



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΥΔΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ**

Δημήτρης Πούλος

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ
ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005

Επιβλέπων: Δ. Κουτσογιάννης, Αναπλ. Καθηγητής

Ἄπαξ ἀκοῦσαι τοὺς ἐλευθέρους καλόν

Μένανδρος

Πρόλογος

Στην εργασία αυτή γίνεται μία προσπάθεια ελέγχου υποθέσεων που αφορούν στην επίδραση και επιρροή ουρανίων σωμάτων στην εξέλιξη του κλίματος στη Γη. Ορμώμενος από τον Τίμαιο του Πλάτωνα, μπήκα στην περιπέτεια να διερευνήσω ένα αντικείμενο εν πολλοίς αδιευκρίνιστο και αβεβαίου αποτελέσματος, με αντικρουόμενες απόψεις και πλήθος παραφιλολογίας παράλληλα.

Αναγνωρίζω ότι στην εργασία αυτή θα υπάρχουν λάθη, παραλείψεις και ενδεχομένως υπερβολές, θέλω όμως να διαβεβαιώσω τον αναγνώστη ότι κατέβαλα προσπάθεια να τα περιορίσω.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά το Δημήτρη Κουτσογιάννη για την υποστήριξή του στην ολοκλήρωσή της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	9
3.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ.....	12
4. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ.....	28
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38
6.ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	40
7.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	43

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτήν την εργασία γίνεται διερεύνηση του ενδεχομένου της επίδρασης αστρονομικών περιόδων στα υδροκλιματικά φαινόμενα. Εξετάζονται οι κινήσεις της Σελήνης μεμονωμένα και του συστήματος Γης – Σελήνης – Ηλίου και εξάγονται σχετικές περίοδοι που ενδεχομένως μέσω παλιρροϊκών δυνάμεων επηρεάζουν το κλίμα. Στη συνέχεια εξετάζονται οι κινήσεις των Δία, Γης, Αφροδίτης, Ερμή (που έχουν τη μεγαλύτερη παλιρροϊκή επίδραση στον Ήλιο) ως προς τον Ήλιο και εξάγονται σχετικές περίοδοι συνόδων. Η διερεύνηση των θερμοκρασιών βορείου ημισφαιρίου των τελευταίων 1000 ετών όπως υπολογίστηκαν από τους Jones et al. (1998) δίνει καλή τεκμηρίωση στα μοντέλα δύο συνημιτόνων με περιόδους 244.6 (ημιπεριοδική) ή 265.4 (μέση περιοδική) ετών της συνόδου των πλανητών Δία, Γης, Αφροδίτης, Ερμή, και 251 ετών της εποχικότητας των συνόδων της Γης με την Αφροδίτη. Η 251-ετής συνιστώσα του μοντέλου με τις περιόδους 244.6 και 251 ετών περιγράφει ικανοποιητικά τις υψηλές και χαμηλές στάθμες του ποταμού Νείλου για τα τελευταία 1200 χρόνια όπως και η 265.4-ετής συνιστώσα του μοντέλου με τις περιόδους 265.4 και 251 ετών. Αναφέρεται το ενδεχόμενο ο 100,000-ετής κύκλος του Milankovic να οφείλει την έντασή του σε παλιρροϊκή μεταβολή.

ABSTRACT

In this thesis we search the possibility that astronomical periods have effect to the hydroclimate of Earth. We investigate the movement of Moon both alone and in the system Moon-Earth-Sun and find relative periods that can potentially affect the hydroclimate through tidal forcing. We then investigate the movement of Jupiter, Earth, Venus, Mercury (that bring the greatest tidal forcing to Sun) around the Sun and find relative periods of synods. The Northern Hemisphere temperatures of Jones et al. (1998) reveal well establishment for our two cosine models with periods 244.6 (quasi-periodic) or 265.4 (mean periodic) years of the synod of Jupiter, Earth, Venus, Mercury and 251 years of the seasonality of the synods of Earth with Venus. Moreover the 251 year constituent of the model with periods 244.6 and 251 years describes well the highs and lows of river Nile for the last 1200 years, as does the

265.4 constituent of the model with periods 265.4 and 251 years. We refer to the possibility that the 100,000 year Milankovic cycle is so strong because of tidal effect.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα υδροκλιματικά φαινόμενα είναι κοινώς αποδεκτή μέχρι στιγμής η επίδραση δύο μόνο κύκλων, που αφορούν την κοινή εμπειρία επιστημόνων και μη: του ημερήσιου και του ετήσιου. Η ημερήσια περιοδικότητα γίνεται κυρίως αντιληπτή με τις μεταβολές του φωτός και της θερμοκρασίας και η ετήσια με τις μεταβολές της θερμοκρασίας και της κατακρήμνισης. Και οι δύο αυτοί κύκλοι είναι αστρονομικοί. Τον τελευταίο αιώνα και με την πρόοδο της τεχνολογίας εντοπίστηκε ένας τρίτος κύκλος 100.000 περίπου ετών που αφορά τις παγετώνιες περιόδους και εξηγείται – μη κοινώς αποδεκτά από όλους τους επιστήμονες – από τη θεωρία του Milankovic, μέσω των μεταβολών της κίνησης της Γης. Δηλαδή μέσω αστρονομικών δεδομένων.

Αστρονομικοί κύκλοι που επηρεάζουν τη Γη βρίσκονται και στη συνδυασμένη κίνηση της Γης, Σελήνης και Ηλίου και όπως έχει αποδειχτεί προκαλούν τις παλίρροιες, πλην όμως μέχρι στιγμής δεν έχουν συσχετιστεί άμεσα με το κλίμα.

Η σύγχρονη έρευνα κάνει προσπάθειες να συνδέσει το κλίμα με αστρονομικούς και μη κύκλους ώστε να βελτιώσει τη δυνατότητα πρόγνωσης ακραίων φαινομένων που θα βοηθήσει στην πρόληψη, αλλά και στην ορθότερη αντιμετώπισή τους στα έργα.

Έτσι γίνονται προσπάθειες για τον έλεγχο της ενδεχόμενης επίδρασης περιοδικών και ημιπεριοδικών φαινομένων στο κλίμα της Γης.

Η μεταβολή των Ηλιακών κηλίδων και της τροχιακής στροφορμής του Ήλιου είναι παραδείγματα αστρονομικών μεγεθών που έχουν απασχολήσει ερευνητές. Η επίδραση του El-Nino στην κατακρήμνιση έχει επίσης μελετηθεί.

Εν γένει υπάρχει μεγάλη δυσκολία στον έλεγχο τέτοιων υποθέσεων που οφείλεται στην ακρίβεια και τον όγκο των μετρήσεων, στο ποσοστό της συμμετοχής των φαινομένων στη διαμόρφωση των κλιματικών συνιστωσών, στην πολλές φορές μη ακριβώς περιοδική συμπεριφορά των ίδιων των φαινομένων κ.λ.π.

Στην εργασία αυτή αφού γίνει μία επισκόπηση τρεχουσών σχετικών προβληματισμών της επιστημονικής κοινότητας, θα περιγραφούν μερικές βασικές αστρονομικές περίοδοι (κάποιες που είναι γνωστές και κάποιες που δεν έχει υποπέσει στην αντίληψή μας ότι έχουν ξανασυζητηθεί) και θα γίνει μία παρουσίαση της διερεύνησης και των αποτελεσμάτων μας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Η σύνδεση αστρονομικών μεγεθών με το κλίμα της Γης μάλλον ξεκίνησε στις αρχές του προηγούμενου αιώνα με τις εργασίες του Milutin Milankovic για την ηλιακή ακτινοβολία στη Γη ανά μονάδα επιφανείας και τη συσχέτισή της με τις ανωμαλίες της τροχιάς της Γης.

Η τροχιά της Γης παρουσιάζει μεταβλητή εκκεντρότητα από 0 έως 5% με περίοδο 95000 χρόνια. Δηλαδή από σχεδόν κυκλική γίνεται ελλειψοειδής και πάλι κυκλική. Επιπλέον ο άξονας περιστροφής της μεταβάλλει την κλίση του ως προς την εκλειπτική 2.4° περίπου με περίοδο 41000 χρόνια και αλλάζει διεύθυνση με περίοδο 21000 χρόνια (σχετικά Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2002).

Ο Milankovic υπολόγισε την επίδραση αυτών των μεταβολών στην ακτινοβολία που δέχεται η Γη από τον Ήλιο και απέδωσε σε αυτές τις παγετώνιες περιόδους. Η αντίδραση που δέχθηκε από πολλούς μετεωρολόγους της εποχής του ήταν αρνητική ως προς την αποδοχή της θεωρίας του. Η βασική τους διαφωνία ήταν ότι δεν είναι δυνατό τόσο μικρές μεταβολές να προκαλούν τόσο ισχυρά αποτελέσματα όσο μία παγετώνια περίοδος. Οι μετρήσεις όμως αποθέσεων σε θαλάσσιους πυθμένες που έγιναν τις δεκαετίες του '60 και '70 επιβεβαίωσαν την επαναλαμβανόμενη μετάβαση σε παγετώνια περίοδο κάθε 100000 χρόνια και αποδόθηκε το αίτιο στους κύκλους του Milankovic. Αν και σε γενικές γραμμές έχει γίνει αποδεκτή η θεωρία του Milankovic, πολλά σημεία της παραμένουν αδιευκρίνιστα και πόλοι διχογνωμιών. Βασικότερο από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει είναι ότι ενώ η μεταβολή της εκκεντρότητας της τροχιάς της Γης θα έπρεπε αναλογικά σε σχέση με την επίδραση των άλλων αιτίων να έχει το μικρότερο αντίκτυπο στις θερμοκρασιακές μεταβολές της Γης, συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο (σχετικά Wikipedia).

Η διερεύνηση αστρονομικών επιρροών στο κλίμα της Γης έχει αγγίξει και το θέμα της Ηλιακής δραστηριότητας. Οι Tomasino et al. (2004) αναγνωρίζουν την ανάγκη να λάβουμε σοβαρά το θέμα της Ηλιακής δραστηριότητας στην μελέτη υδρολογικών φαινομένων. Θεωρούν δε σημαντικές συνιστώσες του προβλήματος τον 11-ετή κύκλο των Ηλιακών κηλίδων και τον 17-ετή κύκλο της μεταβολής της τροχιακής στροφορμής του Ηλίου. Σε ένα μοντέλο απορροής ποταμού που έχουν κατασκευάσει χρησιμοποιούν σαν είσοδο την 8.7-ετή περίοδο της απόλυτης μεταβολής της στροφορμής του Ήλιου για να βελτιώσουν τα αποτελέσματά τους.

Ο Desmoulins (1990) σε δικτυακό τόπο που διατηρεί, συσχετίζει την ύπαρξη 11-ετούς κύκλου Ηλιακών κηλίδων και 22-ετούς της μαγνητικής ταλάντωσης του πυρήνα του Ήλιου με τις συζυγίες των Δία, Γης και Αφροδίτης και εκτιμά ότι η Ηλιακή ταλάντωση είναι ένα σχεδόν ασταθές μη γραμμικό σύστημα.

Οι Kondrashov et al. (2005) με σύγχρονες φασματικές μεθόδους ανέλυσαν τις περιοδικότητες της υψηλής και χαμηλής στάθμης του Νείλου και βρήκαν κοινές ημιπεριοδικότητες 4.2 και 2.2 ετών με τη θερμοκρασιακή ταλάντωση του Νοτίου Ειρηνικού που ενισχύουν τη συσχέτισή του με την απορροή του Νείλου (αυτό παραπέμπει μάλλον σε κοινό αίτιο, ενδεχομένως αστρονομικό).

Οι Kiem και Franks (2003) συσχετίζουν την ταλάντωση του Νοτίου Ειρηνικού με τις ανομβρίες της Νέας Ουαλίας στην Αυστραλία (αυτό σε συνδυασμό με το προηγούμενο σχόλιο παραπέμπει σε έμμεση συσχέτιση της κατακρήμνισης με αστρονομικά αίτια) και διαπιστώνουν το δύσκολο του εγχειρήματος της ανίχνευσης συχνοτήτων στα δείγματα λόγω της αλληλεπίδρασης των κλιμάκων, με αποτέλεσμα να αυξάνει το ρίσκο ανομβρίας. Σχετικά ο Koutsoyiannis (2005) δείχνει ότι μοντέλα που διατηρούν τις κλίμακες δίδουν αυξανόμενη διασπορά πιθανοτήτων σε σχέση με τα συνήθη στοχαστικά σε όσο μεγαλύτερη κλίμακα αναφέρονται.

3. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ

Η Γη και οι κύκλοι της

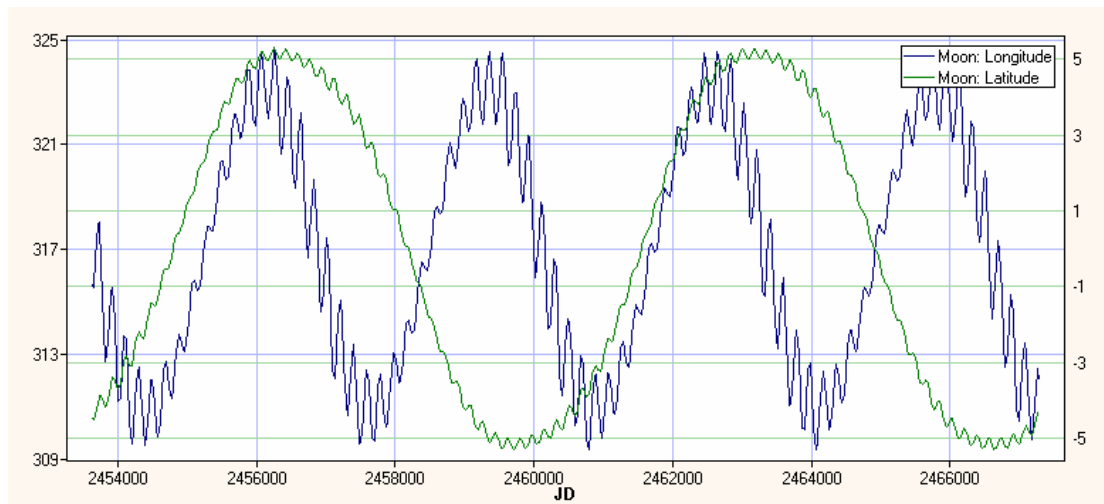
Η Γη περιστρέφεται περί τον άξονά της σε 1 ημέρα και περιφέρεται περί τον Ήλιο σε 365.25 ημέρες περίπου. Η κλίση του άξονά της ως προς την εκλειπτική έχει ως αποτέλεσμα η διάρκεια της ημέρας σε κάθε τόπο να εξαρτάται από το γεωγραφικό του πλάτος. Η μεγαλύτερη ημέρα των τόπων του Βορείου Ημισφαιρίου στην εποχή μας είναι η 21 Ιουνίου – Θερινό Ηλιοστάσιο, και η μικρότερη η 21 Δεκεμβρίου, οπότε η προβολή του άξονα της Γης στην εκλειπτική διέρχεται από τον Ήλιο.

Στην εποχή μας οι ημερομηνίες αυτές είναι κοντά στις αντίστοιχες οριακές της τροχιάς της Γης. Η Γη βρίσκεται εγγύτατα στον Ήλιο στις 4 Ιανουαρίου (περιήλιο) και απώτατα στις 4 Ιουλίου (αφήλιο).

Η Σελήνη και οι κύκλοι της

Η Σελήνη είναι ο φυσικός δορυφόρος της Γης και το πλησιέστερο σε αυτήν ουράνιο σώμα. Η φαινόμενη κίνησή της στον ουρανό οφείλεται κατά μείζονα λόγο στην περιόδου 24 ωρών περιστροφή της Γης περί τον άξονά της. Κάθε ημέρα και την αυτή ώρα η Σελήνη βρίσκεται περίπου 13 μοίρες ανατολικότερα στην ουράνια σφαίρα από την προηγούμενη. Αυτή είναι η πραγματική περιφορά της περί τη Γη. Η διάρκεια μίας πλήρους περιφοράς είναι 27 ημ. 7 ώρ. 43 λ. 11.47 δεύτ. και ονομάζεται Αστρικός Μήνας (sidereal month).

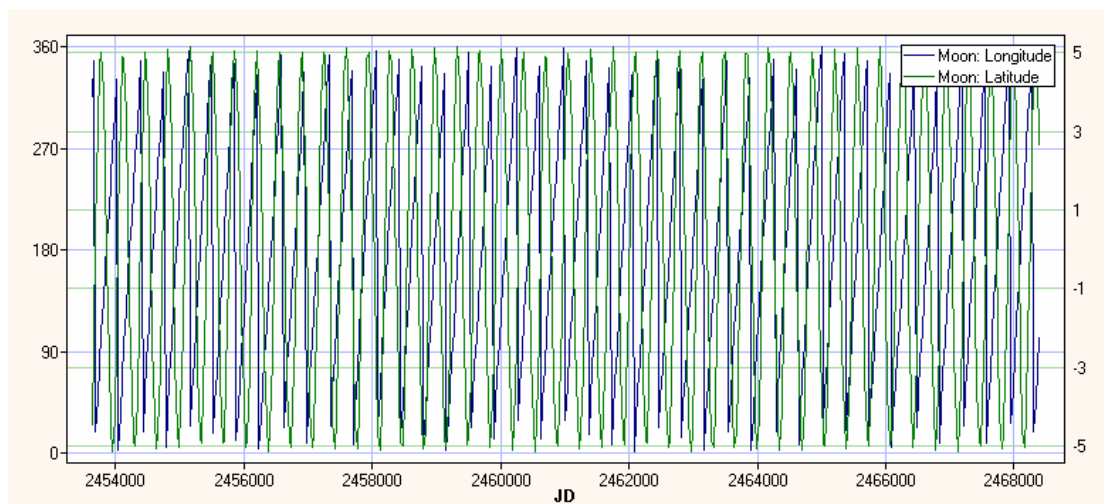
Στο Γράφημα 1.1 δίδεται η γεωκεντρική θέση της Σελήνης στην εκλειπτική για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00, με βήμα υπολογισμού τον αστρικό μήνα. Το γεωγραφικό μήκος (longitude) μετρείται ανατολικά της εαρινής ισημερίας και το γεωγραφικό πλάτος (latitude) είναι θετικό βόρεια της εκλειπτικής.



Γράφημα 1.1. Γεωκεντρική θέση της Σελήνης στην εκλειπτική. Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα αστρικός μήνας.

