

Πρακτικά		4ου Συνεδρίου	Μάϊος 1988	
Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XXIII/3	σελ. 211-225	Αθήνα	1989
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens	

ΓΕΩΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ (ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΝΤΕΛΗΣ)

Α. ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΥ, Π. ΤΣΑΪΛΑ, Γ. ΦΙΛΙΠΠΟΠΟΥΛΟΥ *

ABSTRACT

In the Greek Area the intensity of the magnetic field (dipolar and non dipolar) increases with different rates for each component. This is due to the western movement of magnetic pole.

The influence of external sources (Sun's activity) in the measured magnetic field whows two main components. The first of about one year period due to seasonal sun activity and the other one of about eleven years due to the solar cycle.

The method which was followed to defermine these components was the Fast Fourier Transform (F.F.T) with a combination of Low Pass and High Pass Filters.

The study of magnetic storms (storm sudden commencements) showed an eleven-year cycle which fitted very well with the universal data (I.A.G.A. - number R of sun-spots),

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Στην περιοχή της Ελλάδας η ένταση του μαγνητικού πεδίου (διπολικού και μη διπολικού) αυξάνει με διαφορετικούς βαθμούς για κάθε συνιστώσα. Αυτό οφείλεται στην μετακίνηση του πόλου προς τα Δυτικά.

Η επίδραση εξωτερικών πηγών (ηλιακή δραστηριότητας) στο μετρηθέν μαγνητικό πεδίο δείχνει δυο κύριες συνιστώσες. Η πρώτη με περίοδο ενός έτους οφείλεται στην εποχιακή ηλιακή δραστηριότητα και η δεύτερη με ενδεκαετή περίοδο οφείλεται στον ηλιακό κύκλο. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για να προσδιορίσει αυτές τις συνιστώσες ήταν ο μετασχηματισμός Fourier (F.F.T) σε συνδυασμό με υψηπερατά και βαθυπερατά φίλτρα.

Η μελέτη των μαγνητικών καταγύδων (φαινόμενα αιφνίδιας απαρχής) έδειξαν ένα ενδεκαετή περιοδικό κύκλο που ταιριάζει πολύ καλά με τα παγκόσμια δεδομένα (I.A.G.A - αριθμός R ηλιακών κηλίδων)

GEOMAGNETIC MEASUREMENTS IN GREECE
(MAGNETIC OBSERVATORY OF PENDELI)

by: A.D. ANGELOPOULOS, P.D. TSAILAS, G.N. PHILIPPOPOULOS

1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το 1936 ιδρύθηκε στην Ελλάδα ο πρώτος μόνιμος μαγνητικός σταθμός (Εθνικός) με την εποπτεία και επίβλεψη λειτουργίας της Γεωδαιτικής επιτροπής του Κράτους. Ο σταθμός αυτός λειτούργησε στην περιοχή Τατοΐου Αττικής και καταστράφηκε το 1941 από γερμανική αεροπορική επίθεση. Το 1957, με ενέργειες του Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους (σημερινό ΙΓΜΕ), ιδρύθηκε ο μόνιμος μαγνητικός σταθμός Πεντέλης ο οποίος λειτούργησε μέχρι το καλοκαίρι του 1986 οπότε λόγω της πυκνοοικοδόμησης της περιοχής μεταφέρθηκε σε νέα θέση και συγκεκριμένα στην περιοχή του Αγίου Πέτρου Πεντέλης.

Η πρωτοβουλία (δρυσης (1957) και η εποπτεία του μαγνητικού σταθμού μέχρι το 1984 οφείλεται στον πρώην διευθυντή γεωφυσικής του ΙΓΜΕ Δρ. Α. Σταύρου ο οποίος συνεχίζει να παρέχει μέχρι σήμερα πολύτιμες γνώσεις.

Σκοπός του Μαγνητικού Σταθμού Πεντέλης

Για την μελέτη των στοιχείων του γεωμαγνητικού πεδίου απαιτείται δίκτυο μαγνητικών σταθμών συνεχούς καταγραφής σε όλη τη γη. Ο Μαγνητικός Σταθμός Πεντέλης εξυπηρετεί αυτή την ανάγκη στον γεωγραφικό χώρο της Ελλάδας.

Επίσης η μαγνητική καταγραφή του πεδίου για την σύνταξη μαγνητικού χάρτη της Ελλάδας απαιτεί την ύπαρξη μαγνητικού σταθμού στον οποίο να γίνεται συνεχώς καταγραφή των μαγνητικών μεταβολών, βάσει των οποίων θα γίνουν οι διορθώσεις και η αναγωγή των μετρήσεων.

Τέλος η χρησιμότητα του Μαγνητικού Σταθμού Πεντέλης γίνεται φανερή κατά την εφαρμογή της μαγνητικής μεθόδου στην ύπαιθρο για τον εντοπισμό μεταλλοφόρων κοιτασμάτων, οπότε απαιτείται διόρθωση ημερήσιας μεταβολής.

