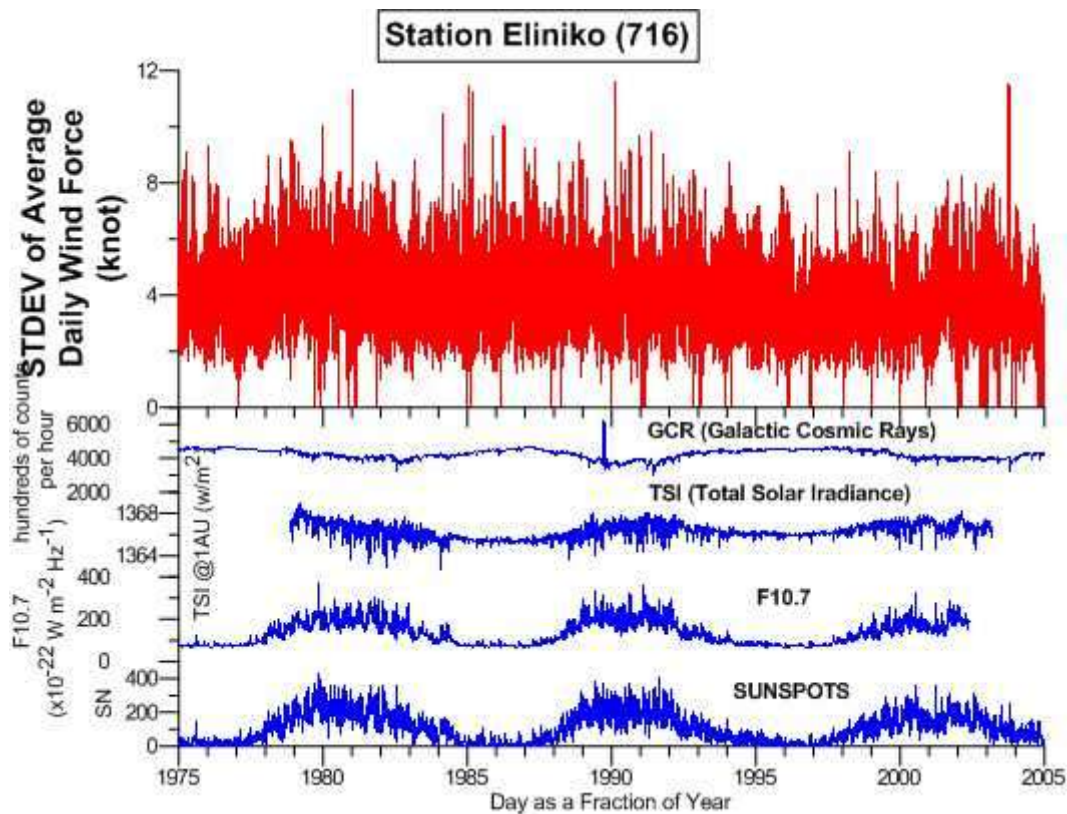
Εικόνα 147 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.



Εικόνα 148 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

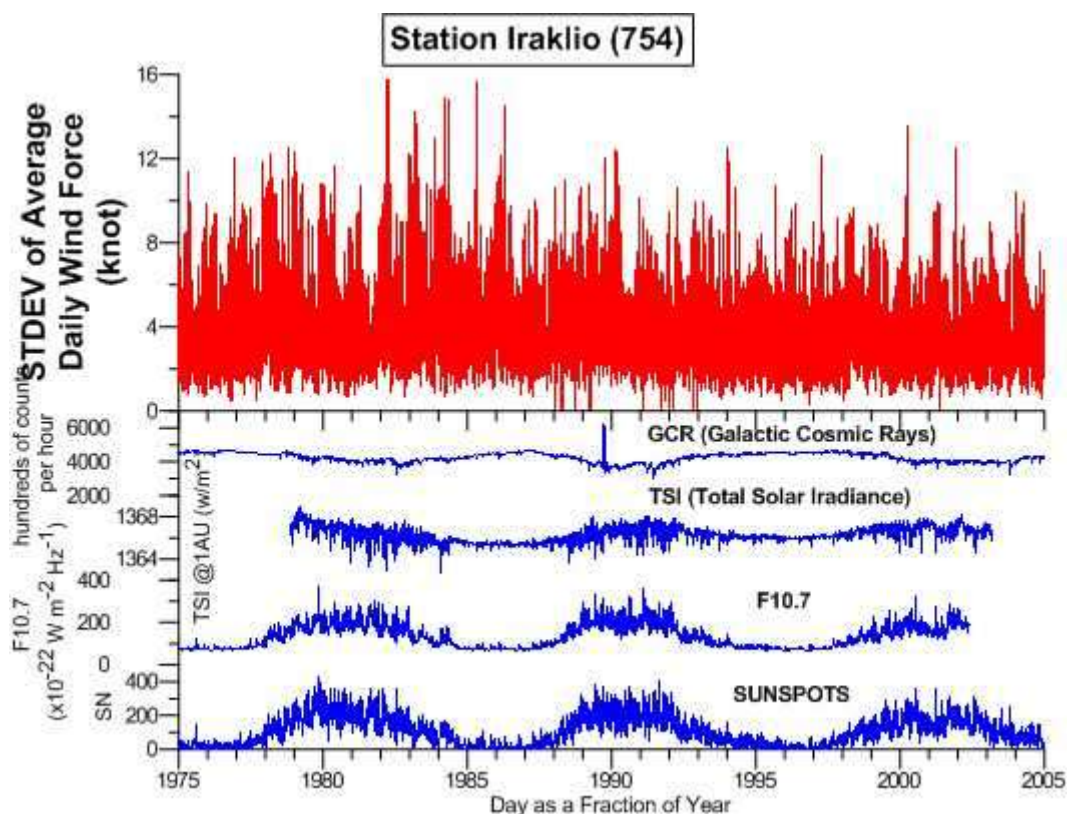


Εικόνα 149 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 150 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.





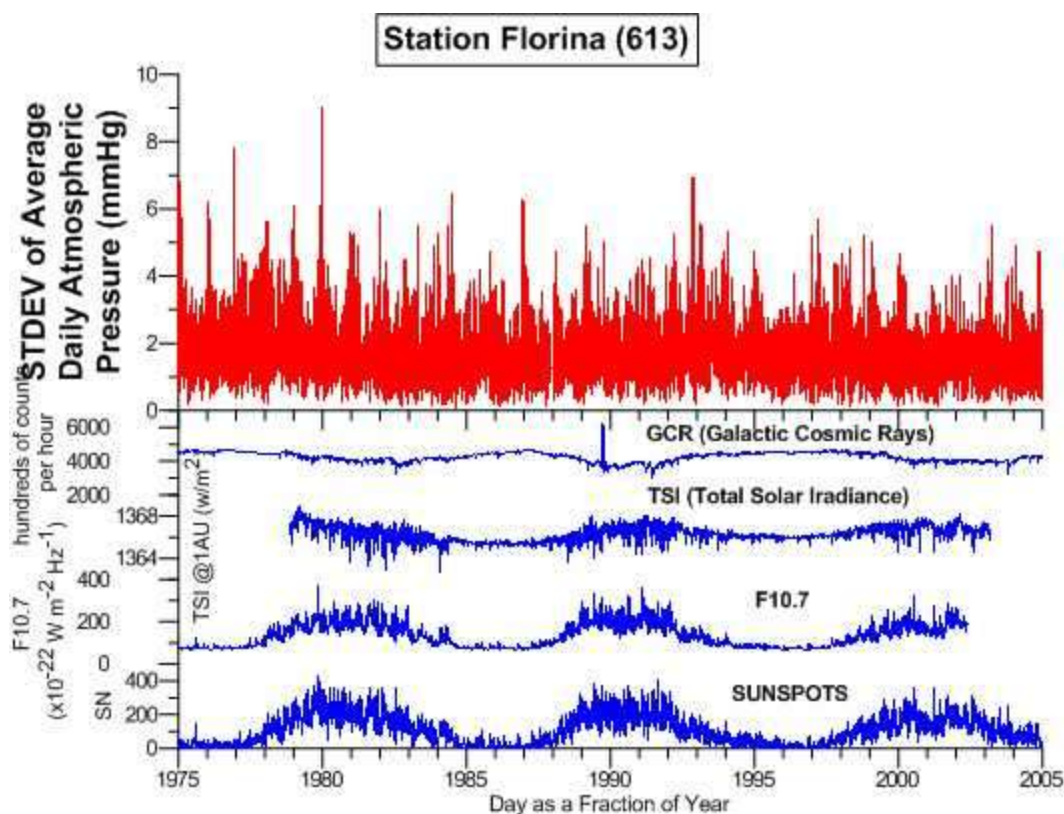
Εικόνα 151 Όπως στην εικόνα 140, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Ομοίως στις γραφικές παραστάσεις της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας του ανέμου σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια συσχέτιση.

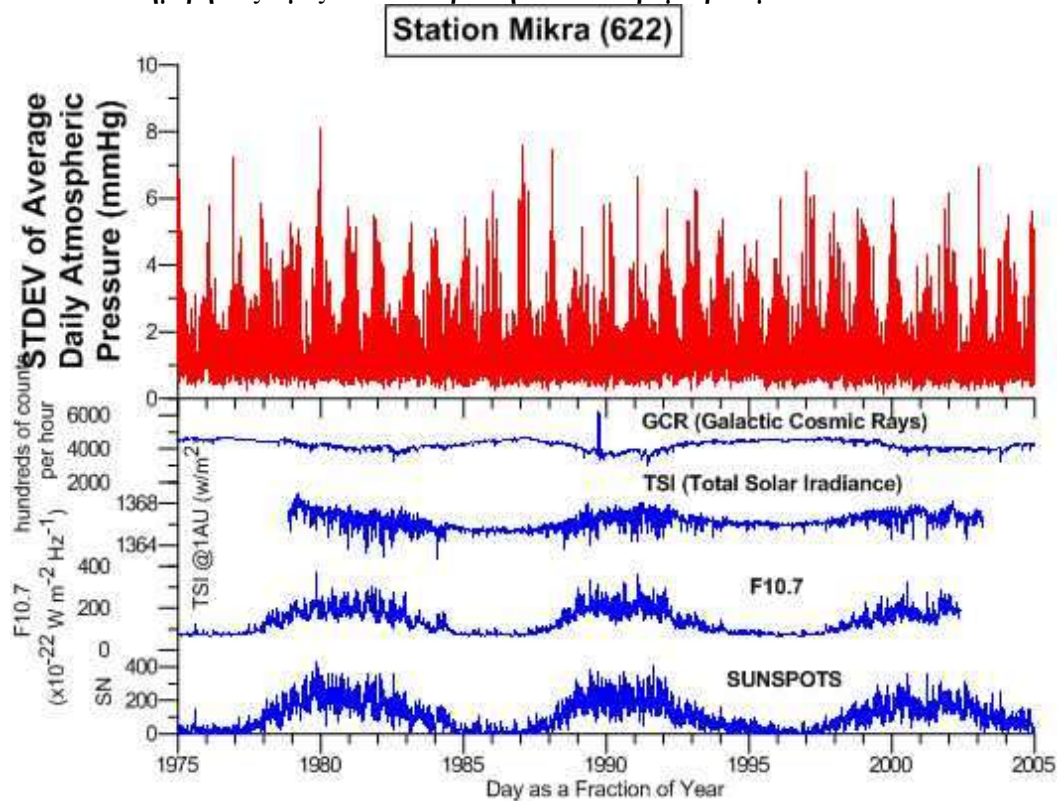
### 5.11 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της ατμοσφαιρικής πίεσης με την ηλιακή δραστηριότητα.

Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της ατμοσφαιρικής πίεσης ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 152 έως Εικόνα 163, προκειμένου να μελετηθούν.

