

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ & ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ



**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα
Χρηματοοικονομικά
Master of Science in Finance**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**ΤΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΩΣ ΙΣΧΥΡΟ ΑΣΦΑΛΕΣ
ΚΑΤΑΦΥΓΙΟ ΚΑΙ Η ΒΡΑΧΥΧΡΟΝΙΑ ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ GRANGER**

Χρονόπουλος Λάμπρος

Επιβλέπωντας Καθηγητής: Σταυρόγιαννης Σταύρος

Διατριβή υποβληθείσα στο Τμήμα Λογιστικής & Χρηματοοικονομικής του ΤΕΙ
Πελοποννήσου. Η παρούσα διατριβή αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την
απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος στα Χρηματοοικονομικά

Καλαμάτα, Σεπτέμβριος 2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ & ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ



**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα
Χρηματοοικονομικά
Master of Science in Finance**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Σταυρόγιαννης Σταύρος
Καθηγητής, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής
ΤΕΙ Πελοποννήσου

Σπηλιόπουλος Οδυσσέας
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής
ΤΕΙ Πελοποννήσου

Νικολαΐδης Βασίλειος
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής
ΤΕΙ Πελοποννήσου

Ο Χρονόπουλος Λάμπρος

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

- 2) Αποδέχομαι ότι το Τμήμα Λογιστικής & Χρηματοοικονομικής μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη του Ιδρύματος, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

στην Αγγελική και τη Μαρία

«Η κρίση γεννάει Κροίσους» - Αριστοτέλης Ωνάσης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στα «Χρηματοοικονομικά», του Τμήματος Λογιστικής & Χρηματοοικονομικής, της Σχολής Διοίκησης και Οικονομίας, του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πελοποννήσου, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Σταυρόγιαννη Σταύρου. Ως ελάχιστη δυνατή μνεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή μου για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο, το οποίο ανταποκρίνεται στα επιστημονικά μου ενδιαφέροντα και τη συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης. Η καθοδήγηση και εποπτεία του, ο άπλετος χρόνος που αφιέρωσε, οι εύστοχες υποδείξεις και επισημάνσεις του απόρροια του σπάνιου συνδυασμού γνώσεων και εμπειριών που τον διακρίνουν, διαδραμάτισαν καίριο και καθοριστικό ρόλο όχι μόνο στη διαδικασία εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας αλλά και στην πορεία της ζωής μου εν γένει.

Ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τους κυρίους Σπηλιόπουλο Οδυσσέα, Αναπληρωτή Καθηγητή και τον κ. Νικολαΐδη Βασίλειο, Επίκουρο Καθηγητή για την αποτελεσματική συνεργασία τους και τη συνολική συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ τους συμμετέχοντες στα συνέδρια στα οποία παρουσιάστηκαν τμήματα της εργασίας αυτής για τις χρήσιμες παρατηρήσεις και την ωφέλιμη κριτική τους.

Τέλος, και πάνω από όλα, ευχαριστώ το Θεό, και τους γονείς μου για την υπομονή, τη συνεχή εμπύχωση και αμέριστη υποστήριξη τους .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα Ελληνικά.....	VII
Περίληψη στα Αγγλικά (Abstract).....	VIII
Κατάλογος Γραφημάτων.....	IX
Κατάλογος Πινάκων.....	X
Συντομογραφίες.....	XI
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1 Η διαχρονικότητα του Χρυσού.....	3
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	3
1.2 Γιατί τόσο ενδιαφέρον για το χρυσό;.....	4
Κεφάλαιο 2 Χρηματοοικονομικές Κρίσεις και η επενδυτική χρησιμότητα του χρυσού.....	8
2.1 Οι τελευταίες χρηματοοικονομικές κρίσεις.....	8
2.2 Η σύγχρονη άποψη για την επενδυτική χρησιμότητα του χρυσού...10	
Κεφάλαιο 3 Οικονομετρική Μεθοδολογία.....	15
3.1 Διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα και αιτιότητα κατά Granger.....	15
3.2 Θεωρία συνολοκλήρωσης κατά Engle – Granger:Το υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος (error correction model).....	21
3.3 Θεωρία συνολοκλήρωσης κατά Johansen.....	23
3.4 Η αναπαράσταση δυναμικών συσχετίσεων κατά BEKK.....	26
Κεφάλαιο 4 Εμπειρική ανάλυση και αποτελέσματα.....	28
4.1 Δεδομένα.....	28
4.2 Περιγραφικά στατιστικά και στυλιζαρισμένη ανάλυση.....	28
4.3 Έλεγχος μοναδιαίων ριζών και στασιμότητας.....	35
4.4 Έλεγχος συνολοκλήρωσης κατά Engle-Granger και Johansen.....	41
4.5 Έλεγχος βραχυχρόνιας αιτιότητας κατά Granger.....	46
4.6 Έλεγχος για πιθανές αντιστροφές βραχυχρόνιας αιτιότητας.....	50
4.6.1 Περίοδος κρίσης 3-12-2007 έως 30-6-2009.....	52
4.6.2 Περίοδος 1-1-2014 έως 27-12-2016.....	55
4.7 Δυναμικές συσχετίσεις αποδόσεων S&P500 και χρυσού	58
Συμπεράσματα	62
Βιβλιογραφία.....	64

Περίληψη στα Ελληνικά

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύεται ο ρόλος του χρυσού σαν αντιστάθμισμα, διαφοροποιητής, ή ασφαλές καταφύγιο, σε σχέση με τον κυριότερο δείκτη του χρηματιστηρίου των ΗΠΑ, Standard & Poor's (S&P500), χρησιμοποιώντας δεδομένα από διάφορες χρονικές περιόδους. Για την εμπειρική ανάλυση χρησιμοποιούνται υποδείγματα από τρία γνωστικά πεδία, την οικονομοφυσική (econophysics), τη χρηματοοικονομική οικονομετρία (financial econometrics), και τη χρηματοοικονομική μηχανική (financial engineering). Εφαρμόζονται διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα και υποδείγματα διανυσματικής διόρθωσης σφάλματος τόσο στο επίπεδο των τιμών, ώστε να ελεγχθεί η ύπαρξη τυχόν συνολοκλήρωσης και μακροχρόνιας αιτιότητας κατά Granger, όσο και στα ποσοστά των μεταβλητών για να ανιχνευθεί βραχυχρόνια αιτιότητα κατά Granger. Επιπροσθέτως επειδή τα συγκεκριμένα υποδείγματα είναι στατικά και εξαρτώνται από το χρονικό διάστημα προς μελέτη, εφαρμόζονται παράλληλα και δυναμικά υποδείγματα πολυμεταβλητής γενικευμένης αυτοπαλίνδρομης υπό συνθήκη εταροσκεδαστικότητας, ώστε να εξεταστεί ο δυναμικός ρόλος των συσχετίσεων μεταξύ των αποδόσεων του χρυσού και του δείκτη S&P500 σε περιόδους κρίσεων και μη. Τα αποτελέσματα των διανυσματικών αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων έδειξαν ότι κατά τη διάρκεια της κρίσης του 2008 υπάρχει βραχυχρόνια αιτιότητα Granger από το χρυσό προς το δείκτη S&P500. Η αιτιότητα όμως αυτή αντιστρέφεται μόλις η τιμή του δείκτη S&P500 διασπάσει το προηγούμενο μέγιστο πριν την κρίση του 2008, οδηγώντας σε διόρθωση της τιμής του χρυσού, και στην περίπτωση αυτή η βραχυχρόνια αιτιότητα Granger είναι από δείκτη S&P500 προς το χρυσό. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται από την αντιστροφή των δυναμικών συσχετίσεων από αρνητικές σε θετικές και αντίστροφα οι οποίες χρειάζονται για την ταξινόμηση του χρυσού στην κατηγορία ισχυρού ασφαλούς καταφύγιου.

Λέξεις κλειδιά: Χρυσός, S&P 500, ασφαλές καταφύγιο, βραχυχρόνια αιτιότητα Granger, δυναμικές υπό συνθήκη συσχετίσεις

Abstract

This diploma thesis analyzes the role of gold as a hedge, diversifier, or safe haven in comparison to the main index of the United States of America (US) stock market, Standard & Poor's (S&P500), using data from different time periods. For the empirical analysis we use models from three scientific fields, econophysics, financial econometrics, and financial engineering. Vector autoregressive (VAR) and vector error correction models (VECM) are applied in both the prices levels in order to examine the existence of cointegration and any long-term Granger causality, and in percentages of the variables to detect short-term Granger causality. Furthermore, due to the fact that such models are static and depend on the time interval under consideration, dynamic models of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity (GARCH) are also incorporated, to examine the potential role of the correlations between gold and the index S&P500 in both tranquil periods and periods of crises. The results of vector autoregressive models showed that during the 2008 crisis there is a short-term Granger causality from gold to S&P500. However, when the value of the S&P500 index breaks-through its previous maximum value before the 2008 crisis, this leads to a correction of the gold price and in this case the short-run Granger causality is reversed from the S&P500 index to gold. The results are confirmed by the reversal of the dynamic correlations from negative to positive and vice versa, a fact that is needed to classify gold as a strong safe haven. Nevertheless, an investor still has to monitor the portfolio after the crisis, due to the fact that a possible reversal of the short-term Granger causality might lead to losses and therefore, a weakening of portfolio diversification benefits.

Keywords: gold; S&P500, safe haven, short-run Granger causality; dynamic conditional correlation

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1: Τιμές του χρηματιστηριακού δείκτη S&P500 (κόκκινο χρώμα) και ο δείκτης του Χρυσού (μπλε χρώμα).....	28
Γράφημα 4.2: Κατανομή αποδόσεων για τον S&P500 (επάνω) και το χρυσό (κάτω).....	30
Γράφημα 4.3: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για τον S&P500.....	31
Γράφημα 4.4: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για το χρυσό.....	32
Γράφημα 4.5: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για τις αποδόσεις του S&P500.....	33
Γράφημα 4.6: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για τις αποδόσεις του χρυσού.....	34
Γράφημα 4.7: Οι αντίστροφες ρίζες του VAR(2) στο μοναδιαίο κύκλο.....	34
Γράφημα 4.8: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(2) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή).....	49
Γράφημα 4.8: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(2) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή).....	49
Γράφημα 4.9 Τιμές του δείκτη S&P500 (κόκκινο χρώμα) και ο δείκτης του Χρυσού (μπλε χρώμα). Οι σκιασμένες περιοχές είναι οι κρίσεις κατά NBER.....	50
Γράφημα 4.10: Οι αντίστροφες ρίζες του VAR(2) στο μοναδιαίο κύκλο.....	54
Γράφημα 4.11: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(2) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή).....	54
Γράφημα 4.12: Οι αντίστροφες ρίζες του VAR(1) στο μοναδιαίο κύκλο.....	57
Γράφημα 4.13: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(1) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή).....	57
Γράφημα 4.14: Συνδιακύμανση των αποδόσεων του S&P500 και Χρυσού.....	59
Γράφημα 4.15: Δυναμική συσχέτιση των αποδόσεων S&P500 και Χρυσού. Οι γκρίζες (λευκές) περιοχές δείχνουν θετική (αρνητική συσχέτιση) αντίστοιχα.....	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1 Περιγραφικά στατιστικά των δεικτών υπό εξέταση και των αποδόσεών τους.....	29
Πίνακας 4.2: Συντελεστές αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για το δείκτη S&P500.....	32
Πίνακας 4.3: Συντελεστές αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για το χρυσό.....	33
Πίνακας 4.4: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για το S&P500.....	37
Πίνακας 4.5: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για το Χρυσό.....	38
Πίνακας 4.6: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για τις αποδόσεις του S&P500.....	39
Πίνακας 4.7: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για τις αποδόσεις του χρυσού.....	40
Πίνακας 4.8: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC.....	41
Πίνακας 4.9: Έλεγχος συνολοκλήρωσης Engle-Granger.....	42
Πίνακας 4.10: Συντελεστές του VAR(3) για S&P500 και χρυσό κατά Toda-Yamamoto.....	43
Πίνακας 4.11: Έλεγχος στατιστικής F για αιτιότητα κατά Granger στα επίπεδα των τιμών.....	44
Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα συνολοκλήρωσης S&P500 και χρυσού για τις πέντε περιπτώσεις κατά Johansen.....	45
Πίνακας 4.13: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC....	46
Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα του VAR(2) για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού....	47
Πίνακας 4.15: Έλεγχος στατιστικής block-F για βραχυχρόνια αιτιότητα κατά Granger για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού.....	48
Πίνακας 4.16: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC....	52
Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα του VAR(2) για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού....	53
Πίνακας 4.18: Έλεγχος στατιστικής block-F για αιτιότητα κατά Granger.....	53
Πίνακας 4.19: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC....	55
Πίνακας 4.20: Αποτελέσματα του VAR(2) για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού....	56
Πίνακας 4.21: Έλεγχος στατιστικής F για αιτιότητα κατά Granger στις λογαριθμικές διαφορές.....	56
Πίνακας 4.22 Αποτελέσματα του διμεταβλητού υποδείγματος BEKK για τις αποδόσεις του S&P500 και του χρυσού.....	59

