



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Κατασκευή Ελληνικού Δείκτη
Τεκμαρτής Μεταβλητότητας, Δείκτη Κινδύνου.**
Προσαρμογή στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Ελληνικής
αγοράς και εμπειρική διερεύνηση αξιοπιστίας του.

ΦΟΙΤΗΤΗΣ
ΠΑΠΑΓΓΕΛΗΣ ΛΟΥΚΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΜΥΛΩΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΘΗΝΑ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ, 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα γίνεται μια προσπάθεια δημιουργίας ενός Ελληνικού δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας, ανεξάρτητου από συγκεκριμένα υποδείγματα αποτίμησης δικαιωμάτων. Καθώς η χρησιμοποίηση ενός συγκεκριμένου υποδείγματος αποτίμησης δικαιωμάτων για την εύρεση της τεκμαρτής μεταβλητότητας πάσχει από μεροληψία, αναζητείται πιο αξιόπιστος τρόπος υπολογισμού της μεταβλητότητας σε πραγματικό χρόνο. Η αναζήτηση αυτή καταλήγει στον τύπο που χρησιμοποιεί το CBOE στον υπολογισμό του VIX, κατάλληλα προσαρμοσμένου για τις ιδιαιτερότητες της Ελληνικής πραγματικότητας. Στη συνέχεια επισημαίνεται ότι τα προβλήματα εμπορευσιμότητας του Ελληνικού χρηματιστηρίου οδηγούν στην αμφίβολη αξιοπιστία του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας και γίνεται προσπάθεια δημιουργίας ενός γενικότερου δείκτη κινδύνου. Στην αναζήτηση συνθετικών ενός τέτοιου δείκτη αναλύονται διάφορες μεταβλητές. Αναλύονται τα spreads των Ελληνικών ομολόγων και η πιθανή επίδραση τους στο βραχυχρόνιο κίνδυνο. Γίνεται ανάλυση της επίδρασης του συναισθήματος των επενδυτών στις αγορές και πως είναι δυνατό μέσω της μέτρησης του συναισθήματος να έχουμε την αντίληψη των επενδυτών για τον κίνδυνο. Κατόπιν γίνεται ανάλυση της επίδρασης του όγκου και της αξίας συναλλαγών στην μεταβλητότητα ενός χρηματιστηριακού δείκτη. Στη συνέχεια αναλύεται η τεκμαρτή μεταβλητότητα ως βασικό συστατικό ενός δείκτη κινδύνου και γίνεται προσπάθεια βελτίωσης της αξιοπιστίας του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Για την διόρθωση επιλέγεται το μέτρο του σχετικού ασφαλίστρου κινδύνου και δημιουργείται ένα νέο εκθετικά σταθμισμένο μέτρο, με αποκλειστικό σκοπό την βελτίωση της βραχυχρόνιας αξιοπιστίας του δείκτη. Βελτιώνεται με αυτό τον τρόπο η αξιοπιστία του νέου δείκτη και υπερτερεί σχετικά με όλα τα υπόλοιπα μέτρα τεκμαρτής μεταβλητότητας σε πραγματικό χρόνο, όμως χάνει με αυτήν τη διόρθωση σε προβλεπτική ικανότητα. Ακολουθώς ελέγχεται η σχέση του διορθωμένου δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας με διεθνείς δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας και η σχέση του με τον υποκείμενο δείκτη. Ως τελευταίο πιθανό συστατικό ενός δείκτη κινδύνου αναλύεται η εμπορευσιμότητα των δικαιωμάτων προαίρεσης. Στη συνέχεια γίνεται μέτρηση της μεταβλητότητας με μια πληθώρα υποδειγμάτων τύπου ARCH και συγκρίνεται η προβλεπτική ικανότητα των μέτρων τεκμαρτής μεταβλητότητας με τα αποτελέσματα από τα υποδείγματα τύπου ARCH. Τέλος δημιουργείται μια σχέση η δείκτης κινδύνου, με συνθετικά μεταβλητές που αναλύθηκαν στις προηγούμενες ενότητες και ελέγχεται η προβλεπτική ικανότητα της σχέσης αυτής γενικότερου κινδύνου, καταλήγοντας στην ανωτερότητα αυτής της σχέσης για προβλέψεις με μηνιαίο ορίζοντα.

Λέξεις Κλειδιά: Τεκμαρτή Μεταβλητότητα, Κίνδυνος, Spreads, Αξία συναλλαγών, Συναίσθημα επενδυτή, Variance Risk Premium

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον καθηγητή, κύριο Μυλωνά Νικόλαο για την προτροπή του να διερευνήσω το θέμα σε βάθος και να μην μείνω στα τετριμμένα, όπως επίσης τον ευχαριστώ που μου επέτρεψε να παρουσιάσω το σύνολο της δουλειάς και των σκέψεών μου, αν και το μέγεθος της εργασίας ξεφεύγει αρκετά από τα καθιερωμένα.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
Σελίδα Ευχαριστιών-Αφιερώσεων.....	iv
Πίνακας Περιεχομένων.....	vi
Μέρος Πρώτο Κατασκευή Δείκτη Τεκμαρτής Μεταβλητότητας.....	1
Εισαγωγή.....	2
Συνηθέστερα Μέτρα Μεταβλητότητας.....	3
Τυπική απόκλιση των αποδόσεων ή ιστορική μεταβλητότητα (Historical Volatility).....	3
Ο εκθετικά σταθμισμένος μέσος όρος (EWMA) των αποδόσεων.....	5
Υποδείγματα τύπου ARCH (και GARCH).....	6
ARCH.....	6
GARCH.....	7
Υποδείγματα τύπου GARCH-M.....	7
Ασύμμετρα υποδείγματα τύπου GARCH.....	8
GJR-GARCH.....	8
EGARCH.....	8
Τεκμαρτή Μεταβλητότητα.....	9
Έννοια τεκμαρτής μεταβλητότητας.....	9
Σημασία τεκμαρτής μεταβλητότητας.....	10
Τρόπος προσέγγισης τεκμαρτής μεταβλητότητας.....	11
Ιστορία Δεικτών Τεκμαρτής Μεταβλητότητας.....	11
Κατανομή Τιμών Μετοχών.....	14
Χρονικός Χειρισμός Μεταβλητότητας.....	15
Πρόβλεψη Μελλοντικών Αποδόσεων.....	16
Υποδείγματα Αποτίμησης Δικαιωμάτων.....	18
Το Υπόδειγμα του Bachelier.....	18
Η πορεία προς το Υπόδειγμα των Black & Scholes.....	18
Το Υπόδειγμα των Black-Scholes (1973).....	19
Βελτίωση από τον Fisher Black.....	20
Το Υπόδειγμα του Heston (1993).....	20
Γενικός Τύπος Haug (2007).....	21
Κυριότεροι δείκτες μεταβλητότητας.....	22
VIX, VXO (Chicago Board Options Exchange, 2014).....	22

FTSE 100 IVI, FTSE MIB IVI (FTSE Russell, 2018).....	23
VSMI (Swiss Exchange, 2017).....	24
VCAC, VAEX (Euronext, 2016)	24
VDAX-NEW (Deutsche Börse, 2017).....	24
VSTOXX (STOXX Limited, 2018) , V-VSTOXX και RVSTOXX.....	25
Euwax Sentiment	25
Ανάληψη Θέσης στη Μεταβλητότητα	26
Straddle	26
Αντιστάθμιση Δικαιώματος ως προς Δέλτα	28
Log contract	34
Volatility-Variance Swap	39
Τύπος Υπολογισμού	45
Λάθη στον τύπο υπολογισμού.....	47
Ο Δείκτης FTSE Large Cap	50
Τα Δικαιώματα Προαίρεσης στο Δείκτη FTSE/ATHEX-Large Cap	51
Περιγραφή Βασικών Χαρακτηριστικών – Τυποποίηση - Διαπραγμάτευση	51
Ονοματολογία Δικαιωμάτων FTSE/ATHEX-Large Cap	53
Τρόπος Υπολογισμού Τεκμαρτής Μεταβλητότητας από το ΧΑΑ	54
Δημιουργία Δεικτών Τεκμαρτής Μεταβλητότητας στην Ελλάδα.....	56
Οι Δείκτες GVIX και VASE.....	56
Ο Δείκτης GRIV	57
Ο Δείκτης ΚΕΠΕ GRIV	58
Δεδομένα	60
Πηγές Δεδομένων	60
Περιγραφή Δεδομένων	60
Μεθοδολογία.....	62
Επιλογή τιμών	62
Διαδικασία Επιλογής και Προσαρμογής Δεδομένων	63
Προσαρμογή Τύπου Υπολογισμού του VIX	68
1 ^η Εναλλακτική Προσαρμογής τύπου	68
2 ^η Εναλλακτική Προσαρμογής τύπου	69
3 ^η Εναλλακτική Προσαρμογής τύπου	70
Άλλες εναλλακτικές για δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας	71
Μεθοδολογία υπολογισμού με την μέθοδο Black 76	74

Μέρος Δεύτερο Κατασκευή Δείκτη Κινδύνου	75
Spreads – Μακροοικονομικές Μεταβλητές.....	76
Sentiment.....	84
Όγκος – αξία συναλλαγών	95
Μελέτη Τεκμαρτής Μεταβλητότητας.....	102
Ασύμμετρη αρνητική σχέση	107
Variance risk premium	113
Διόρθωση Ελληνικού Δείκτη Τεκμαρτής Μεταβλητότητας.....	117
VRPE και VFTASE	119
Volatility Spillover	125
Σχέση VFTASEC με FTSE/ASE Large Cap	130
Σχέση αξίας συναλλαγών με όγκο δικαιωμάτων	133
Μεταβλητότητα με Υποδείγματα Garch.....	136
Δείκτης Κινδύνου	145
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	153
Βιβλιογραφία	156

Μέρος Πρώτο

Κατασκευή Δείκτη Τεκμαρτής

Μεταβλητότητας

Εισαγωγή

Οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας αποτυπώνουν την εκτίμηση των συμμετεχόντων, για την αναμενόμενη μεταβλητότητα αλλά θεωρούνται και ως ένα μέτρο φόβου ή κινδύνου. Αν πράγματι έχουν προβλεπτική ικανότητα, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ορθότερη αποτίμηση διάφορων χρηματοοικονομικών προϊόντων και για την αποτελεσματικότερη μέτρηση του κινδύνου. Συνεπώς είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει αξιόπιστος Ελληνικός δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η ιδιαίτερη σημασία της παρούσας έρευνας, είναι ότι σε αντίθεση με άλλες έρευνες που χρησιμοποιούν απaráλλαχτη την μεθοδολογία υπολογισμού του CBOE, εδώ γίνεται παραλλαγή στην μεθοδολογία υπολογισμού ώστε να προσαρμοσθεί κατάλληλα στις ιδιαίτερες συνθήκες της Ελληνικής πραγματικότητας ενώ υπολογίζεται και με δεύτερο τρόπο χρησιμοποιώντας Black-76. Τέλος ελέγχεται αν ο δείκτης αυτός προσφέρει κάτι στον μελετητή του ή αν στις παρούσες συνθήκες στην Ελλάδα ένας δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας ανεξάρτητου συγκεκριμένου υποδείγματος αποτίμησης δικαιωμάτων, έχει μειωμένη αξιοπιστία.

Στην παρούσα έρευνα θα γίνει κατασκευή ενός δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας για τον δείκτη FTSE/Athex Large Cap με παραλλαγή στην μεθοδολογία του CBOE ώστε να ανταποκρίνεται στην Ελληνική πραγματικότητα που χαρακτηρίζεται από χαμηλή εμπορευσιμότητα και από ένα ιδιαίτερο τρόπο με τον οποίο προκύπτει η ημερήσια τιμή κλεισίματος των δικαιωμάτων. Θα γίνει ανάλυση πως προέκυψε ο δείκτης αυτός, ποια είναι τα προβλήματα στην κατασκευή του, ενώ θα επισημανθεί η διαφορά από άλλες έρευνες στην μεθοδολογία κατασκευής του. Θα γίνει έλεγχος της σχέσης του δείκτη αυτού με τον υποκείμενο δείκτη, με άλλες μορφές της μεταβλητότητας, με άλλους δείκτες μεταβλητότητας και με τον δείκτη που προκύπτει χωρίς τις προσαρμογές. Παράλληλα θα ελεγχθεί κατά πόσο η μεταβλητότητα του ελληνικού χρηματιστηρίου όπως αποτυπώνεται με αυτόν τον δείκτη επηρεάζεται από την μεταβλητότητα άλλων χρηματιστηρίων. Επίσης θα γίνει απόπειρα για την δημιουργία ενός μέτρου κινδύνου, με την χρησιμοποίηση του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας και θα γίνει έλεγχος αξιοπιστίας του σύνθετου αυτού μέτρου και κατά πόσο υπερτερεί ή όχι από τον απλό δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας ως δείκτης κινδύνου. Τέλος θα εξαχθεί συμπέρασμα για το αν και κατά πόσο αυτός ο δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι επαρκής ως μέτρο κινδύνου ή πρόβλεψης μεταβλητότητας ή είναι αναγκαίο να αποκτήσει μεγαλύτερη εμπορευσιμότητα η Ελληνική αγορά για να αποκτήσει αξιοπιστία αυτός ο δείκτης.

Συνηθέστερα Μέτρα Μεταβλητότητας

Η εκτίμηση της μεταβλητότητας και η πρόβλεψη της τιμής της παίζουν σημαντικό ρόλο στις χρηματοοικονομικές αγορές καθώς η μεταβλητότητα θεωρείται το βασικό μέτρο κινδύνου στις κεφαλαιαγορές για το μέγεθος της μεταβολής των αποδόσεων. Όσο η μεταβλητότητα μεγαλώνει τόσο αυξάνεται η πιθανότητα μεγάλων μεταβολών, είτε θετικών είτε αρνητικών (Hull, 1997) ενώ σύμφωνα με μια άλλη οπτική είναι μέτρο μέτρησης της ταχύτητας (μεταβολής) της αγοράς (Natenberg, 2015). Η ανάγκη για την όσο το δυνατόν καλύτερη εκτίμησή της, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη αρκετών μέτρων για την μέτρηση, την ποσοτικοποίηση και την μοντελοποίηση της. Τα μέτρα αυτά ακολουθούν δυο γενικές κατευθύνσεις. Η πρώτη κατεύθυνση έχει να κάνει με μέτρα που χρησιμοποιούν ιστορικά στοιχεία αποδόσεων για την εκτίμηση της μεταβλητότητας του εξεταζόμενου περιουσιακού στοιχείου και η δεύτερη κατεύθυνση έχει να κάνει με τη χρησιμοποίηση των παρατηρούμενων τιμών των δικαιωμάτων του περιουσιακού στοιχείου που μας ενδιαφέρει και ονομάζεται τεκμαρτή μεταβλητότητα. Υπάρχουν και τα υποδείγματα ARCH-GARCH τα οποία και αυτά χρησιμοποιούν ιστορικά στοιχεία αποδόσεων αλλά αυτά τα υποδείγματα χρησιμοποιούνται όχι μόνο για την μέτρηση της μεταβλητότητας αλλά για τη μελέτη της, την μοντελοποίησή της, και τελικώς την χρησιμοποίησή τους για προβλέψεις.

Τα συνηθέστερα από αυτά τα μέτρα παρουσιάζονται συνοπτικά ακολούθως:

Τυπική απόκλιση των αποδόσεων ή ιστορική μεταβλητότητα (Historical Volatility)

Συνήθως η τυπική απόκλιση των αποδόσεων είναι το μέτρο που χρησιμοποιούμε όταν εισάγουμε μια τιμή για την μεταβλητότητα σε ένα υπόδειγμα αποτίμησης ή όπως λέει ο Natenberg (2015) η μεταβλητότητα είναι απλώς η ορολογία που χρησιμοποιούν οι traders για την τυπική απόκλιση των αποδόσεων.

Ο τύπος για τον υπολογισμό της απλής διακύμανσης και τυπικής απόκλισης είναι:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (r_i - \bar{r})^2}{n-1} \Leftrightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (r_i - \bar{r})^2}{n-1}} \quad (1.1)$$

όπου r_i είναι η απόδοση της i ημέρας χρησιμοποιώντας λογαριθμικές αποδόσεις

$$r_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right) = \ln(S) - \ln(S_{i-1}) \quad (1.2)$$

Μία παραλλαγή του άνωθι τύπου, η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα, είναι η τυπική απόκλιση υποθέτοντας ότι ο αριθμητικός μέσος των αποδόσεων είναι μηδέν. Σύμφωνα με

τον Figlewski (1997) η υπόθεση για τον μηδενικό αριθμητικό μέσο των αποδόσεων είναι καλύτερη εκτίμηση του μέσου από τον απλό υπολογισμό των περιορισμένων δεδομένων του δείγματος που χρησιμοποιούμε. Επίσης για ένα δείκτη που κινείται σε τυχαίο περίπατο, ο μέσος των αποδόσεων θα είναι μηδέν θεωρητικά, αλλά αναμένεται να είναι σχετικά ασήμαντος σε σχέση με το μέγεθος κάθε ξεχωριστής απόδοσης ακόμα και πρακτικά (Derman, et al., 1998) και αυτός είναι ένα άλλος λόγος που χρησιμοποιείται ο απλούστερος τύπος υπολογισμού της μεταβλητότητας.

Ο τύπος για τον υπολογισμό της διακύμανσης και της τυπικής απόκλισης υποθέτοντας ότι ο αριθμητικός μέσος των αποδόσεων είναι μηδέν είναι:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (r_t)^2}{n-1} \Leftrightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum (r_t)^2}{n-1}} \quad (1.3)$$

ουσιαστικά έχουμε την τετραγωνική ρίζα του μέσου αριθμητικού των τετραγώνων των αποδόσεων. Κατά την έννοια ότι το μηδέν είναι ο μέσος των αποδόσεων του πληθυσμού των δεδομένων συχνά επιλέγεται να γίνεται διαίρεση με το n αντί με το $n - 1$

Στην ίδια λογική έχουν προταθεί και έχουν επικρατήσει υποδείγματα τα οποία μετρούν την διακύμανση (και τη μεταβλητότητα ως τη ρίζα αυτής) ως το μέσο όρο του τετραγώνου των αποδόσεων μικρότερων περιόδων. Παλαιότερα χρησιμοποιούσαν αυτήν τη τεχνική για το υπολογισμό της μηνιαίας μεταβλητότητας από το άθροισμα των ημερησίων τετραγώνων των αποδόσεων (Bollerslev, et al., 1994). Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούν αυτήν την τεχνική για να υπολογίσουν την ημερήσια μεταβλητότητα από το άθροισμα των τετραγώνων των αποδόσεων μικρότερων διαστημάτων συνήθως πεντάλεπτων. Από αρκετούς θεωρείται αξιόπιστο μέτρο της μεταβλητότητας καθώς συλλαμβάνει όλη τη μεταβολή της μεταβλητότητας μέσα σε μία ημέρα και δεν την μετράει μόνο με την τιμή κλεισίματος του προϊόντος.

Ο όρος πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα (Realized Volatility) σημαίνει η μεταβλητότητα που έχει πραγματοποιηθεί. Είναι περισσότερο χαρακτηρισμός και όχι τρόπος μέτρησης αν και σε νεότερες έρευνες όταν αναφέρονται στην πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα αναφέρονται ή στο άθροισμα του τετραγώνων των πεντάλεπτων αποδόσεων ή στην τυπική απόκλιση με μέσο το μηδέν, για να την ξεχωρίζουν από την τυπική απόκλιση.

Εγώ θα χρησιμοποιώ τους όρους τυπική απόκλιση, ιστορική μεταβλητότητα και πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα ως ταυτόσημους, εκτός αν αναφέρεται ρητά κάτι διαφορετικό.

Ο εκθετικά σταθμισμένος μέσος όρος (EWMA) των αποδόσεων.

Ουσιαστικά πρόκειται για μια προέκταση της ιστορικής μεταβλητότητας που αντί να δίνεται ίδιο βάρος σε κάθε παρατήρηση, δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα σε πιο πρόσφατες παρατηρήσεις.

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=0}^n a_i (r_{t-i} - \bar{r})^2 \Rightarrow \sigma_t = \sqrt{\sum_{i=0}^n a_i (r_{t-i} - \bar{r})^2} \quad \mu\epsilon \quad \sum_{i=0}^n a_i = 1 \quad (1.4)$$

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο η πιο πρόσφατη παρατήρηση λαμβάνει το μεγαλύτερο συντελεστή βαρύτητας, ο οποίος φθίνει με το πέρασμα του χρόνου (όσο πιο «πίσω» πάμε στο χρόνο). Ο υπολογισμός του EWMA σύμφωνα με το Risk Metrics (Morgan Guaranty Trust Company of New York, 1996) γίνεται ως κάτωθι

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2} \quad (1.5)$$

Αυτή είναι μια απλοποιημένη παραλλαγή του τύπου, που προέρχεται ως εξής

$$\sigma_t^2 = \frac{(r_{t-1} - \bar{r})^2 + \lambda^1 (r_{t-2} - \bar{r})^2 + \lambda^2 (r_{t-3} - \bar{r})^2 + \dots}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \lambda^3 + \dots} \quad (1.6)$$

σύμφωνα με το ανάπτυγμα του Taylor $\frac{1}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \lambda^3 + \dots} = (1 - \lambda)$ συνεπώς

$$\sigma_t^2 = \frac{(r_{t-1} - \bar{r})^2 + \lambda^1 (r_{t-2} - \bar{r})^2 + \lambda^2 (r_{t-3} - \bar{r})^2 + \dots}{\lambda^0 + \lambda^1 + \lambda^2 + \lambda^3 + \dots} = (1 - \lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i (r_{t-i} - \bar{r})^2 \quad (1.7)$$

Κάνοντας αναδιατάξεις όρων στην (1.7) η οποία είναι παραλλαγή της (1.4) έχουμε

$$\begin{aligned} &= (1 - \lambda) \left((r_{t-1} - \bar{r})^2 + \lambda (r_{t-2} - \bar{r})^2 + \lambda^2 (r_{t-3} - \bar{r})^2 + \dots + \lambda^i (r_{t-i} - \bar{r})^2 \right) \quad \mu\epsilon \quad i \rightarrow \infty \\ &\Rightarrow (1 - \lambda) (r_{t-1} - \bar{r})^2 + \lambda \underbrace{(1 - \lambda) \left((r_{t-2} - \bar{r})^2 + \lambda (r_{t-3} - \bar{r})^2 + \lambda^2 (r_{t-4} - \bar{r})^2 + \dots + \lambda^{i-1} (r_{t-i-1} - \bar{r})^2 \right)}_{\sigma_{t-1}^2} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \sigma_t^2 = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) (r_{t-1} - \bar{r})^2 \Leftrightarrow \sigma_t = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) (r_{t-1} - \bar{r})^2} \quad (1.8)$$

Υποθέτοντας ότι $\bar{r} = 0$ στην (1.8) τότε καταλήγουμε στην (1.5)

Υπάρχουν δύο προβλήματα στην χρησιμοποίηση της μεθοδολογίας EWMA για τον υπολογισμό της μεταβλητότητας, Πρώτον ο τύπος προϋποθέτει άπειρους όρους για τον υπολογισμό της το οποίο πρακτικά δεν είναι δυνατό.

Συνεπώς ή θα κάνουμε μετατροπή στην (1.4) όπως προτείνει ο Natenberg (2015) θέτοντας ως α το αποτέλεσμα της κάτωθι σχέσης

$$\alpha_i = \frac{\lambda^{i-1}(1-\lambda)}{1-\lambda^n} \quad (1.9)$$

ή θα αρκεστούμε σε αρκετούς όρους γνωρίζοντας όμως ότι η συνθήκη στην (1.4) δεν θα ισχύει ακριβώς, δηλαδή ότι το άθροισμα των σταθμίσεων δεν θα ισούται ακριβώς με ένα.

Το δεύτερο πρόβλημα είναι ότι δεν περιλαμβάνεται στο υπόδειγμα μια εκτίμηση για τον μέσο και καθώς είναι γνωστό ότι η μεταβλητότητα θεωρείται μια διαδικασία με επιστροφή στο μέσο "mean reverting" και θα ήταν αρκετά χρήσιμη μια τέτοια ιδιότητα (Brooks, 2014).

Υποδείγματα τύπου ARCH (και GARCH)

(διαδικασία αυτοπαλίνδρομης υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας).

ARCH

Το υπόδειγμα ARCH το οποίο προτάθηκε τον Robert F. Engle (1982) είναι ένα υπόδειγμα στο οποίο έχουμε μια συνάρτηση για την εξαρτημένη μεταβλητή, στην οποία η διακύμανση του διαταρακτικού όρου δεν είναι σταθερή δηλαδή υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα. Επιπλέον η διακύμανση του διαταρακτικού όρου εξαρτάται από την τιμή προηγούμενων, χρονικά, παρατηρήσεων. Το τελευταίο είναι γεγονός για πολλές χρονοσειρές στα χρηματοοικονομικά (και στα οικονομικά) καθώς όπως έγραψε ο Mandelbrot (1963) παρατηρούμε ότι

«μεγάλες μεταβολές τείνουν να ακολουθούνται από μεγάλες μεταβολές – ανεξάρτητα του πρόσημου – και μικρές μεταβολές τείνουν να ακολουθούνται από μικρές μεταβολές».

Για την παραμετροποίηση αυτού του φαινομένου δημιουργείται άλλη μία εξίσωση για την υπό συνθήκη διακύμανση που λαμβάνει υπόψιν τα άνωθι και επιπλέον γίνεται υπόθεση ότι ο διαταρακτικός όρος έχει αναμενόμενη τιμή το 0. Έτσι καταλήγουμε στην

κάτωθι εξίσωση για την υπό συνθήκη διακύμανση αν αυτή εξαρτάται μόνο από την προηγούμενη τιμή του διαταρακτικού όρου.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 \quad (1.10)$$

Γενικεύοντας το μοντέλο και περιλαμβάνοντας την εξίσωση της εξαρτημένης μεταβλητής, έχουμε

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + \dots + \beta_p x_{pt} + u_t \quad u_t \sim (0, \sigma_t^2) \quad (1.11)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \alpha_3 u_{t-3}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 \quad (1.12)$$

GARCH

Το υπόδειγμα GARCH είναι μια γενίκευση του υποδείγματος ARCH καθώς επιτρέπει στην εξίσωση της υπό συνθήκης διακύμανσης να περιλαμβάνονται και δικές της χρονικές υστερήσεις (Χρήστου, 2011). Το υπόδειγμα αναπτύχθηκε ξεχωριστά από τους (Bollerslev, 1986) και τον (Taylor, 1986) και ουσιαστικά είναι ένα μοντέλο ARMA για την υπό συνθήκη διακύμανση. Η εξίσωση της υπό συνθήκη διακύμανσης γίνεται:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (1.13)$$

Το υπόδειγμα στην εξίσωση (1.13) είναι το GARCH(1,1) που είναι το πιο διαδεδομένο στην βιβλιογραφία.

Μια γενικευμένη μορφή του GARCH(p,q) που περιλαμβάνει πολλούς όρους είναι η

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (1.14)$$

Υποδείγματα τύπου GARCH-M

Εκτός από τα βασικά υποδείγματα υπάρχει ένας μεγάλος όγκος από υποδείγματα τύπου GARCH. Αν και έχουν γίνει έρευνες για την εύρεση του αποτελεσματικότερου τύπου υποδείγματος (Hansen & Lunde, 2005) δεν φαίνεται να βρίσκουν απόδειξη ότι κάποιο υπερτερεί σε σχέση με το GARCH(1,1). Βέβαια κάποια υποδείγματα έχουν κάποιες αξιοσημείωτες ιδιαιτερότητες όπως το υπόδειγμα ARCH-M (Engle, et al., 1987) και η εξέλιξή του το GARCH-M στα οποία η ιδιαιτερότητα υπάρχει στην συνάρτηση της παλινδρόμησης (του μέσου) στην οποία υπάρχει και μια χρονική υστέρηση της υπό συνθήκης διακύμανσης.

Ασύμμετρα υποδείγματα τύπου GARCH

Άλλα υποδείγματα που έχουν κάποια αξιοσημείωτη ιδιαιτερότητα είναι τα ασύμμετρα υποδείγματα GARCH. Τα κλασικά υποδείγματα GARCH αντιδρούν συμμετρικά και δεν παρουσιάζουν διαφορετική αντίδραση σε θετικά και αρνητικά σοκ. Έχει υποστηριχθεί σε πολλές έρευνες και για διάφορους λόγους ((Black, 1976), (Poterba & Summers, 1984) , (French, et al., 1987), (Wu, 2001), (Low, 2004), (Giot, 2005), (Carr & Wu, 2006), (Hibbert, et al., 2008), (Boujelbène, 2011), (Han, et al., 2012)) ότι τα αρνητικά σοκ σε χρηματοοικονομικές χρονοσειρές (αποδόσεις δεικτών ή μετοχών) επηρεάζουν πιο πολύ και αυξάνουν περισσότερο την μεταβλητότητα παρά τα θετικά. Γι' αυτό τα λόγο έχουν αναπτυχθεί υποδείγματα GARCH που επιτρέπουν την εκδήλωση αυτού του φαινομένου.

GJR-GARCH

Το ένα είναι το υπόδειγμα GJR-GARCH (Glosten, et al., 1993) το οποίο περιλαμβάνει ένα επιπλέον όρο για να συμπεριλαμβάνει πιθανές ασυμμετρίες.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 I_{t-1} \quad (1.15)$$

Όπου $I_{t-1} = 1$ αν $u_{t-1} < 0$ ή ισούται με 0 διαφορετικά.

Σε περίπτωση ασυμμετρίας ο συντελεστής γ θα είναι θετικός

EGARCH

Το άλλο υπόδειγμα είναι το EGARCH (Nelson, 1991)

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^q g(z_{t-i}) + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) \quad (1.16)$$

$$\text{με } g(z_t) = \gamma z_t + \alpha [|z_t| - E|z_t|] \quad \text{και } z_t = \frac{u_t}{\sqrt{\sigma_t^2}} \quad (1.17)$$

ενώ αν ως συνήθως (Brooks, 2014) θεωρήσουμε $z_t \sim N(0,1)$ τότε η (1.16) για EGARCH(1.1) γίνεται

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \gamma \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + \beta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2) \quad (1.18)$$

Στην εξίσωση (1.18) για το υπόδειγμα EGARCH(1.1) αν υπάρχει ασυμμετρία, αν δηλαδή η σχέση ανάμεσα στην μεταβλητότητα και τις αποδόσεις είναι αρνητική τότε ο συντελεστής γ θα έχει αρνητικό πρόσημο υποδεικνύοντας αυτήν την αρνητική σχέση.

Τεκμαρτή Μεταβλητότητα

Τέλος η εκτίμηση της μεταβλητότητας μπορεί να γίνει με την τεκμαρτή μεταβλητότητα. Η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι η μεταβλητότητα που όπως λέει και το όνομά της «τεκμαίρεται» από τις τιμές της αγοράς. Όσο περισσότεροι συμμετέχοντες στην αγορά πιστεύουν ότι οι παρατηρούμενες τιμές αντικατοπτρίζουν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για την αγορά και κάνουν πράξεις βασιζόμενοι σε αυτή την πεποίθηση (υπόθεση αποτελεσματικής αγοράς) τόσο η τεκμαρτή μεταβλητότητα θα είναι η καλύτερη πρόγνωση της μελλοντικής μεταβλητότητας (Natenberg, 2015). Για την εύρεσή της δεν βασιζόμαστε σε ιστορικά στοιχεία όπως σε όλα τα υποδείγματα που είδαμε μέχρι τώρα, αλλά χρησιμοποιούνται οι παρατηρούμενες στην αγορά τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης και συνήθως ένα υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων για να «εξαχθεί» η μεταβλητότητα.

Έννοια τεκμαρτής μεταβλητότητας

Όπως αναφέρει ο Whaley (2000) η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι ότι είναι το yield to maturity (YTM) για ένα ομόλογο. Για να υπολογίσουμε το YTM ενός ομολόγου χρειάζεται να γνωρίζουμε την τρέχουσα τιμή ενός ομολόγου και όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους (ονομαστικό επιτόκιο, ονομαστική αξία, χρόνο μέχρι τη λήξη, συχνότητα πληρωμής κουπονιών). Το YTM είναι το επιτόκιο προεξόφλησης που εξισώνει την παρούσα αξία, την οποία ορίζουμε να είναι η τρέχουσα τιμή του, ενός ομολόγου με τις συνολικές πληρωμές συν την ονομαστική αξία ενός ομολόγου. Ανάλογα και για να υπολογίσουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα (implied volatility ή IV) χρειάζεται να γνωρίζουμε την τιμή ενός δικαιώματος προαίρεσης και όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους. Η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι η τιμή της μεταβλητότητας που αν εισαχθεί στο υπόδειγμα που έχουμε διαλέξει, θα μας δώσει ως αποτέλεσμα την τιμή του δικαιώματος προαίρεσης που παρατηρούμε στην αγορά.

Από τον ορισμό που μόλις δόθηκε γίνεται κατανοητό ότι μεγάλη σημασία για τον προσδιορισμό της τιμής της τεκμαρτής μεταβλητότητας έχει το υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων που θα επιλεγεί. Ανάλογα με το υπόδειγμα και τις υποθέσεις που θα γίνουν, μπορεί να υπάρχουν και διαφορετικά αποτελέσματα. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για την ύπαρξη ενός τρόπου εύρεσης της τιμής τεκμαρτής μεταβλητότητας που φυσικά να εξαρτάται από τις παρατηρούμενες σε πραγματικό χρόνο τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης αλλά να μην εξαρτάται από κάποιο συγκεκριμένο θεωρητικό υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων.

Σημασία τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η σημασία της τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι ότι ενώ με τους υπόλοιπους τρόπους μέτρησης της μεταβλητότητας μπορούμε να μετρήσουμε ή στην περίπτωση των υποδειγμάτων τύπου ARCH-GARCH ακόμα και να κάνουμε πρόβλεψη (Andersen & Bollerslev, 1998), δεν μπορούμε όμως να κάνουμε στιγμιαία εκτίμηση της παρατηρούμενης μεταβλητότητας. Αν δηλαδή εν ώρα λειτουργίας του χρηματιστηρίου γίνει κάποιο γεγονός που αυξήσει τον κίνδυνο και την αίσθησή μας για την μεταβλητότητα, τα υπόλοιπα υποδείγματα θα λάβουν υπόψιν τους αυτό το γεγονός όταν γίνει «ιστορία», όταν δηλαδή γίνει ιστορικό στοιχείο που θα εισαχθεί μέσα στο υπόδειγμα για την εκτίμηση της μεταβλητότητας. Ένας trader ή ένας market maker που θέλει να κάνει μια πράξη σε δικαιώματα προαίρεσης ενδιαφέρεται από άποψη μεταβλητότητας πρωτίστως αν η τιμή του δικαιώματος είναι ακριβή ή φθηνή, σχετικά με την μεταβλητότητα που επικρατεί αυτή τη στιγμή στην αγορά. Οι άλλες μορφές μεταβλητότητας τον ενδιαφέρουν για να δομήσει την επενδυτική του στρατηγική και για να κάνει προβλέψεις αλλά όχι για να κάνει πράξεις στην αγορά. Όπως ένα επενδυτή μετοχών τον ενδιαφέρει η ιστορικότητα μιας μετοχής για να δομήσει την επενδυτική του άποψη, αλλά για να κάνει πράξη αυτή τη στιγμή τον ενδιαφέρει η τιμή αγοράς και η τιμή πώλησης. Έτσι για την περίπτωση της μεταβλητότητας μπορεί η ιστορική μεταβλητότητα και τα υποδείγματα GARCH να βοηθήσουν ένα επενδυτή να αποφασίσει τι θέση θα πρέπει να πάρει στην μεταβλητότητα, αλλά για να αποφασίσει κάποιος αν είναι συμφέρον να αγοράσει ή να πουλήσει θα πρέπει να γνωρίζει την τρέχουσα τιμή της μεταβλητότητας. Αν και στα υπόλοιπα προϊόντα οι τιμές αγοράς και πώλησης είναι γνωστές άμεσα ή έστω μπορούν να γίνουν γνωστές εύκολα στους συμμετέχοντες, η μεταβλητότητα είναι πιο αφηρημένη έννοια που δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμη στην αγορά. Μόνο η έννοια της τεκμαρτής μεταβλητότητας μπορεί να χρησιμοποιήσει σε πραγματικό χρόνο όλες τις διαθέσιμες παρατηρούμενες πληροφορίες για να απαντήσει στο ερώτημα τι μεταβλητότητα έχει αυτή τη στιγμή το χρηματιστήριο. Άρα η επιπλέον σημασία των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας (IV Indexes) είναι ότι όπως οι υπόλοιποι δείκτες, παρέχουν πληροφορία για το επίπεδο των τιμών μιας αγοράς σε πραγματικό χρόνο (κατά τη λειτουργία της αγοράς), αυτοί οι δείκτες (IV) παρέχουν την πληροφορία για το επίπεδο της μεταβλητότητας μιας αγοράς ή ενός μέρους της αγοράς σε πραγματικό χρόνο (κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της αγοράς).

Τρόπος προσέγγισης τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η σημασία και η ερμηνεία της τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι διαφορετική ανάλογα με την ιδιότητα και την οπτική του παρατηρητή της. Η ακαδημαϊκή οπτική με πίστη στη αποτελεσματικότητα της αγοράς θεωρεί ότι οι τιμές της αγοράς περικλείουν όλη τη διαθέσιμη σχετική πληροφορία κατά τρόπο άμεσο και ακριβή και κάθε πρόβλεψη αποτελεί τμήμα της σημερινής πληροφόρησης άρα περικλείεται στην τιμή. Στα δικαιώματα αυτή η πληροφορία περιλαμβάνει και τις τιμές της μεταβλητότητας που περικλείει όλη την πληροφορία των ιστορικών αποδόσεων του υποκείμενου προϊόντος αλλά και την εκτίμηση της αγοράς για την μεταβλητότητα των μελλοντικών αποδόσεων του υποκείμενου. Η ακαδημαϊκή οπτική για την τεκμαρτή μεταβλητότητα περιλαμβάνει και άλλη μια παράμετρο. Καθώς η τεκμαρτή μεταβλητότητα δεν είναι μια στατιστική εκτίμηση, σημαίνει ότι δεν παρουσιάζει τα συνήθη στατιστικά περιθώρια λάθους (Low, 2004).

Η οπτική ενός διαπραγματευτή δικαιωμάτων για την τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι λίγο διαφορετική και τον ενδιαφέρει πως θα μεταβληθεί η τιμή του υποκειμένου. Οι διαπραγματευτές δεν θεωρούν την τεκμαρτή μεταβλητότητα ως μέτρο για την μεταβολή των τιμών του υποκειμένου μέχρι τη λήξη του δικαιώματος (Figlewski, 1997). Θεωρούν ότι δηλώνει την στιγμιαία τιμή της μεταβλητότητας και την καλύτερη εκτίμηση της μεταβλητότητας σε επόμενη στιγμή που θα έχει μεταβληθεί λίγο η τιμή του υποκειμένου και έτσι να προβλέψουν την δυνητική μεταβολή στην τιμή των δικαιωμάτων. Έτσι μπορούν να προσαρμόσουν τη στρατηγική τους είτε αυτή αφορά κερδοσκοπία είτε αφορά αντιστάθμιση.

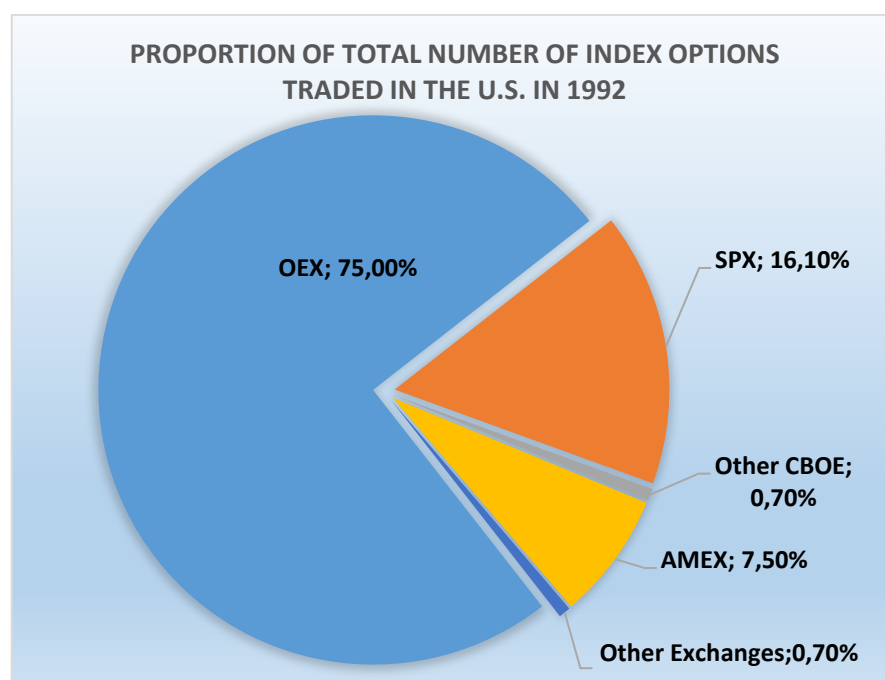
Ιστορία Δεικτών Τεκμαρτής Μεταβλητότητας

Η ιδέα για την δημιουργία ενός δείκτη μεταβλητότητας ξεκίνησε με την έναρξη διαπραγμάτευσης των δικαιωμάτων προαίρεσης σε χρηματιστήριο (Fleming, et al., 1995) και λίγο αργότερα ο Gastineau (1977) πρότεινε τον πρώτο δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας τις τεκμαρτές μεταβλητότητες των δικαιωμάτων με τιμή εξάσκησης κοντά στην τρέχουσα τιμή 14 διαφορετικών μετοχών. Το (1985) οι Cox και Rubinstein βελτίωσαν τον δείκτη αυτό με την χρησιμοποίηση περισσότερων δικαιωμάτων αγοράς, την βελτίωση της στάθμισης και τελικά τη δημιουργία ενός δείκτη ο οποίος δεν έληγε ποτέ και είχε σταθερή χρονική διάρκεια λήξης.

Το 1993 το CBOE¹ έγινε το πρώτο χρηματιστήριο που επίσημα εισήγαγε δείκτη (τεκμαρτής) μεταβλητότητας ο οποίος ήταν βασισμένος στο υπόδειγμα των Black & Scholes

¹ Chicago Board Options Exchange

(Carr & Lee, 2009) και χρησιμοποιούσε τα δικαιώματα του δείκτη S&P 100. Εισήγαγε δύο καινοτομίες σχετικά με τις προηγούμενες απόπειρες δημιουργίας δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η πρώτη ήταν ότι ο VIX (το 2003 ο αρχικός VIX μετονομάστηκε σε VXO) βασιζόταν σε δικαιώματα ενός δείκτη και όχι αυτόνομων μετοχών για να συλλάβει τη μεταβλητότητα της αγοράς. Δεύτερη διαφορά-καινοτομία ήταν ότι για τον υπολογισμό του δείκτη εκτός από δικαιώματα αγοράς για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκαν και δικαιώματα πώλησης. Η μεθοδολογία υπολογισμού του παρουσιάζεται από τον Whaley ((1993), (2000)) και (Fleming, et al., 1995) ενώ σύντομα έγινε μέτρο αναφοράς για τον κίνδυνο των αγορών μετοχών των ΗΠΑ (Sirioropoulos & Fassas, 2009). Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν δικαιώματα του S&P100 αντί του S&P500 ήταν ότι εκείνη την περίοδο τα δικαιώματα του S&P100 είχαν πολύ μεγαλύτερη εμπορευσιμότητα και αντιπροσώπευαν το 75% του όγκου των συναλλαγών σε δικαιώματα προαίρεσης επί δεικτών όπως εμφανίζεται στο κάτωθι διάγραμμα



Διάγραμμα 1

Για τον υπολογισμό αυτού του πρώτου δείκτη λαμβάνονταν οι τεκμαρτές μεταβλητότητες μόνο οκτώ δικαιωμάτων με τιμή εξάσκησης λίγο πάνω και λίγο κάτω από την τρέχουσα τιμή (ATM). Ο λόγος που λαμβάνονταν υπόψιν μόνο οκτώ δικαιώματα ήταν ότι την περίοδο εκείνη, σημαντική εμπορευσιμότητα είχαν τα δικαιώματα κοντά στην τρέχουσα τιμή (ATM) και οι πράξεις μειώνονταν αισθητά όσο απομακρυνόμασταν από αυτή την τιμή (Whaley, 2008).

Η μεθοδολογία υπολογισμού του αρχικού VIX ήταν η ακόλουθη

Λαμβάνονταν οι τεκμαρτές μεταβλητότητες ενός δικαιώματος αγοράς και ενός πώλησης με τιμή εξάσκησης λίγο κάτω από την τρέχουσα τιμή και ενός δικαιώματος αγοράς και ενός πώλησης με τιμή εξάσκησης λίγο πάνω από την τρέχουσα τιμή που είχαν τουλάχιστον οκτώ ημερολογιακές ημέρες μέχρι τη λήξη. Επίσης γινόταν η ίδια διαδικασία για άλλα τέσσερα δικαιώματα για την επόμενη λήξη όπως παραστατικά παρουσιάζεται κάτωθι.

Strike		Κοντινός μήνας λήξης (1)		Επόμενος μήνας λήξης (2)	
		Call	Put	Call	Put
$X_b = X$ bellow spot	$X_b < S$	σ_{c1}^{Xb}	σ_{p1}^{Xb}	σ_{c2}^{Xb}	σ_{p2}^{Xb}
$X_o = X$ over spot	$X_o \geq S$	σ_{c1}^{Xo}	σ_{p1}^{Xo}	σ_{c2}^{Xo}	σ_{p2}^{Xo}

Πίνακας 1

Στο επόμενο βήμα γίνεται ο και υπολογισμός της μέσης μεταβλητότητας για κάθε ένα από τα τέσσερα επίπεδα υπολογισμού

$\sigma_1^{Xb} = (\sigma_{c1}^{Xb} + \sigma_{p1}^{Xb})/2$	$\sigma_2^{Xb} = (\sigma_{c2}^{Xb} + \sigma_{p2}^{Xb})/2$
$\sigma_1^{Xo} = (\sigma_{c1}^{Xo} + \sigma_{p1}^{Xo})/2$	$\sigma_2^{Xo} = (\sigma_{c2}^{Xo} + \sigma_{p2}^{Xo})/2$

Πίνακας 2

Μετά γίνεται γραμμική παρεμβολή για να βρεθεί η τεκμαρτή μεταβλητότητα του κοντινού και του επόμενου μήνα.

$$\sigma_1 = \sigma_1^{Xb} \left(\frac{X_o - S}{X_o - X_b} \right) + \sigma_1^{Xo} \left(\frac{S - X_b}{X_o - X_b} \right) \quad (1.19)$$

$$\sigma_2 = \sigma_2^{Xb} \left(\frac{X_o - S}{X_o - X_b} \right) + \sigma_2^{Xo} \left(\frac{S - X_b}{X_o - X_b} \right) \quad (1.20)$$

Τέλος για να υπολογισθεί ο δείκτης VIX των 30 ημερολογιακών ημερών ή ισοδύναμα των 22 εργάσιμων ημερών γινόταν γραμμική παρεμβολή μεταξύ των δυο μεταβλητοτήτων

$$VIX = \sigma_1 \left(\frac{N_2 - 22}{N_2 - N_1} \right) + \sigma_2 \left(\frac{22 - N_1}{N_2 - N_1} \right) \quad (1.21)$$

Κατανομή Τιμών Μετοχών

Για την περιγραφή της συμπεριφοράς των τιμών των μετοχών, θα ακολουθηθεί το υπόδειγμα της Γεωμετρικής Κίνησης Brown, το οποίο ακολουθήθηκε από τους Black, Scholes, και Merton το οποίο περιγράφεται από την κάτωθι σχέση

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dW \quad \text{ή} \quad dS = \mu S dt + \sigma S dW \quad (1.22)$$

Όπου S είναι η τιμή του περιουσιακού στοιχείου και W είναι η κίνηση Brown (Wiener Process) η οποία έχει μεταξύ άλλων την ιδιότητα ότι $W: N(0, T)$

Η διακριτή έκδοση του μοντέλου αυτού είναι

$$\frac{\Delta S}{S} = \mu \Delta t + \sigma u \sqrt{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \Delta S = \mu S \Delta t + \sigma S u \sqrt{\Delta t} \quad \text{με } u \sim (0,1) \quad (1.23)$$

Η (1.22) υποδηλώνει ότι οι ποσοστιαίες μεταβολές σε μια μετοχή σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα ακολουθούν την κανονική μεταβολή.

Αν μια μεταβλητή ακολουθεί τη σχέση (1.22) τότε χρησιμοποιώντας το λήμμα του Ito αποδεικνύεται (Hull, 1997) ότι ο λογάριθμός της ακολουθεί την ακόλουθη σχέση

$$\ln S = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dW \quad (1.24)$$

Με μέσο $\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right)$ και διακύμανση σ^2 . Επισημαίνεται ότι όταν ο (φυσικός) λογάριθμος μιας μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή τότε η μεταβλητή ακολουθεί την λογαριθμοκανονική κατανομή. Άρα η μεταβολή του $\ln S$ ($\ln S_T - \ln S_0$) μέχρι μια μελλοντική στιγμή T ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέσο $\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T$ και διακύμανση $\sigma^2 T$. Δηλαδή:

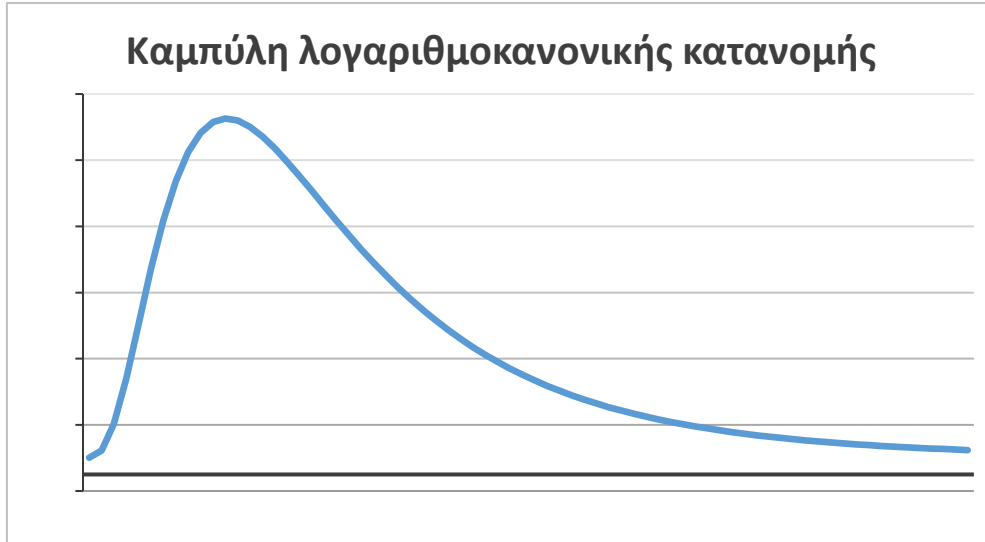
$$\ln S_T - \ln S_0 \sim \phi \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma^2 T \right] \Leftrightarrow \ln \left(\frac{S_T}{S_0} \right) \sim \phi \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma^2 T \right] \quad (1.25)$$

Όμως $(\ln S_T - \ln S_0)$ ή $\ln \left(\frac{S_T}{S_0} \right)$ είναι η απόδοση μιας μετοχής χρησιμοποιώντας λογαριθμικές αποδόσεις, αυτό που ονομάζουμε συνεχή ανατοκισμό.

Θεωρείται ότι η κατανομή που ακολουθούν οι μετοχές είναι η λογαριθμοκανονική και όχι η κανονική (Hull, 1997). Καθώς οι μετοχές μπορούν να πάρουν τιμές από μηδέν έως $+\infty$

και δεν μπορούν να γίνουν αρνητικές, η υπόθεση της λογαριθμικότητας είναι αποδεκτή ως η κατανομή που ακολουθούν οι μετοχές.

Αντιπροσωπευτική καμπύλη μιας μεταβλητής η οποία ακολουθεί την λογαριθμοκανονική κατανομή παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 2

Χρονικός Χειρισμός Μεταβλητότητας

Συνήθως η μεταβλητότητα αναφέρεται ετησιοποιημένη. Για να ετησιοποιήσουμε τα αποτελέσματα από την (1.25) εργαζόμαστε ως εξής. Για να βρούμε την αναμενόμενη τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου S μετά από ένα χρονικό διάστημα T γνωρίζουμε ότι ισχύει η σχέση

$$S_T = S_0 e^{rT} \quad (1.26)$$

Όμως έχουμε ότι

$$S_T = S_0 e^{rT} \Leftrightarrow \frac{S_T}{S_0} = e^{rT} \Leftrightarrow \ln \frac{S_T}{S_0} = rT \Leftrightarrow r = \frac{1}{T} \ln \frac{S_T}{S_0} \quad (1.27)$$

Άρα η κατανομή στην (1.25) με δεδομένο την (1.27) είναι η κατανομή του r για ένα χρονικό διάστημα T δηλαδή είναι η κατανομή του rT . Αν διαιρέσουμε με T η ετησιοποιημένη κατανομή των συνεχώς ανατοκιζόμενων αποδόσεων είναι η

$$r \sim \phi \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right), \frac{\sigma^2}{T} \right] \quad (1.28)$$

Το οποίο σημαίνει ότι η μεταβλητότητα των συνεχώς ανατοκιζόμενων αποδόσεων είναι

$$\frac{\sigma}{\sqrt{T}} \quad (1.29)$$

Συνεπώς αν έχουμε βρει την μηνιαία μεταβλητότητα των αποδόσεων ίση με σ_m για να βρούμε την ετησιοποιημένη τιμή της μεταβλητότητας χρησιμοποιούμε την (1.29) και έχουμε

$$Vol = \frac{\sigma_m}{\sqrt{\frac{1}{12}}} \Leftrightarrow Vol = \sigma_m \sqrt{12} \quad (1.30)$$

Αντίθετα αν έχουμε την ετησιοποιημένη μεταβλητότητα η μηνιαία βρίσκεται ως εξής:

$$Vol = \frac{\sigma_m}{\sqrt{\frac{1}{12}}} \Leftrightarrow Vol \times \sqrt{\frac{1}{12}} = \sigma_m \Leftrightarrow \sigma_m = \frac{Vol}{\sqrt{12}} \quad (1.31)$$

Πρόβλεψη Μελλοντικών Αποδόσεων

Χρησιμοποιώντας την (1.29) και την τρέχουσα μεταβλητότητα μπορούμε να προβλέψουμε ένα διάστημα στο οποίο θα κινούνται οι αναμενόμενες αποδόσεις ενός περιουσιακού στοιχείου.

Από τις ιδιότητες της κανονικής κατανομής έχουμε ότι το ποσοστό των παρατηρήσεων που απέχει από το μέσο λιγότερο από k τυπικές αποκλίσεις δίνεται (Κούτρας, 2004)

$$P(|X - \mu| \leq k\sigma) = P\left(\left|\frac{X - \mu}{\sigma}\right| \leq k\right) = P(|Z| \leq k) = P(-k \leq Z \leq k) \quad (1.32)$$

Με βάση την (1.32) έχουμε ότι

$$P(-k \leq Z \leq k) = \Phi(k) - \Phi(-k) = \Phi(k) - (1 - \Phi(k)) = 2\Phi(k) - 1 \quad (1.33)$$

Άρα αντικαθιστώντας στο k έχουμε

$$\begin{aligned} 2\Phi(1) - 1 &= 2 \times 0,8413 - 1 = 0,6826 = 68,26\% \\ 2\Phi(2) - 1 &= 2 \times 0,9772 - 1 = 0,9544 = 95,44\% \\ 2\Phi(3) - 1 &= 2 \times 0,9987 - 1 = 0,9974 = 99,74\% \end{aligned} \quad (1.34)$$

Ένας Ελληνικός δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας τον οποίο θα δημιουργήσω (VFTASEC), θα προσφέρει σε πραγματικό χρόνο την εκτίμηση της αναμενόμενης μεταβλητότητας. Άρα συνδυάζοντας την (1.34) με την (1.31) και με δεδομένο ότι ο VFTASEC θα δημιουργηθεί ως η ετησιοποιημένη μεταβλητότητα του επόμενου μήνα,

έχουμε ότι το εύρος των αποδόσεων του FTASE/ATHEX Large Cap σχετικά με την μέση τιμή τους θα είναι

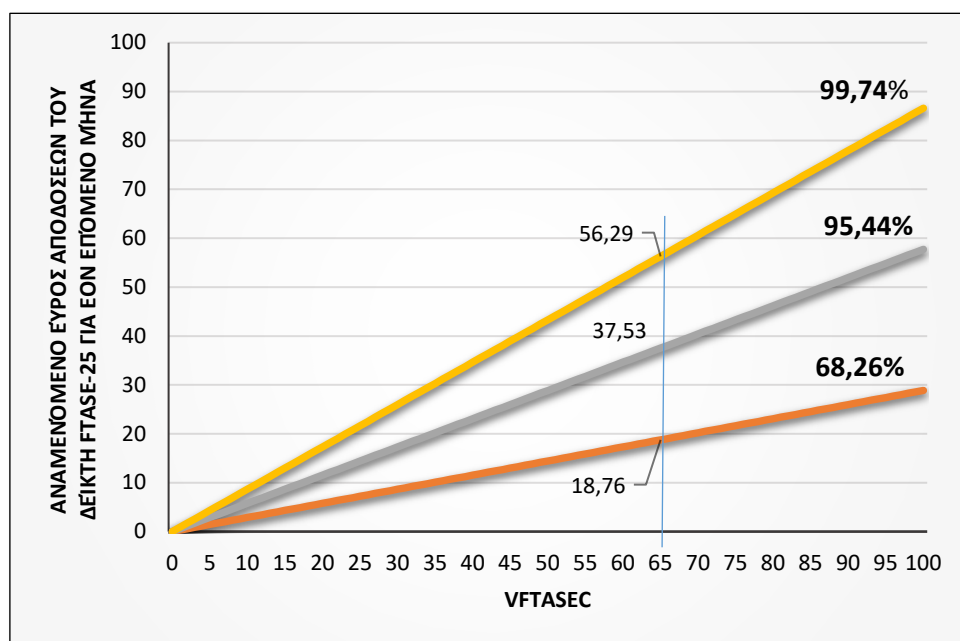
$$Με\ 68,26\% \quad \pm VFTASEC / \sqrt{12} = \pm \frac{1}{\sqrt{12}} \times VFTASEC = \boxed{\pm 0.288675 \times VFTASEC}$$

$$Με\ 95,44\% \quad \pm 2 \times VFTASEC / \sqrt{12} = \pm \frac{2}{\sqrt{12}} \times VFTASEC = \boxed{\pm 0.57735 \times VFTASEC} \quad (1.35)$$

$$Με\ 99,74\% \quad \pm 3 \times VFTASEC / \sqrt{12} = \pm \frac{3}{\sqrt{12}} \times VFTASEC = \boxed{\pm 0.866025 \times VFTASEC}$$

Άρα αν έχουμε την τιμή του VFTASEC, με την (1.35) μπορούμε να υπολογίσουμε με την αντίστοιχη πιθανότητα ένα εύρος αποδόσεων πάνω και κάτω από την μέση τιμή τους (Whaley, 2008). Αν η μέση τιμή των αποδόσεων είναι 0 τότε έχουμε το κάτωθι διάγραμμα.

Αν δεν είναι 0 τότε απλώς στον κάθετο άξονα στη θέση του 0 θα είναι $\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right)$.



Διάγραμμα 3

Οι γραμμές μας δίνουν την απόλυτη τιμή του εύρους αποδόσεων του FTSE/ATHEX Large Cap στον επόμενο μήνα για διάφορες τιμές μεταβλητότητας όπως μετريέται με τον VFTASEC.

Παραδείγματος χάριν αν ο VFTASEC είναι στην τιμή 65 τότε κατά 68,26% η απόδοση του FTSE/ATHEX Large Cap τον επόμενο μήνα θα κινείται σε ένα εύρος $\pm 18,76\%$, κατά 95,44% σε ένα εύρος $\pm 37,53\%$ και κατά 99,74% οι αποδόσεις τον επόμενο μήνα θα κυμαίνονται από $-56,29\%$ έως $+56,29\%$.

Υποδείγματα Αποτίμησης Δικαιωμάτων

Το Υπόδειγμα του Bachelier

Πριν την συνάρτηση των Black-Scholes (Merton) η οποία τώρα θεωρείται ως η βάση για όλα τα υποδείγματα αποτίμησης δικαιωμάτων, υπήρχε αναζήτηση από την ακαδημαϊκή κοινότητα για την αποτίμηση των δικαιωμάτων και υπήρχαν και άλλα υποδείγματα αποτίμησης. Πρώτος ο Bachelier το 1900 κατέληξε σε μια εξίσωση για την αποτίμηση δικαιωμάτων προαίρεσης, βασιζόμενος όμως σε κανονική κατανομή.

$$c = (S - X)N(d_1) - \sigma\sqrt{T}n(d_1) \quad (1.36)$$

$$p = (X - S)N(-d_1) + \sigma\sqrt{T}n(-d_1) \quad (1.37)$$

$$\text{με} \quad d_1 = \frac{S - X}{\sigma\sqrt{T}} \quad (1.38)$$

όπου $N(x)$ είναι η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της κανονικής κατανομής

Τα μειονεκτήματα του υποδείγματος του Bachelier ήταν ότι υπέθετε κανονική κατανομή, συνεπώς επέτρεπε στο υποκείμενο να λαμβάνει και αρνητικές τιμές και το δεύτερο μειονέκτημά του ήταν ότι δεν γινόταν προεξόφληση στην τιμή εξάσκησης. Παρόλα αυτά το υπόδειγμά του για πάνω από 60 έτη ήταν μοναδικό, ενώ ακόμα και τώρα χρησιμοποιείται για προϊόντα που έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν αρνητικές τιμές. Η πρόσφατη κατάσταση με την ύπαρξη και τη διατήρηση επιτοκίων σε αρνητικές τιμές, έκανε πολλούς να ανασύρουν το υπόδειγμα αυτό για την αποτίμηση συνθέτων προϊόντων.

Η πορεία προς το Υπόδειγμα των Black & Scholes

Αργότερο το 1964 ο Sprenkle υπέθεσε ότι οι μετοχές ακολουθούν την λογαριθμοκανονική κατανομή στο υπόδειγμά του και λίγο αργότερα ο Boness στο δικό του υπόδειγμα πρόσθεσε την προεξόφληση της τιμής εξάσκησης με την αναμενόμενη τιμή του υποκειμένου κάνοντας τον τύπο του σχεδόν ίδιο με του υποδείγματος των Black&Scholes. Το 1965 ο Samuelson στο δικό του υπόδειγμα πρόσθεσε ένα επιπλέον όρο, την αναμενόμενη απόδοση του δικαιώματος. Επίσης επισημαίνεται ότι ο Samuelson ήταν ο επιβλέπων καθηγητής του Merton στην εκπόνηση του διδακτορικού του.

Το Υπόδειγμα των Black-Scholes (1973)

Το έτος 1973 δημοσιεύθηκε το διάσημο έργο των Fisher Black και ο Myron Scholes “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”. Σε αυτό το έργο τους κατέληξαν στην γνωστή συνάρτησή τους για την αποτίμηση δικαιωμάτων Ευρωπαϊκού τύπου σε μετοχές ή δείκτες χωρίς την καταβολή μερίσματος.

$$c = SN(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2) \quad (1.39)$$

$$p = Xe^{-rT}N(-d_2) - SN(-d_1) \quad (1.40)$$

$$\text{με } d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{και} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (1.41)$$

S	= Τιμή υποκειμένου (μετοχή)
X	= Τιμή εξάσκησης (strike, exercise price)
r	= Επιτόκιο ακίνδυνου δανεισμού
T	= Χρόνος μέχρι τη λήξη εκφρασμένος σε έτη
σ	= Μεταβλητότητα των αποδόσεων του υποκειμένου προϊόντος
N(x)	= Η αθροιστική συνάρτηση της κανονικής κατανομής

Την ίδια χρονιά ο Merton (1973) στο μοντέλο του, εκτός από τις άλλες προσθήκες που έκανε για την αποτίμηση εξωτικών δικαιωμάτων, προσαρμοσε την εξίσωση των Black&Scholes για να μπορεί να εφαρμοσθεί σε δείκτες οι οποίοι έχουν συχνά μερίσματα. Έτσι διαφοροποίησε τον τύπο για να υπολογίζει την επίδραση της (συνεχούς) μερισματικής απόδοσης (q) ως εξής

$$c = Se^{-qT}N(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2) \quad (1.42)$$

$$p = Xe^{-rT}N(-d_2) - Se^{-qT}N(-d_1) \quad (1.43)$$

$$\text{με } d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{και} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (1.44)$$

Βελτίωση από τον Fisher Black

Ο Black το (1976) επέκτεινε το υπόδειγμα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογίζει δικαιώματα με υποκείμενο ΣΜΕ. Αυτό, ήταν το βασικό υπόδειγμα υπολογισμού όλων των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας μέχρι το 2003 που το CBOE άλλαξε τον τρόπο υπολογισμού. Εκτός από τις μεθόδους που είναι ανεξάρτητες υποδείγματος (model free) είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

$$c = e^{-rT} [FN(d_1) - XN(d_2)] \quad (1.45)$$

$$p = e^{-rT} [XN(-d_2) - FN(-d_1)] \quad (1.46)$$

$$\text{με} \quad d_1 = \frac{\ln(F/X) + \sigma^2 T/2}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{και} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (1.47)$$

Το Υπόδειγμα του Heston (1993)

Τα άνωθι υποδείγματα υποθέτουν κανονικές (Bachelier) ή λογαριθμοκανονικές αποδόσεις των μετοχών, με το μέσο όρο και την μεταβλητότητα των αποδόσεων γνωστά και σταθερά.

Ο Heston (1993) στο υπόδειγμά του υποστηρίζοντας ότι η υπόθεση σταθερής μεταβλητότητας δημιουργεί σφάλματα τιμολόγησης, χρησιμοποίησε στοχαστική μεταβλητότητα βασιζόμενος στο υπόδειγμα των (Cox, et al., 1985), ενσωμάτωσε την συσχέτιση μεταξύ της μεταβλητότητας και των αποδόσεων. Το υπόδειγμα του Heston για τις τιμές των μετοχών και την μεταβλητότά τους περιγράφεται από τις κάτωθι εξισώσεις

$$dS_t = \mu S_t dt + \sqrt{v_t} S_t dW_t^S \quad (1.48)$$

$$dv_t = \kappa(\theta - v_t)dt + \sigma\sqrt{v_t}dW_t^v \quad (1.49)$$

W_t^S W_t^v είναι διαδικασίες Wiener για την μετοχή και την μεταβλητότητας της αντίστοιχα με συντελεστή συσχέτισης ρ

μ είναι η μέση απόδοση της μετοχής

v_t είναι η στιγμιαία διακύμανση της μετοχής

θ είναι η μακροχρόνια διακύμανση (ο μακροχρόνιος μέσος όρος)

κ είναι ο ρυθμός (ταχύτητα) επιστροφής της στιγμιαίας διακύμανσης v_t στο μακροχρόνιο μέσο όρο της θ

σ είναι η μεταβλητότητα της μεταβλητότητας (τυπική απόκλιση της $\sqrt{v_t}$)

Γενικός Τύπος Haug (2007)

Ο γενικός τύπος που περιλαμβάνει αρκετές παραλλαγές του τύπου των Black&Scholes είναι ο:

$$c = Se^{(b-r)T} N(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2) \quad (1.50)$$

$$p = Xe^{-rT} N(-d_2) - Se^{(b-r)T} N(-d_1) \quad (1.51)$$

$$\text{με} \quad d_1 = \frac{\ln(S/X) + (b + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{και} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (1.52)$$

με $b = r$ έχουμε τον τύπο των Black & Scholes του 1973

με $b = r - q$ έχουμε το υπόδειγμα του Merton του 1973

με $b = 0$ μας δίνει τον τύπο Black του 1976

με $b = r = 0$ έχουμε το υπόδειγμα του Asay (1982) για την αποτίμηση future options στα οποία ζητείται εγγύηση (margin)

με $b = r - r_f$ έχουμε το υπόδειγμα των Garman Kohlahagen (1983) για τα options σε νομίσματα.