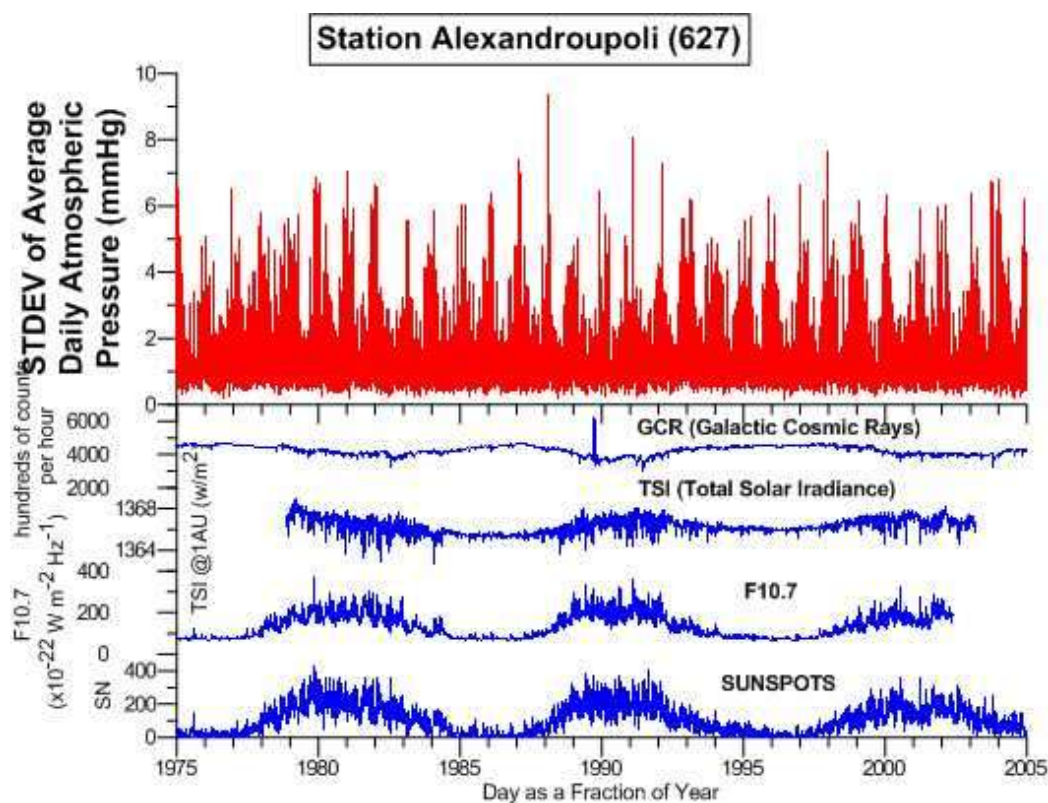




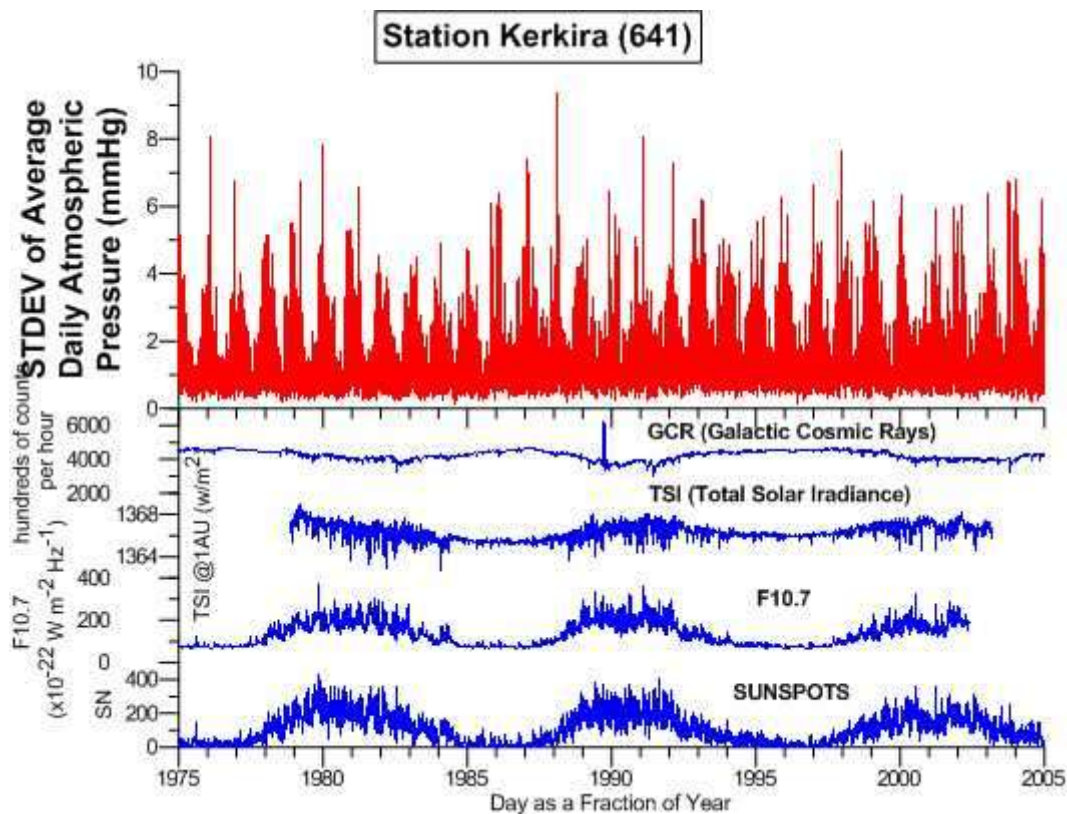
Εικόνα 152 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της ατμοσφαιρικής πίεσης για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



Εικόνα 153 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.

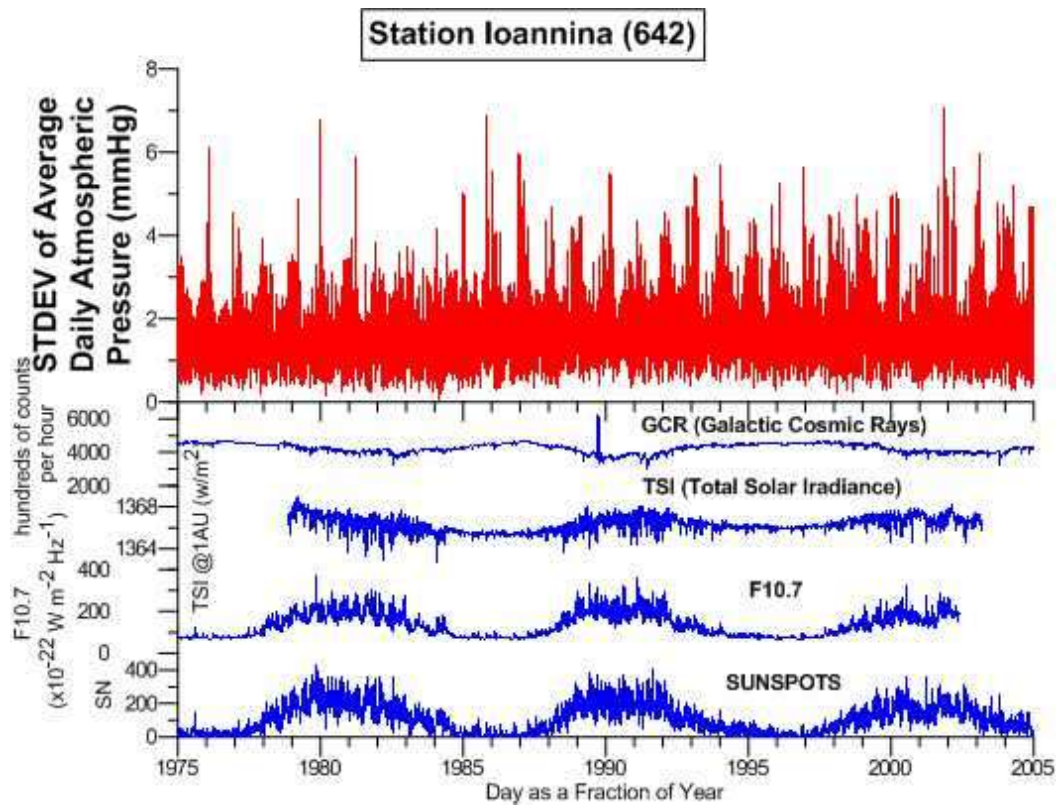


Εικόνα 154 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

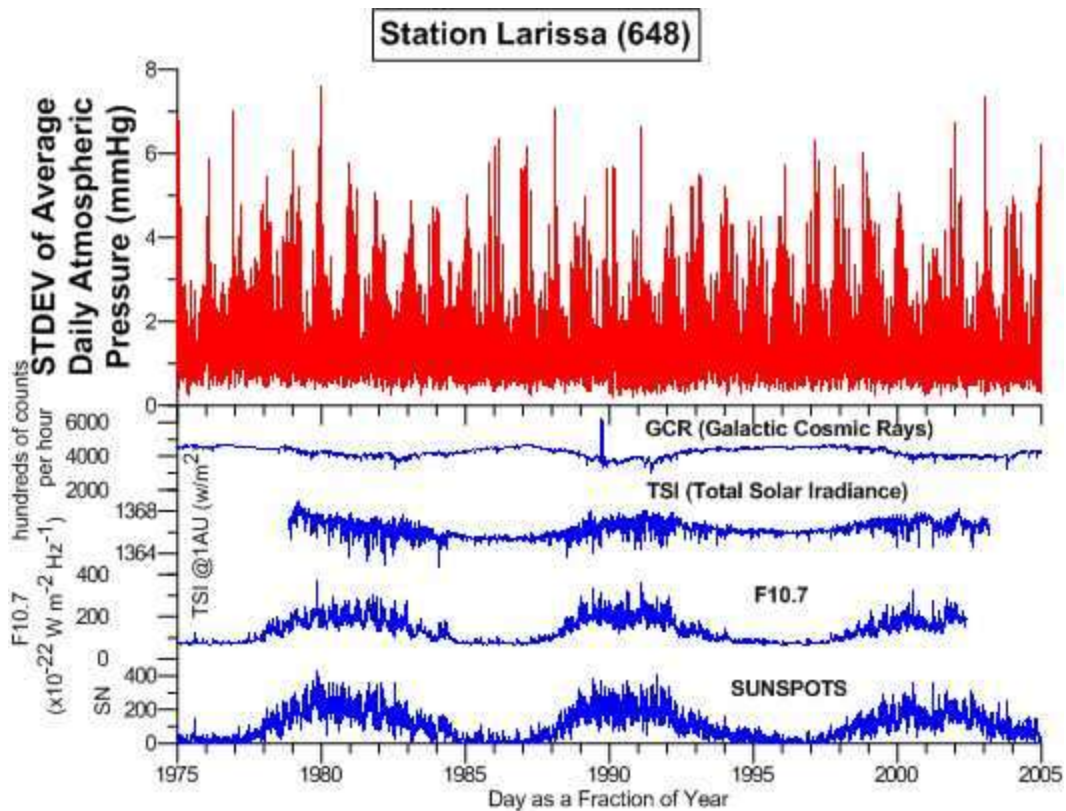


Εικόνα 155 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.



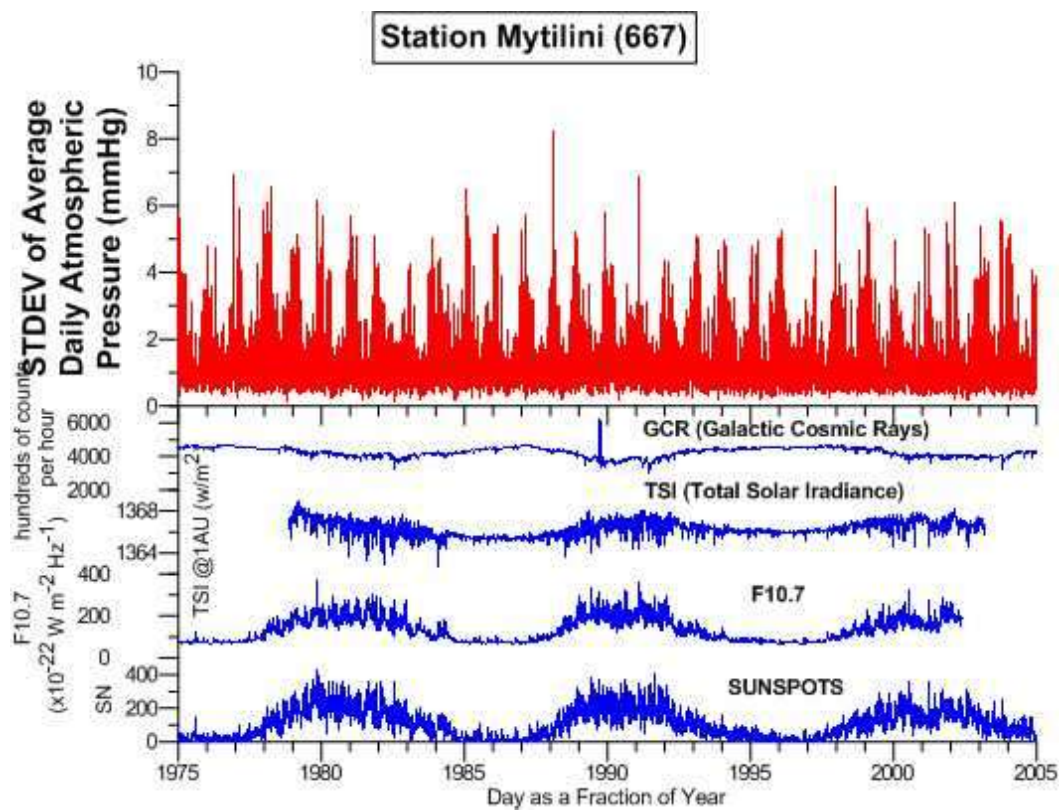


Εικόνα 156 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

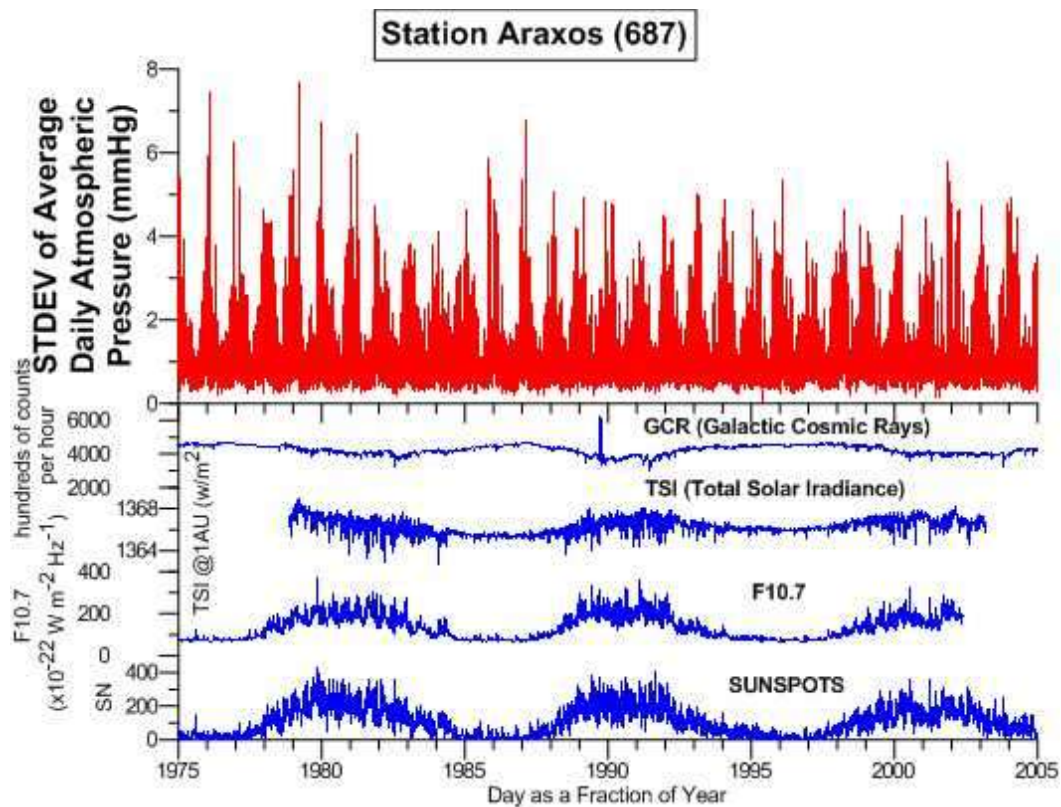


Εικόνα 157 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.