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
AIC	Akaike Information Criterion
BIC	Bayesian (Schwarz) Information Criterion
ARDL	Autoregressive Distributed Lags
DL	Distributed Lags
FED	Federal Reserve
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, Γενικευμένη αυτοπαλίνδρομη υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα
GFC	Global Financial Crisis, Παγκόσμια Χρηματοπιστωτική Κρίση
HQC	Hannan-Quinn Information Criterion
MSCI	Morgan Stanley Capital International
IRF	Impulse Response Functions
VAR	Vector AutoRegressive, Διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο
VECM	Vector Error Correction Model, Διανυσματικό Υπόδειγμα Διόρθωσης Σφάλματος
S&P500	Standard and Poor's 500 index, Χρηματιστηριακός Δείκτης S&P500
US	United States

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι χρηματοπιστωτικές αγορές και η μεγάλη ποικιλία των χρηματοπιστωτικών μέσων έχουν αυξηθεί σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες και ως προς τον όγκο συναλλαγών και ως προς την αξία. Η αύξηση αυτή όμως έχει οδηγήσει παράλληλα σε αύξηση των διάφορων κινδύνων των χρηματοοικονομικών συστημάτων όπως, επιτοκιακός κίνδυνος (interest rate risk), πληθωριστικός κίνδυνος (inflation risk), κίνδυνος αγοράς (market risk), επιχειρηματικός κίνδυνος (business risk), χρηματοοικονομικός κίνδυνος (financial risk), κίνδυνος ρευστότητας (liquidity risk), συναλλαγματικός κίνδυνος (exchange rate risk), και πολιτικός κίνδυνος (country risk, political risk). Αυτό, δυνητικά καθιέρωσε την ανάγκη για ένα ασφαλές καταφύγιο για τους επενδυτές. Ενώ η περίπτωση του χρυσού είχε συσχετιστεί συχνά με την ύπαρξη ενός ασφαλούς καταφύγιου, δεν υπήρχαν μέχρι τελευταία μελέτες που να συνδέονται με αυτή τη θεώρηση.

Ένα κομμάτι μελετών εξέτασε τη φύση και τις επιρροές της αγοράς χρυσού (Sherman, 1982; Faff και Hillier, 2004; Carie κ.ά., 2005; Faugere και Van Erlach, 2005; Draper κ.ά., 2006; Lucey κ.ά., 2006; Tully και Lucey, 2007), ενώ ένα άλλο κομμάτι εξέτασε διάφορα ασφαλή καταφύγια όπως ο Urrer (2000) και οι Kaul και Sapp (2007). Μία μελέτη η οποία ασχολήθηκε ρητά με το χρυσό ως αντιστάθμισμα ήταν οι Carie κ.ά. (2005) οι οποίοι εξέτασαν το ρόλο του χρυσού ως αντιστάθμισμα έναντι του δολαρίου και άλλων συναλλαγματικών ισοτιμιών. Άλλα παραδείγματα μελετών που εξετάζουν τα οικονομικά χαρακτηριστικά του χρυσού περιλαμβάνουν τις μελέτες των Faugere και Van Erlach (2006), Lucey et al. (2006) και Sherman (1982). Οι Kaul και Sapp (2006) και οι Ranaldo και Soderlind (2007) ανέλυσαν την κατάσταση του ασφαλούς καταφυγίου διαφόρων νομισμάτων, ενώ ο Urrer (2000) εξέτασε το ρόλο ενός συγκεκριμένου ασφαλούς περιουσιακού στοιχείου, των γερμανικών κρατικών ομολόγων, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης περιόδου πίεσης της αγοράς.

Οι επενδυτές αναζητούν διαφοροποίηση των χαρτοφυλακίων τους ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος να υποστούν μεγάλες απώλειες. Η διεθνής διαφοροποίηση γίνεται δυνατή από το γεγονός ότι οι διεθνείς χρηματιστηριακές αγορές δεν είναι ακόμα

ολοκληρωμένες σε υψηλό επίπεδο (Bai and Green, 2010; Chandar et al., 2009; Francis et al., 2008). Ωστόσο, σε περιόδους οικονομικής κρίσης, μπορεί να προκληθεί διάχυση της μόλυνσης στις αγορές (Forbes and Rigobon, 2002) και οι χρηματοοικονομικοί δείκτες να συγκλίνουν έντονα, ακόμη και όταν τα υπάρχοντα μακροοικονομικά θεμελιώδη δεν δικαιολογούν τόσο ισχυρή αλληλεξάρτηση (Dornbusch et al., 2000; Hasman και Samartin, 2008). Έτσι, περιορίζονται αισθητά οι δυνατότητες διεθνούς διαφοροποίησης χαρτοφυλακίων για τη μείωση των κινδύνων των επενδυτών (Ibragimov και Walden, 2007). Αυτό, παρακινεί στην αναζήτηση ενός περιουσιακού στοιχείου το οποίο δεν κινείται παράλληλα με άλλα περιουσιακά στοιχεία στις περιόδους κρίσεων, διατηρώντας την αξία του.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της σχέσης του χρηματιστηριακού δείκτη S&P500 με την τιμή του χρυσού και κατά πόσον αυτή η σχέση ικανοποιεί την καινούργια θεώρηση του ασφαλούς καταφύγιου, όπως αυτό ορίστηκε τελευταία από τους Baur και Lucey (2010), Baur και McDermott (2010, 2016). Για την ανάλυση θα χρησιμοποιηθούν υποδείγματα VAR και VECM τα οποία επιτρέπουν την διερεύνηση της αιτιότητας κατά Granger, καθώς και πολυμεταβλητά υποδείγματα GARCH (M-GARCH) δυναμικών συσχετίσεων ώστε να μελετηθούν οι πιθανές αντιστροφές του πρόσημου των δυναμικών συσχετίσεων. Η δομή της παρούσας εργασίας έχει ως εξής: στο **κεφάλαιο 1** αναλύονται η διαχρονικότητα του χρυσού και οι χαρακτηριστικές ιδιότητές του από φυσικής και χημικής άποψης οι οποίες το καθιστούν τόσο σημαντικό υλικό. Στο **κεφάλαιο 2** αναλύονται οι δύο τελευταίες χρηματοοικονομικές κρίσεις και σύγχρονη άποψη για τις ιδιότητες οι οποίες θα πρέπει να παρουσιάζει ένα περιουσιακό στοιχείο για να θεωρηθεί ασφαλές καταφύγιο. Στο **κεφάλαιο 3** αναπτύσσεται η οικονομετρική μεθοδολογία και τα υποδείγματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία. Στο **κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται και αναλύονται τα ερευνητικά αποτελέσματα, και στο τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζονται τα **συμπεράσματα** των ευρημάτων της εργασίας και η σημασία τους για το ευρύτερο επενδυτικό κοινό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η διαχρονικότητα του Χρυσού

1.1. Ιστορική αναδρομή

Χιλιάδες χρόνια, από τα βάθη της γνωστής ιστορίας οι άνθρωποι γοητεύονταν από αυτό το λαμπερό μέταλλο, ανέκαθεν σύμβολο πλούτου και πολυτέλειας, χρήσιμο ως απόθεμα αξίας και ως μέσο ανταλλαγής, αφού δεν αλλοιωνόταν με την πάροδο του χρόνου και η αξία του παρέμενε σταθερά σημαντική ανά τους αιώνες. Οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν χρυσά κοσμήματα στο Νότιο Ιράκ από το 3000 π.Χ. αλλά και χρυσά στολίδια στο Περού το 1200 π.Χ. Φυσικά οι αρχαίοι Αιγύπτιοι, όχι μόνο ήταν ειδικοί στην επεξεργασία και την κατασκευή κοσμημάτων από χρυσό, αλλά τα χρησιμοποιούσαν και σε οικονομικές συναλλαγές. Λόγω της μη φθοράς του στο χρόνο, οι αρχαίοι πολιτισμοί το χρησιμοποίησαν σαν μονάδα κοστολόγησης και ανταλλαγής εμπορευμάτων. Έτσι χωρίς να υπάρχει μορφή επαφής μεταξύ των πολιτισμών της Ευρώπης και της ανατολικής Ασίας τα νομίσματα του χρυσού γίνονταν μέσω ανταλλαγής σε όλο τον κόσμο. Το πολύτιμο αυτό μέταλλο εξαιτίας της ανθεκτικότητας του στο χρόνο επεκράτησε ως μέσο ανταλλαγής για το εμπόριο, αλλά και ως μέσο επίδειξης πλούτου, σε όλες τις αυτοκρατορίες σχεδόν που αναπτύχθηκαν με το πέρασμα των αιώνων. Το 1000 π.Χ. ο χρυσός αποτελούσε τη νόμιμη μορφή χρήματος στην Κίνα και οι Ρωμαίοι εξέδωσαν το διάσημο χρυσό νόμισμα γνωστό ως "Aureus" που υπήρξε μέσο συναλλαγής περισσότερο από τρεις αιώνες. Οι Βενετοί το 1284 μ.Χ. δημιούργησαν το δουκάτο που εξελίχθηκε στο δημοφιλέστερο νόμισμα για τους επομένους πέντε αιώνες (Πέτσας 1973).

Κατά τη σύγχρονη ιστορία, μετά τον Α΄ παγκόσμιο πόλεμο, ο χρυσός συνέβαλε στη δημιουργία του παγκοσμίου τραπεζικού συστήματος όπου οι μεγάλες δυνάμεις στήριζαν κατά περιόδους το νομισματικό και τραπεζικό σύστημα τους στο χρυσό (https://www.imf.org/external/np/exr/center/mm/eng/mm_cc_01.htm¹).

¹ Η συγκεκριμένη ανάλυση του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου με τίτλο Money Matters: An IMF Exhibit -- The Importance of Global Cooperation, αφορά, μεταξύ άλλων, την επίδραση του χρυσού στο τραπεζικό σύστημα από το 1871-1999, σε μια σειρά κειμένων, Conflict and Cooperation (1871-1944), Destruction and Reconstruction (1945-1958), System in Crisis (1959-1971), Reinventing the System (1972-1981), Debt and Transition (1981-1989) και Globalization and Integration (1989-1999).

Ακόμα και σήμερα οι πολίτες πολλών χωρών, κυρίως αναδυομένων από την Κίνα και την Ινδία, γοητεύονται από τον χρυσό. Η Ελλάδα, μία χώρα που πέρασε γερμανική κατοχή, ανέπτυξε στην πρόσφατη ιστορία της ισχυρή χρυσοφιλία, με αποτέλεσμα οι παλιότερες γενιές να μην αποσυνδέσουν ποτέ τη σχέση τους με το πολύτιμο νόμισμα είτε μέσω της προμήθειας χρυσών λιρών είτε μέσω της αγοράς κοσμημάτων που άλλοτε είχαν τη μορφή επένδυσης.

Η ψυχολογική επίδραση που ασκεί ο χρυσός στα άτομα, τα περιορισμένα παγκόσμια αποθέματα, οι πολλαπλές χρήσεις του, η αίσθηση δύναμης και λάμψης που εκπέμπει, δημιουργούν μία ακαταμάχητη διαχρονική γοητεία στους πολίτες. Η εικόνα του χρυσού ως μια αμετάβλητη αποθήκη αξίας έχει αφομοιωθεί στη συνείδηση και έχει ενσωματωθεί πολιτιστικά, ενισχυμένη από τη λανθασμένη αντίληψη πολλών ατόμων για τη σύνδεση της αξίας ενός νομίσματος με το ύψος των αποθεμάτων χρυσού της συγκεκριμένης χώρας. Ο Βρετανός μερκαντιστής του 17ου Αιώνα Sir William Petty χαρακτήρισε το χρυσό, το ασήμι και τα κοσμήματα ως πλούτο «ανά πάσα στιγμή και σε όλα τα μέρη» (Heilbroner, 2001).

