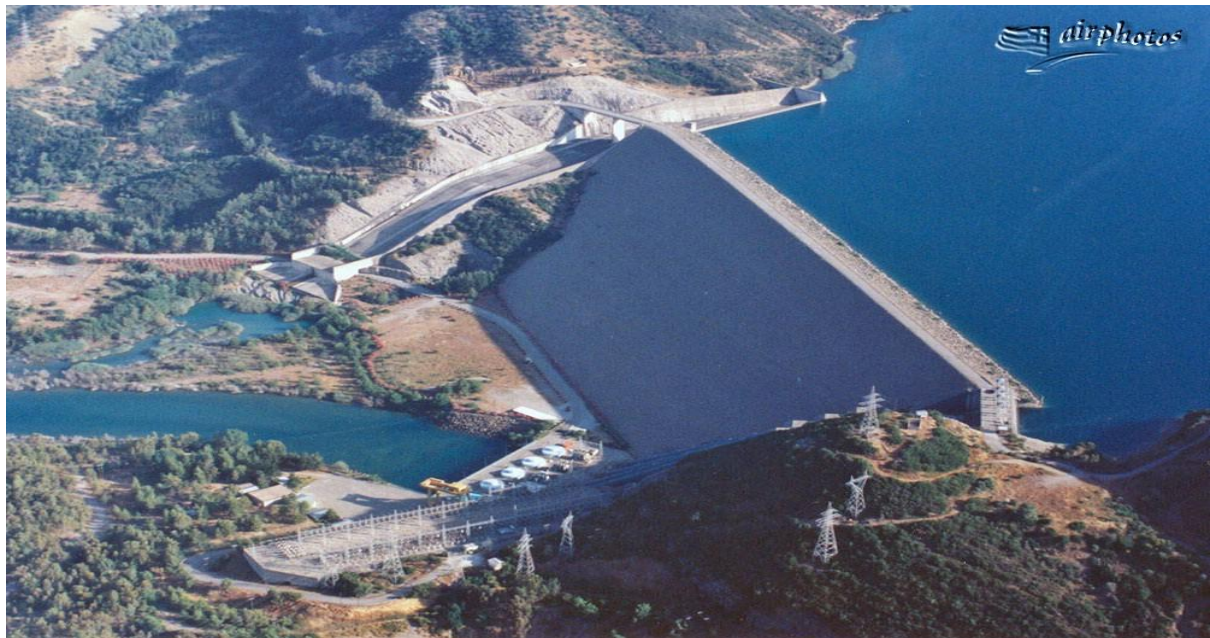


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι) ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ»



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΛΥΚΟΥΡΓΙΩΤΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΣΒΕΝΤΖΟΥΡΗ ΞΕΝΙΑ

ΠΑΤΡΑ, ΜΑΙΟΣ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας ολοκληρώσει την Πτυχιακή μας Εργασία αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε: Τον Εισηγητή και Επιβλέπων της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας Λυκουργιώτη Σωτήρη καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας, για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, τη συνεχή καθοδήγηση του και την υπομονή του.

Πάτρα, Μάιος 2012

Κωνσταντοπούλου Μαρία

Σβεντζούρη Ξένια

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την τοπογραφική διερεύνηση μετακινήσεων του φράγματος Καστρακίου του ποταμού Αχελώου. Αυτό θα γίνει με την δημιουργία διαγραμμάτων από κατακόρυφες και οριζόντιες μετακινήσεις οι οποίες έχουν ληφθεί από σημεία τα οποία βρίσκονται στη στέψη, στα κατάντη και στα ανάντη του φράγματος.

Θα αναφερθούμε στην ιστορία των φραγμάτων ανά αιώνες και πως ξεκίνησε η κατασκευή τους και με διάφορα παραδείγματα σε υδροηλεκτρικά φράγματα που υπάρχουν σε όλη την Ελλάδα. Την λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού φράγματος ανάλογα με το μέγεθος ενός ποταμού και την εκμετάλλευση της λεκάνης απορροής και από τι αποτελείται ακόμα ένα φράγμα τα μειονεκτήματα, τα πλεονεκτήματα και τον σκοπό που έχει η κατασκευή ενός φράγματος.

Θα γίνει αναφορά στο φράγμα που βασίζεται η εργασία και στην ιστορία του ποταμού στον οποίο βρίσκεται, με αναφορά στα χαρακτηριστικά του φράγματος και του ποταμού και την λειτουργία της ΔΕΗΣ και στα δύο αυτά τμήματα. Περιλαμβάνει επιπλέον τις γεωδαιτικές μετρήσεις του φράγματος και τέλος τα συμπεράσματα από τα διαγράμματα των κατακόρυφων και οριζόντιων μετρήσεων του φράγματος Καστρακίου για τις μετακινήσεις που μπορεί να έχει υποστεί με την πάροδο των χρόνων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελίδα
ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	7
1.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	15
1.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	22
1.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ.....	27
2.2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΔΕΗΣ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ.....	30
2.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ.....	32
2.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	34
2.5 ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	43

2.6 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	43
2.7 ΤΜΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ.....	47
3.2 ΕΠΙΓΕΙΑ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	47
3.3 ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	48
3.4 ΔΙΚΤΥΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	49
3.5 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ.....	50
3.6 ΣΑΡΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ.....	52
4.2 ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ...	56
4.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ.....	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Η ανάγκη των πληθυσμών για συλλογή πόσιμου νερού σε περιόδους ανομβρίας δεν είναι σημερινό φαινόμενο ούτε οφείλεται αποκλειστικά στις σύγχρονες κλιματικές αλλαγές του πλανήτη. Τα φράγματα ανακαλύφθηκαν κάποιες χιλιετίες πριν από πρωτοπόρους κατασκευαστές, οι οποίοι πρότειναν τη λύση στο μεγάλο πρόβλημα που ταλάνιζε αστούς και αγρότες.

Το αρχαιότερο φράγμα του κόσμου δημιουργήθηκε στην περιοχή Γιάβα της Ιορδανίας (αρχαία άνω Αίγυπτος), 4.000 χρόνια πριν. Η Αίγυπτος και η Συρία βεοποίησαν από νωρίς του ποταμούς τους αντιλαμβανόμενες το υπέρτατο αγαθό που τους πρόσφεραν και παρενέβησαν στην ροή τους για να σώσουν ανθρώπινες ζωές και περιουσίες.



ΦΩΤ.1.1.: ΦΡΑΓΜΑ

Οι αρχαίοι λαοί παρακολουθούσαν ανήμποροι τα ποτάμια τους να φουσκώνουν και να πλημμυρίζουν, παρακαλώντας να βγάλουν μόνο όσο νερό τους ήταν απαραίτητο. Αν ο Θεός Ποταμός θύμωνε, η πλημμύρα θα ήταν τρομακτική καταστρέφοντας ότι υπήρχε στο πέρασμά του. Άρα, μια βασική προϋπόθεση ήταν να ελέγξουν τη δύναμη της ροής του. Το κατάφεραν κατασκευάζοντας ένα έργο κάθετα στην κοίτη του, με σκοπό να κόψουν τη ροή του. Όταν το νερό συναντούσε το φράγμα, άλλαζε πορεία και διαχεόταν έξω από τις όχθες του ποτίζοντας τις καλλιέργειες.

Αργότερα σκέφτηκαν πως θα μπορούσαν όσο νερό δεν χρειαζόταν να το συλλέξουν για μεταγενέστερη χρήση. Έκλεισαν ένα μέρος του ποταμού, δημιουργώντας δεξαμενές και τεχνητές λίμνες . Προοδευτικά αναγνώρισαν ότι αν ο συμπαγής τοίχος είχε πόρτες που ανοιγόκλειναν, το νερό θα μπορούσε να περάσει με ελεγχόμενη ροή και να σταματήσει να πλημμυρίζει η γύρω περιοχή.

Οι κατασκευές του 20^{ου} αιώνα είναι τόσο εντυπωσιακές που εντάσσονται απαραίτητα στα προγράμματα τουριστικών ξεναγήσεων. Το φράγμα του Ασουάν στην Αίγυπτο, το φράγμα Χούβερ στην Αριζόνα, θεωρούνται αγαπημένο φόντο φωτογραφιών ή κινηματογραφικών γυρισμάτων. Η Κίνα ολοκλήρωσε το 2010 τις εργασίες στο φράγμα Γιανγκτσέ. Το μεγαλειώδες έργο μήκους 2.309 μέτρων και ύψους 101 μέτρων, συγκρίνεται ως προς το μέγεθος και την δυσκολία κατασκευής του με το Σινικό τείχος.



ΦΩΤ.1.2.: ΦΡΑΓΜΑ ΓΙΑΝΓΚΤΣΕ

Η Ελλάδα παρουσίασε το πρώτο της φράγμα στα παράλια της δυτικής Αιτωλοακαρνανίας, στην αρχαία Αλυζία. Το φράγμα χρονολογείται από τον 1^ο π.Χ. αιώνα και δίνει μαθήματα σταθερής κατασκευής εφόσον διατηρείται ως επισκέψιμο μνημείο έως σήμερα.

Την ίδια περίπου εποχή, κατά την περίοδο της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, το νερό άρχισε να αξιοποιείται και στην μηχανική. Εμφανίστηκαν οι νεροτροχοί που έδιναν κίνηση στους μύλους μέσω ιμάντα ώστε να παραχθούν άλευρα. Για πολλούς αιώνες, οι μύλοι λειτουργούσαν με αυτή την εφεύρεση σε όλη την Ευρώπη.

Το 18^ο αιώνα τέθηκαν οι βάσεις για την μέγιστη αξιοποίηση του τρεχούμενου νερού. Οι μηχανικοί διαπίστωσαν ότι μπορούσαν να εκμεταλλευτούν ένα ποτάμι όχι μόνο για άρδευση καλλιεργειών ή παροχή πόσιμου νερού αλλά και για παραγωγή ενέργειας. Εξέλιξαν τους νερότροχους σε υδροστρόβιλους που με την δύναμη τους μετέτρεπαν την κινητική σε δυναμική ενέργεια. Συγκεκριμένα, το νερό που διοχετεύεται σε καθοδικό αγωγό, αποκτά κινητική ενέργεια και περιστρέφει ένα υδρόμυλο ή υδροστρόβιλο. Σε άλλες περιπτώσεις αξιοποιείται η σταθερή ροή των υδάτων ενός ποταμού για να κινήσει αυτές τις μηχανές. Αυτή η περιστροφική κίνηση μεταφέρεται

στον άξονα ηλεκτρικής γεννήτριας, η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Τα φράγματα που κατασκευάστηκαν στην συνέχεια, εξυπηρετούσαν διπλό σκοπό. Ανάλογα με τον ποταμό και τις ανάγκες της περιοχής, οι μηχανικοί φραγμάτων στην Ελλάδα ξεκίνησαν συστηματικά από το 1950 την κατασκευή τους χρησιμοποιώντας τα σαν απλούς ταμιευτήρες ή παράλληλα ως μέσα παραγωγής ενέργειας. Ο συνολικός βαθμός αποδόσεως ενός υδροηλεκτρικού σταθμού φτάνει μέχρι το 90%.

Με την πάροδο των δεκαετιών εξελίχθηκαν και τυποποιήθηκαν μορφές και μεγέθη υδροηλεκτρικών μονάδων, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες του γεωγραφικού χώρου. Ένα κριτήριο κατηγοριοποίησης είναι το ύψος πτώσης των υδάτων :

- ∅ Μονάδες με ύψος πτώσης νερού των 15 μέτρων και μεγάλη παροχή νερού, χρησιμοποιούνται για την κάλυψη βασικού φορτίου ισχύος.
- ∅ Μονάδες με ύψος πτώσης νερού μεταξύ 15 και 50 μέτρων και μέση ως μεγάλη παροχή νερού, χρησιμοποιούνται για την κάλυψη βασικού και μεσαίου φορτίου ισχύος.
- ∅ Μονάδες με ύψος πτώσης νερού από 50 μέτρα και πάνω και μικρή παροχή νερού, χρησιμοποιούνται για την κάλυψη φορτίων αιχμής.

Ένα άλλο κριτήριο κατηγοριοποίησης είναι η διαθεσιμότητα μιας ηλεκτροπαραγωγού μονάδας. Αυτό σημαίνει ότι η μονάδα παράγει στην κανονική λειτουργία της ένα μικρότερο ποσοστό από την πραγματική δυναμικότητα της σε ώρες μεγάλης ενεργειακής ζήτησης αυξάνεται βραχυπρόθεσμα η παραγόμενη ποσότητα ενέργειας.

Ένα τρίτο κριτήριο για κατηγοριοποίηση των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι το είδος κατασκευής της υδροηλεκτρικής μονάδας :

- Ø Μονάδες με ύδατα συνεχούς ροής : Συσσωρεύεται το νερό ενός ποταμού και ελέγχεται η απορρέουσα ποσότητα για την παραγωγή ενέργειας.
- Ø Μονάδες με ταμιευτήρα νερού: Αποθηκεύεται το νερό για κάποιο χρονικό διάστημα (ώρες, ημέρες, εβδομάδες) και, όταν παρουσιαστεί ζήτηση φορτίου, διατίθεται το νερό για την παραγωγή ενέργειας.
- Ø Αντλητική μονάδα: Με τυχόν περίσσειμα ηλεκτρικής ενέργειας αντλείται το νερό από χαμηλό σημείο σε υψηλότερο και, όταν παρουσιαστεί ζήτηση φορτίου, διατίθεται το νερό για την παραγωγή ενέργειας.
- Ø Άλλοι τύποι υδροηλεκτρικών μονάδων κατασκευάζονται λιγότερο και μόνο σε γεωγραφικές περιοχές με ειδικές προδιαγραφές, όπως για την αξιοποίηση της θαλάσσιας παλίρροιας, των θαλάσσιων κυμάτων και ρευμάτων κ.ά.

Η σημασία των υδροηλεκτρικών μονάδων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι τεράστια. Μερικές χώρες κάλυπταν τις ανάγκες τους σε ηλεκτρική ενέργεια στα τέλη του 20^{ου} αιώνα εξ' ολοκλήρου (Νορβηγία) και άλλες κατά μεγάλο ποσοστό (Βραζιλία 80%) με υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Σε παγκόσμια κλίμακα, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται κατά περίπου 18% σε υδατοπτώσεις. Μειονεκτήματα αυτού του τρόπου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι το μεγάλο κόστος των εγκαταστάσεων, ο κίνδυνος για γεωλογικές επιπτώσεις (σεισμοί, κατολισθήσεις κ.ά.) λόγω του σημαντικού φορτίου στο υπέδαφος από το συσσωρευόμενο νερό και πιθανές πλημμύρες λόγω θραύσης φραγμάτων. Πλεονεκτήματα είναι η απουσία εκπομπών στο περιβάλλον, η ρύθμιση της παροχής υδάτων στους ποταμούς κ.ά.

Οι πρώτοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί για μικρές ισχύς κατασκευάστηκαν στη δεκαετία του 1870 στην Αγγλία και ένας στο Appleton, Wisconsin των ΗΠΑ το έτος 1882, ο οποίος τροφοδοτούσε την πόλη και το τοπικό εργοστάσιο παραγωγής χαρτιού με ηλεκτρική ενέργεια. Άλλα ανάλογα υδροηλεκτρικά έργα κατασκευάστηκαν στην Αυστραλία (Duck Reach, 1895) και τον Καναδά (St. Catharine, Ontario, 1898).

Το έτος 1932 εγκαινιάστηκε ένα από τα μεγαλύτερα υδροηλεκτρικά έργα εκείνης της εποχής, το Dnjerprostroj στον ποταμό Δνήπερο της Ουκρανίας, με ισχύ 1500 MW. Το φράγμα είχε ύψος πάνω από 50 μέτρα και μήκος τόξου 762 μέτρα. Το 1941, κατά τη

διάρκεια του β' παγκόσμιου πολέμου, προκάλεσαν σοβιετικοί στρατιώτες ρήγμα στο φράγμα, υποχωρώντας μπροστά στους προελαύνοντες Γερμανούς. Έτσι άδειασε ο ταμιευτήρας, αλλά οι δυνάμεις κατοχής επιδιόρθωσαν τη βλάβη και έθεσαν μετά από ένα χρόνο περίπου τον υδροηλεκτρικό σταθμό σε λειτουργία, μέχρι το έτος 1943, οπότε αποχώρησαν. Κατά την αποχώρησή τους βομβάρδισαν όμως το φράγμα, με αποτέλεσμα να χρειαστούν πάλι μερικά χρόνια για την επιδιόρθωσή του.

Το έτος 1936 εγκαινιάστηκε το υδροηλεκτρικό έργο Hoover στη Νεβάδα των ΗΠΑ με ισχύ 2.000 MW και ήταν μέχρι το έτος 1949 ο μεγαλύτερος σταθμός αυτού του είδους. Επεκτάσεις και βελτιώσεις του έργου γίνονταν μέχρι τη δεκαετία του 1960. Το μέχρι στιγμής μεγαλύτερο υδροηλεκτρικό έργο στον κόσμο εγκαινιάστηκε το έτος 1983 στον ποταμό Παρανά μεταξύ Βραζιλίας και Παραγουάης, με ισχύ 14 GW. Ακόμα το 2010 ξεκίνησε να λειτουργεί το υδροηλεκτρικό έργο των «των τριών φραγμάτων» στον ποταμό Γιανγκ Τσε της Κίνας όπως αναφέρθηκε παραπάνω με ισχύ 18,2 GW και αργότερα το έργο Turukhansk στη Ρωσία με προγραμματιζόμενη ισχύ 20 GW.

Σήμερα, η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) στρέφεται δυναμικά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας όπως ηλιακή, αιολική και κυρίως υδροηλεκτρική. Υπάρχουν 16 μεγάλοι και 8 μικρότεροι υδροηλεκτρικοί σταθμοί που βρίσκονται σε φράγματα ποταμών ή τεχνητές λίμνες που παράγουν το 15% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε επίπεδο προστασίας περιβάλλοντος εφόσον δεν εξαντλούν φυσικούς πόρους και δεν ρυπαίνουν με λύματα ή αέρια θεωρούνται απολύτως αποδεκτοί.



ΦΩΤ.1.3.: ΦΡΑΓΜΑ

Εκτός της χρηστικής στο λειτουργίας, τα φράγματα αποτελούν και πρωτόγνωρα αξιοθέατα. Αρκετοί νόμοι της Ελλάδας αξιοποίησαν τις τεχνητές λίμνες και ανέπλασαν τις γύρω περιοχές εξελίσσοντάς τες σε ειδυλλιακά τοπία για τους επισκέπτες. Οι ίδιες οι κατασκευές εξαιτίας της μοναδικότητάς τους είναι σήμα κατατεθέν της περιοχής τους.

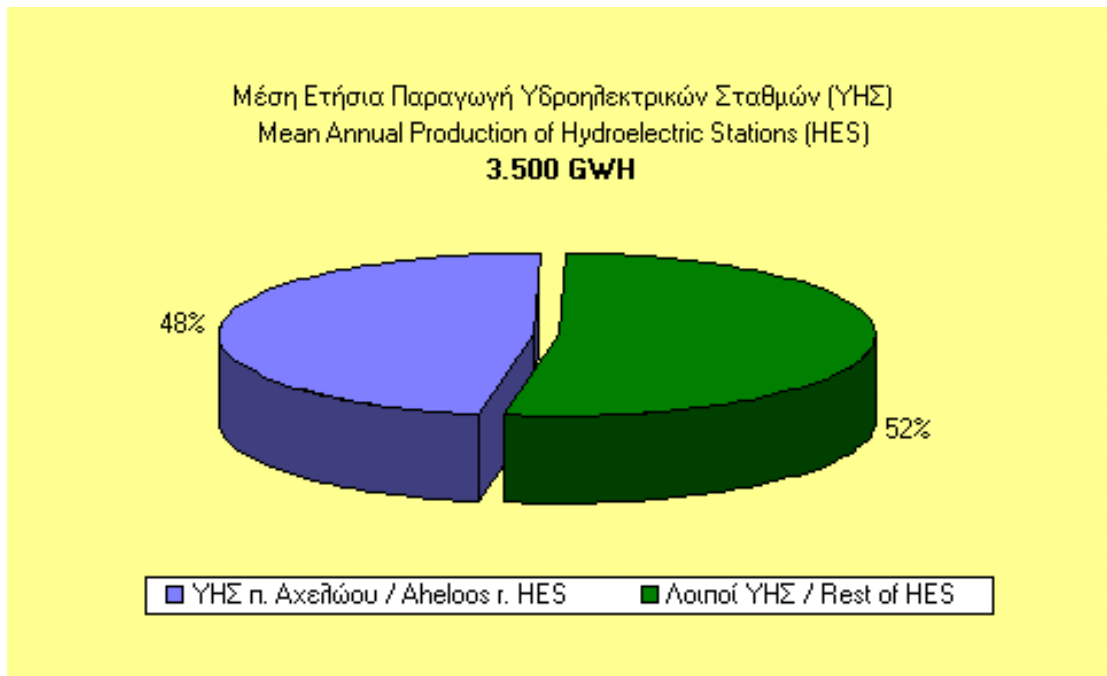
Στην Ελλάδα κατασκευάστηκαν και λειτουργούν, σταδιακά επεκτεινόμενοι και βελτιούμενοι και Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ΥΗΣ) του επόμενου πίνακα.

Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ΥΗΣ) που λειτουργούν στην Ελλάδα (στοιχεία 1996)					
ΥΗΣ	Ποταμός	Επιφ. λίμνης m ²	Ύψος πτώσης νερού/m	Εγκαστ. ισχύς MW	Μέση ετήσια ενέργεια/GWh/a
Άγρα	Εδεσσαίος	-	156	50	50
Εδεσσαίου	Εδεσσαίος	-	125	19	46
Λούρου	Λούρος	0,15	59	10	60
Πουρναρίου	Άραχθος	20,6	79	300	400
Κρεμαστών	Αχελώος	80,6	136	436	1.300
Καστρακίου	Αχελώος	24,2	76	320	940
Πολύφυτου	Αλιάκμων	74,0	149	360	616
Σφηκιάς	Αλιάκμων	4,2	62	315	750
Ασωμάτων	Αλιάκμων	2,6	40	108	210
Πλαστήρα	Ταυρωπός	25,2	577	129	240
Λάδωνα	Λάδωνας	4,0	239	70	317
Πηγών Αώου	Αώος	13,0	655	210	310
Θησαυρού	Νέστος	20,0	154	240	438
Στράτου	Αχελώος	8,4	37	150	400

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1. : ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

1.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις οι οποίες βρίσκονται σε λειτουργία στην χώρα μας είναι περίπου 15 σε λειτουργία είτε μεγάλης, είτε μικρής παραγωγής ενέργειας. Μέσα σε αυτούς έχουμε και περιπτώσεις εγκαταστάσεων σε σειρά στην χώρα μας είναι των υδροηλεκτρικών σταθμών Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου στον ποταμό Αχελώο, και των υδροηλεκτρικών σταθμών Πολυφύτου, Σφηκιάς και Ασωμάτων στον ποταμό Αλιάκμονα. Μερικοί από τους πλέον σημαντικούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς αναφέρονται παρακάτω:



ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ. 1.1.: ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

- **Ο Υδροηλεκτρικός σταθμός Λάδωνα (ΥΗΣ)** κατασκευάστηκε το 1955, στον ποταμό Λάδωνα, κοντά στα Τρόπαια. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα από σκυρόδεμα με διάκενα, και ευθύγραμμη στέψη. Το ύψος του φράγματος είναι 58 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 101 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 0.036 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 49.00 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία 46.20 εκατοστά κυβικά είναι ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Υπάρχουν δύο εκχειλιστές με θυροφράγματα, οι οποίοι έχουν μελετηθεί για παροχή 760 m³ /

s. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 3 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 70 MW, ο οποίος έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 340 GWH.



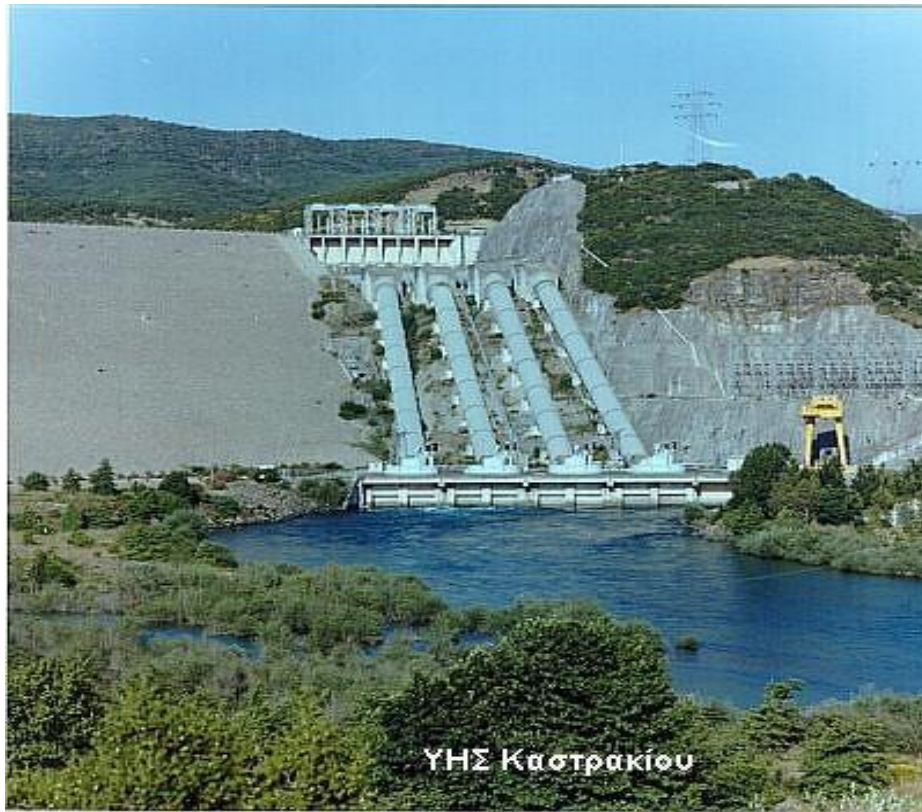
ΦΩΤ.1.4.:

ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΛΑΔΩΝΑ

- **Ο ΥΗΣ Γκιόνας** κατασκευάστηκε το 1985 και τέθηκε σε λειτουργία το 1988, βρίσκεται 3 περίπου km βορειοδυτικά της πόλης της Άμφισσας ακριβώς κατάντη της εξόδου της σήραγγας της Γκιόνας . Απέχει από την Αθήνα 192 km. Διαθέτει σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέγιστης δυναμικότητας 55 GWH ετησίως μιας μονάδας ισχύος 8.68 MW και τροφοδοτεί το διασυνδεδεμένο σύστημα 150 KV.
- **Ο ΥΗΣ Ν. Πλαστήρα** που αξιοποιεί τα νερά του ποταμού Ταυρωπού και είναι η πρώτη εκτροπή των νερών της λεκάνης απορροής του Αχελώου προς την Θεσσαλία. Βρίσκεται κοντά στην Καρδίτσα, έναρξη λειτουργίας 1962, ισχύος 130 MW. Το φράγμα τσιμεντένιο τοξωτό στον ποταμό Ταυρωπό (Μέγδοβα) 40 περίπου χιλ. από την Καρδίτσα. Αποτελεί τυπικό παράδειγμα υδροηλεκτρικού έργου που λειτουργεί άριστα ως έργο πολλαπλού σκοπού.
- **Ο ΥΗΣ Κρεμαστών** κατασκευάστηκε το 1965, στον ποταμό Αχελώο, βορείως του Αγρινίου. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι χωμάτινο από αργιλικό πυρήνα και σώματα από αμμοχάλικο του ποταμού. Το ύψος του φράγματος είναι 165 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 460 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 8.17 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με

συνολική χωρητικότητα 4750 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία 3300 εκατοστά κυβικά μέτρα είναι ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Ο εκχειλιστής είναι ανοιχτής διώρυγας με θυροφράγματα, και έχει μελετηθεί για παροχή $3000 \text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 4 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 437 MW, ο οποίος έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 1430 GWH.

- **Ο ΥΗΣ Στράτος** είναι σε απόσταση 8 km κατάντη του Υδροηλεκτρικού Φράγματος Καστρακίου και 0.8 km περίπου ανάντη του αρδευτικού φράγματος του Αχελώου. Απέχει 285 km από την Αθήνα και βρίσκεται 9 km δυτικά του Αγρινίου. Ο ταμιευτήρας έχει ολική χωρητικότητα 80 εκατοστά m^3 περίπου για ανώτατη στάθμη λειτουργίας σε ύψος 68,6 m. Το έργο αποτελείται από χωμάτινο φράγμα με στέψη 73 m (από την επιφάνεια της θάλασσας). Ο υπόγειος σταθμός περιλαμβάνει δύο κατακόρυφες μονάδες τύπου FRANCIS, ισχύος 75 MW η καθεμία και παράγει ετήσια συνολική ενέργεια περίπου 400 GWH.
- **Ο ΥΗΣ Ταυρωπού** κατασκευάστηκε το 1959, στον ποταμό Ταυρωπό, παραπόταμο του Αχελώου, κοντά στην Καρδίτσα. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα τοξωτό από σκυρόδεμα, διπλής καμπυλότητας. Το ύψος του φράγματος είναι 83 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 220 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 0.10 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 400 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία τα 300 εκατοστά κυβικά είναι ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Ο εκχειλιστής αποτελείται από δύο ανοίγματα χωρίς θυροφράγματα, στην στέψη του φράγματος, και έχει μελετηθεί για παροχή $500 \text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 3 μονάδων τύπου PELTON οριζόντιου άξονα, συνολικής ισχύος 130 MW, ο οποίος έχει ετήσια παραγωγή ενέργειας 250 GWH.



ΦΩΤ.1.5.: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

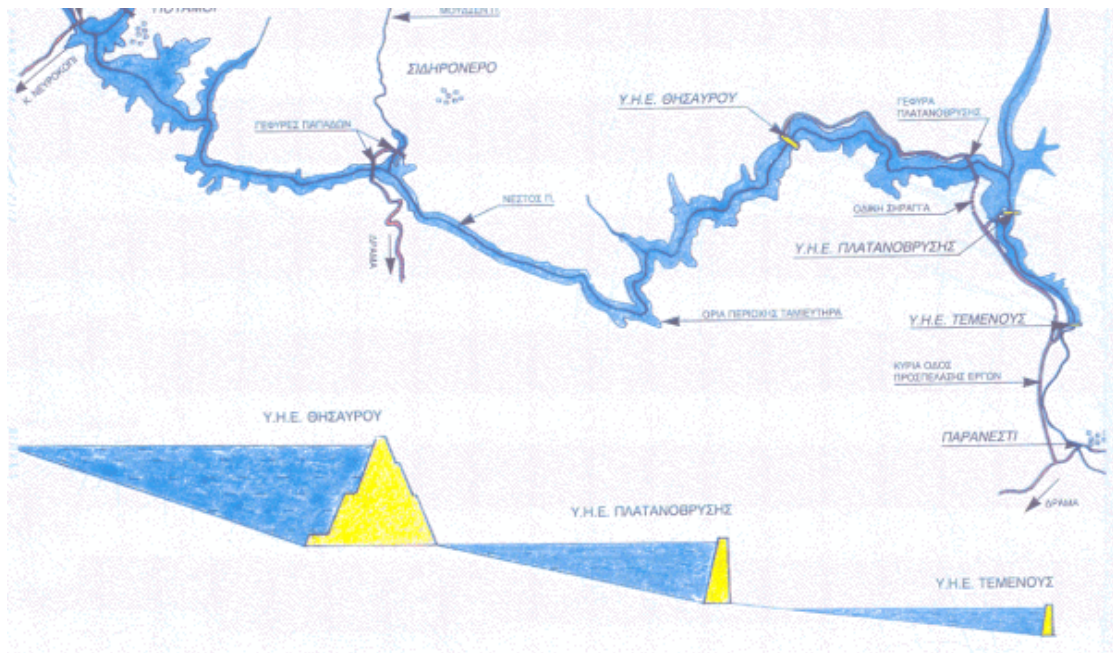
- **Ο ΥΗΣ Πουρναρίου** κατασκευάστηκε το 1978, στον ποταμό Άραχθο, κοντά στην Άρτα. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα και σώματα από αμμοχάλικο ποταμού. Το ύψος του φράγματος είναι 102 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 574 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 9.50 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 730 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία 340 εκατοστά κυβικά είναι ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Ο εκχειλιστής είναι ανοιχτής διώρυγας με θυροφράγματα, και έχει μελετηθεί για παροχή $6100 \text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 3 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 300 MW, ο οποίος έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 467 GWH.
- **Ο ΥΗΣ Λούρου** κατασκευάστηκε το 1954, στον ποταμό Λούρο, κοντά στην Άρτα. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα βαρύτητας από σκυρόδεμα, με καμπύλη στέψη, και υπερχειλίση επάνω στην στέψη. Το ύψος του φράγματος είναι 18 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 97 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 0.012 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 1.08 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία 0.37

εκατοστά κυβικά ήταν ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Ο μεγάλος όγκος φερτών του ποταμού Λούρου έχει δημιουργήσει προσχώσεις στον ταμιευτήρα έτσι ώστε ο ωφέλιμος όγκος έχει μηδενιστεί. Επομένως, δεν αποθηκεύεται νερό στον ταμιευτήρα, και ο σταθμός λειτουργεί συνεχώς, σαν σταθμός βάσης, για να χρησιμοποιήσει την υπάρχουσα παροχή του ποταμού. Η στέψη του φράγματος η οποία χρησιμεύει για εκχειλιστής δεν έχει θυροφράγματα, και μπορεί να εξυπηρετεί παροχή $1400\text{m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 3 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 10MW, ο οποίος έχεις ετήσια παραγωγή ενέργειας 58.80 GWH.