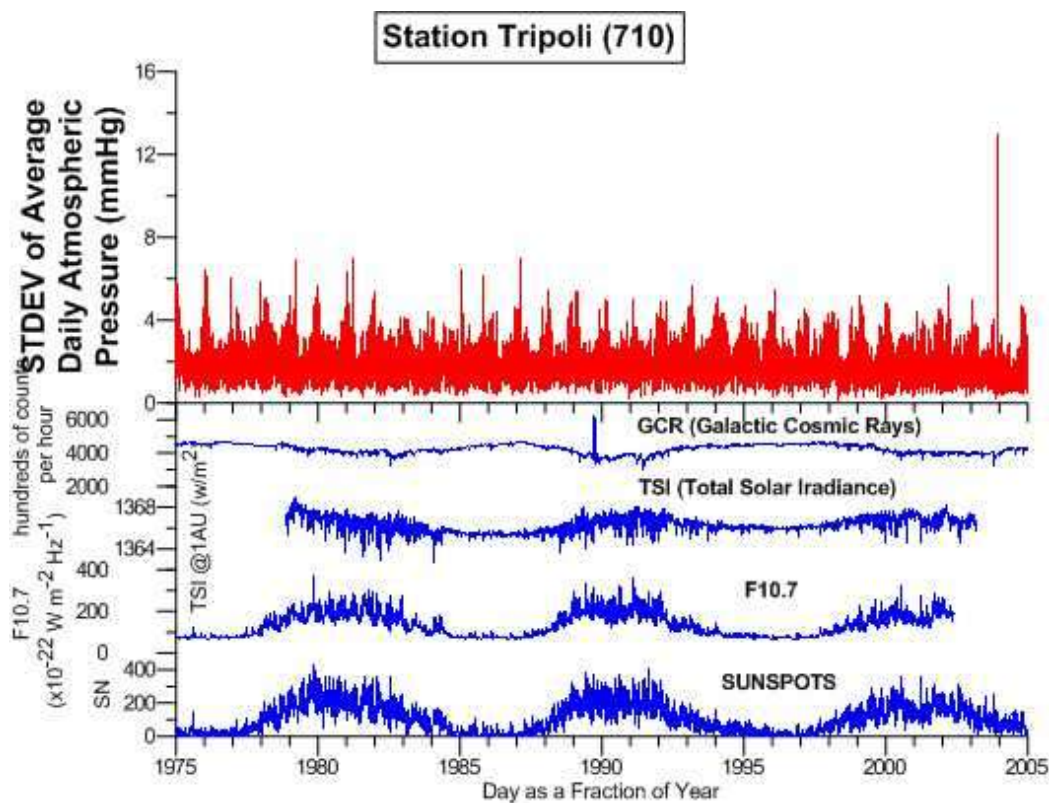




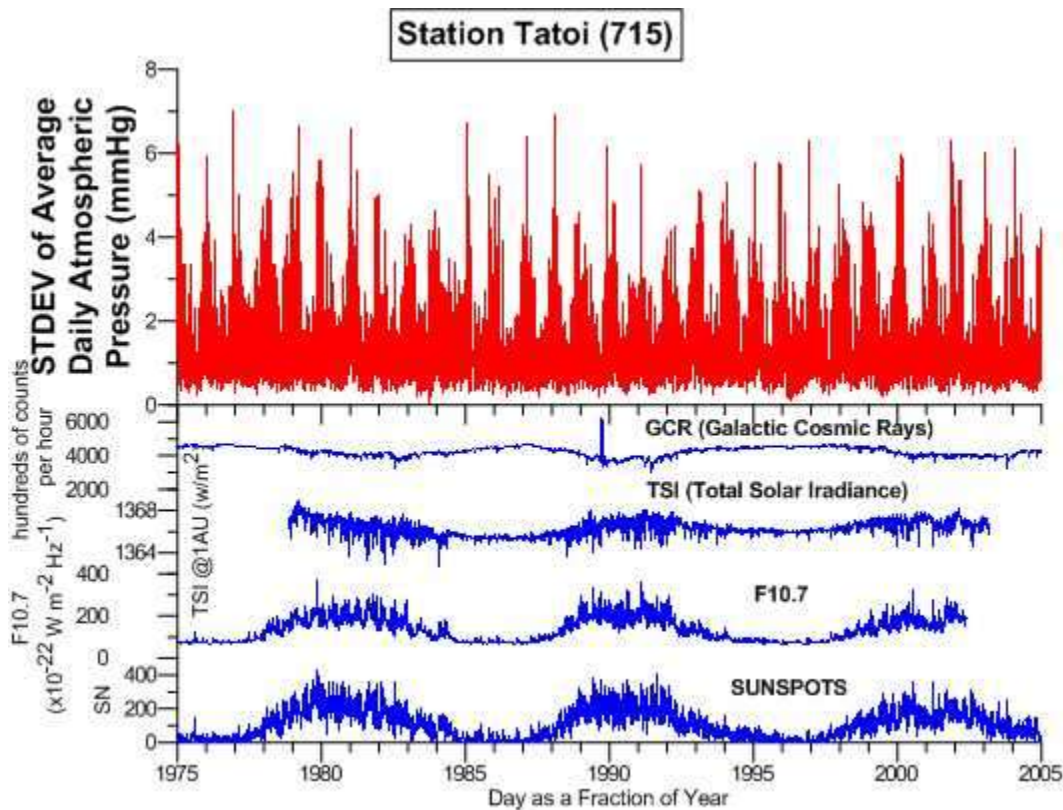
Εικόνα 158 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.



Εικόνα 159 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Αραξου.

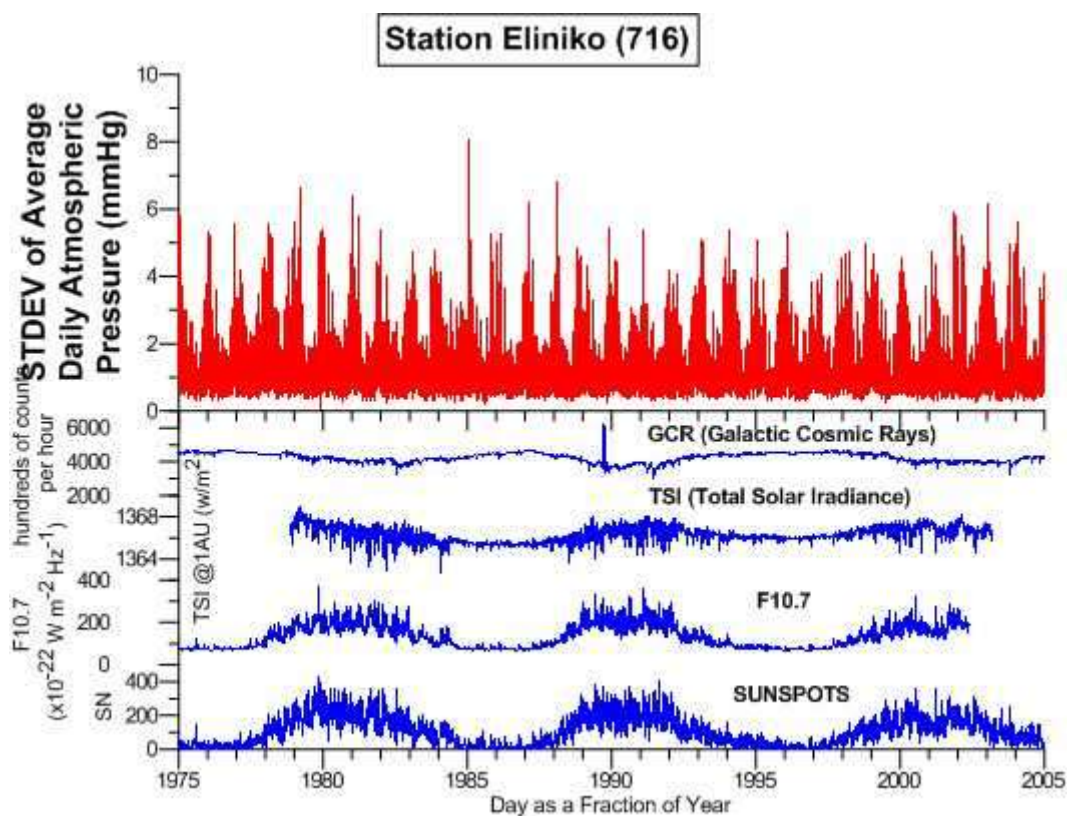


Εικόνα 160 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.

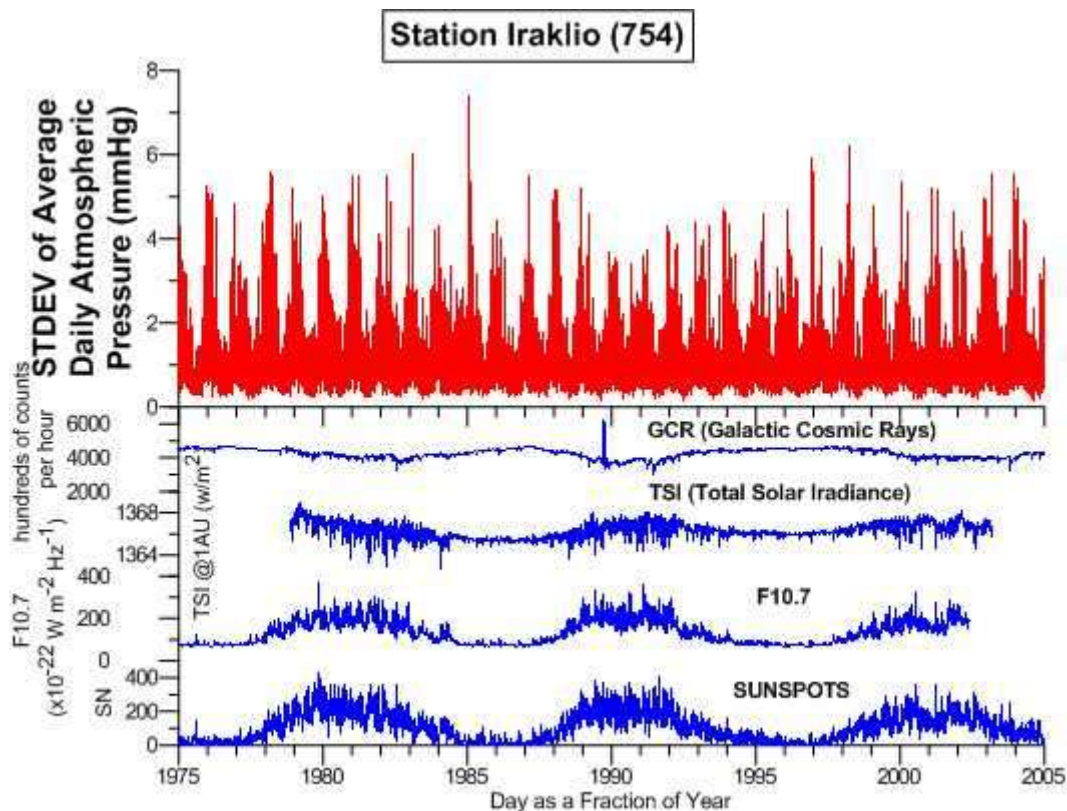


Εικόνα 161 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.





Εικόνα 162 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.



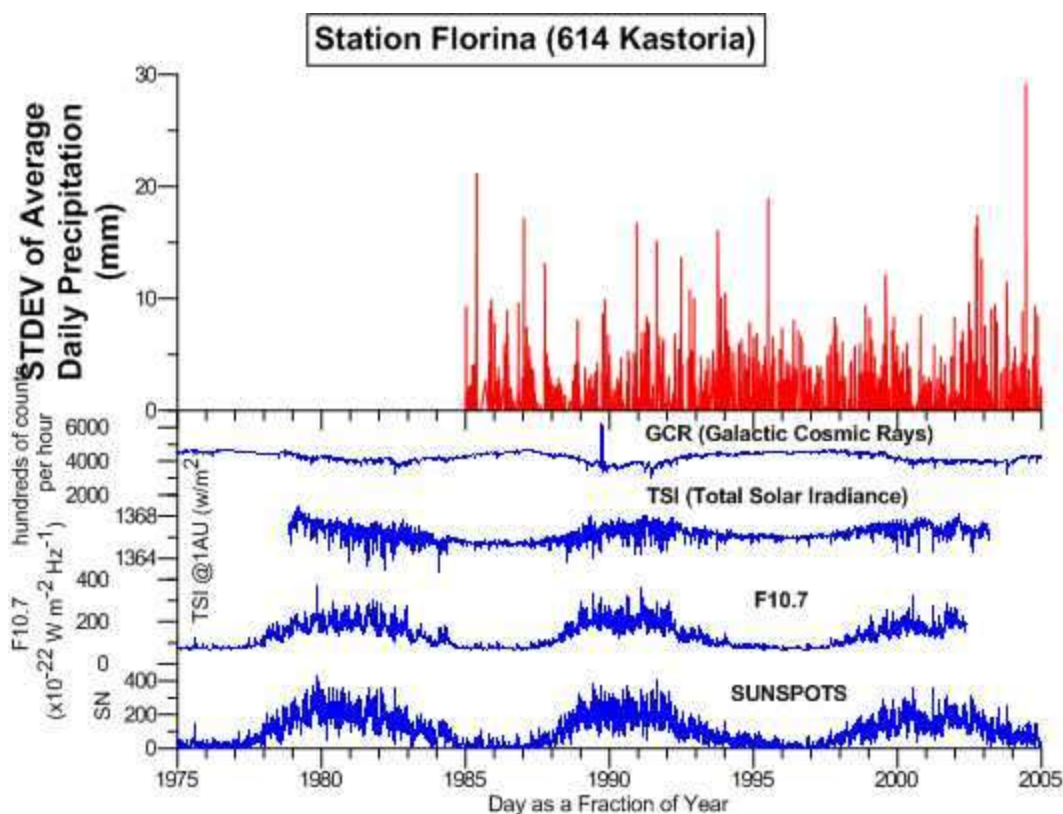
Εικόνα 163 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.



