

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ & ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΚΑΡΙΛΑΚΗΣ ΔΛ9977

ΕΥΣΕΒΙΑ ΡΟΒΙΘΗ ΔΑ1017

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΣΑΓΚΑΡΑΚΗΣ-ΜΕΓΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΛ9223

**Στατιστική ανάλυση χρηματιστηριακών
δεικτών με δεδομένα υψηλής συχνότητας**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων: Καθηγητής Φλώρος Χρήστος

Ηράκλειο
Απρίλιος, 2018

Ευχαριστίες

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μας εργασίας κ. Φώρο Χρήστο για την πολύτιμη και καθοριστική του βοήθεια στην πραγματοποίηση της έρευνάς μας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ – SUMMARY	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΜΕΡΟΣ Ι ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΛΛΑΓΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	12
1.1 Ιστορική αναδρομή της ψηφιοποίησης της διαπραγμάτευσης αξιογράφων	12
1.2 Αιτίες για την εκτεταμένη χρήση αλγοριθμικών στρατηγικών και στρατηγικών διαπραγμάτευσης σε υψηλή συχνότητα.	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	19
2.1 Οικονομική ανάλυση των Στρατηγικών Υψηλής Συχνότητας	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ	25
3.1 Εμπειρικές μελέτες Στρατηγικών Υψηλής Συχνότητας	25
3.2 Μελέτες που διακρίνουν την ανθρώπινη επενδυτική δραστηριότητα από την αυτοματοποιημένη δραστηριότητα	31
3.3 Λοιπές εμπειρικές μελέτες Συναλλαγών Υψηλής Συχνότητας	36
3.4 Συναλλαγές Υψηλής Συχνότητας και Στιγμιαία Κραχ (Flash Crash)	39
3.5 Άλλα Προβλήματα των Αγορών που σχετίζονται με Συναλλαγές Υψηλής Συχνότητας	47
3.5.1 Η επενδυτική εταιρία Knight Capital	47
3.5.2 Η εισαγωγή του Facebook στο Χρηματιστήριο NASDAQ	48
ΜΕΡΟΣ ΙΙ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	52
4.1 Σημαντικότητα Μεταβλητότητας	52
4.2 Μέτρηση Μεταβλητότητας Χρηματιστηριακών Δεικτών	54
4.2.1 Μεταβλητότητα V_S	54
4.2.2 Μεταβλητότητα V_P	55
4.2.3 Μεταβλητότητα V_{GK}	55
4.2.4 Μεταβλητότητα V_{RS}	55
4.3 Δεδομένα Έρευνας	55

4.3.1 Χρηματιστηριακοί Δείκτες Έρευνας	55
4.3.1.1 Dow Jones Industrial Average (DJIA)	56
4.3.1.2 Financial Times Stock Exchange 100 Index (FTSE100)	57
4.3.1.3 Standard and Poor's/Australian Securities Exchange 200 Index (S&P/ASX 200)	57
4.4 Πηγή Δεδομένων	58
4.5 Χρονική Περίοδος – Συχνότητα Δεδομένων	58
4.6 Περιγραφικά Στατιστικά Δεδομένων Έρευνας	58
4.6.1 Δείκτης S&P/ASX 200 παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά	60
4.6.2 Δείκτης Dow Jones Industrial Average (DJIA) παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά	62
4.6.3 Δείκτης Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100) παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά	64
4.6.4 Δείκτης S&P/ASX 200 παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό	66
4.6.5 Δείκτης Dow Jones Industrial Average (DJIA) παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό	68
4.6.6 Δείκτης Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100) παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	73
5.1 Μεταβλητότητα δείκτη S&P/ASX 200 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	73
5.2 Μεταβλητότητα δείκτη DJIA ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	76
5.3 Μεταβλητότητα δείκτη FTSE100 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	78
5.4 Μεταβλητότητα δείκτη S&P ASX 200 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	81
5.5 Μεταβλητότητα δείκτη DJIA ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	83
5.6 Μεταβλητότητα δείκτη FTSE100 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	86
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη S&P ASX 200 για 819 30λεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη DJIA για 868 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη FTSE100 για 1.088 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4 Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη S&P ASX 200 για 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη DJIA για 25.482 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη FTSE100 για 32.622 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017.	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vr, Vrs, και Vgk για τον δείκτη S&P ASX 200 για 819 30λεπτες παρατηρήσεις από τις 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vr, Vrs, και Vgk για τον δείκτη DJIA για 868 30λεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vr, Vrs, και Vgk για τον δείκτη FTSE100 για 1.088 30λεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vr, Vrs, και Vgk για τον δείκτη S&P ASX 200 για 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις από τις 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vr, Vrs, και Vgk για τον δείκτη DJIA για 25.482 μονόλεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017	84

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} , και V_{gk} για τον δείκτη FTSE100 για 32.622 μονόλεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017	86
---	-----------

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1 Ποσοστιαία Μεταβολή ΣΜΕ E-mini S&P 500 και DJIA στις 6/5/2010 κατά την διάρκεια του Flash Crash	40
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1 Μεταβολή μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη S&P ASX 200 για 819 30λεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017	61
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2 Μεταβολή μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη DJIA για 868 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017	63
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3 Μεταβολή μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη FTSE100 για 1.088 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017	65
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4 Μεταβολή μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη S&P ASX 200 για 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017	67
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5 Μεταβολή μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη DJIA για 25.482 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017	70
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6 Μεταβολή μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη FTSE100 για 32.622 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017	72
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1 Μεταβλητότητα V_S δείγματος διαχρονικά στον δείκτη S&P ASX 200 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	75
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2 Μεταβλητότητα V_P , V_{RS} , V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη S&P ASX 200 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	75
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3 Μεταβλητότητα V_S δείγματος διαχρονικά στον δείκτη DJIA ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	77
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4 Μεταβλητότητα V_P , V_{RS} , V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη DJIA ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	78
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5 Μεταβλητότητα V_S δείγματος διαχρονικά στον δείκτη FTSE100 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	80
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6 Μεταβλητότητα V_P , V_{RS} , V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη FTSE100 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης	80
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7 Μεταβλητότητα V_S δείγματος διαχρονικά στον δείκτη S&P ASX 200 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	82

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8 Μεταβλητότητα V_P, V_{RS}, V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη S&P ASX 200 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	83
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9 Μεταβλητότητα V_S δείγματος διαχρονικά στον δείκτη DJIA ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	85
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.10 Μεταβλητότητα V_P, V_{RS}, V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη DJIA ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	85
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.11 Μεταβλητότητα V_S δείγματος διαχρονικά στον δείκτη FTSE100 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	87
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12 Μεταβλητότητα V_P, V_{RS}, V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη FTSE100 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης	88

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία μας παρουσιάζει αρχικώς την ανάλυση των συναλλαγών υψηλής συχνότητας σε οικονομικό και εμπειρικό επίπεδο. Στην συνέχεια, εστιάζουμε στην ανάλυση της μεταβλητότητας χρηματιστηριακών δεικτών αξιών υπό το πρίσμα των δεδομένων υψηλής συχνότητας σε διάστημα 90 ημερών στις αρχές του 2017. Αναλύουμε την μεταβλητότητα σε μονόλεπτες και 30-λεπτες παρατηρήσεις των δεικτών Dow Jones Industrial Average (DJIA), Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100), και Standard & Poor's ASX 200 (ASX200). Τα αποτελέσματα της έρευνάς μας είναι σε συμφωνία με προγενέστερη εμπειρική έρευνα του Floros (2009) σχετικά με την μεταβλητότητα των δεικτών.

Λέξεις-κλειδιά: συναλλαγές υψηλής συχνότητας, μεταβλητότητα, δείκτης, δεδομένα υψηλής συχνότητας, στρατηγικές υψηλής συχνότητας, αλγοριθμικές στρατηγικές

SUMMARY

At the beginning of our thesis we analyse the existence of high-frequency trading at an economic and empirical level. Then, we focus our attention to the analysis of stock index volatility at high frequency intervals in a period of 90 days during the first quarter of 2017. We analyse volatility in 1 minute and 30-minute intervals in the following indices: Dow Jones Industrial Average (DJIA), Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100), and Standard & Poor's ASX 200 (ASX200). Our findings agree with a similar empirical study by Floros (2009) concerning volatility of indices.

Keywords: high-frequency trading, volatility, index, high-frequency data, high-frequency strategies, algorithmic strategies

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εδώ και εκατοντάδες χρόνια, τα ανταλλακτήρια αξιών είναι οργανωμένα ως φυσικοί χώροι όπου οι συμμετέχοντες στις αγορές συναντιούνται για να προβούν σε ανταλλαγές εμπορικού ενδιαφέροντος. Παραδοσιακά, οι συναλλαγές στο χώρο του ανταλλακτηρίου υποστηρίζονται από προκαθορισμένους μεσάζοντες εντός της αγοράς οι οποίοι διευθετούν ανταλλαγές ανάμεσα σε διαφορετικούς συμμετέχοντες. Τις τελευταίες δεκαετίες, όμως, η διαπραγμάτευση αξιογράφων έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές και όλο και περισσότερα στάδια της διαδικασίας διαπραγμάτευσης έχουν αυτοματοποιηθεί με την χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων.

Σήμερα, πλέον, το τοπίο διαπραγμάτευσης αξιογράφων χαρακτηρίζεται από κατακερματισμό ανάμεσα στα σημεία διαπραγμάτευσης, από την αύξηση του ανταγωνισμού για την ροή των εντολών, διαφοροποιημένα μοντέλα πρόσβασης στην αγορά και ένα σημαντικό μερίδιο αγοράς από την χρήση τεχνολογιών αυτόματων συναλλαγών, όπως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας.

Οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο σύγχρονο χρηματιστηριακό τοπίο και έχουν αλλάξει δραστικά τις ισορροπίες και τις συνθήκες των αγορών που πλέον χαρακτηρίζονται από την χρήση εξειδικευμένης τεχνολογίας στον τρόπο διαπραγμάτευσης. Υπάρχει γενικότερα μια εξελικτική διαδικασία υιοθέτησης νέων τεχνολογιών στην διαδικασία διαπραγμάτευσης η οποία τροφοδοτείται κυρίως από τον ανταγωνισμό και την τεχνολογική καινοτομία. Όπως η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών βοηθάει ένα κλάδο ή μια εταιρία να ανελιχθεί, έτσι και η χρήση των συναλλαγών υψηλής συχνότητας ανταμείβει τους εξειδικευμένους παίκτες της αγοράς που έχουν επενδύσει στην χρήση αυτής της τεχνολογίας. Η χρήση των συναλλαγών υψηλής συχνότητας, συγχρόνως, συνδέεται με σημαντικούς κινδύνους λόγω υψηλής έκθεσης στις αγορές και πιθανών σφαλμάτων κατά την εφαρμογή αυτοματοποιημένων συναλλαγών. Τέλος, έχει παρατηρηθεί ότι η ύπαρξη στρατηγικών υψηλής συχνότητας αυξάνει την ρευστότητα των αγορών και βοηθάει στην εξισορρόπηση των τιμών σε αποδοτικότερα επίπεδα.

Στο εμπειρικό μέρος της εργασίας μας επιλέγουμε να μελετήσουμε δεδομένα υψηλής συχνότητας με παρατηρήσεις ανά 30λεπτά και ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης σε τρεις μεγάλους χρηματιστηριακούς δείκτες: στον δείκτη Dow Jones Industrial Average, στον δείκτη Financial Times Stock Exchange 100, και στον δείκτη Standard & Poor's ASX 200. Η μελέτη μας εξειδικεύεται στον υπολογισμό και την ανάλυση της μεταβλητότητας των δεικτών.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύουμε την εξέλιξη της διαπραγμάτευσης αξιών τις τελευταίες δεκαετίες και παρουσιάζουμε τις αιτίες που ευνοούν την ανάπτυξη στρατηγικών αυτοματοποιημένων συναλλαγών. Στο δεύτερο κεφάλαιο κάνουμε μια οικονομική και θεωρητική ανάλυση των συναλλαγών υψηλής συχνότητας υπό την χρήση θεωρητικών και οικονομικών υποδειγμάτων. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική βιβλιογραφική επισκόπηση των εμπειρικών μελετών που ασχολούνται με συναλλαγές υψηλής συχνότητας. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε την μεθοδολογική προσέγγιση της έρευνάς μας όσον αφορά την μεταβλητότητα τριών χρηματιστηριακών δεικτών. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνάς μας και στο τέλος της εργασίας αναφέρουμε τα συμπεράσματά μας.

ΜΕΡΟΣ Ι

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΛΛΑΓΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

1.1 Ιστορική αναδρομή της ψηφιοποίησης της διαπραγμάτευσης αξιογράφων

Η ψηφιοποίηση της διαπραγμάτευσης αξιογράφων ξεκίνησε, περίπου πριν 50 χρόνια, στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στις ΗΠΑ, όταν η NASD (National Association of Securities Dealers) ξεκίνησε την χρήση ενός συστήματος ειδικού διαπραγματευτή υποβοηθούμενου από ηλεκτρονικούς υπολογιστές για αυτοματοποίηση προσφορών (automated quotation), δημιουργώντας στην ουσία το χρηματιστήριο που είναι πλέον γνωστό ως NASDAQ. Στην Ευρώπη, τα πρώτα χρηματιστήρια που έκαναν χρήση βοήθειας ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων ξεκίνησαν την λειτουργία τους κατά την δεκαετία του 1980, αλλά καθυστέρησαν μέχρι την δεκαετία του 1990 ωστόσο η διαπραγμάτευση οργανωθεί σε πλήρως αυτοματοποιημένα χρηματιστηριακά συστήματα.

Η πλειοψηφία των χρηματιστηριακών συστημάτων πλήρους αυτοματοποίησης χρησιμοποιούν ηλεκτρονικό βιβλίο εντολών γνωστό στην διεθνή ορολογία ως central limit order books. Το οποίο ηλεκτρονικό βιβλίο εντολών αποθηκεύει τα ενδιαφέροντα των συμμετεχόντων στην αγορά σχετικά με αγορές και πωλήσεις μετοχών, τα οποία είναι ορατά και εκτελέσιμα για όλους τους συνδεδεμένους επενδυτές. Σύμφωνα με τους Pagano και Roell (1996) και Jain (2005), η χρήση των ηλεκτρονικών βιβλίων εντολών προσφέρει διαφάνεια στις χρηματιστηριακές αγορές, λόγω μείωσης της ασυμμετρίας πληροφόρησης, αυξημένης ρευστότητας και συγχρόνως προσφέρει την δυνατότητα αποδοτικότερου ορισμού τιμών. Ενώ, οι τιμές προσδιορίζονταν χειροκίνητα στις συναλλαγές εντός του χρηματιστηρίου, οι εντολές ταυτίζονται αυτόματα με βάση την προτεραιότητα τιμής-ώρας σε ηλεκτρονικά συστήματα διαπραγμάτευσης. Κατά τον Harris (2003) η χρήση ενιαίων κανόνων σε όσους συμμετέχουν στην αγορά εξασφαλίζει αμεροληψία και δίκαιη πρόσβαση στον αντίστοιχο χώρο συναλλαγών.

Επομένως, η ψηφιοποίηση των χρηματιστηριακών αγορών και η ηλεκτρονική διασύνδεση των συμμετεχόντων στην αγορά συμβαδίζουν, οδηγώντας σε μια αποκεντρωμένη πρόσβαση στις αγορές. Η ύπαρξη φυσικού χώρου συναλλαγών δεν είναι πλέον προαπαιτούμενο για την λειτουργία μιας αγοράς με αποτέλεσμα τέτοιου είδους χώροι να έχουν πλέον αντικατασταθεί από ηλεκτρονικά συστήματα συναλλαγών. Οι επενδυτές, πλέον μπορούν να υποβάλλουν τις εντολές τους ηλεκτρονικά στο σύστημα συναλλαγών από απομακρυσμένες τοποθεσίες μέσω ψηφιακών συστημάτων επικοινωνίας.

Από την πλευρά των επενδυτών, διαδικασίες ανθρώπινης επενδυτικής δραστηριότητας έχουν επίσης αντικατασταθεί από ηλεκτρονικά συστήματα. Μπορεί αρχικώς τα συστήματα αυτοματοποιημένων προσφορών και οι εντολές stop-loss να ήταν τα πρώτα τεχνολογικά επιτεύγματα που κυριάρχησαν στην διαπραγματευτική διαδικασία, όμως τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία της πληροφορίας έχει πλέον επιτυχώς καθιερώσει την θέση της σε κάθε βήμα της επενδυτικής διαδικασίας. Η προηγμένη τεχνολογία της πληροφορίας έχει εξελιχθεί ως κρίσιμος ανταγωνιστικός παράγοντας για τους φορείς των αγορών τις τελευταίες δεκαετίες και οι ίδιοι οι συμμετέχοντες στις αγορές συνεχίζουν να αυτοματοποιούν και να βελτιστοποιούν τις διαπραγματευτικές διαδικασίες κατά μήκος όλης της διαδικασίας.

1.2 Αιτίες για την εκτεταμένη χρήση αλγοριθμικών στρατηγικών και στρατηγικών διαπραγμάτευσης σε υψηλή συχνότητα.

Η εμφάνιση των αλγοριθμικών στρατηγικών διαπραγμάτευσης και των αντίστοιχων στρατηγικών υψηλής συχνότητας συμβαδίζουν με άλλες διαρθρωτικές αλλαγές στο Ευρωπαϊκό τοπίο χρηματιστηριακών συναλλαγών. Στην συνέχεια, εντοπίζονται πολλαπλοί λόγοι για την άνοδο των στρατηγικών αλγορίθμου και υψηλής συχνότητας, όπως για παράδειγμα νέα πρότυπα πρόσβασης στην αγορά και δομές πληρωμών, σημαντική μείωση στην χρονική καθυστέρηση, καθώς και αυξημένος ανταγωνισμός και κατακερματισμός στην ροή των εντολών διαπραγμάτευσης.

Στις περισσότερες χρηματιστηριακές αγορές, μόνο τα εγγεγραμμένα μέλη έχουν την δυνατότητα για απευθείας πρόσβαση στην αγορά και αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί

από τα πιθανά θέματα πληρωμής και εκκαθάρισης των εντολών αν υπήρχε ελεύθερη πρόσβαση σε όλους τους επενδυτές. Επομένως, ένα προαπαιτούμενο για την απευθείας πρόσβαση στην αγορά είναι η έγκριση από τον αντίστοιχο φορέα εκκαθάρισης και διακανονισμού της αγοράς. Ως εκ τούτου, τα εγγεγραμμένα μέλη είναι τα μόνα στους οποίους επιτρέπεται να προχωρήσουν σε άμεσες συναλλαγές, με αποτέλεσμα να αποτελούν εξ ορισμού τους μεσάζοντες για τους υπόλοιπους επενδυτές, που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στην αγορά. Τα μέλη της αγοράς που προσφέρουν την συγκεκριμένη υπηρεσία στους υπόλοιπους επενδυτές είναι γνωστοί ως χρηματιστές (brokers), όπου στο παρελθόν ως χρηματιστηριακοί μεσάζοντες μεταμόρφωναν τις γενικές επενδυτικές αποφάσεις των πελατών τους σε εντολές εντός των κατάλληλων χρηματιστηριακών συστημάτων. Κατά τον Harris (2003) οι χρηματιστές επειδή προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στους λοιπούς επενδυτές μπορούν να αναφέρονται ως πλευρά πώλησης υπηρεσιών, ενώ οι αντίστοιχοι πελάτες των χρηματικών που αγοράζουν τις συγκεκριμένες υπηρεσίες αναφέρονται ως πλευρά αγοράς υπηρεσιών. Με δεδομένο ότι πλέον οι αγοραστές υπηρεσιών είναι πιο συνειδητοποιημένοι ως προς τα κόστη που αντιμετωπίζουν, οι χρηματιστές έχουν αρχίσει πλέον να προσφέρουν διαφοροποιημένες δυνατότητες πρόσβασης αγοράς στους πελάτες τους, όπως η άμεση πρόσβαση στην αγορά DMA (Direct Market Access) και η χορηγούμενη πρόσβαση SA (Sponsored Access). Όταν ένας επενδυτής κάνει χρήση υπηρεσιών DMA, τότε οι εντολές του δεν περνούν από τα χέρια ενός χρηματιστή, αλλά προωθούνται απευθείας στις αγορές μέσω των υπολογιστικών συστημάτων της χρηματιστηριακής εταιρίας. Ένα βασικό χαρακτηριστικό της πρόσβασης DMA είναι ότι η χρηματιστηριακή εταιρία μπορεί να προχωρήσει σε ελέγχους κινδύνου διαπραγμάτευσης πριν δοθεί η πρόσβαση σε πελάτες της.

Η χορηγούμενη πρόσβαση SA αντιπροσωπεύει μια ελαφρώς διαφοροποιημένη δυνατότητα πρόσβασης για τους αγοραστές υπηρεσιών προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση σε μια αγορά. Σε αυτή την περίπτωση, μια επενδυτική εταιρία (η οποία δεν είναι εγγεγραμμένο μέλος της αντίστοιχης αγοράς) έχει την δυνατότητα να προωθεί εντολές στην αγορά απευθείας, κάνοντας χρήση των διαπιστευτηρίων πρόσβασης μιας εγγεγραμμένης χρηματιστηριακής, χωρίς όμως

ταυτόχρονα να χρησιμοποιεί τις υποδομές πρόσβασης της συγκεκριμένης χρηματιστηριακής, σε αντίθεση με την πρόσβαση DMA. Ως αποτέλεσμα της συγκεκριμένης πρόσβασης, η χρηματιστηριακή εταιρία (χορηγός) μπορεί να διενεργεί ελέγχους κινδύνου μόνο όταν προσφέρεται η δυνατότητα από το σύστημα συναλλαγών, γνωστό ως φιλτραρισμένη χορηγούμενη πρόσβαση. Όταν η χορηγούμενη πρόσβαση δεν έχει φίλτρα (γνωστή και ως γυμνή), η χρηματιστηριακή εταιρία χορηγός λαμβάνει ένα αντίγραφο κάθε εντολής προκειμένου να ελέγχει την έκθεση της στον κίνδυνο. Η μείωση στην χρονική υστέρησης εκτέλεσης εντολών αποτελεί το κυρίαρχο πλεονέκτημα της χρήσης υπηρεσιών SA σε σχέση με υπηρεσίες DMA από την οπτική γωνία εταιριών που δεν είναι εγγεγραμμένα μέλη μιας αγοράς και ως εκ τούτου είναι ιδιαίτερα ελκυστική προσέγγιση αγοράς όσον αφορά τις στρατηγικών διαπραγμάτευσης αλγορίθμου και υψηλής συχνότητας.

Μια επιπλέον αιτία άνθησης των στρατηγικών διαπραγμάτευσης αλγορίθμου και υψηλών ταχυτήτων είναι η νέα δομή χρεώσεων συναλλαγής που υφίσταται πλέον στις αγορές. Οι διαχειριστές των αγορών προσπαθούν να προσελκύσουν αυτοματοποιημένες ροές εντολών μέσω ειδικών εκπτώσεων σχετικά με αλγοριθμικές εντολές με χρήση ειδικών τιμολογιακών πολιτικών. Μια εναλλακτική μορφή αγοράς, όπως είναι ένας Πολυμερής Μηχανισμός Συναλλαγών MTF (Multilateral Trading Facilities), που ως δομή είναι εξ ορισμού μικρότερου μεγέθους συγκριτικά με τις παραδοσιακές χρηματιστηριακές αγορές, προσφέρει επιθετικές εκπτώσεις στις επενδυτικές εταιρίες προκειμένου να ανταγωνιστεί τις καθιερωμένες χρηματιστηριακές αγορές. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Gomber et al. (2011) κάποιες αγορές MTF δίνουν στις επενδυτικές εταιρίες μια νέα δυνατότητα ασύμμετρης χρέωσης συναλλαγών. Με την ασύμμετρη χρέωση συναλλαγών, οι συμμετέχοντες στην αγορά που μειώνουν την ρευστότητα της αγοράς αντιμετωπίζουν υψηλότερες χρεώσεις, ενώ αντιθέτως οι συμμετέχοντες που προσφέρουν ρευστότητα στην αγορά αντιμετωπίζουν χαμηλότερες χρεώσεις ή ακόμα τους προσφέρεται επιστροφή χρέωσης. Μια τέτοιου είδους ασύμμετρης δομή χρεώσεων συναλλαγών υποτίθεται πως παρέχει κίνητρα στην ύπαρξη ικανοποιητικής ρευστότητας στην αγορά. Συγχρόνως, πολλές χρηματιστηριακές αγορές, που αντιμετώπισαν τις επιθετικές τιμολογιακές πολιτικές των

ανταγωνιστικών αγορών MFT, αναγκάστηκαν επίσης να μειώσουν τις χρεώσεις συναλλαγών, ενώ άλλες αγορές υιοθέτησαν ακόμη και την πολιτική ασύμμετρων χρεώσεων. Με βάση τα νέα αυτά δεδομένα υπάρχουν συμμετέχοντες στις αγορές που έχουν εξειδικευθεί πλήρως στην δημιουργία συστηματικών κερδών κάνοντας χρήση των ειδικών χρεώσεων που αντιμετωπίζουν όσοι επενδυτές προχωρούν σε αυτοματοποιημένες συναλλαγές.

Αν και η χρονική υστέρηση εκτέλεσης εντολών ήταν πάντα σημαντική στις συναλλαγές αξιογράφων, πλέον η σημαντικότητα είναι πολλαπλάσια για τους συμμετέχοντες στις αγορές με την άνοδο των στρατηγικών διαπραγμάτευσης υψηλής συχνότητας. Στις παραδοσιακές συναλλαγές που απαιτούσαν την ανθρώπινη επικοινωνία σε φυσικό χρηματιστηριακό χώρο, ένας χρηματιστής θα μπορούσε να βγάλει κέρδος αν ήταν πιο γρήγορος στις συναλλαγές συγκριτικά με τους άλλους χρηματιστές. Οι χρηματιστές συχνά ευνοούντο από τα φυσικά τους χαρακτηριστικά, για παράδειγμα όταν μπορούσαν να τρέξουν πιο γρήγορα εντός του χώρου ή είχαν την δυνατότητα να φωνάξουν πιο δυνατά συγκριτικά με τους υπόλοιπους προκειμένου να αποσπάσουν την προσοχή ενός ειδικού διαπραγματευτή σχετικά με τις επενδυτικές τους προθέσεις. Με την χρήση αλγορίθμων στην διαπραγμάτευση τιμών, τα συγκεκριμένα φυσικά χαρακτηριστικά δεν είναι απαραίτητα πλέον. Ωστόσο, σε αγορές όπου η διαπραγμάτευση χαρακτηρίζεται από υψηλές ταχύτητες, η δυνατότητα λήψης δεδομένων και υποβολής εντολών με την χαμηλότερη χρονική υστέρηση είναι ουσιώδους σημασίας και σημαντικότητας. Σύμφωνα με τους Harris (2003), Brown και Holden (2005), και Liu (2009), όταν η κατάσταση της αγοράς κατά την άφιξη μιας εντολής διαφέρει σημαντικά από την κατάσταση της αγοράς που προκάλεσε την συγκεκριμένη επενδυτική απόφαση, υπάρχει υπαρκτός κίνδυνος ότι πλέον η εντολή δεν είναι κατάλληλη όσον αφορά το μέγεθος ή/και τα όρια της. Άρα, μια εντολή αντιμετωπίζει κίνδυνο εκτέλεσης σε λανθασμένες τιμές ή ακόμα να μην εκτελεστεί καθόλου λόγω γρήγορης διαφοροποίησης των συνθηκών της αγοράς. Για την ελαχιστοποίηση του συγκεκριμένου κινδύνου, η μείωση της χρονικής υστέρησης επικοινωνίας με την πλατφόρμα της αγοράς είναι υψίστης σημασίας όσον αφορά στρατηγικές διαπραγμάτευσης αλγορίθμου ή υψηλής συχνότητας σχετικά με την λήψη

δεδομένων από την αγορά, την υποβολή εντολών, και την επιβεβαίωση εκτέλεσης εντολών. Με σκοπό να μειωθεί η χρονική υστέρηση που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές, που προχωρούν σε αυτοματοποίηση εντολών, κάνουν χρήση υπηρεσιών συνεγκατάστασης ή εγγύτητας που προσφέρονται από πλήθος διαχειριστών αγοράς. Χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες συνεγκατάστασης οι συμμετέχοντες στην αγορά μπορούν να τοποθετήσουν τους διακομιστές τους που έχουν προγραμματιστεί ειδικά για αυτοματοποιημένη διαπραγμάτευση γειτονικά στις υπολογιστικές υποδομές της αγοράς που θέλουν να συμμετέχουν.

Οι κανονισμοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο όσον αφορά την διαπραγμάτευση αξιολογίων έχουν επίσης προωθήσει την διείσδυση αγοράς των στρατηγικών αλγορίθμου και υψηλής συχνότητας. Με την έλευση της MiFID (2004) το ευρωπαϊκό τοπίο κεφαλαιακών συναλλαγών έγινε περισσότερο περίπλοκο. Με βάση την πρόθεση της ρυθμιστικής αρχής, ο ανταγωνισμός ανάμεσα στις αγορές έχει αυξηθεί, με αποτέλεσμα κατά τους Gomber et al. (2011) η διαθέσιμη ρευστότητα να έχει διαχωριστεί ανάμεσα σε διαφορετικές αγορές. Ο κατακερματισμός των αγορών είναι μια άμεση συνέπεια των εναρμονισμένων όρων ανταγωνισμού για διαφορετικούς τύπους αγορών με βάση την MiFID. Προκειμένου να προσελκύσουν υψηλότερο μερίδιο αγοράς, οι νέες αγορές ανταγωνίζονται τις κατεστημένες αγορές με χρήση χαμηλότερων τιμολογιακών πολιτικών αναγκάζοντας έτσι τις υφιστάμενες αγορές να τους ακολουθήσουν σε μια παρόμοια τιμολόγηση των συναλλαγών. Το μειωμένο άμεσο και έμμεσο κόστος συναλλαγών είναι επωφελές για όλους τους συμμετέχοντες στις αγορές, συμπεριλαμβανομένων των εκδοτών, εφόσον τα μειωμένα κόστη συναλλαγών αυξάνουν την διαθέσιμη ρευστότητα και κατά επέκταση μειώνεται το κόστος κεφαλαίου.