1.2. Γιατί τόσο ενδιαφέρον για το χρυσό;

Το σύμβολο του χρυσού (Au) προέρχεται από τη λατινική λέξη *aurum* που σημαίνει, λαμπερή αυγή. Λόγω της μεγάλης χρήσης από τους αρχαίους πολιτισμούς η ονομασία του μπορεί να ερμηνευτεί ως «γνωστό από την αυγή του πολιτισμού». Έχει ατομικό αριθμό 79, σχετική ατομική μάζα 196.97, θερμοκρασία τήξης 1064.43 °C και θερμοκρασία βρασμού 2807 °C. Ο χημικά καθαρός χρυσός, στις συνηθισμένες συνθήκες, δηλαδή σε θερμοκρασία 25 °C και υπό πίεση 1 atm, είναι ένα πυκνό, μαλακό, αστραφτερό, κίτρινο στερεό μέταλλο. Έχει ειδικό βάρος 19.3 N/m³ το οποίο δηλώνει ότι είναι εξαιρετικά βαρύ υλικό. Ο χρυσός και ο χαλκός είναι τα δυο μοναδικά «έγχρωμα μέταλλα». Πιο συγκεκριμένα, ο χρυσός ανήκει στην ομάδα 11 (πρώην IB) του περιοδικού συστήματος. Ο χρυσός είναι ένα υλικό που αδιάκοπα ανακυκλώνεται ανά τους αιώνες επειδή είναι ένα από τα λιγότερο δραστικά χημικά στοιχεία. Ο χρυσός δεν οξειδώνεται στον ατμοσφαιρικό αέρα, δεν έχει τοξικότητα, και δεν προκαλεί αλλεργίες. Ο χρυσός αντιστέκεται στην προσβολή

από μεμονωμένα οξέα, αλλά μπορεί να διαβρωθεί από το αποκαλούμενο βασιλικό ύδωρ (ή νιτροϋδροχλωρικό οξύ), που είναι μίγμα πυκνού υδροχλωρικού οξέος (HCl) και πυκνού νιτρικού οξέος (HNO₃), σε αναλογία μίξης 3:1. Το συγκεκριμένο μείγμα ονομάστηκε «βασιλικό ύδωρ» ακριβώς επειδή μπορεί να διαβρώσει και το χρυσό, το «βασιλιά των μετάλλων», δηλαδή το κατ' εξοχήν «ευγενές» μέταλλο. Πάντως, ο χρυσός είναι αδιάλυτος στο νιτρικό οξύ, το οποίο όμως διαλύει τον άργυρο (Ag) και τα υπόλοιπα βασικά μέταλλα, και είναι μια ιδιότητα που χρησιμοποιείται για να επιβεβαιωθεί η παρουσία χρυσού σε αντικείμενα (Γραμματικόπουλος κ.α. 2005).

Σαν μέταλλο είναι μαλακός, ελατός και όλκιμος δηλαδή μετατρέπεται εύκολα σε σύρματα και σε φύλλα. Από ένα γραμμάριο χρυσού παράγεται τόσο λεπτό σύρμα ώστε να έχει μήκος ένα χιλιόμετρο, ενώ τα φύλλα χρυσού φθάνουν σε τόσο μικρό πάχος ώστε να γίνονται διαφανή. Άλλωστε ένα τέτοιο φύλλο χρυσού έπαιξε ρόλο στο κλασικό πείραμα του Ράδερφορντ για την προσέγγιση της σωστής δομής του ατόμου. Αυτός συμπέρανε ότι το άτομο (μικρότερο σωματίδιο της ύλης) αποτελείται από τον πυρήνα που έχει θετικό φορτίο και γύρω από αυτόν υπάρχουν ηλεκτρόνια με αρνητικό φορτίο που κινούνται σ' έναν τεράστιο κενό χώρο (πλανητικό πρότυπο). Την καθαρότητα του χρυσού την μετράμε σε καράτια². Ο καθαρός χρυσός είναι 24K, ενώ τα συνήθη κράματά του (προσμείξεις με άλλα μέταλλα) που είναι και πιο ανθεκτικά και σκληρά είναι 22, 18 και 14K. Για παράδειγμα, χρυσός 14 καράτια σημαίνει καθαρότητα 14/24 δηλαδή χρυσός 58,35% ενώ το υπόλοιπο είναι άλλα μέταλλα.

Ρίχνοντας μια ματιά στο διαδίκτυο και κυρίως στην πληρέστερη ιστοσελίδα για το χρυσό www.gold.org (World Gold Council³), υπάρχει μια πληθώρα σύγχρονων χρήσεων, πέρα από την κοσμηματοποιία, που συμπεριλαμβάνουν για παράδειγμα τα stents (για την απόφραξη αρτηριών, κλπ.), τη βιο-βαλλιστική (η επακριβώς ελεγχόμενη έγχυση κλώνων DNA αναμεμιγμένων σε χρυσόσκονη επί συγκεκριμένων

² Αξίζει να σημειωθεί ότι το καράτι σαν μονάδα μέτρησης της καθαρότητας του χρυσού προήλθε από μια πρωτότυπη μονάδα βάρους, τους σπόρους του χαρουπιού (κεράτιο), οι οποίοι δεν αλλοιώνονται εύκολα και έχουν ομοιόμορφο βάρος.

³ Το Παγκόσμιο Συμβούλιο Χρυσού είναι ένας οργανισμός για την ανάπτυξη της αγοράς της βιομηχανίας χρυσού και τα μέλη του αποτελούνται από τις κορυφαίες εταιρίες εξόρυξης χρυσού στον κόσμο. Το Συμβούλιο δραστηριοποιείται σε όλους τους κλάδους γύρω από το χρυσό, από την εξόρυξη έως και τις επενδύσεις, με στόχο την τόνωση και τη διατήρηση της ζήτησης για χρυσό.

κυττάρων για διερεύνηση των σχετικών αντιδράσεων), εφαρμογές microchip drug delivery (μικροσκοπικές δόσεις φαρμάκων τοποθετούνται εντός χρυσού περιβλήματος και εισάγονται στο σώμα του ασθενούς, εκλύοντας ηλεκτρονικά ελεγχόμενες δόσεις του φαρμάκου), σε εφαρμογές νανοκλίμακας στην πληροφορική και νανοσωματιδίων στα ηλεκτρικά πεδία, στα συστήματα ελέγχου ηλεκτρονικής ανάφλεξης, αντιολισθητικής πέδησης, ψεκασμού καυσίμου, αισθητήρων σύγκρουσης αερόσακων της βιομηχανίας αυτοκινήτων, ως θερμική ασπίδα σε αεροπλάνα, διαστημόπλοια, δορυφόρους, και ως καταλύτης στον έλεγχο καυσαερίων μηχανών ντίζελ και εκπομπών υδραργύρου (με την μορφή νανοσωματιδίων χρυσού στον εμβολισμό και διάσπαση ατόμων οξυγόνου προάγοντας έτσι χρήσιμες οξειδωτικές αντιδράσεις).

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Συμβουλίου Χρυσού για το 2018 οι τομείς ζήτησης του χρυσού σε παγκόσμιο επίπεδο περιλαμβάνουν:

- **Κοσμήματα**

Τα χρυσά κοσμήματα αντιπροσωπεύουν τη μεγαλύτερη πηγή ετήσιας ζήτησης χρυσού ανά τομέα. Αυτό έχει μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες, αλλά εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει περίπου το 50% της συνολικής ζήτησης. Η Ινδία και η Κίνα είναι μακράν οι μεγαλύτερες αγορές σε όγκο, που αντιπροσωπεύουν από κοινού πάνω από το 50% της τρέχουσας παγκόσμιας ζήτησης χρυσού. Στις αγορές της Ασίας και της Μέσης Ανατολής κυριαρχεί η ζήτηση για καθαρότερο χρυσό.

- **Επενδύσεις**

Ο χρυσός έχει μοναδικές ιδιότητες ως κατηγορία περιουσιακού στοιχείου. Μικρές τοποθετήσεις στο χρυσό μπορεί να αποδειχθεί ότι προστατεύουν και ενισχύουν την απόδοση ενός επενδυτικού χαρτοφυλακίου. Παρόλα αυτά, σε παγκόσμιο επίπεδο, ο χρυσός αποτελεί λιγότερο από το 1% των επενδυτικών χαρτοφυλακίων. Ωστόσο, αυτό αλλάζει και επενδυτές όλων των ειδών αποδέχονται πλέον το χρυσό ως μια αξιόπιστη επένδυση. Ο ετήσιος όγκος χρυσού που αγοράζουν οι επενδυτές αυξήθηκε κατά τουλάχιστον 235% τις τελευταίες τρεις δεκαετίες.

- **Κεντρικές τράπεζες**

Την περασμένη δεκαετία παρατηρήθηκε μια θεμελιώδης μετατόπιση της συμπεριφοράς των κεντρικών τραπεζών σε σχέση με τον χρυσό, που προκλήθηκε από την επανεξέταση του ρόλου και της συνάφειας του μετά τη χρηματοπιστωτική κρίση του 2008. Οι κεντρικές τράπεζες των αναδυόμενων αγορών έχουν αυξήσει την επίσημη αγορά χρυσού, ενώ οι ευρωπαϊκές τράπεζες έχουν σταματήσει να πωλούν, και ο τομέας αποτελεί σήμερα σημαντική πηγή ετήσιας ζήτησης χρυσού. Οι κεντρικές τράπεζες πώλησαν 7.853 τόνους χρυσού μεταξύ του 1987 και του 2009 και αγόρασαν 3.297 τόνους μεταξύ του 2010 και του 2016.

- **Τεχνολογία**

Ο χρυσός είναι από καιρό το κέντρο των καινοτομιών στην ηλεκτρονική. Σήμερα, οι μοναδικές ιδιότητες του χρυσού και η εμφάνιση της νανοτεχνολογίας οδηγούν σε νέες χρήσεις στο σύνολο των επιστημών. Αν και οι περισσότερες τεχνολογικές εφαρμογές χρησιμοποιούν χαμηλές ποσότητες χρυσού, οι επιπτώσεις τους είναι πολύ διαφορετικές και ευρείες.

Οι καλύτερες διαθέσιμες εκτιμήσεις δείχνουν ότι περίπου 190.040 τόνοι χρυσού έχει εξορυχτεί σε όλη την ιστορία, εκ των οποίων περίπου τα δύο τρίτα εξορύχτηκαν από το 1950. Και επειδή ο χρυσός είναι σχεδόν άφθαρτος, αυτό σημαίνει ότι σχεδόν όλο αυτό το μέταλλο είναι ακόμα γύρω μας σε διαφορετικές μορφές. Κάθε χρόνο, η παγκόσμια εξόρυξη χρυσού προσθέτει περίπου 2.500-3.000 τόνους στο συνολικό απόθεμα χρυσού πάνω από το έδαφος. Ενώ η παραγωγή χρυσού έχει δείξει ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια, είναι πιθανό στο άμεσο μέλλον να ισορροπήσει.

Κεφάλαιο 2: Χρηματοοικονομικές κρίσεις και η επενδυτική χρησιμότητα του Χρυσού

2.1. Οι τελευταίες χρηματοοικονομικές κρίσεις

Τις τελευταίες δεκαετίες υπήρξε μια σταθερή άνοδος στις χρηματοπιστωτικές αγορές και στα διάφορα χρηματοπιστωτικά μέσα. Αυτή η άνοδος οδήγησε παράλληλα και στην άνοδο των χρηματοοικονομικών κινδύνων δημιουργώντας τελευταία δύο κρίσεις τη Dot.com η οποία είναι γνωστή επίσης ως τεχνολογική φούσκα ή φούσκα του διαδικτύου, και της παγκόσμιας χρηματοοικονομικής κρίσης (Global Financial Crisis, GFC).