Όργανα - Μετρήσεις

1. Βαριόμετρα: Ο Μαγνητικός Σταθμός Πεντέλης διαθέτει τρία βαριόμετρα LA COUR με καταγραφικό μηχανισμό για την συνεχή καταγραφή της απόκλισης, οριζόντιας και κατακόρυφης συνιστώσας του μαγνητικού πεδίου της γης.

Η χάραξη της γραμμής αναφοράς συμπίπτει με τον μαγνητικό μεσημβρινό. Εσωτερικά τα βαριόμετρα φέρουν μαγνήτες μεγάλης ευαισθησίας αναρτημένους από χαλαζιακό νήμα. Ο μαγνήτης της απόκλισης είναι προσανατολισμένος κατά την διεύθυνση του μαγνητικού μεσημβρινού, ενώ ο μαγνήτης της οριζόντιας συνιστώσας είναι κάθετα προσανατολισμένος σε αυτόν. Ο μαγνήτης της κατακόρυφης συνιστώσας είναι τοποθετημένος παράλληλα στον μαγνητικό μεσημβρινό. Κάτω από τους μαγνήτες υπάρχουν σταθερά κάτοπτρα τα οποία επιτρέπουν, με κατάλληλο διαχωρισμό (πρίσματα), σε τρεις φωτεινές ακτίνες να φθάνουν στο φωτοεαίσθητο χαρτί του καταγραφικού και να αποτυπώνουν τρία συνεχή ίχνη που αντιστοιχούν σε τρεις γραμμές του μαγνητογραφήματος (ίχνος βασικής γραμμής, μεταβολής της συνιστώσας και θερμοκρασίας).

Σε κάθε βαριόμετρο υπάρχει κατάλληλα τοποθετημένο ζεύγος πηνίων Helmholtz-Gangain για τον υπολογισμό και έλεγχο των ευαισθησιών (scale values) των βαριόμετρων.

Τα όργανα είναι τοποθετημένα εντός στοάς μήκους 10m, σε μη μαγνητικό πέτρωμα (ασβεστόλιθο) για ιδανική θερμική μόνωση.

2. Όργανα απολύτων μετρήσεων

α) Απόκλιση: Η μέτρηση της απόκλισης γίνεται με αποκλισίμετρο Askania και ο μαγνήτης αναρτάται από ειδικό μεταλλικό νήμα πάχους 0,02 mm. Η μέτρηση γίνεται με δύο μαγνήτες διαφορετικής μαγνητικής ροπής (1:2) για διόρθωση υπολλειματικής στρέψης.

β) Οριζόντια συνιστώσα: Η μέτρηση της οριζόντιας συνιστώσας γίνεται με τρία μαγνητόμετρα στρέψεως (Quartz Horizontal Magnetometer) του οίκου Askania. Οι μετρήσεις λαμβάνονται χρησιμοποιώντας την μέθοδο που περιγράφεται στο "Communications Magnetiques, L' Institut Meteorologique Danois," 1936, ακολουθώντας το διεθνές πρότυπο μετρήσεων βάσει του τύπου:

$$\log H = C - \log \sin \vartheta + C_1 t - C_2 H \cos \vartheta$$

όπου: C, C₁, C₂ = σταθερές οργάνου

ϑ = γωνιακή εκτροπή για στρέψη 2π

Παράλληλα εφαρμόζεται και η μέθοδος, Gauss των εκτροπών-αιωρήσεων. Η μέτρηση αυτή εκτελείται σε δύο φάσεις, πρώτον

προσδιορισμός της γωνίας εκτροπής μαγνητικής βελόνας, από ειδικό εκτρεπτικό μαγνήτη με την βοήθεια των κανόνων-εκτροπών και δεύτερο μέτρηση της περιόδου αιωρήσεων του ειδικού μαγνήτου σε ειδικό θάλαμο αιωρήσεων.

γ) Έγκλιση: Για την μέτρηση της έγκλισης του μαγνητικού πεδίου χρησιμοποιείται γεωεπαγωγέας. Αυτός φέρει πηνίο το οποίο περιστρεφόμενο εντός του μαγνητικού πεδίου αποκόπτει δυναμικές γραμμές με αποτέλεσμα την ανάπτυξη διαφοράς δυναμικού. Η γωνία που σχηματίζει ο άξονας του πηνίου με το οριζόντιο επίπεδο στην θέση την οποία η διαφορά δυναμικού είναι μηδέν, είναι και η γωνία έγκλισης του γήινου μαγνητικού πεδίου.

δ) Κατακόρυφη συνιστώσα: Η κατακόρυφη συνιστώσα μετράται έμμεσα βάσει των τύπων $Z = (F^2 - H^2)^{1/2}$ και $F = H \cos I$.