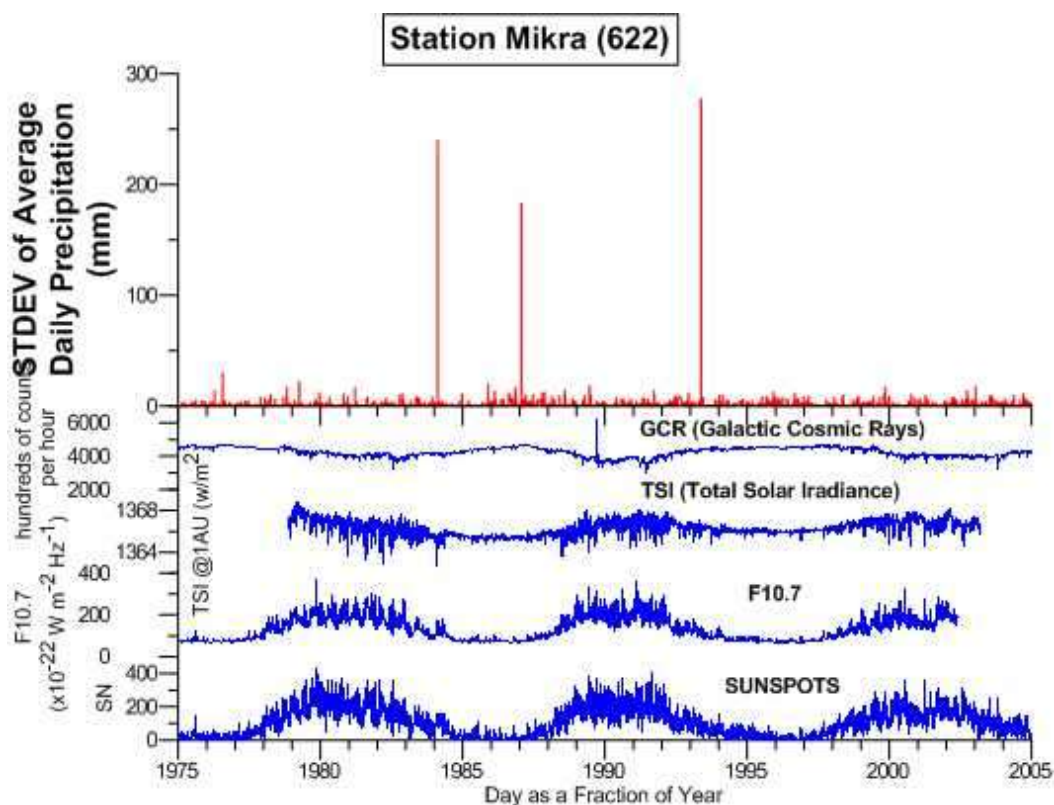
Τα ίδια παρατηρούμε στις γραφικές παραστάσεις της τυπικής απόκλισης της ατμοσφαιρικής πίεσης σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα όπου δεν φαίνεται κάποια ένδειξη συσχέτισης.

## 5.12 Γραφικές παραστάσεις συσχέτισης της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της βροχόπτωσης με την ηλιακή δραστηριότητα.

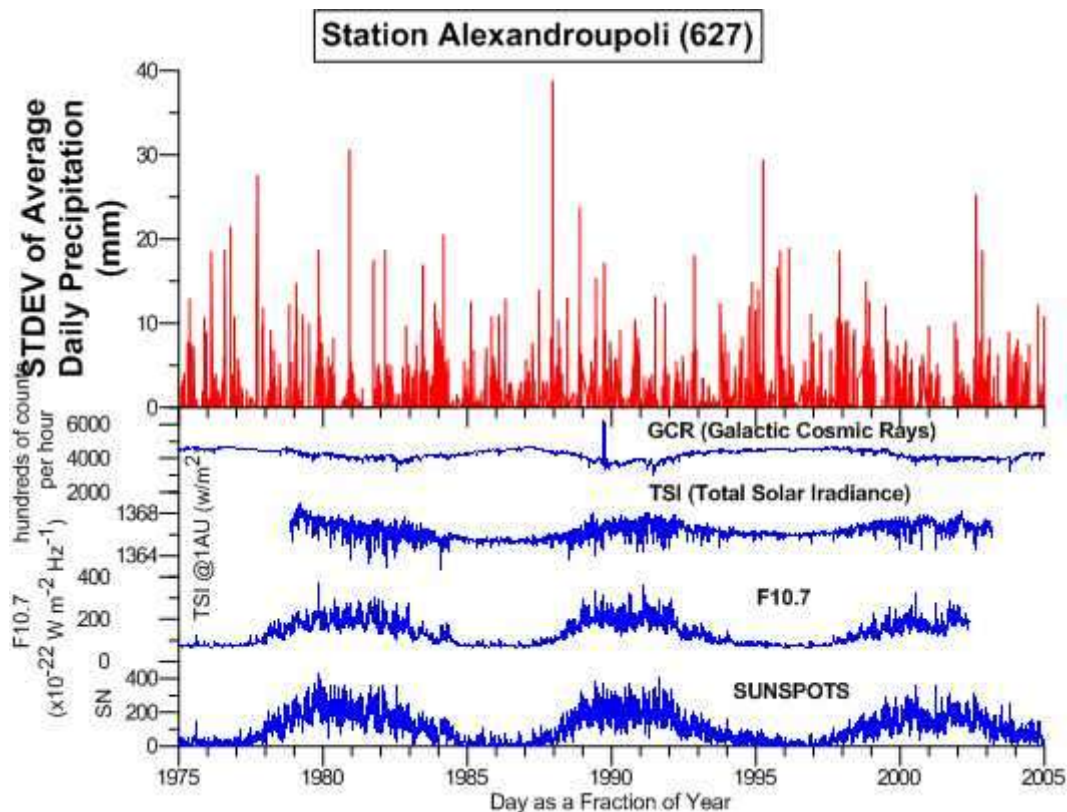
Εδώ παραθέτουμε τα γραφήματα που παρήχθησαν με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας τυπικής απόκλισης της βροχόπτωσης ανά ΜΣ και τις ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων Εικόνα 164 έως Εικόνα 175, προκειμένου να μελετηθούν.



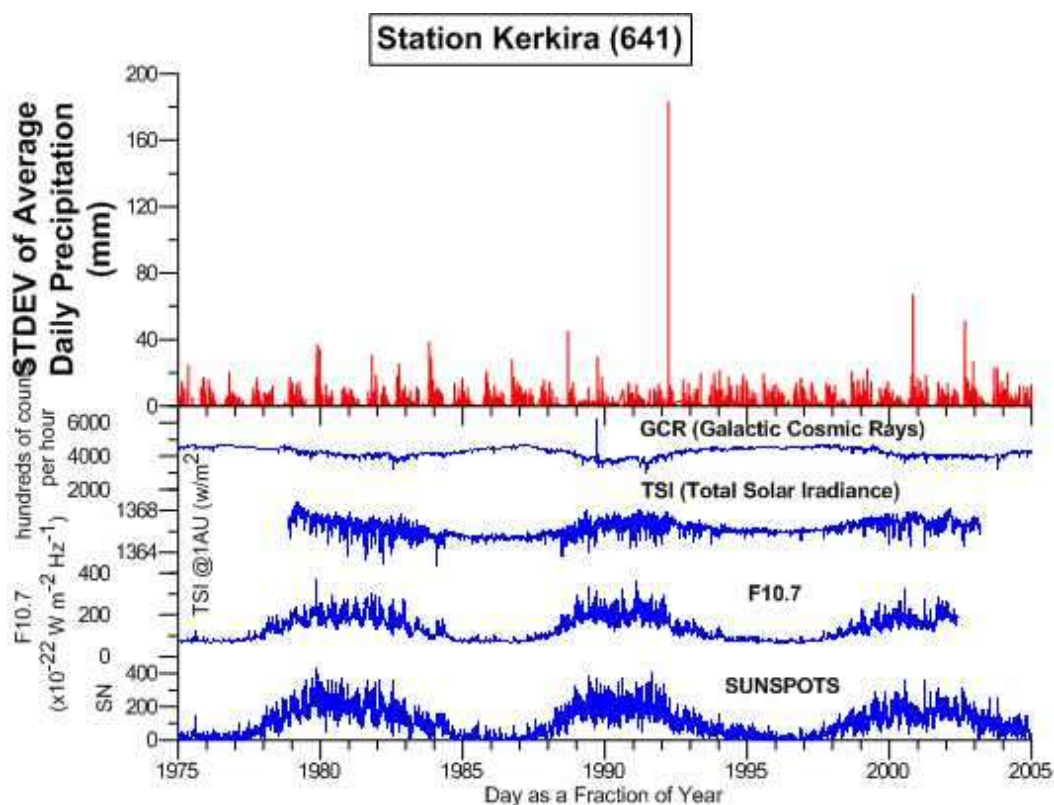
Εικόνα 164 Η μέση ημερήσια τυπική απόκλιση της βροχόπτωσης για τον ΜΣ Φλώρινας και οι ημερήσιες τιμές των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων μελετώνται εδώ.



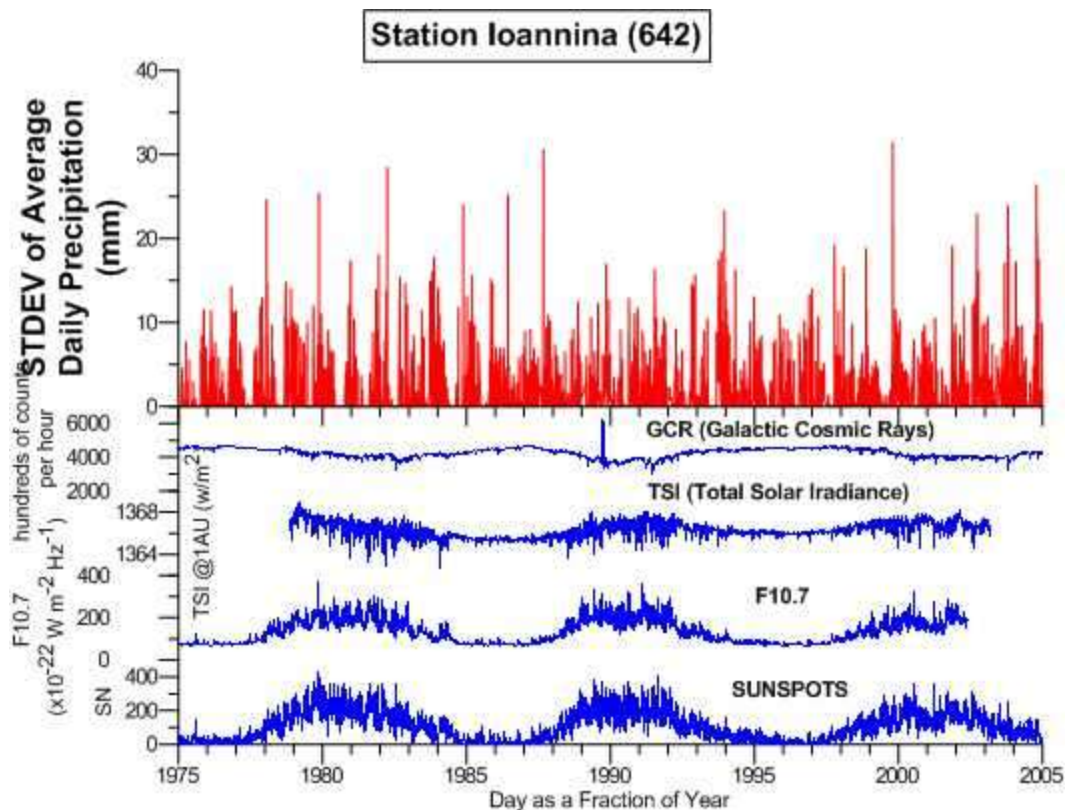
Εικόνα 165 Όπως στην εικόνα 164, αλλά για τον ΜΣ Μίκρας.



Εικόνα 166 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Αλεξανδρούπολης.

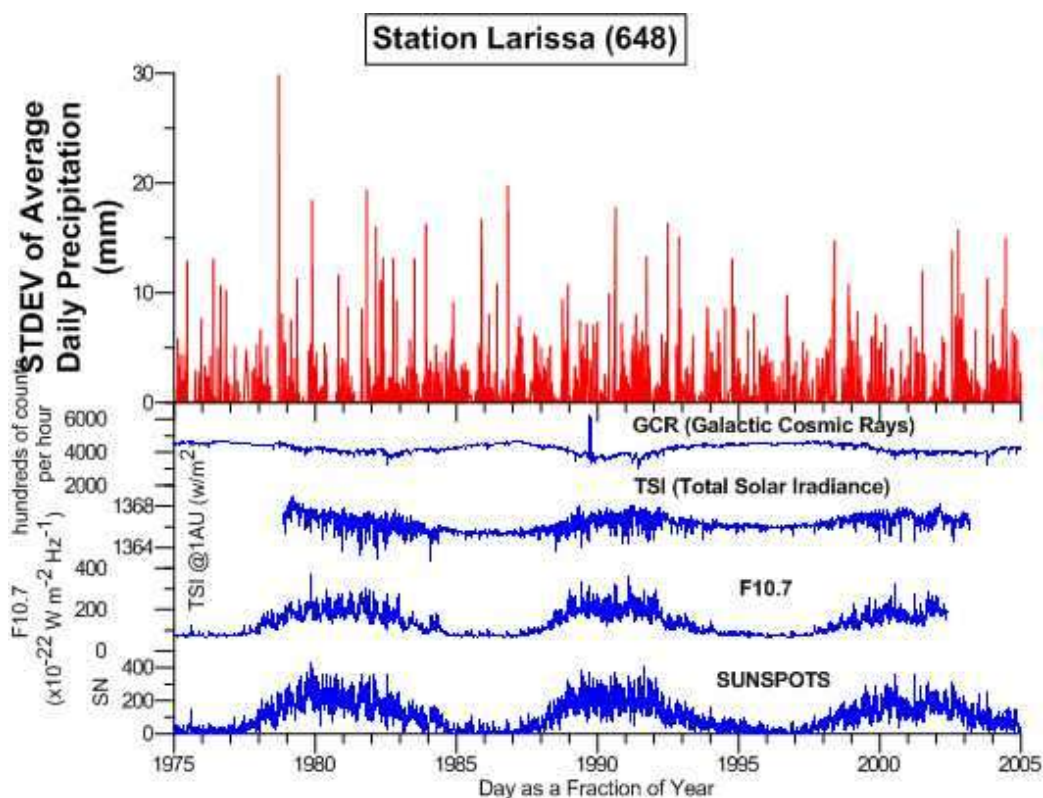


Εικόνα 167 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Κέρκυρας.