Τα βασικότερα αίτια της γένεσης και της εξάπλωσης αυτής της κρίσης Dot.com σύμφωνα με την ανασκόπηση των Κότιου και Παυλίδη (2012) ήταν:

- Η ταχύτατη διάδοση του διαδικτύου και η εμφάνιση επιχειρήσεων που γέννησαν προσδοκίες για υψηλές μελλοντικές αποδόσεις. Από την άλλη πλευρά όμως, οι επενδυτές δεν αγόραζαν τις μετοχές για τα υπαρκτά κέρδη και τα μερίσματά τους ή γιατί οι τιμές των μετοχών ήταν χαμηλές, αλλά για τα προσδοκώμενα κέρδη και τις μελλοντικές αυξήσεις των μετοχών.
- Τα χαμηλά επιτόκια της περιόδου 1998-1999 και η αυξημένη ρευστότητα. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική ενθάρρυνση των επενδυτών σε μετοχές αυτών των επιχειρήσεων από τον ευρύτερο τύπο (π.χ., Forbes, Wall Street Journal).
- Κάποιες επιχειρήσεις, αρχικά, κατάφεραν να αντλήσουν σημαντικά ποσά από το χρηματιστήριο ή να εξαγοραστούν σε αρκετά υψηλές τιμές.
- Η κερδοσκοπική μανία των ανθρώπων, μιας και αυτό συνετέλεσε άμεσα στην εμφάνιση και την έξαρση του φαινομένου αυτού.

Τέσσερις ήταν οι βασικότερες αιτίες οι οποίες οδήγησαν στην κατάρρευση της «φούσκας».

- Η αύξηση των επιτοκίων από την ομοσπονδιακή τράπεζα των ΗΠΑ (Federal Reserve, FED) 6 φορές μεταξύ 1999 και 2000. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ρευστότητας και τα δάνεια για αγορές μετοχών ακρίβαιναν.

- Οι αμερικανικές αρχές αποφάσισαν να λάβουν μέτρα κατά του μονοπωλίου της Microsoft, γεγονός το οποίο κλόνισε την πίστη στις εν λόγω εταιρείες.
- Οι δημοσιεύσεις από τον Τύπο που αποκάλυπταν την υπερτίμηση των μετοχών αυτών.
- Η χρεοκοπία μεγάλων εισηγμένων επιχειρήσεων και άλλων που κατηγορήθηκαν για παραποίηση των στοιχείων με σκοπό την εμφάνιση υψηλών κερδών για την προσέλκυση περισσότερων επενδυτών.

Τα γεγονότα αυτά προκάλεσαν τη φυγή των επενδυτών από το χρηματιστήριο και την ραγδαία πτώση των τιμών των μετοχών αυτών. Οι παράπλευρες απώλειες ήταν τεράστιες, καθώς η αμερικανική οικονομία πέρασε σε ύφεση και οι επενδύσεις πάγωσαν. Η κατάρρευση της «φούσκας» έφερε μαζί της κύμα πτωχεύσεων, εξαγορών και συγχωνεύσεων. Η κρίση μετατοπίστηκε στα χρηματιστήρια του εξωτερικού και κυρίως των Ευρωπαϊκών χωρών, είτε γιατί πολλοί Ευρωπαίοι είχαν επενδύσει στις ΗΠΑ σε μετοχές Dot.Com, είτε γιατί πολλοί αμερικανοί επενδυτές πούλησαν μετοχές στην Ευρώπη για να κλείσουν τα ανοίγματά τους

Η χρηματοοικονομική κρίση GFC ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2007 από την αγορά στεγαστικών δανείων χαμηλής εξασφάλισης (subprime mortgages) των ΗΠΑ, μετατράπηκε ραγδαία σε κρίση του παγκόσμιου χρηματοπιστωτικού συστήματος, και μεταφέρθηκε στην πραγματική οικονομία με ταχύ ρυθμό. Μια σειρά από γεγονότα, που μέχρι πριν από τρία χρόνια φάνταζαν απίθανο να συμβούν, οδήγησαν τους παγκόσμιους ρυθμούς ανάπτυξης σε απότομη πτώση και εκτόξευσαν την ανεργία και την ανασφάλεια στο σύνολο σχεδόν των χωρών. Καθώς η κρίση εκτυλίσσονταν, η ένταση και η έκτασή της αύξαναν συνεχώς, αναγκάζοντας κυβερνήσεις, κεντρικές τράπεζες, αναλυτές, επενδυτές, επιχειρηματίες και καταναλωτές να αναθεωρούν συνεχώς τις αντιλήψεις τους και τις προσδοκίες τους. Στις 15 Σεπτεμβρίου 2008 η ιστορική επενδυτική τράπεζα Lehman Brothers (έτος ίδρυσης 1850) κατέρρευσε κάτω από το βάρος ζημιών 60 δις. δολαρίων, κυρίως από "τοξικά" προϊόντα. Η τέταρτη μεγαλύτερη επενδυτική τράπεζας της Wall Street, χρησιμοποίησε "παραπλανητικά λογιστικά τεχνάσματα", ώστε να καλύψει την τραγική εικόνα που παρουσίαζαν τα οικονομικά της.

Άλλος παράλληλος καθοριστικός παράγοντας της κρίσης ήταν η φούσκα ακινήτων στις ΗΠΑ. Η άνοδος των τιμών των κατοικιών σταμάτησε στα μέσα του 2006 και, έκτοτε, οι τιμές άρχισαν να πέφτουν και να σταθεροποιούνται περίπου τον Απρίλιο του 2009. Η πτώση των τιμών των κατοικιών οδήγησε σε καθυστερήσεις των δόσεων των νοικοκυριών προς τις τράπεζες. Ορισμένα νοικοκυριά άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι η αξία του σπιτιού που πρόσφατα αγόρασαν έπεσε κάτω από την αξία δανείου τους και ότι τους συνέφερε να παραδώσουν τα κλειδιά στην τράπεζα και να φύγουν. Η χρεοκοπία των νοικοκυριών οδήγησε και σε μειωμένες εισροές στα ταμεία των τιτλοποιημένων δανείων

Η σημαντικότερη αιτία της κρίσης συνδέεται με τη σταδιακή μετατόπιση των στόχων των τραπεζών από τη χρηματοδότηση της πραγματικής οικονομίας, του εμπορίου και των παραγωγικών επενδύσεων στην κερδοσκοπία, τα χρηματοοικονομικά στοιχήματα, και τη χρηματοπιστωτική καινοτομία χωρίς οικονομική χρησιμότητα που έγιναν σε σημαντικό βαθμό βασικές δραστηριότητες, ίσως και αυτοσκοπός, για ορισμένες μεγάλες διεθνείς τράπεζες. (Κότιος και Παυλίδης, 2012).

2.2. Η σύγχρονη άποψη για την επενδυτική χρησιμότητα του χρυσού

Αν εξετάσουμε ιστορικά τα τελευταία 50 χρόνια τις τιμές του χρυσού σημειώνουμε πέντε μεγάλα ράλι:

- Η πρώτη ανοδική κίνηση αρχίζει από το χαμηλό των 35,4 δολαρίων ανά ουγκιά τον Αύγουστο του 1971 για να βρεθεί τον Φεβρουάριο του 1975 στα 183,9 δολάρια ανά ουγκιά σημειώνοντας κέρδη 419%, απόρροια της υποτίμησης του δολαρίου και της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης.
- Η δεύτερη πετρελαϊκή κρίση το 1978 εκτίναξε την τιμή του χρυσού από το χαμηλό των 103,5 δολαρίων ανά ουγκιά τον Αύγουστο του 1976 στα 850 δολάρια ανά ουγκιά τον Ιανουάριο του 1980 (+721%).
- Η τρίτη αρχίζει τον Ιανουάριο του 1982 και στα 296,8 δολάρια ανά ουγκιά, για να σημειώσει κέρδη 71,6% ως τον Φεβρουάριο του 1983, στα 509,25 δολάρια ανά ουγκιά .

- Η τέταρτη αρχίζει τον Φεβρουάριο του 1985 από τα 284,3 δολάρια ανά ουγκιά και ολοκληρώνεται με κέρδη 75,8%, στα 499,75 δολάρια ανά ουγκιά τον Δεκέμβριο του 1987.
- Η πέμπτη αρχίζει από τα 255,85 δολάρια ανά ουγκιά τον Απρίλιο του 2001 για να σημειώσει το πολύτιμο μέταλλο, με κέρδη 650%, ιστορικό ρεκόρ στα 1.923,70 δολάρια ανά ουγκιά τον Σεπτέμβριο του 2011.

Η πρόσφατη εμπειρία δείχνει ότι σε αντίθεση με άλλα χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία, η αξία του χρυσού τείνει να αυξάνεται ως αποτέλεσμα των αρνητικών κραδασμών στην αγορά. Παρά το γεγονός ότι ιστορικά ο χρυσός έχει συσχετισθεί με την ύπαρξη ενός καταφύγιου δεν υπήρχαν αναλύσεις όπου πρακτικά θα μπορούσαν να υποστηρίξουν κάποια τέτοια θέση. Ενώ δεν υπήρχε κάποιο θεωρητικό μοντέλο που να μπορέσει να εξηγήσει γιατί ο χρυσός συνήθως αναφέρεται ως ασφαλές καταφύγιο, μια σημαντική εξήγηση θα μπορούσε να είναι ότι ήταν από τις πρώτες μορφές χρημάτων και παραδοσιακά έχει χρησιμοποιηθεί ως άμυνα εναντίον του πληθωρισμού. Αυτά τα στοιχεία θα μπορούσαν να έχουν συμβάλει σημαντικά στον σύγχρονο ρόλο του χρυσού.

Η πρώτη προσπάθεια έγινε από τους Baur & Lucey (2010) οι οποίοι έθεσαν και τους βασικούς ορισμούς προς ανάλυση. Το θεωρητικό ερώτημα το οποίο είναι η βάση της γενικότερης συζήτησης διατυπώνεται ως εξής: Υπάρχει ένα περιουσιακό στοιχείο το οποίο μπορούν να προσθέσουν οι επενδυτές στα χαρτοφυλάκιά τους και να μειώνει τις απώλειες σε συγκεκριμένες περιόδους κρίσεων ή αναταραχής της αγοράς περισσότερο από ένα αντιστάθμισμα ή ένα διαφοροποιητή χαρτοφυλακίου;

Στην περίπτωση αυτή, για να υπάρξει κάποια διαφοροποίηση των εννοιών και να γίνει διάκριση ενός ασφαλούς καταφύγιου από ένα αντιστάθμισμα και έναν διαφοροποιητή οι Baur & Lucey (2010) ορίζουν τις τρεις κάτωθι περιπτώσεις:

Αντιστάθμιστικό περιουσιακό στοιχείο (αντιστάθμισμα, hedge): Ένα αντιστάθμισμα είναι ένα περιουσιακό στοιχείο το οποίο είναι, κατά μέσο όρο, ασυσχέτιστο ή αρνητικά συσχετισμένο με κάποιο άλλο περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο.

Μια τέτοια περίπτωση δεν είναι υποχρεωτικό να μειώνει τις απώλειες σε περίπτωση κρίσεων καθώς ένα τέτοιο περιουσιακό στοιχείο θα μπορούσε να είναι θετικά συσχετισμένο την περίοδο της κρίσης και αρνητικά συσχετισμένο σε κανονικές περιόδους των χρηματοοικονομικών αγορών, οδηγώντας έτσι σε μία, κατά μέσο όρο, μηδενική ή αρνητική συσχέτιση.

Διαφοροποιητής (diversifier): Ως διαφοροποιητής ορίζεται ένα περιουσιακό στοιχείο το οποίο είναι θετικά συσχετισμένο (αλλά όχι απολύτως συσχετισμένο) με κάποιο άλλο περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο.

Παρόμοια με το αντισταθμιστικό περιουσιακό στοιχείο, ένας διαφοροποιητής δεν είναι υποχρεωτικό να μειώσει τις απώλειες σε κάποια περίοδο κρίσης καθώς η συνθήκη της συσχέτισης θα πρέπει να ικανοποιείται κατά μέσο όρο.

Ασφαλές καταφύγιο (safe haven): Ένα ασφαλές καταφύγιο ορίζεται σαν ένα περιουσιακό στοιχείο το οποίο είναι ασυσχέτιστο ή αρνητικά συσχετισμένο με κάποιο άλλο περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο σε περιόδους κρίσεων.

Η συγκεκριμένη ιδιότητα ενός περιουσιακού στοιχείου σαν ασφαλές καταφύγιο είναι η μη θετική συσχέτιση με κάποιο χαρτοφυλάκιο σε συνθήκες κρίσεων. Αυτή η ιδιότητα δεν επιβάλλει στη συσχέτιση να είναι θετική ή αρνητική κατά μέσο όρο, αλλά να είναι μηδενική ή αρνητική σε συγκεκριμένες περιόδους κρίσεων.

Ως εκ τούτου, σε κανονικές συνθήκες αγοράς, η συσχέτιση μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Εάν το περιουσιακό στοιχείο του καταφυγίου είναι αρνητικά συσχετισμένο με το άλλο περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο σε εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες της αγοράς, αποζημιώνει πλέον τον επενδυτή για οι ζημιές από του χαρτοφυλακίου μειώνονται διότι το ασφαλές καταφύγιο αυξάνεται.