Κυριότεροι δείκτες μεταβλητότητας

Υπάρχουν αρκετοί δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας παγκοσμίως και δημιουργούνται διαρκώς νέοι. Καθένας από αυτούς δημιουργήθηκε για να καλύψει μια ανάγκη. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι:

VIX, VXO (Chicago Board Options Exchange, 2014)

Ο VIX είναι ο πιο γνωστός δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας παγκοσμίως. Το 1993 το CBOE πρώτο δημιούργησε ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας, τον VIX, βασισμένο στα δικαιώματα του δείκτη S&P 100. Η μεθοδολογία του αρχικού VIX βασιζόταν στο υπόδειγμα των Black&Scholes και υπολόγιζε την ετησιοποιημένη τεκμαρτή μεταβλητότητα των 22 εργάσιμων ημερών (ενός μηνός). Ο δείκτης υπολογίστηκε από το 1986 για να υπάρχει αυξημένη ιστορικότητα

Ο νέος VIX εισήχθη στις 22 Σεπτεμβρίου 2003 και έχει δυο βασικές διαφορές σχετικά με τον αρχικό δείκτη ο οποίος από τότε μετονομάστηκε σε VXO. Η πρώτη είναι ότι ο νέος VIX βασίζεται στα δικαιώματα του S&P 500 καθώς αυξήθηκε σημαντικά ο όγκος διαπραγμάτευσης των δικαιωμάτων προαίρεσης με υποκείμενο τον S&P 500, και λόγω του γεγονότος ότι θεωρείται πιο αντιπροσωπευτικός δείκτης από τον S&P 100 ενώ οι δυο δείκτες είχαν υψηλή συσχέτιση. Η δεύτερη μεγάλη αλλαγή είναι η αλλαγή στην μεθοδολογία υπολογισμού. Ο νέος δείκτης δεν βασίζεται στην εύρεση της τεκμαρτής μεταβλητότητας μέσω του υποδείγματος των Black&Scholes αλλά βασίζεται στην ιδέα των Demeterfi, Derman, Kamal, & Zou (1999) για την δίκαιη αποτίμηση της μελλοντικής διακύμανσης για ένα variance swap (Siripoulos & Fassas, 2009). Η νέα μεθοδολογία χρησιμοποιεί όλα τα δικαιώματα εκτός του χρηματικού τους ισοδύναμου και όχι μόνο τα κοντινότερα στην τρέχουσα τιμή, και είναι μη παραμετρική, δεν βασίζεται σε κάποιο συγκεκριμένο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων.

Πέραν των δεικτών VIX και VXO το CBOE υπολογίζει και μια πλειάδα ακόμα δεικτών μεταβλητότητας (CBOE, 2017) δεικτών μετοχών, ομολόγων, επιτοκίων, συναλλαγματικών ισοτιμιών, εμπορευμάτων, αναπτυσσόμενων χωρών, της Κίνας, της Βραζιλίας καθώς και πέντε μεγάλων μετοχών όπως εμφανίζεται στον κάτωθι πίνακα. Επισημαίνεται ότι εκτός του VXO οι υπόλοιποι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας που υπολογίζει το CBOE, βασίζονται στην (ανανεωμένη) μεθοδολογία του VIX.

Volatility Indexes (Stock Indexes)	
Cboe Nasdaq-100 Volatility Index	VXN
Cboe DJIA Volatility Index	VXD
Cboe Russell 2000 Volatility Index	RVX
Cboe 3-Month Volatility Index	VXV
Cboe Mid-Term Volatility Index	VXMT
Volatility Indexes (Interest Rates)	
Cboe/CBOT 10-year U.S. Treasury Note Volatility Index	TYVIX
Cboe Interest Rate Swap Volatility Index	SRVX
Volatility Indexes (Currency Futures)	
Cboe/CME FX Euro Volatility Index	EUVIX
Cboe/CME FX Yen Volatility Index	JYVIX
Cboe/CME FX British Pound Volatility Index	BPVIX
Volatility Indexes (ETFs)	
Cboe Crude Oil Volatility Index	OVX
Cboe Gold Volatility Index	GVZ
Cboe EuroCurrency Volatility Index	EVZ
Cboe EFA ETF Volatility Index	VXEFA
Cboe Emerging Markets ETF Volatility Index	VXEEM
Cboe China ETF Volatility Index	VXFXI
Cboe Brazil ETF Volatility Index	VXEWZ
Cboe Silver ETF Volatility Index	VXSLV
Cboe Gold Miners ETF Volatility Index	VXGDX
Cboe Energy Sector ETF Volatility Index	VXXLE
Volatility Indexes (Single Stocks)	
Cboe Equity VIX® on Amazon	VXAZN
Cboe Equity VIX® on Apple	VXAPL
Cboe Equity VIX® on Goldman Sachs	VXGS
Cboe Equity VIX® on Google	VXGOG
Cboe Equity VIX® on IBM	VXIBM
Volatility of VIX	
Cboe VIX of VIX Index	VVIX

FTSE 100 IVI, FTSE MIB IVI (FTSE Russell, 2018)

Είναι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζονται ο πρώτος στα δικαιώματα του FTSE-100 (FTSE Russell, 2017a), βασικού δείκτη του χρηματιστηρίου του Λονδίνου και ο δεύτερος στα δικαιώματα του FTSE MIB (FTSE Russell, 2017b), κύριου δείκτη μεγάλης κεφαλαιοποίησης του χρηματιστηρίου του Μιλάνου Ιταλίας. Οι δυο αυτοί δείκτες υπολογίζονται από τον FTSE (θυγατρική του London Stock Exchange) και υπολογίζουν την (ετησιοποιημένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών των αντίστοιχων δεικτών. Η μεθοδολογία υπολογισμού τους είναι παρόμοια με του VIX με την διαφορά ότι το CBOE για τον υπολογισμό του VIX κάνει κάποιες απλοποιήσεις τις οποίες δεν κάνει ο FTSE. Παράλληλα υπολογίζονται δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας 60,90,180 ημερών και για τον FTSE-100 και 360 ημερών.

VSMI (Swiss Exchange, 2017)

Είναι δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζεται στα δικαιώματα του δείκτη SMI (Swiss Market Index) του κύριου δείκτη μεγάλης κεφαλαιοποίησης του Ελβετικού χρηματιστηρίου. Ο κύριος δείκτης VSMI ο οποίος υπολογίζεται από το Swiss Exchange σε συνεχή χρόνο, έχει μεθοδολογία υπολογισμού μη παραμετρική, παρόμοια με του VIX και υπολογίζει την (ετησιοποιημένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα των επόμενων 30 ημερών. Παράλληλα υπολογίζονται και 8 υποδείκτες μεταβλητότητας για κάθε λήξη από 1 έως 24 μήνες.

VCAC, VAEX (Euronext, 2016)

Είναι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζονται ο μεν πρώτος σε δικαιώματα του CAC40 του κύριου δείκτη μεγάλης κεφαλαιοποίησης της Γαλλικής χρηματιστηριακής αγοράς και ο δε δεύτερος σε δικαιώματα του AEX-Index (Amsterdam Exchange Index) κύριου δείκτη μεγάλης κεφαλαιοποίησης της Ολλανδικής χρηματιστηριακής αγοράς. Οι δύο αυτοί δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας υπολογίζονται από το χρηματιστήριο Euronext. Η μεθοδολογία υπολογισμού τους είναι μη παραμετρική, παρόμοια με του VIX και υπολογίζουν την (ετησιοποιημένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών του CAC-40 και του AEX-Index.

VDAX-NEW (Deutsche Börse, 2017)

Είναι δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζεται στα δικαιώματα του DAX του κύριου δείκτη μεγάλης κεφαλαιοποίησης της χρηματιστηριακής αγοράς της Γερμανίας. Υπολογίζεται από το Deutsche Börse με μεθοδολογία υπολογισμού μη παραμετρική, παρόμοια με του VIX η οποία αναπτύχθηκε από κοινού από την Goldman Sachs και το Deutsche Börse. Υπολογίζει την (ετησιοποιημένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών του DAX. Παράλληλα υπολογίζονται και 8 υποδείκτες μεταβλητότητας για κάθε λήξη από 1 έως 24 μήνες. Η διαφορά του νέου (VDAX-NEW) από τον προηγούμενο δείκτη VDAX (Deutsche Börse Group, 2018) είναι ότι ο προηγούμενος δείκτης μετρούσε την (ετησιοποιημένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα των 45 ημερών του DAX, χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα των Black & Scholes.

VSTOXX (STOXX Limited, 2018) , V-VSTOXX και RVSTOXX

Είναι δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζεται στα δικαιώματα του EURO STOXX 50 από τους πιο αντιπροσωπευτικούς δείκτες μεγάλης κεφαλαιοποίησης συγκεντρωτικά των χωρών της Ευρωζώνης. Υπολογίζεται από το STOXX το οποίο είναι μέλος του Deutsche Börse Group με μεθοδολογία υπολογισμού μη παραμετρική, παρόμοια με του VIX η οποία αναπτύχθηκε από κοινού από την Goldman Sachs και το Deutsche Börse. Υπολογίζει την (ετησιοποιημένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών του EURO STOXX 50. Εκτός του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας των 30 ημερών υπολογίζονται άλλοι 11 δείκτες με τις τεκμαρτές μεταβλητότητες των πολλαπλασίων των 30 ημερών έως τις 360 ημέρες και υπολογίζονται 8 υποδείκτες που βοηθούν στην κατασκευή των 12 βασικών δεικτών.

Εκτός του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας υπολογίζεται και ο δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζεται στα δικαιώματα του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας VSTOXX με την ίδια μεθοδολογία και ονομάζεται V-VSTOXX.

Τέλος από το STOXX υπολογίζεται και δείκτης πραγματοποιηθείσας διακύμανσης του EURO STOXX 50 ο οποίος ονομάζεται RVSTOXX σύμφωνα με τον τύπο

$$I_t = I_{t-1} + \ln^2 \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) * 10000 \quad (1.53)$$

Όπου I_t είναι η σημερινή τιμή του RVSTOXX και I_{t-1} είναι η χθεσινή τιμή του. S_t είναι η τελευταία τιμή του EURO STOXX 50, και S_{t-1} είναι το προηγούμενο κλείσιμό του.

Euwax Sentiment

Ο δείκτης Euwax Sentiment είναι ένας δείκτης που έχει δημιουργηθεί για να αποτυπώνει την συμπεριφορά (συναίσθημα) των επενδυτών. Για να αποτυπώνει πραγματικό συναίσθημα των επενδυτών και να μην επηρεάζεται από ακραίες εντολές (πχ αγορά στο 10% τις τελευταίας πράξης ή πώληση στο 300% της τελευταίας πράξης), λαμβάνονται υπόψιν μόνο οι εντολές οι οποίες εκτελούνται εντός 60 δευτερολέπτων από την ώρα της εισαγωγής τους.

Ο τύπος υπολογισμού του δείκτη είναι²:

$$Euwax\ Sentiment = \frac{Number\ of\ Calls(Buys - Sells) - Number\ of\ Puts(Buys - Sells)}{Number\ of\ Calls(Buys + Sells) + Number\ of\ Puts(Buys + Sells)} \times 100 \quad (1.54)$$

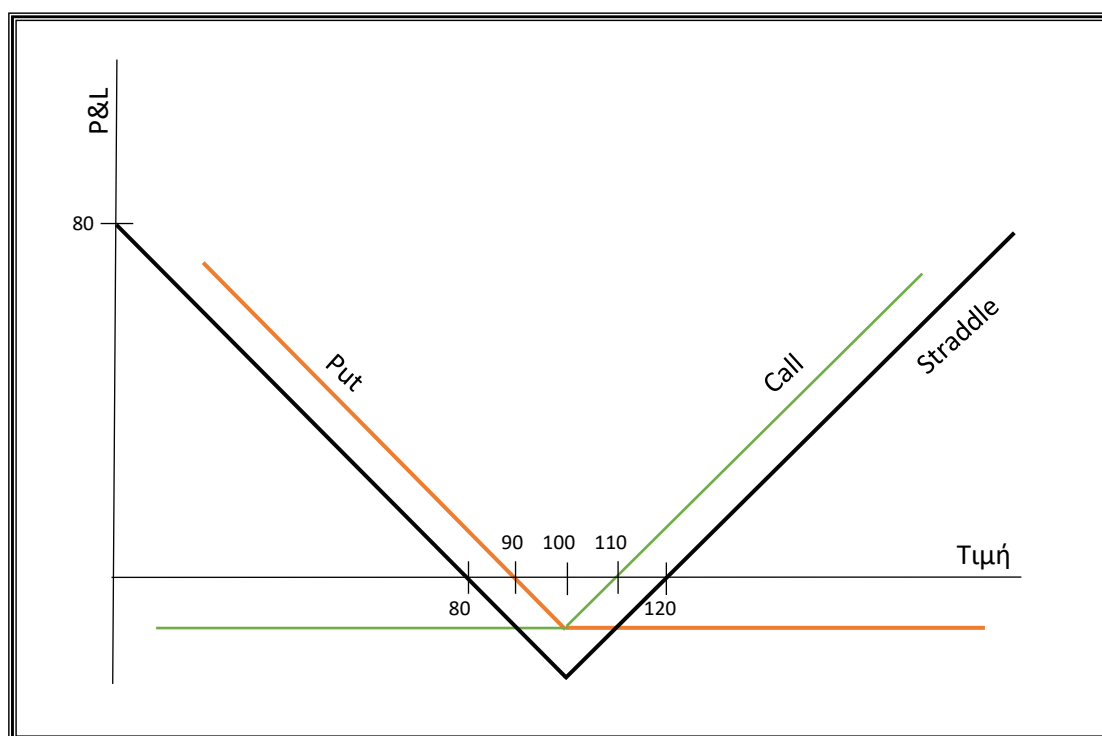
² <https://www.boerse-stuttgart.de/en/stock-exchange/securities-and-markets/euwax-sentiment/background-information/>

Ανάληψη Θέσης στη Μεταβλητότητα

Τα δικαιώματα είναι τα μοναδικά απλά (μη σύνθετα) προϊόντα στα οποία μπορεί να γίνει ανάληψη θέσης στην μεταβλητότητα. Όμως η θέση σε δικαιώματα δεν είναι καθαρή θέση στην μεταβλητότητα αλλά είναι και ανάληψη θέσης για την πορεία του υποκειμένου. Ακολουθώς αναλύονται και αξιολογούνται οι συνήθεις ακολουθούμενες στρατηγικές ανάληψης θέση στην μεταβλητότητα χρησιμοποιώντας δικαιώματα προαίρεσης.

Straddle

Ο πιο συνηθισμένος ευρύτατα διαδεδομένος και εύκολος τρόπος για να έχει κάποιος έκθεση στην μεταβλητότητα είναι να αγοράσει ένα straddle το οποίο είναι σχεδόν στο χρηματικό του ισοδύναμο. Το Straddle είναι μια στρατηγική η οποία περιλαμβάνει την ταυτόχρονη αγορά ενός δικαιώματος αγοράς και ενός δικαιώματος πώλησης στην ίδια τιμή εξάσκησης και με την ίδια ημερομηνία λήξης. Η στρατηγική αυτή στη λήξη αποδίδει, αν το υποκείμενο προϊόν βρεθεί να έχει μεταβληθεί περισσότερο από το άθροισμα των premium των δύο δικαιωμάτων προαίρεσης είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Χαρακτηριστικό είναι το διάγραμμα ενός Straddle που παρουσιάζεται ακολούθως



Διάγραμμα 4

Η στρατηγική μέχρι τη λήξη αποδίδει και ανεβαίνει η τιμή της, όταν η τιμή του υποκειμένου μετακινείται αρκετά από την τιμή εξάσκησης και μειώνεται η τιμή της όταν η τιμή του υποκειμένου μένει κοντά στην τιμή εξάσκησης. Επίσης η άνοδος της μεταβλητότητας βοηθάει στην άνοδο της τιμής της στρατηγικής και η πτώση της μεταβλητότητας οδηγεί στην μείωση της τιμής της ενώ και το πέρασμα του χρόνου επηρεάζει αρνητικά την στρατηγική.

Συνοπτικά για την στρατηγική του straddle έχουμε ότι παρουσιάζει:

Θετικό Gamma	Οι μεταβολές της τιμής είναι υπέρ της αύξησης της τιμής του straddle
Αρνητικό Theta	Το πέρασμα του χρόνου λειτουργεί αρνητικά
Θετικό Vega	Η αύξηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας αυξάνει την τιμή του straddle

Από την άνωθεν περιγραφή γίνεται κατανοητό ότι η στρατηγική του straddle καθώς και όλες οι παρόμοιες στρατηγικές³ έχουν έκθεση όχι μόνο στην μεταβλητότητα αλλά και στην τιμή του υποκειμένου και στην απόλυτη μεταβολή αυτού.

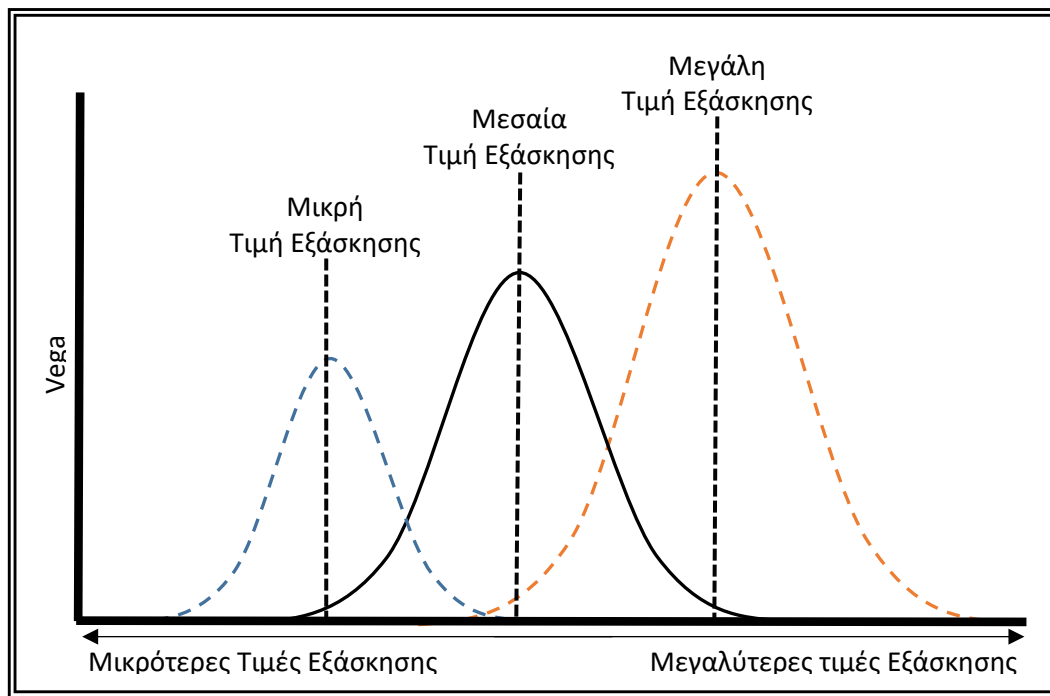
Για να μην επηρεάζεται η στρατηγική από την τιμή του υποκειμένου αλλά μόνο από την μεταβλητότητά του θα πρέπει να έχει μηδενικό δέλτα, δηλαδή να είναι αντισταθμισμένη ως προς δέλτα. Ο λόγος που επιλέξαμε την τιμή εξάσκησης να είναι στο χρηματικό του ισοδύναμο και λίγο λιγότερο είναι για αυτό ακριβώς το λόγο. Η σχέση του δέλτα ενός δικαιώματος αγοράς με το δέλτα ενός δικαιώματος πώλησης είναι η κάτωθι

$$\Delta_{call} - \Delta_{put} = 1 \quad (1.55)$$

Όταν η τιμή εξάσκησης είναι σχεδόν στο χρηματικό του ισοδύναμο τότε το δέλτα του δικαιώματος αγοράς είναι περίπου 0,5 και το δέλτα του δικαιώματος πώλησης είναι -0,5. Άρα η στρατηγική του straddle με αυτή την επιλογή τιμής εξάσκησης είναι πλήρως αντισταθμισμένη.

Όμως όταν η τιμή του υποκειμένου αλλάξει τότε η θέση παύει να είναι καθαρή θέση σε μεταβλητότητα και επίσης αλλάζει η ευαισθησία της θέσης ως προς τη μεταβλητότητα. Γνωρίζουμε ότι το Vega ενός δικαιώματος είναι στη μέγιστή του τιμή όταν το δικαίωμα είναι στο χρηματικό του ισοδύναμο και μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτό ανεξάρτητα του πρόσημου της μεταβολής και ότι όσο μεγαλώνει η τιμή εξάσκησης αυξάνεται η τιμή του Vega όπως παραστατικά παρουσιάζεται στο κάτωθι διάγραμμα.

³ Βλέπε κεφάλαιο 11 Volatility Spreads in Natenberg, S., 2015. *Option Volatility & Pricing : Advanced Trading Strategies and Techniques*. 2nd ed. McGraw-Hill Education.



Διάγραμμα 5

Άρα με όλα αυτά τα χαρακτηριστικά γίνεται φανερό ότι παρά την μεγάλη αποδοχή του σαν στρατηγική ανάληψης θέσης στην μεταβλητότητα, το straddle απέχει πολύ από το να εκπληρώνει στο ακέραιο την αποστολή του. Είναι μια στρατηγική που το κέρδος της εξαρτάται από την απόλυτη μεταβολή της τιμής του υποκείμενου προϊόντος και από την τιμή της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Μάλιστα οι Carr & Madan (1998) αναρωτιούνται πως είναι δυνατό μια τέτοια στρατηγική ανάληψης θέσης σε μεταβλητότητα να έχει τόσο μεγάλη απήχηση, όταν βασίζεται σε ένα υπόδειγμα (Black&Scholes) που υποθέτει σταθερή μεταβλητότητα.

Αντιστάθμιση Δικαιώματος ως προς Δέλτα

Αν και με τεράστια απήχηση, η στρατηγική του straddle έχει πολλά προβλήματα ως στρατηγική ανάληψης θέσης στην μεταβλητότητα. Για αυτό η ακαδημαϊκή κοινότητα βρήκε ένα πιο αποτελεσματικό τρόπο ανάληψης θέσης στην μεταβλητότητα.

Τα δικαιώματα προαίρεσης είναι προϊόντα που η τιμή τους εξαρτάται από την μεταβλητότητα και από την τιμή του υποκειμένου. Βέβαια υπάρχουν και άλλοι παράγοντες επηρεασμού αλλά για ένα μικρό διάστημα μέχρι τη λήξη το επιτόκιο θεωρείται σταθερό και ο χρόνος είναι μια μεταβλητή για την οποία θέλουμε να υπολογίσουμε το άθροισμα του κέρδους της θέσης- στρατηγικής.

Άρα για να έχουμε με τα δικαιώματα μια στρατηγική που θα εξαρτάται από την μεταβλητότητα και όχι από την τιμή θα πρέπει να δημιουργήσουμε μια θέση που να αντισταθμίζει τον κίνδυνο αλλαγής της τιμής του δικαιώματος προαίρεσης από την μεταβολή της τιμής του υποκείμενου τίτλου. Όμως ο ρυθμός μεταβολής της τιμής ενός δικαιώματος προαίρεσης ως προς την μεταβολή της τιμής του υποκειμένου είναι η πρώτη παράγωγος του δικαιώματος ή αυτό που ονομάζουμε Δέλτα του δικαιώματος.

Συνεπώς για να απαλείψουμε την επίδραση της μεταβολής της τιμής του δικαιώματος που προκύπτει από την μεταβολή της τιμής του υποκειμένου, αντισταθμίζουμε ως προς δέλτα.

Από την διαφορική εξίσωση των Black & Scholes έχουμε ότι για ένα χαρτοφυλάκιο που περιέχει δικαιώματα το οποίο έχει αντισταθμισθεί ως προς το Δέλτα του έχει κατά προσέγγιση την κάτωθι συνάρτηση κέρδους (Hull, 1997), (Bossu, 2006)

$$Daily P \& L = \frac{1}{2} \Gamma (\Delta S)^2 + \Theta (\Delta t) \quad (1.56)$$

Επίσης αποδεικνύεται (Hull, 1997) ότι ισχύει η κάτωθι σχέση μεταξύ του Θ και του Γ

$$\Theta + \frac{1}{2} \Gamma S^2 \sigma^2 = r \Pi \quad (1.57)$$

Επειδή το βραχυπρόθεσμο επιτόκιο μιας ημέρας είναι μικρό τότε συχνά ο δεύτερος όρος της ισότητας (1.57) είναι αμελητέος και μπορούμε κατά προσέγγιση (Bossu, et al., 2005) να τον θεωρήσουμε ως μηδενικό και συνεπώς έχουμε:

$$\Theta + \frac{1}{2} \Gamma S^2 \sigma^2 \approx 0 \Leftrightarrow \Theta \approx -\frac{1}{2} \Gamma S^2 \sigma^2 \quad (1.58)$$

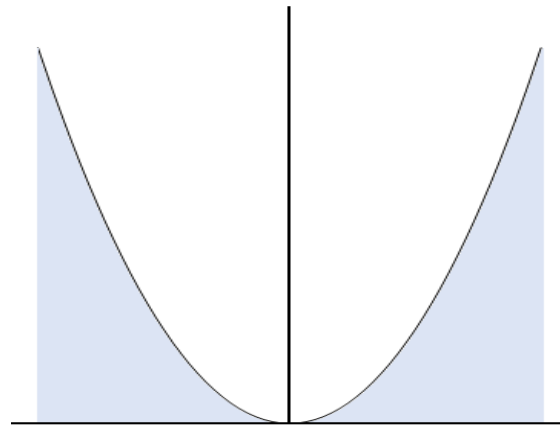
Συνδυάζοντας την (1.58) με την (1.56) έχουμε ότι

$$\begin{aligned} Daily P \& L &= \frac{1}{2} \Gamma (\Delta S)^2 + \Theta (\Delta t) = \frac{1}{2} \Gamma (\Delta S)^2 - \frac{1}{2} \Gamma S^2 \sigma^2 (\Delta t) = \\ &= \frac{1}{2} \Gamma \left[(\Delta S)^2 - S^2 \sigma^2 (\Delta t) \right] = \frac{1}{2} \Gamma S^2 \left[\frac{(\Delta S)^2}{S^2} - \sigma^2 (\Delta t) \right] = \frac{1}{2} \Gamma S^2 \left[\left(\frac{\Delta S}{S} \right)^2 - \sigma^2 (\Delta t) \right] \Rightarrow \\ &\Rightarrow Daily P \& L = \frac{1}{2} \Gamma S^2 [\sigma_r^2 - \sigma_i^2] \end{aligned} \quad (1.59)$$

Οι Carr και Madan (1998) μελετώντας αυτή τη συνθετική θέση με το δικαίωμα αντισταθμισμένο ως προς το Δέλτα του, καταλήξανε στον ακόλουθο τύπο για την μέτρηση του αθροιστικού εσόδου από αυτή τη συνθετική θέση.

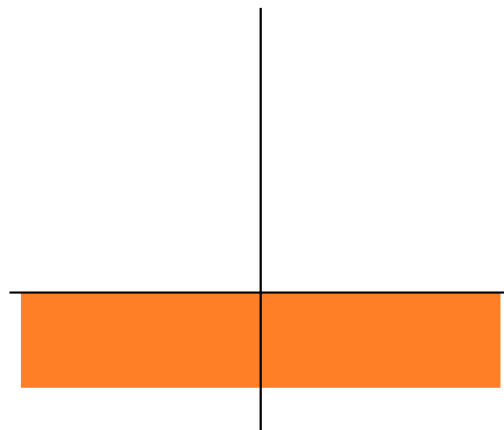
$$\int_T^{T'} e^{r(T'-t)} \frac{1}{2} \Gamma S^2 (\sigma_R^2 - \sigma_t^2) dt \quad (1.60)$$

Από τη σχέση (1.60) βλέπουμε ότι το έσοδο από αυτή την σύνθετη θέση είναι μια παραβολική συνάρτηση που εξαρτάται από την μεταβολή της μετοχής S με διακύμανση σ_R^2 όπως παρουσιάζεται παραστατικά στο ακόλουθο διάγραμμα



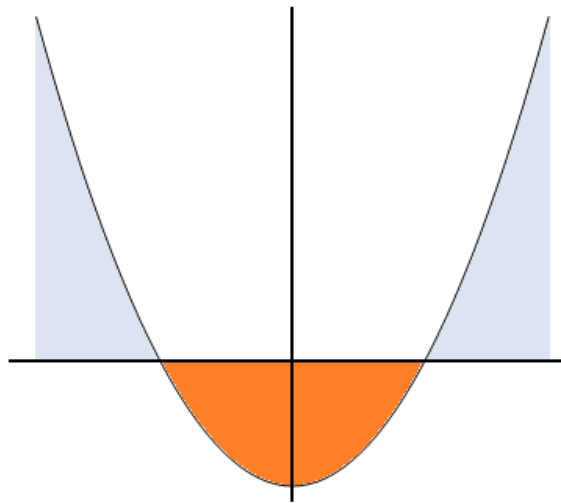
Διάγραμμα 6

Όμως η θέση παρουσιάζει κέρδος όταν η πραγματοποιηθείσα διακύμανση υπερβαίνει την τεκμαρτή, η οποία ωθεί την καμπύλη προς τα κάτω, και στιγμιαία η επίδρασή της παρουσιάζεται να επηρεάζει την θέση ως εξής (Derman, 2003)



Διάγραμμα 7

Αθροίζοντας τα δύο παραστατικά σχεδιαγράμματα καταλήγουμε στο κάτωθι διάγραμμα



Διάγραμμα 8

το οποίο αποτυπώνει το συνολικό κέρδος από την θέση με στιγμιαίο κέρδος

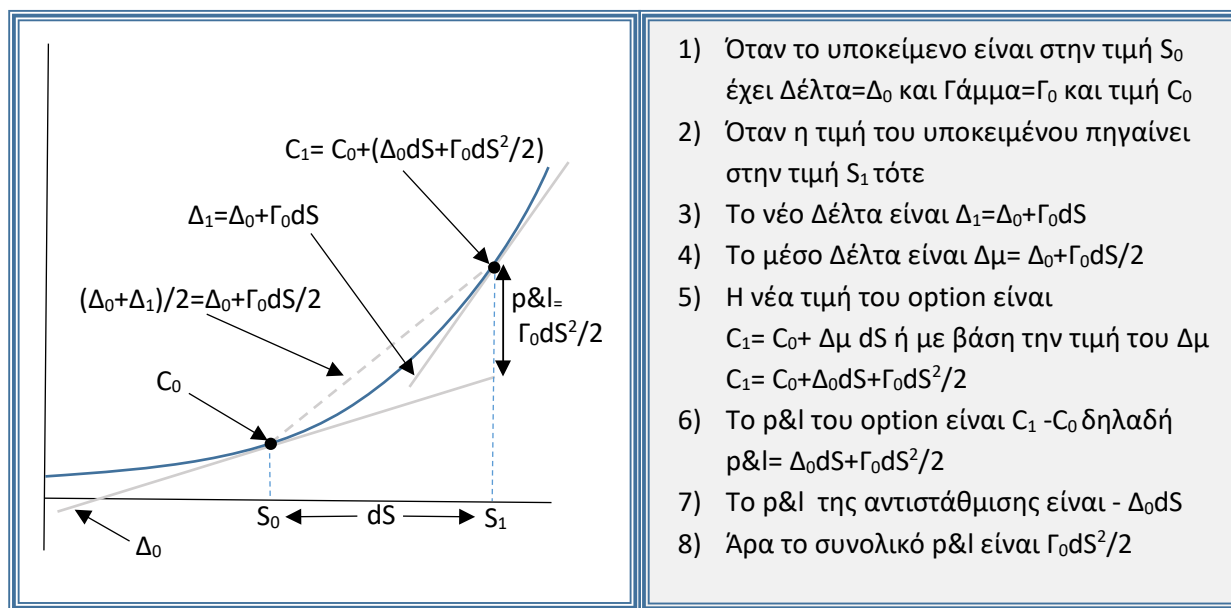
$$e^{r(T'-t)} \frac{1}{2} \Gamma S^2 (\sigma_R^2 - \sigma_t^2) \quad (1.61)$$

Η εξίσωση (1.61) μας λέει ότι η συνάρτηση του ημερήσιου κέρδους ενός δικαιώματος το οποίο έχουμε αντισταθμίσει ως προς το Δέλτα του, εξαρτάται από την διαφορά μεταξύ πραγματοποιηθείσας και τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η σχέση αυτή βρίσκεται στο νεκρό της σημείο όταν η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα (τυπική απόκλιση) της μετοχής είναι ίση με την εκτίμηση της αγοράς για την μεταβλητότητά της.

Η στρατηγική είναι κερδοφόρα όταν η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα είναι μεγαλύτερη από την τεκμαρτή μεταβλητότητα στην οποία αποκτήθηκε το δικαίωμα.

Όμως ακόμα και με αυτή τη στρατηγική η θέση δεν είναι θέση που έχει έκθεση καθαρά και μόνο στην μεταβλητότητα. Ο όρος $\Gamma S^2/2$ αλλάζει την συνολική έκθεση καθώς εξαρτάται από το τετράγωνο της τιμής του υποκειμένου και από την τιμή του Γάμμα του δικαιώματος.

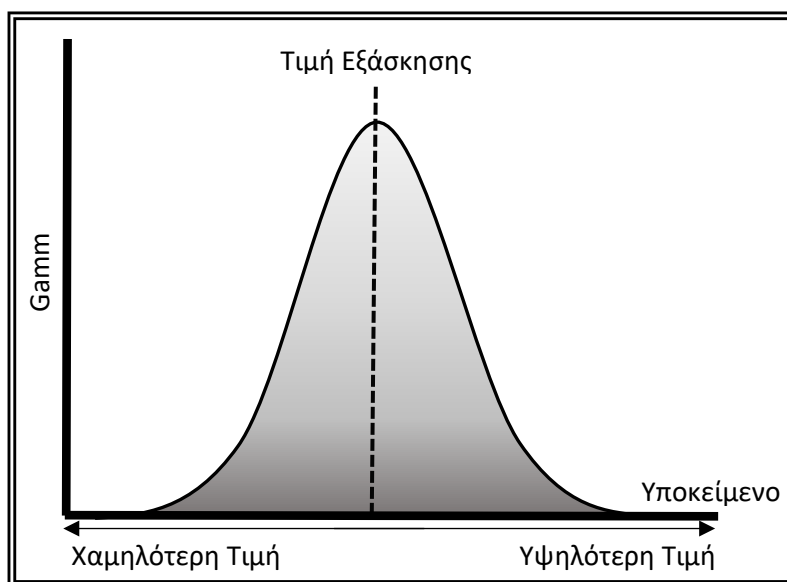
Το ότι το έσοδο μιας στρατηγικής που αποτελείται από ένα δικαίωμα, το οποίο αντισταθμίζουμε δυναμικά ως προς το Δέλτα του, εξαρτάται από τον όρο $\Gamma S^2/2$ μπορούμε να το παρατηρήσουμε στο απλό πρακτικό παράδειγμα που παρουσιάζεται στον κάτωθι πίνακα.



Πίνακας 3

Πηγή Allen, P., Einhorn, S. & Granger, N., 2006. *Variance Swaps*, J.P. Morgan Securities Ltd..page 74

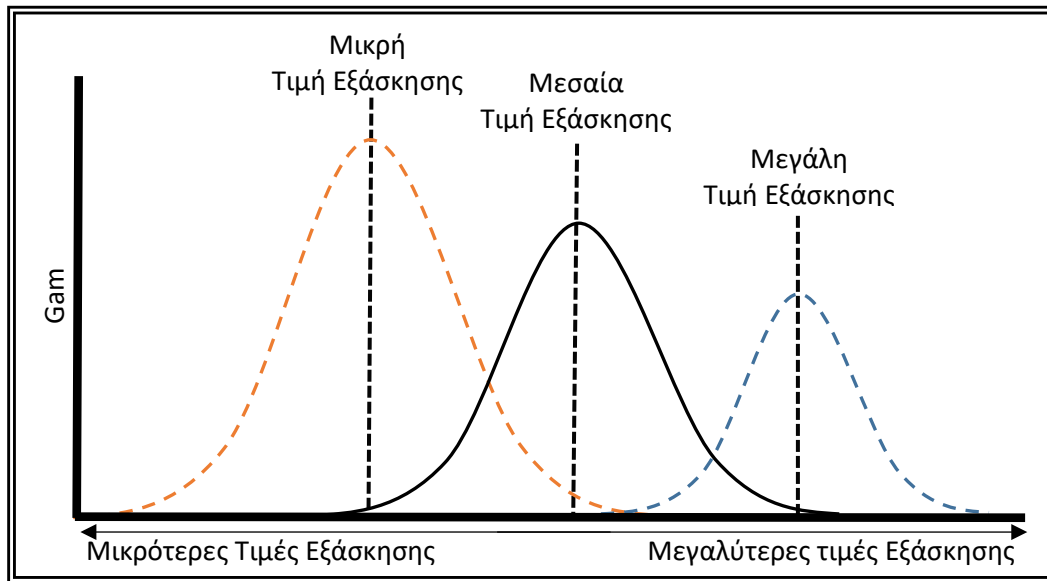
Γνωρίζουμε ότι το Γάμμα ενός δικαιώματος είναι στη μέγιστή του τιμή όταν το δικαίωμα είναι στο χρηματικό του ισοδύναμο και μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτό ανεξάρτητα του πρόσημου της μεταβολής του όπως παρουσιάζεται κάτωθι.



Διάγραμμα 9

Επίσης γνωρίζουμε ότι το Γάμμα έχει την ιδιότητα ότι όσο μειώνεται η τιμή εξάσκησης του δικαιώματος αυξάνεται η (δυναμικά μέγιστη) τιμή του.

Στο κάτωθι διάγραμμα παρουσιάζεται γραφικά η σχέση αυτή του Γάμμα σε δικαιώματα που διαφέρουν μόνο ως προς την τιμή εξάσκησης.



Διάγραμμα 10

Το μέγεθος του εσόδου για την στρατηγική δεν εξαρτάται μόνο από την διαφορά μεταξύ πραγματοποιηθείσας και τεκμαρτής μεταβλητότητας αλλά και σε πιο σημείο παρουσιάζεται αυτή σε σχέση με την τιμή εξάσκησης (Allen, et al., 2006). Αν στην λήξη του δικαιώματος το υποκειμένο βρίσκεται κοντά στην τιμή εξάσκησης, άρα το Γάμμα θα είναι κοντά στη μέγιστή του τιμή, το έσοδο θα είναι μεγαλύτερο. Όσο η τιμή του υποκειμένου απομακρύνεται από την τιμή εξάσκησης τόσο η επίδραση του όρου ΓS^2 μειώνεται, άρα τόσο μειώνεται η στάθμιση του όρου ($\sigma_R^2 - \sigma_t^2$). Άρα όσο η τιμή του υποκειμένου απομακρύνεται από την τιμή εξάσκησης τόσο μειώνεται η επιβράβευσή μας αν έχουμε δίκιο στην πρόβλεψή μας.

Η στρατηγική αυτή έχει και άλλα προβλήματα. Προϋποθέτει ομαλή κίνηση της τιμής του υποκειμένου χωρίς άλματα. Επίσης χρειάζεται δυναμική αντιστάθμιση του Δέλτα το οποίο σημαίνει ότι θα υπάρχουν μεγάλα συναλλακτικά κόστη. Το βασικότερο όμως είναι ότι υποθέτει ότι η αντιστάθμιση του Δέλτα θα γίνεται σε συνεχή χρόνο και όχι σε διακριτά διαστήματα. Η αντιστάθμιση σε συνεχή χρόνο είναι αδύνατη πρακτικά, συνεπώς το κέρδος από την θέση δεν εξαρτάται μόνο από τις παραμέτρους της εξίσωσης (1.60) αλλά γίνεται και αυτό μια τυχαία μεταβλητή η οποία κατά προσέγγιση έχει την ακόλουθη τυπική απόκλιση (Kamal, 1998)

$$\sigma_{P\&L} \cong \sqrt{\frac{\pi}{4}} \times (Vega) \times \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (1.62)$$

Log contract

Για να δημιουργήσουμε ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας, είναι ανάγκη πρώτα να βρούμε ένα αξιόπιστο τρόπο για να μετρήσουμε σε κάθε στιγμή την υπάρχουσα παρατηρούμενη τεκμαρτή μεταβλητότητα. Για να την μετρήσουμε οδηγηθήκαμε να ελέγξουμε στρατηγικές που θεωρούνται ότι δίνουν έκθεση στην μεταβλητότητα. Αν αυτές οι στρατηγικές δίνουν έκθεση μόνο στην μεταβλητότητα τότε για μετρήσουμε την μεταβλητότητα της αγοράς μετράμε την μεταβλητότητα μέσω αυτών των θέσεων.

Αποδείξαμε ότι η στρατηγική του straddle αν και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη ως κύρια στρατηγική η οποία δίνει έκθεση στην μεταβλητότητα, δεν παρέχει έκθεση μόνο στην μεταβλητότητα αλλά εξαρτάται και από την αθροιστική μεταβολή της τιμής του υποκειμένου. Άρα δεν ικανοποιεί τα κριτήρια για να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο μέτρησης της μεταβλητότητας της αγοράς.

Στη συνέχεια για να μετρήσουμε την μεταβλητότητα προσπαθήσαμε να το κάνουμε με πλάγιο τρόπο. Δοκιμάσαμε να αντισταθμίσουμε ένα δικαίωμα ως προς το Δέλτα του σε συνεχή χρόνο ώστε να εξαλείψουμε την επίδραση από την μεταβολή της τιμής του υποκειμένου. Αν και τα αποτελέσματα είναι πιο κοντά σε αυτό που θέλουμε καθώς ένας όρος του εσόδου της στρατηγικής είναι η διαφορά της διακύμανσης από την πραγματοποιηθείσα διακύμανση, $(\sigma_R^2 - \sigma_t^2)$ εντούτοις και αυτή η στρατηγική έχει προβλήματα. Το πρώτο πρόβλημα είναι ότι το έσοδό της εξαρτάται και από την τιμή του υποκειμένου διαμέσου του όρου ΓS^2 . Εκτός αυτού δημιουργούνται και άλλα πρακτικά προβλήματα όπως ότι δεν είναι δυνατή η αντιστάθμιση σε συνεχή χρόνο παρά μόνο σε διακριτά διαστήματα.

Άρα από την ανάλυση που προηγήθηκε καθώς προσπαθούσαμε να βρούμε ένα τρόπο για να αποτυπώσουμε την υπάρχουσα μεταβλητότητα της αγοράς είδαμε ότι όταν κάνουμε αντιστάθμιση σε μια θέση με ένα δικαίωμα τότε η συνάρτηση κέρδους αυτής της θέσης είναι η

$$\int_T^{T'} e^{r(T'-t)} \frac{1}{2} \Gamma S^2 (\sigma_R^2 - \sigma_t^2) dt \quad (1.63)$$

Όταν μάλιστα τα επιτόκια είναι πολύ μικρά τότε γίνεται

$$\int_T^{T'} e^{r(T'-t)} \frac{1}{2} \Gamma S^2 (\sigma_R^2 - \sigma_t^2) dt \simeq \int_T^{T'} \frac{1}{2} \Gamma S^2 (\sigma_R^2 - \sigma_t^2) dt \quad (1.64)$$

Και εξαρτάται από την διαφορετική κάθε στιγμή τιμή του υποκειμένου. Αν υπήρχε ένας τρόπος να απαλείψουμε την επίδραση από την τιμή του υποκειμένου και να μείνει μόνο

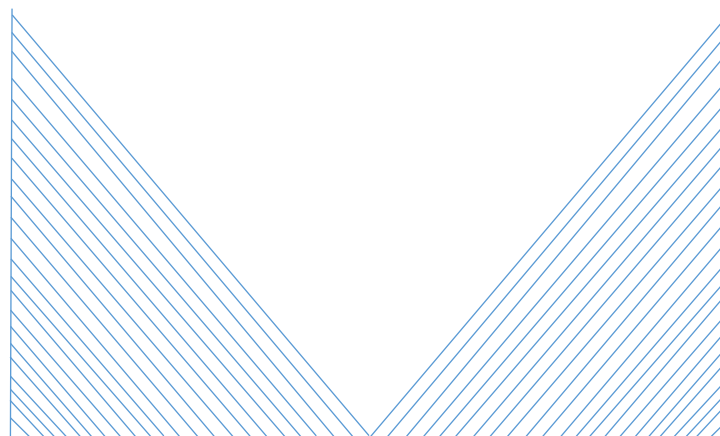
ο όρος $(\sigma_R^2 - \sigma_t^2)$ θα είχαμε πετύχει το στόχο μας. Για να απαλειφθεί η επίδραση του υποκειμένου δηλαδή να απαλειφθεί ο όρος ΓS^2 της προηγούμενης εξίσωσης θα ήταν χρήσιμο αν υπήρχε ένα συμβόλαιο που η δεύτερη παράγωγός του δηλαδή το Γάμμα του να είναι αντιστρόφως ανάλογο από το τετράγωνο της τιμής του υποκειμένου. Το μόνο είδος μαθηματικής σχέσης που ταιριάζει στην προηγούμενη περιγραφή είναι ο λογάριθμος αφού όπως είναι γνωστό $\ln(x)'' = -1/x^2$

Συνεπώς για να αντισταθμισθεί με αξιοπιστία και επιτυχία η μεταβλητότητα χρειάζεται ένα λογαριθμικό συμβόλαιο (log contract). Ο τρόπος αυτός παρουσιάστηκε από τον Neuberger (1994) ο οποίος είναι ο πρώτος που εισήγαγε την έννοια ενός λογαριθμικού συμβολαίου (log contract). Αυτό το συμβόλαιο το σκέφτηκε ακριβώς ως τρόπο αντιστάθμισης της μεταβλητότητας και έχει τα χαρακτηριστικά ότι δεν χρειάζεται κάποιος να εκτιμήσει την μελλοντική μεταβλητότητα για να αντισταθμίσει την μεταβλητότητα αλλά μπορεί να το κάνει απευθείας με ένα λογαριθμικό συμβόλαιο.

Βασικά του χαρακτηριστικά είναι ότι διατηρεί σταθερή την ευαισθησία του ως προς την μεταβλητότητα όποια και αν είναι η τιμή του υποκειμένου, έχει Δέλτα ίσο την πρώτη παράγωγο του λογαρίθμου και Γάμμα ίσο με την δεύτερη παράγωγο του λογαρίθμου. Ο Neuberger (1994) αποδεικνύει ότι το έσοδο από μια στρατηγική με short θέση σε log contract η οποία είναι αντισταθμισμένη ως προς το Δέλτα της, έχει παρούσα αξία ίση με $\frac{1}{2}(\sigma_t^2 - \sigma_r^2)$ και είναι καθαρή θέση ως προς την μεταβλητότητα ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντισταθμίσει την μεταβλητότητα. Το μεγάλο μειονέκτημα αυτού του τρόπου είναι ότι δεν διαπραγματεύονται λογαριθμικά συμβόλαια.

Αν και δεν διαπραγματεύονται λογαριθμικά συμβόλαια υπάρχει τρόπος να τα αναπαραγάγουμε τεχνικά ώστε να μην μας επηρεάζει η μεταβολή της τιμής του υποκειμένου και να δημιουργηθεί μια θέση με καθαρή έκθεση στην μεταβλητότητα. Προηγουμένως είδαμε ότι αν αγοράσουμε ένα straddle, μπορεί να έχουμε θέση στην μεταβλητότητα αλλά το μειονέκτημα είναι ότι μας επηρεάζει η μεταβολή της τιμής του υποκειμένου καθώς όσο απομακρυνόμαστε από την τιμή εξάσκησης τότε αλλάζει σημαντικά η έκθεση στην μεταβλητότητα και δεν φθάνει μόνο η αντιστάθμιση του δέλτα της θέσης για να έχουμε θέση μόνο στην μεταβλητότητα. Αν όμως αγοράζαμε straddle σε όλες τις τιμές εξάσκησης και μάλιστα αν οι τιμές εξάσκησης ήταν πολύ κοντά μεταξύ τους, τότε σε κάθε τιμή του υποκειμένου θα είχαμε μια θέση straddle το οποίο θα ήταν στο χρηματικό του ισοδύναμο. Όμως δεν χρειάζεται σε κάθε τιμή να έχουμε και δικαιώματα αγοράς και πώλησης αλλά μόνο ένα από τα δύο ώστε σε κάθε τιμή του υποκειμένου να υπάρχει ένα δικαίωμα το οποίο θα

είναι στο χρηματικό του ισοδύναμο. Διαλέγουμε τα εκτός του χρηματικού τους ισοδύναμου δικαιώματα ως πιο εμπορεύσιμα και έτσι αγοράζουμε τα δικαιώματα πώλησης από την τρέχουσα τιμή και κάτω μέχρι το μηδέν και αγοράζουμε τα δικαιώματα αγοράς από την τρέχουσα τιμή μέχρι το άπειρο. Έτσι αγοράζοντας αυτά τα δικαιώματα αγοράς και πώλησης πρακτικά δημιουργούμε μια θέση που έχει ένα straddle και πολύ μεγάλο αριθμό από strangles μια άλλη στρατηγική που συνήθως επιλέγεται ως θέση σε μεταβλητότητα αλλά το πλεονέκτημα της δικής μας θέσης είναι ότι περιλαμβάνει δικαιώματα σε όλες τις τιμές εξάσκησης.

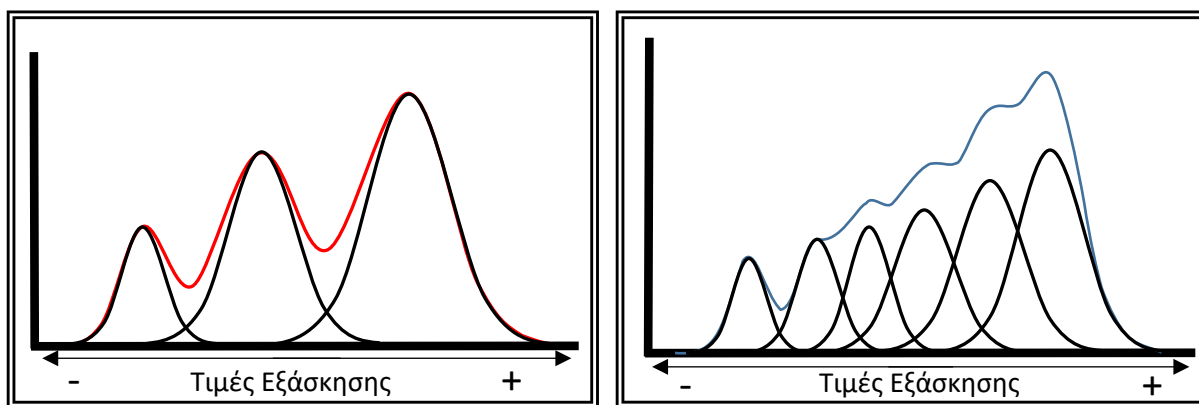


Διάγραμμα 11

Όμως για να μπορέσουμε να αναπαραστήσουμε το λογαριθμικό συμβόλαιο αξιόπιστα, θα πρέπει να έχουμε σε κάθε τιμή του υποκείμενου προϊόντος μια τιμή για την μεταβλητότητα η οποία δεν θα επηρεάζεται από την τιμή του υποκειμένου. Άρα χρειάζεται να δημιουργήσουμε με τα δικαιώματα μια γραμμική σχέση για την ευαισθησία στην μεταβλητότητα η οποία να μην εξαρτάται σε ποιο σημείο είναι η τιμή του υποκειμένου.

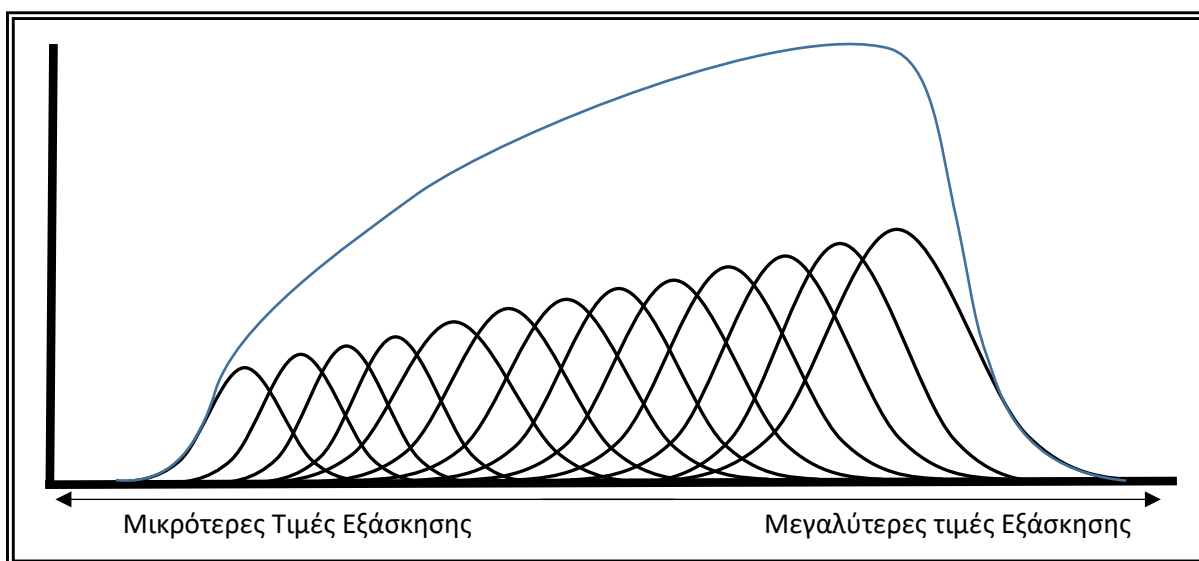
Επιπλέον γνωρίζουμε ότι όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή εξάσκησης τόσο μεγαλύτερη είναι η ευαισθησία του δικαιώματος στις μεταβολές της μεταβλητότητας.

Άρα συνδυάζοντας τα ανωτέρω καταλήγουμε πρακτικά στο κάτωθι διάγραμμα ανάλογα με τον αριθμό δικαιωμάτων που επιλέγονται για την δημιουργία του λογαριθμικού συμβολαίου



Διάγραμμα 12

Βλέπουμε παραστατικά ότι όταν επιλέγουμε να αναπαραστήσουμε το λογαριθμικό συμβόλαιο με σχετικά μικρό αριθμό δικαιωμάτων τότε η (συνολική) ευαισθησία της θέσης αυτής εξαρτάται από το που βρίσκεται η τρέχουσα τιμή του υποκειμένου σχετικά με τις τιμές εξάσκησης των δικαιωμάτων και δεν λαμβάνουμε μια γραμμική σχέση. Φαίνεται επίσης ότι όταν αυξάνουμε τον αριθμό των δικαιωμάτων η ευαισθησία της θέσης μας γίνεται πιο γραμμική.

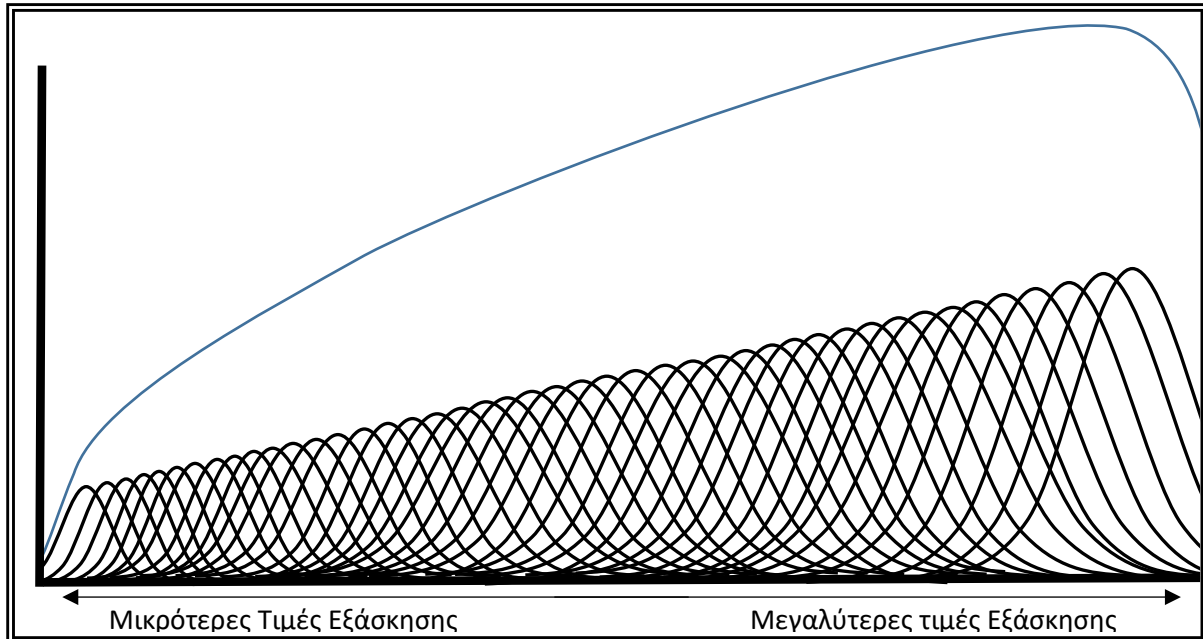


Διάγραμμα 13

Στο άνωθι διάγραμμα στο οποίο έχει αυξηθεί σημαντικά ο αριθμός δικαιωμάτων βλέπουμε ότι υπάρχει ένα διάστημα στο οποίο η ευαισθησία της θέσης στην μεταβλητότητα παρουσιάζεται σχετικά γραμμική. Παρόλα αυτά δεν είναι τελείως γραμμική, ενώ παρατηρούμε ότι αν το υποκείμενο μεταβληθεί σημαντικά και βρεθεί εκτός του διαστήματος τιμών που έχουμε θέση σε δικαιώματα, τότε η στρατηγική μας παύει να αποδίδει.

Άρα χρειάζεται όσον το δυνατόν μεγαλύτερος αριθμός δικαιωμάτων και για όσο μεγαλύτερο διάστημα τιμών γίνεται. Ιδανικά χρειαζόμαστε άπειρο αριθμό δικαιωμάτων, με

τιμές εξάσκησης από το μηδέν μέχρι το άπειρο και συνεχείς τιμές εξάσκησης χωρίς διαστήματα μεταξύ τους. Πρακτικά όμως, όπως εμφανίζεται στο κάτωθι διάγραμμα είναι δυνατό να δημιουργηθεί μια θέση με γραμμική ευαισθησία στην μεταβλητότητα αν χρησιμοποιηθεί όσο μεγαλύτερος αριθμός δικαιωμάτων γίνεται.



Διάγραμμα 14

Συνεπώς αφού βρέθηκε τρόπος να έχουμε μια σχετικά γραμμική σχέση για την ευαισθησία στην μεταβλητότητα, χρειάζεται να κάνουμε την κατάλληλη στάθμιση ώστε αυτή η ευαισθησία να μην επηρεάζεται από την τιμή του υποκειμένου στο διάστημα τιμών που έχουμε τα δικαιώματα. Επειδή η κλίση της καμπύλης είναι ανοδική, συνεπώς χρειάζεται η στάθμιση των δικαιωμάτων να μην είναι ισότιμη αλλά να υπάρχει μεγαλύτερη βαρύτητα στα δικαιώματα με χαμηλές τιμές εξάσκησης. Η στάθμιση αυτή αποδεικνύεται ότι είναι $1/(\text{Τιμή Εξάσκησης})^2$. Αν τέλος χρησιμοποιήσουμε ΣΜΕ για να αντισταθμίσουμε το Δέλτα αυτής της συνθετικής θέσης με τα δικαιώματα τότε διαισθητικά δημιουργήσαμε μια θέση η οποία έχει απομονώσει όλες τις άλλες επιδράσεις και είναι καθαρή θέση ως προς την μεταβλητότητα ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντισταθμίσει την μεταβλητότητα.

Volatility-Variance Swap

Ένα volatility swap είναι ένα συμβόλαιο forward με το οποίο λαμβάνουμε θέση στην πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα, η οποία ορίζεται ως η τυπική απόκλιση του υποκειμένου υποθέτοντας συνήθως ότι ο αριθμητικός μέσος των αποδόσεων είναι μηδέν. Το συμβόλαιο αυτό στην λήξη του έχει συνάρτηση κέρδους $N \times (\sigma_R - K_{VOL})$ το οποίο σημαίνει ότι το κέρδος του εξαρτάται από το πόσες μονάδες η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα σ_R ξεπέρασε την τιμή εξάσκησης K_{VOL} επί τον πολλαπλασιαστή N .

Αν και όλοι οι συμμετέχοντες μιλούν για μεταβλητότητα, αυτό που έχει θεωρητική σημασία είναι η διακύμανση καθώς η μεταβλητότητα παράγεται ως η τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Ένα variance swap αντίστοιχα είναι ένα προθεσμιακό συμβόλαιο στην (ετησιοποιημένη) διακύμανση του υποκειμένου με συνάρτηση κέρδους

$$N \times (\sigma_R^2 - K_{VAR}) \quad (1.65)$$

Επειδή η τιμολόγηση ενός variance swap γίνεται με μεγαλύτερη αξιοπιστία θα ασχοληθούμε με αυτό το συμβόλαιο. Όπως σε όλα τα προθεσμιακά συμβόλαια η δίκαιη τιμή του όταν εισάγεται το συμβόλαιο είναι μηδέν. Άρα θα πρέπει (Cart & Wu, 2009)

$$0 = E \left[e^{-rT} (\sigma_R^2 - K_{VAR}) \right] \quad (1.66)$$

Και η μέση διακύμανση (Hull & White, 1987) μεταξύ ενός χρονικού διαστήματος $[0, T]$ είναι

$$\bar{V} = \frac{1}{T} \int_0^T \sigma^2 dt \quad (1.67)$$

με σ^2 τη στιγμιαία στοχαστική διακύμανση

Από την (1.66) συναρτήσει της (1.67) συνεπάγεται ότι η δίκαιη τιμή για την τιμή εξάσκησης K_{VAR} είναι

$$K_{VAR} = E \left[\bar{V} \right] \quad (1.68)$$

Οπότε για να τιμολογήσουμε το variance swap χρειάζεται να βρούμε την αναμενόμενη τιμή της μελλοντικής ετησιοποιημένη διακύμανσης ή αυτό που ονομάζουμε τεκμαρτή διακύμανση. Αν τη βρούμε, η τετραγωνική της ρίζα είναι η τεκμαρτή μεταβλητότητα και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο ή και την τεχνική για να δημιουργήσουμε ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Υποθέτουμε ως συνήθως ότι οι μετοχές ή ο δείκτης ακολουθούν μια γενικευμένη διαδικασία Brown. Επειδή όμως αναφερόμαστε και σε δείκτες, στο παρόν σημείο προσθέτουμε και την αναμενόμενη μερισματική απόδοση του δείκτη q . Συνεπώς η

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW \text{ γίνεται}$$

$$\frac{dS_t}{S_t} = (\mu - q) dt + \sigma dW \quad (1.69)$$

Αν και το σ συνήθως θεωρείται σταθερό στην άνωθι διαδικασία, μπορεί να θεωρηθεί και ως στοχαστικό (Hull, 2017) και να μετατραπεί σε σταθερό όρο μέσω της (1.67)

Εφαρμόζοντας το λήμμα του Ito στην $\ln S_t$ και προσθέτοντας την επίδραση των μερισμάτων έχουμε

$$d \ln S_t = \left(\mu - q - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dW \quad (1.70)$$

Αφαιρώντας την (1.70) από την (1.69) παίρνουμε μια νέα εξίσωση στην οποία έχει απαλειφθεί κάθε εξάρτηση από τον όρο του μέσου

$$\frac{dS_t}{S_t} - d(\ln S_t) = \frac{1}{2} \sigma^2 dt \quad (1.71)$$

Ολοκληρώνουμε την σχέση (1.71) από 0 έως το χρόνο T και έχουμε

$$\frac{1}{2} \int_0^T \sigma^2 dt = \int_0^T \left(\frac{dS_t}{S_t} - d(\ln S_t) \right) dt \quad (1.72)$$

Όμως ο πρώτος όρος της (1.72) βάση της (1.67) είναι $\bar{V} \times T/2$ άρα η (1.72) γίνεται

$$\frac{1}{2} \bar{V} T = \int_0^T \frac{dS_t}{S_t} dt - \int_0^T d(\ln S_t) dt \quad (1.73)$$

Όμως

$$\int_0^T d(\ln S_t) dt = [\ln S_t]_0^T = \ln S_T - \ln S_0 = \ln \frac{S_T}{S_0} \quad (1.74)$$

Άρα η (1.73) γίνεται

$$\frac{1}{2} \bar{V} T = \int_0^T \frac{dS_t}{S_t} dt - \ln \frac{S_T}{S_0} \Leftrightarrow \bar{V} = \frac{2}{T} \int_0^T \frac{dS_t}{S_t} dt - \frac{2}{T} \ln \frac{S_T}{S_0} \quad (1.75)$$

Η αναμενόμενη τιμή της με βάση την (1.68) είναι

$$K_{VAR} = \frac{2}{T} E \left(\int_0^T \frac{dS_t}{S_t} dt \right) - \frac{2}{T} E \left(\ln \frac{S_T}{S_0} \right) \quad (1.76)$$

Όμως η αναμενόμενη τιμή του όρου στην πρώτη παρένθεση σύμφωνα με την (1.69) είναι

$$E\left(\int_0^T \frac{dS_t}{S_t} dt\right) = E\int_0^T (\mu - q) dt + E\int_0^T \sigma dW \Rightarrow E\left(\int_0^T \frac{dS_t}{S_t} dt\right) = (\mu - q)T \quad (1.77)$$

Οπότε η (1.76) συναρτήσει της (1.77) γράφεται

$$K_{VAR} = \frac{2}{T}(\mu - q)T - \frac{2}{T}E\left(\ln \frac{S_T}{S_0}\right) \quad (1.78)$$

Επειδή ο λόγος που γίνεται όλη αυτή η ανάλυση είναι για να τιμολογήσουμε την τεκμαρτή διακύμανση και προσπαθούμε να αναπαράγουμε το λογαριθμικό συμβόλαιο με δικαιώματα αγοράς και πώλησης, και επειδή έχουμε αποφασίσει να χρησιμοποιήσουμε δικαιώματα εκτός του χρηματικού τους ισοδύναμου ως περισσότερο εμπορεύσιμα, εισάγουμε μια νέα παράμετρο για την τιμή του υποκειμένου η οποία θα λειτουργεί ως όριο στην τιμή του υποκειμένου για την επιλογή των δικαιωμάτων αγοράς και πώλησης. Ορίζουμε αυτή την παράμετρο ως S^* και έχουμε ότι ο όρος $\ln(S_T/S_0)$ γράφεται ως εξής

$$\ln \frac{S_T}{S_0} = \ln \frac{S_T}{S^*} + \ln \frac{S^*}{S_0} \quad (1.79)$$

Επειδή όρος $\ln(S^*/S_0)$ είναι σταθερός αριθμός και δεν επηρεάζεται από την πορεία της μετοχής (ή του δείκτη) μας ενδιαφέρει να αναπαράγουμε για το λογαριθμικό συμβόλαιο μόνο τον όρο $\ln(S_T/S^*)$

Σύμφωνα με τους Carr & Madan (1998) κάθε συνάρτηση κέρδους ενός προϊόντος η οποία είναι δύο φορές παραγωγίσιμη μπορεί να γραφθεί ως εξής:

$$f(S_T) = f(\kappa) + f'(\kappa)[\max(S_T - \kappa, 0) - \max(\kappa - S_T, 0)] + \int_0^\kappa f''(K)\max(K - S_T, 0)dK + \int_\kappa^\infty f''(K)\max(S_T - K, 0)dK \quad (1.80)$$

Όμως ο όρος $[\max(S_T - \kappa, 0) - \max(\kappa - S_T, 0)]$

αν $S_T > \kappa$ είναι ίσος με $[(S_T - \kappa) - (0)] = S_T - \kappa$

αν $\kappa > S_T$ είναι ίσος με $[(0) - (\kappa - S_T)] = -(\kappa - S_T) = -\kappa + S_T = S_T - \kappa$

Άρα και στις δύο περιπτώσεις $[\max(S_T - \kappa, 0) - \max(\kappa - S_T, 0)] = (S_T - \kappa)$

Άρα η (1.80) γίνεται

$$f(S_T) = f(\kappa) + f'(\kappa)(S_T - \kappa) + \int_0^{\kappa} f''(K) \max(K - S_T, 0) dK + \int_{\kappa}^{\infty} f''(K) \max(S_T - K, 0) dK \quad (1.81)$$

Αν θέσουμε ως $f(S_T) = \ln S_T$ και $\kappa = S^*$ τότε έχουμε $f(\kappa) = \ln S^*$

πρώτη παράγωγο $f'(\kappa) = (\ln S^*)' = \frac{1}{S^*}$ και έχουμε $f''(K) = (\ln K)'' = \left(-\frac{1}{K^2}\right)$

έχουμε

$$\begin{aligned} \ln S_T &= \ln S^* + \frac{1}{S^*}(S_T - S^*) + \int_0^{S^*} \left[-\frac{1}{K^2}\right] \max(K - S_T, 0) dK + \int_{S^*}^{\infty} \left[-\frac{1}{K^2}\right] \max(S_T - K, 0) dK \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \ln S_T &= \ln S^* + \frac{S_T - S^*}{S^*} - \int_0^{S^*} \left(\frac{\max(K - S_T, 0)}{K^2}\right) dK - \int_{S^*}^{\infty} \left(\frac{\max(S_T - K, 0)}{K^2}\right) dK \end{aligned}$$

Ή αν το γράψουμε διαφορετικά

$$-\ln \frac{S_T}{S^*} = -\frac{S_T - S^*}{S^*} + \int_0^{S^*} \frac{\max(K - S_T, 0)}{K^2} dK + \int_{S^*}^{\infty} \frac{\max(S_T - K, 0)}{K^2} dK \quad (1.82)$$

Όμως ο συμβολισμός $\max(K - S_T, 0) dK$ συμβολίζει τα δικαιώματα πώλησης (put options) και ο συμβολισμός $\max(S_T - K, 0)$ συμβολίζει τα δικαιώματα αγοράς (call options) ενώ με $S_T - S^*$ συμβολίζεται ένα προθεσμιακό συμβόλαιο.