ε) Μέτρηση ολικού πεδίου (F): Η ένταση του ολικού μαγνητικού πεδίου μετράται με το φορητό πρωτονικό μαγνητόμετρο MP - 2. Το όργανο φέρει καταγραφικό μηχανισμό για την αναλογική αποτύπωση του μαγνητικού πεδίου.

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΩΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ 1958-1987

Για την ανάλυση της τριακονταετίας των συνιστωσών του γεωμαγνητικού πεδίου στην Ελλάδα ακολουθήθηκε η εξής μεθοδολογία:

1. Με τη γραμμική παρεμβολή (least squares fitting) διερευνήθηκε η διαχρονιστική μεταβολή (secular variation) και με την
2. Φασματική ανάλυση διερευνήθηκαν οι μεταβολές των συνιστωσών του πεδίου μικρότερης διάρκειας.

Διαχρονική (Αιώνια) μεταβολή - Διαγράμματα

Είναι γνωστό ότι το γήινο μαγνητικό πεδίο δεν είναι σταθερό αλλά παρουσιάζει μια αργή χρονική μεταβολή που λέγεται διαχρονική (secular). Αυτή μπορεί να παρατηρηθεί σε σταθερούς σταθμούς μετρήσεων κατά την διάρκεια αιώνων.

Σαν αίτιο της αιώνιας μεταβολής του μαγνητικού πεδίου θεωρείται η ανάπτυξη και απόσβεση των δυναμορεμάτων που προβλέπονται από την θεωρία της ηλεκτρικής γεννήτριας (θεωρία Δυναμό) μέσα στον εξωτερικό πυρήνα.

Στον Μαγνητικό Σταθμό Πεντέλης οι διαθέσιμες μετρήσεις καλύπτουν την τελευταία τριακονταετία (1958-1987), και παρουσιάζουν μια σαφή τάση μετατόπισης του ανύσματος του πεδίου. Από τις μετρήσεις των απόλυτων τιμών των στοιχείων του γήινου μαγνητικού πεδίου στον Μαγνητικό Σταθμό Πεντέλης (σχ.1) προέκυψαν κατόπιν γραμμικής παρεμβολής οι παρακάτω ρυθμοί μεταβολής ανά έτος:

1. Απόκλιση: 3.0/έτος, προς Ανατολάς
2. Έγκλιση: 0.4/έτος, προς τα κάτω
3. Κατακόρυφη συνιστώσα (I-H): 22.0 ηΤ/έτος
4. Οριζόντια συνιστώσα (εκτροπές-αιωρήσεις): 11.1 ηΤ/έτος
5. Κατακόρυφη συνιστώσα (F-H): 33.6 ηΤ/έτος*
6. Οριζόντια συνιστώσα (Q.H.M): 12.0 ηΤ/έτος*

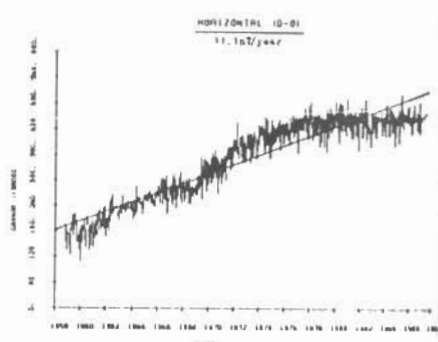
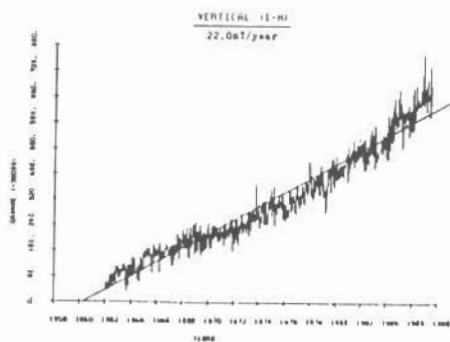
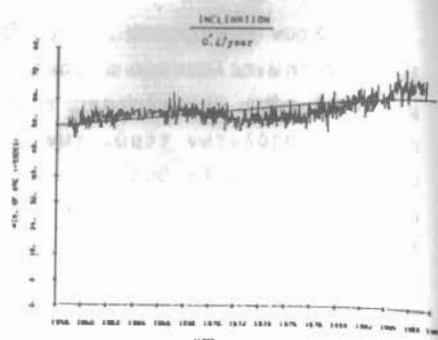
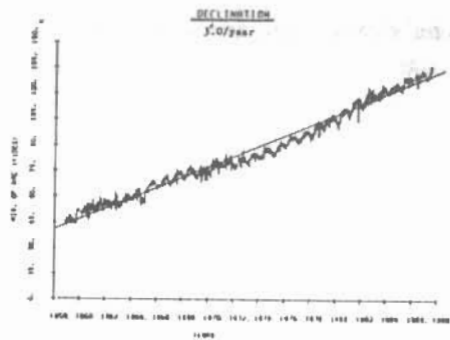
Φασματική Ανάλυση