Το βασικό οικονομετρικό υπόδειγμα που χρησιμοποίησαν οι Baur & Lucey (2010) είναι,

$$r_{gold,t} = a + b_1 r_{stock,t} + b_2 r_{stock,t(q)} + c_1 r_{bond,t} + c_2 r_{bond,t(q)} + e_t \quad (2.1)$$

όπου υπάρχουν οι αποδόσεις μετοχών και ομολόγων ενώ το σύμβολο (q) αναφέρεται σε συγκεκριμένα ποσοστημόρια της κατανομής αποδόσεων. Χρησιμοποίησαν δεδομένα από τη βάση Morgan Stanley Capital International (MSCI) από το Νοέμβριο του 1995 έως το Νοέμβριο του 2005, αφήνοντας όμως έξω την κρίση GFC, και διαχώρισαν το αρχικό δείγμα σε τρία υποδείγματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο χρυσός αποτελεί ένα, κατά μέσο όρο, ασφαλές καταφύγιο. Σαν δεύτερο στάδιο χρησιμοποιήθηκε ένα μονομεταβλητό υπόδειγμα (GARCH) (Bollerslev, 1987) όπως ακριβώς είχε χρησιμοποιηθεί από τους Carie et al. (2005)

$$r_{gold,t} = a + b_1 r_{stock,t} + b_2 r_{stock,t(q)} + c_1 r_{bond,t} + c_2 r_{bond,t(q)} + e_t \quad (2.2\alpha)$$

$$h_t = a e_{t-1}^2 + \gamma e_{t-1}^2 D(e_{t-1} < 0) + \beta h_{t-1} \quad (2.2\beta)$$

όπου το D στην εξίσωση της διακύμανσης είναι μια ψευδομεταβλητή (Glosten κ.ά., 1993) η οποία παίρνει την τιμή 1 στην περίπτωση που η απόδοση είναι αρνητική και 0 διαφορετικά. Τα αποτελέσματα σε συμφωνία με το γραμμικό υπόδειγμα έδειξαν ότι ο χρυσός αποτελεί ένα ασφαλές καταφύγιο για τις ΗΠΑ.

Την ίδια περίπου περίοδο η ανωτέρω έρευνα γενικεύτηκε από τους Baur & McDermott (2010) χρησιμοποιώντας ένα δείγμα 30 ετών από το 1979 έως το 2009 για ένα υπόδειγμα 59 δεικτών του παγκόσμιου δείκτη χρησιμοποιώντας αντίστοιχες τεχνικές με την προηγούμενη εργασία τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο χρυσός είναι τόσο ένα αντιστάθμισμα όσο και ασφαλές καταφύγιο για τις μεγάλες ευρωπαϊκές χρηματιστηριακές αγορές και τις ΗΠΑ, αλλά όχι για την Αυστραλία, τον Καναδά, την Ιαπωνία και τις μεγάλες αναδυόμενες αγορές, όπως οι χώρες BRIC, Βραζιλία (Brazil), Ρωσία (Russia), Ινδία (India), και Κίνα (China). Επιπροσθέτως ενίσχυσαν τους αρχικούς βασικούς ορισμούς τους ξεχωρίζοντας τις έννοιες του ασθενούς (ισχυρού) αντισταθμίματος, και του ασθενούς (ισχυρού) καταφύγιου ως εξής:

Ασθενές αντιστάθμισμα (weak hedge) είναι ένα περιουσιακό στοιχείο που δεν συσχετίζεται με το περιουσιακό στοιχείο αναφοράς ή χαρτοφυλάκιο αναφοράς κατά μέσο όρο. Σε αντίθεση, ένα **ισχυρό αντιστάθμισμα (strong hedge)** συσχετίζεται αρνητικά με το περιουσιακό στοιχείο ή το χαρτοφυλάκιο αναφοράς κατά μέσο όρο.

Ασθενές ασφαλές καταφύγιο (weak safe haven) είναι ένα περιουσιακό στοιχείο που δεν συσχετίζεται με το περιουσιακό στοιχείο αναφοράς ή χαρτοφυλάκιο αναφοράς σε συγκεκριμένες περιόδους κρίσεων. Ένα **ισχυρό ασφαλές καταφύγιο (strong safe haven)** συσχετίζεται αρνητικά με το περιουσιακό στοιχείο ή το χαρτοφυλάκιο αναφοράς σε συγκεκριμένες περιόδους κρίσεων.

Η διάκριση ενός ισχυρού και ασθενούς αντισταθμιστικού περιουσιακού στοιχείου και ενός ασφαλούς καταφυγίου δεν είναι μόνο σημασιολογική αλλά και σημαντική για τους επενδυτές. Εάν ένα περιουσιακό στοιχείο είναι αρνητικά συσχετιζόμενο με ένα άλλο στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο, οι επενδυτές απολαμβάνουν θετικές αποδόσεις εάν το στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο αναφοράς παρουσιάζει (ακραία) αρνητικές αποδόσεις. Αυτό δεν συμβαίνει εάν τα περιουσιακά στοιχεία είναι ασυσχέτιστα. Δεδομένου ότι οι θετικές αποδόσεις ενός περιουσιακού στοιχείου κατά τη διάρκεια οικονομικής κρίσης ή αναταραχής μπορεί να ενισχύσει τη σταθερότητα της αγοράς μειώνοντας συνολικά τις απώλειες, η διάκριση των ασθενών και ισχυρών περιουσιακών στοιχείων είναι σημαντική για τους διαχειριστές χαρτοφυλακίων.

Τελευταία οι Baur & McDermott (2016) χρησιμοποίησαν ένα δείγμα από εν δυνάμει ασφαλή καταφύγια για μία περίοδο 44 ετών από το 1970 έως το 2013, χρησιμοποιώντας γραμμικά υποδείγματα αντίστοιχα της εργασίας Baur & Lucey (2010). Δείχθηκε ότι εκτός από το χρυσό, ασφαλή καταφύγια θα μπορούσε να είναι επίσης τα κρατικά ομόλογα των ΗΠΑ, το δολάριο ΗΠΑ καθώς και το Ελβετικό Φράγκο.

Κεφάλαιο 3: Οικονομετρική Μεθοδολογία

3.1. Διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα και αιτιότητα κατά Granger

Εάν έχουμε ένα υπόδειγμα παλινδρόμησης με στοιχεία χρονολογικών σειρών και το υπόδειγμα περιλαμβάνει όχι μόνο τις τρέχουσες τιμές αλλά και τις τιμές των ερμηνευτικών μεταβλητών με χρονική υστέρηση τότε ονομάζεται υπόδειγμα κατανεμημένων χρονικών υστερήσεων (distributed lags, DL). Αν το υπόδειγμα περιλαμβάνει μεταξύ των ερμηνευτικών μεταβλητών μια η περισσότερες τιμές και της εξαρτημένης μεταβλητής με υστέρηση, τότε ονομάζεται αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα κατανεμημένων υστερήσεων (autoregressive distributed lags, ARDL) (Sims, 1980). Επομένως (Gujarati και Porter, 2017, κεφ. 17) το υπόδειγμα,

$$Y_t = a + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + u_t \quad (3.1)$$

είναι ένα παράδειγμα υποδείγματος DL, ενώ το υπόδειγμα,

$$Y_t = a + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t \quad (3.2)$$

είναι ένα παράδειγμα υποδείγματος ARDL. Τα τελευταία χρόνια είναι επίσης γνωστά ως δυναμικά υποδείγματα δεδομένου ότι απεικονίζουν τη διαχρονική εξέλιξη της εξαρτημένης μεταβλητής σε σχέση με τις παρελθούσες τιμές της.

Στα οικονομικά και στα χρηματοοικονομικά η εξάρτηση μιας μεταβλητής Y από μια άλλη μεταβλητή X σπανίως είναι στιγμιαία. Πολύ συχνά η Y ανταποκρίνεται στη X αφού παρέλθει κάποιο χρονικό διάστημα. Αυτό το χρονικό διάστημα ονομάζεται χρονική υστέρηση. Γενικότερα μπορούμε να γράψουμε ότι,

$$Y_t = a + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k} + u_t \quad (3.3)$$

το οποίο είναι ένα υπόδειγμα DL με πεπερασμένες χρονικές υστερήσεις k περιόδων. Ο συντελεστής β_0 είναι γνωστός ως βραχυχρόνιος ή άμεσος πολλαπλασιαστής διότι σημειώνει τη μέση τιμή της Y μετά από μία μοναδιαία μεταβολή στην X κατά την ίδια χρονική περίοδο. Αν η μεταβολή της X διατηρείται στη συνέχεια στο ίδιο επίπεδο τότε το $\beta_0 + \beta_1$ δίνει την μεταβολή στη μέση τιμή της Y κατά την επόμενη χρονική περίοδο κλπ. Αυτά τα μερικά αθροίσματα ονομάζονται πολλαπλασιαστές. Τέλος μετά από k περιόδους παίρνουμε,

$$\sum_{i=0}^k \beta_i = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k = \beta \quad (3.4)$$

είναι ο μακροχρόνιος ή συνολικός πολλαπλασιαστής υπό την προϋπόθεση ότι το τελικό β υπάρχει. Εάν ορίσουμε,

$$\beta_i^* = \frac{\beta_i}{\sum \beta_i} = \frac{\beta_i}{\beta} \quad (3.5)$$

τότε παίρνουμε τυποποιημένα β_i^* τα οποία δίνουν το ποσοστό της μακροχρόνιας ή συνολικής επίδρασης σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Όταν θέλουμε να διαμορφώσουμε ένα υπόδειγμα οι μεταβλητές συνήθως διακρίνονται σε εξαρτημένες και ανεξάρτητες στην περίπτωση που υπάρχει μία εξίσωση, ενώ στην περίπτωση που έχουμε συστήματα εξισώσεων ή ταυτόχρονα προσδιοριζόμενες εξισώσεις σε ενδογενείς και προκαθορισμένες. Οι προκαθορισμένες μεταβλητές μπορεί να είναι εξωγενείς ή ενδογενείς με χρονική υστέρηση. Οι εξαρτημένες και οι ενδογενείς μεταβλητές τοποθετούνται στο αριστερό μέρος των εξισώσεων ενώ οι ανεξάρτητες και προκαθορισμένες περιλαμβάνονται στο δεξιό μέρος των εξισώσεων. Μια τέτοια συστηματοποίηση πρακτικά υποδηλώνει ότι οι μεταβολές στις τιμές των μεταβλητών που βρίσκονται στο δεξιό μέρος των εξισώσεων προκαλούν τις μεταβολές που παρατηρούνται στις τιμές των εξαρτημένων και ενδογενών μεταβλητών. Τέτοιες περιπτώσεις εμφανίζονται πολλές φορές στη διαμόρφωση οικονομετρικών υποδειγμάτων τα

οποία όμως, εάν στηρίζονται στην οικονομική θεωρία, η διάκριση και τοποθέτηση των μεταβλητών στο δεξιό ή στο αριστερό μέρος των εξισώσεων πολλές φορές θεωρείται δεδομένη απλά και μόνο διότι έτσι προβλέπεται από την οικονομική θεωρία. (Κιντής, 2010 κεφ. 25) Όμως οι οικονομικές σχέσεις δεν είναι απόλυτα προσδιοριστικές ενώ οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την οικονομετρική τους διερεύνηση πολύ συχνά δεν συμπίπτουν με αυτές που υποδηλώνει κάποια οικονομική θεωρία.