Η διάρκεια του αστρικού μήνα δεν είναι σταθερή. Είναι προσεγγιστικά περιοδική με μέση τιμή την προαναφερόμενη τιμή και πλάτος περίπου 8-οκτώ μοίρες.

Στο Γράφημα 1.2 δίδεται για σύγκριση (πλήρες εύρος τιμών) η γεωκεντρική θέση της Σελήνης στην εκλειπτική για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00, με βήμα υπολογισμού τον συνοδικό μήνα.



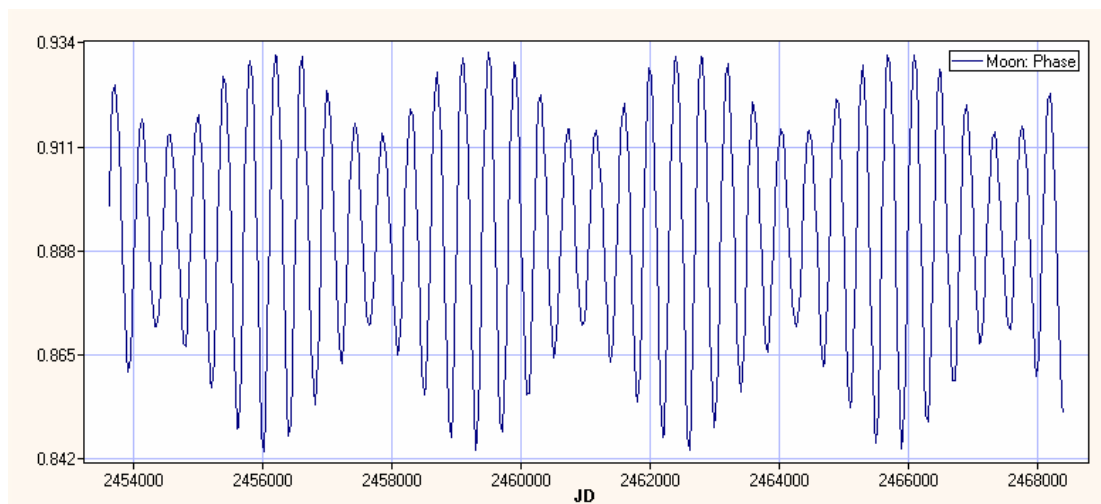
Γράφημα 1.2. Γεωκεντρική θέση της Σελήνης στην εκλειπτική. Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα συνοδικός μήνας.

Η φαινόμενη κίνηση της Σελήνης έχει μελετηθεί λεπτομερώς από τα Αστεροσκοπεία και είναι εφικτή η εκ των προτέρων σύνταξη αστρονομικών εφημερίδων. Το ελεύθερο λογισμικό Αλκυώνια Εφημερίδα (Alcyone Ephemeris) έχει χρησιμοποιηθεί

για την παραγωγή του συνόλου των αστρονομικών γραφημάτων και εφημερίδων που περιλαμβάνονται σε αυτήν την εργασία.

Εξαιτίας της περιφοράς της Σελήνης, η γωνιακή της απόσταση από τον Ήλιο μεταβάλλεται κάθε ημέρα. Όταν γίνει 0 ή 180 μοίρες έχουμε σύνοδο, Νέα Σελήνη ή Πανσέληνο αντίστοιχα. Όταν γίνει 90 μοίρες έχουμε τετραγωνισμό. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από μία Νέα Σελήνη ως την επόμενη λέγεται Συνοδικός Μήνας και είναι 29 ημ. 12 ώρ. 44 λεπτ. 2.8 δεύτ.

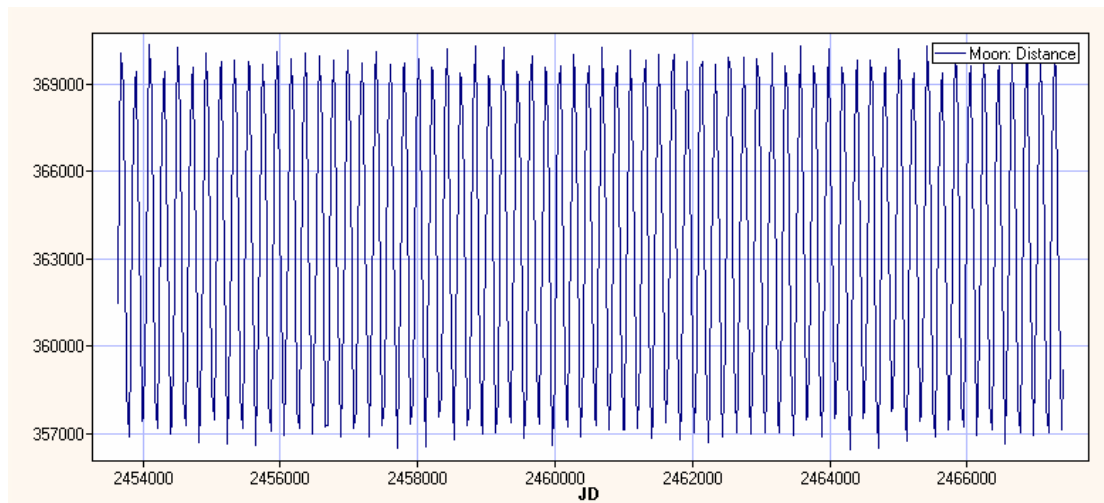
Στο γράφημα 1.3 δίδεται η γεωκεντρική φάση της Σελήνης για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00 με βήμα υπολογισμού τον συνοδικό μήνα. Όπου η Πανσέληνος έχει φάση 1 και η Νέα Σελήνη 0.



Γράφημα 1.3. Γεωκεντρική φάση της Σελήνης. Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα συνοδικός μήνας.

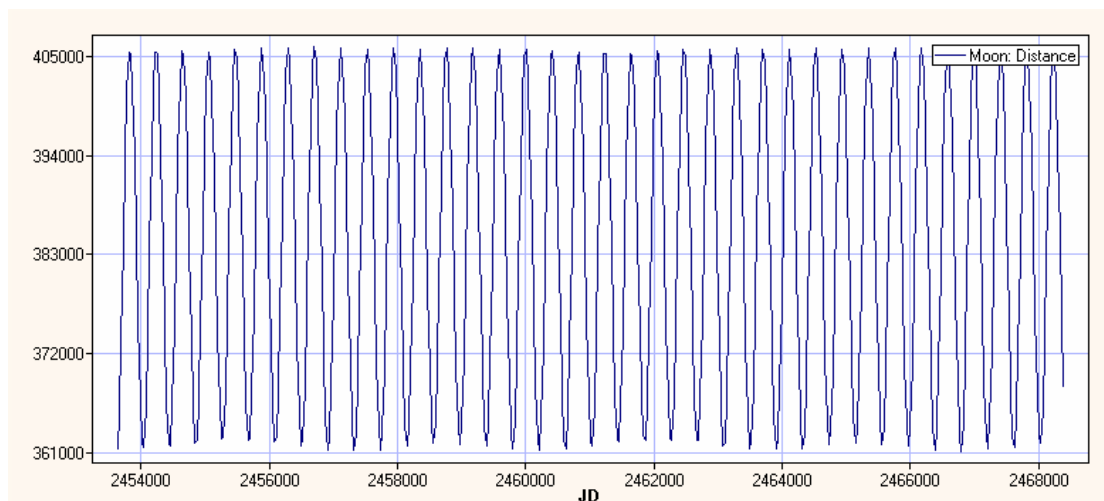
Η τροχιά της Σελήνης δεν είναι κανονική έλλειψη όπως θα περιγραφόταν από τους νόμους του Κέπλερ. Αυτό έγινε ήδη αντιληπτό στο Γράφημα 1. και οφείλεται κυρίως στην έλξη του Ηλίου σε αυτή. Πρόκειται για μία εφαρμογή του περίφημου προβλήματος των τριών σωμάτων και της αδυναμίας εύρεσης αναλυτικών λύσεων της τροχιάς τους. Η τροχιά της Σελήνης παρουσιάζει συστηματικές περιοδικές διαφορές οι οποίες είναι γνωστές ως ανωμαλίες. Μολαταύτα υπάρχει και στην τροχιά της μία μέση τιμή περιόδου. Η διάρκεια της κίνησης της Σελήνης από το Περίγειο (εγγύτατο στη Γη σημείο της έλλειψης) στο Απόγειο και πάλι στο Περίγειο ονομάζεται Ανωμαλιακός Μήνας (Anomalistic Month) και είναι 27 ημ. 13 ώρ. 18 λεπτ. 33.1 δεύτ. Τα περίγειο και απόγειο ονομάζονται αψίδες (apsides).

Στο γράφημα 1.4 δίδεται η γεωκεντρική απόσταση της Σελήνης για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00, με βήμα υπολογισμού τον ανωμαλιακό μήνα.



Γράφημα 1.4. Γεωκεντρική απόσταση της Σελήνης. Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα ανωμαλιακός μήνας.

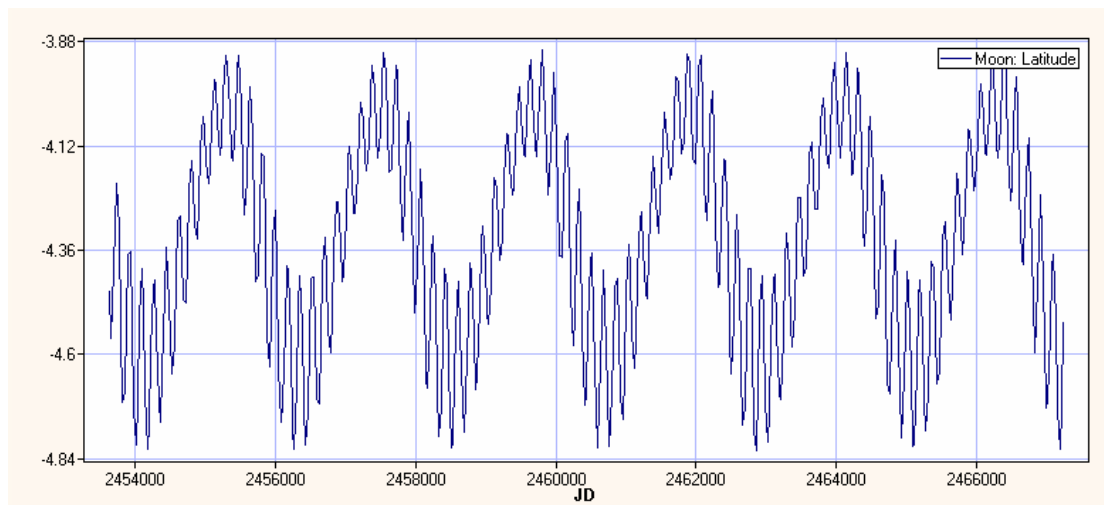
Στο γράφημα 1.5 δίδεται για σύγκριση (πλήρες εύρος τιμών) η γεωκεντρική απόσταση της Σελήνης στην εκλειπτική για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00, με βήμα υπολογισμού τον συνοδικό μήνα.



Γράφημα 1.5. Γεωκεντρική απόσταση της Σελήνης. Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα συνοδικός μήνας.

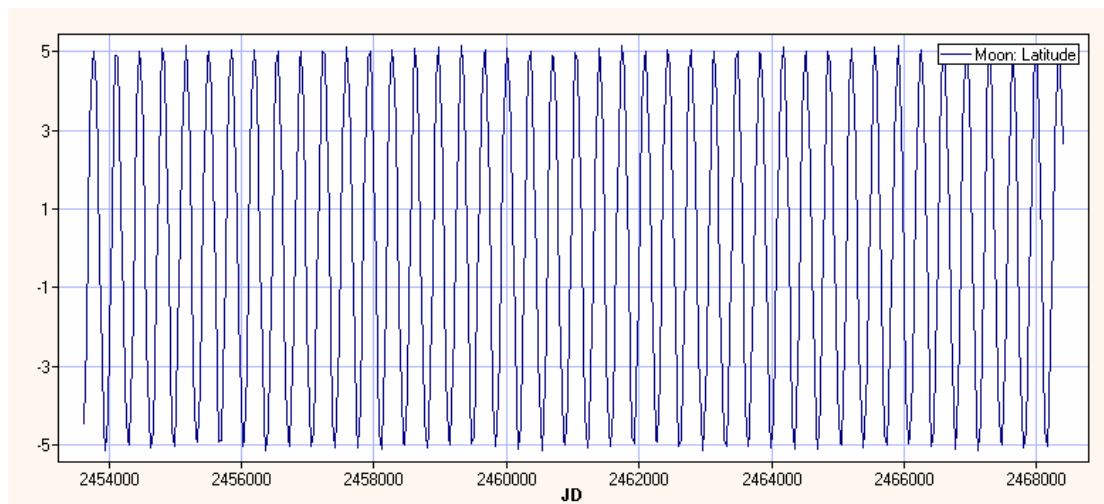
Η τροχιά τέλος της Σελήνης, δεν βρίσκεται στην εκλειπτική αλλά την τέμνει σε δύο σημεία: ένα ανόδου και ένα καθόδου, τους συνδέσμους. Η διάρκεια της κίνησης της Σελήνης από τον ανοδικό στον καθοδικό και πάλι στον ανοδικό σύνδεσμο ονομάζεται Συνδεσμικός ή Δρακόντειος μήνας και είναι 27 ημ. 5 ώρ. 5 λεπτ. 35.7 δεύτ.

Στο γράφημα 1.6 δίδεται το γεωγραφικό πλάτος της θέσης της Σελήνης (θετικό όταν βόρεια της εκλειπτικής) για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00, με βήμα υπολογισμού τον συνδεσμικό μήνα.



Γράφημα 1.6. Γεωγραφικό πλάτος της θέσης της Σελήνης (θετικό όταν βόρεια της εκλειπτικής). Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα συνδεσμικός μήνας.

Στο γράφημα 1.7 δίδεται για σύγκριση (πλήρες εύρος τιμών) το γεωγραφικό πλάτος της θέσης της Σελήνης (θετικό όταν βόρεια της εκλειπτικής) για 500 μήνες από 15/9/2005 12:00, με βήμα υπολογισμού τον συνοδικό μήνα.



Γράφημα 1.7. Γεωγραφικό πλάτος της θέσης της Σελήνης (θετικό όταν βόρεια της εκλειπτικής). Αρχή 15/9/1975 12:00. Βήμα συνοδικός μήνας.

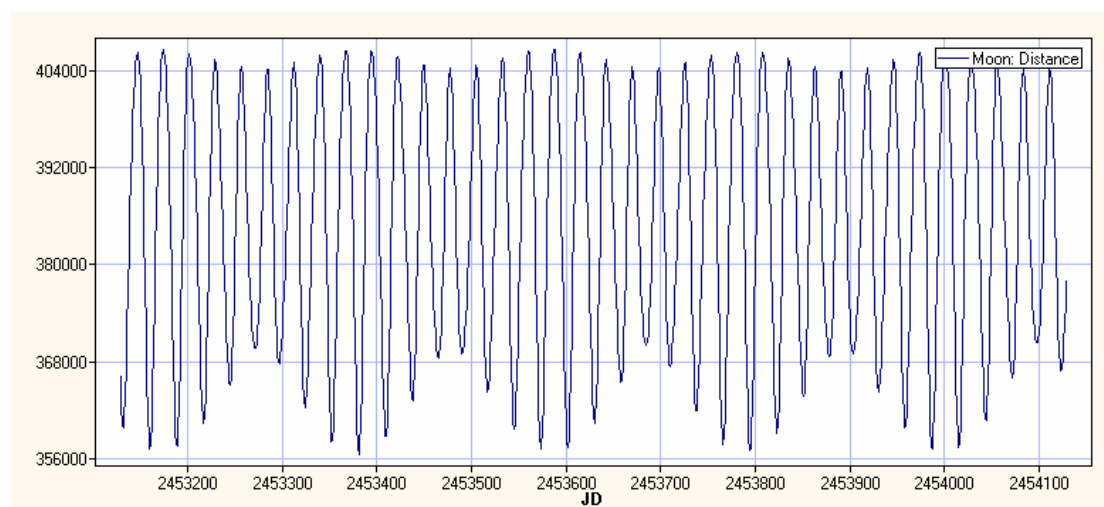
Επιπλέον σημαντικές ανωμαλίες στην τροχιά της Σελήνης είναι ότι ούτε οι σύνδεσμοι ούτε οι ασίδες συμβαίνουν σε σταθερό γεωγραφικό μήκος αλλά περιστρέφονται. Η

αναδρομή των συνδέσμων γίνεται προς δυσμάς και έχει περίοδο 18.61 έτη ενώ η περιστροφή της γραμμής των αψίδων προς ανατολάς με περίοδο 8.85 έτη.

Τα κατά προσέγγιση κοινά πολλαπλάσια αυτών των περιόδων αποτελούν νέες περιόδους που αποκαλύπτουν πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά της κίνησης της Σελήνης.

Μία σημαντική ιδιότητα που εντοπίζουμε είναι η σύμπτωση περιγείου με συζυγία που για την περίπτωση Νέας Σελήνης ή Πανσελήνου διακριτά συμβαίνει κάθε 15 ανωμαλιακούς μήνες ή 413 ημέρες ή 14 συνοδικούς μήνες. Τότε επιτυγχάνεται το εγγύτατο περίγειο. Αντίθετα από Νέα Σελήνη σε Πανσέληνο και το αντίστροφο δεν είναι σταθερή η περίοδος.

Στο γράφημα 1.8 δίδεται η γεωκεντρική απόσταση της Σελήνης σε χιλιόμετρα για 1000 ημέρες, 500 πριν και μετά τις 15/9/2005 12:00. Τα ολικά ελάχιστα συμβαίνουν για ταύτιση περιγείου με Νέα Σελήνη ή Πανσέληνο.



Γράφημα 1.8. Γεωκεντρική απόσταση της Σελήνης σε χιλιόμετρα. Αρχή 15/9/1975 – 500 ημέρες 12:00. Βήμα ημερήσιο.

Μία άλλη σημαντική ιδιότητα είχε εντοπισθεί από τους αρχαίους Χαλδαίους και Βαβυλωνίους. Είχαν παρατηρήσει ότι οι εκλείψεις ακολουθούσαν έναν κύκλο και επαναλαμβάνονταν με τον ίδιο τρόπο και σε ίσες χρονικά αποστάσεις κάθε 18.03 έτη ή 223 συνοδικούς μήνες (MEE). Πράγματι οι 223 συνοδικοί μήνες είναι 6585.3

ημέρες ή 242 συνδεσμικοί μήνες: οι συζυγίες επανέρχονται στα ίδια σχετικά ύψη (γεωγραφικά πλάτη) ως προς την εκλειπτική.