Οι συμμετέχοντες στις αγορές καλούνται να συγκρίνουν τις πιθανές τιμές που προσφέρονται σε διαφορετικά σημεία αγοράς καθώς και τις τιμολογιακές πολιτικές συναλλαγών που αντιμετωπίζουν, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η περιπλοκότητα και το κόστος εύρεσης καλύτερης διαθέσιμης τιμής. Με βάση αυτά τα δεδομένα, οι στρατηγικές αυτοματοποίησης συναλλαγών υποβοηθούν τους συμμετέχοντες στις αγορές να επωφεληθούν από τον ανταγωνισμό ανάμεσα στις αγορές που μπορεί να

βοηθήσει να ξεπεραστούν οι αρνητικότητες που προκαλεί ο κατακερματισμός της ροής εντολών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

2.1 Οικονομική ανάλυση των Στρατηγικών Υψηλής Συχνότητας

Βασικά στοιχεία οικονομικής αντίληψης μπορούν να εφαρμοστούν στις στρατηγικές διαπραγμάτευσης υψηλής συχνότητας, για παράδειγμα όταν υφίσταται ανταγωνισμός σχετικά με την ρευστότητα μιας αγοράς, τότε η αγορά με την πιο αποδοτική προσφορά ρευστότητας είναι πιο πιθανό να επικρατήσει. Αυτό το γεγονός, ευνοεί τους καταναλωτές, που εν προκειμένω είναι επενδυτές με επιθυμία να προχωρήσουν σε συναλλαγές.

Η ρευστότητα των αγορών επηρεάζεται επίσης από την ασυμμετρία πληροφόρησης μεταξύ των συμμετεχόντων στις αγορές. Αν καλά πληροφορημένοι επενδυτές προχωρούν σε συναλλαγές με λιγότερο πληροφορημένους επενδυτές, τότε οι καλύτερα πληροφορημένοι επενδυτές είναι πιθανότερο να αγοράσουν φθηνά και να πωλήσουν ακριβά, βγάζοντας κέρδος, ενώ οι λιγότερο ενημερωμένοι επενδυτές είναι πιθανότερο να αγοράσουν ακριβά και να πωλήσουν φθηνά, με αποτέλεσμα να ζημιωθούν. Το συγκεκριμένο θέμα συχνά αναφέρεται ως δυσμενής επιλογή, επειδή οι λιγότερο ενημερωμένοι επενδυτές καταλήγουν σε λιγότερο επωφελείς και επικερδής συναλλαγές. Γενικότερα αν οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας αυξάνουν το χάσμα των επιλογών ανάμεσα σε ενημερωμένους και μη επενδυτές, τότε συγχρόνως μειώνεται και η διαθέσιμη ρευστότητα.

Αν όντως η χρήση στρατηγικών υψηλής συχνότητας γίνεται από καλύτερα ενημερωμένους επενδυτές εξαιτίας της ικανότητας τους να επεξεργαστούν πληροφορίες, τότε υφίσταται και μια θετική πλευρά από την άποψη ότι η λειτουργία αυτών των στρατηγικών βοηθάει στην αποδοτικότερη ανακάλυψη τιμών. Οι τιμές των αξιογράφων είναι πιο αποδοτικές επειδή αντικατοπτρίζουν περισσότερη πληροφόρηση πιο γρήγορα και αυτό κρίνεται ως θετικό για το σύνολο των επενδυτών. Για παράδειγμα, η ύπαρξη στρατηγικών εξισορροπητικής κερδοσκοπίας σε ένα δείκτη, εξασφαλίζει ότι η τιμή ενός καλαθιού αξιογράφων πραγματικά αντανακλά τις τιμές των υποκείμενων αξιογράφων. Άρα, ένας επενδυτής που θέλει

να ακολουθήσει επενδυτικά ένα χρηματιστηριακό δείκτη μπορεί να αγοράσει ένα ETF του αντίστοιχου δείκτη γνωρίζοντας με σχετική σιγουριά ότι η τιμή του ETF αντανακλά πλήρως τις τιμές των υποκείμενων αξιογράφων.

Η ασυμμετρία πληροφόρησης και η ανακάλυψη τιμής αναφέρονται εδώ και αρκετό καιρό ως καθοριστικοί παράγοντες σε οικονομικά μοντέλα συναλλαγών, ενώ προηγούμενα οικονομικά μοντέλα έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά με σκοπό την ανάλυση των δύο αυτών αντιφατικών δράσεων. Τα συγκεκριμένα οικονομικά μοντέλα μπορούν να εφαρμοστούν στις στρατηγικές υψηλής συχνότητας, επειδή οι βασικές οικονομικές έννοιες της δημιουργίας αγοράς και τα αποτελέσματα στις αγορές των διαφορετικά ενημερωμένων επενδυτών είναι κοινά, είτε υπάρχει αυτοματοποίηση συναλλαγών ή μη.

Για παράδειγμα, το μοντέλο των Glosten και Milgrom (1985), είναι ένα από τα σημαντικότερα θεωρητικά μοντέλα δομής αγοράς και ένα από τα πρώτα που ασχολήθηκε με το πρόβλημα της δυσμενούς επιλογής στις επενδυτικές συναλλαγές. Στο μοντέλο των Glosten και Milgrom, ανταγωνιστικοί ειδικοί διαπραγματευτές προχωρούν σε επενδυτικές συναλλαγές με ενημερωμένους επενδυτές, μέσω τηλεφωνικών συνομιλιών, αλλά τα αποτελέσματα δεν εξαρτώνται από την ιδιαιτερότητα τις επικοινωνίας. Στο μοντέλο αποδεικνύεται ότι το ισορροπιστικό spread αγοράς-πώλησης εξαρτάται από το κόστος συναλλαγών και το μέγεθος της δυσμενούς επιλογής, ειδικότερα όσο αναφορά το πλεονέκτημα πληροφόρησης που έχουν οι ενημερωμένοι επενδυτές έναντι των ειδικών διαπραγματευτών. Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί στο τρέχον σύστημα αυτοματοποιημένων συναλλαγών, όπου για παράδειγμα αν οι ειδικοί διαπραγματευτές που ακολουθούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας αντιμετωπίζουν χαμηλότερα κόστη σε σχέση με τους κλασικούς ειδικούς διαπραγματευτές, αυτή η μείωση κόστους συνεπάγεται και αντίστοιχη μείωση στο spread αγοράς πώλησης. Επιπλέον, αν οι ειδικοί διαπραγματευτές υψηλής συχνότητας έχουν την δυνατότητα να ενσωματώσουν περισσότερες πληροφορίες στον ορισμό των τιμών, αυτό θα προκαλέσει μείωση του μειονεκτήματος πληροφόρησης, με αποτέλεσμα την επιπλέον μείωση του spread αγοράς πώλησης. Τέλος, στο μοντέλο των Glosten-Milgrom, αν για κάποιο λόγο οι στρατηγικές υψηλής

συχνότητας αυξάνουν το πρόβλημα της δυσμενούς επιλογής, τότε και το αντίστοιχο spread αγοράς πώλησης μεγαλώνει.

Ο Hirshleifer (1978) δείχνει πως υφίστανται δυνατά κίνητρα ως προς την συλλογή ιδιωτικών πληροφοριών και την χρήση τους σε επενδυτικές συναλλαγές και πως η ιδιωτική αξία των συγκεκριμένων πληροφοριών μπορεί να ξεπεράσει κατά πολύ την κοινωνική αξία τους. Αυτό το οικονομικό μοντέλο υποδεικνύει την πιθανότητα πως όσοι προχωρούν σε στρατηγικές υψηλής συχνότητας μπορεί να πραγματοποιήσουν υπερ-επενδύσεις σε τεχνολογία, υποδομές και παραγωγή πληροφοριών με αρνητικές επιδράσεις στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Βέβαια, το οικονομικό μοντέλο του Hirschleifer έχει κατασκευαστεί υπό το πρίσμα ότι δεν υπάρχει πραγματικό όφελος από την ύπαρξη αποδοτικότερων ή ακριβών τιμών. Άρα, αν η αποδοτικότερη τιμολόγηση των αξιογράφων προσφέρει αξία γενικότερα, τότε οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας είναι κοινωνικά επωφελείς, μιας και αντανακλούν μια μορφή υγιούς ανταγωνισμού και όχι μια αντιπαραγωγική μάχη τεχνολογικών εξοπλισμών.

Με βάση το αυξημένο ενδιαφέρον στις στρατηγικές υψηλής συχνότητας, υπάρχει ένας αριθμός πρόσφατων θεωρητικών μοντέλων που επικεντρώνονται αποκλειστικά στις συγκεκριμένες στρατηγικές. Τυπικά σε αυτά τα μοντέλα, οι αγοραστές και οι πωλητές που φθάνουν στην αγορά σε διαφορετικές στιγμές αδυνατούν να έρθουν σε επενδυτική συναλλαγή μεταξύ τους, οπότε οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας με την συνεχή παροχή αποθέματος προς συναλλαγή προσφέρουν την δυνατότητα συναλλαγών σε όλους. Στα περισσότερα μοντέλα, ο αρνητικός αντίκτυπος των στρατηγικών υψηλής συχνότητας είναι ότι η ταχύτητα τους ή οι πληροφορίες που χρησιμοποιούν στις συναλλαγές τους, αυξάνει την δυσμενή επιλογή με αποτέλεσμα την μείωση της διαθέσιμης ρευστότητας.

Στο οικονομικό μοντέλο των Biais et al. (2011), η διαμεσολαβητική δράση όσων χρησιμοποιούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας βοηθά που επενδυτές να βρουν συναλλασσόμενους, γεγονός που βοηθά στην άνοδο των συναλλαγών και στην ύπαρξη κέρδους για τους αποδοτικότερους επενδυτές. Όμως, όσοι χρησιμοποιούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας έχουν την δυνατότητα να προχωρούν σε

συναλλαγές πιο γρήγορα συγκριτικά με τους υπόλοιπους επενδυτές, δημιουργώντας έτσι ένα κόστος δυσμενούς επιλογής. Επιπλέον, οι συγκεκριμένες στρατηγικές υψηλής συχνότητας απαιτούν σημαντικές πάγιες επενδύσεις στον τομέα της τεχνολογίας και αυτό έχει ως συνέπεια μόνο μεγάλοι επενδυτικοί οργανισμοί να μπορούν να προχωρήσουν σε τέτοιου είδους επενδύσεις. Οπότε, οι μικρότερες επενδυτικές εταιρίες και οι μεμονωμένοι επενδυτές έρχονται αντιμέτωποι με τα κόστη δυσμενούς επιλογής που προκαλούν οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας. Τέλος, στο μοντέλο τους ερευνούν την εξοπλιστική μάχη που προκαλούν οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας στους συμμετέχοντες και βρίσκουν πολλαπλά σημεία ισορροπίας, όπου σε μερικά εκ των οποίων υφίσταται τεχνολογική υπερ-επένδυση με αρνητικό κοινωνικό αντίκτυπο.

Παρόμοια προβλήματα αντίθετης επίδρασης παρουσιάζονται στο οικονομικό μοντέλο των Jovanovic και Menkveld (2016). Στο μοντέλο τους, οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γρήγορη μεταβολή των εντολών αγοράς και πώλησης με βάση την εισαγωγή νέων πληροφοριών. Άρα, ως αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος, οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας μπορούν να αποφύγουν τα προβλήματα δυσμενούς επιλογής και συγχρόνως μπορούν να προσφέρουν ένα κομμάτι αυτή της ωφέλειας στους μη ενημερωμένους επενδυτές που θέλουν να επενδύσουν. Κάποιες από τις συναλλαγές θα μπορούσε να μην είχαν πραγματοποιηθεί χωρίς την ύπαρξη των στρατηγικών υψηλής συχνότητας, άρα οι στρατηγικές έχουν πιθανό θετικό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα της αγοράς. Όμως, αν οι φυσικοί αγοραστές και πωλητές δεν αντιμετωπίζουν εξ αρχής ιδιαίτερο πρόβλημα δυσμενούς επιλογής, τότε η χρήση στρατηγικών υψηλής συχνότητας μπορεί να εισάγει τέτοιο πρόβλημα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποδοτικότητα της αγοράς συγκριτικά με ένα πρότυπο συναλλαγών χωρίς την ύπαρξη στρατηγικών υψηλής συχνότητας.

Οι Martinez και Rosu (2013), καθώς και οι Foucalt et al. (2016) στα οικονομικά τους μοντέλα επικεντρώνονται στις στρατηγικές υψηλής συχνότητας που απαιτούν την ταυτόχρονη ύπαρξη ρευστότητας. Στα συγκεκριμένα υποδείγματα υπάρχει συνεχής εισροή ειδήσεων σχετικά με την αξία ενός αξιογράφου, άρα στην ουσία οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας αποτελούν ένα μεγάλο κομμάτι του όγκου

συναλλαγών και της παρατηρούμενης μεταβλητότητας των τιμών. Στο υπόδειγμα των Martinez και Rosu (2011), ο αυξημένος όγκος συναλλαγών σε συνδυασμό με αυξημένη μεταβλητότητα είναι κάτι το επιθυμητό, μιας και οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας κάνουν τις τιμές της αγοράς ιδιαίτερες αποδοτικές με την ενσωμάτωση πληροφοριών την στιγμή που γνωστοποιηθούν. Οι αγορές δεν αποσταθεροποιούνται, εφόσον υπάρχει ένα ικανοποιητικός αριθμός ειδικών διαπραγματευτών που είναι διαθέσιμοι να προσφέρουν ρευστότητα στην αγορά σε ανταγωνιστικές τιμές. Στο υπόδειγμα των Foucault et al. (2016), όσοι ακολουθούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας μπορούν και αποκτούν νέα πληροφορία και προχωρούν σε συναλλαγές με βάση αυτή την γνώση για να ένα μικρό χρονικό διάστημα πριν τους υπόλοιπους συμμετέχοντες στην αγορά. Αυτό το γεγονός προκαλεί δυσμενή επιλογή στους ειδικούς διαπραγματευτές, οπότε η ρευστότητα μειώνεται δραστικά και οι τιμές δεν είναι πλέον αποδοτικές εντός της αγοράς.

Άλλα σχετιζόμενα θεωρητικά οικονομικά μοντέλα συμπεριλαμβάνουν το μοντέλο των Pagnotta και Philippon (2011), οι οποίοι επικεντρώνονται στην καλύτερευση της ταχύτητας επεξεργασίας εντολών από τα χρηματιστήρια με σκοπό την προσέλκυση όγκου συναλλαγών από επενδυτές που θεωρούν σημαντική την ταχύτητα εκτέλεσης εντολών. Οι Cartea και Penalva (2011) υποθέτουν απλά πως οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας αποτελούν μια περιττή διαμεσολάβηση ανάμεσα στους αγοραστές και τους πωλητές, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κοινωνικό όφελος από την λειτουργία των στρατηγικών υψηλής συχνότητας. Τέλος, οι Moallemi και Saglam (2013), βρίσκουν πως μια μείωση στην χρονική υστέρηση εκτέλεσης επιτρέπει σε όσους προχωρούν σε εντολές ορίου να τις ενημερώνουν πολύ πιο συχνά, με αποτέλεσμα να μειώνεται η χρησιμότητα της εντολής ορίου σε όσους επιζητούν αυξημένη ρευστότητα σε μια αγορά.

Μια κοινή συνισταμένη στα περισσότερα οικονομικά μοντέλα που σχολιάστηκαν προηγουμένως είναι ότι οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας μπορεί να αυξήσουν την δυσμενή επιλογή κατά την επενδυτική διαδικασία, γεγονός που έχει αρνητική συνέπεια στην διαθέσιμη ρευστότητα της αγοράς. Από την άλλη όμως, ή δυνατότητα διαμεσολάβησης σε επενδυτές που εισέρχονται στην αγορά σε διαφορετικά χρονικά σημεία έχει συνήθως θετική επίδραση στην ρευστότητα της αγοράς. Δυστυχώς,

κανένα οικονομικό μοντέλο δεν ασχολείται με την αποδοτικότερη λειτουργία των στρατηγικών υψηλής συχνότητας όταν χρησιμοποιούνται σε ρόλο ειδικού διαπραγματευτή όσον αφορά της προσφορά ρευστότητας σε μια αγορά. Η δυνατότητα χρήσης τεχνολογίας στην θέση ενός φυσικού προσώπου έχει την δυνατότητα να προσφέρει μείωση κόστους στην λειτουργία ενός ειδικού διαπραγματευτή, γεγονός θετικό για την ρευστότητα της αγοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

3.1 Εμπειρικές μελέτες Στρατηγικών Υψηλής Συχνότητας

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένας αυξημένος αριθμός εμπειρικών μελετών που ασχολούνται με τις στρατηγικές υψηλής συχνότητας καθώς και τις αυτοματοποιημένες στρατηγικές αλγορίθμου γενικότερα. Μερικοί ερευνητές έχουν καταφέρει να απομονώσουν τις στρατηγικές υψηλής συχνότητας εντός των ερευνητικών τους δεδομένων. Άλλοι ερευνητές εστιάζουν στον εντοπισμό των συναλλαγών που προέρχονται από στρατηγικές υψηλής συχνότητας ή αλγορίθμου. Επιπλέον, άλλοι ερευνητές έχουν καταφέρει να βγάλουν συμπεράσματα σχετικά με αλλαγές στις στρατηγικές υψηλής συχνότητας με βάση τις διαφοροποιήσεις στις τάσεις εισαγωγής εντολών ανά χρονικά διαστήματα. Με ερευνητικά δεδομένα που αφορούν συγκεκριμένες ή συγκεντρωμένες στρατηγικές υψηλής συχνότητας υπάρχει η δυνατότητα να αναλυθούν πρότυπα συμπεριφοράς όσον αφορά τις εισαγωγές εντολών, τις ακυρώσεις εντολών, καθώς και την γενικότερη επενδυτική συμπεριφορά όσων ακολουθούν τέτοιες στρατηγικές. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να διερευνηθεί αν η δραστηριότητα των στρατηγικών υψηλής συχνότητας σχετίζεται με τα spread αγοράς πώλησης, με την προσωρινή ή μόνιμη μεταβλητότητα, τον όγκο συναλλαγών, λοιπές δραστηριότητες των αγορών καθώς και ποιοτικά μέτρα των αγορών. Αλλά, η συσχέτιση δεν αποτελεί και αιτιότητα, θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας απλά αντιδρούν σε αλλαγές εντός των συνθηκών της αγοράς, χωρίς να είναι η αιτία αυτών των αλλαγών. Αξίζει να σημειωθεί, πως δεν γίνεται να μελετηθεί το αντίθετο σενάριο των συγκεκριμένων ερευνών, πως δηλαδή θα ήταν η επενδυτική διαδικασία χωρίς την ύπαρξη των στρατηγικών υψηλής συχνότητας. Όμως, οι πιο διδακτικές μελέτες κάνουν το αμέσως καλύτερο πράγμα και μελετούν τις επιδράσεις μια συγκεκριμένης αλλαγής στη δομή της αγοράς που είτε βοηθά τις στρατηγικές υψηλής συχνότητας είτε δρα εναντίον τους. Η πλειονότητα των συγκεκριμένων μελετών καταλήγει στο

συμπέρασμα πως οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας και αλγορίθμου λειτουργούν θετικά στην λειτουργία των αγορών.

Οι Hendershott et al. (2011) μελετούν την υλοποίηση ενός αυτοματοποιημένου συστήματος προσφορών στο Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης NYSE το 2003. Πριν την υλοποίηση του συγκεκριμένου συστήματος, οι ειδικοί διαπραγματευτές έπρεπε οι ίδιοι χειροκίνητα να ενημερώνουν τις τιμές αγοράς και πώλησης του χρηματιστηρίου. Η χρήση του αυτοματοποιημένου συστήματος προσέφερε την δυνατότητα για αναλυτικότερη παρατήρηση των συνθηκών της αγοράς και έδωσε την ευκαιρία σε στρατηγικές υψηλής συχνότητας και αλγορίθμου να εισάγουν εντολές στο σύστημα και την επίδραση τους στις τιμές της αγοράς. Οι Hendershott et al. μετρούν την ποσότητα των αλγοριθμικών συναλλαγών ως την ποσότητα των ηλεκτρονικών μηνυμάτων εντολής, ακύρωσης και επιβεβαίωσης ανά μονάδα συναλλαγής. Το σύστημα αυτόματων προσφορών ενεργοποιήθηκε σταδιακά στο Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης NYSE, αρχικώς λειτούργησε με λίγες μετοχές και σε επόμενα στάδια προστέθηκαν επιπλέον μετοχές. Αυτό το γεγονός επιτρέπει στους ερευνητές να χρησιμοποιήσουν το αυτοματοποιημένο σύστημα ως καθοριστική μεταβλητή για την ποσότητα αλγοριθμικών συναλλαγών σε μια προσέγγιση που ερεύνα τις διαφορές ανάμεσα στις μετοχές που συμμετέχουν στο αυτοματοποιημένο σύστημα και σε αυτές που ακόμα λειτουργούν με χειροκίνητες εντολές ειδικών διαπραγματευτών ως προς την ποιότητα της αγοράς τους. Οι ερευνητές βρίσκουν πως το αυτοματοποιημένο σύστημα συσχετίζεται θετικά με μια άνοδο στα ηλεκτρονικά μηνύματα διαπραγμάτευσης και με μια αύξηση της ποιότητας αγοράς. Μετά την υλοποίηση του συστήματος, τα spread αγοράς πώλησης μειώνονται, το φαινόμενο της δυσμενούς επιλογής μειώνεται και βελτιώνεται η εύρεση τιμής σε αποδοτικότερα πλαίσια. Οι επιδράσεις συγκεντρώνονται κυρίως στις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης αν και αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός της εισαγωγής των μετοχών μικρότερης κεφαλαιοποίησης στο αυτοματοποιημένο σύστημα προσφορών κατά το τελευταίο στάδιο υλοποίησης. Γενικότερα όμως, οι Hendershott et al. (2011) καταδεικνύουν με σχετική σιγουριά, όσον αφορά την αγοράς της NYSE κατά το 2003 και τις μετοχές

υψηλής κεφαλαιοποίησης, πως μια αύξηση στον αριθμό των στρατηγικών υψηλής συχνότητας και αλγορίθμου προκαλεί μια βελτίωση στην ποιότητα της αγοράς.

Οι Jovanovic και Menkveld (2011) και ο Menkveld (2013) ερευνούν την είσοδο ενός ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας στην διαπραγμάτευση Ολλανδικών μετοχών τον Ιούλιο του 2007. Η κεντρική αγορά των συγκεκριμένων μετοχών ήταν το χρηματιστήριο Euronext, ενώ ο ειδικός διαπραγματευτής άρχισε την λειτουργία του στην ανταγωνιστική πλατφόρμα MTF Chi-X. Η πλατφόρμα Chi-X ξεχωρίζει για την ταχύτητα εκτέλεσης των εντολών και την τιμολογιακή πολιτική που ακολουθεί στις συναλλαγές που προσφέρει επιστροφές σε όσους αυξάνουν την ρευστότητα της αγοράς, γεγονός που κάνει ελκυστική την συγκεκριμένη πλατφόρμα σε ειδικούς διαπραγματευτές υψηλής συχνότητας. Εξαιτίας των Ολλανδικών κανονισμών γνωστοποίησης επενδυτικών κινήσεων, όλες οι κινήσεις του συγκεκριμένου ειδικού διαπραγματευτή μπορούν να παρατηρηθούν και είναι διαθέσιμες, άρα οι συγκεκριμένες έρευνες μπορούν να προσφέρουν σημαντικές γνώσεις σχετικά με την λειτουργία των ειδικών διαπραγματευτών που χρησιμοποιούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας. Ο καινούργιος ειδικός διαπραγματευτής λειτουργεί συγχρόνως και στην πλατφόρμα Chi-X και στο χρηματιστήριο Euronext, αλλά κυριαρχεί ως ειδικός διαπραγματευτής στην πλατφόρμα Chi-X με μερίδιο συναλλαγών στο 49,9% επί όλων των συναλλαγών. Το 80% των συναλλαγών του καινούργιου ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας ήταν αποτέλεσμα παθητικών εντολών. Για τις 12 μετοχές που μελετήθηκαν σε ένα διάστημα 71 ημερών, ο καινούργιος ειδικός διαπραγματευτής υψηλής συχνότητας είχε μηδενική διαφοροποίηση στο απόθεμα των μετοχών του στο 47% των συγκεκριμένων ημερών διαπραγμάτευσης, όταν οι επενδυτικές θέσεις του ειδικού διαπραγματευτή συνδυαστούν στην πλατφόρμα Chi-X και στο χρηματιστήριο Euronext. Για την ακρίβεια, το επενδυτικό απόθεμα του ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας επανέρχεται στην αρχική του θέση ραγδαίως, τυπικά περνώντας από την αρχική θέση δεκάδες φορές κατά την διάρκεια μιας διαπραγματευτικής ημέρας. Ο Menkveld (2013) υποστηρίζει πως ο ανταγωνισμός ανάμεσα στις πλατφόρμες διαπραγμάτευσης και στα χρηματιστήρια βοήθησε στην εμφάνιση ειδικών διαπραγματευτών υψηλής συχνότητας και γενικά

προώθησε τις στρατηγικές διαπραγμάτευσης που στηρίζονται στην υψηλή συχνότητα. Επίσης, δείχνει πως κατά μέσο όρο ο συγκεκριμένος ειδικός διαπραγματευτής υψηλής συχνότητας κερδίζει 1,55€ ανά συναλλαγή στο spread αγοράς πώλησης, αλλά συγχρόνως χάνει 0,68€ από το επενδυτικό του θέση που προκύπτει λόγω των αγοραπωλησιών, ένα μοτίβο κέρδους και ζημιάς που θεωρείται σχετικά φυσιολογικό για ένα τυπικό ειδικό διαπραγματευτή.

Επιπλέον, οι Johanovic και Menkveld (2011) εξετάζουν την επίδραση της εισόδου του ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας όσον αφορά την ρευστότητα και την ποιότητα της αγοράς. Ο βασικός εμπειρικός σχεδιασμός της έρευνάς τους βασίζεται στην σύγκριση μιας αγοράς με ειδικό διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας με μια άλλη αγορά χωρίς την παρουσία τέτοιου διαπραγματευτή. Το spread αγοράς πώλησης και λοιπά στοιχεία μέτρησης της ποιότητας μιας αγοράς των Ολλανδικών μετοχών υπό ειδική διαπραγμάτευση υψηλής συχνότητας, συγκρίνονται με ένα σετ Βελγικών μετοχών που δεν διαπραγματεύονται με την λειτουργία ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας. Οι συγκεκριμένες Βελγικές μετοχές δεν ήταν υπό διαπραγμάτευση στην πλατφόρμα Chi-X κατά την συγκεκριμένη χρονική περίοδο, άρα δεν έχουν επηρεαστεί από την είσοδο στην συγκεκριμένη αγορά ενός ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας. Συγκριτικά με τις ανεπηρέαστες Βελγικές μετοχές, το ισχύων spread αγοράς πώλησης για τις Ολλανδικές μετοχές είναι κατά 15% πιο περιορισμένο. Επίσης, η είσοδος ενός ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας συνδέεται με 23% μειωμένο πρόβλημα δυσμενούς επιλογής επενδύσεων, πιθανώς επειδή ο συγκεκριμένος ειδικός διαπραγματευτής ανανεώνει τις τιμές αγοράς και πώλησης των μετοχών πιο γρήγορα, ως αντίδραση στην άφιξη νέων πληροφοριών στην αγορά. Η μεταβλητότητα μετριέται με χρήση 20λεπτης πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας και δεν παρατηρείται διαφοροποίηση από την είσοδο ενός ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας στην αγορά. Γενικότερα, η εμπειρική μελέτη των Johanovic και Menkveld (2011) είναι σημαντική επειδή προσφέρουν μια απευθείας ανάλυση της επενδυτικής λειτουργίας ενός ειδικού διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας και συγχρόνως αποδεικνύουν πως η είσοδος ενός ειδικού διαπραγματευτή βελτιώνει τα

ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας διαπραγματευτικής αγοράς. Στην ουσία, αποτελεί μια κλασική περίπτωση όπου η αύξηση του ανταγωνισμού οδηγεί σε μείωση των τιμών, όπου ο ανταγωνισμός σε επίπεδο ειδικού διαπραγματευτή αγοράς οδηγεί σε περιορισμό των spread αγοράς πώλησης και σε μείωση του κόστους συναλλαγής που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές γενικότερα.

