

**ΠΜΣ Εφαρμοσμένης Οικονομικής**

**Τμήμα Οικονομικών Επιστημών**

**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ**

**ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

**Χαράλαμπος Φρατζής Κατράς**

**Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Στέφανος Παπαδάμου**

**Βόλος 2011**

## Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία ετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Βόλος, Ιούνιος 2011.

Κατράς Χαράλαμπος

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή κύριο Στέφανο Παπαδάμου, για την πολύτιμη βοήθεια του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον Διευθυντή του ΠΜΣ Εφαρμοσμένης Οικονομικής του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Γεώργιο Χάλκο, για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις και τις εμπειρίες που μας προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη υποστήριξή τους κατά την διάρκεια της φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, καθ' ότι αποτέλεσαν καταλυτικό παράγοντα για την έως τώρα ακαδημαϊκή μου πορεία.

# Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
Κεφάλαιο 1 .....	5
1.1 Εισαγωγή.....	5
Κεφάλαιο 2 .....	7
2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	7
2.1.1 Υπόθεση του τυχαίου περιπάτου και EMH .....	7
2.1.2 Τεχνική Ανάλυση .....	10
Κεφάλαιο 3 .....	13
3.1 Υπόθεση EMH.....	13
3.2 Υποδείγματα ασθενούς μορφής EMH .....	13
3.2.1. Υπόδειγμα submartingale .....	15
3.2.2 Υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου.....	15
Κεφάλαιο 4 .....	17
4.1 Δεδομένα .....	17
4.2 Ανάλυση μεθολογίας.....	18
4.3 Έλεγχοι της υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου.....	18
4.3.1 Κανονικότητα.....	18
4.3.2 Augmented Dickey-Fuller τεστ.....	19
4.3.3 Μη παραμετρικό Runs τεστ.....	20
4.3.4 Variance ratio τεστ.....	21
4.4 Τεχνική ανάλυση.....	23
4.4.1 Υπολογισμός δεικτών τεχνικής ανάλυσης.....	23
4.4.2 Κατασκευή συστημάτων τεχνικής ανάλυσης.....	26
4.4.3 Κριτήρια αποδοτικότητας των συστημάτων.....	27
Κεφάλαιο 5 .....	31
5.1 Εμπειρικά αποτελέσματα της RWH.....	31
5.1.1 Περιγραφικά Στατιστικά και Κανονικότητα.....	31
5.1.2 Augmented Dickey-Fuller τεστ.....	32
5.1.3 Μη παραμετρικό Runs τεστ.....	33
5.1.4 Variance ratio τεστ.....	34
5.2 Εμπειρικά αποτελέσματα συστημάτων τεχνικής ανάλυσης.....	35
5.3 Σύνοψη Αποτελεσμάτων.....	46
Κεφάλαιο 6 .....	48
6.1 Συμπεράσματα.....	48
Βιβλιογραφία.....	50
Παράρτημα Α.....	55
Παράρτημα Β.....	72

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα εργασία εξετάζει την υπόθεση της αποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή της μορφή για 7 κλαδικούς δείκτες του Nasdaq για μία περίοδο 10 ετών με ημερήσια δεδομένα. Ο έλεγχος της υπόθεσης γίνεται αρχικά με 4 τεστ που εξετάζουν αν οι αποδόσεις των δεικτών ακολουθούν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Έπειτα με την δημιουργία συστημάτων κανόνων τεχνικής ανάλυσης ελέγχεται αν τα συστήματα μπορούν να αποδώσουν κέρδος σε σχέση με μια στρατηγική αγοράς και διακράτησης κάτι που αντιβαίνει στην υπόθεση της αποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή της μορφή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν ενδείξεις ότι 5 από τους δείκτες δεν είναι αποτελεσματικοί στην ασθενή μορφή της αγοράς ενώ οι υπόλοιποι δύο δείκτες είναι αποτελεσματικοί στην ασθενή μορφή της αγοράς.

## **ABSTRACT**

This dissertation examines the weak form efficiency hypothesis for 7 sector indices for 10 years period using daily returns. The hypothesis is initially tested with 4 tests that the daily returns of the indices follow a random walk. Next, we build technical trading systems to check whether the systems can produce profit compared to a buy and hold strategy that is contrary to the assumption of weak form efficiency. The results showed that 5 indices indicate weak form inefficiency and the other 2 are weak form efficient.

**Λέξεις κλειδιά:** Ασθενή μορφή αποτελεσματικότητας της αγοράς, Υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου, τεχνική ανάλυση, συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης.

**Κωδικοί JEL:** G14,G15

# Κεφάλαιο 1

## 1.1 Εισαγωγή

Η τεχνική ανάλυση αποτελεί μια βασική επενδυτική προσέγγιση η οποία επιχειρεί να προβλέψει την πορεία των τιμών χρεογράφων μέσω της συστηματικής μελέτης και επεξεργασίας των παρελθοντικών τιμών τους. Ο αρχισυντάκτης της Wall Street Journal Charles Dow θεωρείται ο "πατέρας" της τεχνικής ανάλυσης. Ήταν ο πρώτος άνθρωπος που σκέφτηκε να πάρει μια ομάδα μετοχών και να φτιάξει ένα δείκτη (βιομηχανικός δείκτης Dow Jones) που στο σύνολό του να εκφράζει την κίνηση των μετοχών που απαρτίζουν το δείκτη και συνεπώς να αποτελεί ένα βαρόμετρο της γενικότερης κατεύθυνσης της αγοράς. Από τον Dow μέχρι και σήμερα έχουν αναπτυχθεί διάφορες θεωρίες, εργαλεία και δείκτες που συμβάλλουν στην καλύτερη πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών.

Πιο συγκεκριμένα, η σχολή της τεχνικής ανάλυσης υποστηρίζει πως για να μπορέσει κανείς να εκτιμήσει τις μελλοντικές τιμές ενός χρεογράφου και κατ' επέκταση να αυξήσει τις αποδόσεις του με τον μικρότερο δυνατό κίνδυνο, αρκεί να μελετήσει με συγκεκριμένες μεθόδους (υπολογισμός δεικτών, αναγνώριση σχηματισμών, κ.α.) το διάγραμμα τιμής του χωρίς την ανάγκη γνώσης μακροοικονομικών και μικροοικονομικών μεγεθών, όπως ορίζει η σχολή της θεμελιώδους ανάλυσης.

Σε πλήρη αντίθεση με τις μεθόδους τεχνικής ανάλυσης βρίσκεται η ευρέως γνωστή «υπόθεση αποτελεσματικών αγορών» (EMH) η οποία παρουσιάστηκε από τον Fama (1970) και αμφισβητεί έντονα την προβλεπτική ικανότητα τους. Σύμφωνα με την EMH σε μία αγορά η οποία χαρακτηρίζεται ως αποτελεσματική οι τιμές των χρεογράφων ενσωματώνουν και αντικατοπτρίζουν άμεσα όλη τη δημόσια διαθέσιμη πληροφόρηση. Οι υποθέσεις που γίνονται για να έχει ισχύ η υπόθεση της EMH είναι ότι δεν υπάρχουν κόστη συναλλαγών κατά την διαπραγμάτευση των χρεογράφων, όλοι οι επενδυτές έχουν άμεση πρόσβαση σε κάθε διαθέσιμη πληροφορία για την αγορά με μηδενικό κόστος και τέλος όλοι οι επενδυτές κάνουν τις ίδιες εκτιμήσεις σχετικά με τον αντίκτυπο της διαθέσιμης πληροφόρησης τόσο στις τρέχουσες τιμές των χρεογράφων όσο και στις μελλοντικές τους διακυμάνσεις.

Στην παραπάνω αγορά, η τρέχουσα τιμή ενός χρεογράφου θα αντανακλά πλήρως όλη την διαθέσιμη πληροφόρηση. Αυτό δημιουργεί ένα πολύ ιδανικό περιβάλλον για να είναι πραγματικό. Οι παραπάνω συνθήκες, όμως, αν και είναι ικανές δεν είναι αναγκαίες για την ισχύ της υπόθεσης της αποτελεσματικής αγοράς. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να δεχτούμε

την ΕΜΗ χωρίς αυτό να συνεπάγεται την ισχύ των παραπάνω συνθηκών. Καθώς στην πραγματική αγορά, μπορεί το υψηλό κόστος συναλλαγών να εμποδίζει ορισμένους επενδυτές να προβούν σε αγοραπωλησίες χρεογράφων, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι οι τιμές των χρεογράφων δεν αντανακλούν πλήρως όλη την διαθέσιμη πληροφόρηση. Επίσης για να χαρακτηριστεί μια αγορά αναποτελεσματική, πρέπει ορισμένοι επενδυτές να κερδίζουν συστηματικά την αγορά.

Σε ένα τέτοιο περιβάλλον είναι αδύνατη η άσκηση κερδοσκοπίας μέσω της ανάλυσης των ιστορικών τιμών. Συνεπώς, οι δυνατότητες κερδοφορίας που παρέχονται από τα διάφορα εργαλεία της τεχνικής ανάλυσης (δείκτες, σχηματισμοί) μπορούν να αποτελέσουν εμπειρικό έλεγχο της ισχύος της ΕΜΗ.

Η παρούσα εργασία θα ελέγξει την ΕΜΗ στην ασθενή της μορφή όπου οι πληροφορίες περιλαμβάνουν τις ιστορικές τιμές και αποδόσεις των χρεογράφων που βασίζεται κυρίως στο υπόδειγμα του τυχαίου περίπατου για 7 κλαδικούς δείκτες του NASDAQ την περίοδο 16/11/2000 έως 16/11/2010 καθώς και την αποδοτικότητα συστημάτων δεικτών τεχνικής ανάλυσης στους κλάδους αυτούς και την ισχύ της ΕΜΗ στην ασθενή της μορφή.

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

#### 2.1.1 Υπόθεση του τυχαίου περιπάτου και EMH

Οι πρώτες εμπειρικές έρευνες έχουν παρουσιάσει αποτελέσματα που στηρίζουν την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς. Η προέλευση αυτών των ερευνών βασίζεται κυρίως στην υπόθεση του τυχαίου περιπάτου δηλαδή ότι οι τιμές και οι αποδόσεις των χρεογράφων είναι διαχρονικά ανεξάρτητες. Οι ερευνητές έχουν προσπαθήσει να ελέγξουν την συσχέτιση μεταξύ της τρέχουσας απόδοσης ενός χρεογράφου και της απόδοσης την προηγούμενη περίοδο. Εάν η υπόθεση αυτή είναι σωστή, τότε η συσχέτιση θα περίμενε κανείς να είναι μηδέν.

Οι Cowles και Jones (1937) αναπτύσσουν τα πρώτα τεστ για την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν υποστηρίζουν την RWH. Σύμφωνα με τον Fama (1970), σε παλαιότερες έρευνες του Kendall, Workings και Roberts βρέθηκαν χρονολογικές σειρές να είναι γραμμικά ανεξάρτητες με βάση τις αυτοσυσχετίσεις τους, και ότι οι σειρές μπορεί να καθορίζονται από τυχαίους περιπάτους. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν από τους Osborne (1959), Cootner(1962), Fama(1965), Fama και Blume (1966).

Ο Osborne (1959) πρότεινε συνθήκες αγοράς που θα οδηγούσαν σε τυχαίο περίπατο. Στο μοντέλο του, η ανεξαρτησία μεταξύ διαδοχικών μεταβολών των τιμών απορρέει από την υπόθεση ότι οι αποφάσεις των επενδυτών για ένα μεμονωμένο χρεόγραφο είναι ανεξάρτητες από συναλλαγή σε συναλλαγή.

Ο Fama (1965) χρησιμοποιεί τεστ γραμμικής συσχέτισης, το μη παραμετρικό runs τεστ και τους τεχνικούς κανόνες φίλτρου τιμής του Alexander (1961) χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα 30 μετοχών του δείκτη Dow Jones Industrial Average την περίοδο 1956 έως 1962. Ανακάλυψε μια μικρή συσχέτιση, που δεν ήταν στατιστικά διάφορη του μηδενός, και ο αριθμός των ροών ήταν μικρότερος από τον αναμενόμενο αριθμό ροών που δείχνει μια θετική συσχέτιση. Και τα δύο τεστ δείχνουν ότι η ανεξαρτησία στις μεταβολές των τιμών είναι πολύ μικρή ή δεν υφίσταται. Τα αποτελέσματα του κανόνα του φίλτρου τιμής έδειξαν καμία κερδοφορία. Καταλήγοντας ο Fama συμπέρανε ότι ο DJIA είναι αποτελεσματικός στην ασθενή μορφή της αγοράς.



Με βάση τον έλεγχο των αυτοσυσχετίσεων οι Fama και French (1988) έδειξαν ότι για τις ΗΠΑ υπάρχει στατιστικά σημαντική αρνητική αυτοσυσχέτιση σε αποδόσεις μεγάλων περιόδων κάτι που απορρίπτει την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς. Επίσης, οι Poterba και Summers (1986) βρήκαν θετική συσχέτιση σε βραχυχρόνιο ορίζοντα και αρνητική συσχέτιση σε μακροχρόνιο ορίζοντα στις ΗΠΑ και άλλες 17 χώρες. Θετική αυτοσυσχέτιση συνάγει με προβλεπτικότητα των αποδόσεων σε βραχυχρόνιες περιόδους, ενώ αρνητικές αυτοσυσχετίσεις συνάγουν με προβλεπτικότητα των αποδόσεων σε μακροχρόνιο ορίζοντα (Fama 1991).

Ενώ οι αρχικές έρευνες της ΕΜΗ βασίζονταν σε τεστ γραμμικής συσχέτισης και runs τεστ, οι νεότερες έρευνες χρησιμοποιούν πιο σύγχρονα τεστ για τον έλεγχο της υπόθεσης της αποτελεσματικής αγοράς. Ένα από αυτά τα τεστ είναι το Variance Ratio test από τους Lo and MacKinlay (1988). Οι Lo and MacKinlay (1988) εξέτασαν 1216 εβδομαδιαίες παρατηρήσεις ημερήσιων αποδόσεων από το Center for Research in Security Prices (CRSP) για την περίοδο 6/10/1962 με 26/12/1985. Τα αποτελέσματα απορρίπτουν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου για ολόκληρη την περίοδο και για όλες τις υποπεριόδους για αποδόσεις δεικτών και χαρτοφυλακίων. Το Variance Ratio test θα εξετασθεί και στην παρούσα εργασία για τον έλεγχο της υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου.

Στην συνέχεια ο Lee (1992) χρησιμοποιεί το Variance Ratio τεστ για να εξετάσει τις εβδομαδιαίες αποδόσεις μετοχών από τις ΗΠΑ και άλλες 10 βιομηχανοποιημένες χώρες αν ακολουθούν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου για την περίοδο 1967-1988. Για την πλειοψηφία των χωρών ισχύει η υπόθεση του τυχαίου περιπάτου.

Ο Huang (1995) εξέτασε 9 Ασιατικές αγορές με variance ratio χρησιμοποιώντας εβδομαδιαία δεδομένα για την περίοδο 1988-1992. Εξαιρώντας τις αγορές της Ινδονησίας, Ιαπωνίας και Ταϊβάν για τις υπόλοιπες αγορές απορρίπτεται η υπόθεση του τυχαίου περιπάτου.

Οι Al-Loughani and Chappel (1997) εξέτασαν την υπόθεση της ασθενής μορφής αποτελεσματικότητας για το χρηματιστήριο του Λονδίνου χρησιμοποιώντας το Lagrange Multiplier (LM) τεστ, Dickey-Fuller unit root τεστ και το μη γραμμικό Brock, Dechert and Scheinkman (BDS) τεστ. Τα δεδομένα τους ήταν ημερήσιες τιμές του δείκτη FTSE-30 για την περίοδο 1983-1989. Ενώ το Dickey-Fuller τεστ έδειξε στασιμότητα στις πρώτες διαφορές των τιμών, απέρριψαν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου βρίσκοντας αυτοσυσχέτιση και υπό όρους ετεροσκεδαστικότητα στις αποδόσεις του δείκτη.

Οι Worthington and Higgs (2004) εξετάζουν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου για 16 αναπτυσσόμενες αγορές για την περίοδο 1987-2003 και 4 αναπτυσσόμενες για την περίοδο 1994

-2003. Χρησιμοποίησαν διάφορα τεστ όπως runs, τεστ γραμμικής συσχέτισης, τρία τεστ μοναδιαίας ρίζας (Augmented Dickey-Fuller, Phillips-Perron και KPSS) και Variance ratio τεστ. Οι περισσότερες Ευρωπαϊκές αγορές δεν απορρίπτουν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου ενώ οι αναπτυσσόμενες αγορές την απορρίπτουν.

Παραπάνω ασχοληθήκαμε κυρίως με τις ανεπτυγμένες αγορές των ΗΠΑ και της Ευρώπης αυτό όμως δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν έρευνες για τις αναπτυσσόμενες αγορές.

Ο Laurence (1986) με runs τεστ και τεστ αυτοσυσχέτισης εξετάζει τις αγορές της Σιγκαπούρης την περίοδο 1973-1978 και καταλήγει ότι δεν είναι αποτελεσματικές στην ασθενή τους μορφή, σε αντίθεση με τον Barnes (1986) που βρίσκει ότι οι αγορές είναι αποτελεσματικές.

Ο Harvey (1995) καταλήγει ότι οι αποδόσεις των μετοχών είναι σε σημαντικό βαθμό προβλέψιμες και έχουν χαμηλή συσχέτιση με τις αποδόσεις των μετοχών ανεπτυγμένων αγορών. Επισημαίνει ότι οι αναδυόμενες αγορές είναι λιγότερο αποτελεσματικές από τις ανεπτυγμένες και μπορούν οι επενδυτές να επιτύχουν υψηλότερες αποδόσεις με λιγότερο κίνδυνο.

Σε αντίθεση με τα συμπεράσματα του Harvey, ο Urrutia (1995) χρησιμοποιεί runs τεστ και Variance ratio τεστ για 4 αγορές της Λατινικής Αμερικής για μηνιαία δεδομένα δεικτών για την περίοδο 1975 έως 1991. Το variance ratio τεστ απορρίπτει την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου ενώ το runs τεστ όχι. Βασιζόμενος στα αποτελέσματα του Runs τεστ συμπεραίνει ότι οι αγορές είναι αποτελεσματικές στην ασθενή τους μορφή.

Οι Ojah and Karemera (1999) χρησιμοποιώντας τις ίδιες αγορές με τον Urrutia (1995) για την 1987 έως 1997 και εξετάζοντας την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου με Variance ratio τεστ, το πολλαπλό variance ratio of Chow and Denning (1993) τεστ, και runs τεστ καταλήγουν στα ίδια συμπεράσματα.

Οι Chang et al. (1996) εξέτασε την EMH στην ασθενή της μορφή για το Χρηματιστήριο της Taiwan την περίοδο 1967 έως 1993 με την χρήση Ljung-Box Q, runs τεστ και τεστ μοναδιαίας ρίζας και κατέληξε ότι το Χρηματιστήριο είναι αποτελεσματικό στην ασθενή μορφή. Με την χρήση Variance ratio, οι Chang and Ting(2000) για την περίοδο 1971-1996 επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα των Chang et al(1996).

Ο Moustafa (2004) εξετάζει την 43 μετοχές του χρηματιστηρίου την Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων για το 2001-2003. Οι αποδόσεις των 40 από τις 43 μετοχές δεν είναι κανονικά κατανομημένες, όμως το runs τεστ δείχνει ότι οι αποδόσεις 40 μετοχών από τις 43 είναι

τυχαίες και παρόλο που το χρηματιστήριο είναι αρκετά μικρό σε κεφαλαιοποίηση, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του είναι αποτελεσματικό στην ασθενή μορφή.

Παρατηρώντας τις διάφορες μελέτες, τα αποτελέσματα ποικίλουν και σε αναπτυγμένες αλλά και σε αναπτυσσόμενες αγορές. Αν και είναι αποδεκτό ότι οι αναπτυγμένες αγορές είναι πιο αποτελεσματικές από τις αναπτυσσόμενες υπάρχουν έρευνες που δείχνουν τα αντίθετα αποτελέσματα και δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι οι αγορές ακολουθούν το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου.