Ο αναφερόμενος ως κύκλος της Σελήνης είναι ο Μετώνιος κύκλος που εισήχθη στην αρχαιότητα από τον Μέτωνα για να ρυθμίσει το ημερολόγιο της Αθήνας που ήταν σεληνιακό (ΜΕΕ). Έχει διάρκεια 6940 ημερών ή 235 συνοδικών μηνών ή 19 ετών οπότε συμπίπτουν οι ημέρες του έτους με Πανσέληνο.

Οι παλίρροιες

Η μελέτη της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας έχει επί εκατονταετίες απασχολήσει τους επιστήμονες. Η εκ των προτέρων γνώση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων ορίων που αυτή θα κινηθεί έχει σημαντική εφαρμογή στη ναυσιπλοΐα από τη διέλευση στενών και το δέσιμο στους λιμένες ως το σχεδιασμό αυτών. Η πρώτη συστηματική εργασία στον τομέα αυτό έγινε από το Νεύτωνα που την απέδωσε στην συνδυασμένη επίδραση Ήλιου και Σελήνης στην επιφάνεια της Γης, και ανέπτυξε μία αρμονική μέθοδο προσέγγισής της. Βασικός άξονας της ανάλυσης είναι η κατά τόπο εύρεση του πλάτους των συνιστωσών – που εξαρτώνται δε από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τόπου π.χ. βάθος νερών- που επηρεάζουν την άνοδο ή κάθοδο της στάθμης των υδάτων. Εν γένει μεγάλη παλίρροια θα δώσει ένας συνδυασμός συζυγίας-περιγείου-περιηλίου-υψηλού μεσουρανήματος Σελήνης και μικρή ένας συνδυασμός τετραγωνισμού-απογείου-αφηλίου-χαμηλού μεσουρανήματος Σελήνης.

Σήμερα χρησιμοποιούνται μοντέλα που περιλαμβάνουν περισσότερες από 20 συνδυασμένες συνιστώσες αυτής, π.χ η αμερικάνικη National Oceanic and Atmospheric Administration χρησιμοποιεί 23 συνιστώσες για την κατάρτιση πινάκων για την περιοχή του Long Island. Μεταξύ άλλων χρησιμοποιεί συνδυασμένα τις γωνιακές ταχύτητες περιστροφής της Γης περί τον άξονά της, περιφοράς της Γης περί τον Ήλιο, περιφοράς της Σελήνης περί τη Γη, περιστροφής της γραμμής των αψίδων και αναδρομής των συνδέσμων.

Ένα ερώτημα που απασχολεί και ακροθιγώς γίνεται μία προσπάθεια να προσεγγιστεί στην εργασία αυτή είναι εάν και πόσο χαρακτηριστικά της τροχιάς της Σελήνης και της σχετικής της θέσης ως προς τον Ήλιο και τη Γη επηρεάζουν το κλίμα στη Γη.

Το μοντέλο Hadley

Η επικρατούσα άποψη για την προσέγγιση της κυκλοφορίας των αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα συνοψίζεται στο μοντέλο 3-τριών κυττάρων του Hadley. Κάθε ημισφαίριο χωρίζεται σε τρεις ζώνες κυκλοφορίας, τη διακεκαυμένη, την εύκρατη και την ψυχρή. Ο διαχωρισμός αυτός εισάγεται από τον Παρμενίδα (5^{ος} αιώνας π.Χ.). Η θερμή ζώνη εκτείνεται έως τους τροπικούς που γίνονται ισημερινοί κατά τα ηλιοστάσια. Η πολική ζώνη ως τον πολικό που γίνεται αείνυκτος (24 ώρες νύκτα) κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο (MEE).

Το μοντέλο αυτό περιγράφει ανοδική κίνηση θερμών αερίων μαζών στον ισημερινό που κατέρχονται ψυχρόμενες στους τροπικούς, και αντίστοιχη κίνηση από τους τροπικούς προς τους πολικούς. Η δε οριζόντια κυκλοφορία επηρεασμένη από ψευδοδυνάμεις Coriolis λόγω της περιστροφής της Γης γίνεται με ζώνες κυκλώνων και αντικυκλώνων, βαρομετρικών χαμηλών και υψηλών (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2002).

Η παλιρροϊκή επίδραση στο αέριο ρευστό της Σελήνης προκαλεί βαρομετρικό υψηλό στο γεωγραφικό πλάτος όπου μεσουρανά κατά τη διέλευσή της, προκαλώντας μετατόπιση της ζώνης των υψηλών κατά τι.

Η παλίρροια στην επιφάνεια του Ήλιου

Η παλιρροϊκή δύναμη που ασκεί ένα σώμα στην επιφάνεια ενός άλλου ακολουθεί το νόμο του αντιστρόφου του κύβου της απόστασης και είναι ανάλογη της μάζας του. Έτσι πολύ γρήγορα εξασθενεί για μεγάλες αποστάσεις (MEE). Από τους εξωτερικούς της Γης πλανήτες μόνο ο Δίας, λόγω της μεγάλης του μάζας, ασκεί σημαντικές παλιρροϊκές δυνάμεις στην επιφάνεια του Ηλίου. Τελικά μόνο οι Ερμής, Αφροδίτη,

Γη και Δίας ασκούν σημαντικές παλιρροϊκές δυνάμεις στην επιφάνεια του Ηλίου. Οι λοιποί πλανήτες του ηλιακού συστήματος επιδρούν τουλάχιστον μία τάξη μεγέθους παρακάτω. Στον Πίνακα 2.1 δίδεται η παλιρροϊκή επίδρασή τους για Γήινη μοναδιαία. Επιπλέον δίδονται και οι περίοδοι περιφοράς τους (τροπική).

Ερμής	0.94	87ημ. 23ώρ. 14λ. 33δ.
Αφροδίτη	2.17	224ημ. 16ώρ. 41λ. 25δ.
Γη	1	365ημ. 5ώρ. 48λ. 45δ.
Δίας	2.26	4330ημ. 14ώρ. 17λ. 54δ.

Πίνακας 2.1. Παλιρροϊκή επίδραση πλανητών στην επιφάνεια του Ήλιου και περίοδος περιφοράς τους

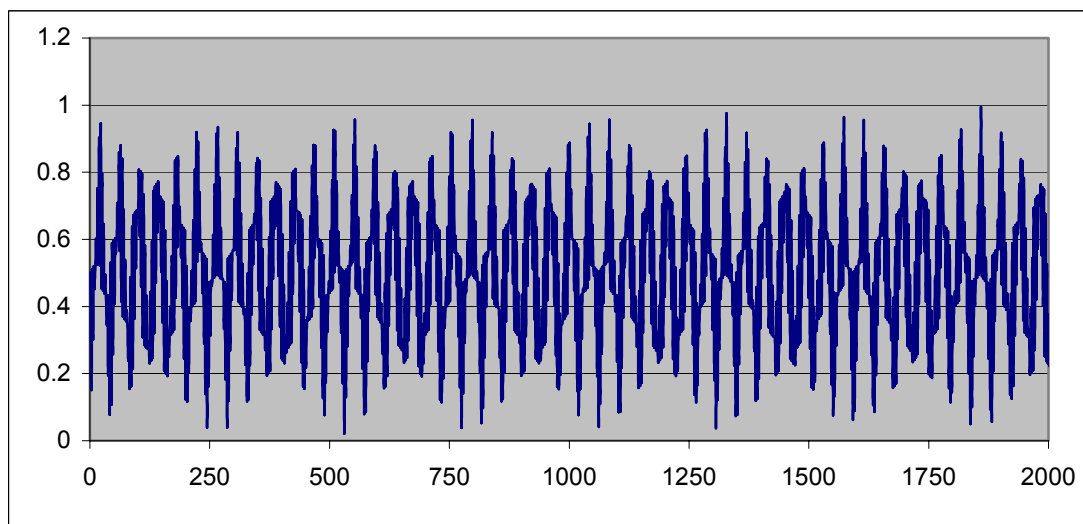
Η σύνοδος πολλών πλανητών ασκεί ισχυρές παλιρροϊκές δυνάμεις και ενδεχομένως προκαλεί αύξηση της εκλυόμενης θερμότητας από την επιφάνεια του ήλιου, μία δε σύνοδος λιγότερων πλανητών που ενδεχομένως συμβαίνει όμως σε περίπου σταθερό γεωγραφικό μήκος της εκλειπτικής συντονίζει σε ταλάντωση την επιφάνεια του Ήλιου και ενδεχομένως προκαλεί το ίδιο ισχυρά αποτελέσματα. Εάν η Γη βρίσκεται σε σχεδόν σταθερό γεωγραφικό μήκος στην εκλειπτική κατά την επανάληψη μιας συνόδου, οπότε και σχεδόν σταθερή εποχή του έτους, τότε η σύνοδος αυτή ενδεχομένως να επηρεάζει και της εποχές στη Γη.

Για την εύρεση τέτοιων περιόδων, αρχικά υπολογίστηκαν οι σχετικές γωνιακές ταχύτητες των πλανητών και στη συνέχεια οι περίοδοι των συνόδων ανά δύο πλανήτες που δίδονται στον Πίνακα 2.2. Επιπλέον δίδονται και οι εποχικές περίοδοι του γεωγραφικού μήκους στην εκλειπτική που βρίσκεται η Γη.

Ζεύγος Πλανητών	Περίοδος Συνόδων	Εποχικές Περίοδοι (έτη)
Ερμής – Αφροδίτη	144ημ. 13ώρ. 35λ. 22δ.	19
Ερμής – Γη	115ημ. 21ώρ. 3λ. 34δ.	5-8
Ερμής – Δίας	89ημ. 19ώρ. 1λ. 4δ.	15
Αφροδίτη – Γη	583ημ. 22ώρ. 6λ. 42δ.	251
Αφροδίτη – Δίας	236ημ. 23ώρ. 48λ. 19δ.	-
Γη - Δίας	398ημ. 21ώρ. 13λ. 1δ.	83

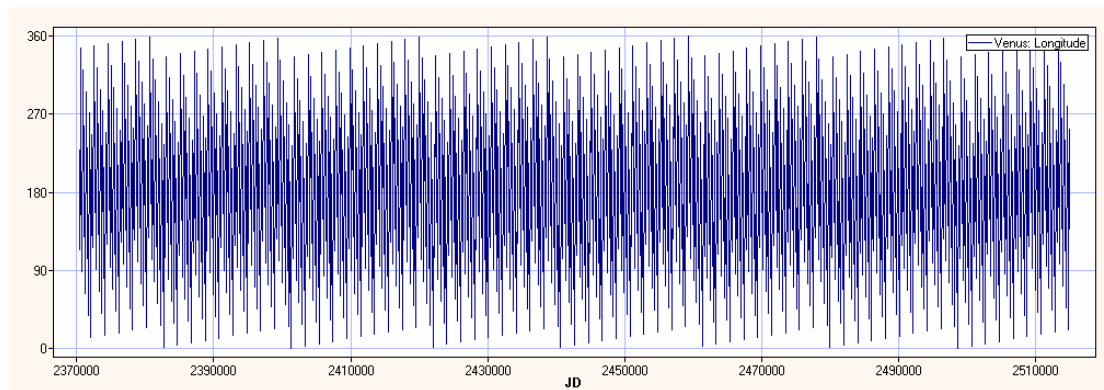
Πίνακας 2.2. Περίοδος συνόδων πλανητών

Προσεγγιστικά κοινά πολλαπλάσια αυτών των περιόδων δίδουν τριπλές και τετραπλές συνόδους. Έτσι κάθε **12.69 έτη** που είναι 40 περίοδοι Γης – Ερμή και 7.94 περίοδοι Γης – Αφροδίτης κατά προσέγγιση έχουμε σύνοδο Γης, Ερμή και Αφροδίτης. Κάθε **244.6 έτη** και **286.2** εναλλασσόμενα (τα 244.6 είναι 771 περίοδοι Γης – Ερμή, 153 περίοδοι Γης – Αφροδίτης και 224 περίοδοι Γης – Δία) έχουμε σύνοδο Γης, Ερμή, Αφροδίτης και Δία. Οι 244.6 και 286.2 είναι ημιπεριοδικότητες. Το σύστημα ακολουθεί μία μέση περίοδο περίπου **265.4 ετών**. Στο γράφημα 2.1, όπου έχουμε σχεδιάσει το ποσοστό που οι Δίας και Ερμής τείνουν να έρθουν σε σύνοδο με τη Γη τις στιγμές που η Γη είναι σε σύνοδο με την Αφροδίτη, διακρίνεται αυτή η περιοδικότητα.

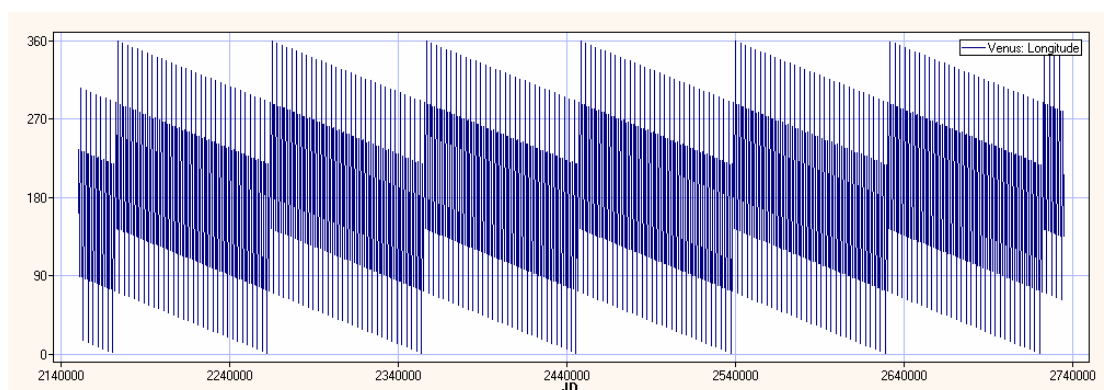


Γράφημα 2.1. Ποσοστό που οι Δίας και Ερμής τείνουν να έρθουν σε σύνοδο με τη Γη τις στιγμές που η Γη είναι σε σύνοδο με την Αφροδίτη. Διάρκεια γραφήματος 2000 έτη.

Οι σύνοδοι της Αφροδίτης με τον Ερμή και τη Γη παρουσιάζουν αξιοσημείωτη περιοδικότητα ως προς το γεωγραφικό μήκος στην εκλειπτική που συμβαίνουν. Η σύνοδος Αφροδίτης – Ερμή έχει κύκλο **51 έτη** με εμβόλιμους κύκλους 57 ετών, ενώ η σύνοδος της Αφροδίτης – Γης έχει κύκλο **251 έτη**. Στα γραφήματα 2.2 και 2.3 δίδονται τα γεωγραφικά μήκη της Αφροδίτης για περίοδο συνόδου της με τον Ερμή και της Γης για περίοδο συνόδου της με την Αφροδίτη αντίστοιχα.



Γράφημα 2.2. Γεωγραφικό μήκος Αφροδίτης με περίοδο της συνόδου της με τον Ερμή. 500 περίοδοι εκατέρωθεν της 15/9/1975.



Γράφημα 2.3. Γεωγραφικό μήκος Γης στην εκλειπτική με περίοδο της συνόδου της με την Αφροδίτη. 500 περίοδοι εκατέρωθεν της 15/9/1975.

Βασικοί κύκλοι επιρροής της Σελήνης

Επανερχόμαστε στη σημαντική ιδιότητα της Σελήνης που εντοπίσαμε : τη σύμπτωση περιγείου με συζυγία που για την περίπτωση Νέας Σελήνης ή Πανσελήνου διακριτά συμβαίνει κάθε 15 ανωμαλιακούς μήνες ή 413.3 ημέρες ή 14 συνοδικούς μήνες. Η σύμπτωση αυτή περιστρέφεται στις εποχές του έτους. Η περίοδος επαναφοράς της σύμπτωσης την αυτή εποχή του έτους είναι 3.96 έτη ή $413.3 \cdot 7 / 365.25 / 2$ ή 3.5-τρεις και ήμισυ τω πλήθος συμπτώσεις. Το πρώτο έτος συμβαίνει π.χ. για Νέα Σελήνη και έπειτα από 3.96 έτη για Πανσέληνο.

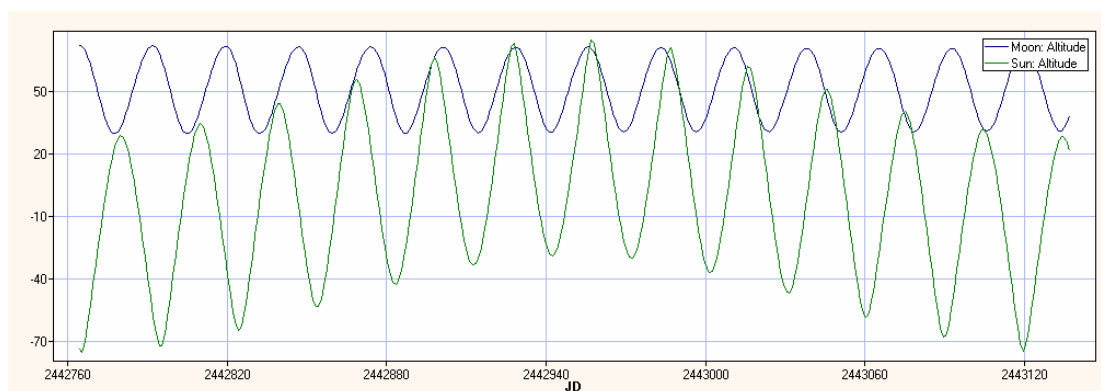
Η επαναφορά της σύμπτωσης αυτής στην ίδια εποχή του έτους είναι σημαντική κατά το ότι προκαλεί ίδια φαινόμενα. Η δε υστέρησή της κατά 0.04 έτη στην 4-

ετία προκαλεί βαθμιαία εξασθένηση της επιρροής της και βαθμιαία αλλαγή φάσης.

Ενδεχομένως δε να προκαλεί και μετακίνηση της θερινής περιόδου κατά τι ή και διεύρυνσή της.

Η δεύτερη βασική ιδιότητα της Σελήνης που ενδεχομένως να επηρεάζει το κλίμα στη Γη είναι η αναδρομή των συνδέσμων προς Δυσμάς. Και αυτό μέσω της επίδρασής της στο γεωγραφικό ύψος του μεσουρανήματος της Σελήνης.