Οι Riordan και Storckenmaier (2012) εξετάζουν την επίδραση μιας τεχνολογικής αναβάθμισης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά 98 Γερμανικών μετοχών με έντονη διαπραγμάτευση. Το Απρίλιο του 2007, η Deutsche Boerse προχώρησε σε μια σειρά αναβαθμίσεων στο σύστημα συναλλαγών με αποκλειστικό σκοπό την μείωση της χρονικής υστέρησης στο ηλεκτρονικό βιβλίο εντολών. Ως αποτέλεσμα, ο χρόνος που χρειαζόταν από την εισαγωγή μιας εντολής στο σύστημα μέχρι την επιβεβαίωση εκτέλεσης μειώθηκε από 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου σε περίπου 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Ως αναμενόταν, η μείωση της χρονικής υστέρησης αυξάνει σημαντικά τον ρυθμό εισαγωγής εντολών, από 2,81 ανανεώσεις εντολών κατά μέσο όρο ανά 10.000€ όγκου συναλλαγών σε 4,56 εντολές μετά την αναβάθμιση του συστήματος. Τα ισχύοντα spread περιορίζονται, από 7,72 μονάδες βάσης κατά μέσο όρο πριν την αναβάθμιση σε 7,04 μονάδες βάσης μετά την αλλαγή. Η μέση αντίδραση τιμής μειώθηκε αισθητά με την αναβάθμιση του συστήματος, από 6,87 μονάδες βάσης στις 2,65 μονάδες βάσης και συγχρόνως το πραγματοποιηθέν spread αγοράς πώλησης αυξήθηκε από 0,97 μονάδες βάσης στις 4,45 μονάδες βάσης. Αυτά τα δεδομένα υποδηλώνουν πως η δυνατότητα ανανέωσης τιμών σε πιο γρήγορο ρυθμό βοηθάει τους παροχείς ρευστότητας να ελαχιστοποιήσουν τις ζημιές τους έναντι όσων την μειώνουν μέσω συναλλαγών. Επίσης, τα συγκεκριμένα αποτελέσματα δείχνουν πως λειτουργεί μηχανισμός εύρεσης αποδοτικής τιμής μέσω της γρήγορης ανανέωσης τιμών σε σύγκριση με την πραγματοποιηθείσες συναλλαγές. Τα ευρήματα των Riordan και Storckenmaier (2012) είναι σε συμφωνία με την μελέτη των Hendershott et al. (2011), με τις δύο έρευνες να υποδεικνύουν το γεγονός πως στην διαδικασία ειδικής διαπραγμάτευσης επικρατεί το μόντο πως ο νικητής τα παίρνει όλα, με τους ειδικούς διαπραγματευτές υψηλής συχνότητας να

μπορούν να αυξάνουν τα κέρδη τους όταν η χρονική υστέρηση σε μια αγορά μειώνεται.

Σε μια άλλη εμπειρική έρευνα οι Boehmer et al. (2015) εξετάζουν τα διεθνή στοιχεία των ηλεκτρονικών μηνυμάτων διαπραγμάτευσης και τα ποιοτικά στοιχεία αγοράς σε 39 χρηματιστηριακές αγορές κατά την περίοδο 2001-2009. Το πιο ενδιαφέρον εμπειρικό κομμάτι της έρευνας αφορά η διερεύνηση της επίδρασης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας αγοράς από την προσφορά υπηρεσιών συνεγκατάστασης σε επενδυτές που χρησιμοποιούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας και αλγορίθμου. Βρίσκουν πως η προσφορά υπηρεσιών συνεγκατάστασης αυξάνει τους επενδυτές που χρησιμοποιούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας και αλγορίθμου και πως η είσοδος της υπηρεσίας συνεγκατάστασης βελτιώνει την ρευστότητα της αγοράς και την πληροφοριακή αποδοτικότητα των τιμών των μετοχών. Τέλος, βρίσκουν πως η είσοδος υπηρεσιών συνεγκατάστασης στην ουσία δεν επηρεάζει σημαντικά την μεταβλητότητα, παρά το γεγονός της αναμενόμενης θεωρητικά μείωσης της μεταβλητότητας, λόγω της αντίστοιχης μείωσης του προσφερόμενου spread αγοράς πώλησης των μετοχών.

Οι Ye et al. (2013) μελετούν την επίδραση δυο σχετικά πρόσφατων τεχνολογικών αναβαθμίσεων στην αγορά NASDAQ το 2010 οι οποίες μειώνουν τον ελάχιστο χρόνο μεταξύ ηλεκτρονικών μηνυμάτων διαπραγμάτευσης από 950 νανοδευτερόλεπτα σε 200 νανοδευτερόλεπτα (0,00095 χιλιοστά του δευτερολέπτου σε 0,0002 χιλιοστά του δευτερολέπτου). Οι συγκεκριμένες τεχνολογικές αλλαγές οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των εντολών ακύρωσης χωρίς να υπάρχει αισθητή διαφοροποίηση στο γενικότερο όγκο συναλλαγών. Επίσης, δεν υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση στα spread αγοράς πώλησης, με την έρευνα να υποδηλώνει ότι υπάρχουν φθίνοντα οφέλη ως προς την ρευστότητα μιας αγοράς από την χρήση όλων και γρηγορότερων συστημάτων διαπραγμάτευσης.

Ανακεφαλαιώνοντας τις εμπειρικές έρευνες που μελετούν τις δομικές αλλαγές στην λειτουργία των αγορών μπορούμε να πούμε ότι γενικότερα οι περισσότερες

φτάνουν στα ίδια συμπεράσματα ως προς την καλύτερευση των αγορών μέσω των στρατηγικών υψηλής συχνότητας. Η αύξηση της αυτοματοποίησης στο χρηματιστήριο NYSE της Νέας Υόρκης ενίσχυσε της ποιοτικά χαρακτηριστικά της αγοράς των μετοχών υψηλής κεφαλαιοποίησης, η είσοδος ενός διαπραγματευτή υψηλής συχνότητας στην πλατφόρμα Chi-X μείωσε τα spread αγοράς πώλησης, όπως και η μείωση της χρονικής υστέρησης διαπραγμάτευσης της Deutsche Boerse. Συγχρόνως, η ύπαρξη υπηρεσιών συνεγκατάστασης από χρηματιστήρια αυξάνει την ρευστότητα των αγορών και την αποδοτικότητα των μετοχών ως προς τα πληροφοριακά γεγονότα που επηρεάζουν την τιμή τους. Τέλος, τα ευρήματα υποδεικνύουν πως η εξεύρεση ορθών τιμών λειτουργεί αποδοτικότερα μέσω των διαφοροποιημένων προσφορών αγοράς και πώλησης παρά με τις ίδιες τις πραγματοποιηθείσες συναλλαγές, προτείνοντας πως η ποιότητα της αγοράς βελτιώνεται επειδή οι αυτοματοποιημένοι παροχείς ρευστότητας έχουν καλύτερες δυνατότητες προσαρμογής των προσφερόμενων τους τιμών αγοράς και πώλησης συγκριτικά με κλασικούς ειδικούς διαπραγματευτές.

3.2 Μελέτες που διακρίνουν την ανθρώπινη επενδυτική δραστηριότητα από την αυτοματοποιημένη δραστηριότητα

Υπάρχει ένας αριθμός εμπειρικών μελετών που χρησιμοποιούν ερευνητικά δεδομένα που είναι δυνατόν να γίνει διάκριση ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους επενδυτών. Για παράδειγμα, οι Hendershott και Riordan (2013), χρησιμοποιούν χρηματιστηριακές κατατάξεις συναλλαγών για να ξεχωρίσουν αυτοματοποιημένες συναλλαγές από εντολές που πραγματοποίησαν φυσικά πρόσωπα. Ο Brogaard (2010, 2011) και οι Brogaard et al. (2014) χρησιμοποιούν δεδομένα προερχόμενα από το χρηματιστήριο NASDAQ που σημειώνουν αν οι συναλλαγές προέρχονται από στρατηγικές υψηλής συχνότητας. Οι Baron et al. (2012) χρησιμοποιούν δεδομένα συναλλαγών προερχόμενα από λογαριασμούς επενδυτών στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του S&P 500 όπου μπορούν και κατηγοριοποιήσουν τους επενδυτές σε διάφορες κατηγορίες, συμπεριλαμβανομένου σε παθητικούς και επιθετικούς επενδυτές που κάνουν χρήση στρατηγικών υψηλής συχνότητας. Οι

Benos και Sagade (2012) διεξάγουν μια παρόμοια ανάλυση με χρήση δεδομένων από την μετοχική αγορά του Ηνωμένου Βασιλείου. Αυτά τα διαφορετικά σύνολα δεδομένων προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την γενικότερη συμπεριφορά των επενδυτών που προχωρούν σε στρατηγικές υψηλής συχνότητας.

Πιο συγκεκριμένα, οι Hendershott και Riordan (2013), χρησιμοποιούν δεδομένα από την Deutsche Boerse, όπου το 2008 προσέφερε επιστροφή αμοιβών σε επενδυτές που χρησιμοποιούσαν αυτοματοποιημένες αλγοριθμικές συναλλαγές. Για να μπορέσουν να προσφέρουν τις επιστροφές στους συγκεκριμένους επενδυτές το χρηματιστήριο ήταν υποχρεωμένο να ξεχωρίζει εσωτερικά τις συναλλαγές που προέρχονται από αυτοματοποιημένους επενδυτές. Άρα, η έρευνα των Hendershott και Riordan εμπεριέχει επενδυτικά δεδομένα εντός των οποίων γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα στους αυτοματοποιημένους επενδυτές και στις εντολές που προέρχονται από φυσικά πρόσωπα. Βρίσκουν, πως οι αυτοματοποιημένες συναλλαγές συγκεντρώνονται σε μικρότερα μεγέθη συναλλαγών, ενώ μεγάλες συναλλαγές που αφορούν πακέτα μεγαλύτερα των 5.000 μετοχών γίνονται κατά κύριο λόγο από επενδυτές φυσικά πρόσωπα. Οι αυτοματοποιημένες στρατηγικές παρακολουθούν πιο ενεργά την ρευστότητα της αγοράς σε σύγκριση με τους απλούς επενδυτές και προχωρούν σε μείωση της ρευστότητας όταν τα spread αγοράς πώλησης είναι περιορισμένα ή αυξάνουν την ρευστότητα όταν τα spread είναι σχετικά μεγαλύτερα. Αυτό το εύρημα μπορεί να υποδηλώνει πως οι αυτοματοποιημένες στρατηγικές μπορούν να μειώσουν την μεταβλητότητα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της αγοράς, προσφέροντας ένα πιο σταθερό επίπεδο ρευστότητας διαχρονικά.

Οι Hendershott και Riordan (2013) και ο Brogaard (2010, 2011) χρησιμοποιούν χρηματιστηριακά δεδομένα διαχωρισμένα χρονικά ανά χιλιοστό δευτερολέπτου από την αγορά NASDAQ για 120 μετοχές, όπου γίνεται μνεία αν κάποιος συναλλασσόμενος κατηγοριοποιείται ως επενδυτής υψηλής συχνότητας. Μια επενδυτική εταιρία κατηγοριοποιείται ως επενδυτής υψηλής συχνότητας όταν προχωράει αποκλειστικά σε συναλλαγές για ίδιο λογαριασμό, η καθαρή της επενδυτική θέση μηδενίζεται αρκετές φορές κατά την διάρκεια μιας χρηματιστηριακής διαπραγμάτευσης, και οι εντολές της που δεν εκτελούνται παραμένουν για μικρό χρονικό διάστημα ενεργές στο σύστημα. Αυτή η

κατηγοριοποίηση αποκλείει τις περισσότερες μεγάλες επενδυτικές εταιρίες που μπορούν να δραστηριοποιηθούν σε συναλλαγές υψηλής συχνότητας για ίδιο λογαριασμό, αλλά συγχρόνως λειτουργούν ως χρηματιστές για πελάτες τους. Επιπλέον, ένας αριθμός εντολών υψηλής συχνότητας δρομολογείται μέσω των συγκεκριμένων μεγάλων επενδυτικών εταιριών, οπότε οι συγκεκριμένες συναλλαγές δεν χαρακτηρίζονται ως υψηλής συχνότητας στο συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Εν τέλει, ο χαρακτηρισμός υψηλής συχνότητας εφαρμόζεται σε συναλλαγές 26 διαφορετικών επενδυτικών εταιριών που προχώρησαν αποκλειστικά σε συναλλαγές για ίδιο λογαριασμό, οπότε οι συγκεκριμένες συναλλαγές υψηλής συχνότητας του NASDAQ πρέπει να θεωρηθούν ως ένα υποσύνολο του πραγματικού συνολικού αριθμού συναλλαγών υψηλής συχνότητας.

Οι Hendershott και Riordan (2013) βρίσκουν πως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας αφορούν περίπου το 42% του όγκου συναλλαγών του NASDAQ στις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης, ενώ μόλις το 17% του όγκου συναλλαγών των μετοχών μικρότερης κεφαλαιοποίησης. Παρομοίως, ο Brogaard (2011) βρίσκει πως το 68% των συναλλαγών έχει τουλάχιστον ένα συναλλασσόμενο που χαρακτηρίζεται ως επενδυτής υψηλής συχνότητας και συγχρόνως βρίσκει πως η συμμετοχή των επενδυτών υψηλής συχνότητας είναι μεγαλύτερη σε μετοχές με μεγαλύτερη αξία, υψηλή κεφαλαιοποίηση, περιορισμένα spread αγοράς πώλησης, ή σε μετοχές με σχετικά χαμηλή μεταβλητότητα τιμής. Είναι σημαντικό να τονιστεί, πως τα συγκεκριμένα αριθμητικά δεδομένα αποτελούν ένα κατώτερο όριο των πραγματικών, μιας και το χρηματιστήριο NASDAQ δεν κατηγοριοποιεί ως υψηλής συχνότητας όλες τις συναλλαγές υψηλής συχνότητας παρά μόνο ένα υποσύνολο με βάση τα προαναφερόμενα κριτήρια. Επίσης, ο Brogaard βρίσκει πως υπάρχει μειωμένη δραστηριότητα συναλλαγών υψηλής συχνότητας στην αρχή και στο τέλος των συναλλαγών. Στις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης του NASDAQ οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας προσφέρουν και επιζητούν ρευστότητα σχεδόν ισοδύναμα, ενώ στις μετοχές μικρότερης κεφαλαιοποίησης επιζητούν ρευστότητα από την αγορά κυρίως, με προσφορά ρευστότητας στο 10% και ζήτηση ρευστότητας στο 23% των συναλλαγών. Άρα, οι παροχές ρευστότητας όσον αφορά τις

συναλλαγές υψηλής συχνότητας είναι πιθανότερο να δραστηριοποιούνται κυρίως στην αγορά υψηλής κεφαλαιοποίησης.

Οι Hendershott και Riordan (2013) συνθέτουν ένα εμπειρικό μοντέλο το οποίο αναλύει τις διαφοροποιήσεις τιμών σε μόνιμα και προσωρινά συστατικά και μετράει συγχρόνως την συνεισφορά των συναλλαγών υψηλής συχνότητας και μη στην προσφορά και ζήτηση ρευστότητας και στα δύο συστατικά διαφοροποίησης τιμών. Για τα μόνιμα συστατικά που προκαλούν διαφοροποίηση στις τιμές, αναμένεται οι καθαρές αγορές των επενδυτών υψηλής συχνότητας που επιζητούν ρευστότητα να είναι θετικά συσχετισμένες με την μελλοντική αλλαγή των τιμών, αντανακλώντας την καλύτερη δυναμική των πληροφοριών που διαθέτουν στην αγορά. Παρομοίως, αναμένεται οι καθαρές αγορές από επενδυτές υψηλής συχνότητας που παρέχουν ρευστότητα να είναι αρνητικά συσχετισμένες με την μελλοντική κίνηση των τιμών, αντανακλώντας το πρόβλημα της δυσμενούς επιλογής που προκαλούν οι καλύτερα ενημερωμένοι επενδυτές που επιζητούν ρευστότητα στην αγορά. Το μοντέλο επιβεβαιώνεται από τα δεδομένα όσον αφορά τα μόνιμα συστατικά διαφοροποίησης τιμών. Περισσότερο ενδιαφέρουσα είναι η σχέση ανάμεσα στις συναλλαγές υψηλής συχνότητας και τα προσωρινά συστατικά μεταβολής τιμών. Αποδεικνύεται στην έρευνά τους πως όταν οι συναλλαγές ξεκινούν από στρατηγικές υψηλής συχνότητας τότε κατευθύνονται προς την αντίθετη κατεύθυνση σε σύγκριση με τις προσωρινές μεταβολές των τιμών. Άρα, όταν οι τιμές των μετοχών διαφοροποιούνται από την θεμελιώδη τους αξία, τότε οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας ωθούν τις τιμές πίσω στα πραγματικά τους θεμελιώδη επίπεδα. Η επιστροφή των τιμών στα θεμελιώδη επίπεδα γίνονται σε χρονικό διάστημα περίπου 30 δευτερολέπτων με βάση τα δεδομένα. Οπότε, οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας βοηθούν στην εξεύρεση ορθών τιμών και στην γενικότερη αποδοτικότητα των τιμών του χρηματιστηρίου. Τα αποτελέσματα δεν επηρεάζονται ουσιαστικά από χαμηλή ή υψηλή μεταβλητότητα σε διαφορετικές ημέρες χρηματιστηριακής συνεδρίασης.

Ο Brogaard (2011) συνθέτει ένα αυτοπαλίνδρομο διανυσματικό μοντέλο μόνιμων επιπτώσεων στις τιμές και βρίσκει πως οι παροχές ρευστότητας που λειτουργούν με συναλλαγές υψηλής συχνότητας αντιμετωπίζουν λιγότερα προβλήματα δυσμενών επενδυτικών επιλογών σε σύγκριση με τους παροχές ρευστότητας που

δεν χρησιμοποιούν στρατηγικές υψηλής συχνότητας. Γεγονός που ερμηνεύεται ως δείγμα συνετής προσέγγισης στην παροχή ρευστότητα από τους επενδυτές υψηλής συχνότητας. Επίσης, ο Brogaard βρίσκει πως οι τιμές δεν επιδεικνύουν κάποια είδους βραχυπρόθεσμη υπερ-αντίδραση σε συνέχεια μιας συναλλαγής υψηλής συχνότητας που ζητά ρευστότητα από την αγορά. Άρα, κάποιος μπορεί να πει πως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των τιμών της αγοράς.

Επιπλέον, οι έρευνες του Brogaard (2010, 2012) δεν βρίσκουν στοιχεία που να υποδεικνύουν πως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας αυξάνουν την μεταβλητότητα μιας αγοράς. Πιο συγκεκριμένα, ο Brogaard (2012) ερευνά την προσωρινή απαγόρευση ανοικτών πωλήσεων σε μετοχές το 2008 που έλαβε χώρα για περίπου τρεις εβδομάδες από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Οκτώβριο. Ενώ, οι πιστοποιημένοι ειδικοί διαπραγματευτές είχαν εξαίρεση από την απαγόρευση ανοικτών πωλήσεων, ο μεγαλύτερος αριθμός συναλλαγών υψηλής συχνότητας εκείνη την περίοδο διεξαγόταν από επενδυτές που δεν είχαν τον ρόλο ειδικού διαπραγματευτή, οπότε η απαγόρευση μείωσε δραστικά τις δυνατότητες για επενδυτικές κινήσεις υψηλής συχνότητας. Ο Brogaard στην ανάλυση του βρίσκει πως οι μετοχές με την μεγαλύτερη μείωση συναλλαγών υψηλής συχνότητας, λόγω της απαγόρευσης ανοικτών πωλήσεων, αντιμετώπισαν την μεγαλύτερη αύξηση μεταβλητότητας στην τιμή τους. Γεγονός, που υποδεικνύει πως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας είναι σημαντικές στο περιορισμό της υπερβάλλουσας μεταβλητότητας.

Τέλος, τα συγκεκριμένα ερευνητικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της γενικότερης κερδοφορίας των συναλλασσόμενων υψηλής συχνότητας. Οι Hendershott και Riordan (2013) βρίσκουν πως τα καθαρά επενδυτικά κέρδη ανά ημέρα για τις επενδυτικές εταιρίες που χαρακτηρίζονται ως υψηλής συχνότητας βγαίνουν κατά μέσο όρο 2.351\$ ανά μετοχή και 6.643\$ ανά μετοχή υψηλής κεφαλαιοποίησης. Διαιρώντας με την συνολικό όγκο συναλλαγών προερχόμενο από συναλλαγές υψηλής συχνότητας, το κέρδος αναλογεί σε 4 λεπτά ανά 1.000\$ συναλλαγών, ή 0,4 μονάδες βάσης. Ο Brogaard (2011) με υπολογισμούς βασισμένους στα δεδομένα του υπολογίζει πως τα συνολικά έσοδα από επενδυτικές δραστηριότητες κυμαίνονται περίπου στα 3 δις δολάρια ΗΠΑ ανά έτος. Κέρδη που

μπορεί να φαίνονται ως ιδιαίτερος σημαντικά, αλλά είναι αρκετά μικρότερα συγκριτικά με τα κέρδη των ειδικών επενδυτικών σχημάτων που δραστηριοποιούντουσαν προγενέστερα στην αγορά, δηλαδή πριν την ουσιαστική έλευση των στρατηγικών υψηλής συχνότητας στις αγορές. Οι Baron et al. (2012) βρίσκουν πως όσοι δραστηριοποιούνται σε συναλλαγές υψηλής συχνότητας στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του S&P 500 κερδίζουν κατά μέσο όρο 1,11\$ ανά συμβόλαιο, ποσό που αντιστοιχεί μόλις στο 0,002% της αξίας των υποκείμενων μετοχών κάθε συμβολαίου και είναι αρκετά μικρότερο από την ελάχιστη μετακίνηση τιμής 12,50\$ που ισχύει ανά συμβόλαιο.

Ανακεφαλαιώνοντας τις μελέτες σύγκρισης ανθρώπινης επενδυτικής δραστηριότητας και συναλλαγών που πραγματοποιούνται από υπολογιστικά συστήματα κάποιος μπορεί να πει πως οι στρατηγικές υψηλής συχνότητας διαδραματίζουν ένα θετικό ρόλο στην αποδοτικότερη διαμόρφωση των τιμών. Όμως, η παρεχόμενη πληροφόρηση από τις επενδυτικές κινήσεις υψηλής συχνότητας χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερος βραχυχρόνια, κατά κανόνα διαρκεί λιγότερο από 30 δευτερόλεπτα, άρα η χρήση της συγκεκριμένης πληροφόρησης πέραν των συναλλαγών υψηλής συχνότητας δεν θα πρόσφερε ουσιαστική βελτίωση στην λειτουργία των αγορών. Επιπλέον, δεν υπάρχουν στοιχεία που να υποδεικνύουν πως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας προκαλούν αστάθεια στις τιμές των μετοχών, αλλά αντιθέτως μπορούν και μειώνουν τα προσωρινά λάθη που παρουσιάζονται στο ταμπλό διαπραγμάτευσης, σταθεροποιώντας στην ουσία τις τιμές στην σωστή θέση σε περιόδους χαμηλής και υψηλής μεταβλητότητας.

3.3 Λοιπές εμπειρικές μελέτες Συναλλαγών Υψηλής Συχνότητας

Άλλες εμπειρικές μελέτες δεν έχουν την δυνατότητα να διαπιστώσουν ποιες εντολές και συναλλαγές προέρχονται από αυτοματοποιημένες στρατηγικές συναλλαγών και προσπαθούν να αναγνωρίσουν αυτές τις εντολές και συναλλαγές με έμμεσο τρόπο. Η σημαντικότερη μελέτη αυτού του είδους προέρχεται από τους Hasbrouck και Saar (2013), οι οποίοι ερευνούν τα δεδομένα εντολών του δείκτη NASDAQ (γνωστά και ως δεδομένα ITCH) από το 2007 μέχρι το 2008 και προχωρούν σε χαρακτηρισμό

προτύπων εισαγωγής και ακύρωσης εντολών. Βρίσκουν αποδείξεις πως μερικοί συμμετέχοντες στην αγορά, κατά πάσα πιθανότητα επενδυτές υψηλής συχνότητας, έχουν την δυνατότητα να ανταποκριθούν σε μια εντολή εντός 2 χιλιοστών του δευτερολέπτου. Επίσης, αναλύουν επενδυτικές συμπεριφορές όπου παρατηρείται αλληλουχία εντολών ακύρωσης και αντικατάστασης, όπου για παράδειγμα ακυρώνεται μια ανεκτέλεστη εντολή και αντικαθίσταται σχεδόν στιγμιαία από μια νέα εντολή για τον ίδιο αριθμό μετοχών αλλά σε διαφορετική τιμή. Υποθέτουν πως αυτές οι αλληλουχίες ακύρωσης και αντικατάστασης προέρχονται από επενδυτές υψηλής συχνότητας ή επενδυτές αλγορίθμου και είναι οι πρώτοι που χρησιμοποιούν τον χαρακτηρισμό συναλλαγές χαμηλής χρονικής υστέρησης (low latency trading) για να περιγράψουν την επενδυτική συμπεριφορά που χαρακτηρίζεται από γρήγορες αντιδράσεις, σε βαθμό χιλιοστών του δευτερολέπτου, στην εισερχόμενη ροή εντολών και σε λιυές διαθέσιμες πληροφορίες.

Στην συνέχεια της έρευνας τους οι Hasbrouck και Saar εξετάζουν την σχέση ανάμεσα στις συναλλαγές χαμηλής χρονικής υστέρησης και στην ποιότητα της αγοράς. Χρησιμοποιούν μια προσέγγιση ερμηνευτικής μεταβλητής για να διαπιστώσουν αν η ύπαρξη περισσότερων συναλλαγών χαμηλής χρονικής υστέρησης αυξάνει την ποιότητα μιας αγοράς. Η ερμηνευτική μεταβλητή που χρησιμοποιούν είναι ο αριθμός των αλληλουχιών ακύρωσης και αντικατάστασης στις υπόλοιπες μετοχές σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, υποδηλώνοντας μεγαλύτερη δραστηριότητα συναλλαγών χαμηλής χρονικής υστέρησης. Βρίσκουν πως οι αυξημένες αλληλουχίες εντολών ακύρωσης και αντικατάστασης συνδέονται με μια αυξημένη ποιότητα λειτουργίας της αγοράς. Η ερμηνευτική μεταβλητή που χρησιμοποιήθηκε δεν είναι εξωγενής και αυτό δημιουργεί υποψίες αντίστροφης αιτιότητας, δηλαδή πως η αυξημένη ποιότητα της αγοράς προκαλεί μεγάλο αριθμό εντολών ακύρωσης και αντικατάστασης και όχι το αντίστροφο. Γενικότερα όμως, δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο στα εμπειρικά δεδομένα που να υποδηλώνει πως οι συναλλαγές χαμηλής χρονικής υστέρησης χειροτερεύουν την λειτουργία των αγορών.

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, ο Zhang (2010) ουσιαστικά κατηγοριοποιεί ως συναλλαγές υψηλής συχνότητας όλες τις επενδυτικές δραστηριότητες που δεν συμπεριλαμβάνονται στις τριμηνιαίες αναφορές των θεσμικών επενδυτών 13(f) της

Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς SEC των ΗΠΑ. Ο συγκεκριμένος ορισμός συναλλαγών υψηλής συχνότητας είναι αρκετά ευρύτερος συγκριτικά με άλλες παρόμοιες μελέτες, μιας και ο τρόπος μέτρησης του είναι σχεδιασμένος να προσμετράει συναλλαγές με περιόδους διακράτησης μικρότερης του τριμήνου. Η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν μπορεί να εφαρμοστεί απόλυτα, μιας και επενδυτικοί οργανισμοί μικρότερου μεγέθους δεν είναι υποχρεωμένοι να υποβάλλουν αναφορά τύπου 13(f), ενώ συγχρόνως οι συγκεκριμένες αναφορές δεν εμφανίζουν τις αρνητικές τοποθετήσεις που έχουν οι επενδυτικοί οργανισμοί μέσω ανοικτών πωλήσεων. Ο Zhang ερευνά την μεταβλητότητα και της υπεραντιδράσεις τιμών χρησιμοποιώντας μιας προσέγγιση τριπλών διαφοροποιήσεων. Στην αρχή συγκρίνει την περίοδο 1995-2009, που την χαρακτηρίζει ως περίοδο συναλλαγών υψηλής συχνότητας με την περίοδο 1985-1994 που χαρακτηρίζεται ως περίοδος χωρίς συναλλαγές υψηλής συχνότητας και στην συνέχεια επαληθεύει τα αποτελέσματα του με γνώμονα λοιπά χαρακτηριστικά των εταιριών και των μετοχών. Βρίσκει πως οι μετοχές που παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα συναλλαγών υψηλής συχνότητας, κατά την δικιά του κλίμακα, παρουσιάζουν σημαντικότερα ποσοστά μεταβλητότητας κατά την συγκεκριμένη περίοδο ελέγχου. Επίσης, βρίσκει πως οι μετοχές με υψηλότερες συναλλαγές υψηλής συχνότητας παρουσιάζουν υπερβολικές αντιδράσεις σε τριμηνιαίες γνωστοποιήσεις κερδών. Δυστυχώς όμως η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθεί ο Zhang στον ορισμό των συναλλαγών υψηλής συχνότητας είναι τόσο αδύναμος που σε συνδυασμό με τις δομικές διαφοροποιήσεις που παρουσιάστηκαν στις αγορές κατά την χρονική περίοδο έρευνας του, κάνουν τη έρευνα του ακατάλληλη για συμπεράσματα όσων αφορά τις συναλλαγές υψηλής συχνότητας.