- **Ο ΥΗΣ Πηγών Αώου** 45 km από τα Ιωάννινα, κοντά στο Μέτσοβο, εκτρέπει μικρό μέρος των νερών του Αώου προς τη λεκάνη του Αράχθου. Φράγμα χωμάτινο, σταθμός υπόγειος, έναρξη λειτουργίας 1990, ισχύος 210 MW.
- **Ο ΥΗΣ Πολυφύτου** κατασκευάστηκε το 1974, στον ποταμό Αλιάκμονα, κοντά στην Κοζάνη. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα και σώματα από λιθορριπή λατομείων. Το ύψος του φράγματος είναι 112 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 296 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 3.46 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 2244 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία 1500 εκατοστά κυβικά είναι ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Ο εκχειλιστής αποτελείται από κεκλιμένη σήραγγα, η οποία συνεχίζει στην σήραγγα εκτροπής, έχει κατακλινόμενα θυροφράγματα, και έχει μελετηθεί για παροχή $1375\text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υπόγειο υδροηλεκτρικό σταθμό 3 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 360 MW, ο οποίος έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 584 GMH.
- **Ο ΥΗΣ Σφηκιάς** κατασκευάστηκε το 1985, στον ποταμό Αλιάκμονα, κοντά στην Βέροια. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα λιθορριπτο με αργιλικό πυρήνα και σώματα από λιθορριπή εκσκαφών. Το ύψος του φράγματος είναι 82 μέτρα και το μήκος της στέψης είναι 220 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 1.62 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με ωφέλιμη χωρητικότητα 99 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο εκχειλιστής είναι σε δύο σήραγγες, έχει κυκλικά θυροφράγματα στις είσοδο κάθε σήραγγας, και έχει μελετηθεί για παροχή $1600\text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 3 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 315 MW, ο οποίος έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργεια 660 GWH. Ο

υδροηλεκτρικός σταθμός Σφηκιάς είναι ο πρώτος σταθμός με αναστρέψιμους στροβίλους, οι οποίοι μπορούν να αντλούν νερό από τον κάτω ταμιευτήρα στον επάνω ταμιευτήρα κατά την διάρκεια της νύχτας και να το χρησιμοποιούν κατά την διάρκεια της ημέρας για την παραγωγή ενέργειας και την ικανοποίηση του φορτίου αιχμής της ζήτησης.

- **Ο ΥΗΣ Ασωμάτων** κατασκευάστηκε το 1985 – 1986, στον ποταμό Αλιάκμονα, κοντά στην Βέροια, κατάντη της υδροηλεκτρικής εγκατάστασης Σφηκιάς. Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα και σώματα από αμμοχάλικα ποταμού. Τα ο ύψος του φράγματος είναι 52 μέτρα και το ύψος της στέψης είναι 205 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 1.45 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 53 εκατοστά κυβικά και ωφέλιμη χωρητικότητα 10 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο εκχειλιστής είναι στο αντέρεισμα του φράγματος σε κιβωτιοειδή αγωγό και στην συνέχεια σε ανοιχτή διώρυγα, έχει κυκλικά θυροφράγματα, και έχει μελετηθεί για παροχή $1600 \text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υπόγειο υδροηλεκτρικό σταθμό 2 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 110 MW, ο οποίος έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 189 GWH.
- **Ο ΥΗΣ Άργα** 2 km από την Έδεσσα στον ποταμό Εδεσσαίο (Βόδα), φράγμα χαμηλό χωμάτινο, έναρξη λειτουργίας 1969, ισχύος 19 MW.
- **Ο ΥΗΣ Θησαυρού**, 60 km από την Δράμα κοντά στο Παρανέστι, στο ποταμό Νέστο. Φράγμα υψηλό, λιθόριππο, χωμάτινο, έναρξη λειτουργίας 1997, ισχύος 384 MW. Είναι σταθμός αναστρέψιμος με λειτουργία ως αντλητικό το βράδυ ανεβάζοντας το νερό του ταμιευτήρα Πλατανόβρυσης στον ταμιευτήρα Θησαυρού.
- **Ο ΥΗΣ Πλατανόβρυσης** κοντά του Θησαυρού, φράγμα από κυλινδρωμένο σκυρόδεμα (RCC), έναρξη λειτουργίας 1999, ισχύος 116 MW.



ΕΙΚΟΝΑ.1.1: ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

1.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν μεγάλη έκταση ανάλογα με το μέγεθος του ποταμού και το σχέδιο εκμετάλλευσης του νερού της λεκάνης απορροής. Ύστερα από μετρήσεις και έρευνες γίνεται προμελέτη έργων αξιοποίησης του ποταμού, η μελέτη, η κατασκευή και τέλος αρχίζει η εκμετάλλευση του έργου.

Κύρια τμήματα ενός υδροηλεκτρικού έργου είναι το Φράγμα, ο Ταμιευτήρας, ο Εκχειλιστής ή Υπερχειλιστής, η Υδροληψία, οι Σήραγγες, ο Αγωγός Προσαγωγής / Απαγωγής του νερού, το Εργοστάσιο Παραγωγής, ο Υποσταθμός ανύψωσης τάσεως και οι Γραμμές μεταφοράς.

Τα βασικότερα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας υδροηλεκτρικός σταθμός:

Το Φράγμα: Υπάρχουν πολλά είδη φραγμάτων και χωρίζονται ανάλογα το υλικό με το οποίο κατασκευάζονται, πέτρα, σκυρόδεμα, χώμα και από άλλα υλικά. Επίσης, ανάλογα με το ύψος τους υπάρχουν τα μεγάλα, μεσαία και μικρά.



ΦΩΤ.1.6 . :Αριστερά: Ποτάμια μονάδα ηλεκτροπαραγωγής, Δεξιά: Ταμιευτήρας με φράγμα, Κάτω: Αντλητική μονάδα

Ο Ταμιευτήρας: Ο Ταμιευτήρας σχηματίζεται μετά την έμφραξη, της σήραγγας εκτροπής. Η έκταση και η χωρητικότητα του εξαρτώνται από την μορφολογία της λεκάνης απορροής του ποταμού σε σχέση με το φράγμα, αλλά και από το ύψος του.

Ο Εκχειλιστής – Υπερχειλιστής – Εκκενωτής : Ο Εκχειλιστής ή Υπερχειλιστής και ο Εκκενωτής είναι τα επιμέρους έργα ή τμήματα του φράγματος που εξασφαλίζουν την ασφάλεια του σε έκτατες περιπτώσεις όπως είναι οι μεγάλες πλημμύρες ή κάποιο άλλο συμβάν που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ένα φράγμα από αιτίες όπως σεισμούς γεωλογικό πρόβλημα, κατολισθήσεις κ.τ.λ.

Υδροληψία, Σήραγγες – Αγωγοί Προσαγωγής – Απαγωγής του νερού : Είναι τα έργα που οδηγούν το νερό από τον ταμιευτήρα στο σταθμό παραγωγής και μετά την διέλευση του από τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη κοίτη του ποταμού ή στον επόμενο ταμιευτήρα ανάλογα τις περιπτώσεις.

Το Εργοστάσιο Παραγωγής : Είναι το κτήριο που περιέχει τις μονάδες παραγωγής, τους πίνακες ελέγχου και τον βοηθητικό εξοπλισμό που χρειάζεται για την λειτουργία του. Μπορεί να είναι υπόγειος, υπαίθριος, ημιυπαίθριος.

Ο Υποσταθμός Υψώσεως Τάσεως – Γραμμές Μεταφοράς : Κοντά στο εργοστάσιο βρίσκεται ο υποσταθμός όπου υπάρχουν οι μετασχηματιστές ισχύος, διακόπτες, το κτήριο ελέγχου, και άλλος βοηθητικός εξοπλισμός. Επίσης στον υποσταθμό είναι εγκατεστημένοι οι διακόπτες των γραμμών που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια και αποτελούν τμήμα του εθνικού συστήματος μεταφοράς υψηλής τάσεως 150 KV και 380 KV.

1.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Ακόμη και αν δεν λογαριαστούνε οι άλλες ωφέλειες και σταθεί κανείς μόνο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι γνωστό ότι σε ένα διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό σύστημα η λειτουργία των ΥΗΣ είναι ζωτικής σημασίας, όχι τόσο από πλευράς ενέργειας, όσο για τα άλλα χαρακτηριστικά τους, που δίνουν την δυνατότητα καλύτερης εκμετάλλευσης όλων των μονάδων παραγωγής και των γραμμών μεταφοράς και παράλληλα αυξάνουν την ελαστικότητα της παραγωγής και την αξιοπιστία του συστήματος.

Εκτός επομένως των εμφανών ποσοτικών μεγεθών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος σε MW με εξαιρετική διαθεσιμότητα, προσφέρουν πολλές υπηρεσίες στο εθνικό ηλεκτρικό διασυνδεδεμένο σύστημα όπως :

- ∅ Ρύθμιση των διασυνδέσεων και γενικότερα των μεταβαλλόμενων φορτίων.
- ∅ Παραγωγή άεργου ενέργειας για τις ανάγκες του συστήματος επομένως ρύθμιση της τάσεως.
- ∅ Κάλυψη των αιχμών του συστήματος και επομένως καλύτερη εκμετάλλευση των θερμικών σταθμών.
- ∅ Στρεφόμενη εφεδρεία λόγω της ταχείας ανάληψης φορτίου – επομένως ρύθμιση συχνότητας.
- ∅ Ψυχρή εφεδρεία με την εγκατεστημένη ισχύ του για την αντιμετώπιση οποιαδήποτε αντιξοότητας που επιφέρει έλλειμμα παραγωγής.
- ∅ Αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος και βελτιστοποίησης όλης της παραγωγής.

Επιπρόσθετα, τα ΥΗΣ λειτουργούν και ως έργα πολλαπλού σκοπού όπως στις παρακάτω περιπτώσεις :

Ύδρευση

Οι ταμιευτήρες με την μεγάλη χωρητικότητά τους και το εξαιρετικής ποιότητας νερό εξυπηρετούν πολλές περιοχές εξασφαλίζοντας μεγάλες ποσότητες πόσιμου νερού σε περίπου 2,5 εκατομμύρια πολίτες όσον αφορά την Ελλάδα (Άρτα, Πρέβεζα, Λευκάδα, Αγρίνιο, Καρδίτσα, σύντομα Θεσσαλονίκη).

Αρδευση

Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζονται μεγάλες ποσότητες νερού την θερινή περίοδο με αιχμή τον Ιούλιο – Αύγουστο για την άρδευση εκτεταμένων περιοχών που βρίσκονται κοντά σε φράγματα. Υπολογίζεται ότι αρδεύονται περίπου 5 εκατομμύρια στρέμματα αυξάνοντας τόσο την αξία της περιουσίας των αγροτικών πληθυσμών όσο και το ετήσιο εισόδημα.

Αντιπλημμυρική Προστασία

Τα φράγματα συμβάλλουν στην αντιπλημμυρική προστασία και επέτρεψε την αξιοποίηση μεγάλων γόνιμων παραποτάμιων εκτάσεων εκατοντάδων χιλιάδων στρεμμάτων. Καλλιεργούνται χωρίς φόβο από πλημμύρες παραποτάμιες περιοχές κοντά στις εκβολές (Λάδωνας, Αχελώος, Άραχθος, Αλιάκμονας, Νέστος κ.τ.λ.).

Ξηρασία – Λειψυδρία

Οι ταμιευτήρες των υδροηλεκτρικών σταθμών προφυλάσσουν πολλές περιοχές της χώρας από μεγάλες καταστροφές και αποφυγή δραματικών καταστάσεων λόγω παρατεταμένης ξηρασίας που εμφανίζεται στη Μεσόγειο.

Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν και αρνητικές επιπτώσεις στην κατασκευή ΥΗΣ. Τα φράγματα και οι ταμιευτήρες που δημιουργούνται κάνουν ανάσχεση πλημμυρών και κατακρατούν τα φερτά υλικά. Μ ε τον τρόπο αυτό τροποποιούνται τα δέλτα των ποταμών και επιδρούν αρνητικά στα φυσικά οικοσυστήματα. Επίσης δίνεται η δυνατότητα για καταπατήσεις που μειώνουν την παροχетеυτικότητα. Αυτό έχει ως συνέπεια την δυσκολία στη χρησιμοποίηση των υπερχειλιστών. Επίσης με την δημιουργία του ταμιευτήρα χάνονται αγροτικές εκτάσεις, χωριά πνίγονται και μνημεία ιστορικά σκεπάζονται από το νερό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Ο ΠΟΤΡΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ

Ο Αχελώος ή Ασπροπόταμος πηγάζει από το όρος Λάκμος της οροσειράς της Πίνδου, στην περιοχή του Μετσόβου και εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος. Είναι ο δεύτερος σε μήκος ποταμός, μέσα σε ελληνικό έδαφος. Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ποτάμια οικοσυστήματα της χώρας. Είναι ο ποταμός που έχει αξιοποιηθεί περισσότερο από κάθε άλλον στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας ενώ αρκετά σημαντική είναι η συμβολή του στη γεωργική παραγωγή της ευρύτερης περιοχής της δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Η λεκάνη απορροής, η περιοχή από την οποία μαζεύονται τα νερά του, έχει συνολικά έκταση 4.470 τετραγωνικά km και μέγιστο υψόμετρο πηγών 2.469 m.



ΦΩΤ.2.1.: Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ

Οι αρχαίοι μας πρόγονοι, εντυπωσιασμένοι από την αφθονία των νερών αλλά και από την δύναμη του ποταμού, είχαν θεοποιήσει τον Αχελώο και τον παρίσταναν ως κερασφόρο γίγαντα με όψη ταύρου και σώμα φιδιού.

Μυθολογικά στοιχεία αναφέρουν πως ήταν ο γιός του Ωκεανού και της Τηθύος. Θεωρείται επίσης ο πρωτότοκος αδερφός τριών χιλιάδων θεών ποταμών και πατέρας πολλών πηγών όπως της Πειρήνης στην Κόρινθο, της Κασταλιάς στου Δελφούς και της Δίρκης στη Θήβα.

Ο Αχελώος συνδέεται με τον μυθικό κύκλο των άθλων του Ηρακλή. Ο ποταμός ηττήθηκε στην μάχη που έδωσε με τον ήρωα για την διεκδίκηση της Δηϊάνειρας, κόρης του Οινέα βασιλιά της Καλυδώνας στη Αιτωλία. Ο Αχελώος που είχε το χάρισμα να παίρνει διάφορες μορφές, μεταμορφώθηκε κατά τη διάρκεια της μάχης σε ταύρο. Ο Ηρακλής του ξερίζωσε ένα από τα κέρατά του. Ο Αχελώος θεωρώντας εαυτόν ηττημένο του παραχώρησε το δικαίωμα να παντρευτεί την Δηϊάνειρα αλλά ζητώντας πίσω το κέρατό του. Για αντάλλαγμα δώρισε στον Ηρακλή το « κέρασ της Αμαλθείας ». Η Αμάλθεια ήταν η κασίκα τροφός του Δία, και το κέρατό της ξεχείλιζε από λουλούδια και φρούτα. Συμβολισμός της γενναιοδωρίας του ποταμού που συνεχίζει να τη παρέχει μέχρι και στις μέρες μας.



ΦΩΤ.2.2.: Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ

Στο τελευταίο και ευφορώτερο πλωτό τμήμα του Αχελώου, είχαν ακμάσει στην αρχαιότητα η Αιτωλική και η Ακαρνανική συμπολιτεία . Η περιοχή ήταν κατάλληλη για

γεωργική χρήση, διότι οι χειμερινές πλημμύρες του ποταμού άφηναν στα πεδινά τμήματα πλούσιο χώμα, το οποίο καλλιεργούσαν το καλοκαίρι οι κάτοικοι της περιοχής.

Διακρίνονται τρεις κύριοι κλάδοι του ποταμού

α. Ο κλάδος του Κάτω Αχελώου, που περιλαμβάνει το τμήμα του ποταμού από τον ΥΗΣ Καστρακίου μέχρι το επίπεδο της θαλάσσης (Πατραϊκός κόλπος).

β. Ο κλάδος του Άνω Αχελώου, που περιλαμβάνει τον υδροκρίτη αυτού καθ' εαυτού του Αχελώου ή Ασπροπόταμου, ανάντη του ΥΗΣ Κρεμαστών εξαιρουμένων των ανατολικών παραποτάμων του.

γ. Ο κλάδος του Ανατολικού Αχελώου, που περιλαμβάνει τον υδροκρίτη των ανατολικών παραποτάμων μέχρι τον κύριο κλάδο ανάντη του ΥΗΣ Κρεμαστών και ειδικότερα τις λεκάνες των παραποτάμων του Αγραφιώτη, Ταυρωπού και Τρικεριώτη (που σχηματίζεται από τη συμβολή των Καρπενησιώτη και Κρικελοποτάμου).

2.2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΔΕΗ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ

Πριν από την επέμβαση της ΔΕΗ με την κατασκευή των φραγμάτων κατά μήκος του Αχελώου, η κατανομή των παροχών του ήταν ακανόνιστη. Υπήρχαν πλημμύρες το χειμώνα και μικρές παροχές τη τάξης των 20-30 κυβικών μέτρων ανά δευτερόλεπτο, το καλοκαίρι. Από το 1995 και μετά, που αρχίζει η αξιοποίηση του Αχελώου από τη ΔΕΗ με την κατασκευή των φραγμάτων, ο Αχελώος και η περιοχή που ρέει αλλάζει μορφή.

Σήμερα λειτουργούν στην κοίτη του πέντε φράγματα, μεγάλης σημασίας για την οικονομία της χώρας και με σημαντική θετική παρέμβαση στο περιβάλλον της περιοχής. Πρώτα κατασκευάστηκε ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Ταυρωπού (παραπόταμος του Αχελώου) με ισχύ 130 MW. Ακολούθησαν το 1969 το Καστράκι με 320 MW.

Σε δεύτερο στάδιο ακολούθησε η κατασκευή του έργου του Στράτου I με 150 MW , και έναρξη λειτουργίας το 1988, καθώς και Στράτου II με 6,4 MW το 1989. Με τον Στράτο II εξασφαλίζεται του θερινούς μήνες η άρδευση από τον κάτω Αχελώο. Σε τρίτο στάδιο ακολούθησε η κατασκευή του έργου της Μεσοχώρας.

Τα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ, έχουν υψηλό κόστος κατασκευής. Όμως η πολλαπλή σκοπιμότητα τους αποσβένει αυτό το κόστος. Εκτός από της παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παρέχουν και αντιπλημμυρική προστασία και προσφέρουν άρδευση και ύδρευση στις γύρω περιοχές. Τα τελευταία χρόνια λειτουργούν επίσης και ως κέντρα αναψυχής, τουριστικής και αθλητικής δραστηριότητας και σε ορισμένες περιπτώσεις για ανάπτυξη ιχθυοκαλλιέργειας. Υπάρχουν πολλά περιθώρια επέκτασης της αξιοποίησης του υδάτινου πλούτου της Ελλάδος, δεδομένου ότι σήμερα φτάνει το 30% περίπου του οικονομικά αξιοποιήσιμου υδάτινου δυναμικού. Στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο η « η καύσιμη ύλη » είναι το νερό. Έχουμε έτσι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και μια παραγωγική διαδικασία φιλική προς το περιβάλλον.

Τα υδροηλεκτρικά έργα βεβαίως λόγω του μεγέθους τους συνιστούν σημαντική παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον και γι' αυτό απαιτούν επίπονο σχεδιασμό, ειδικές μελέτες και διαρκή παρακολούθηση κατά την λειτουργία τους. Απαραίτητη μεταξύ άλλων είναι η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων με κυριότερη περιβαλλοντική

συνιστώσα την ποιότητα και την ποσότητα του νερού που εξασφαλίζεται στο κατάντη του φράγματος τμήμα του ποταμού, μέχρι τις εκβολές. Ο σχεδιασμός προβλέπει τη σε κάθε περίπτωση εξασφάλιση ελάχιστης ροής νερού στο ποτάμι, για να διατηρείται η ζωή και γενικότερα το οικοσύστημα μέσα σε αυτό.

Η επιλογή της θέσης που θα κατασκευαστεί ένα υδροηλεκτρικό έργο είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων. Για το σχεδιασμό ενός τέτοιου έργου εκτός από περιβαλλοντικές απαιτούνται μακροχρόνιες υδρολογικές, υδραυλικές, τοπογραφικές, μορφολογικές, γεωλογικές, γεωτεχνικές και οικονομικές, μελέτες.

2.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

Το υδροηλεκτρικό φράγμα Καστρακίου κατασκευάστηκε το 1969. Είναι το δεύτερο κατά σειρά φράγμα του Αχελώου. Μετά την κατασκευή του φράγματος δημιουργήθηκε η τεχνητή λίμνη του Καστρακίου. Ο υδροηλεκτρικός σταθμός βρίσκεται 35 χιλιόμετρα βόρεια του Αγρινίου και απέχει 300 χιλιόμετρα περίπου από την Αθήνα. Το έργο αυτό εκτός από την παραγωγή ενέργειας προσφέρει άρδευση και ύδρευση στην ευρύτερη περιοχή του Αγρινίου. Ετησίως, κατά την περίοδο του Απριλίου – Σεπτεμβρίου, το έργο παρέχει περισσότερο από 500.000.000 κυβικά μέτρα νερού για την άρδευση περίπου 300.000 στρεμάτων γης, στις πεδιάδες του Αγρινίου, Μεσολογίου, Νεοχωρίου κ.λ.π.

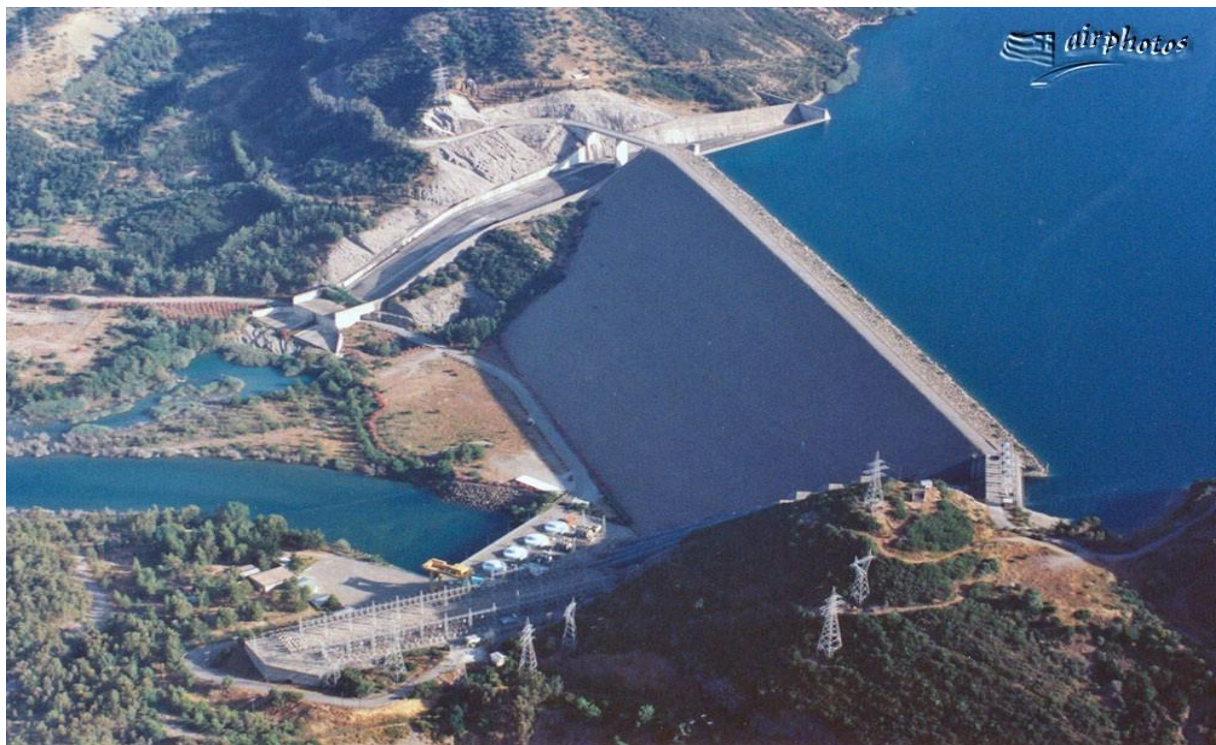


ΦΩΤ.2.3 .: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Εκτάσεις που πριν λίγα χρόνια ήταν άγονες, μετατράπηκαν σε γόνιμη και καλλιεργήσιμη γη. Το ενδιαφέρον για νέες καλλιέργειες αναθερμάνθηκε και το γεωργικό εισόδημα στην περιοχή σημείωσε αύξηση από 200 έως 300%. Εξίσου σημαντική είναι και η συμβολή του έργου στην επίλυση του προβλήματος ύδρευσης που αντιμετώπιζε το Αγρίνιο. Από το 1969 η πόλη και τα περίχωρα, συνολικά πάνω

από 150.000 κάτοικοι, υδροδοτούνται από την λίμνη του Καστρακίου. Οι γραμμές μεταφοράς από τον σταθμό καταλήγουν στο Κέντρο Υπερυψηλής Τάσης Αχελώου, που βρίσκεται έξω από το Αγρίνιο. Μια γραμμή οδηγείται στον υποσταθμό Τριχωνίδας και μία άλλη ηλεκτροδοτεί την Άρτα. Επίσης από το Άκτιο, κοντά στην Πρέβεζα, με υποβρύχιο καλώδιο τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια η Λευκάδα, η Κεφαλονιά και η Ζάκυνθος.

Το φράγμα της εγκατάστασης είναι φράγμα χωμάτινο από αργιλικό πυρήνα και σώματα αμμοχάλικου ποταμού. Το ύψος του φράγματος είναι 96 μέτρα και το μήκος στέψης είναι 547 μέτρα. Ο όγκος του φράγματος είναι 5.10 εκατοστά κυβικά μέτρα. Ο ταμιευτήρας σχεδιάστηκε με συνολική χωρητικότητα 1000 εκατοστά κυβικά μέτρα από τα οποία 165 εκατοστά κυβικά είναι ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα. Ο εκχειλιστής δεν έχει θυροφράγματα, είναι πλευρικός εκχειλιστής με ανοιχτή διώρυγα, και έχει μελετηθεί για παροχή $3200 \text{ m}^3 / \text{s}$. Η υδροηλεκτρική παραγωγή γίνεται σε υδροηλεκτρικό σταθμό 4 μονάδων τύπου FRANCIS, συνολικής ισχύος 320 MW, ο οποίος έχει ετήσια παραγωγή ενέργειας 930 GWh.



ΦΩΤ.2.4.: ΣΤΕΨΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

2.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

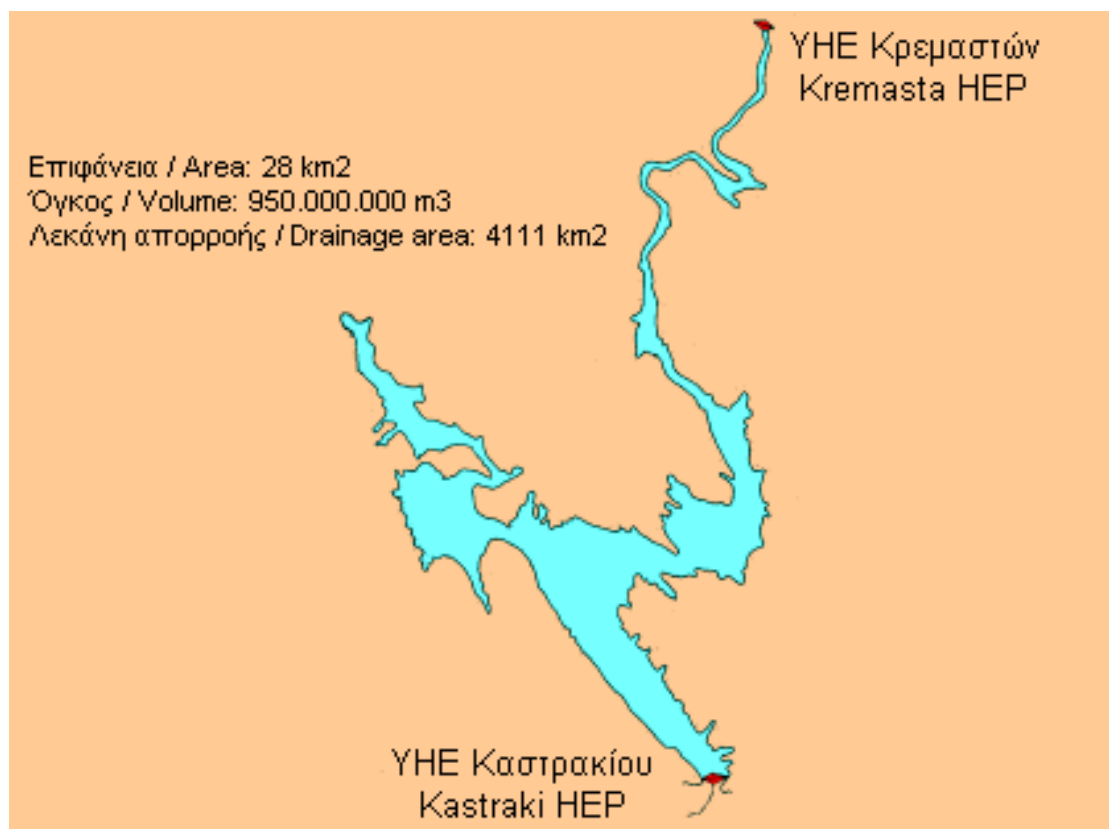
Τεχνητή Λίμνη

Επιφάνεια σε υψόμετρο 150 m: **28 km²**

Ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 149 m: **785 εκατομμύρια m³**

Μέγιστη στάθμη λειτουργίας : **144,20 m**

Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας : **142 m**



ΕΙΚΟΝΑ 2.1.: ΤΕΧΝΙΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΥΔΡΟΥΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

Φράγμα

Κατασκευαστής : **Εταιρεία ΟΔΩΝ και ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ**