Δηλαδή το έσοδο από τον λογαριθμικό όρο $-\ln \frac{S_T}{S^*}$ αναπαράγει ή αναπαράγεται από την κάτωθι θέση

$$\begin{aligned} &-\frac{S_T - S^*}{S^*} \quad (\text{forward contract}) \\ &+ \int_0^{S^*} \frac{1}{K^2} \max(K - S_T, 0) dK \quad (\text{put option}) \\ &+ \int_{S^*}^{\infty} \frac{1}{K^2} \max(S_T - K, 0) dK \quad (\text{call option}) \end{aligned} \quad (1.83)$$

- Δηλαδή θέση πώλησης σε προθεσμιακό συμβόλαιο με στάθμιση $(1/S^*)$
- Θέση αγοράς σε όλα τα δικαιώματα πώλησης από την τιμή εξάσκησης 0 έως S^* με στάθμιση $(1/K^2)$
- Θέση αγοράς σε όλα τα δικαιώματα αγοράς με τιμή εξάσκησης μεγαλύτερη από S^* με στάθμιση $(1/K^2)$

Συνεπώς αλλάζοντας συμβολισμό και με βάση τις (1.79) και (1.82) η (1.78) γίνεται

$$K_{VAR} = \frac{2}{T}(\mu - q)T - \frac{2}{T}E\left(\frac{S_T}{S^*} - 1 - \int_0^{S^*} \frac{1}{K^2} p(K) dK - \int_{S^*}^{\infty} \frac{1}{K^2} c(k) dK + \ln \frac{S^*}{S_0}\right) \quad (1.84)$$

Η οποία μετασχηματίζεται ως εξής

$$\begin{aligned} K_{VAR} &= \frac{2}{T}(\mu - q)T - \frac{2}{T}\left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1 - \int_0^{S^*} \frac{1}{K^2} E(p(K)) dK - \int_{S^*}^{\infty} \frac{1}{K^2} E(c(k)) dK + \ln \frac{S^*}{S_0}\right) \Leftrightarrow \\ K_{VAR} &= \frac{2}{T}(\mu - q)T - \frac{2}{T}\left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1\right) + \frac{2}{T}\left(\int_0^{S^*} e^{RT} \frac{1}{K^2} p(K) dK + \int_{S^*}^{\infty} e^{RT} \frac{1}{K^2} c(k) dK - \ln \frac{S^*}{S_0}\right) \quad (1.85) \end{aligned}$$

Επισημαίνεται ότι ο αναμενόμενος ρυθμός αύξησης της τιμής μιας μετοχής μπορεί να γραφθεί είτε ως επιτόκιο είτε ως διαφορά των λογαρίθμων της αναμενόμενης τιμής της μετοχής τον χρόνο T , μείον την τιμή της μετοχής στην αρχή της παρατήρησης και ότι η αναμενόμενη τιμή μιας μετοχής S_T (η ενός δείκτη) την στιγμή T ισούται με την τιμή του ΣΜΕ σήμερα δηλαδή F_0 (ή παραλείποντας τον δείκτη 0 ισούται με F). Έτσι η (1.85) βάση των ανωτέρω γίνεται,

$$\begin{aligned} K_{VAR} &= \frac{2}{T} \ln \frac{F}{S_0} - \frac{2}{T} \ln \frac{S^*}{S_0} - \frac{2}{T} \left(\frac{F}{S^*} - 1\right) + \frac{2}{T} \left(\int_0^{S^*} e^{RT} \frac{1}{K^2} p(K) dK + \int_{S^*}^{\infty} e^{RT} \frac{1}{K^2} c(k) dK\right) \Leftrightarrow \\ K_{VAR} &= \frac{2}{T} \ln \frac{F}{S^*} - \frac{2}{T} \left(\frac{F}{S^*} - 1\right) + \frac{2}{T} \left(\int_0^{S^*} e^{RT} \frac{1}{K^2} p(K) dK + \int_{S^*}^{\infty} e^{RT} \frac{1}{K^2} c(k) dK\right) \quad (1.86) \end{aligned}$$

(Η σχέση (1.86) χρησιμοποιείται από το FTSE στον υπολογισμό των δεικτών FTSE IVI)

Όμως ο όρος $\ln\left(\frac{F}{S^*}\right)$ μπορεί να αναπτυχθεί σύμφωνα με το ανάπτυγμα του Taylor και να κρατήσουμε για ευκολία μόνο τους δύο πρώτους όρους του αναπτύγματος και έχουμε

$$\ln\left(\frac{F}{S^*}\right) \approx \left(\frac{F}{S^*} - 1\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{F}{S^*} - 1\right)^2 \quad (1.87)$$

Άρα

$$\frac{2}{T} \ln \frac{F}{S^*} - \frac{2}{T} \left(\frac{F}{S^*} - 1\right) = \frac{2}{T} \left(\left(\frac{F}{S^*} - 1\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{F}{S^*} - 1\right)^2 - \left(\frac{F}{S^*} - 1\right)\right) = -\frac{1}{T} \left(\frac{F}{S^*} - 1\right)^2 \quad (1.88)$$

Επίσης για την ευκολία των υπολογισμών κάνουμε την κάτωθι προσέγγιση

$$\frac{2}{T} \left(\int_0^{S^*} e^{rT} \frac{1}{K^2} p(K) dK + \int_{S^*}^{\infty} e^{rT} \frac{1}{K^2} c(k) dK \right) \approx \frac{2}{T} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta K}{K_i^2} e^{rT} Q(K_i) \quad (1.89)$$

Συνεπώς η δίκαιη τιμή K_{VAR} στο variance swap για την τιμή εξάσκησης, η οποία τιμή όπως αποδείξαμε είναι και η παρούσα τεκμαρτή διακύμανση είναι η

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{rT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left[\frac{F}{K_0} - 1 \right]^2 \quad (1.90)$$

Η τετραγωνική ρίζα αυτής είναι η τεκμαρτή μεταβλητότητα και είναι ο τύπος που χρησιμοποιεί το CBOE και θα χρησιμοποιήσω και εγώ στην παρούσα εργασία και είναι:

$$\sigma = \sqrt{\frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{rT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left[\frac{F}{K_0} - 1 \right]^2} \quad (1.91)$$

Τύπος Υπολογισμού

Όπως αναφέρθηκε ο τύπος που θα χρησιμοποιήσω για τον υπολογισμό της τεκμαρτής μεταβλητότητας θα είναι ο τύπος που κατάληξα στα αμέσως προηγούμενα και είναι ο τύπος που χρησιμοποιεί και το CBOE για τον υπολογισμό του VIX

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{rT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left[\frac{F}{K_0} - 1 \right]^2 \quad (1.92)$$

Όπου

σ είναι η τεκμαρτή μεταβλητότητα κάθε μήνα λήξης

T είναι ο χρόνος μέχρι τη λήξη

F είναι η τιμή του forward (προθεσμιακού συμβολαίου)

K_0 είναι η πρώτη τιμή εξάσκησης (strike) κάτω από την τιμή του προθεσμιακού συμβολαίου

K_i είναι η τιμή εξάσκησης του i_{th} δικαιώματος εκτός του χρηματικού ισοδύναμου (OTM). Αν $K_i > K_0$ τότε K_i θα είναι η τιμή εξάσκησης του i_{th} δικαιώματος αγοράς. Αν $K_i < K_0$ τότε K_i θα είναι η τιμή εξάσκησης του i_{th} δικαιώματος πώλησης. Αν $K_i = K_0$ τότε K_i είναι η κοινή τιμή εξάσκησης

ΔK_i είναι ο μέσος όρος της διαφορά μιας τιμής εξάσκησης K_i ενός δικαιώματος και των τιμών εξάσκησης των δικαιωμάτων με την αμέσως μεγαλύτερη και μικρότερη τιμή εξάσκησης.

Δηλαδή:

$$\Delta K_i = \frac{K_{i+1} - K_{i-1}}{2} \quad (1.93)$$

Στα δικαιώματα με την χαμηλότερη ή υψηλότερη τιμή εξάσκησης το ΔK_i είναι απλώς η διαφορά της τιμής εξάσκησης του τελευταίου δικαιώματος από την τιμή εξάσκησης του προηγούμενου δικαιώματος.

r είναι το επιτόκιο ακίνδυνου δανεισμού

$Q(K_i)$ είναι ο μέσος όρος μεταξύ τιμής αγοράς και πώλησης (bid-offer spread) κάθε δικαιώματος. Πρακτικά στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές εκκαθάρισης (fixing) των δικαιωμάτων αντί του μέσου όρου μεταξύ της τιμής αγοράς και της τιμής πώλησης (bid-offer spread) των δικαιωμάτων.

Τέλος ο VFTASE υπολογίζεται από την (1.94)

$$VFTASE = 100 \times \sqrt{\left\{ T_1 \sigma_1^2 \left[\frac{N_{T2} - N_{30}}{N_{T2} - N_{T1}} \right] + T_2 \sigma_2^2 \left[\frac{N_{30} - N_{T1}}{N_{T2} - N_{T1}} \right] \right\} \times \frac{N_{365}}{N_{30}}} \quad (1.94)$$

με

N_{T1} ,	ο χρόνος μέχρι τη λήξη T1
N_{T2} ,	ο χρόνος μέχρι τη λήξη T2
N_{365} ,	οι ημέρες του έτους (365)
N_{30} ,	οι ημέρες που περιλαμβάνονται σε ένα μήνα (30)

Επισημαίνεται ότι το CBOE για τον υπολογισμό χρησιμοποιεί λεπτά. Παραδείγματος χάριν για το N_{365} δεν χρησιμοποιεί τον αριθμό 365 αλλά $365 \times 24 \times 60 = 525.600$ λεπτά

Αναγκαστικά γίνονται κάποιες μετατροπές στην μεθοδολογία του VIX.

Πρώτη μετατροπή την οποία αναγκαστικά εφαρμόζουν όλοι, είναι η αντικατάσταση του μέσου όρου των τιμών αγοράς και πώλησης από την τιμή εκκαθάρισης των δικαιωμάτων. Η προσαρμογή αυτή είναι συνήθης όταν θέλουμε να δημιουργήσουμε δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας ιστορικά στοιχεία καθώς η δυνατότητα χρησιμοποίησης των τιμών αγοράς και πώλησης υπάρχει μόνο σε πραγματικό χρόνο. Δεν υπάρχουν πλήρη στοιχεία των τιμών αγοράς-πώλησης για κάθε στιγμή της συνεδρίασης για όλα τα δικαιώματα κάθε μέρα.

Δεύτερη μετατροπή είναι ότι αντί της χρησιμοποίησης λεπτών, η χρησιμοποίηση ημερών μέχρι τη λήξη. Δηλαδή ενώ στον αυθεντικό τύπο που χρησιμοποιεί το CBOE όλα τα χρονικά διαστήματα μέχρι την εκάστοτε λήξη αλλά και η διάρκεια του έτους 365 ημερών και του μήνα 30 ημερών εκφράζονται σε λεπτά, εγώ χρησιμοποιώ ημερολογιακές ημέρες.

Τρίτη και ουσιαστική παραλλαγή του τύπου έχει να κάνει με το γεγονός της μικρής ρευστότητας και διάφορων περιορισμών. Στην διαδικασία υπολογισμού δεν λαμβάνονται υπόψιν δικαιώματα αν δεν υπάρχει τιμή κλεισίματος στα δύο προηγούμενα (κοντινότερα στην τρέχουσα τιμή) δικαιώματα. Επίσης υπάρχει χρονικός περιορισμός (στις ημέρες λήξης) καθώς λαμβάνονται υπόψιν δικαιώματα μεταξύ ενός ελαχίστου και ενός μεγίστου ορίου. Τέλος λόγω και της γενικότερης έλλειψης εμπορευσιμότητας υπάρχουν αρκετές ημέρες που δεν είναι δυνατό να έχουμε δύο διαφορετικές λήξεις για να κάνουμε παρεμβολή συνεπώς γίνεται μετατροπή της διαδικασίας η οποία θα αναλυθεί διεξοδικά.

Λάθη στον τύπο υπολογισμού

Η εξίσωση υπολογισμού της μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος (χωρίς την χρησιμοποίηση υποδείγματος αποτίμησης δικαιωμάτων για την εξαγωγή της μεταβλητότητας) που πρότειναν οι (Demeterfi, et al., 1999) και οι (Britten-Jones & Neuberger, 2000) προϋποθέτουν την ύπαρξη και τη χρησιμοποίηση άπειρου αριθμού δικαιωμάτων με τιμές εξάσκησης από το μηδέν μέχρι το άπειρο. Όμως πρακτικά η εξίσωση υπολογισμού της μεταβλητότητας που χρησιμοποιεί ο VIX και πολύ περισσότερο ο VFTASE χρησιμοποιεί δικαιώματα προαίρεσης με τιμές εξάσκησης από μια ελάχιστη τιμή K_L έως μια μέγιστη τιμή εξάσκησης K_U και γίνεται η κάτωθι υπόθεση

$$\int_0^{K_0} \frac{P(T, K)}{K^2} dK + \int_{K_0}^{+\infty} \frac{C(T, K)}{K^2} dK \approx \int_{K_L}^{K_0} \frac{P(T, K)}{K^2} dK + \int_{K_0}^{K_U} \frac{C(T, K)}{K^2} dK \quad (1.95)$$

Όμως όσο λιγότερα είναι τα δικαιώματα που λαμβάνονται υπόψιν για τον υπολογισμό του δείκτη, τόσο είναι η πληροφορία που χάνεται. Το σφάλμα προσέγγισης το οποίο σύμφωνα με τους (Jiang & Tian, 2007) μπορεί και να μην είναι αμελητέο δίνεται από τον κάτωθι τύπο

$$Err1 = -\frac{2}{T} e^{rT} \left(\int_0^{K_L} \frac{P(T, K)}{K^2} dK + \int_{K_U}^{+\infty} \frac{C(T, K)}{K^2} dK \right) \quad (1.96)$$

Η (1.96) μας λέει ότι το σφάλμα προσέγγισης που γίνεται είναι ίσο με το άθροισμα της μεταβλητότητας που δεν υπολογίζεται στα δικαιώματα με τιμή εξάσκησης μικρότερη από K_L και μεγαλύτερη από K_U . Ακόμα επισημαίνεται, ότι το μέγεθος αυτού του λάθους δεν είναι σταθερό καθώς τα δικαιώματα βάση των οποίων γίνεται ο υπολογισμός της μεταβλητότητας δεν είναι πάντα μεταξύ δύο σταθερών τιμών εξάσκησης.

Η δεύτερη πηγή σφάλματος είναι η προσέγγιση που γίνεται στον τύπο του CBOE, θεωρώντας ότι το άθροισμα δύο ολοκληρωμάτων προσεγγίζεται ικανοποιητικά από ένα αριθμητικό άθροισμα όπως παρουσιάζεται κάτωθι

$$\int_{K_L}^{K_0} \frac{P(T, K)}{K^2} dK + \int_{K_0}^{K_U} \frac{C(T, K)}{K^2} dK \approx \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} Q(T, K_i) \quad (1.97)$$

αν και η προσέγγιση μπορεί να είναι αρκετά ικανοποιητική με την μείωση του διαστήματος μεταξύ των τιμών εξάσκησης, όμως η τυποποίηση των τιμών εξάσκησης που εφαρμόζουν τα χρηματιστήρια καθιστά υπαρκτό το περιθώριο σφάλματος και από αυτή την πηγή, το οποίο ορίζεται ως εξής

$$Err2 = \frac{2}{T} e^{rT} \left(\sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} Q(T, K_i) - \int_{K_L}^{K_0} \frac{P(T, K)}{K^2} dK + \int_{K_0}^{K_U} \frac{C(T, K)}{K^2} dK \right) \quad (1.98)$$

Η τρίτη πηγή σφάλματος είναι η προσέγγιση που κάνει το CBOE για την ελαχιστοποίηση των υπολογισμών στην ανάπτυξη του λογαριθμικού όρου.

$$\text{Στην εξίσωση (1.85) στον όρο πριν τα ολοκληρώματα } (\mu - q)T - \left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1 \right)$$

μπορούμε να κάνουμε τις κάτωθι μετατροπές

$E(S_T) = F$	$\Rightarrow \left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1 \right) = \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)$
$(\mu - q)T = E \left(\ln \frac{F}{S_0} \right)$	$\Rightarrow (\mu - q)T - \ln \frac{S^*}{S_0} \rightarrow \ln \frac{F}{S_0} - \ln \frac{S^*}{S_0}$
$\ln \frac{F}{S_0} - \ln \frac{S^*}{S_0} = \ln F - \ln S^* = \ln \frac{F}{S^*}$	$\Rightarrow \ln \frac{F}{S_0} - \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) - \ln \frac{S^*}{S_0} = \ln \frac{F}{S^*} - \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)$

Αναπτύσσοντας τον όρο $\ln \frac{F}{S^*}$ χρησιμοποιώντας το ανάπτυγμα του Taylor, έχουμε

$$\frac{1}{1!} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) - \frac{1}{2!} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^2 + \frac{2!}{3!} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^3 - \frac{3!}{4!} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^4 + \frac{4!}{5!} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^5 - \frac{5!}{6!} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^6 + \dots \quad (1.99)$$

το CBOE χρησιμοποιεί μόνο τους δύο πρώτους όρους και καταλήγει στην προσέγγιση

$$\ln \frac{F}{S^*} \approx \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^2 \quad (1.100)$$

Συνεπώς καταλήγουμε στην κάτωθι μετατροπή

$$\begin{aligned} (\mu - q)T - \left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1 \right) - \ln \frac{S^*}{S_0} &\Rightarrow \ln \frac{F}{S_0} - \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) - \ln \frac{S^*}{S_0} = \ln \frac{F}{S^*} - \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) \\ &\approx \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^2 - \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right) = -\frac{1}{2} \left(\frac{F}{S^*} - 1 \right)^2 \end{aligned}$$

Άρα

$$(\mu - q)T - \left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1 \right) - \ln \frac{S^*}{S_0} \approx -\frac{1}{2} \left(\frac{F_0}{S^*} - 1 \right)^2 \quad (1.101)$$

Και θέτοντας $S^* = K_0$ έχουμε ότι

$$\frac{2}{T} \left((\mu - q)T - \left(\frac{E(S_T)}{S^*} - 1 \right) - \ln \frac{S^*}{S_0} \right) \approx -\frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2 \quad (1.102)$$

Βέβαια οι όροι μετά τον δεύτερο στην εξίσωση (1.99) είναι αρκετά μικροί καθώς με την επιλογή $S^* = K_0$ με το K_0 να είναι λίγο μικρότερο αλλά αρκετά κοντά στο F_0 έχουμε

ότι $\left(\frac{F}{K_0} \geq 1\right)$ άρα ο όρος $\left(\frac{F}{K_0} - 1\right)$ είναι θετικός ή μηδέν αλλά αρκετά μικρός με συνέπεια ότι η ύψωση του σε δύναμη να τον κάνει ακόμα μικρότερο. Παρά ταύτα όμως υπάρχει ένα περιθώριο σφάλματος και από αυτή την πηγή, το οποίο ορίζεται ως

$$Err3 = \frac{2}{T} \left(\left[\left(\frac{F}{K_0} - 1 \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2 \right] - \ln \frac{F}{K_0} \right) \quad (1.103)$$

Και τέλος υπάρχει και ένα περιθώριο λάθους στον τρόπο που κάνει παρεμβολή το CBOE.

Όπως έχει επιβεβαιωθεί για δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας του εξωτερικού (Dotsis, et al., 2007) η τεκμαρτή μεταβλητότητα ακολουθεί μια διαδικασία ροπής με επιστροφή στο μέσο. Επίσης είναι γνωστό ότι όσο πλησιάζει ένα δικαίωμα προαίρεσης στη λήξη του, συνήθως αντιμετωπίζει μεγαλύτερες μεταβολές στην τεκμαρτή του μεταβλητότητα. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει μια σταθερή συνάρτηση που να δίνει ακριβώς την ετησιοποιημένη διακύμανση (μεταβλητότητα) των X ημερών γνωρίζοντας την ετησιοποιημένη διακύμανση (μεταβλητότητα) των Y ημερών, ούτε υπάρχει ένας σταθερός παράγοντας επηρεασμού. Η κλίση της καμπύλης της μεταβλητότητας επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες (Xu & Taylor, 1994) και εξαρτάται που βρίσκεται η μεταβλητότητα σχετικά με τη μέση τιμή της (Natenberg, 2015). Αν η μεταβλητότητα μεταβληθεί πολύ τότε η μακροχρόνια μεταβλητότητα θα αντιδράσει λιγότερο. Επίσης αν και είναι γνωστό ότι όσο αυξάνεται το χρονικό περιθώριο τόσο μειώνεται η αναμενόμενη διακύμανση (μεταβλητότητα) εντούτοις αυτή η σχέση δεν είναι σταθερή, και μπορεί να γίνει αρνητική ή να αλλάξει η κλίση της ή η καμπυλότητά της (Dotsis, 2015).

Έτσι η χρησιμοποίηση ενός τύπου γραμμικής παρεμβολής για να βρεθεί η ετήσια διακύμανση των 30 ημερών, όταν όπως έχει επισημανθεί η τεκμαρτή διακύμανση δεν είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου, δημιουργεί ένα σφάλμα προσέγγισης, αν και αυτό το σφάλμα προσέγγισης μπορεί να είναι αμελητέο (Jiang & Tian, 2007).

Τα σφάλματα αυτά, αθροιστικά τείνουν κατά μέσο όρο να μειώνουν την μεταβλητότητα όπως την μετράει το CBOE (Jiang & Tian, 2007), ενώ το σφάλμα πιθανόν να είναι μεγαλύτερο και πιο απροσδιόριστο σε αγορές με μικρή εμπορευσιμότητα.

Ο Δείκτης FTSE Large Cap

Ο δείκτης FTSE/A.S.E. 20 ξεκίνησε να υπολογίζεται στις 23 Σεπτεμβρίου 1997 με τιμή εκκίνησης τις 1.000 μονάδες. Είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας του Χρηματιστηρίου Αθηνών με τον οίκο FTSE International Limited. Σκοπός του δείκτη ήταν η καταγραφή, σε πραγματικό χρόνο, των τάσεων των τιμών των μετοχών των 20 μεγαλύτερων σε κεφαλαιοποίηση εισηγμένων εταιρειών του Χρηματιστηρίου Αθηνών. Την ευθύνη διαχείρισης του δείκτη έχουν το Χρηματιστήριο Αθηνών, ο FTSE International Limited και η συμβουλευτική επιτροπή FTSE Athex Index Series Advisory Committee. (FTSE Russell and the Athens Exchange, 2017)

Ο δείκτης με το πέρασμα των ετών έχει αλλάξει όνομα και σύνθεση. Πλέον περιλαμβάνει 25 μετοχές, και ονομάζεται FTSE/ATHEX Large Cap και αντιπροσωπεύει άνω του 80% της κεφαλαιοποίησης του Χρηματιστηρίου Αθηνών (AthexGroup, 2018). Είναι ένας δείκτης με στάθμιση την κεφαλαιοποίηση και αναθεωρείται δύο φορές το χρόνο ώστε να συμπεριλαμβάνει τις μεγαλύτερες και πιο εμπορεύσιμες μετοχές του Ελληνικού χρηματιστηρίου με επιπλέον κριτήρια την ελεύθερη διασπορά των μετοχών κάθε εταιρείας.

Για τον υπολογισμό της τιμής του δείκτη χρησιμοποιείται η κάτωθι σχέση υπολογισμού της τιμής δεικτών με στάθμιση την κεφαλαιοποίηση (Μυλωνάς, 2005)

$$I_t = \frac{\sum_1^N \nu_i \times T_i}{\text{Διαιρέτης}} \quad (1.104)$$

–Όπου I_t είναι η τιμή του δείκτη τη χρονική στιγμή t

– ν_i είναι ο αριθμός των διαπραγματεύσιμων μετοχών της μετοχής της εταιρείας i

–και T_i είναι η τιμή της μετοχής της εταιρείας i

Η επιτροπή που διαχειρίζεται το δείκτη χρησιμοποιεί την ίδια εξίσωση για τον υπολογισμό του δείκτη απλώς έχει χωρίσει τον όρο ν_i που αφορά τις διαπραγματεύσιμες μετοχές μιας εταιρείας σε $S_i \times f_i$ όπου S_i ο συνολικός αριθμός των μετοχών μιας εταιρείας και f_i ο συντελεστής στάθμισης για τον υπολογισμό των διαπραγματεύσιμων μετοχών (free float). Έτσι η (1.104) γίνεται

$$(FTSE / ATHEX Large Cap)_t = \frac{\sum_1^N S_i \times f_i \times T_i}{\text{Διαιρέτης}} \quad (1.105)$$

Τα Δικαιώματα Προαίρεσης στο Δείκτη FTSE/ATHEX-Large Cap

Περιγραφή Βασικών Χαρακτηριστικών – Τυποποίηση - Διαπραγμάτευση

Είναι τυποποιημένα δικαιώματα προαίρεσης τα οποία έχουν ως υποκείμενο, τον δείκτη FTSE/ATHEX-Large Cap. Είναι Ευρωπαϊκού τύπου και έχουν χρηματικό διακανονισμό.

Η τιμή διαπραγμάτευσης εκφράζεται σε μονάδες δείκτη και ο πολλαπλασιαστής, δηλαδή η αξία κάθε μονάδας δείκτη, από τον Ιούνιο του 2016 είναι 2€. Σημειώνεται ότι από την εισαγωγή τους μέχρι τον Ιούνιο του 2016 ο πολλαπλασιαστής ήταν 5€. Το Χρηματιστήριο Αθηνών αποφάσισε για να τονώσει την εμπορευσιμότητα των παραγώγων με υποκείμενο τον FTSE/ATHEX-Large Cap να δεκαπλασιάσει την τιμή του δείκτη (από 200 μονάδες σε 2.000 μονάδες) και να μειώσει τον πολλαπλασιαστή του δείκτη από 5€ σε 2€.

Η λήξη των δικαιωμάτων είναι η 3^η Παρασκευή του μήνα λήξης ή αν αυτή δεν είναι εργάσιμη τότε ορίζεται ως λήξη η προηγούμενη εργάσιμη. Η ώρα λήξης είναι η 13:45 της ημέρας λήξης η οποία είναι και η τελευταία ημέρα διαπραγμάτευσης, και η τελική τιμή εκκαθάρισης είναι η τιμή του υποκείμενου δείκτη όπως προσδιορίζεται από την διαδικασία δημοπρασίας κατά την ημέρα λήξης που λαμβάνει χώρα από τις 13:45 έως τις 14:00.

Σε κάθε χρονική στιγμή διαθέσιμες προς διαπραγμάτευση είναι σειρές Δικαιωμάτων σε 6 διαφορετικούς μήνες λήξης ως εξής. Τρεις από τους κοντινότερους χρονικά μήνες λήξης και τρεις από τους κοντινότερους του τριμηνιαίου κύκλου Μαρτίου, Ιουνίου, Σεπτεμβρίου, Δεκεμβρίου, μη περιλαμβανομένου του μήνα που κάθε φορά υπάρχει ως μήνας διαπραγμάτευσης στον κύκλο των κοντινότερων μηνιαίων σειρών. Άρα αν είναι αρχή Απριλίου διαθέσιμα προς διαπραγμάτευση είναι δικαιώματα με λήξεις τους τρεις κοντινότερους μήνες λήξης Απριλίου, Μαΐου, Ιουνίου και τους τρεις από τον τριμηνιαίο κύκλο μετά τον Ιούνιο δηλαδή Σεπτεμβρίου, Δεκεμβρίου και Μαρτίου του επομένου έτους.

Η τυποποίηση των δικαιωμάτων περιλαμβάνει εκτός από τους ανωτέρω και άλλους όρους που έχουν να κάνουν με την τυποποίηση των διαστημάτων μεταξύ των τιμών εξάσκησης των δικαιωμάτων και με το ελάχιστο μέγεθος μεταβολής τιμής του δικαιώματος ανάλογα με τις μονάδες του δείκτη. Άρα είναι τυποποιημένες και οι τιμές εξάσκησης που είναι δυνατό να είναι διαθέσιμες προς διαπραγμάτευση και το βήμα μεταβολής της τιμής του δικαιώματος στην οποία μπορεί να γίνει πράξη. Τα διαστήματα μεταξύ των τιμών εξάσκησης και το βήμα μεταβολής τιμής ορίζονται στους κάτωθι πίνακες.

Τιμή Εξάσκησης (Strike price) σε μονάδες	Διάστημα μεταξύ των τιμών εξάσκησης
Τιμή Εξάσκησης > 4.000	100 μονάδες
4.000 > Τιμή Εξάσκησης > 2.000	50 μονάδες
2.000 > Τιμή Εξάσκησης > 1.000	25 μονάδες
1.000 > Τιμή Εξάσκησης > 500	10 μονάδες
500 > Τιμή Εξάσκησης > 50	5 μονάδες
50 > Τιμή Εξάσκησης	2 μονάδες

Πίνακας 4

Αρα αν θέλουμε ένα δικαίωμα με τιμή εξάσκησης περί τις 2.000 μονάδες μπορούμε να διαλέξουμε δικαιώματα με τιμή εξάσκησης 1.950 μονάδες 1.975 μονάδες 2.000 μονάδες 2.050 μονάδες αλλά δεν υπάρχουν ενδιάμεσες τιμές εξάσκησης.

Όσον αφορά το βήμα τιμής, δηλαδή την ελάχιστη μεταβολή της τιμής του δικαιώματος, αυτό ορίζεται στο κάτωθι πίνακα.

Τιμή Δικαιώματος (premium) σε μονάδες	Βήμα μεταβολής τιμής
Τιμή δικαιώματος ≥ 100	1,00 μονάδες
99,99 > Τιμή δικαιώματος ≥ 50	0,50 μονάδες
49,99 > Τιμή δικαιώματος ≥ 10	0,25 μονάδες
9,99 > Τιμή δικαιώματος ≥ 1	0,10 μονάδες
1 > Τιμή δικαιώματος	0,01 μονάδες

Πίνακας 5

Αρα αν θέλουμε να αγοράσουμε ένα δικαίωμα που έχει τιμή (premium) κοντά στις 50 μονάδες τότε έχουμε δυνατότητα να εισάγουμε ως τιμή αγοράς 49,5 ή 49,75 ή 50 ή 50,5 αλλά όχι ενδιάμεσες τιμές.

Για την τόνωση της εμπορευσιμότητας το χρηματιστήριο έχει προσφέρει κίνητρα σε εταιρείες ώστε να γίνουν ειδικοί διαπραγματευτές στα δικαιώματα του FTSE/ATHEX-Large Cap. Οι ειδικοί διαπραγματευτές έχουν την υποχρέωση να εισάγουν συνεχώς ταυτόχρονες εντολές αγοράς και πώλησης για σειρές των δύο κοντινότερων μηνών λήξης. Οι εντολές πρέπει να είναι συγκεκριμένου ελάχιστου όγκου δικαιωμάτων (20) και σε τιμές που η μεταξύ τους διαφορά να μην υπερβαίνει ένα μέγιστο όριο απόκλισης.

Τονίζεται ότι οι υποχρεώσεις των ειδικών διαπραγματευτών αίρονται σε περίπτωση έντονης μεταβλητότητας της υποκείμενης αγοράς σε μικρό χρονικό διάστημα (fast market) ή όταν υπάρχουν άλλα προβλήματα με απόφαση του χρηματιστηρίου. Επίσης τονίζεται ότι οι ειδικοί διαπραγματευτές έχουν σημαντικά μειωμένες υποχρεώσεις κατά την ημέρα λήξης και την προηγούμενη αυτής (Χρηματιστήριο Αθηνών, 2017).

Ονοματολογία Δικαιωμάτων FTSE/ATHEX-Large Cap

Η ονοματολογία των δικαιωμάτων στο Ελληνικό χρηματιστήριο από τον Ιούνιο του 2016 χρησιμοποιεί την κάτωθι κωδικοποίηση.

Οι πρώτοι χαρακτήρες του κωδικού του προϊόντος οι οποίοι μπορεί να είναι μέχρι 5 φανερώνουν τον υποκείμενο δείκτη ή μετοχή. Στην περίπτωση του FTSE/ATHEX-Large Cap οι πρώτοι χαρακτήρες είναι οι «FTSE». Ακολουθούν δύο νούμερα που υποδηλώνουν τα δύο τελευταία ψηφία από το έτος λήξης. Στη συνέχεια ακολουθεί ένας χαρακτήρας που υποδηλώνει τον μήνα λήξης και αν είναι δικαίωμα αγοράς ή πώλησης. Τα δώδεκα πρώτα γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου αντιστοιχούν στους δώδεκα μήνες λήξης των δικαιωμάτων αγοράς και τα επόμενα δώδεκα γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου αντιστοιχούν στους δώδεκα μήνες λήξης των δικαιωμάτων πώλησης. Στη συνέχεια έχουμε τους αριθμητικούς χαρακτήρες που υποδηλώνουν την τιμή εξάσκησης. Τέλος αν έχει γίνει οποιαδήποτε μεταβολή στα χαρακτηριστικά ενός δικαιώματος κατά τη διάρκεια ζωής του τότε προστίθεται στο τέλος ένας χαρακτήρας από τους X,Y,Z για να δηλώσει τη 1^η ή τη 2^η ή την 3^η μεταβολή.

Έτσι αν έχουμε το δικαίωμα με κωδικό FTSE19R2100 γνωρίζουμε ότι έχουμε

- ένα δικαίωμα πώλησης (από το R)
- στον δείκτη FTSE/ATHEX-Large Cap (από το FTSE)
- με λήξη τον Ιούνιο (από το R)
- του 2019 (από το 19)
- με τιμή εξάσκησης τις 2.100 μονάδες (από το 2100).

Τρόπος Υπολογισμού Τεκμαρτής Μεταβλητότητας από το ΧΑΑ

Η μεθοδολογία υπολογισμού των ημερήσιων τιμών εκκαθάρισης των δικαιωμάτων βασίζεται στο υπόδειγμα του Black (1976) στο οποίο το υποκείμενο προϊόν είναι του ΣΜΕ του υποκειμένου.

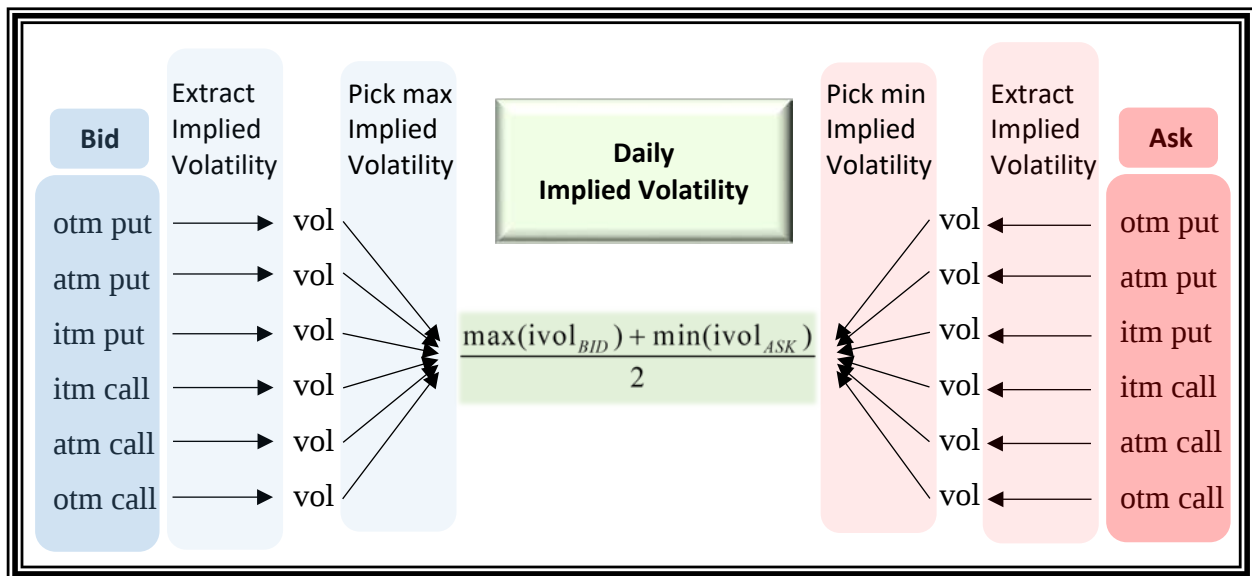
Το Χρηματιστήριο Αθηνών για να υπολογίζει τις τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα που συνήθως (στην καθομιλουμένη) αναφέρεται ως Black 76 εκτός των άλλων, άμεσα παρατηρούμενων παραμέτρων, θα πρέπει να εισάγει μια τιμή για την μεταβλητότητα. Για να υπολογίσει το χρηματιστήριο την μεταβλητότητα της κάθε ημέρας ακολουθεί την κάτωθι πρακτική.

Στις 16:50 λαμβάνονται σε ένα αρχείο όλες οι παράμετροι για τις τιμές που επικρατούν στην αγορά των δικαιωμάτων. Ο λόγος που επιλέγεται η εξαγωγή αυτού του αρχείου στις 16:50 και όχι στις 17:00 είναι ότι οι υποχρεώσεις συνεχούς παροχής τιμών των ειδικών διαπραγματευτών (market makers) αίρονται με το πέρας της «κανονικής» διάρκειας (συνεχούς διαπραγμάτευσης) της συνεδρίασης τα υποκείμενης αγοράς (Μέθοδος 1) με αποτέλεσμα οι ειδικοί διαπραγματευτές να αποσύρονται από την αγορά τα τελευταία λεπτά. Έτσι ελλείπει ειδικών διαπραγματευτών στις 17:00 υπάρχει μια στρεβλή εικόνα στην αγορά των δικαιωμάτων. Ο λόγος είναι ότι οι περισσότεροι επενδυτές γνωρίζουν ότι όσο υπάρχουν ειδικοί διαπραγματευτές στην αγορά θα υπάρχει κάποια εγγύηση ύπαρξης τιμών, ζήτησης και προσφοράς για τα δικαιώματά τους. Με την απόσυρση όμως των market makers και αφού δεν υπάρχει η εγγύηση της ύπαρξης τιμών αγοράς και πώλησης αποσύρονται και πολλοί από τους υπόλοιπους επενδυτές. Έτσι οι εναπομένουσες τιμές, συχνά είναι ακραίες τιμές και για αυτό το λόγο δημιουργούν στρεβλή εικόνα σε όποιον προσπαθήσει να βγάλει συμπεράσματα από αυτές τις τιμές.

Έτσι κατά κάποιο τρόπο στις 16:50 παίρνουμε μια φωτογραφία (screenshot) της αγοράς. Στη συνέχεια αναμένουμε το κλείσιμο της συνεχούς διαπραγμάτευσης της συνεδρίασης της υποκείμενης αγοράς ώστε να βγει η τιμή εκκαθάρισης του ΣΜΕ του FTSE/ATHEX-Large Cap που θα χρησιμεύσει ως υποκείμενο προϊόν στο υπόδειγμα Black 76 για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας από το χρηματιστήριο. Επισημαίνεται ότι για τον υπολογισμό της ημερήσιας τιμής εκκαθάρισης των δικαιωμάτων, το χρηματιστήριο χρησιμοποιεί ως υποκείμενο προϊόν το ΣΜΕ του υποκειμένου δείκτη (Χρηματιστήριο Αθηνών, 2016), η τιμή εκκαθάρισης του οποίου είναι ο μέσος σταθμικός όρος των πράξεων του από 16:50 έως 17:00.

Στη συνέχεια λαμβάνουμε τις τιμές αγοράς (ζήτησης) από δικαιώματα αγοράς και πώλησης για τις τιμές εξάσκησης που είναι στο χρηματικό τους ισοδύναμο και τις τιμές εξάσκησης που είναι αμέσως πάνω και κάτω από το χρηματικό τους ισοδύναμο. Άρα λαμβάνονται τιμές ζήτησης για έξι διαφορετικά δικαιώματα τρία δικαιώματα αγοράς και τρία πώλησης. Χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα Black 76 βρίσκουμε τις τεκμαρτές μεταβλητότητες αυτών των τιμών ζήτησης. Στην συνέχεια λαμβάνουμε τις τιμές πώλησης (προσφοράς) για τα ίδια δικαιώματα και χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα Black 76 βρίσκουμε τις τεκμαρτές μεταβλητότητες αυτών των τιμών προσφοράς.

Από τις τιμές τεκμαρτής μεταβλητότητας που εξήχθησαν από τις τιμές ζήτησης χρησιμοποιούμε την μέγιστη τεκμαρτή μεταβλητότητα. Από τις τιμές τεκμαρτής μεταβλητότητας που εξήχθησαν από τις τιμές προσφοράς χρησιμοποιούμε την ελάχιστη τιμή. Η τιμή τεκμαρτής μεταβλητότητας υπολογίζεται ως ο μέσος όρος αυτών των δύο τιμών. Στη συνέχεια το χρηματιστήριο χρησιμοποιώντας αυτήν την τιμή ως μεταβλητότητα της ημέρας για την αγορά, υπολογίζει τις τιμές εκκαθάρισης όλων των δικαιωμάτων της συγκεκριμένης λήξης. Η διαδικασία παρουσιάζεται παραστατικά στο κάτωθι διάγραμμα.



Διάγραμμα 15

Δημιουργία Δεικτών Τεκμαρτής Μεταβλητότητας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχουν υπάρξει έρευνες που ασχολούνται με την δημιουργία ενός δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Αν και υπάρχουν προβλήματα έλλειψης εμπορευσιμότητας στο Ελληνικό χρηματιστήριο για τον υπολογισμό δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας, όμως αυτό δεν είναι κάτι που δεν παρατηρείται σε άλλα χρηματιστήρια. Ανατρέχοντας στη διεθνή βιβλιογραφία βρίσκουμε έρευνες που αναφέρονται στην έλλειψη εμπορευσιμότητας στα δικαιώματα στην χρηματιστηριακή αγορά της Δανίας (Strunk Hansen, 2001). Επίσης αν και μεγαλύτερη αγορά, παρατηρούνται παρόμοια προβλήματα και στην αγορά της Ισπανίας (Gonzalez-Perez & Novales Cinca, 2007). Παρόλα αυτά οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας θεωρούνται σημαντικοί γιατί προσφέρουν μια ομόχρονη ένδειξη της μεταβλητότητας στους συμμετέχοντες και δεν αμφισβητείται η αναγκαιότητα ύπαρξης ή δημιουργίας τους.

Οι Δείκτες GVIX και VASE

Ο Σκιαδόπουλος (2004) δημιούργησε ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας τον οποίο ονόμασε GVIX με μια παραλλαγή της μεθοδολογίας υπολογισμού του VXO λαμβάνοντας υπόψιν μόνο τέσσερα αντί οκτώ δικαιωμάτων για τον υπολογισμό του δείκτη, ώστε να αντιμετωπίσει την έλλειψη εμπορευσιμότητας. Για τον υπολογισμό του δείκτη έβαλε περιορισμό ώστε τα δικαιώματα που λάμβανε υπόψιν να έχουν διάρκεια ζωής τουλάχιστο 5 ημερών και δεν υπολόγισε δείκτη αν δεν υπήρχαν τιμές και για τα τέσσερα δικαιώματα που χρειαζόταν. Με αυτούς τους περιορισμούς κατάφερε να κατασκευάσει το δείκτη για τις 303 από 554 ημέρες που αφορούσε η έρευνά του. Σε νέα του έρευνα (Σκιαδόπουλος, 2011) δημιούργησε και νέο δείκτη μεταβλητότητας τον οποίο ονόμασε VASE, χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία που ακολουθεί ο VIX χρησιμοποιώντας τις τιμές εκκαθάρισης. Πάλι όμως υπήρχε έλλειψη δεδομένων και ακολουθώντας τις μελέτες των Jiang & Tian (2005), (2007) προσπάθησε να αποκτήσει μια συνεχή σειρά από τιμές δικαιωμάτων. Καθώς το βασικό μειονέκτημα της μεθοδολογίας υπολογισμού που ακολουθεί ο VIX είναι ότι το αποτέλεσμα επηρεάζεται από την έλλειψη αρκετών διαφορετικών τιμών δικαιωμάτων, ο Σκιαδόπουλος προσπάθησε με αυτόν τον τρόπο να βελτιώσει τα αποτελέσματά του. Παρόλο αυτά όμως και σε αυτή τη μελέτη κατάφερε να κατασκευάσει δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας για 274 από τις 594 ημέρες του δείγματος. Επίσης η διαδικασία δημιουργίας τιμών δικαιωμάτων από

τις υπάρχουσες τιμές αν και προσφέρει τιμές για την κάλυψη των κενών στην διαδικασία υπολογισμού προϋποθέτει την αποδοχή της τεκμαρτής μεταβλητότητας των δικαιωμάτων όπως υπολογίζεται από το Χρηματιστήριο της Αθήνας.

Ο Δείκτης GRIV

Οι (Sirioropoulos & Fassas, 2012) σε μια έρευνα που εκπονήθηκε το 2009, αναθεωρήθηκε το 2010 και τελικά εκδόθηκε το 2012 δημιούργησαν πρώτοι ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία του VIX τον οποίο ονόμασαν GRIV. Σε αυτήν την μελέτη δημιούργησαν τον δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας τις τιμές κλεισίματος οι οποίες όπως αναφέρουν δεν είναι οι τιμές της τελευταίας πράξης. Από αυτό είναι εμφανές ότι χρησιμοποιούν τις τιμές εκκαθάρισης. Το Χρηματιστήριο τα τελευταία έτη έχει κάνει αλλαγές στα δημοσιευμένα στοιχεία. Τώρα οι δημοσιευμένες τιμές κλεισίματος είναι οι τιμές τελευταίας πράξης ή όπου δεν έχει γίνει πράξη αλλά υπάρχει ανοικτή θέση, η τιμή κλεισίματος είναι η τιμή εκκαθάρισης της προηγούμενης ημέρας. Μετά από τις αλλαγές το Χρηματιστήριο δεν δημοσιοποιεί τις τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων βάση των οποίων γίνεται η αποτίμηση. Άρα τώρα δεν θα ήταν δυνατή αυτή η μελέτη χρησιμοποιώντας τα δημοσιευμένα στοιχεία που προσφέρει το Χρηματιστήριο στα δελτία του. Όμως το 2009 υπήρχε αυτή η πληροφορία. Για να προσπεράσουν το πρόβλημα της έλλειψης αρκετών δεδομένων χρησιμοποιούν τις τιμές των δικαιωμάτων μέχρι και την τελευταία ημέρα λήξης αφού έτσι και αλλιώς στον τύπο που χρησιμοποιούν που είναι ταυτόσημος με αυτόν που χρησιμοποιεί το CBOE για την δημιουργία του VIX, η στάθμιση που γίνεται χρησιμοποιεί μικρότερη βαρύτητα όσο πλησιάζει η ημέρα λήξης. Και σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιείται ένας τρόπος για να καλυφθούν τα κενά όπου δεν υπάρχουν αρκετές τιμές από δικαιώματα. Το πρόβλημα με αυτές τις τεχνικές είναι ότι μπορεί να βελτιώνουν την ποσότητα των δεδομένων και συνεπώς να βελτιώνουν τον ίδιο τον δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας αλλά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πραγματικό χρόνο. Θεωρώ ότι το κύριο πλεονέκτημα ύπαρξης ενός δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι να παρέχει σε πραγματικό χρόνο πληροφόρηση για την παρατηρούμενη μεταβλητότητα που τεκμαίρεται από τις τιμές τις αγοράς. Αν δημιουργηθεί ένας δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας που χρησιμοποιεί μόνο τιμές εκκαθάρισης και τεχνικές για την βελτίωση του δείκτη λόγω έλλειψης αρκετών δεδομένων, τότε πιστεύω ότι χάνεται ο βασικός λόγος ύπαρξης του δείκτη και απλώς προσπαθούμε να κάνουμε την αντίθετη κίνηση στο αυτή που κάνει το Χρηματιστήριο. Δηλαδή το

Χρηματιστήριο υπολογίζει την τεκμαρτή μεταβλητότητα και την χρησιμοποιεί για να υπολογίσει τις τιμές των δικαιωμάτων με ένα υπόδειγμα (Black 76). Αν χρησιμοποιούμε τις τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων για να υπολογίσουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα τότε είναι σίγουρο ότι υπάρχει μεροληψία όποιο και να είναι το υπόδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε.

Ο Δείκτης ΚΕΠΕ GRIV

Στην Ελλάδα, το Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών (ΚΕΠΕ) σε συνεργασία με τους Συριόπουλο και Φάσσα, δημιούργησε ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας βασισμένο στην μεθοδολογία που χρησιμοποιεί το CBOE για τον υπολογισμό του VIX (Φίλιππας, 2014). Ο δείκτης αυτός ονομάστηκε ΚΕΠΕ GRIV. Σύμφωνα με το άρθρο αυτό στο Μηνιαίο Δελτίο Οικονομικών Εξελίξεων του ΚΕΠΕ η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά το 2014 συστηματικά για μια περιφερειακή αγορά όπως η Ελληνική και παρά τα μειονεκτήματα λόγω της μειωμένης εμπορευσιμότητας των δικαιωμάτων στην Ελλάδα, ο δείκτης αυτός θεωρείτο ότι προσέφερε χρήσιμη πληροφόρηση. Μάλιστα για λόγους ιστορικούς και συγκρίσεως η κατασκευή του δείκτη έγινε από το 2004. Στο άρθρο επισημαίνεται κυρίως η μια από τις ερμηνείες ενός δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας ως δείκτης αβεβαιότητας ή (φόβου). Σε επόμενο τεύχος ελέγχεται η πορεία και η συσχέτιση γνωστών δεικτών «φόβου» (τεκμαρτής μεταβλητότητας) παγκοσμίως (Οικονόμου, 2014). Βέβαια αναφέρεται ότι οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας εκφράζουν την αναμενόμενη μεταβολή μιας χρηματιστηριακής αγοράς όπως αποτυπώνεται από ένα συγκεκριμένο δείκτη, αλλά δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην ερμηνεία των δείκτη μεταβλητότητας ως ένα είδος καταγραφής του συναισθήματος του επενδυτή (investor sentiment). Στο τεύχος του Μαρτίου 2015 (Οικονόμου & Συριόπουλος, 2015) γίνεται έρευνα της διαχρονικής πορείας του δείκτη, της αντίδρασής του σε εκλογικές αναμετρήσεις της σύγχρονης πορείας των spreads του Ελληνικού ομολόγου και ελέγχεται η αρνητική σχέση μεταξύ του δείκτη ΚΕΠΕ GRIV και του FTSE/ATHEX Large Cap. Επισημαίνεται ότι σκοπός του δείκτη είναι να αποτελέσει το βασικό μέτρο αναφοράς για την αναμενόμενη βραχυπρόθεσμη μεταβλητότητα της ελληνικής χρηματιστηριακής αγοράς. Όμως δεν παρέχονται στοιχεία ούτε για τις ακριβείς τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στη μεθοδολογία κατασκευής του δείκτη ούτε παρέχεται μια χρονοσειρά με τις τιμές του δείκτη διαχρονικά. Αυτό που παρέχεται είναι η ανανέωση του διαγράμματος σε μορφή εικόνας μια φορά κάθε μήνα. Επίσης παρατηρούμε ότι δίνεται μεγάλη βαρύτητα

στην ερμηνεία του δείκτη ως μέτρο φόβου ή ως ένα χρήσιμο εργαλείο για μακροοικονομική ανάλυση και όχι ως ένα εργαλείο το οποίο αποτυπώνει σε πραγματικό χρόνο την μεταβλητότητα που τεκμαίρεται από τις τιμές της αγοράς. Η κατασκευή ενός δείκτη που χρησιμοποιείται για την οικονομική ανάλυση έχει άλλες απαιτήσεις από ένα δείκτη που χρησιμοποιείται για να συλλάβει την στιγμιαία αίσθηση της αγοράς για την μεταβλητότητα. Στην πρώτη περίπτωση χρειάζεται ένας δείκτης που να αποτυπώνει ορθά το συναίσθημα του επενδυτή, ελαχιστοποιώντας όσο είναι δυνατό τον «θόρυβο» χωρίς να είναι πρωταρχικής σημασίας η ακριβής αποτύπωση του δείκτη σε μικρά χρονικά διαστήματα, ενώ στη δεύτερη περίπτωση μας ενδιαφέρει να έχουμε την αποτύπωση του δείκτη σε σχεδόν συνεχή χρόνο και την τιμολόγηση του συναισθήματος του επενδυτή χωρίς να είναι πρωταρχικής σημασίας η ελαχιστοποίηση του θορύβου στο διάγραμμα.

Δεδομένα

Πηγές Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων δεν ήταν εύκολη. Οι τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων λήφθηκαν από βάσεις δεδομένων της Πειραιώς ΑΕΠΕΥ πρώην Σίγμα. Τα δεδομένα περιλάμβαναν για κάθε ημέρα μόνο την ονομασία του δικαιώματος και την τιμή εκκαθάρισης. Δεδομένα για τις καθημερινές τιμές των δεικτών, τους όγκους και τις αξίες συναλλαγών αυτών λήφθηκαν από το πρόγραμμα Forex της Inforex SA. Τα δεδομένα για τους όγκους συναλλαγών των παραγώγων λήφθηκαν από τα μηνιαία δελτία του Χρηματιστηρίου. Τα δεδομένα για το μηνιαίο ύψος κεφαλαιοποίησης της χρηματιστηριακής αγοράς και των μετοχών του δείκτη FTSE/ATHEX Large Cap λήφθηκαν από τα μηνιαία στατιστικά δελτία του κεντρικού αποθετηρίου και του χρηματιστηρίου «AXIANumbers». Οι τιμές για τα 10ετή ομόλογα χωρών της Ευρωζώνης λήφθηκαν από το Bloomberg. Επίσης από το Bloomberg λήφθηκαν δεδομένα για δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας διεθνώς. Στοιχεία για τους δείκτες οικονομικού κλίματος λήφθηκαν από το site της Ευρωπαϊκής Επιτροπής⁴. Στοιχεία για τα επιτόκια έκδοσης των τρίμηνων εντόκων του Ελληνικού δημοσίου λήφθηκαν από την ιστοσελίδα της Τράπεζας της Ελλάδος⁵. Τέλος δεδομένα για τις τιμές των επιτοκίων Euribor λήφθηκαν από την ιστοσελίδα του EMNI (European Money Markets Institute) ⁶

Περιγραφή Δεδομένων

Τα δεδομένα για την δημιουργία του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας VFTASE περιλαμβάνουν τιμές εκκαθάρισης δικαιωμάτων και ΣΜΕ του δείκτη FTSE/ATHEX Large-Cap (πρώην FTSE/ASE-20) από τις 18/04/2006 έως τις 29/06/2018. Δεν ασχολούμαστε με τον δείκτη μεσαίας κεφαλαιοποίησης ή με τον τραπεζικό δείκτη καθώς τα προϊόντα παραγώγων στους δύο αυτούς δείκτες δεν έτυχαν αποδοχής και σιγά σιγά η εμπορευσιμότητα τους ήταν από μηδαμινή έως μηδενική. Σε συνδυασμό με την περιορισμένη Ελληνική αγορά που δεν μπορεί να αντέξει διαφορετικά προϊόντα τα οποία όμως είναι παρόμοια, το χρηματιστήριο αποφάσισε την διαγραφή των παραγώγων τους αν και αρχικά τα παράγωγα στον δείκτη μεσαίας κεφαλαιοποίησης ήταν επιτυχημένα.

⁴ https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/indicators-statistics/economic-databases/business-and-consumer-surveys/download-business-and-consumer-survey-data/time-series_en

⁵ <https://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Markets/titloi.aspx>

⁶ <https://www.emni-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-rates.html>

Λόγω λαθών έσβησα κάποια δεδομένα (όπως 18/05/2015 με λήξη 15/05/2015 και 20/07/2015 με λήξη 17/07/2015). Επίσης έσβησα και όλες τις ημερομηνίες μεγαλύτερες από 26/06/2015 και μικρότερες από 03/08/2015 επειδή το χρηματιστήριο ήταν κλειστό λόγω της επιβολής των capital controls και της έλλειψης κανονιστικής πρόβλεψης για αυτό το γεγονός και του τρόπου διακανονισμού εκκαθάρισης πληρωμών και άλλων χρηματικών διαδικασιών. Τέλος δεν λαμβάνουμε υπόψιν άρα έσβησα τα δεδομένα για τις 04/03/2008 και 05/03/2008 καθώς λόγω τεχνικών προβλημάτων το χρηματιστήριο είχε παραμείνει κλειστό.

Αναγκαστικά χωρίζονται τα δικαιώματα από τα ΣΜΕ καθώς η εξαγωγή έγινε για όλα μαζί και χωρίστηκαν τα δικαιώματα αγοράς από πώλησης. Επίσης χρειάστηκε να εξαχθεί από την ονομασία του δικαιώματος η τιμή εξάσκησης και η λήξη και καθώς τα δεδομένα περιλάμβαναν μόνο ημερομηνία, ονομασία και τιμή. Συνεπώς αναζητήθηκαν και υπολογίστηκαν 149 ημερομηνίες λήξης.

Άλλο ένα πρόβλημα των στοιχείων είναι πως τα δημοσιευμένα στοιχεία του χρηματιστηρίου στα στατιστικά δελτία του, όπως τα ημερήσια δελτία δεν περιλαμβάνουν τις τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων αλλά την τιμή «κλεισίματος». Ως τιμή «κλεισίματος» ορίζεται, σύμφωνα με επικοινωνία με το χρηματιστήριο, η τελευταία πράξη των δικαιωμάτων ή αν δεν έχει γίνει πράξη μέσα στην ημέρα είναι η τιμή εκκαθάρισης της προηγούμενης ημέρας. Τα στοιχεία αυτά είναι παντελώς αναξιόπιστα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι τιμές εκκαθάρισης (fixing prices) της προηγούμενης ημέρας είναι τιμές που αναφέρονται στην προηγούμενη ημέρα. Αν έχει γίνει πράξη η τιμή τις τελευταίας πράξης αφορά μία πράξη η οποία μπορεί να έχει γίνει στο άνοιγμα της συνεδρίασης και να μην έχει γίνει άλλη από τότε, άρα είναι αδύνατο να στηριχθεί κάποιος σε αυτά τα στοιχεία για μπορέσει να βγάλει συμπεράσματα. Αυτό δεν ίσχυε παλαιότερα και οι τιμές κλεισίματος στο ημερήσιο δελτίο ήταν η τιμές εκκαθάρισης (fixing prices) αλλά όσες νεότερες έρευνες προσπάθησαν να βγάλουν τεκμαρτή μεταβλητότητα από αυτές τις δημοσιευμένες τιμές έχουν στηριχθεί σε λανθασμένα στοιχεία και μόνο όσες άντλησαν τα δεδομένα τους από βάσεις δεδομένων που είχαν τις ημερήσιες τιμές εκκαθάρισης έχουν στέρεες βάσεις.

Μεθοδολογία

Επιλογή τιμών

Εκ των πραγμάτων και χωρίς να μπορεί κανείς να το αποφύγει, οι έρευνες που αναζητούν τεκμαρτή μεταβλητότητα χρησιμοποιώντας τις τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων πάσχουν από μεροληψία. Ο λόγος είναι απλός. Για να υπολογίσουν τα χρηματιστήρια την ημερήσια τιμή εκκαθάρισης των δικαιωμάτων, συνήθως χρησιμοποιούν κάποιο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων στο οποίο εισάγουν μια τιμή για την μεταβλητότητα. Συνεπώς τα χρηματιστήρια πρώτα υπολογίζουν μια τιμή για την μεταβλητότητα ημέρας. Για το Ελληνικό χρηματιστήριο αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα ο τρόπος εύρεσης αυτής της τιμής της μεταβλητότητας. Κατόπιν για κάθε διαφορετικό δικαίωμα εισάγουν αυτή την τιμή της μεταβλητότητας που έχουν υπολογίσει στο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων και έτσι λαμβάνουν την ημερήσια τιμή εκκαθάρισης. Άρα η εύρεση της τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας τις τιμές εκκαθάρισης δεν μπορεί να διαφέρει σημαντικά από την τιμή που υπολόγισε το χρηματιστήριο αφού αυτήν την μεταβλητότητα εισήγαγε το χρηματιστήριο στο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων για να υπολογίσει τις ημερήσιες τιμές εκκαθάρισης των δικαιωμάτων.

Η άλλη επιλογή είναι η χρησιμοποίηση των τιμών της τελευταίας πράξης κάθε δικαιώματος προαίρεσης. Όμως η τιμή της τελευταίας πράξης ενός δικαιώματος, είναι πρακτικά άγνωστο πότε έγινε και ποιες ήταν οι συνθήκες που επικρατούσαν στο χρηματιστήριο όταν έγινε. Μπορεί να είχε γίνει λίγο πριν το κλείσιμο της συνεδρίασης ή αρκετές ώρες πριν το κλείσιμο της συνεδρίασης ή όπως τονίσθηκε προηγουμένως να αναφέρεται στην προηγούμενη συνεδρίαση. Άρα η τελευταία τιμή διαφορετικών δικαιωμάτων θα αναφέρεται σε διαφορετική τιμή υποκειμένου και διαφορετική εκτίμηση της στιγμιαίας επικρατούσας μεταβλητότητας.

Η επιλογή που αποτυπώνει την πραγματική τεκμαρτή μεταβλητότητα αν υπάρχει η δυνατότητα είναι η χρησιμοποίηση των πραγματικών τιμών ζήτησης και προσφοράς (bid-ask) των δικαιωμάτων που δείχνει την πραγματική εκτίμηση των συμμετεχόντων και εντέλει της αγοράς ως σύνολο για το επίπεδο της μεταβλητότητας. Αν για οποιοδήποτε λόγο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτός ο τρόπος η δεύτερη επιλογή είναι η χρησιμοποίηση των τιμών εκκαθάρισης. Η χρησιμοποίηση των τιμών κλεισίματος για τους λόγους που προανέφερα για μένα δεν θεωρείται επιλογή.

Διαδικασία Επιλογής και Προσαρμογής Δεδομένων

Για την δημιουργία δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας θα πρέπει κάθε ημέρα να διαλέξουμε δικαιώματα από δύο το πολύ λήξεις. Η πρακτική που ακολουθεί το CBOE ο FTSE καθώς και άλλα χρηματιστήρια και οργανισμοί για τον υπολογισμό δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας 30 ημερών βασίζονται στο γεγονός ότι υπάρχουν εβδομαδιαία δικαιώματα, συνεπώς πάντα υπάρχουν δικαιώματα με διάρκεια ζωής κοντά στον ένα μήνα. Έτσι για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιούν μια τακτική σταθμισμένου μέσου όρου που ουσιαστικά είναι χρονική παρεμβολή μεταξύ δύο τιμών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η μία προέρχεται από δικαιώματα με διάρκεια ζωής λίγο κάτω από τον επιθυμητό χρονικό στόχο υπολογισμού (30 ημέρες) και η δεύτερη από δικαιώματα με λίγο μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Στην Ελληνική αγορά μπορεί κάποιες ημέρες να μην υπάρχουν δικαιώματα σε δύο ημερομηνίες λήξης από τις οποίες η μια να είναι λίγο πάνω από το στόχο και η άλλη λίγο κάτω από το στόχο. Συνεπώς θα πρέπει να ορισθούν μέγιστα και ελάχιστα όρια ημερών για την αποδοχή των λήξεων ώστε να έχει λογική η εξαγωγή της τιμής της τεκμαρτής μεταβλητότητας των 30 ημερών από τις επιλεχθείσες λήξεις

Για την επιλογή του ελαχίστου αριθμού των ημερών θα ακολουθήσω τη μέση οδό μεταξύ των ερευνών του (Skiadopoulos, 2004) και των (Sirioropoulos & Fassas, 2012). Δεν θα λάβω υπόψιν μόνο τα δικαιώματα τα οποία έχουν περισσότερες από 5 ημέρες μέχρι τη λήξη τους αλλά όχι μέχρι την τελευταία ημέρα διαπραγμάτευσης. Αυτό δεν γίνεται απλώς και μόνο για να έχω μια μέση λύση αλλά λόγω επιχειρημάτων που θα αναπτυχθούν ακολούθως.