### *2.1.2 Τεχνική Ανάλυση*

Η αποδοχή της υπόθεσης της αποτελεσματικότητας της αγοράς σε όλες τις μορφές της σημαίνει ότι οι επενδυτές δεν μπορούν να αποκομίσουν υπερκανονικά κέρδη από την αγορά και μάλιστα συστηματικά. Με την αποδοχή αυτόματα καθίσταται ανούσια η χρήση της τεχνικής ανάλυσης. Αυτό απασχόλησε από πολύ νωρίς την ακαδημαϊκή κοινότητα και παρατηρούμε από πολύ νωρίς εμπειρικές μελέτες που εξετάζουν την επίτευξη κερδοφορίας μέσω της τεχνικής ανάλυσης.

Πρώτος ο Alexander (1961) επινόησε κάποιους τεχνικούς κανόνες φίλτρων τιμής (filter rules) με σκοπό να ελέγξει την δυνατότητα επίτευξης κερδοφορίας πέρα από τα κανονικά επίπεδα. Οι κανόνες αυτοί ορίζουν ότι αν η τιμή ενός χρεογράφου αυξηθεί κατά τουλάχιστον  $y\%$  πάνω από ένα επίπεδο, τότε αγόρασε το χρεόγραφο και διακράτησε το έως ότου μειωθεί  $y\%$  από την κορυφή του, οπότε είτε το πουλάς είτε το πουλάς ανοικτά (short selling). Παραμένεις σε θέση πωλητή μέχρι η τιμή να ανέβει κατά  $y\%$  από το προηγούμενο επίπεδο της, οπότε κλείνεις την θέση σου αγοράζοντας το. Δηλαδή, συμπεράνε ότι οι τιμές σχηματίζουν τάσεις που θα ήταν δυνατό να εκμεταλλευτεί ένας επενδυτής ώστε να μπορέσει να έχει αποδόσεις πέραν του κανονικού από αγοραπωλησίες βασισόμενες σε νέες πληροφορίες. Η διαπίστωση αυτή αντιτίθεται στην υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Βέβαια με τη χρήση φίλτρων με μικρό εύρος μπορούν να επιτευχθούν καλύτερες αποδόσεις από την στρατηγική της αγοράς και διακράτησης (buy and hold) αλλά λόγω του μεγάλου αριθμού των συναλλαγών που απαιτούνται τα όποια κέρδη μειώνονται σημαντικά ή και να εκμηδενίζονται.

Οι Fama and Blume (1966) ανέλυσαν διεξοδικά τους κανόνες φίλτρων του Alexander αναλύοντας 24 φίλτρα από 0,5% έως 50% και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν υπολογιστούν τα συναλλακτικά κόστη μόνο 4 από τις 30 μετοχές έχουν θετικές μέσες αποδόσεις για κάθε φίλτρο. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές κατέληξαν ότι πρακτικά οι τεχνικοί

κανόνες φίλτρων τιμών πρακτικά δεν μπορούν να αποδώσουν υπερβάλλοντα κέρδη στους επενδυτές.

Ο Poole (1967) εξετάζοντας 9 συναλλαγματικές ισοτιμίες την περίοδο 1919-1929 και 1950-1962 χρησιμοποιώντας 10 φίλτρα από 0,1% έως 10% κατέληξε ότι οι κανόνες τεχνικών φίλτρων τιμής αποφέρουν σημαντικά μεγαλύτερες αποδόσεις από την στρατηγική της αγοράς και διακράτησης με μεγάλη διαφορά χωρίς όμως να συμπεριλάβει τα κόστη συναλλαγών.

Οι Van Horne and Parker (1967) εξέτασαν 30 μετοχές του NYSE με ημερήσια δεδομένα για την περίοδο 1960-1966 χρησιμοποιώντας κινητούς μέσους όρους 100,150 και 200 ημερών και συγκρίνοντας τις αποδόσεις κατέληξαν ότι καμία τεχνική κανόνων δεν μπορεί να αποκομίσει κέρδη από την παθητική στρατηγική, ακόμα και πριν υπολογιστούν τα κόστη συναλλαγών.

Ο Sweeney (1986) έλεγξε 10 διαφορετικές συναλλαγματικές ισοτιμίες για την περίοδο 1973-1980 με κανόνες φίλτρων και κατέληξε ότι μικροί κανόνες φίλτρων από 0,5% έως 3% απέδωσαν καλύτερα από μεγάλους κανόνες φίλτρων και οι κανόνες φίλτρων απέδωσαν μεγαλύτερη κερδοφορία από την στρατηγική της αγοράς και διακράτησης για 22 από τα 70 συστήματα που έλεγξε.

Ενώ μέχρι τις αρχές του 1990 είχαμε την έρευνα των Fama and Blume (1966) σαν την έρευνα με την πιο μεγάλη επιρροή, οι Brock et al (1992) δημοσίευσαν μία μελέτη που αναλύεται και θεωρείται βασική για τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης.

Γενικά για την περίοδο 1960-1987 υπάρχουν πολύ λίγα ευρήματα ότι οι κανόνες τεχνικής ανάλυσης παρουσιάζουν κερδοφορία και τα αποτελέσματα είναι ότι οι αγορές μετοχών είναι αποτελεσματικές στην ασθενή τους μορφή (Fama and Blume,1966 ,Van Horne and Parker 1967, Jensen and Benington,1970) σε σχέση με τις αγορές συναλλάγματος (Poole ,1967, Sweeney ,1986). Όμως οι αρχικές μελέτες εξετάζουν ένα ή δύο συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης κατά βάση για σχεδόν τις ίδιες περιόδους και τα αποτελέσματα μπορεί να είναι θέμα data snooping δηλαδή αν εξετάζουμε συνέχεια στα ίδια σχεδόν δεδομένα διάφορα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης θα καταλήξουμε κάποια στιγμή στα αποτελέσματα που θέλουμε να παρουσιάσουμε (Jensen and Benington,1970). Επίσης η χρησιμοποίηση στατιστικών t και z για να ελέγξουν στατιστική σημαντικότητα στις αρχικές έρευνες ,ενώ οι αποδόσεις δεν είναι κανονικά κατανομημένες, εμφανίζουν μεροληψία όπως αναφέρει οι Taylor(1985) και Lucac and Brorsen (1990).

Οι νεότερες εμπειρικές μελέτες δείχνουν ότι οι τεχνικές κανόνων τεχνικής ανάλυσης είναι σε θέση να παράγουν οικονομικά κέρδη στην αμερικάνικη αγορά μέχρι τα τέλη της δεκαετίας

του 1980, αλλά όχι έκτοτε (Bessembinder and Chan, 1998, Sullivan, 1999, 2003, Ready, 2002). Για τις αγορές συναλλάγματος, φαίνεται ότι οι τεχνικές εμπορικών συναλλαγών ήταν κερδοφόρες τουλάχιστον μέχρι το 1990, επειδή πολλές σύγχρονες μελέτες ανακαλύπτουν καθαρά κέρδη περίπου 5%-10% για σημαντικά νομίσματα στις δοκιμές των δειγμάτων τους (Taylor, 1992, 1994, Silber, 1994, Szakmary και Mathur, 1997, Olson, 2004). Εντούτοις, διάφορες μελέτες αναφέρουν ότι τα κέρδη κανόνων τεχνικής ανάλυσης στις αγορές συναλλάγματος μειώθηκαν τα τελευταία χρόνια (Marsh, 2000, Neely και Weller, 2001, Olson, 2004, Sapp, 2004). Γενικά, οι κανόνες τεχνικής ανάλυσης στη ξένη αγορά συναλλάγματος θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο για τον καθορισμό της τάσης και για περιόδους με ξεκάθαρες τάσεις, ένας επενδυτής θα μπορούσε να παράγει κέρδος και κάθε επενδυτής πρέπει να παίρνει υπόψη του τον κίνδυνο (S.Papadamou και S.Tsoroglou, 2001).

Οι Brock et al. (1992) χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα από τον Dow Jones Industrial Average για την περίοδο 1897-1986 δημιούργησαν συστήματα τομών κινητών μέσων όρων (1/50, 1/150, 5/150, 1/200, 2/200 ημερών) και range breakout (50, 150 και 200 ημερών) και ανακάλυψαν ότι οι τεχνικοί κανόνες αποκομίζουν μεγαλύτερα μέσα κέρδη σε σχέση με τις αποδόσεις 1 και 10 ημερών που έχουν σαν σημεία αναφοράς. Επίσης, με την τεχνική προσομοίωσης bootstrap δημιούργησαν σειρές AR(1), GARCH-M και EGARCH και δεν μπορούν να εξηγήσουν την μεταβλητότητα της σειράς. Όπως αναφερθήκαμε, ήταν τόσο μεγάλη η επιρροή που πολλοί ερευνητές χρησιμοποίησαν τους τεχνικούς κανόνες των Brock et al (1992) για διαφορετικές αγορές και περιόδους όπως οι Bessembinder and Chan (1995), Hudson et al. (1996), Raj and Thurston (1996), Mills (1997), Bessembinder and Chan (1998), Parisi and Vasquez (2000), Coutts and Cheung (2000). Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν μερικές τεχνικές κινητών μέσων όρων των Brock et al (1992).

Εκτός από αυτά τα συστήματα που αναφέρουμε αναπτύχθηκαν και άλλες θεωρίες και μοντέλα που προσπαθούν να αποφέρουν κέρδη, όπως τα Θορυβώδη λογικά πρότυπα ισορροπίας προσδοκιών (Brown και Jennings, 1989, Blume et al., 1994) και άλλες πιο περίπλοκες και περισσότερο εξειδικευμένες.

Συμπερασματικά, οι απλές στρατηγικές τεχνικής ανάλυσης ήταν αποδοτικές στις ποικίλες θεωρητικές αγορές τουλάχιστον μέχρι το 1990. Παρά το ότι τα συστήματα είναι πολυπλοκότερα και καινούριες θεωρίες αναπτύσσονται, τα αποτελέσματα δεν είναι μονομερή. Και οι τεχνικοί αναλυτές και οι ερευνητές θα συνεχίζουν να εξετάζουν την υπόθεση της EMH.

## Κεφάλαιο 3

### 3.1 Η Υπόθεση των Αποτελεσματικών Αγορών (EMH)

Σε μία χρηματιστηριακή αγορά στην οποία ισχύει η EMH, όπως είπαμε και παραπάνω, οι τιμές των χρεογράφων αντανακλούν άμεσα όλη τη διαθέσιμη σχετική πληροφόρηση. Στην περίπτωση αυτή οι ιστορικές τιμές αδυνατούν να δώσουν στους επενδυτές αξιόπιστες πληροφορίες για την μελλοντική κίνηση τους. Συνεπώς δεν μπορούν να σχηματίσουν με τη βοήθεια της τεχνικής ανάλυσης τις στρατηγικές εκείνες που θα τους οδηγήσουν σε υπερβάλλουσες αποδόσεις. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον οι τιμές των χρεογράφων κινούνται τυχαία και απρόβλεπτα επηρεαζόμενες μόνο από τη «νέα» πληροφόρηση κάθε χρονικής περιόδου η οποία είναι από τη φύση της απρόβλεπτη και τυχαία.

Ο Jensen (1978) πρότεινε τρεις διαφορετικές μορφές της EMH τις οποίες περιγράφουμε παρακάτω, την ασθενή μορφή, την ημι-ισχυρή μορφή και την ισχυρή μορφή:

α) Η ασθενής EMH (weak form) υποδηλώνει ότι οι τρέχουσες τιμές των χρεογράφων πλήρως και στιγμιαία αντικατοπτρίζουν όλη την πληροφόρηση που μπορεί να αντληθεί από τις παρελθούσες τιμές.

β) Σύμφωνα με την ημι-ισχυρή μορφή της EMH (semi-strong form) οι τιμές των χρεογράφων αντικατοπτρίζουν όλη την *δημόσια* διαθέσιμη σχετική πληροφόρηση .

γ) Τέλος η ισχυρή μορφή της EMH (strong form) αποτελεί την πιο ακραία μορφή αποτελεσματικότητας και υποδηλώνει πως οι τρέχουσες τιμές των χρεογράφων αντικατοπτρίζουν άμεσα και πλήρως όλη την σχετική πληροφόρηση χωρίς να είναι απαραίτητα δημοσιευμένη. Με άλλα λόγια οι τιμές ενσωματώνουν και την «εσωτερική πληροφόρηση» για κάθε χρεόγραφο (inside information).

Η ουσία της Υπόθεσης των Αποτελεσματικών Αγορών έγκειται στο γεγονός ότι εφόσον οι τιμές των χρεογράφων αντανακλούν όλη τη διαθέσιμη πληροφόρηση, η οποία ενσωματώνεται άμεσα, η προβλεπτική ικανότητα των επενδυτών εκμηδενίζεται με αποτέλεσμα την αδυναμία τους να ασκήσουν οποιασδήποτε μορφή κερδοσκοπίας.

Συνοψίζοντας, τα βασικά συμπεράσματα τα οποία μπορούμε να αντλήσουμε για μία «αποτελεσματική» χρηματιστηριακή αγορά είναι τα εξής:

1) Οι τιμές των χρεογράφων καθορίζονται και είναι αποτέλεσμα της υπάρχουσας πληροφόρησης που είναι διαθέσιμη και κοινή για όλους. Η πληροφόρηση αυτή αποτελεί την

βάση της επενδυτικής στρατηγικής του κάθε επενδυτή με αποτέλεσμα ουσιαστικά να διαμορφώνει την πορεία των τιμών των μετοχών.

2) Οι μεταβολές των τιμών είναι τυχαίες και απρόβλεπτες.

3) Δεν υφίσταται η δυνατότητα υπερκανονικών κερδών καθώς η τιμή κάθε χρεογράφου αποτελεί τιμή ισορροπίας καθότι σε αυτή ενσωματώνεται όλη η υπάρχουσα πληροφόρηση.

Για να επαληθευτεί η υπόθεση της EMH, πρέπει να μοντελοποιήσουμε τις τιμές για να εξεταστούν οι εμπειρικές επιπτώσεις της. Ο Fama (1970) κάνει μια παραδοχή ότι οι όροι της ισορροπίας της αγοράς μπορούν να εκφραστούν με όρους αναμενόμενων αποδόσεων. Οι αναμενόμενες αποδόσεις αναλύονται ως εξής:

$$E^j \varphi_{j,t+1} E^c_{\Phi_t} = 1 + E^d \varphi_{j,t+1} E^c_{\Phi_t} B p_{jt} \quad (1)$$

Όπου  $E$  είναι η αναμενόμενη τιμή,  $p_{jt}$  η τιμή του χρεογράφου την χρονική στιγμή  $t$ ,  $p_{j,t+1}$  η τιμή του χρεογράφου την χρονική στιγμή  $t+1$  και  $r_{j,t+1}$  η απόδοση του χρεογράφου  $j$  την περίοδο από  $t$  μέχρι  $t+1$ ,  $\Phi_t$  το πληροφοριακό σύνολο την χρονική στιγμή  $t$ .

Όπως φαίνεται από την σχέση (1), οι επενδυτές σε κάθε χρονική στιγμή  $t$  με βάση το σύνολο πληροφοριών  $\Phi$  κάνουν τις εκτιμήσεις τους για την απόδοση του χρεογράφου  $j$ . Οι τιμές που διαμορφώνονται κάθε στιγμή αντικατοπτρίζουν πλήρως όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες.

Η επιπλέον αξία του χρεογράφου  $j$  την χρονική στιγμή  $t+1$  δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$x_{j,t+1} = p_{j,t+1} E^c_{\Phi_t} \quad (2)$$

Από την (2) προκύπτει ότι:

$$E^c \varphi_{j,t+1} E^c_{\Phi_t} = 0 \quad (3)$$

Η οποία εκφράζει πως η ακολουθία των αποκλίσεων  $x_{jt}$  χαρακτηρίζεται ως δίκαιο παιχνίδι (fair game) σε σχέση με την ακολουθία των πληροφοριακών συνόλων  $\{\Phi_t\}$ .

Λόγω όμως των υποθέσεων που έχουν γίνει και με δεδομένο το πληροφοριακό σύνολο  $\Phi$ , το μοντέλο του δίκαιου παιχνιδιού αποκλείει την πιθανότητα ύπαρξης στρατηγικής που να δίνει αναμενόμενη απόδοση διαφορετική από εκείνη που προβλέπει το υπόδειγμα ισορροπίας της

αγοράς. Το υποδείγματα που ακολουθούν είναι δύο εκδοχές του δίκαιου παιχνιδιού από τα οποία εξετάζεται η ασθενής μορφή ΕΜΗ.

## 3.2 Υποδείγματα Ασθενής Μορφής ΕΜΗ

### 3.2.1 Το υπόδειγμα *submartingale* (The *Submartingale model*)

Στο υπόδειγμα αυτό αν υποθέσουμε ότι γνωρίζουμε την χρονολογική σειρά των τιμών του χρεογράφου  $j$  και καθώς και την αντίστοιχη του πληροφοριακού συνόλου  $\Phi$ , μέχρι την χρονική στιγμή  $t$  και θέλουμε να προβλέψουμε την τιμή του χρεογράφου για  $t+1$ . Σχηματίζεται ένα *submartingale* αν ικανοποιείται η ιδιότητα:

$$E^c p_{j,t+1} | \Phi_t^c \geq p_{j,t} \quad (4)$$

Δηλαδή η καλύτερη πρόβλεψη για την τιμή του χρεογράφου στην χρονική στιγμή  $t+1$ , με δεδομένο το πληροφοριακό σύνολο, είναι μεγαλύτερη ή ίση από την τιμή στην χρονική στιγμή  $t$ . Αν ισχύει η ισότητα, ώστε οι αναμενόμενες αποδόσεις και οι μεταβολές των τιμών να είναι μηδενικές, τότε το υπόδειγμα ονομάζεται “*martingale*”.

### 3.2.2 Το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου (The *Random Walk model*)

Το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου είναι μια ειδική περίπτωση του υποδείματος του δίκαιου παιχνιδιού. Σύμφωνα με την θεωρία του τυχαίου περιπάτου, οι διαδοχικές μεταβολές των τιμών αποτελούν ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές με παρόμοια κατανομή. Δηλαδή η χρονολογική σειρά των μεταβολών των τιμών δεν έχει μνήμη και ως εκ τούτου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελλοντικές προβλέψεις (Fama, 1965).

Οι υποθέσεις που θεμελιώνουν το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου είναι πρώτον ότι οι διαδοχικές μεταβολές των τιμών είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Δηλαδή η μεταβολή  $p_t - p_{t-1}$  είναι ανεξάρτητη από την μεταβολή  $p_{t-1} - p_{t-2}$ . Και δεύτερον οι μεταβολές των τιμών υπακούουν σε κάποια κατανομή πιθανοτήτων (Fama, 1965).

Η μαθηματική έκφραση των δύο παραπάνω υποθέσεων που προκύπτει είναι:



$$f^{\sim} r_{j,t+1}, \Phi_t^{\sim} = f^{\sim} r_{j,t+1}^{\sim} \quad (5)$$

Η οποία μας περιγράφει το γεγονός ότι η υπό συνθήκη κατανομή πιθανότητας (αριστερό μέλος) μιας τυχαίας μεταβλητής είναι παρόμοια με την οριακή κατανομή πιθανότητας (δεξιό μέλος) της ίδιας μεταβλητής. Η κατανομή  $f$  πρέπει να είναι ίδια για οποιαδήποτε χρονική στιγμή  $t$ .

Στο σημείο αυτό, ο Fama (1970) διευκρινίζει ότι οι τιμές θα ακολουθούν έναν τυχαίο περίπατο αν οι μεταβολές τους είναι ανεξάρτητες και όμοια κατανεμημένες. Αντίθετα, αν οι αποδόσεις μιας περιόδου είναι ανεξάρτητες και έχουν την ίδια κατανομή, οι τιμές δεν θα ακολουθούν τυχαίο περίπατο καθώς η κατανομή των μεταβολών των τιμών θα εξαρτάται από το επίπεδο των τιμών. Επίσης, υποθέτουμε ότι το πληροφοριακό σύνολο  $\Phi_t$  εμπεριέχει μόνο τις παρελθοντικές αποδόσεις.

Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, το υπόδειγμα μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$E^{\sim} r_{j,t+1} | \Phi_t^{\sim} = E^{\sim} r_{j,t+1}^{\sim} \quad (6)$$

Με αυτό τον τρόπο, δείχνουμε ότι η μέση τιμή της κατανομής  $r_{j,t+1}$  είναι ανεξάρτητη του συνόλου των διαθέσιμων πληροφοριών στο χρόνο  $t$ , σε αντίθεση με το μοντέλο του τυχαίου περιπάτου της εξίσωσης (5) που εκφράζει την ανεξαρτησία ολόκληρης της κατανομής ως προς το  $\Phi_t$ .

## Κεφάλαιο 4

### 4.1 Δεδομένα

Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα εργασία πρόερχονται από την αγορά του Nasdaq και αποτελούνται από τις τιμές από 7 δείκτες βιομηχανικών κλάδων για την περίοδο 16/11/2000 έως 16/11/2010 και αποτελούνται από 2512 ημερήσιες παρατηρήσεις. Η συλλογή των δεδομένων έγινε από το Yahoo Finance περιλαμβάνει τιμές που περιλαμβάνουν μερίσματα (adjusted) και οι τιμές είναι σε δολάρια (\$). Οι δείκτες αναλυτικά είναι οι εξής:

1. NASDAQ Bank (Τραπεζικός Κλάδος)
2. NASDAQ Biotechnology (Κλάδος Βιοτεχνολογίας)
3. NASDAQ Computer (Κλάδος Τεχνολογίας Υπολογιστών)
4. NASDAQ Industrial (Βιομηχανικός Κλάδος)
5. NASDAQ Insurance (Ασφαλιστικός Κλάδος)
6. NASDAQ Telecommunication (Κλάδος Τηλεπικοινωνιών)
7. NASDAQ Transportation (Κλάδος Μεταφορών)

Ο λόγος που επιλέξαμε δείκτες κλάδων είναι γιατί ένας δείκτης είναι σαν να έχουμε φτιάξει ένα χαρτοφυλάκιο μετοχών που διαφοροποιεί τον κίνδυνο με βάση την δραστηριότητα των εταιρειών που εμπεριέχει. Το να δημιουργείς χαρτοφυλάκια με βάση τον κλάδο είναι πολύ συνηθισμένο στην θεωρία χαρτοφυλακίου.

Για να πραγματοποιήσουμε την εμπειρική μας έρευνα από τις τιμές των δεικτών υπολογίζουμε τις αποδόσεις για την περαιτέρω ανάλυση μας ως εξής:

$$r_t = \ln p_t^\alpha @ \ln p_{t-1}^\alpha \quad (7)$$

Όπου η απόδοση του κάθε δείκτη σε χρόνο t είναι η διαφορά των φυσικών λογαρίθμων των τιμών την χρονική στιγμή t και την χρονική στιγμή t-1. Ο λόγος που παίρνουμε τους λογαρίθμους των τιμών είναι γιατί βάση των Affleck-Graves and Money (1975) οι διαφορές των τιμών περιέχουν μεροληψία μεγέθους (magnitude bias) και με την χρήση φυσικών λογαρίθμων εξαλείφεται.

## 4.2 Ανάλυση Μεθοδολογίας

Στην παρούσα εργασία η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το κατά πόσο οι αποδόσεις των τιμών ακολουθούν το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου. Αυτό θα ελεγχθεί με τεστ κανονικότητας, με το μη παραμετρικό runs τεστ, το Augmented Dickey-Fuller τεστ και τέλος με το Variance ratio τεστ. Στην συνέχεια με την βοήθεια της τεχνικής ανάλυσης, αφού υπολογίσουμε τους δείκτες τεχνικής ανάλυσης που θα χρησιμοποιήσουμε, δημιουργούμε συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης και ελέγχουμε την υπόθεση της ΕΜΗ στην ασθενή της μορφή συγκρίνοντας την κερδοφορία των συστημάτων τεχνικής ανάλυσης με την στρατηγική αγοράς και διακράτησης και ταυτόχρονα συγκρίνουμε την αποδοτικότητα των συστημάτων τεχνικής ανάλυσης.

## 4.3 Έλεγχοι της υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου

### 4.3.1 Κανονικότητα

Με την υπόθεση ότι οι αποδόσεις των χρεογράφων είναι κανονικά κατανομημένες, είναι αναγκαίο να εξετασθεί αν οι χρονολογικές σειρές των αποδόσεων ακολουθούν την κανονική κατανομή. Η κανονικότητα εξετάζεται μέσω του συντελεστή ασυμμετρίας (skewness), του συντελεστή της κύρτωσης (kurtosis) και του Jarque-Bera τεστ.

Ο συντελεστής ασυμμετρίας είναι ένα μέτρο που δείχνει την ασυμμετρία μιας σειράς γύρω από τον μέσο της. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{N \cdot \hat{\sigma}^3} \quad (8)$$

Στην κανονική κατανομή ο συντελεστής ασυμμετρίας είναι μηδέν. Θετική συμμετρία σημαίνει ότι η κατανομή έχει μια μακριά ουρά προς τα δεξιά, ενώ μια αρνητική συμμετρία το αντίθετο.

Ο συντελεστής της κύρτωσης μετρά την κορύφωση ή την ομαλότητα της κατανομής μιας σειράς. Υπολογίζεται ως εξής:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3}{N \hat{\sigma}^3} \quad (9)$$

Όπου οι συντελεστές είναι ίδιοι με την (προηγούμενη). Ο συντελεστής της κύρτωσης της κανονικής κατανομής είναι 3. Αν ο συντελεστής ξεπεράσει το 3, η κατανομή έχει κορύφωση (λεπτόκυρτη) σε σχέση με την κανονική κατανομή. Αν είναι κάτω από το 3, η κατανομή είναι πιο ομαλή (πλατύκυρτη) σε σχέση με την κανονική.

Τέλος, το Jarque-Bera (JB) τεστ είναι ένα τεστ που μετρά αν μια σειρά είναι κανονικά κατανομημένη. Στην ουσία το τεστ μετρά την διαφορά του συντελεστή ασυμμετρίας και της κύρτωσης της σειράς που εξετάζεται σε σχέση με την κανονική κατανομή. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$JB = N \left[ \frac{S^2}{6} + \frac{K^2}{24} \right] \quad (10)$$

Όπου S είναι ο συντελεστής της ασυμμετρίας, K είναι ο συντελεστής της κύρτωσης. Η εκτιμημένη πιθανότητα είναι η πιθανότητα ότι το JB τεστ ξεπερνά (σε απόλυτες τιμές) την εκτιμημένη τιμή υπό την μηδενική υπόθεση της κανονικής κατανομής. Μία μικρή τιμή πιθανότητας οδηγεί στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης της κανονικής κατανομής.

#### 4.3.2 Augmented Dickey-Fuller test

Η μεθοδολογία αυτού του τεστ αναπτύχθηκε από τους Dickey και Fuller (1981) και ελέγχει την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου των τιμών των χρονογράφων και είναι γνωστό ως τεστ μοναδιαίας ρίζας. Μια χρονολογική σειρά με μοναδιαία ρίζα είναι μη στάσιμη και υποδεικνύει ότι η σειρά δεν ακολουθεί τυχαίο περίπατο, συνεπάγοντας μια αναποτελεσματικότητα της ασθενούς μορφής αγοράς.

Ξεκινώντας από το βασικό Dickey-Fuller τεστ είναι απαραίτητο η σειρά να είναι αυτοπαλίνδρομη διαδικασία τάξης 1 (AR(1)). Αν η σειρά είναι μεγαλύτερης τάξης, τότε ο διαταρακτικός όρος του τεστ αυτοσυσχετίζεται. Η αυτοσυσχέτιση αυτή θα καταστήσει άκυρη την κατανομή του DF τεστ, που είναι βασισμένη ότι ο διαταρακτικός όρος είναι λευκός

θόρυβος. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα χρησιμοποιούμε το επ'αυξημένο DF τεστ που περιλαμβάνει περισσότερους σε υστέρηση όρους διαφορών. Οι παλινδρομήσεις που εξετάζονται στο επ'αυξημένο DF τεστ για τις αποδόσεις των χρεογράφων είναι οι εξής:

$$\Delta p_t = \gamma p_{t-1} + \sum_{i=1}^q \rho_i \Delta p_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$\Delta p_t = a + \gamma p_{t-1} + \sum_{i=1}^q \rho_i \Delta p_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$\Delta p_t = a + \beta t + \gamma p_{t-1} + \sum_{i=1}^q \rho_i \Delta p_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Όπου  $\Delta$  είναι οι πρώτες διαφορές και  $p_t$  είναι η τιμή του χρεογράφου,  $a$  είναι ο σταθερός,  $\gamma$  και  $\rho$  είναι οι συντελεστές που θα εκτιμηθούν,  $t$  είναι η τάση και  $\beta$  ο συντελεστής της τάσης. Οι υποθέσεις που εξετάζονται είναι  $H_0: \gamma=0$  (μη στασιμότητα) και  $H_1: \gamma<0$  (στασιμότητα). Αν απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση, τότε η στασιμότητα σημαίνει ότι η σειρά δεν είναι τυχαίος περίπατος καθώς ο τυχαίος περίπατος είναι μια μη στάσιμη στοχαστική διαδικασία.

#### 4.3.3 Μη παραμετρικό Runs test

Το μη παραμετρικό τεστ Runs είναι ακόμα μια προσέγγιση να εξετάσουμε την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Το μεγάλο πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τεστ είναι ότι δεν απαιτεί οι αποδόσεις να είναι κανονικά κατανομημένες. Ελέγχει αν οι διαδοχικές αλλαγές των αποδόσεων είναι ανεξάρτητες. Το τεστ είναι φτιαγμένο με την προϋπόθεση ότι αν η σειρά είναι τυχαία, οι παρατηρούμενοι αριθμοί ροών της σειράς είναι κοντά στους αναμενόμενους αριθμούς ροών. Η κάθε ροή μπορεί να καθοριστεί ως μια διαδοχική αλλαγή των αποδόσεων με το ίδιο πρόσημο. Παραδείγματος χάρη, αν μία ακολουθία είναι “++++---++++---+++++----“ τότε παρατηρούμε ότι έχει 6 ροές, 3 με θετικό πρόσημο και 3 με αρνητικό. Η μηδενική υπόθεση της τυχειότητας ελέγχεται παρατηρώντας το νούμερο των ροών η την ακολουθία αλλαγής των αποδόσεων με το ίδιο πρόσημο, θετικό, μηδέν η αρνητικό (Campbell et al.,1997). Οι ίσες σταθμίσεις που αντιστοιχίζονται σε κάθε αλλαγή και για να παρατηρηθεί τάση η διαδοχικές αλλαγές, κάθε αλλαγή κατατάσσεται με βάση την θέση της σε σχέση με τον μέσο των αποδόσεων στην περίπτωση μας.

Οι αναμενόμενοι αριθμοί των ροών ( $m$ ) δίνονται από τον τύπο:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^N n_i^2}{N} \quad (14)$$

Όπου  $N$  είναι το σύνολο των παρατηρήσεων,  $i$  είναι τα πρόσημα,  $n_i$  είναι το σύνολο των αλλαγών σε κάθε κατηγορία προσήμων. Για μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων ( $N > 30$ ), ο αναμενόμενος αριθμός των ρών ( $m$ ) είναι περίπου κανονικά κατανομημένα με τυπική απόκλιση  $\sigma_m$  των ρών να αποτυπώνεται στον ακόλουθο τύπο:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N n_i^3 - \frac{3}{N} \sum_{i=1}^N n_i^2 \sum_{j=1}^N n_j + \frac{2}{N^2} \sum_{i=1}^N n_i \sum_{j=1}^N n_j^2 \right)} \quad (15)$$

Τότε το στατιστικό  $Z$  που χρησιμοποιείται στο Runs test προκύπτει από τον τύπο:

$$Z = \frac{R - \frac{N(N+1)}{2}}{\sigma_m} \sqrt{\frac{N-1}{N}}, \quad Z \sim N(0,1) \quad (16)$$

Όπου  $R$  είναι ο παραγματικός αριθμός ρών. Ένα αρνητικό  $Z$  υποδεικνύει θετική γραμμική συσχέτιση, και αντιστρόφως για ένα θετικό  $Z$ . Η θετική γραμμική συσχέτιση υποδεικνύει ότι υπάρχει μια θετική εξάρτηση στις αποδόσεις των χρεογράφων, όμως υπάρχει και η παραβίαση της υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου.

#### 4.3.4 Τεστ Variance Ratio

Το τεστ Variance Ratio των Lo and MacKinlay (1988) εξετάζει τα ασυσχέιστα κατάλοιπα των σειρών με την υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας και ετεροσκεδαστικότητας του τυχαίου περιπάτου. Αρχικά, αν οι αποδόσεις των χρεογράφων ακολουθούν τυχαίο περίπατο, τότε η διακύμανση των  $q$  διαφορών πρέπει να είναι  $q$  φορές την διακύμανση των πρώτων διαφορών.

Υπό την μορφή τύπου:

$$VR_q = \frac{\text{Var}(r_{1,q})}{\text{Var}(r_1)} = q \quad (17)$$

Μια γενική μορφή του variance ratio για  $q$  μπορεί να ξαναγραφτεί ως εξής:

$$VR_q = \frac{\text{Var}(r_{1,q})}{\text{Var}(r_1)} = 1 + 2 \sum_{k=1}^{q-1} \frac{\rho_k}{q} \quad (18)$$

Αυτό οδηγεί ότι το  $VR(q)$  είναι ένας γραμμικός συνδυασμός των πρώτων  $q-1$  συντελεστών αυτοσυσχέτισης του  $r_1$  με γραμμικές μειούμενες σταθμίσεις.

Με την μηδενική υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας, το τεστ  $Z(q)$  αναλύεται ως εξής:

$$Z(q) = \frac{VR - a}{\Phi(q)} \sim N(0,1) \quad (19)$$

Όπου

$$\Phi(q) = \frac{2 \sum_{j=1}^{nq} r_j^2}{3q} \quad (20)$$

Όπου  $nq$  είναι οι αριθμοί των παρατηρήσεων και το  $\Phi(q)$  είναι η ασυμπτωτική διακύμανση για τον VR κάτω από την υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας. Η απόρριψη του τυχαίου περιπάτου κάτω από ομοσκεδαστικότητα μπορεί να προήλθε κάτω από ετεροσκεδαστικότητα και/ή ύπαρξη αυτοσυσχέτισης στην σειρά (Worthington and Higgs 2004). Παρατηρήθηκε από οικονομικούς αναλυτές ότι καθώς οι διακυμάνσεις αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, μια απόρριψη της υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου οφείλεται στην ετεροσκεδαστικότητα. Οι Lo and Mackinlay (1988) πρότειναν ένα τροποποιημένο  $Z(q)^*$  που είναι συνεπές με την υπόθεση της ετεροσκεδαστικότητας. Το  $Z(q)^*$  δίνεται από τον τύπο:

$$Z^*(q) = \frac{VR - a}{\Phi^*(q)} \sim N(0,1) \quad (21)$$

Και

$$\Phi^*(q) = 4 \sum_{k=1}^q \delta^k \quad (22)$$

Και  $\delta^k$  ως εξής:

$$\delta^k = \frac{1}{nq} \sum_{j=1}^{nq} r_j^2 \quad (23)$$

Όπου  $\delta^k$  είναι εκτιμητής σύμφωνος με την ετεροσκεδαστικότητα,  $r_j$  είναι η απόδοση του χρεόγραφου και  $\mu$  είναι η μέση απόδοση. Με βάση την μηδενική υπόθεση το VR είναι 1. Αν απορριφθεί ο τυχαίος περίπατος με ετεροσκεδαστικότητα, τότε υπάρχει ένδειξη αυτοσυσχέτισης στην σειρά. Αν το VR είναι μικρότερο του 1 τότε έχουμε ύπαρξη αρνητικής γραμμικής συσχέτισης και αντίστροφα.

## 4.4 Τεχνική ανάλυση

### 4.4.1 Υπολογισμός δεικτών τεχνικής ανάλυσης

Στην τεχνική ανάλυση χρησιμοποιούνται πάρα πολλά εργαλεία που μας βοηθούν να προβλέψουμε τις μελλοντικές και τάσεις. Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε τους δείκτες απλός κινητός μέσος όρος (MA), σύγκλιση/απόκλιση κινητών μέσων όρων ιστόγραμμα (MACD histogram) και τον δείκτη σχετικής δύναμης (RSI).

Ο απλός κινητός μέσος όρος (MA) αποτελεί τον δημοφιλέστερο και συνάμα απλούστερο δείκτη τάσης των τιμών. Καταφέρνει να απαλείφει τις καθημερινές διακυμάνσεις της τιμής ενός χρεογράφου και να απεικονίζει ομαλοποιημένη την τάση του. Επιπλέον δίνει ακριβή σήματα αγοράς και πώλησης καθώς η τάση ξεκινάει, εξελίσσεται και ωριμάζει. Το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται παρελθοντικές τιμές έχει ως αποτέλεσμα ο κινητός μέσος όρος να είναι ένας δείκτης με μεγάλη χρονική υστέρηση. Δεν προβλέπει την τάση, απλά την ακολουθεί. Όσο μεγαλύτερο το χρονικό διάστημα υπολογισμού του, τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική του υστέρηση και τόσο πιο αργός είναι σε σχέση με την κίνηση της τιμής. Σημαντική παράμετρο του δείκτη αυτού αποτελεί η περίοδος υπολογισμού του. Πιο συγκεκριμένα είναι ο μέσος όρος της τιμής των προηγούμενων  $n$  ημερών, όπου  $n$  η περίοδος υπολογισμού.

Στην παρούσα εργασία, θέλοντας να εξετάσουμε αν οι αποδόσεις των χρεογράφων είναι προβλέψιμες θα υπολογίσουμε τους MA 1,2,5,50,150,200 ημερών. Οι τύποι υπολογισμού δίνονται παρακάτω:

$$MA_2^a = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (24)$$

$$MA_5^a = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5} \quad (25)$$

$$MA_{50}^a = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{50}}{50} \quad (26)$$

$$MA_{150}^a = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{150}}{150} \quad (27)$$

$$MA_{200}^a = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{200}}{200} \quad (28)$$

Σε ένα φύλλο του Excel γίνονται οι υπολογισμοί των παραπάνω MA. Ο λόγος που επιλέξαμε αυτούς τους MA θα γίνει κατανοητός στην επόμενη ενότητα.