Η Σελήνη κάθε ημέρα εμφανίζει υστέρηση 13-δεκατριών περίπου μοιρών προς Ανατολάς. **Υπολογίσαμε τη μέση διάρκεια της Σεληνιακής ημέρας σε 1 ημέρα 50 λεπτά 28 δεύτερα.** Στο Γράφημα 3.1 δίδονται τα γεωγραφικά ύψη Σελήνης και Ηλίου κατά τις ημερήσιες μεσουρανήσεις της Σελήνης για διάρκεια ενός έτους, με αρχή μεσουράνηση της Σελήνης στα μέσα Δεκεμβρίου.



Γράφημα 3.1. Γεωγραφικά ύψη Σελήνης και Ηλίου κατά τις ημερήσιες μεσουρανήσεις της Σελήνης. Αρχή 17/12/1975 23:20. Βήμα Σεληνιακή ημέρα.

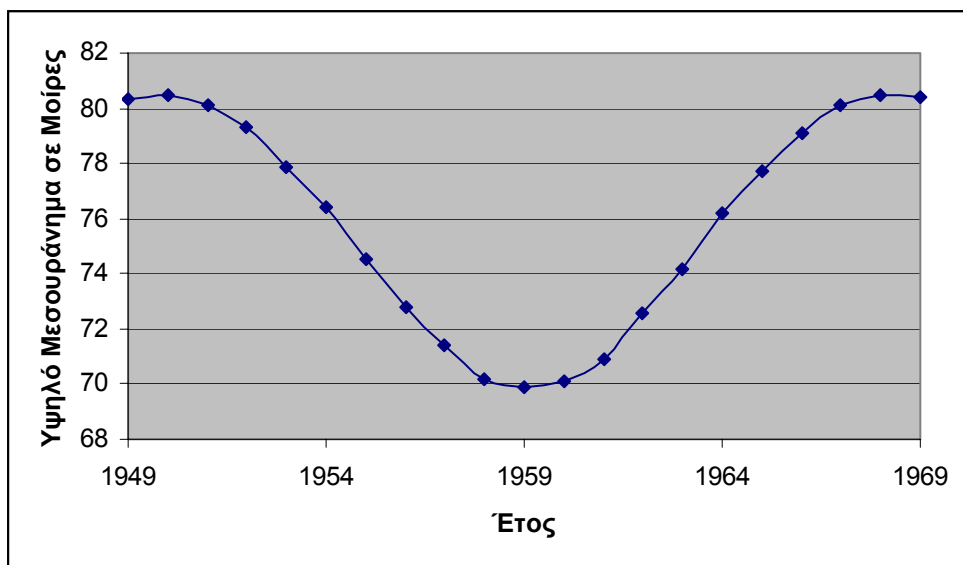
Η διακύμανση του ύψους μεσουρανήματος της Σελήνης οφείλεται κυρίως στην κλίση του άξονα της Γης (± 23 μοίρες). Το χειμώνα και περί το χειμερινό ηλιοστάσιο μεσουρανεί υψηλά τη νύχτα (τα υψηλά μεσουρανήματα γίνονται τη νύχτα) και χαμηλά την ημέρα, ενώ το καλοκαίρι και περί το θερινό ηλιοστάσιο μεσουρανεί υψηλά την ημέρα (τα υψηλά μεσουρανήματα γίνονται την ημέρα) και χαμηλά τη νύχτα. Έτσι η Πανσέληνος του καλοκαιριού είναι χαμηλά ενώ του χειμώνα υψηλά στον ουρανό. Κατά δεύτερη τάξη (± 5 μοίρες) η διακύμανση του ύψους μεσουρανήματος της Σελήνης οφείλεται στην σύμπτωση του μεσουρανήματος με τις οριακές τιμές της κίνησης της Σελήνης άνω και κάτω της εκλειπτικής. Η κίνηση της

Σελήνης στην εκλειπτική έχει περίοδο τον Συνδεσμικό Μήνα. Η σύμπτωση αυτή εξαρτάται από την αναδρομή των συνδέσμων προς Δυσμάς και μπορεί να θεωρηθεί ίση με 18.61 έτη. Στον Πίνακα 3.1 δίδονται οι τιμές των υψηλών μεσουρανημάτων της σελήνης (μεσημεριανών για τους θερινούς μήνες, νυκτερινών για τους χειμερινούς μήνες) στον Ελλαδικό χώρο για την περίοδο 1949-1969 όπως τις υπολογίσαμε.

Έτος	Υψηλά Μεσουρανήματα Έτους (°)
1949	80.3
1950	80.5
1951	80.1
1952	79.3
1953	77.9
1954	76.4
1955	74.5
1956	72.8
1957	71.4
1958	70.2
1959	69.9
1960	70.1
1961	70.9
1962	72.6
1963	74.2
1964	76.2
1965	77.7
1966	79.1
1967	80.1
1968	80.5
1969	80.4

Πίνακας 3.1. Υψηλά μεσουρανήματα Σελήνης σε μοίρες στον Ελλαδικό Χώρο την περίοδο 1949-1969

Ο Πίνακας 3.1 αποδίδεται γραφικά στο Γράφημα 3.2.



Γράφημα 3.2. Υψηλά μεσουρανήματα Σελήνης στον Ελλαδικό Χώρο την περίοδο 1949-1969

Συμπερασματικά υπάρχουν αρκετές ιδιαίτερες αστρονομικές περίοδοι που ενδεχομένως επηρεάζουν το κλίμα στη Γη.

Αστρονομικές περίοδοι που ενδεχόμενα επηρεάζουν το κλίμα βρίσκονται συγκεντρωμένες στον Πίνακα 3.2.

Περίοδος σε έτη	Περιγραφή
3.96	Σύμπτωση περιγείου με σύνοδο την αυτή εποχή (Σεληνιακή)
5-8	Εποχικότητα συνόδων Γης με Ερμή
12.69	Σύνοδος Γης, Ερμή, Αφροδίτης
15	Εποχικότητα συνόδων Δία με Ερμή
18.61	Υψηλά μεσουρανήματα Σελήνης (Σεληνική)
19	Εποχικότητα συνόδων Αφροδίτης με Ερμή
51-57	Γεωγραφικό μήκος συνόδων Αφροδίτης με Ερμή
83	Εποχικότητα συνόδων Δία με Γη
244.6	Σύνοδος Δία, Γης, Αφροδίτης, Ερμή (ημιπεριοδική)
251	Εποχικότητα συνόδων Γης με Αφροδίτη
265.4	Σύνοδος Δία, Γης, Αφροδίτης, Ερμή (μέση περιοδική)

286.2	Σύνοδος Δία, Γης, Αφροδίτης, Ερμή (ημιπεριοδική)
95,000	Μεταβολή εκκεντρότητας τροχιάς Γης (Milankovic)
...	?

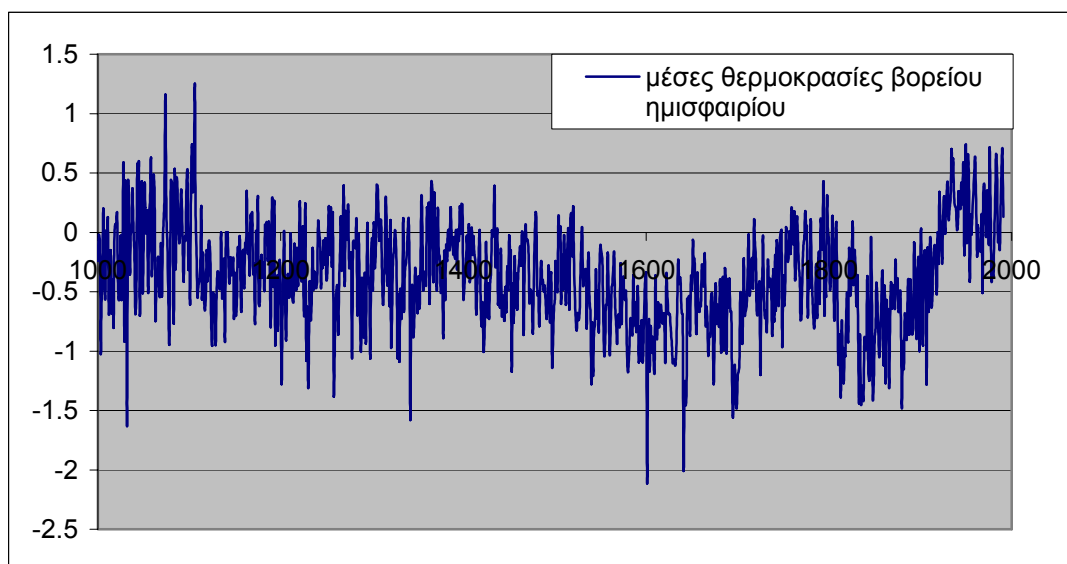
Πίνακας 3.2. Αστρονομικές περίοδοι που ενδεχόμενα επηρεάζουν το κλίμα στη Γη

4. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Η θερμοκρασία του Βορείου Ημισφαιρίου

Το βόρειο ημισφαίριο είναι που κυρίως ρυθμίζει τη θερμοκρασία του πλανήτη. Ο μηχανισμός λιώσιματος των πάγων του Βορείου Πόλου λειτουργεί σα μηχανισμός ανάδρασης ακραίων φαινομένων.

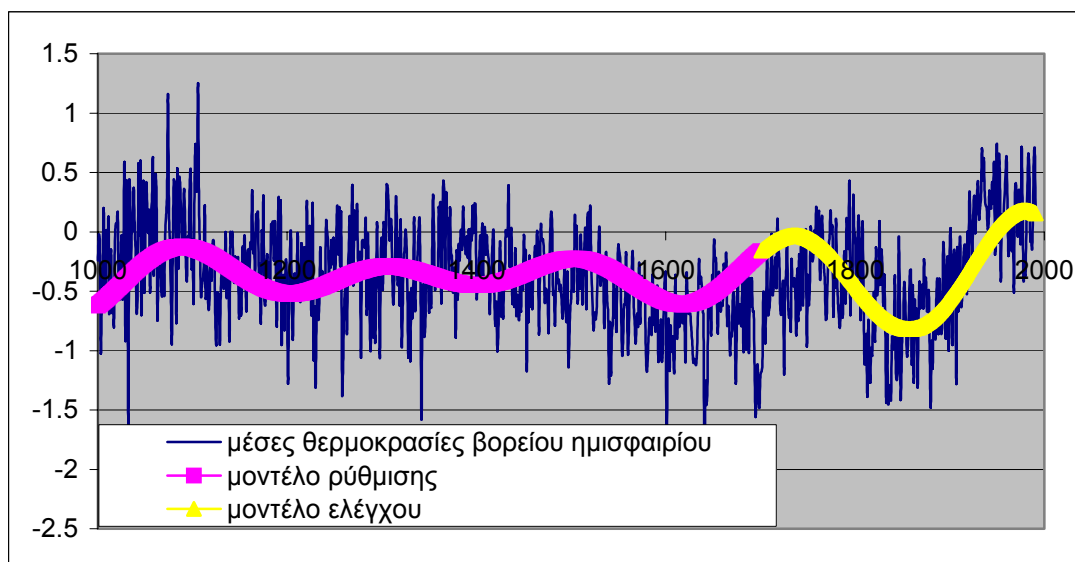
Οι Jones et al. (1998) δημοσίευσαν μία ανακατασκευή των μέσων ετήσιων θερμοκρασιών των ημισφαιρίων του πλανήτη για τα τελευταία 1000 έτη. Έκτοτε και άλλες τέτοιες ανακατασκευές έχουν γίνει, με εναλλακτικές μεθόδους προσέγγισης, που έχουν αποκλίσεις μεταξύ τους. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς τα σφάλματα που εισάγονται στη χρονολόγηση και την αξιολόγηση των μετρήσεων όσο πηγαίνουμε στο παρελθόν, οδηγούν την άθροιση δειγμάτων (που το καθένα έχει τα δικά του σφάλματα χρονολόγησης και αξιολόγησης της πληροφορίας) να αποδίδει τη μέση τιμή μιας ευρύτερης περιόδου. Στο Γράφημα 4.1 δίδονται οι θερμοκρασίες του βορείου ημισφαιρίου για τα έτη 1000 έως 1991 μ.Χ. όπως υπολογίστηκαν από τους Jones et al. (1998) ορίζοντας ως μηδέν τη μέση τιμή της περιόδου 1901-1950.



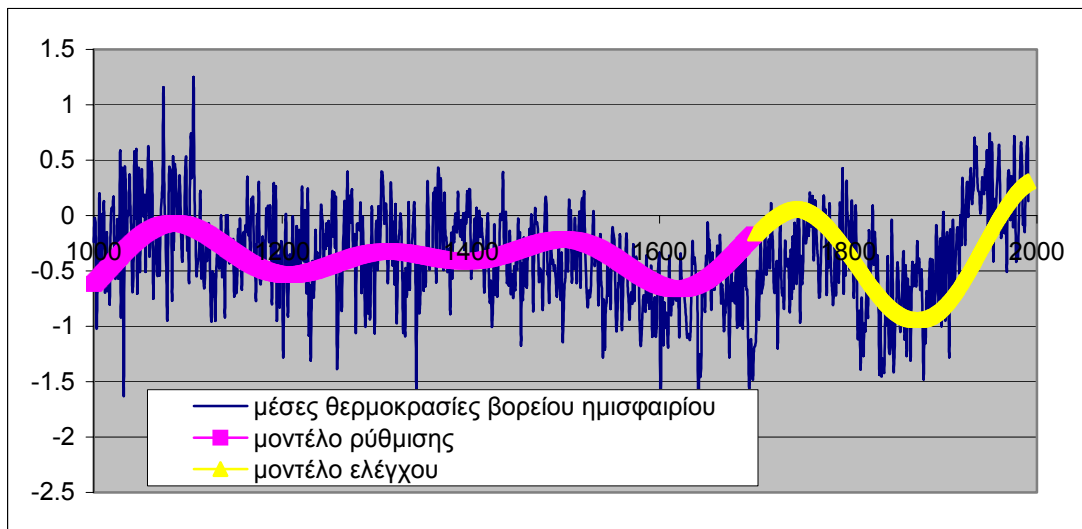
Γράφημα 4.1. Μέση ετήσια θερμοκρασία βορείου ημισφαιρίου τα έτη 1000-1991 με συμβατικό μηδέν τη μέση τιμή των ετών 1901-1950

Το ενδεχόμενο να οφείλονται σε μεγάλο βαθμό οι μεταβολές των θερμοκρασιών σε μεταβολές της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από την επιφάνεια του Ηλίου, οφειλόμενη σε διαταραχές που προκαλούν οι πλανήτες κατά την περιφορά τους (μέσω

παλιρροϊκών) δυνάμεων, μας οδηγεί εξ αρχής να χρησιμοποιήσουμε την περίοδο επαναφοράς των 244.6 ή των 265.4 ετών της συνόδου Δία, Αφροδίτης, Γης και Ερμή. Η δε συμπαγής δομή των συνόδων Γης – Αφροδίτης σε συνδυασμό με την εποχικότητα που εισάγει προτείνει την ταυτόχρονη χρήση της δικής της περιόδου επαναφοράς των 251 ετών. Στα Γραφήματα 4.2 και 4.3 δίδονται τα απλά μοντέλα δύο συνημιτόνων : 244.6 και 251 ετών το πρώτο, και 265.4 και 251 ετών το δεύτερο, ρυθμισμένα (βελτιστοποιημένα) για τα πρώτα 700 έτη του δείγματος. Στα μοντέλα αυτά ρυθμίστηκαν οι παράμετροι : μέση τιμή και βάρος και φάση για τα δύο συνημίτονα. Ο συντελεστής συσχέτισης του πρώτου μοντέλου με τον κινητό μέσο 10-ετίας των ετών 1000-1700 (τα έτη της ρύθμισης) είναι $r = 0.48$. Ο συντελεστής συσχέτισης του μοντέλου αυτού με τον κινητό μέσο 10-ετίας των ετών 1700-1991 (τα έτη του ελέγχου) είναι $r = 0.69$. Ο συντελεστής συσχέτισης του δεύτερου μοντέλου με τον κινητό μέσο 10-ετίας των ετών 1000-1700 (τα έτη της ρύθμισης) είναι $r = 0.56$. Ο συντελεστής συσχέτισης του μοντέλου αυτού με τον κινητό μέσο 10-ετίας των ετών 1700-1991 (τα έτη του ελέγχου) είναι $r = 0.56$ επίσης. Και οι δύο συντελεστές είναι εξαιρετικά υψηλοί καθώς είναι κατά πολύ μεγαλύτεροι αντίστοιχα των κρίσιμων $r_c = 0.08$ και 0.12 για $r_c = 2/\sqrt{n}$, που θα απαιτούνταν για να απορριφθεί η στατιστική υπόθεση της συσχέτισης των πληθυσμών (Κουτσογιάννης, 1997).



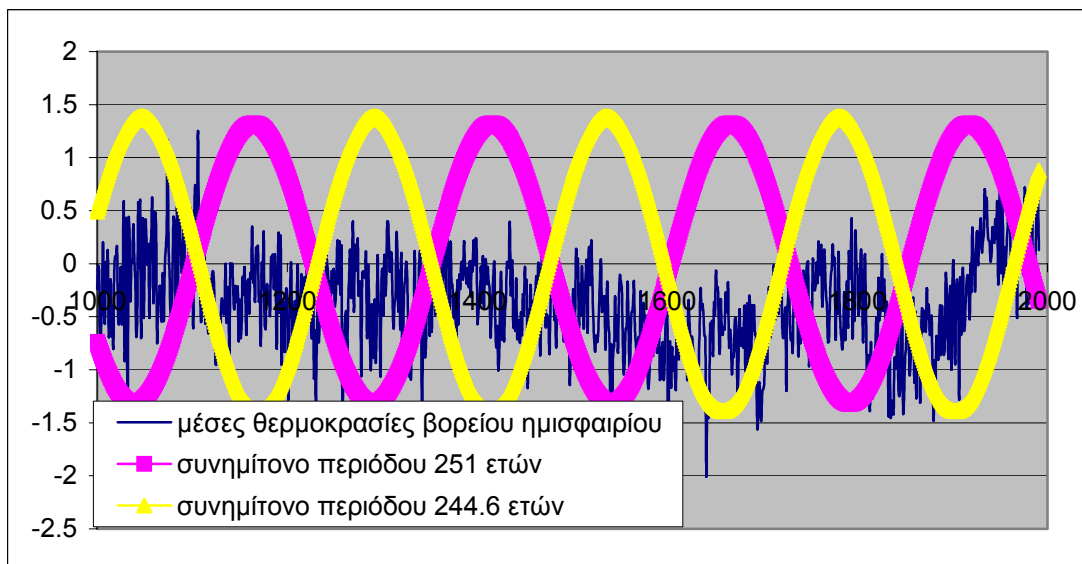
Γράφημα 4.2. Το πρώτο μοντέλο δύο συνημιτόνων της θερμοκρασίας του βορείου ημισφαιρίου με περιόδους 244.6 και 251 έτη.