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προϊόντος οι ειδικοί διαπραγματευτές έχουν υποχρέωση να δίνουν τιμές μόνο στους δύο κοντινότερους μήνες και με δεδομένο της χαμηλής εμπορευσιμότητας καλό είναι να μην αποκλεισθούν οι τελευταίες 5 ημέρες ζωής κάθε δικαιώματος. Όμως και η πρόταση για τη συμπερίληψη των δικαιωμάτων μέχρι την τελευταία ημέρα διαπραγμάτευσης δημιουργεί άλλα προβλήματα. Την τελευταία ημέρα η τιμή κλεισίματος είναι απλώς η διαφορά της τιμής εξάσκησης από την τιμή κλεισίματος του υποκειμένου προϊόντος. Όσο πλησιάζουμε προς την λήξη τόσο πιο πολύ οι τιμές πλησιάζουν απλώς την διαφορά του υποκειμένου από την τιμή εξάσκησης. Άρα τα δικαιώματα που είναι εντός του χρηματικού τους ισοδύναμου θα τείνουν να είναι απλώς η διαφορά της τιμής εξάσκησης μείον την τρέχουσα τιμή του υποκειμένου ενώ τα δικαιώματα που είναι εκτός του χρηματικού τους ισοδύναμου θα έχουν τιμή που θα τείνει στο 0. Με βάση αυτά τα δεδομένα και αυτούς τους περιορισμούς θα λάβουμε υπόψιν δικαιώματα με εναπομένονσα ζωή μέχρι τη λήξη μεταξύ των δυο προτεινόμενων επιλογών. Θα απορριφθούν δικαιώματα με ζωή 0 και

1 ημέρας άρα θα λάβουμε υπόψιν όσα έχουν ζωή τουλάχιστον δυο ημερών. Συνεπώς σε μια συνηθισμένη λήξη χωρίς αργίες κατά την οποία η λήξη είναι την τρίτη Παρασκευή θα λάβουμε τιμές για τα δικαιώματα μέχρι και την Τετάρτη. Πρακτικά οι περισσότερες θέσεις στα παράγωγα δεν πάνε μέχρι την τελευταία ημέρα λήξης αλλά ούτε κλείνονται πολλές ημέρες πριν από την λήξη. Η επιλογή να αποκλείσουμε όλη την τελευταία εβδομάδα είναι ακραία σε μια αγορά με αυτή την χαμηλή εμπορευσιμότητα και συνήθως οι συμμετέχοντες αν έχουν ακόμα θέση κλείνουν τη θέση τους μέχρι την Τετάρτη ή αλλιώς όσoι μείνουν ουσιαστικά μετατρέπουν τις θέσεις παραγώγων σε συμβόλαια επί διαφορών και πολύ συχνά απλώς στοιχηματίζουν στην λήξη και την διαφορά.

Όσον αφορά την επιλογή του μέγιστου αριθμού ημερών, η διεθνής βιβλιογραφία και πρακτική ορίζει ότι για τον υπολογισμό του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν δικαιώματα με λήξη περίπου 30 ημερών. Στο ενημερωτικό του CBOE αναφέρει ότι λαμβάνονται υπόψιν δικαιώματα με λήξεις μεταξύ 23 και 37 ημερών ή στο ενημερωτικό του FTSE αναφέρει ότι λαμβάνονται υπόψιν δικαιώματα με λήξεις μεταξύ 13 έως 41 ημερών. Και άλλα χρηματιστήρια χρησιμοποιούν παρόμοιες χρονικές περιόδους. Λόγω όμως της μειωμένης εμπορευσιμότητας στην ελληνική αγορά είναι ανάγκη να διευρυνθεί αυτός ο χρονικός ορίζοντας. Συνεπώς ακολουθώντας την διεθνή πρακτική και τις Ελληνικές έρευνες που έχουν γίνει αλλά ακολουθώντας και το πνεύμα και το σκοπό της πρακτικής, δεν υπάρχει λόγος να υπολογίσουμε την μεταβλητότητα ή την τεκμαρτή μεταβλητότητα σε δικαιώματα με εναπομένονσα διάρκεια ζωής άνω των 64 ημερών.

Επίσης δεν λαμβάνουμε υπόψιν δικαιώματα με τιμή εκκαθάρισης – fixing με τιμή μικρότερη από 0,10€ όσες μέρες και να απομένουν μέχρι τη λήξη, ακόμα και αν είναι το μοναδικό δικαίωμα της λήξης του καθώς σύμφωνα με το ελάχιστο βήμα τιμής ακόμα και μια ανεπαίσθητη μεταβολή στην τιμή δεν μπορεί να είναι κάτω από 0,01€ το οποίο όμως σε αυτές τις τιμές είναι μεγάλο ποσοστό στην τιμή. Έτσι σε τόσο χαμηλές τιμές ακόμα και η ελάχιστη μεταβολή της τιμής συνεπάγεται μεγάλη ποσοστιαία απόδοση και επακόλουθα μεγάλες μεταβολές στις τιμές των Greeks και βέβαια της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Οι άνωθι εξαιρέσεις γίνονται ακόμα και αν δεν υπάρχει κάποιο άλλο δικαίωμα για μια ημέρα αλλά θεωρούνται σημαντικές για να περιορισθεί όσο πιστεύω ότι μπορεί να περιορισθεί με αυτά τα προβληματικά δεδομένα η μεροληψία και η πιθανότητα εσφαλμένων αποτελεσμάτων λόγω μεγάλων αλλά μη επαναλαμβανόμενων αλμάτων που οφείλονται αποκλειστικά σε πρακτικά ζητήματα.

Από τον Μάρτιο του 2007 έως τον Ιούνιο του 2013 είχαμε μια διαφοροποίηση στις λήξεις. Το χρηματιστήριο τον Μάρτιο του 2007 αποφάσισε ενώ τα δικαιώματα να

συνεχίσουν να έχουν μηνιαίες λήξεις, τα ΣΜΕ να έχουν τριμηνιαίες λήξεις. Έτσι η τιμολόγηση των δικαιωμάτων γινόταν από τους ειδικούς διαπραγματευτές υπολογίζοντας ένας εικονικό συμβόλαιο για την λήξη των δικαιωμάτων στους μήνες που δεν υπήρχε κανονικό ΣΜΕ. Ο θεωρητικός υπολογισμός του εικονικού ΣΜΕ αν συνυπολογισθούν τα μερίσματα μπορούσε να γίνει με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος ήταν να υπολογισθούν τα πραγματικά μερίσματα μέχρι την εικονική λήξη και να τιμολογηθεί το εικονικό ΣΜΕ με τα πραγματικά μερίσματα. Ο δεύτερος τρόπος ήταν να υπολογισθεί η μερισματική απόδοση μέχρι την επόμενη πραγματική λήξη και να τιμολογηθεί το εικονικό ΣΜΕ με το κατάλληλα προσαρμοσμένο επιτόκιο που περιλάμβανε και την μερισματική απόδοση δεδομένου ότι στην πράξη η αντιστάθμιση γινόταν με το ΣΜΕ με λήξη την πρώτη επόμενη τριμηνιαία λήξη. Πρακτικά όμως η τιμολόγηση που κάνουν όλοι οι ειδικοί διαπραγματευτές ακολουθεί την εξής απλή τακτική που δεν είναι θεωρητικά σωστή αλλά η διαφορά της από την θεωρία είναι μικρή. Τιμολογούν το ΣΜΕ σαν να μην έχει κανένα μέρισμα και μετά αφαιρούν απλώς και χωρίς καμία προσαρμογή το μέρισμα. Παραδείγματος χάριν εάν μια μετοχή δώσει κατά τη διάρκεια ενός ΣΜΕ μέρισμα 0,5 ευρώ και η εταιρεία αυτή συμμετέχει στον δείκτη με 100.000 μετοχές και ο διαιρέτης του δείκτη είναι 250.000, τότε το μέρισμα μετατρέπεται σε $0,5 \cdot 100.000 / 250.000 = 0,2$ μονάδες. Για να τιμολογήσουν το ΣΜΕ απλώς αφαιρούν από την θεωρητική του τιμή 0,2 μονάδες είτε η αποκοπή του μερίσματος είναι σε 1 ημέρα είτε σε δύο μήνες. Η διαφορά είναι πάρα πολύ μικρή και το χρονικό διάστημα τόσο περιορισμένο που δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά με αυτή την στρογγυλοποίηση, ενώ η βοήθεια που προσφέρει στους υπολογισμούς αυτή η πρακτική είναι πολύ μεγάλη καθώς όλοι οι υπολογισμοί γίνονται απλώς αφαιρώντας ένα σταθερό ποσό μονάδων. Οι 0,2 ή οι ακόμα και 2 μονάδες αν ήταν διαφορετικές κατά 2% δεν θα άλλαζε κάτι στην τιμολόγηση εκτός από το χρόνο για τον υπολογισμό της. Συνεπώς για να υπολογίσουμε τις τιμές των ΣΜΕ για τις λήξεις που δεν υπήρχε πραγματική λήξη ΣΜΕ πρέπει να βρούμε όλα τα μερίσματα των μετοχών που κάθε φορά ήταν στον δείκτη και όλες τις αλλαγές στις εταιρείες αυτές καθώς και τον αριθμό μετοχών κάθε εταιρείας κάθε ημέρα και το ποσοστό των μετοχών που δέχεται σαν free float άρα το ποσοστό των μετοχών που δέχεται το χρηματιστήριο για τον υπολογισμό του δείκτη. Επειδή όμως αυτή η διαδικασία για τόσο παλιά δεδομένα είναι πρακτικά αδύνατη θα χρησιμοποιήσω για να βρω τις τιμές των ΣΜΕ την πρακτική που χρησιμοποιείται από το CBOE για την εξαγωγή από τις τιμές των δικαιωμάτων της τιμής του ανάλογου προθεσμιακού συμβολαίου, η οποία πρακτική χρησιμοποιείται ευρέως στην διεθνή βιβλιογραφία.

Με την τακτική αυτή κάθε ημέρα διαπραγματεύσεως για κάθε μήνα λήξης αναζητείται η τιμή εξάσκησης για την οποία η απόλυτη τιμή της διαφοράς της τιμής του δικαιώματος αγοράς από την τιμή του δικαιώματος πώλησης είναι η ελάχιστη. Όταν προσδιορισθεί η τιμή εξάσκησης στην οποία η απόλυτη διαφορά δικαιωμάτων αγοράς μείον πώλησης είναι η ελάχιστη τότε εφαρμόζεται ο κάτωθι τύπος για την ανεύρεση του τεκμαρτού προθεσμιακού συμβολαίου που δικαιολογεί αυτή την συμπεριφορά των δικαιωμάτων.

$$F = \text{Strike Price} + e^{((\text{rate}) \times (\text{time fraction}))} \times (\text{Call Price} - \text{Put Price}) \quad (1.106)$$

Αυτή η σχέση προκύπτει απευθείας από την put call parity ως εξής:

$$c + Xe^{-rT} = p + S \quad (1.107)$$

$$\Rightarrow c + Xe^{-rT} = p + Fe^{-rT} \Leftrightarrow c - p = Fe^{-rT} - Xe^{-rT} \Leftrightarrow c - p = (F - X)e^{-rT} \Leftrightarrow (c - p)e^{rT} = F - X$$

Άρα

$$F = X + (c - p)e^{rT} \quad (1.108)$$

Βασική προϋπόθεση είναι να υπάρχουν τιμές και στα δικαιώματα αγοράς και στα δικαιώματα πώλησης ώστε να υπάρχει η διαφορά. Αν για οποιοδήποτε λόγω δεν υπάρχει τιμή στο δικαίωμα αγοράς ή πώλησης για να βρούμε τη διαφορά, τότε δεν μπορούμε να βρούμε τιμή για το προθεσμιακό συμβόλαιο παρά μόνο κάνοντας μια πληθώρα υποθέσεων όπως αναλύθηκε άνωθι για τα μερίσματα. Αυτό όμως είναι κάτι το οποίο δεν μπορεί να γίνει στα πλαίσια μιας έρευνας που χρησιμοποιεί δεδομένα πολλών ετών αλλά ούτε ακόμα και σε πραγματικό χρόνο και συνεπώς δεν λαμβάνουμε υπόψιν αυτή την λήξη για αυτή την ημέρα γιατί μπορεί να δημιουργήσει σφάλματα. Δεν είναι λίγες οι φορές που ακόμα και το χρηματιστήριο δεν είχε τιμολογήσει σωστά ένα δικαίωμα σε μια λήξη στην οποία δεν υπήρχαν τιμές σε άλλα δικαιώματα ή τιμή για το συμβόλαιο ΣΜΕ καθώς τότε έπρεπε να γίνουν πολλές υποθέσεις για τα μερίσματα το επιτόκιο και την μεταβλητότητα.

Επίσης θεωρώ ότι δεν υπάρχει λόγος να εξάγουμε την τεκμαρτή τιμή του προθεσμιακού συμβολαίου από τις τιμές των δικαιωμάτων όπου υπάρχει τιμή για το ΣΜΕ παρά μόνο για τις λήξεις που δεν υπάρχουν. Από την στιγμή που στα δικαιώματα για τον υπολογισμό της τιμής εκκαθάρισης το χρηματιστήριο χρησιμοποιεί ως τιμή υποκειμένου την τιμή του ΣΜΕ με την ίδια λήξη για να κάνει την τιμολόγηση, θεωρώ ότι στα πλαίσια της παρούσας έρευνας είναι πιο σωστό να μην προσπαθούμε να εξάγουμε με πιθανότητα λάθους

την τιμή του ΣΜΕ όπου μας δίνεται από το χρηματιστήριο. Αν και θα ήταν ευκολότερο να κάνουμε κάτι για το σύνολο των δεδομένων και όχι μόνο για τις λήξεις στις οποίες δεν υπάρχει αντίστοιχο ΣΜΕ, λόγω του προβλήματος της μειωμένης εμπορευσιμότητας, τα λάθη που κινδυνεύουμε να κάνουμε μπορεί να είναι μεγάλα. Τουλάχιστο με τις τιμές των ΣΜΕ όπου αυτές υπάρχουν τα περιορίζουμε στο ελάχιστο δυνατό. Βέβαια σε πραγματικές συνθήκες είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε την τακτική του CBOE με την εξαγωγή της τιμής του αντίστοιχου προθεσμιακού συμβολαίου καθώς σε πραγματικές συνθήκες χρειαζόμαστε μια μεθοδολογία η οποία δεν θα επηρεάζεται από την τιμή των ΣΜΕ και τις ενδεχόμενες ακραίες μεταβολές του κατά την διάρκεια διαπραγμάτευσης. Επίσης υπενθυμίζω ότι στην πραγματικότητα το υποκείμενο προϊόν για τα δικαιώματα του δείκτη είναι ο ίδιος ο δείκτης και όχι το ΣΜΕ του δείκτη. Το ΣΜΕ χρησιμοποιείται για να ξεπερασθεί το πρόβλημα υπολογισμού των μερισμάτων. Συνεπώς αν χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία που προτείνω σε πραγματικές συνθήκες, τότε θα πρέπει να υπολογίζεται με την εξίσωση (1.108), η αντίστοιχη τιμή του προθεσμιακού συμβολαίου που τεκμαίρεται από τις τιμές αγοράς και πώλησης των δικαιωμάτων και όχι να δεχόμαστε την τιμή των ΣΜΕ.

Όσον αφορά το επιτόκιο η θεωρία αναφέρει ότι πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το ακίνδυνο επιτόκιο και πρακτικά για την περίπτωση παραγώγων με μικρές σχετικά λήξης το επιτόκιο αυτό συνήθως είναι το επιτόκιο των τρίμηνων εντόκων γραμματίων του δημοσίου. Αρκετές έρευνες αντί για αυτό το ακίνδυνο επιτόκιο χρησιμοποιούν το euribor με το σκεπτικό ότι αυτό είναι το επιτόκιο στο οποίο μπορεί να γίνει δανεισμός. Πρακτικά όμως το euribor είναι το επιτόκιο στο οποίο ο τράπεζες δανείζουν μεταξύ τους. Άρα μια ρεαλιστική εκτίμηση για το επιτόκιο κάθε ημέρας που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα έρευνα είναι το μέγιστο από το εβδομαδιαίο euribor ή το επιτόκιο της τελευταίας έκδοσης του τρίμηνου εντόκου γραμματίου του Ελληνικού Δημοσίου.

Προσαρμογή Τύπου Υπολογισμού του VIX

Επειδή όμως η Ελληνική αγορά είναι μια αγορά χαμηλής εμπορευσιμότητας θα αλλάξουμε λίγο την τακτική που εφαρμόζει το CBOE ώστε να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα απωλειών στον υπολογισμό του δείκτη. Αυτό που θα πρέπει να έχουμε πάντα στο μυαλό μας είναι ότι η χρησιμότητα ενός τέτοιου δείκτη είναι η δυνατότητα να υπάρχουν συνεχώς σε πραγματικό χρόνο στοιχεία για την μεταβλητότητα. Αν και η τεκμαρτή μεταβλητότητα έχει εκ φύσεως την έννοια της πρόβλεψης της μελλοντικής μεταβλητότητας, ο κύριος λόγος ύπαρξης ενός τέτοιου δείκτη είναι η παροχή σε πραγματικό χρόνο λειτουργίας της αγοράς, ενός μέτρου για την τιμή της μεταβλητότητας. Αν και ο δείκτης όπως σχεδιάζεται στην παρούσα έρευνα αφορά ημερήσια στοιχεία, θα μπορούσε πολύ εύκολα να μετασχηματισθεί και να χρησιμοποιεί μικρότερα χρονικά διαστήματα μέχρι ενός λεπτού. Επίσης αν ο δείκτης στο μέλλον χρησιμοποιείται ενδοσυνεδριακά σε πραγματικό χρόνο, θα εξαλειφθούν δύο βασικά προβλήματα που επηρεάζουν την κατασκευή του δείκτη με τα ημερήσια δεδομένα. Το πρώτο πρόβλημα είναι της μεροληψίας καθώς για τον υπολογισμό της τιμής εκκαθάρισης των δικαιωμάτων έχει ήδη κάνει εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας το χρηματιστήριο. Το δεύτερο πρόβλημα είναι ότι στα ημερήσια στοιχεία οι τιμές εκκαθάρισης υπάρχουν μόνο για δικαιώματα στα οποία υπάρχει ανοικτή θέση. Συνήθως τα δικαιώματα στα οποία οι ειδικοί διαπραγματευτές προσφέρουν ταυτόχρονες τιμές αγοράς και πώλησης είναι περισσότερα από αυτά στα οποία υπάρχουν ανοικτές θέσεις. Ακόμα και σε παλαιότερες περιόδους που τα δικαιώματα στα οποία υπήρχαν ανοικτές θέσεις ήταν περισσότερα από τώρα, η τιμολόγηση που κάνουν οι ειδικοί διαπραγματευτές προσφέροντας ταυτόχρονα τιμές αγοράς και πώλησης σε συνδυασμό με τις εντολές όλων των άλλων συμμετεχόντων στα δικαιώματα, ενσωματώνει την ουσία της έννοιας της ομόχρονα παρατηρούμενης τεκμαρτής μεταβλητότητας. Αυτός είναι και θα πρέπει να είναι ο στόχος για ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Άρα για να υπάρχει η δυνατότητα να κινηθούμε προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να βρούμε λύσεις και να καλύψουμε τα κενά για τις περιπτώσεις που δεν έχουμε το σύνολο των στοιχείων που χρειάζονται σύμφωνα με την μεθοδολογία του CBOE. Υπάρχουν τρεις επιλογές για να ξεπεράσουμε αυτό το πρόβλημα.

1^η Εναλλακτική Προσαρμογής τύπου

Η πρώτη επιλογή από τη διεθνή βιβλιογραφία είναι να αλλάξουμε την συνάρτηση του CBOE ακολουθώντας την λογική και την μεθοδολογία των (Astorino, et al., 2017). Παραλείπω το γεγονός ότι στην μελέτη τους διαλέγουν τα δικαιώματα τα οποία

κατασκευάζουν το δείκτη ανάλογα με το αν έχουν κάνει πράξη (τακτική που δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας της αγοράς) και θα ασχοληθώ με τις προτεινόμενες αλλαγές στον τύπο κατασκευής του δείκτη. Στο άρθρο τους καταλήγουν σε ένα τύπο που προσθέτει ένα όρο στην εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον VIX και ο όρος K_0 δεν είναι η πρώτη τιμή εξάσκησης κάτω από την τιμή του F αλλά είναι η κοντινότερη στο F τιμή εξάσκησης και μπορεί να είναι ίσο με το F ή και μεγαλύτερο. Τελικά με τις αλλαγές αυτές προτείνουν την ακόλουθη σχέση

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{rT} Q(K_i) - \frac{j}{T} \left[\frac{F}{K_0} - 1 \right]^2 \quad (1.109)$$

με το j να παίρνει τις ακόλουθες τιμές

	Τιμές του j		
	$K_0 < F$	$K_0 > F$	$K_0 = F$
$\exists \text{ call}, \exists \text{ put}$	1	1	1
$\exists \text{ call}, \nexists \text{ put}$	2	0	0
$\nexists \text{ call}, \exists \text{ put}$	0	2	0

Πίνακας 6

Σύμφωνα με τα άνωθεν αν στο K_0 υπάρχει τιμή και για το δικαίωμα αγοράς και για το δικαίωμα πώλησης τότε j είναι ίσο με 1 και ο τύπος είναι πανομοιότυπος με τον τύπο που χρησιμοποιεί το CBOE για τον υπολογισμό του VIX. Αλλιώς αν στην τιμή εξάσκησης K_0 δεν υπάρχει δικαίωμα αγοράς ή πώλησης το j παίρνει την τιμή 0 αν το δικαίωμα που υπάρχει είναι εκτός του χρηματικού του ισοδύναμου και την τιμή 2 αν το δικαίωμα που υπάρχει είναι εντός του χρηματικού του ισοδύναμου. Δεν θα ακολουθήσω αυτή την λογική καθώς ξεφεύγει αρκετά από τη διεθνώς αναγνωρισμένη πρακτική για την επιλογή του K_0 και θεωρώ ότι δεν καλύπτει τα προβλήματα εμπορευσιμότητας η προτεινόμενη αλλαγή στον τύπο με τον διπλασιασμό ή μηδενισμό του δεύτερου όρου ανάλογα με το αν ένα δικαίωμα είναι πάνω ή κάτω από το χρηματικό του ισοδύναμο.

2^η Εναλλακτική Προσαρμογής τύπου

Η δεύτερη επιλογή είναι να υπολογίσουμε την απόλυτη τιμή της διαφοράς των ημερών λήξης του δικαιώματος από την τιμή στόχο των 30 ημερών και για τις δύο λήξεις. Συνεπώς με αυτό τον τρόπο η στάθμιση για τον επιθυμητό στόχο των 30 ημερών ενός δικαιώματος με 25 ημέρες θα είναι ίδια με ενός 35 ημερών. Όμως με αυτόν τον τρόπο αλλάζουμε αρκετά και την φιλοσοφία της πεπατημένης τακτικής και αντί για παρεμβολή μεταξύ των δύο λήξεων θα έχουμε απλώς στάθμιση των λήξεων.

3^η Εναλλακτική Προσαρμογής τύπου

Η τρίτη επιλογή είναι να χρησιμοποιήσουμε την μεθοδολογία του CBOE αλλά να καλύψουμε τα ενδεχόμενα κενά στα δεδομένα ή στα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας την θεωρία. Οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας όπως δημιουργούνται παρουσιάζουν την ετησιοποιημένη τεκμαρτή μεταβλητότητα από ένα υποθετικό συνθετικό δικαίωμα το οποίο έχει δημιουργηθεί έτσι ώστε να έχει πάντα συγκεκριμένο χρόνο μέχρι τη λήξη του. Στην συγκεκριμένη περίπτωση αυτό το χρονικό διάστημα μέχρι τη λήξη είναι 30 ημερολογιακές ημέρες. Όταν υπάρχει δυνατότητα για την παρατήρηση δύο λήξεων τότε γίνεται γραμμική παρεμβολή ή προέκταση για τον υπολογισμό της τεκμαρτής μεταβλητότητας του συνθετικού δικαιώματος με χρονικό διάστημα μέχρι τη λήξη 30 ημερών. Επισημαίνεται ότι η μεθοδολογία που χρησιμοποιεί ο VIX θεωρεί ότι θα γίνεται μόνο γραμμική παρεμβολή μεταξύ μιας λήξης κάτω των 30 ημερών και μιας άνω των 30 ημερών. Γραμμική προέκταση γίνεται αν και οι δύο λήξεις είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες των 30 ημερών και όχι η μια μεγαλύτερη και η άλλη μικρότερη. Ο λόγος που προτιμάται να γίνεται γραμμική προέκταση αντί να υπολογίζεται η μεταβλητότητα με άλλους τρόπους όπως να χρησιμοποιήσουμε μόνο την κοντινότερη λήξη, είναι ότι προτιμάω την μικρή πιθανότητα λάθους με την χρησιμοποίηση γραμμικής συνάρτησης για ένα προϊόν το οποίο δεν είναι γραμμικό ενσωματώνοντας όμως στους υπολογισμούς τις παρατηρούμενες τιμές της αγοράς και κάνοντας γραμμική προέκταση στις δυο αγοραίες τιμές της μεταβλητότητας. Πάλι όμως θα πρέπει να μπει περιορισμός στο μέγιστο όριο για την δεύτερη λήξη, καθώς αν μια λήξη είναι αρκετά μακρινή μπορεί να μην υπάρχει ενδιαφέρον από τους συμμετέχοντες άρα να δημιουργείται πλασματική εικόνα για την επικρατούσα τεκμαρτή μεταβλητότητα.

Όταν όμως δεν υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε δύο διαφορετικές λήξεις για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας των 30 ημερών και έχουμε μόνο μία λήξη, η θα πρέπει να δεχθούμε την μοναδική παρατηρούμενη μεταβλητότητα ως την τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών ή να μετατρέψουμε την ετησιοποιημένη τεκμαρτή μεταβλητότητα από την διακύμανση των X ημερών $\neq 30$ ημερών σε ετησιοποιημένη τεκμαρτή μεταβλητότητα εξαγόμενη από την διακύμανση των 30 ημερών. Με δεδομένο ότι όταν στο διάστημα μεταξύ 2 και 64 ημερών έχουμε options από μια μόνο λήξη τότε η τεκμαρτή τους μεταβλητότητα είναι η τεκμαρτή μεταβλητότητα που αντιμετωπίζει η αγορά και έχοντας ως γνώμονα την ελάχιστη μετατροπή μιας ευρύτατα αποδεχόμενης μεθοδολογίας, θα επιλέξουμε να δεχθούμε αυτή την μοναδική παρατηρούμενη μεταβλητότητα ως την τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών κρατώντας όμως την

υπάρχουσα χρονική στάθμιση. Έτσι σύμφωνα με τον τύπο ο οποίος πολλαπλασιάζει με 365/30 όλα τα δεδομένα και χρησιμοποιεί στάθμιση $X/365$ για κάθε λήξη αν έχουμε δεδομένα από μια λήξη τότε κρατώντας τις σταθμίσεις αυτές και κάνοντας την απλοποίηση, τα στοιχεία από την μοναδική λήξη πολλαπλασιάζονται με συντελεστή $X/30$. Άρα για να μετατραπούν τα δεδομένα μιας λήξης σε τεκμαρτή διακύμανση 30 ημερών αυξάνεται η βαρύτητά τους αν είναι άνω των 30 ημερών και μειώνεται εάν είναι κάτω των 30 ημερών. Η λογική είναι ότι όσο πλησιάζουμε προς την λήξη τόσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση και η μεταβλητότητα άρα για να μετατραπεί σε διακύμανση 30 ημερών θα πρέπει να υπάρχει ένας συντελεστής ανάλογος του χρόνου. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι με αυτόν τον τρόπο δεν χάνονται δεδομένα κατά τις ημέρες που δεν μπορούμε να κάνουμε παρεμβολή και έτσι δεν έχουμε κενά στον υπολογισμό του δείκτη, και επίσης υπάρχει η ελάχιστη δυνατή επέμβαση στην μεθοδολογία του τύπου του CBOE για την επίλυση του προβλήματος έλλειψης δεδομένων.

Εγώ για τον υπολογισμό του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας επιλέγω αυτήν την εναλλακτική για να μπορέσω να χειρισθώ τα δεδομένα και να καταφέρω να έχω αξιόπιστη τιμή για τον δείκτη κάθε εργάσιμη ημέρα.

Άλλες εναλλακτικές για δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η πιο πρόσφατη βιβλιογραφία έχει ασχοληθεί με την επίδραση της εμπορευσιμότητας στην εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας, και υπάρχουν ένδειξης ότι η εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας εξαρτάται από την εμπορευσιμότητα, από τη διαφορά μεταξύ των τιμών αγοράς πώλησης (bid-offer spread) και από το βάθος των εντολών, δηλαδή την ύπαρξη αρκετών και διαφορετικών εντολών. Στην μελέτη των (Grover & Thomas, 2012) γίνεται μια προσπάθεια για την εύρεση κατάλληλων σταθμίσεων και αφού γίνεται μια αναδρομή στην βιβλιογραφία προτείνονται δυο τρόποι στάθμισης για την βελτίωση της αξιοπιστίας. Ο πρώτος τρόπος προτείνει την στάθμιση ανάλογα με τη διαφορά μεταξύ των τιμών αγοράς πώλησης (bid-offer spread), και ο δεύτερος τρόπος ανάλογα με το όγκο συναλλαγής, σύμφωνα με τον κάτωθι τύπο.

$$\sigma = \frac{\sum w_{ij} \sigma_i}{\sum w_{ij}} \quad (1.110)$$

Στον άνωθι τύπο γίνεται στάθμιση w_{ij} με τον όγκο συναλλαγής κάθε i δικαιώματος ως ποσοστό του συνολικού όγκου συναλλαγής όλων των δικαιωμάτων της ημέρας $\sum w_{ij}$ για κάθε μία από τις δύο λήξεις j που λαμβάνονται υπόψιν για τον υπολογισμό του δείκτη ενώ

παρόμοια πρακτική ακολουθούν και άλλες έρευνες (Hsiao & Li, 2010) που χρησιμοποιούν ως στάθμιση εκτός του όγκου και τον αριθμό ανοικτών συμβολαίων.

Όταν η στάθμιση αφορά την διαφορά μεταξύ των τιμών αγοράς πώλησης (bid-offer spread) τότε $w_{ij} = 1/s_{ij}$ όπου s_{ij} είναι η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ της τιμής αγοράς από την τιμή πώλησης προς την μέση τιμή της διαφοράς

$$\left[(ask - bid) / (ask + bid) / 2 \right] \times 100 = \left[2(ask - bid) / (ask + bid) \right] \times 100$$

για κάθε δικαίωμα i και υπολογίζοντας πάλι για τις δύο λήξεις j .

Η έρευνά τους καταλήγει με την πρόκριση της στάθμισης ως προς την ποσοστιαία διαφορά του (bid-offer spread) και από πρακτική άποψη είναι προτιμότερος αυτός ο τρόπος καθώς αν γινόταν στάθμιση σύμφωνα με τον όγκο των διακινηθέντων δικαιωμάτων τότε κάθε φορά που γινόταν κάποια πράξη θα άλλαζαν τελείως οι σταθμίσεις μεταξύ των διαφόρων δικαιωμάτων. Όσο πιο μικρή ρευστότητα θα είχε μια αγορά τόσο περισσότερο μια πράξη θα άλλαζε τελείως τις σταθμίσεις.

Παρά όμως την εκτίμησή τους ότι βελτιώνει την εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας σχετικά με τον VIX έχει το πρόβλημα ότι πάλι χρησιμοποιείται συγκεκριμένο μοντέλο για τον υπολογισμό του και επίσης υπάρχει επιπλέον μεροληψία στον υπολογισμό. Οι ειδικοί διαπραγματευτές είναι υποχρεωμένοι να εισάγουν στο σύστημα ταυτόχρονες τιμές αγοράς και πώλησης με μέγιστο εύρος απόκλισης σε μονάδες της τιμής αγοράς από την τιμή πώλησης ανάλογα με την κλίμακα τιμής του premium. Γίνεται φανερό ότι στα όρια της κλίμακας πάντα θα είναι ή οι μικρότερες ή οι μεγαλύτερες σταθμίσεις της κλίμακας και όταν αλλάζει η κλίμακα τότε θα αλλάζουν σημαντικά οι σταθμίσεις αφού αλλάζουν σημαντικά το εύρος της υποχρέωσης. Επίσης κάθε φορά που θα γίνεται εισαγωγή μιας νέας εντολής έστω ενός δικαιώματος θα αλλάζει σημαντικά η στάθμιση. Και τέλος καθώς είναι γνωστό ότι οι πιο πολλές εντολές εισάγονται στα δικαιώματα κοντά στην τρέχουσα τιμή άρα ο τρόπος αυτός θα μετράει κυρίως την μεταβλητότητα των δικαιωμάτων κοντά στο χρηματικό τους ισοδύναμο.

Τέλος, έχει υπάρξει ένας αριθμός ερευνών με αντικείμενο την δημιουργία, τιμολόγηση και αντιστάθμιση παραγώγων με υποκείμενο την μεταβλητότητα (Carr & Lee, 2008/5) (Carr & Lee, 2007), (Broadie & Jain, 2008). Θα μπορούσε κάποιος να υποθέσει ότι θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως εναλλακτικές για την δημιουργία ενός άλλου δείκτη μεταβλητότητας πιθανώς πιο αξιόπιστου από τους δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας που υπολογίζονται με την μεθοδολογία του CBOE το οποίο βασίσθηκε στις έρευνες των (Demeterfi, et al., 1999), και (Britten-Jones & Neuberger, 2000). Όμως αντικείμενο αυτών των ερευνών είναι η

εύρεση τρόπων και τεχνικών αντιστάθμισης θέσεων παραγών με υποκείμενο την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα και όχι η αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Συνεπώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές ενός δείκτη μεταβλητότητας παρά μόνο για τον στατικό έλεγχο του δείκτη μεταβλητότητας.

Μεθοδολογία υπολογισμού με την μέθοδο Black 76

Χρησιμοποιούμε το υπόδειγμα που συνήθως ονομάζεται Black 76 και την μεθοδολογία που χρησιμοποιούσε ο πρώτος VIX (σημερινός VXO). Αρχικά απορρίπτουμε πάλι τα δεδομένα που δεν χρειαζόμαστε δηλαδή δικαιώματα με διάρκεια ζωής κάτω των δύο ημερών ή με διάρκεια ζωής άνω των 64 ημερών και δικαιώματα με τιμή μικρότερη από 0,1 μονάδες.

Για τον υπολογισμό του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας την εξίσωση Black76 εργαζόμαστε ως εξής. Για κάθε ημέρα διαλέγουμε δύο λήξεις (εφόσον υπάρχουν) με τη μια λήξη μικρότερη από τις 30 ημέρες και την άλλη μεγαλύτερη. Σε κάθε λήξη αναγνωρίζουμε (βρίσκουμε) τα πρώτα δικαιώματα πάνω και κάτω του χρηματικού τους ισοδύναμου. Δηλαδή το δικαίωμα αγοράς με την αμέσως μεγαλύτερη και αμέσως μικρότερη τιμή εξάσκησης από το ΣΜΕ της αντίστοιχης λήξης (αφού χρησιμοποιούμε Black76 το υποκείμενο προϊόν είναι το ΣΜΕ) και το δικαίωμα πώλησης με την αμέσως μικρότερη και αμέσως μεγαλύτερη τιμή εξάσκησης από το ΣΜΕ της αντίστοιχης λήξης. Αν έχουμε δυο λήξεις θα έχουμε 8 τιμές δικαιωμάτων. Αν έχουμε μόνο μία λήξη για κάποια ημέρα θα έχουμε 4 τιμές δικαιωμάτων.

Βρίσκουμε για αυτά τα δικαιώματα την τεκμαρτή τους μεταβλητότητα χρησιμοποιώντας την εξίσωση Black76 χρησιμοποιώντας την μέθοδο Bisection όπως περιγράφεται από τον Haug (2007). Και σε αυτή τη περίπτωση κάνουμε μια παραλλαγή στην μεθοδολογία, αυτή τη φορά στον κώδικα στην VBA καθώς το μέγιστο των 100 βρόχων (loops) που προτείνονται, αποδεικνύονται λίγοι, όχι από άποψη ακρίβειας αλλά ότι σε αρκετά δικαιώματα δεν προλαβαίνει μέσα σε 100 βρόχους (επαναλήψεις) να βρει την τεκμαρτή μεταβλητότητα και δεν επιστρέφει τίποτα για αυτά. Συνεπώς αυξάνουμε τους βρόχους (loops) σε 300 και λύνουμε το πρόβλημα αν και χρειάζεται μεγάλη υπολογιστική ισχύς για την επεξεργασία τέτοιο όγκου υπολογισμών.

Στη συνέχεια σε κάθε λήξη βρίσκουμε τη μέση τιμή της τεκμαρτής μεταβλητότητας των δικαιωμάτων κάτω από την τιμή του ΣΜΕ και των δικαιωμάτων πάνω από την τιμή του ΣΜΕ. Στη συνέχεια με γραμμική παρεμβολή μεταξύ των δύο αυτών τιμών, βρίσκουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα κάθε λήξης και χρησιμοποιώντας γραμμική παρεμβολή μεταξύ των δύο λήξεων βρίσκουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα της κάθε ημέρας. Αν δεν υπάρχει δυνατότητα για επιλογή δύο λήξεων τότε η τεκμαρτή μεταβλητότητα της κάθε ημέρας προσδιορίζεται από την υπάρχουσα λήξη. Αν και οι δύο λήξεις είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες από 30 ημέρες τότε φροντίζουμε με γραμμική προέκταση να βρούμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα των 30 ημερών.

Μέρος Δεύτερο

Κατασκευή Δείκτη Κινδύνου

Spreads – Μακροοικονομικές Μεταβλητές

Λόγω της χαμηλής εμπορευσιμότητας των δικαιωμάτων στην Ελληνική αγορά αναζητούνται επιπλέον μεταβλητές που να αποτυπώνουν το βραχυχρόνιο συναίσθημα του επενδυτή για τον κίνδυνο που αντιμετωπίζει και να είναι ικανές να χρησιμεύσουν ως δείκτης κινδύνου ή ως συστατικά ενός τέτοιου δείκτη. Ως δείκτης κινδύνου δεν χρειάζεται να είναι απαραίτητα μια μεταβλητή που επηρεάζει με ευθύ και άμεσο τρόπο την πορεία του χρηματιστηρίου αλλά χρειάζεται να υπάρχει μια τεκμηριωμένη συσχέτιση. Η κατάσταση της οικονομίας, η αίσθηση οικονομικής ασφάλειας, η οικονομική και πολιτική σταθερότητα και η θέση (δύναμη και δυναμικότητα) μιας οικονομίας σχετικά με άλλες αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν τις οικονομικές μονάδες και το οικονομικό - επενδυτικό κλίμα σε μια χώρα με ποικίλους τρόπους. Οι (Karanikas, et al., 2006) ελέγχουν κατά πόσο μακροοικονομικές μεταβλητές επηρεάζουν την Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά, τις αποδόσεις της και το ασφάλιστρο κινδύνου και καταλήγουν ότι η πιο σημαντική μεταβλητή είναι το επιτόκιο. Βέβαια στην έρευνά τους καταλήγουν ότι η πιο σημαντική μεταβλητή είναι το βραχυπρόθεσμο επιτόκιο (3 μηνών) το οποίο αποτυπώνει τις τρέχουσες οικονομικές συνθήκες. Την περίοδο εκείνη (2006) τα spreads των χωρών της Ευρωζώνης ήταν σχεδόν μηδενικά και με μικρό εύρος διακύμανσης, συνεπώς δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση το ασφαλιστρου κινδύνου και για αυτό το λόγο επιλέχθηκε το τρίμηνο επιτόκιο. Τώρα όμως αυτό το δεδομένο έχει αλλάξει και τα spreads παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις σε πραγματικό χρόνο.

Υπάρχουν έρευνες οι οποίες χρησιμοποιούν τον δείκτη VIX ως ανεξάρτητη μεταβλητή που αντικατοπτρίζει τον κίνδυνο σε διεθνές επίπεδο, για να εξηγήσουν τις μεταβολές στα spreads των χωρών της Ευρωζώνης (Arghyrou & Kontonikas, 2012). Όμως σύμφωνα με τους Attinasi, Checherita, & Nickel (2009), τα spreads των χωρών της Ευρωζώνης, ιδιαίτερα μετά τα μέσα του 2008 αντικατοπτρίζουν την αμφιβολία των αγορών για τον πιστωτικό και τον κίνδυνο ρευστότητας της κάθε χώρας που σε συνδυασμό με την αύξηση της διεθνούς αποστροφής στον κίνδυνο οδήγησε στην μεταβολή τους. Αρνητική επίδραση είχαν και οι ανακοινώσεις πακέτων διάσωσης τραπεζών της χώρας καθώς εκλαμβάνονταν ως επισημοποίηση μιας αρνητικής κατάστασης για το χρηματοπιστωτικό σύστημα της χώρας αφού οδηγούσε στην μεταφορά της λήψης αποφάσεων από τον ιδιωτικό τομέα στο κράτος ώστε να αποτραπούν χρεοκοπίες μεγάλων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων. Συνεπώς όλα αυτά, δικαιολογούν την θεώρηση του spread του Ελληνικού δεκαετούς ομολόγου ως μεταβλητής που σχετίζεται με τον κίνδυνο μιας οικονομίας στο σύνολο της αλλά καθώς

αποτυπώνει και τις αρνητικές εξελίξεις στον χρηματοπιστωτικό τομέα και την άποψη του διεθνών αγορών για την κατάσταση και των δυνατοτήτων της οικονομίας, μπορεί να θεωρηθεί ως ένας δείκτης κινδύνου της οικονομίας που επηρεάζει τον κίνδυνο και την μεταβλητότητα του χρηματιστηρίου.

Οι μακροοικονομικές μεταβλητές, αποτυπώνουν την κατάσταση που αντιμετωπίζει η οικονομία της χώρας. Όμως για την αποτύπωση της κατάστασης μιας χώρας και την ποσοτικοποίηση των μεταβλητών, συνήθως απαιτείται ένα χρονικό διάστημα. Το χρονικό διάστημα αυτό καθιστά τη χρήση τέτοιων μεταβλητών απαγορευτικές ως παραμέτρους σε δείκτες που χρειάζεται να αποτυπώνουν πιο βραχυχρόνιες μεταβολές. Επιπλέον αρκετά συχνά χρειάζεται η παρέλευση περισσότερων της μιας χρονικής περιόδου ώστε να οριστικοποιηθεί ένα συμπέρασμα, γεγονός που δημιουργεί μεγαλύτερη καθυστέρηση. Η χρησιμοποίηση πρόδρομων δεικτών όπως η κλίση της καμπύλης των επιτοκίων (Estrella & Hardouvelis, 1991) μπορεί να συμβάλει στην πρόγνωση των βραχυπροθέσμων διακυμάνσεων της οικονομίας (Mankiw & Ball, 2013) και να μειώσει το χρόνο διαμόρφωσης ενός συμπεράσματος για την βραχυπρόθεσμη πορεία της οικονομίας, αλλά τέτοιοι δείκτες είναι χρήσιμοι σε ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης (EWS) κρίσεων (Bruns & Poghosyan, 2016) και όχι για ημερήσιες ή ενδοημερήσιες μεταβολές. Επίσης χρησιμεύουν στη δημιουργία και παρακολούθηση διάφορων δεικτών Financial Stress Indices (FSI) αλλά και αυτοί χρησιμοποιούνται ως ενδεικτικά εργαλεία (Vašíček, et al., 2017) για την παρακολούθηση της χρηματοοικονομικής σταθερότητας και όχι ως απόλυτα εργαλεία πρόβλεψης και λήψης αποφάσεων. Έχουν γίνει μελέτες που ερευνούν τη σχέση μακροοικονομικών παραγόντων και των αποδόσεων της χρηματιστηριακής αγοράς. Όμως αυτές οι έρευνες, σκοπό έχουν να βοηθήσουν στην αποκάλυψη σχέσεων αιτίας αιτιατού μεταξύ συγκεκριμένων μακροοικονομικών παραγόντων και των αποδόσεων της χρηματιστηριακής αγοράς ή στην αιτιολόγηση του ασφαλίστρου κινδύνου με την χρησιμοποίηση υποδειγμάτων που περιλαμβάνουν μακροοικονομικές μεταβλητές (Diacogiannis, et al., 2001).

Επίσης άλλες έρευνες προσπαθούν να ανακαλύψουν την πιθανή επίδραση των ανακοινώσεων μακροοικονομικών μεταβλητών στην εκτίμηση της μεταβλητότητας όπως αυτή παρουσιάζεται από ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας (Palamalai, 2017). Και αυτή όμως η προσέγγιση δεν μπορεί να βοηθήσει στην δημιουργία ενός δείκτη που θα μετράει σε πραγματικό χρόνο την μεταβλητότητα ή τον κίνδυνο στην Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά. Βέβαια αυτές, όπως και πολλές άλλες έρευνες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογήσουν την αξιοπιστία ενός χρηματιστηριακού δείκτη μεταβλητότητας ή κινδύνου με

βάση ένα πιο ολοκληρωμένο υπόδειγμα τύπου GARCH που περιέχει πιο πολλές μεταβλητές ή να αποτελέσουν βάση για τη δημιουργία ενός δείκτη με μηνιαία συχνότητα υπολογισμού. Ένας τέτοιος δείκτης μπορεί να μην μετράει την μεταβλητότητα σε πραγματικό χρόνο, αλλά αν σχεδιασθεί καλά θα μπορεί να αποτυπώσει τον κίνδυνο και την αίσθηση του κινδύνου.

Τα spreads των Ελληνικών ομολόγων υποδηλώνουν όχι μόνο την επιδείνωση των μακροοικονομικών μεταβλητών της Ελληνικής οικονομίας αλλά και την άποψη των αγορών για την δυνατότητα της Ελληνικής οικονομίας να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις και την τιμολόγηση εκ μέρους των αγορών του πιστωτικού κινδύνου για το Ελληνικό χρέος (Arghyrou & Tsoukalas, 2010). Η παγκόσμια κρίση δεν επηρέασε ιδιαίτερα τα spreads των Ελληνικών ομολόγων καθώς παρατηρούμε ότι αυτά διατηρήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα μέχρι τον Αύγουστο του 2008. Η Ελληνική οικονομία διατηρούσε αξιοπρεπείς ρυθμούς ανάπτυξης κατά την περίοδο 2001 έως 2009 αλλά όλη αυτή την περίοδο αρκετές δημοσιονομικές μεταβλητές παρουσίαζαν άσχημη εικόνα και σημαντικές αποκλίσεις από τους στόχους για την σύγκλιση της οικονομίας με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο. Το υψηλό επίπεδο του δημοσίου χρέους, που όσο αναπτυσσόταν η οικονομία τόσο μεγαλύτερο γινόταν σε απόλυτους όρους, τα συνεχή δημοσιονομικά ελλείμματα, ο διαρκής υψηλότερος του προβλεπόμενου πληθωρισμός, οδήγησαν στην επιδείνωση της πραγματικής συναλλαγματικής ισοτιμίας, τη μείωση της ανταγωνιστικότητας της Ελληνικής οικονομίας και στα υψηλά ελλείμματα στο ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών (Arghyrou & Chortareas, 2006). Όμως παρόλα τα προβλήματα, μέχρι το 2009 οι αγορές (Afonso, et al., 2012) όπως και οι οίκοι αξιολόγησης (Boumparis, et al., 2017), δεν τιμολογούσαν τα ομόλογα των χωρών της Ευρωζώνης σύμφωνα με τον κίνδυνο και τα μακροοικονομικά και δημοσιονομικά δεδομένα κάθε χώρας. Μέχρι το 2009 υπήρχε μια «δημιουργική ασάφεια» και θεωρούσαν ότι τα ομόλογα των χωρών της Ευρωζώνης είχαν ένα είδος Ευρωπαϊκής εγγύησης και εξεπλάγησαν όταν κατάλαβαν ότι τέτοια εγγύηση δεν υφίσταται (Gaillard, 2014). Όταν οι αγορές απώλεσαν αυτήν την υπονοούμενη εγγύηση, τότε εισήλθε η έννοια του κινδύνου για την αποτίμηση των ομολόγων της Ελλάδας και μέσω φαινομένων μετάδοσης (Arghyrou & Kontonikas, 2012) όλων των χωρών όλης της Ευρωζώνης. Αυτή η απότομη αύξηση του κινδύνου που οφειλόταν στη συσσώρευση κατά τα προηγούμενα χρόνια των οικονομικών προβλημάτων οδήγησε σε απώλεια εμπιστοσύνης για την χώρα, μεγεθύνοντας την κρίση και αποθαρρύνοντας πιθανούς επενδυτές. Η μεγάλη επιδείνωση στο οικονομικό κλίμα, δημιούργησε ασφυκτικές συνθήκες για την επιχειρηματικότητα, γεγονός που είχε άμεσες συνέπειες στην κερδοφορία των επιχειρήσεων. Παράλληλα η ακολουθούμενη πολιτική επίλυσης της κρίσης, βασίστηκε στην ανάγκη βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας της

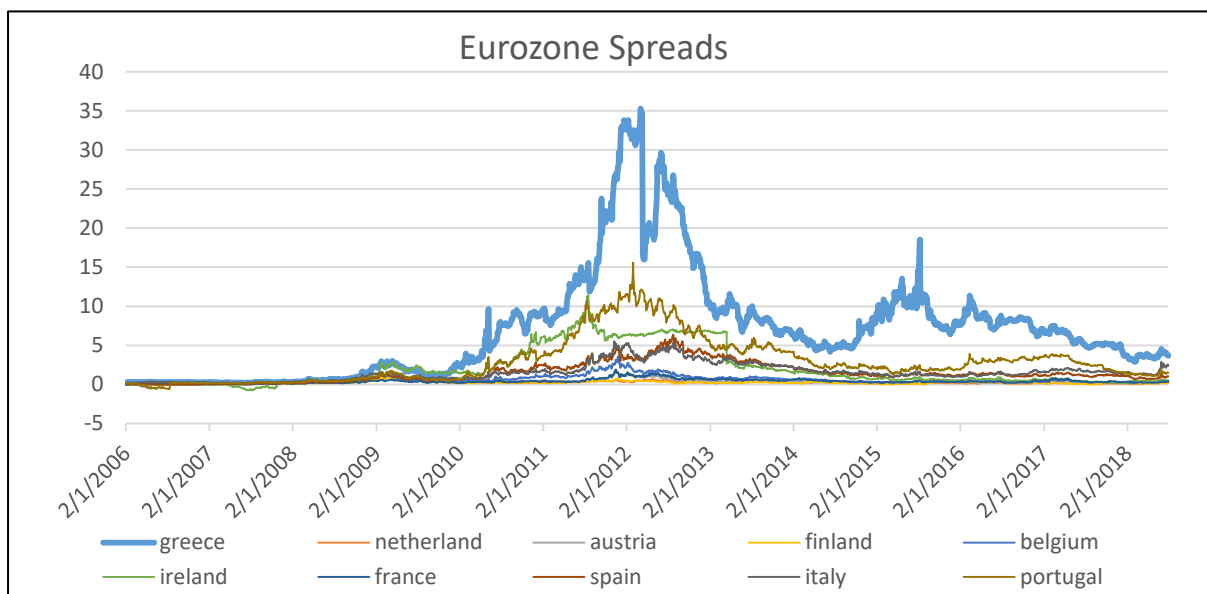
Ελληνικής οικονομίας, ώστε να επιλυθούν τα δομικά προβλήματα που οδήγησαν στην κρίση. Για την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας θα έπρεπε να βελτιωθεί η πραγματική συναλλαγματική ισοτιμία και αφού η Ελλάδα δεν είχε τη δυνατότητα να προσαρμόσει την ονομαστική της ισοτιμία, ήταν ανάγκη να γίνει ένα είδος εσωτερικής υποτίμησης για να μειωθεί η πραγματική συναλλαγματική ισοτιμία. Έτσι για τη μείωση του επιπέδου των τιμών, μειώθηκαν τα διαθέσιμα εισοδήματα των καταναλωτών ώστε να μειωθεί η κατανάλωση και να ωθήσει τις τιμές χαμηλότερα. Αυτό όμως το μίγμα μειωμένων τιμών, αυξημένων επιτοκίων, μειωμένων εισοδημάτων οδήγησε σε αδυναμία εκπλήρωσης υποχρεώσεων στον χρηματοπιστωτικό τομέα και σε μεγάλη μείωση της ρευστότητας και τελικά σε μεγάλη μείωση των δανειοδοτήσεων. Άρα σε μικρό χρονικό διάστημα αυξήθηκαν τα επιτόκια και συνεπώς κάθε προεξόφληση οδηγούσε σε χαμηλότερη παρούσα αξία και αυξήθηκε το κόστος εξυπηρέτησης δανείων. Με την αύξηση του υποτιθέμενου ακίνδυνου επιτοκίου του δεκαετούς ομολόγου, αυξήθηκε σημαντικά η απαιτούμενη απόδοση των μετοχών, αλλά λόγω επιδείνωσης των συνθηκών δεν αυξήθηκαν οι προβλεπόμενες αποδόσεις. Η κρίση στον χρηματοπιστωτικό κλάδο έκανε σχεδόν αδύνατη τη χρηματοδότηση νέων επιχειρηματικών σχεδίων. Συνεπώς η αύξηση του κινδύνου χώρας και η συνειδητοποίηση εκ μέρους των αγορών ότι δεν υφίσταται Ευρωπαϊκή εγγύηση κρατικού χρέους δημιούργησε μεγάλη νευρική κατάσταση στο χρηματιστήριο αυξάνοντας την μεταβλητότητα και μείωσε τις τιμές των μετοχών απότομα.

Οι τιμές των επιτοκίων των 10 ετών ομολόγων λήφθηκαν από το Bloomberg. Οι τιμές των spreads υπολογίστηκαν ως η διαφορά των επιτοκίων (YTM yield to maturity) των δεκαετών ομολόγων κάθε χώρας από τα αντίστοιχα Γερμανικά (Bund) για κάθε ημέρα που υπήρχε τιμή. Για παράδειγμα το spread των Ελληνικών ομολόγων υπολογίστηκε ως η διαφορά του yield του 10ετούς Ελληνικού ομολόγου μείον το yield του Γερμανικού Bund δηλαδή (GGGB10YR Index - GDBR10 Index). Τα σύμβολα που επιλέχθηκαν για κάθε χώρα είναι τα κάτωθι.

Γερμανία	GDBR10 Index		
Ελλάδα	GGGB10YR Index	Ισπανία	GSPG10YR Index
Αυστρία	GAGB10YR Index	Ιταλία	GBTPGR10 Index
Βέλγιο	GBGB10YR Index	Ολλανδία	GNTH10YR Index
Γαλλία	GFRN10 Index	Πορτογαλία	GSPT10YR Index
Ιρλανδία	GIGB10YR Index	Φινλανδία	GFIN10YR Index

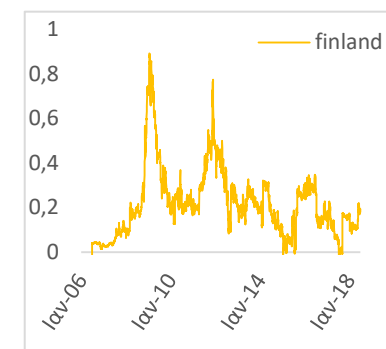
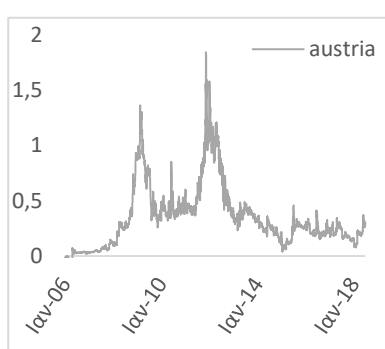
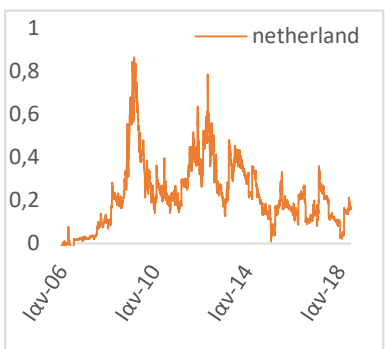
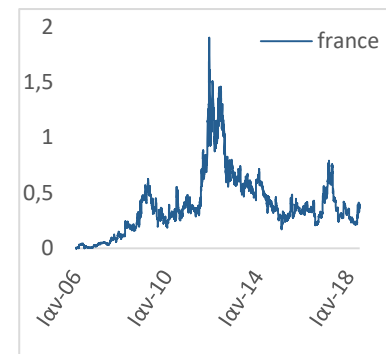
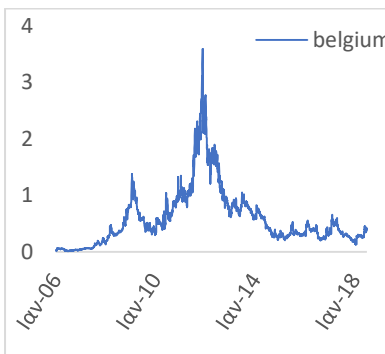
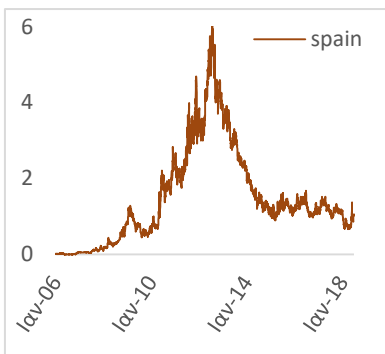
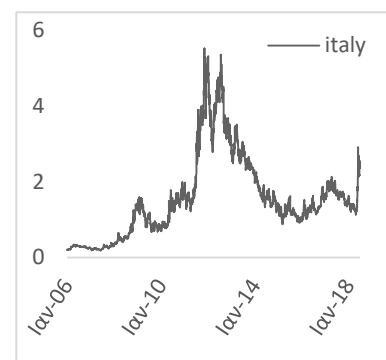
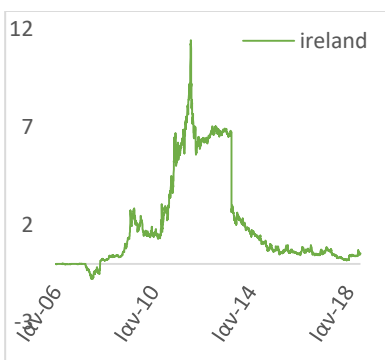
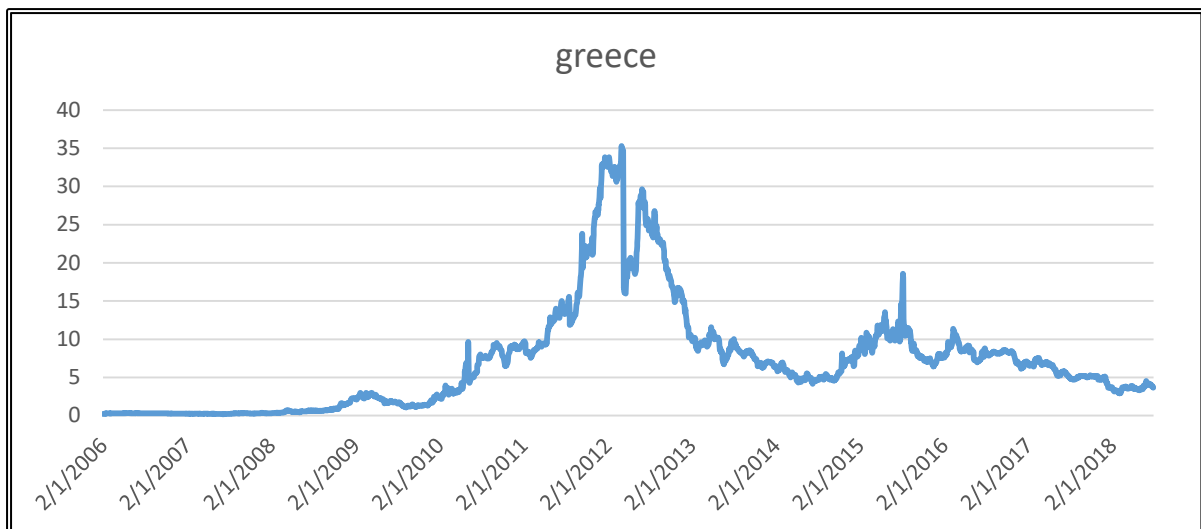
Στον άνωθι πίνακα παρατηρείται ο δείκτης Index στο τέλος κάθε συμβόλου. Τα συγκεκριμένα σύμβολα δηλώνουν ότι δεν αναφέρονται στο καθαυτό δεκαετές ομόλογο κάθε χώρας αλλά σε ένα σύνθετο προϊόν που έχει 10 έτη έως τη λήξη. Όταν υπάρχουν ομόλογα που έχουν χρόνο μέχρι τη λήξη τους περίπου 10 έτη τότε αυτό το προϊόν και το αντίστοιχο ομόλογο έχουν σχεδόν τα ίδια επιτόκια (yields). Όταν όμως μια χώρα δεν έχει εκδώσει ομόλογο πριν από 10 έτη αλλά μπορεί να έχει εκδώσει ομόλογο πριν από 13 έτη ή να έχει εκδώσει ομόλογα πριν από 12 και 8 έτη τότε δεν υπάρχει επιτόκιο στο 10ετές ομόλογο γιατί δεν υπάρχει προς διαπραγμάτευση ομόλογο το οποίο να λήγει σε 10 έτη. Το προϊόν αυτό είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε όσο υπάρχουν λήξεις μεγαλύτερες των 10 ετών θα έχει μια τιμή για το επιτόκιο (yield). Προτίμησα αυτά τα προϊόντα στο Bloomberg ώστε να έχω τις μικρότερες δυνατές απώλειες, καθώς μόνο για το Λουξεμβούργο δεν ήταν δυνατό να βρεθούν τιμές για τα επιτόκια των δεκαετών γιατί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα δεν είχε ομόλογα με λήξη μεγαλύτερη των δέκα ετών.

Κάτωθι παρουσιάζονται τα διαγράμματα των spreads των χωρών της Ευρωζώνης συγκεντρωτικά



Διάγραμμα 16

Ενώ στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζονται το spread κάθε χώρας ξεχωριστά για να είναι πιο εμφανής οι ιδιαιτερότητες κάθε χώρας.



Διάγραμμα 17

Αυτό που γίνεται άμεσα εμφανές από τα διαγράμματα είναι ότι αν και οι οικονομίες της Ευρωζώνης είναι διαφορετικές, εντούτοις υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ τους όπως φαίνεται στον κάτωθι πίνακα. Επίσης παρατηρούμε ότι το Ελληνικό spread έχει μεγαλύτερη συσχέτιση με τα spread χωρών που έχουν οικονομικά προβλήματα παρά με χώρες που είναι πιο τακτοποιημένα τα οικονομικά τους.

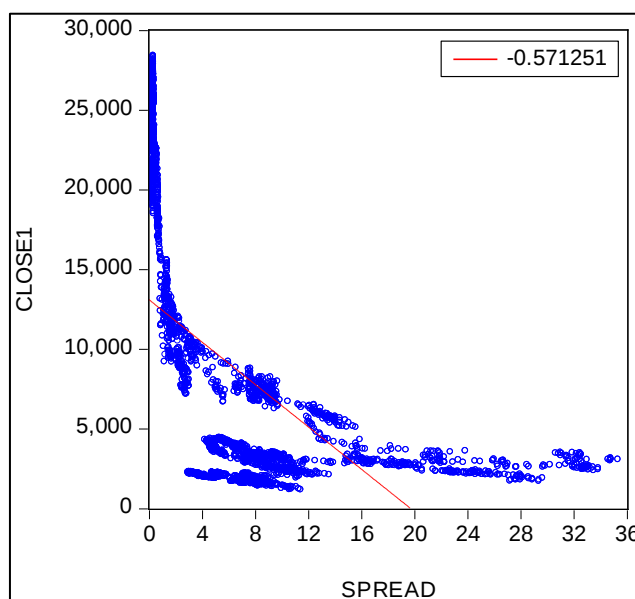
Στον κάτωθι πίνακα, η κατάταξη έχει γίνει με τον συντελεστή συσχέτισης του spread κάθε χώρας με το Ελληνικό. Παρατηρούμε προς επιβεβαίωση των ανωτέρω ότι το Ελληνικό Spread έχει υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης με το Πορτογαλικό, το Ιταλικό ή το Ισπανικό παρά με το spread της Φινλανδίας ή της Ολλανδίας.

	GRSPR	POSPR	ITSPR	ESSPR	FRSPR	BEPR	IRSPR	AUSPR	NLSPR	FISPR
GRSPR	1,000	0,939	0,883	0,854	0,849	0,820	0,753	0,645	0,442	0,384
POSPR	0,939	1,000	0,916	0,898	0,882	0,875	0,841	0,677	0,529	0,441
ITSPR	0,883	0,916	1,000	0,948	0,925	0,838	0,760	0,681	0,584	0,449
ESSPR	0,854	0,898	0,948	1,000	0,857	0,791	0,840	0,617	0,554	0,402
FRSPR	0,849	0,882	0,925	0,857	1,000	0,880	0,706	0,804	0,705	0,606
BESPR	0,820	0,875	0,838	0,791	0,880	1,000	0,832	0,868	0,719	0,688
IRSPR	0,753	0,841	0,760	0,840	0,706	0,832	1,000	0,663	0,534	0,476
AUSPR	0,645	0,677	0,681	0,617	0,804	0,868	0,663	1,000	0,866	0,859
NLSPR	0,442	0,529	0,584	0,554	0,705	0,719	0,534	0,866	1,000	0,877
FISPR	0,384	0,441	0,449	0,402	0,606	0,688	0,476	0,859	0,877	1,000

Πίνακας 7

Τέλος ελέγχω τη συσχέτιση του spread του Ελληνικού ομολόγου με τον δείκτη (FTSE/ATHEX Large Cap). Σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν αναμένουμε ένα αρνητικό συντελεστή συσχέτισης. Πράγματι ο συντελεστής συσχέτισης είναι -0,57125. Αυτό όμως που παρατηρούμε στο κάτωθι διάγραμμα είναι ότι υπάρχει μια ξεκάθαρη συγκεκριμένη αρνητική συσχέτιση ιδιαίτερα όταν το spread δεν λαμβάνει πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές τιμές. Όταν το spread λαμβάνει ακραίες τιμές τότε ο δείκτης εμφανίζει ξεκάθαρα αρνητική σχέση αλλά δεν φαίνεται να παρουσιάζει συγκεκριμένη συσχέτιση. Δηλαδή όταν πχ το spread είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα (άνω του 15%) τότε όλες οι τιμές του δείκτη ήταν χαμηλές (σχετικά). Αυτό ίσως οφείλεται στην ερμηνεία του spread σε μεγάλες τιμές του όχι απλώς ως δείκτης κινδύνου αλλά ως πιθανότητα πτώχευσης της χώρας. Συνεπώς σε πολύ υψηλές τιμές, το οποίο ερμηνεύεται ως μεγάλη πιθανότητα πτώχευσης της χώρας, δεν φαίνεται να έχει τόσο μεγάλη σημασία αν το spread ήταν στο 20% ή στο 30% στην διαμόρφωση του δείκτη του Χρηματιστηρίου. Αντίθετα όταν το spread ήταν κοντά στο μηδέν το οποίο ερμηνεύεται ως μηδαμινή πιθανότητα χρεοκοπίας της χώρας δεν επηρέαζε τόσο πολύ το δείκτη αν ήταν στο 0,1% ή στο 0,15% παρόλο που αυτή η μεταβολή είναι 50%. Άρα σε ακραίες τιμές το spread

χάνει τουλάχιστον ένα μέρος της ιδιότητά του ως ερμηνευτική μεταβλητή για το ύψος ή της μεταβολές του Δείκτη του Χρηματιστηρίου.



Διάγραμμα 18

Οι ενδιάμεσες τιμές φαίνεται να επηρεάζουν πιο άμεσα το δείκτη του χρηματιστηρίου γιατί δείχνουν την μεταβολή στα μακροοικονομικά δεδομένα της χώρας που μπορεί να μεταβάλουν τις οικονομικές συνθήκες στις οποίες οι επιχειρήσεις προσπαθούν να λειτουργήσουν. Αντίθετα δεν επηρεάζουν σημαντικά το δείκτη του χρηματιστηρίου οι σχετικά μικρές μεταβολές ακραίων τιμών καθώς δεν επιδρούν σημαντικά στις οικονομικές συνθήκες.