Ο δείκτης σύγκλιση-απόκλιση κινητών μέσων όρων (MACD) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Gerald Appel και έχει πάρει την ονομασία του από το γεγονός ότι μετρά τον βαθμό σύγκλισης μεταξύ ενός βραχυχρόνιου και ενός μεσοπρόθεσμου εκθετικού κινητού μέσου όρου. Ο MACD υπολογίζεται εάν αφαιρέσουμε τον εκθετικό κινητό μέσο των 26 ημερών (EMA 26) από τον αντίστοιχο κινητό μέσο των 12 ημερών (EMA 12). Υπολογίζεται μαζί με το MACD και ένας τρίτος εκθετικός κινητός μέσος όρος 9 ημερών που συχνά ονομάζεται 'γραμμή σημάτων' (signal line) και σηματοδοτεί ευκαιρίες για αγορά ή πώληση ενός χρεογράφου. Ο δείκτης είναι περισσότερο αποτελεσματικός όταν συμβαίνουν μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή ενός χρεογράφου. Ένας θετικός MACD δείχνει ότι ο EMA 12 ημερών βρίσκεται επάνω από τον EMA 26 ημερών. Ένας αρνητικός MACD δείχνει ότι ο EMA 12 ημερών βρίσκεται κάτω από τον EMA 26 ημερών. Αν ο MACD είναι θετικός και αυξάνεται, τότε το κενό μεταξύ EMA 12 ημερών και EMA 26 ημερών διευρύνεται. Αυτό δείχνει ότι το ποσοστό αλλαγής του γρηγορότερου κινητού μέσου είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο του αργότερου κινητού μέσου. Η θετική ορμή αυξάνεται και αυτό θεωρείται υψωτική τάση. Αν ο MACD είναι αρνητικός και μειώνεται, τότε το αρνητικό κενό μεταξύ του γρηγορότερου και του αργότερου κινητού μέσου επεκτείνεται. Η προς τα κάτω ορμή επιταχύνεται και θεωρείται απότομη τάση. Ο MACD βρίσκεται στην κεντρική γραμμή όταν ο γρηγορότερος κινητός μέσος τέμνει τον αργότερο κινητό μέσο. Ένα από τα αρχικά οφέλη του MACD είναι ότι ενσωματώνει τις πτυχές της ορμής και της τάσης σε έναν δείκτη. Η χρήση των κινητών μέσων εξασφαλίζει ότι ο δείκτης τελικά ακολουθεί τις κινήσεις της αγοράς. Με τη χρήση των εκθετικών μέσων, σε αντίθεση με τους απλούς κινητούς μέσους, μερικές από τις καθυστερήσεις δεν υπολογίζονται. Σαν δείκτης ορμής, ο MACD έχει τη δυνατότητα να προβλέψει τις μελλοντικές κινήσεις της αγοράς. Οι αποκλίσεις του MACD μπορεί να είναι οι καθοριστικοί παράγοντες στην πρόβλεψη κάποιας αλλαγής στη τάση. Μια αρνητική απόκλιση δείχνει ότι η υψωτική ορμή εξασθενίζει και μπορεί να εμφανιστεί μια πιθανή αλλαγή στην τάση, από ανοδική να γίνει απότομα καθοδική. Αυτό μπορεί να αποτελέσει προειδοποίηση για τους τεχνικούς αναλυτές να πάρουν κάποια κέρδη στις μακροχρόνιες τοποθετήσεις τους ή για τους επιθετικούς επενδυτές να ξεκινήσουν μια βραχυπρόθεσμη τοποθέτηση. Ο MACD χρησιμοποιείται για ημερήσια, εβδομαδιαία ή ακόμα και για μηνιαία δεδομένα. Ο MACD αντιπροσωπεύει τη σύγκλιση και την απόκλιση δύο κινητών μέσων όρων. Οποιοσδήποτε συνδυασμός κινητών μέσων Το σύνολο των κινητών μέσων όρων που χρησιμοποιούνται σε ένα MACD μπορεί να προσαρμοστεί για κάθε μεμονωμένη μετοχή. Μια από τις ευεργετικές πτυχές του MACD μπορεί επίσης να είναι και μειονέκτημα. Οι κινητοί

μέσοι, είτε απλοί, είτε εκθετικοί, είναι δείκτες με καθυστέρηση. Παρά το γεγονός ότι ο MACD αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ δύο κινητών μέσων, μπορεί επίσης να υπάρξει μια καθυστέρηση και στον ίδιο τον δείκτη. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση του ιστογράμματος MACD (MACD histogram) από τον Aspray το 1986, που θα χρησιμοποιήσουμε και στην δική μας ανάλυση. Ο MACD δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερα καλός στον προσδιορισμό επιπέδων υπεραγοράς και υπερπώλησης. Παρ'όλα αυτά μπορεί να προσδιορίσει επίπεδα τα οποία ιστορικά αντιπροσωπεύουν επίπεδα υπεραγοράς και υπερπώλησης. Ο MACD δεν έχει κάποιο ανώτερο ή κατώτερο όριο για να δεσμεύσει την κίνησή του. Ο MACD μπορεί να συνεχίσει να επεκτείνεται και πέρα από τα ιστορικά άκρα. Ο MACD υπολογίζει την απόλυτη διαφορά μεταξύ δύο κινητών μέσων όρων και όχι τη διαφορά ποσοστού. Αν αφαιρέσουμε το MACD από την 'γραμμή σημάτων' προκύπτει το ιστόγραμμα MACD (MACD histogram), το οποίο παίρνει θετικές και αρνητικές τιμές.

Τέλος ο δείκτης σχετικής δύναμης (RSI) ο οποίος αναπτύχθηκε από τον Wilder (1978) ανήκει στην κατηγορία των δεικτών ορμής και ως εκ τούτου μετρά την ταχύτητα κίνησης των τιμών. Χρησιμεύει κυρίως στο να παρέχει προειδοποιητικά σήματα πιθανής εξάντλησης της ανοδικής ή καθοδικής τάσης των τιμών. Εξετάζει πόσο ενισχυμένη φαίνεται να είναι η τρέχουσα τιμή ενός χρεογράφου σε σχέση με την ορμή που έχει αποκτήσει στις τελευταίες συνεδριάσεις. Από εκεί μπορούμε να καταλάβουμε εάν η μετοχή βρίσκεται χαμηλά ή ψηλά σε σχέση με τα επίπεδα που έχει αγγίξει στο παρελθόν και επομένως εάν θεωρείται υπεραγορασμένη ή υπερ-πωλημένη.

Ο RSI υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$RSI = 100 \frac{1}{1 + RS} \quad (29)$$

όπου RS είναι η σχετική δυναμικότητα της μετοχής η οποία προκύπτει από την εξής διαδικασία:

1. Αθροίζουμε τις τιμές κλεισίματος των ανοδικών συνεδριάσεων των τελευταίων N ημερών και διαιρούμε το άθροισμα αυτό με το N.
2. Παίρνουμε το άθροισμα των τιμών κλεισίματος των πτωτικών συνεδριάσεων των τελευταίων N ημερών και το διαιρούμε με το N.
3. Η μεταβλητή RS προκύπτει από την διαίρεση του αποτελέσματος του βήματος 1 προς το αποτέλεσμα του βήματος 2.

Σε ότι αφορά τον αριθμό ημερών που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του RSI, ο Wilder στην αρχική του παρουσίαση πρότεινε το 14 το οποίο χρησιμοποιούμε και εμείς στην παρούσα ενότητα.

Αφού γίνουν οι παραπάνω υπολογισμοί σε λογιστικό φύλλο του Excel προχωράμε στην κατασκευή των συστημάτων τεχνικής ανάλυσης.

#### *4.4.2 Κατασκευή Συστημάτων Τεχνικής Ανάλυσης*

Για να γίνει ο έλεγχος της ασθενούς μορφής αποτελεσματικότητας της αγοράς με βάση την τεχνική ανάλυση δημιουργούμε αυτόματα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης. Τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης είναι ένα σύνολο κανόνων και προϋποθέσεων με το οποίο καθορίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες για την αγορά ή πώληση ενός χρεογράφου. Τα χαρακτηριστικά για την επιλογή ενός συστήματος κανόνων τεχνικής ανάλυσης είναι ότι θα πρέπει να αντέχει σε διαφορετικές καταστάσεις της αγοράς, δεν πρέπει να είναι ευαίσθητο ώστε να δίνει συνεχή σήματα αγοράς και πώλησης και πρέπει να διευκολύνει την αύξηση των κερδών και να περιορίζει τις απώλειες.

Με βάση τους Brock et al.(1992) που έλεγξαν τον Dow Jones Industrial ,εκτός των άλλων, με συστήματα τομής κινητών μέσων όρων (double crossover moving average system), έτσι και εμείς θα εξετάσουμε τους δείκτες κλάδων του Nasdaq με βάση τις τομές των κινητών μέσων όρων. Αντί όμως να χρησιμοποιήσουμε τις τομές (1/50,1/150,5/150,1/200,2/200) ημερών των Brock et al.(1992), εμείς θα χρησιμοποιήσουμε τις τομές 1/50,5/150 και 2/200 καθώς οι υπόλοιποι παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με αυτούς που χρησιμοποιούμε. Το βασικό σε αυτά τα συστήματα είναι το μέγεθος των κινητών μέσων όρων για να μπορέσουν να προβλέψουν τις τάσεις των τιμών σωστά και να μην δίνουν εσφαλμένα σήματα αγοράς ή πώλησης. Με το MA(1,50) προσπαθούμε να ακολουθήσουμε μια βραχυπρόθεσμη τάση των τιμών, με το MA(5,150) μια μεσομακροπρόθεσμη τάση και τέλος με το MA(2,200) μια μακροπρόθεσμη τάση.

Στα συστήματα αυτά τα σημεία αγοράς δίνονται όταν ο μικρός (γρήγορος) κινητός μέσος όρος τμήσει τον μεγάλο (αργό) προς τα πάνω και αντίστοιχα τα σημεία πώλησης όταν ο γρήγορος τμήσει τον αργό προς τα κάτω. Υπολογίζοντας τα σήματα αγοράς και πώλησης δημιουργούμε τα τρία πρώτα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης που θα εξετάσουμε και για τους τρεις δείκτες.

Στη συνέχεια για να κάνουμε τα συστήματα να δίνουν πιο σταθερά σήματα αγοράς και πώλησης προσθέτουμε στο καθένα το MACD histogram (12,26,9) και RSI (14). Το MACD δίνει σημείο αγοράς όταν είναι θετικό και σημείο πώλησης όταν είναι αρνητικό. Επίσης το RSI δίνει σημείο αγοράς όταν ο δείκτης είναι κάτω από 30 ενώ δίνει σήμα πώλησης όταν είναι μεγαλύτερο του 70. Τα τρία νέα συστήματα που δημιουργούνται δίνουν σημεία αγοράς μόνο όταν και οι 3 δείκτες δώσουν σημεία αγοράς αλλιώς βρισκόμαστε σε θέση πωλητή. Και τα 6 συστήματα εφαρμόστηκαν με το Excel και υπολογίστηκαν όλα εκείνα τα μέτρα για την απόδοση των συστημάτων μας καθώς και για την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς.

#### 4.4.3 Μέτρα αποδοτικότητας συστημάτων

Αφού υπολογίστηκαν τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης πρέπει να αναλύσουμε και να συγκρίνουμε την αποδοτικότητα τους. Το βασικό είναι ποιο από τα συστήματα ήταν αποδοτικότερο και αν μπόρεσαν τα συστήματα να προβλέψουν τις υπερκανονικές αποδόσεις των δεικτών και να παρουσιάζουν κερδοφορία, απορρίπτοντας έτσι την υπόθεση της ασθενούς μορφής αποτελεσματικότητας της αγοράς.

Αυτό εξετάζεται συγκρίνοντας την απόδοση των συστημάτων με την απόδοση της στρατηγική της αγοράς και διακράτησης (buy and hold) ενός χρεογράφου. Εξετάζεται αν η τεχνική ανάλυση μέσω των συστημάτων προσέφερε κέρδη σε σχέση με το να αγοράζαμε ένα χρεόγραφο στην αρχή της περιόδου και το πουλούσαμε στο τέλος.

Τα παρακάτω μέτρα αποδοτικότητας είναι από τα βασικότερα μέτρα που υπολογίζονται και από τα προγράμματα τεχνικής ανάλυσης για τον έλεγχο κάθε συστήματος συναλλαγών και οι εξισώσεις τους δίνονται από τους Dunnis and Lulilov(2002).

Ξεκινώντας με την ετήσια απόδοση (annualized return) που δίνεται από τον τύπο:

$$R^A = 252 \ln \left( \prod_{t=1}^N X_t \right) \quad (30)$$

Θεωρώντας ότι κάθε έτος έχει 252 μέρες διαπραγμάτευσης.

Η αθροιστική απόδοση (cumulative return):

$$R^C = \prod_{t=1}^N R_t \quad (31)$$

Η ετήσια μεταβλητότητα (annualized volatility):

$$\sigma^A = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_t^2} \quad (32)$$

To Sharpe ratio:

$$SR = \frac{\bar{R}^A}{\sigma^A} \quad (33)$$

Ο δείκτης αυτός όσο μεγαλύτερος είναι τόσο το καλύτερο γιατί για το δεδομένο ρίσκο θα έχουμε μεγαλύτερη απόδοση.

Επίσης το μέγιστο ημερήσιο κέρδος (maximum daily profit) που είναι η μέγιστη τιμή του  $R_t$  στη περίοδο που εξετάζουμε και αντίστοιχα την ελάχιστη ημερήσια απώλεια (minimum daily loss) του  $R_t$  στην περίοδο που εξετάζουμε.

Συνεχίζοντας με το μέγιστο “drawdown” (maximum drawdown) που είναι η μέγιστη αρνητική τιμή του  $X_{R_t}$  στην περίοδο. Αναλυτικά:

$$MD = \min_{t=1,2,\dots,N} \tilde{R}_t^c @ \max_{i=1,2,\dots,T} \tilde{R}_i^c \quad (34)$$

Και δείχνει το ρίσκο προς τα κάτω η αλλιώς η μεγαλύτερη απώλεια που μπορεί να έχουμε.

Υπολογίζεται το ποσοστό των κερδοφόρων συναλλαγών (winning trades(%)):

$$WT = 100 \frac{\sum_{t=1}^N F_t}{NT} \quad (35)$$

Όπου  $F_t=1$  αν το κέρδος της συναλλαγής σε χρόνο  $t$  είναι θετικό.

Αντίστοιχα υπολογίζεται το ποσοστό των χαμένων συναλλαγών (losing trades(%)):

$$LT = 100 \frac{\sum_{t=1}^N G_t}{NT} \quad (36)$$

Όπου  $NT$  στους τύπους (31) και (32) είναι ο αριθμός των συναλλαγών με τύπο:

$$NT = \sum_{t=1}^N L_t \quad (37)$$

Όπου  $L_t=1$  αν το σήμα αγοράς σε περίοδο  $t$  είναι διαφορετικό με το σήμα αγοράς στην περίοδο  $t-1$ .

Υπολογίζουμε ακόμα τον αριθμό των θετικών περιόδων όπου  $R_t > 0$  και αντίστοιχα τον αριθμό των αρνητικών περιόδων όπου  $R_t < 0$

Επίσης έχουν υπολογιστεί οι μέρες που λειτουργεί το σύστημα (total trading days) και τον αριθμό με τις μέρες που είναι θετικές οι αποδόσεις (number of up periods ή  $N_{up}$ ) και τον αριθμό με τις μέρες που είναι αρνητικές οι αποδόσεις (number of down periods ή  $N_{down}$ ).

Συνεχίζοντας με το μέσο κέρδος στις θετικές περιόδους με τύπο:

$$AG = \frac{\sum_{i=1}^{N_{up}} R_{i,t}}{N_{up}} \quad (38)$$

Και την μέση απώλεια στις αρνητικές περιόδους:

$$AL = \frac{\sum_{i=1}^{N_{down}} R_{i,t}}{N_{down}} \quad (39)$$

Από τους τύπους (34) και (35) προκύπτει ο δείκτης κέρδους-απώλειας:

$$GL = \frac{AG}{AL} \quad (40)$$

Η πιθανότητα για 10% απώλεια, όπου το 10% είναι ορισμένο από εμάς, με τύπο:

$$PoL = \frac{F(1 - \frac{AG}{\Lambda})}{P} \quad (41)$$

Με  $P$  να ορίζεται ως εξής:

$$P = 0,5 \left[ 1 + \frac{WTBAG^a + LTBAL^a}{WTBAG^2 + LT + AL^2} \right]^{\frac{1}{s}} \quad (42)$$

Και  $\Lambda$  ως:

$$\Lambda = s \frac{WTBAG^2 + LT + AL^2}{c} \quad (43)$$

Και το στατιστικό  $t$  των κερδών (profits t-statistics) με τύπο:

$$t_{stat} = \frac{\sum_{i=1}^N R_{i,t}}{\sigma^A} \quad (44)$$

Ένα ακόμα μέτρο σύγκρισης είναι ο αριθμός των ημερήσιων αποδόσεων που αυξάνονται (number of periods daily returns rise) και υπολογίζεται ως εξής:

$$NPR = \sum_{t=1}^N Q_t \quad (45)$$

Με  $Q_t=1$  όπου  $y_t > 0$  αλλιώς  $Q_t=0$ .

Αντίστοιχα υπολογίζεται ο αριθμός ημερήσιων αποδόσεων που μειώνονται (number of periods daily returns fall):

$$NPF = \sum_{t=1}^N S_t \quad (46)$$

Με  $S_t=1$  αν  $y_t < 0$  αλλιώς  $S_t=0$

Ακόμα ο αριθμός των επιτυχημένων περιόδων (number of winning up periods) με τύπο:

$$NWU = \sum_{t=1}^N B_t \quad (47)$$

Όπου  $B_t=1$  αν  $R_t > 0$  και  $y_t > 0$  αλλιώς  $B_t=0$ .

Αντίστοιχα ο αριθμός των χαμένων περιόδων (number of winning down periods):

$$NWD = \sum_{t=1}^N E_t \quad (48)$$

Όπου  $E_t=1$  όταν  $R_t > 0$  και  $y_t < 0$  αλλιώς  $E_t=0$ .

Παρακάτω δίνονται τα ποσοστά των επιτυχημένων και χαμένων περιόδων:

$$WUP = 100 B \frac{\sum_{t=1}^N B_t}{NPR} \quad (49)$$

$$WDP = 100 B \frac{\sum_{t=1}^N E_t}{NPF} \quad (50)$$

$$CDC = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N D_t \quad (51)$$

Όπου  $D_t=1$  αν  $y_t B \sigma_t > 0$  αλλιώς  $D_t=0$ .

Εξάγοντας αυτά τα κριτήρια θα καταστεί να έχουμε καλύτερη εικόνα για την απόδοση των συστημάτων. Με τα αποτελέσματα των κριτηρίων ,στην εμπειρική ενότητα, θα αποφασίσουμε αν είναι επικερδής η τεχνική ανάλυση με τα συστήματα που χρησιμοποιούμε και μετέπειτα αν ισχύει η υπόθεση της ασθενούς μορφής αποτελεσματικότητας της αγοράς.

## Κεφάλαιο 5

### 5.1 Εμπειρικά αποτελέσματα των τεστ του RWH

#### 5.1.1 Περιγραφικά στατιστικά και κανονικότητα

Όλα τα αποτελέσματα των τεστ του RWH πραγματοποιήθηκαν με τα προγράμματα SPSS και Eviews για όλα τα τεστ. Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται τα περιγραφικά στατιστικά κάθε δείκτη καθώς και οι συντελεστές ασυμμετρίας, κύρτωσης και το τεστ Jarque-Bera.

Πίνακας 1: Περιγραφικά στατιστικά και τεστ κανονικότητας για τους δείκτες

	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος	Τυπική Απόκλιση	Συντελεστής Ασυμμετρίας	Συντελεστής Κύρτωσης	Jarque-Bera test
Bank	-0,14	0,11	-0,00002	0,016453	-0,06	9,83	10153,12
Biotechnology	-0,1	0,11	-0,00010	0,019224	-0,11	3,15	1039,318
Computer	-0,11	0,17	-0,00015	0,020697	0,33	5,49	3177,413
Industrial	-0,11	0,1	0,00008	0,016906	-0,04	4,42	2042,126
Insurance	-0,13	0,12	0,00029	0,013868	-0,17	11	12629,2
Telecommunication	-0,11	0,16	-0,00041	0,020947	0,06	4,39	2030,801
Transportation	-0,14	0,09	0,00029	0,017867	-0,26	4,57	2191,108

Παρατηρούμε στον πίνακα (1) ότι οι 4 μέσοι των αποδόσεων των δεικτών αρνητικοί ενώ για επίσης δείκτες Industrial, Insurance και Transportation είναι θετικοί. Η ελάχιστη τιμή των περισσότερων δεικτών είναι κοντά στο 10% ενώ την μέγιστη απόδοση έχει ο δείκτης Computer με 17%. Ενδιαφέρον παρουσιάζεται με τους συντελεστές ασυμμετρίας όπου οι δείκτες Computer και Telecommunication έχουν θετική ασυμμετρία, δηλαδή τα δεδομένα έχουν μια δεξιά ουρά στην κατανομή ενώ οι υπόλοιποι δείκτες εμφανίζουν αρνητική



ασυμμετρία. Οι συντελεστές κύρτωσης των δεικτών είναι όλοι μεγαλύτεροι του 3 με αποτέλεσμα το φαινόμενο επίσης λεπτοκύρτωσης, δηλαδή τα δεδομένα συγκεντρώνονται περισσότερο γύρω από τον μέσο. Τέλος, έχοντας αναλύσει επίσης συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης είναι επόμενο με επίσης υψηλές τιμές του τεστ Jarque-Bera να απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση επίσης κανονικότητας για όλους τους δείκτες και τα δεδομένα να μην ακολουθούν την κανονική κατανομή. Αυτά είναι τα πρώτα ευρήματα που αντιτίθενται στην υπόθεση του τυχαίου περιπάτου ότι οι αποδόσεις είναι όμοια κατανενημένες. Τα ευρήματα μας συμφωνούν με παλαιότερες έρευνες σε ανεπτυγμένες αγορές όπως των Fama(1965), Kendal(1953) και Moore(1962).