Τύπος : **Χωμάτινο φράγμα από αμμοχάλικο με αργιλικό πυρήνα.**

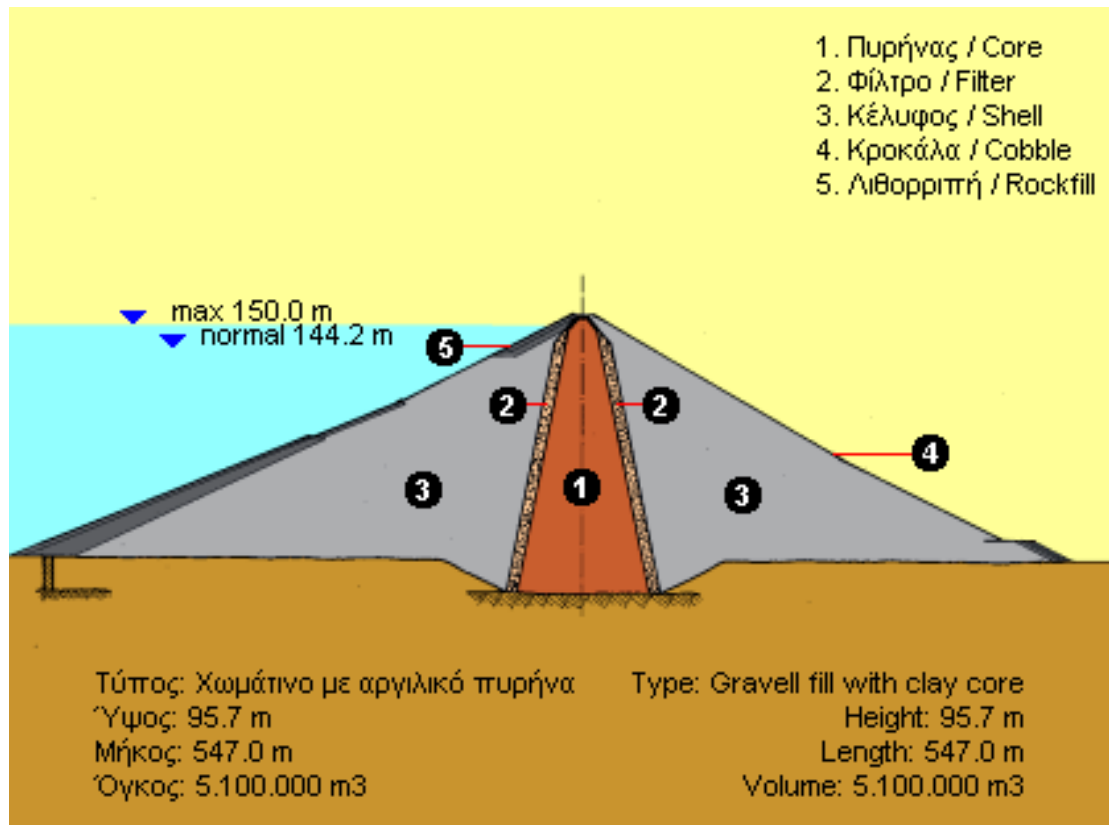
Μέγιστο ύψος : **95,7 m**

Υψόμετρο στέψης : **154 m**

Πλάτος στέψης : **8 m**

Μήκος στέψης : **547 m**

Μέγιστο πλάτος βάσης : **375 m**



ΕΙΚΟΝΑ 2.2.: ΦΡΑΓΜΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

Σήραγγα εκτροπής

Μήκος : **393 m**

Ολική παροχεταιυτική ικανότητα : **2900 m³ / sec**

Σήραγγα : **Πεταλοειδούς διατομής (ύψους και πλάτους 8 m)**

Πόρτα εξόδου : **Χαλύβδινη με οδοντωτή τροχαλία διαστάσεων 8,41 m x 6,31 m**

Μόνιμη έμφραξη : **με πώμα από σκυρόδεμα**

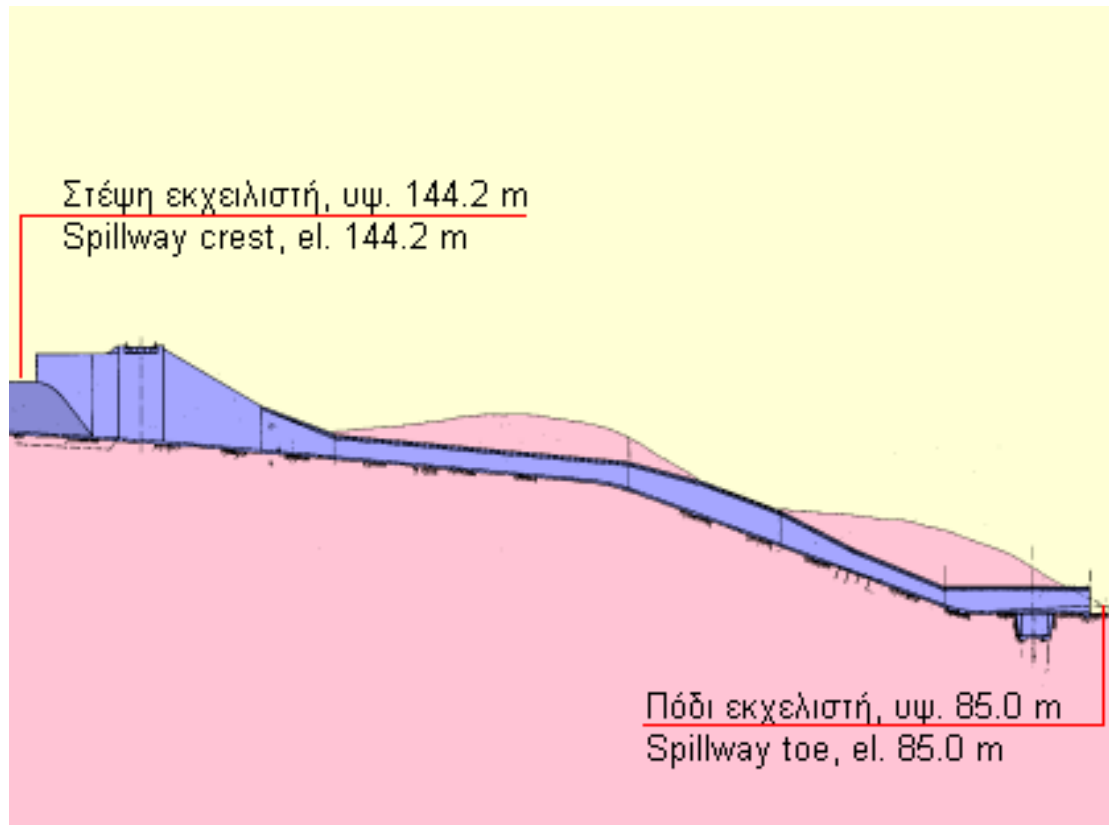
Υπερχειλιστές

Τύπος : **Ανοικτός, πλευρικού τύπου χωρίς θυροφράγματα**

Μήκος στέψης : **120 m**

Υψόμετρο στέψης : **144,2 m**

Εκφόρτιση υπερχειλιστή : **3700 m³ / sec**



ΕΙΚΟΝΑ 2.3.: ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΕΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Υδροληψία

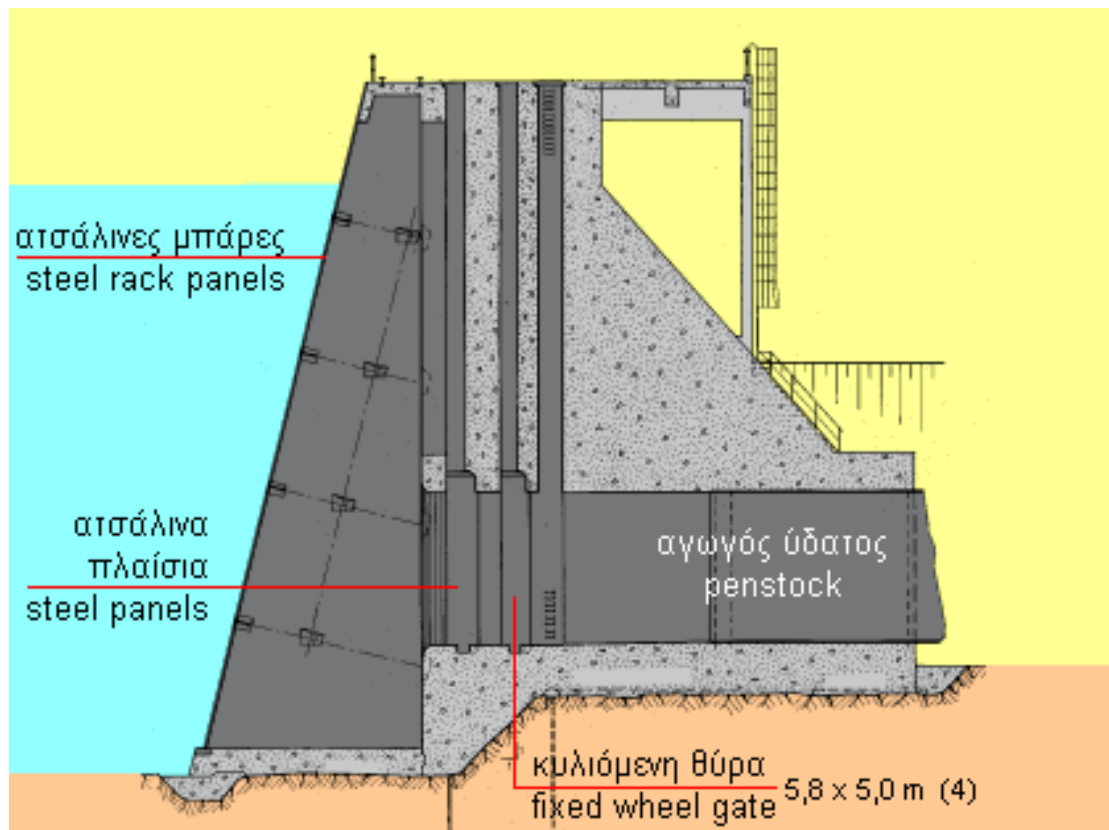
Τύπος : **Κάθετος**

Αριθμός θυρών : **4 θύρες διαστάσεων 5,8 m x 5,0 m**

Έλεγχος ανοίγματος και κλεισίματος : **Από αίθουσα ελέγχου και επιτόπια**

Προστασία θυρών : **Σχάρες χαλύβδινες με κλίση ¼**

Τρόπος ανύψωσης : **Τύπου βαρούλκου**



ΕΙΚΟΝΑ 2.4.: ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Αγωγοί Πτώσης

Κατασκευαστής : **VOEST**

Αριθμός : **4**

Μέγιστη διάμετρος αγωγών : **5,8 m**

Ελάχιστη διάμετρος αγωγών : **4,93 m**

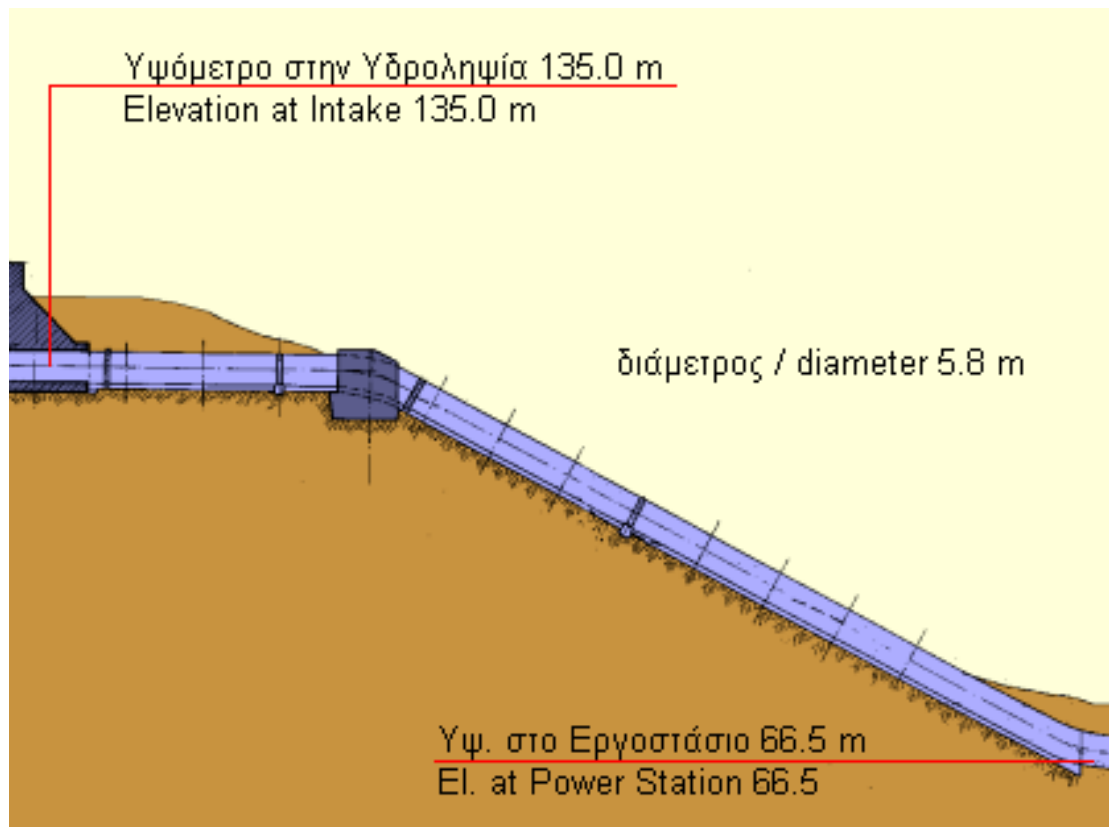
Ολικό μήκος αγωγού μονάδος No **1** : **254,2 m**

Ολικό μήκος αγωγού μονάδος No **2** : **246,8 m**

Ολικό μήκος αγωγών μονάδος No **3** : **238,6 m**

Ολικό μήκος αγωγών μονάδος No **4** : **230,6 m**

Μέγιστη επιτρεπόμενη παροχή : **116 m³ / sec**



ΕΙΚΟΝΑ 2.5.:ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Σταθμός Παραγωγής

Στρόβιλοι

Κατασκευαστής : **BALDWIN – LIMA – HAMILTON**

Τύπος : **FRANCIS** κατακόρυφου άξονα

Σχεδιασθέν καθαρό μανομετρικό : **74,50 m**

Ικανότητα στο σχεδιασθέν καθαρό μανομετρικό : **84 MW**

Μέγιστο καθαρό μανομετρικό λειτουργίας : **75,70 m**

Ελάχιστο καθαρό μανομετρικό λειτουργίας : **72,20 m**

Μέγιστη παραγόμενη ισχύς : **80 MW**

Μέγιστο ύψος πτώσης στα 80 MW : **72,40 m**

Αριθμός στροφών : **166,6 RPM**

Παροχή στη μέγιστη στάθμη λειτουργίας : **120 m³ / sec**

Γεννήτριες

Κατασκευαστής : **HITACHI**

Αριθμός : **4**

Τύπος : **Σύγχρονες, κατακόρυφου άξονα, τύπου ομπρέλας**

Αριθμός στροφών : **166,6 RPM**

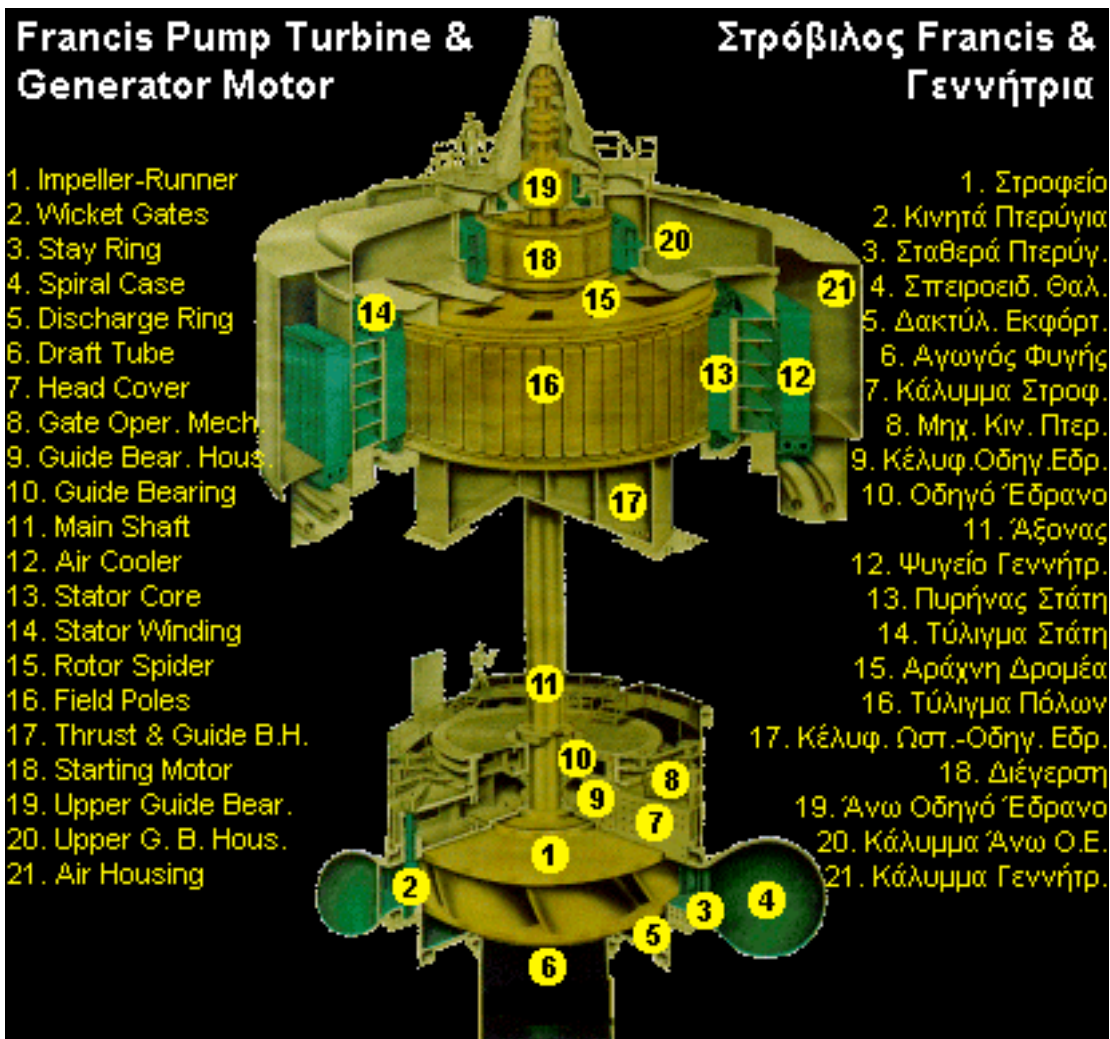
Αριθμός πόλων κάθε γεννήτριας : **36**

Ισχύος : **77.390 KVA για $\Delta\theta = 60$ °C και 89.000 KVA για $\Delta\theta = 80$ °C**

Συντελεστής ισχύος : **0,90**

Συχνότητας : **50 Hz**

Τάση μεταξύ φάσεων : **15.750 KV**



ΕΙΚΟΝΑ 2.6.: ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ - ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Μετασχηματιστές ισχύος

Αριθμός : **4**

Τύπος : **Τριών φάσεων, εξωτερικού τύπου**

Κλάση : **FOA**

Ισχύος : **90.000 KVA**

Τάση : **161,25/15,75 KV**

Συνθήκες λειτουργίας : **Τύλιγμα υψηλής τάσης : Γειωμένου τύπου Υ**

Τύλιγμα χαμηλής τάσης : Αγείωτο, τύπου Δ

Γερανογέφυρα

Τύπος : **Εξωτερικού τύπου με μετακινούμενο φορέα σε ράγες**

Ικανότητα κύριας ανύψωσης : **250 μετρικούς τόνους**

Ικανότητα βοηθητικής ανύψωσης : **25 μετρικούς τόνους**



ΕΙΚΟΝΑ 2.7.: ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ

2.5 ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Η ζώνη του φράγματος δομείται από παχυστρωματώδεις ψαμμίτες με παρεμβολές ιλυόλιθων. Η διεύθυνση των στρωμάτων είναι Β 15° – 30° Δ και η διεύθυνση μεγίστης κλίσης 20° – 30° ΒΑ (δηλαδή προς τα κατόντη). Η διαφραγματική κουρτίνα έχει βάθος 40 m και πραγματοποιήθηκε από την επιφάνεια του υγιούς βράχου, που αποκαλύφθηκε μετά την αφαίρεση του αποσαθρωμένου υλικού καθώς και στις σήραγγες αποστραγγίσεων – τσιμεντενέσεων στα αντερείσματα. Η έκταση ήταν μικρότερη εκείνης του φράγματος Πουρναρίου καθώς και οι ποσότητες του τσιμεντενέματος που καταναλώθηκαν. Ειδικότερα στα δύο πρηνή οι τσιμεντενέσεις δεν παρουσίασαν την έκταση εκείνων του φράγματος Πουρναρίου και αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη συμμετοχή των ιλυόλιθων που εναλλάσσονται με τους ψαμμίτες στο σχηματισμό του φλύσχη που δομεί τη θέση του φράγματος. Από το σύνολο των μέτρων γεωτρήσεων τσιμεντενέσεων το 70% είχε τιμές απορροφήσεων ενέματος κυμαινόμενες από 0 – 50 lit / m. Τα υπόλοιπα 30% τιμές 50 – 200 lit / m, οι οποίες παρατηρήθηκαν στα πρηνή, όπου εκεί οι ψαμμίτες παρουσίαζαν μεγαλύτερη χαλάρωση δομής, με κάποια ανοιχτά συστήματα διακλάσεων και ελάχιστα μικρά διατμητικά ρήγματα, που διέκοπταν τη συνέχεια της δομής τους.

2.6 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Η συμπεριφορά του ελέγχεται με μικρό σχετικά με άλλα φράγματα αριθμό γεωτεχνικών οργάνων, με γεωδαιτικές μεθόδους και με επιθεωρήσεις. Η στάθμη της λίμνης είναι σταθερή και χωρίς διακυμάνσεις (143,00 – 144,00 m). Το φράγμα ουδέποτε παρουσίασε κάποιο πρόβλημα. Καμία ρωγμή δεν παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια τόσο στην στέψη όσο και στα πρηνή του φράγματος. Είναι χαρακτηριστικό ότι δεν υπάρχουν καθόλου διαρροές. Η ανάντη λιθορριπή προστασίας βρίσκεται σε πάρα πολύ καλή κατάσταση. Η εικόνα που παρουσιάζουν οι επαφές του φράγματος με τα αντερείσματα είναι πολύ καλή χωρίς καταπτώσεις, διαβρώσεις και τυχόν διαρροές. Οι αγωγοί προσαγωγής δεν παρουσιάζουν καθόλου μετακίνηση και τα βάρη στήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα βρίσκονται σε άριστη κατάσταση.

Από τοπογραφικές μετρήσεις του φράγματος συμπεραίνεται ότι, από το 1969 που μετράται το έργο, οι οριζόντιες και οι κατακόρυφες μετακινήσεις είναι αμελητέες. Η μέγιστη συνολική καθίζηση έχει φτάσει τα 158 mm στο σημείο S4 (ρυθμός μετακίνησης 4,9 mm / έτος). Το φράγμα Καστρακίου παρουσιάζει μία ιδιομορφία να εμφανίζει οριζόντια μετακίνησης και προς τα ανάντη (μέγιστη τιμή τα 60 mm στο σημείο S7) και προς τα κατόντη (μέγιστη τιμή τα 34 mm στο σημείο S6). Γενικά πάντως οι ρυθμοί μετακίνησης είναι πολύ μικροί και αυτές οι μετακινήσεις κρίνονται αμελητέες.

Περιοχή IV της Λίμνης Καστρακίου. Η περιοχή παρακολουθείται τοπογραφικά με δύο οδεύσεις, η μια υψηλότερη της άλλης (πάνω και κάτω χωροσταθμική όδευση). Οι μετρήσεις ξεκίνησαν το 1979 και γίνονται 2 φορές το χρόνο. Οι ρυθμοί μετακίνησης αυξομειώνονται λόγω της μορφολογίας του εδάφους, του μεγάλου μήκους των οδεύσεων και της αδυναμίας εξάρτησης από πραγματικά σταθερό σημείο.

2.7 ΤΜΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Το φράγμα είναι απαραίτητο για την δημιουργία της τεχνητής λίμνης. Μπορεί να είναι χωμάτινο ή λιθόριππο, κατασκευασμένο από μπετόν (τοξωτό ή βαρύτητας) και μικτής ή σύνθετης κατασκευής.

Η τεχνητή λίμνη ή ταμιευτήρας δημιουργείται πίσω από το φράγμα. Ο όγκος του νερού που αποταμιεύεται εδώ τροφοδοτεί τους υδροστρόβιλους για να παραχθεί η ενέργεια. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού και την χωρητικότητα του ταμιευτήρα, έχουμε λίμνες ημερησίας, εβδομαδιαίας, μηνιαίας, ετήσιας ή υπερετήσιας ρυθμιστικής ικανότητας.

Μέσω του υπερχειλιστή απομακρύνονται επιπλέον ποσότητες νερού, σε περίπτωση πλημμύρας και όταν η στάθμη της λίμνης υπερβεί ένα συγκεκριμένο όριο. Αποφεύγεται έτσι υπερπήδηση του φράγματος και αποτρέπεται ο κίνδυνος καταστροφής των εγκαταστάσεων και της κατάντη περιοχής. Οι υπερχειλιστές στα φράγματα του Αχελώου είναι, ή ανοιχτοί αγωγοί, ή σήραγγες.

Σε κανονικές συνθήκες το νερό οδηγείται από την λίμνη στους υδροστρόβιλους μέσα από τους αγωγούς προσαγωγής. Για την είσοδο του νερού στις σήραγγες προσαγωγής χρειάζεται μια ιδιαίτερη κατασκευή, η οποία ονομάζεται υδροληψία. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στον σταθμό παραγωγής. Εδώ υπάρχουν οι υδροστρόβιλοι, οι οποίοι περιστρεφόμενοι, μετατρέπουν τη δυναμική ενέργεια νερού σε κινητική. Η δυναμική ενέργεια οφείλεται στην υψομετρική διαφορά και την πτώση του νερού μεταξύ της υδροληψίας και του υδροστρόβιλου.

Ο υδροστρόβιλος συνδέεται με τον άξονα της γεννήτριας ο οποίος περιστρέφεται έτσι με μεγάλη ταχύτητα. Η λόγω της περιστροφής κινητική ενέργεια μετατρέπεται στη γεννήτρια σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια οι μετασχηματιστές ανυψώνουν την τάση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος στη υψηλή τάση του διασυνδεδεμένου δικτύου, ώστε να ελαττώνονται οι απώλειες από τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Όλη η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καταλήγει στον υποσταθμό ζεύξης που είναι συνήθως 150 KV και συνδέει το σταθμό παραγωγής με τους υποσταθμούς υπερυψηλής τάσης 400 KV. Αυτοί με την σειρά τους συνδέονται μεταξύ τους, αποτελώντας έτσι το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Παραγωγής και Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Η παραγωγή του κάθε Σταθμού, άρα και το φορτίο στο

διασυνδεδεμένο σύστημα ελέγχεται και καθορίζεται ανά πάσα στιγμή από το Εθνικό Κέντρο Κατανομής Φορτίου που βρίσκεται στην Αθήνα.



ΦΩΤ. : ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ (ΠΛΑΓΙΑ)ΚΑΤΟΨΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Οι γεωδαιτικές μέθοδοι για την παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς φραγμάτων διακρίνονται σε επίγειες και δορυφορικές. Όσον αφορά στις επίγειες μεθόδους μπορεί να γίνει:

- Ίδρυση τρισδιάστατων, οριζοντιογραφικών ή κατακόρυφου ελέγχου δικτύων στο σώμα του φράγματος ή στην ευρύτερη περιοχή.
- Συνεχής παρακολούθηση με σύγχρονους ρομποτικούς γεωδαιτικούς σταθμούς, μόνιμα τοποθετημένων σημείων στο κυρίως σώμα του φράγματος.
- Σάρωση της επιφάνειας του φράγματος με γεωδαιτικές σταθμούς που μετρούν μήκη χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (reflector less) ή σαρωτές (laser scanner).

Στις δορυφορικές μεθόδους γίνεται ίδρυση ενός δικτύου σημείων αντίστοιχου των τρισδιάστατων επίγειων δικτύων ελέγχου για την παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς ταυτόχρονα και στις τρεις διαστάσεις.

3.2 Επίγεια γεωδαιτικά δίκτυα

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και επιμέλεια στην επιλογή της θέσης των κορυφών των επίγειων γεωδαιτικών δικτύων. Τα κυριότερα κριτήρια επιλογής τους για την παρακολούθηση παραμορφώσεων σε φράγματα είναι:

- Χαρακτηριστικές – κατάλληλες θέσεις ώστε να καλύπτουν και να εξασφαλίζουν την παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς των φραγμάτων και της ευρύτερης περιοχής τους.
- Εύκολη πρόσβαση, ώστε να μπορεί να μεταφερθεί ο κατάλληλος γεωδαιτικός εξοπλισμός.
- Αμοιβαία ορατότητα μεταξύ τους ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες σκοπεύσεις (οριζοντιογραφίες και τρισδιάστατα δίκτυα).

- Το σταθερό του δικτύου να επιλέγεται σε τέτοια θέση, ώστε να εξασφαλίζεται η ανεξαρτησία της κινηματικής συμπεριφοράς του, σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία στο φράγμα.

3.3 Δίκτυα κατακόρυφου ελέγχου

Τα δίκτυα κατακόρυφου ελέγχου (υψομετρικά δίκτυα) χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κινηματικής συμπεριφοράς ενός φράγματος σε κατακόρυφη μόνο διεύθυνση (ανύψωση ή καθίζηση). Για την υλοποίησή τους χρησιμοποιούνται ειδικές ορειχάλκινες κατασκευές (μπουλόνια) διαφόρων μεγεθών στις οποίες εδράζεται ο χωροσταθμικός πήχης (σταδία) με μοναδικό τρόπο.

Στα δίκτυα αυτά οι μετρήσεις αποβλέπουν στον προσδιορισμό των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των σημείων ελέγχου και στην επίλυση ενός δικτύου με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων {1}, {2}. Έτσι υπολογίζονται τα υψόμετρα τους και η ακρίβεια του προσδιορισμού τους, που σήμερα μπορεί να είναι της τάξης του ± 1 mm.

Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται με τη μέθοδο της ψηφιακής γεωμετρικής χωροστάθμησης χρησιμοποιώντας ψηφιακό χωροβάτη και κωδικοποιημένες σταδίες. Όταν οι αποστάσεις είναι μεγάλες ή έντονο το τοπογραφικό ανάγλυφο εφαρμόζεται η μέθοδος της Τριγωνομετρικής Υψομετρίας Ακριβείας {7} χρησιμοποιώντας ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό και παρελκόμενα ή η μέθοδος της Ειδικής Τριγωνομετρικής Υψομετρίας {9}.

Η επιλογή των υψομέτρων συνδέσεων μεταξύ των σημείων ελέγχου προϋποθέτει τη διαδικασία της βελτιστοποίησης με τη βοήθεια της οποίας επιλέγεται ο συνδυασμός των συνδέσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη ακρίβεια με τη μικρότερη χρονική επιβράδυνση. Η μέτρηση του δικτύου επαναλαμβάνεται σε διάφορες χρονικές στιγμές (φάσεις). Ακολουθεί ο υπολογισμός της μεταβολής της υψομετρικής θέσης των κορυφών του δικτύου μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων και ο έλεγχος της απόλυτης και σχετικής μεταβολής της θέσης τους, για ένα επίπεδο εμπιστοσύνης.

Με τα δίκτυα αυτά είναι δυνατός ο προσδιορισμός κατακόρυφων μεταβολών από λίγα mm έως 1 cm, ανάλογα με τη μορφή του δικτύου, την εφαρμοσμένη μέθοδο μέτρησης και την παρεχόμενη ακρίβεια των οργάνων που θα χρησιμοποιηθούν.

3.4 Δίκτυα οριζόντιου και τρισδιάστατου ελέγχου

Τα γεωδαιτικά δίκτυα οριζόντιου ελέγχου χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς ενός φράγματος στις δύο διαστάσεις (επίπεδο). Η εξέλιξη των γεωδαιτικών σταθμών στην ευχρηστία και η αύξηση της ακρίβειας μέτρησης των κατακόρυφων γωνιών και μηκών επιτρέπουν σήμερα την εξέλιξη των δικτύων αυτών σε τρισδιάστατα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθηση των παραμορφώσεων ενός φράγματος και στις τρεις διαστάσεις. Η σήμανση των σημείων ελέγχου γίνεται με ειδικές κατασκευές. Έτσι διευκολύνεται η τοποθέτηση του κατάλληλου γεωδαιτικού εξοπλισμού για την πραγματοποίηση των μετρήσεων, εξασφαλίζεται η μονιμότητα και η σταθερότητα των σημείων στο χώρο και στο χρόνο καθώς και ο μοναδικός ορισμός του σημείου ελέγχου σε όλες τις φάσεις των μετρήσεων.

Συνήθως χρησιμοποιούνται:

- Ειδικά βάθρα τα οποία φέρουν στην κεφαλή τους κατάλληλο κοχλία στον οποίο προσαρμόζεται κάθε φορά ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός.
- Πλακέτες με προεξοχικό κοχλία, οι οποίες πακτώνονται στο σώμα του φράγματος ή σε άλλη σταθερή θέση (τοίχος αντιστήριξης κ.λπ.).
- Ειδικές βάσεις πάκτωσης στο έδαφος και φορητοί σπειροειδή στήριξης των οργάνων.

Πραγματοποιούνται μετρήσεις μηκών, οριζόντιων γωνιών ή διευθύνσεων και κατακόρυφων γωνιών μεταξύ των σημείων του δικτύου, χρησιμοποιώντας σύγχρονους ολοκληρωμένους γεωδαιτικούς σταθμούς. Μετά από κατάλληλη επεξεργασία με τη MET (περίπτωση μεταβολής συντεταγμένων) {1}, {2} προσδιορίζονται τόσο οι συντεταγμένες των κορυφών του δικτύου όσο και οι αβεβαιότητες τους για κάθε φάση μέτρησης. Η επίλυση γίνεται σε αυθαίρετο τοπικό σύστημα αναφοράς θεωρώντας σταθερό ένα σημείο και μια διεύθυνση (ελάχιστες δεσμεύσεις). Ακολουθεί ο υπολογισμός της μεταβολής της θέσης (οριζοντιογραφικά και υψομετρικά) των κορυφών του δικτύου και ο έλεγχος της απόλυτης και σχετικής μεταβολής της θέσης τους, για ένα συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Έτσι είναι

δυνατός ο ταυτόχρονος προσδιορισμός της μεταβολής της θέσης κάθε σημείου και στις τρεις διαστάσεις για τις τιμές που κυμαίνονται από μερικά mm έως 1 cm.

3.5 Αυτόματη παρακολούθηση

Οι σύγχρονοι γεωδαιτικοί σταθμοί παρέχουν δυνατότητα προγραμματισμού ώστε να ανιχνεύουν και να μετρούν συγκεκριμένους στόχους (ανακλαστήρες) σε τακτά χρονικά διαστήματα, που είτε μπορεί να γίνει εγκατάσταση ειδικών φορέων στόχων ηλεκτρονικού υπολογιστή από το γραφείο. Έτσι μπορεί να γίνει εγκατάσταση ειδικών φορέων στόχων ή ανακλαστήρων οι οποίοι πακτώνονται στο σώμα του φράγματος.