Αν ο πληθωρισμός σε μια χώρα είναι σχεδόν μηδενικός τότε σχεδόν καμία επίδραση δεν έχει αν το επιτόκιο είναι στο 20% ή στο 25%. Πρακτικά σε τέτοιες συνθήκες οι επιχειρήσεις δεν μπορούν δανεισθούν. Αντιθέτως αν το επιτόκιο είναι 0,1% και μεταβληθεί στο 0,13% δεν έχει πρακτικά καμία διαφορά για την κερδοφορία της επιχείρησης. Πρακτικά ο δανεισμός γίνεται με πολύ χαμηλό επιτόκιο και η αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων δεν μεταβάλλεται δραματικά με αυτές τις διαφορές. Για την μελέτη τις επίδρασης των ακραίων τιμών των spread στο δείκτη του χρηματιστηρίου ίσως θα ήταν καταλληλότερο ένα υπόδειγμα δυαδικής επιλογής (logit ή probit), έρευνα η οποία ξεφεύγει της αναζήτησης μεταβλητών που επηρεάζουν βραχυχρόνια την μεταβλητότητα.

Sentiment

Η μεταβλητότητα ενός προϊόντος εκτός από ένα μέτρο που παρουσιάζει τη μεταβολή και το μέγεθος της μεταβολής της τιμής του προϊόντος γύρω από το μέσο όρο του, θεωρείται και ως ένα μέτρο κινδύνου. Αν η μεταβλητότητα ενός προϊόντος είναι μεγάλη (σχετικά με την τιμή του) τότε σημαίνει ότι μπορεί η τιμή του προϊόντος αυτού να μεταβληθεί σε μεγάλο ποσοστό χωρίς να δηλώνεται το πρόσημο της μεταβολής αυτής. Αν μια μετοχή μπορεί να κινηθεί αρκετά τότε μπορεί να κινηθεί είτε προς την επιθυμητή είτε προς την ανεπιθύμητη κατεύθυνση. Αν κινηθεί προς την ανεπιθύμητη κατεύθυνση δημιουργεί ζημιές στους επενδυτές και αυτό είναι ο κίνδυνος αγοράς των επενδυτών. Είναι ο κίνδυνος να απωλέσουν μέρος ή το σύνολο του επενδεδυμένου κεφαλαίου τους λόγω δυσμενών μεταβολών στην τιμή των προϊόντων που έχουν επενδύσει. Αυτή η πιθανότητα απώλειας χρημάτων δημιουργεί φόβο στους επενδυτές και αυτός είναι ο λόγος που οι λέξεις φόβος και κίνδυνος, αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται στα χρηματοοικονομικά για να δηλώσουν το ίδιο πράγμα από διαφορετική όμως σκοπιά. Ο φόβος χρησιμοποιείται για να δείξει το συναίσθημα του επενδυτή ο οποίος συνειδητοποιεί τον κίνδυνο αλλά τον απεύχεται.

Σύμφωνα με την θεωρία των αποτελεσματικών αγορών, οι τιμές των προϊόντων (μετοχών εν προκειμένω) προσαρμόζονται για να ενσωματώσουν κάθε νέα πληροφορία πλήρως και άμεσα. Οι παλιές πληροφορίες είναι άχρηστες για τους επενδυτές σε μια αποτελεσματική αγορά καθώς η επίδρασή τους έχει ήδη ενσωματωθεί στις τιμές. Επειδή οι νέες πληροφορίες έρχονται στην αγορά με τρόπο τυχαίο, τυχαίες θα είναι και οι μεταβολές των τιμών των περιουσιακών στοιχείων (Αλεξιάκης & Ξανθάκης, 2008). Η θεωρία της αποτελεσματικής αγοράς στηρίζεται στην συμπεριφορά του ορθολογικού ανθρώπου και της σχολής των ορθολογικών προσδοκιών που θεωρεί έναν άνθρωπο ο οποίος πράττει σύμφωνα με το συμφέρον του με σκοπό να μεγιστοποιήσει το κέρδος του, λαμβάνοντας όλη τη διαθέσιμη πληροφορία χωρίς να κάνει συστηματικά λάθη. Μπορεί να κάνει λάθη αλλά αυτά είναι τυχαία και συνεπώς θεωρείται λογικό ότι εξισορροπούνται. Συνέπεια των ανωτέρω είναι ότι στις αποτελεσματικές αγορές δεν υπάρχουν ευκαιρίες για υπερκέρδη και οι επενδυτές αποζημιώνονται- κερδίζουν ανάλογα με τον κίνδυνο που αναλαμβάνουν. Όσο μεγαλύτερο κίνδυνο αναλάβουν τόσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη και αναμενόμενη απόδοση. Οι υπέρμαχοι των αποτελεσματικών αγορών δεν έχουν την αυταπάτη ότι όλοι οι επενδυτές είναι ορθολογικοί αλλά πιστεύουν ότι όταν υπάρχει απόκλιση από την «σωστή-δίκαιη» τιμή της μετοχής η οποία προσδιορίζεται με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες, τότε όσοι ασχολούνται με το arbitrage παρεμβαίνουν άμεσα για να εκμεταλλευθούν αυτή την

απόκλιση. Τελικά με την συμμετοχή των κερδοσκόπων που προσπαθούν να εκμεταλλευτούν ευκαιρίες κερδοσκοπίας χωρίς κίνδυνο, οι τιμές πολύ γρήγορα μειώνουν αυτή την απόκλιση και επανέρχονται στην «σωστή» τιμή τους. Άρα σύμφωνα με τη θεωρία των αποτελεσματικών αγορών και την θεώρηση των υπερμάχων της θεωρίας αυτής, οι τιμές βρίσκονται στις θεωρητικές τους τιμές και όταν αποκλίνουν αυτό συμβαίνει για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα τα οποία δεν είναι εύκολα εκμεταλλεύσιμα από το ευρύ κοινό. Συνεπώς ακόμα και αν υπάρχουν μη ορθολογικοί επενδυτές στις αγορές που οι ενέργειές τους επιδρούν στις τιμές, σύμφωνα με την κλασική θεώρηση η παρέμβαση των «ακίνδυνων κερδοσκόπων» (arbitrageurs) θα οδηγήσει σε ελαχιστοποίηση της επίδρασης αυτής (Baker & Wurgler, 2006).

Υπάρχει μια άλλη θεώρηση που διαφωνεί με κάποιες από τις παραδοχές αυτές. Δεν απορρίπτουν την θεωρία στο σύνολό της αλλά επισημαίνουν ότι οι τιμές των περιουσιακών στοιχείων μπορεί να διαφέρουν από τις θεωρητικές «δίκαιες» τιμές τους επειδή κάποιες από τις παραδοχές της θεωρίας των αποτελεσματικών αγορών δεν ισχύουν στην πραγματικότητα. Σύμφωνα με αυτούς που ασκούν κριτική στη θεωρία των αποτελεσματικών αγορών, οι θεωρίες μπορεί να βοηθήνε για να εξηγηθεί η πραγματικότητα, αλλά είναι υπεραπλουστευτικές περιπτώσεις της σύνθετης πραγματικότητας. Στο συμπέρασμα αυτό συνηγορεί και η παρατήρηση του φαινομένου Low-Risk Anomaly. Στις αποτελεσματικές αγορές οι επενδυτές έχουν αποδόσεις ανάλογα με τον κίνδυνο που αναλαμβάνουν. Όμως έχει παρατηρηθεί ότι η επένδυση για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε χαρτοφυλάκια μετοχών χαμηλής μεταβλητότητας και χαμηλού δείκτη beta είχε μεγαλύτερη συνολική απόδοση από την επένδυση σε χαρτοφυλάκια υψηλής μεταβλητότητας και υψηλού δείκτη beta (Baker, et al., 2011).

Στην EUT (θεωρία της αναμενόμενης χρησιμότητας) κάθε προοπτική σταθμίζεται με την πιθανότητά της ώστε να ληφθεί μια απόφαση ενώ οι Daniel Kahneman και ο Amos Tversky (1979) αποδεικνύουν ότι για μια σειρά από προβλήματα οι άνθρωποι δεν αντιδρούν με τον ορθολογικό τρόπο και επιλέγουν διαφορετικά από ότι επιτάσσει η EUT. Οι άνθρωποι συχνά δεν σταθμίζουν την χρησιμότητα κάθε ενδεχομένου με την πιθανότητα εμφάνισης του ενδεχομένου αυτού αλλά με διαφορετικό τρόπο ενώ παράλληλα παρατηρείται ότι η βαρύτητα που δίνεται σε κάθε ενδεχόμενο επηρεάζεται από τα κάτωθι φαινόμενα.

- 1) Επίδρασης της βεβαιότητας - δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα σε προοπτικές που εμφανίζονται ως σίγουρες, παρά σε προοπτικές που εμφανίζονται απλά ως πιθανές.
- 2) Επίδρασης της αντανάκλασης – ενώ υπάρχει αποστροφή κινδύνου στην περιοχή των θετικών προοπτικών, στην περιοχή των αρνητικών προοπτικών παρατηρείται ότι

επιδιώκεται ο κίνδυνος. Στην περίπτωση των αρνητικών προοπτικών οι περισσότεροι σύμφωνα με τα πειράματα των Kahneman & Tversky, επιζητούν την αβεβαιότητα (η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μη ζημιά) και αποστρέφονται την βεβαιότητα της σίγουρης ζημιάς.

- 3) Επίδρασης της απομόνωσης – προκειμένου να απλοποιηθεί η επιλογή μεταξύ δύο προοπτικών, οι άνθρωποι συχνά παραβλέπουν τα κοινά στοιχεία των διαφορετικών επιλογών και επικεντώνονται στις διαφορές μεταξύ των επιλογών. Αυτό όμως μπορεί να παράγει ασυνεπείς προτιμήσεις και συχνά αν η ανάλυση γίνει με διαφορετικό τρόπο οδηγεί σε διαφορετικές αποφάσεις.

Τα προαναφερθέντα φαινόμενα δημιουργούν αποκλίσεις από την θεωρία της αναμενόμενης χρησιμότητας και τον τρόπο με τον οποίο το ορθολογικό άτομο λαμβάνει αποφάσεις.

Οι Daniel Kahneman και ο Amos Tversky (1979) διατύπωσαν τη θεωρία της προοπτικής σύμφωνα με την οποία η διαδικασία λήψης αποφάσεων υπό καθεστώς κινδύνου αποκλίνει από τον ορθολογικό τρόπο. Σύμφωνα με την θεωρία της προοπτικής για την λήψη μιας απόφασης οι άνθρωποι πρώτα επεξεργάζονται τις προσφερόμενες προοπτικές και συνήθως καταλήγουν σε μια απλούστερη αναπαράστασή τους και εν συνεχεία αξιολογούνται οι επεξεργασμένες προοπτικές και επιλέγεται αυτή με την υψηλότερη αξία σε όρους χρησιμότητας (Αλεξιάκης & Ξανθάκης, 2008).

Σύμφωνα με την θεωρία της προοπτικής για τη συνάρτηση χρησιμότητας, προσδιοριστικός παράγοντας είναι η μεταβολή του πλούτου σχετικά με ένα αρχικό σημείο αναφοράς και όχι η τελική κατάσταση του πλούτου. Επίσης, όσο αυξάνεται η μεταβολή του πλούτου τόσο ελαττώνεται η μεταβολή της χρησιμότητας άρα λόγω του φαινομένου της αντανάκλασης η καμπύλη είναι κοίλη στα κέρδη και κυρτή στις ζημιές. Τέλος λόγω των φαινομένων βεβαιότητας και αντανάκλασης η καμπύλη χρησιμότητας είναι πιο απότομη στις ζημιές από ότι στα κέρδη, καθώς στους ανθρώπους αρέσουν τα κέρδη αλλά απεχθάνονται περισσότερο τις ζημιές (Thaler, 2016)

Μια πιθανή συνάρτηση χρησιμότητας που ικανοποιεί τις ανωτέρω συνθήκες είναι η κάτωθι



Διάγραμμα 19

Προχωρώντας ένα βήμα πιο πολύ οι De Bondt & Thaler (1985) ελέγχουν την υπεραντίδραση των ανθρώπων και των αγορών σε αναπάντεχα νέα και καταλήγουν ότι πράγματι υπεραντιδρούν. Σε συνέπεια με την υπόθεση της υπεραντίδρασης βρίσκουν ότι τα χαρτοφυλάκια που είχαν παρουσιάσει ζημιές υπεραπόδωσαν μετά από ένα χρονικό διάστημα σχετικά με τα χαρτοφυλάκια που είχαν κέρδη και ότι κατά μεγάλο μέρος αυτό είναι ένα φαινόμενο που παρουσιάζεται τον Ιανουάριο. Ο Thaler (2015) απλοποιεί τα συμπεράσματα από τα αποτελέσματα αυτά και υποστηρίζει ότι είναι δυνατό κάποιος να κερδίσει την αγορά δηλαδή να προβλέψει την κίνησή της και να πετύχει υπερκέρδη από αυτή την πρόβλεψη, καθώς τα χαρτοφυλάκια που έχουν παρουσιάσει ζημιές το προηγούμενο διάστημα φαίνεται ότι υπεραποδίδουν στο μέλλον. Άρα με αυτό το συμπέρασμα αμφισβητείται μια βασική θεώρηση της θεωρίας των αποτελεσματικών αγορών ότι δεν μπορούν να υπάρξουν υπερκέρδη στις αγορές και ότι τα κέρδη είναι ανάλογα με τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο.

Ο Shiller το (1981) στο άρθρο του «Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?» έλεγε κατά πόσο οι τιμές των μετοχών μεταβάλλονται σύμφωνα με τις νέες πληροφορίες που καταφθάνουν. Ουσιαστικά έλεγε την αποτελεσματικότητα της αγοράς και αν οι τιμές των μετοχών είναι «σωστές» ή «δίκαιες» σύμφωνα με τη θεώρηση ότι οι τιμές των μετοχών αντικατοπτρίζουν όλες τις μελλοντικές πληρωμές μερισμάτων, προεξοφλημένες στο παρόν. Καθώς η μετοχή πρακτικά θεωρείται ως η ορθολογική πρόβλεψη των μελλοντικών εισπράξεων των μερισμάτων και αφού σε μια

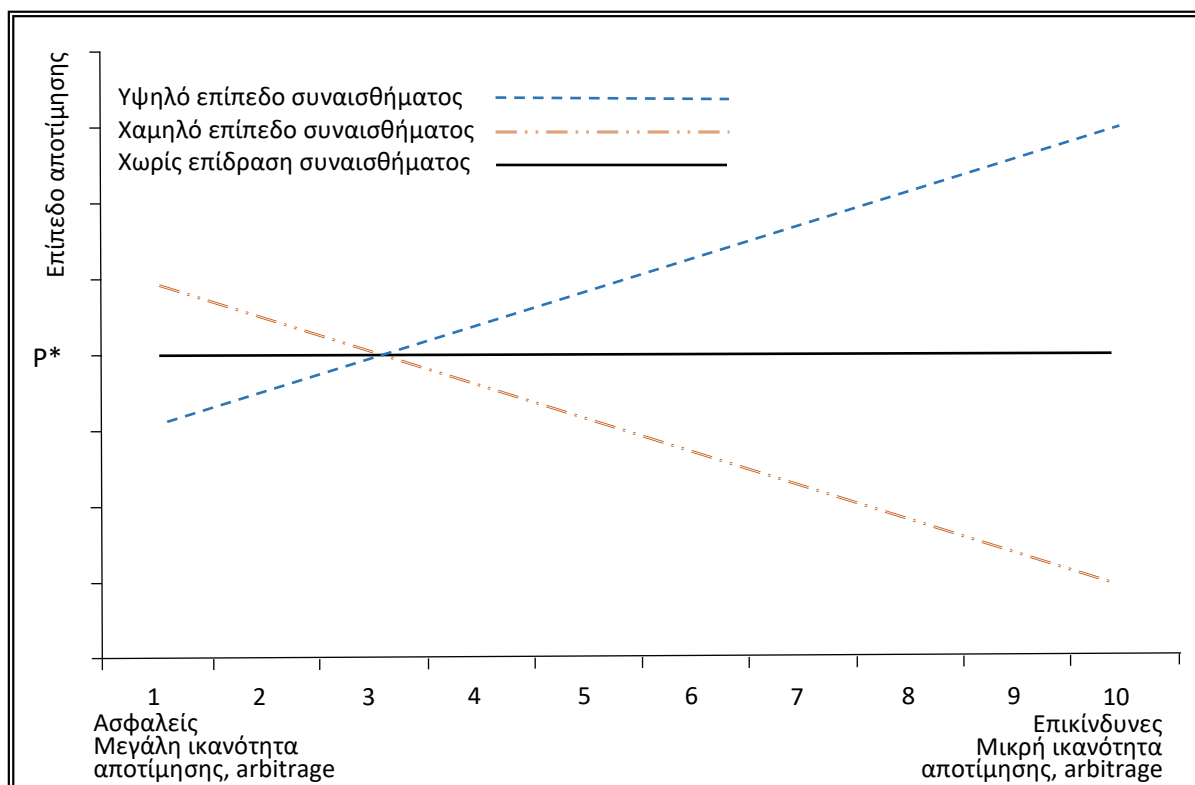
αποτελεσματική αγορά οι πληροφορίες ενσωματώνονται σχεδόν άμεσα στις προβλέψεις, άρα οι τιμές των μετοχών θα μεταβάλλονται όταν εμφανίζονται νέες πληροφορίες για τα εταιρικά κέρδη και ανάλογα με τις νέες αυτές πληροφορίες. Δηλαδή μια ορθολογική πρόβλεψη όπως υποτίθεται ότι είναι οι τιμές των μετοχών δεν μπορεί να μεταβάλλεται περισσότερο ή έστω πολύ περισσότερο από το μέγεθος το οποίο προσπαθεί να προβλέψει. Όμως ο Shiller βρήκε ότι η μεταβλητότητα των μετοχών ήταν πολλαπλάσια από αυτή που δικαιολογούν τα μερίσματα και οι νέες πληροφορίες για τα μερίσματα και συνεπώς έδειξε ότι οι τιμές δεν είναι πάντα καθορισμένες με ορθολογικό τρόπο, ότι δηλαδή οι τιμές δεν είναι πάντα «δίκαιες».

Οι μετοχές θα έπρεπε να είναι στις «δίκαιες» τιμές τους ανάλογα με την αναμενόμενη χρησιμότητά τους σε μια ορθολογική αποτελεσματική αγορά. Αν η αγορά ήταν απολύτως αποτελεσματική θα έπρεπε να κινείται μόνο όταν παρουσιάζονται νέες πληροφορίες και το υπόλοιπο διάστημα να έμενε σταθερή σε ένα επίπεδο. Δεν πρέπει όμως να ξεχνάμε ότι σε μια αγορά οι τιμές μεταβάλλονται γιατί κάποιοι αγοράζουν και κάποιοι πουλάνε και με αυτό τον τρόπο προσδιορίζεται μια τιμή. Η συμπεριφορά των συμμετεχόντων στις αγορές είναι πολύ σημαντική για τον καθορισμό μιας τιμής, καθώς έχουν διαφορετικές προσδοκίες, διαφορετική αντίληψη, διαφορετική ικανότητα ανάλυσης των πληροφοριών αλλά και διαφορετική στάση αντίληψης και θεώρησης του κινδύνου. Μια σειρά από ανωμαλίες της αγοράς αποδεικνύουν ότι η αγορά αποκλίνει από τον ορθολογικό τρόπο λήψης αποφάσεων. Όμως η διαδικασία λήψης των αποφάσεων είναι αυτή που τελικά καθορίζει την μεταβολή της τιμής καθώς η απόφαση για αγορά ή για πώληση θα ωθήσει μια μετοχή ανοδικά ή πτωτικά ανάλογα με το ποια ομάδα επενδυτών υπερισχύει κάθε στιγμή (αγοραστές ή πωλητές). Έτσι βλέπουμε ότι το συναίσθημα και η συμπεριφορά των επενδυτών επηρεάζει τις τιμές των μετοχών και γενικά η ψυχολογία των συμμετεχόντων σε μια αγορά επηρεάζει την αγορά αυτή. Αν και αυτή η θεώρηση ήταν δεδομένη για οικονομολόγους όπως ο Adam Smith ή ο John Maynard Keynes, ξεχάστηκε με την επανάσταση των ορθολογικών προσδοκιών (Barberis, 2018). Από τα μέσα το 20^{ου} αιώνα οι θεωρίες για την λήψη των αποφάσεων βασίζονταν στις ορθολογικές προσδοκίες, την αναμενόμενη χρησιμότητα και αποκλειστικά στα υποδείγματα που βασίζονταν σε αυτές τις θεωρίες. Αν και υπήρχαν άρθρα που έκαναν κριτική στον ορθολογισμό και στην EUT, μέχρι την αρχή του 21^{ου} αιώνα δεν λαμβάνονταν υπόψιν, παρά μόνο όταν ο όγκος των άρθρων αυτών έκανε το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας να αμφιβάλει για αυτή την απόλυτη πίστη στον ορθολογισμό και να παραδεχθεί ότι υπάρχουν και αποκλίσεις από τα χρησιμοποιούμενα υποδείγματα.

Τα προηγούμενα δεν απορρίπτουν συλλήβδην τη θεωρία των αποτελεσματικών αγορών ή τη θεωρία της αναμενόμενης χρησιμότητας και τη θεώρηση του ορθολογικού ατόμου. Όμως δείχνουν ότι οι τιμές δεν προσαρμόζονται πάντα και ακριβώς σύμφωνα με την ορθολογική θεώρηση αλλά ότι μπορεί να αποκλίνουν από αυτή. Συνεπώς αφού οι αγορές μπορεί να μην είναι πλήρως αποτελεσματικές, κάποιος θα μπορεί να κάνει μια πρόβλεψη για την αγορά και να έχει καλύτερη απόδοση αν μπορούσε να μετρήσει το συναίσθημα των επενδυτών ώστε να μπορούσε να προβλέψει τη συμπεριφορά τους.

Έτσι οδηγηθήκαμε στην απόπειρα εκτίμησης του συναισθήματος των επενδυτών και τη δημιουργία ειδικού δείκτη που να αποτυπώνει την εκτίμηση του συναισθήματος. Οι (Baker & Wurgler, 2006) δίνουν κάποιους πιθανούς ορισμούς για το συναίσθημα του επενδυτή ως την τάση και την διάθεση για κερδοσκοπία ή ως την ύπαρξη αισιοδοξίας ή απαισιοδοξίας για την αγορά των μετοχών. Αρκετές μελέτες έχουν γίνει προς αυτή την κατεύθυνση αλλά οι Malcolm Baker και Jeffrey Wurgler (2006) ήταν πρωτοπόροι στον να συγκεντρώσουν αρκετές μεταβλητές που επηρεάζουν το συναίσθημα του επενδυτή, για να δημιουργήσουν μια μεταβλητή που να το μετράει και στη συνέχεια να δημιουργήσουν ένα δείκτη συναισθήματος (Baker & Wurgler, 2007). Μια εκπληκτική ιδέα που είχαν, είναι ότι μετοχές εταιρειών που είναι δύσκολο να αναλυθούν, να αποτιμηθούν και συνεπώς δύσκολα κάποιος επενδυτής θα ασχοληθεί για να εφαρμόσει τακτικές arbitrage σε αυτές, είναι οι μετοχές στις οποίες το συναίσθημα παίζει μεγαλύτερο ρόλο. Όσο πιο επικίνδυνες θεωρούνται κάποιες μετοχές και όσο δυσκολότερο είναι να αποτιμηθούν και να εφαρμοσθεί arbitrage σε αυτές τόσο μεγαλύτερη και θετική είναι η σχέση μεταξύ συναισθήματος και τιμής. Αντιθέτως μετοχές που είναι εύκολο να βρεθούν στοιχεία και να αποτιμηθούν ευκολότερα και επίσης να γίνει arbitrage σε αυτές ευκολότερα, άρα θεωρούνται πιο ασφαλείς μετοχές, ευνοούνται όταν το συναίσθημα των επενδυτών είναι χαμηλό (φυγή προς την ασφάλεια).

Στο κάτωθι διάγραμμα παρουσιάζεται αυτή η ιδέα των (Baker & Wurgler, 2007). Χωρίζουν τις μετοχές σε δέκα κατηγορίες από τις πιο ασφαλείς (στο 1) έως τις πιο δύσκολο να αποτιμηθούν και να γίνει arbitrage σε αυτές άρα και πιο επικίνδυνες (στο 10). Οι μετοχές αυτές αποκλίνουν περισσότερο από την θεωρία των αποτελεσματικών αγορών. Συνεπώς όσο λιγότερο ρόλο παίζουν οι πληροφορίες στην διαμόρφωση τις τιμής τους τόσο περισσότερο αναλαμβάνει αυτό το ρόλο ο ψυχολογικός παράγοντας.



Διάγραμμα 20

Η ιδέα αυτή καταλήγει ότι όταν το συναίσθημα του επενδυτή είναι σε υψηλό επίπεδο τότε οι μετοχές που θεωρούνται «Blue Chips» μπορεί και να έχουν αρνητική συσχέτιση με την απόδοση, με την έννοια αν δεν υπήρχε το συναίσθημα η απόδοση που θα είχαν θα ήταν μεγαλύτερη. Αν και αυτό μπορεί να μην ισχύει πάντα, διαισθητικά και κατά περίπτωση το έχουμε δει να συμβαίνει. Όταν το χρηματιστήριο ανεβαίνει και παράλληλα υπάρχει διάθεση ανάληψης ρίσκου με τους επενδυτές να αποζητούν τη μετοχή που θα καταφέρει την μεγαλύτερη απόδοση είναι πολύ πιθανό μια μετοχή μιας μεγάλης εταιρείας με σταθερά κέρδη που δεν παρουσιάζει εκπλήξεις να είναι πολύ χαμηλά στην προτίμηση των επενδυτών και τελικά να καταφέρει μικρότερη απόδοση από αυτή που θα είχε αν δεν υπήρχε διάθεση ανάληψης ρίσκου. Σε τέτοιες περιόδους μάλιστα στην αργκό των επενδυτών τέτοιες μετοχές ονομάζονται ειρωνικά ως «ομόλογα» με την έννοια ότι αυτές προσφέρουν μια μικρή και σχεδόν σίγουρη απόδοση όταν άλλες μετοχές προσφέρουν πολλαπλάσιες αποδόσεις. Σε τέτοιες περιόδους το γεγονός ότι συχνά οι επενδυτές δεν γνωρίζουν ούτε το αντικείμενο της εταιρείας μιας μετοχής που η τιμή της ανεβαίνει πολύ δεν ενοχλεί κανένα και τελικά μειώνεται τόσο πολύ η ζήτηση για τις ασφαλείς μεγάλες και σοβαρές εταιρείες που είναι πιθανό τελικά να έχουν μικρότερες αποδόσεις από αυτές που θα είχαν χωρίς την επίδραση του συναισθήματος. Αντίθετα μπορεί να έχουν καλύτερη του αναμενομένου απόδοση σε

περιόδους που το συναίσθημα του επενδυτή είναι σε χαμηλά επίπεδα και αναζητούνται ασφαλείς μετοχές που γνωρίζουν καλά όλοι το αντικείμενο των εταιρειών τους.

Υπάρχει βέβαια η πιθανότητα το προηγούμενο διάγραμμα να μην ισχύει ακριβώς όπως εμφανίζεται. Όμως σύμφωνα με τους (Baker & Wurgler, 2007) ακόμα και σε αυτή την περίπτωση η κλίση της καμπύλης υψηλού συναισθήματος θα είναι ανοδική και του χαμηλού συναισθήματος θα είναι πτωτική ακόμα και αν δεν τέμνονται με την καμπύλη που δείχνει την αποτίμηση χωρίς την επίδραση συναισθήματος.

Επίσης παρατήρησαν ότι όταν τον προηγούμενο μήνα ήταν υψηλός ο δείκτης τον επόμενο μήνα οι ασφαλείς μετοχές είχαν καλύτερη συμπεριφορά και οι επικίνδυνες χειρότερη. Αντίθετα όταν ένα μήνα ήταν χαμηλός ο δείκτης συναισθήματος, οι ασφαλείς μετοχές είχαν χειρότερη συμπεριφορά και οι επικίνδυνες καλύτερη.

Για την εκτίμηση του συναισθήματος μπορούν να συνεκτιμηθούν αρκετές μεταβλητές. Παρόλο που υπάρχουν αναρίθμητες ιδέες για τις μεταβλητές που μπορεί να χρησιμοποιηθούν η διαθεσιμότητα των δεδομένων περιορίζει σημαντικά τις επιλογές. Έτσι οι (Baker & Wurgler, 2007) δημιούργησαν ένα δείκτη συναισθήματος για τις ΗΠΑ που έχει τις εξής συνιστώσες.

Η διαφορά της καθαρής αξίας ενεργητικού από την αγοραία τιμή των αμοιβαίων κεφαλαίων κλειστού τύπου.

Ο τζίρος του χρηματιστηρίου.

Ο αριθμός των αρχικών δημόσιων προσφορών (IPOs).

Η απόδοση της πρώτης ημέρας αυτών των IPOs.

Το ύψος του (νέο)εκδιδόμενου κεφαλαίου ως προς τα ίδια κεφάλαια συν τα μακροχρόνια χρέη.

Τέλος η διαφορά του λόγου αγοραίας προς λογιστικής αξίας μετοχών που δίνουν μέρισμα από μετοχές που δεν δίνουν.

Η διαθεσιμότητα των δεδομένων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τη χώρα. Ακόμα και σε μεγάλες (διεθνώς) αγορές μπορεί να μην υπάρχουν δεδομένα για να κατασκευασθεί ο αρχικός δείκτης και γίνονται κάποιες προσαρμογές (Baker, et al., 2012). Συνεπώς στην Ελλάδα ένας τέτοιος δείκτης με τις ελάχιστες τα τελευταία χρόνια (δεκαετία) αρχικές δημόσιες προσφορές θα πρέπει να βασισθεί στην λογική του δείκτη αυτού αλλά θα είναι τελείως διαφορετικός καθώς δεδομένα που να παρέχονται σε συνεχή ρυθμό έχουμε μόνο για τον τζίρο του χρηματιστηρίου. Την τελευταία δεκαετία οι αρχικές δημόσιες προσφορές είναι ελάχιστες αλλά έτσι και αλλιώς το χρηματιστήριο στην Ελλάδα δεν ήταν ποτέ μια αγορά που γίνονταν σε συνεχή βάση εισαγωγές εταιρειών ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό το

μέτρο ως συστατικό ενός δείκτη. Επίσης την τελευταία δεκαετία οι μετοχές που δίνουν μέρισμα είναι αρκετά λιγότερες ενώ στην Ελλάδα το μέρισμα δίνεται μια φορά το χρόνο. Αν προσθέσουμε και το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια κάποιες εταιρείες για να κάνουν φοροαποφυγή κάνουν επιστροφή κεφαλαίου αντί να δίνουν μέρισμα, γίνεται φανερό ότι ούτε αυτό το μέτρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Προχωρώντας από αυτό το σημείο έχει υπάρξει ένα πλήθος ερευνών που βασίζεται σε αυτές τις ιδέες των Baker και Wurgler. Οι Huang, Jiang, Tu, & Zhou (2015) χρησιμοποιούν τις ίδιες μεταβλητές αλλά έχουν διαφορετική μεθοδολογία για την εκτίμηση του δείκτη μειώνοντας τον θόρυβο άρα μπορεί να θεωρηθεί βελτιωμένη έκδοση του δείκτη των Baker και Wurgler (Sun, et al., 2016).

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες έρευνες που προσπαθούν να αποτυπώσουν το συναίσθημα του επενδυτή χρησιμοποιώντας διάφορες ερμηνευτικές μεταβλητές και τα υποδείγματα ποικίλουν από τα πιο απλά που χρησιμοποιούν μόνο το δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης για να ερμηνεύσουν τη μεταβολή των αποδόσεων (Oprea & Braud, 2014) έως εξαιρετικά πολύπλοκα υποδείγματα που χρησιμοποιούν μεγάλη πληθώρα και ποικιλία ερμηνευτικών μεταβλητών.

Οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν αρκετές ερμηνευτικές μεταβλητές για να αποτυπώσουν το συναίσθημα του επενδυτή. Οι (Coakley, et al., 2014) σε έρευνά τους για την σχέση μεταξύ συναισθήματος και ασυμμετρίας στα δικαιώματα, χρησιμοποιούν το δείκτη των Baker-Wurgler σε συνδυασμό με το δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης (του Michigan για τις ΗΠΑ) και ένα δείκτη που μετράει τις ανοδικές πτωτικές θέσεις, όπως προτείνει ο Han (2007) στο δικό του δείκτη, που περιλαμβάνει την δραστηριότητα σε αγορές-πωλήσεις των ΣΜΕ και ένα μέτρο κακής τιμολόγησης του S&P. Το Variance risk premium μεταξύ τεκμαρτής και πραγματοποιηθείσας (ιστορικής) μεταβλητότητας (Chevallier & Sevi, 2014) είναι άλλη μια ερμηνευτική μεταβλητή. Οι Bandopadhyaya & Jones (2005) στην μελέτη τους ακολουθούν μια διαφορετική λογική. Αριθμούν τις ταξινομημένες αποδόσεις και τις μεταβλητότητες που παρουσιάζει η μετοχή ή ο χρηματιστηριακός δείκτης για μια περίοδο και βρίσκουν πρακτικά το συντελεστή συσχέτισης μεταξύ αυτών των αριθμήσεων ως τον δείκτη συναισθήματος. Οι (Sibley, et al., 2016) στην έρευνά τους χρησιμοποιούν μια πληθώρα μεταβλητών χρηματοοικονομικών, δημοσιονομικών, τα επιτόκια την ανεργία την μεταβλητότητα της αγοράς και κάνουν ένα πλήθος ελέγχων για τη σχέση αιτίας αιτιατού των αποδόσεων των μετοχών με το συναίσθημα και για την προβλεπτική ικανότητα ενός τέτοιου δείκτη. Δεν καταφέρνουν να αποδείξουν μια βέβαιη σχέση αιτιότητας και αναφέρουν ότι

μπορεί να επηρεάζουν τις μετοχές οι οικονομικές μεταβλητές που όμως επηρεάζονται από το συναίσθημα.

Τέλος ο Smales (2017) ελέγχει την προβλεπτική ικανότητα ενός δείκτη συναισθήματος που έχει ως ερμηνευτικές μεταβλητές το δείκτη Baker-Wurgler, το δείκτη καταναλωτικού συναισθήματος, έρευνα μεταξύ των επενδυτών για την πορεία της αγοράς, την ανεργία, την βιομηχανική παραγωγή, τον πληθωρισμό, ένα δείκτη ύφεσης, το επιτόκιο της κεντρικής τράπεζας, το spread 10ετών ομολόγων 3μηνων εντόκων, το spread μεταξύ ομολόγων AAA και ομολόγων BAA τη μερισματική απόδοση και το VIX. Κατέληξε σε συνέπεια με την συμπεριφορική επιχειρηματολογία ότι ο φόβος είναι μεγαλύτερη κινητήρια δύναμη από την εμπιστοσύνη και ότι ο VIX είναι η μεταβλητή που έχει την μεγαλύτερη ερμηνευτική ικανότητα για την πορεία των αποδόσεων.

Επίσης για την εκτίμηση του συναισθήματος των επενδυτών, έχουν γίνει αρκετές μελέτες που χρησιμοποιούν άλλες εναλλακτικές μεθόδους προς την κατεύθυνση αυτή. Υπάρχουν έρευνες που χρησιμοποιούν το Facebook για την εκτίμηση του συναισθήματος των χρηστών σε ημερήσια βάση και την εξαγωγή συμπερασμάτων κατά πόσο οι μεταβολές στο συναίσθημα των χρηστών μπορεί να έχει κάποια σχέση ή επίδραση με την απόδοση ενός χρηματιστηριακού δείκτη ή της χρηματιστηριακής αγοράς γενικότερα (Siganos, et al., 2017). Όμως αυτές οι έρευνες παρά το πλεονέκτημα ότι βασίζονται σε ένα ευρύτατα διαδεδομένο κοινωνικό δίκτυο δεν μπορούν να προσφέρουν κάτι στην περίπτωση κατασκευής ενός δείκτη μεταβλητότητας ή έστω ενός δείκτη «κινδύνου» για το Ελληνικό χρηματιστήριο. Βασικό μειονέκτημα είναι ότι η εκτίμηση του θετικού ή του αρνητικού συναισθήματος γίνεται με επεξεργασία των δεδομένων από την εμφάνιση λέξεων με θετικό ή αρνητικό συναίσθημα. Αυτή όμως η ανάλυση των λέξεων για την εκτίμηση του συναισθήματος βασίζεται στην μελέτη και επεξεργασία εμφάνισης λέξεων κυρίως στα Αγγλικά και όχι στα Ελληνικά. Όμως στην Ελλάδα κάποιοι μπορεί να μην γνωρίζουν Αγγλικά ή να μην έχουν την άνεση για να τα χρησιμοποιούν πάντα στα σχόλιά τους. Μάλιστα όσο πιο έντονο είναι το συναίσθημα που μπορεί να νιώθει ένας Έλληνας, τόσο πιο πιθανό είναι να χρησιμοποιήσει την μητρική του γλώσσα για ένα σχόλιο στα κοινωνικά δίκτυα, αυξάνοντας την μεροληψία στα δεδομένα. Επίσης αν και ο μέσος όρος ηλικίας των χρηστών του Facebook αυξάνεται σταδιακά, εντούτοις υπάρχει μεγάλη πιθανότητα οι επενδυτές του Ελληνικού χρηματιστηρίου να μην αντιπροσωπεύονται επαρκώς. Τέτοιες έρευνες συμβάλλουν στην εκτίμηση των παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν την πορεία ενός χρηματιστηριακού δείκτη. Όμως δεν μπορούν να αποτελέσουν συνθετικά ενός δείκτη μεταβλητότητας που υπολογίζεται με συγκεκριμένα μετρήσιμα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.

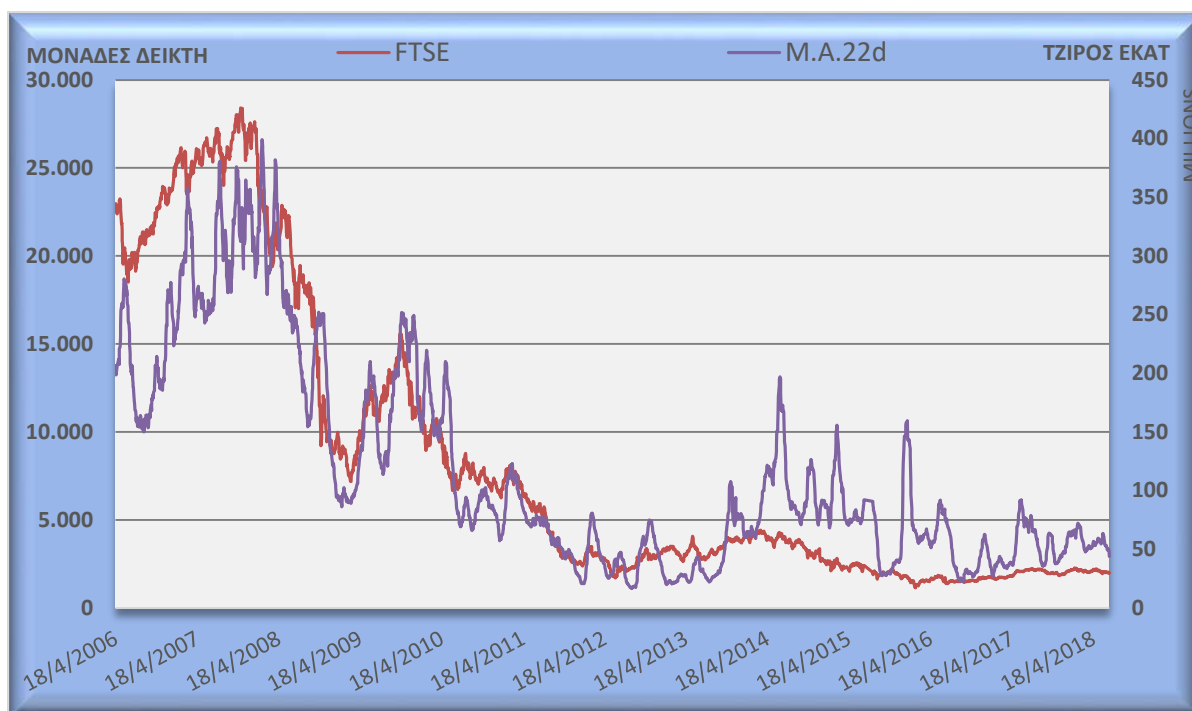
Άλλες μελέτες χρησιμοποιούν την πρώτη σελίδα εφημερίδων για την εξαγωγή ενός δείκτη που να προσπαθεί να αποτυπώσει την αβεβαιότητα (Manela & Moreira, 2017). Για την εξαγωγή δεδομένων από την πρώτη σελίδα της Wall Street Journal χρησιμοποιούν πακέτα κειμένου τα οποία προσαρμόζονται για τις ανάγκες εξαγωγής και καταγραφής των λέξεων που μπορεί να είναι σημαντικές. Σε αυτές τις μελέτες μεγάλη σημασία έχει η σωστή ρύθμιση του εργαλείου κειμένου που χρησιμοποιείται, η οποία πραγματοποιείται με την κατάλληλη δημιουργία και προσαρμογή ενός συστήματος μηχανικής εκμάθησης. Ουσιαστικά δημιουργείται ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που μαθαίνει να αναγνωρίζει το συναίσθημα αναλύοντας λέξεις. Στη συνέχεια συνδυάζεται το μέτρο αυτό με τον δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας και με τις συνδυαστικές τους κινήσεις δημιουργείται ένα μέτρο αβεβαιότητας. Τέτοιοι δείκτες χρειάζονται δημιουργία συστήματος τεχνητής νοημοσύνης αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι βασίζονται στην εγκυρότητα την ποιότητα και το μέγεθος του επιλεγόμενου μέσου. Στην Ελλάδα όποιο μέσο και να διάλεγε κάποιος θα είχε ένα περιορισμένο τοπικά και θεματικά εύρος και θα χρειαζόταν να συνδυασθούν αρκετά μέσα για να υπάρξει η ίδια ποικιλία ειδήσεων, κάνοντας το εγχείρημα πολύ δυσκολότερο. Επίσης ένας τέτοιος δείκτης είναι πιο μακροχρόνιος και μπορεί να παρουσιάσει μεγάλες μεταβολές πριν από μεγάλα γεγονότα όπως πόλεμοι ή μεγάλες οικονομικές κρίσεις αλλά δεν είναι δυνατό να αποτυπώσει μια μικρή και βραχυχρόνια αλλαγή του συναισθήματος του επενδυτή.

Όγκος – αξία συναλλαγών

Η μεταβλητότητα στις αγορές μετοχών εκτός των άλλων ερμηνειών της είναι ένα μέτρο για το μέγεθος και την ταχύτητα των μεταβολών είτε θετικών είτε αρνητικών. Όσο μεγαλύτερη είναι η μεταβλητότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να αποκλίνει η τιμή ενός προϊόντος αρκετά από το μέσο όρο του.

Όμως για να υπάρχει μεταβολή χρειάζεται να υπάρχουν αρκετοί συμμετέχοντες που να ωθήσουν την αγορά στην μεταβολή και στη συνεχή μεταβολή. Όπως αναφέρει και ένα ρητό στην Wall Street «χρειάζεται όγκος για να κινηθούν οι τιμές». Δεν φθάνει να υπάρχουν θετικές προοπτικές για μια εταιρεία για να ανέβει η μετοχή της αλλά χρειάζεται να εμπιστευθούν αρκετοί την εταιρεία και να αγοράσουν τη μετοχή της. Έτσι μια μετοχή ανεβαίνει και μπορεί να παρουσιάσει αυτή τη συμπεριφορά για αρκετό διάστημα. Αν μια εταιρεία θεωρείται ότι δεν έχει αξιοσημείωτες προοπτικές, τότε θα αδιαφορούν οι επενδυτές για την μετοχή της και τότε η μετοχή θα οδηγηθεί σε χαμηλότερα επίπεδα. Αν μια μετοχή είναι σε υψηλά επίπεδα τότε μια αύξηση του όγκου συναλλαγών η οποία δεν είναι προσωρινή μπορεί να σημαίνει το τέλος της ανοδικής περιόδου και τα σπάσιμο μιας φούσκας. Αν είναι προσωρινή μπορεί να σημαίνει ότι η μετοχή στο πρώτο γύρισμα προς τα κάτω θεωρήθηκε αγοραστική ευκαιρία και ωθήθηκε πάλι ανοδικά. Τα άνωθι γενικεύονται από την μια μετοχή σε όλη τη χρηματιστηριακή αγορά. Βέβαια τα ανωτέρω δεν προσφέρουν μια μονοσήμαντη εξήγηση με την οποία θα ήταν εύκολο για όποιον παρακολουθεί την καθημερινή αξία συναλλαγών (τζίρο) του χρηματιστηρίου να κερδίζει. Επειδή έχουν πρόσβαση σε αυτό το δεδομένο όλοι οι επενδυτές, ο συναγωνισμός τους εξαλείφει οποιασδήποτε ευκαιρία εύκολου κέρδους ακόμα και αν αρχικά υπήρχε τέτοια ευκαιρία. Άρα αν και ο τζίρος του χρηματιστηρίου έχει σχέση με την συνολική πορεία της αγοράς δεν υπάρχει μια μονοσήμαντη σχέση και εξήγηση.

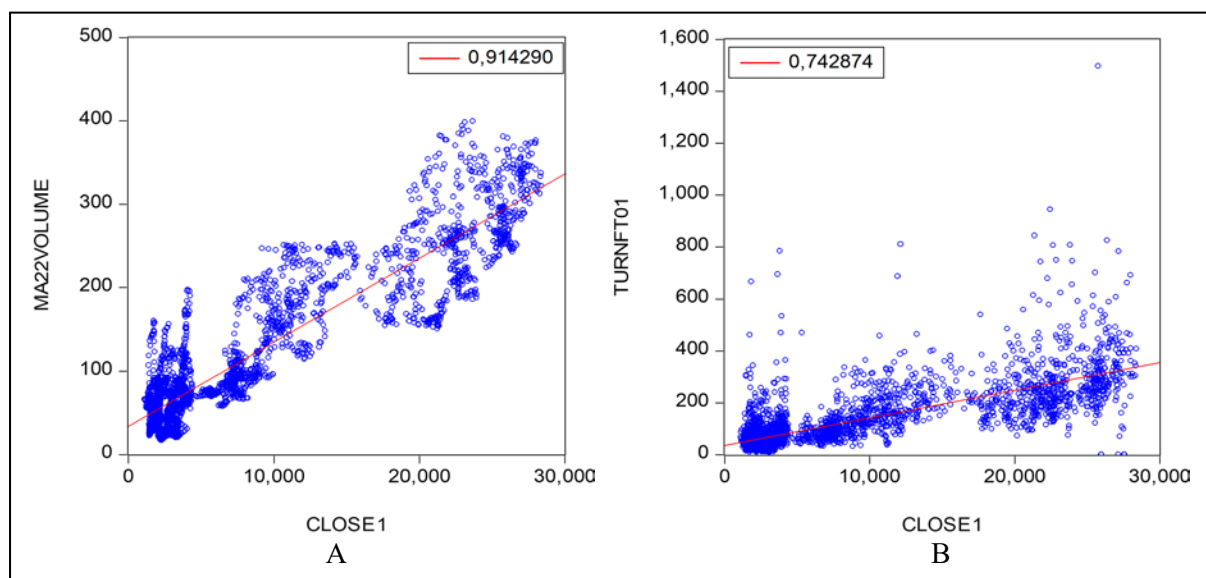
Παρόλα αυτά το κάτωθι γράφημα δείχνει μια ξεκάθαρη σχέση μεταξύ του FTSE/Large Cap και του τζίρου του. Στο κάτωθι γράφημα παρουσιάζεται η εξέλιξη του δείκτη από τις 18/04/2006 έως τις 29/06/2018 και δίνεται και ο κινητός μέσος όρος του τζίρου των 22 ημερών. Πρακτικά για να εξαλείψω την επίδραση διάφορων ακραίων παρατηρήσεων τζίρου λόγω των πακέτων που συμπεριλαμβάνονται στον ημερήσιο τζίρο ακολούθησα την εξής τακτική. Κάθε ημέρα συμπεριλαμβάνω τον τζίρο της ημέρας και των προηγούμενων 21 ημερών. Στη συνέχεια εντοπίζεται η μέγιστη παρατήρηση από τις 22 ημέρες και αφαιρείται, ενώ το άθροισμα που απομένει διαιρείται με τον αριθμό 21.



Διάγραμμα 21

Είναι εμφανής η διαισθητική σχέση του επιπέδου του δείκτη με την αξία συναλλαγών (τζίρο) καθώς το άνωθι διάγραμμα προσφέρει μια οπτική επιβεβαίωση της σχέσης αυτής τα τελευταία 12 χρόνια και 3 μήνες.

Ελέγχω αυτή τη συσχέτιση και τα αποτελέσματα δίνονται στο κάτωθι διάγραμμα



Διάγραμμα 22

- Στο τμήμα A του διαγράμματος εμφανίζεται ότι η συσχέτιση του καθημερινού κλεισίματος του δείκτη με τον κινητό μέσο όρο τζίρου των 22 ημερών (όπως ορίστηκε ανωτέρω) και είναι 0,914290

- Στο τμήμα B του διαγράμματος εμφανίζεται ότι και η συσχέτιση του καθημερινού κλεισίματος του δείκτη με τον ημερήσιο τζίρο του δείκτη είναι αρκετά υψηλή 0,7422874. Επισημαίνεται ότι στις 18/05/2008 έγινε μεταβίβαση του πακέτου του 20% του ΟΤΕ και αφαίρεσα αυτήν την ακραία τιμή τζίρου γιατί επηρέαζε σημαντικά την συσχέτιση ρίχνοντάς την στο 0,67

Εκτός όμως της υψηλής συσχέτισης του επιπέδου των τιμών με την αξία των συναλλαγών, θα γίνει έλεγχος ύπαρξης της συσχέτισης μεταξύ αποδόσεων και αξίας συναλλαγών. Αν και δεν είναι δυνατό να υπάρξει μια υπολογιστική σχέση μεταξύ των αποδόσεων του δείκτη και των μεταβολών του τζίρου (η οποία θα ήταν επιθυμητή από όλους), που να ερμηνεύει το μεγαλύτερο μέρος των αποδόσεων του δείκτη, εντούτοις υπάρχει θετική συσχέτιση. Ο (Karpoﬀ, 1987) συνοψίζοντας τα αποτελέσματα του (Ying, 1966) αναφέρει ότι

- 1) Οι μικροί τζίροι συνήθως συνοδεύονται από χαμηλό επίπεδο τιμών
- 2) Οι μεγάλοι τζίροι συνήθως συνοδεύονται από υψηλό επίπεδο τιμών
- 3) Η μεγάλη αύξηση του τζίρου συνήθως συνοδεύεται από μεγάλη μεταβολή στις τιμές είτε ανοδική είτε πτωτική.

Στη συνέχεια ο (Karpoﬀ, 1987) έκανε ελέγχους για να ελέγξει αυτές τις παρατηρήσεις. Ακολουθώ τους ελέγχους του και ελέγχω τη συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων του δείκτη FTSE/Large Cap και των ποσοστιαίων μεταβολών του τζίρου του.

Ελέγχονται τα κάτωθι

- Η συσχέτιση των θετικών αποδόσεων με την ποσοστιαία μεταβολή του τζίρου
- Η συσχέτιση των αρνητικών αποδόσεων με την ποσοστιαία μεταβολή του τζίρου
- Η συσχέτιση των απολύτων τιμών των αποδόσεων με την ποσοστιαία μεταβολή του τζίρου

Ορίζω ως

turnft τον τζίρο του FTSE/Large Cap

logturnret ως την ποσοστιαία μεταβολή του τζίρου $logturnret = \ln(\frac{turn}{turn(-1)})$

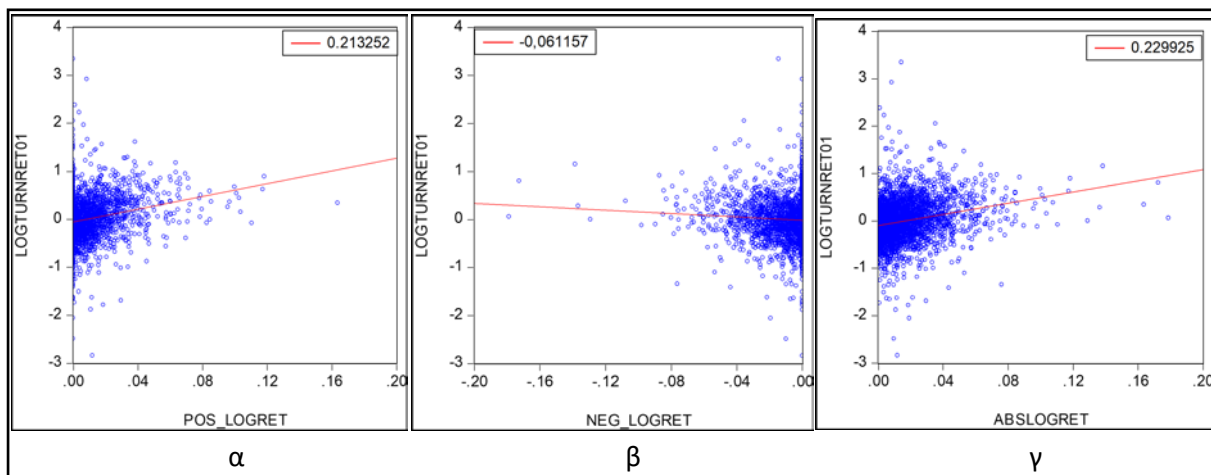
close1 την τιμή κλεισίματος του δείκτη με προσαρμοσμένες τις τιμές προ του 2016

logret την ημερήσια απόδοση του δείκτη $logret = \ln(\frac{close1}{close1(-1)})$

pos_logret τις θετικές τιμές (αποδόσεις) από την χρονοσειρά logret

neg_logret τις αρνητικές τιμές (αποδόσεις) από την χρονοσειρά logret

abslogret τις απόλυτες τιμές (αποδόσεις) της χρονοσειράς logret



Διάγραμμα 23

Στο άνωθι διάγραμμα παρουσιάζεται η συσχέτιση των ποσοστιαίων μεταβολών του τζίρου με τις αποδόσεις του δείκτη.

- Στο κομμάτι α του διαγράμματος εμφανίζεται η θετική συσχέτιση (+0,213252) που υπάρχει ανάμεσα στις θετικές μόνο αποδόσεις του δείκτη και των ποσοστιαίων μεταβολών του τζίρου.
- Στο κομμάτι β του διαγράμματος εμφανίζεται η αρνητική συσχέτιση (-0,061157) που υπάρχει ανάμεσα στις αρνητικές μόνο αποδόσεις του δείκτη και των ποσοστιαίων μεταβολών του τζίρου.
- Στο κομμάτι γ του διαγράμματος εμφανίζεται η θετική συσχέτιση (+0,229925) που υπάρχει ανάμεσα στις απόλυτες τιμές των αποδόσεων του δείκτη και των ποσοστιαίων μεταβολών του τζίρου.

Συνεπώς φαίνεται να επιβεβαιώνονται τα συμπεράσματα του Karpoff και στην Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά και μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε στην αναζήτηση συνθετικών για τον δείκτη κινδύνου.

Βέβαια ο τζίρος και η μεταβλητότητα δεν κινούνται πάντα μαζί. Υπάρχουν γεγονότα που επηρεάζουν κυρίως τον τζίρο και τον όγκο συναλλαγών χωρίς να έχουν τόσο μεγάλη επίδραση στην μεταβλητότητα. Περιοδικές μακροοικονομικές ανακοινώσεις, και το triple witching (μέρες που λήγουν μαζί τα παράγωγα των δεικτών και τα ΣΜΕ και τα δικαιώματα των μετοχών) επηρεάζουν σημαντικά τους τζίρους αλλά προκαλούν μόνο προσωρινές εξάρσεις στη μεταβλητότητα (Andersen, 1996).

Στην παρούσα έρευνα θα ακολουθήσω την λογική διάφορων ερευνών που προσπαθούν να μοντελοποιήσουν την μεταβλητότητα χρησιμοποιώντας ένα μέτρο τζίρου όπως των (Donaldson & Kamstra, 2004) ή την λογική των (Floros & Vougas, 2007) που ασχολούνται

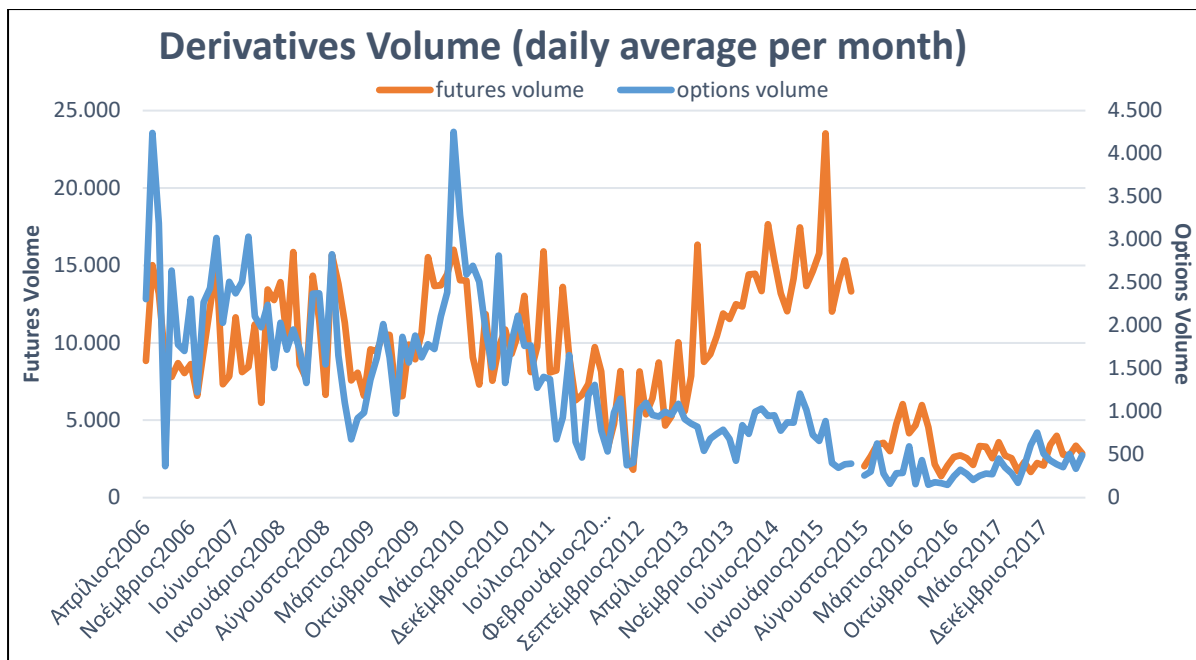
με την μοντελοποίησή της στο Ελληνικό χρηματιστήριο αλλά δεν θα παραμείνω εκεί. Επειδή ο σκοπός είναι η δημιουργία ενός δείκτη κινδύνου θα συγκρίνω τα αποτελέσματα από το υπόδειγμα που θα χρησιμοποιεί ως μια ερμηνευτική μεταβλητή τον τζίρο αλλά θα περιέχει και άλλες μεταβλητές όπως στο υπόδειγμα των (Jeanneau & Micu, 2003) που χρησιμοποιούν μια μεταβλητή για την αποτύπωση του μακροοικονομικού κλίματος, και θα γίνει έλεγχος αυτού του υποδείγματος με το υπόδειγμα τεκμαρτής μεταβλητότητας. Αν το υπόδειγμα τεκμαρτής μεταβλητότητας μπορεί να αποδώσει επαρκώς την τρέχουσα μεταβλητότητα και να προσφέρει και μια αίσθηση για την μελλοντική μεταβλητότητα τότε θα είναι προτιμότερο. Βέβαια σε πραγματικό χρόνο ένα υπόδειγμα τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι πάντα προτιμότερο για αυτό όλα τα χρηματιστήρια που χρησιμοποιούν δείκτες μεταβλητότητας έχουν τέτοια υποδείγματα. Αν όμως υπολείπεται σημαντικά σε σχέση με τα αποτελέσματα από άλλα υποδείγματα θα πρέπει χρησιμοποιηθεί μόνο για την αποτύπωση της τρέχουσας μεταβλητότητας αφού πρώτα προσαρμοσθεί για την Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά.

Όσον αφορά τα παράγωγα υπάρχει μια σαφής συσχέτιση της μεταβλητότητας με την ενεργή συμμετοχή στην διαπραγμάτευσή τους με την μεταβλητότητα να θεωρείται η πιο σημαντική παράμετρος για τον όγκο συναλλαγών των παραγώγων (Martell & Wolf, 1987). Είναι λογικό ότι όσο μεγαλύτερη διακύμανση υπάρχει στις τιμές των υποκείμενων προϊόντων τόσο πιο πιθανό είναι κάποιος να ασχοληθεί με παράγωγα προϊόντα είτε γιατί αυξάνονται οι πιθανότητες να κερδίσει είτε γιατί θέλει να αντισταθμίσει την θέση του (Cornell, 1981).

Βέβαια η Ελληνική αγορά παραγώγων προϊόντων είναι μια σχετικά μικρή αγορά που αρκετοί από τους συμμετέχοντες δεν γνωρίζουν (και δεν χρειάζεται να γνωρίζουν καθώς δεν ταιριάζουν σε όλους) την έννοια του παραγώγου. Αρκετοί συμμετέχοντες θεωρούν ότι τα ΣΜΕ είναι ένας τρόπος να επενδύσεις σε μια μετοχή δίνοντας (δεσμεύοντας στην πραγματικότητα) ένα μικρό ποσοστό της αξίας των χρημάτων που χρειάζεται. Υπάρχουν και οι συμμετέχοντες που βλέπουν τα παράγωγα ως ένα τρόπο να έχουν τεράστιες αποδόσεις είτε επενδύοντας 10 για να αγοράσεις κάτι που κάνει 100 (στα ΣΜΕ) είτε να «ποντάρεις» 1 με την πιθανότητα αν η τιμή πάει εκεί που νομίζουν να εισπράξεις 100 (επιλογή δικαιωμάτων πολύ εκτός του χρηματικού τους ισοδύναμου - far out of the money options). Υπάρχουν βέβαια και οι γνώστες πραγματικοί επενδυτές και αντισταθμιστές και φυσικά οι ειδικοί διαπραγματευτές.

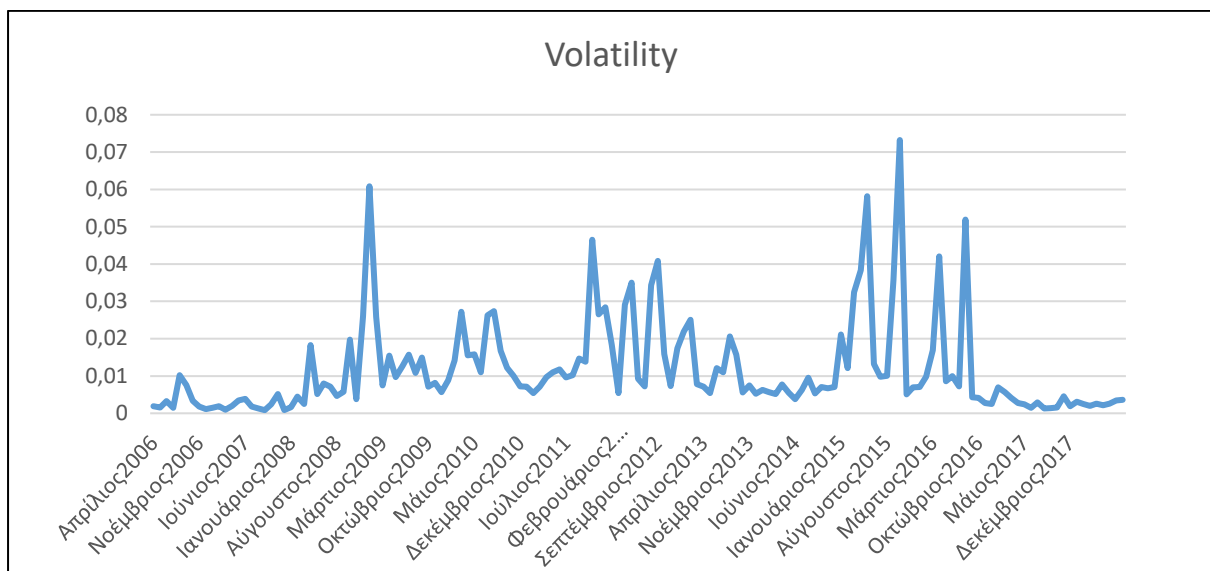
Με τη συνεχή κρίση στην οποία βρίσκεται η Ελλάδα οι «επενδυτές» που έβλεπαν τα παράγωγα ως στοίχημα έχουν αποσυρθεί καθώς δεν μπορούσαν να κερδίσουν. Με την διακοπή της χρηματιστηριακής αγοράς μετά την προκήρυξη του δημοψηφίσματος το 2015

και την επιβολή capital controls αποσύρθηκαν και οι περισσότεροι από τους γνώστες επενδυτές. Οι λόγοι είναι αρκετοί, όπως οι υπερβολικοί κανονισμοί εξαιτίας των ελέγχων στην κίνηση κεφαλαίων. Από την άλλη η ανυπαρξία πρόβλεψης διαδικασιών σε περίπτωση διακοπής των συναλλαγών οδήγησε σε απώλεια εμπιστοσύνης στην Ελλάδα στο χρηματιστήριο και στους κανονισμούς του χρηματιστηρίου. Όλο αυτό μείωσε τους όγκους συναλλαγών σε ΣΜΕ σε κλάσμα από ότι ήταν πριν την προκήρυξη του δημοψηφίσματος όπως παραστατικά φαίνεται στο κάτωθι διάγραμμα. Γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι η αγορά των ΣΜΕ στο Ελληνικό χρηματιστήριο μετά το άνοιγμά της τον Αύγουστο του 2015 απώλεσε το μεγαλύτερο μέρος της δυναμικής και δεν θύμιζε σε τίποτα την προηγούμενη κατάσταση. Οι λιγότεροι επενδυτές προσφέρουν λιγότερα έσοδα στις χρηματιστηριακές και τους market makers οι οποίοι είτε προσπαθούν να κερδίσουν τα ίδια από λιγότερους είτε κάποιοι από αυτούς σταμάτησαν να είναι ειδικοί διαπραγματευτές. Στα δικαιώματα η κατάσταση είναι διαφορετική καθώς φαίνεται ότι ο όγκος συναλλαγών μειώθηκε αισθητά και δεν ανέκαμψε μετά το 2011. Η συνεχής πτωτική πορεία του χρηματιστηρίου και η απογοήτευση δημιούργησαν μια νοοτροπία αποφυγής επιπρόσθετου ρίσκου, ενώ η έλλειψη (λόγω ζημιών) των συμμετεχόντων που θα έδιναν ζωή σε αυτή την αγορά, και η ανυπαρξία οργανωμένης προσπάθειας τόσο από το χρηματιστήριο όσο και από τις χρηματιστηριακές για την βελτίωση της κατάστασης οδήγησε σε αυτό το σημείο. Η αγορά των δικαιωμάτων εξαρτάται και δείχνει τον βαθμό αποτελεσματικότητας και ωριμότητας της αγοράς και επηρεάζεται από τους κανόνες και κανονισμούς του χρηματιστηρίου (Filis, et al., 2011). Επίσης εξαρτάται από το μέγεθος και την πορεία της υποκείμενης αγοράς. Η προχειρότητα των κανονισμών, η έλλειψη κινήτρων και επιβραβεύσεων για την προώθηση του προϊόντος και τα μεγάλα spreads μεταξύ των τιμών αγοράς και πώλησης, απομακρύνουν τους επενδυτές που θα ήταν διατεθειμένοι να επενδύσουν σε δικαιώματα. Σε όλα αυτά έρχεται και μια κατάσταση χαμηλής μεταβλητότητας η οποία υπάρχει στην Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά μετά το 2016 και καταλήγουμε να έχουμε την εικόνα που παρουσιάζεται κάτωθι για την πορεία των συναλλαγών στην Ελληνική αγορά παραγώγων



Διάγραμμα 24

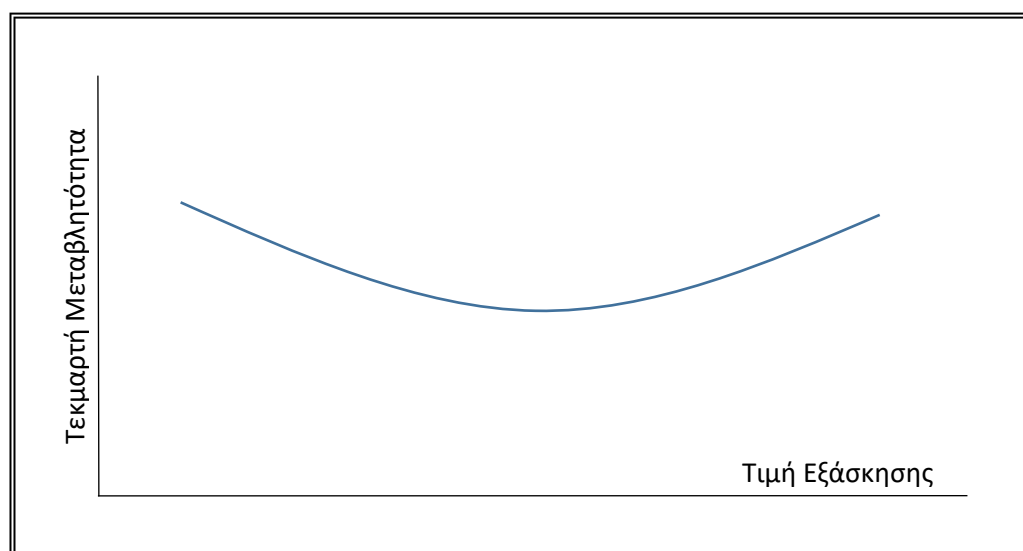
Στο κάτωθι διάγραμμα έχω παρουσιάσει την μηνιαία μεταβλητότητα του δείκτη χρησιμοποιώντας τον τύπο $\sigma = \sqrt{\frac{252}{n} \sum (r_t)^2}$ βρίσκοντας ουσιαστικά το μέσο όρο των τετραγώνων των ημερήσιων αποδόσεων κάθε μήνα. Όπου n οι εργάσιμες ημέρες κάθε μήνα.