Γράφημα 4.3. Το δεύτερο μοντέλο δύο συνημιτόνων της θερμοκρασίας του βορείου ημισφαιρίου με περιόδους 251 και 265.4 έτη.

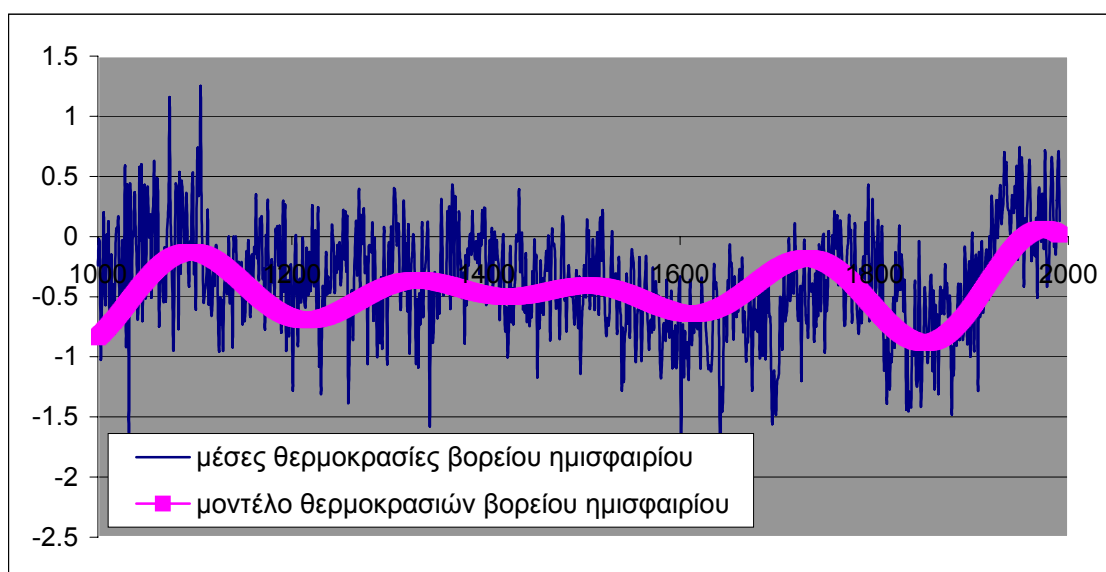
Τα παραπάνω μοντέλα είναι διακροτήματα με περίοδο επαναφοράς περίπου 9500 έτη και 4500 έτη αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 4.4 δίδονται οι δύο συνημιτονοειδείς συνιστώσες του πρώτου μοντέλου.

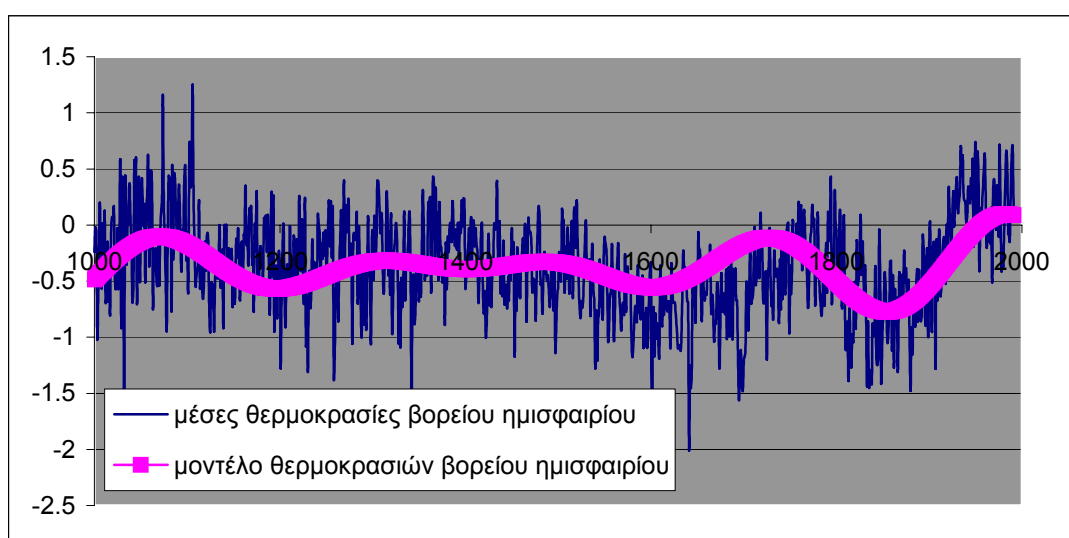


Γράφημα 4.4. Οι δύο συνημιτονοειδείς συνιστώσες του μοντέλου θερμοκρασιών βορείου ημισφαιρίου με περιόδους 244.6 και 251 έτη.

Αφού τα μοντέλα λειτουργούν επαρκώς και όσο πιο πίσω πηγαίνουμε στο παρελθόν τόσο μεγαλύτερα σφάλματα αναμένουμε, καθώς και λόγω του ότι αν χρησιμοποιήσουμε την ταλαντούμενη περιοχή αναμένουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό του διακροτήματος, επαναρυθμίζουμε τα μοντέλα χωρίς τμήμα ελέγχου. Τα μοντέλα αυτά δίδονται στα Γραφήματα 4.5 και 4.6. Ο ανοδικός κλάδος τους έχει φτάσει στο τέλος του και για τα επόμενα χρόνια προβλέπει πτώση της μέσης θερμοκρασίας του βορείου ημισφαιρίου.



Γράφημα 4.5. Το απλό μοντέλο δύο συνημιτόνων της θερμοκρασίας, με περιόδους 244.6 και 251 έτη, του βορείου ημισφαιρίου για τα έτη 1000 – 2000 μ.Χ.

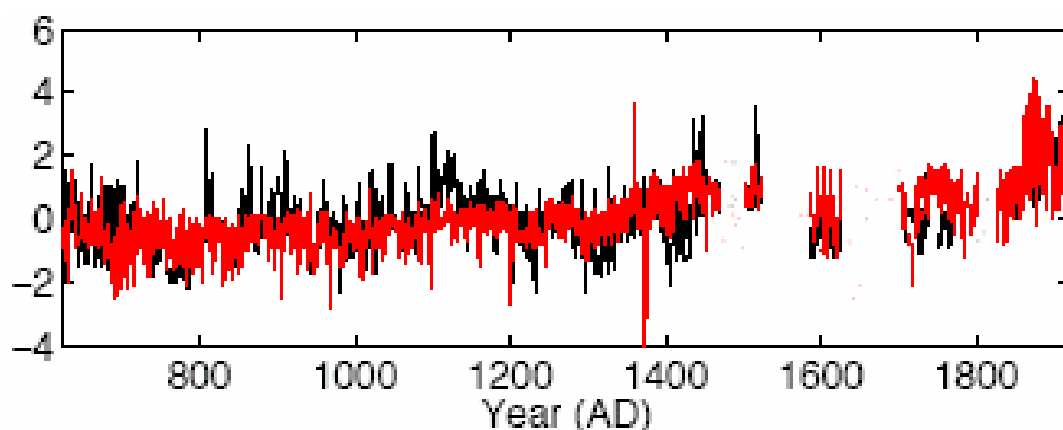


Γράφημα 4.6. Το απλό μοντέλο δύο συνημιτόνων της θερμοκρασίας, με περιόδους 251 και 265.4 έτη, του βορείου ημισφαιρίου για τα έτη 1000 – 2000 μ.Χ.

Η ροή του ποταμού Νείλου

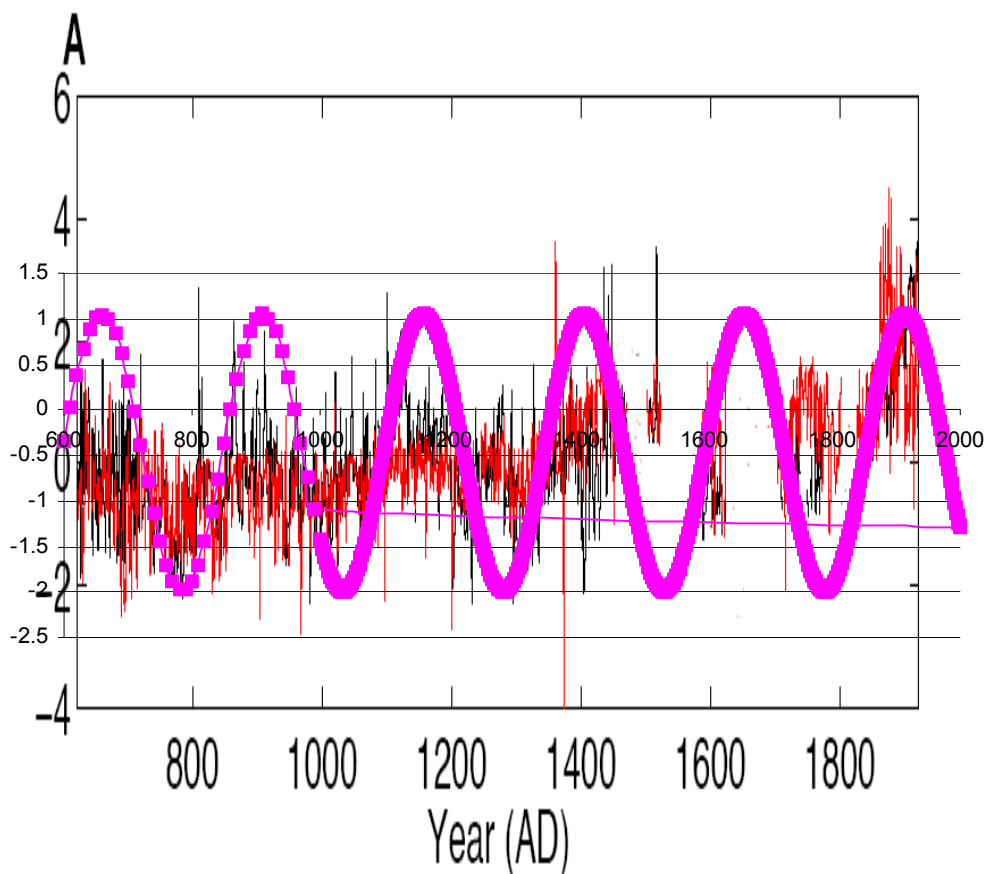
Ο Νείλος αποτέλεσε από την αρχαιότητα αίνιγμα για τις φυσικές επιστήμες. Η ιδιότητά του να κατεβάζει το καλοκαίρι περισσότερα νερά από ότι το χειμώνα προβλημάτισε τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους που έδωσαν ακριβείς για την εποχή τους απαντήσεις. Το ενδιαφέρον στο Νείλο είναι ότι κυρίως τροφοδοτείται με νερό από μικρά γεωγραφικά πλάτη που η κατακρήμνιση είναι μουσωνική. Η χειμερινή κατακρήμνιση της Βόρειας Αιγύπτου προσφέρει λιγότερο νερό στο Νείλο και απορρέει άμεσα. Έτσι ρυθμίζει μία ομαλή και διαρκή ροή στον ποταμό κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι Αιγύπτιοι για μεγάλες περιόδους μέτρησαν και κατέγραψαν τη στάθμη του ποταμού. Έτσι υπάρχουν αρχεία ανώτερης και κατώτερης στάθμης του ποταμού (με κενά) πολλών εκατονταετιών. Οι Kondrashov et al. (2005) έκαναν σύγχρονες φασματικές αναλύσεις και εκτιμούν ότι στο Νείλο υπάρχουν οι περιοδικότητες των 256, 64, 18-19, 12.2, 7, 4.2 και 2.2 ετών. Οι De Putter et al. (1998) εκτιμούν ότι υπάρχουν οι περιοδικότητες των 256, 76, 21, 13 ετών στη χαμηλή ετήσια στάθμη του Νείλου. Οι περισσότερες από αυτές τις περιόδους και εφόσον υφίστανται, θα μπορούσαν να είναι αστρονομικές. Π.χ το 18-19 να αντιστοιχεί στο 18.61, το 12.2-13 να αντιστοιχεί στο 12.69 κ.ο.κ.

Στο Γράφημα 5.1 δανεισμένο από τους Kondrashov et al. (2005) δίδονται οι μετρήσεις υψηλής και χαμηλής ετήσιας στάθμης του Νείλου για την περίοδο 622 – 1922 μ.Χ. που διατίθενται (με αρκετά κενά). Με μαύρο οι χαμηλές στάθμες και με κόκκινο οι υψηλές.

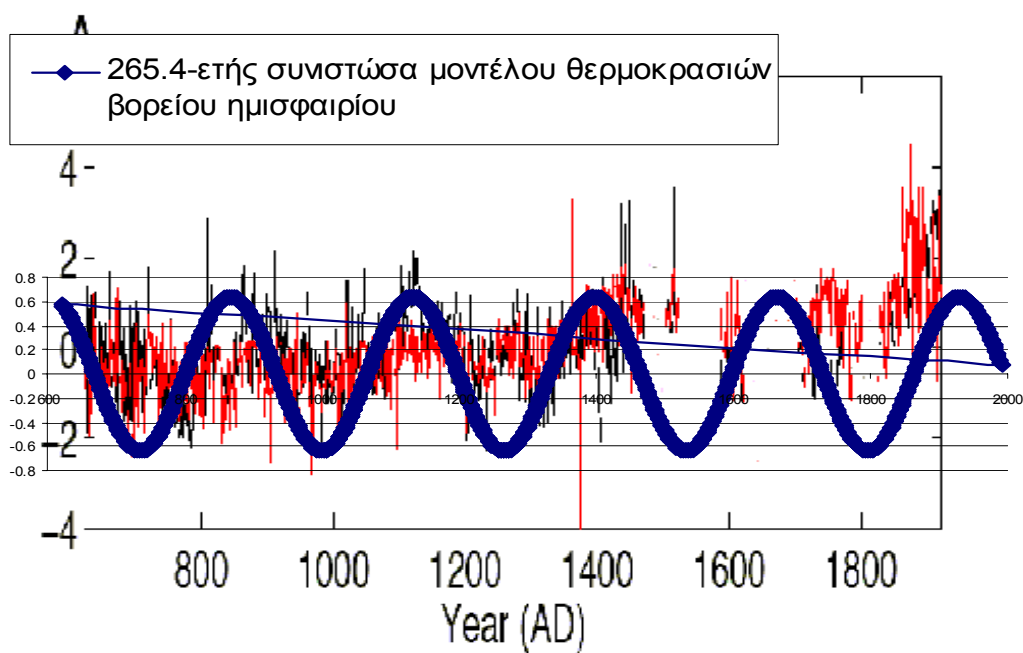


Γράφημα 5.1. Μετρήσεις υψηλής και χαμηλής ετήσιας στάθμης του Νείλου για την περίοδο 622 – 1922 μ.Χ. Με μαύρο χρώμα οι μετρήσεις χαμηλής στάθμης.

Η χαμηλή στάθμη του Νείλου συμβαίνει το χειμώνα και είναι περισσότερο αντιπροσωπευτική του βορείου ημισφαιρίου από την υψηλή. Στο Γράφημα 5.2 δίδονται οι ίδιες μετρήσεις αλλά σε χρονολογική αντιστοιχία με την περίοδο 251 ετών συνιστώσα του πρώτου μοντέλου θερμοκρασιών βορείου ημισφαιρίου που δημιουργήσαμε και στο Γράφημα 5.3 με την 265.4 ετών συνιστώσα του δεύτερου μοντέλου (και στις δύο περιπτώσεις με τη μεγαλύτερης περιόδου). Η πολύ μεγάλη ταύτιση των υψηλών της συνιστώσας με τα ανώτατα της στάθμης του Νείλου και των χαμηλών της συνιστώσας με τα κατώτατα της στάθμης του Νείλου είναι μία επιπλέον ισχυρή τεκμηρίωση για το μοντέλο αυτό των θερμοκρασιών του βορείου ημισφαιρίου. Με τα έτη 622-1284 μ.Χ. που διαθέτουμε και τις μετρήσεις συσχετίζονται γραμμικά $r = 0.26$ με το δείγμα και $r = 0.38$ με τον κινητό μέσο 10-ετίας του δείγματος το πρώτο, και $r = 0.33$ με το δείγμα και $r = 0.48$ με τον κινητό μέσο 10-ετίας το δεύτερο μοντέλο.



Γράφημα 5.2. Μετρήσεις υψηλής και χαμηλής ετήσιας στάθμης του Νείλου για την περίοδο 622 – 1922 μ.Χ. (με μαύρο χρώμα οι μετρήσεις χαμηλής στάθμης) σε χρονολογική αντιστοιχία με την περίοδο 251 ετών συνιστώσα του μοντέλου θερμοκρασιών βορείου ημισφαιρίου

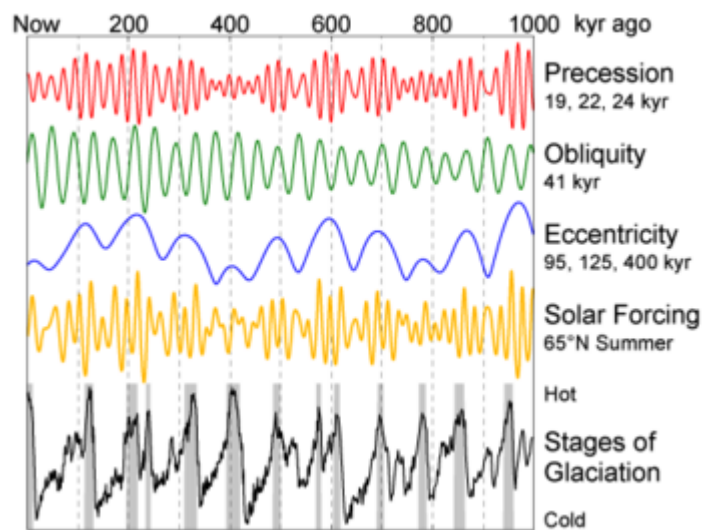


Γράφημα 5.3. Μετρήσεις υψηλής και χαμηλής ετήσιας στάθμης του Νείλου για την περίοδο 622 – 1922 μ.Χ. (με μαύρο χρώμα οι μετρήσεις χαμηλής στάθμης) σε χρονολογική αντιστοιχία με την περίοδο 265.4 ετών συνιστώσα του μοντέλου θερμοκρασιών βορείου ημισφαιρίου

Οι παγετώνιες περίοδοι

Η Γη κάθε 100000 χρόνια περίπου αντιμετωπίζει μία παγετώνια περίοδο. Η κρατούσα άποψη είναι ότι η αιτία αυτής είναι η μεταβολή της εκκεντρότητας της τροχιάς της. Η συσχέτιση αυτή γίνεται φανερή στο Γράφημα 6.1 που είναι δανεισμένο από τη Wikipedia και δίνει τις θερμοκρασίες της Γης τα τελευταία 1,000,000 χρόνια σε συνδυασμό με τους κύκλους του Milankovic. Το ερώτημα που ανακύπτει είναι πού βρίσκεται η διακύμανση των θερμοκρασιών που υπολογίστηκε από το μοντέλο θερμοκρασιών βορείου ημισφαιρίου σε αυτό το γράφημα. Είναι μάλλον αναμενόμενο να μην φαίνεται εξαιτίας της ανάλυσής του, δεδομένου μάλιστα ότι και ενώ το μοντέλο ταλαντώνεται, διατηρεί σταθερή μέση τιμή.