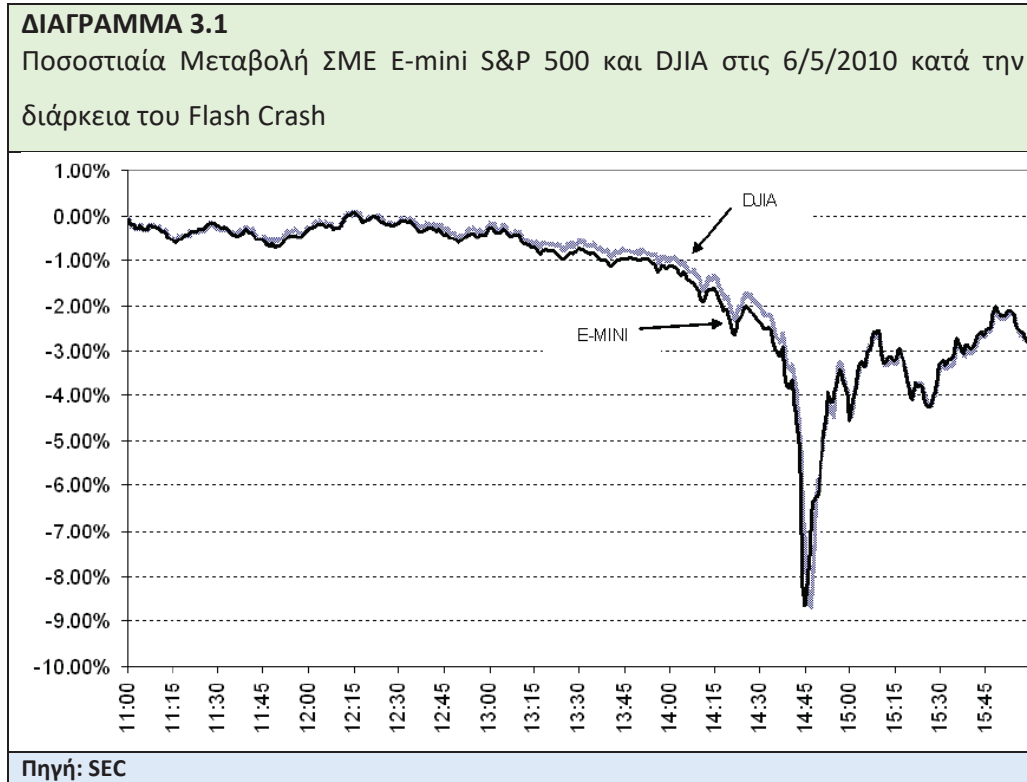
Οι Egginton et al. (2016) ερευνούν επεισόδια μικρής χρονικής διάρκειας όπου παρατηρείται αυξημένη δραστηριότητα προσφορών σε χρηματιστηριακές αγορές κατά το 2010. Προσδιορίζουν περιόδους ενός μέχρι δέκα λεπτών με έντονη δραστηριότητα προσφορών σε μετοχές που είναι με βάση την τυπική απόκλιση 20 φορές μεγαλύτερη, από την φυσιολογική επενδυτική δραστηριότητα των συγκεκριμένων μετοχών. Τα συγκεκριμένα επεισόδια είναι αρκετά συνηθισμένα και συμβαίνουν εκατοντάδες φορές ημερησίως σε μια πληθώρα μετοχών. Οι Egginton

et al. (2016) βρίσκουν πως αυτές οι περιόδους συνδέονται με ευρύτερα spread αγοράς πώλησης και μεγαλύτερη μεταβλητότητα τιμών. Όμως, δεν μπορούν να εξηγήσουν αν οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας προκαλούν μείωση της διαθέσιμης ρευστότητας ή αν η έλλειψη ρευστότητας οφείλεται στην ύπαρξη εσωτερικής πληροφόρησης κατά τα συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, με τις έντονες διαφοροποιήσεις στις προσφορές αγοράς και πώλησης να είναι η φυσιολογική αντίδραση της αγοράς σε ένα τέτοιο περιβάλλον πληροφόρησης.

3.4 Συναλλαγές Υψηλής Συχνότητας και Στιγμαϊά Κραχ (Flash Crash)

Στις 6 Μαΐου του 2010 οι χρηματαγορές των ΗΠΑ δέχθηκαν έντονες πιέσεις με την ποιότητα των αγορών να κρίνεται ως προβληματική εκείνη την ημέρα. Η ρευστότητα των αγορών εξαφανίστηκε προσωρινά και οι τιμές κυμαίνοντουσαν εντόνως για τις μετοχές των ΗΠΑ και αυτό το συμβάν έγινε γνωστό ως Flash Crash. Στην αρχή της ημέρας υπήρχαν πτωτικές τάσεις λόγω μακροοικονομικών ανησυχιών για την περιοχή της Ευρωζώνης και μέχρι τις 14:30 τοπική ώρα Νέας Υόρκης ο δείκτης Dow Jones Industrial Average παρουσίαζε πτώση 2.5%. Ξαφνικά, οι τιμές των μετοχών άρχισαν να πέφτουν πολύ πιο δραστικά και στα 13 λεπτά από τις 14:32 μέχρι τις 14:45:27 το μηνιαίο συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης του Ιουνίου 2010 για τον δείκτη E-mini S&P 500 έπεσε κατά 5,1%. Στο επόμενο δευτερόλεπτο μια μεγάλη ροή εντολών πώλησης προκάλεσε μια επιπλέον πτώση 1,3% στο συγκεκριμένο συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης. Σε εκείνο το χρονικό σημείο οι εντολές αγοράς στο ηλεκτρονικό βιβλίο συναλλαγών της διαχειρίστριας εταιρίας CME ήταν τόσο περιορισμένες που η επόμενη κίνηση αγοράς θα προκαλούσε μείωση στην τιμή του ΣΜΕ από 1056,00 μονάδες δείκτη στις 1049,50 μονάδες δείκτη. Αυτή η πιθανότητα μεγάλης πτώσης του ΣΜΕ προκάλεσε το λογισμικό συναλλαγών της CME να σταματήσει την διαπραγμάτευση για 5 δευτερόλεπτα. Εντός δευτερολέπτων από την επανέναρξη της διαπραγμάτευσης, το συγκεκριμένο ΣΜΕ E-mini S&P 500 Ιουνίου άρχισε να επανακάμπτει εντόνως, παρουσιάζοντας άνοδο 6,4% μέχρι τις 15:06 και με αυτό το τρόπο στην ουσία διαγράφηκε η έντονη πτώση των προηγούμενων

λεπτών. Στο Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζεται η συμπεριφορά του ΣΜΕ και του δείκτη DJIA την συγκεκριμένη ημέρα.



Στο ίδιο χρονικό σημείο μερικές μεμονωμένες μετοχές παρουσίασαν ακόμα μεγαλύτερες μεταβολές. Η μετοχή της Procter & Gamble παρουσίασε πτώση μεγαλύτερη του 33% και η μετοχή της συμβουλευτικής εταιρίας Accenture στιγμιαία διαπραγματευόταν στα 0,01\$. Μερικές μετοχές κατά την διάρκεια της επανάκαμψης της αγοράς διαπραγματεύτηκαν σε αστρονομικά υψηλά τιμές, για παράδειγμα η μετοχή της Apple στις 15:29:30 διαπραγματεύθηκε στην τιμή των 100.000\$. Συνολικά 20.761 συναλλαγές που πραγματοποιήθηκαν σε ακραίες τιμές ακυρώθηκαν αργότερα, αλλά όσες συναλλαγές δεν περνούσαν κατά 60% τις τιμές των αντίστοιχων μετοχών στις 14:40 παρέμειναν εκτελεσμένες μέσα στο σύστημα. Οι συναλλαγές οδηγήθηκαν στην ουσία σε αυτές τις ακραίες τιμές επειδή η ρευστότητα εξαφανίστηκε από την αγορά κατά την διάρκεια του Flash Crash,

αφήνοντας μόνο τις προσφορές των ειδικών διαπραγματευτών σε ακραίες τιμές που δεν είναι εκτελέσιμες υπό κανονικές συνθήκες, τα λεγόμενα *stub quotes*, να κινούν την αγορά εκτός ελέγχου. Αξίζει να σημειωθεί πως προς το τέλος του 2010 η επιτροπή κεφαλαιαγοράς SEC των ΗΠΑ απαγόρευσε την καταχρηστική χρήση των ακραίων προσφορών στα συστήματα διαπραγμάτευσης. Μιας και ένα μεγάλο ποσοστό της ρευστότητας των αγορών προέρχεται από την λειτουργία των επενδυτών υψηλής συχνότητας, υπάρχει ο πειρασμός να κατηγορηθούν οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας για την εμφανή έλλειψη ρευστότητας κατά την διάρκεια του Flash Crash.

Οι Borkovec et al. (2010), επισημαίνουν πως ένα παρόμοιο Flash Crash συνέβη περισσότερο από 50 χρόνια πριν, το απόγευμα την 28^{ης} Μαΐου του 1962. Ο δείκτης Dow Jones Industrial Average έπεσε δραστικά κατά την διάρκεια 20 λεπτών εκείνη την ημέρα, με αρκετές μετοχές να πέφτουν κατακόρυφα περισσότερο από 9% σε λιγότερο από 12 λεπτά. Αυτό το προσωρινό κραχ συνέβη σε ένα συγκεντρωτικό σύστημα αγοράς με συναλλαγές δια χειρός στο χώρο του χρηματιστηρίου NYSE της Νέας Υόρκης. Στην συνέχεια η επιτροπή κεφαλαιαγοράς SEC των ΗΠΑ παρουσίασε μια ερευνητική έκθεση που τόνισε το ρόλο που διαδραμάτισαν οι εξειδικευμένοι επενδυτές του χρηματιστηρίου NYSE. Όταν άρχισε να ξεδιπλώνεται το προσωρινό κραχ, οι ειδικοί επενδυτές αποσύρθηκαν από την αγορά ή άρχισαν να ξεπουλούν ενεργά τις θέσεις τους. Παρομοίως, οι υποστηριζόμενοι από ηλεκτρονικούς υπολογιστές ειδικοί διαπραγματευτές αποσύρθηκαν από την αγορά στις 6 Μαΐου του 2010 κατά το Στιγμιαίο Κραχ, αλλά κατά τους Borkovec et al αυτή η συμπεριφορά οφείλεται κυρίως στην ανθρώπινη συμπεριφορά αποφυγής καταστάσεων όταν η αγορά κινείται με απρόβλεπτα δραστικό ρυθμό χωρίς αυτό να οφείλεται σε κάποιο δομικό πρόβλημα της αγοράς.

Η κοινή έκθεση των ρυθμιστικών αρχών CFTC και SEC των ΗΠΑ σχετικά με το Στιγμιαίο Κραχ αναφέρει πως η άμεση αιτία του γεγονότος ήταν μια εντολή στις 14:32 από μια επενδυτική εταιρία να πωληθούν συνολικά 75.000 συμβόλαια ΣΜΕ του δείκτη e-mini S&P 500 με σκοπό την αντιστάθμιση μιας υπάρχουσας θέσης στην αγορά. Εντολές τέτοιου μεγάλου μεγέθους εμφανίζονται στα χρηματιστήρια παραγώγων των ΗΠΑ ελάχιστες φορές τον χρόνο. Ένας επενδυτικός αλγόριθμός

άρχισε να εκτελεί την συγκεκριμένη μεγάλη εντολή πώλησης στην αγορά, με τις παραμέτρους του αλγορίθμου να έχουν ρυθμιστεί ώστε η κίνηση να πραγματοποιηθεί στο 9% του υπάρχοντος όγκου συναλλαγών. Ο επενδυτικός αλγόριθμος συνέχισε να υποβάλει ένα μεγάλο αριθμό εντολών πώλησης ακόμη και όταν η τιμή του ΣΜΕ άρχισε να μειώνεται δραστικά. Η εντολή συνέχισε να εκτελείτε κατά της διάρκεια ανάκαμψης της αγοράς και τελικά ολοκληρώθηκε εντός 20 λεπτών από την έναρξη της. Μήνες νωρίτερα, μια παρόμοια εντολή πώλησης από την ίδια επενδυτική εταιρία πήρε περισσότερο από 5 ώρες για να εκτελεστεί, γεγονός που τονίζει τον γρήγορο ρυθμό που ακολούθησε το υπολογιστικό πρόγραμμα εκτέλεσης της εντολής στις 6 Μαΐου του 2010. Κατά την διάρκεια του απογεύματος της 6^{ης} Μαΐου του 2010, με δεδομένη την πρόσφατη πτώση του χρηματιστηρίου και τα γενικότερα αρνητικά μακροοικονομικά στοιχεία, δυνητικοί αγοραστές που παρακολούθησαν τον έντονο ρυθμό πώλησης στο συγκεκριμένο ΣΜΕ είναι φυσικό και επόμενο να ανησυχήσουν πως αντιμετωπίζουν στην αγορά έναν ή περισσότερους καλύτερα ενημερωμένους πωλητές, που διαθέτουν ιδιαιτέρως αρνητική ιδιωτική πληροφόρηση για τους θεμελιώδεις δείκτες της οικονομίας.

Την ίδια περίπου χρονική στιγμή, παρουσιάστηκαν τεχνικά προβλήματα στο χρηματιστήριο NYSE Arca και με βάση την κοινή έκθεση των CFTC και SEC παρουσιάστηκε μια πρωτοφανής ροή εντολών κατά την διάρκεια του Στιγμιαίου Κραχ. Αυτό το γεγονός προκάλεσε σημαντική καθυστέρηση στην μετάδοση των συναλλαγών και των προσφορών στο σχεδόν ήμισυ των μετοχών προς διαπραγμάτευση. Πιο συγκεκριμένα υπήρχαν καθυστερήσεις που έφταναν στα 20 δευτερόλεπτα όσον αφορά την μεταφορά προσφορών στο ενοποιημένο σύστημα διαχείρισης προσφορών CQS. Επίσης υπήρχαν καθυστερήσεις και στα ιδιωτικά συστήματα ενημέρωσης του NYSE, γεγονός που μπορεί να προκάλεσε αβεβαιότητα ανάμεσα στους συμμετέχοντες σχετικά με την ακεραιότητα της αγοράς, με αποτέλεσμα να αποσυρθούν αρκετοί παροχείς ρευστότητας από τις αγορές μαζικά.

Μπορεί οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας να προκάλεσαν σε ένα μεγάλο βαθμό την έντονη ροή εντολών που καθήλωσε την λειτουργία του χρηματιστηρίου NYSE εκείνο το απόγευμα, αλλά είναι επίσης σημαντικό να εξεταστεί η επενδυτική

συμπεριφορά όσων χρησιμοποιούν συναλλαγές υψηλής συχνότητας εκείνη την ημέρα. Οι Kirilenko et al. (2011) μελετούν την λειτουργία των επενδυτών υψηλής συχνότητας στην αγορά παραγώγων e-mini S&P 500 κατά την διάρκεια του Στιγμιαίου Κραχ. Διαθέτουν δεδομένα συναλλαγών από τους περίπου 15.000 λογαριασμούς που πραγματοποίησαν αγοραπωλησίες στο συγκεκριμένο ΣΜΕ εκείνη την ημέρα και διαχωρίζουν τους λογαριασμούς σε 6 κατηγορίες, με μια κατηγορία να αναφέρεται στους επενδυτές υψηλής συχνότητας. Οι Kirileno et al. (2011) βρίσκουν πως οι επενδυτές υψηλής συχνότητας δεν προκάλεσαν το Στιγμιαίο Κραχ, αλλά η αντίδραση τους στην ασυνήθιστη πίεση για πωλήσεις εκείνη την ημέρα επιδείνωσε την πτωτική πορεία και χειροτέρευσε την μεταβλητότητα της αγοράς. Πιο συγκεκριμένα, όταν ένας μεγάλος επιθετικός αριθμός εντολών προς πώληση έφτασε στην αγορά μετά τις 14:30, οι επενδυτές υψηλής συχνότητας έδωσαν αρχικά ρευστότητα στην αγορά. Όμως, μετά από μερικά λεπτά, λόγω πιθανότατα της υπερβολικής πίεσης για πωλήσεις, οι επενδυτές υψηλής συχνότητας άλλαξαν πορεία και άρχισαν να ρευστοποιούν επιθετικά τις θέσεις τους προκαλώντας επιπλέον μείωση στην τιμή της αγοράς.

Η κοινή έκθεση των CFTC και SEC επίσης εξετάζει την συνολική επενδυτική συμπεριφορά 17 επενδυτικών εταιριών υψηλής συχνότητας στις χρηματιστηριακές αγορές κατά την διάρκεια του Στιγμιαίου Κραχ. Οι συγκεκριμένες 17 επενδυτικές εταιρίες υψηλής συχνότητα ευθύνονται για το 50% περίπου των χρηματιστηριακών συναλλαγών εκείνο το απόγευμα. Στο σύνολο τους, οι συγκεκριμένες επενδυτικές εταιρίες προχώρησαν σε μαζικές και γρήγορες πωλήσεις στο τέταρτο από τις 14:30 μέχρις 14:45, με συνολικές καθαρές πωλήσεις 1,158 δις δολαρίων σε αυτό το χρονικό διάστημα. Όπως επισημαίνει η έκθεση, ένα κομμάτι των επιθετικών πωλήσεων μπορεί να οφείλεται σε στρατηγικές αντιστάθμισης με συνδυασμό διαφορετικών αγορών, όπως η αγορά ενός ΣΜΕ στην αγορά παραγώγων με ταυτόχρονη πώληση στην χρηματιστηριακή αγορά. Όμως, η έκθεση συμπεραίνει πως οι συγκεκριμένες 17 επενδυτικές εταιρίες ακολούθησαν την τάση που επικράτησε στιγμιαία στην αγορά και ως αποτέλεσμα αφαίρεσαν σημαντική ρευστότητα από την πλευρά των κινήσεων αγοράς κατά την διάρκεια του συμβάντος.

Σε μια διαφορετική έρευνα, οι Easley et al. (2011, 2012) δεν έχουν πρόσβαση στα δεδομένα των κινήσεων των επενδυτικών λογαριασμών, αλλά χρησιμοποιούν τα ενδοημερήσια δεδομένα για να υπολογίσουν ένα μέτρο ανισορροπίας εντολών το οποίο αποκαλούν VPIN, που μπορεί να αποδοθεί στην ελληνική ως πιθανότητα συγχρονισμένων συναλλαγών μεγάλου όγκου από ενημερωμένους επενδυτές. Βρίσκουν πως οι ανισορροπίες εντολών ήταν ιδιαίτερως αυξημένες στα ακριβώς προηγούμενα λεπτά πριν συμβεί το Στιγμιαίο Κραχ, υποστηρίζοντας το συμπέρασμα των Kirilenko et al (2011), πως οι επενδυτές υψηλής συχνότητας και άλλοι μεσάζοντες της αγοράς δεν αντέδρασαν σωστά στην υπερβολική πίεση για πωλήσεις.

Άλλες μελέτες που σχετίζονται με το Στιγμιαίο Κραχ συμπεριλαμβάνουν την έρευνα του Madhavan (2012), ο οποίος βρίσκει πως οι μετοχές με μεγαλύτερο κατακερματισμό στην διαπραγμάτευσή και προσφορά μεταξύ διαφορετικών αγορών υπέστησαν πιο ακραίες κινήσεις τιμών κατά την διάρκεια του Στιγμιαίου Κραχ. Ο Madhavan ισχυρίζεται πως ο συνδυασμός κατακερματισμού των αγορών μαζί με επενδυτές υψηλής συχνότητας μπορεί να προκαλέσει μείωση ρευστότητας σε περιόδους που η αγορά αντιμετωπίζει έντονες πιέσεις. Οι McInish et al.(2014) επικεντρώνονται στην χρήση εντολών ISO (εντολές εντός διαφορετικών αγορών) για την ζήτηση ρευστότητας κατά την διάρκεια του Στιγμιαίου Κραχ. Οι συγκεκριμένες εντολές χρησιμοποιούνται συχνά για την ταυτόχρονη πρόσβαση σε ρευστότητα από διαφορετικά χρηματιστήρια και πλατφόρμες διαπραγμάτευσης. Οι McInish et al. βρίσκουν μια έντονη αύξηση στις εντολές ISO κατά την διάρκεια του Στιγμιαίου Κραχ, γεγονός που συμβαδίζει με την ύπαρξη επιθετικών ρευστοποιήσεων εκείνη την χρονική στιγμή.

Ενώ, κάποιοι παρατηρητές πρότειναν πιο αυστηρούς κανονισμούς για τους ειδικούς διαπραγματευτές των αγορών, η εμπειρία από άλλα χρηματιστηριακά κραχ, συμπεριλαμβανομένου και του κραχ του Οκτωβρίου του 1987, όπου οι ειδικοί διαπραγματευτές του NASDAQ σταμάτησαν να σηκώνουν τα τηλέφωνα και να

παρέχουν προσφορές αγοράς και πώλησης στην αγορά, δείχνει πως οι ειδικοί διαπραγματευτές σχεδόν πάντα θα επιλέξουν να αποσυρθούν από την αγορά όταν αντιμετωπίζουν επεισόδια έντονης μεταβλητότητας. Οι ρυθμιστικές αρχές καθώς και συμμετέχοντες στην αγορά παρατήρησαν πως η παύση συναλλαγών για 5 δευτερόλεπτα στο ΣΜΕ e-mini S&P 500 ήταν αρκετή για να σταματήσει την πτωτική τάση που προκάλεσε το Στιγμιαίο Κραχ και με αυτό τον τρόπο η προσοχή τους γρήγορα στράφηκε σε βραχυχρόνιες διακοπές συναλλαγών όταν είναι απαραίτητο.

Στο επόμενο μήνα μετά το Στιγμιαίο Κραχ άρχισαν να εισάγονται στο χρηματιστήριο 'ασφάλειες' συναλλαγών που διακόπτουν την διαπραγμάτευση σε μεμονωμένες μετοχές. Οι συγκεκριμένες 'ασφάλειες' προκαλούν πεντάλεπτη διακοπή διαπραγμάτευσης όταν η τιμή μιας μεμονωμένης μετοχής μεταβληθεί περισσότερο από 10% εντός ενός πεντάλεπτου. Η διακοπή διαπραγμάτευσης είναι σχεδιασμένη με σκοπό να δώσει στους συμμετέχοντες στην αγορά αρκετό χρόνο για να εξετάσουν τις διαθέσιμες πληροφορίες σε μεγαλύτερο βαθμό και για να υπάρξει επιστροφή ρευστότητας στην αγορά αν η μεγάλη μετατόπιση της τιμής δεν δικαιολογείται από τα πραγματικά γεγονότα. Από οικονομικής άποψης, η διακοπή είναι σχεδιασμένη με σκοπό να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα να αντιμετωπίσουν οι ειδικοί διαπραγματευτές πρόβλημα δυσμενούς επιλογή σε ακραία μορφή, να δοθεί η ευκαιρία σε όσους παρέχουν ρευστότητα στην αγορά να συγκεντρώσουν περισσότερες πληροφορίες, και να συνεχιστεί η διαπραγμάτευση σε μια πιο καλά πληροφορημένη αγορά όπου δεν είναι απολύτως απαραίτητη η παρουσία ειδικών διαπραγματευτών για παροχή ρευστότητας. Σε αυτό το σημείο, αφού έχει επανέλθει η 'λογική' στην αγορά, οι παροχείς ρευστότητας μπορούν να συνεχίσουν κανονικά της δραστηριότητα τους ως ειδικοί διαπραγματευτές.

Η επιτροπή κεφαλαιαγοράς SEC, τα χρηματιστήρια των ΗΠΑ, και ο οργανισμός FINRA πρέπει να επαινεθούν για την γρήγορη εφαρμογή των ασφαλειών διαπραγμάτευσης σε μεμονωμένες μετοχές. Παρόλο που δεν υπάρχουν επίσημες έρευνες σχετικά με την αποδοτικότητα τους, η λειτουργία τους φαίνεται πως έχει καταπραΰνει τους φόβους των επενδυτών σχετικά με την πλήρη εξαφάνιση της ρευστότητας από την

αγορά κατά μικρά χρονικά διαστήματα. Αν και οι περισσότεροι παρατηρητές πιστεύουν πως η συγκεκριμένος κανόνας έχει λειτουργήσει σε γενικές γραμμές σωστά, υπάρχουν περιπτώσεις που ενεργοποιείται η διακοπή συναλλαγών λόγω μιας λανθασμένη συναλλαγής σε μια και μόνο πλατφόρμα διαπραγμάτευσης, την στιγμή που η ίδια μετοχή διαπραγματευόταν χωρίς προβλήματα σε όλα τα υπόλοιπα χρηματιστήρια. Άρα, όπως είναι αναμενόμενο οι ρυθμιστικές αρχές προχώρησαν σε αλλαγή της 'ασφάλειας' διαπραγμάτευσης με την χρήση βραχυπρόθεσμων ορίων διαπραγμάτευσης, γνωστά και ως limit up και limit down στην επενδυτική ορολογία. Πιο συγκεκριμένα, τον Ιούνιο του 2012, η επιτροπή κεφαλαιαγοράς SEC ενέκρινε ένα μηχανισμό ορίων διαπραγμάτευσης ο οποίος αποτρέπει την πραγματοποίηση συναλλαγών σε μεμονωμένες μετοχές όταν η τιμή μεταβληθεί περισσότερο από ένα όριο με βάση τον μέσο όρο τιμής των περασμένων 5 λεπτών. Το επιτρεπόμενο όριο συναλλαγών διαμορφώνεται στο 5% για τις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης μαζί με τα αντίστοιχα ETF και 10% για τις υπόλοιπες μετοχές. Αν περάσουν 15 δευτερόλεπτα και η διαπραγμάτευση δεν συνεχιστεί εντός των επιτρεπόμενων ορίων, τότε προκαλείται 5λέπτη διακοπή διαπραγμάτευσης. Η λειτουργία των ορίων διαπραγμάτευσης ξεκίνησε από τον Φεβρουάριο του 2013.

Γενικότερα, τα όρια διαπραγμάτευσης φαίνεται να λειτουργούν αποτρεπτικά στις υπερβολικές μεταβολές τιμών άνευ πραγματικών αιτιών. Είναι σχεδιασμένα να ενεργοποιηθούν όταν η πιθανή ύπαρξη δυσμενούς επιλογής είναι έτοιμη να προκαλέσει προβλήματα στην λειτουργία της αγοράς, οπότε μπορούν να δικαιολογηθούν από οικονομικής απόψεως. Όταν τις προηγούμενες δεκαετίες οι αγορές λειτουργούσαν πιο συγκεντρωτικά, συχνά τα χρηματιστήρια προχωρούσαν σε παρόμοιες διακοπές διαπραγμάτευσης για τους ίδιες ακριβώς αιτίες. Όμως, σε μια αγορά που έχει κατακερματιστεί σε πολλές παράλληλες επενδυτικές πλατφόρμες που λειτουργούν ανεξάρτητα ο συντονισμός αποτελεί σοβαρό πρόβλημα και χρειάζεται η επέμβαση των ρυθμιστικών αρχών για την σωστότερη και αποδοτικότερη λειτουργία των αγορών σε αυτό το θέμα.

3.5 Άλλα Προβλήματα των Αγορών που σχετίζονται με Συναλλαγές Υψηλής Συχνότητας

3.5.1 Η επενδυτική εταιρία Knight Capital

Η Knight Capital Group είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες παροχής υπηρεσιών ειδικής διαπραγμάτευσης στα χρηματιστήρια αξιών των ΗΠΑ και είναι ιδιαίτερος γνωστή για τις συνεργασίες που έχει με μεγάλο αριθμό χρηματιστηριακών εταιριών ώστε να εκτελούνται μέσω του συστήματος της εντολές του επενδυτικού κοινού. Την 1^η Αυγούστου του 2012, η συγκεκριμένη επενδυτική εταιρία υψηλής συχνότητας εισήγαγε ένα νέο αλγόριθμο διαπραγμάτευσης ο οποίος, με βάση το αποτέλεσμα, μπήκε εσπευσμένα σε λειτουργία χωρίς να έχουν γίνει οι απαραίτητες δοκιμές στην λειτουργία του. Ο ανεξέλεγκτος αλγόριθμος διαπραγμάτευσης κατάφερε να συγκεντρώσει μεγάλες τοποθετήσεις μέσω μαζικών αγορών σε 145 μετοχές του χρηματιστηρίου NYSE εντός 45 λεπτών από την έναρξη διαπραγμάτευσης εκείνο το πρωί, πριν γίνει αντιληπτή η λανθασμένη λειτουργία του από την Knight Capital. Εν τέλει, η ανεξέλεγκτη λειτουργία του επενδυτικού αλγόριθμου, συμπεριλαμβανομένου και του κόστους ρευστοποιήσεων, προκάλεσε ζημίες ύψους 440 εκατ. \$ στην Knight Capital εκείνο το πρωί διαπραγμάτευσης.

Ενώ η Knight Capital προχώρησε σε συναλλαγές με ασυνήθιστα μεγάλο όγκο στις συγκεκριμένες μετοχές και ανέβασε τις τιμές τους κατά σημαντικό βαθμό, οι μεταβολές των τιμών δεν ήταν αρκετά μεγάλες ώστε να ενεργοποιήσουν τις 'ασφάλειες' συναλλαγής απότομων μεταβολών που είχαν μπει σε εφαρμογή μετά το Στιγμιαίο Κραχ του 2010. Επιπλέον, οι ασφάλειες συναλλαγών μπαίνουν σε εφαρμογή στις 09:45, δηλαδή 15 λεπτά μετά την έναρξη διαπραγμάτευσης. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω γεγονότων, η διαπραγμάτευση διακόπηκε μόνο σε 5 από τις 148 μετοχές που συμμετείχαν στην αγοραστική φρενίτιδα του ανεξέλεγκτου αλγόριθμου της Knight Capital.