Διάγραμμα 25

Μελέτη Τεκμαρτής Μεταβλητότητας

Αν οι χρηματιστηριακές αγορές ήταν αποτελεσματικές και τα υποδείγματα αποτίμησης δικαιωμάτων ήταν ακριβή, οι τεκμαρτές μεταβλητότητες που θα εξάγονταν από τα δικαιώματα αγοράς και πώλησης για το ίδιο υποκείμενο προϊόν με την ίδια λήξη αλλά με διαφορετικές τιμές εξάσκησης, θα έπρεπε να είναι κοινές (Sirioropoulos & Fassas, 2008). Όμως είναι ευρέως παρατημένο, αναλυμένο και καταγεγραμμένο (ενδεικτικά αναφέρουμε (Hull, 1997), (Dumas, et al., 1998), (Derman, 2003), (Natenberg, 2015)) ότι η μεταβλητότητα που εξάγεται από το υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων των (Black & Scholes, 1973) παρουσιάζει μια στρέβλωση γνωστή ως το «χαμόγελο της μεταβλητότητας» (volatility smile) κατά το οποίο η μεταβλητότητα σε δικαιώματα αρκετά εντός ή εκτός του χρηματοοικονομικού τους ισοδύναμου είναι υψηλότερη από την μεταβλητότητα σε δικαιώματα κοντά στο χρηματοοικονομικό τους ισοδύναμο.



Διάγραμμα 26

Πρακτικά η τεκμαρτή μεταβλητότητα ήταν απλώς η τιμή που αν κάποιος έβαζε στο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων, μέσω της τακτικής της δοκιμής διάφορων τιμών, θα του έδινε την τιμή ενός συγκεκριμένου δικαιώματος στην αγορά. Και φυσικά κάθε διαφορετικό δικαίωμα χρειαζόταν διαφορετική τιμή μεταβλητότητας στο υπόδειγμα για να εξισωθεί η τιμή που έδινε το υπόδειγμα με την αγοραία τιμή του δικαιώματος με αποτέλεσμα να μην έχουμε μια μοναδιαία τιμή μεταβλητότητας κάθε χρονική στιγμή. Αυτή η ιδιότητα από το υπολογιστικό υπόδειγμα των Black&Scholes, ότι κάθε χρονική στιγμή η αγορά των δικαιωμάτων έδινε πολλές διαφορετικές τιμές για την μεταβλητότητα του ίδιου υποκειμένου δημιουργούσε προβλήματα στην αποτύπωση της τιμής της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Παράλληλα οδήγησε και στην θεώρηση της τεκμαρτής μεταβλητότητα όπως υπολογιζόταν, ως ανεπαρκές μέτρο πρόβλεψης της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας (Filis, 2009) και την διαφορά της τεκμαρτής από την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα ως μέτρο αναποτελεσματικότητας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος ύπαρξης περισσότερων της μιας τιμής για το ίδιο υποκείμενο την ίδια στιγμή, το 1977 πρώτος ο Gastineau (1977) πρότεινε την δημιουργία ενός δείκτη από τις διαφορετικές τιμές τεκμαρτής μεταβλητότητας από διάφορα δικαιώματα του ίδιου υποκειμένου με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων σταθμίσεων και μέχρι τη δημιουργία του πρώτου VIX το 1993 είχαν υπάρξει αρκετές μελέτες που πρότειναν διάφορα είδη σταθμίσεων για τον υπολογισμό της τιμής της μεταβλητότητας. Παρόλα αυτά όλες αυτές οι προσπάθειες δημιουργίας δείκτη μεταβλητότητας, αν και διέφεραν στην επιλογή των σταθμίσεων για την μεταβλητότητα κάθε δικαιώματος που χρησιμοποιούσαν για τον υπολογισμό του δείκτη, εντούτοις όλες βασίζονταν στο υπόδειγμα των Black & Scholes ή κάποια παραλλαγή αυτού.

Αν υπήρχαν προβλήματα στην εκτίμηση της μεταβλητότητας με την χρησιμοποίηση του υποδείγματος των Black & Scholes τότε η επιλογή διαφορετικών σταθμίσεων δεν λύνει το πρόβλημα απλώς προσπαθεί όσο το δυνατό καλύτερα να καλύψει τις ατέλειές του. Η ακαδημαϊκή κοινότητα αναζήτησε τρόπους να δημιουργήσει ένα υπόδειγμα μεταβλητότητας το οποίο να μην βασίζεται σε κάποιο συγκεκριμένο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων ώστε να αποφύγει τη μεροληψία που αυτό συνεπαγόταν και να παρέχει μια τιμή μεταβλητότητας σε κάθε διαφορετική χρονική στιγμή.

Εν τέλει με τις εξισώσεις υπολογισμού της μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος που πρότειναν οι (Demeterfi, et al., 1999) και οι (Britten-Jones & Neuberger, 2000) δημιουργήθηκε τρόπος υπολογισμού της (τεκμαρτής) μεταβλητότητας η οποία όμως θα ήταν απαλλαγμένη (ελεύθερη) από συγκεκριμένο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων. Η μεγάλη συμβολή ήταν, ότι με αυτόν τον τρόπο υπολογισμού, η τιμή της τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι μια για κάθε χρονική στιγμή και κοινή για όλα τα δικαιώματα.

Βέβαια κανένα υπόδειγμα ποτέ δεν είναι τέλειο ούτε θα υπάρξει τέλειο υπόδειγμα, και όπως έχει αναλυθεί σε προηγούμενη ενότητα και το υπόδειγμα με το οποίο υπολογίζεται ο νέος VIX ο οποίος αποτελεί την διακριτή έκδοση των εξισώσεων των (Demeterfi, et al., 1999) και (Britten-Jones & Neuberger, 2000) έχει αρκετές πηγές σφαλμάτων. Όμως το υπόδειγμα αυτό, εξυπηρετεί το βασικό του στόχο ο οποίος είναι να προσφέρει μια τιμή τεκμαρτής μεταβλητότητας σε κάθε ξεχωριστή χρονική στιγμή όπως μια τιμή λαμβάνει και η τυπική απόκλιση. Ένας δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας σε κάθε στιγμή θα πρέπει να παρουσιάζει μια τιμή τεκμαρτής μεταβλητότητας για να προσφέρει πληροφορία για την

στιγμιαία κατάσταση της αγοράς στους συμμετέχοντες. Ο έλεγχος ενός τέτοιου δείκτη και των τιμών του είναι σε αντιπαράθεση με την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα. Αν υπάρχουν διαφορές, τότε αυτές θα δείχνουν ή την ελλιπή προτίμηση των συμμετεχόντων στα δικαιώματα το οποίο δείχνει αποστροφή ρίσκου από τους επενδυτές ή σφάλματα στην εκτίμηση του τιμών της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Επίσης η τεκμαρτή μεταβλητότητα με την πρακτική του CBOE (όπως εφαρμόζεται στον VIX) έχει σχεδιασθεί ως η εκτίμηση των συμμετεχόντων για την μελλοντική πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα και μια από τις ερμηνείες της τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι ως το μέτρο της αναμενόμενης μεταβολής των μελλοντικών αποδόσεων. Συνεπώς θα ελεγχθεί κατά πόσο αυτή η πρόβλεψη είναι ακριβής. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια πρόβλεψης τόσο περισσότερο θα είναι δυνατό να βρεθεί ένα μοτίβο άρα μικρότερη η αποτελεσματικότητα της αγοράς. Η αδυναμία πρόβλεψης της μελλοντικής πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητα δεν θα σημαίνει αυτόματα την αποτελεσματικότητα της αγοράς. Σύμφωνα με τους (Bollerslev & Zhou, 2006) οι προβλέψεις της μελλοντικής πραγματοποιηθείσας από την τεκμαρτή μεταβλητότητα πάσχουν από σφάλματα μεροληψίας είτε λόγω σφαλμάτων υπολογισμού είτε λόγω περιορισμένων δεδομένων. Επίσης σύμφωνα με τα ευρήματα τους, η σχέση ασυμμετρίας μεταξύ υστέρησης αποδόσεων και μεταβλητότητας είναι ισχυρότερη για την τεκμαρτή μεταβλητότητα παρά για την πραγματοποιηθείσα. Το τελευταίο ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα επηρεάζεται από την εκτίμηση των συμμετεχόντων άρα η ιστορικότητα των αποδόσεων και η δυναμική της αγοράς επηρεάζει περισσότερο την διαμόρφωση εκτίμησης για την μελλοντική πραγματοποίηση της μεταβλητότητας άρα και την τεκμαρτή μεταβλητότητα. Μάλιστα οι (Bongiovanni, et al., 2016) επισημαίνουν και εντοπίζουν ότι τα σφάλματα των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι πιο έντονα όταν στην χρηματιστηριακή αγορά επικρατούν συνθήκες πτωτικών τιμών και έντονης μεταβλητότητας. Το εύρημα ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα επηρεάζεται περισσότερο από τις προηγούμενες αποδόσεις από ότι η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα έχει οδηγήσει άλλες έρευνες να ελέγξουν τη δυνατότητα πρόβλεψης της τιμής του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας (Ahoniemi, 2006).

Όμως γενικά η πρόβλεψη της μεταβλητότητας, αν είναι δυνατή, είναι σημαντική για την λήψη επενδυτικών αποφάσεων. Η πρόβλεψη της μεταβλητότητας δεν βασίζεται στην πρόβλεψη όλων των συνθηκών και όλων των τιμών για ένα χρονικό διάστημα ώστε να βρεθεί μια αναμενόμενη τιμή για την μεταβλητότητα και τον κίνδυνο μιας μετοχής ή ενός δείκτη. Αυτό θα προϋπόθετε μαντικές ικανότητες. Ουσιαστικά όταν αναφερόμαστε στην

πρόβλεψη της μεταβλητότητας αναφερόμαστε στην εκτίμηση των συνθηκών σήμερα για τα γεγονότα και τις εκτιμήσεις των συνθηκών που αναμένονται στο μέλλον ή στα γεγονότα και τις συνθήκες που θα αναμένονται στο μέλλον, ώστε να εκτιμήσουμε το μέγεθος της μελλοντικής αβεβαιότητας. Άρα προσπαθούμε σύμφωνα με τις πληροφορίες που έχουμε για το μέλλον και την εμπειρία του παρελθόντος, να εκτιμήσουμε την μελλοντική αβεβαιότητα και την επίδραση που θα έχει αυτή στην επενδυτική διαδικασία. Αν προσπαθούσαμε να προβλέψουμε συγκεκριμένα γεγονότα στο μέλλον, εκτός ότι αυτό θα προϋπόθετε μαντικές ικανότητες, θα σήμαινε πρόβλεψη ενός συγκεκριμένου βέβαιου γεγονότος άρα όχι εκτίμηση της αβεβαιότητας αλλά δημιουργία μιας κατανομής πιθανοτήτων μεταξύ συγκεκριμένων γνωστών εναλλακτικών. Είναι άλλο πράγμα να προσπαθήσουμε σύμφωνα με την ιστορικότητα και την εμπειρία μας να προβλέψουμε το μέγεθος των μεταβολών μιας μετοχής πριν από την ανακοίνωση ενός αγνώστου μερίσματος, και είναι άλλο πράγμα να προσπαθούμε να προβλέψουμε το ακριβές ποσό του μερίσματος και την ακριβή επίδραση στην μετοχή. Με αυτή την έννοια έχει νόημα να εξετάσουμε αν είναι δυνατή η πρόβλεψη της μεταβλητότητας και ποιο υπόδειγμα δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες πάνω σε αυτό το αντικείμενο και σε αρκετές αγορές. Είτε για την συγκριτική προβλεπτική ικανότητα οικονομετρικών υποδειγμάτων, (Ding & Meade, 2010), (Dutta, 2014) είτε για την συγκριτική προβλεπτική ικανότητα διαφόρων υποδειγμάτων εκτίμησης της μεταβλητότητας, (Blair, et al., 2001), (Giot, 2002), (Majmudar & Banerjee, 2004), (Hung, et al., 2009), (Shaikh & Padhi, 2014) είτε για την προβλεπτική ικανότητα της τεκμαρτής μεταβλητότητας και την σχέση της με την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα (Christensen & Prabhala, 1998), (Strunk Hansen, 2001), (Corrado & Miller Jr, 2005), (Degiannakis, 2008), (González & Novales, 2009) είτε για την προβλεπτική ικανότητα διάφορων υποδειγμάτων τεκμαρτής μεταβλητότητας (Rhee, et al., 2012), (Yao & Izzeldin, 2017). Μάλιστα οι (Kambouroudis, et al., 2016) κάνουν εκτίμηση αποτελεσμάτων από 78 διαφορετικές παλινδρόμησης που περιλαμβάνουν ως μεταβλητές, την εκτίμηση της μεταβλητότητας πλήθους διαφορετικών υποδειγμάτων. Τα αποτελέσματά των άνωθεν ερευνών αν και δεν συμφωνούν όλα με την ίδια άποψη, εντούτοις στις περισσότερες έρευνες που η τεκμαρτή μεταβλητότητα ήταν μια από τις εξεταζόμενες μορφές μεταβλητότητας, τα κατάφεραν καλύτερα στην πρόβλεψη της μελλοντικής μεταβλητότητας. Όπως παρουσίασαν και οι (Poon & Granger, 2003) οι οποίοι μελέτησαν ένα μεγάλο αριθμό ερευνών, τα ευρήματα αν και ποικίλουν, συνολικά κατατάσσουν την τεκμαρτή μεταβλητότητα στην καλύτερη θέση. Ο (Giot, 2002) συνδυάζει την ερμηνεία της τεκμαρτής μεταβλητότητας ως μέτρου αβεβαιότητας με την ερμηνεία ως μέτρου φόβου (λόγω της συχνά παρατηρούμενης

αντίθετη πορείας μεταξύ μεταβλητότητας και αποδόσεων) και προσπαθεί να βρει μοτίβα πρόβλεψης των μελλοντικών αποδόσεων και πιθανού τρόπους εκμετάλλευσης αυτών των μοτίβων. Αντιθέτως οι (Becker, et al., 2007) με την μεθοδολογία που ακολούθησαν, δεν μπόρεσαν να βρουν ευρήματα που να αποδεικνύουν ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα όπως υπολογίζεται από υπολογιστικά μοντέλα τύπου VIX έχουν καλύτερη προβλεπτική ικανότητα από οικονομετρικά μοντέλα. Άλλες έρευνες είχαν ευρήματα υπέρ της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας που υπολογίζεται με το άθροισμα ενδοημερήσιων αποδόσεων (Koopman, et al., 2005). Κάνοντας ένα έλεγχο για την προβλεπτική ικανότητα και τη δυνατότητα οικονομικής εκμετάλλευσης αυτής της προβλεπτικής ικανότητας των διάφορων υποδειγμάτων, οι (Konstantinidi, et al., 2008) υποστηρίζουν ότι αν και τα ευρήματα τους για την προβλεπτική ικανότητα της μεταβλητότητας εξαρτώνται από το χρησιμοποιούμενο υπόδειγμα, εντούτοις δεν έχουν οικονομική σημασία. Στην έρευνα τους μετά τον έλεγχο των υποδειγμάτων για την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα της μελλοντικής μεταβλητότητας, έλεγξαν αν υπήρχε η δυνατότητα δημιουργίας χαρτοφυλακίων που να έχουν υπερβάλλουσες αποδόσεις ακολουθώντας το υπόδειγμα με τις καλύτερες επιδόσεις, πράγμα το οποίο δεν κατέστη δυνατό.

Ασύμμετρη αρνητική σχέση

Η ασύμμετρη αρνητική σχέση μεταξύ μεταβλητότητας και αποδόσεων έχει ερευνηθεί ελεγχθεί και τεκμηριωθεί μέσα από αρκετές έρευνες σε όλο τον κόσμο. Επίσης σε περιόδους αυξημένης μεταβλητότητας αυξάνεται το ασφάλιστρο κινδύνου (French, et al., 1987) συνεπώς αυξάνονται οι αξιούμενες αποδόσεις από τους επενδυτές. Παρόλα αυτά δεν πρέπει να θεωρείται ως κάτι δεδομένο αφού ακόμα και στην ίδια αγορά διαφέρει η ένταση της εμφάνιση αυτής της σχέσης μεταξύ δεικτών μετοχών και αυτόνομων μετοχών (Dennis, et al., 2006). Επίσης παρά το γεγονός ότι αυτή η σχέση θεωρείται ως δεδομένη στις ΗΠΑ, δεν εμφανίζεται με την ίδια δυναμική σε άλλες αναπτυγμένες αγορές (Economou, et al., 2017) αλλά ακόμα και στις ΗΠΑ δεν υπάρχει δυνατότητα αποκόμισης κέρδους παρατηρώντας ή ερμηνεύοντας την πορεία του VIX (Arak & Mijid, 2006) . Σε παλαιότερη έρευνα (Koutmos, et al., 1993) είχε παρατηρηθεί η αντίθετη ασύμμετρη σχέση μεταξύ μεταβλητότητας και αποδόσεων με την έννοια ότι τα θετικά σοκ επιδρούσαν περισσότερο στην μεταβλητότητα από τα αρνητικά και αυτή η διαφοροποίηση από άλλα χρηματιστήρια είχε επισημανθεί πολλάκις στο άρθρο τους. Συνεπώς οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την ασύμμετρη σχέση μπορεί να εξαρτώνται από την ωριμότητα του χρηματιστηρίου από την ύπαρξη παραγώγων από την δυνατότητα αντισταθμίσεως και κυρίως από την δυνατότητα των συμμετεχόντων να λάβουν αρνητική θέση στο χρηματιστήριο. Επίσης η αναποτελεσματικότητα της Ελληνικής χρηματιστηριακής αγοράς υποδεικνύεται και σε νεότερες έρευνες (Siourounis, 2002), (Sariannidis, et al., 2015), που όμως καταλήγουν σε αντίθετα συμπεράσματα σχετικά με την ασυμμετρία των αρνητικών αποδόσεων με την μεταβλητότητα, καθώς στην πρώτη από τις δύο επιβεβαιώνεται η ασυμμετρία, ενώ στην δεύτερη επισημαίνεται ότι δεν υπάρχουν ευρήματα ασυμμετρίας. Αντιθέτως στην έρευνα των (Drakos, et al., 2010) επισημαίνεται η ασυμμετρία με διάφορα υποδείγματα και ελέγχεται το είδος και η πηγή της αν είναι διαρκής (κατά την οποία αναμένονται διαφορετικές αποδόσεις ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες) ή αν είναι δυναμική ασυμμετρία που πηγάζει από προσωρινές ασυμμετρίες. Το Ελληνικό χρηματιστήριο είναι μια μικρή σχετικά αγορά χωρίς διασύνδεση με χρηματιστήρια της Ευρώπης με εξαίρεση αυτό της Κύπρου. Επηρεάζεται αρκετά από τις συνθήκες που επικρατούν διεθνώς αλλά περισσότερο επηρεάζεται από τις εσωτερικές ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα καθώς εκτός από το χρηματιστήριο και η γενικότερη οικονομία της Ελλάδας έχει αρκετές ιδιαιτερότητες. Την τελευταία οκταετία η πορεία της Ελληνικής οικονομίας έχει αυτονομηθεί τελείως και το χρηματιστήριο έχει μείνει παγιδευμένο στα χαμηλότερα επίπεδα

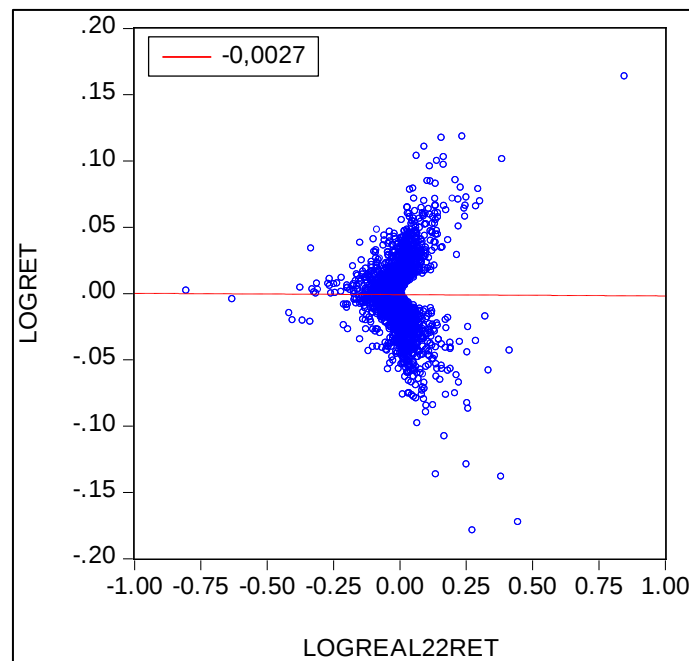
αρκετών ετών με μικρό σχετικό εύρος διακύμανσης και μειωμένο ενδιαφέρον συμμετοχής όπως αυτό εκφράζεται από τον τζίρο του χρηματιστηρίου. Συνεπώς λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών η ασύμμετρη σχέση στο Ελληνικό χρηματιστήριο θα πρέπει πρώτα να διερευνηθεί και όχι να θεωρηθεί ως δεδομένη.

Ο πιο εύκολος τρόπος ελέγχου της ασυμμετρίας είναι υλοποιώντας, για τις αποδόσεις του δείκτη, ένα ασύμμετρο υπόδειγμα όπως το EGARCH και του ελέγχου του πρόσημου του συντελεστή που μετράει την ασυμμετρία.

$$\ln(\sigma_t^2) = -0,2236 + (-0,0499) \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + 0,1774 \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + 0,9888 \ln(\sigma_{t-1}^2)$$

Ο συντελεστής που μετράει την ασυμμετρία τον οποίο στην (1.18) συμβολίσαμε με (γ) στην άνωτη εξίσωση είναι -0,0499 και είναι στατιστικά σημαντικός (p -value = 0), το οποίο υποδηλώνει ασυμμετρία μεταξύ προηγούμενων διαταραχών και της τρέχουσας διακύμανσης.

Για να επιβεβαιώσουμε αυτήν την ελαφρώς αρνητική σχέση διενεργούμε άλλους δύο ελέγχους. Πρώτα ελέγχουμε την συσχέτιση της ιστορικής μεταβλητότητας των 22 ημερών με τις αποδόσεις του δείκτη. Η συσχέτιση βλέπουμε στο κάτωτι διάγραμμα ότι είναι αρνητική αλλά είναι μόλις -0,0027 (σχεδόν μηδενική). Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρατηρούμε ότι οι παρατηρήσεις με θετική συσχέτιση είναι περίπου όσες και οι παρατηρήσεις με αρνητική συσχέτιση και είναι ένα διάγραμμα που γίνεται άμεσα εμφανής η ετεροσκεδαστικότητα.



Διάγραμμα 27

Επίσης υλοποιώ μια παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την ποσοστιαία μεταβολή της ιστορικής μεταβλητότητας και ανεξάρτητες τις ομόχρονες (ποσοστιαίες) αποδόσεις του δείκτη και τις προηγούμενες τέσσερις υστερήσεις των αποδόσεων.

$$\% \Delta(\text{real22}) = -9.21e^{-05} - 0.0097*(r) - 0.0811*(r_{-1}) - 0.0885*(r_{-2}) - 0.01*(r_{-3}) - 0.0586*(r_{-4})$$

$$(0.9390) \quad (0.8481) \quad (0.1077) \quad (0.0796) \quad (0.8425) \quad (0.2446)$$

$R^2 = 0.0025$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

$\% \Delta(\text{real22})$: είναι η ποσοστιαία μεταβολή της ημέρας της τυπικής απόκλισης 22 ημερών

r : είναι η ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη.

Ο δείκτης -1, -2, -3, -4 αναφέρεται στην υστέρηση (1 έως 4) ημερών.

Και με αυτό το μέτρο αν και βρίσκουμε μια ελαφριά αρνητική συσχέτιση, το R^2 είναι εξαιρετικά μικρό και οι περισσότεροι συντελεστές είναι στατιστικά ασήμαντοι.

Τέλος τρέχουμε μια παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή το ύψος της τυπικής απόκλισης των 22 ημερών και ανεξάρτητες μεταβλητές τις αρνητικές (r^-) και τις θετικές ποσοστιαίες μεταβολές (r^+).

$$\text{real22} = 27,09 + 410,67*(r^+) - 416,57*(r^-)$$

$$(0.00) \quad (0.00) \quad (0.00)$$

$R^2 = 0.1754$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

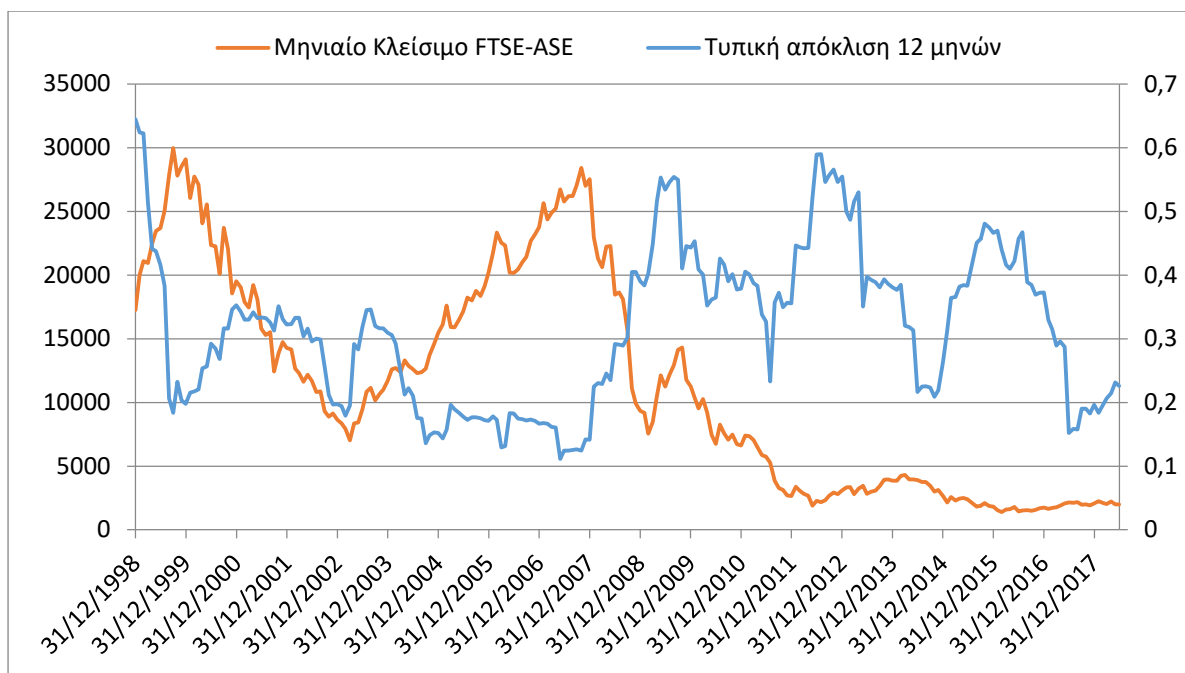
real22 : είναι η τυπική απόκλιση 22 ημερών

r^+ : είναι οι θετικές ποσοστιαίες μεταβολές του δείκτη.

r^- : είναι οι αρνητικές ποσοστιαίες μεταβολές του δείκτη.

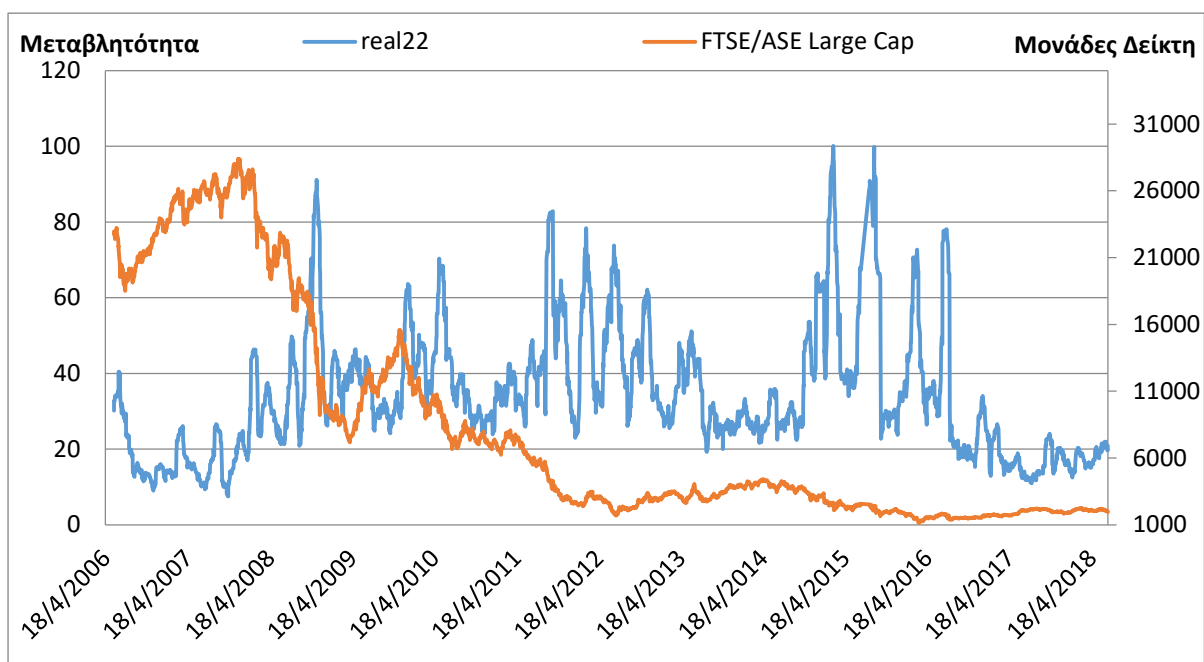
Το R^2 είναι 0,1754 και βλέπουμε ότι ο συντελεστής των αρνητικών αποδόσεων είναι αρνητικός και σε απόλυτες τιμές μεγαλύτερος (ελαφρώς) από το συντελεστή των θετικών. Άρα σε αυτή την περίπτωση έχουμε ενδείξεις ότι το ύψος της μεταβλητότητας επηρεάζεται περισσότερο από τις αρνητικές αποδόσεις.

Επίσης το κάτωθι διάγραμμα των μηνιαίων κλεισιμάτων του δείκτη FTSE/ASE Large Cap από το 1998 και τις τυπική απόκλισης των μηνιαίων αποδόσεων 12 μηνών εμφανίζει ενδείξεις αυτής της αντίστροφης σχέσης.



Διάγραμμα 28

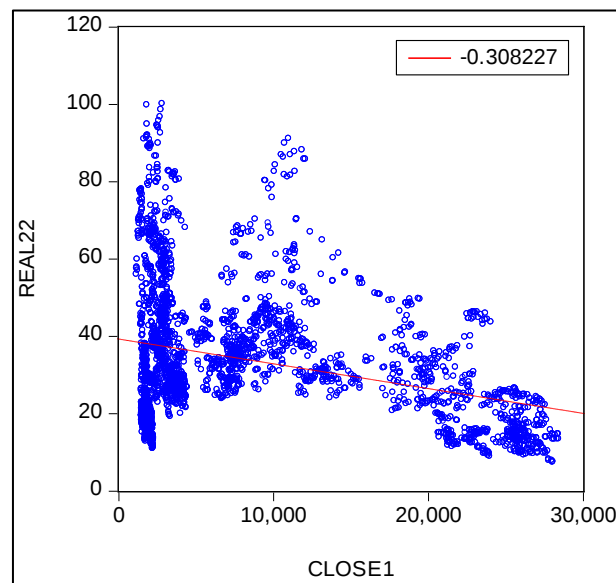
Ενώ και με ημερήσια δεδομένα από τις 18/04/2006 βλέπουμε να παρουσιάζονται ενδείξεις αντίστροφης σχέσης μεταξύ του δείκτη και της μεταβλητότητας των 22 ημερών.



Διάγραμμα 29

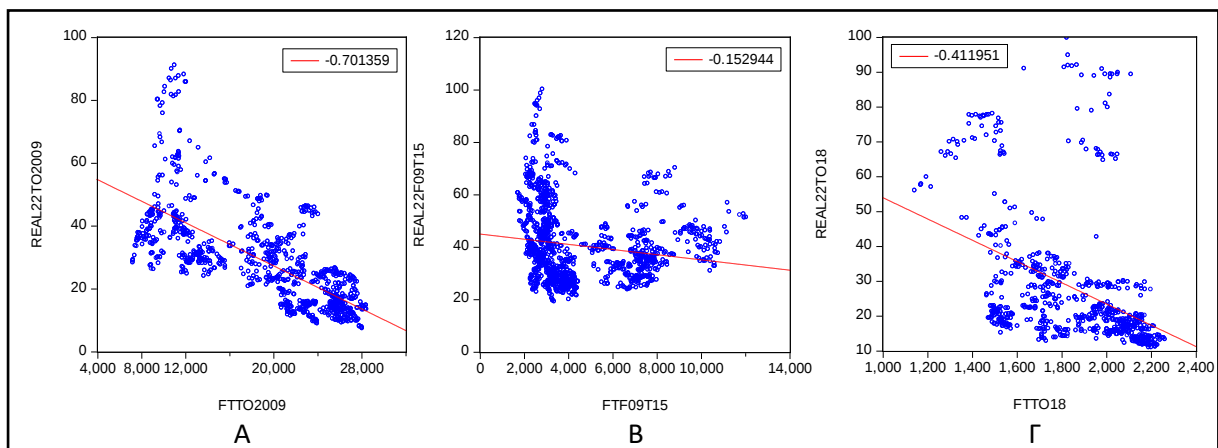
Συνολικά μπορούμε να πούμε ότι αν και υπάρχουν κάποιες ενδείξεις για την ύπαρξη ασύμμετρης σχέσης μεταξύ των αποδόσεων του δείκτη και της μεταβλητότητας, ωστόσο παρατηρώντας τις πολύ χαμηλές τιμές των συντελεστών προσδιορισμού στις παλινδρομήσεις που προηγήθηκαν, δεν μπορούμε να δεχθούμε ότι αποδείχθηκε αυτή η ασύμμετρη σχέση.

Όμως η αντίστροφη σχέση μεταξύ του δείκτη και της μεταβλητότητας είναι πιο ξεκάθαρη σχέση όπως εμφανίζεται στα άνωθι διαγράμματα και στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 30

Στο άνωθι διάγραμμα παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ της ετησιοποιημένης πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας (τυπικής απόκλισης) 22 ημερών και του κλεισίματος του δείκτη. Όμως βλέπουμε ότι ένα μεγάλο μέρος των παρατηρήσεων βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα του δείκτη. Για να ξεκαθαρίσω αυτή την εικόνα χωρίζω το διάστημα σε τρεις λογικές περιόδους.



Διάγραμμα 31

Στην πρώτη περίοδο (περίπτωση Α του άνωθι διαγράμματος) από τις 18/04/2006 έως το τέλος του 2009. Θεωρώ αυτή την περίοδο ότι πλησιάζει πιο κοντά στην κανονικότητα. Σε αυτή την περίοδο η συσχέτιση μεταξύ του δείκτη και της τυπικής απόκλισης ήταν -0,701359 δηλαδή ήταν μια έντονα αρνητική σχέση.

Η δεύτερη περίοδος (περίπτωση Β του άνωθι διαγράμματος) από την έναρξη του 2010 έως 26/06/2015 είναι η ιδιαίτερη περίοδος της έναρξης της επιτήρησης και των πρώτων μνημονίων. Σε αυτή την περίοδο η συσχέτιση της τυπικής απόκλισης και του δείκτη ήταν -0,152944. Αυτό σήμαινε ότι αν και υπήρχε μια αντίθετη σχέση μεταξύ μεταβλητότητας και επιπέδου του δείκτη και σε αυτή την περίοδο, όμως αυτή η σχέση ήταν λιγότερο ευδιάκριτη. Πιθανά αυτό να εξηγείται από το γεγονός ότι ο δείκτης έως το καλοκαίρι του 2012 ήταν διαρκώς πτωτικός. Όταν ξεκίνησε κάποια ανοδική πορεία και ξέφυγε από τα χαμηλά του, τουλάχιστο το πρώτο διάστημα, ήταν πιο νευρικός (δηλαδή είχε μεγαλύτερη μεταβλητότητα) όσο ανέβαινε.

Η τρίτη περίοδο (περίπτωση Γ του άνωθι διαγράμματος) είναι από την έναρξη των capital controls μέχρι 29/06/2018. Αν και ο δείκτης ήταν και είναι σε χαμηλά επίπεδα, οι αρνητικές εξελίξεις συνεχίζουν να επιδρούν περισσότερο στην τιμή του δείκτη. Οι αρνητικές εξελίξεις ρίχνουν τον δείκτη πιο επιθετικά σε αντίθεση με τις περιόδους απουσίας αρνητικών γεγονότων κατά τις οποίες ο δείκτης είναι πιο διστακτικός στην άνοδο παρά το ιδιαίτερα χαμηλό του επίπεδο, κοντά στα ιστορικά χαμηλά του.

Το ότι ο FTSE/ATHEX Large Cap είναι κοντά στην χαμηλότερη τιμή του είναι ένας χαρακτηρισμός που όμως βασίζεται στα κάτωθι ιστορικά δεδομένα.

- ήταν στη υψηλότερη τιμή του την 31/10/2007 στις 28.412,3 μονάδες
- Η ιστορικά χαμηλότερη τιμή του ήταν την 11/02/2016 στις 1.141,3 μονάδες (-95,983% από τα υψηλά του),
- ενώ την 29/06/2018 ήταν στην τιμή 1.986,85 μονάδες (-93,007% από τα ψηλά του).

Variance risk premium

Η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι η μεταβλητότητα που οι συμμετέχοντες στην αγορά αναμένουν. Τελείως πρακτικά η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι όπως λέει το όνομά της η μεταβλητότητα που τεκμαίρεται από τις τιμές των δικαιωμάτων. Οι τιμές των δικαιωμάτων προσδιορίζονται από τις προσδοκίες των συμμετεχόντων άρα η μεταβλητότητα που τεκμαίρεται από τις τιμές των δικαιωμάτων είναι η μεταβλητότητα που οι συμμετέχοντες στην αγορά αναμένουν να επικρατήσει. Παρά το γεγονός ότι η εκτίμηση των συμμετεχόντων βασίζεται σε λογικές και τεκμηριωμένες προβλέψεις και παρά το γεγονός ότι η διαδικασία του arbitrage διορθώνει σημαντικά αποκλίνοσες προσδοκίες από την εκτίμηση της αγοράς, η τεκμαρτή και η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα διαφέρουν. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που αυτό το γεγονός μπορεί να συμβαίνει.

Μια εξήγηση είναι ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι μια εκτίμηση των συμμετεχόντων για την μελλοντική πραγματοποίηση της μεταβλητότητας είναι δηλαδή η μεταβλητότητα που όσοι ασχολούνται με την αγορά δικαιωμάτων, αναμένουν ότι θα επικρατήσει στην αγορά το επόμενο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με αυτή την επιχειρηματολογία η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι η εκτίμηση της μελλοντικής μεταβλητότητας (ή του μέσου όρου της μελλοντικής μεταβλητότητας) άρα μπορεί να διαφέρει από την σημερινή πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα ή την ιστορική μεταβλητότητα (τυπική απόκλιση).

Μια άλλη εξήγηση είναι ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα επηρεάζεται από το συναίσθημα και τον φόβο των συμμετεχόντων. Η τεκμαρτή μεταβλητότητα δεν τεκμαίρεται από τις τιμές στο σύνολο της χρηματιστηριακής αγοράς αλλά από ένα γνήσιο υποσύνολό της την αγορά των δικαιωμάτων. Αν υπάρχει φόβος για το μέλλον τότε μπορεί κάποιοι να αγοράζουν δικαιώματα στην αγορά παραγώγων σε υψηλότερες τιμές για να περιορίσουν την έκθεσή τους σε πιθανές ζημιές υπό τον φόβο της απεριόριστης ζημιάς που έχουν τα προϊόντα με γραμμική σχέση κέρδους όπως μετοχές και ΣΜΕ.

Μια άλλη εξήγηση που συνάδει με την συμπεριφορική χρηματοοικονομική είναι ότι όταν υπάρχει η βεβαιότητα της σίγουρης ζημιάς τότε οι περισσότεροι επιζητούν την αβεβαιότητα παρά την βεβαιότητα μιας σίγουρης ζημιάς. Αυτό μπορεί να οδηγήσει κάποιους οι οποίοι έχουν ήδη υποστεί ζημιές ή είναι πιθανό να υποστούν ζημιές να επιζητήσουν την αβεβαιότητα αγοράζοντας δικαιώματα, ωθώντας έτσι τις τιμές και την τεκμαρτή τους μεταβλητότητα σε υψηλότερα επίπεδα.

Τέλος μια εξήγηση για την διαφορά, είναι ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι μια μεροληπτική και ανεπαρκής εκτίμηση της μεταβλητότητας

Όποιος και αν είναι ο λόγος που η τεκμαρτή μεταβλητότητα διαφέρει από την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα, το γεγονός είναι ότι αυτή η διαφορά υπάρχει και δεν είναι σταθερή. Οι (Bollerslev, et al., 2004) ήταν από τους πρώτους που παρατήρησαν αυτή την σχέση και προσπάθησαν να την μοντελοποιήσουν με την δημιουργία ενός δείκτη αποστροφής κινδύνου ώστε να εξετάσουν τη δυνατότητα πρόβλεψης των μελλοντικών αποδόσεων. Αργότερα (Bollerslev, et al., 2009) έγινε προσπάθεια για την απλοποίηση του δείκτη και την αποτύπωση της διαφοράς με πραγματικές μεταβλητές ευθέως παρατηρούμενες στην αγορά. Βρήκαν ότι η απλή διαφορά της τεκμαρτής διακύμανσης μείον την μελλοντική πραγματοποιηθείσα διακύμανση, μπορεί να αποτυπώσει την διαφορά το ίδιο καλά με τον προηγούμενο τρόπο υπολογισμού και κατάληξαν στον κάτωθι τύπο

$$VarRP_t = IVar_t - RVar_t \quad (2.1)$$

Ο οποίος λέει ότι το πριμ (ασφάλιστρο) της διακύμανσης ορίζεται ως η διαφορά της *ex ante* εκτίμησης της μελλοντικής διακύμανσης (που εκφράζεται με την τεκμαρτή διακύμανση) μείον την *ex post* πραγματοποιηθείσα διακύμανση. Ο άνωθι τύπος είναι απλοποίηση του $EVarRP_t = IVar_t - E_t(RVar_{t+1})$. Θεωρώντας την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα ως στοχαστική διαδικασία *martingale*, η σημερινή αναμενόμενη τιμή της μελλοντικής πραγματοποιημένης διακύμανσης είναι η σημερινή πραγματοποιηθείσα διακύμανση. Έτσι στον αρχικό τύπο αντικατέστησαν την $E_t(RVar_{t+1}) = RVar_t$ και προέκυψε ο τύπος (2.1). Μετά από την ιδέα της διαφοράς της τεκμαρτής από την πραγματοποιηθείσα διακύμανση ως ασφαλίστρου διακύμανσης ήρθαν έρευνες που μελετούσαν το φαινόμενο με σκοπό να προβλέψουν την μελλοντική μεταβλητότητα χρησιμοποιώντας ένα δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας και του ασφαλίστρου διακύμανσης (Bekaert & Hoerova, 2014).

Θεωρώντας την τεκμαρτή μεταβλητότητα ως μεροληπτική εκτίμηση της μελλοντικής μεταβλητότητας (Andersen, et al., 2007), και με την ευρεία διάδοση της ιδέας του ασφαλίστρου διακύμανσης, επιχειρήθηκε να διορθωθεί η τεκμαρτή μεταβλητότητα. Οι έρευνες των (DeMiguel, et al., 2013) και (Prokopczuk & Simen, 2014) προώθησαν την ιδέα της σχετικής τιμής του ασφαλίστρου διακύμανσης. Αντί να εξετάσουν την διαφορά τεκμαρτής μείον πραγματοποιηθείσας διακύμανσης που αυτή η διαφορά εξαρτάται από το ύψος των δύο τιμών, εισήγαγαν την έννοια του σχετικού ασφαλίστρου (*VRP*) ως του λόγου της τεκμαρτής διακύμανσης ελεύθερης υποδείγματος *MFIV*² (*Model Free Implied Volatility*)

προς την πραγματοποιηθείσα διακύμανση. Έτσι ενώ το μέγεθος του ασφαλίστρου υπολογιζόμενο ως διαφορά εξαρτιόταν από το απόλυτο μέγεθος των μέτρων της διακύμανσης, υπολογιζόμενο ως λόγος έδινε μια τιμή συγκρίσιμη, όποιο και να ήταν το μέγεθος των μέτρων της διακύμανσης όποιες και να ήταν οι συνθήκες. Η διαφορά των δύο ερευνών ήταν ότι στην μια (DeMiguel, et al., 2013) το σχετικό ασφαλιστρο υπολογιζόταν ως ο λόγος του μέσου όρου της τεκμαρτής διακύμανσης δια τον μέσο όρο της πραγματοποιηθείσας διακύμανσης για το διάστημα ενός έτους πριν την ημερομηνία έναρξης της περιόδου πρόβλεψης

$$VRP_t = \frac{\sum_{i=t-251-k}^{t-k} MFIV_{i,i+k}^2}{\sum_{i=t-251-k}^{t-k} RV_{i,i+k}^2} \quad (2.2)$$

Στην άλλη έρευνα (Prokopczyk & Simen, 2014) το σχετικό ασφαλιστρο κινδύνου υπολογιζόταν ως ο μέσος όρος των σχετικών ασφαλίστρων κινδύνου για την χρονική περίοδο ενός χρόνου πριν έως την έναρξη της περιόδου πρόβλεψης

$$VRP_t = \frac{1}{252-k} \sum_{i=t-252}^{t-k} \frac{MFIV_{i,i+k}^2}{RV_{i,i+k}^2} \quad (2.3)$$

Τελικά η διορθωμένη τεκμαρτή μεταβλητότητα $CMFIV$ υπολογίζεται ως εξής

$$CMFIV_{i,i+k} = \frac{MFIV_{i,i+k}}{\sqrt{VRP_t}} \quad (2.4)$$

Ελέγχοντας το νέο μέτρο της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας και την οικονομική σημασία του, οι (Kourtis, et al., 2016) επιβεβαίωσαν την ανωτερότητα της σε σχέση με την απλή τεκμαρτή μεταβλητότητα και κατέληξαν ότι το νέο αυτό μέτρο είναι το πιο αξιόπιστο για την πρόβλεψη της μελλοντικής μεταβλητότητας του επομένου μήνα.

Το μέτρο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο για να βελτιώσει την αξιοπιστία του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Πρωταρχικός σκοπός μου είναι η δημιουργία ενός δείκτη μεταβλητότητας που να παρουσιάζει σε πραγματικό χρόνο την

εκτίμηση της μεταβλητότητας από τους συμμετέχοντες. Συνεπώς για αυτό το λόγο χρειαζόμαστε την τεκμαρτή μεταβλητότητα που είναι η εκτίμηση των συμμετεχόντων για την μεταβλητότητα και ένα τρόπο για να βελτιώσουμε την αξιοπιστία της. Όπως παρουσιάστηκε, ο τύπος υπολογισμού της τεκμαρτής μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος ο οποίος προέρχεται από την μεθοδολογία υπολογισμού του VIX, πάσχει από τα σφάλματα που επισημαίνουν οι (Jiang & Tian, 2007) στην έρευνά τους. Το κυριότερο μειονέκτημα στο τύπο υπολογισμού του VIX και πολύ περισσότερο του VFTASE είναι ότι όσο λιγότερα είναι τα δικαιώματα που λαμβάνονται υπόψιν για τον υπολογισμό του δείκτη τόσο λιγότερα είναι τα δικαιώματα που χάνεται και τόσο μεγαλύτερο είναι το σφάλμα της προσέγγισης που γίνεται. Αν και στην περίπτωση του VIX το σφάλμα προσέγγισης είναι σχετικά μικρό, στο Ελληνικό χρηματιστήριο λόγω της μειωμένης εμπορευσιμότητας και χαμηλού ενδιαφέροντος μεγεθύνεται σημαντικά. Η μεγάλη έλλειψη τιμών από δικαιώματα για να εξαχθεί η τεκμαρτή μεταβλητότητα μεγεθύνει το συγκεκριμένο σφάλμα και μπορεί να επηρεάσει την γενικότερη αξιοπιστία του δείκτη.

Διόρθωση Ελληνικού Δείκτη Τεκμαρτής Μεταβλητότητας

Για την βελτίωση της αξιοπιστίας του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας σε πραγματικό χρόνο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μέτρο του σχετικού ασφαλιστρου κινδύνου διακύμανσης. Όμως η προτεινόμενη χρονική περίοδος από τις δύο προαναφερθείσες έρευνες, θεωρώ ότι είναι πολύ μεγάλη για ένα μέτρο που παρουσιάζει τον κίνδυνο σε πραγματικό χρόνο. Ο μέσος όρος του πηλίκου της τεκμαρτής διακύμανσης προς την πραγματοποιηθείσα διακύμανση θα πρέπει να επιλεγθεί έτσι ώστε να αποτυπώνει την τρέχουσα εκτίμηση της μεταβλητότητας και να μην λειτουργεί ως ένας μακροχρόνιος κινητός μέσος όρος που εξομαλύνει τις μεγάλες μεταβολές. Κύριος σκοπός των συγκεκριμένων ερευνών ήταν να βελτιώσουν την μακροχρόνια προβλεπτική ικανότητα της τεκμαρτής μεταβλητότητας, με δεδομένο ότι η μεταβλητότητα είναι μια διαδικασία με επιστροφή στο μέσο. Όμως εγώ θέλω να βελτιώσω την τρέχουσα εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας και την αντιμετώπιση των προβλημάτων μειωμένης εμπορευσιμότητας της Ελληνικής αγοράς.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος θα ακολουθήσω την κάτωθι τακτική

Υπολογίζω τον λόγο τεκμαρτής διακύμανσης (ως το τετράγωνο του VFTASE) δια την διακύμανση για κάθε ημέρα από την 22^η εργάσιμη πριν την τελευταία συνεδρίαση έως την πρώτη εργάσιμη πριν την τελευταία συνεδρίαση. Αυτό είναι ένα χρονικό διάστημα 21 ημερών για το οποίο θα υπολογίσουμε το πηλίκο των διακυμάνσεων. Στη συνέχεια υπολογίζουμε το μέσο όρο και βρίσκουμε το VRP της ημέρας σύμφωνα με τον τύπο (2.5)

$$VRP_t = \frac{1}{22-1} \sum_{i=t-22}^{t-1} \frac{VFTASE_i^2}{RV_i^2} \quad (2.5)$$

Στη συνέχεια η διορθωμένη τιμή του VFTASE υπολογίζεται ως εξής

$$C - VFTASE_t = \frac{VFTASE_t}{\sqrt{VRP_t}} \quad (2.6)$$

Κάθε ημέρα θα έχουμε το δείκτη VRP_t των προηγούμενων 21 ημερών και η τιμή αυτή θα ισχύει για ολόκληρη την συνεδρίαση της τρέχουσας ημέρας. Συνεπώς για τον υπολογισμό του διορθωμένου δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι ανάγκη να εκτιμηθεί και να ανευρεθεί η βέλτιστη μέθοδος υπολογισμού. Όσον αφορά τον VFTASE πεδίο ανησυχίας

είναι αν κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης θα έχουμε αρκετές τιμές δικαιωμάτων για να υπολογίζουμε με μικρό περιθώριο σφάλματος την τεκμαρτή μεταβλητότητα. Στο σημείο αυτό επισημαίνεται ότι ο υπολογισμός των ιστορικών τιμών του VFTASE έγινε με τις τιμές εκκαθάρισης. Όμως κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίασης δεν χρειάζεται να χρησιμοποιούμε τις τιμές των πράξεων των δικαιωμάτων αλλά να ακολουθήσουμε την λογική του CBOE και να χρησιμοποιήσουμε, την μέση απόσταση μεταξύ της τιμής αγοράς και της τιμής πώλησης (bid offer spread). Αν και ο αριθμός των διακινηθέντων δικαιωμάτων ανά ημέρα είναι μικρός και ο αριθμός των διαφορετικών δικαιωμάτων στα οποία έχει γίνει πράξη είναι ακόμα μικρότερος, εντούτοις οι ειδικοί διαπραγματευτές δίνουν σε συνεχή χρόνο τιμές αγοράς και πώλησης. Συνήθως οι ειδικοί διαπραγματευτές δίνουν τιμές σε αρκετά δικαιώματα με συνέπεια να μην υπολείπεται η αξιοπιστία της ενδοσυνεδριακής τεκμαρτής μεταβλητότητας από την τεκμαρτή μεταβλητότητα στο κλείσιμο. Πρακτικά οι ειδικοί διαπραγματευτές προσφέρουν τιμές αγοράς και πώλησης σε συνεχή χρόνο έτσι ώστε να απολαμβάνουν κάποιες εκπτώσεις χρεώσεων από τα χρηματιστήριο ως επιβράβευση για την αύξηση της εμπορευσιμότητας. Στην πραγματικότητα όμως οι ειδικοί διαπραγματευτές δεν θέλουν να κάνουν πράξη παρά μόνο να κερδίσουν την έκπτωση. Συνεπώς οι τιμές που δίνουν προσπαθούν να ισαπέχουν από μια μέση θεωρητική τιμή. Αυτή η μέση, άγνωστη, θεωρητική τιμή του κάθε δικαιώματος, την οποία προσπαθούν να βρουν οι ειδικοί διαπραγματευτές έχει όλες τις μεταβλητές γνωστές εκτός από την τεκμαρτή μεταβλητότητα, δηλαδή την εκτίμηση της αγοράς για την στιγμιαία μεταβλητότητα. Για να το καταφέρουν αυτό προσπαθούν να μεταβάλουν διαρκώς τις τιμές προσφοράς και ζήτησης (ζεύγος τιμών) ώστε να μην είναι κοντά στην άγνωστη θεωρητική τιμή. Καθώς όλες οι άλλες παράμετροι υπολογισμού είναι γνωστοί και δεδομένοι, ο τρόπος για την αλλαγή του ζεύγους των τιμών είναι η αλλαγή της εκτίμησης για την μεταβλητότητα ώστε να μετακινηθεί το ζεύγος τιμών είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Η ύπαρξη αρκετών ειδικών διαπραγματευτών που όλοι προσπαθούν ώστε τα ζεύγη τιμών για τα δικαιώματα να ισαπέχουν από την θεωρητική τιμή, άρα κάνουν συνεχής διορθώσεις στα συστήματά τους ώστε να εκτιμήσουν την τεκμαρτή μεταβλητότητα κάθε χρονική στιγμή, προσφέρουν την καλύτερη εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Συνεπώς η ενδοσυνεδριακή εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας δεν υπολείπεται της τεκμαρτής μεταβλητότητας με τις τιμές εκκαθάρισης (μάλλον το αντίθετο συμβαίνει) και δεν εξαρτάται από τον αριθμό των πράξεων αρκεί να υπάρχει ικανός αριθμός δικαιωμάτων που τιμολογούνται κάθε στιγμή από τους ειδικούς διαπραγματευτές.

VRPE και VFTASE

Όσον αφορά την μεθοδολογία υπολογισμού, η επιλογή 21 παρατηρήσεων για τον υπολογισμό του VRP_t προσφέρει μια βραχυχρόνια εκτίμηση της σχετικής τιμής του ασφαλιστρου διακύμανσης. Ως βραχυχρόνιο μέτρο προσφέρει μεγαλύτερη αμεσότητα αλλά παράλληλα είναι περισσότερο επιρρεπές ως μέτρο σε μακροχρόνια σφάλματα. Συνεπώς αφού θα είναι περισσότερο επιρρεπές σε μακροχρόνια σφάλματα για να έχει έννοια ύπαρξης θα πρέπει να υπερτερεί ως βραχυχρόνιο μέτρο. Για την μέγιστη βελτίωση της τιμής του VRP_t αντί να τον υπολογίσουμε ως απλό μέσο όρο του πηλίκου της τεκμαρτής διακύμανσης δια την διακύμανση θα τον υπολογίσουμε ως εκθετικά σταθμισμένο μέσο όρο, όπου οι πιο πρόσφατες τιμές του πηλίκου θα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα.

Συνεπώς ο τύπος που θα υπολογίσουμε την σχετική τιμή του ασφαλιστρου διακύμανσης θα είναι ο κάτωθι

$$VRPE_t = \sum_{i=t-22}^{t-1} \left(\alpha_i \times \frac{VFTASE_i^2}{RV_i^2} \right) \quad (2.7)$$

$$\mu\epsilon \quad \alpha_i = \frac{\lambda^{|i|-1} (1-\lambda)}{1-\lambda^{21}} \quad \kappa\alpha\iota \quad \lambda = 0,94$$

Και τελικά η διορθωμένη τιμή τεκμαρτής μεταβλητότητας για το Ελληνικό χρηματιστήριο προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο

$$VFTASEC_t = \frac{VFTASE_t}{\sqrt{VRPE_t}} \quad (2.8)$$

Η τιμή του $VRPE_t$ έχει εκ κατασκευής την έννοια της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης. Η τιμή που ισχύει κάθε ημέρα έχει προκύψει από τον εκθετικά σταθμισμένο μέσο όρο του πηλίκου της τεκμαρτής διακύμανσης δια την διακύμανση για την χρονική περίοδο 22 εργάσιμες ημέρες πριν, έως την προηγούμενη εργάσιμη κάθε συνεδρίασης. Άρα στην έναρξη κάθε ημέρας είναι γνωστή η τιμή που θα ισχύει όλη την ημέρα αφού οι υπολογισμοί έχουν γίνει με τα δεδομένα έως την προηγούμενη (t-1).

Αν η τιμή του $VRPE_t$ η οποία έχει υπολογισθεί την προηγούμενη έχει κάποια προβλεπτική ικανότητα για την διακύμανση της σημερινής μεταβλητότητας θα το ελέγξω με ένα γραμμικό υπόδειγμα της μορφής

$$real22_t = a + b*VRPE_t + \varepsilon_t \quad (2.9)$$

Το αποτέλεσμα της παλινδρόμησης είναι

$$\begin{array}{rcl} \text{real22} & = & 76,33 \quad - \quad 40,34 \cdot \text{VRPE} \\ & & (0.00) \quad \quad (0.00) \end{array}$$

$R^2 = 0.3803$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Βλέπουμε ότι ο συντελεστής της VRPE_t έχει αντίθετο πρόσημο και ότι η τιμή του είναι στατιστικά σημαντική. Επίσης παρατηρούμε ότι η τιμή του R^2 είναι 0,38 στο άνωθι υπόδειγμα, το οποίο σημαίνει ότι το 38% των τιμών της μεταβλητότητας εξηγείται από την τιμή της μεταβλητής VRPE_t η οποία έχει προσδιορισθεί την προηγούμενη ημέρα.

Τέλος για να επιβεβαιώσουμε ότι επήλθε βελτίωση με την χρησιμοποίηση του εκθετικά σταθμισμένου μέσου όρου για τον υπολογισμό του σχετικού ασφάλιστρου διακύμανσης ελέγχουμε την ερμηνεία της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας από τα δύο διορθωμένα μέτρα τεκμαρτής μεταβλητότητας το $C\text{-VFTASE}$ και το VFTASEC . Ο έλεγχος γίνεται με ένα γραμμικό υπόδειγμα της μορφής

$$\text{real22}_t = a + b \cdot (\text{measure of MFIV}) + \varepsilon_t \quad (2.10)$$

Αφού όλες οι συνθήκες παραμένουν ίδιες, καταλήγουμε ότι όποιο από τα δύο μέτρα μεταβλητότητας καταφέρει να εξηγήσει καλύτερα την τρέχουσα πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα για τη χρονική περίοδο των δώδεκα ετών θα θεωρηθεί το καλύτερα βελτιωμένο μέτρο τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Για τον CVFTASE το αποτέλεσμα της παλινδρόμησης είναι

$$\begin{array}{rcl} \text{real22} & = & 4,75 \quad + \quad 0,89 \cdot (C - \text{VFTASE}) \\ & & (0.00) \quad \quad (0.00) \end{array}$$

$R^2 = 0.6976$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Για τον VFTASEC το αποτέλεσμα της παλινδρόμησης είναι

$$\begin{array}{rcl} \text{real22} & = & 3,81 \quad + \quad 0,92 \cdot \text{VFTASEC} \\ & & (0.00) \quad \quad (0.00) \end{array}$$

$R^2 = 0.7507$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Βλέπουμε ότι το υπόδειγμα που χρησιμοποιεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή το εκθετικά σταθμισμένο μέτρο *VFTASEC* έχει συντελεστή $R^2 = 0.7507$ το οποίο υπερτερεί του $R^2 = 0,6976$ που έχει το υπόδειγμα με ανεξάρτητη μεταβλητή το *C-VFTASE*, συνεπώς επιβεβαιώθηκε η θεώρηση ότι το εκθετικά σταθμισμένο ασφάλιστρο κινδύνου θα προσέφερε καλύτερη βελτίωση στο μέτρο της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Κάνοντας τον ίδιο έλεγχο για άλλα δύο μέτρα τεκμαρτής μεταβλητότητας τον απλό VFTSE πριν τη διόρθωση και τον δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας όπως υπολογίζεται από το υπόδειγμα Black 76 (IVB76- Implied Volatility Black76) τα αντίστοιχα αποτελέσματα είναι.

Για τον IVB76 το αποτέλεσμα της παλινδρόμησης είναι

$$real22 = -0,96 + 0,89 \cdot IVB76$$

$$(0.0467) \quad (0.00)$$

$R^2 = 0.6675$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Για τον VFTASE το αποτέλεσμα της παλινδρόμησης είναι

$$real22 = -1,15 + 1,11 \cdot VFTASE$$

$$(0.0704) \quad (0.00)$$

$R^2 = 0.5355$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Βλέπουμε ότι στις ομόχρονες με την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα παρατηρήσεις το μέτρο *VFTASEC* που προέκυψε από την διόρθωση της τεκμαρτής μεταβλητότητας σταθμίζοντας εκθετικά το σχετικό ασφάλιστρο διακύμανσης έχει τον υψηλότερο δείκτη προσδιορισμού. Για να ελέγξω την προβλεπτική ικανότητα κάθε μέτρου διενεργώ τις άνωθεν παλινδρομήσεις για ένα πλήθος διαφορετικών υστερήσεων. Σε κάθε υστέρηση ταξινομώ ιεραρχικά τους συντελεστές προσδιορισμού κάθε μέτρου μεταβλητότητας και το μέτρο με τον υψηλότερο συντελεστή προσδιορισμού στην συγκεκριμένη υστέρηση θεωρείται ως το καλύτερο μέτρο μεταβλητότητας στην συγκεκριμένη υστέρηση.

Lag	VFTASEC	C_VFTASE	IBV76	VFTASE		VFTASEC	C_VFTASE	IBV76	VFTASE	REAL22
0	1	2	3	4		0,751	0,698	0,668	0,535	1
1	1	3	2	4		0,719	0,666	0,666	0,534	0,978
2	1	3	2	4		0,690	0,638	0,663	0,532	0,952
3	1	3	2	4		0,659	0,609	0,658	0,529	0,925
4	2	3	1	4		0,630	0,583	0,652	0,526	0,896
5	2	3	1	4		0,604	0,560	0,644	0,523	0,864
6	2	3	1	4		0,580	0,539	0,635	0,520	0,831
7	2	3	1	4		0,556	0,518	0,626	0,516	0,798
8	2	4	1	3		0,530	0,496	0,616	0,510	0,763
9	2	4	1	3		0,506	0,475	0,604	0,500	0,727
10	3	4	1	2		0,484	0,457	0,593	0,493	0,690
12	3	4	1	2		0,441	0,420	0,568	0,472	0,619
15	3	4	1	2		0,374	0,362	0,525	0,427	0,515
17	3	4	1	2		0,337	0,329	0,496	0,400	0,448
20	3	4	1	2		0,291	0,287	0,455	0,361	0,360
22	3	4	1	2		0,272	0,270	0,430	0,345	0,309
25	3	4	1	2		0,248	0,247	0,397	0,322	0,272
35	4	3	1	2		0,188	0,189	0,316	0,253	0,190

Πίνακας 8

Στον άνωθι πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τους συντελεστές προσδιορισμού R^2 κάθε παλινδρόμησης για κάθε μία υστέρηση. Οι παλινδρομήσεις που υλοποιήθηκαν είναι της μορφής

$$real22_t = a + b \cdot (Volatility\ measure)_{t-lag} + \varepsilon \quad (2.11)$$

Στο πρώτο μέρος του πίνακα γίνεται ιεραρχική ταξινόμηση κάθε μέτρου μεταβλητότητας για κάθε μία υστέρηση ανάλογα με την τιμή του R^2 στην συγκεκριμένη παλινδρόμηση. Στην τελευταία στήλη δίνονται οι τιμές του R^2 για τις υστερήσεις της ίδιας της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας.

Παρατηρούμε ότι από τα μέτρα τεκμαρτής μεταβλητότητας το εκθετικά διορθωμένο μέτρο VFTASEC αποδίδει και προβλέπει καλύτερα την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα (τυπική απόκλιση 22 ημερών) για βραχυχρόνια διαστήματα. Είναι το καλύτερο ομόχρονο μέτρο και προσφέρει τις καλύτερες προβλέψεις έως το χρονικό διάστημα των τριών ημερών.