Η σημασία (που αποδίδει και η προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των μοντέλων των θερμοκρασιών του βορείου ημισφαιρίου) της παλιρροϊκής ισχύος και της εποχικότητας των συνόδων των πλανητών, ενδεχομένως να είναι δε και η απάντηση στο βασικό ερώτημα που τίθεται για την ιδιαιτερότητα της μεταβολής της εκκεντρότητας της τροχιάς της Γης και του μεγέθους της επιρροής της σε σχέση με τους άλλους κύκλους που δε μεταβάλλουν παλιρροϊκά χαρακτηριστικά του συστήματος.



Γράφημα 6.1. Θερμοκρασίες της Γης τα τελευταία 1,000,000 χρόνια σε συνδυασμό με τους κύκλους του Milankovic

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι αστρονομικές συχνότητες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα. Σε αυτή την εργασία έγινε αναφορά σε ημι-περιοδικές: 12-13 (12.69), 51-57, 244.6 ετών, περιοδικές: 18.61, 265.4 ετών, εποχικές περιοδικές: 251 ετών κ.τ.λ. Είναι κοινά παραδεκτό ότι υπάρχουν αστρονομικές περίοδοι που επηρεάζουν τα υδρόκλιμα. Η ύπαρξη πολλών περιοδικοτήτων με άγνωστο βαθμό επίδρασης στο κλίμα της Γης, αλλά που ενδεχομένως επηρεάζουν συνισταμένες του, φαίνεται συμβατή με τις έννοιες του μεταβαλλόμενου κλίματος και του φαινομένου Hurst, το οποίο οι σύγχρονες απόψεις αποδίδουν στην ταυτόχρονη ύπαρξη αλλαγών σε πολλές κλίμακες. Το ενδεχόμενο ύπαρξης και άλλων που δε γνωρίζουμε καθώς και οι άγνωστοι μηχανισμοί που τυχόν επηρεάζουν το κλίμα μας υποχρεώνει να είμαστε συντηρητικοί στις εκτιμήσεις μας για την εξέλιξή του.

- Η ταυτόχρονη ύπαρξη πολλών περιοδικοτήτων δίνει μία συνισταμένη με πολύπλοκη συμπεριφορά Έτσι η διακύμανση των θερμοκρασιών του Βορείου Ημισφαιρίου ενδέχεται να οφείλεται στον 244.6-ετή ή τον 265.4-ετή κύκλο των συνόδων των Δία, Γής, Αφροδίτης, Ερμή και τον 251-ετή εποχικό κύκλο των συνόδων Γης, Αφροδίτης.
- Τεκμηριώνεται η επίδραση του 251-ετούς και του 265.4-ετούς κύκλου στα υδρολογικά φαινόμενα μέσω της εμφάνισής τους στην στάθμη του ποταμού Νείλου με τη σχέση άνοδος θερμοκρασιακής συνιστώσας – αύξηση κατακρήμνισης.
- Τέλος, διατυπώνεται μια υπόθεση για τη λύση του βασικού προβλήματος της αιτιολόγησης του μεγέθους της επίδρασης του περιόδου 100000 ετών κύκλου του Milankovic στο κλίμα της Γης.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Alcyone Ephemeris, Swerdlow N.M., Lange R.
<http://www.tsmwww.alcyone-ephemeris.info>
- De Putter T., Loutre M. F., Wansard G., Decadal periodicities of Nile River historical discharge (A.D. 622-1470) and climatic implications, Geophys. Res. Lett., 1998
- Desmoulins J. P., Sunspot cycles are they caused by Venus, Earth and Jupiter syzygies ?, 1990
<http://perso.wanadoo.fr/jpdesm/sunspots>
- Douglas B.C, "Global Sea Rise: A Redetermination". Surveys in Geophysics, 18, 279-292, 1997
- Jones P.D., Briffa K.R., Barnett T.P., and Tett S.F.B, 1998, "High-resolution Palaeoclimatic Records for the last Millennium: Interpretation, Integration and Comparison with General Circulation Model Control-run Temperatures", The Holocene 8, 1998, 455-471
- Kiem An., Franks S., The impact of climate variability on flood risk, Water Resources Systems – Hydrological Risk, Management and Development, Proceedings of symposium at Sapporo, 2003
- Kiem An., Franks S., Elevated drought risk due to multi-decadal climate variability, Water Resources Systems – Hydrological Risk, Management and Development, Proceedings of symposium at Sapporo, 2003
- Kondrashov D., Feliks Y., Ghil M., Oscillatory modes of Nile River records (A.D. 622-1922), Geophysical Research Letters, 2005
- Koutsoyiannis D., Nonstationarity versus scaling in hydrology, NTUA, 2005
- NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration
<http://www.cdc.noaa.gov/ClimateIndices/List/>
- PSML, Permanent Service for Mean Sea Level
http://www.pol.ac.uk/psmsl/psmsl_individual_stations.html
- Tomasino M., Zanchettin D., Traverso P., Long-range forecasts of River Po discharges based on predictable solar activity and a fuzzy neural network model, Hydrological Sciences Journal, 2004
- Wikipedia, The Free Internet Encyclopedia,
<http://www.wikipedia.com>
- Κουτσογιάννης Δ., Στατιστική Υδρολογία, ΕΜΠ, 1997

- Μαμάσης Ν. και Κουτσογιάννης Δ., Ατμοσφαιρική Κυκλοφορία, Υδρομετεωρολογία, ΕΜΠ, 2002
- ΜΕΕ, Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια, Π. Δρανδάκης, Φοίνιξ, Έκδοσις Δευτέρα

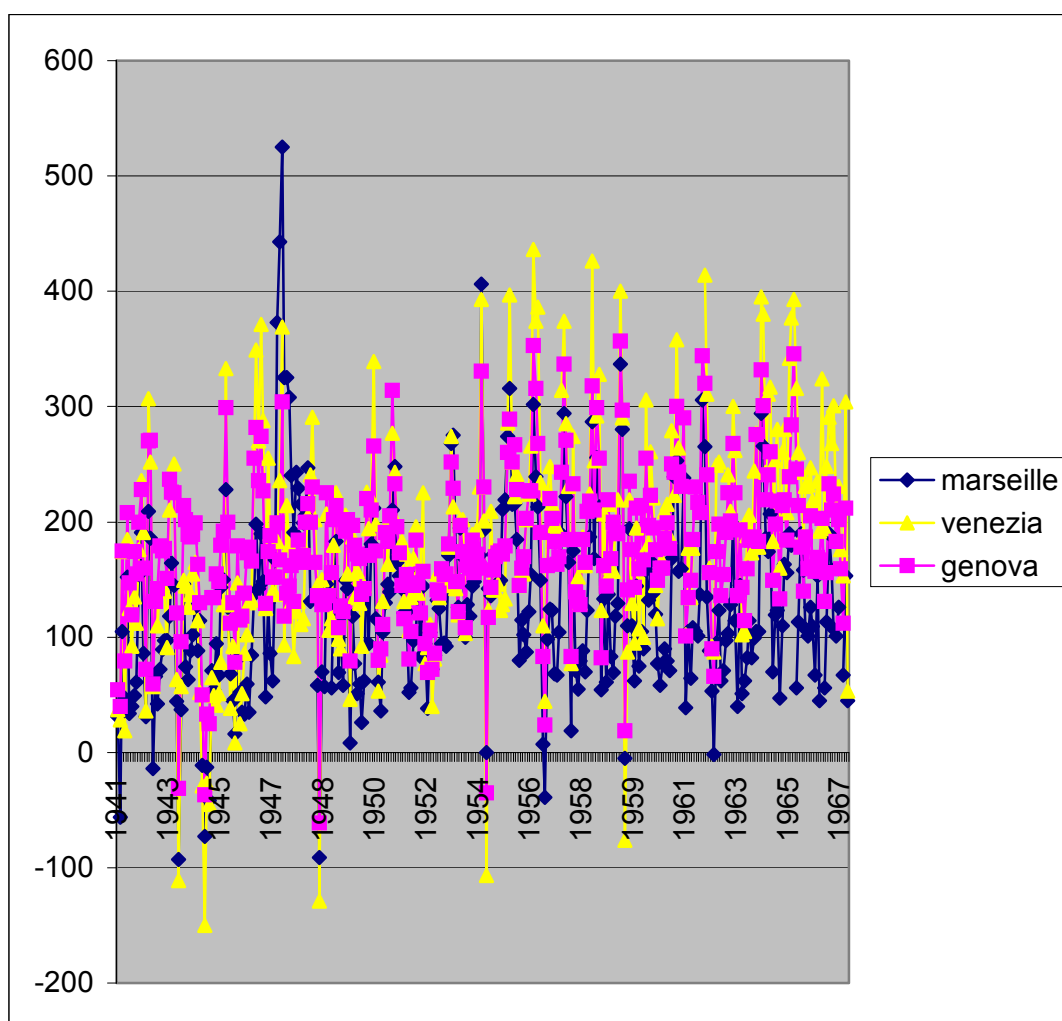
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΩΤΟΛΕΙΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ

Η μηνιαία μέση στάθμη της θάλασσας

Το Permanent Service for Mean Sea Level (PMSL) διατηρεί αρχεία σταθμών της επιφάνειας της θάλασσας που καλύπτουν ολόκληρη την υφήλιο και περιόδους από μερικά έτη έως πολλές δεκαετίες για τον 20^ο αιώνα και ακόμα και τον 19^ο αιώνα για περιοχές με αναπτυγμένη ναυσιπλοΐα.

Στη λεκάνη της Μεσογείου για περιοχές με παραπλήσιο γεωγραφικό πλάτος που διατίθενται μεγάλου μήκους χρονοσειρές, η μέση μηνιαία στάθμη της θάλασσας παρουσιάζει αξιοσημείωτη ομοιότητα στη διακύμανσή της. Αυτή φαίνεται στο Γράφημα Α.1 για τις περιοχές Βενετίας, Γένοβας και Μασσαλίας και για το διάστημα που διαθέτουμε κοινές μετρήσεις για αυτές και για τις περιοχές: Κασκαίς(Πορτογαλία), Μέση Ατλαντική, Νέα Υόρκη, Σαν Φρανσίσκο.



Γράφημα Α.1. Μέσες μηνιαίες στάθμες θάλασσας

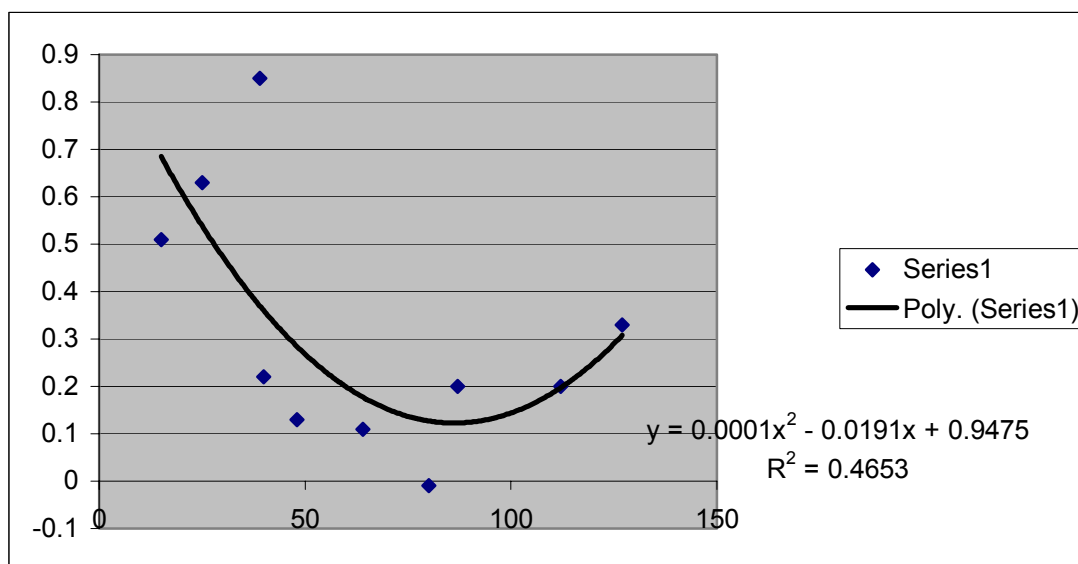
Η γραμμική συσχέτιση Correlation r της Μασσαλίας με τις άλλες 2-δύο υπολογίστηκε 0.74 με τη Γένοβα και 0.71 με τη Βενετία, ενώ της Γένοβας με τη Βενετία υψηλή 0.91.

Στον Πίνακα Α.1 δίδεται η γραμμική συσχέτιση της μέσης μηνιαίας στάθμης της θάλασσας σε 5-πέντε σταθμούς μέτρησης και προσεγγιστικά τα γεωγραφικά τους μήκη (Δυτικά).

	Μασσαλία -5 μοίρες	Κασκαίς 10 μοίρες	ΜέσηΑτλαντ. 35 μοίρες	Νέα Υόρκη 74 μοίρες	ΣανΦρανσισκ 122 μοίρες
Μασσαλία					
Κασκαίς	0.51				
Μ.Ατλαντική	0.22	0.63			
Νέα Υόρκη	-0.01	0.11	0.85		
ΣανΦρανσισκ	0.33	0.20	0.20	0.13	

Πίνακας Α.1. Γραμμικές συσχετίσεις μεταξύ μέσων μηνιαίων σταθμών

Στον πίνακα Α.1 φαίνεται η σταδιακή μείωση της συσχέτισης της στάθμης της θάλασσας προς τα Δυτικά έως ενδεχομένως τον τετραγωνισμό και κατόπιν επαναύξησή της. Στο Γράφημα Α.2 αποτυπώνεται αυτή η σχέση.



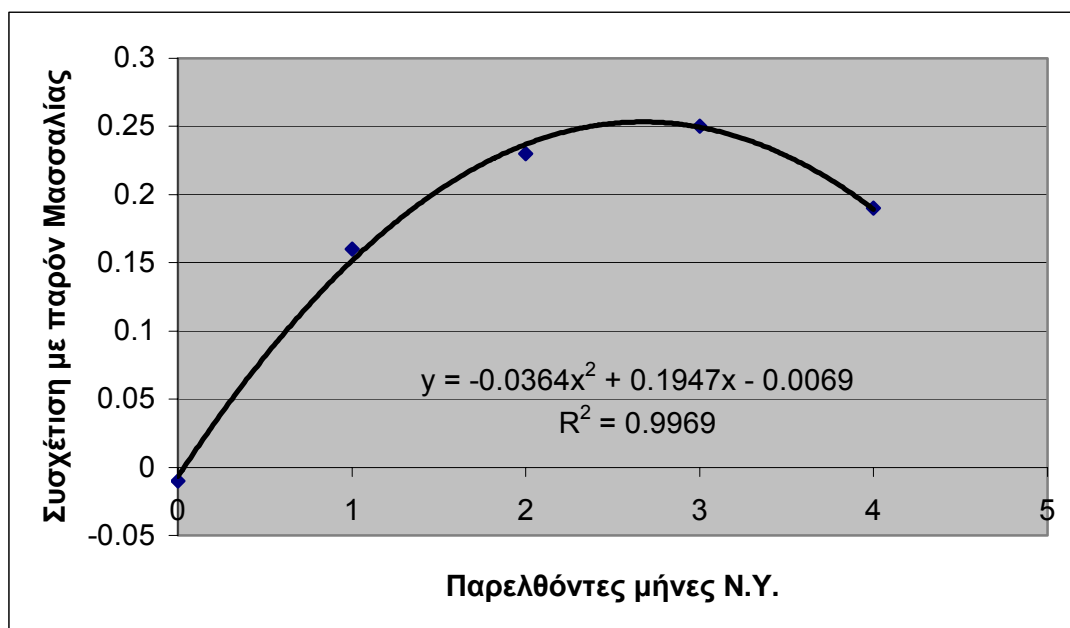
Γράφημα Α.2. Γραμμική συσχέτιση συναρτήσει γεωγραφικής απόστασης σε μοίρες

Στα 2-δύο δε επόμενα γραφήματα 4.3 και 4.4 φαίνεται η συσχέτιση της στάθμης στη Νέα Υόρκη με βήμα 1 μήνα προς το παρελθόν με τις στάθμες σε Μασσαλία και Σαν Φρανσίσκο αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις αυτή συσχετίζεται μέγιστα στους περίπου 3-τρεις μήνες.