### 5.1.2 Augmented Dickey-Fuller τεστ

Με το τεστ αυτό ελέγχεται η στασιμότητα των αποδόσεων των δεικτών δηλαδή η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας ή όχι. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 2 και δείχνουν την εξέταση των σειρών σε επίπεδα ελέγχοντας και τις 3 εξισώσεις του τεστ δηλαδή με σταθερό όρο, με σταθερό και τάση και χωρίς αυτά τα δύο.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα ADF τεστ σε επίπεδα για τις αποδόσεις των δεικτών

	Χωρίς σταθερό και τάση	Με σταθερό όρο	Με σταθερό και τάση
Bank	-40,18542	-40,2422	-40,17744
Biotechnology	-50,73447	-50,73957	-50,72566
Computer	-39,17985	-39,23260	-39,17466
Industrial	-37,99220	-37,98571	-37,98607
Insurance	-42,02436	-42,05532	-42,05229
Telecommunication	-37,73480	-37,82038	-37,74745
Transportation	-40,18542	-40,2422	-40,17744

Το \*\*\* αναφέρεται σε επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας 1%,5%,10%

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα παραπάνω η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται για όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας και επομένως οι σειρές μας είναι στάσιμες σε επίπεδα και δεν έχουμε ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας. Καθώς οι αποδόσεις μας είναι οι φυσικοί λογάριθμοι των τιμών των δεικτών σημαίνει ότι οι σειρές των τιμών των δεικτών σε πρώτες διαφορές είναι στάσιμες, κάτι που δεν συμφωνεί με την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου και είναι ένδειξη αναποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή της μορφή.

### 5.1.3 Μη παραμετρικό Runs test

Στον πίνακα 3 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού Runs test για τους υπό εξέταση δείκτες. Εξετάζεται η μηδενική υπόθεση της τυχειότητας.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα runs test για όλους τους δείκτες

	Μέσος	Ροές < Μέσο	Ροές >= Μέσο	Συνολικές Ροές	Εκτιμημένος αριθμός ροών	Z	P-value
BANK	-0,00002	1177	1335	2512	1337	3,405	0,001
BIOTECHNOLOGY	-0,0001	1211	1301	2512	1270	0,584	0,559
COMPUTER	-0,00015	1156	1356	2512	1269	0,802	0,423
INDUSTRIAL	0,00008	1225	1287	2512	1223	-1,327	0,184
INSURANCE	0,00029	1279	1233	2512	1363	4,249	0
TELECOMMUNICATION	-0,00041	1177	1335	2512	1245	-0,282	0,778
TRANSPORTATION	0,00029	1260	1252	2512	1270	0,519	0,604

Το test για τους δείκτες του τραπεζικού κλάδου και ασφαλιστικού κλάδου απορρίπτει την μηδενική υπόθεση και οι σειρές δεν ακολουθούν τον τυχαίο περίπατο. Οι υπόλοιπες σειρές των αποδόσεων των δεικτών βάσει του test ακολουθούν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου με P-values στατιστικά σημαντικά για όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας  $\alpha$ .

### 5.1.4 Variance ratio test

Στην συνέχεια εξετάζεται η μηδενική υπόθεση ότι  $VR(k)=1$  με  $k$  2,4,6,8,10,12,14 και 16 ημέρες. Τα αποτελέσματα παρακάτω στον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα Variance ratio test

	k=2	k=4	k=6	k=8	k=10	k=12	k=14	k=16
BANK								
VR(k)	0,452	0,222	0,151	0,106	0,083	0,071	0,066	0,053
z	-27,47	-20,84	-17,21	-15,15	-13,60	-12,42	-11,45	-10,78
z*	-10,51	-8,70	-7,59	-6,88	-6,27	-5,78	-5,37	-5,08
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0
BIOTECHNOLOGY								
VR(k)	0,519	0,250	0,165	0,119	0,103	0,077	0,074	0,060
z	-24,09	-20,09	-16,93	-14,92	-13,31	-12,33	-11,34	-10,70
z*	-13,78	-12,14	-10,53	-9,45	-8,55	-8,00	-7,41	-7,03
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0
COMPUTER								
VR(k)	0,522	0,239	0,159	0,125	0,096	0,076	0,069	0,056
z	-23,97	-20,38	-17,06	-14,82	-13,41	-12,34	-11,41	-10,75
z*	-11,41	-10,64	-9,51	-8,59	-7,95	-7,43	-6,94	-6,59
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAL								
VR(k)	0,529	0,248	0,165	0,126	0,099	0,078	0,073	0,057
z	-23,58	-20,14	-16,93	-14,81	-13,37	-12,33	-11,37	-10,74
z*	-11,82	-10,71	-9,39	-8,41	-7,71	-7,18	-6,66	-6,33
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0
INSURANCE								
VR(k)	0,460	0,217	0,144	0,103	0,087	0,068	0,066	0,052
z	-27,05	-20,97	-17,34	-15,19	-13,56	-12,45	-11,44	-10,80

z*	-10,62	-8,69	-7,52	-6,77	-6,15	-5,70	-5,28	-5,01
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0
TELECOMMUNICATION								
VR(k)	0,521	0,244	0,164	0,128	0,097	0,079	0,072	0,055
z	-24,02	-20,25	-16,95	-14,78	-13,40	-12,31	-11,38	-10,75
z*	-12,43	-11,26	-9,90	-8,87	-8,18	-7,60	-7,08	-6,74
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSPORTATION								
VR(k)	0,496	0,253	0,164	0,121	0,097	0,081	0,072	0,059
z	-25,26	-20,01	-16,95	-14,89	-13,40	-12,28	-11,37	-10,71
z*	-13,39	-11,27	-9,89	-8,84	-8,03	-7,42	-6,92	-6,55
P-value	0	0	0	0	0	0	0	0

Το VR τεστ με την υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας και ετεροσκεδασικότητας απορρίπτει την μηδενική υπόθεση ότι οι σειρές ακολουθούν τυχαίο περίπατο και καθώς το VR είναι σε όλες τις σειρές μικρότερο του 1 και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι σειρές έχουν μια αρνητική αυτοσυσχέτιση, είναι δηλαδή mean reverting και επομένως είναι πιθανό να υπάρχει προβλεπτικότητα αποδόσεων σε μακροχρόνιο ορίζοντα (Fama,1991) και συμφωνεί με τα ευρήματα των Poterba and Summers(1988) για αμερικάνικες μετοχές σε μακροχρόνιο ορίζοντα.

## 5.2 Εμπειρικά αποτελέσματα συστημάτων τεχνικής ανάλυσης

Αφού έχουμε εφαρμόσει τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης σε όλες τις σειρές μας προκύπτουν τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων θα γίνει για κάθε δείκτη ξεχωριστά. Να σημειώσουμε ότι αν όλα ή τα περισσότερα συστήματα αποφέρουν αποδόσεις μεγαλύτερες από την στρατηγική της αγοράς και διακράτησης τότε θα έχουμε ενδείξεις αναποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή της μορφή με βάση τα συστήματα που δημιουργήσαμε.

Για τον δείκτη του τραπεζικού κλάδου εξάγουμε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 6:

Πίνακας 6: Αποτελέσματα συστημάτων και B&H για τον δείκτη του τραπεζικού κλάδου

	BANK						
	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA (1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD RSI	MA (2,200) MACD RSI	BUY AND HOLD
Ετήσια απόδοση	-12,36%	<b>7,91%</b>	-5,87%	-18,93%	2,35%	-5,87%	-0,28%
Αθροιστική απόδοση	-123,21%	<b>78,82%</b>	-58,47%	-188,67%	23,38%	-58,50%	-2,84%
Ετήσια μεταβλητότητα	22,53%	22,53%	22,54%	22,52%	22,54%	22,54%	22,54%
Δείκτης Sharpe	-0,55	<b>0,35</b>	-0,26	-0,84	0,10	-0,26	-0,01
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	16,76%	16,76%	15,36%	16,76%	16,76%	15,55%	16,76%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-15,55%	-15,55%	-16,76%	-13,88%	-13,88%	-16,76%	-15,55%
Μέγιστο Drawdown	-185,07%	<b>-40%</b>	-107,67%	-158,21%	-58,68%	-75,77%	-135,84%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	18,60%	32,50%	16,67%	50,56%	41,03%	44,32%	0%
Χαμένες Συναλλαγές (%)	81,40%	67,50%	83,33%	49,44%	58,97%	55,68%	100%
Αριθμός ανοδικών περιόδων	1274	1343	1305	1204	1257	1238	1283
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1236	1167	1205	1306	1253	1272	1227
Αριθμός Συναλλαγών	215	<b>40</b>	72	180	78	88	2
Συνολικός Αριθμός	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512

Ημερών							
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	59,24%	<b>53,50%</b>	54,06%	53,86%	51,35%	51,63%	51,11%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	1,34%	1,35%	1,33%	1,39%	<b>1,42%</b>	1,41%	1,38%
Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-1,48%	-1,48%	-1,49%	-1,43%	<b>-1,40%</b>	-1,41%	-1,44%
Δείκτης κέρδους/απώλειας	0,90	0,91	0,89	0,97	<b>1,01</b>	0,99	0,95
Πιθανότητα 10% απώλειας	14,2%	73%	70,15%	40%	<b>63%</b>	66%	100%
t-statistic κερδών	-27,49	<b>17,59</b>	-13,04	-42,12	5,22	-13,05	-0,63
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1283	1283	1283	1283	1283	1283	1283
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229
# Κερδισμένοι ανοδικοί περίοδοι	737	746	775	247	186	194	1283
# Κερδισμένοι πτωτικοί περίοδοι	537	597	530	957	1071	1044	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	57,44%	<b>58,14%</b>	60,41%	19,25%	14,50%	15,12%	1
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	43,69%	48,58%	43,12%	77,87%	<b>87,14%</b>	84,95%	0

Παρατηρούμε ότι η στρατηγική buy and hold είχε ετήσια αρνητική απόδοση της τάξης του 0,28% και αθροιστική απόδοση -2,84%. Μόνο το σύστημα MA(5,150) και MA(5,150) MACD RSI αποκομίζουν αποδόσεις μεγαλύτερες από την buy and hold στρατηγική. Επίσης με βάση το Sharpe ratio το MA(5,150) είναι αποδοτικότερο το σύστημα με βάση το ρίσκο που εμπεριέχει ο δείκτης και χαμηλότερο ρίσκο προς τα κάτω και έχει τις λιγότερες συναλλαγές. Μπόρεσε να προβλέψει καλύτερα τις ανοδικές περιόδους σε ποσοστό 58,14% ενώ το MA (5,150) MACD RSI προέβλεψε καλύτερα τις καθοδικές περιόδους σε ποσοστό 87,14%. Τελικά το MA(5,150) είναι το καλύτερο σύστημα και είναι μία ένδειξη ότι δύο από τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης είναι ικανά να προβλέψουν τις αποδόσεις του δείκτη και αποτελεί μια ένδειξη αναποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή της μορφή.

Για τον δείκτη του κλάδου βιοτεχνολογίας τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα 7:

Πίνακας 7: Αποτελέσματα συστημάτων και B&H για τον δείκτη του κλάδου βιοτεχνολογίας

	BIOTECHNOLOGY
--	---------------

	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA(1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD RSI	MA (2,200) MACD RSI	BUY AND HOLD
Ετήσια απόδοση	<b>7,79%</b>	-2,31%	-0,67%	3,36%	1,26%	1,90%	-2,18%
Αθροιστική απόδοση	<b>77,69%</b>	-23,07%	-6,69%	33,54%	12,53%	18,93%	-21,74%
Ετήσια μεταβλητότητα	30,45%	30,46%	30,46%	30,46%	30,46%	30,46%	30,46%
Δείκτης Sharpe	<b>0,26</b>	-0,08	-0,02	0,11	0,04	0,06	-0,07
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	7,48%	7,48%	7,48%	7,48%	7,48%	7,48%	7,39%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-7,39%	-7,39%	-7,39%	-7,39%	-7,39%	-7,39%	-7,48%
Μέγιστο Drawdown	-35,94%	-110,19%	-77,27%	-52,77%	-72,4%	-53,84%	-201,27%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	25,32%	20,37%	16,13%	43,97%	39,66%	43,10%	0
Χαμένες Συναλλαγές (%)	74,68%	79,63%	83,87%	56,03%	60,34%	56,90%	1
Αριθμός ανοδικών περιόδων	1297	1249	1251	1279	1256	1260	1259
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1213	1261	1259	1231	1254	1250	1251
Αριθμός Συναλλαγών	158	<b>54</b>	62	116	58	58	2
Συνολικός Αριθμός Ημερών	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	<b>57,80%</b>	50,32%	51,83%	54,22%	51,00%	51,39%	50,16%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	0,89%	0,89%	0,89%	0,89%	0,90%	0,90%	0,88%
Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-0,89%	-0,90%	-0,89%	-0,90%	-0,89%	-0,89%	-0,90%
Δείκτης μέσου κέρδους/απώλειας	1,00	0,99	1,00	0,99	1,01	1,01	0,97
Πιθανότητα 10% απώλειας	<b>2%</b>	98%	43,75%	16%	57%	48%	100%
t-statistic κερδών	<b>12,83</b>	-3,81	-1,10	5,54	2,07	3,12	-3,59
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1259	1259	1259	1259	1259	1259	1259
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1253	1253	1253	1253	1253	1253	1253
# Κερδισμένοι ανοδικοί περίοδοι	694	635	609	226	100	92	1259
# Κερδισμένοι πτωτικοί περίοδοι	603	614	642	1053	1156	1168	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	<b>55,12%</b>	50,44%	48,37%	17,95%	7,94%	7,31%	1
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	48,12%	49,00%	51,24%	84,04%	92,26%	<b>93,22%</b>	0

Και εδώ η στρατηγική buy and hold αποτυγχάνει να έχει θετικές αποδόσεις ενώ έχουμε 5 από τα 6 συστήματα να αποδίδουν καλύτερα από την buy and hold. Το MA(2,200) έχει αρνητική απόδοση αν και μικρότερη από την buy and hold. Με βάση την ετήσια και αθροιστική

απόδοση το MA(1,50) είναι αποδοτικότερο, ενώ έχει και το μεγαλύτερο Sharpe ratio. Το MA(1,50) MACD RSI έχει το καλύτερο ποσοστό κερδισμένων συναλλαγών ενώ το MA(2,200) MACD RSI έχει το χειρότερο ποσοστό χαμένων συναλλαγών. Τις λιγότερες συναλλαγές έχουν το MA(5,150) με 54 συναλλαγές, ενώ το MA(1,50) έχει τις περισσότερες με 158 συναλλαγές. Επίσης το MA(1,50) έχει την μικρότερη πιθανότητα απώλειας, μόλις 2%, το μεγαλύτερο profits t-statistic και το μεγαλύτερο ποσοστό κερδισμένων ανοδικών περιόδων ενώ το MA(2,200) MACD RSI έχει το μεγαλύτερο ποσοστό κερδισμένων καθοδικών περιόδων. Συνολικά, το MA(1,50) αποδίδει καλύτερα αλλά το γεγονός ότι έχει μεγάλο αριθμό συναλλαγών μπορεί να ωθήσει τον επενδυτή να επιλέξει μια άλλη στρατηγική αν υπολογιστούν τα κόστη συναλλαγών. Συμπερασματικά, τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης είναι αποδοτικότερα από την στρατηγική buy and hold, δίνοντας μια πολύ ισχυρή ένδειξη για την υπόθεση της ασθενούς μορφής αποτελεσματικότητας της αγοράς για τον δείκτη βιοτεχνολογίας.

Στη συνέχεια τα αποτελέσματα του δείκτη του κλάδου τεχνολογίας υπολογιστών όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7: Αποτελέσματα για τα συστήματα και B&H για τον κλάδο της τεχνολογίας υπολογιστών

	COMPUTER						
	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA(1,50) MACD RSI	MA(5,150) MACD RSI	MA(2,200) MACD RSI	BUY AND HOLD
Ετήσια απόδοση	<b>7,53%</b>	6,92%	5,52%	2,84%	3,38%	3,51%	-2,77%
Αθροιστική απόδοση	<b>75,10%</b>	68,94%	55,02%	28,32%	33,72%	34,96%	-27,61%
Ετήσια μεταβλητότητα	32,99%	33,00%	33,00%	33,00%	33,00%	33,00%	33,00%
Δείκτης Sharpe	<b>0,23</b>	0,21	0,17	0,09	0,10	0,11	-0,08
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	6,68%	6,68%	6,68%	6,68%	6,68%	6,68%	12,10%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-12,10%	12,10%	-12,10%	-12,10%	-12,10%	-12,10%	-6,68%
Μέγιστο Drawdown	-39,47%	59,82%	-66,87%	-55,55%	-64,11%	-66%	-252%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	21,69%	30,00%	24,32%	<b>50,00%</b>	34,38%	38,89%	0,00%
Χαμένες Συναλλαγές (%)	<b>78,31%</b>	70,00%	75,68%	50,00%	65,63%	61,11%	1
Αριθμός ανοδικών περιόδων	1321	1306	1303	1212	1193	1201	1321
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1189	1204	1207	1298	1317	1309	1189
Αριθμός Συναλλαγών	166	50	74	90	<b>32</b>	36	2
Συνολικός Αριθμός Ημερών	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	<b>59,08%</b>	52,59%	53,82%	50,92%	47,53%	48,25%	52,63%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	0,74%	0,75%	0,74%	0,79%	0,80%	0,80%	0,70%



Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-0,76%	-0,75%	-0,76%	-0,72%	-0,70%	-0,71%	-0,80%
Δείκτης μέσου κέρδους/απώλειας	0,97	0,99	0,98	1,10	<b>1,14</b>	1,13	0,87
Πιθανότητα απώλειας 10%	<b>1%</b>	28,07%	16,56%	17%	62%	49%	100%
t-statistic κερδών	<b>11,45</b>	10,51	8,38	4,31	5,14	5,33	-4,21
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1321	1321	1321	1321	1321	1321	1321
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1191	1191	1191	1191	1191	1191	1191
# Κερδισμένοι ανοδικοί περίοδοι	737	768	741	155	43	64	1321
# Κερδισμένοι πτωτικοί περίοδοι	584	538	562	1057	1150	1137	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	55,79%	<b>58,14%</b>	56,09%	11,73%	3,26%	4,84%	100,00%
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	49,03%	45,17%	47,19%	88,75%	<b>96,56%</b>	95,47%	0,00%

Τα συμπεράσματα στον δείκτη του κλάδου τεχνολογίας υπολογιστών είναι υπέρ της τεχνικής ανάλυσης καθώς και τα 6 συστήματα αποδίδουν καλύτερα από την στρατηγική buy and hold. Το MA(1,50) και εδώ έχει την καλύτερη απόδοση, μεγαλύτερο Sharpe ratio, μικρότερο Probability of loss, μεγαλύτερο Profits t-statistics. Όμως το MA(5,150) MACD RSI έχει τις λιγότερες συναλλαγές, τον μεγαλύτερο δείκτη Average gain/loss καθώς επίσης τις περισσότερες κερδισμένες καθοδικές περιόδους. Είναι στην ευχέρεια του επενδυτή να αντισταθμίσει τα υπέρ και κατά του κάθε συστήματος αλλά το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι ο δείκτης έχει ενδείξεις αναποτελεσματικότητας στην ασθενή μορφή.