Μετά τα γεγονότα του Στιγμιαίου Κραχ του 2010, οι κανονισμοί για ακυρώσεις συναλλαγών άλλαξαν δραστικά, θέτοντας πολύ υψηλά όρια για την ακύρωση των εντολών, με σκοπό να επωμιστούν οι επενδυτικές εταιρίες τα πιθανά δυσμενή κόστη, αν οι εντολές τους προκαλέσουν προσωρινώς έντονες διακυμάνσεις τιμών

στις αγορές. Αυτή η κανονιστική αλλαγή είχε το επιθυμητό αποτέλεσμα, μιας και οι συναλλαγές που ακυρώθηκαν αφορούσαν μόνο 6 μικρότερες μετοχές που εμφάνισαν ιδιαίτερως έντονες μεταβολές και στην ουσία η Knight Capital ήταν υπεύθυνη για σχεδόν όλες τις ανεπιθύμητες συναλλαγές που πραγματοποίησε ο επενδυτικός της αλγόριθμος εκείνο το πρωί.

Μετά το συμβάν η επιτροπή κεφαλαιαγοράς επισήμανε πως θα προβεί σε αλλαγές, αλλά δεν είναι ξεκάθαρο αν όντως χρειάζονται κανονιστικές αλλαγές με βάση το συγκεκριμένο συμβάν. Στην ουσία η Knight Capital επωμίστηκε όλο το άμεσο κόστος των πράξεων της και προχωρώντας μπροστά το συγκεκριμένο συμβάν θα θυμίζει στους συμμετέχοντες στην αγορά το πόσο σημαντικό είναι η δοκιμή και η παρακολούθηση των συστημάτων αυτοματοποιημένων συναλλαγών. Στην πράξη, οι ανεξέλεγκτοι αλγόριθμοι συναλλαγών θα έχουν μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης μετά από αυτό το συμβάν και οι επενδυτικές εταιρίες που προχωρούν σε στρατηγικές υψηλής συχνότητας θα είναι πιο προσεχτικές και έτοιμες να σταματήσουν την λειτουργία επενδυτικών αλγορίθμων που παρουσιάζουν απρόβλεπτες και μη αναμενόμενες επενδυτικές κινήσεις. Όμως, τέτοιου είδους λάθη έχουν την πιθανότητα να δημιουργήσουν οικονομικές απώλειές σε τρίτους. Για παράδειγμα, αν το ίδιο συμβάν λανθασμένων συναλλαγών είχε γίνει σε μια μικρότερη επενδυτική εταιρία αυτό θα μπορούσε να προκαλέσει την πτώχευση της και να προκαλέσει ζημίες στην εταιρία εκκαθάρισης και στους λοιπούς συναλλασσόμενους της εντός των αγορών. Επίσης, μεγαλύτερες ζημίες θα μπορούσαν να προκαλέσουν συστημικά προβλήματα στην γενικότερη λειτουργία των αγορών. Άρα, ίσως είναι σημαντικό οι ρυθμιστικές αρχές και τα χρηματιστήρια να υποχρεώσουν παρόμοιες εταιρίες στην χρήση ενός διακόπτη παύσης συναλλαγών γνωστού στην επενδυτική ορολογία ως kill switch, το οποίο θα μπλοκάρει την πρόσβαση της συγκεκριμένης επενδυτικής στην αγορά, ώστε έτσι να περιορίζονται τα προβλήματα διάχυσης του κινδύνου στην αγορά.

3.5.2 Η εισαγωγή του Facebook στο Χρηματιστήριο NASDAQ

Το 2012, το χρηματιστήριο NASDAQ είχε σοβαρά υπολογιστικά προβλήματα κατά την πρώτη μέρα διαπραγμάτευσης της μετοχής του Facebook. Τα συγκεκριμένα προβλήματα υποδομής φαίνεται πως προκλήθηκαν ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας ενός λογισμικού που δεν άντεξε τον ρυθμό της εισαγωγής εντολών αγοράς και εντολών ακύρωσης από απλούς επενδυτές και από επενδυτικούς αλγόριθμους.

Αφού οριστικοποιήθηκε η τιμή εισαγωγής του Facebook στο χρηματιστήριο στις 17 Μαΐου του 2012, η μετοχή ήταν προγραμματισμένη να ξεκινήσει την διαπραγμάτευση της κατά τις 11:00 το επόμενο πρωί τοπική ώρα. Το σύστημα εισαγωγής νέων μετοχών του χρηματιστηρίου NASDAQ γνωστό ως 'IPO CROSS' είναι σχεδιασμένο να συλλέγει εντολές αγοράς και πώλησης μέχρι την στιγμή της εισαγωγής, ώστε να ταιριάζει τον μεγαλύτερο αριθμό αγοραστών και πωλητών στην αρχική τιμή εισαγωγής της μετοχής, ώστε να υπάρχει ομαλή ροή συναλλαγών της μετοχής στην συνέχεια. Κατά το χρηματιστήριο NASDAQ, η λειτουργία του λογισμικού ξεκίνησε εντός μερικών χιλιοστών του δευτερολέπτου και με βάση την λειτουργία διπλού ελέγχου, άρχισε να τσεκάρει το ηλεκτρονικό βιβλίο εντολών για να βεβαιωθεί ότι δεν υπάρχουν νέες εντολές και πως δεν είχα ακυρωθεί εντολές σε εκείνα τα πρώτα χιλιοστά του δευτερολέπτου. Αν το ηλεκτρονικό βιβλίο εντολών είχε αλλαγές κατά τα πρώτα χιλιοστά του δευτερολέπτου της λειτουργίας του, τότε το λογισμικό ξεκινούσε τον ίδιο έλεγχο από την αρχή. Εξαιτίας του μεγέθους και του ενδιαφέροντος σχετικά με την εισαγωγή του Facebook στο χρηματιστήριο και της παρουσίας επενδυτικών αλγορίθμων που έκαναν αλληπάλληλες στιγμιαίες εντολές αγοράς και εντολές ακύρωσης, το λογισμικό κόλλησε σε ένα ατελείωτο βρόχο επανελέγχου.

Στις 11:30 τοπική ώρα, το χρηματιστήριο NASDAQ ξεκίνησε την διαπραγμάτευση της μετοχής χρησιμοποιώντας ένα δευτερεύων σύστημα ταιριάσματος συναλλαγών με βάση της εντολές που υπήρχαν στο σύστημα μέχρι τις 11:11 τοπική ώρα. Όμως, οι αναφορές εκτέλεσης των αρχικών εντολών που αφορούσαν την μετοχή του Facebook δεν μεταδόθηκαν μέχρι τις 14:00 εκείνης της μέρα. Τότε έγινε αντιληπτό στους συμμετέχοντες στην αγορά πως οι αρχικές εντολές αγοράς και ακύρωσης από τις 11:11 μέχρι και τις 11:30 δεν είχαν συμπεριληφθεί στο σύστημα. Ενώ, η

διαπραγμάτευση της μετοχής του Facebook δεν παρουσίασε προβλήματα στην συνέχεια της ημέρας, έγινε ξεκάθαρο πως ένα ολιγόλεπτο πρόβλημα με το λογισμικό του χρηματιστηρίου προκάλεσε ζημιές αρκετών εκατομμυρίων δολαρίων στο επενδυτικό κοινό και στις χρηματιστηριακές εταιρίες.

Το γενικότερο συμπέρασμα από την εισαγωγή του Facebook στο χρηματιστήριο είναι παρόμοιο με το πρόβλημα που παρουσιάστηκε στην Knight Capital, δηλαδή είναι απαραίτητο τα κρίσιμα λογισμικά λειτουργίας των αγορών να ελέγχονται διεξοδικά. Ιδιαίτερα τα λογισμικά εισαγωγής νέων μετοχών που κατά βάση δεν τίθενται τόσο συχνά σε λειτουργία. Όπως και στην περίπτωση της Knight Capital, οι κατάλληλοι αποτρεπτικοί μηχανισμοί υπάρχουν. Το συγκεκριμένο συμβάν έχει ήδη κοστίσει δεκάδες εκατομμύρια δολάρια στο χρηματιστήριο NASDAQ σε αποζημιώσεις προς τις επενδυτικές εταιρίες με τον τελικό ποσό να είναι ακόμα αδιευκρίνιστο. Άρα, με βάση το συγκεκριμένο σοβαρό πρόβλημα που προέκυψε, το χρηματιστήριο NASDAQ καθώς και τα υπόλοιπα θα προσέχουν ιδιαίτερως την λειτουργία των υπολογιστικών συστημάτων τους κατά την εισαγωγή νέων μετοχών. Μια επιπλέον κανονιστική παρέμβαση από τις ρυθμιστικές αρχές δεν κρίνεται απαραίτητα με βάση το συγκεκριμένο συμβάν.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στη μεθοδολογία της έρευνάς μας επιλέγουμε να εστιάσουμε την ανάλυση μας στην μέτρηση της μεταβλητότητας στους εξής τρεις χρηματιστηριακούς δείκτες: 1) Dow Jones Industrial Average (DJIA), 2) Financial Times Stock Exchange 100 Index (FTSE100) και 3) Standard and Poor's/Australian Securities Exchange 200 Index (S&P/ASX 200).

4.1 Σημαντικότητα Μεταβλητότητας

Η μεταβλητότητα είναι μια ιδιαίτερως σημαντική έννοια του επιστημονικού πεδίου των χρηματοοικονομικών. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι που έχουν προωθήσει την μεταβλητότητα ως ένα σημαντικό ζήτημα των οικονομικών.

Αρχικώς, όταν οι τιμές των διαπραγματευόμενων περιουσιακών στοιχείων μεταβάλλονται αισθητά σε σύντομες χρονικές περιόδους, όπως εντός μιας μέρας ή και σε μικρότερα χρονικά διαστήματα, τότε ο κάθε επενδυτής μπορεί να αντιμετωπίσει δυσκολία στο να δεχθεί ότι η αιτία των έντονων διακυμάνσεων οφείλεται σε πληροφορίες που αφορούν θεμελιώδη οικονομικά μεγέθη. Αυτή η κατάσταση έντονης μεταβλητότητας μπορεί να προκαλέσει φθορά στην εμπιστοσύνη των επενδυτών προς τις κεφαλαιαγορές με φυσικό επακόλουθο την μείωση των ροών προς τις αγορές κεφαλαίου.

Επίσης, για κάθε εταιρία η μεταβλητότητα της μετοχής της είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό της πιθανότητας χρεοκοπίας που αντιμετωπίζει. Όσο υψηλότερη είναι η μεταβλητότητα για μια δεδομένη κεφαλαιακή δομή, τόσο υψηλότερη είναι και η πιθανότητα χρεοκοπίας που αντιστοιχεί στην εταιρία.

Η μεταβλητότητα είναι σημαντικός παράγοντας στον προσδιορισμό των spread αγοράς και πώλησης. Όσο υψηλότερη είναι η μεταβλητότητα μιας μετοχής, τόσο μεγαλύτερο είναι το spread ανάμεσα στις τιμές αγοράς και πώλησης που ζητά ένας ειδικός διαπραγματευτής σε μια αγορά. Άρα η μεταβλητότητα μιας μετοχής μπορεί να επηρεάσει την γενική ρευστότητα μιας αγοράς.

Η οικονομική θεωρία διαπιστώνει ότι ο μέσος άνθρωπος στις επενδυτικές του αποφάσεις προσπαθεί να αποφύγει την ύπαρξη κινδύνου σε ιδιαίτερα υψηλό βαθμό (αποστροφή κινδύνου), άρα η αύξηση του κινδύνου σε μια οικονομική δραστηριότητα θα προκαλέσει αντίστοιχη μείωση της συμμετοχής των επενδυτών σε αυτή, μειώνοντας κατ' επέκταση τις προοπτικές μεγέθυνσης και εξέλιξης της δραστηριότητας.

Μια αυξημένη μεταβλητότητα για ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσει την παρέμβαση των ρυθμιστικών αρχών όσο και των επενδυτών κεφαλαίου με αποτέλεσμα οι εταιρίες να αναγκαστούν να αυξήσουν τις ισοδύναμες χρημάτων επενδύσεις τους για οικονομική θωράκισης έναντι της μεταβλητότητας, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποδοτικότητα στην κατανομή επενδύσεων.

Η μεταβλητότητα είναι ένα γνώρισμα γενικότερα του οποιοσδήποτε στοιχείου που μπορεί να μεταβληθεί ή να κυμανθεί. Ως μεταβλητότητα μπορεί να οριστεί η δυνατότητα μεταβολής μιας μεταβλητής υπό εξέταση, όπου όσο περισσότερο κυμαίνεται η μεταβλητή εντός ενός χρονικού διαστήματος, τόσο πιο μεγάλη μεταβλητότητα λέγεται πως αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη μεταβλητή.

Επίσης, η μεταβλητότητα ως έννοια συσχετίζεται με την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο. Στο ευρύ κοινό ο όρος μεταβλητότητα ισοδυναμεί με την έννοια του κινδύνου, εξ ου και η ύπαρξης υψηλής μεταβλητότητας μπορεί να θεωρηθεί ως σύμπτωμα διατάραξης των αγορών, όπου οι μετοχές και τα αξιόγραφα δεν αποτιμώνται με ορθολογικό τρόπο και οι κεφαλαιαγορές δεν λειτουργούν αποδοτικά στο επιθυμητό βαθμό. Αντίστοιχα η μεταβλητότητα είναι ένας ιδιαίτερος σημαντικός παράγοντας για τους επενδυτές και τους συμμετέχοντες στις κεφαλαιαγορές, όπου αναλύεται περισσότερο από την άποψη της αβεβαιότητας και της αδυναμίας προβλέψεων. Υπό το πλαίσιο των επενδυτών, η μεταβλητότητα χρησιμοποιείται για να περιγράψει την διασπορά από μια αναμενόμενη αξία, τιμή ή οικονομικό μοντέλο.

Η απόκλιση των τιμών από τις θεωρητικές τιμές των μοντέλων αποτίμησης καθώς και η διαφοροποίηση των διαπραγματευόμενων τιμών από το μέσο όρο αποτελούν

δου απλά παραδείγματα μεταβλητότητας. Σημαντικές αλλαγές στην μεταβλητότητα των κεφαλαιαγορών όσον αφορά τις αποδόσεις είναι ικανές να προκαλέσουν ιδιαίτερες αρνητικές επιπτώσεις στους επενδυτές που αποστρέφονται τον κίνδυνο όπως αναφέραμε προηγουμένως. Επιπλέον, τέτοιες αλλαγές μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις καταναλωτικές συνήθειες, τις εταιρικές επενδυτικές αποφάσεις, τις αποφάσεις χρήσης δανεισμού, καθώς και άλλες μεταβλητές που επηρεάζουν τον οικονομικό κύκλο των επιχειρήσεων και το μακροοικονομικό περιβάλλον της οικονομίας.

4.2 Μέτρηση Μεταβλητότητας Χρηματιστηριακών Δεικτών

Αρχικώς, χρησιμοποιούμε τα εξής γράμματα για δηλώσουμε τις στατιστικές τιμές των δεδομένων μας:

O_t : Τιμή **ανοίγματος** δείκτη κατά το χρονικό διάστημα t

C_t : Τιμή **κλεισίματος** δείκτη κατά το χρονικό διάστημα t

H_t : **Υψηλότερη** τιμή δείκτη κατά το χρονικό διάστημα t

L_t : **Χαμηλότερη** τιμή δείκτη κατά το χρονικό διάστημα t

Πιο συγκεκριμένα στον υπολογισμό της μεταβλητότητας χρησιμοποιούμε την μεθοδολογική προσέγγιση του Floros (2009) και των Chan και Lien (2003) και χρησιμοποιούμε συνδυαστικά τέσσερις διαφορετικούς υπολογισμούς μεταβλητότητας που έχουν προταθεί σε προγενέστερες εμπειρικές μελέτες.

4.2.1 Μεταβλητότητα V_S

Κατά τους Alizadeh et al. (2002) και Galant et al. (1999), σε μια απλή προσέγγιση, η μεταβλητότητα V_S ορίζεται ως η πρώτη λογαριθμική διαφορά ανάμεσα στην υψηλότερη τιμή H_t και την χαμηλότερη τιμή L_t , όπως παρουσιάζεται στην σχέση (4.1).

$$V_{S,t} = \ln(H_t) - \ln(L_t) \quad (4.1)$$

4.2.2 Μεταβλητότητα V_P

Σε μια άλλη προσέγγιση ο Parkinson (1980) προτείνει μια μέθοδο μέτρησης της μεταβλητότητας $V_{P,t}$ υποθέτοντας την ύπαρξη μιας υποκείμενης γεωμετρικής κίνησης Brown χωρίς την παρουσία τάσης στις τιμές. Ο τρόπος υπολογισμού παρουσιάζεται στην σχέση (4.2).

$$V_{P,t} = 0,361R_t^2 = 0,361\left(\ln\frac{H_t}{L_t}\right)^2 \quad (4.2)$$

4.2.3 Μεταβλητότητα V_{GK}

Μια διαφορετική μέτρηση της μεταβλητότητας $V_{GK,t}$ προτείνεται από τους Garman και Klass (1980), η οποία βασίζεται επιπλέον στην τιμή ανοίγματος O_t και στην τιμή κλεισίματος C_t . Ο τρόπος υπολογισμού παρουσιάζεται στην σχέση (4.3)

$$V_{GK,t} = \frac{1}{2} [\ln(H_t) - \ln(L_t)]^2 - [2\ln 2 - 1][\ln(C_t) - \ln(O_t)]^2 \quad (4.3)$$

4.2.4 Μεταβλητότητα V_{RS}

Τέλος, μια εναλλακτική προσέγγιση στον υπολογισμό της μεταβλητότητας $V_{RS,t}$ γίνεται από τους Rogers και Satchell (1991) και Rogers et al. (1994), όπου σε περίπτωση ύπαρξης τάσης στα δεδομένα, ο υπολογισμός που προτείνεται παρουσιάζεται στην σχέση (4.4).

$$V_{RS,t} = [\ln(H_t) - \ln(O_t)][\ln(H_t) - \ln(C_t)] - [\ln(L_t) - \ln(O_t)][\ln(L_t) - \ln(C_t)] \quad (4.4)$$

4.3 Δεδομένα Έρευνας

4.3.1 Χρηματιστηριακοί Δείκτες Έρευνας

Τα δεδομένα της έρευνάς μας προέρχονται από τρεις διαφορετικούς χρηματιστηριακούς δείκτες της παγκόσμιας οικονομίας. Ο πρώτος δείκτης είναι ο

Dow Jones Industrial Average (DJI) από τα χρηματιστήρια της Νέας Υόρκης, ο δεύτερος δείκτης είναι ο Financial Times Stock Exchange 100 Index (FTSE100) από το χρηματιστήριο του Λονδίνου, και ο τρίτος δείκτης είναι ο Standard and Poor's/Australian Securities Exchange 200 Index (S&P/ASX 200) από το χρηματιστήριο του Σίδνεϋ στην Αυστραλία. Οι πρώτοι δύο δείκτες επιλέχθηκαν με κριτήριο κυρίως την σημαντικότητά τους και την γενικότερη αναγνωρισιμότητά τους ως οι δύο κυριότεροι χρηματιστηριακοί δείκτες που μπορούν να θεωρηθούν ως βαρόμετρα της παγκόσμιας χρηματιστηριακής αγοράς. Περαιτέρω, οι δυο αυτοί δείκτες ακολουθούν μετοχές που είναι πόλος έλξης για συναλλαγές υψηλών συχνότητων. Ο τρίτος δείκτης συμπεριληφθεί ως εκπρόσωπος των χρηματιστηριακών δεικτών μικρότερου μεγέθους των αγορών με σχετικά μικρότερη κεφαλαιοποίηση αλλά και σαφώς μικρότερο όγκο συναλλαγών σε υψηλή συχνότητα.

4.3.1.1 Dow Jones Industrial Average (DJIA)

Ο Dow Jones Industrial Average δημιουργήθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα από τον Charles H. Dow, ο οποίος ως συντάκτης της εφημερίδας The Wall Street Journal και συνιδρυτής της εταιρίας Dow Jones συνέθεσε και δημιούργησε μεγάλο αριθμό χρηματιστηριακών δεικτών. Ο δείκτης παίρνει το όνομα του από τον ίδιο τον Charles Dow και από τον συνεργάτη του Edward Jones. Ο δείκτης παρακολουθεί τις μετοχές τριάντα (30) μεγάλων εισηγμένων εταιριών των ΗΠΑ από τα χρηματιστήρια της Νέας Υόρκης NYSE και NASDAQ. Ο όρος Industrial (Βιομηχανικός) έχει κατά κύριο λόγο πλέον ιστορικό χαρακτήρα, αφού μεγάλη μερίδα των μοντέρνων εταιριών του δείκτη δεν δραστηριοποιούνται στο βιομηχανικό κλάδο. Ο δείκτης σταθμίζεται με βάση την τιμή των μετοχών, άρα οι μετοχές με μεγαλύτερη αξία ασκούν μεγαλύτερη επίδραση στον δείκτη και αντιστρόφως. Πιο συγκεκριμένα, ο υπολογισμός του δείκτη γίνεται αθροίζοντας την αξία των τριάντα (30) μετοχών και διαιρώντας τις με ένα μεταβαλλόμενο διαιρέτη τον Dow Divisor. Ο Dow Divisor χρησιμοποιείται και υπολογίζεται με σκοπό να διατηρηθεί η ιστορική συνοχή του δείκτη, η οποία μπορεί να επηρεαστεί από μετοχικά split και από αλλαγές στην μετοχική σύνθεση του

δείκτη. Η τιμή του Dow Divisor βρίσκεται αισθητά κάτω της μονάδας γεγονός που μπορεί να τον χαρακτηρίσει πλέον ως πολλαπλασιαστή, με την τιμή του κατά το 2017 να κυμαίνεται περίπου στο 0,14.

4.3.1.2 Financial Times Stock Exchange 100 Index (FTSE100)

Ο δείκτης Financial Times Stock Exchange 100 Index δημιουργήθηκε τον Ιανουάριο του 1984 σε συνεργασία της εφημερίδας Financial Times και του χρηματιστηρίου του Λονδίνου London Stock Exchange. Ο δείκτης FTSE100 ξεκίνησε με βάση τις 1.000 μονάδες και απαρτίζεται από τις 100 μετοχές εταιριών του Ηνωμένου Βασιλείου με την υψηλότερη κεφαλαιοποίηση στο χρηματιστήριο του Λονδίνου (London Stock Exchange). Θεωρείται γενικότερα ως δείκτης μέτρησης της οικονομικής πορείας των μεγάλων επιχειρήσεων του Ηνωμένου Βασιλείου, παρά το γεγονός ότι αρκετές εταιρίες του δείκτη έχουν πολυεθνική παρουσία. Ο δείκτης στον υπολογισμό του σταθμίζεται με βάση την κεφαλαιοποίηση των μετοχών, με αποτέλεσμα οι μετοχές μεγαλύτερης κεφαλαιοποίησης να ασκούν την μεγαλύτερη επίδραση στον δείκτη, συγκριτικά με τις μετοχές του δείκτη με την μικρότερη κεφαλαιοποίηση. Επίσης, στον υπολογισμό του δείκτη λαμβάνεται υπόψη ένας συντελεστής διόρθωσης που βασίζεται στο ποσοστό των διαθέσιμων μετόχων προς διαπραγμάτευση της κάθε εταιρίας.

4.3.1.3 Standard and Poor's/Australian Securities Exchange 200 Index (S&P/ASX 200)

Ο δείκτης Standard and Poor's/Australian Securities Exchange 200 Index (S&P/ASX 200) δημιουργήθηκε τον Μάρτιο του 2000 από την Standard and Poor's. Ο δείκτης ξεκίνησε με βάση τις 3.133,3 μονάδες, όσο ήταν εκείνη την στιγμή η τιμή του παλαιότερου χρηματιστηριακού δείκτη της Αυστραλίας All Ordinaries Index (AOI). Ο δείκτης S&P/ASX200 θεωρείται πλέον ως ο δείκτης βαρόμετρο για την οικονομική κατάσταση της Αυστραλιανής οικονομίας μιας και απαρτίζεται από τις μετοχές 200 εταιριών με την υψηλότερη κεφαλαιοποίηση στο χρηματιστήριο του Σίδνεϋ. Ο

δείκτης σταθμίζει την κεφαλαιοποίηση των μετοχών στον υπολογισμό του και λαμβάνει υπόψη το ποσοστό των διαθέσιμων μετοχών προς διαπραγμάτευση κάθε εταιρίας, όπως και ο FTSE 100.

4.4 Πηγή Δεδομένων

Τα δεδομένα της έρευνά μας προέρχονται από την βάση δεδομένων Datastream της Thomson Reuters.

4.5 Χρονική Περίοδος – Συχνότητα Δεδομένων

Η έρευνά μας αντλεί δεδομένα περίπου από το πρώτο τρίμηνο του 2017, πιο συγκεκριμένα αφορά την χρονική περίοδο 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017. Η συχνότητα των δεδομένων διαχωρίζεται σε δύο επίπεδα: α) **ανά λεπτό** και β) **ανά 30 λεπτά** διαπραγμάτευσης. Τα δεδομένα αφορούν και τις τέσσερις βασικές μεταβλητές των δεδομένων μας στο συγκεκριμένο χρονικό σημείο, δηλαδή τιμή ανοίγματος, υψηλότερη τιμή, χαμηλότερη τιμή, και τιμή κλεισίματος.

4.6 Περιγραφικά Στατιστικά Δεδομένων Έρευνας

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε τα περιγραφικά στατιστικά των δεδομένων και για τους τρεις δείκτες σε μονόλεπτες και τριαντάλεπτες παρατηρήσεις στο υπό μελέτη χρονικό διάστημα του 1^{ου} τριμήνου του 2017.

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζουμε:

- 1) Τον **αριθμητικό μέσο**, που είναι το πιο γνωστό και συνηθισμένο μέτρο κεντρικής τάσης και αποτελεί την τιμή που είναι πιο κοντά στο σύνολο των παρατηρήσεων.
- 2) Την **διάμεσο**, που είναι επίσης μέτρο κεντρικής τάσης που επηρεάζεται όμως λιγότερο από ακραίες τιμές σε σύγκριση με τον αριθμητικό μέσο και αντιπροσωπεύει το 50% των παρατηρήσεων.

- 3) Την **ελάχιστη τιμή**, που είναι η πιο ακραία τιμή εκ αριστερών της κατανομής των δεδομένων.
- 4) Την **μέγιστη τιμή**, που είναι η πιο ακραία τιμή εκ δεξιών της κατανομής των δεδομένων.
- 5) Την **τυπική απόκλιση**, που δείχνει την μέση απόκλιση των δεδομένων από τον αριθμητικό μέσο και αποτελεί μέτρο διασποράς της κατανομής.
- 6) Τον **συντελεστή μεταβλητότητας**, που αποτελεί ένα τυποποιημένο μέτρο της διασποράς της κατανομής με βάση τον λόγο του αριθμητικού μέσου προς την τυπική απόκλιση.
- 7) Την **ασυμμετρία**, που αποτελεί ένα μέτρο ποσοτικοποίησης της διαφοροποίησης της συμμετρικότητας της κατανομής των δεδομένων από μια συμμετρική κατανομή ως προς την κατεύθυνση και το μέγεθος των ουρών.
- 8) Την **υπερβάλλουσα κύρτωση**, που αποτελεί μέτρο συγκέντρωσης των δεδομένων κοντά στον αριθμητικό μέσο και υπολογίζεται με βάση την διαφοροποίηση της κατανομής από την κύρτωση της κανονικής κατανομής. Δηλαδή, η υπερβάλλουσα κύρτωση μπορεί να υπολογιστεί αν από την υπολογισμένη κύρτωση αφαιρεθεί το 3 που αντιστοιχεί στην κανονική κατανομή και παίρνει τιμές από το -2 μέχρι $+\infty$.
- 9) Το **5% των παρατηρήσεων**, που δείχνει σε ποια τιμή αντιστοιχεί το 5% των δεδομένων από την ελάχιστη τιμή προς την μέγιστη και στην ουσία αποτελεί ένα δείγμα μέτρησης της ακρότητας των δεδομένων εκ αριστερών της κατανομής.
- 10) Το **95% των παρατηρήσεων**, που δείχνει σε ποια τιμή αντιστοιχεί το 95% των δεδομένων από την ελάχιστη τιμή προς την μέγιστη και στην ουσία αποτελεί ένα δείγμα μέτρησης της ακρότητας των δεδομένων εκ δεξιών της κατανομής.
- 11) Το **ενδοτεταρτημοριακό εύρος**, που αποτελεί μέτρο διασποράς των παρατηρήσεων και ισούται με την διαφορά ανάμεσα στο 75% των παρατηρήσεων και το 25% των παρατηρήσεων, δηλαδή ορίζεται ως η διαφορά των τιμών στα δεδομένα στο κεντρικό 50% των παρατηρήσεων.

12) Οι **κενές παρατηρήσεις**, που αποτελούν το σύνολο των κενών παρατηρήσεων μιας μεταβλητής στα δεδομένα.

Στο υπολογισμό των ανωτέρων περιγραφικών στοιχείων χρησιμοποιείται το οικονομετρικό λογισμικό Gretl στην έκδοση 2017d.