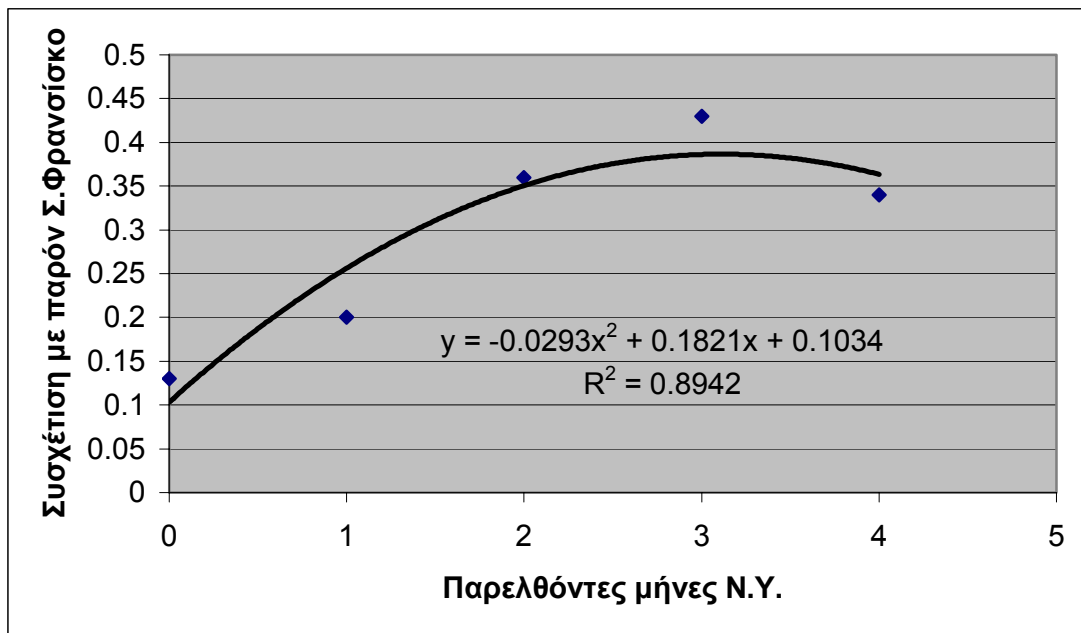
Ως εκ τούτου υπάρχει διαφορά στην εποχικότητα που μπορεί να αποδοθεί στο λιώσιμο των πάγων του Βορείου Ατλαντικού.

Επιπλέον η σχέση με το Σ.Φρανσίσκο είναι αισθητά μεγαλύτερη από ότι με τη Μασσαλία που επιτρέπει να θεωρήσουμε ότι ένα επιπλέον αίτιο έχει εισαχθεί στο αποτέλεσμα, μικρότερης επίδρασης.

Σε συσχέτιση και με το Γράφημα Α.2 εκτιμάται ότι πρόκειται για μία μεταφορά πληροφορίας από Ανατολές προς Δυσμάς που ενδεχομένως συσχετίζεται με την περιστροφή της Γης περί τον άξονά της ή και το παράλληλο λιώσιμο των πάγων του βορείου Ειρηνικού.



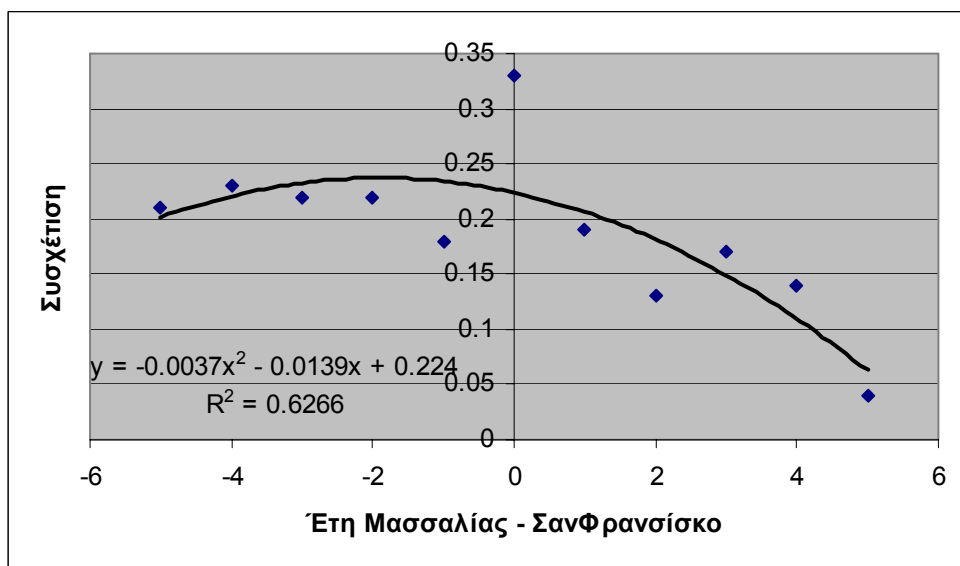
Γράφημα Α.3. Συσχέτιση στάθμης Μασσαλίας με Ν.Υ.



Γράφημα Α.4. Συσχέτιση στάθμης Σ.Φρανσίσκο με Ν.Υ.

Ο έλεγχος της παραπάνω υπόθεσης γίνεται με συσχέτιση της προς ανατολάς Μασσαλίας με το προς δυσμάς Σαν Φρανσίσκο.

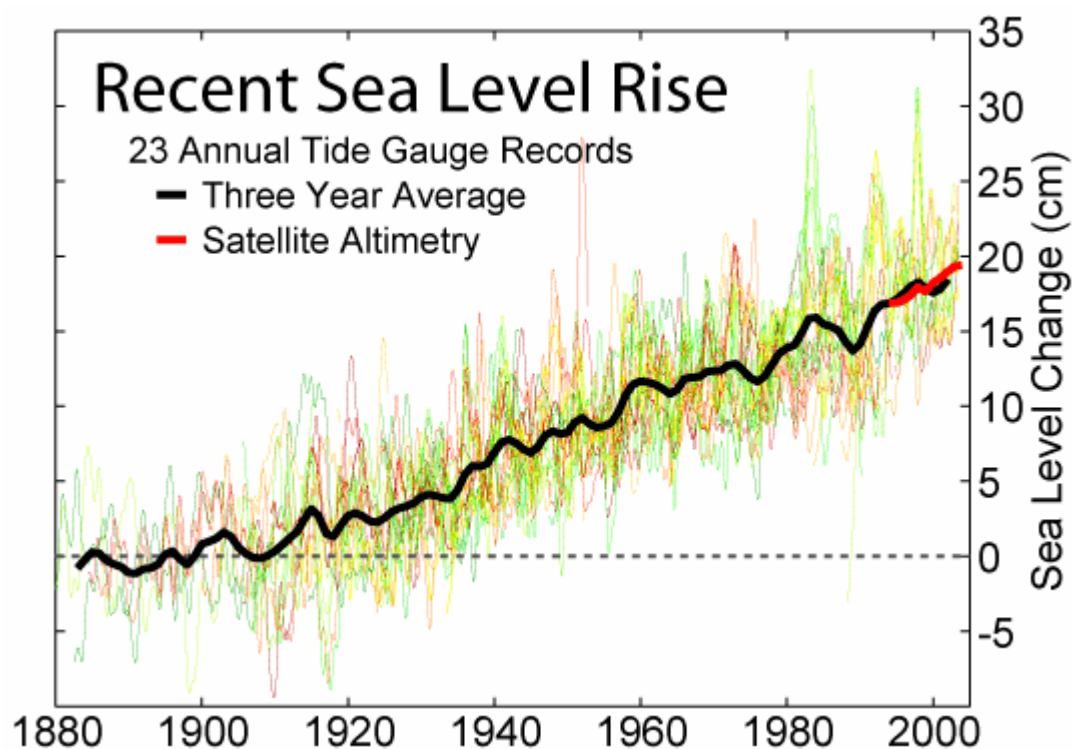
Στο Γράφημα Α.5 δίδεται η συσχέτιση της μέσης μηνιαίας στάθμης της θάλασσας της Μασσαλίας με το Σαν Φρανσίσκο με ετήσιο βήμα. Τα παρελθόντα έτη της Μασσαλίας συσχετίζονται περισσότερο με τα μέλλοντα του Σαν Φρανσίσκο από ότι τα μέλλοντα της Μασσαλίας με τα παρελθόντα του Σαν Φρανσίσκο. Η δε ταυτόχρονη συσχέτιση είναι η μέγιστη που επιτρέπει να θεωρήσουμε ότι η προς Δυσμάς κινούμενη επιρροή είναι δεύτερης τάξης.



Γράφημα Α.5. Συσχέτιση μηνιαίων σταθμών με ετήσιο βήμα

Η τάση της μέσης στάθμης της θάλασσας

Κατά τον Douglas (1997) ,Wikipedia η μέση στάθμη της θάλασσας τα τελευταία 100 έτη ανέρχεται γραμμικά με ρυθμό 18.5 εκατοστά στα 100 έτη. Στο Γράφημα Β.1, δανεισμένο από τη Wikipedia, φαίνεται η άνοδος αυτή.



Γράφημα Β.1. Μεταβολή της στάθμης της θάλασσας τα έτη 1880-2000

Στο τέλος του διαγράμματος περιέχονται μετρήσεις της μεταβολής της στάθμης από δορυφόρο (για σύγκριση) που δεν έχουν μεγάλη απόκλιση από τις υπολογισμένες από τον Douglas (1997). Δίνουν ελαφρώς μεγαλύτερο ρυθμό ανόδου.

Ο Douglas (1997) για τον υπολογισμό της μέσης στάθμης της θάλασσας χρησιμοποίησε μετρήσεις της PSMSL θέτοντας αυστηρά κριτήρια για την επιλογή των σταθμών που θα αξιοποιούσε τόσο σε θέμα μεγέθους βάσης και ποιότητας των δεδομένων όσο και κατανομής στο χώρο ως προς την ευρύτερη κάλυψη αλλά και το ανεπηρέαστο από γεωλογικούς και παγετώδεις μηχανισμούς.

Συσχέτιση δύο βασικών κύκλων της σελήνης με μετρήσεις κατακρήμνισης

Για τη συσχέτιση των κύκλων της Σελήνης με την κατακρήμνιση, χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις βροχόπτωσης από 14 σταθμούς στον Ελλαδικό χώρο. Στον Πίνακα Γ.1 δίδονται οι σταθμοί και τα έτη για τα οποία διατίθενται οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν (πηγή Κουτσογιάννης Δ.).

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΠΡΩΤΟ ΕΤΟΣ	ΤΕΛ. ΕΤΟΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΤΗ
Αλίαρτος	1907-08	2001-02	94
Πλαστήρας	1960-61	1999-00	39
Γρεβενίτικο	1959-60	1993-94	34
Μέτσοβο	1950-51	1993-94	43
Μαλακάσιο	1950-51	1993-94	43
Μ.Κερασιά	1973-74	1993-94	20
Κατάφυτο	1952-53	1993-94	41
Κυπούργιο	1962-63	1993-94	31
Μ.Περιστέρι	1960-61	1993-94	33
Μ.Γότιστα	1959-60	1993-94	34
Βοβούσα	1967-68	1993-94	26
Ελατοχώρι	1963-64	1993-94	30
Πραμάντα	1964-65	1993-94	29
Ματσούκι	1963-64	1993-94	30

Πίνακας Γ.1. Βροχομετρικοί σταθμοί και περίοδοι μετρήσεων

Οι κύκλοι της Σελήνης που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο 3.96-ετής και ο 18.61-ετής κύκλος. Δημιουργήθηκε ένα απλό μοντέλο αθροίσματος δύο συνημιτόνων των παραπάνω περιόδων που βελτιστοποιήθηκε με ρύθμιση των δύο φάσεων, για μεγιστοποίηση της μέσης γραμμικής συσχέτισης του r^2 με τις μετρήσεις των παραπάνω σταθμών. Τα αποτελέσματα δίδονται στον Πίνακα Γ.2 και κρίνονται ικανοποιητικά διότι προέκυψαν **ομόσημες** συσχετίσεις r (θετικές) για όλους τους σταθμούς.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ R	ΣΥΣΧΕΤΗΣΗ R ²	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΤΗ
Αλίαρτος	0.14	0.02	94

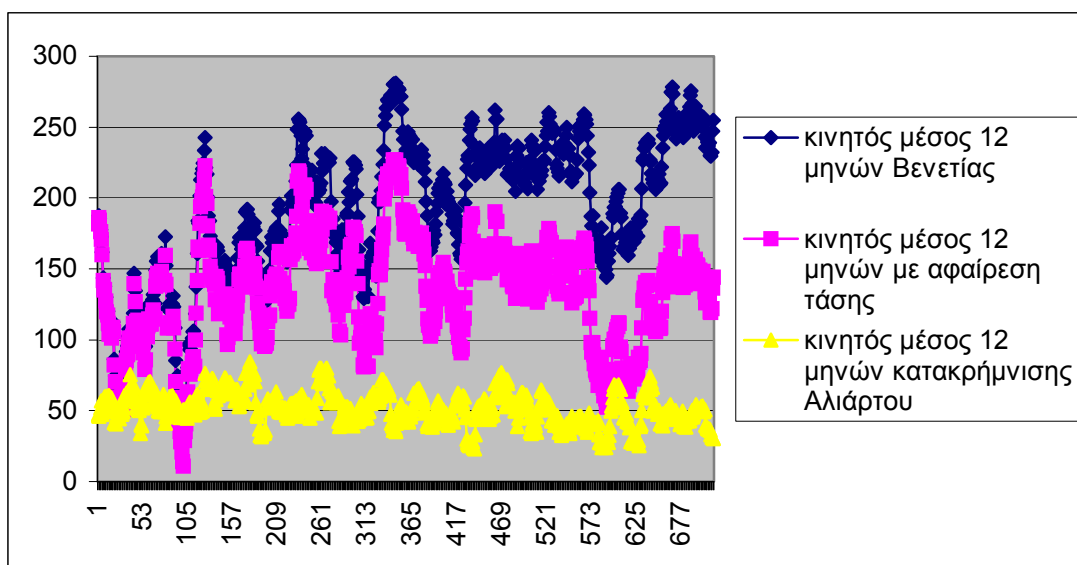
Πλαστήρας	0.37	0.14	39
Γρεβενίτικο	0.52	0.27	34
Μέτσοβο	0.54	0.30	43
Μαλακάσιο	0.55	0.30	43
Μ.Κερασιά	0.30	0.09	20
Κατάφυτο	0.59	0.35	41
Κυπούργιο	0.50	0.25	31
Μ.Περιστέρι	0.65	0.43	33
Μ.Γότιστα	0.60	0.36	34
Βοβούσα	0.46	0.22	26
Ελατοχώρι	0.51	0.26	30
Πραμάντα	0.80	0.64	29
Ματσούκι	0.59	0.34	30

Πίνακας Γ.2. Γραμμικές συσχετίσεις κύκλων Σελήνης με βροχομετρήσεις

Ως επί τω πλείστον η συσχέτιση r είναι μεγάλη, μεγαλύτερη μίας κατά σύμβαση οριακής τιμής που προκύπτει για $2/\sqrt{n}$ (Κουτσογιάννης, 1997) και μπορεί να θεωρηθεί ικανή για τη μη απόρριψη της υπόθεσης της γραμμικής συσχέτισης των μεγεθών.

Συσχέτιση μέσης μηνιαίας στάθμης θάλασσας στη Βενετία με βροχές Αλιάρτου (αρχείο Venezia2.xls)

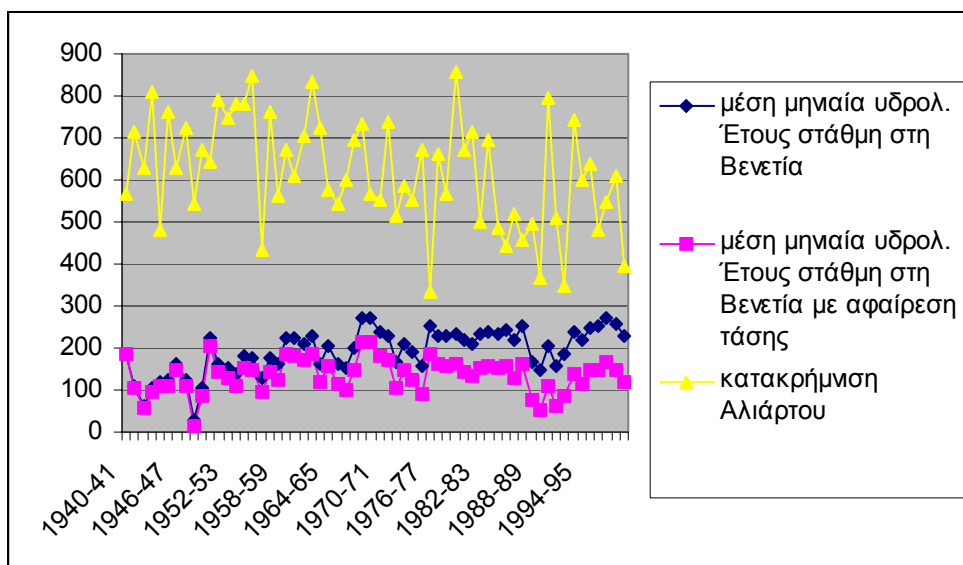
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά 18.5 εκ. στα 100 έτη όπως υπολογίστηκε από τον Douglas είναι καλή προσέγγιση της ανόδου της στάθμης στη Βενετία, μετρήσεις για την οποία διαθέτουμε από την PSMSL. Χρησιμοποιήθηκαν μηνιαίες μετρήσεις της περιόδου 1940-2000 για τις οποίες διατίθενται μετρήσεις τόσο της μέσης μηνιαίας στάθμης στη Βενετία, όσο και της μηνιαίας κατακρήμνισης στην Αλιάρτο. Για να διασφαλισθεί δε ότι αφαιρούνται οι εποχικότητες, η συσχέτιση έγινε για τους κινητούς μέσους 12 μηνών των δειγμάτων. Στο Γράφημα Δ.1 δίδονται οι κινητοί μέσοι 12 μηνών της μέσης στάθμης της θάλασσας στη Βενετία με και χωρίς την αφαίρεση της τάσης καθώς και της κατακρήμνισης στην Αλιάρτο.



Γράφημα Δ.1. Κινητοί μέσοι στάθμης στη Βενετία, κινητός μέσος κατακρήμνισης στον Αλάρτο.

Έγιναν αρχικά δύο συσχετίσεις της στάθμης στη Βενετία με και χωρίς αφαίρεση της τάσης των 18.5 εκ. στα 100 έτη, με την κατακρήμνιση στον Αλάρτο. Αυτές έδωσαν γραμμικές συσχετίσεις $r = 0.18$ και -0.10 αντίστοιχα. Στη συνέχεια έγινε συσχέτιση του συνδυασμού των δύο με την κατακρήμνιση στην Αλάρτο που έδωσε $r = 0.43$, μεγαλύτερου του απόλυτου αθροίσματος των δύο ξεχωριστά και $r^2 = 0.19$, που είναι πολύ ικανοποιητικό.