Για τον δείκτη του βιομηχανικού κλάδου ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας:

Πίνακας 8: Αποτελέσματα συστημάτων και B&H για τον δείκτη του βιομηχανικού κλάδου

	INDUSTRIAL						
	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA (1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD RSI	MA (2,200) MACD RSI	BUY AND HOLD
Ετήσια απόδοση	<b>11,24%</b>	-0,66%	4,63%	2,20%	-1,31%	-1,76%	2,30%
Αθροιστική απόδοση	<b>112,03%</b>	-6,53%	46,18%	21,93%	-13,08%	-17,56%	22,92%
Ετήσια μεταβλητότητα	23,88%	23,89%	23,89%	23,89%	23,89%	23,89%	23,89%
Δείκτης Sharpe	<b>0,47</b>	-0,02	0,19	0,09	-0,05	-0,07	0,09
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	8,75%	8,75%	8,75%	8,75%	8,75%	8,75%	8,42%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-8,42%	-8,42%	-8,42%	-8,42%	-8,42%	-8,42%	-8,75%
Μέγιστο Drawdown	-70,49%	-164,66%	-46,01%	-50,89%	-	64,43%	-56,10%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	27,46%	19,35%	26,79%	41,43%	46,43%	37,50%	50,00%

Χαμένες Συναλλαγές (%)	72,54%	80,65%	<b>73,21%</b>	58,57%	53,57%	62,50%	50,00%
Αριθμός ανοδικών περιόδων	1330	1284	1310	1209	1195	1201	1320
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1180	1226	1200	1301	1315	1309	1190
Αριθμός Συναλλαγών	142	62	<b>56</b>	70	28	24	2
Συνολικός Αριθμός Ημερών	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	<b>58,48%</b>	52,43%	53,70%	50,00%	47,85%	48,09%	52,59%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	1,08%	1,07%	1,07%	1,15%	1,15%	1,14%	1,06%
Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-1,12%	-1,13%	-1,13%	-1,05%	-1,06%	-1,06%	-1,15%
Δείκτης μέσου κέρδους/απώλειας	<b>0,96</b>	0,95	0,95	1,09	1,09	1,08	0,92
Πιθανότητα 10% απώλειας	<b>6%</b>	65%	42,5%	45%	100%	100%	86,11%
t-statistic κερδών	<b>23,59</b>	-1,37	9,72	4,62	-2,75	-3,69	4,82
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1192	1192	1192	1192	1192	1192	1192
# Κερδισμένοι ανοδικοί περίοδοι	794	775	775	148	39	35	1320
# Κερδισμένοι πτωτικοί περίοδοι	536	509	535	1061	1156	1166	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	<b>60,15%</b>	58,71%	58,71%	11,21%	2,95%	2,65%	100,00%
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	<b>44,97%</b>	42,70%	44,88%	89,01%	96,98%	97,82%	0,00%

Στον δείκτη του βιομηχανικού κλάδου μόνο τα συστήματα MA(1,50) και MA(2,200) καταφέρνουν να αποφέρουν καλύτερη απόδοση από την στρατηγική buy and hold, με αντίστοιχες ετήσιες αποδόσεις 11,24% και 4,63% έναντι 2,30%. Το MA(1,50) έχει καλύτερο Sharpe Ratio, ποσοστό κερδισμένων συναλλαγών, Average Gain/Loss ratio, profits t-statistic ενώ έχει και τα καλύτερα ποσοστά κερδισμένων και χαμένων περιόδων. Το αρνητικό του και σε αυτό τον δείκτη είναι οι πολλές συναλλαγές που θα ήθελε να αποφύγει κάποιος επενδυτής. Και σε αυτό τον δείκτη έχουμε ενδείξεις αναποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή μορφή.

Για τον δείκτη του ασφαλιστικού κλάδου τα αποτελέσματα στον πίνακα 9 που ακολουθεί:

Πίνακας 9: Αποτελέσματα συστημάτων και B&H για τον δείκτη του Ασφαλιστικού κλάδου

	INSURANCE						
	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA(1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD	MA (2,200) MACD	BUY AND HOLD

					RSI	RSI	
Ετήσια απόδοση	-21,01%	-5,39%	-2,14%	-29,85%	-14,56%	-13,50%	10,57%
Αθροιστική απόδοση	-209,43%	-53,76%	-21,28%	-297,54%	-145,16%	-134,60%	105,35%
Ετήσια μεταβλητότητα	22,16%	22,17%	22,17%	22,14%	22,17%	22,17%	22,17%
Δείκτης Sharpe	-0,95	-0,24	-0,10	-1,35	-0,66	-0,61	0,48
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	19,78%	19,78%	19,78%	19,78%	19,78%	19,78%	19,65%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-19,65%	-19,65%	-19,65%	-19,65%	-19,65%	-19,65%	-19,78%
Μέγιστο Drawdown	-100%	-61,35%	-66,04%	-237,44%	-73,68%	-77,03%	-85,43%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	14,58%	26,92%	23,08%	52,54%	44,23%	44,44%	50,00%
Χαμένες Συναλλαγές (%)	85,42%	73,08%	76,92%	47,46%	55,77%	55,56%	50,00%
Αριθμός ανοδικών περιόδων	1241	1312	1311	1193	1238	1238	1297
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1270	1199	1200	1318	1273	1273	1214
Αριθμός Συναλλαγών	240	52	52	118	52	54	2
Συνολικός Αριθμός Ημερών	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	58,84%	53,22%	53,58%	51,51%	50,08%	50,36%	51,67%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	1,43%	1,41%	1,42%	1,45%	1,46%	1,46%	1,49%
Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-1,56%	-1,59%	-1,57%	-1,53%	-1,53%	-1,53%	-1,50%
Δείκτης μέσου κέρδους/απώλειας	0,92	0,89	0,90	0,94	0,95	0,96	0,99
Πιθανότητα 10% απώλειας	16,3%	93,2%	74,6%	99%	100%	100%	68,2%
t-statistic κερδών	-47,52	-12,19	-4,83	-67,56	-32,93	-30,53	23,89
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1297	1297	1297	1297	1297	1297	1297
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1215
# Κερδισμένοι ανοδικοί περίοδοι	806	932	956	160	136	130	1297
# Κερδισμένοι πτωτικοί περίοδοι	435	380	355	1033	1101	1108	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	62,14%	71,86%	73,71%	12,34%	10,49%	10,02%	100,00%
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	35,80%	31,28%	29,22%	85,02%	90,62%	91,19%	0,00%

Τα αποτελέσματα είναι εμφανή σε αυτόν τον δείκτη καθώς κανένα σύστημα δεν μπορεί να αποδώσει καλύτερα από την στρατηγική buy and hold και μάλιστα έχουμε ετήσιες απώλειες από 2,14% έως 29,85% έναντι 10,57% ετήσιας απόδοσης για την buy and hold. Είναι φανερό ότι τα συστήματα κανόνων δεν προσφέρουν κανένα όφελος στον επενδυτή και συμπεραίνουμε ότι ο δείκτης του ασφαλιστικού κλάδου είναι αποτελεσματικός στην ασθενή του μορφή.

Για τον δείκτη του κλάδου τηλεπικοινωνιών τα αποτελέσματα στον πίνακα 10 που ακολουθεί:

Πίνακας 10: Αποτελέσματα συστημάτων και Β&Η για τον δείκτη του κλάδου τηλεπικοινωνιών

	TELECOMMUNICATION						
	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA(1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD RSI	MA (2,200) MACD RSI	BUY AND HOLD
Ετήσια απόδοση	6,25%	<b>8,56%</b>	7,71%	6,30%	5,74%	5,74%	-6,24%
Αθροιστική απόδοση	62,30%	<b>85,32%</b>	76,83%	62,81%	57,22%	57,23%	-62,17%
Ετήσια μεταβλητότητα	40,27%	40,26%	40,27%	40,27%	40,28%	40,28%	40,27%
Δείκτης Sharpe	0,16	<b>0,21</b>	0,19	0,16	0,14	0,14	-0,15
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	6,77%	6,77%	6,77%	6,77%	6,77%	6,77%	13,41%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-13,41%	-13,41%	-13,41%	-13,41%	-13,41%	-13,41%	-6,77%
Μέγιστο Drawdown	-43%	-24,94%	-24,94%	-54,4%	-88%	-78%	-600%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	21,05%	19,44%	16,13%	48,61%	43,33%	<b>47,22%</b>	0,00%
Χαμένες Συναλλαγές (%)	78,95%	80,56%	<b>83,87%</b>	51,39%	56,67%	52,78%	100,00%
Αριθμός ανοδικών περιόδων	1329	1307	1318	1222	1199	1210	1307
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1179	1201	1190	1286	1309	1298	1201
Αριθμός Συναλλαγών	190	36	62	72	<b>30</b>	36	2
Συνολικός Αριθμός Ημερών	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	<b>60,35%</b>	52,79%	54,02%	50,68%	48,09%	48,85%	52,07%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	0,55%	0,57%	0,56%	0,60%	0,61%	0,60%	0,51%
Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-0,57%	-0,55%	-0,56%	-0,52%	-0,51%	-0,52%	-0,61%
Δείκτης μέσου κέρδους/απώλειας	0,97	1,04	1,01	1,15	<b>1,18</b>	1,16	0,84
Πιθανότητα 10% απώλειας	<b>0%</b>	7%	4,88%	5%	19%	15%	100%
t-statistic κερδών	7,78	<b>10,65</b>	9,59	7,84	7,14	7,14	-7,76
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1307	1307	1307	1307	1307	1307	1307
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1205	1205	1205	1205	1205	1205	1205
# Κερδισμένοι ανοδικοί	754	730	736	131	53	63	1307

περίοδοι							
# Κερδισμένοι πρωτικοί περίοδοι	575	577	582	1091	1146	1147	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	<b>57,69%</b>	55,85%	56,31%	10,02%	4,06%	4,82%	100,00%
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	47,72%	47,88%	48,30%	90,54%	95,10%	<b>95,19%</b>	0,00%

Τα αποτελέσματα των συστημάτων δείχνουν ότι και τα 6 συστήματα απέδωσαν καλύτερα από την στρατηγική buy and hold και την καλύτερη απόδοση να την έχει το σύστημα MA(5,150). Έχει επίσης το καλύτερο Sharpe Ratio και profits t-statistics. Το MA(2,200) MACD RSI έχει το καλύτερο ποσοστό επιτυχημένων συναλλαγών και κερδισμένων καθοδικών περιόδων ενώ το MA(2,200) το μεγαλύτερο ποσοστό χαμένων συναλλαγών. Το MA(5,150) MACD RSI έχει το μικρότερο αριθμό συναλλαγών και average gain/loss ratio. Την μικρότερη πιθανότητα για απώλειες 10% έχει το MA(1,50) ενώ έχει και το μεγαλύτερο ποσοστό κερδισμένων ανοδικών περιόδων. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις απόρριψης της υπόθεσης της αποτελεσματικότητας της αγοράς στην ασθενή της μορφή για τον δείκτη του κλάδου τηλεπικοινωνιών.

Τέλος τα αποτελέσματα για τον δείκτη του κλάδου μεταφορών δίνονται παρακάτω στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα συστημάτων και B&H για τον κλάδο των μεταφορών

	TRANSPORTATION						
	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA (1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD RSI	MA (2,200) MACD RSI	BUY AND HOLD
Ετήσια απόδοση	-14,00%	-1,75%	-10,80%	-18,83%	-5,46%	-2,46%	<b>11,09%</b>
Αθροιστική απόδοση	-139,55%	-17,43%	-107,69%	-187,72%	-54,42%	-24,56%	110,57%
Ετήσια μεταβλητότητα	28,06%	28,06%	28,06%	28,05%	28,06%	28,06%	28,06%
Δείκτης Sharpe	-0,50	-0,06	-0,39	-0,67	-0,19	-0,09	0,40
Μέγιστο Ημερήσιο Κέρδος	15,87%	15,87%	15,87%	15,87%	15,87%	15,87%	15,24%
Μέγιστη ημερήσια Απώλεια	-15,24%	-15,24%	-15,24%	-15,24%	-15,24%	-15,24%	-15,87%
Μέγιστο Drawdown	-123,45%	-57,51%	-81,12%	-108,23%	-57,07%	-54,08%	150,13%
Κερδισμένες Συναλλαγές(%)	20,00%	28,57%	17,07%	48,91%	38,64%	38,46%	50,00%
Χαμένες Συναλλαγές (%)	80,00%	71,43%	82,93%	51,09%	61,36%	61,54%	50,00%

Αριθμός ανοδικών περιόδων	1249	1285	1269	1218	1228	1235	1287
Αριθμός πτωτικών περιόδων	1262	1226	1242	1293	1283	1276	1224
Αριθμός Συναλλαγών	200	42	82	92	44	52	2
Συνολικός Αριθμός Ημερών	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Δείκτης σωστής αλλαγής κατεύθυνσης	57,64%	51,75%	52,71%	51,15%	49,56%	49,84%	51,27%
Μέσο κέρδος στις ανοδικές περιόδους	2,14%	2,13%	2,12%	2,18%	2,21%	2,21%	2,18%
Μέση απώλεια στις πτωτικές περιόδους	-2,23%	-2,25%	-2,25%	-2,20%	-2,16%	-2,16%	-2,20%
Δείκτης μέσου κέρδους/απώλειας	0,96	0,95	0,94	0,99	1,02	1,02	0,99
Πιθανότητα 10% απώλειας	29%	92%	79,8%	84%	96%	92%	82,2%
t-statistic κερδών	-25,01	-3,12	-19,30	-33,64	-9,75	-4,40	19,81
# Ημέρες ανόδου αποδόσεων	1287	1287	1287	1287	1287	1287	1287
# Ημέρες καθόδου αποδόσεων	1225	1225	1225	1225	1225	1225	1225
# Κερδισμένοι ανοδικοί περίοδοι	785	888	886	154	95	119	1287
# Κερδισμένοι πτωτικοί περίοδοι	464	397	383	1064	1133	1116	0
Κερδισμένες ανοδικές περίοδοι (%)	60,99%	69,00%	68,84%	11,97%	7,38%	9,25%	100,00%
Κερδισμένες πτωτικές περίοδοι (%)	37,88%	32,41%	31,27%	86,86%	92,49%	91,10%	0,00%

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα προκύπτει πως κανένα σύστημα δεν μπορεί να αποδώσει καλύτερα από την στρατηγική buy and hold και μάλιστα έχουμε ετήσιες απώλειες από 1,75% έως 14% έναντι 11,09% ετήσιας απόδοσης για την buy and hold. Είναι φανερό ότι τα συστήματα κανόνων δεν προσφέρουν κανένα όφελος στον επενδυτή και συμπεραίνουμε ότι ο δείκτης Transportation είναι αποτελεσματικός στην ασθενή του μορφή.

### 5.3 Σύνοψη εμπειρικών αποτελεσμάτων

Για να γίνουν κατανοητά τα αποτελέσματα των εμπειρικών μας ελέγχων θα παρουσιάσουμε δύο πίνακες. Ο πρώτος πίνακας (πίνακας 12) αναφέρεται στα τεστ που εξετάζουν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Με (+) θα απεικονίζεται αν ο κάθε δείκτης σε κάθε τεστ δέχεται την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου ενώ με (-) όταν απορρίπτεται αυτή η υπόθεση. Στον αμέσως επόμενο πίνακα (πίνακα 13) απεικονίζεται με (+) για κάθε σύστημα που δεν αποφέρει μεγαλύτερη απόδοση από την στρατηγική buy and hold ενώ με (-) το αντίθετο.

Πίνακας 12: Σύνοψη τεστ ελέγχου της RWH

	Bank	Biotechnology	Computer	Industrial	Insurance	Telecommunication	Transportation
S,K, J-B	-	-	-	-	-	-	-
ADF	-	-	-	-	-	-	-
Runs	-	+	+	+	-	+	+
VR	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας 13: Σύνοψη αποτελεσμάτων συστημάτων σε σχέση με B&H

	MA (1,50)	MA (5,150)	MA (2,200)	MA (1,50) MACD RSI	MA (5,150) MACD RSI	MA(2,200) MACD RSI
BANK	+	-	+	+	-	+
BIOTECHNOLOGY	-	+	-	-	-	-
COMPUTER	-	-	-	-	-	-
INDUSTRIAL	-	+	-	+	+	+
INSURANCE	+	+	+	+	+	+
TELECOMMUNICATION	-	-	-	-	-	-
TRANSPORTATION	+	+	+	+	+	+

Για τον δείκτη του τραπεζικού κλάδου 4 από τα τεστ του τυχαίου περιπάτου δείχνουν ότι η σειρά δεν είναι τυχαίος περίπατος και μόνο 2 από τα συστήματα κατάφεραν να προβλέψουν αποδόσεις μεγαλύτερες απόδοσεις από την buy and hold. Καταλήγουμε ότι ο δείκτης

απορρίπτει την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου και είναι πιθανότατα αναποτελεσματικός σε ασθενή μορφή.

Για τον δείκτη του κλάδου βιοτεχνολογίας έχουμε 1 τεστ που αποδέχεται και 3 που απορρίπτουν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Επικεντρώνοντας στα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι 5 από τα 6 συστήματα μας απέδωσαν καλύτερα από την buy and hold στρατηγική. Με βάση την τεχνική ανάλυση ο δείκτης έχει ενδείξεις αναποτελεσματικότητας στην ασθενή του μορφή.

Παρομοίως, για τον δείκτη του κλάδου της τεχνολογίας υπολογιστών τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης είναι αυτά που θα μας κάνουν να αποφανθούμε ότι και αυτός ο δείκτης έχει ενδείξεις αναποτελεσματικότητας στην ασθενή του μορφή.

Για τον δείκτη του βιομηχανικού κλάδου έχουμε 1 τεστ που αποδέχεται και 3 που απορρίπτουν την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου. Επικεντρώνοντας στα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι 4 από τα 6 συστήματα μας απέδωσαν καλύτερα από την buy and hold στρατηγική. Με βάση την τεχνική ανάλυση ο δείκτης έχει ενδείξεις αναποτελεσματικότητας στην ασθενή του μορφή.

Για τον δείκτη του ασφαλιστικού κλάδου ενώ απορρίπτεται η υπόθεση του τυχαίου περιπάτου, τα συστήματα δεν κατάφεραν να προβλέψουν υπερβάλλουσες αποδόσεις και καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο δείκτης είναι αποτελεσματικός στην ασθενή του μορφή.

Για τον δείκτη του κλάδου τηλεπικοινωνιών ενώ δεν μπορούμε να αποφανθούμε ότι ακολουθεί την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου, τα συστήματα κατάφεραν να αποφέρουν υπερβάλλουσες αποδόσεις και έτσι καταλήγουμε ότι ο δείκτης έχει ενδείξεις αναποτελεσματικότητας στην ασθενή του μορφή.

Τέλος, ο δείκτης του κλάδου μεταφορών δεν ακολουθεί τον τυχαίο περίπατο, τα συστήματα δεν μπορούν να αποφέρουν υπερβάλλουσες αποδόσεις και καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο δείκτης είναι αποτελεσματικός στην ασθενή του μορφή.