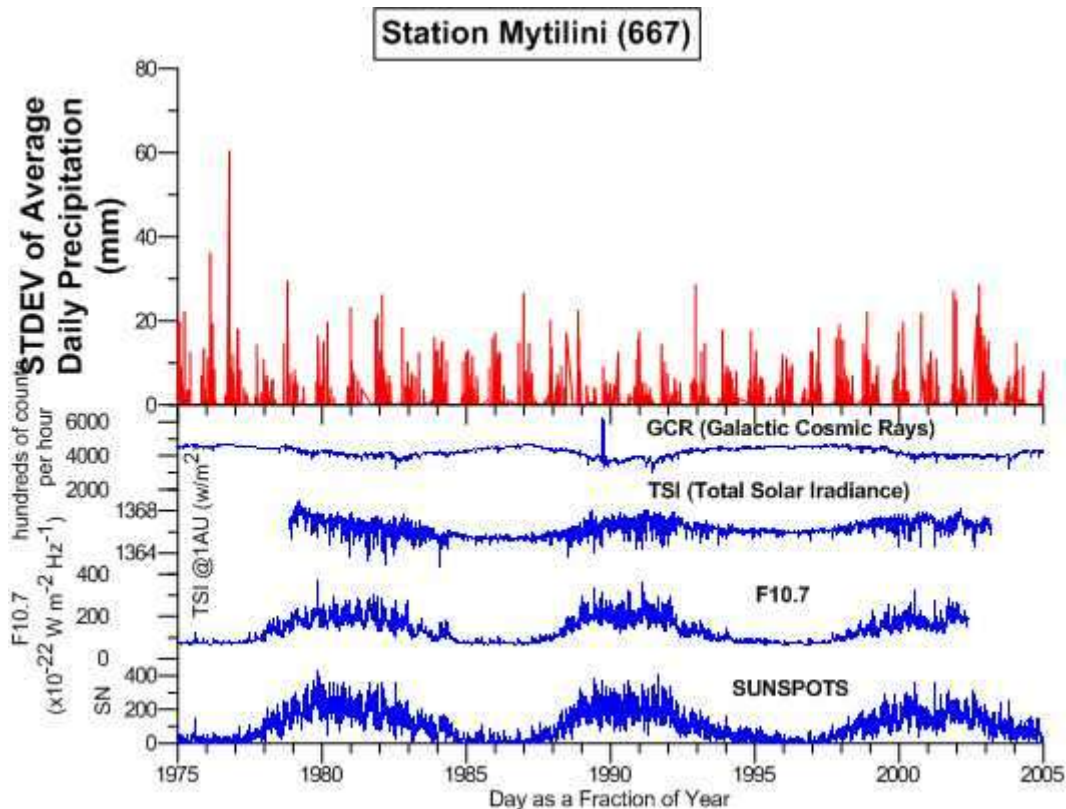


Εικόνα 168 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ιωαννίνων.

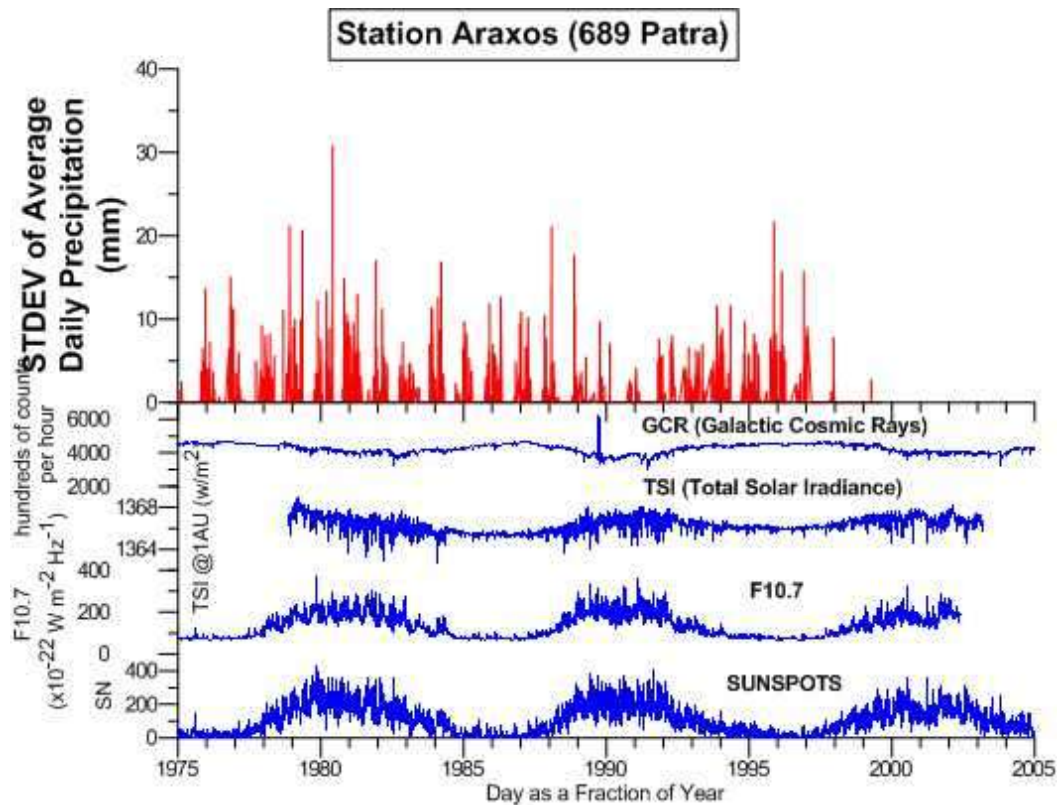




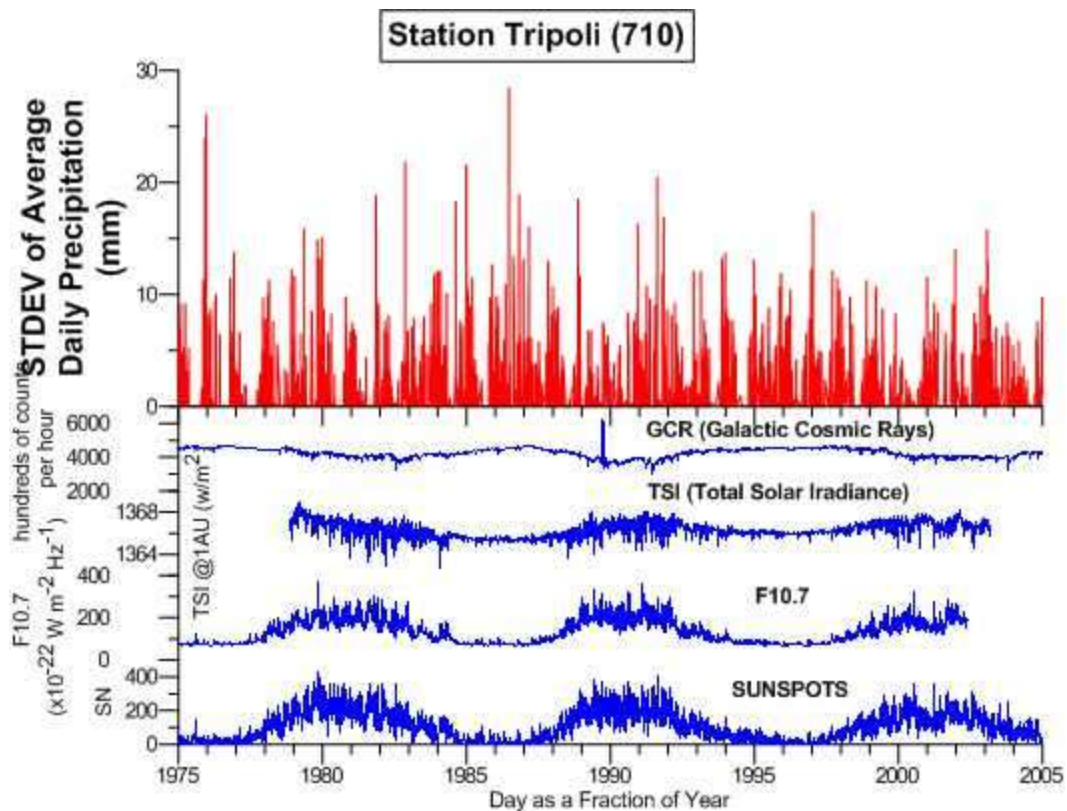
Εικόνα 169 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Λάρισας.



Εικόνα 170 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Μυτιλήνης.

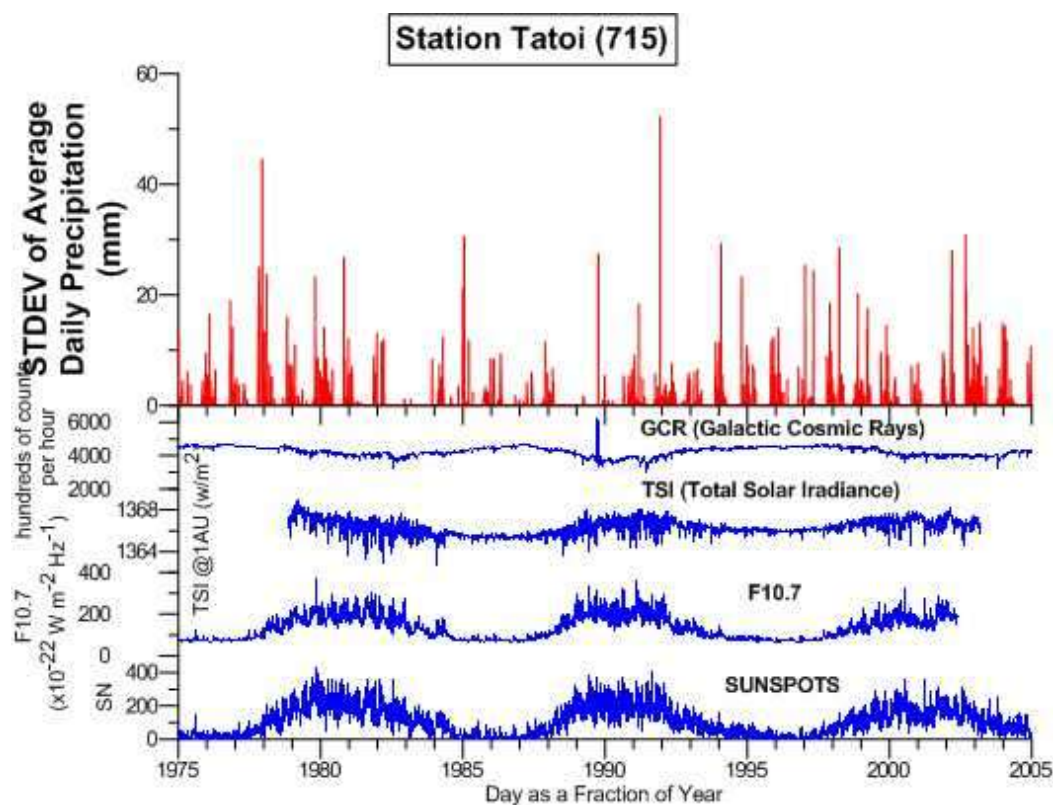


Εικόνα 171 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Άραξου.

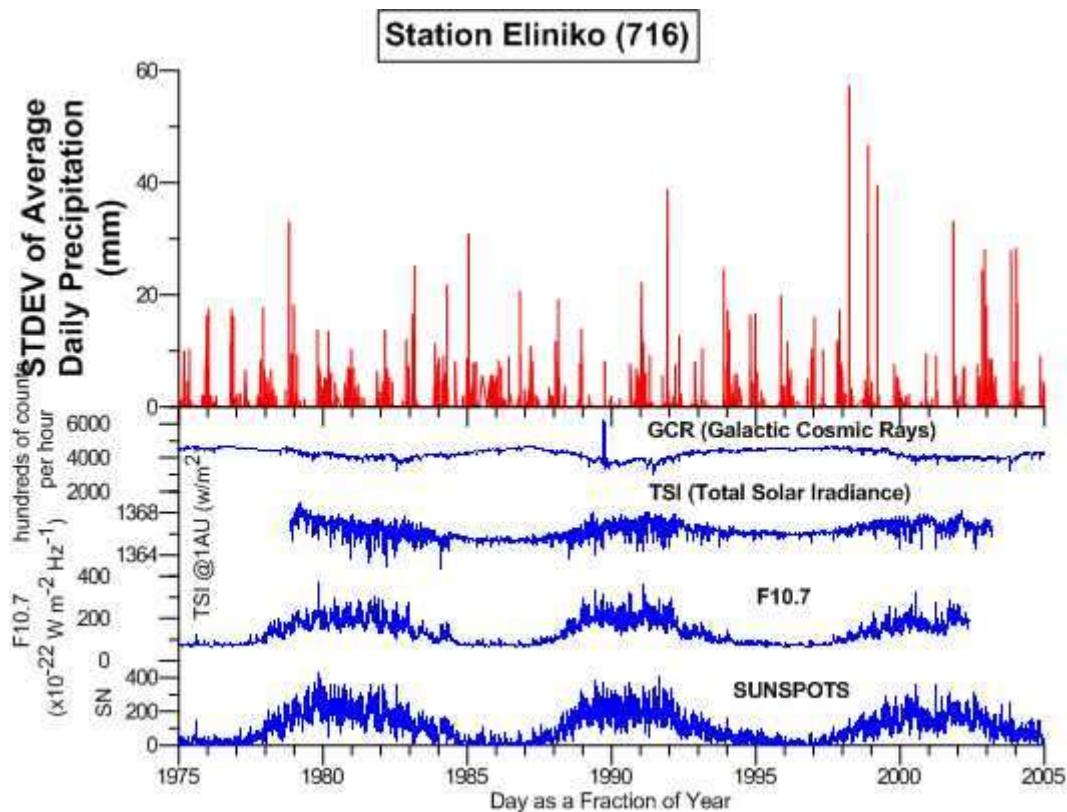


Εικόνα 172 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τρίπολης.



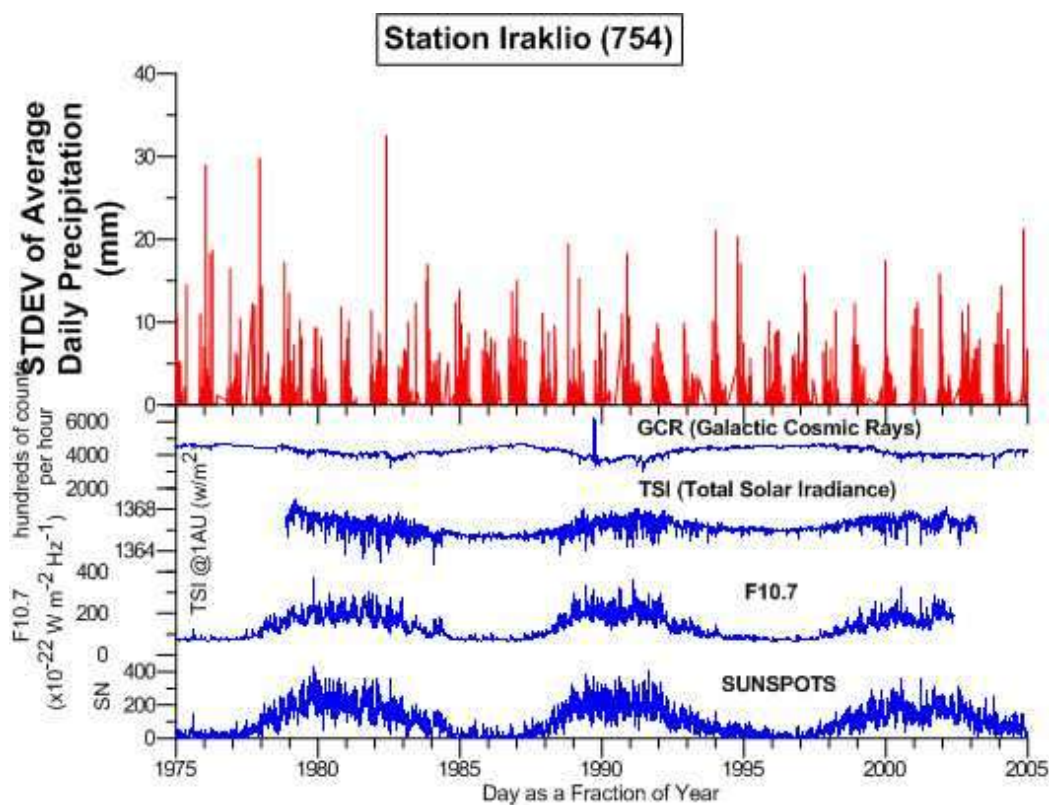


Εικόνα 173 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Τατοΐου.