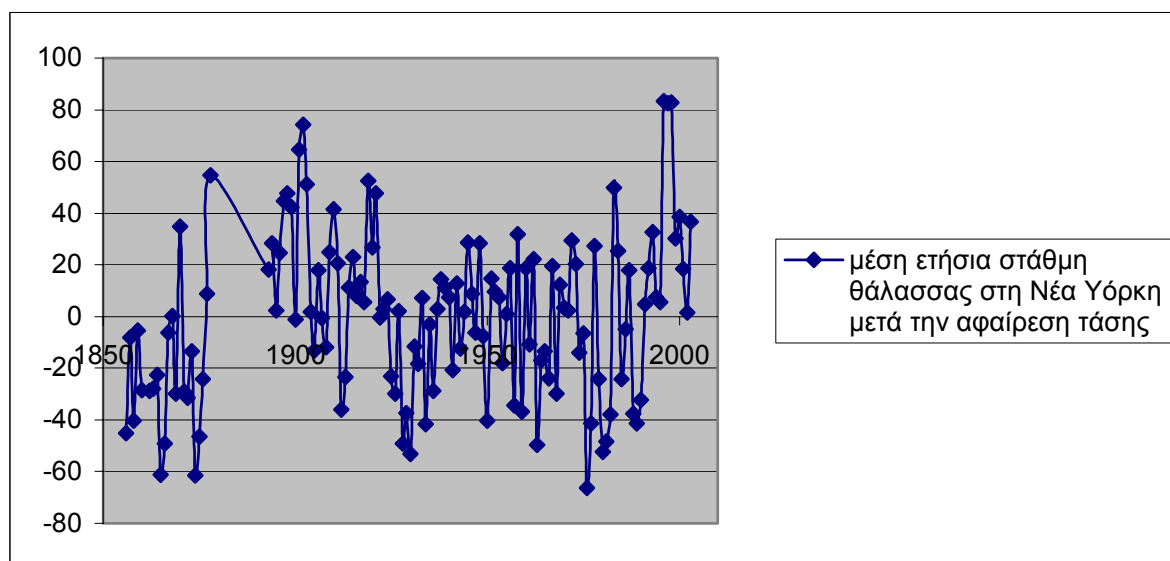
Στη συνέχεια συσχετίστηκαν η μέση μηνιαίες στάθμες του υδρολογικού έτους της Βενετίας, με και χωρίς αφαίρεση της τάσης, με την αντίστοιχη κατακρήμνιση στον Αλάρτο και έδωσαν αντίστοιχες συσχετίσεις $r = 0.17$ και -0.12 αντίστοιχα. Στο Γράφημα Δ.2 δίδονται οι μέσες μηνιαίες του υδρολογικού έτους στάθμες της θάλασσας στη Βενετία με και χωρίς την αφαίρεση της τάσης καθώς και της κατακρήμνισης στον Αλάρτο.



Γράφημα Δ.2. Μέση στάθμη στη Βενετία, κατακρήμνιση στον Αλιάρτο.

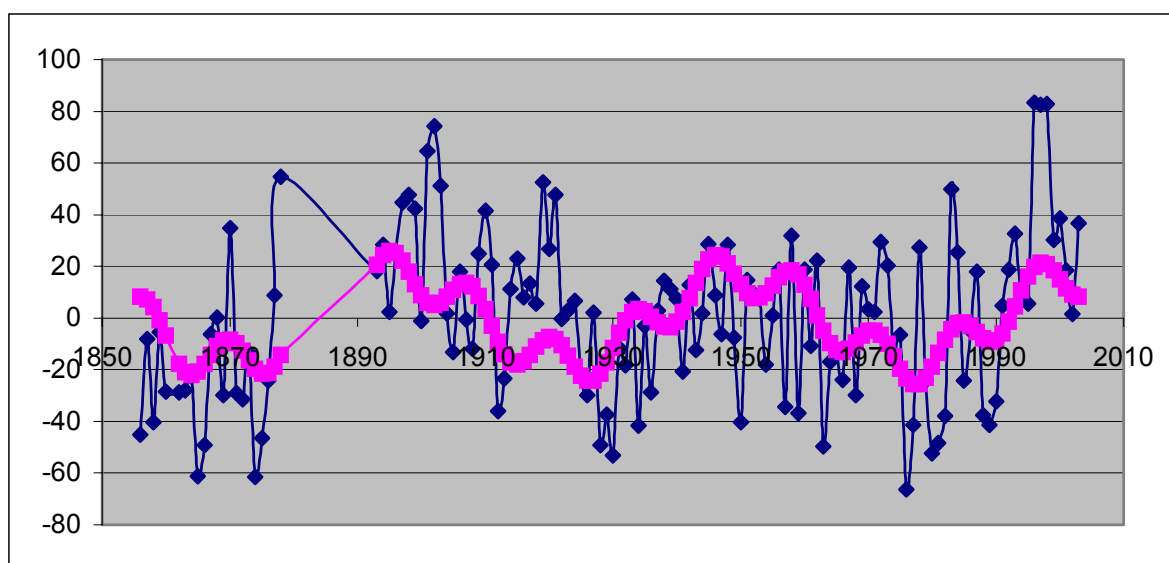
Η μέση μηνιαία στάθμη στη Νέα Υόρκη

Στο Γράφημα Ε.1 δίδεται η μέση ετήσια στάθμη της θάλασσας στη Νέα Υόρκη όπως προκύπτει από την επεξεργασία των δεδομένων της PSMSL και την αφαίρεση της τάσης όπως προκύπτει από μοντέλο 244.6 και 251 ετών που δημιουργήθηκε, προσαρμοσμένου για διαφορά φάσης π το 1400 μ.Χ. περίπου.



Γράφημα Ε.1. Μέση ετήσια στάθμη θάλασσας της Νέας Υόρκης κατόπιν αφαίρεσης τάσης

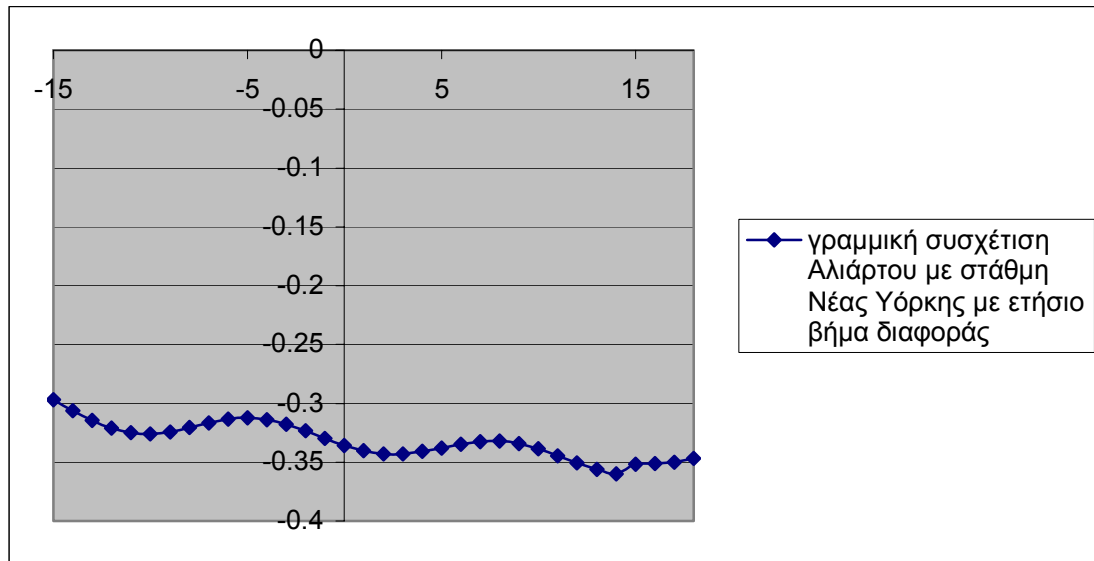
Καθόσον η στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας στη Νέα Υόρκη καθορίζεται άμεσα από το ρυθμό λιώσιματος των πάγων του Βόρειου Πόλου είναι λογικό να αναζητήσουμε τα αίτια και τη συσχέτιση σε ενδεχόμενες μεταβολές της Ηλιακής δραστηριότητας και ή δυνατόν αναμενόμενες. Για τον έλεγχο της υπόθεσης αναπτύχθηκε απλό μοντέλο δύο συνημιτόνων με περίοδο 12.69 και 55 περίπου έτη που αντιστοιχούν στους κύκλους των συζυγιών των πλανητών που επηρεάζουν τη δραστηριότητα στην επιφάνεια του Ήλιου επιπλέον. Το μοντέλο αυτό βελτιστοποιήθηκε ως προς τις δύο φάσεις για μεγιστοποίηση της γραμμικής του συσχέτισης με το δείγμα. Προέκυψε συσχέτιση $r = 0.49$ που θεωρείται ικανοποιητική. Στο γράφημα Ε.2 δίδεται το μοντέλο σε υπέρθεση στην μέση στάθμη.



Γράφημα Ε.2. Μέση ετήσια στάθμη θάλασσας της Νέας Υόρκης κατόπιν αφαίρεσης τάσης και μοντέλο

Συσχέτιση μοντέλου στάθμης θάλασσας στη Νέα Υόρκη με βροχές Αλιάρτου

Συσχετίστηκε γραμμικά το μοντέλο της στάθμης της θάλασσας στη Νέα Υόρκη με την κατακρήμνιση Αλιάρτου. Η συσχέτιση έγινε για τα έτη 1947 έως 2001. Στο Γράφημα ΣΤ.1 δίδεται ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης για τα δύο δείγματα με ετήσιο βήμα. Στις αρνητικές τιμές του οριζόντιου άξονα συσχετίζονται παρελθόντα έτη της κατακρήμνισης στον Αλιάρτο με μέλλοντα της στάθμης θάλασσας στη Νέα Υόρκη.



Γράφημα ΣΤ.1. Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης για τα δύο δείγματα με ετήσιο βήμα

Από το Γράφημα ΣΤ.1 εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει επίδραση της στάθμης της επιφάνειας της θάλασσας στη Νέα Υόρκη, στο ύψος βροχής της Αλιάρτου. Ενδεχομένως δε εμμέσως μέσω επηρεασμού της στάθμης στη Μεσόγειο και λοιπών φαινομένων. Η ενδεχόμενη συνεκτίμησή της σε μοντέλο της κατακρήμνισης της Αλιάρτου συνεπώς προσθέτει χαμηλότερης τάξης αξία πληροφορίας και μη γραμμικότητα.

Μικτή γραμμική συσχέτιση με βροχές στον Ελλαδικό χώρο

Οι συσχετίσεις διαφόρων μεγεθών με βροχές στον Ελλαδικό χώρο που προηγήθηκαν ελέγχεται αν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν σύνολο, αν δηλαδή η συνδυασμένη χρήση τους συσχετίζεται γραμμικά περισσότερο από ότι αυτές ξεχωριστά και αν

προσθέτει ως εκ τούτου πληροφορία. Συγκεκριμένα γίνεται συνδυασμένη γραμμική συσχέτιση του μοντέλου σελήνης, της στάθμης στη Βενετία με και χωρίς αφαίρεση της τάσης και της στάθμης στη Νέα Υόρκη, με τις κατακρημνίσεις. Στον Πίνακα Ζ.1 δίδεται η γραμμική αυτή συσχέτιση r^2 σε αντιπαραβολή με τη συσχέτιση που είχε προκύψει μόνο από το μοντέλο των 3.96 και 18.61 ετών.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ R^2 ΜΕΙΚΤΗ	ΣΥΣΧΕΤΗΣΗ R^2 ΚΥΚΛΩΝ ΣΕΛΗΝΗΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΤΗ
Αλίαρτος	0.27	0.02	54
Πλαστήρας	0.24	0.14	39
Γρεβενίτικο	0.54	0.27	34
Μέτσοβο	0.52	0.30	43
Μαλακάσιο	0.39	0.30	43
Μ.Κερασιά	0.17	0.09	20
Κατάφυτο	0.50	0.35	41
Κυπούργιο	0.51	0.25	31
Μ.Περιστέρι	0.55	0.43	33
Μ.Γότιστα	0.51	0.36	34
Βοβούσα	0.63	0.22	26
Ελατοχώρι	0.46	0.26	30
Πραμάντα	0.68	0.64	29
Ματσούκι	0.47	0.34	30

Πίνακας Ζ.1. Γραμμικές συσχετίσεις μεικτές και κύκλων Σελήνης με βροχομετρήσεις

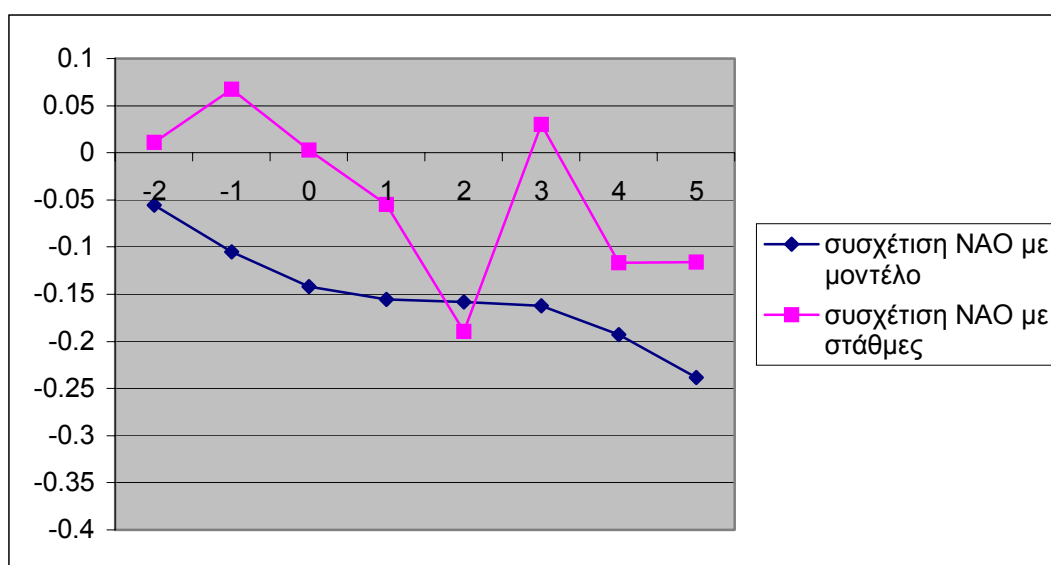
Όλες οι συσχετίσεις όπως φαίνεται στον Πίνακα Ζ.1 είναι σημαντικά αυξημένες και ως εκ τούτου ενισχύεται θέση της ανεξαρτησίας των 12.69 και 50 περίπου ετών κύκλων από τους 3.96 και 18.61 ετών κύκλους, συνηγορώντας στο διαφορετικό αίτιό τους.

Συσχέτιση της στάθμης στη Νέα Υόρκη με το NAO

Η ταλάντωση του Βορείου Ατλαντικού – NAO είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα στο Βόρειο Ημισφαίριο από τον Ατλαντικό Ωκεανό ως χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά. Αναφέρεται ως NAO η διακύμανση της ατμοσφαιρικής πίεσης υπό μορφή ακανόνιστης ταλάντωσης που συμβαίνει στην ευρύτερη περιοχή του Βορείου Ατλαντικού. Σχετικά υπάρχει ευρύτατη αναφορά στην Wikipedia. Για την περιγραφή της έχουν αναπτυχθεί σχετικοί δείκτες.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας συσχετίστηκε ο δείκτης NAO του CPC

από το NOAA με τη στάθμη της επιφάνειας της Νέας Υόρκης και με το απλό μοντέλο που αναπτύχθηκε για την περιγραφή της, για τα έτη 1950-2003. Στο Γράφημα Η.1 δίδονται οι συσχετίσεις για ετήσιο βήμα χρονικής διαφοράς της στάθμης με το δείκτη.



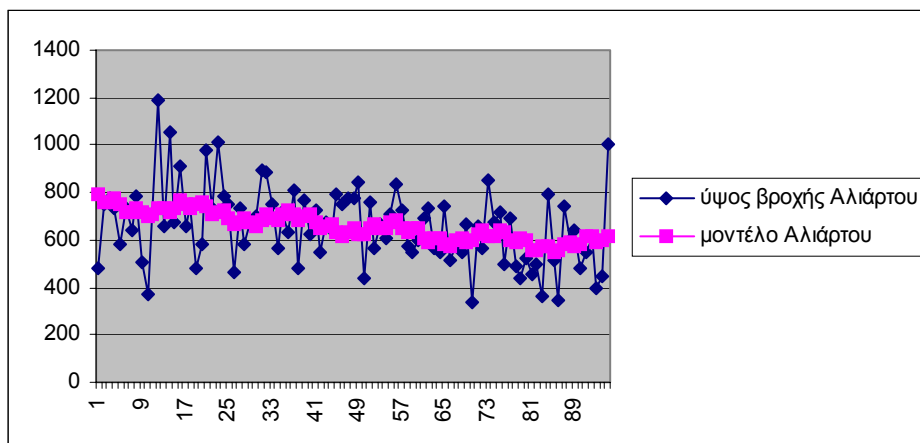
Γράφημα Η.1. Γραμμική συσχέτιση r δείκτη NAO με στάθμη Νέας Υόρκης

Στο Γράφημα Η.1 διακρίνεται ότι η απόλυτη συσχέτιση του δείκτη NAO με το μοντέλο της στάθμης της Νέας Υόρκης είναι μεγαλύτερη από ότι με τις στάθμες. Αυτό είναι ενδεικτικό ότι έχουν κοινό αίτιο το οποίο περιγράφεται ικανοποιητικά από το μοντέλο αυτό.

Το μοντέλο Αλιάρτου

Το συνδυασμένο μοντέλο βροχόπτωσης Αλιάρτου κύκλων σελήνης, 251-ετούς κύκλου και στάθμης ΝΥ που προέκυψε έχει συντελεστή συσχέτισης με τις βροχομετρήσεις Αλιάρτου $r^2 = 0.25$ για την περίοδο 1947-2001, $r^2 = 0.27$ για την περίοδο 1927-2001, $r^2 = 0.25$ για την περίοδο 1917-2001 και $r^2 = 0.13$ για την περίοδο 1907-2001.

Στο Γράφημα Θ.1 δίδεται το μοντέλο σε υπέρθεση με τις μετρήσεις βροχόπτωσης στην Αλιάρτο.



Γράφημα Θ.1. Το μοντέλο σε υπέρθεση με τις μετρήσεις βροχόπτωσης στην Αλιάρτο για το διάστημα 1907-2001