4.6.1 Δείκτης S&P/ASX 200 παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του Αυστραλιανού δείκτη S&P ASX 200 για τις υπό μελέτη μεταβλητές των τιμών ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης με 819 συνολικές παρατηρήσεις κατά την χρονική διάρκεια της έρευνας μας. Οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως σχεδόν συμμετρικές με πολύ μικρή θετική ασυμμετρία για την μεταβλητή Low και ελάχιστα αρνητική ασυμμετρία για τις υπόλοιπες μεταβλητές. Επίσης, οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως πλατύκυρτες με αρνητική υπερβάλλουσα κυρτότητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1				
Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη S&P ASX 200 για 819 30λεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	Open	High	Low	Close
Αριθμητικός Μέσος	5741.42	5745.99	5737.02	5741.53
Διάμεσος	5751.70	5755.70	5746.70	5751.80
Ελάχιστη Τιμή	5586.70	5595.70	5582.70	5587.90
Μέγιστη Τιμή	5898.70	5901.50	5896.20	5898.30
Τυπική Απόκλιση	69.72	69.5320	70.0219	69.9529
Συν.Μεταβλητότητας	0.01	0.0121010	0.0122053	0.0121837
Ασυμμετρία	-0.01	-0.0113571	0.00422159	-0.00467179
Υπερ. Κύρτωση	-0.49	-0.484075	-0.497731	-0.493792
5% Παρατηρήσεων	5626.80	5630.60	5620.90	5626.30
95% Παρατηρήσεων	5868.40	5872.10	5864.80	5869.10

Ενδοτ/ιακό Εύρος	93.40	92.10	94.10	92.90
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στο Διάγραμμα 4.1 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων μεταβλητών: τιμές ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close, στο διάστημα 6/1/2017 με 5/4/2017 με 819 παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάστηκε στις 7/2/2017 με τιμή 5.582,7 στην 279^η παρατήρηση της μεταβλητής Low και η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στις 31/3/2017 με τιμή 5.901,5 στην 774^η παρατήρηση της μεταβλητής High. Σε γενικές γραμμές οι διαφοροποιήσεις των μεταβλητών στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι σχετικά μικρές, με την μεταβλητή High να παρουσιάζει μερικές θετικές αποκλίσεις κατά διαστήματα, όπως και την μεταβλητή Low να παρουσιάζει αντίστοιχα αρνητικές αποκλίσεις, σε μικρότερο όμως βαθμό συγκριτικά.



4.6.2 Δείκτης Dow Jones Industrial Average (DJIA) παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά

Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του Αμερικάνικου δείκτη DJIA για τις υπό μελέτη μεταβλητές των τιμών ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης με 868 συνολικές παρατηρήσεις κατά την χρονική διάρκεια της έρευνάς μας. Οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως σχεδόν συμμετρικές και με τις τέσσερις να είναι με ελάχιστα αρνητική ασυμμετρία. Επίσης, οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως πλατύκυρτες με αρνητική υπερβάλλουσα κυρτότητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2				
Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη DJIA για 868 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017				
	Open	High	Low	Close
Αριθμητικός Μέσος	20423.53	20437.04	20409.65	20424.26
Διάμεσος	20585.33	20598.90	20571.38	20586.58
Ελάχιστη Τιμή	19709.64	19718.79	19677.94	19709.65
Μέγιστη Τιμή	21164.88	21169.11	21149.81	21165.00
Τυπική Απόκλιση	434.0372	433.3822	433.8581	433.7233
Συν.Μεταβλητότητας	0.02125182	0.02120572	0.02125749	0.02123569
Ασυμμετρία	-0.1803909	-0.1838254	-0.1866949	-0.1873256
Υπερβ. Κύρτωση	-1.551035	-1.553643	-1.544581	-1.548753
5% Παρατηρήσεων	19794.73	19814.45	19781.58	19794.65
95% Παρατηρήσεων	20969.45	20984.20	20958.33	20969.96
Ενδοτ/ιακό Εύρος	881.0650	877.5125	881.5700	879.0900
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στο Διάγραμμα 4.2 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων μεταβλητών: τιμές ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close, στο διάστημα 5/1/2017 με 4/4/2017 με 868

παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης στο δείκτη Dow Jones Industrial Average. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάστηκε στις 19/1/2017 με τιμή 19.677,94 στην 137^η παρατήρηση της μεταβλητής Low και η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στις 1/3/2017 με τιμή 21.169,11 στην 530^η παρατήρηση της μεταβλητής High. Όπως και στο γράφημα του προηγούμενου δείκτη δεν υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, με την μεταβλητή Low να παρουσιάζει πιο έντονες αρνητικές αποκλίσεις συγκριτικά με την μεταβλητή High. Ο δείκτης DJIA στην αναφερόμενη περίοδο παρουσίασε αύξηση 3,84% ανοίγοντας στις 5/1/2017 στις 19.924,56 μονάδες και κλείνοντας στις 4/4/2017 στις 20.689,24 μονάδες με μέσο όρο συναλλαγών περίπου στα 22,35 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2

Μεταβολή μεταβλητών **Open**, **High**, **Low**, και **Close** στον δείκτη **DJIA** για 868 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017



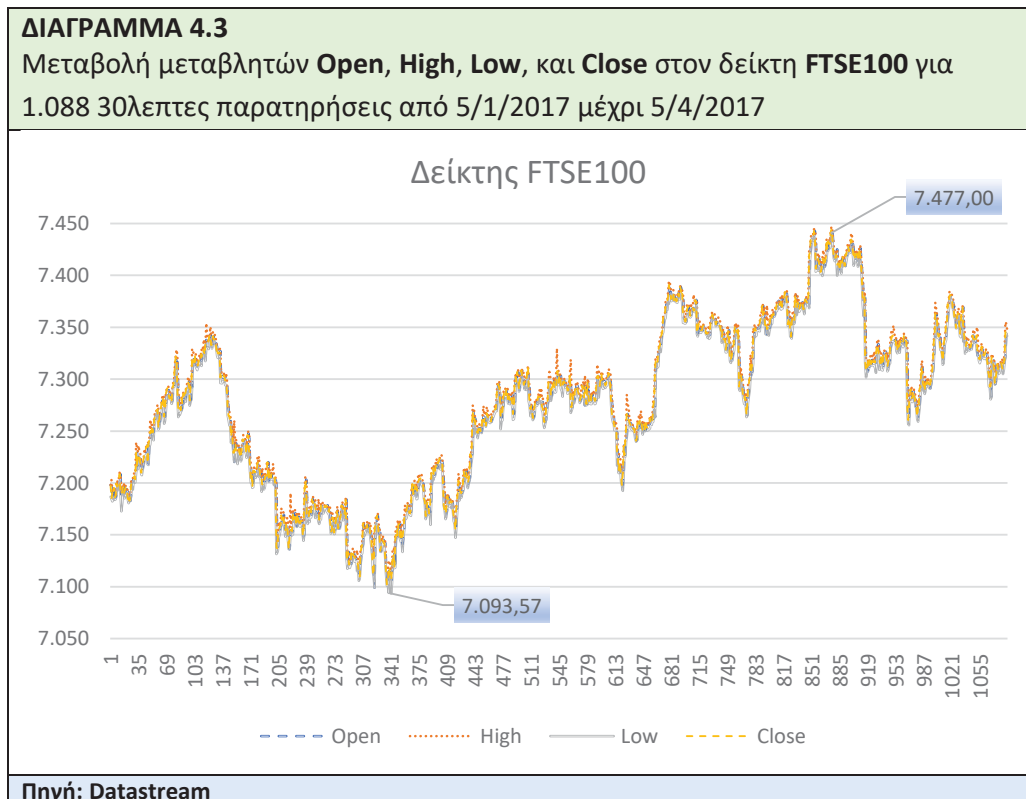
Πηγή: Datastream

4.6.3 Δείκτης Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100) παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά

Στον πίνακα 4.3 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του δείκτη FTSE100 του χρηματιστηρίου του Λονδίνου για τις υπό μελέτη μεταβλητές των τιμών ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης με 1.088 συνολικές παρατηρήσεις κατά την χρονική διάρκεια της έρευνάς μας. Οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζουν μια ελαφρά αρνητική ασυμμετρία, όμως θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως σχεδόν συμμετρικές. Επίσης, οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως πλατύκυρτες με αρνητική υπερβάλλουσα κυρτότητα. Ο συντελεστής μεταβλητότητας και για τις τέσσερις μεταβλητές κυμαίνεται μόλις στο 1% γεγονός που δείχνει ότι δεν υπήρξαν έντονες διακυμάνσεις στο χρονικό διάστημα που ελέγχουμε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3				
Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη FTSE100 για 1.088 30λεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	Open	High	Low	Close
Αριθμητικός Μέσος	7277.43	7283.22	7272.03	7277.7
Διάμεσος	7286.53	7292.76	7280.70	7287.2
Ελάχιστη Τιμή	7099.15	7107.70	7093.57	7102.1
Μέγιστη Τιμή	7444.84	7447.00	7439.83	7444.9
Τυπική Απόκλιση	78.7713	78.3414	78.9981	78.784
Συν.Μεταβλητότητας	0.0108241	0.0107564	0.0108633	0.010825
Ασυμμετρία	-0.150303	-0.153168	-0.157411	-0.15755
Υπερ. Κύρτωση	-0.814538	-0.838260	-0.816303	-0.81484
5% Παρατηρήσεων	7149.26	7157.61	7144.71	7149.1
95% Παρατηρήσεων	7410.40	7415.69	7404.57	7410.4
Ενδοτ/ιακό Εύρος	128.633	130.435	130.225	129.35
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στο Διάγραμμα 4.3 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων μεταβλητών: τιμής ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close, στο διάστημα 5/1/2017 με 5/4/2017 με 1.088 παρατηρήσεις ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης στο δείκτη Financial Times Stock Exchange 100. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάστηκε στις 2/2/2017 με τιμή 7.093,57 στην 342^η παρατήρηση της μεταβλητής Low και η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στις 17/3/2017 με τιμή 7.447,00 στην 876^η παρατήρηση της μεταβλητής High. Όπως και στα γραφήματα των προηγούμενων δεικτών δεν υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, με την μεταβλητή High να παρουσιάζει πιο έντονες θετικές αποκλίσεις συγκριτικά με τις αρνητικές αποκλίσεις της μεταβλητής Low. Ο δείκτης FTSE100 στην αναφερόμενη περίοδο παρουσίασε αύξηση 2,07% ανοίγοντας στις 5/1/2017 στις 7.197,85 μονάδες και κλείνοντας στις 5/4/2017 στις 7.347,17 μονάδες με τον μέσο όρο του όγκου συναλλαγών να είναι περίπου στα 267,94 εκατομμύρια μετοχές ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης.



4.6.4 Δείκτης S&P/ASX 200 παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό

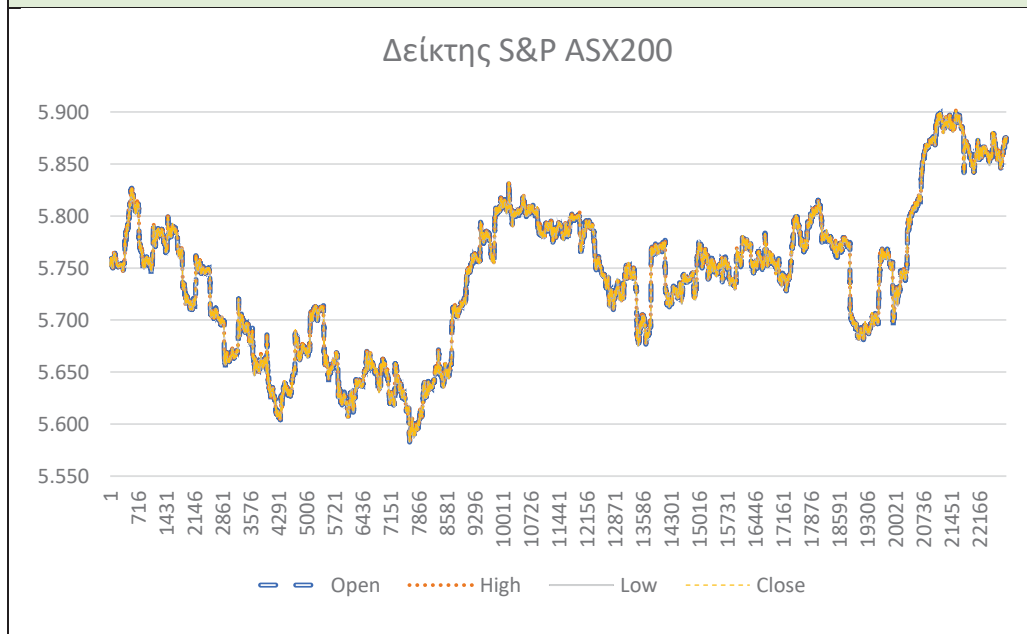
Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του Αυστραλιανού δείκτη S&P ASX 200 για τις υπό μελέτη μεταβλητές των τιμών ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης με 22.856 συνολικές παρατηρήσεις κατά την χρονική διάρκεια της έρευνας μας. Οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως σχεδόν συμμετρικές με πάρα πολύ μικρή αρνητική ασυμμετρία και για τις τέσσερις μεταβλητές. Επίσης, οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως πλατύκυρτες με αρνητική υπερβάλλουσα κυρτότητα στο -0,49 για όλες τις μεταβλητές. Σε μονόλεπτη ανάλυση τα περιγραφικά στατιστικά και των τεσσάρων μεταβλητών σχεδόν ταυτίζονται και έχουν στην ουσία τα ίδια μεγέθη και τάσεις, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί ως αναμενόμενο λόγω του μικρού χρονικού διαστήματος που χρησιμοποιούμε ανά παρατήρηση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4				
Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη S&P ASX 200 για 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	Open	High	Low	Close
Αριθμητικός Μέσος	5741.40	5741.70	5741.13	5741.43
Διάμεσος	5751.50	5751.70	5751.20	5751.40
Ελάχιστη Τιμή	5582.70	5583.70	5582.70	5583.60
Μέγιστη Τιμή	5901.50	5901.50	5901.20	5901.20
Τυπική Απόκλιση	69.8163	69.8063	69.8214	69.8126
Συν.Μεταβλητότητας	0.0121602	0.0121578	0.0121616	0.0121594
Ασυμμετρία	-0.00415383	-0.00409956	-0.00424946	-0.00420312
Υπερβάλ. Κύρτωση	-0.488250	-0.488090	-0.488578	-0.488387
5% Παρατηρήσεων	5626.60	5626.90	5626.38	5626.70
95% Παρατηρήσεων	5867.10	5867.50	5866.80	5867.10
Ενδοτ/ιακό Εύρος	93.4000	93.4750	93.4000	93.3000
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στο Διάγραμμα 4.4 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων μεταβλητών: τιμής ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close, στο διάστημα 6/1/2017 με 5/4/2017 με 22.856 παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης στο δείκτη S&P ASX 200. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάστηκε στις 7/2/2017 με τιμή 5.582,7 στην 7.636^η παρατήρηση της μεταβλητής Low και η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στις 31/3/2017 με τιμή 5.091,5 στην 21.572^η παρατήρηση της μεταβλητής High. Όπως και στο αντίστοιχο διάγραμμα των 30λεπτων παρατηρήσεων του δείκτη ASX200, έτσι και στο διάγραμμα των μονόλεπτων παρατηρήσεων δεν υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό. Ο δείκτης ASX200 παρουσίασε την μεγαλύτερη μεμονωμένη άνοδο κατά την περίοδο 7/2/2017 με 17/2/2017 όπου υπήρξε αύξηση 4,25% ξεκινώντας από την χαμηλότερη τιμή 5.582,7 και φτάνοντας στις 5.819,9 μονάδες στις 17/2/2017. Αντίστροφα η σημαντικότερη μεμονωμένη πτώση του δείκτη συνέβη κατά το χρονικό διάστημα 9/1/2017 με 7/2/2017, όπου η τιμή του δείκτη εμφάνισε μεταβολή -4,2%, ξεκινώντας από τις 5.827,5 μονάδες και καταλήγοντας στην χαμηλότερη τιμή των δεδομένων 5.582,7 στις 7/2/2017

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4

Μεταβολή μεταβλητών **Open**, **High**, **Low**, και **Close** στον δείκτη **S&P ASX 200** για 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017



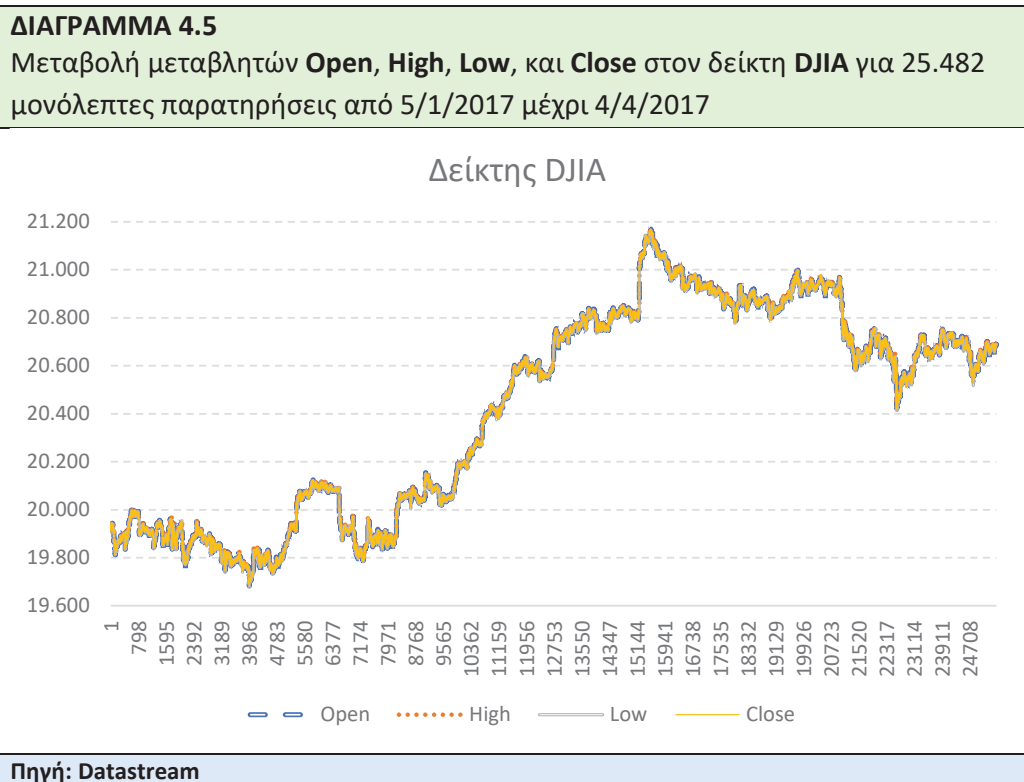
Πηγή: Datastream

4.6.5 Δείκτης Dow Jones Industrial Average (DJIA) παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό

Στον πίνακα 4.5 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του Dow Jones Industrial Average του χρηματιστηρίου NYSE της Νέας Υόρκης για τις υπό μελέτη μεταβλητές των τιμών ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης με 25.482 συνολικές παρατηρήσεις κατά την χρονική διάρκεια της έρευνας μας. Οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως σχεδόν συμμετρικές με πάρα πολύ μικρή αρνητική ασυμμετρία και για τις τέσσερις μεταβλητές. Επίσης, οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως έντονα πλατύκυρτες με αρνητική υπερβάλλουσα κυρτότητα στο -1,55 για όλες τις μεταβλητές. Όπως και στα μονόλεπτα δεδομένα του δείκτη ASX200, έτσι και στο δείκτη DJIA τα περιγραφικά στατιστικά και των τεσσάρων μεταβλητών σχεδόν ταυτίζονται και έχουν στην ουσία τα ίδια μεγέθη και τάσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5				
Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open , High , Low , και Close στον δείκτη DJIA για 25.482 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017				
	Open	High	Low	Close
Αριθμητικός Μέσος	20423.70	20425.83	20421.61	20423.73
Διάμεσος	20583.28	20585.49	20581.28	20583.43
Ελάχιστη Τιμή	19682.89	19688.47	19677.94	19682.84
Μέγιστη Τιμή	21168.85	21169.11	21164.43	21169.04
Τυπική Απόκλιση	433.5337	433.4973	433.5452	433.5199
Συν.Μεταβλητότητας	0.02122699	0.02122299	0.02122972	0.02122628
Ασυμμετρία	-0.1848160	-0.1848598	-0.1849562	-0.1850424
Υπερβάλ. Κύρτωση	-1.548819	-1.549351	-1.548177	-1.548748
5% Παρατηρήσεων	19798.49	19800.78	19795.66	19798.48
95% Παρατηρήσεων	20973.20	20974.77	20971.24	20973.15
Ενδοτ/ιακό Εύρος	878.0750	877.8700	878.5250	878.0725
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στο Διάγραμμα 4.5 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων μεταβλητών: τιμής ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close, στο διάστημα 5/1/2017 με 4/4/2017 με 25.482 παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης στο δείκτη DJIA. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάστηκε 19/1/2017 με τιμή 19.677,94 στην 3.991^η παρατήρηση της μεταβλητής Low και η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στις 1/3/2017 με τιμή 21.169,11 στην 15.536^η παρατήρηση της μεταβλητής High. Παρομοίως με το διάγραμμα των 30λεπτων παρατηρήσεων του δείκτη DJIA δεν παρουσιάζονται έντονες διαφοροποιήσεις στο διάγραμμα των μονόλεπτων παρατηρήσεων μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σε ακόμα πιο έντονο βαθμό. Ο δείκτης DJIA παρουσίασε την μεγαλύτερη μεμονωμένη άνοδο κατά την περίοδο 19/1/2017 με 1/3/2017, η οποία περιλαμβάνει και τις δύο ακραίες τιμές της περιόδου, όπου υπήρξε αύξηση 7,58% ξεκινώντας από την χαμηλότερη τιμή 19.677,94 και φτάνοντας στις 21.169,11 μονάδες στις 1/3/2017. Αντίστροφα, η σημαντικότερη μεμονωμένη πτώση του δείκτη συνέβη κατά το χρονικό διάστημα 1/3/2017 με 27/3/2017, όπου η τιμή του δείκτη εμφάνισε μεταβολή -3,57%, ξεκινώντας από την υψηλότερη τιμή 21.169,11 μονάδες και καταλήγοντας στις 20.412,80 μονάδες στις 27/3/2017.



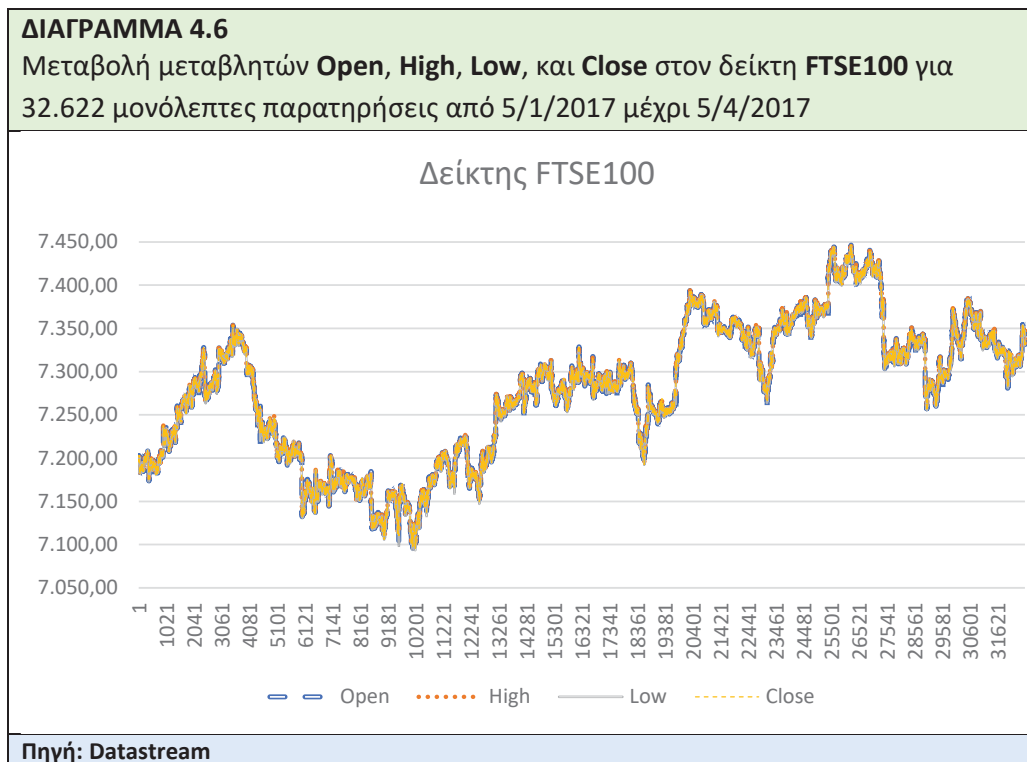
4.6.6 Δείκτης Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100) παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό

Στον πίνακα 4.6 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του δείκτη Financial Times Stock Exchange 100 του χρηματιστηρίου του Λονδίνου για τις υπό μελέτη μεταβλητές των τιμών ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης με 32.622 συνολικές παρατηρήσεις κατά την χρονική διάρκεια της έρευνάς μας. Οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως σχεδόν συμμετρικές με πάρα πολύ μικρή αρνητική ασυμμετρία και όλες τις μεταβλητές. Επίσης, οι κατανομές και των τεσσάρων μεταβλητών παρουσιάζονται ως πλατύκυρτες με αρνητική υπερβάλλουσα κυρτότητα στο -0,83 για όλες τις μεταβλητές. Σε συμφωνία με τις προηγούμενες αναλύσεις τον μονόλεπτων δεδομένων των προηγούμενων δεικτών, έτσι και στο δείκτη FTSE100 τα περιγραφικά στατιστικά και των τεσσάρων μεταβλητών σχεδόν ταυτίζονται και έχουν στην ουσία τα ίδια μεγέθη και τάσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6				
Περιγραφικά Στατιστικά μεταβλητών Open, High, Low, και Close στον δείκτη FTSE100 για 32.622 μονόλεπτες παρατηρήσεις από 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	Open	High	Low	Close
Αριθμητικός Μέσος	7277.70	7278.41	7277.00	7277.70
Διάμεσος	7287.17	7287.95	7286.50	7287.18
Ελάχιστη Τιμή	7093.74	7097.28	7093.57	7093.72
Μέγιστη Τιμή	7446.35	7447.00	7445.48	7446.33
Τυπική Απόκλιση	78.5803	78.5483	78.6113	78.5804
Συν.Μεταβλητότητας	0.0107974	0.0107920	0.0108027	0.0107974
Ασυμμετρία	-0.156559	-0.156469	-0.156991	-0.156791
Υπερβάλ. Κύρτωση	-0.826648	-0.828184	-0.825356	-0.826650
5% Παρατηρήσεων	7151.03	7151.90	7150.20	7151.02
95% Παρατηρήσεων	7410.10	7410.63	7409.44	7410.09
Ενδοτ/ιακό Εύρος	129.667	129.832	129.710	129.720
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στο Διάγραμμα 4.6 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των τεσσάρων μεταβλητών: τιμής ανοίγματος Open, υψηλότερης τιμής High, χαμηλότερης τιμής Low, και κλεισίματος Close, στο διάστημα 5/1/2017 με 5/4/2017 με 32.622 παρατηρήσεις ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης στο δείκτη FTSE100. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάστηκε στις 2/2/2017 με τιμή 7.093,57 στην 10.183^η παρατήρηση της μεταβλητής Low και η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στις 17/3/2017 με τιμή 7.447,00 στην 26.220^η παρατήρηση της μεταβλητής High. Όπως και στα προηγούμενα διαγράμματα των μονόλεπτων παρατηρήσεων για τους άλλους δύο δείκτες, έτσι και στον δείκτη FTSE100 δεν παρουσιάζονται έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των μεταβλητών που κινούνται παράλληλα, λόγω της εξάρτησής τους. Ο δείκτης FTSE100 παρουσίασε την μεγαλύτερη μεμονωμένη άνοδο κατά την περίοδο 2/2/2017 με 17/3/2017, η οποία περιλαμβάνει και τις δύο ακραίες

τιμές της περιόδου, όπου υπήρξε αύξηση 4,98% ξεκινώντας από την χαμηλότερη τιμή 7.093,57 και φτάνοντας στις 7.447,00 μονάδες στις 17/3/2017, που ήταν η υψηλότερη τιμή της περιόδου. Αντίστροφα, η σημαντικότερη μεμονωμένη πτώση του δείκτη συνέβη κατά το χρονικό διάστημα 16/1/2017 με 2/2/2017, όπου η τιμή του δείκτη εμφάνισε μεταβολή -3,54%, ξεκινώντας από τις 7.354,14 μονάδες και καταλήγοντας στις 7.093,57 μονάδες στις 2/2/2017, που ήταν και η χαμηλότερη τιμή της περιόδου.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στο τρέχον κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της έρευνάς μας στο πλαίσιο του ελέγχου της μεταβλητότητας των τριών χρηματιστηριακών δεικτών Standard and Poor's Australian Stock Exchange (S&P ASX 200), Dow Jones Industrial Average (DJIA), και Financial Times Stock Exchange 100 (FTSE100).

5.1 Μεταβλητότητα δείκτη S&P/ASX 200 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης

Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπολογισμών μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} και V_{gk} για τον δείκτη S&P ASX 200 με βάση τις σχέσεις (4.1), (4.2), (4.3), και (4.4) αντίστοιχα. Η απλή προσέγγιση υπολογισμού της μεταβλητότητας V_s , ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής περιόδου, υπερεκτιμά σε ιδιαίτερα έντονο βαθμό τις άλλες τρεις μορφές μεταβλητότητας. Με τον αριθμητικό μέσο των 819 παρατηρήσεων V_s να βρίσκεται στο 0,0016 περίπου, ενώ ο αριθμητικός μέσος των άλλων τριών προσεγγίσεων μεταβλητότητας είναι τρεις τάξεις μεγέθους μικρότερος περίπου στο 0,000001.