Τα σημεία αυτά μετρούνται από δύο ή τρία τέτοια όργανα με την ίδια πάντα σειρά μια και οι σταθμοί αυτοί έχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης κάθε στόχου με κωδικό ώστε να γνωρίζει ο χρήστης ποιος στόχος μετράται κάθε στιγμή. Η διαδικασία μπορεί να επαναλαμβάνεται με εκ των προτέρων προγραμματισμό της συχνότητας μέτρησης ή με την εντολή μέσω ενός Η/Υ από το γραφείο. Οι μετρήσεις μεταφέρονται αυτόματα από τον σταθμό σε Η/Υ και σε πρόγραμμα επίλυσης υπολογίζοντας τις συντεταγμένες των σημείων καθώς και τις αβεβαιότητες τους για κάθε φάση μέτρησης και ακολουθεί η επεξεργασία και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων όπως προηγούμενα.

3.6 Σάρωση επιφάνειας

Η δυνατότητα των ολοκληρωμένων γεωδαιτικών σταθμών να μετρούν μήκη χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα με ακρίβεια που σήμερα φθάνει τα ± 2 mm, επιτρέπει τη σάρωση της επιφάνειας του φράγματος με συγκεκριμένο βήμα (σε οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση). Έτσι μπορεί να δημιουργηθεί το τρισδιάστατο μοντέλο της επιφάνειας του για κάθε διαφορετική χρονική στιγμή. Είναι λοιπόν δυνατός ο υπολογισμός της μεταβολής της μορφής της επιφάνειας του για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Επίσης σάρωση της επιφάνειας μπορεί να γίνει με τους σύγχρονους σαρωτές laser και την άμεση δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου του σώματος του φράγματος. Η ακρίβεια μέτρησης είναι της τάξης των λίγων cm.

Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι η ακρίβεια και η ορθότητα της μέτρησης μήκους πάνω σε μια επιφάνεια χωρίς την χρήση ανακλαστήρα, εξαρτάται από το πλήθος παραμέτρων, όπως την υφή της επιφάνειας, το χρώμα, την απόσταση, το μέγεθος της επιφάνειας πρόσπτωσης αλλά και το μέγεθος της προσπίπτουσας δέσμης laser, τη γωνία πρόσπτωσης, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και χρειάζεται ιδιαίτερη επιφύλαξη ως προς την ακρίβεια του τελικού αποτελέσματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΟΡΙΑ

Οι γεωδαιτικές μετρήσεις ελέγχου των οριζόντιων και κατακόρυφων μετακινήσεων της στέψης και των πρηνών του Φράγματος θα εκτελούνται ανά εξάμηνο (Μάρτιος και Σεπτέμβριος).

Μετακινήσεις Φράγματος με γεωδαιτικές μεθόδους

Όρια μετακινήσεων του Φράγματος δεν έχουν καθορισθεί από τον μελετητή του έργου. Βασικές ενδείξεις της μη ικανοποιητικής συμπεριφοράς του φράγματος είναι η αύξηση του ρυθμού των μετακινήσεων σε σύγκριση με αυτόν των προηγούμενων ετών.

(α) Στέψη φράγματος

Οριζόντιες μετακινήσεις (ανάντη – κατάντη σε mm / έτος)

Άξονας 11 – 13 (Στέψη)

Σημείο (8) : Ρυθμός μετακίνησης < 2.5 – 2.9 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Σημείο (6) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 4.7 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Σημείο (4) : Ρυθμός μετακίνησης < 1.1 – 1.4 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Σημείο (2) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 4.7 mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Σημείο (10) : Ρυθμός μετακίνησης < 1.8 – 2.1 mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Σημείο (1) : Ρυθμός μετακίνησης < 0.7 – 1.1 mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Σημείο (3) : Ρυθμός μετακίνησης < 1.8 – 2.1 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Σημείο (5) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 4.7 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Σημείο (7) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 7.2 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Σημείο (9) : Ρυθμός μετακίνησης < 2.9 – 3.6 mm / έτος.
(φορά : ανάντη – κατάντη)

Κατακόρυφες μετακινήσεις (Καθιζήσεις)

Σημείο (8) : Ρυθμός μετακίνησης < 11 – 14 mm / έτος.

Σημείο (6) : Ρυθμός μετακίνησης < 7 – 14 mm / έτος.

Σημείο (4) : Ρυθμός μετακίνησης < 11 – 14 mm / έτος.

Σημείο (2) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 7 mm / έτος.

Σημείο (10) : Ρυθμός μετακίνησης < 2.5 – 3.6 mm / έτος.

Σημείο (1) : Ρυθμός μετακίνησης < 1.4 – 1.8 mm / έτος.

Σημείο (3) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 7 mm / έτος.

Σημείο (5) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 7 mm / έτος.

Σημείο (7) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 7 mm / έτος.

Σημείο (9) : Ρυθμός μετακίνησης < 3.6 – 5 mm / έτος.

(β) Κατάντη πρηνές

Οριζόντιες μετακινήσεις (ανάντη – κατάντη σε mm / έτος).

Άξονας 18 – 24

Σημείο (19) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Σημείο (20) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.7 - 1.1$ mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Σημείο (21) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.7$ mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Σημείο (23) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.7 - 1.1$ mm / έτος.
(φορά : κατάντη)

Κατακόρυφες μετακινήσεις (Καθιζήσεις σε mm / έτος).

Σημείο (19) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0 - 1.8$ mm / έτος.

Σημείο (21) : Ρυθμός μετακίνησης $< 1.1 - 1.4$ mm / έτος.

Σημείο (22) : Ρυθμός μετακίνησης $< 1.1 - 1.4$ mm / έτος.

Σημείο (23) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.7 - 1.1$ mm / έτος.

(γ) Κατάντη πρανές (πόδας φράγματος)

Οριζόντιες μετακινήσεις (ανάντη – κατάντη σε mm / έτος).

Άξονας 25 – 30

Σημείο (26) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

Σημείο (29) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

Σημείο (28) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

Σημείο (27) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

Κατακόρυφες μετακινήσεις (Καθιζήσεις σε mm / έτος).

Σημείο (29) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.70 - 1.1$ mm / έτος.

Σημείο (28) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

Σημείο (27) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

Σημείο (26) : Ρυθμός μετακίνησης $< 0.35 - 0.70$ mm / έτος.

4.2 ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (mm)									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	S26	S27	S28	S29	S19	S20	S21	S22	
19/1/1970	-1	-1	-2	0	-6	-8	-8	-5	
20/8/1970	2	2	2	3	-6	-7	-8	-4	
1/2/1971	0	0	-1	0	-7	-10	-10	-7	
4/9/1971	0	0	0	1	-7	-11	-10	-6	
10/2/1972	-1	-2	-3	-1	-9	-12	-12	-6	
23/9/1972	-1	-2	-3	-1	-9	-13	-12	-7	
14/5/1973					-10	-17	-16	-9	
1/11/1973	2	2	1	3	-9	-13	-14	-8	
31/3/1974	-7	-9	-10	-8	-18	-23	-23	-18	
29/9/1974	6	5	4	6	-6	-12	-11	-6	
5/4/1975	-7	-8	-9	-6	-19	-24	-23	-18	
22/9/1975	5	3	2	5	-8	-13	-13	-7	
20/4/1976	-4	-5	-5	-2	-17	-22	-22	-17	
7/10/1976	4	1	1	5	-10	-15	-14	-7	
14/3/1977	4	2	0	4	-17	-22	-21	-15	
31/10/1977	12	9	8	12	-4	-9	-7	-2	
20/3/1978	-4	-5	-5	-1	-8	-14	-13	-7	
20/9/1978	2			4	-28	-34	-34	-7	
1/3/1979	-4	-6	-6	-4	-2	-16	-16	-9	
1/9/1979	8	6	6	11	-1	-7	-6	0	
1/3/1980	-6	-8	-8	-3	-12	-18	-19	-12	
1/9/1980	9	6	6	10	0	-6	-6	0	
1/4/1981	5	7	7	4	-5	-10	-9	-3	
1/11/1982	-5	-8	-9	-5	-18	-24	-22	-16	
1/3/1983	0	-3	-4	2	-13	-19	-19	-12	
1/3/1984	6	3	1	8	-18	-23	-24	-19	
1/9/1984	9	5	5	9	-14	-20	-18	-12	
1/3/1985	-5	-9	-10	-6	-15	-21	-21	-15	
1/9/1985	-5	-9	-10	-5	-17	-19	-22	-11	
1/4/1986	6	3	2	7	-16	-22	-21	-14	
1/10/1986	4	1	0	5	-17	-22	-22	-14	
1/10/1987	6	4	2	8	-17	-24	-25	-18	
1/10/1988	6	2	1	8	-17	-24	-25	-18	
1/10/1989	4	1	0	6	-17	-24	-24	-18	
1/10/1990	1	0	2	4	-15	-20	-22	-15	
1/10/1991	4	1	0	5	-17	-25	-25	-18	
1/5/1992	5	1	0	7	-17	-25	-25	-18	
1/10/1992	4	0	0	6	-15	-22	-22	-15	
1/5/1993	5	1	0	6	-16	-24	-23	-16	
1/11/1993	5	0	0	6	-16	-24	-26	-19	
1/11/1994	7	3	1	7	-19	-27	-26	-19	

1/5/1995	7	2	1	7	-19	-26	-24	-18
1/7/1996	8	3	1	6	-19	-27	-27	-19
9/6/1997	7	1	0	5	-12	-21	-20	-12
1/11/1997	5	-1	-2	4	-15	-23	-22	-14
2/6/1998	5	-1	-3	3	-11	-19	-18	-12
27/11/1998	4	-1	-2	5	-13	-21	-20	-13
19/5/1999	4	-2	-3	4	-9	-16	-15	-8
29/11/1999	3	-2	-3	4	-12	-21	-19	-12
15/5/2000	3	-2	-2	5	-11	-19	-17	-10
25/10/2000								
18/5/2001	5	0	-1	5	-8	-15	-14	-7
13/11/2001	5	-1	-3	5	-10	-20	-19	-12
20/5/2002	3	-2	-3	4	-11	-18	-17	-9
30/11/2002	4	-1	-3	5	-10	-19	-17	-12
20/5/2003	10	5	4	10	-6	-16	-13	-5
30/10/2003	8	3	2	9	-7	-15	-14	-7
20/5/2004	9	3	2	9	-8	-17	-16	-8
16/5/2005	3	-8	-9	-2	-7	-15	-14	-6
20/11/2006	2	-3	-4	2	-6	-15	-14	-6
27/11/2007	2	-3	-5	2	-7	-16	-14	-7
26/5/2008	4	-2	-3	4	-7	-16	-15	-7
13/11/2008	3	-2	-3	3	-7	-16	-15	-7
20/11/2009	4	-30	-5	1	-8	-17	-17	-6
18/6/2010	-18	-25	-27	-21	-6	-16	-15	-8

S23	S1	S3	S5	S7	S9	S2	S4	S6
-2								
-1	1	0	-4	-2	-1	0	-3	-3
-3	-2	-5	-6	-8	-5	-8	-18	-15
-1	-3	-9	-11	-14	-9	-13	-29	-25
-3	-1	-9	-13	-16	-11	-14	-34	-29
-3	-5	-15	-18	-22	-15	-20	-45	-39
-7	-8	-15	-20	-23	-15	-27	-52	-45
-1	-7	-19	-23	-28	-22	-29	-58	-49
-14	-10	-24	-29	-34	-24	-33	-66	-57
-1	-7	-22	-26	-33	-21	-32	-67	-56
-13	-19	-36	-41	-48	-37	-45	-84	-72
-3	-10	-28	-33	-40	-27	-37	-78	-66
-12	-20	-39	-43	-51	-38	-48	-92	-79
-1	-6	-28	-32	-42	-29	-34	-83	-70
-12	-16	-38	-43	-52	-37	-46	-95	-80
4	-5	-27	-31	-39	-25	-35	-85	-70
-3	-15	-40	-42	-51	-40	-48	-97	-83
-1		-24	-32	-45	-28	-32	-88	-74
-3	1	-28	-32	-47	-34	-32	-92	-77
5		-27	-32	-40	-22	-34	-90	-74
-9	-15	-41	-45	-58	-43	-48	-104	-89
3	-6	-33	-39	-49	-28	-40	-100	-86
3	-10	-41	-47	-58	-38	-45	-109	-95
-10	-14	-47	-55	-65	-44	-50	-118	-106
-6	-21	-52	-58	-68	-46	-57	-124	-108
-14	-17	-44	-54	-71	-53	-54	-120	-107
-6	-17	-56	-64	-71	-45	-56	-132	-118
-9	-18	-54	-60	-67	-50	-55	-126	-110
-7	-23	-59	-65	-78	-53	-61	-134	-119
-8	-22	-58	-66	-80	-53	-59	-133	-120
-8	-20	-60	-67	-81	-56	-59	-135	-122
-10	-18	-58	-66	-80	-54	-57	-134	-122
-10	-19	-61	-70	-86	-59	-59	-138	-127
-11	-22	-65	-75	-87	-58	-63	-143	-129
-7	-20	-62	-71	-87	-59	-61	-142	-129
-11	-29	-72	-80	-92	-61	-68	-149	-134
-9	-22	-68	-77	-91	-60	-62	-147	-132
-7	-20	-68	-76	-92	-62	-63	-146	-135
-6	-22	-68	-77	-92	-61	-65	-147	-135
-9	-20	-65	-72	-89	-58	-62	-144	-130
-11	-26	-73	-80	-95	-63	-68	-152	-138

-11	-27	-74	-82	-98	-65	-69	-153	-137
-12	-26	-75	-83	-101	-66	-69	-155	-143
-5	-19	-69	-78	-96	-61	-62	-149	-138
-6	-24	-74	-81	-98	-63	-67	-153	-141
-4	-21	-71	-79	-97	-61	-70	-151	-139
-7	-24	-74	-81	-98	-62	-67	-154	-141
0	-21	-73	-81	-99	-62	-65	-153	-142
-7	-24	-77	-85	-101	-63	-68	-157	-145
-5	-26	-78	-85	-102	-64	-70	-158	-145
	-27	-79	-86	-104	-67	-70	-159	-147
2	-25	-79	-86	-103	-65	-70	-159	-146
-4	-20	-73	-82	-100	-65	-64	-155	-143
-4	-17	-80	-88	-105	-66	-70	-160	-149
-4	-18	-74	-83	-100	-61	-63	-155	-144
4	-17	-70	-79	-97	-59	-62	-151	-140
2	-16	-74	-87	-106	-65	-61	-157	-151
1	-17	-74	-87	-105	-66	-61	-158	-149
3	-19	-76	-89	-107	-67	-64	-160	-151
2	-17	-75	-87	-104	-62	-63	-159	-149
2	-18	-77	-89	-106	-64	-63	-162	-152
1	-18	-77	-89	-106	-63	-64	-162	-152
2	-18	-77	-90	-107	-65	-64	-163	-153
1	-18	-79	-91	-107	-64	-65	-164	-153
1	-18	-79	-91	-107	-64	-64	-164	-153

S8	S10
-4	-1
-14	-3
-25	-5
-29	-5
-39	-7
-43	-9
-52	-12
-56	-12
-57	-9
-73	-22
-66	-12
-79	-21
-71	-12
-80	-18
-68	-6
-83	-20
-74	-20
-80	-13
-72	1
-88	-18
-79	-3
-88	-12
-98	-18
-100	-19
-110	-22
-102	-15
-105	-19
-106	-23
-111	-21
-113	-23
-112	-22
-117	-24
-118	-24
-120	-24
-122	-25
-122	-24
-124	-26
-125	-24
-121	-21
-127	-25

-130	-26
-131	-27
-126	-21
-128	-22
-127	-21
-128	-19
-129	-21
-131	-21
-131	-21
-134	-23
-132	-22
-132	-23
-133	-21
-129	-18
-128	-14
-136	-22
-136	-21
-138	-23
-134	-16
-136	-16
-136	-16
-137	-17
-137	-16
-137	-15

**ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ
ΣΕ (mm)**

Ημερομηνία	S1	S3	S5	S7	S9	S2	S4	S6
19/1/1970								
24/8/1970	1	1	-2	-1	2	3	1	1
1/2/1971	0	-3	-7	-7	-5	5	-3	-3
1/8/1971	1	-3	-9	-10	-5	11	4	2
1/2/1972	0	-4	-9	-14	-5	10	-6	-9
1/9/1972	1	-6	-12	-20	-4	15	-1	-2
25/10/1973	1	-7	-16	-22	-8	13	-4	-8
1/11/1973	4	-5	-17	-21	-10	14	-2	-8
28/3/1974	2	-8	-20	-26	-9	19	0	-7
5/9/1974	2	-12	-14	-27	-13	16	-2	-10
21/3/1975	1	-13	-22	-29	-9	14	-9	-16
1/4/1976	2	-12	-24	-32	-12	16	-8	-21
5/10/1976	9	-11	-24	-32	-11	20	-4	-11
22/2/1977	4	-13	-28	-38	-11	16	-9	-13
20/3/1978	6	-13	-26	-38	-12	15	-8	-20
20/9/1978	6	-13	-26	-39	-15	20	-4	-18
1/3/1979	7	-17	-24	-32	-6	20	-9	-20
1/9/1979	7	-15	-25	-39	-11	20	-6	-15
1/3/1980	2	-20	-32	-43	-26	19	-7	-16
1/9/1980	6	-17	-25	-39	-13	21	-4	-17
1/4/1981	5	-18	-30	-39	-20	18	-9	-21
1/5/1982	10	-9	-21	-30	-9	20	-4	-9

1/11/1982	10	-17	-35	-46	-16	20	-11	-25
1/3/1983	7	-22	-42	-54	-23	19	-15	-30
1/3/1984	6	-17	-38	-59	-26	21	-15	-31
1/12/1984	12	-21	-35	-45	-15	16	-18	-27
1/3/1985		-19	-37	-50	-26	17	-20	-36
1/9/1985	11	-19	-37	-50	-26	17	-20	-36
1/4/1986	14	-17	-37	-47	-17	25	-11	-27
1/10/1987	13	-21	-37	-51	-18	25	-14	-27
1/10/1988	12	-25	-44	-55	-21	26	-11	-26
1/10/1989	11	-22	-42	-58	-18	21	-18	-36
1/10/1990	5	-12	-33	-42	-12	18	-9	-21
1/10/1991	18	-21	-38	-53	-16	22	-16	-35
1/5/1992	15	-23	-40	-56	-17	22	-17	-33
1/10/1992	15	-22	-37	-54	-18	24	-16	-34
1/5/1993	15	-26	-38	-64	-17	22	-20	-40
1/11/1994	15	-23	-38	-57	-13	22	-18	-37

1/5/1995	15	-29	-48	-62	-27	25	-13	-37
1/7/1996	14	-25	-43	-62	-20	22	-21	-46

1/6/1997	17	-23	-39	-63	-19	26	-20	-44
1/11/1997	16	-25	-44	-64	-19	25	-20	-40
2/6/1998	13	-26	-49	-62	-24	22	-21	-42
1/7/1998	14	-25	-43	-62	-20	22	-21	-46
19/5/1999	16	-22	-42	-61	-22	22	-18	-39
30/11/1999	16	-27	-49		-23	26	-20	-36
15/5/2000	13	-25	-46	-65	-26	24	-18	-40
26/10/2000	16	-26	-46	-60	-24	27	-17	-34
18/5/2001	14	-26	-42	-62	-26	21	-27	-47
16/11/2001	16	-24	-45		-22	29	-21	-37
20/5/2002	17	-26	-47	-70	-22	35	-14	-34
30/11/2002	17	-26	-48	-70	-22	35	-14	-36
23/5/2003	11	-25	32	-68	-24	25	-25	-42
17/11/2003	5	-38	-55	-76	-33	29	-24	-44
21/5/2004	18	-29	-51	-70	-23	27	-19	-42
15/5/2005	20	-27	-50	-70	-25	25	-27	-47
30/11/2006	20	-30	-51	-74	-28	31	-20	-42
27/11/2007	20	-28	-52	-75	-28	30	-22	-45
22/5/2008	20	-28	-52	-75	-28	30	-22	-45
13/11/2008	20	-31	-53	-75	-26	30	-25	-44
20/11/2009	18	-33	-58	-75	-26	30	-25	-43
25/5/2010	22	-26	-48	-68	-22	30	-23	-46

S8	S10	S19	S20	S21	S22	S23	S26	S27
-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

		4	8	9	5	0		
-1	0	5	8	10	4	-2	1	1
-4	0	5	8	9	3	-4	0	0
2	4	6	10	11	5	0	0	0
-7	0	6	10	12	6	-1	1	1
-2	4	6	9	12	4	-5	-1	-1
-8	1	6	11	12	2	-4	0	1
-8	5	6	10	11	3	-3	1	1
-1	9	7	11	13	4	-3	-1	0
-7	8	6	10	13	3	-4	0	0
-15	-3	6	11	11	3	-4	1	2
-14	8	7	12	13	4	-3	0	2
-12	10	6	11	12	2	-6	-1	1
-12	7	7	12	13	6	-1	0	2
-20	4	12	13	16	8	1	-1	1
-16	4	7	12	13	4	5	0	2
-15	6	8	14	15	4	0	-1	1
-27	12	7	12	14	5	3	-2	0
-17	12	8	14	19	6	2	1	-2
-22	5	8	13	14	4	3	-2	-1
-20	10	10	15	17	5	1	1	3
-10	10	5	10	18	0	-7	-1	3
-24	6	6	10	11	1	7	4	-2
-28	6	7	14	17	6	4	0	3
-29	10	7	13	18	5	-5	-1	2
-28	3	8	12	16	4	3		
-30	6				-4		-2	-2
-30	6	8	12	14	4	7	-2	-2
-26	9	9	15	17	5	-2	1	1
-25	11	7	13	16	3	-5	0	2
-27	10	6	11	14	3	-4	1	1
-32	6	8	14	16	6	-3	1	2
-23	7	8	15	17	7	-1	1	2
-31	12	9	13	16	7	-3	1	1
-28	8	7	14	13	5	-6	2	2
-33	9	8	14	17	7	-4	0	2
-37	5	8	16	17	8	-8	1	2
-35	10	6	15	15	6	-3	1	1

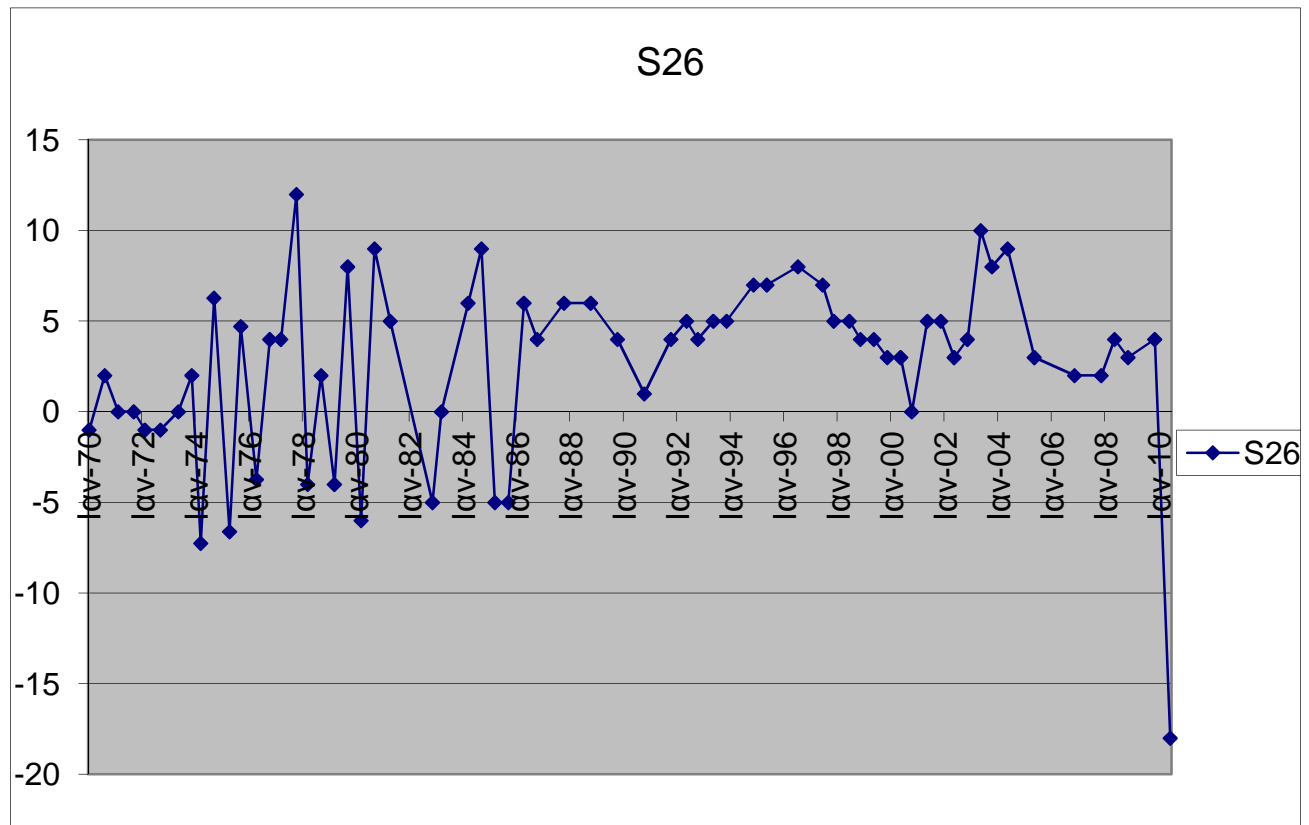
-32		8	14	15	2	-6	1	2
-40	-4	9	13	17	4	-6	-3	0
-35	-7	10	15	18	6	-4	-3	1
-26	5	10	14	17	4	-6	0	3
-37	4	9	15	17	7	-4	-1	3
-40	-4	9	13	17	4	-6	-3	0
-34	9	7	14	15	3	-5	-3	-1
-31	9	9	14	12	0	-8	-1	5
-35	6	9	6	15	7	-8	0	2
-29	13							
-51	-6	10	17	19	8	0	-3	-2
-26	7	10	17	19	10	-4	0	2
-29	9	9	18	19	11	0	3	6
-29	9	9	15	16	5	-1	-3	2
-40	5	10	17	20	8	-4	-1	3
-34	13	10	15	19	6	-4	-1	3
-39	13	10	16	19	6	-3	-4	1
-38	10	10	17	18	7	-1	-3	2
-39	12	9	16	15	5	-7	-1	5
-25	22						-2	4
-25	22						-2	4
-39	9	9	14	18	5	-6	-2	4
-40	5							
-37	22	8	17	17	8	-4	-4	2

S28	S29
1	0
0	0
0	0
2	2
0	-1
4	3
1	-1
0	-1
-1	-1
4	1
3	0
1	-6
3	-6
-3	-1
2	-2
0	-3
1	-3
4	4
0	-3
-2	4
2	4
4	4
4	2
3	1
2	-1
2	1
5	4
3	0
2	0
3	0
1	1
1	4
5	-3
2	2
2	1
0	3

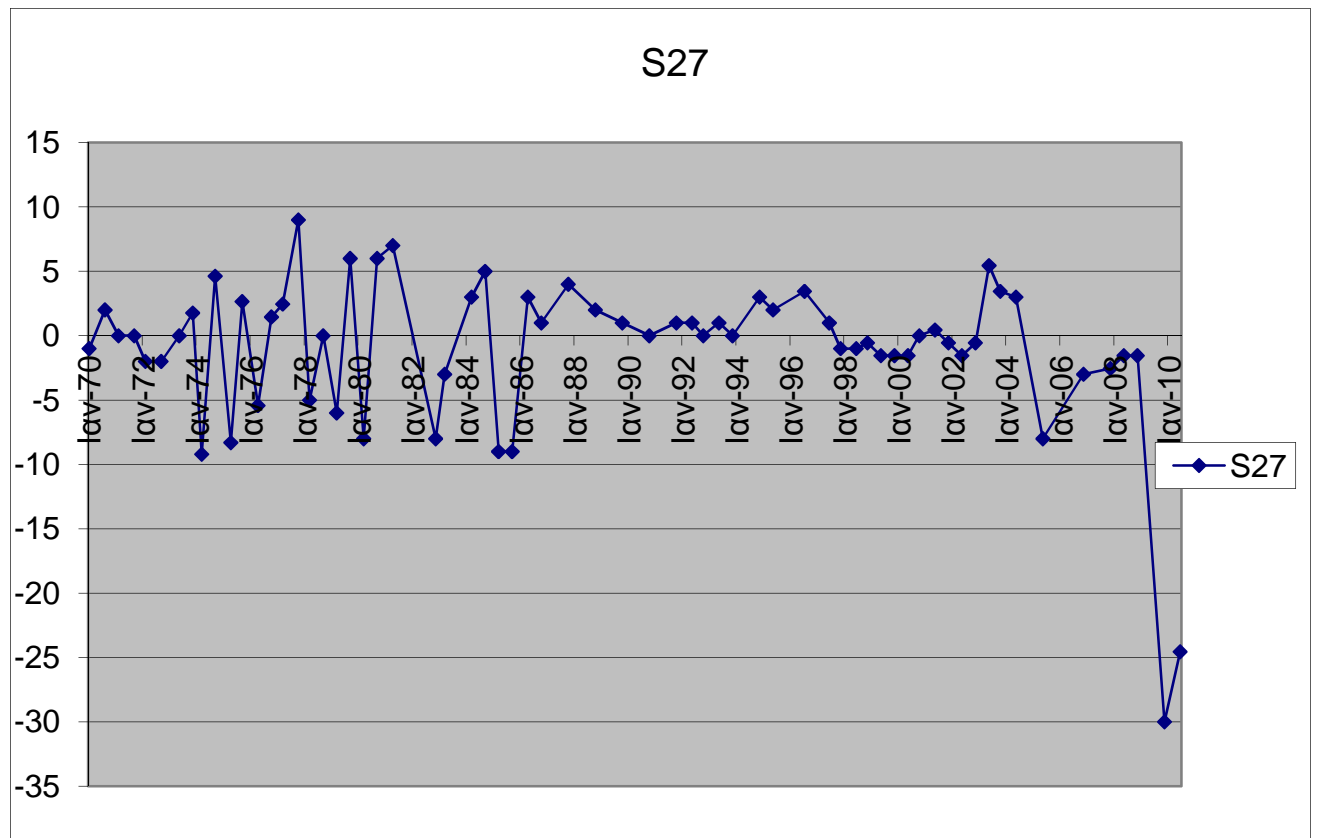
0	-3
-1	-6
2	1
0	0
3	-1
-1	-6
0	0
3	3
6	2
1	3
1	-5
7	10
2	1
7	3
2	-1
1	-2
2	1
5	4
6	2
6	2
6	2
4	

4.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ

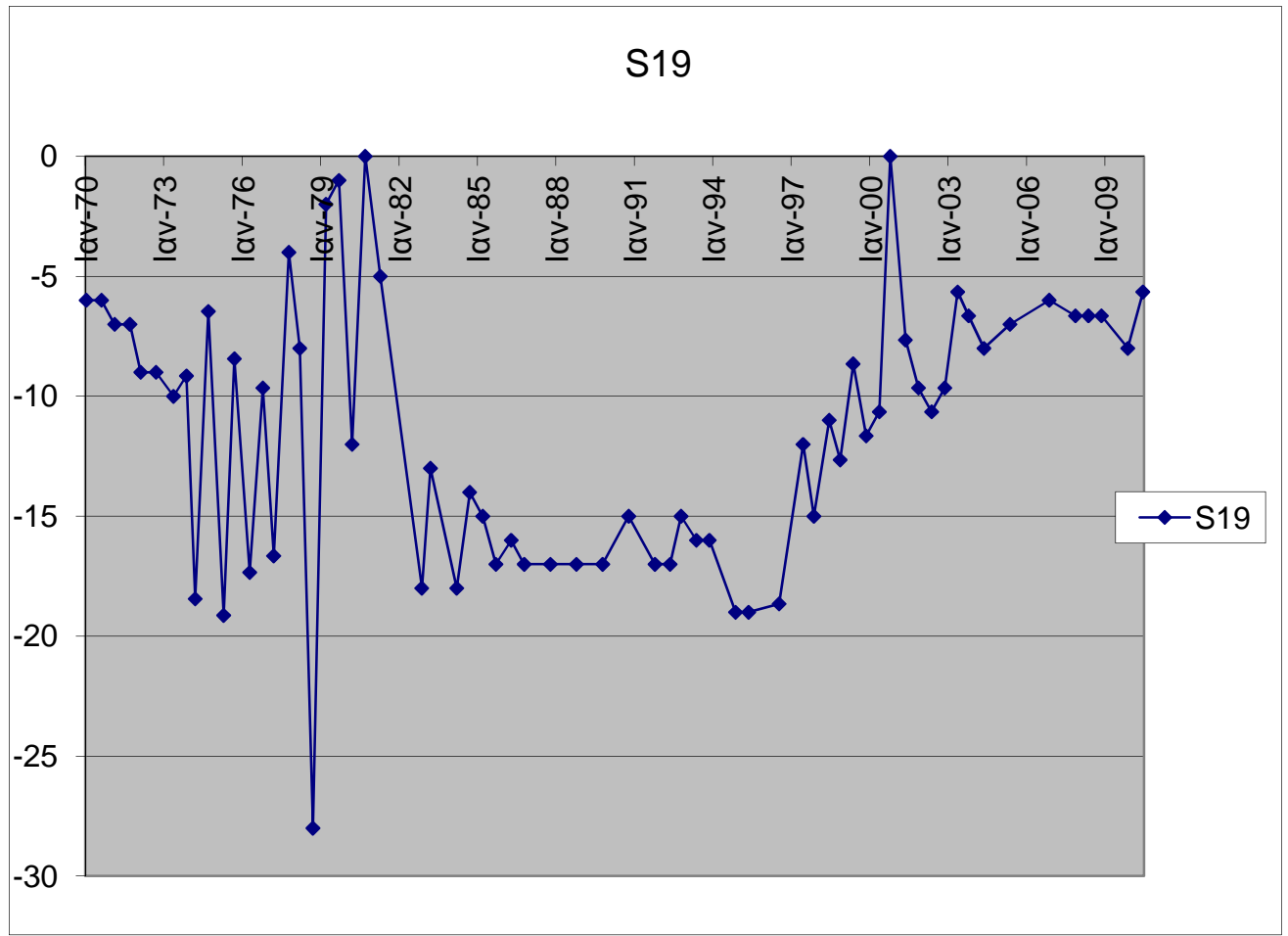
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΕ (mm)