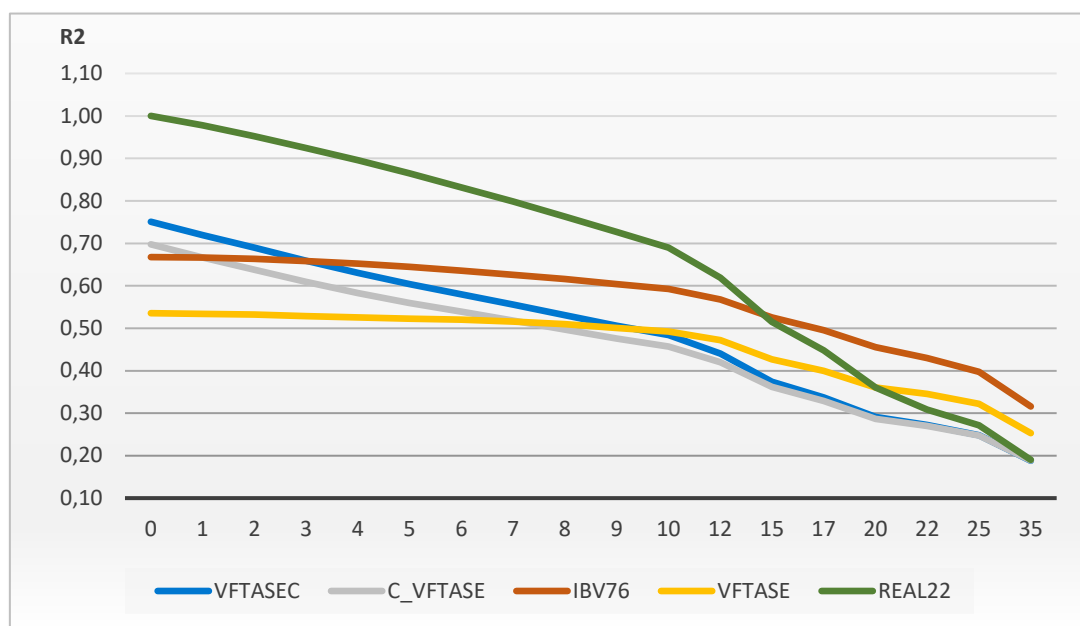
Μετά όμως την τρίτη υστέρηση, τις καλύτερες προβλέψεις προσφέρει το απλό, παλιό και «ατελές» μέτρο της εξαγωγής της τεκμαρτής μεταβλητότητας από την εξίσωση των Black & Scholes εκδοχή Black76. Υποτίθεται ότι είναι το πιο μεροληπτικό και ατελές μέτρο

τεκμαρτής μεταβλητότητας, που έχει το βασικό μειονέκτημα ότι εξαρτάται από συγκεκριμένο υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων αλλά στην Ελληνική χρηματιστηριακή αγορά προσφέρει τις καλύτερες προβλέψεις τις τυπικής απόκλισης για διάστημα μεγαλύτερο των τριών ημερών. Αυτό που προκαλεί εντύπωση είναι ότι για προβλέψεις τριών εβδομάδων και άνω προσφέρει καλύτερες προβλέψεις και από τις υστερήσεις τις ίδιας της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας.

Το μέτρο της τεκμαρτής μεταβλητότητας πριν τις διορθώσεις δεν είναι το καλύτερο στην πρόβλεψη σε κανένα χρονικό διάστημα αλλά υπερτερεί τον διορθωμένων μέτρων μετά το χρονικό διάστημα των δύο εβδομάδων, ενώ για προβλέψεις άνω του ενός μηνός υπερτερεί και τις ίδιας της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας.

Τέλος παρατηρούμε ότι για σχετικά μακροχρόνιες προβλέψεις η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα και τα μέτρα που διορθώθηκαν με την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα προσφέρουν παρόμοιας ποιότητας προβλέψεις χαμηλότερης αξιοπιστίας από την πρόβλεψη που μας δίνει η τεκμαρτή μεταβλητότητα από το υπόδειγμα Black-76 και το μη διορθωμένο μέτρο κατά τα πρότυπα του VIX, προσαρμοσμένο όμως για την Ελληνική αγορά.

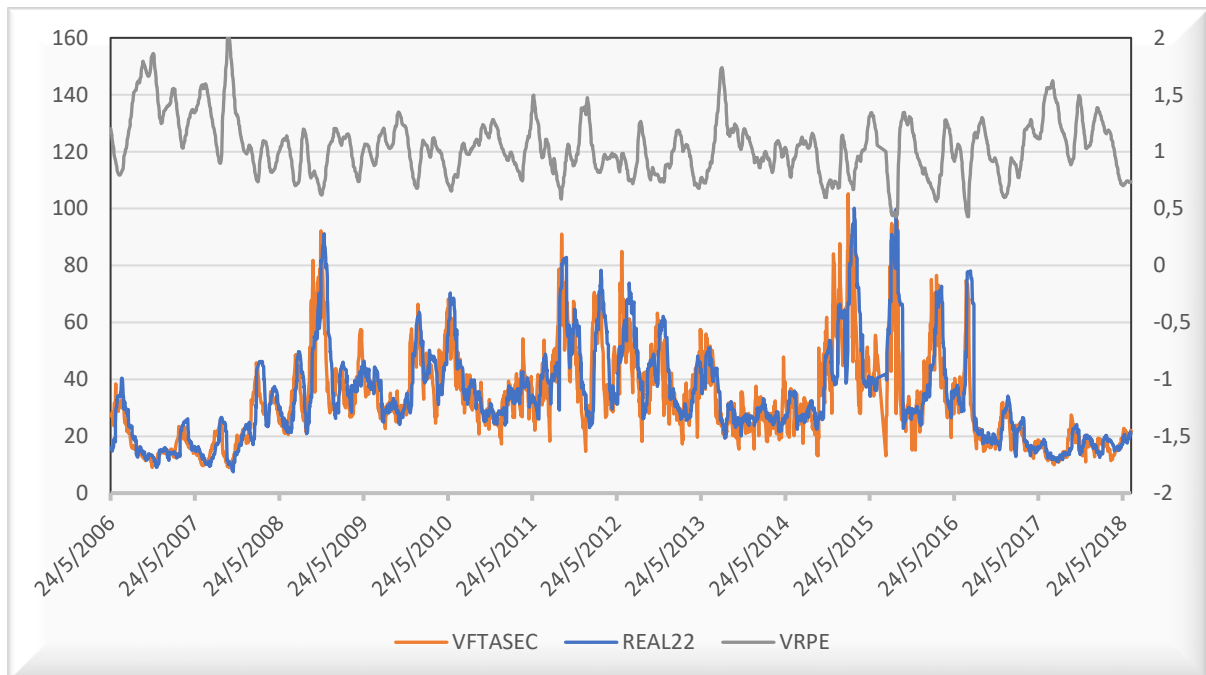
Στο κάτωθι διάγραμμα παρουσιάζονται παραστατικά τα προηγούμενα συμπεράσματα.



Διάγραμμα 32

Συμπερασματικά επιβεβαιώνεται η ανωτερότητα του μέτρου της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας VFTASEC σε σχέση με τα υπόλοιπα μέτρα τεκμαρτής μεταβλητότητας για ομόχρονες παρατηρήσεις και για βραχυχρόνιες προβλέψεις έως τριών ημερών. Συνεπώς είναι το καλύτερο μέτρο παρακολούθησης της μεταβλητότητας σε

πραγματικό χρόνο αλλά η τεκμαρτή μεταβλητότητα που εξάγεται από το υπόδειγμα Black-76 προσφέρει τις πιο αξιόπιστες προβλέψεις της μελλοντικής τυπικής απόκλισης.



Διάγραμμα 33

Η σχέση μεταξύ πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας τεκμαρτής μεταβλητότητας όπως εκφράζεται από τον δείκτη VFTASEC και του σχετικού ασφαλίστρου διακύμανσης εμφανίζεται στο άνωθι διάγραμμα. Εμφανίζεται καθαρά η αντίθετη σχέση μεταξύ του μέτρου VRPE και της μεταβλητότητας και η σχέση της τεκμαρτής με την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα. Μάλιστα σε κάποια σημεία εμφανίζεται η τεκμαρτή μεταβλητότητα ότι προηγείται.

Volatility Spillover

Για να ελέγξουμε κατά πόσο η τεκμαρτή μεταβλητότητα στο Ελληνικό Χρηματιστήριο επηρεάζεται από τα ξένα χρηματιστήρια, αυτό που ονομάζεται volatility spillover effect θα ελέγξουμε πόσο επηρεάζεται ο VFTASEC από δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας του εξωτερικού.

Για να το κάνω αυτό επικεντρώνομαι στους κάτωθι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας. Στην πρώτη στήλη του κάτωθι πίνακα είναι το σύμβολο όπως εμφανίζεται στο Bloomberg και στην δεύτερη στήλη η περιγραφή του κάθε δείκτη.

VIX Index	Volatility index of S&P 500
VXO Index	Volatility index of S&P 100 (old methodology)
VXN Index	Volatility index of NASDAQ
VXD Index	Volatility index of DOW JONES 30
V1X Index	Volatility index of DAX (V-DAX NEW Volatility of DAX New methodology)
VCAC Index	Volatility index of CAC-40
V3X Index	Volatility index of SMI
V2X Index	Volatility index of EUROSTOXX
IVUKX30 Index	Volatility index of FTSE-100

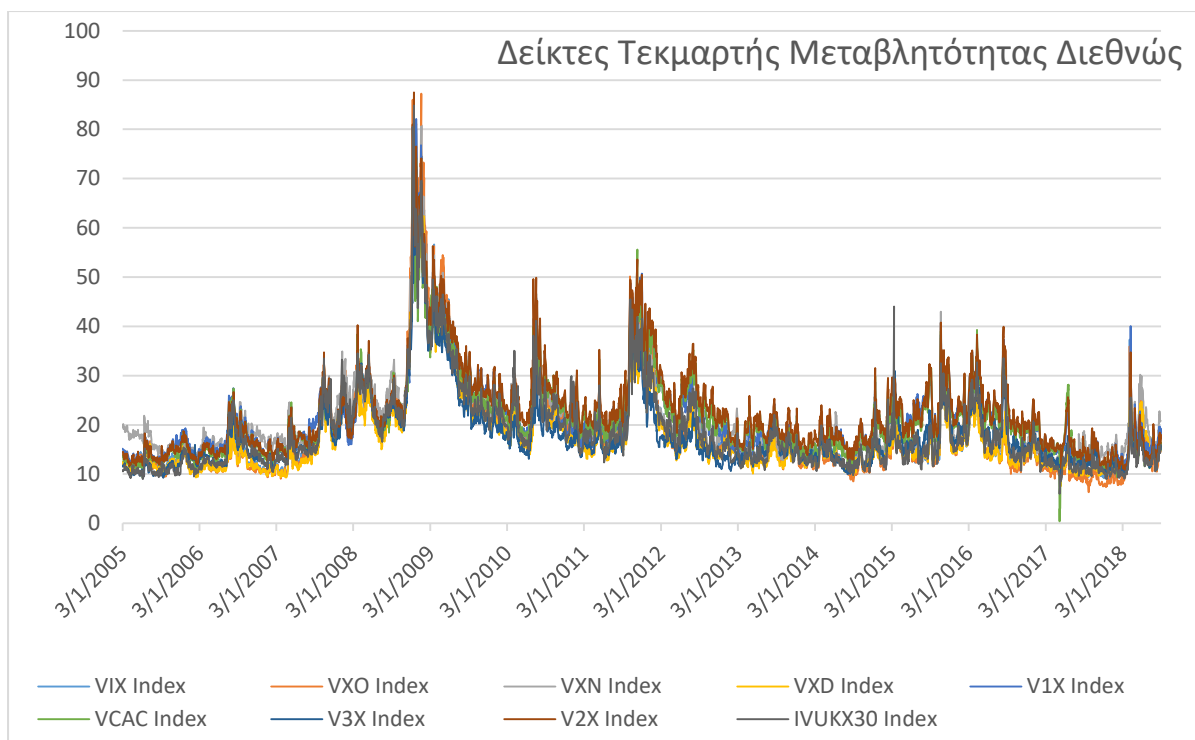
Πίνακας 9

Ο έλεγχος του volatility spillover θα γίνει με γραμμικά υποδείγματα του τύπου

$$DVFTASE_t = a + b_1(\text{VolatilityIndex1})_t + b_2(\text{VolatilityIndex2})_t + \dots + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

$$DVFTASE_t = c + d_1(\text{VolatilityIndex1})_{t-1} + d_2(\text{VolatilityIndex2})_{t-1} + \dots + \varepsilon_t \quad (2.13)$$

Για να περιορίσουμε όμως όσο γίνεται τις ανεξάρτητες μεταβλητές ελέγχουμε την συσχέτιση των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας του εξωτερικού. Αν κάποιοι έχουν μεγάλη συσχέτιση μπορούν να παραλειφθούν



Διάγραμμα 34

Στο άνωθι διάγραμμα βλέπουμε ότι η πορεία των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας του εξωτερικού είναι παρόμοια.

Ενώ στον κάτωθι πίνακα ελέγχουμε την συσχέτιση μεταξύ των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας

	VIX	VXO	VXN	VXD	V1X	VCAC	V3X	V2X	IVUKX30
VIX Index	1	0,994	0,9808	0,9946	0,9334	0,931	0,9411	0,941	0,96082
VXO Index	0,994	1	0,9822	0,9921	0,9277	0,9275	0,9455	0,9328	0,96135
VXN Index	0,9808	0,9822	1	0,9821	0,9089	0,9055	0,9397	0,9075	0,95263
VXD Index	0,9946	0,9921	0,9821	1	0,9362	0,9261	0,9488	0,9354	0,95721
V1X Index	0,9334	0,9277	0,9089	0,9362	1	0,9698	0,9473	0,9794	0,94645
VCAC Index	0,931	0,9275	0,9055	0,9261	0,9698	1	0,9288	0,9875	0,95397
V3X Index	0,9411	0,9455	0,9397	0,9488	0,9473	0,9288	1	0,9309	0,95777
V2X Index	0,941	0,9328	0,9075	0,9354	0,9794	0,9875	0,9309	1	0,95497
IVUKX30 Index	0,9608	0,9613	0,9526	0,9572	0,9465	0,954	0,9578	0,955	1

Πίνακας 10

Τέλος στον κάτωθι πίνακα ελέγχουμε τη συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας

	<i>D</i> VIX	<i>D</i> VXO	<i>D</i> VXN	<i>D</i> VXD	<i>D</i> V1X	<i>D</i> VCAC	<i>D</i> V3X	<i>D</i> V2X	<i>D</i> IVUKX30
D VIX	1	0,9231	0,90749	0,9375	0,5126	0,3219	0,4493	0,5362	0,45695
D VXO	0,9231	1	0,85814	0,8847	0,4789	0,2986	0,4112	0,5054	0,42572
D VXN	0,9075	0,8581	1	0,8815	0,5187	0,3268	0,4705	0,5352	0,46209
D VXD	0,9375	0,8847	0,88150	1	0,5314	0,3375	0,4634	0,5503	0,46897
D V1X	0,5126	0,4789	0,51868	0,5314	1	0,569	0,8469	0,9415	0,77695
D VCAC	0,3219	0,2986	0,32684	0,3375	0,569	1	0,5052	0,5876	0,58926
D V3X	0,4493	0,4112	0,47054	0,4634	0,8469	0,5052	1	0,8406	0,73067
D V2X	0,5362	0,5054	0,53523	0,5503	0,9415	0,5876	0,8406	1	0,79693
D IVUKX30	0,457	0,4257	0,46209	0,469	0,777	0,5893	0,7307	0,7969	1

Πίνακας 11

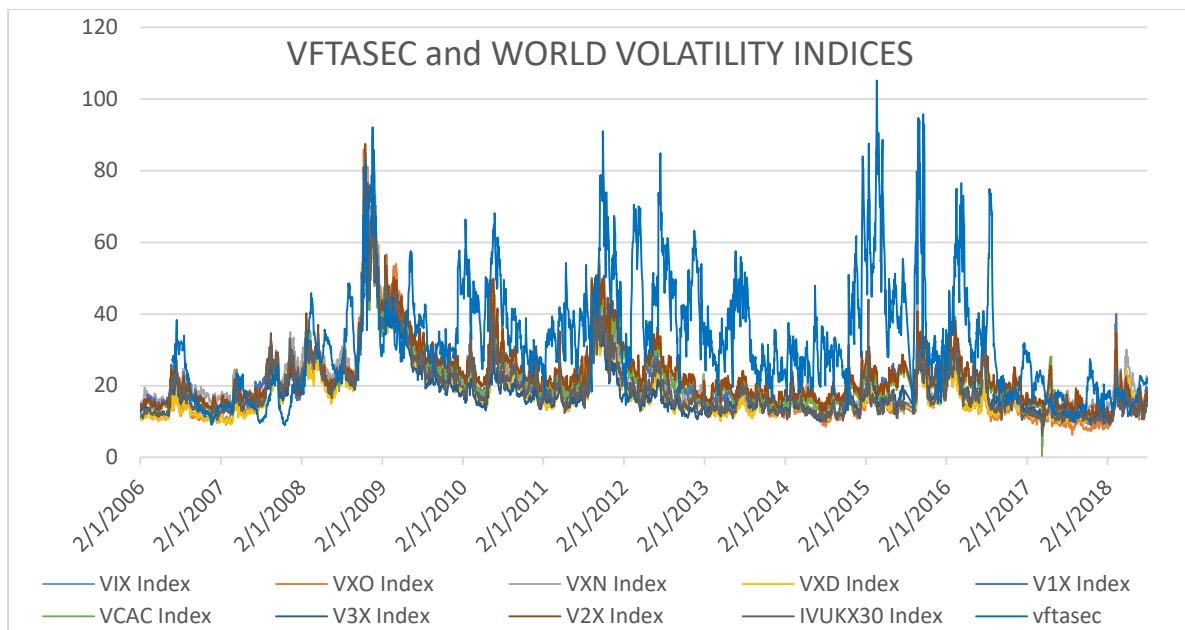
Επειδή βλέπουμε ότι οι συσχετίσεις των αμερικάνικων δεικτών μεταξύ τους είναι αρκετά υψηλή καθώς και η συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεών τους, για τον έλεγχο του volatility spillover θα χρησιμοποιήσω μόνο τον VIX από τους αμερικάνικους δείκτες. Το ίδιο συμβαίνει μεταξύ των δεικτών της Γερμανίας (V1X) της Ελβετίας (V3X) και του Eurostoxx (V2X). Συνεπώς θα χρησιμοποιήσω μόνο τους δείκτες VIX (σύμβολο VIX), VDAX-NEW(σύμβολο V1X), VCAC (σύμβολο VCAC), και VFTSE (σύμβολο IVUKX30)

$$\Delta VFTASEC_t = -6.75e-05 - 0.13*\Delta VIX_t + 0.21*\Delta V1X_t + 0.02*\Delta VCAC_t - 0.11*\Delta IVUKX30_t \quad (2.14)$$

(0.9741) (0.0001) (0.0003) (0.4634) (0.0185)

$R^2 = 0.008484$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Αν και με εξαίρεση τον δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας της Γαλλίας (VCAC) όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές των δεικτών είναι στατιστικά σημαντικοί, εντούτοις παρατηρούμε ότι το R^2 είναι εξαιρετικά μικρό σε αντιδιαστολή με παλαιότερες έρευνες (Σκιαδόπουλος, 2011) που έφτανε το 0,33 χρησιμοποιώντας μόνο τους VIX και VDAX-NEW και επίσης παρατηρούμε ότι οι συντελεστές του VIX και VFTASE είναι αρνητικοί ενώ του VDAX-NEW είναι θετικός. Τώρα που πρόσθεσα περισσότερους δείκτες μεταβλητότητας ανέμενα η τιμή του R^2 να ανέβει ή έστω να παραμείνει ή ίδια σχετικά με προηγούμενες έρευνες. Η μεγάλη πτώση του οφείλεται πιθανότατα στην μεγάλη αυτονόμηση του Ελληνικού χρηματιστηρίου σχετικά με τα διεθνή χρηματιστήρια τα χρόνια της κρίσης.



Διάγραμμα 35

Στο άνωθι διάγραμμα παρατηρούμε ότι ενώ ο Ελληνικός δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας VFTASEC συμβάδιζε με τους δείκτες του εξωτερικού έως το 2009 με την έναρξη της κρίσης στην Ελλάδα παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά. Αν και υπάρχει συσχέτιση με άλλους δείκτες, όπως εμφανίζεται στον κάτωθι πίνακα εντούτοις παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές και πιο έντονες αντιδράσεις όπως φαίνεται στο άνωθι διάγραμμα.

	VFTASEC	VIX_INDEX	V1X_INDEX	VCAC_INDEX	IVUKX30_INDEX
VFTASEC	1	0,424676	0,518234	0,525005	0,431628
VIX_INDEX	0,424676	1	0,93241	0,930032	0,960308
V1X_INDEX	0,518234	0,93241	1	0,969531	0,945549
VCAC_INDEX	0,525005	0,930032	0,969531	1	0,953299
IVUKX30_INDEX	0,431628	0,960308	0,945549	0,953299	1

Πίνακας 12

Παρόλα αυτά θα ελέγξω και την σχέση του Ελληνικού δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας με τις υστερήσεις των διεθνών δεικτών για να ελέγξω αν η διάχυση της μεταβλητότητας προς το Ελληνικό χρηματιστήριο έρχεται με καθυστέρηση, αν δηλαδή επηρεάζεται από την πραγματοποίηση της μεταβλητότητας και δεν υπάρχει μια ομόχρονη σχέση παράλληλης εξάρτησης.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται κάτωθι

$$\Delta VFTASEC_t = -6.83e-05 + 0.08*\Delta VIX_{t-1} - 0.01*\Delta V1X_{t-1} - 0.01*\Delta VCAC_{t-1} + 0.07*\Delta VUKX30_{t-1} \quad (2.15)$$

(0.9738) (0.0148) (0.9087) (0.8081) (0.1586)

$R^2 = 0.005791$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Παρατηρούμε ότι από τις υστερήσεις των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας μόνο ο συντελεστής της υστέρησης του VIX είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό έχει κάποια λογική γιατί τα χρηματιστήρια των ΗΠΑ κλείνουν 23:00 και το Ελληνικό δεν προλαβαίνει να επηρεασθεί από αυτά, συνεπώς είναι λογικό ότι η υστέρηση του VIX επηρεάζει. Όμως το συμπέρασμα που βγαίνει είναι ότι η μόνη υστέρηση δείκτη μεταβλητότητας που επηρεάζει το Ελληνικό χρηματιστήριο, είναι αυτή των ΗΠΑ και αυτό σε πολύ μικρό έως αμελητέο βαθμό ($R^2 = 0.005791$).

Τέλος συνδυάζουμε σε μια εξίσωση τους δείκτες με στατιστικά σημαντικούς συντελεστές και έχουμε

$$\Delta VFTASEC_t = -7.17e-05 - 0.10*\Delta VIX_t + 0.19*\Delta V1X_t - 0.12*\Delta VUKX30_t + 0.08*\Delta VIX_{t-1} \quad (2.16)$$

(0.9725) (0.0020) (0.0008) (0.0101) (0.0050)

$R^2 = 0.010924$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

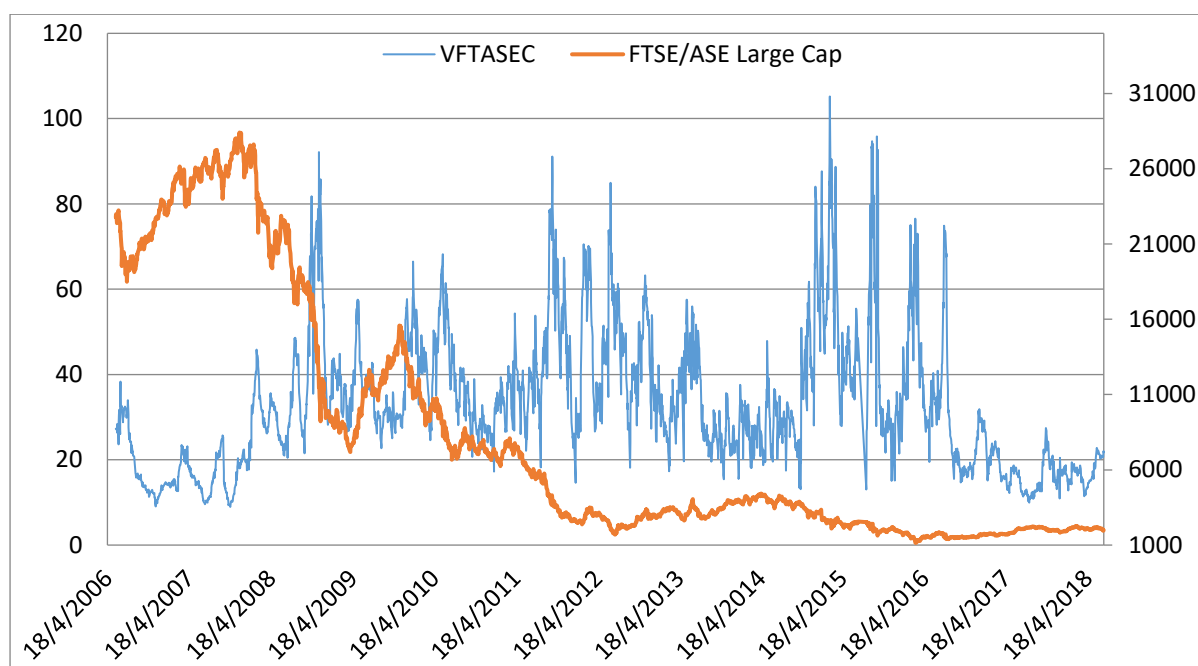
Στην (2.16) το πρώτο που παρατηρούμε είναι ότι αυξάνεται ο συντελεστής προσδιορισμού αρκετά σε σχέση με τις προηγούμενες εξισώσεις. Αν και παραμένει αρκετά μικρός $R^2 = 0.010924$ όμως στις προηγούμενες εξισώσεις ήταν σχεδόν μηδενικός.

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι μεταβολές της τεκμαρτής μεταβλητότητας στο Ελληνικό χρηματιστήριο όπως μετράτε με τον VFTASEC προσδιορίζεται σε μικρό βαθμό από τις μεταβολές στους δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας της Γερμανίας της Μ. Βρετανίας και των ΗΠΑ ως εξής. Θετικά από τις μεταβολές στον VDAX-NEW, αρνητικά από τις μεταβολές του VFTSE, και σε σχέση με τον VIX θετικά με την υστέρησή του και αρνητικά με την ομόχρονη τιμή της μεταβολής του.

Σχέση VFTASEC με FTSE/ASE Large Cap

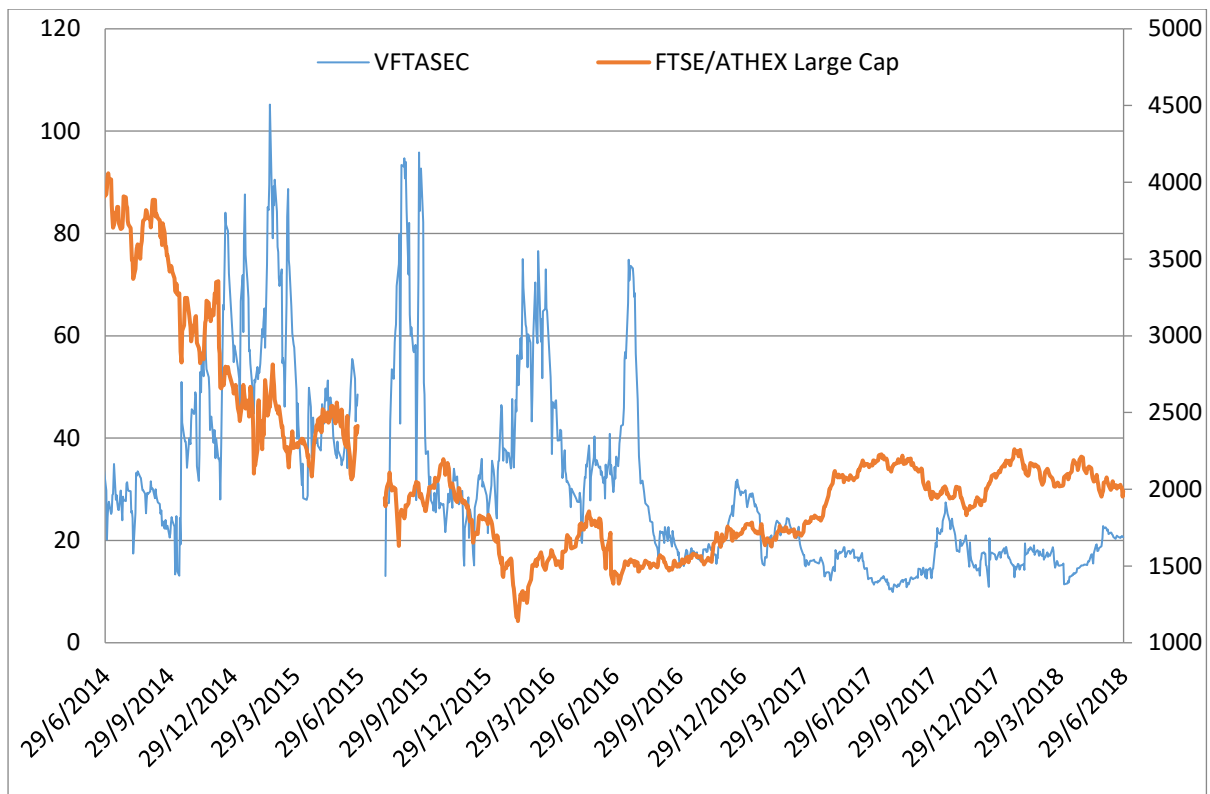
Όπως έχει αναφερθεί αρκετές φορές η μεταβλητότητα είναι ένα μέτρο των μεταβολών των αποδόσεων αλλά δεν είναι μόνο αυτό. Η παρατήρηση ότι η υψηλή μεταβλητότητα είναι συνήθως εντονότερη σε πτωτικές περιόδους έχει κάνει αρκετούς να την χαρακτηρίσουν ως ένα (συμπεριφορικό) μέτρο φόβου ή αποστροφής κινδύνου. Πιο εμφανής είναι η σχέση της μεταβλητότητας με το επίπεδο τιμής του υποκείμενου προϊόντος ή εν προκειμένω του υποκείμενου δείκτη.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί είναι εμφανής αυτή η αντίστροφη σχέση μεταξύ των τιμών του δείκτη και του ύψους του δείκτη μεταβλητότητας.



Διάγραμμα 36

Επειδή το τελευταίο διάστημα οι τιμές του δείκτη είναι σχετικά μικρές και οι τιμές του VFTASEC σχετικά μεγάλες, και στο συνολικό διάγραμμα δεν εμφανίζεται καθαρά, παραθέτω το διάγραμμα των τελευταίων τεσσάρων ετών για να είναι πιο ευδιάκριτη η αντίστροφη σχέση μεταξύ μεταβλητότητας και υποκείμενου δείκτη.



Διάγραμμα 37

Για την επιβεβαίωση της αντίστροφής σχέσης ελέγχω με ένα γραμμικό υπόδειγμα τη σχέση του VFTASEC με τις αποδόσεις του δείκτη (λογαριθμικά υπολογισμένες). Για την πληρέστερη εικόνα έχω χωρίσει τις αποδόσεις σε θετικές και αρνητικές για να ελέγξω την εμφάνιση το φαινομένου ασυμμετρίας. Το αποτέλεσμα της εξίσωσης είναι:

$$\begin{aligned} \% \Delta(VFTASEC) = & -0.0058 - 0.5461*(r^+) + 0.8328*(r^-) + 0.7123*(r_{-1}^+) - 1.3297*(r_{-1}^-) \\ & (0.0825) \quad (0.0004) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned}$$

$R^2 = 0.034357$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Οι συντελεστές των ομόχρονων παρατηρήσεων δεν υποδηλώνουν το φαινόμενο ασυμμετρίας. Όμως οι πρώτες υστερήσεις των θετικών και αρνητικών αποδόσεων υποδηλώνουν ότι υπάρχει κάποιο ενδεχόμενο για την εμφάνιση του φαινομένου της ασυμμετρίας και είναι μεγαλύτεροι σε απόλυτο μέγεθος από τους συντελεστές των ομόχρονων αποδόσεων. Βέβαια μιλάμε για αρκετά αμυδρές ενδείξεις γιατί και σε αυτή την περίπτωση η τιμή του R^2 είναι χαμηλή που σημαίνει ότι μικρό μέρος των αποδόσεων του VFTASEC μπορούν να εξηγηθούν οι συγκεκριμένες ημερήσιες αποδόσεις του δείκτη.

Υλοποιώντας ένα ακόμα υπόδειγμα με περισσότερες υστερήσεις βρίσκουμε αρνητικούς συντελεστές στις υστερήσεις των αποδόσεων αν και οι περισσότεροι συντελεστές είναι στατιστικά ασήμαντοι και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι ακόμα μικρότερος. Πρακτικά το συγκεκριμένο υπόδειγμα υποδηλώνει την μη ύπαρξη κάποιας σχέσης αιτιότητας μεταξύ των πρώτων υστερήσεων των αποδόσεων του δείκτη και των αποδόσεων του διορθωμένου δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας.

$$\begin{aligned} \% \Delta(VFTASEC) = & -0.0001 + 0.1556*(r_1) - 0.339*(r_{-1}) - 0.0982*(r_{-2}) - 0.104*(r_{-3}) - 0.1517*(r_{-4}) \\ & (0.8136) \quad (0.0745) \quad (0.0001) \quad (0.2607) \quad (0.2322) \quad (0.0817) \end{aligned}$$

$R^2 = 0.008081$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Τέλος ακολουθώντας την μεθοδολογία του (Whaley, 2000) υλοποιώ μια παλινδρόμηση, μεταξύ της ποσοστιαίας μεταβολής του FTSE και της ποσοστιαίας μεταβολής του VFTASEC προσθέτοντας όμως και ως επιπλέον μεταβλητή τις θετικές αποδόσεις του VFTASEC για να ελέγξω την επίδραση της αύξησης της μεταβλητότητας στις αποδόσεις του δείκτη

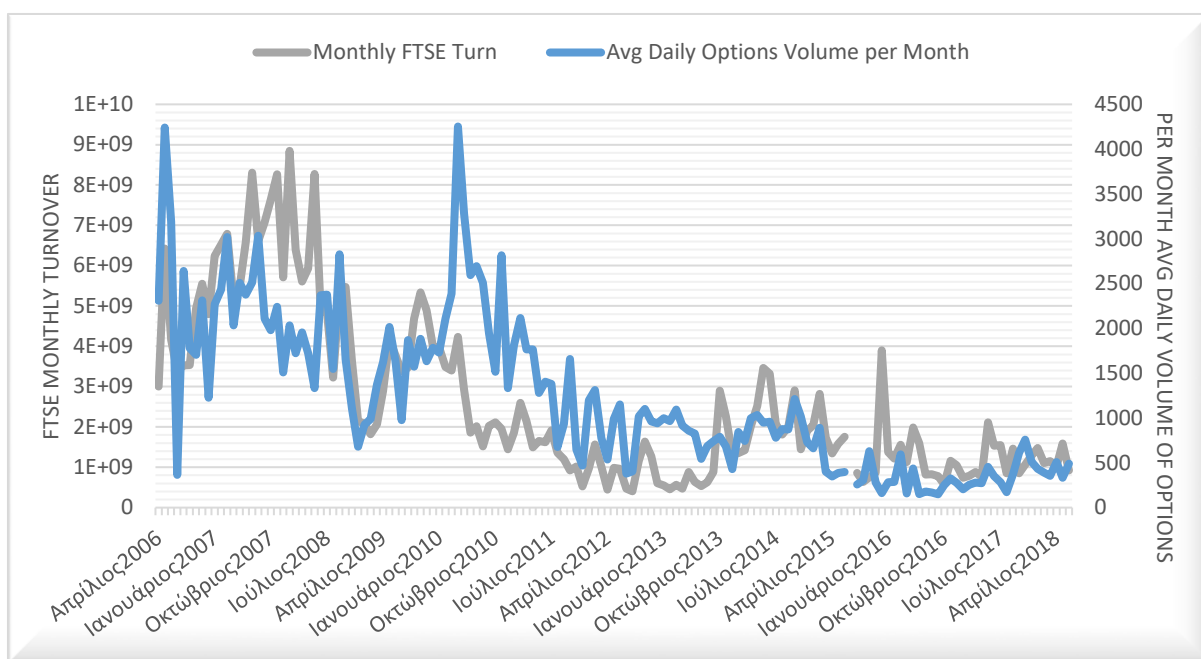
$$\begin{aligned} \% \Delta(FTASE) = & 0,000968 + 0,033871 \cdot \% \Delta(VFTASEC) - 0.048351 \cdot \% \Delta(VFTASEC^+) \\ & (0.0872) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned}$$

$R^2 = 0.008728$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ασυμμετρίας, καθώς αν η μεταβολή του VFTASEC είναι θετική τότε η συνολική μεταβολή στην απόδοση του δείκτη FTASE θα είναι αρνητική κατά -0,01448 επί την απόδοση του VFTASEC (θετική από τον πρώτο συντελεστή κατά 0,033871 και αρνητική από τον δεύτερο -0,048351 άρα συνολικά -0,01448). Αν είναι αρνητική τότε από τον πρώτο (θετικό) συντελεστή η επίδραση θα είναι αρνητική. Όμως και σε αυτή τη περίπτωση η εξαιρετικά μικρή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού ($R^2 = 0.008728$) δεν αφήνει περιθώρια σε κάποιον να υποστηρίξει ότι το συγκεκριμένο υπόδειγμα ερμηνεύει τις αποδόσεις του δείκτη.

Σχέση αξίας συναλλαγών με όγκο δικαιωμάτων

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί υπάρχει μια σαφής σχέση μεταξύ του τζίρου (αξίας συναλλαγών) στον υποκείμενο δείκτη FTSE/ASE Large Cap και του μέσου αριθμού των διακινηθέντων δικαιωμάτων ανά μήνα. Από ότι φαίνεται ο τζίρος του δείκτη, δηλαδή ο τζίρος όλων των μετοχών που συνθέτουν τον δείκτη, επηρεάζει τον αριθμό των διακινηθέντων δικαιωμάτων. Βλέπουμε ότι όταν ο τζίρος του υποκείμενου δείκτη ήταν σχετικά μεγάλος, ήταν σε σχετικά υψηλό αριθμό και ο αριθμός των δικαιωμάτων που διαπραγματεύονταν κατά μέσο όρο κάθε ημέρα.



Διάγραμμα 38

Για την επιβεβαίωση αυτής της παρατήρησης ελέγχω τη συσχέτιση μεταξύ του τζίρου και του αριθμού των δικαιωμάτων που κατά μέσο όρο διαπραγματεύονται ημερησίως ανά μήνα. Από τον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε ότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0,6708. Άρα υπάρχει θετική συσχέτιση με συντελεστή 67,08%.

	Turnover	Average Daily Traded Options Per Month
Turnover	1.000000	0.670799
Average Daily Traded Options Per Month	0.670799	1.000000

Πίνακας 13

Τέλος για να ελέγξω ότι ο τζίρος επηρεάζει τον αριθμό των δικαιωμάτων και όχι το αντίθετο, διενεργώ ελέγχους αιτιότητας κατά Granger. Σε αυτούς τους ελέγχους, όταν

συμπεριλαμβάνεται μία υστέρηση ή αρκετές υστερήσεις (10 και άνω) επιβεβαιώνεται κατά Granger η σχέση αιτιότητας ότι η αξία συναλλαγών του υποκείμενου δείκτη επηρεάζει τον μέσο μηνιαίο αριθμό διακινηθέντων δικαιωμάτων και όχι το αντίθετο. Ένα δείγμα αυτών των ελέγχων παρουσιάζεται στον κάτωθι πίνακα.

Sample: 2006M01 2018M06 Lags: 12			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
TURN does not Granger Cause AVGOPT	122	2.02686	0.0296
AVGOPT does not Granger Cause TURN		0.55766	0.8706

Πίνακας 14

Για να ελέγξω καλύτερα αυτή τη σχέση μεταξύ τζίρου του υποκείμενου δείκτη και αριθμού διακινηθέντων δικαιωμάτων υλοποιώ δύο παλινδρόμησης. Στην πρώτη θα ελέγξω τη σχέση του αριθμού των διακινηθέντων δικαιωμάτων με το ύψος του τζίρου του υποκείμενου δείκτη και στη δεύτερη θα ελέγξω τη σχέση των μεταβολών τους.

Το αποτέλεσμα της πρώτης παλινδρόμησης είναι

$$\text{AvgOpt}(\text{Lot}) = 475,03 + 2,88 \cdot 10^{-7} \cdot (\text{FTASE.turnover})$$

(0.00) (0.00)

$R^2 = 0.45$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Φαίνεται καθαρά ότι ο τζίρος του υποκείμενου δείκτη εξηγεί σε σημαντικό βαθμό τον αριθμό των διακινηθέντων δικαιωμάτων. Σημειώνεται ότι ο συντελεστής του τζίρου είναι θετικός και είναι στατιστικά σημαντικός άρα όσο μεγαλύτερος τζίρος τόσο μεγαλύτερος αριθμός δικαιωμάτων.

Το αποτέλεσμα της δεύτερης παλινδρόμησης είναι

$$\% \Delta (\text{AvgOpt}(\text{Lot})) = -0,0065 + 0,396 \cdot \% \Delta (\text{FTASE.turnover})$$

(0.8628) (0.00)

$R^2 = 0.106$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values

Και σε αυτή την παλινδρόμηση ο συντελεστής της μεταβολής του τζίρου είναι θετικός και στατιστικά σημαντικός, άρα η μεταβολή στον τζίρο επηρεάζει θετικά την μεταβολή στον αριθμό των διακινηθέντων δικαιωμάτων.

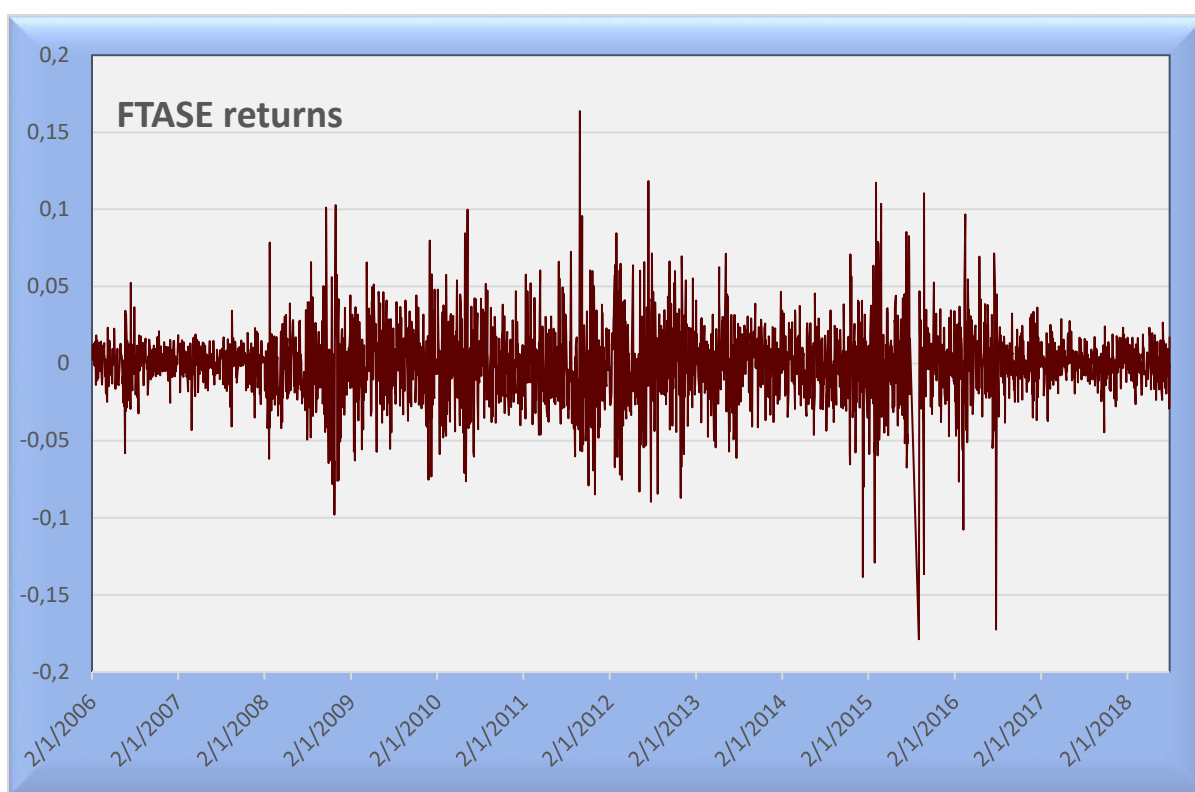
Οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας που για τον υπολογισμό τους βασίζονται στην μεθοδολογία υπολογισμού του VIX από το CBOE, επηρεάζονται άμεσα από τον αριθμό των διαθέσιμων δικαιωμάτων για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Όμως η ύπαρξη διαθέσιμων δικαιωμάτων για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας εξαρτάται άμεσα από το ενδιαφέρον για διενέργεια πράξεων σε πολλά και διαφορετικά δικαιώματα, δηλαδή από την ύπαρξη πολλών και διαφορετικών εντολών για διενέργεια πράξεων σε δικαιώματα. Η ύπαρξη πολλών και διαφορετικών εντολών για πολλά και διαφορετικά δικαιώματα συνεπάγεται διαθεσιμότητα πολλών και διαφορετικών δικαιωμάτων για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Άρα καλύτερη ποιότητα του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Όμως ο μικρός αριθμός διακινηθέντων δικαιωμάτων υποδηλώνει μικρό ενδιαφέρον για διενέργεια πράξεων άρα μικρό αριθμό διαθέσιμων δικαιωμάτων για την εξαγωγή τεκμαρτής μεταβλητότητας και τελικά χαμηλότερη ποιότητα του δείκτη. Από την ανάλυση που προηγήθηκε βγήκε το συμπέρασμα ότι ο τζίρος του υποκείμενου δείκτη επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τον αριθμό των διακινηθέντων δικαιωμάτων.

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ύπαρξη ικανοποιητικού τζίρου στον υποκείμενο δείκτη είναι δυνατό να επηρεάσει την ποιότητα και την αξιοπιστία του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Μεταβλητότητα με Υποδείγματα Garch

Τα υποδείγματα τύπου ARCH – GARCH είναι πολύ δημοφιλή για την εκτίμηση και την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας. Θεωρητικά βασίζονται στο παρατηρημένο γεγονός ότι η μεταβλητότητα παρουσιάζει ετεροδιασκεδαστικότητα, συνεπώς αυτά τα υποδείγματα είναι τα κατάλληλα για την μοντελοποίησή της. Σαφώς και ένα τέτοιο υπόδειγμα δεν μπορεί να χρησιμεύσει ως εκτιμητής της μεταβλητότητας σε πραγματικό χρόνο. Όμως είναι πολύ χρήσιμα εργαλεία για την μοντελοποίηση και την πρόβλεψη της μεταβλητότητας ενώ με αυτό το εργαλείο μπορεί να δημιουργηθεί ένα μέτρο γενικότερου κινδύνου.

Για την δημιουργία ενός υποδείγματος GARCH πρώτα ελέγχουμε αν το υπόδειγμα αυτό είναι το κατάλληλο για τα δεδομένα μας. Το κάτωθι διάγραμμα που παρουσιάζει τις αποδόσεις του δείκτη δίνει μια πρώτη εντύπωση για τα δεδομένα μας. Φαίνεται ότι συνήθως μεγάλες αποδόσεις ακολουθούνται από μεγάλες αποδόσεις και μικρές αποδόσεις ακολουθούνται από μικρές αποδόσεις.



Διάγραμμα 39

Ένα διάγραμμα που παρουσιάζει τέτοιες συστάδες μεταβλητότητας συνηγορεί στην χρησιμοποίηση υποδειγμάτων GARCH για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας.

Για την επιβεβαίωση όμως αυτής της αρχικής εντύπωσης εκτελώ ένα έλεγχο για τη διαπίστωση αποτελέσματος ARCH με τον έλεγχο των συντελεστών των υστερήσεων των καταλοίπων. Η πιθανότητα να είναι μηδέν οι συντελεστές των υστερήσεων των καταλοίπων είναι μηδέν, όπως παρουσιάζεται στο τμήμα του πίνακα που παρατίθεται, συνεπώς μπορούμε να δεχθούμε την ύπαρξη φαινομένου ARCH.

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	37.60208	Prob. F(5,3069)	0.0000	
Obs*R-squared	177.5039	Prob. Chi-Square(5)	0.0000	
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000320	3.25E-05	9.854172	0.0000
RESID^2(-1)	0.081255	0.017981	4.518907	0.0000
RESID^2(-2)	0.079645	0.017910	4.446857	0.0000
RESID^2(-3)	0.064346	0.017930	3.588656	0.0003
RESID^2(-4)	0.119964	0.017911	6.697941	0.0000
RESID^2(-5)	0.087953	0.017981	4.891377	0.0000

Πίνακας 15

Ελέγγω δώδεκα υποδείγματα τύπου GARCH. Κάθε υπόδειγμα στην εξίσωση της παλινδρόμησης για την μοντελοποίηση των αποδόσεων του δείκτη, χρησιμοποιώ μόνο σταθερό όρο και όχι κάποια άλλη μεταβλητή έτσι ώστε τα κατάλοιπα να αποτυπώνουν το σύνολο των μεταβολών από το μέσο όρο. Μόνο στα υποδείγματα ως προς τον μέσο χρησιμοποιείται ως μεταβλητή η υστέρηση της υπό συνθήκη διακύμανσης.

Τα δώδεκα υποδείγματα περιλαμβάνουν τέσσερις παραλλαγές από Garch, GJR Garch και E-Garch. Η πρώτη εκδοχή είναι η πιο απλή εκδοχή από κάθε τύπο υποδείγματος. Η δεύτερη εκδοχή είναι η εκδοχή ως προς τον μέσο κατά την οποία στην εξίσωση παλινδρομήσεως περιλαμβάνεται ως παλινδρομητής η υπό συνθήκη τυπική απόκλιση. Η τρίτη εκδοχή είναι η εκδοχή που η υπό συνθήκη διακύμανση είναι συνάρτηση δύο επιπλέον μεταβλητών. Της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας VFTASEC και του Spread του Ελληνικού ομολόγου. Το Spread επιλέχθηκε με την εξής λογική. Αφού όπως αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα το spread ουσιαστικά περιλαμβάνει τον κίνδυνο της χώρας. Συνεπώς επιλέχθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή για την εκτίμηση του κινδύνου του Χρηματιστηρίου καθώς το τελευταίο επηρεάζεται από τις συνθήκες στη χώρα. Τέλος η τέταρτη εκδοχή περιλαμβάνει την παλινδρόμηση ως προς το μέσο και για την υπό συνθήκη διακύμανση χρησιμοποιεί ως ερμηνευτικές μεταβλητές τον δείκτη VFTASEC και του Spread του Ελληνικού ομολόγου. Η επιλογή δύο τύπων ασύμμετρων υποδειγμάτων Garch έγινε για το λόγο ότι από αρκετούς θεωρείται ότι η μεταβλητότητα παρουσιάζει το φαινόμενο ασυμμετρίας. Στις παλινδρομήσεις που έκανα δεν βρήκα αποδείξεις ασυμμετρίας αλλά μόνο

κάποιες ενδείξεις ότι μπορεί να υπάρχει ασυμμετρία. Σίγουρα απόδειξα με αρκετούς τρόπους ότι υπάρχει αντίθετη σχέση μεταξύ του δείκτη και της μεταβλητότητας, αλλά δεν βρέθηκαν ισχυρές αποδείξεις για την ύπαρξη ασύμμετρης σχέσης μεταξύ της μεταβλητότητας και των αποδόσεων του δείκτη. Για αυτό το λόγο συμπεριέλαβα και το απλό υπόδειγμα Garch που δεν είναι ειδικά κατασκευασμένο για την ύπαρξη της ασυμμετρίας.

Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται τα αποτελέσματα των δώδεκα υλοποιήσεων των υποδειγμάτων που προαναφέρθηκαν χωρισμένα σε τρεις υποπίνακες. Στον πρώτο υποπίνακα είναι τα αποτελέσματα των τεσσάρων εκδοχών του υποδείγματος GJR-Garch στον δεύτερο υποπίνακα του Garch και στον τρίτο του E-Garch.

Κάθε υποπίνακας χωρίζεται σε μέρη. Στο άνωθι μέρος είναι οι συντελεστές της παλινδρόμησης δηλαδή του μέσου και της υπό συνθήκη τυπικής απόκλισης αν έχουμε υπόδειγμα ως προς το μέσο. Στο επόμενο μέρος είναι οι συντελεστές της υπό συνθήκη διακύμανσης. Δηλαδή ο σταθερός συντελεστής, ο συντελεστής της υστέρησης των καταλοίπων και της υστέρησης της υπό συνθήκη διακύμανσης. Οι δύο τελευταίοι όροι δεν περιλαμβάνονται στο υπόδειγμα E-Garch με αυτή την μορφή. Επίσης περιλαμβάνονται οι όροι του διορθωμένου δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας VFTASEC και του Spread του Ελληνικού ομολόγου, όπου αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται ως όροι στην ερμηνεία της υπό συνθήκη διακύμανσης. Στο επόμενο μέρος είναι οι συντελεστές που διαφοροποιούν τα ασύμμετρα υποδείγματα. Τέλος είναι τρία κριτήρια για μια πρώτη αξιολόγηση των υποδειγμάτων. Η οριστική αξιολόγηση των υποδειγμάτων δεν θα γίνει απλώς με αυτά τα τρία κριτήρια αλλά με παλινδρομήσεις χρησιμοποιώντας τις τιμές των προβλεπόμενων τιμών μεταβλητότητας των υποδειγμάτων ως ερμηνευτικές μεταβλητές για την πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας.

Σύμφωνα με μια πρώτη αξιολόγηση με τα συγκεκριμένα κριτήρια (Akaike, Schwartz και Hannan-Quinn), παρατηρείται ότι τις χαμηλότερες τιμές των κριτηρίων έχουν τα υποδείγματα E-Garch κατόπιν τα υποδείγματα GJR-Garch και τις μεγαλύτερες τιμές τα υποδείγματα Garch. Αυτά τα αποτελέσματα δίνουν ακόμα μια ένδειξη για την ύπαρξη ασυμμετρίας, όπως βέβαια δίνουν ένδειξη και οι εκτιμήσεις των συντελεστών των όρων που μετράνε την ασυμμετρία.

Variable	GJRGarch		GJRGarchM		GJRGarchVS		GJRGarchMVS	
	Coef	Prob.	Coef	Prob.	Coef	Prob.	Coef	Prob.
(σ_{-1})			-0,0865	0,0348			-0,0826	0,0477
μ	0,0002	0,4933	0,0015	0,0323	0,0000	0,9138	0,0013	0,0743
α_0	$2,84 \cdot 10^{-06}$	0,0000	$2,54 \cdot 10^{-06}$	0,0001	$-3,54 \cdot 10^{-06}$	0,1217	$-3,75 \cdot 10^{-06}$	0,0941
(ε_{-1}) ²	0,0694	0,0000	0,0675	0,0000	0,0619	0,0000	0,0604	0,0000
(σ_{-1}) ²	0,9024	0,0000	0,9038	0,0000	0,8559	0,0000	0,8581	0,0000
VFTASEC					$6,66 \cdot 10^{-07}$	0,0039	$6,55 \cdot 10^{-07}$	0,0045
SPREAD					$9,27 \cdot 10^{-07}$	0,0006	$9,30 \cdot 10^{-07}$	0,0005
(ε_{-1}) ² if $\varepsilon_{-1} < 0$ else 0	0,058	0,0000	0,0621	0,0000	0,080903	0,0000	0,0841	0,0000
Akaike info criterion	-4,9650		-4,9658		-4,9407		-4,9412	
Schwarz criterion	-4,9552		-4,9541		-4,9266		-4,9251	
Hannan-Quinn criter.	-4,9615		-4,9616		-4,9356		-4,9354	

Variable	Garch		GarchM		GarchVS		GarchMVS	
	Coef	Prob.	Coef	Prob.	Coef	Prob.	Coef	Prob.
(σ_{-1})			-0,0587	0,1187			-0,0578	0,1420
μ	0,0005	0,0648	0,0014	0,0434	0,0003	0,2423	0,0013	0,0909
α_0	$2,63 \cdot 10^{-06}$	0,0001	$2,61 \cdot 10^{-06}$	0,0001	$-3,77 \cdot 10^{-06}$	0,1270	$-3,78 \cdot 10^{-06}$	0,1237
(ε_{-1}) ²	0,1014	0,0000	0,101	0,0000	0,1074	0,0000	0,1070	0,0000
(σ_{-1}) ²	0,9018	0,0000	0,9022	0,0000	0,8572	0,0000	0,8573	0,0000
VFTASEC					$6,55 \cdot 10^{-07}$	0,0086	$6,6 \cdot 10^{-07}$	0,0083
SPREAD					$7,31 \cdot 10^{-07}$	0,0038	$7,34 \cdot 10^{-07}$	0,0035
Akaike info criterion	-4,9598		-4,9598		-4,9340		-4,9339	
Schwarz criterion	-4,9520		-4,9500		-4,9219		-4,9198	
Hannan-Quinn criter.	-4,9570		-4,9563		-4,9296		-4,9288	

Variable	E-Garch		E-GarchM		E-GarchVS		E-GarchMVS	
	Coef	Prob.	Coef	Prob.	Coef	Prob.	Coef	Prob.
(σ_{-1})			-0,0904	0,0226			-0,0904	0,0226
μ	0,0002	0,5698	0,0015	0,0298	0,0001	0,7221	0,0015	0,0331
α_0	-0,2236	0,0000	-0,2124	0,0000	-0,0613	0,1648	-0,0529	0,2413
VFTASEC					-0,0011	0,0000	-0,0011	0,0000
SPREAD					0,0009	0,0001	0,0009	0,0001
$ \varepsilon_{-1} / (\sigma_{-1})$	0,1774	0,0000	0,1784	0,0000	0,1540	0,0000	0,1552	0,0000
($\varepsilon_{-1}) / (\sigma_{-1})$	-0,0499	0,0000	-0,0521	0,0000	-0,0467	0,0000	-0,0491	0,0000
$\ln(\sigma_{-1})^2$	0,9888	0,0000	0,9902	0,0000	1,0037	0,0000	1,0048	0,0000
Akaike info criterion	-4,9738		-4,9746		-4,9479		-4,9487	
Schwarz criterion	-4,964		-4,9629		-4,9338		-4,9326	
Hannan-Quinn criter.	-4,9702		-4,9704		-4,9428		-4,9429	

Πίνακας 16

Για να ταξινομήσω όμως τους διαφορετικούς τρόπους εκτίμησης της μεταβλητότητας θα εκτελέσω ένα σύνολο παλινδρομήσεων του τύπου

$$\frac{real22_t}{100 \cdot \sqrt{252}} = a + b \cdot (volatilitymeasure)_{t-lag} + \varepsilon \quad (2.17)$$

Σε αυτό το σημείο θα χρησιμοποιήσω στην σύγκριση των προβλεπτικών ικανοτήτων των διαφορετικών υποδειγμάτων τα εξής μέτρα.

VFTASEC (μέτρο τεκμαρτής μεταβλητότητας, ελεύθερο υποδείγματος, διορθωμένης με το εκθετικό σταθμισμένο σχετικό ασφάλιστρο διακύμανσης)

IVB76 (τεκμαρτή μεταβλητότητα η οποία έχει εξαχθεί από τις τιμές των δικαιωμάτων χρησιμοποιώντας την βελτίωση Black76 του υποδείγματος των Black&Scholes)

Την ίδια την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα (τυπική απόκλιση 22 ημερών)

Και τέλος την εκτίμηση της μεταβλητότητας από τα υποδείγματα τύπου Garch όπως εκτιμήθηκαν προηγουμένως. Για την εξαγωγή της μεταβλητότητας από τα υποδείγματα τύπου Garch πρώτα δημιουργώ νέες χρονοσειρές από την πρόβλεψη της τυπικής απόκλισης όπως εξάγεται από κάθε διαφορετικό υπόδειγμα. Όμως αυτές οι εκτιμήσεις της μεταβλητότητας αναφέρονται σε ημερήσια μεταβλητότητα. Συνεπώς για να μετατρέψω όλες τις μορφές της μεταβλητότητας στις ίδιες συγκρίσιμες μονάδες, ακολουθώ τους (Blair, et al., 2001) και (Kambouroudis, et al., 2016)) και διαιρώ κάθε μέτρο που έχει υπολογισθεί ως (ετησιοποιημένη μεταβλητότητα επί 100) με τον συντελεστή $(100 * \sqrt{252})$.

Στον κάτωθι πίνακα εμφανίζονται τα αποτελέσματα 30 παλινδρομήσεων χρησιμοποιώντας την (2.17). Υπάρχουν τα αποτελέσματα για 15 παλινδρομήσεις για την πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας μιας ημέρας και τα αποτελέσματα για 15 παλινδρομήσεις για την πρόβλεψη 21 ημερών. Σε κάθε παλινδρόμηση δίνονται οι τιμές των συντελεστών (a ο σταθερός όρος και b ο συντελεστής του μέτρου της μεταβλητότητας) ενώ δίνεται η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού κάθε παλινδρόμησης και η ταξινόμηση του, μεταξύ του συνόλου των συντελεστών προσδιορισμού της συγκεκριμένης υστέρησης.

Παραδείγματος χάριν για την πρώτη παλινδρόμηση έχουμε ότι ελέγχεται το μέτρο μεταβλητότητας που προέκυψε από το υπόδειγμα E-Garch για την πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας. Στο αριστερό μέρος του πίνακα ελέγχω την προβλεπτική ικανότητα της πρώτης υστέρησης κάθε μέτρου, δηλαδή ελέγχω την προβλεπτική ικανότητα για χρονικό διάστημα μιας ημέρας.

Η πρώτη παλινδρόμηση στον πίνακα είναι ουσιαστικά η κάτωθι παλινδρόμηση

$$\frac{real22_t}{100 * \sqrt{252}} = -0,00215 + 1,05858 * (E - Garch)_{-1}$$

(0.00000) (0.0000)

$R^2 = 0.88632$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values και το R^2 είναι το ένατο (9) μεταξύ των συντελεστών προσδιορισμού των μέτρων για την πρόβλεψη μιας ημέρας

				t-1				t-21	
				a	b			a	b
E-Garch	<i>Coef</i>			-0,00215	1,05858			0,00552	0,71515
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,88632	(9)			0,40617	(4)
E-GarchM	<i>Coef</i>			-0,00225	1,06398			0,00557	0,71311
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,88940	(6)			0,40119	(5)
E-GarchM(VS)	<i>Coef</i>			-0,00236	1,07394			0,00482	0,74918
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,87568	(10)			0,42499	(3)
E-Garch(VS)	<i>Coef</i>			-0,00229	1,06996			0,00472	0,75290
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,87196	(11)			0,43056	(2)
Garch	<i>Coef</i>			-0,00087	0,98492			0,00741	0,61932
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,91995	(3)			0,36454	(10)
GarchM	<i>Coef</i>			-0,00097	0,98921			0,00740	0,61989
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,92050	(2)			0,36228	(11)
GarchM(VS)	<i>Coef</i>			-0,00187	1,04308			0,00595	0,69208
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,88681	(7)			0,38871	(8)
Garch(VS)	<i>Coef</i>			-0,00177	1,03818			0,00598	0,69056
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,88653	(8)			0,39054	(6)
GJRGarch	<i>Coef</i>			-0,00030	0,95975			0,00773	0,60530
	<i>p-val</i>			(0,0329)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,90624	(5)			0,36131	(12)
GJRGarchM	<i>Coef</i>			-0,00046	0,96783			0,00769	0,60795
	<i>p-val</i>			(0,0011)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,90664	(4)			0,35860	(13)
GJRGarchM(VS)	<i>Coef</i>			-0,00128	1,01915			0,00617	0,68425
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,86523	(12)			0,38846	(9)
GJRGarch(VS)	<i>Coef</i>			-0,00110	1,01009			0,00624	0,68023
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,86441	(13)			0,39045	(7)
IVB76(Daily)	<i>Coef</i>			-0,00058	0,88468			0,00350	0,72109
	<i>p-val</i>			(0,0561)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,66630	(15)			0,44212	(1)
VFTASEC(Daily)	<i>Coef</i>			0,00280	0,89925			0,00979	0,56142
	<i>p-val</i>			(0,0000)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,71909	(14)			0,27929	(15)
Real22(Daily)	<i>Coef</i>			0,00024	0,98877			0,00910	0,57692
	<i>p-val</i>			(0,0002)	(0,0000)			(0,0000)	(0,0000)
	<i>R-Squared</i>	<i>rank</i>		0,97788	(1)			0,33373	(14)

Πίνακας 17

Ελέγχοντας και ερμηνεύοντας τις παλινδρομήσεις του πίνακα έχουμε ότι

Την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα για προβλέψεις μιας ημέρας έχει η ίδια η τυπική απόκλιση.

Στη συνέχεια έρχονται με την σειρά τα υποδείγματα Garch, GJR-Garch και E-Garch και μάλιστα οι πιο απλές μορφές τους. Δηλαδή σε κάθε είδος υποδείγματος, για την πρόβλεψη μιας ημέρας έχει καλύτερη προβλεπτική ικανότητα το υπόδειγμα ως προς το μέσο (πχ GarchM) στη συνέχεια η plain vanilla (η πιο απλή) εκδοχή κάθε είδους υποδείγματος.

Στη συνέχεια ακολουθούν στην προβλεπτική ικανότητα οι πιο σύνθετες εκδοχές των υποδειγμάτων που η υπό συνθήκη διακύμανση είναι συνάρτηση του μέτρου της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας και του spread του Ελληνικού ομολόγου. Πάλι καλύτερη προβλεπτική ικανότητα έχουν τα υποδείγματα που χρησιμοποιούν μέτρα ως προς το μέσο (πχ GarchM(VS)) και στη συνέχεια τα υποδείγματα που δεν χρησιμοποιούν μέτρα ως προς το μέσο.

Στις τελευταίες θέσεις είναι οι παλινδρόμησης που χρησιμοποιούν τα μέτρα τεκμαρτής μεταβλητότητας. Στην προτελευταία θέση και με αρκετά μικρότερο συντελεστή προσδιορισμού, βρίσκεται η παλινδρόμηση που χρησιμοποιεί το μέτρο της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας VFTASEC και αρκετά πιο χαμηλά στην τελευταία θέση η παλινδρόμηση που χρησιμοποιεί την τεκμαρτή μεταβλητότητα που υπολογίστηκε με την εξαγωγή της από το υπόδειγμα Black76.

Όμως όταν ο χρονικός ορίζοντας αυξάνεται στις 21 ημέρες τότε αλλάζουν οι κατατάξεις, δηλαδή αλλάζει η προβλεπτική ικανότητα κάθε μέτρου μεταβλητότητας.