Στην περίπτωση απλών παλινδρομήσεων η εξάρτηση μιας μεταβλητής από άλλες μεταβλητές δε συνεπάγεται κατ' ανάγκη αιτιώδη συνάφεια. Δηλαδή η ύπαρξη μιας σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών δεν αποδεικνύει την αιτιότητα ή την κατεύθυνση της επίδρασης. Όμως σε παλινδρομήσεις που αφορούν στοιχεία χρονοσειρών η κατάσταση μπορεί να είναι διαφορετική διότι σύμφωνα με τον Granger (1969) «ο χρόνος δεν τρέχει προς τα πίσω. Δηλαδή αν το γεγονός A συμβεί πριν το γεγονός B τότε είναι δυνατόν το A να προκαλεί το B. Ωστόσο δεν είναι δυνατόν το B να προκαλεί το A. Με άλλα λόγια τα γεγονότα που έχουν συμβεί στο παρελθόν μπορούν να προκαλέσουν άλλα γεγονότα να συμβούν σήμερα. Τα μελλοντικά γεγονότα όμως όχι». Αυτή είναι περίπου η ιδέα πίσω από τον λεγόμενο έλεγχο αιτιότητας κατά αλλά το ζήτημα της αιτιότητας είναι βαθιά φιλοσοφικό.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο μεταβλητές A και B (Gujatarati και Porter, 2017, κεφ. 17) και σχηματίζουμε ένα υπόδειγμα VAR,

$$A_t = C_A + \sum_{i=1}^p K_i \times A_{t-i} + \sum_{i=1}^p \Lambda_i \times B_{t-j} + u_{At} \quad (3.6\alpha)$$

$$B_t = C_B + \sum_{i=1}^p M_i \times A_{t-i} + \sum_{i=1}^p N_i \times B_{t-i} + u_{Bt} \quad (3.6\beta)$$

Μπορούν να διακριθούν τέσσερις περιπτώσεις:

- **Μονόδρομη αιτιότητα από το B στο A** παρουσιάζεται αν οι εκτιμημένοι συντελεστές με υστέρηση Λ_i είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί από το μηδέν σαν σύνολο, ενώ οι εκτιμημένοι συντελεστές της A στη B με υστέρηση M_i δεν είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί από το μηδέν.

- **Μονόδρομη αιτιότητα από το A στο B** παρουσιάζεται αν οι εκτιμημένοι συντελεστές με υστέρηση M_i είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί από το μηδέν σαν σύνολο, ενώ οι εκτιμημένοι συντελεστές L_i της B στην A δεν είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί από το μηδέν.
- **Αμφίδρομη αιτιότητα το B στο A και από το A στο B** παρουσιάζεται αν όλοι οι εκτιμημένοι συντελεστές με υστέρηση L_i και M_i είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικοί από το μηδέν σαν σύνολο.
- Τέλος υπάρχει **ανεξαρτησία** όταν όλα τα σύνολα των συντελεστών A και B δεν είναι στατιστικά σημαντικά σε καμία από τις παλινδρομήσεις.

Σε γενικές γραμμές δεδομένου ότι το μέλλον δεν μπορεί να προβλέψει το παρελθόν εάν η μεταβλητή A προκαλεί κατά Granger τη μεταβλητή B τότε οι αλλαγές στην A θα πρέπει να προηγούνται των αλλαγών στην B. Εάν λοιπόν προσθέσουμε σε μία παλινδρόμηση της B με άλλες μεταβλητές και τις υστερήσεις της A και βελτιώσουμε σημαντικά την πρόβλεψη τότε μπορούμε να πούμε ότι η μεταβλητή A προκαλεί κατά Granger τη μεταβλητή B. Ο ίδιος ορισμός ισχύει και αντίστροφα εάν η μεταβλητή B προκαλεί κατά Granger τη μεταβλητή A. Η διαδικασία για την εφαρμογή του ελέγχου αιτιότητας κατά Granger έχει ως εξής (Κιντής, 2010 κεφ. 25):

- Παλινδρομούμε τις τρέχουσες τιμές της μεταβλητής A με όλες τις υστερήσεις της μεταβλητής A και πιθανόν άλλες μεταβλητές αν χρειάζεται αλλά δε συμπεριλαμβάνουμε τις υστερήσεις της μεταβλητής B. Αυτό είναι το περιορισμένο υπόδειγμα παλινδρόμησης. Από την παλινδρόμηση σημειώνουμε το περιορισμένο άθροισμα τετραγώνων καταλοίπων RSS_R .
- Παλινδρομούμε τις τρέχουσες τιμές της μεταβλητής A με όλες τις υστερήσεις της μεταβλητής A αλλά συμπεριλαμβάνουμε και όλες τις υστερήσεις L_i της μεταβλητής B. Αυτό είναι το ελεύθερο (χωρίς περιορισμούς) υπόδειγμα

παλινδρόμησης και σημειώνουμε το χωρίς περιορισμούς άθροισμα τετραγώνων καταλοίπων RSS_U

Η μηδενική υπόθεση είναι ότι οι όροι της μεταβλητής B με χρονική υστέρηση Λ_i είναι ότι δεν ανήκουν στην παλινδρόμηση, είναι δηλαδή μηδέν,

$H_0: \Lambda_i = 0$ για $i = 1, 2, \dots, n$ όπου n είναι ο αριθμός των υστερήσεων.

Για να γίνει έλεγχος της υπόθεσης εφαρμόζεται ο έλεγχος F ,

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_U)/n}{RSS_U/(n - k)} \quad (3.7)$$

η οποία ακολουθεί την κατανομή F με n και $(n - k)$ βαθμούς ελευθερίας, όπου n είναι ο αριθμός των υστερήσεων και k είναι ο αριθμός των παραμέτρων που εκτιμώνται στη ελεύθερη παλινδρόμηση. Εάν η υπολογιζόμενη τιμή της κατανομής F για όλες τις υστερήσεις Λ_i (**block-F-statistics**) υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή F στο επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση ως εκ τούτου οι υστερήσεις της μεταβλητής B είναι διάφορες του μηδενός και παραμένουν στην παλινδρόμηση. Αυτός είναι ένας διαφορετικός τρόπος να πούμε ότι η μεταβλητή B προκαλεί κατά Granger τη μεταβλητή A .

Πριν όμως παρουσιάσουμε τον έλεγχο αιτιότητας κατά Granger θα πρέπει να αναφερθούν αρκετά θέματα όπως:

- Υποτίθεται ότι οι δύο μεταβλητές A και B είναι στάσιμες. Στην περίπτωση που οι μεταβλητές δεν είναι στάσιμες τότε οι πρώτες διαφορές είναι πολύ πιθανόν να τις καταστήσει στάσιμες.
- Ο αριθμός των όρων με υστέρηση που θα εισαχθούν στους ελέγχους αιτιότητας είναι ένα σημαντικό πρακτικό ερώτημα. Όπως και στην περίπτωση κατανεμημένων χρονικών υστερήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθούν κριτήρια πληροφoρίας. Πρέπει όμως να προστεθεί ότι κατεύθυνση της αιτιότητας μπορεί

να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πλήθος των όρων με υστέρηση που θα χρησιμοποιηθούν.

- Έχουμε υποθέσει ότι οι όροι σφάλματος που εισέρχονται στον έλεγχο αιτιότητας είναι ασυσχέτιστοι. Εάν αυτό δεν ισχύει ίσως απαιτείται κάποιος κατάλληλος μετασχηματισμός.
- Δεδομένου ότι το ενδιαφέρον μας είναι στον έλεγχο αιτιότητας, δεν χρειάζεται να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα και οι εκτιμημένοι συντελεστές των υποδειγμάτων ρητά, για εξοικονόμηση χώρου αρκούν μόνο τα αποτελέσματα του ελέγχου F .

Μερικές σημαντικές παρατηρήσεις στη γενικότερη μεθοδολογία της αιτιότητας κατά Granger είναι οι εξής:

- Πρέπει να υπάρξει προφύλαξη από τη νόθο αιτιότητα. Ας υποθέσουμε ότι στο υπόδειγμα των δύο μεταβλητών A και B υπάρχει και μία άλλη μεταβλητή Γ . Είναι πιθανόν η μεταβλητή A να προκαλεί κατά Granger τη Γ και η μεταβλητή Γ να προκαλεί κατά Granger τη μεταβλητή B . Ως εκ τούτου είναι πιθανόν εάν η μεταβλητή Γ δεν συμπεριληφθεί στο υπόδειγμα VAR η παρατηρούμενη αιτιότητα από τη μεταβλητή A στη B να είναι νόθος. Ένας τρόπος να αντιμετωπιστεί αυτό είναι να εξεταστεί ένα σύστημα εξισώσεων σε μορφή πολυμεταβλητού VAR.
- Οι έλεγχοι αιτιότητας Granger έχουν σχεδιαστεί για να χειρίζονται ζεύγη μεταβλητών. Εάν η πραγματική σχέση περιλαμβάνει τρεις ή περισσότερες μεταβλητές οι έλεγχοι μπορεί να δώσουν παραπλανητικά αποτελέσματα, λαμβάνοντας δε υπόψη ότι τα VAR είναι γραμμικά υποδείγματα το οποίο σημαίνει ότι δεν μπορούν να διαγνώσουν τυχόν ύπαρξη μη-γραμμικής αιτιότητας.

3.2. Θεωρία συνολοκλήρωσης κατά Engle – Granger: Το υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος (error correction model)

Η αναφερθείσα μεθοδολογία της προηγούμενης παραγράφου προϋποθέτει ότι οι σειρές είναι στάσιμες. Υπό αυτό το πλαίσιο, η αιτιότητα κατά Granger είναι βραχυχρόνια. Υπάρχει όμως μια περίπτωση όπου οι χρονολογικές σειρές (οικονομικού χαρακτήρα κυρίως και λιγότερο χρηματοοικονομικού) να παρουσιάζουν μακροχρόνια αιτιότητα. Μπορούμε δηλαδή να κάνουμε παλινδρομήσεις με μη στάσιμες σειρές αποφεύγοντας παράλληλα τη νόθα παλινδρόμηση.

Ας ξεκινήσουμε από ένα ARDL(1,1) (Hendry και Juselius, 2000; 2001)

$$y_t = \theta_1 y_{t-1} + \delta_0 x_t + \delta_1 x_{t-1} + u_t \quad (3.8)$$

Η μακροχρόνια τάση είναι σταθερή και ανεξάρτητη από το χρόνο

$$y = \theta_1 y + \delta_0 x + \delta_1 x \Rightarrow \quad (3.9)$$

$$y(1 - \theta_1) = (\delta_0 + \delta_1)x \Rightarrow \quad (3.10)$$

$$y = \frac{\delta_0 + \delta_1}{(1 - \theta_1)} x \quad (3.11)$$

Στην περίπτωση αυτή πρέπει να τροποποιηθεί το υπόδειγμα ώστε να συμπεριληφθεί η μακροχρόνια τάση. Εάν αφαιρέσουμε και από τα δύο μέλη της εξίσωσης (3.8) το y_{t-1} και προσθαφαιρέσουμε από το δεξί μέλος το $\delta_0 x_{t-1}$ καταλήγουμε στην

$$\Delta y_t = -(1 - \theta_1) \left(y_{t-1} - \frac{\delta_0 + \delta_1}{(1 - \theta_1)} x_{t-1} \right) + \delta_0 \Delta x_t + u_t \quad (3.12)$$

η οποία αν θεωρήσουμε τις σχέσεις,

$$a = 1 - \theta_1 \quad (3.13)$$

$$\beta_1 = \frac{\delta_0 + \delta_1}{1 - \theta_1} \quad (3.14)$$

καταλήγουμε στην

$$\Delta y_t = -a(y_{t-1} - \beta_1 x_{t-1}) + \delta_0 \Delta x_t + u_t \quad (3.15)$$

η οποία αποτελεί τη βασική θεώρηση του υποδείγματος διόρθωσης σφάλματος (error correction model, ECM) των Engle και Granger (1987), όπου το διάνυσμα στην παρένθεση είναι το σφάλμα της απόκλισης από τη μακροχρόνια τάση.

Αν οι μεταβλητές y_t και x_t είναι ολοκληρωμένες πρώτης τάξης $I(1)$, τότε οι πρώτες διαφορές τους Δy_t και Δx_t είναι μηδενικής τάξης $I(0)$, οπότε το δεξί μέλος της συνάρτησης είναι μηδενικής τάξης $I(0)$. Για να έχει νόημα η παραπάνω συνάρτηση θα πρέπει και το αριστερό μέλος να είναι μηδενικής τάξης $I(0)$. Συνεπώς ή οι σειρές είναι συνολοκληρωμένες το οποίο σημαίνει ότι το σφάλμα στην παρένθεση είναι στάσιμο $I(0)$ και ο συντελεστής a διάφορος του μηδενός, ή το σφάλμα στην παρένθεση είναι μη στάσιμο $I(1)$ και ο συντελεστής a είναι μηδέν οπότε οι σειρές δεν είναι συνολοκληρωμένες.