## Κεφάλαιο 6

### 6.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε το κατά πόσο ισχύει η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς στην ασθενή της μορφή στην περίπτωση 7 δεικτών βιομηχανικών κλάδων στον NASDAQ για την περίοδο 16/11/2000 έως 16/11/2010. Αυτό εξετάστηκε από την σκοπιά της υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου με 4 βασικά τεστ που βασίζεται μεγάλο μέρος των εμπειρικών ερευνών. Τα αποτελέσματα ήταν ότι για τους όλους τους δείκτες απορρίπτεται η υπόθεση ότι οι δείκτες ακολουθούν τυχαίο περίπατο, καθώς απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση σε 3 από τα 4 τεστ που εξετάζουμε ή και σε όλα. Όμως η απόρριψη του τυχαίου περιπάτου δεν συνεπάγεται ότι απορρίπτεται και η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς. Σαν εναλλακτικό έλεγχο της υπόθεσης της αποτελεσματικής αγοράς στην ασθενή της μορφή χρησιμοποιείται η τεχνική ανάλυση, καθώς η επίτευξη κερδοφορίας από την χρήση της δημιουργεί ενδείξεις απόρριψης της υπόθεσης της αποτελεσματικής αγοράς στην ασθενή της μορφή. Δημιουργώντας 6 διαφορετικά συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης και συγκρίνοντας τις αποδόσεις των συστημάτων με μια στρατηγική αγοράς και διακράτησης των χρεογράφων μπορέσαμε να ελέγξουμε την ένδειξη αναποτελεσματικότητας που μπορεί να προκύψει. Τα αποτελέσματα είναι ανάμεικτα καθώς υπάρχουν δείκτες που εμφανίζουν ενδείξεις αναποτελεσματικότητας αγοράς στην ασθενή και άλλοι που την δέχονται. Συγκεκριμένα, τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης εμφανίζουν κερδοφορία για τους δείκτες του τραπεζικού κλάδου, του κλάδου βιοτεχνολογίας, του κλάδου τεχνολογίας υπολογιστών και του κλάδου των τηλεπικοινωνιών. Αυτό συνάδει και με προηγούμενες εμπειρικές μελέτες στις κεφαλαιαγορές των ΗΠΑ και γενικότερα στις αναπτυγμένες αγορές ότι οι αγορές είναι κατά βάση αποτελεσματικές στην ασθενή τους μορφή, υπάρχουν όμως ευκαιρίες για επίτευξη κερδών. Η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς απασχολεί εδώ και

40 χρόνια την ερευνητική κοινότητα και καθώς δεν υπάρχουν μελέτες που να αποδέχονται μονομερώς την αποδοχή ή απόρριψη της, είναι αντικείμενο προς διερεύνηση. Παράλληλα με τα συστήματα κανόνων τεχνικής ανάλυσης εξετάστηκε και η αποδοτικότητα του κάθε συστήματος με πολλαπλά μέτρα καθώς δεν είναι πάντα η επίτευξη της μεγαλύτερης κερδοφορίας ο στόχος. Όπως είδαμε, ανάλογα με το προφίλ του τεχνικού αναλυτή, το πόσο καλά αποδίδει στο να πιάνει την τάση ένα σύστημα ή τον αριθμό των συναλλαγών που πραγματοποιεί μπορεί να διαλέξει άλλο σύστημα από αυτό που έχει την μεγαλύτερη κερδοφορία.

Σαν περαιτέρω έρευνα, η επιλογή άλλων δεικτών ή μεγαλύτερος περίοδος εξέτασης θα ήταν ενδιαφέρουσα. Επίσης, η εφαρμογή και άλλων τεστ ελέγχου υπόθεσης του τυχαίου περιπάτου θα μπορούσε να μας δώσει ακόμα πιο εμπειρισταωμένα αποτελέσματα. Επίσης, η μοντελοποίηση του κινδύνου του κάθε συστήματος θα μπορούσε να αναλυθεί με μοντέλα αποτίμησης χρεογράφων π.χ μέσω του CAPM (Capital Asset Pricing Model) ή κάποιο άλλο μοντέλο. Ακόμα, η σύγκριση των αποτελεσμάτων κατά κλάδο με αντίστοιχους ευρωπαϊκούς δείκτες ή δείκτες του Ηνωμένου Βασιλείου θα μας έδειχνε τις διαφορές των κεφαλαιαγορών με βάση την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς στην ασθενή της μορφή. Όσον αφορά την τεχνική ανάλυση έχουμε πολλούς τομείς περαιτέρω έρευνας όπως η επιλογή άλλων δεικτών τεχνικής ανάλυσης, διαφορετικούς συνδυασμούς δεικτών για την δημιουργία άλλων πολυπλοκότερων συστημάτων καθώς και η εξέταση των ήδη υπαρχόντων συστημάτων σε άλλους δείκτες. Καθώς υπάρχει επίτευξη κερδοφορίας σε μερικούς δείκτες, είναι πολύ πιθανό τα συστήματα να αποφέρουν κέρδη και σε άλλους δείκτες για την ίδια περίοδο.

## Ξένη Βιβλιογραφία

Affleck-Graves, J.F. and Money, A.H., (1975). A Note on the Random Walk Model and South African Share Prices. *South African Journal of Economics*. 43, 382-388.

Alexander, S.(1961). Price Movements in Speculative Markets: Trends and the Random Walk. *Industrial Management Review*, 2, 7 –26.

Al-Loughani, N., and Chappell, D. (1997). On the validity of the weak-form efficient markets hypothesis applied to the London stock exchange. *Applied Financial Economics*, vol. 7, 173-176.

Bessembinder H., and K. Chan (1995). The Profitability of Technical Trading Rules in the Asian Stock Markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 3, 257-284.

Bessembinder H., and K. Chan (1998). Market Efficiency and the Returns to Technical Analysis. *Financial Management*, 27, 5-17.

Blume, L., D. Easley, and M. O'Hara(1994). Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume. *Journal of Finance*, 49,153-181.

Brock, W., J. Lakonishock, and B. LeBaron(1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *Journal of Finance*, 47,1731-1764.

Brown, D. P., and R. H. Jennings(1989). On Technical Analysis, *Review of Financial Studies*, 2, 527-551.

Campbell, I. Y., A. W. Lo and A. C. MacKinley (1997). Nonlinearities in Financial Data, in: *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, Princeton, NJ, pp. 512–524.

- Chang, T., Fawson, C., Glover, T. F., and Fang, W. (1996). The weak-form efficiency of the Taiwan share market, *Applied Economics Letters*, vol. 3, 663-667.
- Chang K. P., and Ting, K. S. (2000). A variance ratio test of the random walk hypothesis for Taiwan's stock market, *Applied Financial Economics*, vol. 10, no. 5, 525.
- Cootner, P. (1962). Stock Prices: Random vs. Systematic Changes. *Industrial Management Review*, 3, Spring: 24 –45.
- Coutts, J. A., and K. Cheung. (2000). Trading Rules and Stock Returns: Some Preliminary Short Run Evidence from the Hang Seng 1985-1997. *Applied Financial Economics*, 10, 579-586.
- Dickey, D. A., and Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, vol. 49, 1057-1072.
- Dunis, C. and J. Jalilov (2002). Neural Network Regression and Alternative Forecasting Techniques for Predicting Financial Variables, *Neural Network World*, 2, 113–139.
- Fama, E. F. (1965). The Behaviour of Stock Market Prices. *Journal for Business*, vol. 38, 34-105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, *Journal of Finance*, vol. 25, no. 2, 283-417.
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Market: II. *Journal of Finance*, vol. 5, 1575-1617.
- Fama, E. F. (1995). Random walks in stock market prices. *Financial Analyst Journal*, vol. 21, no. 5, 55-59.
- Fama, E. F. (1998). Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance. *Journal of Financial Economics*, vol. 49, 283-206.
- Fama, E., and Blume, M. (1966). Filter Rules and Stock Market Trading Profiles. *Journal of Business*, vol. 39, 226-241.
- Fama, E. F., and French, K. R. (1988). Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of Political Economy*, vol. 96, no. 2, 246-73.

- Harvey, C. R. (1995). Predictable Risk and Return in Emerging Markets. *Review of Financial Studies*, vol. 8, no. 3, 773-816.
- Huang, B. N. (1995). Do Asian stock markets follow random walks: Evidence from the variance ratio test. *Applied Financial Economics*, 5, 4, 251-256.
- Hudson, R., M. Dempsey, and K. Keasey.(1996). A Note on the Weak Form Efficiency of Capital Markets: The Application of Simple Technical Trading Rules to UK Stock Prices – 1935 to 1964. *Journal of Banking & Finance*, 20,1121-1132.
- Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency, *Journal of Financial Economics*, 6, 95-101.
- Laurence, M., Cai, F., and Qian, S. (1997). Weak-form efficiency and causality tests in Chinese stock markets. *Multinational Finance Journal* , 1, 4, 291-307.
- Lee, U. (1992). Do Stock Prices Follow Random Walk? Some International Evidence. *International Review of Economics and Finance*, 1, 4, 315-327.
- Lo, A. W., and MacKinlay, A. C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *Review of Financial Studies*, 1, 1, 41-66.
- Lukac, L. P., B. W. Brorsen, and S. H. Irwin (1990). *A Comparison of Twelve Technical Trading Systems*, Greenville, Traders Press.
- Marsh, I. W. (2000). High-frequency Markov switching models in the foreign exchange market, *Journal of Forecasting*, 19, 123-134.
- Mills, T. C.(1997). Technical Analysis and the London Stock Exchange: Testing Trading Rules Using the FT30. *International Journal of Finance and Economics*, 2,319-331.
- Moustafa, M. A. (2004): “Testing the Weak-Form Efficiency of the United Arab Emirates Stock Market”. *International Journal of Business*, 29, 3, 310-325.
- Neely, C. J. and Weller, P. A. (2001). Technical analysis and central bank intervention, *Journal of International Money and Finance*, 20, 949-970.
- Ojah, K., and Karemera, D. (1999).Random Walk and Market Efficiency Tests of Latin American Emerging Equity Markets: A Revisit. *The Financial Review*, 34, 2, 57-72.

- Olson, D. (2004). Have trading rule profits in the currency markets declined over time?, *Journal of Banking & Finance*, 28, 85-105.
- Papadamou, S. and Tsopoglou, S. (2001). Investigating the profitability of Technical Analysis Systems on foreign exchange markets, *Managerial Finance Journal*, 27, 8, 63-78.
- Parisi, F., and A.Vasquez.(2000). Simple Technical Trading Rules of Stock Returns: Evidence from 1987 to 1998 in Chile. *Emerging Markets Review*, 1,152-164.
- Poole, W.(1967). Speculative Prices as Random Walks - An Analysis of Ten Time Series of Flexible Exchange Rates. *Southern Economic Journal*, 33,468-478.
- Poterba, J., and Summers, L. (1986). The Persistence of Volatility and Stock Market Fluctuations. *American Economic Review*, vol. 76, 1142-1151.
- Raj, M., and D. Thurston.(1996). Effectiveness of Simple Technical Trading Rules in the Hong Kong Futures Markets. *Applied Economics Letters*, 3, 33-36.
- Ready, M. J. (2002). Profits from technical trading rules, *Financial Management*, 31, 43-61.
- Sapp, S. (2004). Are all central bank interventions created equal? An empirical investigation, *Journal of Banking & Finance*, 28, 443-474.
- Silber, W. L. (1994). Technical trading: When it works and when it doesn't, *Journal of Derivatives*, 1, 39-44.
- Sullivan, R., Timmermann, A. and White, H. (1999). Data snooping, technical trading rule performance, and the bootstrap, *Journal of Finance*, 54, 1647-1691.
- Sullivan, R., Timmermann, A. and White, H. (2003). Forecast evaluation with shared data sets, *International Journal of Forecasting*, 19, 217-227.
- Sweeny, R. J. (1986). Beating the foreign exchange market, *Journal of Finance*, 41, 163-182.
- Szakmary, A. C. and Mathur, I. (1997). Central bank intervention and trading rule profits in foreign exchange markets, *Journal of International Money and Finance*, 16, 513-535.

Taylor, S. J.(1985). The Behaviour of Futures Prices over Time, *Applied Economics*, 17,713-734.

Taylor, S. J. (1992). Rewards available to currency futures speculators: Compensation for risk or evidence of inefficient pricing?, *Economic Record*, 68, 105-116.

Taylor, S. J. (1994). Trading futures using a channel rule: A study of the predictive power of technical analysis with currency examples, *Journal of Futures Markets*, 14, 215-235.

Urrutia, J. L. (1995).Tests of random walk and market efficiency. *Journal of Financial Research*, vol. 18, 299-309.

Van Horne, J. C., and G. G. C. Parker (1967). The Random-Walk Theory: An Empirical Test. *Financial Analysts Journal*, 23,87-92.

Worthington, A. C., and Higgs, H. (2004). Random walks and market efficiency in European equity markets. *Global Journal of Finance and Economics*, vol. 1, no. 1, 59-78.

#### **Διαδικτυακοί τόποι**

Yahoo Finance- [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Στο παράρτημα Α παρατίθενται τα αποτελέσματα των εμπειρικών ελέγχων και των 7 δεικτών για την υπόθεση του τυχαίου περιπάτου.

Εικόνα Α.1

Descriptive Statistics									
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
r <sub>bank</sub>	2512	-,137	,114	-,00001	,016452	-,060	,049	9,873	,098
r <sub>bio</sub>	2512	-,100	,112	-,00011	,019213	-,105	,049	3,153	,098
r <sub>com</sub>	2512	-,105	,166	-,00015	,020699	,322	,049	5,485	,098
r <sub>ind</sub>	2512	-,111	,103	,00007	,016911	-,043	,049	4,427	,098
r <sub>ins</sub>	2512	-,125	,120	,00029	,013879	-,163	,049	11,004	,098
r <sub>tel</sub>	2512	-,109	,161	-,00040	,020952	,065	,049	4,414	,098
r <sub>trans</sub>	2512	-1,399210042 919E-1	8,764511 201732E- 2	...	...	-,264	,049	4,556	,098
Valid N (listwise)	2512								

Εικόνα Β.2

Runs Test							
	r <sub>bank</sub>	r <sub>bio</sub>	r <sub>com</sub>	r <sub>ind</sub>	r <sub>ins</sub>	r <sub>tel</sub>	r <sub>trans</sub>
Test Value <sup>a</sup>	-,00001	-,00011	-,00015	,00007	,00029	-,00040	...
Cases < Test Value	1227	1249	1180	1197	1250	1183	1243
Cases >= Test Value	1285	1263	1332	1315	1262	1329	1269
Total Cases	2512	2512	2512	2512	2512	2512	2512
Number of Runs	1333	1271	1275	1213	1357	1243	1272
Z	3,062	,560	,905	-1,649	3,992	-,391	,604
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	,575	,365	,099	,000	,696	,546

a. Mean

Πινάκας Α.3

Null Hypothesis: RBANK has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

t-Statistic

Prob.\*



Null Hypothesis: RBANK has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic – based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-40.18283	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.432762	
5% level	-2.862491	
10% level	-2.567322	

Augmented Dickey-Fuller test statistic	-40.19083	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.565884	
5% level	-1.940950	
10% level	-1.616615	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RBANK has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-40.24602	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961700	
5% level	-3.411598	
10% level	-3.127668	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.4

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RBIO has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic – based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-50.65441	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.565883	
5% level	-1.940950	
10% level	-1.616615	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RBIO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic – based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-50.65924	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961699	
5% level	-3.411597	
10% level	-3.127668	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RBIO has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic – based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-50.64564	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.432761	
5% level	-2.862491	
10% level	-2.567321	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.5

Null Hypothesis: RCOM has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
--	-------------	--------

Augmented Dickey-Fuller test statistic		-39.17797	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.565884	
	5% level	-1.940950	
	10% level	-1.616615	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RCOM has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-39.23073	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.961700	
	5% level	-3.411598	
	10% level	-3.127668	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RCOM has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-39.17278	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.432762	
	5% level	-2.862491	
	10% level	-2.567322	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.5

Null Hypothesis: RIND has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-37.99128	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.565884	
	5% level	-1.940950	
	10% level	-1.616615	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RIND has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
<hr/>			
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-37.98480	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.961700	
	5% level	-3.411598	
	10% level	-3.127668	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RIND has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
<hr/>			
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-37.98515	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.432762	
	5% level	-2.862491	
	10% level	-2.567322	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.6

Null Hypothesis: RINS has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
<hr/>			
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-42.02436	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.565884	
	5% level	-1.940950	
	10% level	-1.616615	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RINS has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

		t-Statistic	Prob.*
<hr/>			
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-42.05532	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.961700	
	5% level	-3.411598	
	10% level	-3.127668	

---

---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RINS has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

---

---

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-42.05228	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.432762	
5% level	-2.862491	
10% level	-2.567322	

---

---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.7

Null Hypothesis: RTEL has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

---

---

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-37.73396	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.565884	
5% level	-1.940950	
10% level	-1.616615	

---

---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

---

---

Null Hypothesis: RTEL has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

---

---

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-37.81954	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961700	
5% level	-3.411598	
10% level	-3.127668	

---

---

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RTEL has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-37.74661	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.432762	
5% level	-2.862491	
10% level	-2.567322	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.8

Null Hypothesis: RTRANS has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-51.12070	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.565883	
5% level	-1.940950	
10% level	-1.616615	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RTRANS has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-51.12122	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961699	
5% level	-3.411597	
10% level	-3.127668	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: RTRANS has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
--	-------------	--------

Augmented Dickey-Fuller test statistic		-51.12492	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.432761	
	5% level	-2.862491	
	10% level	-2.567321	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

## Πίνακας Α.8

Null Hypothesis: RBANK is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:30

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	27.47271	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)	762.3895	8	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.451751	0.019956	-27.47271	0.0000
4	0.222049	0.037335	-20.83729	0.0000
6	0.150992	0.049333	-17.20978	0.0000
8	0.105899	0.059031	-15.14627	0.0000
10	0.083387	0.067380	-13.60370	0.0000
12	0.071054	0.074817	-12.41623	0.0000
14	0.065902	0.081587	-11.44911	0.0000
16	0.053240	0.087841	-10.77810	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = -3.15623422723e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00062	--	2511
2	0.00028	0.45175	2510
4	0.00014	0.22205	2508
6	9.4E-05	0.15099	2506
8	6.6E-05	0.10590	2504
10	5.2E-05	0.08339	2502
12	4.4E-05	0.07105	2500
14	4.1E-05	0.06590	2498
16	3.3E-05	0.05324	2496

Null Hypothesis: RBANK is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:31

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	10.51108	2511	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.451751	0.052159	-10.51108	0.0000
4	0.222049	0.089410	-8.700955	0.0000
6	0.150992	0.111800	-7.594004	0.0000
8	0.105899	0.129940	-6.880864	0.0000
10	0.083387	0.146075	-6.274956	0.0000
12	0.071054	0.160706	-5.780395	0.0000
14	0.065902	0.174043	-5.367067	0.0000
16	0.053240	0.186340	-5.080809	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = -3.15623422723e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00062	--	2511
2	0.00028	0.45175	2510
4	0.00014	0.22205	2508
6	9.4E-05	0.15099	2506
8	6.6E-05	0.10590	2504
10	5.2E-05	0.08339	2502
12	4.4E-05	0.07105	2500
14	4.1E-05	0.06590	2498
16	3.3E-05	0.05324	2496

## Πίνακας Α.9

Null Hypothesis: RBIO is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:32

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	24.09136	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)	601.2395	8	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.519229	0.019956	-24.09136	0.0000
4	0.250085	0.037335	-20.08637	0.0000
6	0.164563	0.049333	-16.93469	0.0000
8	0.119137	0.059031	-14.92202	0.0000
10	0.103069	0.067380	-13.31160	0.0000
12	0.077375	0.074817	-12.33175	0.0000
14	0.074429	0.081587	-11.34460	0.0000
16	0.059745	0.087841	-10.70406	0.0000



\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 9.10313591467e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00075	--	2511
2	0.00039	0.51923	2510
4	0.00019	0.25008	2508
6	0.00012	0.16456	2506
8	8.9E-05	0.11914	2504
10	7.7E-05	0.10307	2502
12	5.8E-05	0.07737	2500
14	5.6E-05	0.07443	2498
16	4.5E-05	0.05974	2496

Null Hypothesis: RBIO is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:32

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	13.78163	2511	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.519229	0.034885	-13.78163	0.0000
4	0.250085	0.061768	-12.14081	0.0000
6	0.164563	0.079363	-10.52684	0.0000
8	0.119137	0.093199	-9.451374	0.0000
10	0.103069	0.104903	-8.550070	0.0000
12	0.077375	0.115331	-7.999785	0.0000
14	0.074429	0.124885	-7.411368	0.0000
16	0.059745	0.133715	-7.031782	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 9.10313591467e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00075	--	2511
2	0.00039	0.51923	2510
4	0.00019	0.25008	2508
6	0.00012	0.16456	2506
8	8.9E-05	0.11914	2504
10	7.7E-05	0.10307	2502
12	5.8E-05	0.07737	2500
14	5.6E-05	0.07443	2498
16	4.5E-05	0.05974	2496

Πίνακας Α.10

Null Hypothesis: RCOM is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:33

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	23.96706	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)	584.2061	8	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.521710	0.019956	-23.96706	0.0000
4	0.239245	0.037335	-20.37671	0.0000
6	0.158542	0.049333	-17.05672	0.0000
8	0.125004	0.059031	-14.82263	0.0000
10	0.096286	0.067380	-13.41227	0.0000
12	0.076419	0.074817	-12.34452	0.0000
14	0.069446	0.081587	-11.40568	0.0000
16	0.055844	0.087841	-10.74846	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 1.18189477286e-05)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00089	--	2511
2	0.00046	0.52171	2510
4	0.00021	0.23925	2508
6	0.00014	0.15854	2506
8	0.00011	0.12500	2504
10	8.5E-05	0.09629	2502
12	6.8E-05	0.07642	2500
14	6.2E-05	0.06945	2498
16	5.0E-05	0.05584	2496