Την καλύτερη επίδοση στην πρόβλεψη της τυπικής απόκλισης των επομένων 21 ημερών έχει η τεκμαρτή μεταβλητότητα όπως υπολογίστηκε από το υπόδειγμα Black&Scholes (παραλλαγή Black76). Βασική παρατήρηση που πρέπει να γίνει σε αυτό το σημείο είναι ότι η προβλεπτική ικανότητα του μέτρου IVB76 έχει την μικρότερη ποσοστιαία μείωση με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα της πρόβλεψης, παρουσιάζει δηλαδή μια σταθερότητα ως προς την προβλεπτική ικανότητα. Η παρατήρηση ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα υπερτερεί στις προβλέψεις για χρονικά διαστήματα που είναι πλησίον του ενός μηνός είναι σύμφωνη με τα αποτελέσματα των (Kourtis, et al., 2016). Όμως σε αυτή την έρευνα η διορθωμένη τεκμαρτή μεταβλητότητα ήταν αυτή που υπερτερούσε στις προβλέψεις της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας για ένα πλήθος δεικτών διεθνών χρηματιστηρίων. Βέβαια υπάρχει μια σημαντική διαφορά στην διορθωμένη τεκμαρτή μεταβλητότητα όπως την υπολόγισα εγώ σχετικά με άλλες έρευνες. Σε άλλες έρευνες που χρησιμοποιούν το μέτρο του σχετικού ασφαλιστρου διακύμανσης για την διόρθωση της (ελεύθερου υποδείγματος) τεκμαρτής μεταβλητότητας ((DeMiguel, et al., 2013), (Kourtis, et al., 2016), (Prokopcuk &

Simen, 2014)), συνήθως επιλέγεται χρονικό διάστημα σχεδόν ενός έτους για την δημιουργία του μέτρου VRP. Εγώ με γνώμονα την διόρθωση της τεκμαρτής μεταβλητότητας για την παρατήρησή της σε πραγματικό χρόνο, ήθελα μικρό χρονικό διάστημα για τον υπολογισμό του μέτρου VRP(E) έτσι ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στις τρέχουσες συνθήκες που επικρατούν στην αγορά για την ομόχρονη παρατήρηση της μεταβλητότητας και δεν είχα ως σκοπό την μακροχρόνια διόρθωση της τεκμαρτής μεταβλητότητας για την χρησιμοποίησή της για προβλέψεις. Επίσης βασικός μου σκοπός ήταν η δημιουργία ενός μέτρου τεκμαρτής μεταβλητότητας ανώτερου από αυτή που εξάγεται από το υπόδειγμα Black76, ώστε να μπορεί να βελτιώσει την παρατήρηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας σε πραγματικό χρόνο, παρά τα προβλήματα λόγω της έλλειψης αρκετών δικαιωμάτων για τη δημιουργία του μέτρου.

Στη συνέχεια σύμφωνα με την ταξινόμηση των συντελεστών προσδιορισμού το υπόδειγμα με το μέτρο διακύμανσης από το υπόδειγμα E-Garch έχει την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα και μάλιστα η εκδοχή του που η υπό συνθήκη διακύμανση είναι συνάρτηση της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας και του spread του Ελληνικού ομολόγου. Στη συνέχεια ακολουθεί το υπόδειγμα με το μέτρο E-Garch που επιπλέον είναι ως προς το μέσο και ακολουθούν τα υποδείγματα με τα μέτρα E-Garch χωρίς προσθήκες και E-Garch ως προς το μέσο. Στη συνέχεια ακολουθούν τα υποδείγματα που χρησιμοποιούν ως μέτρα μεταβλητότητας τα μέτρα που προέκυψαν από τα υποδείγματα Garch και GJR-Garch με αυτή τη σειρά.

Αυτό που κάνει εντύπωση είναι ότι όταν η πρόβλεψη ήταν για χρονικό ορίζοντα μιας ημέρας τα μέτρα που προέρχονταν από υποδείγματα χωρίς η υπό συνθήκη διακύμανση να είναι συνάρτηση της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας και του spread του Ελληνικού ομολόγου είχαν καλύτερους συντελεστές προσδιορισμού. Επιπλέον ο συντελεστής προσδιορισμού αυξάνεται αν το υπόδειγμα είναι ως προς το μέσο. Δηλαδή για προβλέψεις μιας ημέρας τα μέτρα από υποδείγματα που είναι ως προς το μέσο φαίνεται ότι έχουν καλύτερη προβλεπτική ικανότητα και η χρησιμοποίηση της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητας και του spread του Ελληνικού ομολόγου ως ανεξάρτητες μεταβλητές για την εκτίμηση της υπό συνθήκη διακύμανσης έχει αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα. Επίσης η πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα έχει την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα και η τεκμαρτή από το υπόδειγμα Black76 την χειρότερη.

Όταν η πρόβλεψη είναι για χρονικό ορίζοντα 21 ημερών τότε όλα αλλάζουν. Την καλύτερη επίδοση έχει η τεκμαρτή μεταβλητότητα που εξάγεται από το υπόδειγμα Black76 και τη δεύτερη χειρότερη η ίδια η τυπική απόκλιση. Η τεκμαρτή μεταβλητότητα που

διορθώνεται με την τυπική απόκλιση έχει την χειρότερη επίδοση. Επίσης όλα αλλάζουν και στα μέτρα που προέρχονται από υποδείγματα τύπου Garch. Για την πρόβλεψη της τυπικής απόκλισης με χρονικό ορίζοντα 21 ημερών τώρα η χρησιμοποίηση της διορθωμένης τεκμαρτής μεταβλητότητα και του spread του Ελληνικού ομολόγου ως ανεξάρτητες μεταβλητές για την εκτίμηση της υπό συνθήκη διακύμανσης, βελτιώνει την προβλεπτική ικανότητα των υποδειγμάτων, ενώ τα υποδείγματα ως προς το μέσο έχουν αντίθετα του επιθυμητού αποτελέσματα. Επίσης για την πρόβλεψη της τυπικής απόκλισης με ορίζοντα 21 ημερών τα υποδείγματα E-Garch προσέφεραν τις καλύτερες επιδόσεις, πολύ κοντά στην επίδοση του μέτρου IVB76.

Εάν υπήρχε μεγαλύτερος αριθμός δικαιωμάτων ώστε να μπορεί να γίνει καλύτερος, πληρέστερος και ορθότερος υπολογισμός της τεκμαρτής μεταβλητότητας ελεύθερου υποδείγματος, τότε το μέτρο VFTASEC θα είχε μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα στην πρόβλεψη με χρονικό ορίζοντα 21 ημερών για δύο λόγους. Πρώτον ο μεγάλος αριθμός δικαιωμάτων θα περιόριζε σημαντικά τα περιθώρια σφάλματος στον υπολογισμό της τεκμαρτής μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος και δεύτερον θα υπήρχε η δυνατότητα αύξησης των παρατηρήσεων για τη δημιουργία του μέτρου σχετικού ασφαλίστρου διακύμανσης, συμβαδίζοντας με άλλες έρευνες για αγορές του εξωτερικού, δίνοντας μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα στο μέτρο VFTASEC.

Δείκτης Κινδύνου

Στο σημείο αυτό θα χρησιμοποιήσω και θα συνδυάσω μεταβλητές που αναλύθηκαν σε προηγούμενες ενότητες για την εύρεση σχέσεων που θα αποτυπώνουν καλύτερα τον κίνδυνο που αντιμετωπίζει ο επενδυτής και μια πιο αξιόπιστη σχέση για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας. Αυτή η σχέση επειδή θα περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για να ερμηνεύσουν το συναίσθημα του επενδυτή, δεν μπορεί να αντικαταστήσει το δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της μεταβλητότητας. Μπορεί όμως να αποτελέσει ένα σημείο αναφοράς για τον γενικότερο κίνδυνο που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές.

Ουσιαστικά γίνεται απόπειρα δημιουργίας μιας σχέσης ή και ενός δείκτη που θα αποτυπώνει το συναίσθημα και τον φόβο του επενδυτή. Επειδή ορισμένα από τα πιθανά συστατικά αυτής της σχέσης υπάρχουν σε μηνιαία συχνότητα, αναγκαστικά θα έχει μηνιαία συχνότητα η σχέση.

Ορισμένα πιθανά συστατικά για την δημιουργία αυτής της σχέσης είναι:

Ο δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας. Όπως αναλύθηκε είναι βασικός δείκτης που αποτυπώνει την εκτίμηση των συμμετεχόντων για τον αναμενόμενο κίνδυνο. Επειδή η σχέση έχει μηνιαία συχνότητα λαμβάνεται υπόψιν η τελευταία παρατήρηση του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας κάθε ημερολογιακό μήνα.

Η μηνιαία μεταβλητότητα. Ως μηνιαία μεταβλητότητα ορίζω σε αυτό το σημείο το μέσο όρο των τετραγώνων των ημερήσιων αποδόσεων κάθε μήνα χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$\sigma = \sqrt{\frac{252}{n} \sum (r_i)^2}$$

Όπου n οι εργάσιμες ημέρες κάθε μήνα. Αν και το n μεταβάλλεται κάθε

μήνα θεωρώ ότι με αυτόν τον τύπο αποτυπώνεται καλύτερα η μηνιαία μεταβλητότητα από το να ήταν σταθερό και κάποιους μήνες να είχαμε παρατηρήσεις και από προηγούμενους μήνες ή κάποιους άλλους μήνες να μην περιλαμβάνονταν όλες οι παρατηρήσεις του μήνα.

Αξία συναλλαγών (τζίρος) του δείκτη FTSE/ATHEX Large Cap και η μεταβολή του τζίρου. Λόγω μηνιαίας συχνότητας λαμβάνονται το άθροισμα του τζίρου κάθε ημερολογιακού μήνα και ως μεταβολή ο φυσικός λογάριθμος του τζίρου κάθε μήνα μείον τον φυσικό λογάριθμο του τζίρου του προηγούμενου μήνα.

Spread του Ελληνικού δεκαετούς ομολόγου. Λαμβάνεται υπόψιν η τελευταία τιμή του spread κάθε ημερολογιακό μήνα.

Κινητός μέσος όρος 12 μηνών της τιμής του spread, λαμβάνοντας υπόψιν μόνο τις τελευταίες παρατηρήσεις κάθε μήνα.

Τυπική απόκλιση 12 μηνιαίων μεταβολών (των τελευταίων κάθε μήνα τιμών) του spread.

Μέσος ημερήσιος αριθμός διακινηθέντων δικαιωμάτων. Ο μεγάλος αριθμός διακινηθέντων δικαιωμάτων προαίρεσης λειτουργεί ως συμπεριφορικός δείκτης. Τα δικαιώματα προαίρεσης είναι προϊόντα με τα οποία γίνεται ανάληψη θέσης στην μεταβλητότητα. Επίσης βασικό χαρακτηριστικό των δικαιωμάτων προαίρεσης είναι ότι είναι προϊόντα που έχουν μη γραμμική συνάρτηση κέρδους. Στην λήξη τους αν η τιμή του υποκειμένου βρεθεί από τη μια πλευρά της τιμής εξάσκησης τότε η ζημιά μπορεί να είναι καθολική ενώ αν βρεθεί στην άλλη πλευρά της τιμής εξάσκησης το έσοδο μπορεί να είναι σημαντικό. Συνεπώς τα δικαιώματα προαίρεσης μπορούν να χρησιμεύσουν για την σημαντική αύξηση του αναβαλλόμενου κινδύνου άρα είναι λογικό να αυξάνεται η διαπραγματεύσή τους όταν υπάρχει αυξημένη διάθεση ανάληψης κινδύνου.

Ο δείκτης καταναλωτικής εμπιστοσύνης. Είναι ένας κλασικός συμπεριφορικός δείκτης που προσπαθεί με έρευνα να αποκαλύψει το συναίσθημα των καταναλωτών για ένα πλήθος θεμάτων. Με αυτό το δείκτη καταγράφονται οι προβλέψεις των καταναλωτών για

την οικονομική κατάσταση του νοικοκυριού τους

την γενικότερη οικονομική κατάσταση της χώρας

την πρόθεση αποταμίευσης

την τάση της ανεργίας

τις πληθωριστικές πιέσεις

την πρόθεση για μείζονες αγορές

και επίσης καταγράφονται οι εκτιμήσεις για την τρέχουσα οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών (I.O.B.E., 2018).

Επίσης ελέγχεται η μεταβολή του δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης και μια παραλλαγή του δείκτη που προτάθηκε από τους (Oprea & Braud, 2014). Επειδή ο δείκτης καταναλωτικής εμπιστοσύνης έχει σε κάποιες χώρες (μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα) αρνητικές τιμές από τον Ιανουάριο του 1985 που δημοσιεύονται στοιχεία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, πρότειναν την εξής μετατροπή για να αποκαλυφθεί η επίδραση του δείκτη στην χρηματιστηριακή αγορά.

$$CCI = \left| \frac{1}{CC} \right| \quad (2.18)$$

Τέλος λαμβάνεται υπόψιν άλλη μια μεταβλητή που προσπαθεί να αποτυπώσει το συναίσθημα του επενδυτή. Σύμφωνα με τους (Baker & Wurgler, 2007) όταν οι συνθήκες είναι καλές και υπάρχει στο χώρο των επενδύσεων «υψηλό συναίσθημα» οι επενδυτές στρέφονται περισσότερο σε μετοχές που μπορεί να είναι πιο δύσκολο να αποτιμηθούν και πιο δύσκολο να εφαρμοσθεί εξισορροπητική κερδοσκοπία σε αυτές αλλά μπορεί να είναι πιο πιθανό να παρουσιάσουν εκπλήξεις άρα και υπεραποδόσεις. Αντίθετα όταν οι συνθήκες είναι κακές ή λιγότερο καλές όταν δηλαδή υπάρχει «χαμηλό συναίσθημα» του επενδυτή, οι επενδυτές οδηγούνται περισσότερο σε μετοχές εταιρειών που είναι πιο μεγάλες, πιο γνωστές, πιο ασφαλείς και με μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης εκπλήξεων άρα και υπεραποδόσεων. Άρα σύμφωνα με τους (Baker & Wurgler, 2007) σε περιόδους του χρηματιστηρίου που εμφανίζεται υψηλό συναίσθημα του επενδυτή, οι επενδυτές είναι πιο πιθανό να επιλέξουν να επενδύσουν σε μετοχές εκτός των πολύ μεγάλων εταιρειών σε αντίθεση με περιόδους με χαμηλό συναίσθημα που οι περισσότερες επενδύσεις γίνονται σε πιο περιορισμένο αριθμό μετοχών, εταιρειών που θεωρούνται πιο ασφαλείς για επένδυση.

Στο Ελληνικό χρηματιστήριο για να αποδώσω αυτή τη μεταβλητή έκανα τον ακόλουθο συλλογισμό. Όταν θα εμφανίζεται «χαμηλό συναίσθημα» του επενδυτή, θα γίνονται περισσότερες επενδύσεις σε μετοχές του FTSE/ATHEX Large Cap σχετικά με τις περιόδους που εμφανίζεται «υψηλό συναίσθημα» του επενδυτή, που οι επενδύσεις θα επεκτείνονται σε μεγαλύτερο φάσμα μετοχών του χρηματιστηρίου. Συνεπώς λόγω αυτού του μεγαλύτερου ενδιαφέροντος, αναμένω ότι όταν η περίοδος του χρηματιστηρίου είναι «καλή» και ευνοϊκή για επενδύσεις, τότε ο λόγος της κεφαλαιοποίησης των μετοχών που συνθέτουν τον δείκτη FTSE/ATHEX Large Cap σχετικά με την κεφαλαιοποίηση του συνόλου του χρηματιστηρίου θα είναι μικρότερος σχετικά με τις «κακές» περιόδους που αναμένεται μεγαλύτερος δείκτης. Για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη αντλήθηκαν στοιχεία για την κεφαλαιοποίηση των μετοχών του FTSE/ATHEX Large Cap και του συνόλου της αγοράς, από τα επίσημα μηνιαία στατιστικά δελτία του κεντρικού αποθετηρίου και του χρηματιστηρίου «AXIANumbers» (Athex Group, 2006-2018) από το τεύχος 29 του Ιανουαρίου 2006 έως το τεύχος 177 του Ιουνίου του 2018. Επίσης μια επιπλέον μεταβλητή μπορεί να είναι η μεταβολή αυτής της σχέσης (πηλίκου).

Πρώτα ελέγχω την ικανότητα αυτών των μεταβλητών να αποτυπώσουν το επίπεδο του δείκτη. Ξεκινώ λαμβάνοντας το σύνολο των άνωθι μεταβλητών και εκτελώ αρκετές παλινδρομήσεις αποκλείοντας κάθε φορά τη μεταβλητή που έχει μεγαλύτερη τιμή p-value (μικρότερη απόλυτη τιμή t-statistic) ώστε να εξαιρώ κάθε φορά την μεταβλητή που είναι η πιθανότερη να έχει μηδενικό συντελεστή, και καταλήγω στην ακόλουθη σχέση.

$$FTSE_t = \begin{cases} -2659,155 - 144,42 (fttot)_t + 1,99 \cdot 10^{-6} (turn)_t - 2.029.97 (return)_t \\ -72,16 (VFTASEC)_t - 106,23 (CCI)_t + 5360,77 (CC)_t + 1,73 (avgopt)_t \end{cases} \quad (2.19)$$

$R^2 = 0.920359$ Όλοι οι συντελεστές των μεταβλητών είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο 1% εκτός του σταθερού όρου (p-value 0.34707)

$fttot$ είναι η σχέση κεφαλαιοποίησης των μετοχών του FTSE/ATHEX Large Cap δια την κεφαλαιοποίηση του συνόλου των μετοχών και $fttotret$ η ποσοστιαία μεταβολή του ($fttot$)

$turn$ είναι η αξία συναλλαγών (τζίρος) και $return$ η ποσοστιαία μεταβολή του τζίρου

cc είναι ο δείκτης καταναλωτικής εμπιστοσύνης, $ccret$ η μεταβολή του και cci ο τροποποιημένος δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης

$avgopt$ είναι ο μέσος ημερήσιος αριθμός διακινηθέντων δικαιωμάτων

Ελέγχω και την προβλεπτική ικανότητα της προηγούμενης σχέσης και έχω

$$FTSE_t = \begin{cases} -3536,16 - 141,61 (fttot)_{t-1} + 1,89 \cdot 10^{-6} (turn)_{t-1} - 2.029.97 (return)_{t-1} \\ -80,62 (VFTASEC)_{t-1} - 112,89 (CCI)_{t-1} + 5722,91 (CC)_{t-1} + 1,73 (avgopt)_{t-1} \end{cases} \quad (2.20)$$

$R^2 = 0.903359$ Όλοι οι συντελεστές των μεταβλητών είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο 1% εκτός του σταθερού όρου (p-value 0.5337)

Όλοι οι συντελεστές των μεταβλητών στις προηγούμενες σχέσεις έχουν το αναμενόμενο πρόσημο, το οποίο δείχνει ότι η επιλογή των μεταβλητών αυτών δεν ήταν τυχαία.

Συνεπώς βρέθηκε μια σχέση η οποία κατά ποσοστό άνω του 90% μπορεί να προβλέψει τις τιμές του δείκτη του επόμενου μήνα.

Στη συνέχεια ελέγχω τη σχέση της μηνιαίας μεταβλητότητας με το σύνολο τον υπό εξέταση μεταβλητών και αφαιρώντας τις μεταβλητές με συντελεστές στατιστικά μη σημαντικούς καταλήγω στην κάτωθι σχέση

$$mvol_t = 3,58 + 0,36IVB76_t + 0,65VFTASEC_t + 1,31 \cdot 10^{-9} turn_t - 3,81CC_t - 29,95fttotret_t \quad (2.21)$$

(0.2636) (0.0000) (0.0000) (0.0122) (0.0126) (0.0171)

$R^2 = 0.810482$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values.

Με μια πρόχειρη ματιά παρατηρούμε ότι ο συντελεστής του ποσοστού μεταβολής του πηλίκου της κεφαλαιοποίησης του δείκτη FTSE/ATHEX Large Cap δια την κεφαλαιοποίηση του συνόλου των μετοχών, έχει πρόσημο το οποίο μπορεί να ξενίζει. Όμως πρέπει να θυμίσουμε ότι το πηλίκο ερμηνεύεται ως αποστροφή στο κίνδυνο. Δηλαδή όσο ανεβαίνει η μεταβλητή αυτή δείχνει αύξηση της σχετικής κεφαλαιοποίησης των μεγάλων εταιρειών προς το σύνολο της κεφαλαιοποίησης άρα αύξηση αποστροφής ανάληψης κινδύνου. Συνεπώς μείωση της μεταβλητής ερμηνεύεται ως διάθεση ανάληψης κινδύνου. Συνεπώς το αρνητικό πρόσημο στο συντελεστή της συγκεκριμένης μεταβλητής ερμηνεύεται ως εξής. Η αύξηση της διάθεσης ανάληψης κινδύνου (ρίσκου) το οποίο σημαίνει αρνητική τιμή για την μεταβλητή *fftotret* οδηγεί σε αύξηση της μεταβλητότητας. Αντίθετα όταν αυξάνεται η αποστροφή στον κίνδυνο δηλαδή η μεταβλητή *fftotret* έχει θετική τιμή, τότε μειώνεται η τιμή της μεταβλητότητας. Άρα ο συντελεστής της μεταβλητής *fftotret* έχει και αυτός το αναμενόμενο πρόσημο.

Επίσης παρατηρούμε ότι η μεταβλητότητα επηρεάζεται από δύο συμπεριφορικές μεταβλητές. Την *fftotret* και τον δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης. Ο συντελεστής του δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης έχει το αναμενόμενο πρόσημο καθώς αναμένουμε ότι όσο μειώνεται η καταναλωτική εμπιστοσύνη να αυξάνεται ο κίνδυνος. Ο τζίρος έχει θετικό πρόσημο με την έννοια ότι όσο περισσότερο αυξάνεται η μεταβλητότητα τόσο θα αυξάνεται η διαπραγμάτευση και συνεπώς και η αξία διαπραγμάτευσης. Τέλος οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι λογικό να επηρεάζουν θετικά την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα.

Επειδή οι μεταβλητές αυτές έχουν μηνιαία συχνότητα δεν σημαίνει ότι δημοσιοποιούνται όλες μαζί. Συνεπώς αν γνωρίζουμε προς τα πού κατευθύνονται οι πιο πολλές από αυτές τις μεταβλητές πριν το τέλος του μήνα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την άνωθι σχέση για να κάνουμε μια σχετικά ασφαλή βραχυχρόνια πρόβλεψη της μηνιαίας πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας.

Ελέγχοντας εάν υπάρχει προβλεπτική ικανότητα της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας καταλήγω στην κάτωθι σχέση

$$mvol_t = 13,04 + 0,36IVB76_{t-1} - 0,35VFTASEC_{t-1} + 0,24mvol_{t-1} + 1,5 \cdot 10^{-9} turn_{t-1} - 4,63CC_{t-1} \quad (2.22)$$

(0.0173) (0.0000) (0.0305) (0.0879) (0.0899) (0.0741)

$R^2 = 0.440979$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values.

Στην άνωθι σχέση ο συντελεστής του διορθωμένου δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας έχει αντίθετο πρόσημο από αυτό που αναμένεται. Αυτό ίσως οφείλεται ότι για την πρόβλεψη της μηνιαίας μεταβλητότητας έχω χρησιμοποιήσει τρία διαφορετικά μέτρα μεταβλητότητας εκ των οποίων τα δύο αφορούν την τεκμαρτή μεταβλητότητα. Επίσης το ένα μέτρο είναι διορθωμένο ως προς την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα. Συνεπώς το αντίθετο πρόσημο ίσως εξηγείται από την πληθώρα το διαφορετικών μέτρων μεταβλητότητας και ότι προσαρμόζεται ο συντελεστής για να «ισορροπήσει» την επίδραση διαφορετικών μέτρων για την δημιουργία ενός ανώτερου μέτρου. Πράγματι αν αφαιρεθεί η μεταβλητή IVB76 τότε ο συντελεστής του VFTASEC λαμβάνει το αναμενόμενο πρόσημο (γίνεται θετικός). Όμως μειώνεται σημαντικά η προβλεπτική ικανότητα του υποδείγματος με τον συντελεστή προσδιορισμού να πέφτει από το 0,440979 στο 0,330035. Οι άλλες δύο μεταβλητές εκτός από τις μεταβλητότητες έχουν συντελεστές με το αναμενόμενο πρόσημο, αν και δοκιμάζοντας την αφαίρεσή τους από ερμηνευτικές μεταβλητές μας δείχνει ότι το υπόδειγμα δεν χάνει σημαντικά σε ικανότητα πρόβλεψης καθώς το R^2 μειώνεται σχετικά λίγο (στο 0,426863). Στο σημείο αυτό επισημαίνεται ότι η μηνιαία μεταβλητότητα όπως υπολογίσθηκε σε αυτό το σημείο δεν είναι η ίδια με την μεταβλητότητα όπως υπολογίζεται ως τυπική απόκλιση 22 ημερών. Όταν είχε ελεγχθεί η προβλεπτική ικανότητα της IVB76 είδαμε ότι $R^2 = 0,44212$ στην παλινδρόμηση της μεταβλητότητας των 22 ημερών με την υστέρηση των 21 ημερών της IVB76. Εδώ υλοποιώντας μια παλινδρόμηση για την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα και της μηνιαίας υστέρησης της IVB76 καταλήγω στην ακόλουθη σχέση

$$mvol_t = 11,31 + 0,587IVB76_{t-1} \quad (2.23)$$

(0.0008) (0.0000)

$R^2 = 0.281811$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values.

Άρα όταν αυξάνονται τα μέτρα μεταβλητότητας για την εκτίμηση της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας αυξάνεται η προβλεπτική ικανότητα του υποδείγματος. Πιθανότατα τα τρία διαφορετικά μέτρα μεταβλητότητας να συμπληρώνουν το ένα τις αδυναμίες του άλλου.

Ελέγχω αν το τελευταίο συμπέρασμα ισχύει και με τα ημερήσια δεδομένα συμπεριλαμβάνοντας τις υστερήσεις (21 ημερών) του IVB76 του VFTASEC και της πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητάς για την πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας και βρίσκω ότι το R^2 αυξάνεται από το 0,44212 μόλις στο 0,458917. Είναι μια σημαντική αύξηση αλλά όχι το ίδιο σημαντική όσο με τα μηνιαία δεδομένα.

Όσον αφορά τις μηνιαίες αποδόσεις καταλήγω στην κάτωθι σχέση

$$Rm_t = 0,062 + 2,46 \cdot 10^{-5} \cdot \text{spreads}_t + 0,223 \cdot \text{ccret}_t - 0,278 \cdot \text{mvol}_t + 0,041 \cdot \text{return}_t + 0,035 \cdot \text{opret}_t \quad (2.24)$$

(0.0005) (0.0204) (0.0038) (0.0000) (0.0510) (0.0419)

$R^2 = 0.273311$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values.

Από ότι φαίνεται από το προηγούμενο υπόδειγμα οι μηνιαίες αποδόσεις του δείκτη επηρεάζονται θετικά από την μεταβολή της τυπικής απόκλισης του spread, θετικά από την ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη καταναλωτικής εμπιστοσύνης, αρνητικά από την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα και τέλος θετικά από την μεταβολή του μέσου ημερήσιου αριθμού διακινηθέντων δικαιωμάτων. Άρα στις ομόχρονες παρατηρήσεις μπορούμε με αυτές τις μεταβλητές να εξηγήσουμε το 27,3311% των μηνιαίων αποδόσεων του δείκτη. Αυτό βοηθάει περισσότερο στον σχηματισμό μιας εικόνας για το είδος των μεταβλητών που επηρεάζουν τις αποδόσεις και το είδος του επηρεασμού παρά για την δημιουργία ενός δείκτη συμπεριφορικού ή κινδύνου (λόγω της φύσης των ερμηνευτικών μεταβλητών). Για να μπορέσουμε να έχουμε ένα δείκτη που να έχει οικονομική σημασία, ελέγχο την ικανότητα πρόβλεψης των αποδόσεων του επομένου μήνα. Ξεκινώντας πάλι από το σύνολο των υπό εξέταση μεταβλητών και απορρίπτοντας όσες ο συντελεστής τους δεν είναι στατιστικά σημαντικός καταλήγω στο κάτωθι υπόδειγμα.

$$Rm_t = -1,85 \cdot 10^{-11} \cdot \text{turn}_{t-1} - 0,0011 \cdot \text{VFTASEC}_{t-1} + 0,0346 \cdot \text{cc}_{t-1} \quad (2.25)$$

(0.0043) (0.0125) (0.0074)

$R^2 = 0.076208$ Στις παρενθέσεις είναι οι τιμές p-values.

Δεν συμπεριέλαβα σταθερό όρο γιατί ήταν μηδενικός κατά 96,25%.

Η άνωθι παλινδρόμηση εξηγεί το 7,62% των αποδόσεων του δείκτη τον επόμενο μήνα. Το άνωθι υπόδειγμα δίνει μια αίσθηση για τις μεταβλητές που επηρεάζουν τις αποδόσεις του επομένου μήνα και τον τρόπο που επηρεάζουν, αλλά αυτό δεν είναι αρκετό για να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη μιας τόσο συγκεκριμένης μεταβλητής όπως οι ποσοστιαίες αποδόσεις. Παρόλα αυτά συμβάλει στην κατανόηση του τρόπου επηρεασμού των αγορών.

Βλέπουμε ότι ο δείκτης καταναλωτικής εμπιστοσύνης επηρεάζει θετικά τις αποδόσεις και μετά από ένα μήνα. Επίσης παρατηρούμε ότι η (διορθωμένη) τεκμαρτή μεταβλητότητα λειτουργεί αρνητικά για τις αποδόσεις ακόμα και μετά από ένα μήνα. Τέλος παρατηρούμε αντίθετη σχέση από αυτή που θα περιμέναμε μεταξύ των μηνιαίων αποδόσεων του δείκτη

και του ύψους του τζίρου πριν από ένα μήνα. Αυτή η παρατήρηση υποδηλώνει ότι όταν υπάρχει έντονο συναλλακτικό ενδιαφέρον τον ένα μήνα τότε τον επόμενο μήνα είναι πιο πιθανό να δούμε ρευστοποιήσεις. Αυτό συμβαίνει είτε το χρηματιστήριο ήταν ανοδικό τον προηγούμενο μήνα και υπάρχει υλοποίηση του κέρδους είτε ήταν πτωτικό και υπάρχει πραγματοποίηση και οριοθέτηση της ζημιάς. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξα γιατί στις δοκιμαστικές παλινδρομήσεις που έκανα, ο συντελεστής των μηνιαίων υστερήσεων των αποδόσεων ήταν πάντα μη στατιστικά σημαντικός.

Συνεπώς είδαμε πως ένα πλήθος μεταβλητών επηρεάζει τον δείκτη του χρηματιστηρίου και πως οι μεταβλητές αυτές εξηγούν άνω του 90% της τιμής του δείκτη τον επόμενο μήνα. Επίσης είδαμε τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν κάποιες μεταβλητές την ομόχρονη τιμή της μηνιαίας πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας εξηγώντας το 81% του ύψους της και πως αν γνωρίζουμε την εξέλιξη κάποιων μεταβλητών μπορούμε να κάνουμε βραχυχρόνιες προβλέψεις της μεταβλητότητας. Όμως, οι μακρινές (μηνιαίες) προβλέψεις της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας χάνουν σημαντικά σε αξιοπιστία, όποιο τρόπο και αν δοκίμασα για την πρόβλεψή της.

Συνεπώς ένας δείκτης γενικότερου κινδύνου που δίνει πληροφορίες για την πραγματοποίηση της μεταβλητότητας, χρησιμοποιώντας αρκετές και διαφορετικού τύπου μεταβλητές είναι ο

$$mvol_t = 3,58 + 0,36IVB76_t + 0,65VFTASEC_t + 1,31 \cdot 10^{-9} turn_t - 3,81CC_t - 29,95 fftotret_t \quad (2.26)$$

(0.2636) (0.0000) (0.0000) (0.0122) (0.0126) (0.0171)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Στην παρούσα έρευνα έγινε μια προσπάθεια δημιουργίας ενός βασικού εργαλείου για την μέτρηση του κινδύνου, ενός δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας, διορθωμένου και προσαρμοσμένου για την Ελληνική πραγματικότητα. Λόγω χαμηλής εμπορευσιμότητας στα δικαιώματα προαίρεσης, παρουσιάσθηκαν προβλήματα στον υπολογισμό του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας εξαιτίας της έλλειψης ικανοποιητικού αριθμού δικαιωμάτων για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Αυτά τα προβλήματα δυσχεραίνουν τη δημιουργία δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος με δύο τρόπους. Πρώτον, σε αρκετές περιπτώσεις δεν ήταν δυνατόν να έχουμε τεκμαρτή μεταβλητότητα σε δύο μήνες λήξης όπου η μία λήξη θα ήταν λίγο μικρότερη του ενός μηνός και η άλλη λίγο μεγαλύτερη. Υπενθυμίζω ότι ο δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος δημιουργείται ως η τεκμαρτή μεταβλητότητα των δικαιωμάτων με λήξη ενός μηνός. Συνεπώς στο σημείο αυτό έγινε προσαρμογή του τύπου υπολογισμού που χρησιμοποιεί το CBOE για τον υπολογισμό του VIX, αλλάζοντας τον τρόπο στάθμισης των λήξεων. Με αυτό τον τρόπο κατέστη δυνατό να έχουμε τιμή για την τεκμαρτή μεταβλητότητα ακόμα και στις περιπτώσεις που και οι δύο λήξεις ήταν μεγαλύτερες ή μικρότερες του ενός μηνός ή ακόμα και στην περίπτωση που είχαμε μόνο μία διαθέσιμη λήξη. Το δεύτερο πρόβλημα που αντιμετώπισα ήταν ότι λόγω της μικρής εμπορευσιμότητας των δικαιωμάτων προαίρεσης, ο αριθμός των διαθέσιμων δικαιωμάτων για την εξαγωγή της τεκμαρτής μεταβλητότητας είναι αρκετά περιορισμένος. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος επέλεξα την διόρθωση του δείκτη με το σχετικό ασφάλιστρο διακύμανσης. Η πεπατημένη έλεγε να χρησιμοποιηθούν στοιχεία περίπου ένδεκα μηνών και στη συνέχεια να βρεθεί ο μέσος όρος των σχετικών τιμών της τεκμαρτής μεταβλητότητας προς τη τυπική απόκλιση. Επειδή βασική μου επιδίωξη ήταν η δημιουργία ενός δείκτη που να αποτυπώνει την αναμενόμενη από τους επενδυτές τεκμαρτή μεταβλητότητα σε πραγματικό χρόνο, επέλεξα να χρησιμοποιήσω στοιχεία 21 ημερών τα οποία σταθμίσθηκαν με εκθετικό τρόπο. Αυτός ο τρόπος διόρθωσης της τεκμαρτής μεταβλητότητας ελεύθερης υποδείγματος βοήθησε στην βελτίωση του δείκτη για την παρατήρηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας σε πραγματικό χρόνο, που ήταν και ο βασικός μου στόχος. Επίσης για μικρά χρονικά διαστήματα, λίγων ημερών απέδιδε καλύτερα από την τεκμαρτή μεταβλητότητα που εξάγεται από το υπόδειγμα των Black&Scholes για την πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας. Όμως χάθηκε μέρος της προβλεπτικής του ικανότητας καθώς μεγεθύνθηκε ο επηρεασμός της τεκμαρτής μεταβλητότητας, η οποία κοιτάει στο μέλλον, από την τυπική απόκλιση που προέρχεται από

παρελθοντικές παρατηρήσεις. Συνεπώς αν και δημιουργήθηκε ένα εργαλείο τεκμαρτής μεταβλητότητας που υπερτερεί από τα υπόλοιπα για χρονικά διαστήματα έως τριών ημερών, εντούτοις η πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας ενός μηνός γίνεται καλύτερα με την τεκμαρτή μεταβλητότητα από το υπόδειγμα Black76 και από υποδείγματα E-Garch ενώ η καλύτερη βραχυχρόνια πρόβλεψη της ημερήσιας μεταβλητότητας (τυπικής απόκλισης) είναι η υστέρηση της τυπικής απόκλισης.

Επίσης για ένα σύνολο παραγόντων που θεωρείται ότι επηρεάζουν τις χρηματιστηριακές αγορές, διερευνήθηκε, αναλύθηκε και θεμελιώθηκε ο τρόπος και ο λόγος που επηρεάζουν και αν επηρεάζουν τις αγορές. Οι παράγοντες αυτοί ήταν η μεταβλητότητα, η οικονομική κατάσταση της χώρας, το spread των Ελληνικών ομολόγων, η αξία των χρηματιστηριακών συναλλαγών και πως η συμπεριφορά επηρεάζει τις χρηματιστηριακές αγορές. Χρησιμοποιώντας ως επεξηγηματικές μεταβλητές την δική μου ερμηνεία για την υλοποίηση αυτών των παραγόντων δημιουργήθηκε μια σχέση που εξηγεί άνω του 92% του τρέχοντος επιπέδου του δείκτη και εξηγεί άνω του 90% της τιμής του δείκτη του επομένου μήνα. Επίσης έγινε απόπειρα για την δημιουργία μιας σχέσης που να εξηγεί και να προβλέπει τις αποδόσεις του δείκτη αλλά δεν κατέστη δυνατό να δημιουργηθεί μια σχέση που να εξηγεί μεγάλο ποσοστό των ποσοστιαίων μεταβολών του δείκτη με τις υπό εξέταση μεταβλητές. Τέλος έγινε απόπειρα δημιουργίας ενός γενικότερου δείκτη κινδύνου που συμπεριλαμβάνει εκτός της μεταβλητότητας και άλλες μεταβλητές για την εξήγηση και πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας. Αυτό το μέτρο γενικότερου κινδύνου είναι ένα μέτρο που εξηγεί-αναλύει τον κίνδυνο που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει τον κίνδυνο χρησιμοποιώντας και συμπεριφορικές μεταβλητές, αλλά δεν μπορεί να παρουσιάσει σε πραγματικό χρόνο την εκτίμηση των συμμετεχόντων για τον κίνδυνο που πιστεύουν ότι αντιμετωπίζουν.

Συνεπώς σε πραγματικό χρόνο η καλύτερη εκτίμηση της μεταβλητότητας που οι επενδυτές πιστεύουν ότι αντιμετωπίζουν είναι ο διορθωμένος δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας, η καλύτερη πρόβλεψη λίγων ημερών της μεταβλητότητας είναι η υστέρηση της μεταβλητότητας, ενώ η καλύτερη πρόβλεψη της μεταβλητότητας ενός μηνός είναι ένα μίγμα των τριών μέτρων μεταβλητότητας, της αξίας των συναλλαγών πλαισιωμένες από μεταβλητές που προσπαθούν να αποκαλύψουν το συναίσθημα του επενδυτή.

Βιβλιογραφία

Afonso, A., Arghyrou, M. G. & Kontonikas, A., 2012. *The determinants of sovereign bond yield spreads in the EMU*. [Online]

Available at: <https://ssrn.com/abstract=2223140>

[Accessed 13 02 2018].

Ahoniemi, K., 2006. Modeling and Forecasting Implied Volatility – an Econometric Analysis of the VIX Index. *Helsinki Center of Economic Research*, Volume No. 129.

Allen, P., Einchcomb, S. & Granger, N., 2006. *Variance Swaps*, London: J.P. Morgan Securities Ltd..

Andersen, T. G., 1996. Return volatility and trading volume: An information flow interpretation of stochastic volatility. *The Journal of Finance*, 51(1), pp. 169-204.

Andersen, T. G. & Bollerslev, T., 1998. Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts. *International Economic Review*, 39(4), pp. 885-905.

Andersen, T. G., Frederiksen, P. & Staal, A. D., 2007. The information content of realized volatility forecasts. *Working paper, Northwestern University*.

Arak, M. & Mijid, N., 2006. The VIX and VXN volatility measures: Fear gauges or forecasts?. *Derivatives Use, Trading & Regulation*, 12(1-2), pp. 14-27.

Arghyrou, M. G. & Chortareas, G., 2006. Current Account Imbalances and Real Exchange Rates in the Euro Area. *Cardiff Economics Working Papers*, Volume No.E2006/23.

Arghyrou, M. G. & Kontonikas, A., 2012. The EMU sovereign-debt crisis: Fundamentals, expectations and contagion. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 22(4), p. 658– 677.

Arghyrou, M. G. & Tsoukalas, J. D., 2010. The Greek debt crisis: Likely causes, mechanics and outcomes. *Cardiff Economics Working Papers*, Volume No. E2010/3.

Astorino, E. S., Chague, F., Giovannetti, B. & Silva, M. E. d., 2017. Variance Premium and Implied Volatility in a Low-Liquidity Option Market. *Revista Brasileira de Economia*, 71(1), pp. 3-28.

Athex Group, 2006-2018. Μηνιαίο Στατιστικό Δελτίο "AXIA numbers". Volume 29-177.

AthexGroup, 2018. *Δείκτες - Μηνιαίο Στατιστικό Δελτίο*. s.l.:s.n.

Attinasi, M.-G., Checherita, C. & Nickel, C., 2009. What explains the surge in euro area sovereign spreads during the financial crisis of 2007-09?. *ECB Working Paper*, Volume NO 1131.

Baker, M., Bradley, B. & Wurgler, J., 2011. Benchmarks as limits to arbitrage: Understanding the low-volatility anomaly. *Financial Analysts Journal*, 67(1), pp. 40-54.

Baker, M. & Wurgler, J., 2006. Investor sentiment and the cross-section of stock returns. *The Journal of Finance*, 61(4), pp. 1645-1680.

- Baker, M. & Wurgler, J., 2007. Investor Sentiment in the Stock Market. *Journal of Economic Perspectives*, 21(2), p. 129–151.
- Baker, M., Wurgler, J. & Yuan, Y., 2012. Global, local, and contagious investor sentiment. *Journal of financial economics*, 104(2), pp. 272-287.
- Bandopadhyaya, A. & Jones, A. L., 2005. *Measuring investor sentiment in equity markets*. [Online] Available at: https://scholarworks.umb.edu/financialforum_pubs/6 [Accessed 07 02 2018].
- Barberis, N., 2018. *Richard Thaler and the Rise of Behavioral Economics*. [Online] Available at: <https://ssrn.com/abstract=3111475> [Accessed 15 02 2018].
- Becker, R., Clements, A. E. & White, S. I., 2007. Does implied volatility provide any information beyond that captured in model-based volatility forecasts?. *Journal of Banking & Finance*, 31(8), pp. 2535-2549.
- Bekaert, G. & Hoerova, M., 2014. The VIX, the variance premium and stock market volatility. *Journal of Econometrics*, 183(2), pp. 181-192.
- Black, F., 1976. *Studies of stock market volatility changes. Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section*. s.l., s.n., pp. 177-181.
- Black, F., 1976. The pricing of commodity contracts. *Journal of Financial Economics*, 3(1-2), pp. 167-179.
- Black, F. & Scholes, M., 1973. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, 81(3), pp. 637-654.
- Blair, B. J., Poon, S.-H. & Taylor, S. J., 2001. Forecasting S&P 100 volatility: the incremental information content of implied volatilities and high-frequency index returns. *Journal of Econometrics*, 105(1), pp. 5-26.
- Bollerslev, T., 1986. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), pp. 307-327.
- Bollerslev, T., Engle, R. F. & Nelson, D. B., 1994. Arch Models. In: R. F. Engle & D. L. McFadden, eds. *Handbook of econometrics 4*. s.l.:Elsevier Science B.V., pp. 2959-3038.
- Bollerslev, T., Gibson, M. & Zhou, H., 2004. Dynamic Estimation of Volatility Risk Premia and Investor Risk Aversion from Option-Implied and Realized Volatilities. *Finance and Economics Discussion Series Working Paper No. 2004-56*.
- Bollerslev, T., Tauchen, G. & Zhou, H., 2009. Expected stock returns and variance risk premia. *The Review of Financial Studies*, 22(11), pp. 4463-4492.
- Bollerslev, T. & Zhou, H., 2006. Volatility puzzles: a simple framework for gauging return-volatility regressions. *Journal of Econometrics*, 131(1-2), pp. 123-150.

- Bongiovanni, A., De Vincentiis, P. & Isaia, E., 2016. *Performance of VIX Index as a Tool for Volatility Forecasting in Bull and Bear Markets*. Warsaw, s.n., pp. 339-352.
- Bossu, S., 2006. Introduction to Variance Swaps. *Wilmott Magazine - Technical Article 1*, pp. 50-55.
- Bossu, S., Strasser, E. & Guichard, R., 2005. *Just What You Need To Know About Variance Swaps*, London: JPMorgan.
- Boujelbène, M. A., 2011. A behavioral explanation for the asymmetric volatility effect. *Journal of Applied Economic Sciences*, 6(18), pp. 121-131.
- Boumparis, P., Milas, C. & Panagiotidis, T., 2017. On the Role of the Credit Rating Agencies in the Euro Zone Crisis. In: I. Bournakis, C. Tsoukis, D. Christopoulos & T. Palivos, eds. *Political Economy Perspectives on the Greek Crisis*. s.l.:Palgrave Macmillan, Cham, pp. 177-203.
- Britten-Jones, M. & Neuberger, A., 2000. Option Prices, Implied Price Processes, and Stochastic Volatility. *The Journal of Finance*, 55(2), pp. 839-866.
- Broadie, M. & Jain, A., 2008. Pricing and Hedging Volatility Derivatives. *Journal of Derivatives*, 15(3), pp. 7-24.
- Brooks, C., 2014. *Introductory Econometrics for Finance*. 3 ed. s.l.:Cambridge University Press.
- Bruns, M. & Poghosyan, T., 2016. Leading Indicators of Fiscal Distress: Evidence from the Extreme Bound Analysis. *IMF Working Paper*, Volume WP/16/28.
- Carr, P. & Lee, R., 2007. Realized Volatility and Variance: Options via Swaps. *Risk*, 20(5), pp. 76-83.
- Carr, P. & Lee, R., 2008/5. Robust replication of volatility derivatives. In: *Prmia award for best paper in derivatives, mfa 2008 annual meeting*. s.l.:s.n.
- Carr, P. & Lee, R., 2009. Volatility Derivatives. *Annu. Rev. Financ. Econ.*, Volume 1, pp. 319-339.
- Carr, P. & Madan, D., 1998. Towards a theory of volatility trading. In: R. A. Jarrow, ed. *Volatility: New estimation techniques for pricing derivatives*. s.l.:Risk Books, pp. 417-427.
- Carr, P. & Wu, L., 2006. A Tale of Two Indices. *The Journal Of Derivatives*, 13(3), pp. 13-29.
- Carr, P. & Wu, L., 2009. Variance Risk Premiums. *The Review of Financial Studies*, 22(3), p. 1311–1341.
- CBOE, 2017. *Volatility Indexes at Cboe*. [Online]
Available at: <https://www.cboe.com/micro/vix/pdf/volatility-indexes-fact-sheet.pdf>
[Accessed 30 03 2018].
- Chevallier, J. & Sevi, B., 2014. A fear index to predict oil futures returns. *Energy Studies Review Special Issue*, pp. 1-17.
- Chicago Board Options Exchange, 2014. *The CBOE Volatility Index - VIX*. Version 2015 ed. s.l.:s.n.

- Christensen, B. J. & Prabhala, N. R., 1998. The relation between implied and realized volatility. *Journal of financial economics*, 50(2), pp. 125-150.
- Coakley, J., Dotsis, G., Liu, X. & Zhai, J., 2014. Investor sentiment and value and growth stock index options. *The European Journal of Finance*, 20(12), p. 1211–1229.
- Cornell, B., 1981. The Relationship between Volume and Price Variability in Futures Markets. *Journal of Futures Markets*, 1(3), pp. 303-316.
- Corrado, C. J. & Miller Jr, T. W., 2005. The forecast quality of CBOE implied volatility indexes. *Journal of Futures Markets*, 25(4), pp. 339-373.
- Cox, J. C., Ingersoll, J. E. & Ross, S. A., 1985. An Intertemporal General Equilibrium Model of Asset Prices. *Econometrica*, 53(2), pp. 363-384.
- Cox, J. C. & Rubinstein, M., 1985. *Options markets*. Englewood Cliffs, New Jersey 07632: Prentice-Hall.
- De Bondt, W. F. & Thaler, R. H., 1985. Does the stock market overreact?. *The Journal of finance*, 40(3), pp. 793-805.
- Degiannakis, S. A., 2008. Forecasting VIX. *Journal of Money, Investment and Banking*, Issue 4, pp. 5-19.
- Demeterfi, K., Derman, E., Kamal, M. & Zou, J., 1999. *More Than You Ever Wanted To Know About Volatility Swaps*, s.l.: Goldman, Sachs & Co..
- DeMiguel, V., Plyakha, Y., Uppal, R. & Vilkov, G., 2013. Improving Portfolio Selection Using Option-Implied Volatility and Skewness. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48(6), p. 1813–1845.
- Dennis, P., Mayhew, S. & Stivers, C., 2006. Stock returns, implied volatility innovations, and the asymmetric volatility phenomenon. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 41(2), pp. 381-406.
- Derman, E., 2003. *Trading Volatility as an Asset (Talk at the GAIM Conference, Geneva)*. [Online] Available at: http://www.emanuelderman.com/media/gaim-trading_volatility.pdf [Accessed 13 02 2018].
- Derman, E. et al., 1998. *Investing in Volatility*. s.l., s.n.
- Deutsche Börse Group, 2018. *VDAX Volatility index that indicates the fluctuations in DAX® expected in the derivatives market for the following 45 days*. [Online] Available at: <http://deutsche-boerse.com/dbg-en/about-us/services/know-how/glossary/glossary-article/VDAX/2562094>
- Deutsche Börse, 2017. *Guide to the Volatility Indices of Deutsche Börse*. s.l.:s.n.
- Diacogiannis, G. P., Tsiritakis, E. D. & Manolas, G. A., 2001. Macroeconomic Factors and Stock Returns in a Changing Economic Framework: The Case of the Athens Stock Exchange. *Managerial Finance*, 27(6), pp. 23-41.

- Ding, J. & Meade, N., 2010. Forecasting accuracy of stochastic volatility, GARCH and EWMA models under different volatility scenarios. *Applied Financial Economics*, 20(10), pp. 771-783.
- Donaldson, G. & Kamstra, M., 2004. Volatility forecasts, trading volume, and the ARCH versus option-implied volatility trade-off. *Working Paper, Federal Reserve Bank of Atlanta*, Volume No. 2004-6.
- Dotsis, G., 2015. The Market Price of Risk of the Variance Term Structure. *Journal of Banking & Finance*, Volume 84, pp. 41-52.
- Dotsis, G., Psychoyios, D. & Skiadopoulos, G., 2007. An empirical comparison of continuous-time models of implied volatility indices. *Journal of Banking & Finance*, 31(12), p. 3584–3603.
- Drakos, A. A., Kouretas, G. P. & Zarangas, L. P., 2010. Forecasting financial volatility of the Athens stock exchange daily returns: an application of the asymmetric normal mixture GARCH model. *International Journal of Finance & Economics*, 15(4), pp. 331-350.
- Dumas, B., Fleming, J. & Whaley, R. E., 1998. Implied volatility functions: Empirical tests. *The Journal of Finance*, 53(6), pp. 2059-2106.
- Dutta, A., 2014. Modelling volatility: Symmetric or asymmetric Garch models. *Journal of Statistics: Advances in Theory and Applications*, 12(2), pp. 99-108.
- Economou, F., Panagopoulos, Y. & Tsouma, E., 2017. Uncovering asymmetries in the relationship between fear and the stock market using a hidden co-integration approach. *Research in International Business and Finance*.
- Engle, R. F., 1982. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), pp. 987-1007.
- Engle, R. F., Lillien, D. M. & Robins, R. P., 1987. Estimating time varying risk premia in the term structure: The ARCH-M model. *Journal of the Econometric Society*, pp. 391-407.
- Estrella, A. & Hardouvelis, G. A., 1991. The term structure as a predictor of real economic activity. *The journal of Finance*, 46(2), pp. 555-576.
- Euronext, 2016. *Index Rule Book*. s.l.:s.n.
- Figlewski, S., 1997. Forecasting Volatility. *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 6(1), pp. 1-88.
- Filis, G., 2009. An Analysis between Implied and Realised Volatility in the Greek Derivative Market. *Journal of Emerging Market Finance*, 8(3), p. 251–263.
- Filis, G., Floros, C. & Eeckels, B., 2011. Option listing, returns and volatility: evidence from Greece. *Applied Financial Economics*, 21(19), pp. 1423-1435.
- Fleming, J., Ost diek, B. & Whaley, R. E., 1995. Predicting stock market volatility: A new measure. *Journal of Futures Markets*, 15(3), pp. 265-302.

- Floros, C. & Vougas, D. V., 2007. Trading volume and returns relationship in Greek stock index futures market: GARCH vs. GMM. *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue 12, pp. 98-115.
- French, K. R., Schwert, W. G. & Stambaugh, R. F., 1987. Expected stock returns and volatility. *Journal of financial Economics*, 19(1), pp. 3-29.
- FTSE Russell and the Athens Exchange, 2017. *FTSE/ATHEX Index Series v7.7*. s.l.:s.n.
- FTSE Russell, 2017a. *FTSE 100 Implied Volatility Index*. s.l.:s.n.
- FTSE Russell, 2017b. *FTSE MIB Implied Volatility Index*. s.l.:s.n.
- FTSE Russell, 2018. *FTSE Implied Volatility Index Series, v1.4*. s.l.:s.n.
- Gaillard, N., 2014. How and why credit rating agencies missed the Eurozone debt crisis. *Capital Markets Law*, 9(2), pp. 121-136.
- Gastineau, G. L., 1977. An index of listed option premiums. *Financial Analyst Journal*, 33(3), pp. 70-75.
- Giot, P., 2002. Implied volatility indices as leading indicators of stock index returns?. *CORE Discussion Papers*, Volume 2002/50.
- Giot, P., 2002. *The Information Content of Implied Volatility Indexes for Forecasting Volatility and Market Risk*. [Online]
Available at: <https://ssrn.com/abstract=362440>
[Accessed 12 02 2018].
- Giot, P., 2005. Relationships between implied volatility indices and stock index returns. *Journal of Portfolio Management*, 31(3), pp. 92-100.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R. & Runkle, D. E., 1993. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), pp. 779-1801.
- González, M. T. & Novales, A., 2009. Are volatility indices in international stock markets forward looking?. *RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 103(2), p. 339–351.
- Gonzalez-Perez, M. T. & Novales Cinca, A., 2007. *Why a Volatility Index Can Be Useful in the Spanish Financial Market?*. [Online]
Available at: <https://ssrn.com/abstract=1470813>
[Accessed 11 2 2018].
- Grover, R. & Thomas, S., 2012. Liquidity Considerations in Estimating Implied Volatility. *The Journal of Futures Markets*, 32(8), p. 714–741.
- Han, B., 2007. Investor sentiment and option prices. *The Review of Financial Studies*, 21(1), pp. 387-414.

Han, Q., Guo, B., Ryu, D. & Webb, R. I., 2012. Asymmetric and negative return-volatility relationship: The case of the VKOSPI. *Investment Analysts Journal*, 41(76), pp. 69-78.

Hansen, P. P. & Lunde, A., 2005. A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1, 1)? *Journal of applied econometrics*, 20(7), pp. 873-889.

Haug, E. G., 2007. *The Complete Guide to Option Pricing Formulas*. 2 ed. New York: McGraw-Hill Companies.

Heston, S. L., 1993. A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options.. *The review of financial studies*, 6(2), pp. 327-343.

Hibbert, A. M., Daigler, R. T. & Dupoyet, B., 2008. A behavioral explanation for the negative asymmetric return–volatility relation. *Journal of Banking & Finance*, 32(10), pp. 2254-2266.

Hsiao, P. & Li, M., 2010. Implied volatility and future market return. *Insurance Markets and Companies (open-access)*, 1(2).

Huang, D., Jiang, F., Tu, J. & Zhou, G., 2015. Investor Sentiment Aligned: A Powerful Predictor of Stock Returns. *The Review of Financial Studies*, 28(3), pp. 791-837.

Hull, J. C., 1997. *Options, Futures, and Other Derivatives*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Hull, J. C., 2017. *Options, Futures, and Other Derivatives, Tenth Edition Technical Notes*, s.l.: s.n.

Hull, J. & White, A., 1987. The Pricing of Options on Assets with Stochastic Volatilities. *The Journal of Finance*, 42(2), pp. 281-300.

Hung, C.-H., Tzang, S.-W. & Hsyu, D. S.-D., 2009. Forecasting efficiency of implied volatility and the intraday high-low price range in Taiwan stock market.. *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue 27, pp. 192-202.

Jeanneau, S. & Micu, M., 2003. Volatility and derivatives turnover: a tenuous relationship. *BIS Quarterly Review*, pp. 57-65.

Jiang, G. J. & Tian, Y. S., 2005. The model-free implied volatility and its information content. *The Review of Financial Studies*, 18(4), pp. 1305-1342.

Jiang, G. J. & Tian, Y. S., 2007. *Extracting model-free volatility from option prices: An examination of the VIX index*. [Online]

Available at: <https://ssrn.com/abstract=880459>

[Accessed 08 02 2018].

Kahneman, D. & Tversky, A., 1979. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), pp. 263-291.

Kamal, M., 1998. *When You Cannot Hedge Continuously, The Corrections to Black-Scholes*, s.l.: Goldman, Sachs & Co.

- Kambouroudis, D. S., McMillan, D. G. & Tsakou, K., 2016. Forecasting Stock Return Volatility: A Comparison of GARCH, Implied Volatility, and Realized Volatility Models. *The Journal of Futures Markets*, 36(12), p. 1127–1163.
- Karanikas, E., Leledakis, G. & Tzavalis, E., 2006. Structural Changes in Expected Stock Returns Relationships: Evidence from ASE. *Journal of Business Finance & Accounting*, 33(9-10), pp. 1610-1628.
- Karpoff, J. M., 1987. The Relation Between Price Changes and Trading Volume: A Survey. *Journal of Financial and quantitative Analysis*, 22(1), pp. 109-126.
- Konstantinidi, E., Skiadopoulos, G. & Tzagkaraki, E., 2008. Can the evolution of implied volatility be forecasted? Evidence from European and US implied volatility indices. *Journal of Banking & Finance*, 32(11), pp. 2401-2411.
- Koopman, J. S., Jungbacker, B. & Hol, E., 2005. Forecasting daily variability of the S&P 100 stock index using historical, realised and implied volatility measurements. *Journal of Empirical Finance*, 12(3), pp. 445-475.
- Kourtis, A., Markellos, R. N. & Symeonidis, L., 2016. An International Comparison of Implied, Realized, and GARCH Volatility Forecasts. *Journal of Futures Markets*, 36(12), pp. 1164-1193.
- Koutmos, G., Negakis, C. & Theodossiou, P., 1993. Stochastic behaviour of the Athens stock exchange. *Applied Financial Economics*, 3(2), pp. 119-126.
- Low, C., 2004. The fear and exuberance from implied volatility of S&P 100 index options. *The Journal of Business*, 77(3), pp. 527-546.
- Majmudar, U. & Banerjee, A., 2004. *VIX Forecasting*. [Online]
Available at: <https://ssrn.com/abstract=533583>
[Accessed 15 02 2018].
- Mandelbrot, B., 1963. The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, 36(4), pp. 394-419.
- Manela, A. & Moreira, A., 2017. News implied volatility and disaster concerns. *Journal of Financial Economics*, 123(1), pp. 137-162.
- Mankiw, G. N. & Ball, L. M., 2013. *Μακροοικονομική και το Χρηματοπιστωτικό Σύστημα*. Αθήνα: Gutenberg (Πρωτότυπη έκδοση 2011).
- Martell, T. F. & Wolf, A. S., 1987. Determinants of Trading Volume in Futures Markets. *Journal of Futures Markets*, 7(3), pp. 233-244.
- Merton, R. C., 1973. Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), pp. 141-183.
- Morgan Guaranty Trust Company of New York, 1996. *RiskMetrics—Technical Document*. 4 ed. New York: J.P.Morgan/Reuters.

- Natenberg, S., 2015. *Option Volatility & Pricing : Advanced Trading Strategies and Techniques*. 2nd ed. s.l.:McGraw-Hill Education.
- Nelson, D. B., 1991. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), pp. 347-370.
- Neuberger, A., 1994. The log contract. *Journal of portfolio management*, 20(2), pp. 74-80.
- Oprea, D. S. & Braud, L., 2014. Investor sentiment and stock returns: evidence from Romania. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 4(2), p. 19–25.
- Palamalai, S., 2017. Macroeconomic Information and the Implied Volatility: Evidence from India VIX. *Theoretical Economics Letters*, 7(3), pp. 490-501.
- Poon, S.-H. & Granger, . C. W., 2003. Forecasting volatility in financial markets: A review. *Journal of Economic Literature*, 41(2), pp. 478-539.
- Poterba, J. M. & Summers, L. H., 1984. The Persistence of Volatility and Stock Market Fluctuations. *NBER Working Paper No. 1462*.
- Prokopczuk, M. & Simen, C. W., 2014. The importance of the volatility risk premium for volatility forecasting. *Journal of Banking & Finance*, Volume 40, pp. 303-320.
- Rhee, D. W., Byun, S. J. & Kim, S., 2012. Empirical comparison of alternative implied volatility measures of the forecasting performance of future volatility. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 41(1), pp. 103-124.
- Sariannidis, N., Papadopoulou, P. & Drimbetas, E., 2015. Investigation of the Greek Stock Exchange volatility and the impact of foreign markets from 2007 to 2012. *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*, 8(2), pp. 55-68.
- Shaikh, I. & Padhi, P., 2014. The forecasting performance of implied volatility index: evidence from India VIX. *Economic Change and Restructuring*, 47(4), pp. 251-274.
- Shiller, R. J., 1981. Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?. *The American Economic Review*, 71(3), pp. 421-436.
- Sibley, S. E., Wang, Y., Xing, Y. & Zhang, X., 2016. The information content of the sentiment index. *Journal of Banking & Finance*, Volume 62, pp. 164-179.
- Siganos, A., Vagenas-Nanos, E. & Verwijmeren, P., 2017. Divergence of sentiment and stock market trading. *Journal of Banking and Finance*, Volume 78, pp. 130-141.
- Siourounis, G. D., 2002. Modelling volatility and testing for efficiency in emerging capital markets: the case of the Athens stock exchange. *Applied Financial Economics*, 12(1), pp. 47-55.
- Siriopoulos, C. & Fassas, A., 2008. *The information content of VFTSE*. [Online] Available at: <https://ssrn.com/abstract=1307702> [Accessed 12 2 2018].

- Siriopoulos, C. & Fassas, A., 2009. *Implied Volatility Indices – A review*. [Online]
Available at: <https://ssrn.com/abstract=1421202>
[Accessed 08 02 2018].
- Siriopoulos, C. & Fassas, A., 2012. An Investor Sentiment Barometer - Greek Implied Volatility Index (GRIV). *Global Finance Journal*, 23(2), pp. 77-93.
- Skiadopoulos, G., 2004. The Greek Implied Volatility Index: Construction and Properties. *Applied Financial Economics*, 14(16), pp. 1187-1196.
- Smales, L. A., 2017. The importance of fear: investor sentiment and. *Applied Economics*, 49(34), pp. 3395-3421.
- STOXX Limited, 2018. *STOXX Strategy Index Guide*. s.l.:s.n.
- Strunk Hansen, C., 2001. The relation between implied and realised volatility in the Danish option and equity markets. *Accounting & Finance*, 41(3), pp. 197-228.
- Sun, L., Najand, M. & Shen, J., 2016. Stock return predictability and investor sentiment: A high-frequency perspective. *Journal of Banking & Finance*, Volume 73, pp. 147-164.
- Swiss Exchange, 2017. *Swiss Exchange Indices*. s.l.:s.n.
- Taylor, S. J., 1986. *Modelling financial time series*. Chichester: Wiley.
- Thaler, R. H., 2015. *Misbehaving : The making of behavioral economics*. 500 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10110: W.W. Norton & Company, Inc..
- Thaler, R. H., 2016. Behavioral economics: Past, present, and future. *American Economic Review*, 106(7), pp. 1577-1600.
- Vašíček, B. et al., 2017. Leading indicators of financial stress: New evidence. *Journal of Financial Stability*, Volume 28, pp. 240-257.
- Whaley, R. E., 1993. Derivatives on market volatility: Hedging tools long overdue. *The Journal of Derivatives*, 1(1), pp. 71-84.
- Whaley, R. E., 2000. The Investor Fear Gauge. *The Journal of Portfolio Management*, 26(3), pp. 12-17.
- Whaley, R. E., 2008. *Understanding VIX*. [Online]
Available at: <https://ssrn.com/abstract=1296743>
[Accessed 07 02 2018].
- Wu, G., 2001. The Determinants of Asymmetric Volatility. *The review of financial studies*, 14(3), pp. 837-859.
- Xu, X. & Taylor, S. J., 1994. The Term Structure of Volatility Implied by Foreign Exchange Options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29(1), pp. 57-74.
- Yao, X. & Izzeldin, M., 2017. Forecasting using alternative measures of model-free option-implied volatility. *Journal of Futures Markets*, 38(2), pp. 199-218.

Ying, C. C., 1966. Stock Market Prices and Volumes of Sales. *Econometrica*, July, 34(3), pp. 676-685.

Αλεξάκης, Χ. & Ξανθάκης, Μ., 2008. *Συμπεριφορική Χρηματοοικονομική, εισαγωγικά στοιχεία*. Αθήνα: Σταμούλης.

Ι.Ο.Β.Ε., 2018. ΙΔΡΥΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΣΥΓΚΥΡΙΑΣ. *ΙΟΥΛΙΟΣ 2018*, 01 08.

Κούτρας, Μ., 2004. *Εισαγωγή στις Πιθανότητες Θεωρία και Εφαρμογές*. Β' ed. Αθήνα: Σταμούλη.

Μυλωνάς, Ν. Θ., 2005. *Αγορές και Προϊόντα Παραγώγων*. Αθήνα: Τυπωθήτω Γιώργος Δαρδάνος - Συνέκδοση: Ελληνική Ένωση Τραπεζών.

Οικονόμου, Φ., 2014. Δείκτες "Φόβου". Τα Βαρόμετρα της Παγκόσμιας Επανδυτικής Ψυχολογίας - Η Διεθνής Εμπειρία. *ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ Μηνιαίο Δελτίο Οικονομικών Εξελίξεων, ΚΕΠΕ*, Απρίλιος, Volume 4, pp. 27-32.

Οικονόμου, Φ. & Συριόπουλος, Κ., 2015. Δείκτης Τεκμαρτής Μεταβλητότητας ΚΕΡΕ GRIV: Διαχρονική πορεία και αντίδραση σε περιόδους εκλογικών αναμετρήσεων. *ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ Μηνιαίο Δελτίο Οικονομικών Εξελίξεων, ΚΕΠΕ*, Μάρτιος, Volume 15, pp. 29-35.

Σκιαδόπουλος, Γ., 2011. Μεταβλητότητα στο ελληνικό και στα διεθνή χρηματιστήρια κατά την περίοδο 2006-2008. In: *Συλλογικός Τόμος της Ελληνικής Ένωσης Τραπεζών με θέμα: "Η διεθνής κρίση, η κρίση στην ευρωζώνη και το ελληνικό χρηματοπιστωτικό σύστημα"*. σ.λ.:σ.π., pp. 457-470.

Φίλιππας, Ν., 2014. Δημιουργία Δείκτη "Φόβου" για την Ελλάδα απο το Κ.Ε.Π.Ε. Αποκαθίσταται αταδιακά η εμπιστοσύνη στην Ελληνική οικονομία. *ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ Μηνιαίο Δελτίο Οικονομικών Εξελίξεων, ΚΕΠΕ*, Ιανουάριος, Volume 1, pp. 14-18.

Χρηματιστήριο Αθηνών, 2016. *Product Sheet FTSE ATHEX Large Cap Options_EN*. [Online] Available at: http://www.helex.gr/documents/10180/2216615/Product+Sheet+FTSE+ATHEX+Large+Cap+Options_EN.pdf/6dab9ff6-0f85-4d11-bad4-d5a1a94e0d66 [Accessed 15 02 2018].

Χρηματιστήριο Αθηνών, 2017. *ΑΠΟΦΑΣΗ 13*. [Online] Available at: <http://www.helex.gr/documents/10180/21696/%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%A6%CE%91%CE%A3%CE%97%2013+06122017+MifidII.pdf/44c3c334-e6f1-4868-ae84-fb1ca9242bfe> [Accessed 26 03 2018].

Χρήστου, Γ. Κ., 2011. *Εισαγωγή στην Οικονομετρία*. Αθήνα: Gutenberg.

«Δηλώνω ρητώς ότι η υποβληθείσα Διπλωματική Εργασία είναι προσωπική και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής άλλης εργασίας ή κειμένου τρίτων».