3.3. Θεωρία συνολοκλήρωσης κατά Johansen

Εάν οι μεταβλητές του υποδείγματος συνδέονται με ένα και μοναδικό διάνυσμα συνολοκλήρωσης τότε η εκτίμησή του μπορεί να γίνει με τη μέθοδο Engle – Granger των δύο σταδίων. Όταν όμως το διάνυσμα συνολοκλήρωσης που αντιστοιχεί στη μακροχρόνια τάση δεν είναι μοναδικό, όπως μπορεί να συμβαίνει στα πολυμεταβλητά υποδείγματα, τότε η μέθοδος δεν μπορεί να εφαρμοστεί γιατί δεν θα δώσει συνεπή αποτελέσματα για τα διανύσματα συνολοκλήρωσης λόγω πρόβληματος στην ταυτοποίηση του υποδείγματος. Ο Johansen αντιμετώπισε το πρόβλημα της ταυτοποίησης μέσω ενός υποδείγματος VAR το οποίο εκφράζεται από τη σχέση (Κιντής, 2010, κεφ. 25),

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \Sigma X_t + \varepsilon_t \quad (3.16)$$

όπου y_t είναι το διάνυσμα $T \times 1$ μη στάσιμων $I(1)$ μεταβλητών το οποίο διατυπώνεται σε ένα υπόδειγμα VAR p τάξης και το Π είναι ένα πίνακας $p \times p$ των παραμέτρων με την οποία πολλαπλασιάζεται το διάνυσμα των υστερήσεων Y_{t-1} των ενδογενών μεταβλητών.

Κάτω από τον περιορισμό ότι ο βαθμός μήτρας είναι μικρότερος του p δηλαδή $r(\Pi) < p$, τότε ταυτίζεται με τον αριθμό των ενδογενών μεταβλητών και οι μεταβλητές είναι συνολοκληρωμένες. Ο βαθμός της μήτρας Π προσδιορίζει και τον αριθμό των σχέσεων ολοκλήρωσης. Ειδικότερα δε αν υπάρχουν p ενδογενείς μεταβλητές, κάθε μία από τις οποίες είναι $I(1)$ τότε υπάρχουν $p-1$ διανύσματα συνολοκλήρωσης. Το υπόδειγμα εκτιμάται με τη μέθοδο της μεγίστης πιθανοφάνειας και οι έλεγχοι γίνονται με το κριτήριο του λόγου των πιθανοφανειών με $m - p$ περιορισμούς.

Η υλοποίηση της συνολοκλήρωσης κατά Johansen θεωρεί πέντε περιπτώσεις ανάλογα με την ύπαρξη τάσεων και σταθερών στο διανυσματικό υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος στη γενική περίπτωση:

$$\Delta y_t = a(\beta' y_{t-1} + \mu + \rho t) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \gamma + \tau t + \varepsilon_t \quad (3.17)$$

Πρώτη περίπτωση: Δεν υπάρχει τάση $\tau = 0, \rho = 0, \mu = 0, \gamma = 0$

Στην περίπτωση αυτή τα επίπεδα των τιμών δεν έχουν κάποια προσδιοριστική τάση και η εξίσωση συνολοκλήρωσης δεν έχει σταθερά

$$\Delta y_t = a(\beta' y_{t-1}) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.18)$$

Δεύτερη περίπτωση: Περιορισμένη σταθερά $\tau = 0, \rho = 0, \gamma = 0$

Στην περίπτωση αυτή τα επίπεδα των τιμών δεν έχουν κάποια προσδιοριστική τάση και η εξίσωση συνολοκλήρωσης έχει σταθερά

$$\Delta y_t = a(\beta' y_{t-1} + \mu) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.19)$$

Τρίτη περίπτωση: Μη-περιορισμένη σταθερά $\tau = 0, \rho = 0$

Στην περίπτωση αυτή τα επίπεδα των τιμών έχουν γραμμική τάση και η εξίσωση συνολοκλήρωσης έχει σταθερά

$$\Delta y_t = a(\beta' y_{t-1} + \mu) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \gamma + \varepsilon_t \quad (3.20)$$

Τέταρτη περίπτωση: Περιορισμένη τάση $\tau = 0$

Στην περίπτωση αυτή και τα επίπεδα των τιμών και η εξίσωση συνολοκλήρωσης έχουν γραμμική τάση

$$\Delta y_t = a(\beta' y_{t-1} + \mu + \rho t) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \gamma + \varepsilon_t \quad (3.21)$$

Πέμπτη περίπτωση: Μη-περιορισμένη τάση

Στην περίπτωση αυτή τα επίπεδα των τιμών έχουν τετραγωνική τάση και η εξίσωση συνολοκλήρωσης έχει γραμμική τάση.

$$\Delta y_t = a(\beta' y_{t-1} + \mu + \rho t) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \gamma + \tau t + \varepsilon_t \quad (3.22)$$

Η αναπαράσταση ενός VAR(p) μπορεί να μεταφραστεί σε μία διαδικασία κινητού μέσου,

$$y_t = \mu + \sum_{j=0}^{+\infty} \Psi_j \varepsilon_{t-j} \quad (3.23)$$

και στην περίπτωση της στασιμότητας θα πρέπει οι όροι να συγκλίνουν στο μηδέν, δηλαδή $\lim_{j \rightarrow \infty} \Psi_j = 0$, το οποίο όμως δεν είναι υποχρεωτικό να ισχύει στην περίπτωση της μη-στασιμότητας. Το ερευνητικό ενδιαφέρον εστιάζεται στο να μελετήσουμε πως αντιδρά μία μεταβλητή όταν συμβεί ένα σοκ σε κάποια άλλη μεταβλητή. Λαμβάνοντας υπόψη ότι,

$$\frac{\partial \Psi_{t+h}}{\partial \varepsilon_t} = \Psi_h \quad (3.24)$$

το γράφημα $[\Psi_h]_{ij}$ σαν συνάρτηση του h ονομάζεται συνάρτηση απόκρισης διαταραχών (IRF, Impulse response function). Οι συναρτήσεις $IRF(h)$ υπολογίζονται ως,

$$IRF(h) = \Psi_h = A_1 \Psi_{h-1} + A_2 \Psi_{h-2} + \dots + A_p \Psi_{h-p} \quad (3.25)$$

και η εκτίμηση των παραμέτρων γίνεται με την αντικατάσταση των συντελεστών του διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου στην έκφραση για το IRF. (Ivanov & Kilian, 2005). Το βασικό πρόβλημα με τις IRF είναι ότι αποτελούν πολύπλοκες μη-γραμμικές συναρτήσεις του εκτιμηθέντος VAR και η ασυμπτωτική κανονική κατανομή όταν έχουμε πεπερασμένα δείγματα μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα. Τα προβλήματα αυτά μεγαλώνουν στην περίπτωση που το VAR έχει συντελεστή μοναδιαίας ρίζας ή πολύ κοντά σε αυτή. Σημαντικό ρόλο επίσης σύμφωνα με τη γενικότερη θεώρηση του VAR αποτελεί το υπόδειγμα να είναι καλώς ορισμένο με σωστό αριθμό υστερήσεων οι οποίες θα παράξουν και τους συντελεστές του IRF. Άρα το πρωταρχικό βήμα είναι η σωστή επιλογή υστερήσεων με κάποιο προκαθορισμένο κριτήριο το οποίο να διασφαλίζει ότι το τελικό VAR είναι καλώς ορισμένο.

Στην περίπτωση όπου υπάρχουν μοναδιαίες ρίζες ή συντελεστές κοντά στις μοναδιαίες ρίζες ο μετασχηματισμός σε ένα διανυσματικό κινητού μέσου δεν

υπάρχει αλλά παρόλα αυτά μπορεί να γίνει ένας βραχυχρόνιος υπολογισμός των IRF λαμβάνοντας υπόψη έμμεσα μακροχρόνιες σχέσεις συνολοκλήρωσης.

3.4. Η αναπαράσταση δυναμικών συσχετίσεων κατά BEKK

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα υποδείγματα VAR και VECM εξαρτώνται από τη χρονική περίοδο που θα μελετηθεί σαν επόμενο βήμα δυναμικής προσέγγισης θα χρησιμοποιηθεί το δυναμικό πολυμεταβλητό υπόδειγμα GARCH με την αναπαράσταση βαθμωτού-BEKK (Engle και Kroner, 1995). Αυτό αποτελεί μια εξειδικευμένη περίπτωση για να αποφευχθεί η υπολογιστική πολυπλοκότητα της πλήρους αναπαράστασης. Η γενική περίπτωση ενός τέτοιου υποδείγματος λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πίνακας συνδιακύμανσης δύο μεταβλητών είναι συμμετρικός ως προς τη διαγώνιο, στην περίπτωση δύο χρονολογικών σειρών η πλήρης αναπαράσταση BEKK,

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{12,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{21} \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \\ &\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{12,t-1} & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3.27)$$

η οποία απλοποιείται περεταίρω στη διαγώνια αναπαράσταση,

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{12,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{21} \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix} + \\ &\begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ 0 & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{12,t-1} & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ 0 & b_{22} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3.28)$$

και στη βαθμωτή αναπαράσταση,

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{12,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{21} \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \\
+ \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix} + \\
\begin{bmatrix} b & 0 \\ 0 & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{12,t-1} & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b & 0 \\ 0 & b \end{bmatrix} & \tag{3.29}
\end{aligned}$$

Ο υπολογισμός όλων των ανωτέρω συντελεστών γίνεται με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας.

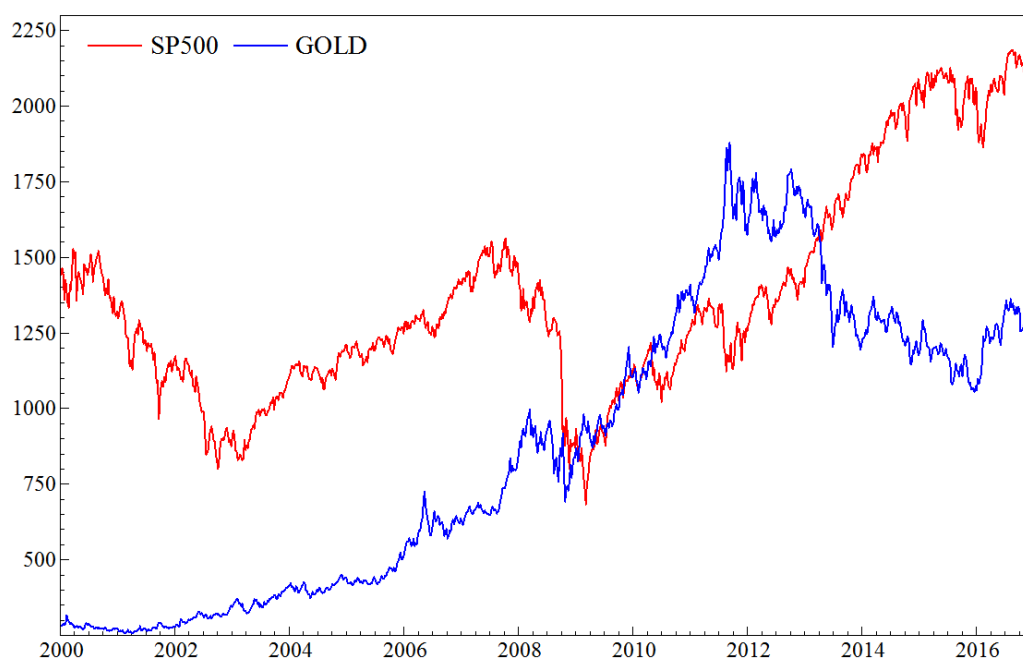
Κεφάλαιο 4: Εμπειρική ανάλυση και αποτελέσματα

4.1. Δεδομένα

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη διπλωματική εργασία αντλήθηκαν από το finance.yahoo.com για τις τιμές κλεισίματος του δείκτη S&P500 και από τη σελίδα του παγκοσμίου συμβουλίου χρυσού ([world gold council](http://worldgoldcouncil.com)) για τις τιμές κλεισίματος του Χρυσού. Χρησιμοποιείται πλήρες δείγμα πέντε ημερών από 04-Ιαν-2000 έως 27-Δεκ-2016 και σε περίπτωση που κάποια τιμή λείπει είτε λόγω εορτής είτε για κάποιο άλλο λόγο, τότε χρησιμοποιείται η προηγούμενη τιμή κλεισίματος. Εάν θεωρήσουμε ότι η τιμή κλεισίματος των σειρών είναι P_t , οι αποδόσεις ορίζονται ως οι πρώτες λογαριθμικές διαφορές $r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$ και χρησιμοποιείται το πρόθεμα $ld_$ (logarithmic differences).