Εικόνα 174 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ελληνικού.





Εικόνα 175 Όπως στην εικόνα 152, αλλά για τον ΜΣ Ηρακλείου.

Τέλος και σε αυτή τη σειρά των γραφικών παραστάσεων, της τυπικής απόκλισης της σχετικής υγρασίας σε σχέση με την ηλιακή δραστηριότητα, δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια συσχέτιση ή κάποιο εμφανή μοτίβο.

## 6. Συμπεράσματα.

Στο παρόν πόνημα έγινε μια προσπάθεια να μελετηθεί η επίδραση της ηλιακής δραστηριότητας σε σχέση με το κλίμα της Ελλάδας. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί αυτή η μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ηλιακών δεικτών που μας δείχνουν τη δραστηριότητα του ηλίου σε αντιπαραβολή με δεδομένα μετεωρολογικών παραμέτρων που μας δείχνουν το κλίμα.

Οι ηλιακοί δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο αριθμός των Ηλιακών Κηλίδων (SN), οι τιμές της ραδιοροής στα 10.7 cm (F10.7), οι τιμές της Ηλιακής Ακτινοβολίας (TSI) και οι τιμές της Κοσμικής Γαλαξιακής Ακτινοβολίας (GCR). Τα στοιχεία για τα παραπάνω δεδομένα καλύπτουν χρονικά τα έτη από το 1975 έως το 2005. Σε αυτό το χρονικό εύρος εμπεριέχονται περίπου τρεις ενδεκαετείς κύκλοι του ηλίου.

Αντίστοιχα για το παραπάνω χρονικό διάστημα χρησιμοποιήθηκαν έξι μετεωρολογικές μεταβλητές, η θερμοκρασία (temperature), η σχετική υγρασία του αέρα (relative humidity), η κατεύθυνση (wind direction) και η ένταση του ανέμου (wind force), η ατμοσφαιρική πίεση (atmospheric pressure) και η βροχόπτωση (precipitation). Τα μετεωρολογικά δεδομένα ανακτήθηκαν από 12 μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται διασκορπισμένοι στην Ελλάδα στα τέσσερα σημεία του ορίζοντα και είναι αντιπροσωπευτικοί τόσο από τη νησιωτική όσο και από την ηπειρωτική χώρα, καθώς και από παραθαλάσσιες έως ορεινές περιοχές. Οι περιοχές των μετεωρολογικών σταθμών είναι Φλώρινα, Μίκρα, Αλεξανδρούπολη, Κέρκυρα, Ιωάννινα, Λάρισα, Μυτιλήνη, Αράξος, Τρίπολη, Τατόι, Ελληνικό και Ηράκλειο.

Ο λόγος που χρησιμοποιήσαμε τόσους πολλούς σταθμούς μετεωρολογικών δεδομένων, από τόσες διαφορετικές περιοχές και με τόση μεγάλη διασπορά ήταν για να μελετήσουμε καθολικά το κλίμα της Ελλάδος.

Επίσης αποφασίσαμε τα δεδομένα να επεξεργασθούν σε ημερήσια βάση, έτσι ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και λεπτομέρεια στη σύγκριση και μελέτη που κάναμε.

Παρόλα αυτά και δεδομένου ότι ο ήλιος έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει το κλίμα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια σαφή τάση μεταξύ των ηλιακών και μετεωρολογικών (ως δείκτες του κλίματος) παραμέτρων με τον τρόπο επεξεργασίας που ακολουθήσαμε.

Βέβαια σε κάποια διαγράμματα είχαμε κάποιες αμυδρές ενδείξεις εμφάνισης κάποιου μοτίβου συσχέτισης και αλληλεπίδρασης των δεδομένων μεταξύ τους, χωρίς βέβαια να γίνετε ξεκάθαρο και να μπορεί να σταθεί με ασφάλεια και σιγουριά από μόνο του. Μην ξεχνάμε ότι ήταν κάποιες ενδείξεις μόνο και αυτές σποραδικές, φαινομενικά ίσως τυχαίες και όχι ευκρινείς. Ειδικότερα πιο ισχυρές ενδείξεις φαίνονται στις γραφικές παραστάσεις των ΜΣ Φλώρινας (βλ. Εικόνα 32), Μίκρας (βλ. Εικόνα 33), Ιωαννίνων (βλ. Εικόνα 36), Λάρισας (βλ. Εικόνα 37) και Ηρακλείου (βλ. Εικόνα 43) σε σχέση με τους υπόλοιπους ΜΣ.

Σίγουρα το θέμα χωράει περαιτέρω έρευνα και ίσως θα πρέπει να γίνει η ανάλυση των δεδομένων σε μεγέθυνση της χρονικής κλίμακας, ίσως μηνιαία ή και εποχική. Σε ημερήσια βάση που έγινε στο παρόν πόνημα φαίνεται να περιπλέκει λίγο τα πράγματα και η τόσο μεγάλη πληροφορία δείχνει να δυσκολεύει την σύγκριση και την αποκωδικοποίηση των γραφικών παραστάσεων. Επίσης ίσως θα πρέπει να δοκιμάσουμε να εμφανίσουμε τα μέγιστα ή τα ελάχιστα των μετεωρολογικών παραμέτρων ως προς το χρόνο για σύγκριση.

Ένα ακόμα πρόβλημα που εντοπίστηκε είναι ότι προφανώς δεν φτάνει μόνο μία τόσο “μικρή” χρονική περίοδος σύγκρισης για την εμφάνιση μοτίβων και στοιχείων σύνδεσης των παραμέτρων μεταξύ τους. Κάποιος χρησιμοποιώντας κοινή λογική, χωρίς περεταίρω επιστημονική διερεύνηση, ίσως να σκεφτόταν ότι τριάντα χρόνια είναι αρκετό χρονικό διάστημα, αλλά αν αναλογιστούμε τον ενδεκαετή κύκλο του ήλιου ή ακόμη και τον εικοσαετή κύκλο του, τότε μάλλον η χρονική περίοδος μελέτης είναι μικρή. Εκεί όμως έχουμε ένα άλλο πρόβλημα τόσο για τα ηλιακά όσο και για τα μετεωρολογικά δεδομένα, καθώς δεν υπάρχουν συνεχείς μετρήσεις για τόσο μεγάλα χρονικά διαστήματα και εάν υπάρχουν είναι δύσκολο να βρεθούν.

Μία ακόμα πρόταση ίσως θα ήταν να δούμε τα ηλιακά δεδομένα σε συσχέτιση με τα μετεωρολογικά δεδομένα ένα προς ένα σε γραφική παράσταση (το κάθε ηλιακό σε συνάρτηση με το κάθε μετεωρολογικό δεδομένο) για να ελέγξουμε εάν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ τους γραφικά.

Συνοψίζοντας προς το παρόν δεν βρέθηκε εάν υπάρχει σύνδεση μεταξύ της ηλιακής δραστηριότητας και του κλίματος της Ελλάδας, για τη χρονική περίοδο από το έτος 1975 έως το έτος 2005 που μελετήσαμε, χωρίς όπως αναφέρθηκε να αποκλείετε και το



αντίθετο. Τέλος έγινε μία συνολική μαθηματική και υπολογιστική εργασία για την περεταίρω έρευνα και πειραματισμό μιας και αποκομίστηκε αρκετή εμπειρία επί του θέματος. Υπάρχουν επιπλέον όλες αυτές οι βάσεις δεδομένων τύπου excel για να συνεχίσουμε στην εμβάθυνση του πρώτου αυτού σταδίου έρευνας που παρουσιάστηκε στην παρούσα διπλωματική.

## Βιβλιογραφία

ACRIM3composite\_nnava3. Retrieved from:

[https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-indices/total-solar-irradiance/acrim-3/ACRIM3composite\\_nnava3.txt](https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-indices/total-solar-irradiance/acrim-3/ACRIM3composite_nnava3.txt)

ACRIM Composite TSI Time Series. In.

Audu, M. O., & Okeke, F. N. (2019). Investigation of possible connections between solar activity and climate change in Nigeria. *SN Applied Sciences*, 1(2), 149. doi:10.1007/s42452-019-0160-x

BRI, n. m. d. o. t. B. R. I. briYYYY.

<https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/interplanetary-data/cosmic-rays/bartol-neutron-monitor/>

Clette, F., Cliver, E. W., Lefèvre, L., Svalgaard, L., Vaquero, J. M., & Leibacher, J. W. (2016). Preface to Topical Issue: Recalibration of the Sunspot Number. *Solar Physics*, 291(9), 2479-2486. doi:10.1007/s11207-016-1017-8

Clette, F., Lefèvre, L., Cagnotti, M., Cortesi, S., & Bulling, A. (2016). The Revised Brussels–Locarno Sunspot Number (1981–2015). *Solar Physics*, 291(9), 2733-2761. doi:10.1007/s11207-016-0875-4

Clette, F., Svalgaard, L., Vaquero, J. M., & Cliver, E. W. (2014). Revisiting the Sunspot Number. *Space Science Reviews*, 186(1), 35-103. doi:10.1007/s11214-014-0074-2

El-Borie, M. A., Thabet, A. A., El-Mallah, E. S., Abd El-Zaher, M., & Bishara, A. A. (2021). The combined influences for solar-geomagnetic activities and the atmospheric circulation NAO on global surface temperatures. *Indian Journal of Physics*, 95(6), 1041-1049. doi:10.1007/s12648-020-01757-9

Ismailova, O., & Voloshkina, O. (2016). Analysis of the impact of solar activity on indicators of climate change on areas within the Dniester river basin.

Marsh, N. D., & Svensmark, H. (2000). Low Cloud Properties Influenced by Cosmic Rays. *Physical Review Letters*, 85(23), 5004-5007. doi:10.1103/PhysRevLett.85.5004

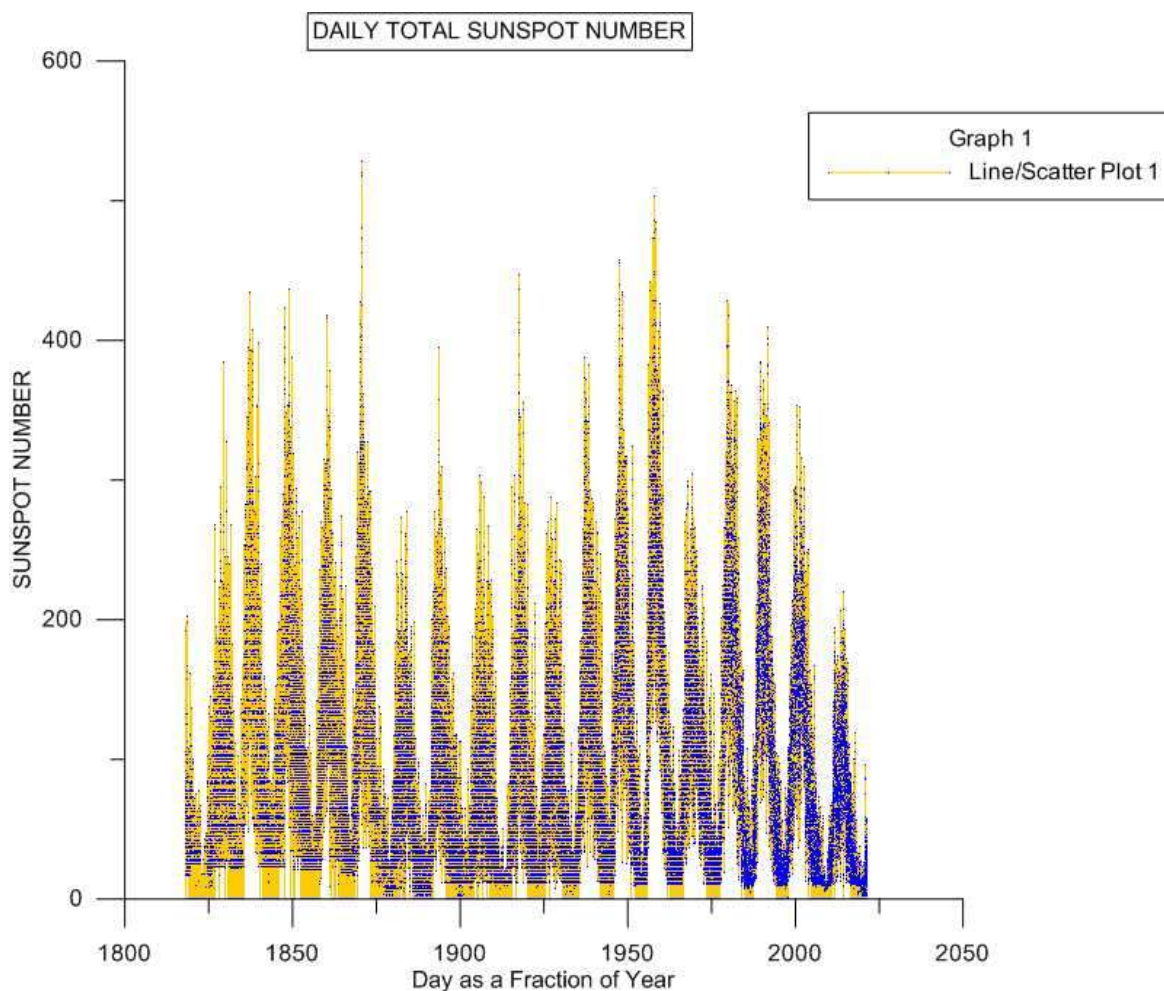
- Martinez-Lozano, J. A., Tena, F., & Utrillas, M. P. (1996). MEASUREMENT AND ANALYSIS OF ULTRAVIOLET SOLAR IRRADIATION IN VALENCIA, SPAIN. *International Journal of Climatology*, 16(8), 947-955. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199608\)16:8<947::AID-JOC55>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199608)16:8<947::AID-JOC55>3.0.CO;2-O)
- Matthes, K., de Wit, T. D., & Lilensten, J. (2021). Earth's climate response to a changing Sun: EDP Sciences.
- Meyer-Vernet, N. (2007). The wind from the Sun: an introduction. In N. Meyer-Vernet (Ed.), *Basics of the Solar Wind* (pp. 1-40). Cambridge: Cambridge University Press.
- NASA/GSFC/SDO, N. G. S. F. C. (2012). In M. C. E. o. t. S.-A. 31 (Ed.). [https://live.staticflickr.com/8440/7931832934\\_dd2d1e6015\\_w.jpg](https://live.staticflickr.com/8440/7931832934_dd2d1e6015_w.jpg).
- NOOA. Archives from Scott Forbush, early cosmic ray scientist. [https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/interplanetary-data/cosmic-rays/forbush-records/documentation/forbush\\_cosmic-ray-legacy-data\\_proposal-ccmp-presentation\\_2007.pdf](https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/interplanetary-data/cosmic-rays/forbush-records/documentation/forbush_cosmic-ray-legacy-data_proposal-ccmp-presentation_2007.pdf)
- Okeke, F. N., & Audu, M. O. (2017). Influence of solar and geomagnetic activity on climate change in Nigeria. *International Journal of Physical Sciences*, 12(15), 184-193. doi:10.5897/IJPS2017.4655
- Piddington, J. H. (1971). Theory of the Solar 22-Year Cycle. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 2(1), 7-10. doi:10.1017/S1323358000012558
- Pomortseva, A. A., Pomortsev, O. A., Popov, V. F., & Trofimtsev, Y. I. (2021). The Influence of Solar Activity Rhythms on Precipitation Cycles during Climate Change in Central Yakutia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720(1), 012018. doi:10.1088/1755-1315/720/1/012018
- Rao, U. R. (1972). Solar modulation of galactic cosmic radiation. *Space Science Reviews*, 12(6), 719-809. doi:10.1007/BF00173071
- Scafetta, N., & Willson, R. C. (2014). ACRIM total solar irradiance satellite composite validation versus TSI proxy models. *Astrophysics and Space Science*, 350(2), 421-442. doi:10.1007/s10509-013-1775-9