Το αναλογικό σήμα (π.χ. η καμπύλη μεταβολής απόκλισης με το χρόνο) χαρακτηρίζεται από το ότι η στιγμιαία τιμή του μεγέθους (μέτρηση απόκλισης) που περιγράφει είναι ευθέως ανάλογη προς την στιγμιαία τιμή του πλάτους του αρχικού σήματος. Μαθηματικά τέτοια σήματα μπορούν να θεωρηθούν ότι αποτελούνται από υπερτεθειμένα ημιτονικά σήματα με αρμονική και μη αρμονική εξάρτηση συχνότητας δηλαδή της μορφής.

$$A(t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \phi_1) + A_2 \cos(\omega_2 t + \phi_2) + \dots$$

Το φάσμα συχνοτήτων ενός σήματος είναι μια συνάρτηση $A = F(f)$ όπου $f =$ συχνότητα. Την πιο μεγάλη σημασία στην αποκωδικοποίηση της αρχικής πληροφορίας έχει η διατήρηση του σχήματος του σήματος η οποία επιτυγχάνεται όταν η μαθηματική επεξεργασία δεν μεταβάλλει τα σχετικά πλάτη και φάσεις των συνιστωσών.

* Οι δύο τελευταίες μετρήσεις δεν καλύπτουν την τριακονταετία και γι' αυτό δεν περιελήφθησαν στα διαγράμματα.



Σχήμα 1. Διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων συνιστωσών του μαγνητικού πεδίου κατά την τριακονταετία 1958-1987
 Figure 1. Secular variation of the four magnetic field components during the period 1958-1987

Η περίοδος δειγματοληψίας (sampling) μετά την εφαρμογή γραμμικής παρεμβολής (αφαίρεση μέσης τιμής και κλίσης) καθορίστηκε σε επτά (7) ημέρες ($T=7$ ημ.), με ρυθμό δειγματοληψίας (sampling rate) $1/T=1/7$. Ικανοποιητική ανακατασκευή του αναλογικού σήματος από το δειγματοληπτημένο θεωρητικά μπορεί να επιτευχθεί αν ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι τουλάχιστον διπλάσιος της ανώτερης συχνότητας που υπήρχε στο αρχικό αναλογικό σήμα. Η ελάχιστη αυτή αναγκαία συχνότητα δειγματοληψίας ονομάζεται συχνότητα Nyquist όπου δίνεται από τον τύπο $N=1/2T$ (Nyquist 1928).

Το χρονικό διάστημα μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας και το μήκος της πραγματικής συνάρτησης προσδιορίζουν και τις εμπεριεχόμενες συχνότητες.

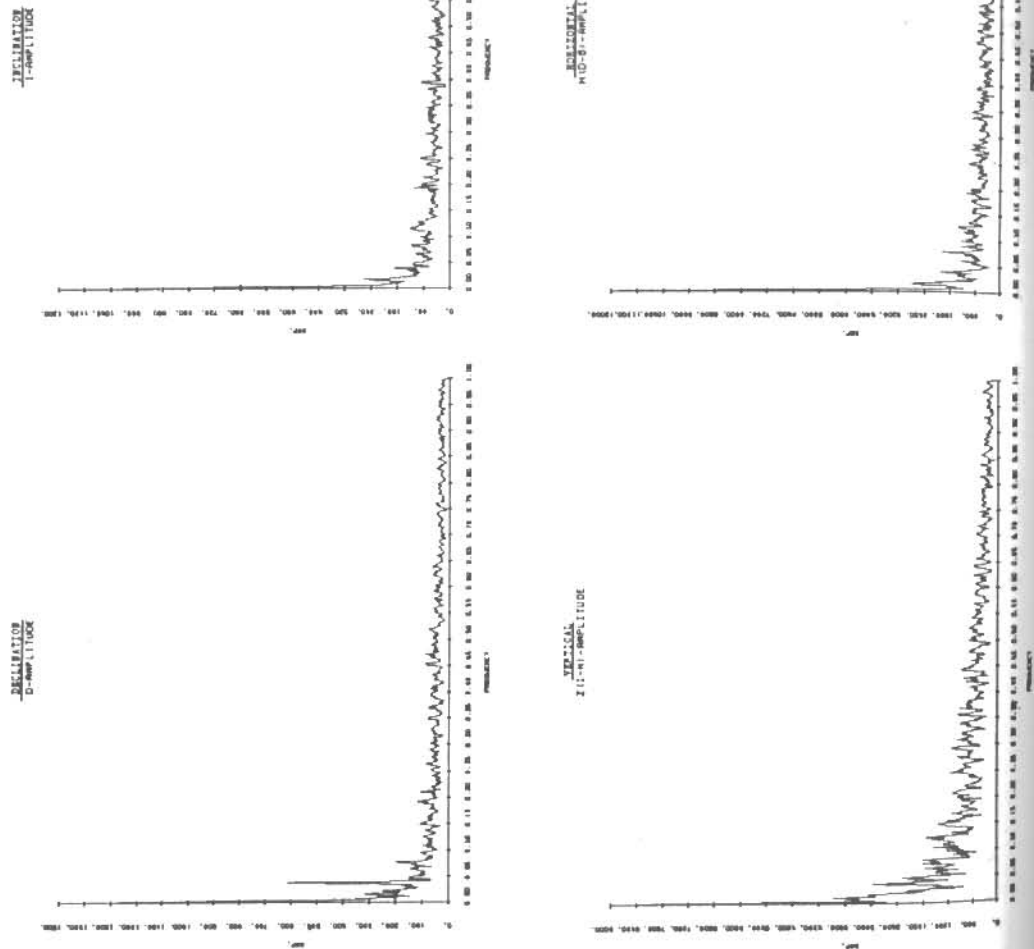
Όλες οι συχνότητες επηρεάζονται από το σφάλμα (aliasing) που συνδέεται με το διάστημα της δειγματοληψίας. Όσο συχνότερα είναι τα δείγματα τόσο πληρέστερη είναι η πληροφορία που μπορεί να αντληθεί. Όσον αφορά την ψηλότερη συχνότητα της σειράς οι Oppens και Epochson (1972) υποδεικνύουν σαν γενικό κανόνα ότι απαιτούνται 2,5 δείγματα ανά μήκος κύματος ούτως ώστε να εξασφαλιστεί ικανός προσδιορισμός εύρους.