Null Hypothesis: RCOM is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:34

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	11.40910	2511	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.521710	0.041922	-11.40910	0.0000
4	0.239245	0.071508	-10.63870	0.0000
6	0.158542	0.088447	-9.513668	0.0000
8	0.125004	0.101839	-8.591939	0.0000
10	0.096286	0.113681	-7.949558	0.0000
12	0.076419	0.124341	-7.427797	0.0000

14	0.069446	0.134153	-6.936499	0.0000
16	0.055844	0.143191	-6.593661	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 1.18189477286e-05)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00089	--	2511
2	0.00046	0.52171	2510
4	0.00021	0.23925	2508
6	0.00014	0.15854	2506
8	0.00011	0.12500	2504
10	8.5E-05	0.09629	2502
12	6.8E-05	0.07642	2500
14	6.2E-05	0.06945	2498
16	5.0E-05	0.05584	2496

## Πίνακας Α.10

Null Hypothesis: RIND is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:35

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	23.58465	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)	569.8192	8	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.529341	0.019956	-23.58465	0.0000
4	0.248254	0.037335	-20.13540	0.0000
6	0.164716	0.049333	-16.93157	0.0000
8	0.125693	0.059031	-14.81096	0.0000
10	0.099237	0.067380	-13.36847	0.0000
12	0.077541	0.074817	-12.32952	0.0000
14	0.072705	0.081587	-11.36573	0.0000
16	0.056773	0.087841	-10.73789	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 9.88373499379e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00058	--	2511
2	0.00030	0.52934	2510
4	0.00014	0.24825	2508
6	9.5E-05	0.16472	2506
8	7.2E-05	0.12569	2504

10	5.7E-05	0.09924	2502
12	4.5E-05	0.07754	2500
14	4.2E-05	0.07270	2498
16	3.3E-05	0.05677	2496

Null Hypothesis: RIND is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:35

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	11.82432	2511	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.529341	0.039804	-11.82432	0.0000
4	0.248254	0.070189	-10.71025	0.0000
6	0.164716	0.088925	-9.393154	0.0000
8	0.125693	0.103939	-8.411759	0.0000
10	0.099237	0.116864	-7.707795	0.0000
12	0.077541	0.128439	-7.182086	0.0000
14	0.072705	0.139168	-6.663118	0.0000
16	0.056773	0.149112	-6.325612	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 9.88373499379e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00058	--	2511
2	0.00030	0.52934	2510
4	0.00014	0.24825	2508
6	9.5E-05	0.16472	2506
8	7.2E-05	0.12569	2504
10	5.7E-05	0.09924	2502
12	4.5E-05	0.07754	2500
14	4.2E-05	0.07270	2498
16	3.3E-05	0.05677	2496

## Πίνακας Α.11

Null Hypothesis: RINS is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:37

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	27.04694	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)	744.2749	8	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.460247	0.019956	-27.04694	0.0000
4	0.216925	0.037335	-20.97455	0.0000
6	0.144431	0.049333	-17.34275	0.0000
8	0.103394	0.059031	-15.18871	0.0000
10	0.086611	0.067380	-13.55584	0.0000
12	0.068483	0.074817	-12.45060	0.0000
14	0.066342	0.081587	-11.44373	0.0000
16	0.051611	0.087841	-10.79664	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = -6.05511533889e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00045	--	2511
2	0.00021	0.46025	2510
4	9.7E-05	0.21693	2508
6	6.5E-05	0.14443	2506
8	4.6E-05	0.10339	2504
10	3.9E-05	0.08661	2502
12	3.1E-05	0.06848	2500
14	3.0E-05	0.06634	2498
16	2.3E-05	0.05161	2496

Null Hypothesis: RINS is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:37

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	10.62255	2511	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.460247	0.050812	-10.62255	0.0000
4	0.216925	0.090086	-8.692510	0.0000
6	0.144431	0.113789	-7.518917	0.0000
8	0.103394	0.132458	-6.768964	0.0000
10	0.086611	0.148616	-6.145971	0.0000
12	0.068483	0.163303	-5.704231	0.0000
14	0.066342	0.176840	-5.279672	0.0000
16	0.051611	0.189294	-5.010149	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = -6.05511533889e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
--------	----------	------------	------

1	0.00045	--	2511
2	0.00021	0.46025	2510
4	9.7E-05	0.21693	2508
6	6.5E-05	0.14443	2506
8	4.6E-05	0.10339	2504
10	3.9E-05	0.08661	2502
12	3.1E-05	0.06848	2500
14	3.0E-05	0.06634	2498
16	2.3E-05	0.05161	2496

## Πίνακας Α.12

Null Hypothesis: RTEL is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:38

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	24.02035	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)	586.6395	8	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.520646	0.019956	-24.02035	0.0000
4	0.244065	0.037335	-20.24760	0.0000
6	0.163963	0.049333	-16.94684	0.0000
8	0.127510	0.059031	-14.78019	0.0000
10	0.097061	0.067380	-13.40075	0.0000
12	0.078813	0.074817	-12.31253	0.0000
14	0.071942	0.081587	-11.37508	0.0000
16	0.055436	0.087841	-10.75311	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 7.74829833324e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00089	--	2511
2	0.00046	0.52065	2510
4	0.00022	0.24407	2508
6	0.00015	0.16396	2506
8	0.00011	0.12751	2504
10	8.6E-05	0.09706	2502
12	7.0E-05	0.07881	2500
14	6.4E-05	0.07194	2498
16	4.9E-05	0.05544	2496

Null Hypothesis: RTEL is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:39

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests		Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*		12.43339	2511	0.0000

  

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.520646	0.038554	-12.43339	0.0000
4	0.244065	0.067123	-11.26194	0.0000
6	0.163963	0.084442	-9.900755	0.0000
8	0.127510	0.098310	-8.874897	0.0000
10	0.097061	0.110365	-8.181396	0.0000
12	0.078813	0.121160	-7.603068	0.0000
14	0.071942	0.131039	-7.082284	0.0000
16	0.055436	0.140118	-6.741204	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 7.74829833324e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00089	--	2511
2	0.00046	0.52065	2510
4	0.00022	0.24407	2508
6	0.00015	0.16396	2506
8	0.00011	0.12751	2504
10	8.6E-05	0.09706	2502
12	7.0E-05	0.07881	2500
14	6.4E-05	0.07194	2498
16	4.9E-05	0.05544	2496

## Πίνακας Α.13

Null Hypothesis: RTRANS is a random walk

Date: 06/04/11 Time: 23:39

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Standard error estimates assume no heteroskedasticity

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests		Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*		25.26208	2511	0.0000
Wald (Chi-Square)		640.0409	8	0.0000

  

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.495866	0.019956	-25.26208	0.0000

4	0.252798	0.037335	-20.01370	0.0000
6	0.163786	0.049333	-16.95044	0.0000
8	0.121089	0.059031	-14.88895	0.0000
10	0.097233	0.067380	-13.39820	0.0000
12	0.081397	0.074817	-12.27798	0.0000
14	0.072129	0.081587	-11.37279	0.0000
16	0.058877	0.087841	-10.71394	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = -7.03770319072e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00065	--	2511
2	0.00032	0.49587	2510
4	0.00016	0.25280	2508
6	0.00011	0.16379	2506
8	7.9E-05	0.12109	2504
10	6.3E-05	0.09723	2502
12	5.3E-05	0.08140	2500
14	4.7E-05	0.07213	2498
16	3.8E-05	0.05888	2496

Null Hypothesis: RTRANS is a martingale

Date: 06/04/11 Time: 23:40

Sample: 11/16/2000 11/16/2010

Included observations: 2511 (after adjustments)

Heteroskedasticity robust standard error estimates

Lags specified as grid: min=2, max=16, step=2

Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	13.39278	2511	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.495866	0.037642	-13.39278	0.0000
4	0.252798	0.066289	-11.27190	0.0000
6	0.163786	0.084523	-9.893392	0.0000
8	0.121089	0.099479	-8.835105	0.0000
10	0.097233	0.112375	-8.033542	0.0000
12	0.081397	0.123755	-7.422776	0.0000
14	0.072129	0.134117	-6.918386	0.0000
16	0.058877	0.143665	-6.550814	0.0000

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 8 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = -7.03770319072e-06)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00065	--	2511
2	0.00032	0.49587	2510
4	0.00016	0.25280	2508
6	0.00011	0.16379	2506
8	7.9E-05	0.12109	2504
10	6.3E-05	0.09723	2502
12	5.3E-05	0.08140	2500
14	4.7E-05	0.07213	2498



## Παράρτημα Β

Ενδεικτικά παρουσιάζουμε από τον δείκτη του τραπεζικού κλάδου τους υπολογισμούς δύο συστημάτων στο Excel.

Εικόνα Β.1

Trading Days	Instr.	Daily returns	EMA-9	SMA-28	Trading transactions	Transactions	Daily Trade	MaxDrawdown	Cumulative	Winning	Winning Up	Winning Down	CDC
		return	MA(9)	MA(28)	Signal	Calculation	Position	Loss	Profit	Periods	Periods	Periods	Calculation
18/11/2000	1735.95	-0.006	0	1731.95	1732.952	1	1735.95	0	0	0	0	0	0
27/11/2000	1699.24	-0.009	0	1695.24	1732.959	-1	1699.24	16.89	-16.89	0	0	0	0
28/11/2000	1697.17	-0.011	0	1697.17	1733.965	-1	1697.17	18.87	-18.87	0	0	0	0
21/11/2000	1682.28	-0.003	1	1682.28	1734.971	-1	1682.28	15.11	-15.11	0	0	0	0
22/11/2000	1678.11	-0.005	1	1678.11	1734.978	-1	1678.11	16.17	-16.17	0	0	0	0
24/11/2000	1693.16	0.011	1	1693.16	1735.985	1	1693.16	0	0	0	0	0	0
27/11/2000	1699.42	0.004	1	1699.42	1736.991	1	1699.42	0	0	0	0	0	0
28/11/2000	1712.05	0.007	1	1712.05	1738.005	1	1712.05	0	0	0	0	0	0
29/11/2000	1764.92	0.024	1	1764.92	1739.018	1	1764.92	96.08	96.08	0	0	0	0
30/11/2000	1762.24	0.004	1	1762.24	1739.949	1	1762.24	0	0	0	0	0	0
1/12/2000	1767.82	0.003	1	1767.82	1740.925	1	1767.82	0	0	0	0	0	0
4/12/2000	1784.95	-0.005	0	1784.95	1741.926	1	1784.95	0	0	0	0	0	0
5/12/2000	1818.52	0.019	1	1818.52	1742.973	1	1818.52	0	0	0	0	0	0
6/12/2000	1834.75	-0.009	0	1834.75	1743.949	1	1834.75	0	0	0	0	0	0
7/12/2000	1832.19	0.009	1	1832.19	1744.925	1	1832.19	0	0	0	0	0	0
8/12/2000	1853.00	0.012	1	1853.00	1745.907	1	1853.00	0	0	0	0	0	0
11/12/2000	1866.81	0.007	1	1866.81	1746.944	1	1866.81	0	0	0	0	0	0
12/12/2000	1841.24	-0.013	0	1841.24	1747.967	1	1841.24	0	0	0	0	0	0
13/12/2000	1821.90	-0.011	0	1821.90	1748.929	1	1821.90	0	0	0	0	0	0
14/12/2000	1809.05	-0.007	0	1809.05	1749.816	1	1809.05	0	0	0	0	0	0
15/12/2000	1791.17	-0.010	0	1791.17	1750.715	1	1791.17	0	0	0	0	0	0
18/12/2000	1891.58	0.057	1	1891.58	1751.725	1	1891.58	0	0	0	0	0	0
19/12/2000	1847.25	-0.003	0	1847.25	1752.965	1	1847.25	0	0	0	0	0	0
20/12/2000	1943.09	-0.002	0	1943.09	1753.907	1	1943.09	0	0	0	0	0	0
21/12/2000	1878.87	-0.010	1	1878.87	1744.806	1	1878.87	0	0	0	0	0	0
22/12/2000	1408.81	-0.216	1	1408.81	1744.806	1	1408.81	0	0	0	0	0	0
28/12/2000	1919.44	0.006	1	1919.44	1754.897	1	1919.44	0	0	0	0	0	0

Εικόνα Β.2

Trading Day	Bank	Daily returns		Trading		Trading		Trading		Transactions		Transactions		Daily Trading		Maximum		Sensitivity		Worsening		Worsening		Using De		CDC
		returns	Abax or PAR	MA(1)	MA(2)	MA(3)	MA(4)	MA(5)	MA(6)	MA(7)	MA(8)	MA(9)	MA(10)	MA(11)	MA(12)	MA(13)	MA(14)	MA(15)	MA(16)	MA(17)	MA(18)	MA(19)	MA(20)	MA(21)	MA(22)	
16/11/2000	1710.83	-0.008	0	1710.83	1713	-1	-0.362533	-1	48.4993	1	1	1	1710.83	1710.90	0	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0	0	
17/11/2000	1899.24	-0.009	0	1899.24	1713	-1	-0.317981	-1	42.7981	1	-1	1	1899.24	1899.24	18.99	1	-15.89	-15.89	-15.89	-15.89	-0.07	0	0	0	1	
20/11/2000	1877.17	-0.011	0	1877.17	1721	-1	-0.48999	-1	38.9628	1	-1	0	-1886.24	0	-18.07	18.07	2.88	0	0.08	1	0	1	1	1	1	
21/11/2000	1882.28	0.003	0	1882.28	1723	-1	-0.107993	-1	40.2640	1	-1	0	-1895.24	0	5.11	-5.11	-1.73	-5.11	-0.09	0	0	0	0	0	0	
22/11/2000	2470.11	-0.008	0	2470.11	1728	-1	-0.816768	-1	38.8040	1	-1	0	-1889.24	0	-8.17	8.17	8.44	0	0.08	1	0	1	1	1	1	
24/11/2000	1895.18	0.012	1	1895.18	1717	-1	-0.511204	-1	44.9250	1	-1	0	-1895.24	0	20.05	-20.05	-15.81	-20.05	-0.09	0	0	0	0	0	0	
27/11/2000	1898.82	0.004	1	1898.82	1716	-1	-0.978889	-1	44.8989	1	-1	0	-1895.24	0	8.49	-8.49	-10.67	-8.49	1.17	0	0	0	0	0	0	
29/11/2000	1712.02	0.007	1	1712.02	1717	-1	-0.740301	-1	50.2999	1	-1	0	-1895.24	0	12.42	-12.42	-21.2	-12.42	-1.07	0	0	0	0	0	0	
29/11/2000	1794.82	0.024	1	1794.82	1718	1	0.307298	1	40.1879	1	1	1	1794.82	1794.82	99.99	0	43.27	-43.27	-24.77	-43.27	-4.17	0	0	0	1	
30/11/2000	1762.14	0.006	1	1762.14	1718	1	0.361876	1	42.6290	1	1	1	1762.14	1762.14	7.82	1	7.82	-66.85	-73.58	-3.21	1	1	0	1		
3/12/2000	1787.80	0.003	1	1787.80	1720	1	0.305879	1	42.7009	1	1	1	1787.80	1787.80	8.88	1	8.88	-81.47	-87.91	-6.99	1	1	0	1		
6/12/2000	1793.96	-0.003	0	1793.96	1722	1	0.216011	1	38.9781	1	1	1	1793.96	1793.96	-8.67	-8.67	-29.14	-29.14	-4.08	0	0	0	0	0	0	
9/12/2000	1810.31	0.004	1	1810.31	1723	1	0.209641	1	40.0000	1	-1	-1	1810.31	1810.31	80	0	40.57	40.57	-8.77	-18.21	-0.17	1	1	0	0	
9/12/2000	1810.31	-0.001	0	1810.31	1725	1	0.116882	1	46.1388	-1	-1	-1	-1810.31	0	-3.57	3.57	-4.2	-10.84	-0.25	1	0	1	1	1	1	
9/12/2000	1810.31	0.009	1	1810.31	1727	1	0.244821	1	40.5790	-1	-1	0	-1810.31	0	18.44	-18.44	-33.54	-27.08	-1.21	0	0	0	0	0	0	
8/12/2000	1804.08	0.011	1	1804.08	1728	1	0.143888	1	43.4483	-1	-1	0	-1810.31	0	22.8	-22.8	-18.84	-19.98	-1.00	0	0	0	0	0	0	
11/12/2000	1806.83	0.007	1	1806.83	1730	1	0.151843	1	42.0230	-1	-1	0	-1810.31	0	13.74	-13.74	-27.23	-25.72	-1.50	0	0	0	0	0	0	
12/12/2000	1844.24	-0.013	0	1844.24	1731	1	0.183988	1	47.8911	-1	-1	0	-1810.31	0	-22.89	22.89	-84.88	-21.14	-0.09	1	0	1	1	1	1	
15/12/2000	1821.96	-0.012	0	1821.96	1732	1	0.266800	1	40.6942	-1	-1	0	-1810.31	0	-22.28	22.28	-22.41	-18.05	-0.70	1	0	1	1	1	1	
16/12/2000	1808.09	-0.007	0	1808.09	1733	1	0.261807	1	48.5239	-1	-1	0	-1810.31	0	-12.91	12.91	0.8	0.84	0.08	1	0	1	1	1	1	
16/12/2000	1790.12	-0.010	0	1790.12	1733	1	0.216082	1	33.987	-1	-1	0	-1810.31	0	-17.80	17.80	18.43	0	1.09	1	0	1	1	1	1	
16/12/2000	1848.58	0.002	1	1848.58	1733	1	0.297067	1	49.2431	-1	-1	0	-1810.31	0	56.48	-56.48	-45.03	-56.48	-1.54	0	0	0	0	0	0	
16/12/2000	1847.33	-0.001	0	1847.33	1733	1	0.327910	1	49.0081	-1	-1	0	-1810.31	0	-2.23	2.23	-87.8	-84.18	-1.21	1	0	1	1	1	1	
20/12/2000	1843.09	-0.001	0	1843.09	1740	1	0.234523	1	41.8250	-1	-1	0	-1810.31	0	-4.28	4.28	-35.34	-31.07	1.89	1	0	1	1	1	1	
21/12/2000	1878.17	0.018	1	1878.17	1744	1	0.290294	1	48.8787	-1	-1	0	-1810.31	0	38.18	-38.18	-48.82	-47.18	-0.07	0	0	0	0	0	0	
22/12/2000	1909.81	0.018	1	1909.81	1750	1	0.100290	1	40.0000	-1	-1	0	-1810.31	0	30.44	-30.44	-99.28	-117.90	-5.00	0	0	0	0	0	0	
26/12/2000	1818.84	0.008	1	1818.84	1758	1	0.268316	1	47.8286	-1	-1	0	-1810.31	0	23.13	-23.13	-120.38	-128.82	-8.49	0	0	0	0	0	0	
27/12/2000	1928	0.008	1	1928	1760	1	0.095225	1	42.5220	-1	-1	0	-1810.31	0	16.05	-16.05	-124.42	-144.80	-7.50	0	0	0	0	0	0	
28/12/2000	1964.8	0.011	1	1964.8	1766	1	0.239812	1	47.8629	-1	-1	0	-1810.31	0	20.9	-20.9	-147.08	-168.48	-8.99	0	0	0	0	0	0	
29/12/2000	1928.40	-0.009	0	1928.40	1772	1	0.200413	1	40.8787	-1	-1	0	-1810.31	0	-17.15	17.15	-226.9	-148.33	-7.50	1	0	1	1	1	1	
31/12/2000	1984.87	0.008	0	1984.87	1778	1	0.299889	1	47.8679	-1	-1	0	-1810.31	0	-14.59	14.59	-78.97	-91.79	-4.40	1	0	1	1	1	1	
31/12/2000	1984.87	0.008	0	1984.87	1784	1	0.294872	1	46.8280	-1	-1	0	-1810.31	0	-6.1	6.1	-142.02	-150.63	-8.30	1	0	1	1	1	1	