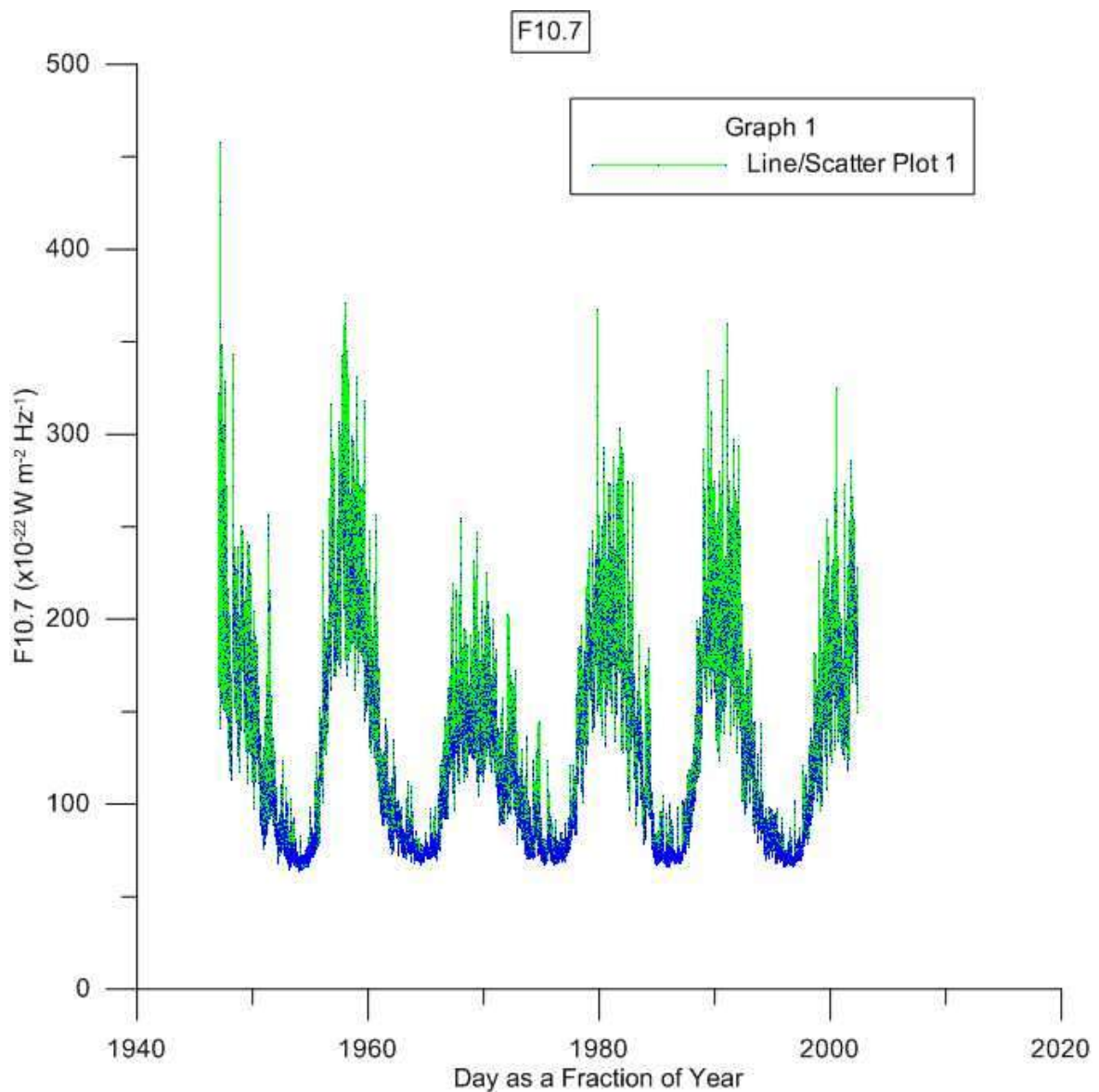
- Schwenn, R. (2006). Space Weather: The Solar Perspective. *Living Reviews in Solar Physics*, 3(1), 2. doi:10.12942/lrsp-2006-2
- SILSO, W. D. C. (1818-2021). The International Sunspot Number. International Sunspot Number Monthly Bulletin and online catalogue.
- Solanki, S. K., Krivova, N. A., & Haigh, J. D. (2013). Solar Irradiance Variability and Climate. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 51(1), 311-351. doi:10.1146/annurev-astro-082812-141007
- Tobiska, K. (Feb 1947-present ). Five\_cycle\_v1\_23a. Five\_cycle\_v1\_23a [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR\\_DATA/SOLAR\\_UV/SOLAR2000/Five\\_cycle\\_v1\\_23a.txt](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_UV/SOLAR2000/Five_cycle_v1_23a.txt)
- Tobiska, W. K., Woods, T., Eparvier, F., Viereck, R., Floyd, L., Bouwer, D., . . . White, O. R. (2000). The SOLAR2000 empirical solar irradiance model and forecast tool. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 62(14), 1233-1250. doi:[https://doi.org/10.1016/S1364-6826\(00\)00070-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6826(00)00070-5)
- Tsiropoula, G. (2003). Signatures of solar activity variability in meteorological parameters. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 65(4), 469-482. doi:[https://doi.org/10.1016/S1364-6826\(02\)00295-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6826(02)00295-X)
- Willson, R., & Mordvinov, A. (2003). Secular total solar irradiance trend during solar cycles 21–23.
- Xiao, Z.-N., Li, D.-L., Zhou, L.-M., Zhao, L., & Huo, W.-J. (2017). Interdisciplinary studies of solar activity and climate change. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 10(4), 325-328. doi:10.1080/16742834.2017.1321951
- EMY. Ελεύθερα Δεδομένα από την Ε.Μ.Υ. In. <http://www.emy.gr/emyl/services/paroxi-ipsion-elefthera-dedomena>.

## Παράρτημα Α: Γραφικές Παραστάσεις Ηλιακών δεικτών.

Παρακάτω παραθέτονται οι γραφικές παραστάσεις των τεσσάρων ηλιακών δεικτών που δημιουργήθηκαν, για το πλήρες χρονικό διάστημα που βρέθηκαν τα δεδομένα τους, μετά την επεξεργασία τους.

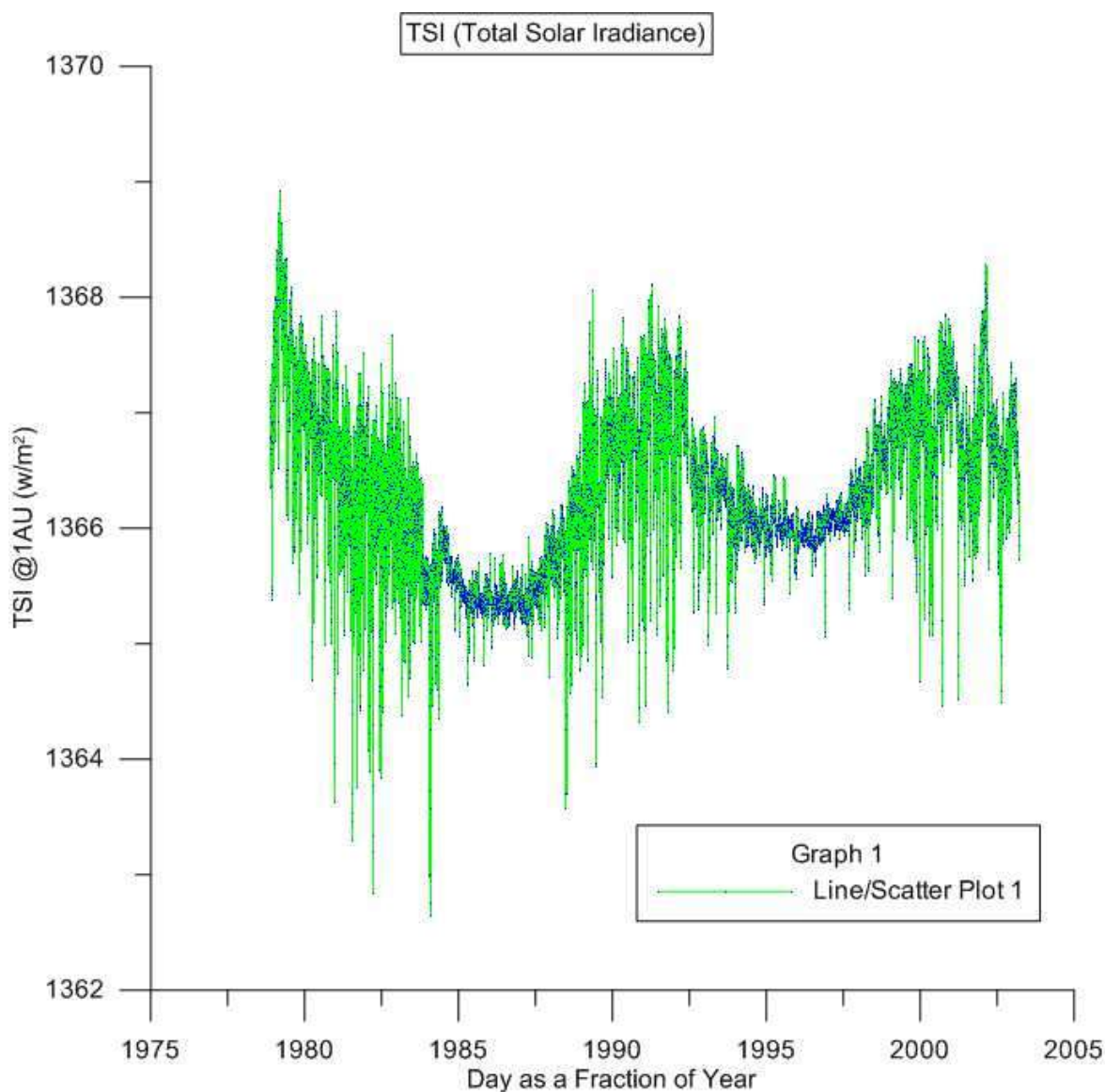


Εικόνα 176 Ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων ανά ημέρα (με κίτρινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της).

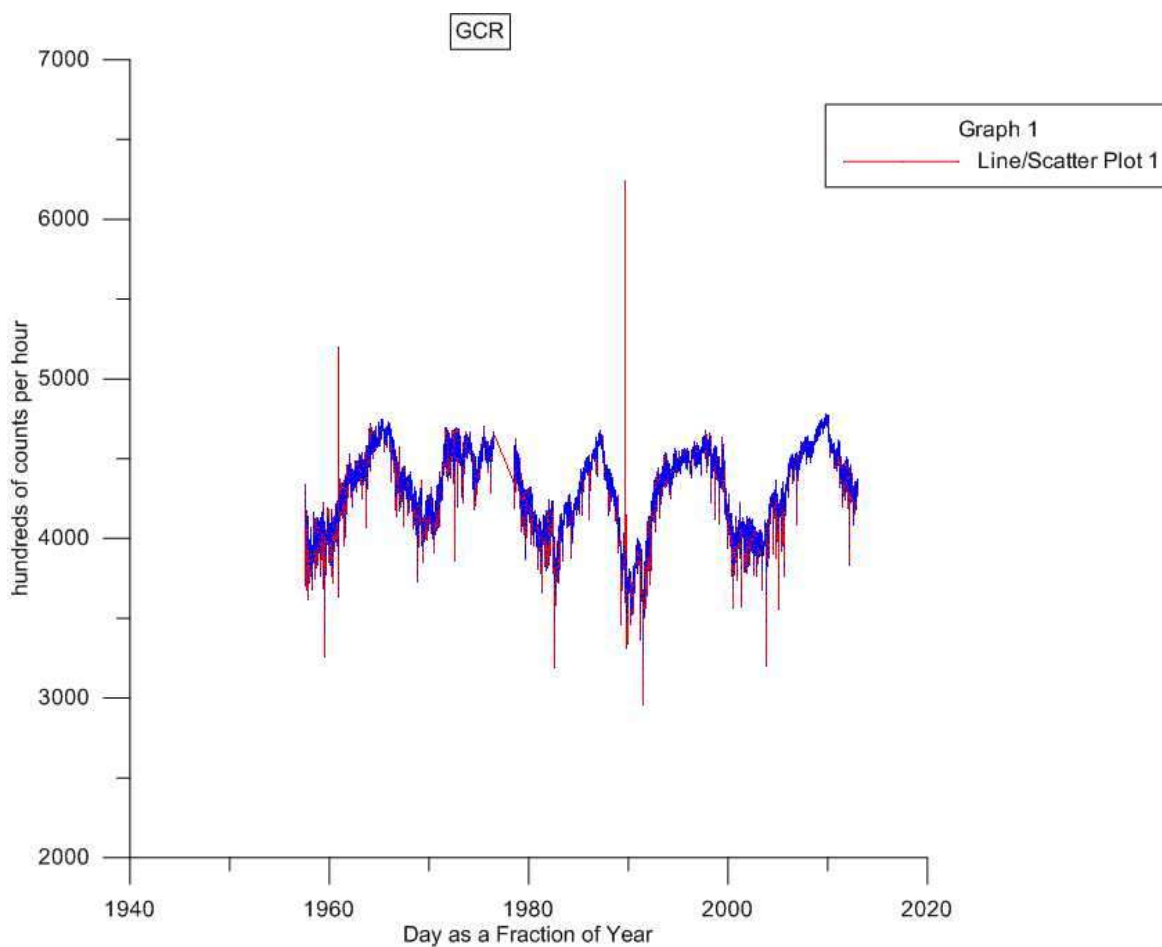


Εικόνα 177 Η ραδιοροή F10.7 ανά ημέρα (με πράσινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της).