Οι αρχικές μας καταγραφές μετά την αφαίρεση της μέσης τιμής εξομαλύνθηκαν ώστε τα αρχικά και τελικά σημεία να τείνουν στο μηδέν. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκε ένα "παράθυρο" Hanning (Julius Von Hann) το οποίο είναι γνωστό σαν συνημιτονοειδής καμπάνα (Time domain) $Weight=W=0.5+0.5 \cos ((\pi \cdot I)/M)$

Τα ενεργειακά φάσματα (amplitude spectrum) που πήραμε μετά από επεξεργασία με παράθυρο Hanning για τα τέσσερα στοιχεία του μαγνητικού πεδίου φαίνονται στο σχήμα 2.

Τα διαγράμματα είναι συναρτήσεις πλάτους ως προς τη συχνότητα με εξομάλυνση ανά τρία σημεία. ($1.00=0.07$ =Nyquist frequency)

Για τον υπολογισμό των ενεργειακών φασμάτων εφαρμόστηκε η επεξεργασία Fast Fourier Transform (Cooley and Tukey, 1965).



Σχήμα 2. Ενεργειακό φάσμα των τεσσάρων συνιστωσών του μαγνητικού πεδίου

Figure 2. Power spectrum of the four magnetic field components

Φάσματα

Απο τις μετρήσεις D, I, Z, H, προέκυψαν τα αντίστοιχα φάσματα που παρουσιάζονται στο σχήμα 2.

Απο την μελέτη τους προκύπτουν οι παρακάτω φασματικοί χαρακτήρες:

Για την συνιστώσα D (απόκλιση) οι πιά αξιόλογες φασματικές ενέργειες παρατηρήθηκαν στις εξής συχνότητες:

Συχνότης	Περίοδος σε έτη	Πλάτος
0.002668	14.6	1260
0.006671	5.9	400
0.037358	1.0(ετήσια)	614
0.077385	0.5(εξαμηνιαία)	201

Για την συνιστώσα I (έγκλιση) έχουμε:

Συχνότης	Περίοδος σε έτη	Πλάτος
0.002668	14.6	1002
0.038692	1.0(ετήσια)	170
0.082722	0.47(εξαμηνιαία)	118

Για την συνιστώσα Z (κατακόρυφη) έχουμε:

Συχνότης	Περίοδος σε έτη	Πλάτος
0.003008	13	8374
0.007519	5.2	3423
0.037594	1.0(ετήσια)	2961
0.081203	0.48(εξαμηνιαία)	1820

Για την συνιστώσα H (οριζόντια) έχουμε:

Συχνότης	Περίοδος σε έτη	Πλάτος
0.002668	14.6	11758
0.038692	1.0(ετήσια)	1920
0.077385	0.5(εξαμηνιαία)	1866

Παρατηρούμε από τα ενεργειακά φάσματα ότι η μέγιστη ενέργεια περιέχεται στα μεγάλα μήκη κύματος (χαμηλές συχνότητες) ενώ στα μικρά μήκη κύματος η ενέργεια που αντιστοιχεί σε διάφορες συχνότητες δεν είναι αμελητέα παρουσιάζοντας αρκετές διακεκριμένες φασματικές γραμμές. (Το πλάτος αυτών των φασματικών χαρακτήρων δεν είναι σταθερό όπως θα άρμοζε σε "λευκό θόρυβο").