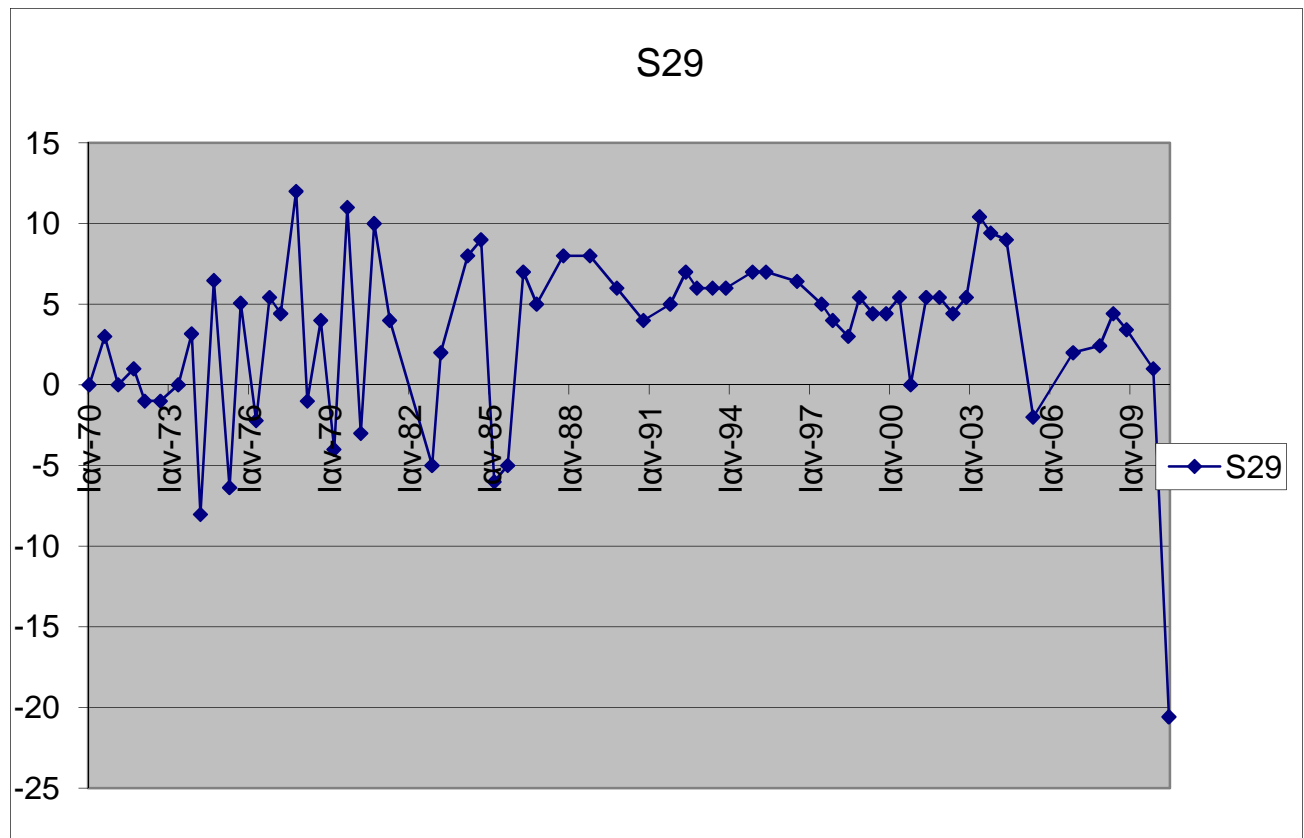
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S26 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



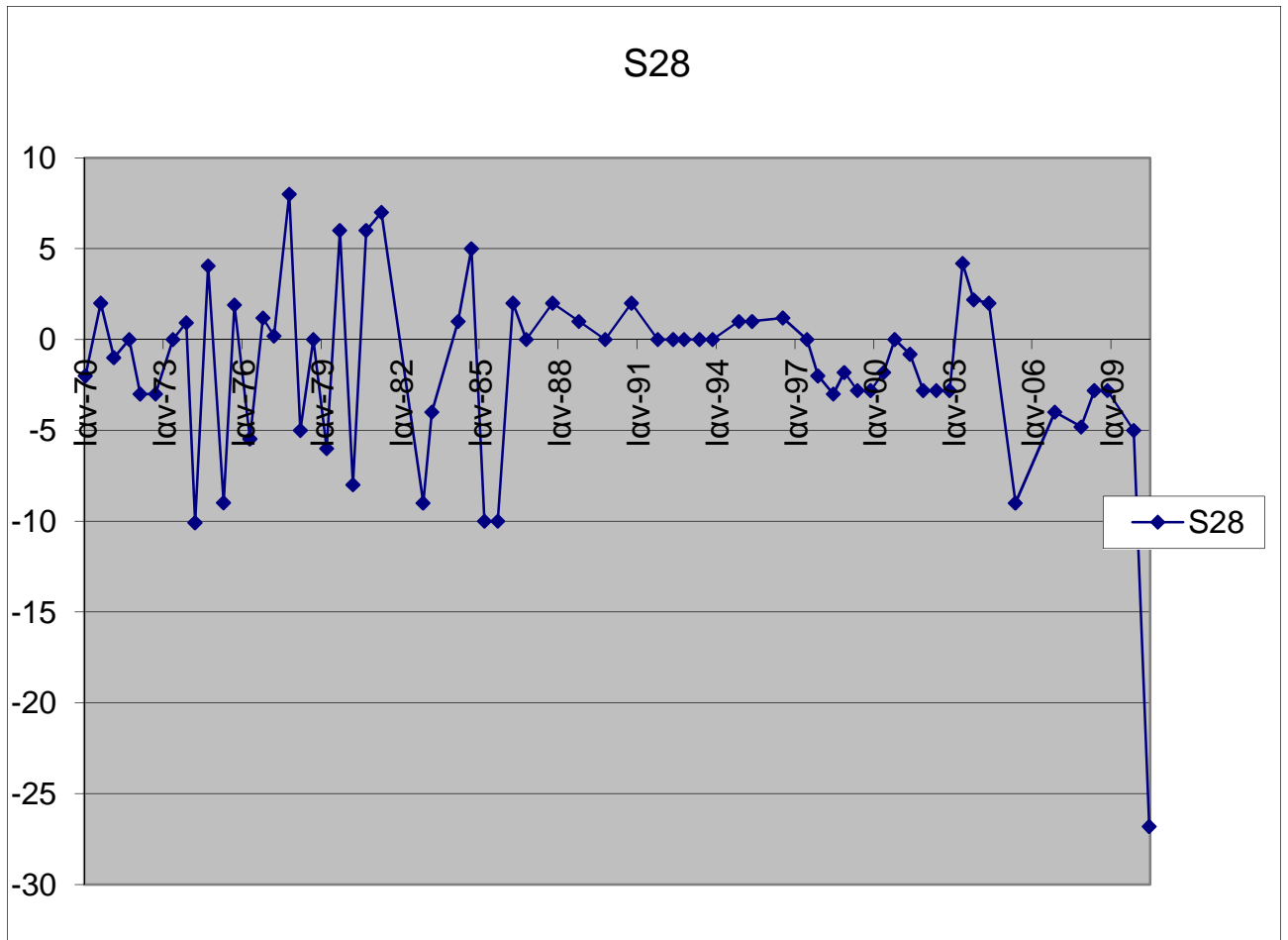
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S27 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



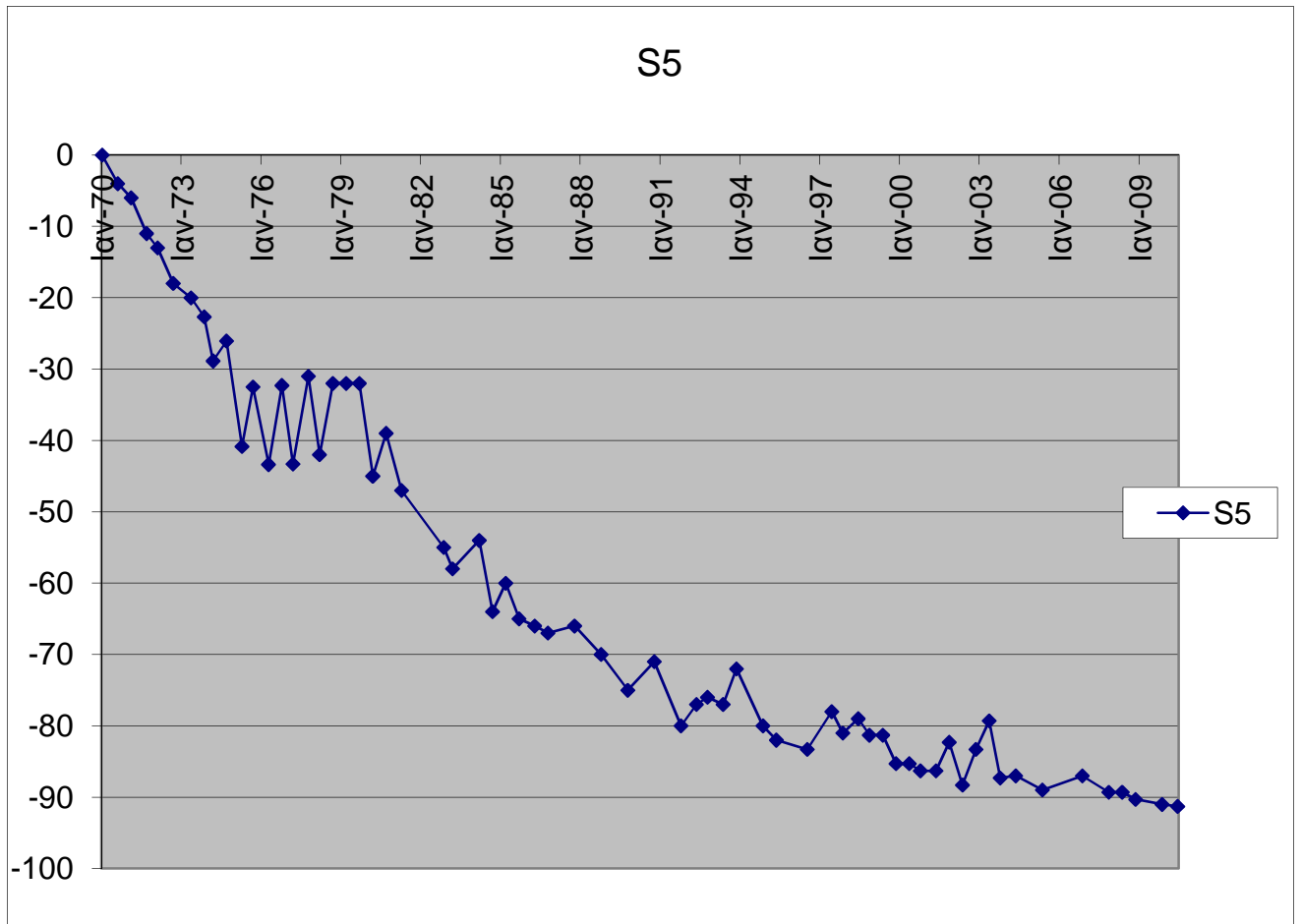
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S19 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



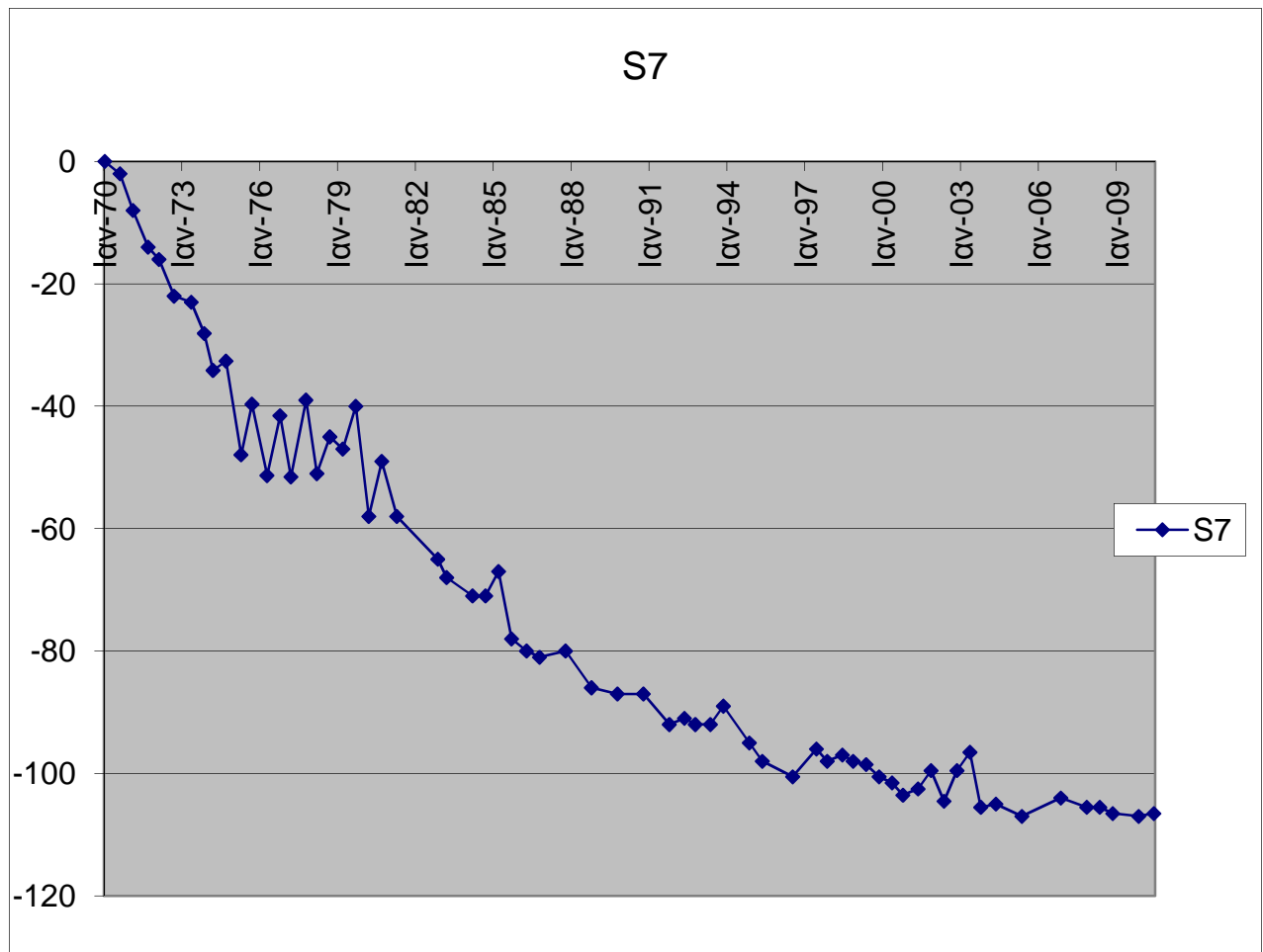
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4.:ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S29 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



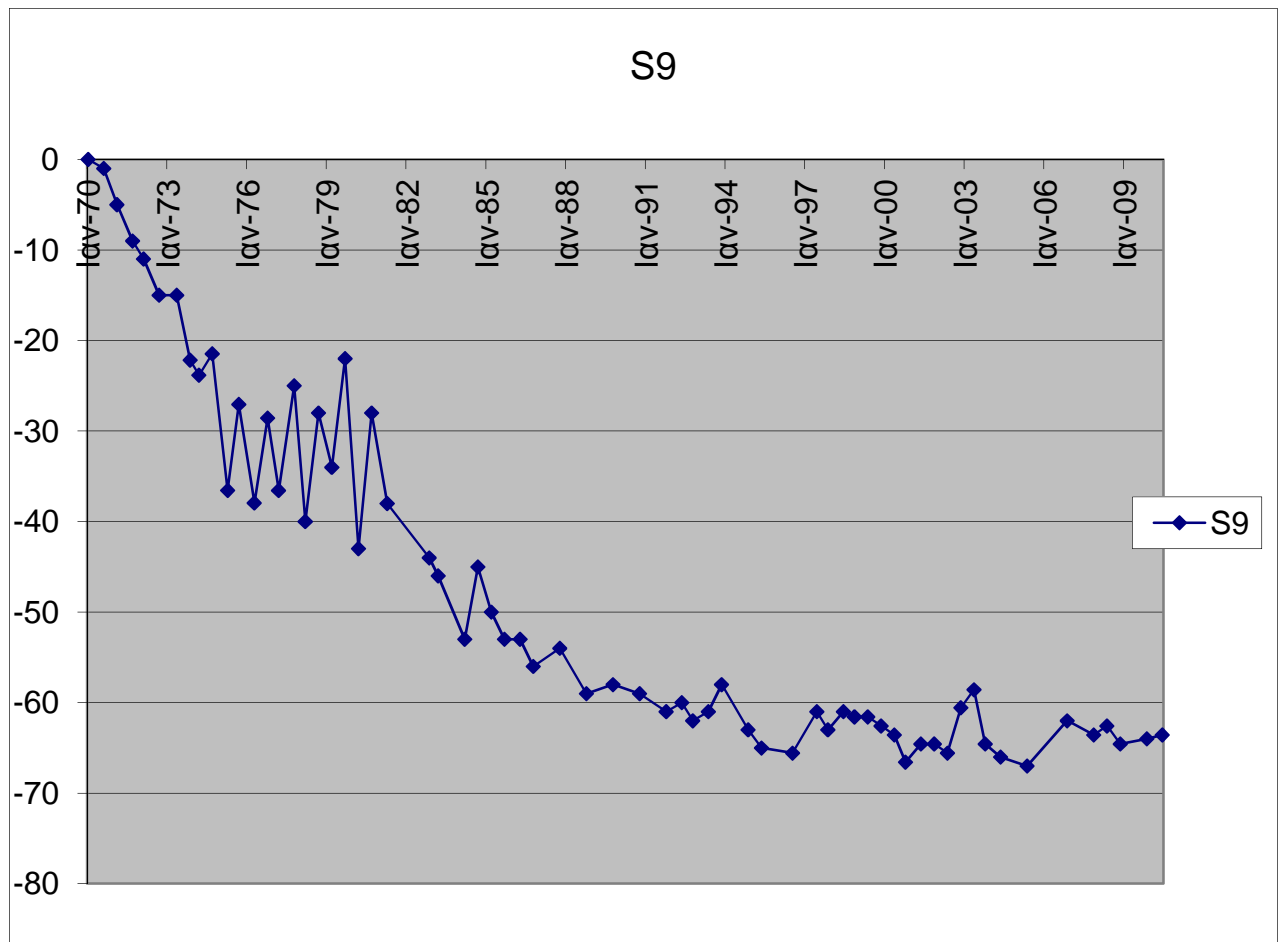
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S28 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



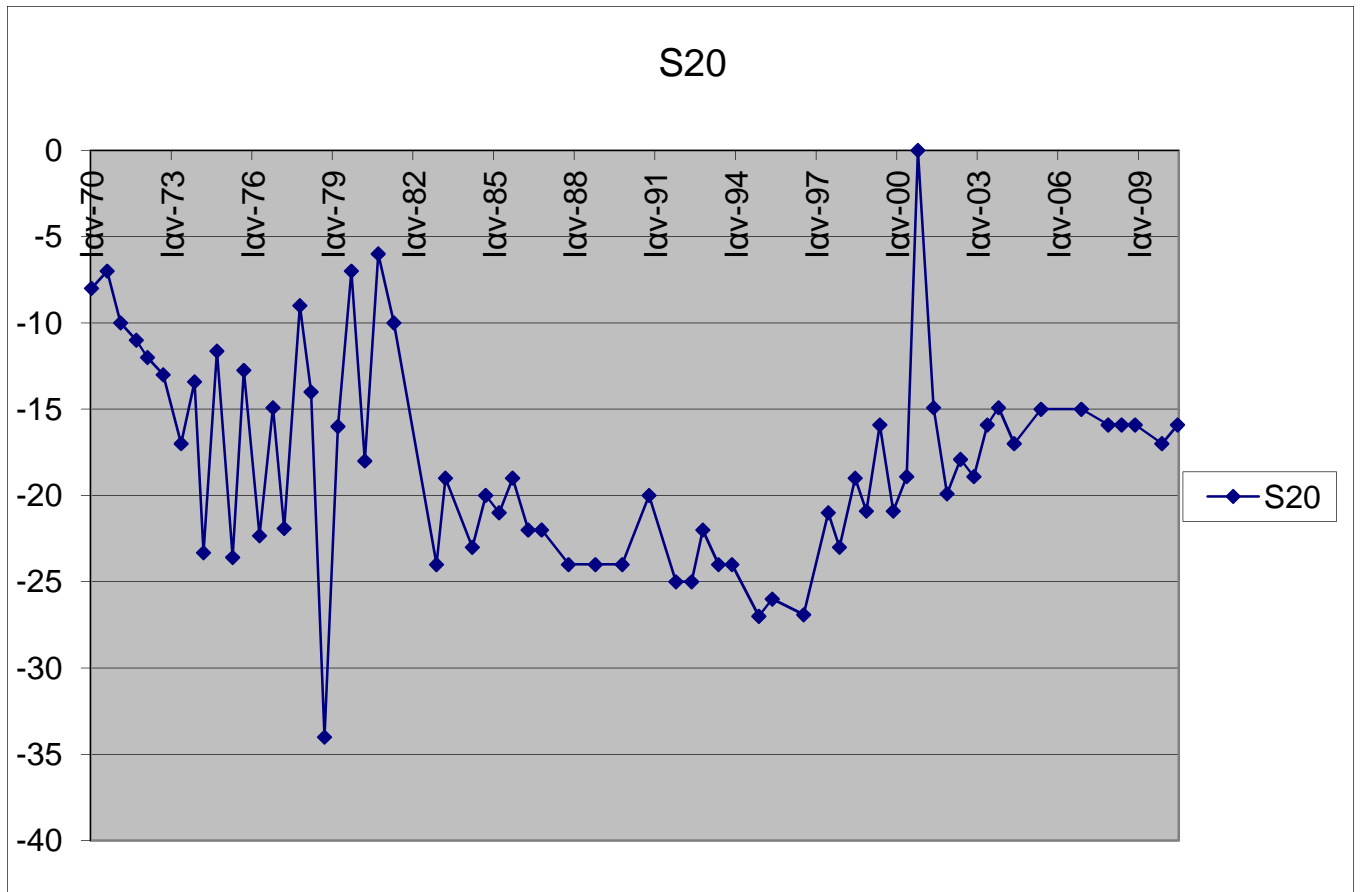
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S5 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



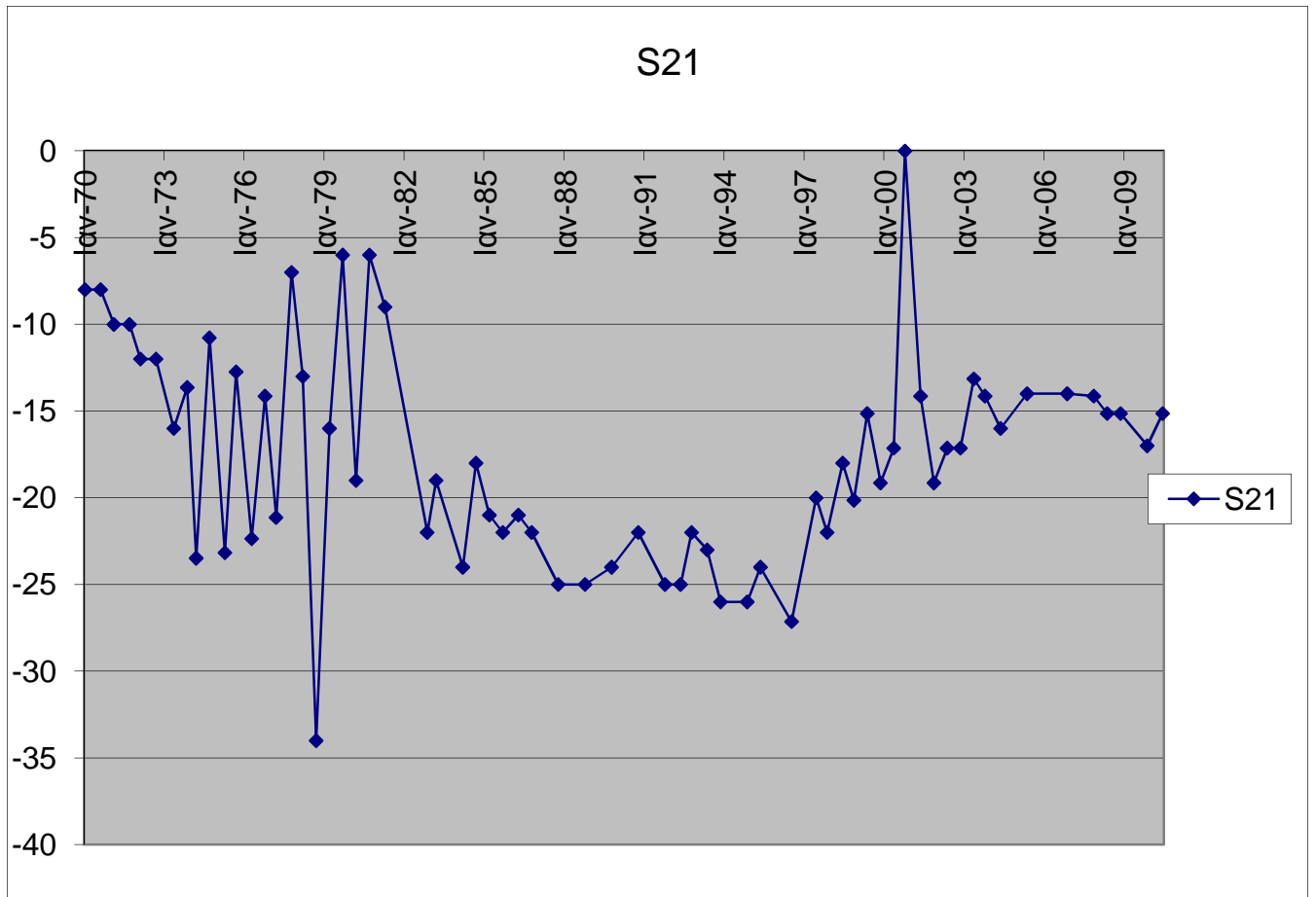
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S7 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



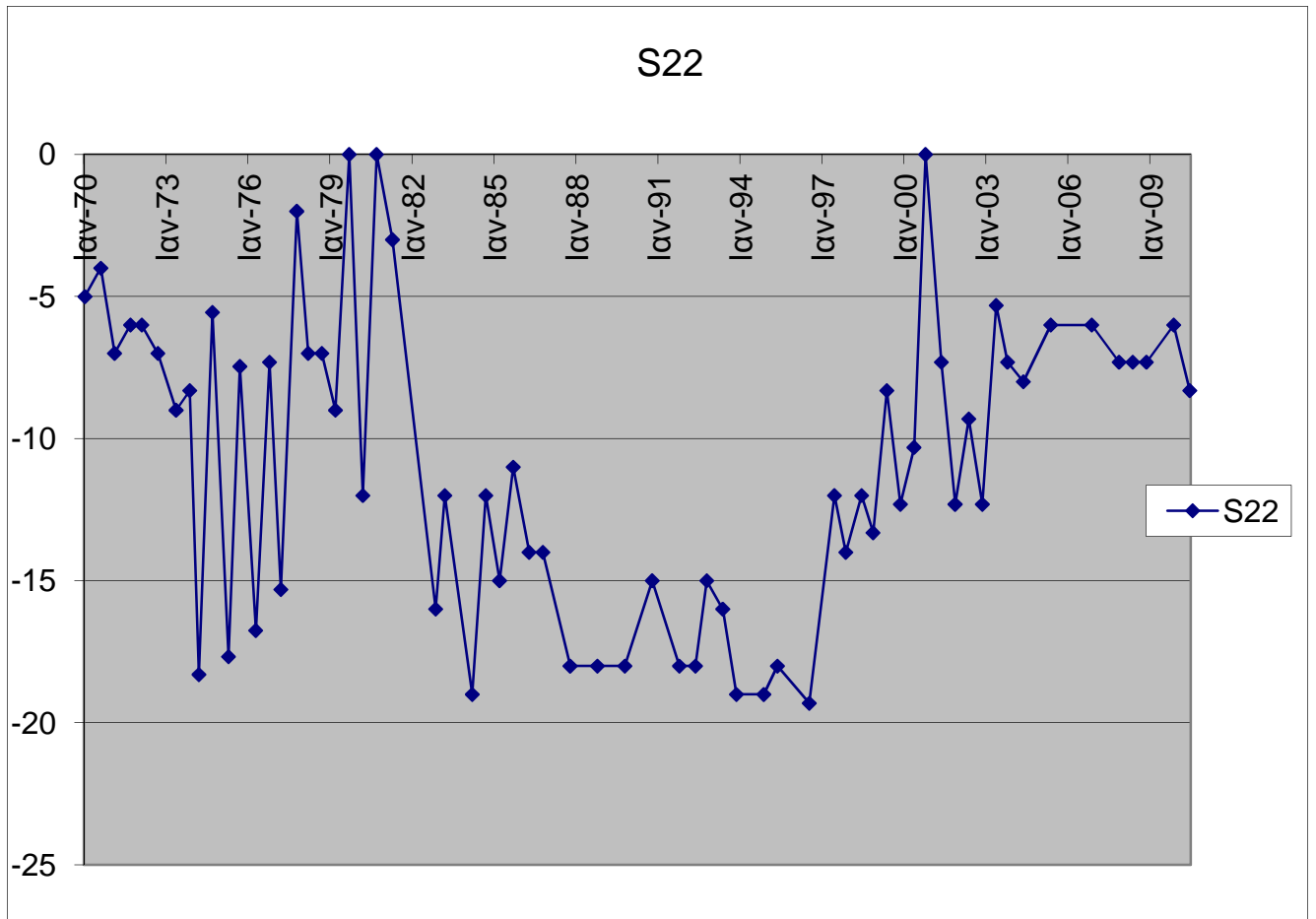
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.8.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S9 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



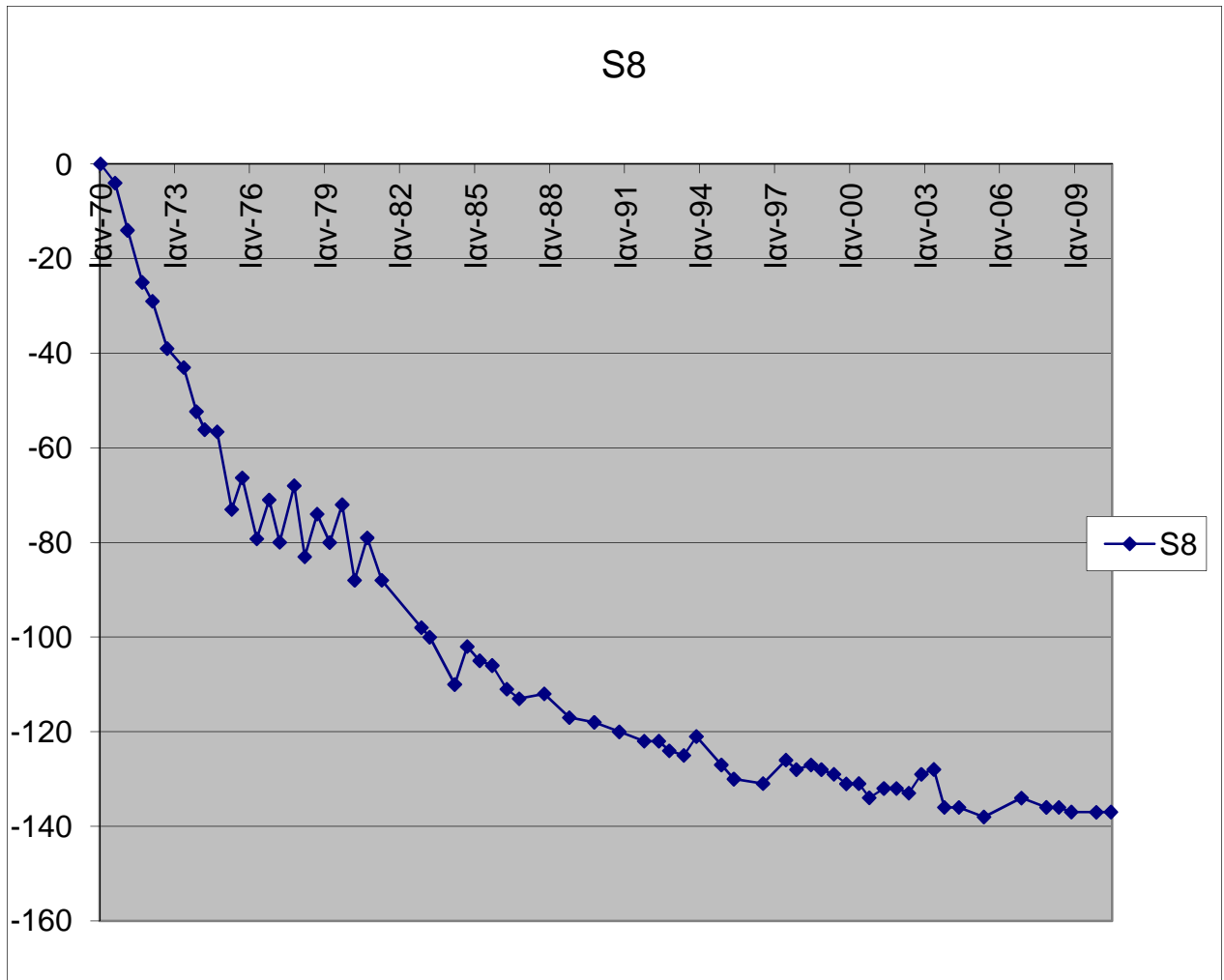
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S20 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