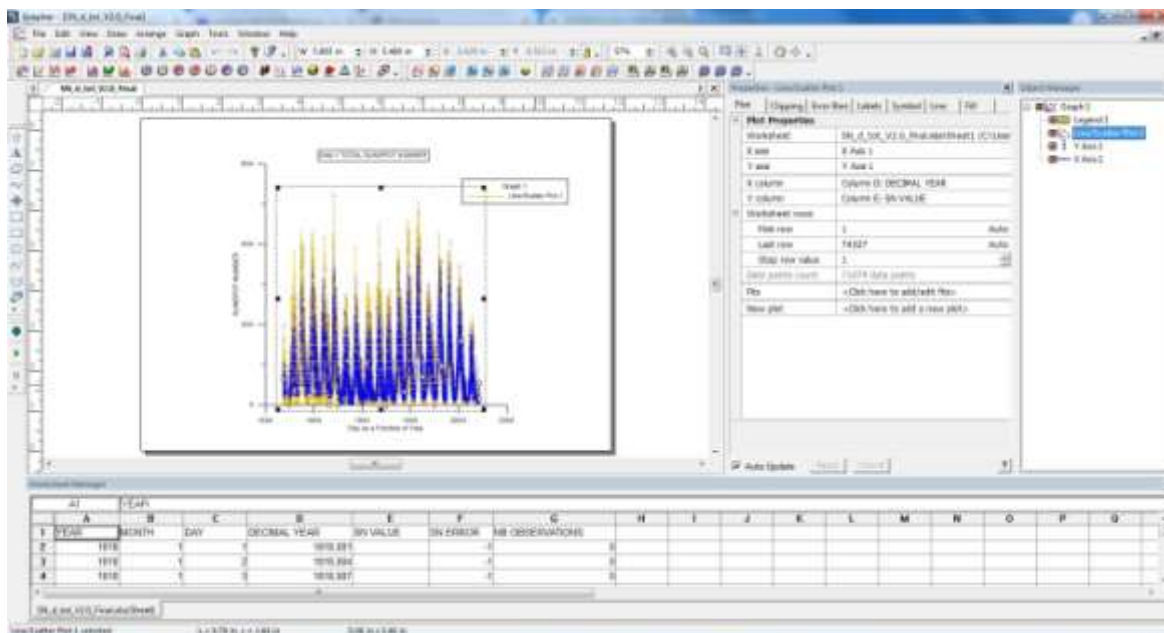
Εικόνα 178 Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία ανά ημέρα (με πράσινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της).



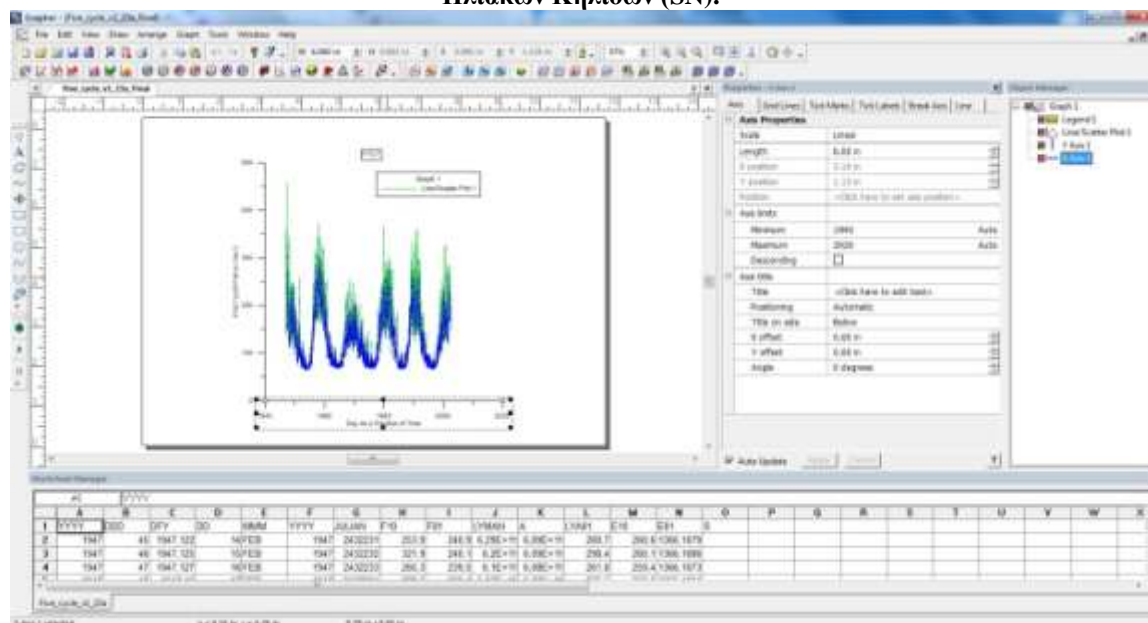
**Εικόνα 179** Η κοσμική γαλαξιακή ακτινοβολία ανά ημέρα (με κόκκινο χρώμα είναι η γραμμή της γραφικής παράστασης και με μπλε χρώμα είναι τα σημεία της).

## Παράρτημα Β: Εικόνες από τη χρήση του προγράμματος Grapher 8.

Παρακάτω παραθέτουμε μερικές εικόνες από το περιβάλλον χρήσης του Grapher 8, κατά τη χρησιμοποίησή του στην δημιουργία των γραφημάτων.

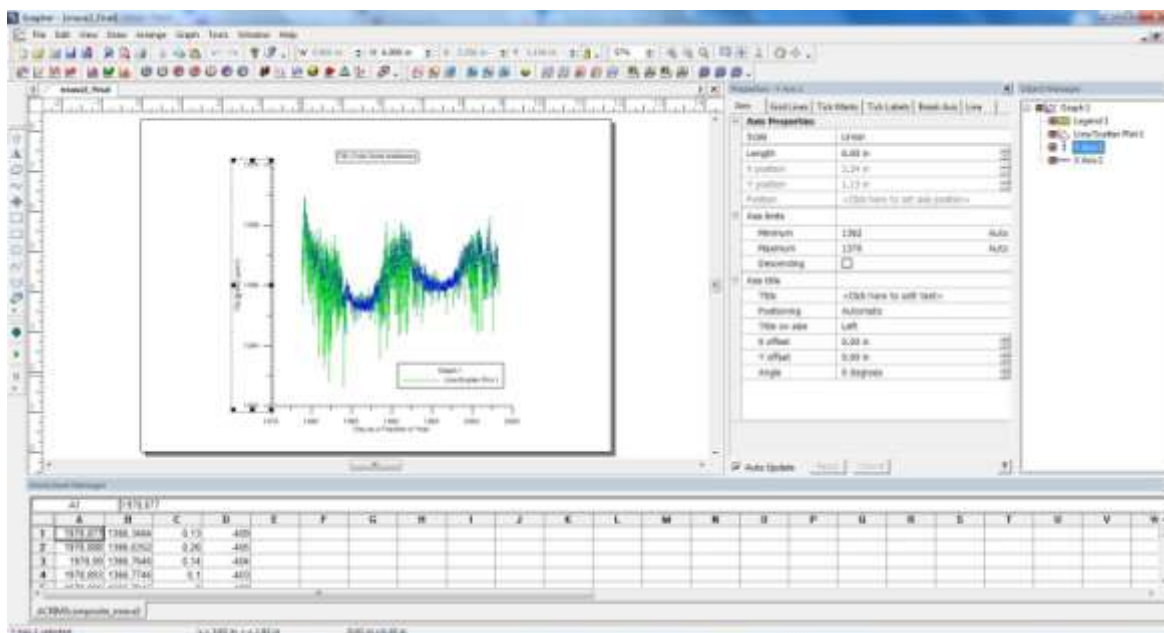


Εικόνα 180 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης των Ηλιακών Κηλίδων (SN).

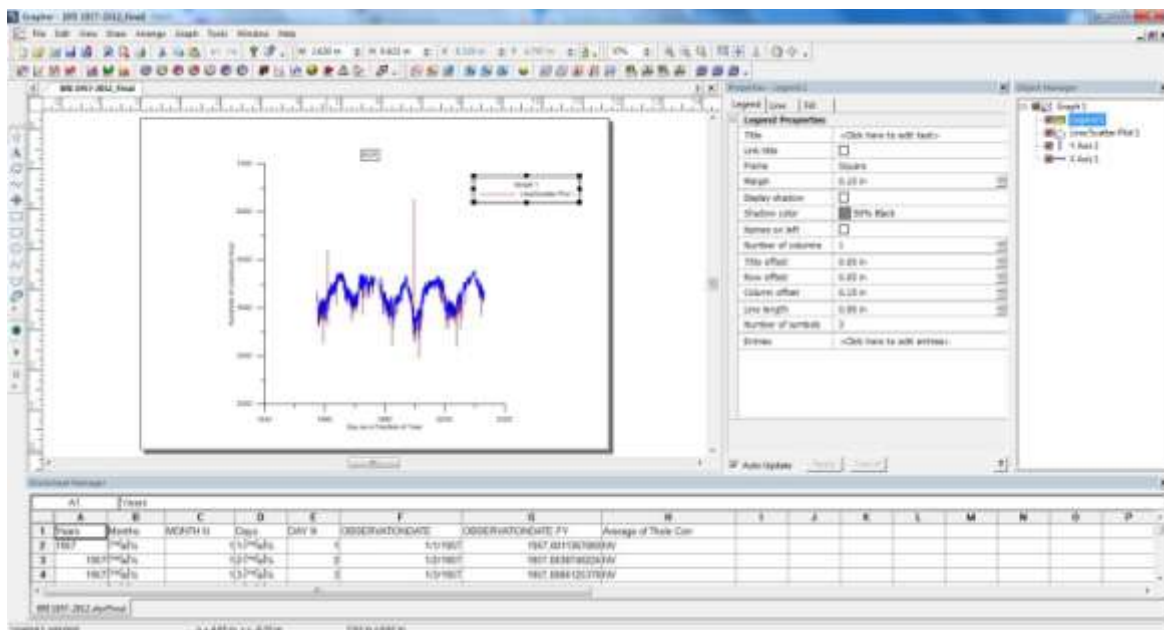


Εικόνα 181 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης της ραδιοροής στα 10.7 cm.

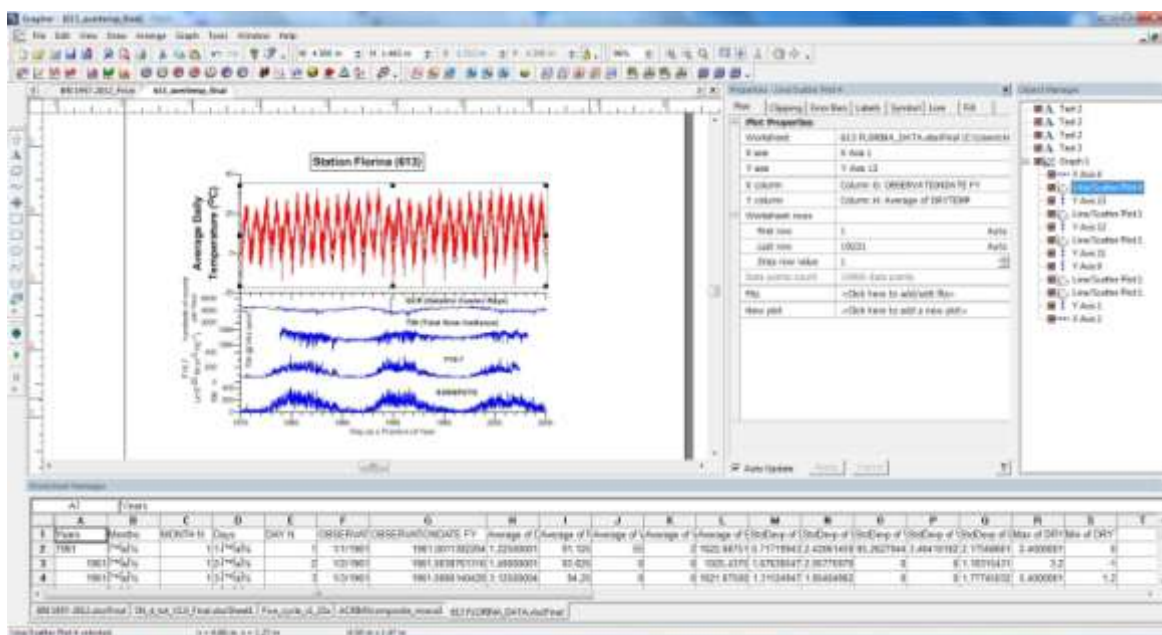




Εικόνα 182 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης της Συνολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας (TSI).



Εικόνα 183 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία της γραφικής παράστασης της Γαλαξιακής Κοσμικής Ακτινοβολίας (GCR).



Εικόνα 184 Το περιβάλλον του Grapher 8 κατά τη δημιουργία του γραφήματος με τις γραφικές παραστάσεις της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και των τεσσάρων ηλιακών παραμέτρων.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.