Απο τους παραπάνω φασματικούς χαρακτήρες παρατηρούμε ότι η συχνότητα της ετήσιας μεταβολής είναι χαρακτηριστική, ενώ η ενδεκαετής δεν είναι εμφανής επειδή στο χρονικό διάστημα των μετρήσεων μας περιέχονται λιγώτερα από τρία μήκη κύματος της ενδεκαετούς μεταβολής.

Εξομάλυνση - Φίλτρα

Τα φίλτρα είναι σχεδιασμένα να έχουν μια προδιαγεγραμμένη απόκριση για ορισμένη διέγερση.

Όταν οι απαιτήσεις εκφράζονται συναρτήσει της συχνότητας, ο ανωτέρω ορισμός αναφέρεται στο χαρακτηριστικό του φίλτρου να επιλέγει από το συνολικό φάσμα συχνοτήτων ενός σήματος μια περιοχή συχνοτήτων, της οποίας τη διέλευση επιτρέπει χωρίς απώλειες ενώ εξασθενεί τις λοιπές συχνότητες.

Η περιοχή συχνοτήτων που διέρχεται απρόσκοπτα από το φίλτρο αποτελεί την ζώνη διέλευσης (passband) αυτού.

Η περιοχή (ή περιοχές) συχνοτήτων, οι οποίες απορρίπτονται από το φίλτρο αποτελούν την ζώνη (ή ζώνες) απόρριψης (stopband).

Με βάση την καμπύλη απόκρισης μέτρου η θέση της ζώνης διέλευσης του φίλτρου στο φάσμα πραγματικών συχνοτήτων $\omega=0$ έως $\omega=\infty$ χαρακτηρίζει το φίλτρο ως βαθυπερατό (lowpass), υψηπερατό (highpass) και ζωνοδιαβατό (bandpass).

Στο βαθυπερατό η μια άκρη της ζώνης διέλευσης είναι η συχνότητα $\omega=0$ ενώ η άλλη είναι η συχνότητα $\omega_c (>0)$ που αποτελεί και την συχνότητα αποκοπής του υψηπερατού φίλτρου. Το ζωνοδιαβατό έχει δύο πεπερασμένες συχνότητες αποκοπής την κατώτερη $\omega_{c1} (>0)$ και την ανώτερη $\omega_{c2} (<\infty)$ με $\omega_{c1} < \omega_{c2}$, σε αντίθεση με τα δύο προηγούμενα φίλτρα αυτό έχει δύο περιοχές απόρριψης.

Τα φίλτρα που χρησιμοποιήσαμε είναι δύο, ένα βαθυπερατό (low pass) για την εξαγωγή της ετήσιας μεταβολής και ένα ζωνοπερατό (band pass) για την εξαγωγή της ενδεκαετούς μεταβολής. Τα φίλτρα είναι

κυκλικά και βασίζονται στον παρακάτω αλγόριθμο.

$$A=(R-S)/2$$

$$\text{όπου } R=I-1/M, \quad S=(C.L.) - 0.001/2, \quad M=NOPTS/2$$

$$I=1, M \text{ και } E= C.L + 0.01/2$$

Για το βαθυπερατό έχουμε:

$$a. = 1,$$

$$b. = 1-6A^2 + 6A^3$$

$$WL.P \quad \gamma. = 2*(1-A)^3$$

$$d. = 0$$

Για το υψηπερατό έχουμε:

$$a.=0$$

$$b. = 6A^2 - 6A^3$$

$$WH.P \quad \gamma. = 1-2(I-A)^3$$

$$d. = 1$$

$$R \leq S$$

$$S < R < C.L$$

$$C.L \leq R \leq E$$

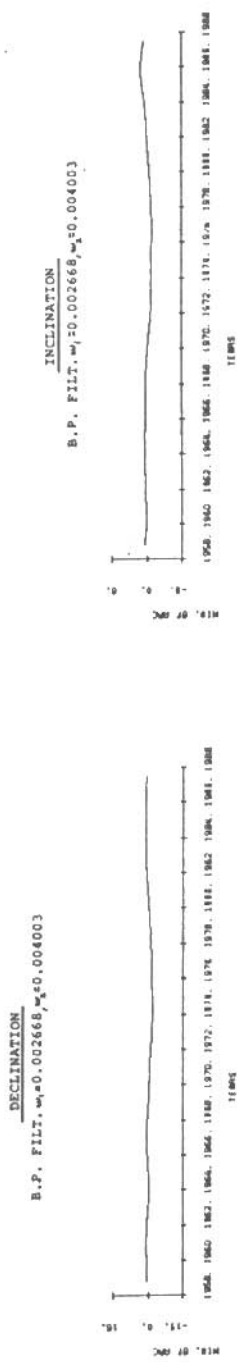
$$R > E$$

Με την εφαρμογή των ανωτέρω φίλτρων προκύπτουν τα διαγράμματα της ενδεκαετούς και ετήσιας μεταβολής των στοιχείων του γεωμαγνητικού πεδίου (σχήματα 3 και 4 αντίστοιχα). Η ενδεκαετής μεταβολή οφείλεται στον ενδεκαετή κύκλο δραστηριότητας των ηλιακών κηλίδων, ενώ η ετήσια οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την διάρκεια του χρόνου μεταβάλλεται η διάρκεια της ημέρας και το ύψος του ήλιου. Αξίζει να σημειωθεί ότι επειδή η ενδεκαετής μεταβολή δεν ήταν εμφανής στην ανάλυση των φασμάτων, εφαρμόστηκε ζωνοπερατό φίλτρο (band pass) μεταξύ των συχνοτήτων που θεωρητικά περιείχαν την χρονική αυτή μεταβολή.

3. ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΑΙΦΝΙΔΙΑΣ ΑΠΑΡΧΗΣ (S.S.C)

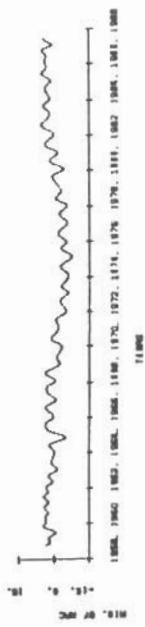
Οι Μαγνητικές καταιγίδες είναι απότομες μαγνητικές μεταβολές που διαρκούν από μερικές ώρες έως μερικές ημέρες και έχουν την προέλευση τους στις ηλιακές εκλάμψεις. Η εκδήλωση της μαγνητικής διαταραχής γίνεται μετά από 16 ώρες έως 4 ημέρες από την εμφάνιση της έκλαμψης στον ήλιο και οφείλεται στο υπό μορφή νέφους πλάσμα ιονισμένων σωμάτων που εκτοξεύεται κατά την διάρκεια μεγάλης έκτασης έκρηξης (απελευθέρωση ενέργειας τοπικών μαγνητικών πεδίων).

Ο τύπος φαινομένων αιφνιδίας απαρχής είναι ο περισσότερο βίαιος και η κύρια φάση της καταιγίδας ολοκληρώνεται μέσα σε λίγες ώρες με την έντονη ελάττωση της οριζόντιας συνιστώσας (H). Η συχνότης εμφάνισης των ηλιακών εκλάμψεων (χρωμοσφαιρικών) ακολουθεί τον ηλιακό κύκλο των ένδεκα ετών του αριθμού R των κηλίδων ο οποίος συμβαδίζει με την δραστηριότητα και των λοιπών περιοχών του ήλιου.

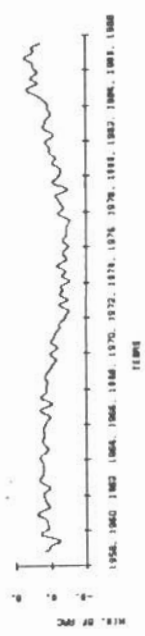


Σχήμα 3. Εφαρμογή ζωνοπερατού φίλτρου στις τέσσερις συνιστώσες του μαγνητικού πεδίου
 Figure 3. Application of band pass filter to the four magnetic field components