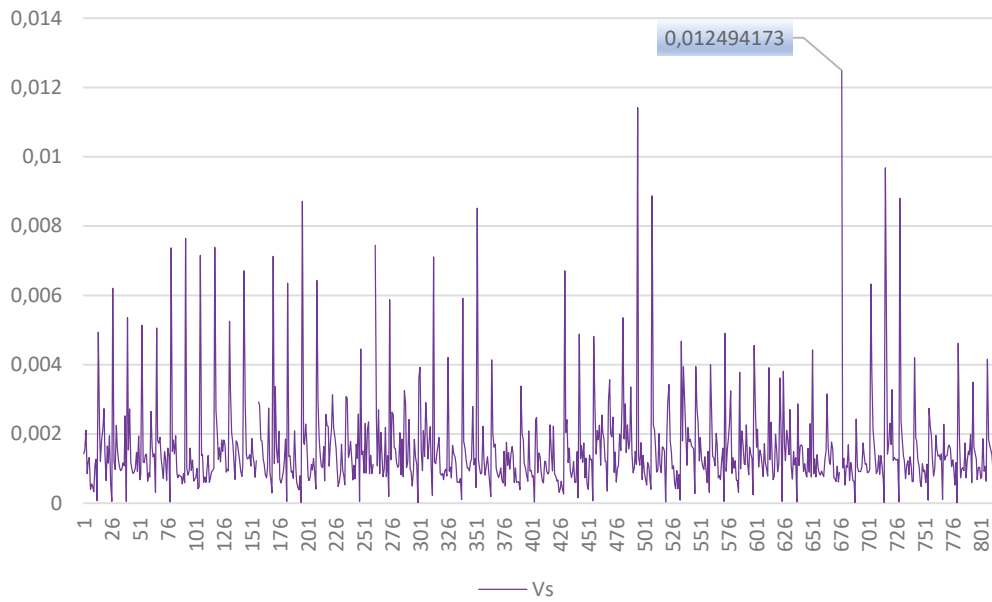
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1				
Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} , και V_{gk} για τον δείκτη S&P ASX 200 για 819 30λεπτες παρατηρήσεις από τις 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	V_s	V_p	V_{rs}	V_{gk}
Αριθμητικός Μέσος	0.0015630	1.5640E-06	1.0382E-06	1.1553E-06
Διάμεσος	0.0012247	5.4142E-07	4.5904E-07	5.1650E-07
Ελάχιστη Τιμή	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Μέγιστη Τιμή	0.012494	5.6354E-05	3.9613E-05	2.5697E-05
Τυπική Απόκλιση	0.0013753	4.1845E-06	2.5853E-06	2.4378E-06
Συν.Μεταβλητότητας	0.87990	2.6755	2.4902	2.1100
Ασυμμετρία	3.3355	7.0964	8.8676	5.7250
Υπερβάλ. Κύρτωση	15.254	65.600	104.54	41.102

5% Παρατηρήσεων	0.00038513	5.3546E-08	0.00000	2.3196E-08
95% Παρατηρήσεων	0.0041401	6.1876E-06	3.4713E-06	4.3407E-06
Ενδοτ/ιακό Εύρος	0.00091487	8.6852E-07	7.8326E-07	7.3368E-07
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.1 η μεταβλητότητα V_s και στο Διάγραμμα 5.2 οι μεταβλητότητες V_p , V_{rs} , και V_{gk} του δείκτη S&P ASX 200 κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας με 819 30λεπτες παρατηρήσεις. Η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητότητας V_s 0,012494 παρουσιάστηκε στις 22/3/2017 στην 677^η παρατήρηση, με το υψηλό του δείκτη σε εκείνο το 30λεπτο διαπραγμάτευσης να είναι 5.744,6 μονάδες και το χαμηλό 5.702,9 μονάδες. Στην ίδια χρονική στιγμή παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας V_p 5,63E-05. Ενώ, οι μεγαλύτερες τιμές για τις μεταβλητότητες V_{rs} και V_{gk} παρουσιάζονται στις 19/1/2017 στην 118^η παρατήρηση των δύο μεταβλητών με τιμές 3,96E-05 και 2,57E-05 αντίστοιχα. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα 5.1 και 5.2 γίνεται εύκολα αντιληπτό πως όλοι οι υπολογισμοί μεταβλητότητας εμφανίζουν τα ίδια επεισόδια μεταβλητότητας, με την διαφορά ότι η μέτρηση V_s τα υπερεκτιμά σε μεγάλο βαθμό. Επίσης, διαπιστώνεται ότι στο πρώτο μισό της περιόδου η μεταβλητότητα είναι πιο έντονη, ενώ στο δεύτερο μισό η μεταβλητότητα έχει μικρότερη ένταση γενικότερα αλλά συγχρόνως εμφανίζονται τα μεγαλύτερα μεμονωμένα γεγονότα μεταβλητότητας.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1

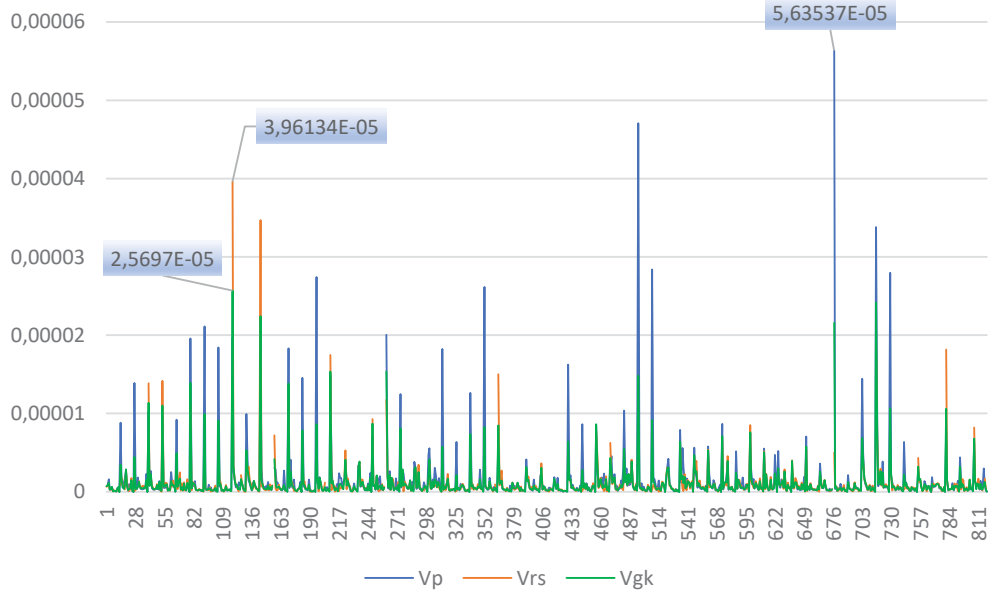
Μεταβλητότητα V_s δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **S&P ASX 200** ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2

Μεταβλητότητα V_p , V_{RS} , V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **S&P ASX 200** ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης



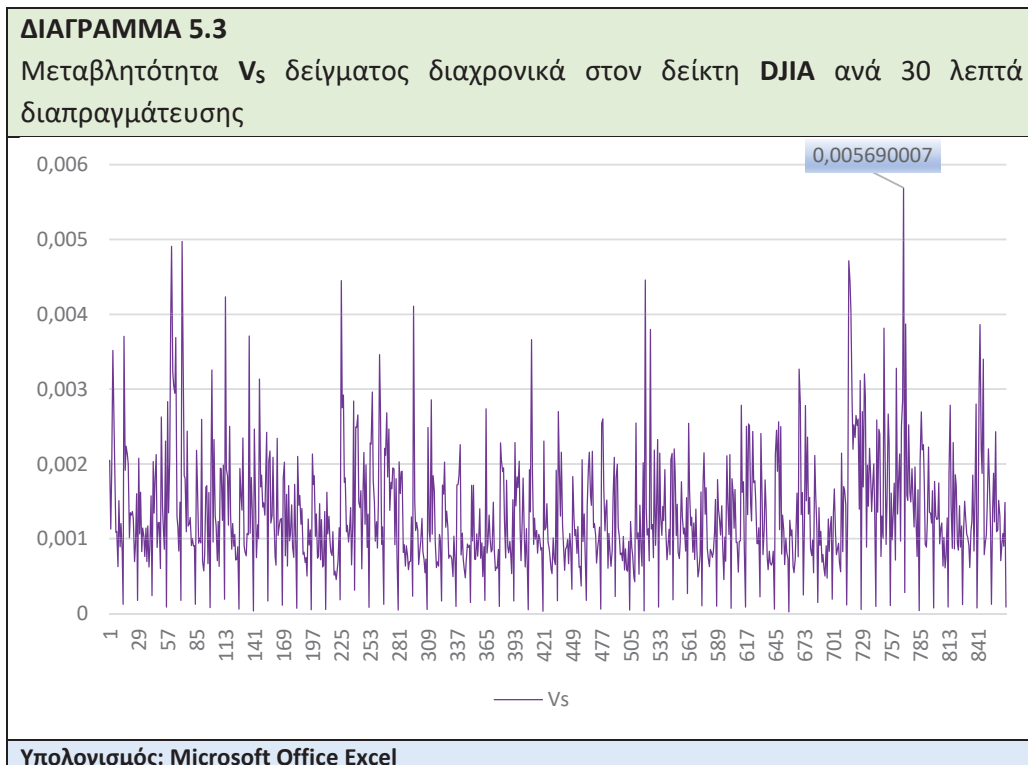
Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

5.2 Μεταβλητότητα δείκτη DJIA ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης

Στον πίνακα 5.2 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπολογισμών μεταβλητότητας Vs, Vp, Vrs και Vgk για τον δείκτη DJIA με βάση τις σχέσεις (4.1), (4.2), (4.3), και (4.4) αντίστοιχα. Παρομοίως, όπως και στον προηγούμενο δείκτη ο απλός υπολογισμός της μεταβλητότητας Vs, ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής περιόδου, υπερεκτιμά σε ιδιαίτερα έντονο βαθμό τις άλλες τρεις μορφές μεταβλητότητας. Με τον αριθμητικό μέσο των 868 παρατηρήσεων Vs να βρίσκεται στο 0,0013 περίπου, ενώ ο αριθμητικός μέσος των άλλων τριών προσεγγίσεων μεταβλητότητας Vp, Vrs, και Vgk να είναι τέσσερις τάξεις μεγέθους μικρότερος περίπου στο 0,0000009 ή 9,0E-07.

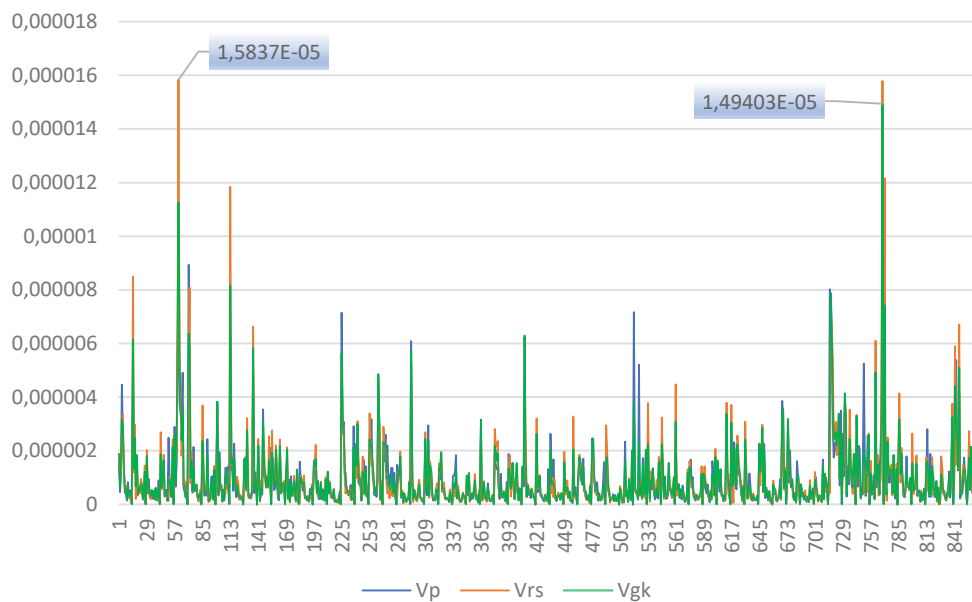
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2				
Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vp, Vrs, και Vgk για τον δείκτη DJIA για 868 30λεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017				
	Vs	Vp	Vrs	Vgk
Αριθμητικός Μέσος	0.0013421	8.8637E-07	9.3666E-07	8.9778E-07
Διάμεσος	0.0011578	4.8390E-07	4.9339E-07	5.2971E-07
Ελάχιστη Τιμή	2.3035E-05	1.9156E-10	0.00000	1.3685E-10
Μέγιστη Τιμή	0.0056900	1.1688E-05	1.5837E-05	1.4940E-05
Τυπική Απόκλιση	0.00080921	1.1687E-06	1.4168E-06	1.2065E-06
Συν.Μεταβλητότητας	0.60293	1.3186	1.5126	1.3439
Ασυμμετρία	1.2956	3.6381	5.0790	4.4750
Υπερβάλ. Κύρτωση	2.8571	19.175	38.735	32.950
5% Παρατηρήσεων	0.00016982	1.0411E-08	1.7438E-09	3.5388E-09
95% Παρατηρήσεων	0.0027933	2.8168E-06	3.0930E-06	2.8464E-06
Ενδοτ/ιακό Εύρος	0.00093466	8.6824E-07	8.2106E-07	8.4399E-07
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.3 η μεταβλητότητα V_s και στο Διάγραμμα 5.4 οι μεταβλητότητες V_p , V_{rs} , και V_{gk} του δείκτη DJIA κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας με 868 30λεπτες παρατηρήσεις. Η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητότητας V_s 0,00569 παρουσιάστηκε στις 24/3/2017 στην 769^η παρατήρηση, με το υψηλό του δείκτη σε εκείνο το 30λεπτο διαπραγμάτευσης να είναι 20.656,17 μονάδες και το χαμηλό 20.538,9 μονάδες. Ταυτόχρονα στο ίδιο χρονικό σημείο παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες τιμές μεταβλητότητας V_p και V_{gk} με τιμή $1,17E-05$ και $1,49E-05$ αντίστοιχα. Ενώ, η μεγαλύτερη τιμή για την μεταβλητότητα V_{rs} παρουσιάζεται στις 11/1/2017 στην 61^η παρατήρηση της μεταβλητής με τιμή $1,58E-05$. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα 5.3 και 5.4 δεν βγαίνει κοινό συμπέρασμα για την εικόνα της μεταβλητότητας όσον αφορά την ένταση της, αλλά όσον αφορά τα μεμονωμένα περιστατικά αυξημένης μεταβλητότητας τα δύο διαγράμματα είναι σε συμφωνία, με την μεταβλητότητα V_s να υπερεκτιμά την ένταση συγκριτικά με τους άλλους υπολογισμούς. Επίσης, διαπιστώνεται ότι γενικότερα η μεταβλητότητα στο δείκτη DJIA παρουσιάζει μια σχετική σταθερότητα ως προς την ένταση της, ανάλογα τον υπολογισμό, με μεμονωμένες στιγμές αυξημένης μεταβλητότητας στην αρχή και στο τέλος της περιόδου.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4

Μεταβλητότητα V_p , V_{rs} , V_{gk} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη DJIA ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

5.3 Μεταβλητότητα δείκτη FTSE100 ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης

Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπολογισμών μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} και V_{gk} για τον δείκτη FTSE100 με βάση τις σχέσεις (4.1), (4.2), (4.3), και (4.4) αντίστοιχα. Παρομοίως, όπως και στους προηγούμενους δείκτες ο απλός υπολογισμός της μεταβλητότητας V_s , ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής περιόδου, υπερεκτιμά σε ιδιαίτερα έντονο βαθμό τις άλλες τρεις μορφές μεταβλητότητας. Με τον αριθμητικό μέσο των 1.088 παρατηρήσεων V_s να βρίσκεται στο 0,0015 περίπου, ενώ ο αριθμητικός μέσος των άλλων τριών προσεγγίσεων μεταβλητότητας V_p , V_{rs} , και V_{gk} να είναι τέσσερις τάξεις μεγέθους μικρότερος περίπου στο 0,0000006 ή 6,0E-07.

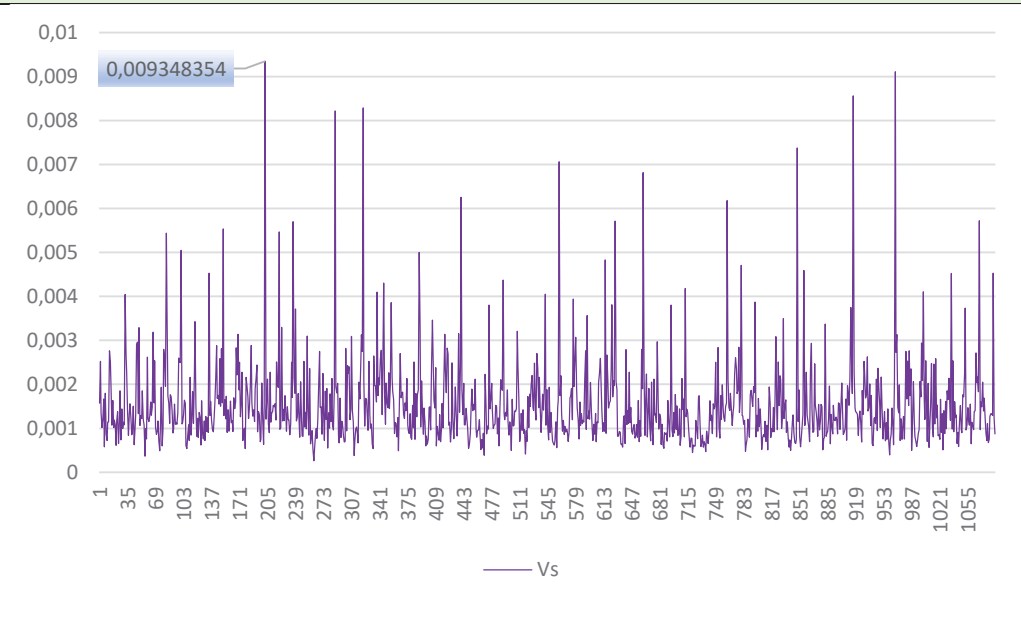
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3				
Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs , Vp , Vrs , και Vgk για τον δείκτη FTSE100 για 1.088 30λεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	Vs	Vp	Vrs	Vgk
Αριθμητικός Μέσος	0.0015386	1.2162E-06	1.0423E-06	1.0582E-06
Διάμεσος	0.0013039	6.1377E-07	5.9088E-07	6.1595E-07
Ελάχιστη Τιμή	0.00026193	2.4768E-08	0.00000	1.8100E-08
Μέγιστη Τιμή	0.0093484	3.1548E-05	2.7068E-05	1.9855E-05
Τυπική Απόκλιση	0.0010014	2.4923E-06	1.7957E-06	1.6564E-06
Συν.Μεταβλητότητας	0.65086	2.0492	1.7229	1.5653
Ασυμμετρία	3.2401	7.2846	7.4338	5.4889
Υπερβάλ. Κύρτωση	16.069	66.766	80.136	40.021
5% Παρατηρήσεων	0.00062206	1.3969E-07	1.0453E-07	1.4620E-07
95% Παρατηρήσεων	0.0031332	3.5440E-06	3.2562E-06	3.0838E-06
Ενδοτ/ιακό Εύρος	0.00085533	8.4447E-07	7.8267E-07	7.9077E-07
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.5 η μεταβλητότητα V_s και στο Διάγραμμα 5.6 οι μεταβλητότητες V_p , V_{rs} , και V_{gk} του δείκτη FTSE100 κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας με 1.088 30λεπτες παρατηρήσεις. Η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητότητας V_s 0,00935 παρουσιάζεται στις 23/1/2017 στην 202^η παρατήρηση, με το υψηλό του δείκτη σε εκείνο το 30λεπτο διαπραγμάτευσης να είναι στις 7.198,44 μονάδες και το χαμηλό στις 7.131,46 μονάδες. Στο ίδιο χρονικό σημείο παρουσιάζεται η μεγαλύτερες τιμή μεταβλητότητας V_p με τιμή 3,15E-05. Ενώ, η μεγαλύτερη τιμή για την μεταβλητότητα V_{rs} παρουσιάζεται την επόμενη μέσα στις 24/1/2017 στην 219^η παρατήρηση της μεταβλητής με τιμή 2,71E-05 και για την μεταβλητότητα V_{gk} στις 21/2/2017 στην 559^η παρατήρηση με τιμή 1,99E-05. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα 5.5 και 5.6 βγαίνουν κοινά συμπεράσματα όσο αφορά την ένταση της μεταβλητότητας γενικότερα και τα μεμονωμένα περιστατικά εντονότερης μεταβλητότητας, πάντα με την σημείωση πως η μεταβλητότητα V_s υπερεκτιμά την ένταση σε μέγεθος σε σύγκριση με τους άλλους υπολογισμούς μεταβλητότητας. Ακόμα, διαπιστώνεται ότι γενικότερα η μεταβλητότητα στο δείκτη

FTSE100 παρουσιάζει μια γενικότερη αστάθεια με συνεχείς αυξομειώσεις και ύπαρξη αυξημένων περιστατικών υψηλής μεταβλητότητας σε όλη την διάρκεια της περιόδου.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5

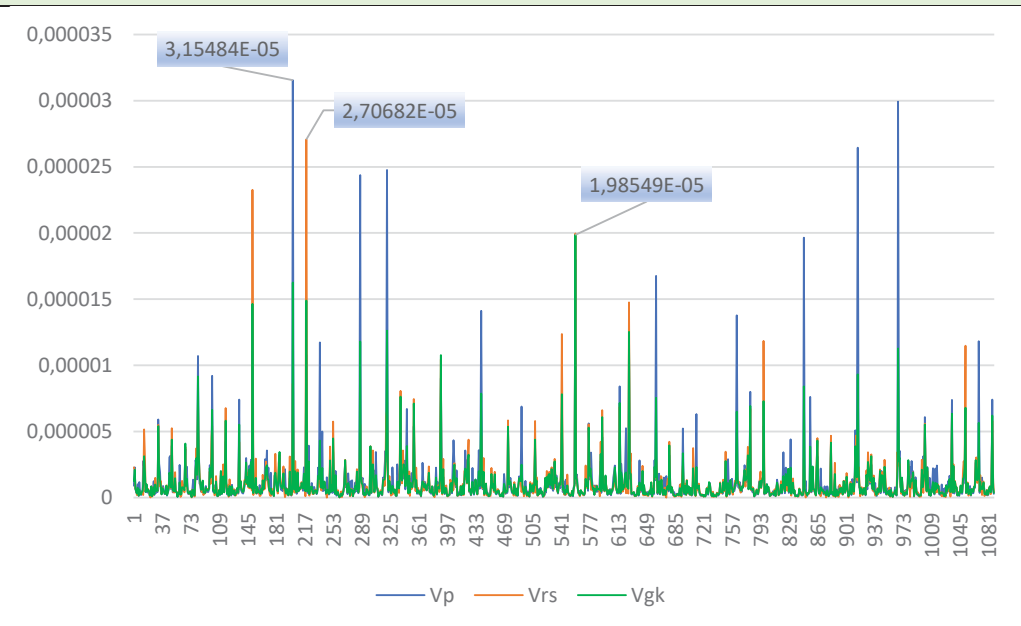
Μεταβλητότητα V_s δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **FTSE100** ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6

Μεταβλητότητα V_p , V_{rs} , V_{gk} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **FTSE100** ανά 30 λεπτά διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

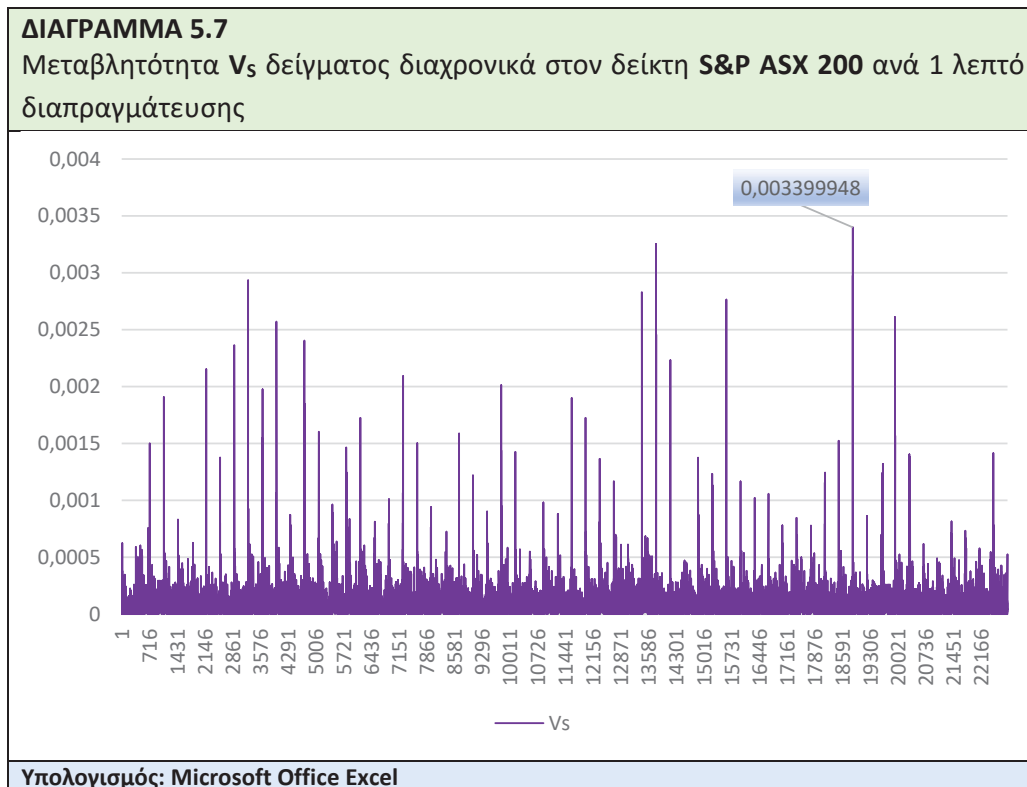
5.4 Μεταβλητότητα δείκτη S&P ASX 200 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης

Στον πίνακα 5.4 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπολογισμών μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} και V_{gk} για τον δείκτη S&P ASX 200 με βάση τις σχέσεις (4.1), (4.2), (4.3), και (4.4) αντίστοιχα για μονόλεπτες παρατηρήσεις διαπραγμάτευσης. Παρομοίως, όπως και στους 30λεπτους υπολογισμούς του ίδιου δείκτη, ο απλός υπολογισμός της μεταβλητότητας V_s , ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής περιόδου, υπερεκτιμά σε ιδιαίτερα έντονο βαθμό τις άλλες τρεις μορφές μεταβλητότητας. Με τον αριθμητικό μέσο των 22.856 μονόλεπτων παρατηρήσεων V_s να βρίσκεται στο 0,0001, ενώ ο αριθμητικός μέσος της μεταβλητότητας V_p να είναι 9,9E-09, της V_{gk} 3,1E-09, και της V_{rs} να είναι μόλις 4,9E-13. Αξίζει να σημειωθεί πως σχεδόν όλες οι παρατηρήσεις της V_{rs} είναι μηδενικές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4				
Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} , και V_{gk} για τον δείκτη S&P ASX 200 για 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις από τις 6/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	V_s	V_p	V_{rs}	V_{gk}
Αριθμητικός Μέσος	0.00010026	9.8827E-09	4.8682E-13	3.1131E-09
Διάμεσος	6.9604E-05	1.7489E-09	0.00000	5.5087E-10
Ελάχιστη Τιμή	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Μέγιστη Τιμή	0.0033999	4.1730E-06	6.9026E-09	1.3144E-06
Τυπική Απόκλιση	0.00013162	8.0794E-08	5.3527E-11	2.5448E-08
Συν.Μεταβλητότητας	1.3128	8.1753	109.95	8.1745
Ασυμμετρία	8.5153	30.778	115.31	30.778
Υπερβάλ. Κύρτωση	136.63	1158.3	13790	1158.3
5% Παρατηρήσεων	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
95% Παρατηρήσεων	0.00027776	2.7852E-08	0.00000	8.7752E-09
Ενδοτ/ιακό Εύρος	8.9747E-05	5.1533E-09	0.00000	1.6233E-09
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

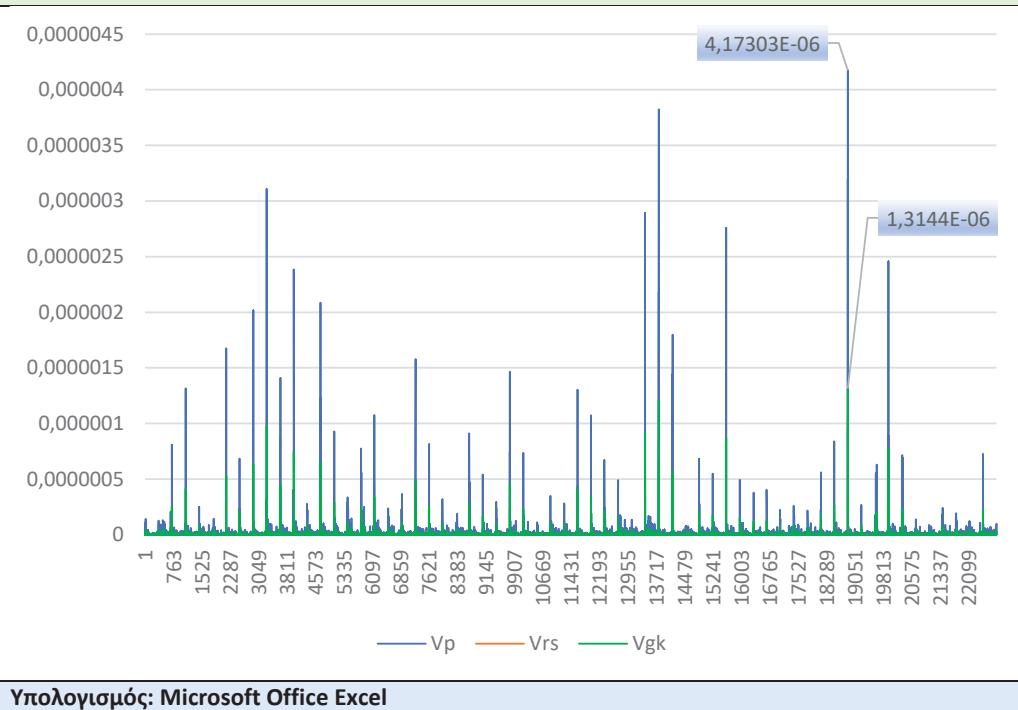
Στην συνέχεια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.7 η μεταβλητότητα V_s και στο Διάγραμμα 5.8 οι μεταβλητότητες V_p , V_{rs} , και V_{gk} του δείκτη S&P ASX 200 κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας με 22.856 μονόλεπτες παρατηρήσεις. Η

μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητότητας Vs 0,0034 παρουσιάστηκε στις 22/3/2017 στην 18.864^η παρατήρηση, με το υψηλό του δείκτη σε εκείνο το λεπτό διαπραγμάτευσης να είναι 5.774,6 μονάδες και το χαμηλό 5.755,0 μονάδες. Στην ίδια χρονική στιγμή και παρατήρηση παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας Vr 4,17E-06 και η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας Vgk με τιμή 1,31E-06. Η μέγιστη τιμή του Vrs είναι στις 30/3/2017 με τιμή 6,9E-09, βέβαια αξίζει να σημειωθεί ότι συνολικά στις 22.856 παρατηρήσεις ο υπολογισμός Vrs διαφέρει από το μηδέν μόλις σε 2 παρατηρήσεις. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα 5.7 και 5.8 γίνεται εύκολα αντιληπτό πως όλοι οι υπολογισμοί μεταβλητότητας εμφανίζουν τα ίδια επεισόδια μεταβλητότητας, με την διαφορά ότι η μέτρηση μεταβλητότητας Vs τα υπερεκτιμά σε εντονότερο βαθμό. Επίσης, διαπιστώνεται μια γενικότερη αστάθεια της μεταβλητότητας σε μονόλεπτες παρατηρήσεις, με τα μεμονωμένα γεγονότα αυξημένης μεταβλητότητας να βρίσκονται κυρίως στο δεύτερο μισό του χρονικού διαστήματος. Τέλος, στο Διάγραμμα 5.8 είναι ξεκάθαρη η απουσία της μεταβλητής Vrs λόγω των μόλις 2 μη μηδενικών παρατηρήσεων συνολικά στην υπό μελέτη χρονική περίοδο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8

Μεταβλητότητα V_p , V_{rs} , V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **S&P ASX 200** ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης

**5.5 Μεταβλητότητα δείκτη DJIA ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης**

Στον πίνακα 5.5 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπολογισμών μεταβλητότητας V_s , V_p , V_{rs} και V_{GK} για τον δείκτη DJIA με βάση τις σχέσεις (4.1), (4.2), (4.3), και (4.4) αντίστοιχα για μονόλεπτες παρατηρήσεις διαπραγμάτευσης. Παρομοίως, όπως και στους υπολογισμούς του προηγούμενου δείκτη με μονόλεπτες παρατηρήσεις, ο απλός υπολογισμός της μεταβλητότητας V_s , ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής περιόδου, υπερεκτιμά σε μεγάλο βαθμό τις άλλες τρεις μορφές μεταβλητότητας. Με τον αριθμητικό μέσο των 25.482 μονόλεπτων παρατηρήσεων V_s να βρίσκεται στο 0,0002, ενώ ο αριθμητικός μέσος της μεταβλητότητας V_p να είναι $1,1E-08$, της V_{rs} $8,2E-08$, και της V_{GK} να είναι $2,0E-08$.