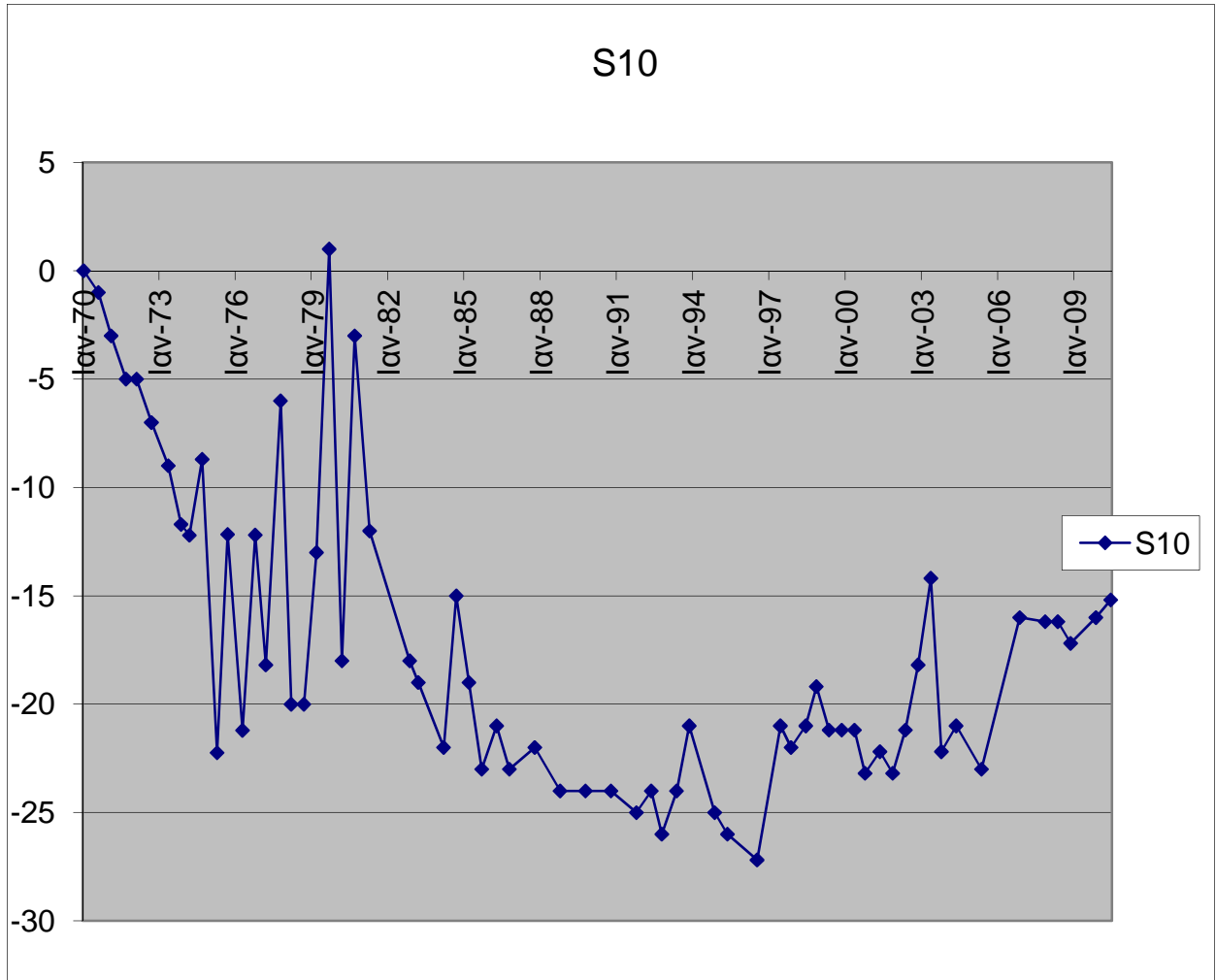
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.10.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S21 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



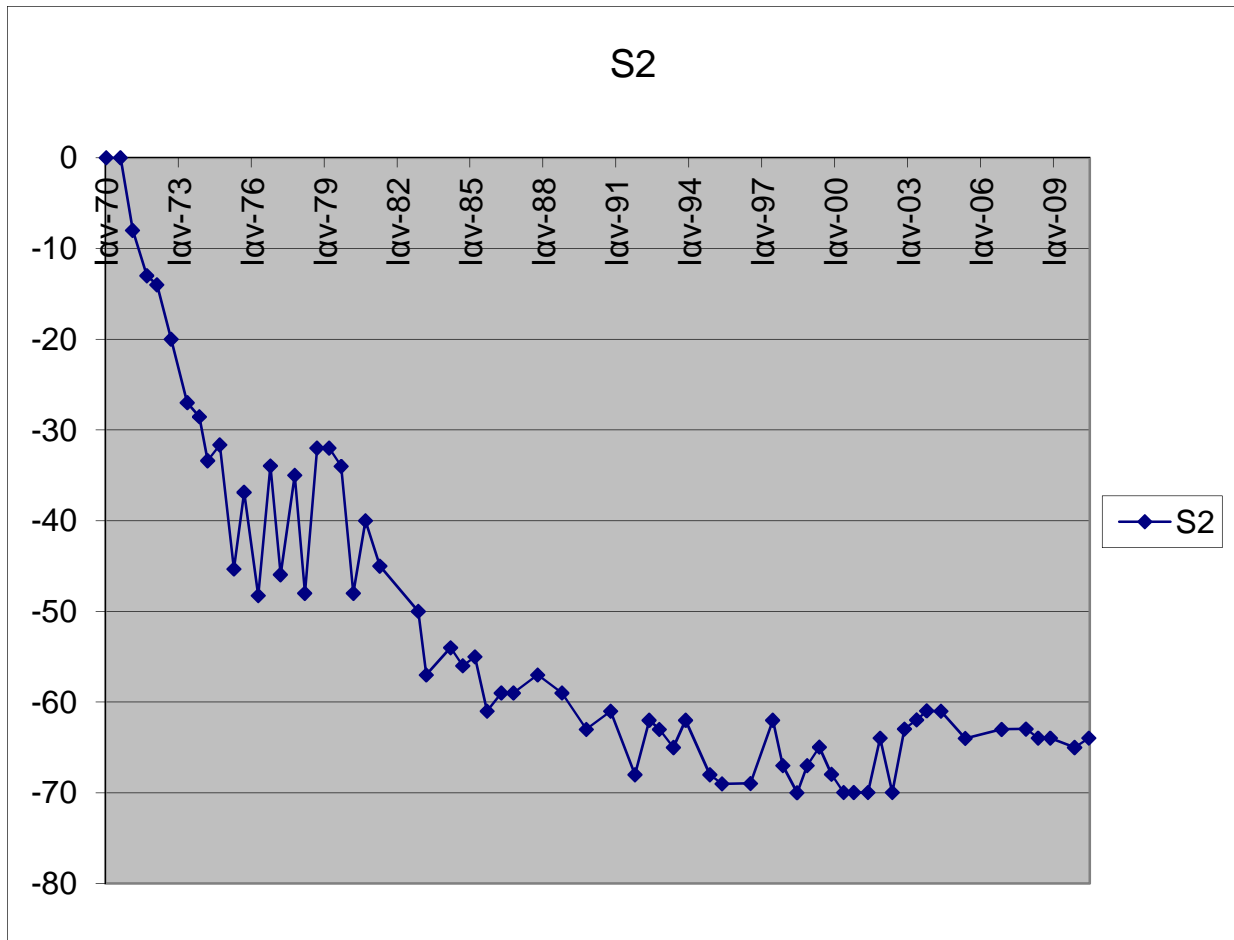
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.11.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S22 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



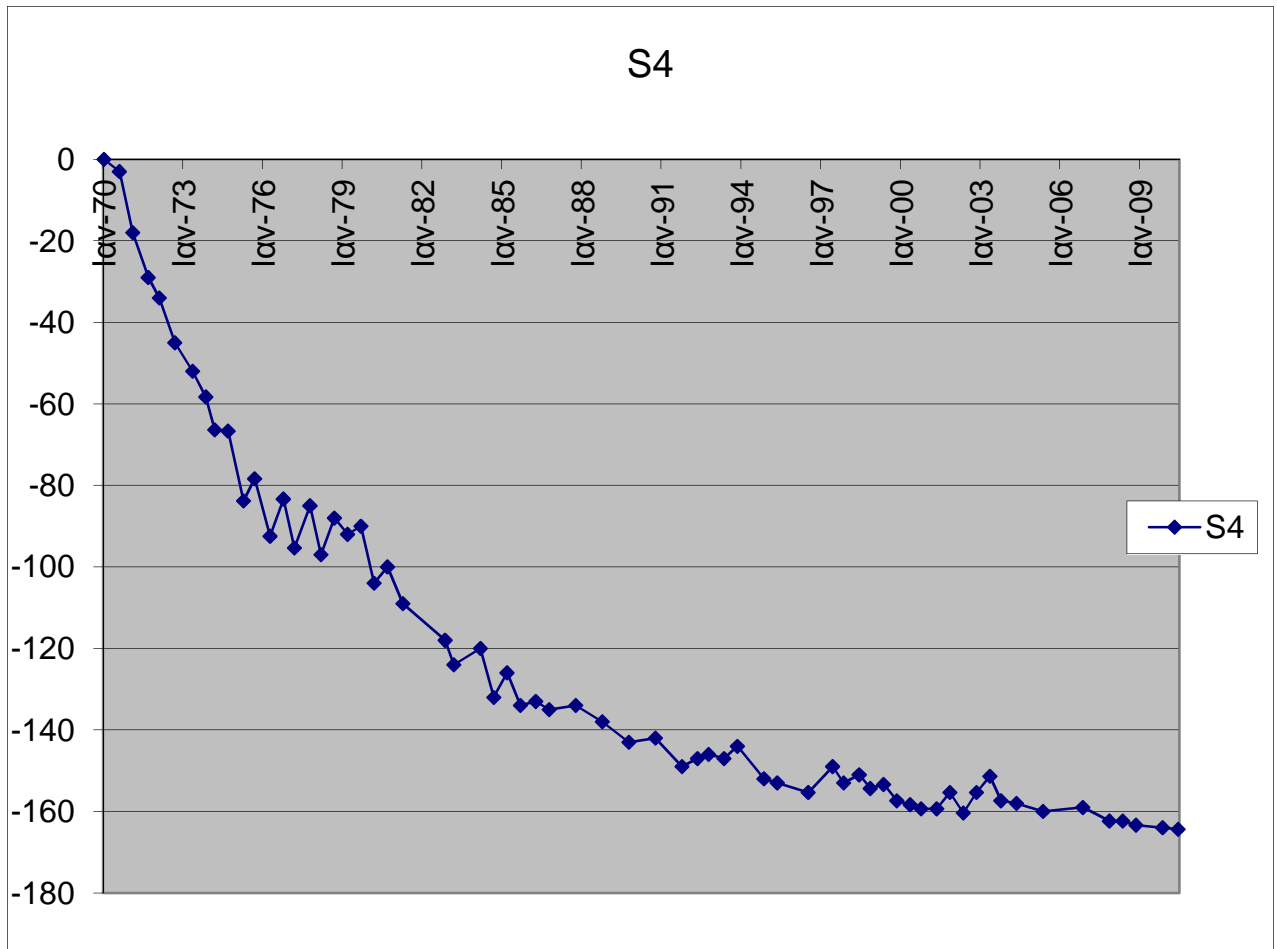
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.12.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S8 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



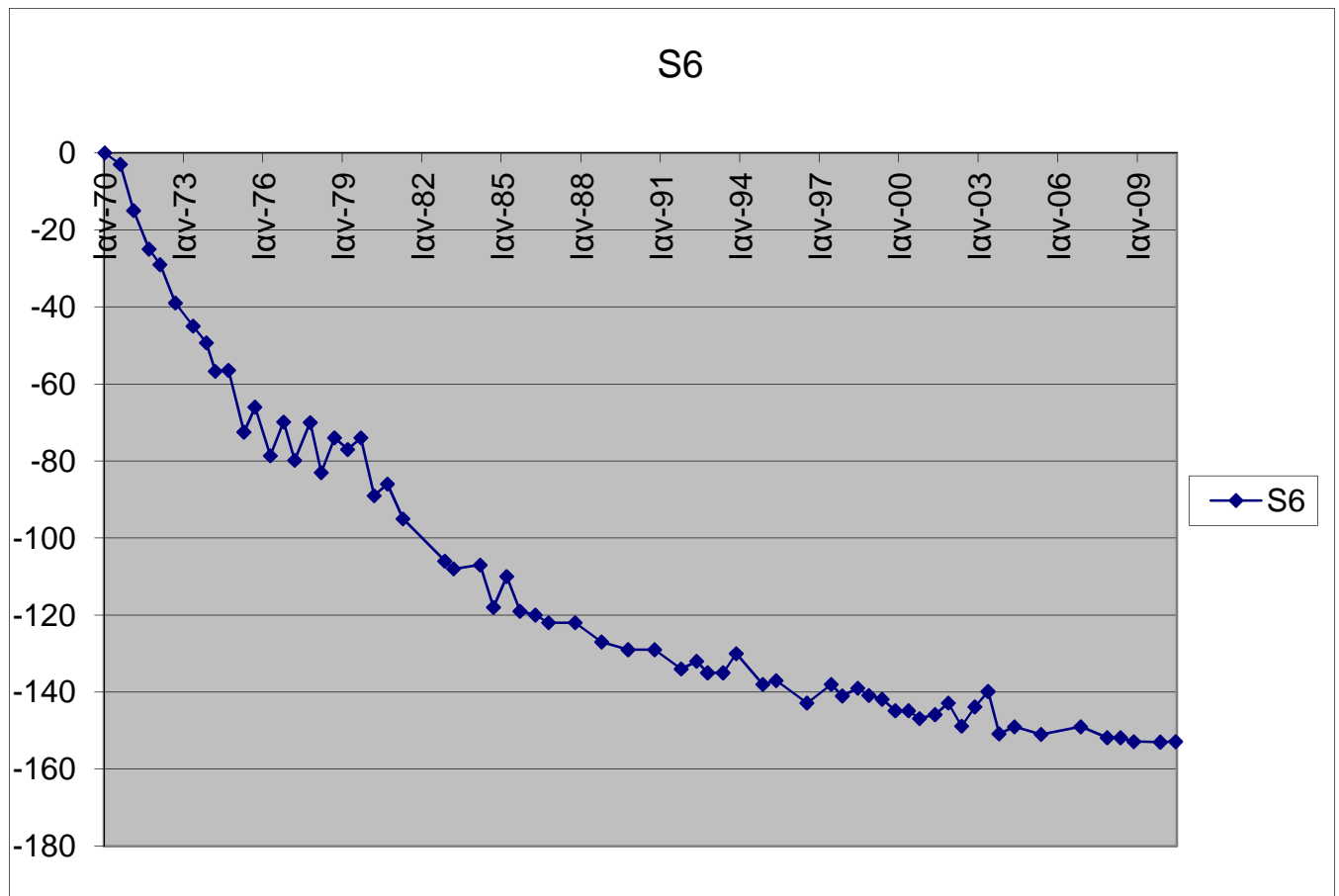
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.13.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S10 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



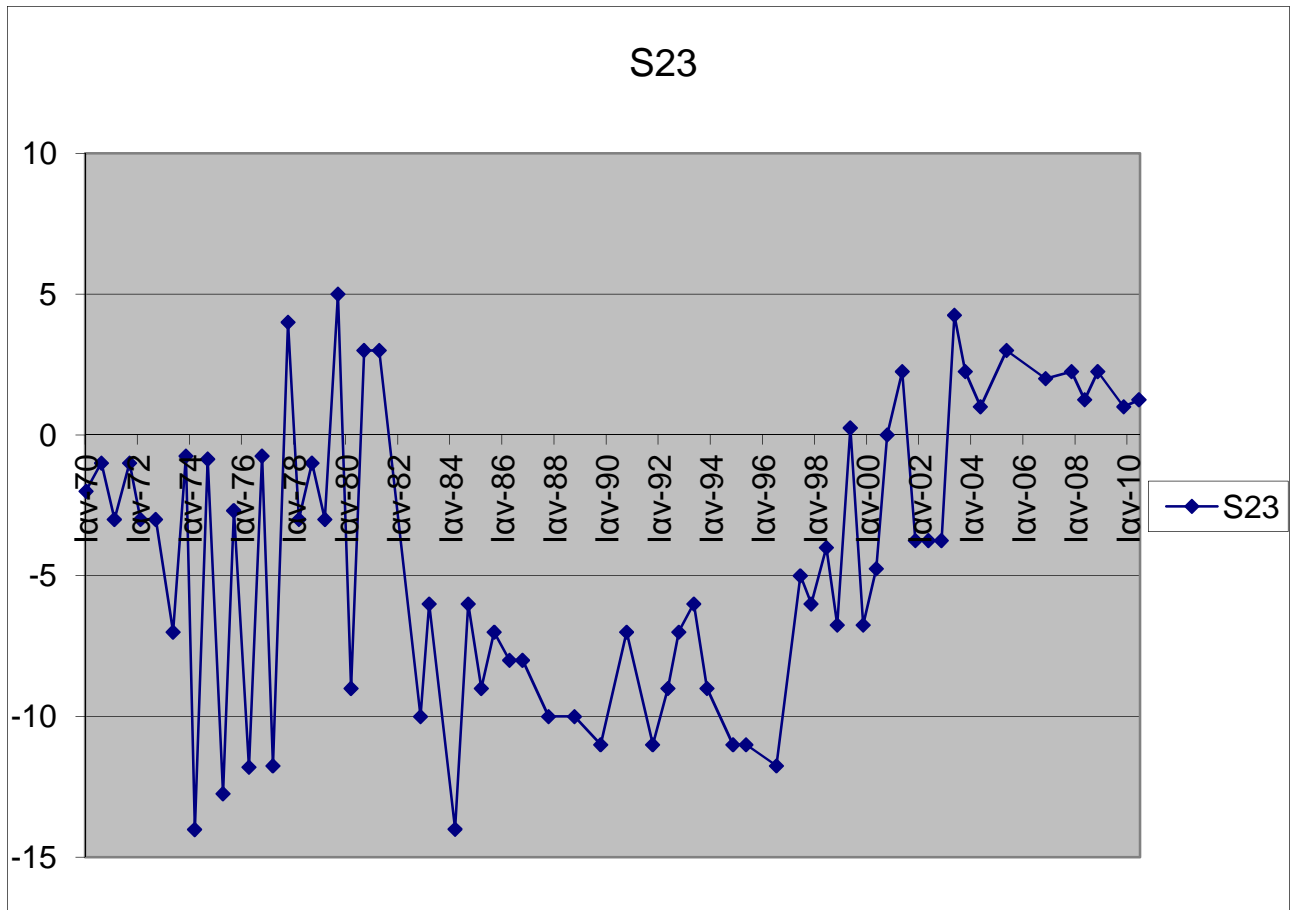
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.14.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S2 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



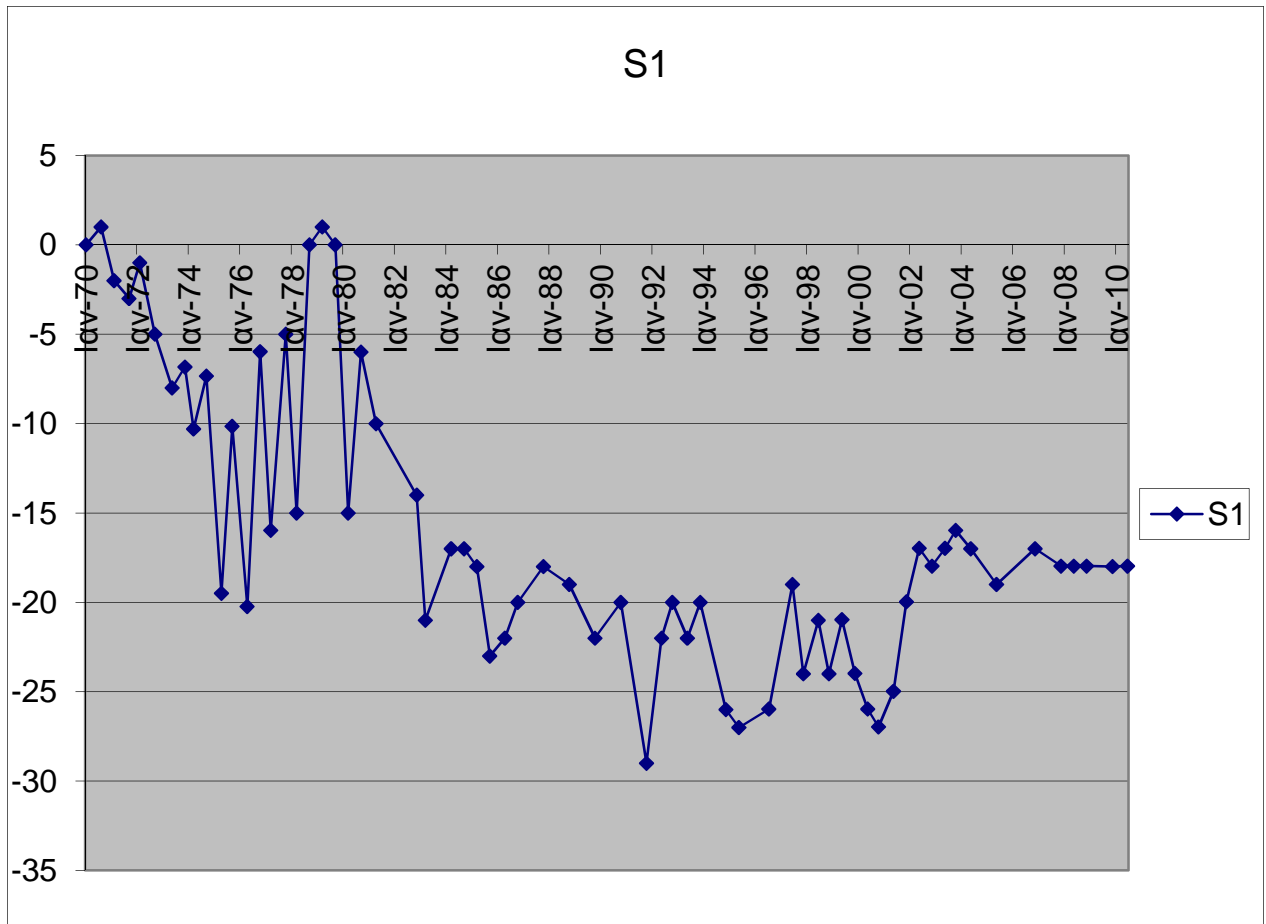
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.15.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S4 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



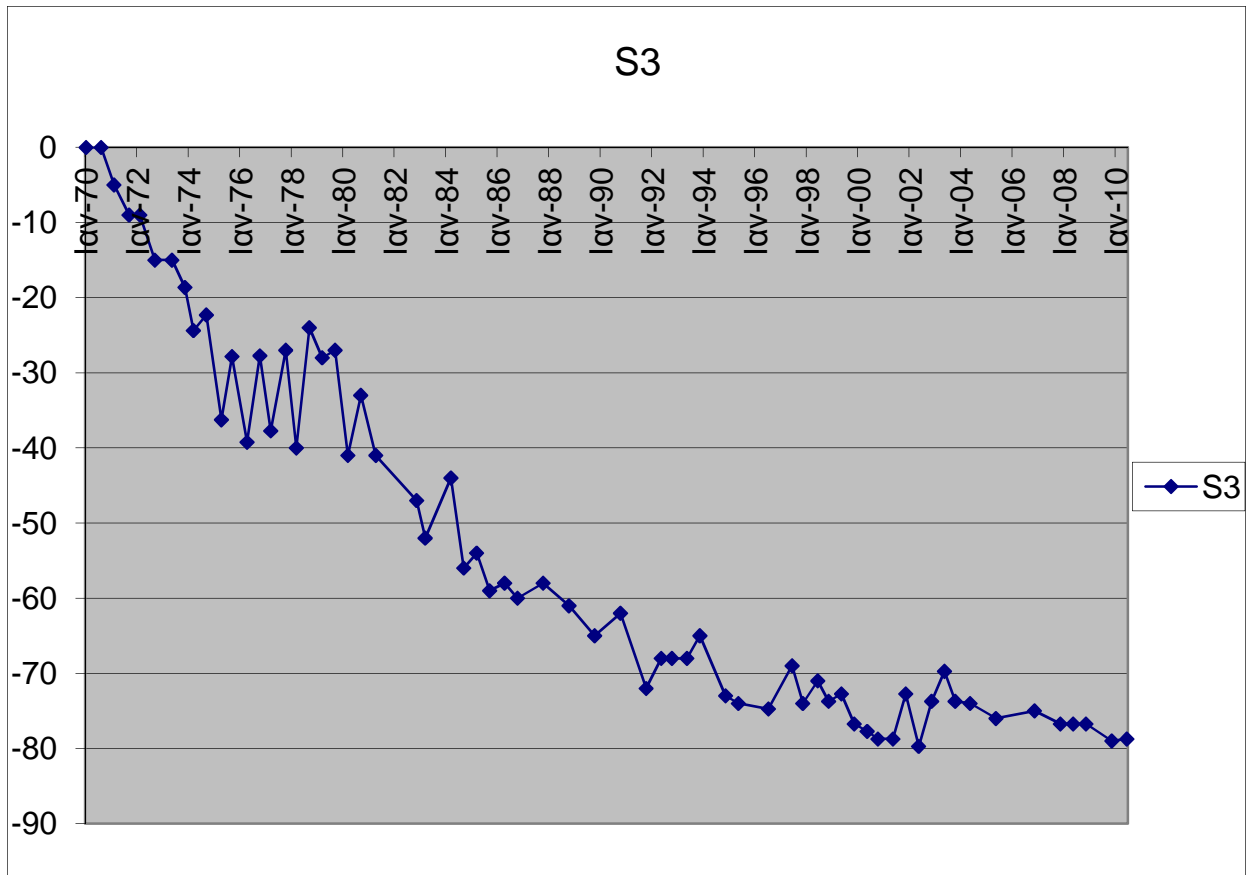
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.16.:ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S6 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.17.: ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S23 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ

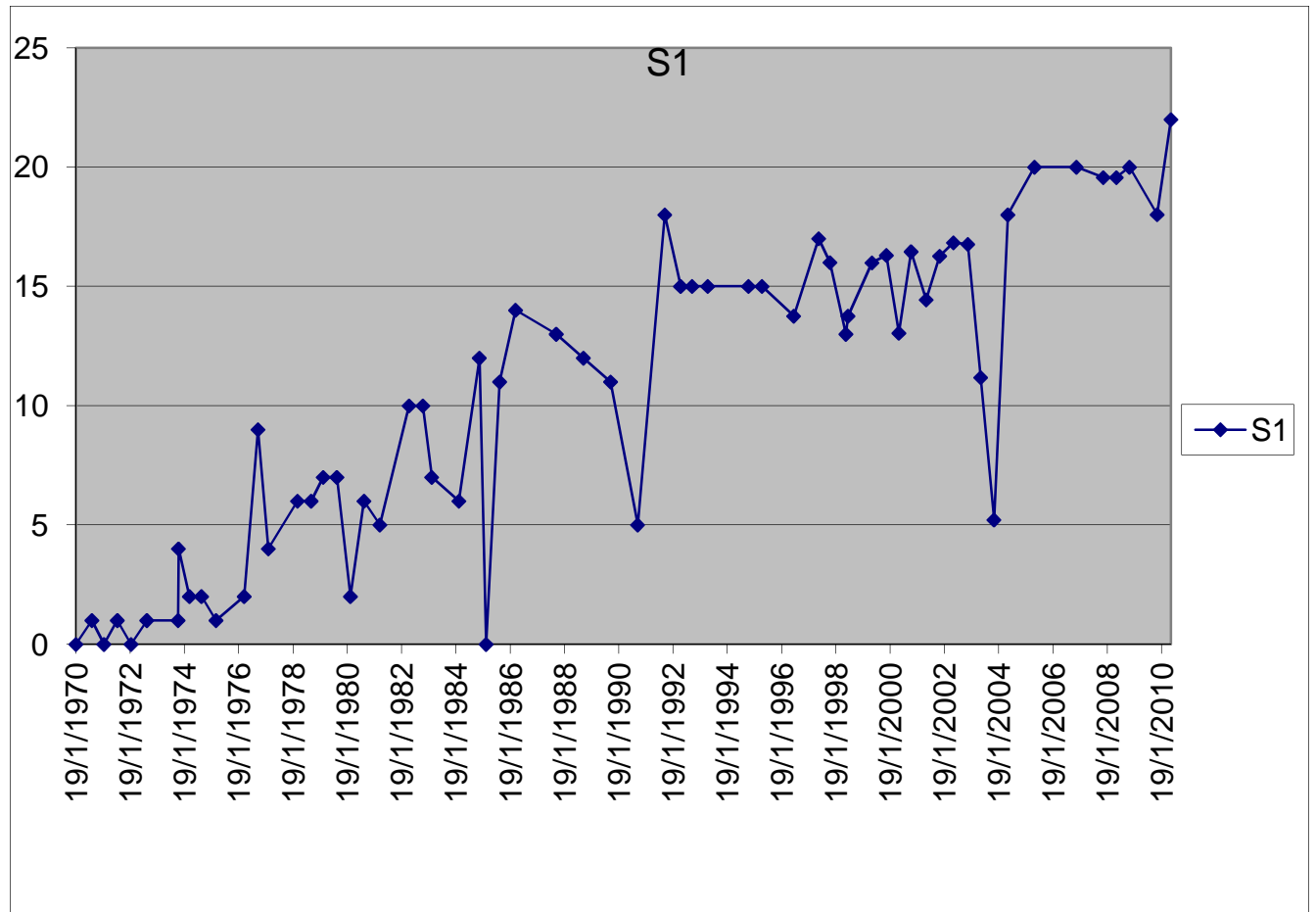


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.18.:ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S1 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ

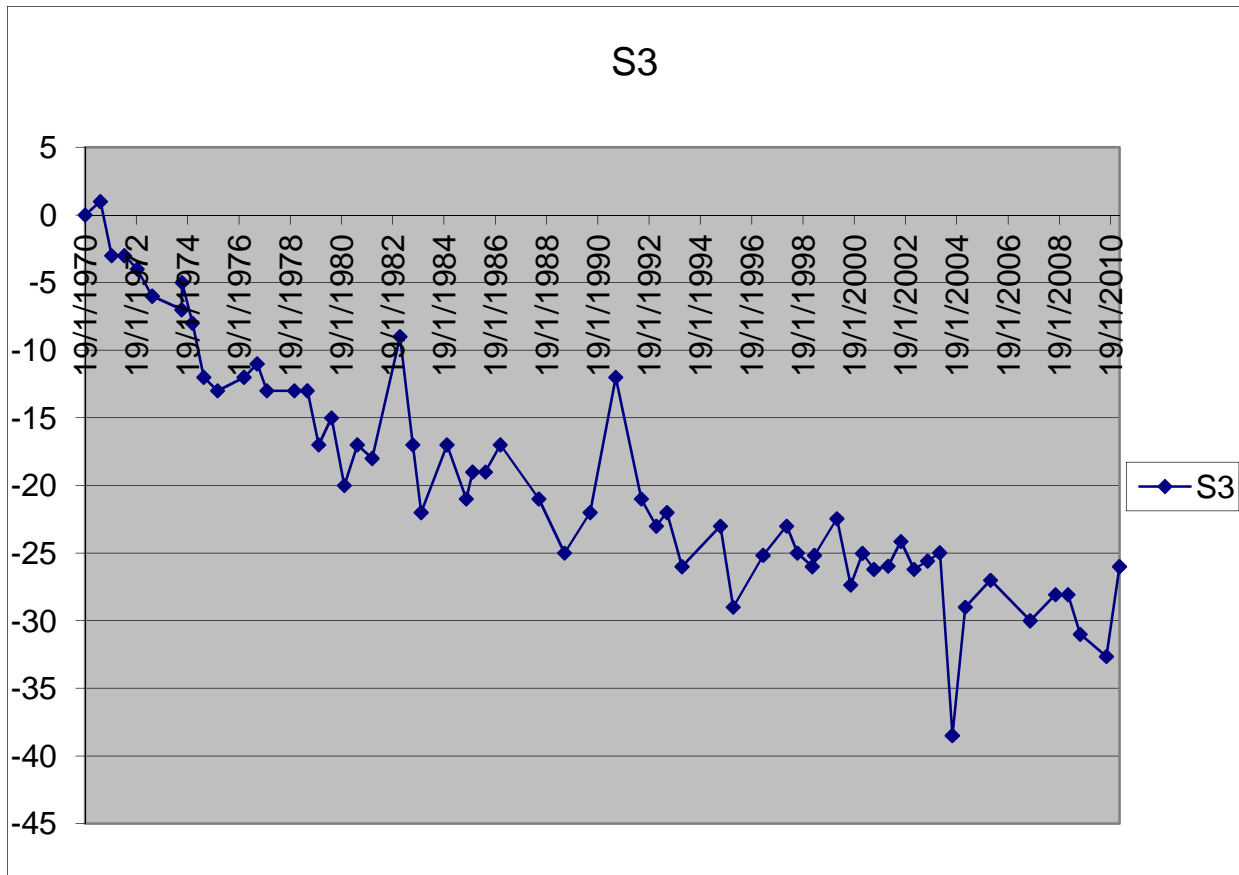


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.19.:ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S3 ΤΟΥ
ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ