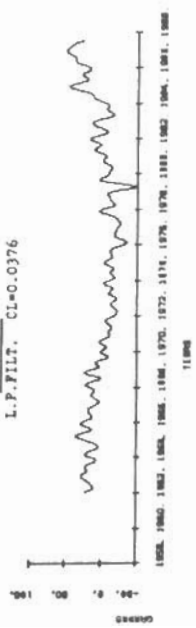
DECLINATION
L.P.FILT. CL=0.0373



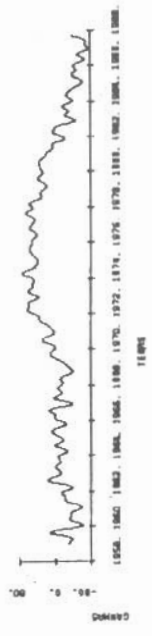
INCLINATION
L.P.FILT. CL=0.0387



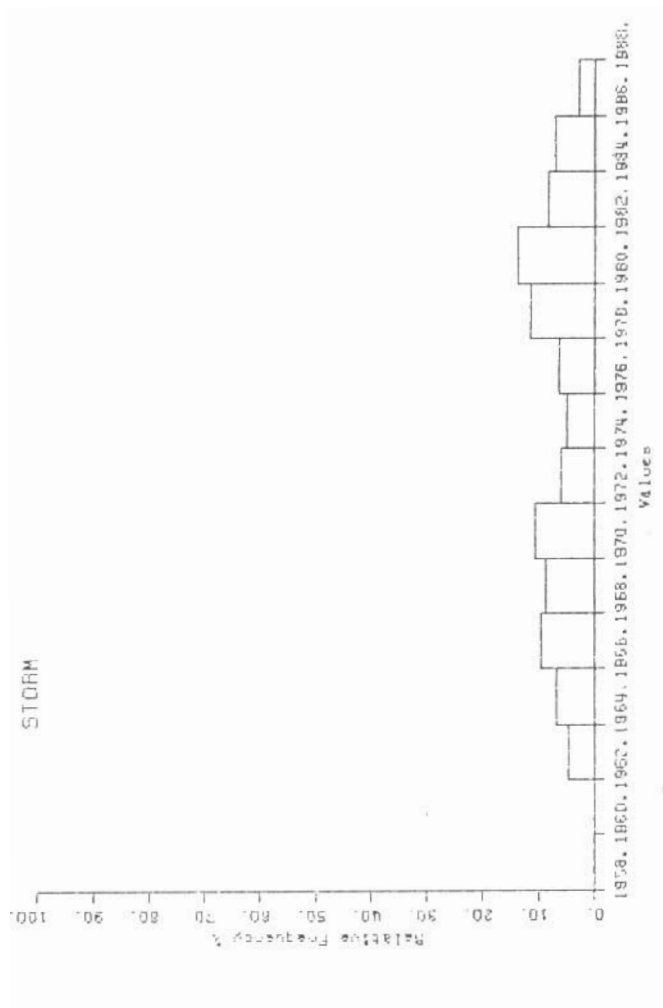
VERTICAL
L.P.FILT. CL=0.0376



HORIZONTAL
L.P.FILT. CL=0.0387



Σχήμα 4. Εφαρμογή βαθυκερατού φίλτρου στις τέσσερις συνιστώσες του μαγνητικού πεδίου (T=1 έτος)
Figure 4. Application of low pass filter to the four magnetic field components (T= 1 year)



Σχήμα 5: Σχετικός αριθμός εμφανίσεως καταιγίδων (1962-1987)

Figure 5: Relative frequency of storm appearance

Η επεξεργασία των φαινομένων αιφνίδιας απαρχής (sudden commencement) που παρατηρήθηκαν στο Μαγνητικό Σταθμό Πεντέλης απο την έναρξη λειτουργίας του, αποδίδουν με σαφήνεια τον ηλιακό κύκλο και προσομοιάζουν με τον αριθμό R των ηλιακών κηλίδων για το αυτό χρονικό διάστημα (βλ. σχ.5).

Τα μέγιστα και ελάχιστα του αριθμού R των κηλίδων είναι κατά τα έτη 1958, 1969 και 1980 ενώ τα αντίστοιχα ελάχιστα κατά τα έτη 1954, 1965 και 1976.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ως προς την μελέτη του εσωτερικού γήινου πεδίου, (διπολικού και μη διπολικού) παρατηρούμε ότι αυτό στην περιοχή της Ελλάδας αυξάνεται και συγκεκριμένα αυξάνονται όλες οι συνιστώσες του με διαφορετικούς ρυθμούς μεταβολής.

Αυτό συσχετίζεται με την προς την Δύση μετάθεση, κυρίως του μη διπολικού, αλλά και του διπολικού πεδίου της γής.

Η μελέτη του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου που προέρχεται απο πηγές εκτός της γής και μετά την κατάλληλη μαθηματική επεξεργασία (φασματική ανάλυση, φίλτρα) έδειξε μια ετήσια και μια ενδεκαετή μεταβολή των συνιστωσών του πεδίου που οφείλεται στην ηλιακή δράση.

Η επεξεργασία των φαινομένων αιφνίδιας απαρχής (S.S.C) έδειξε ένα ενδεκαετή κύκλο που ταιριάζει με τον πραγματικό ενώ αντίθετα η ενδεκαετής συνιστώσα των στοιχείων του πεδίου μάλλον αποκλίνει. Την καλύτερη σύμπτωση με τον ενδεκαετή ηλιακό κύκλο παρομοιάζουν η απόκλιση και η κατακόρυφη συνιστώσα.

Τέλος η φασματική ανάλυση δεν απέδωσε στον διαχωρισμό των περιόδων των 22, 17 και 7 ετών των ηλιακών κηλίδων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

1. BLACKMAN, R.B. and TUKEY, J.W. (1985). "The measurement of power spectra". Dover Publications, New York.
2. KANASEWICH, E.R. (1975) "Time sequence analysis in geophysics". University of Alberta Press.
3. Wienert (1970) "Notes on geomagnetic observatory practice".
4. ΗΛΙΑΣ Δ.Ι (1976) "Φυσική της ατμόσφαιρας".
5. STAVROU A. (1960): "The magnetic observatory of Pendeli (Athens) Greece" *Geophysica pura e applicata*, vol. 46 (1960/II) p.p. 95-109.