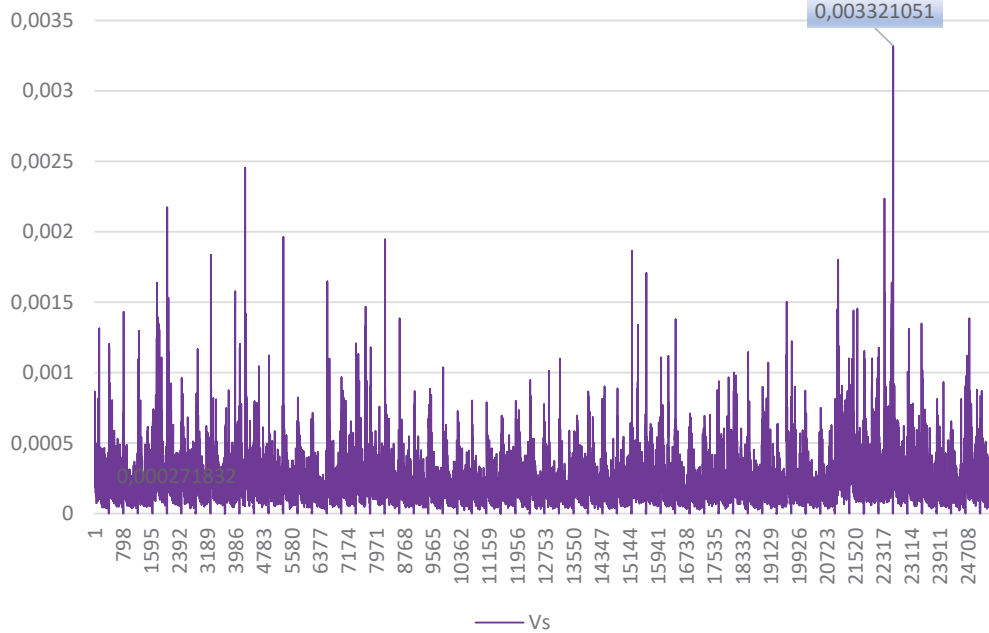
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5				
Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs , Vp , Vrs , και Vgk για τον δείκτη DJIA για 25.482 μονόλεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 4/4/2017				
	Vs	Vp	Vrs	Vgk
Αριθμητικός Μέσος	0.00020689	2.4067E-08	1.9241E-08	2.0047E-08
Διάμεσος	0.00017373	1.0895E-08	8.1803E-09	9.5332E-09
Ελάχιστη Τιμή	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Μέγιστη Τιμή	0.0033211	3.9816E-06	1.4138E-06	2.1987E-06
Τυπική Απόκλιση	0.00015449	5.9293E-08	4.3173E-08	4.3813E-08
Συν.Μεταβλητότητας	0.74674	2.4636	2.2439	2.1855
Ασυμμετρία	2.9906	21.353	10.875	14.724
Υπερβάλ. Κύρτωση	22.165	983.21	204.38	442.40
5% Παρατηρήσεων	3.8627e-005	5.3863E-10	0.00000	4.3517E-10
95% Παρατηρήσεων	0.00048034	8.3294E-08	6.9443E-08	6.7916E-08
Ενδοτ/ιακό Εύρος	0.00014469	1.9435E-08	1.6411E-08	1.6332E-08
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.9 η μεταβλητότητα V_s και στο Διάγραμμα 5.10 οι μεταβλητότητες V_p , V_{rs} , και V_{gk} του δείκτη DJIA κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας με 25.482 μονόλεπτες παρατηρήσεις. Η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητότητας V_s 0,0033 παρουσιάζεται στις 27/3/2017 στην 22.606ⁿ παρατήρηση, με το υψηλό του δείκτη σε εκείνο το λεπτό διαπραγμάτευσης να είναι 20.488,35 μονάδες και το χαμηλό 20.420,42 μονάδες. Στην ίδια χρονική στιγμή παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας V_p 3,98E-06 και η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας V_{gk} με τιμή 2,19E-06. Ενώ, η μεγαλύτερη τιμή για την μεταβλητή V_{rs} παρουσιάζεται στις 20/1/2017 στην 4.266ⁿ παρατήρηση της μεταβλητής με τιμή 1,41E-06. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα 5.9 και 5.10 γίνεται εύκολα αντιληπτό πως όλοι οι υπολογισμοί μεταβλητότητας εμφανίζουν τα ίδια επεισόδια μεταβλητότητας, με την διαφορά ότι η μέτρηση μεταβλητότητας V_s τα υπερεκτιμά σε εντονότερο βαθμό. Επίσης, διαπιστώνεται μια σχετική σταθερότητα στις μονόλεπτες παρατηρήσεις μεταβλητότητας στο υπό μελέτη χρονικό διάστημα,

με λίγα περιστατικά μεμονωμένης αυξημένης μεταβλητότητας και εξ αυτών ένα περιστατικό να ξεχωρίζει έντονα στην 22.606^η παρατήρηση.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9

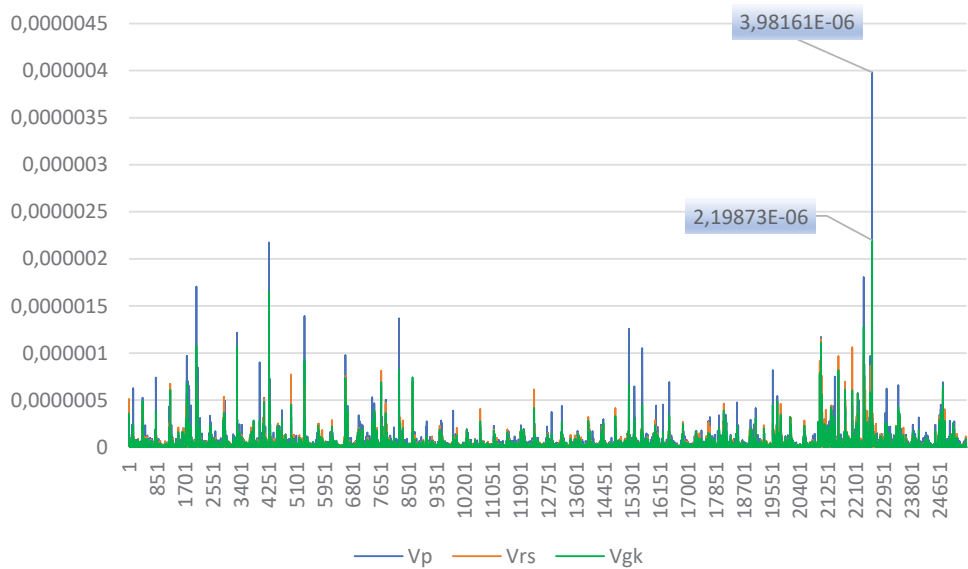
Μεταβλητότητα V_s δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **DJIA** ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

Διάγραμμα 5.10

Μεταβλητότητα V_p , V_{rs} , V_{gk} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη **DJIA** ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

5.6 Μεταβλητότητα δείκτη FTSE100 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης

Στον πίνακα 5.6 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπολογισμών μεταβλητότητας Vs, Vp, Vrs και Vgk για τον δείκτη FTSE100 με βάση τις σχέσεις (4.1), (4.2), (4.3), και (4.4) αντίστοιχα για μονόλεπτες παρατηρήσεις διαπραγμάτευσης. Παρομοίως, όπως και στους αντίστοιχους υπολογισμούς των υπόλοιπων δεικτών, ο απλός υπολογισμός της μεταβλητότητας Vs, ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής περιόδου, υπερεκτιμά σε ιδιαίτερα έντονο βαθμό τις άλλες τρεις μορφές μεταβλητότητας. Με τον αριθμητικό μέσο των 32.622 μονόλεπτων παρατηρήσεων Vs να βρίσκεται στο 0,0002 περίπου, ενώ ο αριθμητικός μέσος της μεταβλητότητας Vp είναι 2,7E-08, της Vrs 1,5E-08, και της Vgk να είναι 1,8E-08.

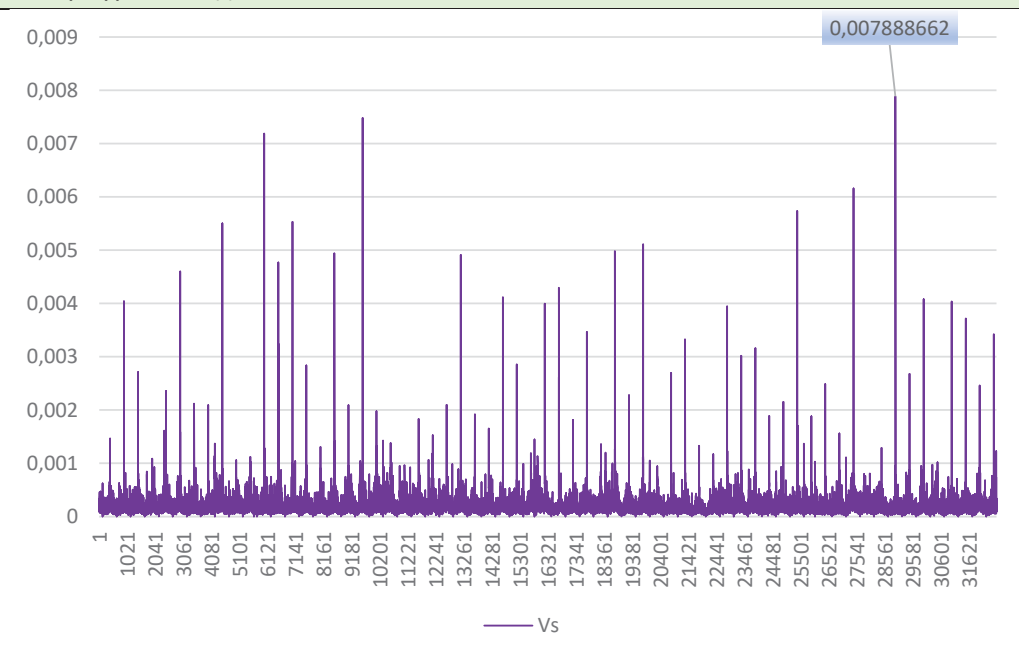
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6				
Στατιστικά στοιχεία Μεταβλητότητας Vs, Vp, Vrs, και Vgk για τον δείκτη FTSE100 για 32.622 μονόλεπτες παρατηρήσεις από τις 5/1/2017 μέχρι 5/4/2017				
	Vs	Vp	Vrs	Vgk
Αριθμητικός Μέσος	0.00019438	2.7374E-08	1.4619E-08	1.8334E-08
Διάμεσος	0.00015575	8.7568E-09	5.9881E-09	7.4280E-09
Ελάχιστη Τιμή	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Μέγιστη Τιμή	0.0078887	2.2465E-05	3.4559E-06	8.1275E-06
Τυπική Απόκλιση	0.00019505	2.9142E-07	5.8740E-08	1.2425E-07
Συν.Μεταβλητότητας	1.0035	10.646	4.0181	6.7771
Ασυμμετρία	14.514	48.172	30.063	40.554
Υπερβάλ. Κύρτωση	386.38	2838.9	1217.0	2040.7
5% Παρατηρήσεων	6.0199E-05	1.3082E-09	4.3246E-10	1.2466E-09
95% Παρατηρήσεων	0.00043015	6.6796E-08	4.6542E-08	4.8716E-08
Ενδοτ/ιακό Εύρος	0.00013179	1.6207E-08	1.1430E-08	1.2254E-08
Κενές Παρατηρήσεις	0	0	0	0

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.11 η μεταβλητότητα Vs και στο Διάγραμμα 5.12 οι μεταβλητότητες Vp, Vrs, και Vgk του δείκτη FTSE100 κατά το

χρονικό διάστημα της μελέτης μας με 32.622 μονόμελετες παρατηρήσεις. Η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητότητας V_s 0,0079 παρουσιάζεται στις 27/3/2017 στην 28.951^η παρατήρηση, με το υψηλό του δείκτη σε εκείνο το λεπτό διαπραγμάτευσης να είναι στις 7.336,82 μονάδες και το χαμηλό στις 7.279,17 μονάδες. Στην ίδια χρονική στιγμή παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας V_r 2,24E-05 και η μεγαλύτερη τιμή μεταβλητότητας V_{gk} με τιμή 8,13E-06. Ενώ, η μεγαλύτερη τιμή για την μεταβλητή V_{rs} παρουσιάζεται στις 23/2/2017 στην 17.733^η παρατήρηση της μεταβλητής με τιμή 3,46E-06. Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα 5.11 και 5.12 γίνεται εύκολα αντιληπτό πως όλοι οι υπολογισμοί μεταβλητότητας εμφανίζουν τα ίδια επεισόδια μεταβλητότητας, με την διαφορά ότι η μέτρηση μεταβλητότητας V_s τα υπερεκτιμά σε μεγαλύτερο βαθμό. Επίσης, διαπιστώνεται μια εντονότερη παρουσία μεταβλητότητας στις μονόμελετες παρατηρήσεις συγκριτικά με τους υπόλοιπους δείκτες με τα μεμονωμένα περιστατικά υψηλής μονόμελετης μεταβλητότητας να είναι αρκετά περισσότερα. Αξίζει να σημειωθεί, πως και οι δύο δείκτες DJIA και FTSE100 εμφάνισαν την μεγαλύτερη μονόμελετη μεταβλητότητα με βάση τις μετρήσεις V_s , V_r και V_{gk} στις 27/3/2017.

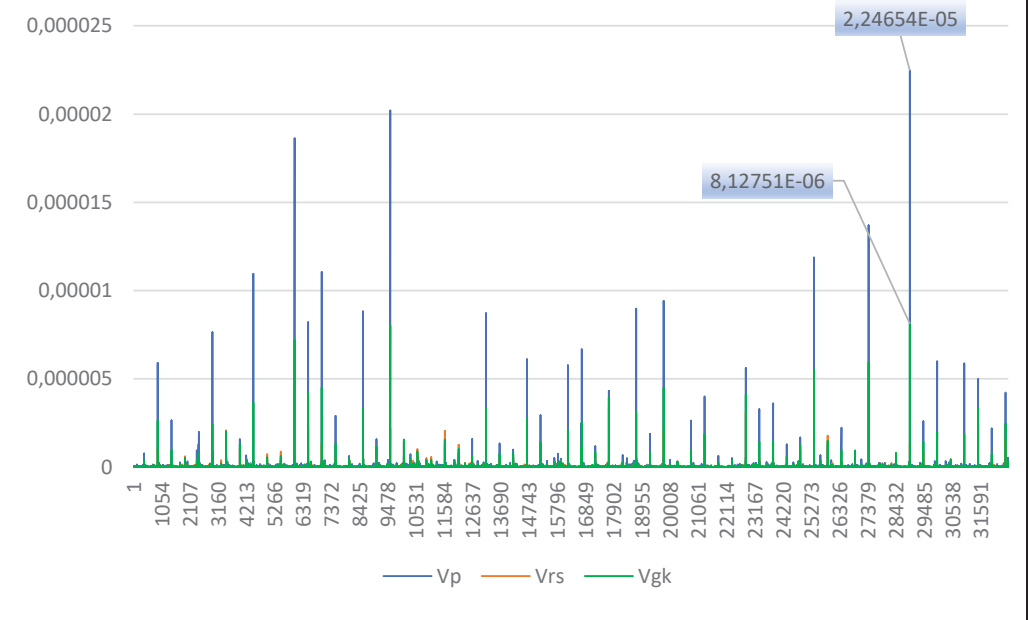
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.11

Μεταβλητότητα V_s δείγματος διαχρονικά στον δείκτη FTSE100 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12
 Μεταβλητότητα V_P , V_{RS} , V_{GK} δείγματος διαχρονικά στον δείκτη FTSE100 ανά 1 λεπτό διαπραγμάτευσης



Υπολογισμός: Microsoft Office Excel

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η εργασία μας στο αρχικό της στάδιο προχωράει σε μια αναλυτική παρουσίαση των συναλλαγών υψηλής συχνότητας. Πιο συγκεκριμένα, αρχικώς αναφερόμαστε στην εξέλιξη των χρηματιστηριακών συναλλαγών τις τελευταίες δεκαετίες και τις αιτίες που προώθησαν την χρήση αυτοματοποιημένων συναλλαγών. Στην συνέχεια προχωράμε σε οικονομική ανάλυση των κινήτρων όσων κάνουν χρήση στρατηγικών υψηλής συχνότητας σε οικονομικά και θεωρητικά υποδείγματα.

Στο τελευταίο μέρος της θεωρητικής ανάλυσης των συναλλαγών υψηλής συχνότητας προχωράμε σε λεπτομερή επισκόπηση των εμπειρικών μελετών που έχουν ασχοληθεί με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Η γενικότερη εικόνα των εμπειρικών μελετών υποδεικνύει πως οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας προσφέρουν ρευστότητα στην αγορά και υποβοηθούν στην ορθότερη και γρηγορότερη τιμολόγηση των μετοχών με βάση την ύπαρξη καινούργιων στοιχείων ή πληροφοριών. Συγχρόνως, όμως, υπάρχουν και μελέτες που αναφέρονται στην αρνητική λειτουργία των συναλλαγών υψηλής συχνότητας και στην γενικότερη δυσλειτουργία των αγορών σε ακραίες συνθήκες διαπραγμάτευσης, όπως το Στιγμιαίο Κραχ (Flash Crash) της 6^{ης} Μαΐου 2010.

Στο εμπειρικό κομμάτι της εργασίας μας προχωράμε στην παρουσίαση της μεθοδολογικής μας προσέγγισης, η οποία δανείζεται στοιχεία και κατεύθυνση από τις έρευνες του Floros (2009) και των Chan και Lien (2003). Η έρευνα μας εστιάζει στον υπολογισμό και την ανάλυση της μεταβλητότητας με τέσσερις διαφορετικές προσεγγίσεις σε τρεις χρηματιστηριακούς δείκτες αξιών.

Το δείγμα της έρευνάς μας αποτελείται από 30λεπτες και μονόλεπτες παρατηρήσεις των χρηματιστηριακών δεικτών αξιών DJIA, FTSE100, και ASX200 σε μια ημερολογιακή περίοδο 90 ημερών, από τις 1/5/2017 μέχρι τις 5/4/2017.

Τα αποτελέσματα της έρευνας μας είναι σε συμφωνία με την έρευνα του Floros (2009), όπου βρίσκουμε ότι μια απλή μέτρηση της μεταβλητότητας ορισμένη ως η λογαριθμική διαφορά της υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής διαπραγμάτευσης

μιας περιόδου, σε τριαντάλεπτες και μονόλεπτες παρατηρήσεις, πάντα υπερεκτιμά την μεταβλητότητα συγκριτικά με τις άλλες τρεις εναλλακτικές προσεγγίσεις της μεταβλητότητας που παρουσιάζονται στην εργασία μας.

Συνοψίζοντας, θα θέλαμε να προτείνουμε την περαιτέρω έρευνα και ανάλυση της μεταβλητότητας των δεικτών σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές και σε σημαντικά γεγονότα όπου υπάρχει αντικειμενικά έντονη δραστηριότητα στρατηγικών υψηλής συχνότητας ή ακόμα και απόσυρση των συγκεκριμένων στρατηγικών από την αγορά λόγω ακραίας μεταβλητότητας. Άρα, απαιτείται διευκρίνηση και μελέτη της σύνδεσης ανάμεσα στις στρατηγικές υψηλής συχνότητας και στην παρατηρούμενη μεταβλητότητα των αγορών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alizadeh, S., Brandt, M.W. and Diebold, F.X., 2002. **Range-based estimation of stochastic volatility models.** *The Journal of Finance*, 57(3), pp.1047-1091.

Baron, M., Brogaard, J. and Kirilenko, A., 2012. **The trading profits of high frequency traders.** *Market Microstructure: Confronting Many Viewpoints*.

Benos, E. and Sagade, S., 2012. **High-frequency trading behaviour and its impact on market quality: evidence from the UK equity market.** *Bank of England. Quarterly Bulletin*, 52(4), p.370.

Biais, B., Foucault, T. and Moinas, S., 2011, May. **Equilibrium high frequency trading.** In *International Conference of the French Finance Association (AFFI)*.

Boehmer, E., Fong, K. and Wu, J., 2015. **International evidence on algorithmic trading.** *Working Paper*

Borkovec, M., Domowitz, I., Serbin, V. and Yegerman, H., 2010. **Liquidity and price discovery in exchange-traded funds: One of several possible lessons from the Flash Crash.** *The Journal of Index Investing*, 1(2), pp.24-42.

Brogaard, J., 2010. **High frequency trading and its impact on market quality.** *Northwestern University Kellogg School of Management Working Paper*, 66.

Brogaard, J., 2011. **The activity of high frequency traders.** *Working Paper, Univ. Wash.*

Brogaard, J., 2012. **High frequency trading and volatility.** *SSRN eLibrary. Working Paper*

Brogaard, J., Hendershott, T. and Riordan, R., 2014. **High-frequency trading and price discovery.** *The Review of Financial Studies*, 27(8), pp.2267-2306.

Brown, D.P. and Holden, C.W., 2005. **Pegged Limit Orders.** *Working Paper*

Cartea, Á. and Penalva, J., 2011. **Where is the value in high frequency trading?.** *Working Paper*

- Chan, L. and Lien, D., 2003. **Using high, low, open, and closing prices to estimate the effects of cash settlement on futures prices.** *International Review of Financial Analysis*, 12(1), pp.35-47.
- Easley, D., De Prado, M.M.L. and O'Hara, M., 2011. **The microstructure of the " flash crash": Flow toxicity, liquidity crashes, and the probability of informed trading.** *Journal of Portfolio Management*, 37(2), p.118.
- Easley, D., López de Prado, M.M. and O'Hara, M., 2012. **Flow toxicity and liquidity in a high-frequency world.** *The Review of Financial Studies*, 25(5), pp.1457-1493.
- Egginton, J.F., Van Ness, B.F. and Van Ness, R.A., 2016. **Quote stuffing.** *Financial Management*, 45(3), pp.583-608.
- Floros, C., 2009. **Modelling volatility using high, low, open and closing prices: evidence from four S&P indices.** *International Research Journal of Finance and Economics*, 28, pp.198-206.
- Foucault, T., Hombert, J. and Roşu, I., 2016. **News trading and speed.** *The Journal of Finance*, 71(1), pp.335-382.
- Gallant, A.R., Hsu, C.T. and Tauchen, G., 1999. **Using daily range data to calibrate volatility diffusions and extract the forward integrated variance.** *Review of Economics and Statistics*, 81(4), pp.617-631.
- Garman, M.B. and Klass, M.J., 1980. **On the estimation of security price volatilities from historical data.** *Journal of business*, pp.67-78.
- Glosten, L.R. and Milgrom, P.R., 1985. **Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders.** *Journal of financial economics*, 14(1), pp.71-100.
- Gomber, P., Arndt, B., Lutat, M. and Uhle, T., 2011. **High-frequency trading.** *Working Paper*
- Harris, L., 2003. **Trading and exchanges: Market microstructure for practitioners.** Oxford University Press, USA.

- Hasbrouck, J. and Saar, G., 2013. **Low-latency trading.** *Journal of Financial Markets*, 16(4), pp.646-679.
- Hendershott, T. and Riordan, R., 2013. **Algorithmic trading and the market for liquidity.** *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48(4), pp.1001-1024.
- Hendershott, T., Jones, C.M. and Menkveld, A.J., 2011. **Does algorithmic trading improve liquidity?.** *The Journal of Finance*, 66(1), pp.1-33.
- Hirshleifer, J., 1978. **The private and social value of information and the reward to inventive activity.** In *Uncertainty in Economics* (pp. 541-556).
- Jain, P.K., 2005. **Financial market design and the equity premium: Electronic versus floor trading.** *The Journal of Finance*, 60(6), pp.2955-2985.
- Jovanovic, B. and Menkveld, A.J., 2016. **Middlemen in limit order markets.** *Working Paper*
- Kirilenko, A., Kyle, A.S., Samadi, M. and Tuzun, T., 2011. **The flash crash: The impact of high frequency trading on an electronic market.** Available at SSRN, 1686004.
- Liu, W.M., 2009. **Monitoring and limit order submission risks.** *Journal of Financial Markets*, 12(1), pp.107-141.
- Madhavan, A., 2012. **Exchange-traded funds, market structure, and the flash crash.** *Financial Analysts Journal*, 68(4), pp.20-35.
- Martinez, V.H. and Rosu, I., 2013. **High frequency traders, news and volatility.** In *AFA 2013 San Diego Meetings Paper*.
- McInish, T., Upson, J. and Wood, R.A., 2014. **The flash crash: trading aggressiveness, liquidity supply, and the impact of intermarket sweep orders.** *Financial Review*, 49(3), pp.481-509.
- Menkveld, A.J., 2013. **High frequency trading and the new market makers.** *Journal of Financial Markets*, 16(4), pp.712-740.
- Moallemi, C.C. and Sağlam, M., 2013. **OR Forum—The cost of latency in high-frequency trading.** *Operations Research*, 61(5), pp.1070-1086.

- Pagano, M. and Röell, A., 1996. **Transparency and liquidity: a comparison of auction and dealer markets with informed trading.** *The Journal of Finance*, 51(2), pp.579-611.
- Pagnotta, E. and Philippon, T., 2011. **Competing on speed** (No. w17652). National Bureau of Economic Research.
- Parkinson, M., 1980. **The extreme value method for estimating the variance of the rate of return.** *Journal of business*, pp.61-65.
- Riordan, R. and Storckenmaier, A., 2012. **Latency, liquidity and price discovery.** *Journal of Financial Markets*, 15(4), pp.416-437.
- Rogers, L.C., Satchell, S.E. and Yoon, Y., 1994. **Estimating the volatility of stock prices: a comparison of methods that use high and low prices.** *Applied Financial Economics*, 4(3), pp.241-247.
- Rogers, L.C.G. and Satchell, S.E., 1991. **Estimating variance from high, low and closing prices.** *The Annals of Applied Probability*, pp.504-512.
- Ye, M., Yao, C. and Gai, J., 2013. **The externalities of high frequency trading.** *Working Paper*
- Zhang, F., 2010. **High-frequency trading, stock volatility, and price discovery.** *Working Paper*