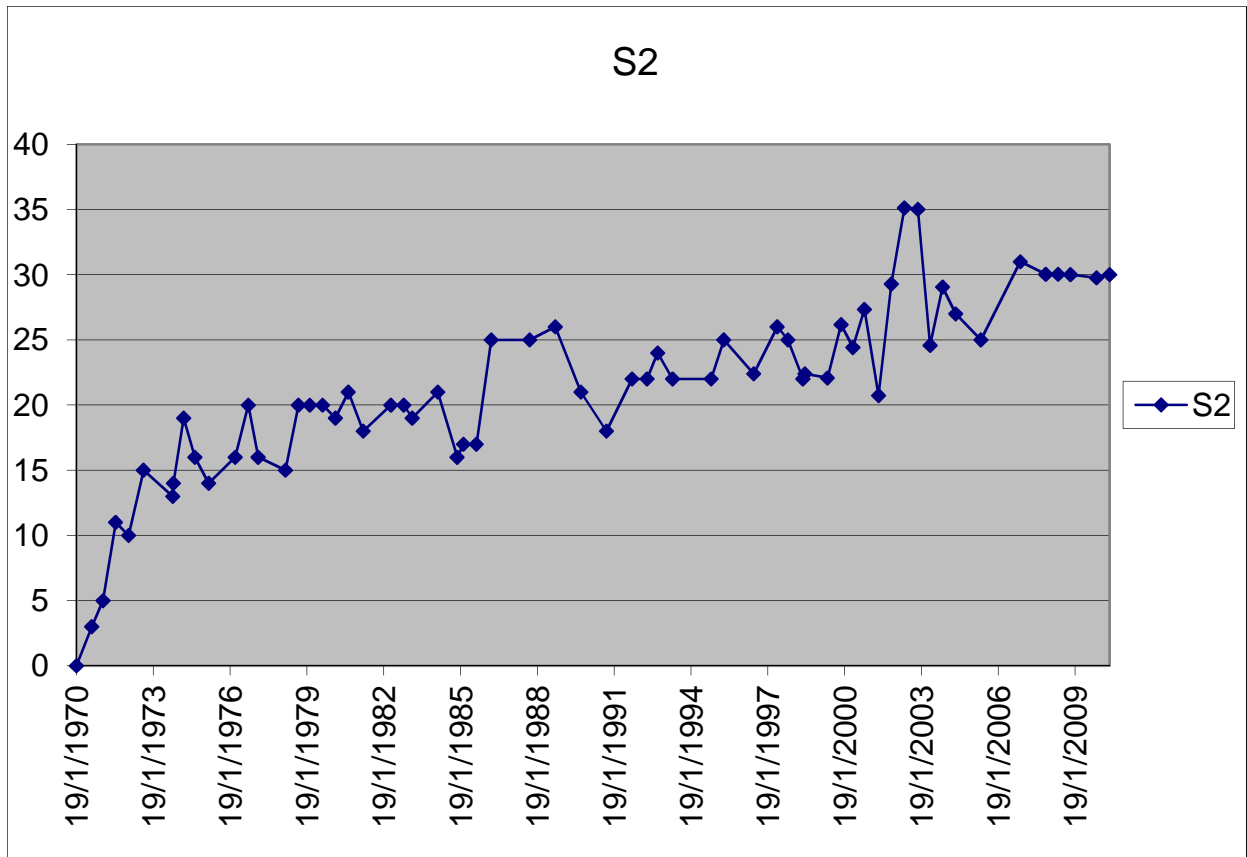
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΕ (mm)



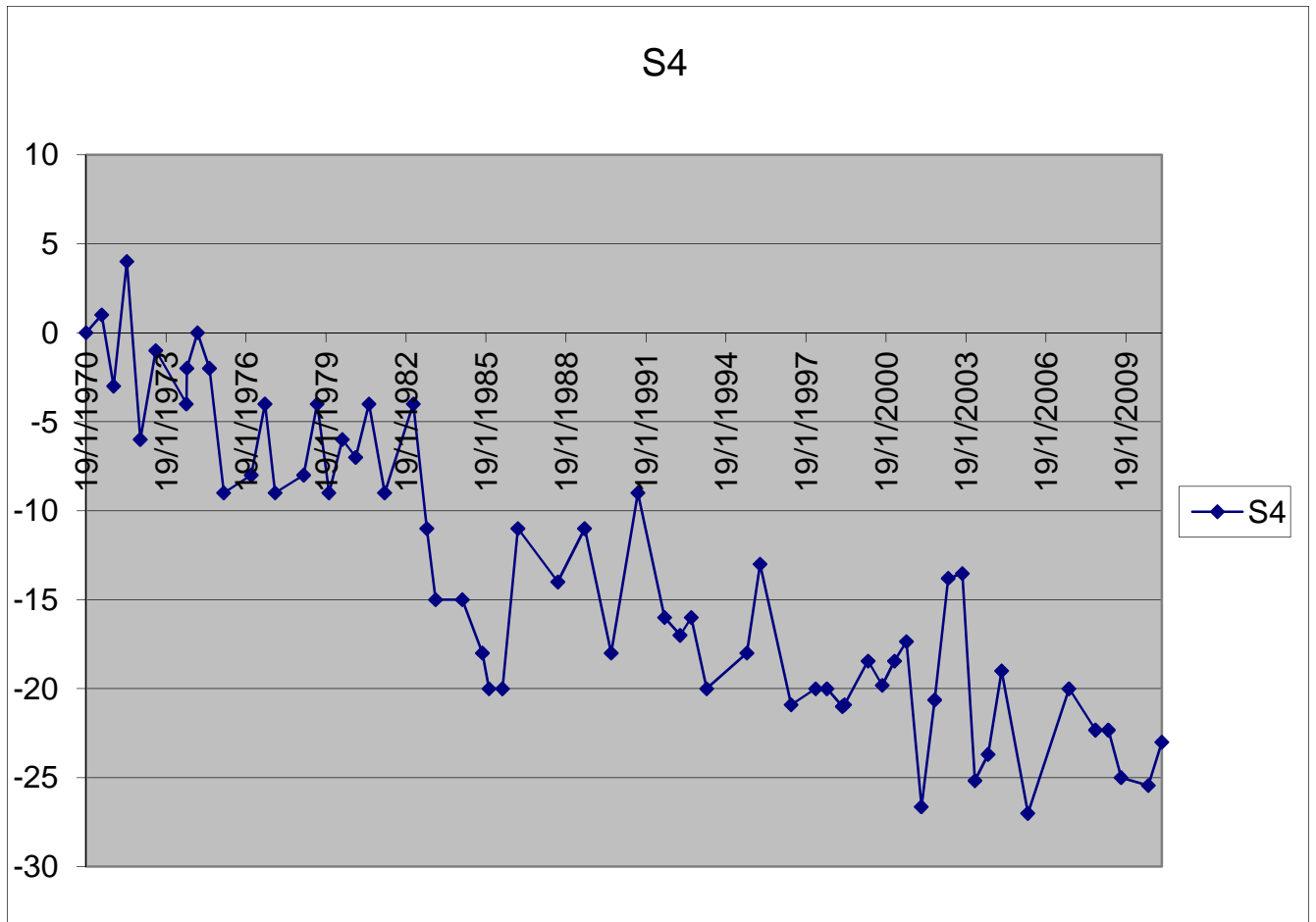
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.20.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S1 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



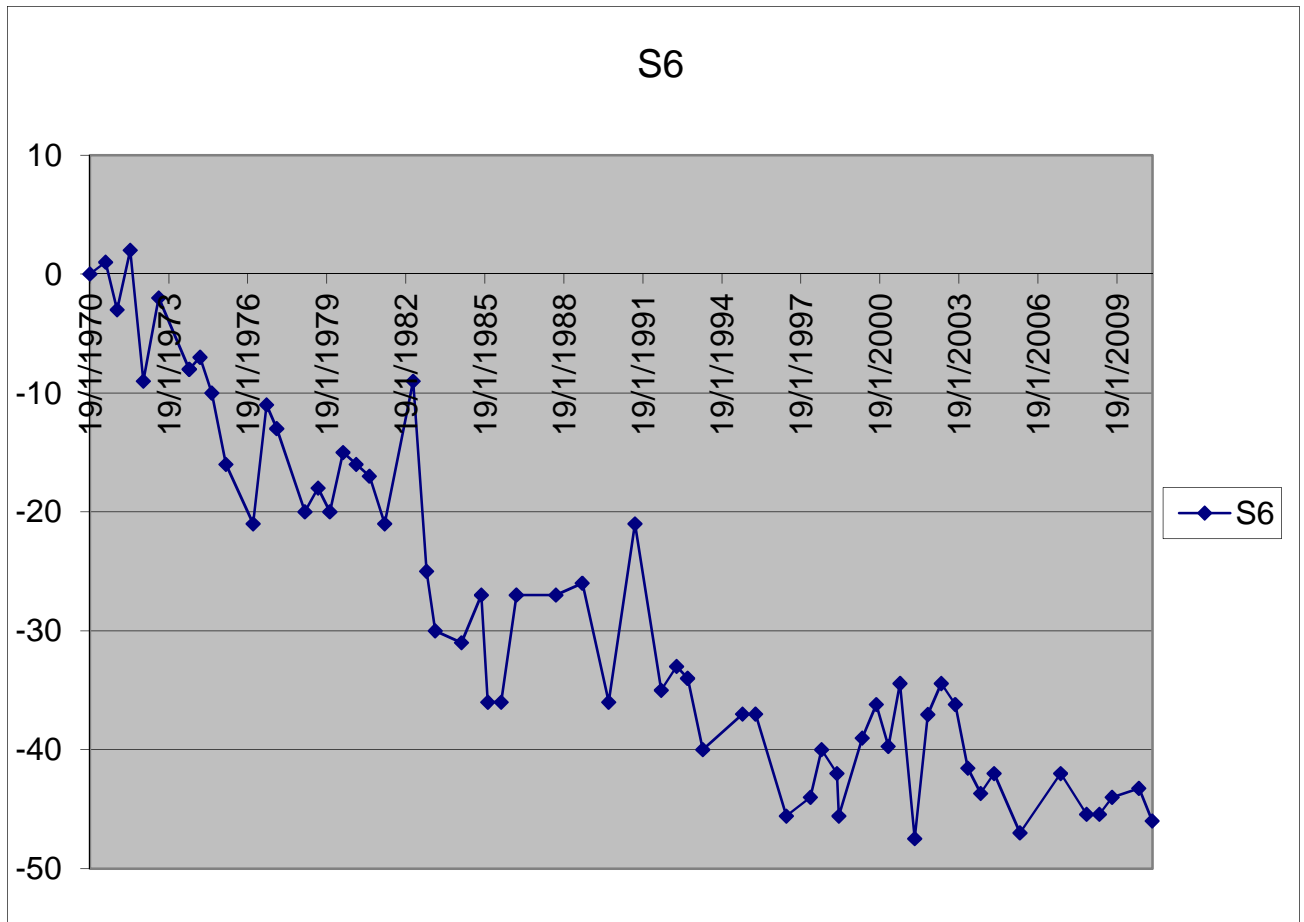
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.21.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S3 ΤΟΥ
ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



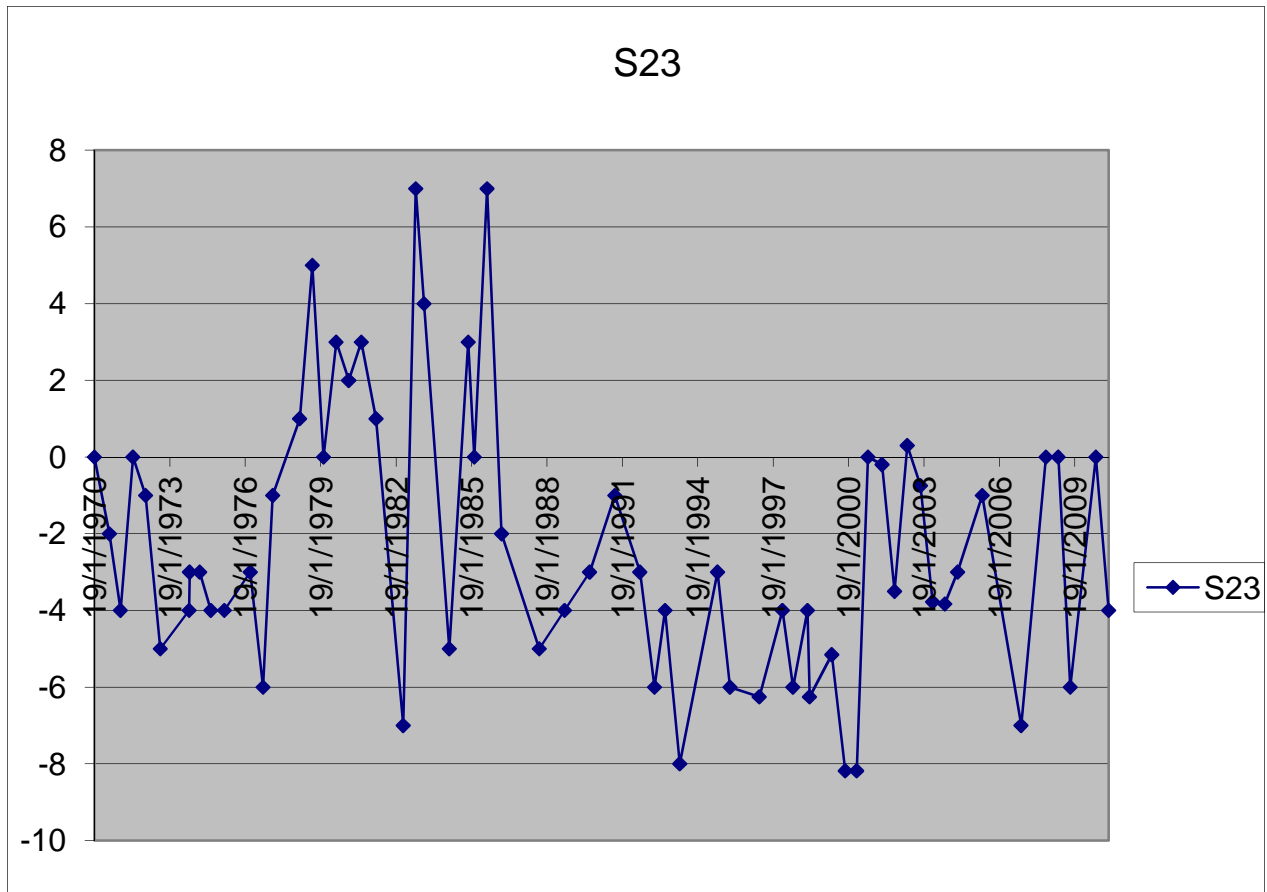
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.22.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S2 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



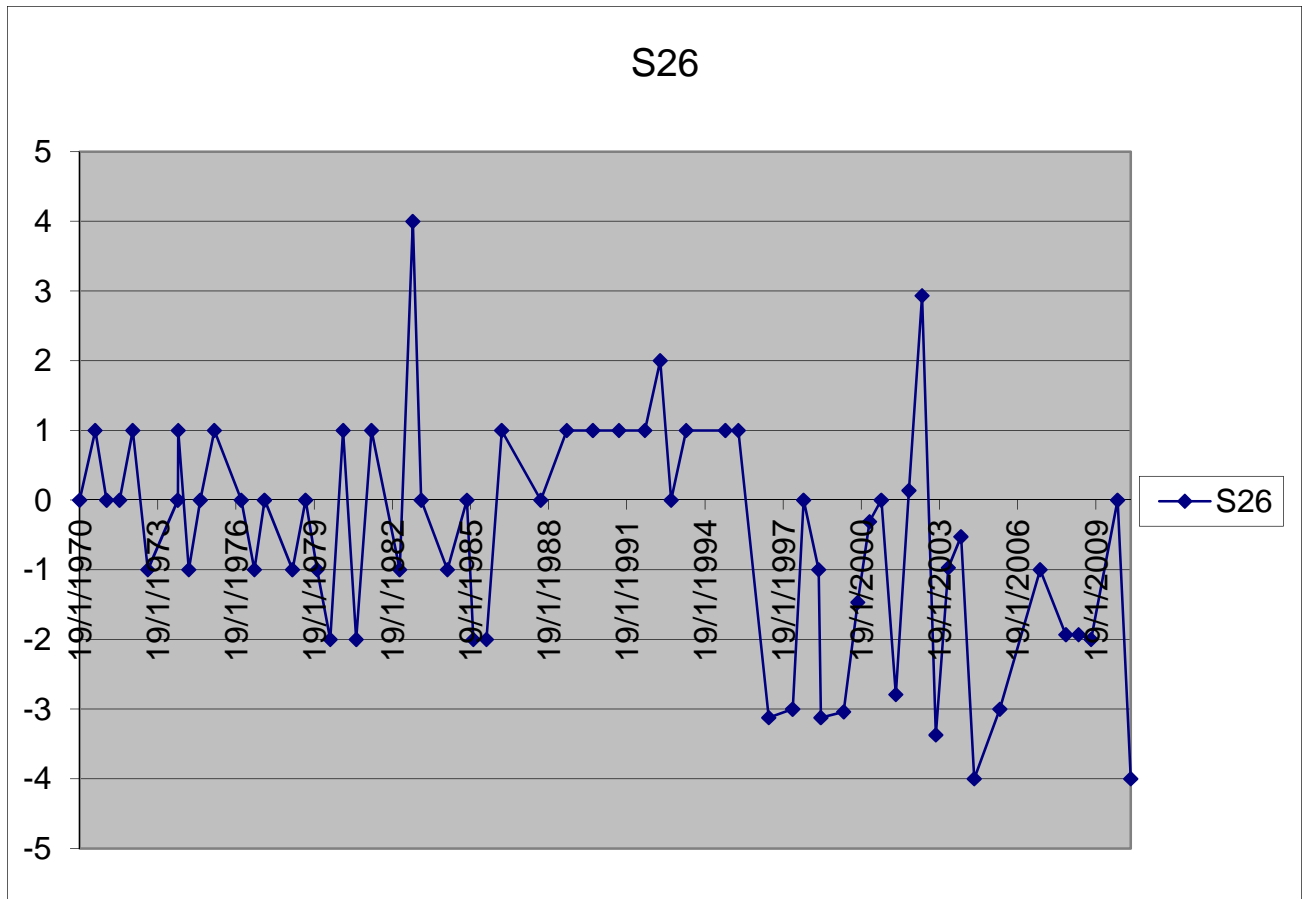
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.23.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S4 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



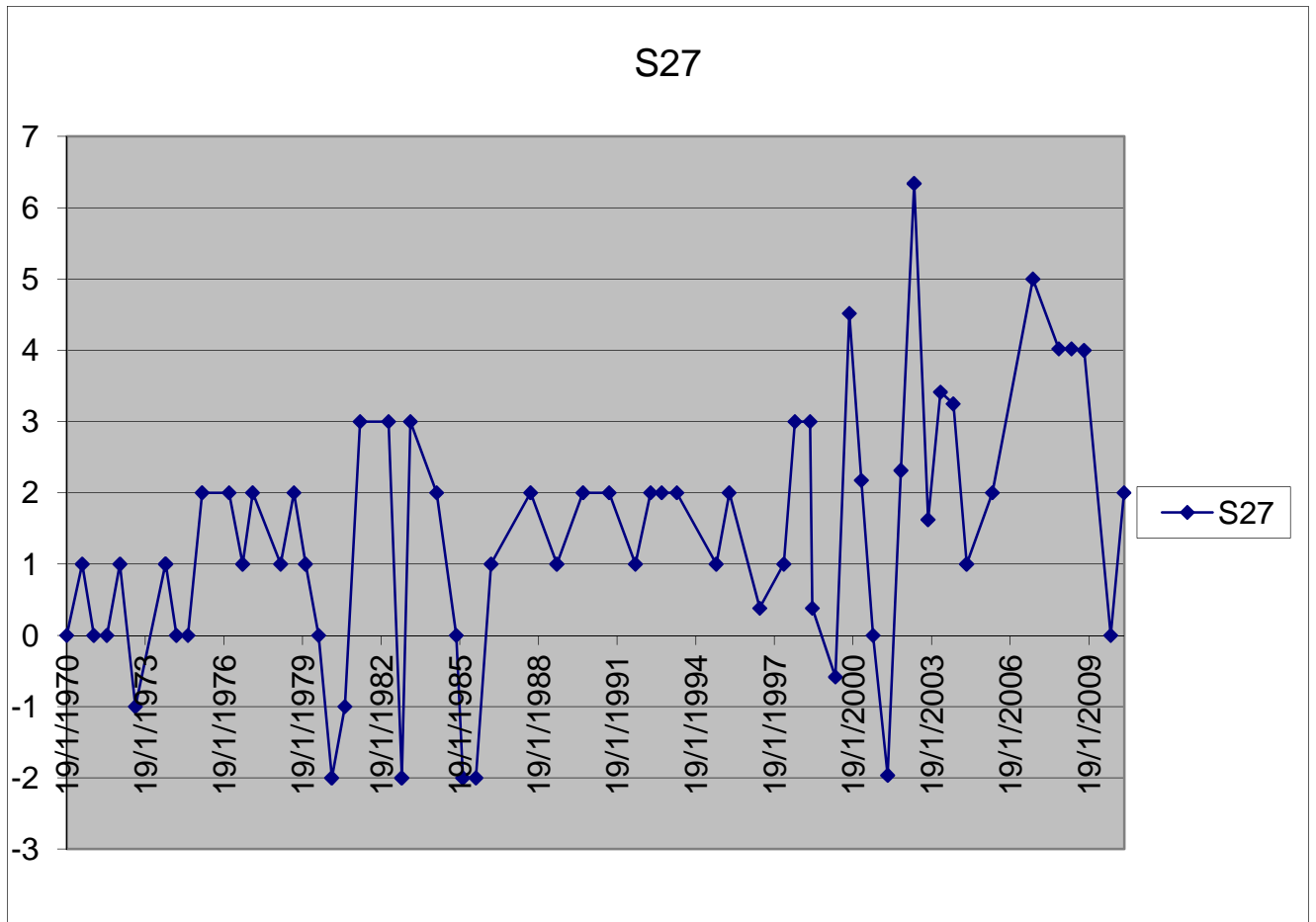
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.24.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S6 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



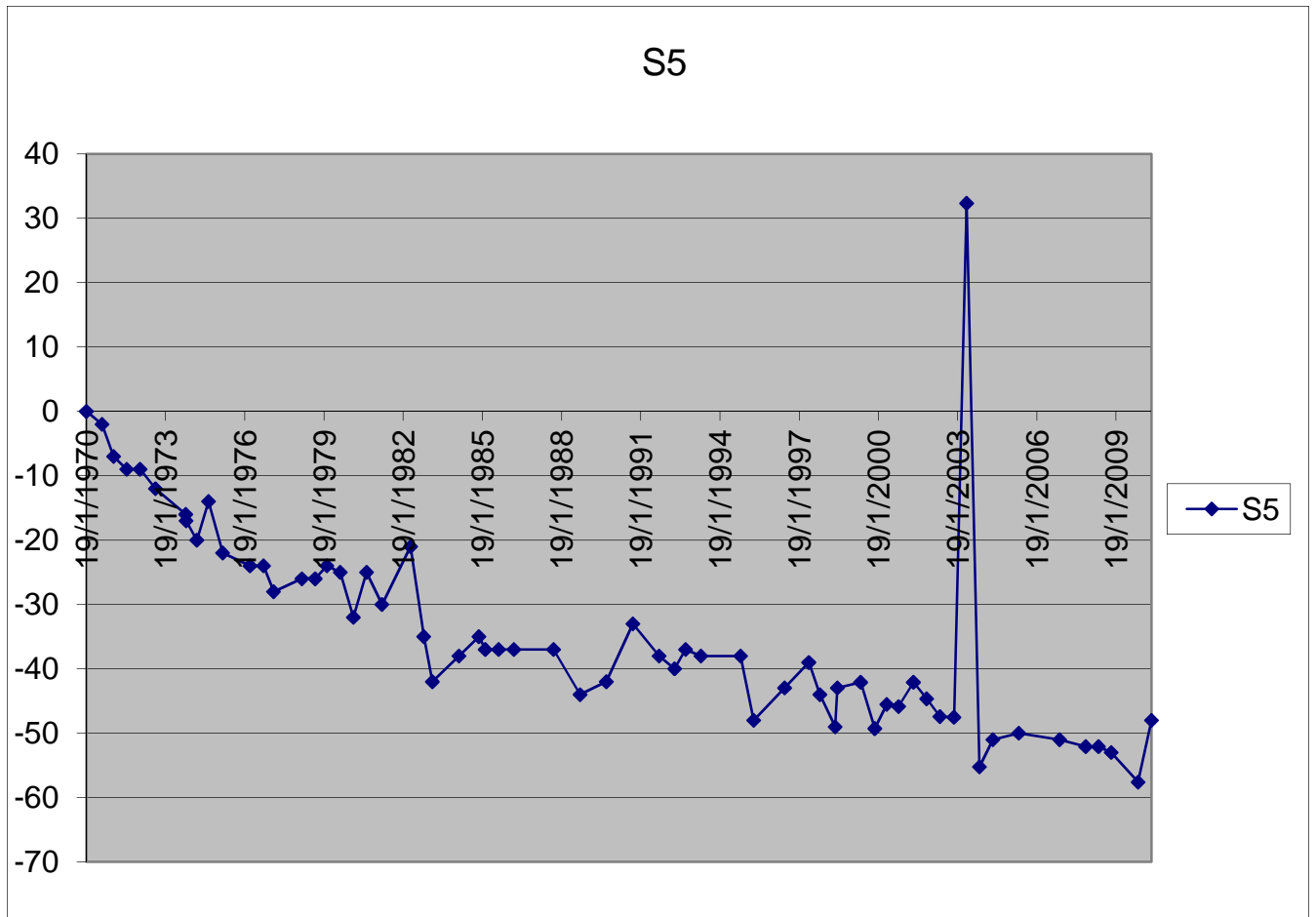
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.25.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S23 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



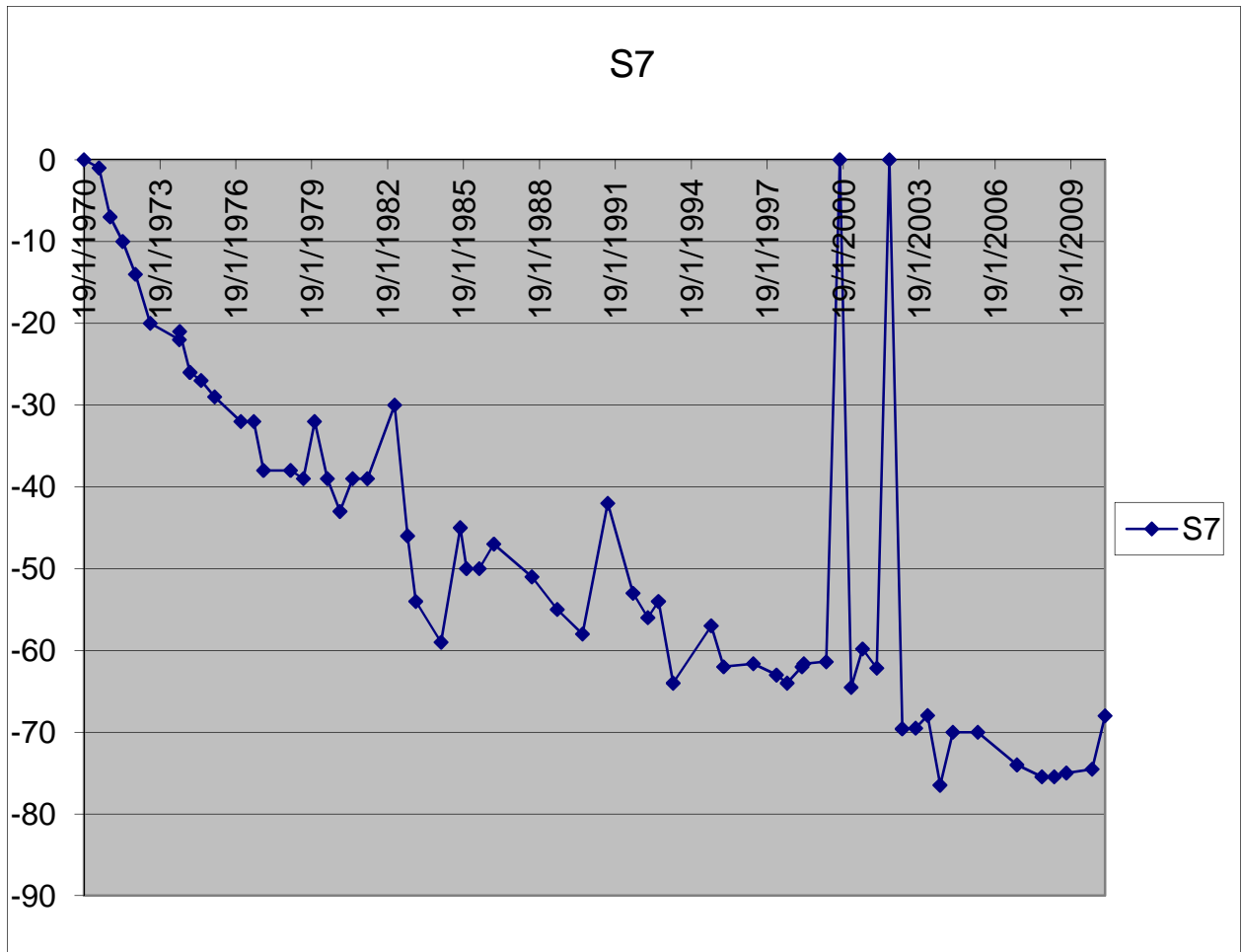
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.26.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S26 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



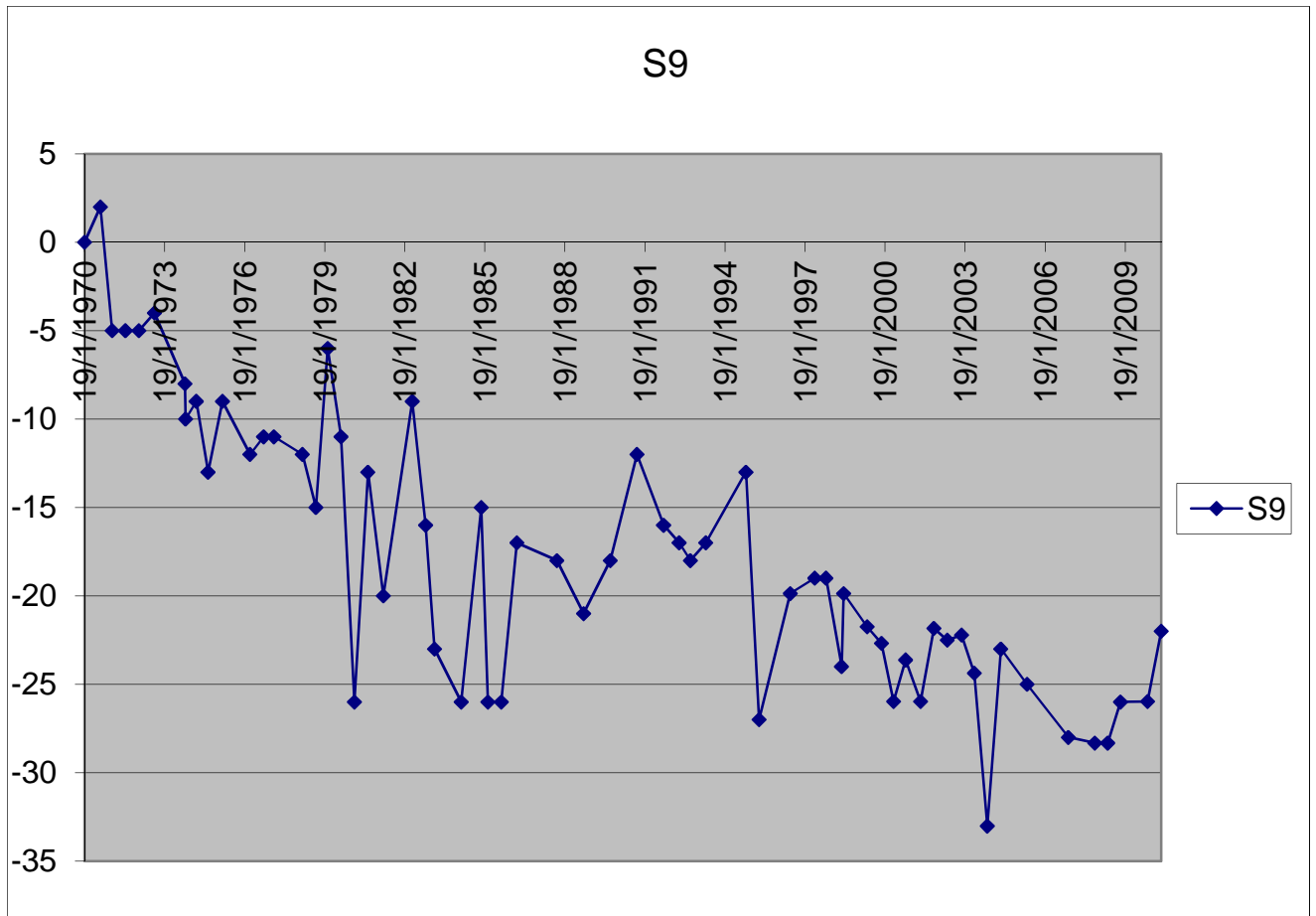
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.27.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S27 ΤΟΥ
ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



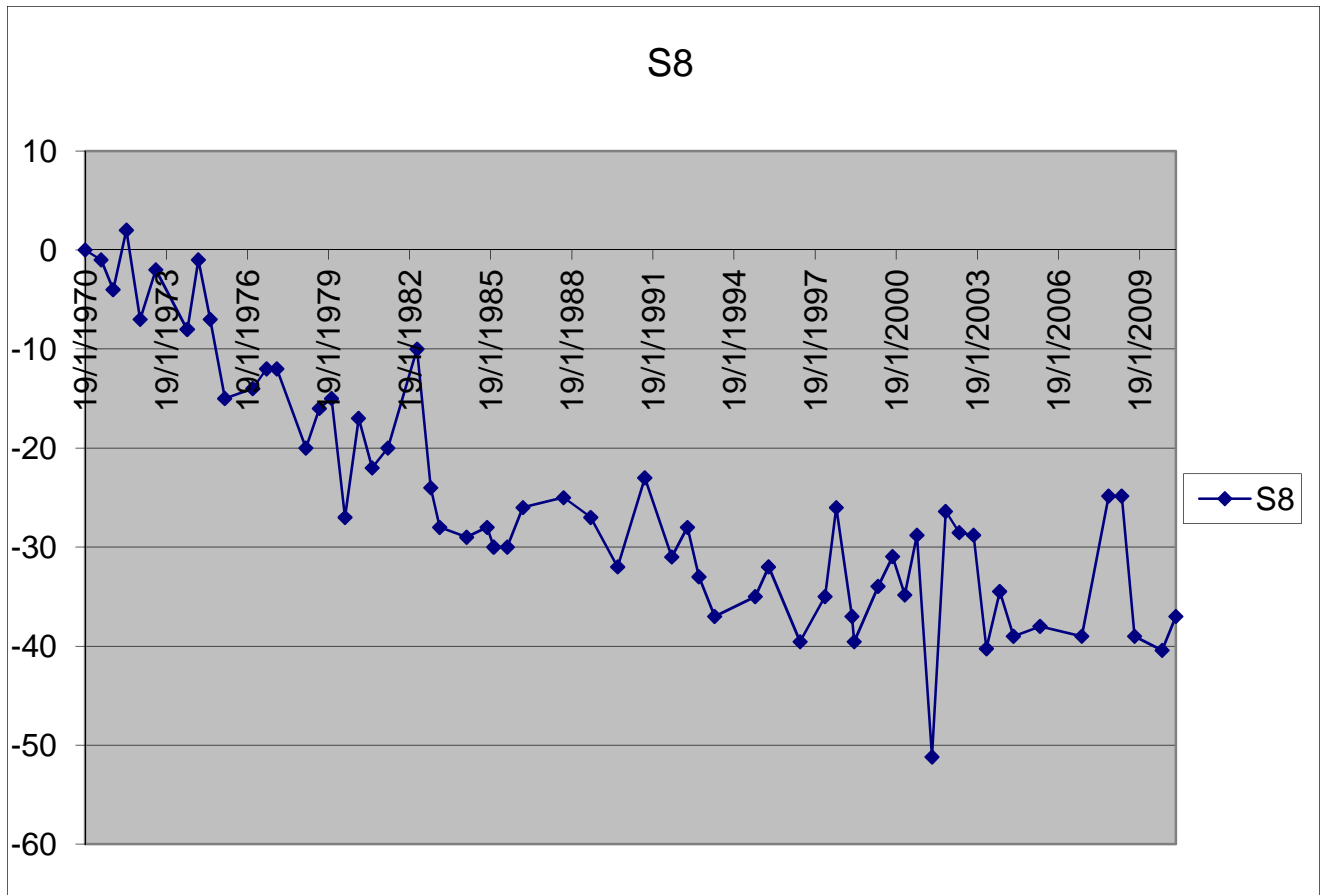
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.28.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S5 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



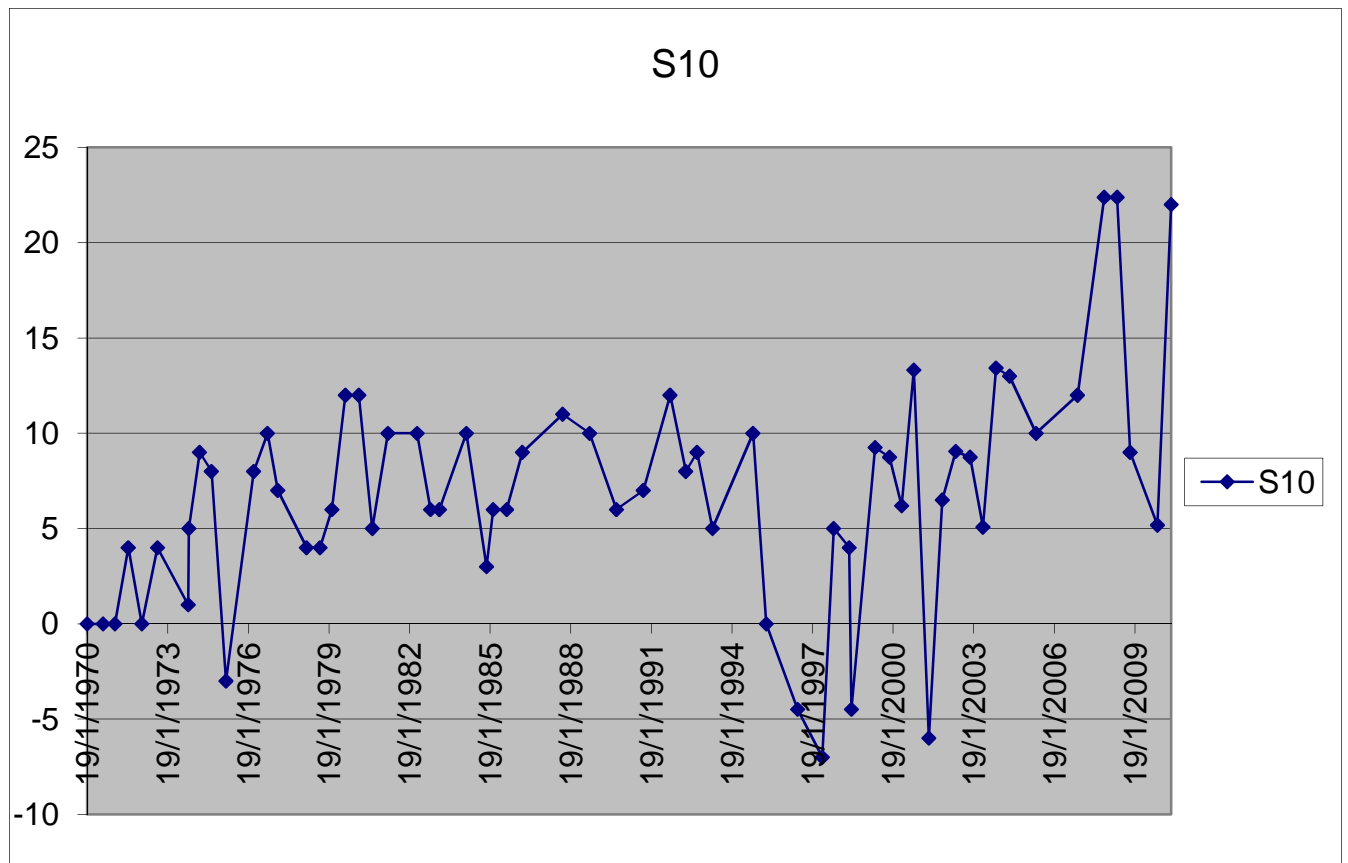
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.29.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S7 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



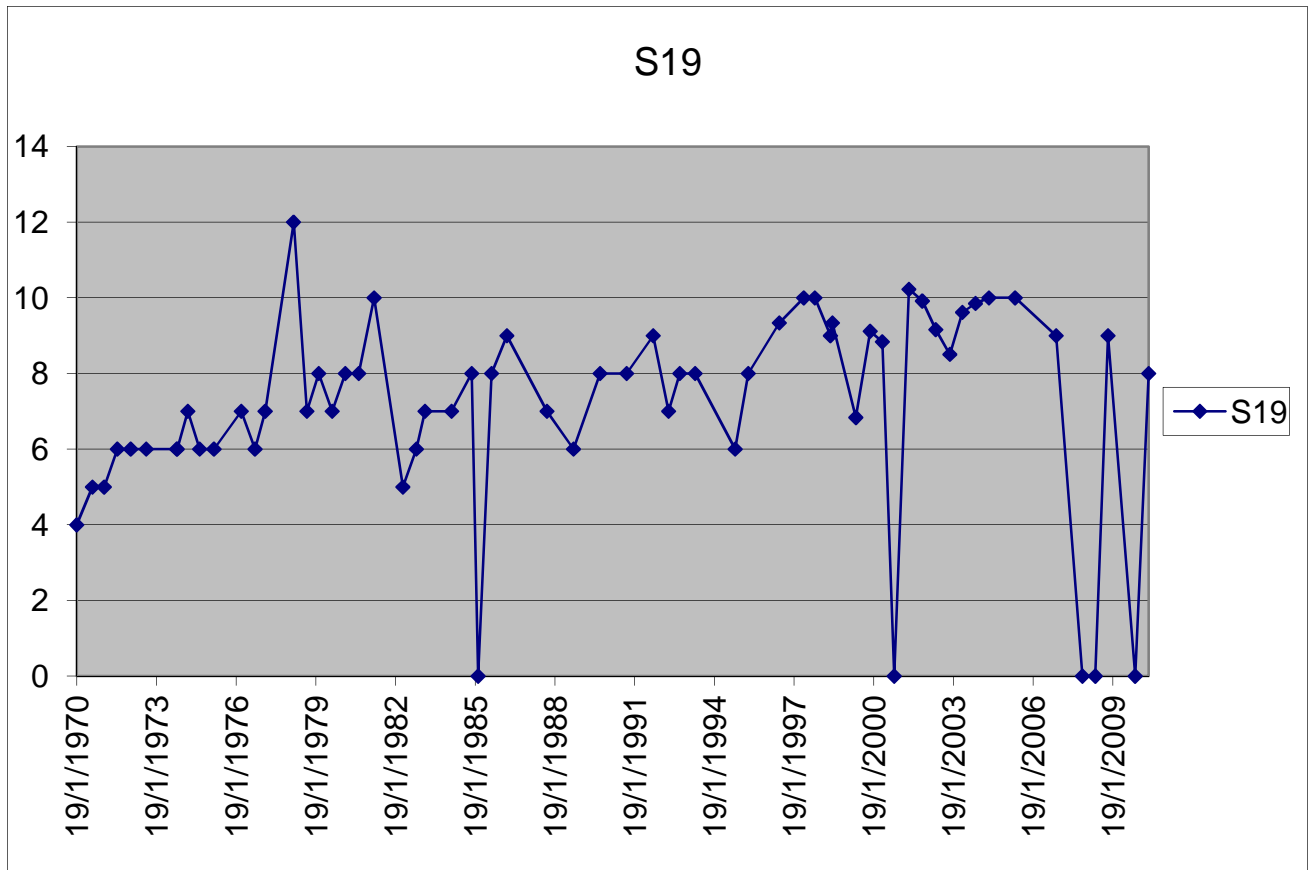
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.30.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S9 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



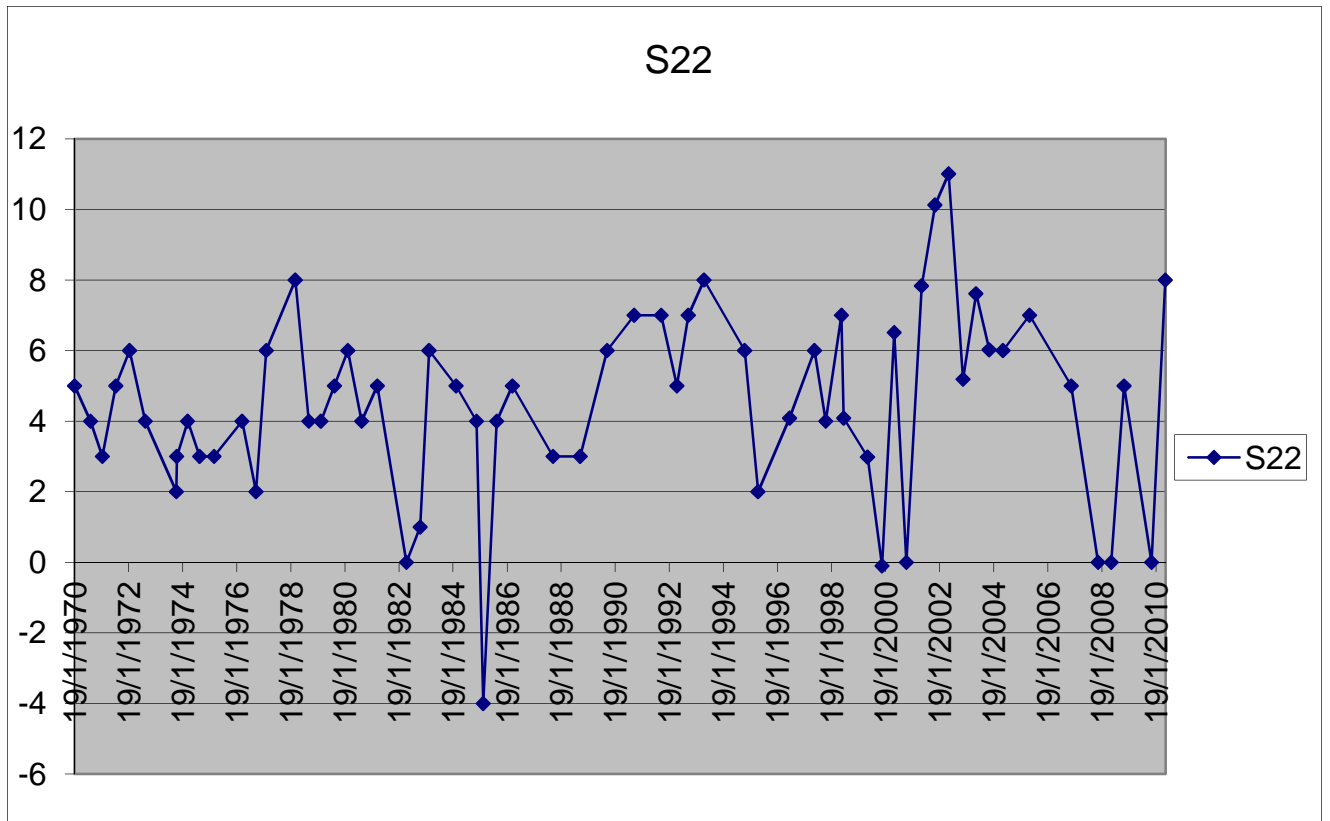
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.31.:ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S8 ΤΟΥ
ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



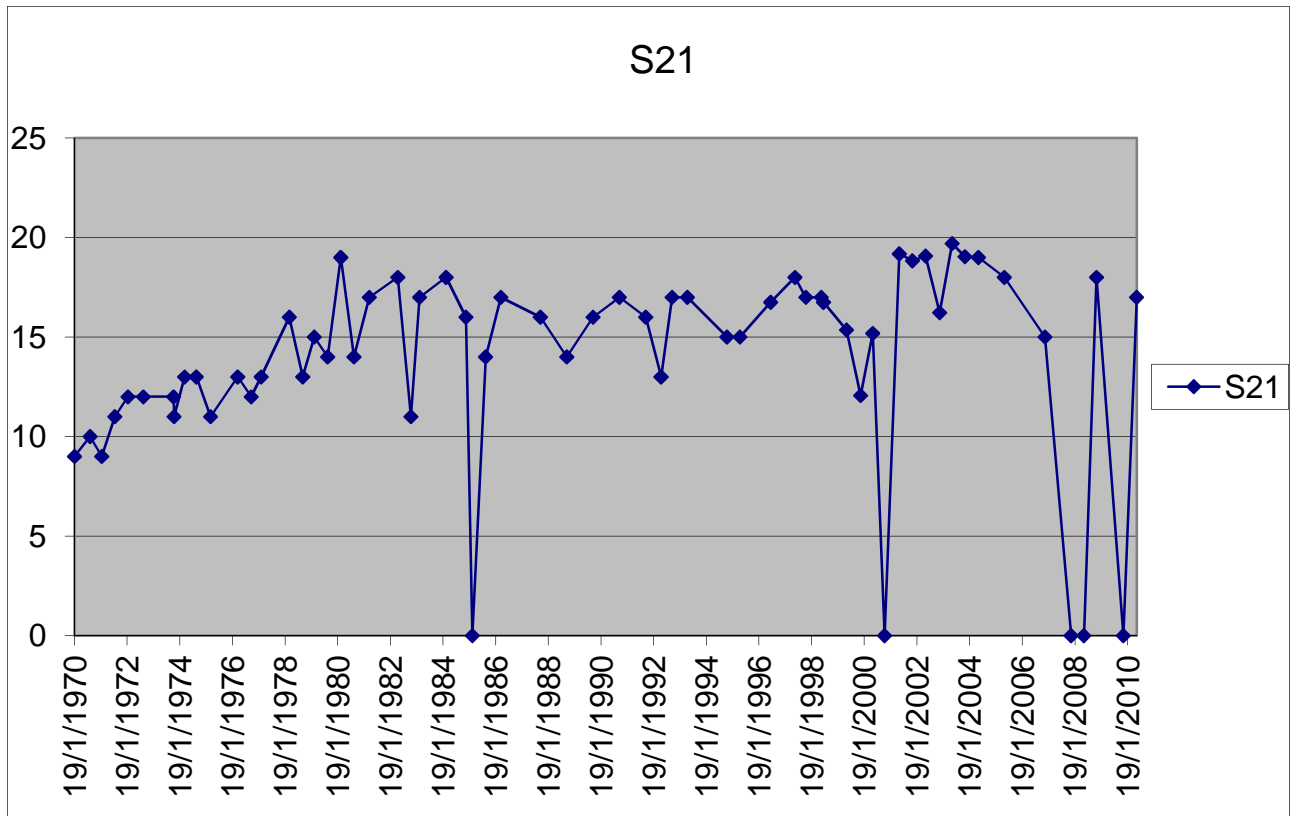
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.32.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S10 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



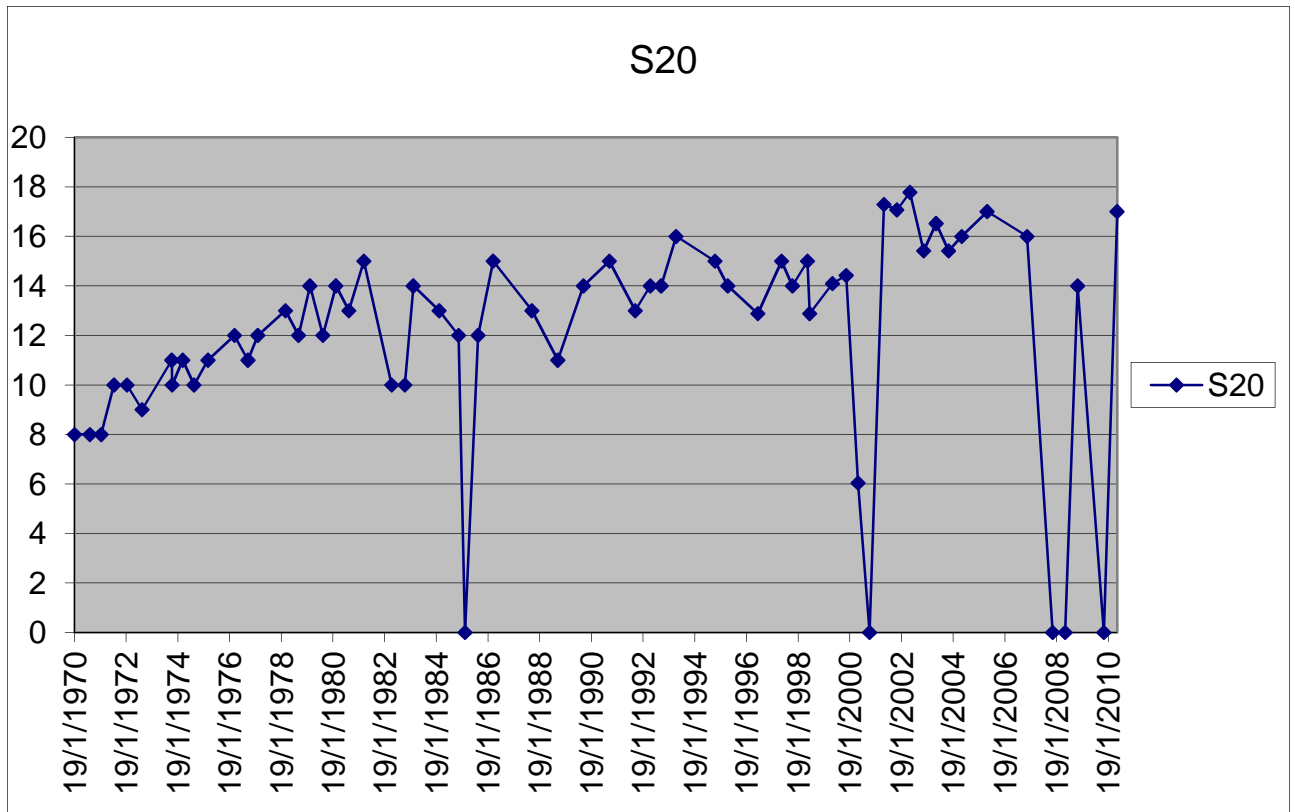
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.33.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S19 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



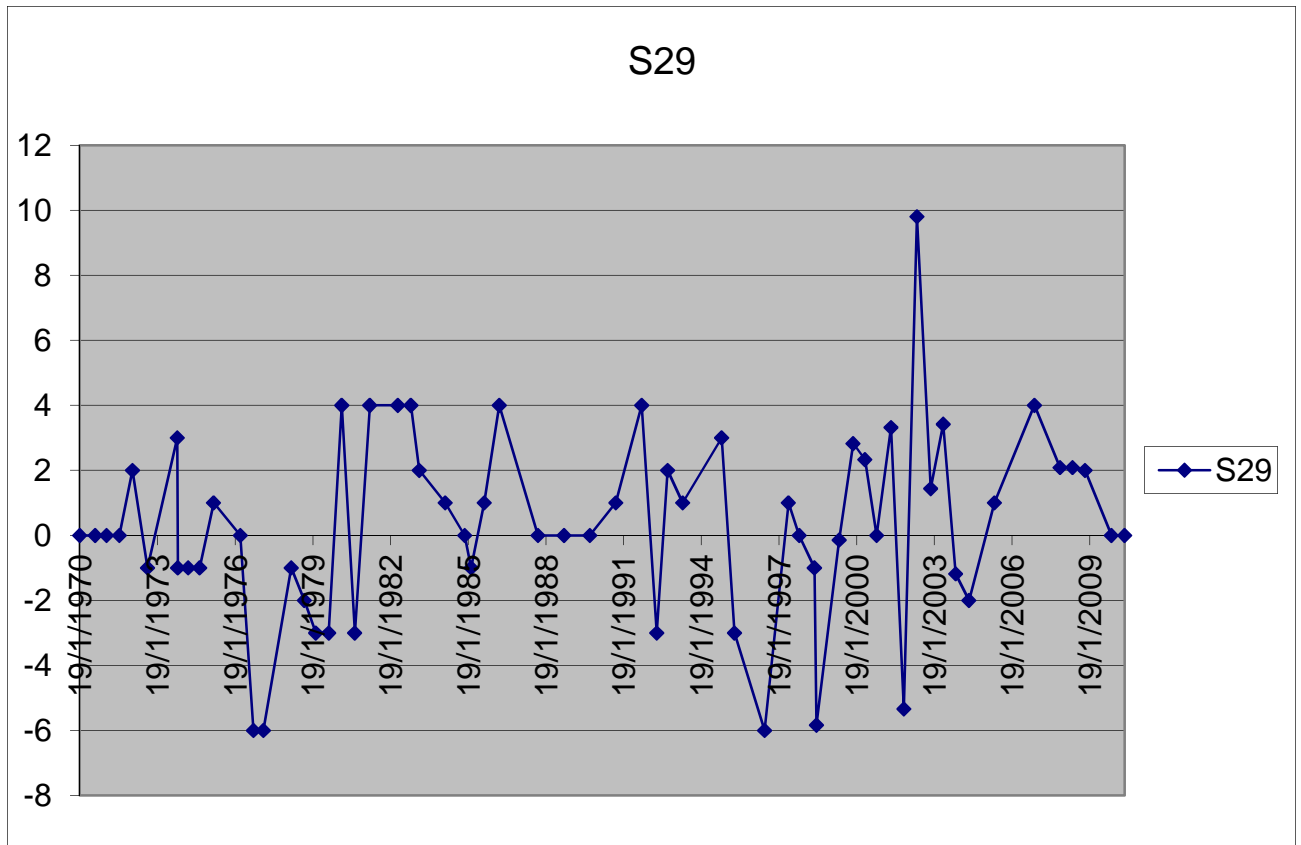
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.34.:ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S22 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



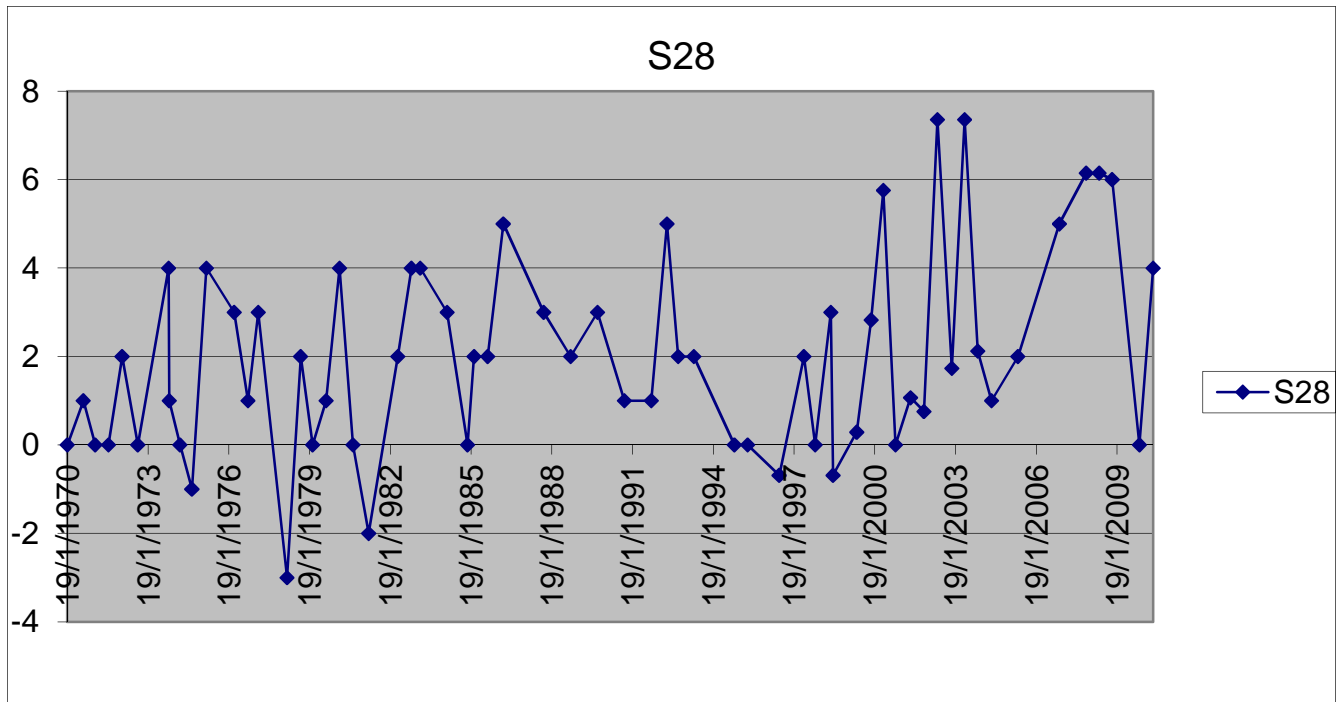
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.35.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S21 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.36.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S20 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.37.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S29 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.38.: ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ S28 ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ 1970 ΕΩΣ ΤΟ 2010 ΑΝΑ ΕΞΑΜΗΝΟ

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στο φράγμα βλέπουμε, από τις κατακόρυφες μετρήσεις και από τα διαγράμματα τους πως έχουμε μεγάλες αποκλίσεις και μετακινήσεις στην στέψη του φράγματος και στα καάντη πρανές.
2. Από τις οριζόντιες μετρήσεις και από τα διαγράμματα τους διαπιστώνουμε ότι έχουμε, μεγάλες μετακινήσεις στην στέψη, στα καάντη πρανές και στα καάντη πρανές (πόδας φράγματος)
3. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι σε κάποια διαγράμματα στις κατακόρυφες μετακινήσεις, όπως για παράδειγμα στο σημείο S19 που βρίσκεται στα καάντη πρανές του φράγματος έχει μεγάλη μετακίνηση με -28 mm το έτος 1978 και με 0 mm το έτος 1980. Ενώ στο σημείο S6 που βρίσκεται στη στέψη του φράγματος παρουσιάζει μικρή μετακίνηση. Ακόμα μεγάλη μετακίνηση παρουσιάζουν και τα σημεία S20, S21, S23, S22, S10 και άλλα σημεία ανάμεσα στα έτη 1978 - 1982, ενώ μικρή απόκλιση παρουσιάζουν τα σημεία S4, S8, S9, S7, και S5 και άλλα σημεία του φράγματος.
4. Επίσης και στα οριζόντια διαγράμματα διαπιστώνουμε όπως για παράδειγμα στο σημείο S1 που βρίσκεται στην στέψη του φράγματος έχει μεγάλη μετακίνηση με 6 mm το έτος 1984 και με 14 mm το έτος 1986, ενώ στο σημείο S3 έχουμε μικρές μετακινήσεις. Ακόμα μεγάλη μετακίνησης παρουσιάζουν και τα σημεία S23, S26, S27 και άλλα σημεία ανάμεσα στα έτη 1982 – 1985 και στα έτη 2000 – 2003, ενώ μικρή μετακίνηση παρουσιάζουν τα σημεία S3, S4 και άλλα σημεία του φράγματος.
- .5. Οπότε διαπιστώνουμε πως οι μετακινήσεις του φράγματος και από τις οριζόντιες και τις κατακόρυφες μετακινήσεις συγκεντρώνονται στην στέψη και στα καάντη πρανές με αποτέλεσμα την συσσώρευσή τους κυρίως στο κέντρο του φράγματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ. 2004. Θεωρία Σφαλμάτων & Συνορθώσεις Ι, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ.
2. Αγατζά – Μπαλοδήμου Α.Μ. 2005. Θεωρία Σφαλμάτων & Συνορθώσεις ΙΙ, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ.
3. Εγχειρίδια παραγωγής της διεύθυνσης του συγκροτήματος Αχελώου από εκδόσεις " ΧΑΡΤΑ Λ. ΤΗΪΓΑΔΑΣ".
4. Στ. Φραγκοπούλου "Βασική Ηλεκτροτεχνία Ι " εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
5. Πρόσθετες πληροφορίες από Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού ΑΕ γενική διεύθυνση παραγωγής ΔΕΗ/ συγκρότημα Αχελώου.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ "Υδροηλεκτρικά Φράγμα Καστρακίου" : <http://el.wikipedia.org/wiki/>
2. Υδροηλεκτρικά φράγματα: <http://5dim-pyrqou.ilei.sch.gr/energy/html/anax2a.htm>
3. Υδροηλεκτρικοί σταθμοί: <http://sfrang.com/historia/selida625.htm>