4.2. Περιγραφικά στατιστικά και στιλιζαρισμένη ανάλυση

Γράφημα 4.1: Τιμές του χρηματιστηριακού δείκτη S&P500 (κόκκινο χρώμα) και ο δείκτης του Χρυσού (μπλε χρώμα).



Στο γράφημα 4.1 φαίνονται οι σειρές υπό μελέτη, ο χρηματιστηριακός δείκτης S&P500 (κόκκινο χρώμα) και ο δείκτης του Χρυσού (μπλε χρώμα). Αρχικά παρατηρείται η πτώση του S&P500 λόγω της κρίσης dot.com ενώ στη συνέχεια ο δείκτης ανακάμπτει μέχρι την επόμενη παγκόσμια χρηματοοικονομική κρίση. Έπειτα ο δείκτης ακολουθεί ανοδική πορεία. Από την άλλη μεριά κατά την κρίση dot.com ο χρυσός έχει μία μικρή αύξουσα πορεία, στη συνέχεια κινείται ανοδικά παράλληλα με τον S&P500 μέχρι περίπου το 2013 όπου η ανοδική κίνηση αντιστρέφεται. Αυτό δείχνει ότι η σχέση του χρυσού και του δείκτη S&P500 στο επίπεδο των τιμών δεν είναι σταθερή αλλά αλλάζει με την πάροδο του χρόνου.

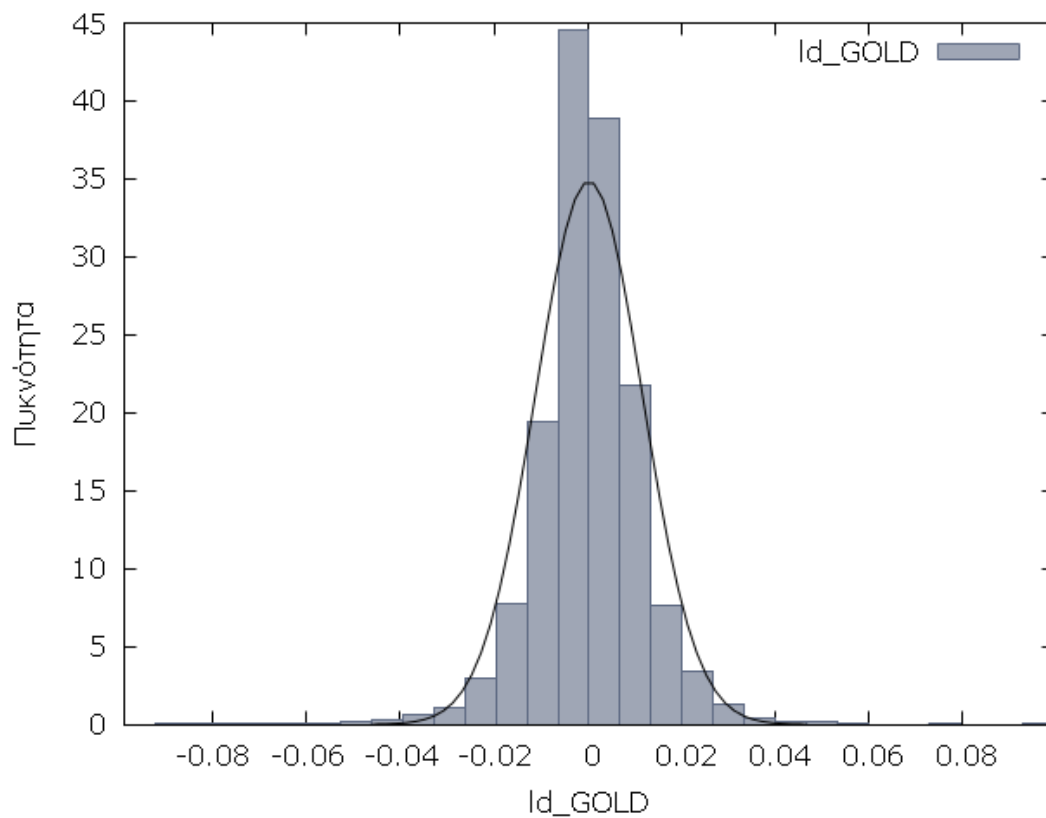
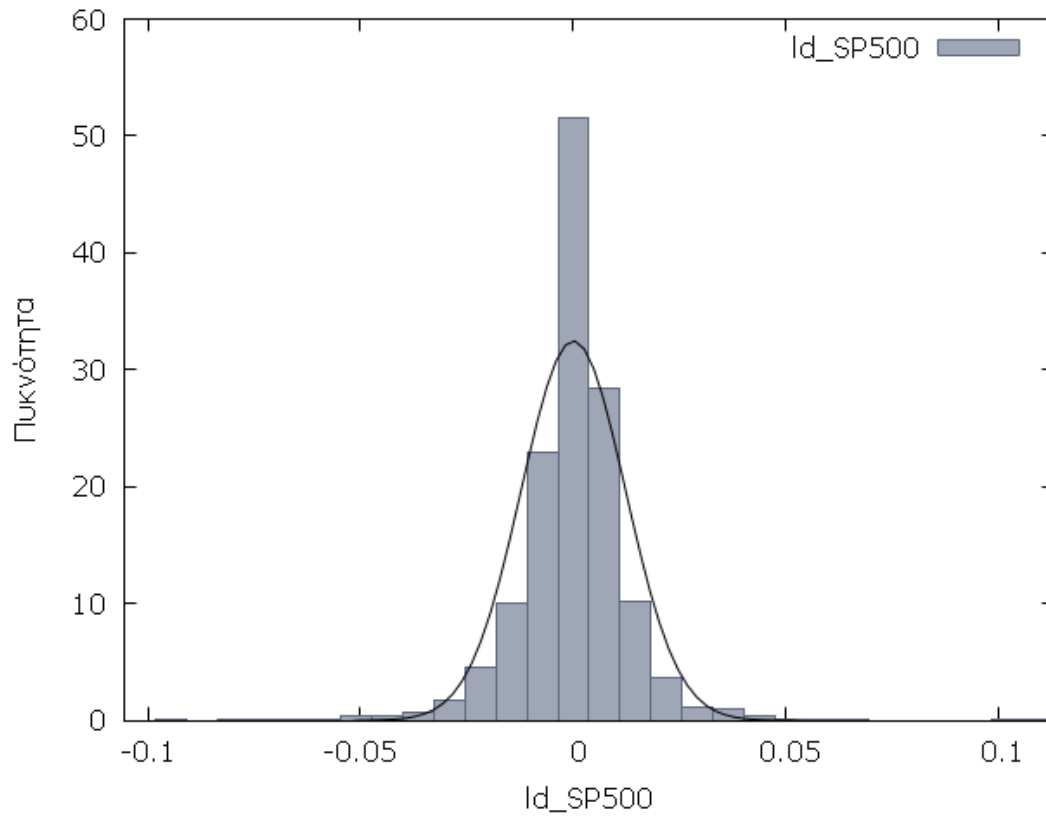
Στον Πίνακα 1 δείχνονται τα περιγραφικά στατιστικά για τα επίπεδα τιμών του δείκτη S&P500 και το χρυσό (Gold) καθώς και για τις αποδόσεις των δύο σειρών υπό εξέταση (Id_SP&500 και Id_Gold αντίστοιχα).

Πίνακας 4.1 Περιγραφικά στατιστικά των δεικτών υπό εξέταση και των αποδόσεών τους

Στατιστικά μέτρα	S&P500	Gold	Id_SP&500	Id_Gold
Μέσος	1374.6	868.39	0.00011035	0.00031714
Διάμεσος	1293.3	872.88	0.00029909	8.5383e-005
Ελάχιστο	676.53	256.70	-0.094695	-0.089128
Μέγιστο	2271.7	1896.5	0.10957	0.096416
Τυπική απόκλιση	360.45	473.18	0.012287	0.011448
Συντελεστής μεταβλητότητας	0.26223	0.54489	111.35	36.096
Ασυμμετρία	0.76528	0.22516	-0.19166	-0.16807
Κύρτωση-3	-0.28367	-1.2944	8.4654	6.9756
5% εκατοστημόριο	887.02	272.80	-0.019054	-0.017347
95% εκατοστημόριο	2096.9	1665.0	0.017614	0.017983
Διατεταρτημοριακό εύρος	381.36	859.93	0.010677	0.011589

Χαρακτηριστικό των σειρών είναι η θετική ασυμμετρία και των δύο, καθώς πρόκειται για ανοδικά στο σύνολο τους χρηματιστήρια και η αρνητική ασυμμετρία των αποδόσεων το οποίο οφείλεται στο φαινόμενο της μόχλευσης. Η μέση τιμή των αποδόσεων είναι κοντά στο μηδέν το οποίο συμφωνεί με τη γενικότερη θεώρηση martingale στους χρηματιστηριακούς δείκτες, και η τιμή της κύρτωσης δείχνει ότι η

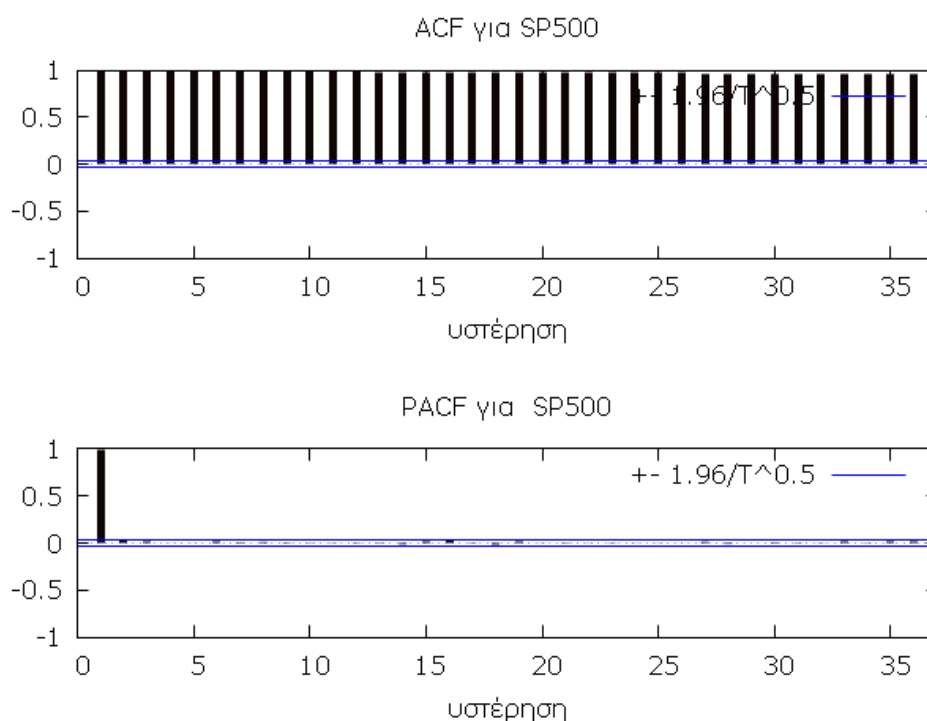
Γράφημα 4.2: Κατανομή αποδόσεων για τον S&P500 (επάνω) και το χρυσό (κάτω).



κατανομή των αποδόσεων είναι λεπτόκυρτη. Το γράφημα 4.2 δείχνει την κατανομή των αποδόσεων του S&P500 (επάνω) και του χρυσού (κάτω) σε σύγκριση με την κανονική κατανομή.

Στη συνέχεια εξετάζουμε τις συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για τους δύο δείκτες. Στο γράφημα 4.3 δείχνεται η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για τον S&P500.

Γράφημα 4.3: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για τον S&P500.



Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης για τον S&P500 φαίνεται ότι πέφτει πολύ αργά σε σχέση με τον αριθμό των υστερήσεων γεγονός το οποίο είναι μια πρώτη ένδειξη για πιθανή ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας λόγω της μεγάλης τιμής του συντελεστή της πρώτης υστέρησης 0.9984. Από την άλλη μεριά η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης φαίνεται ότι αν εξαιρεθεί η πρώτη υστέρηση, οι συντελεστές των υπολοίπων υστερήσεων έχουν πολύ μικρές τιμές, γεγονός το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι πρώτες διαφορές ή οι πρώτες λογαριθμικές διαφορές πιθανόν να λύσουν το πρόβλημα της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας και να οδηγήσουν σε

στασιμότητα. Ο πίνακας 4.2 δείχνει τις τιμές των συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για τον S&P500 όπου φαίνεται η αργή πτώση και η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών για τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης και αντίστοιχα γρήγορη πτώση των τιμών των συντελεστών στην περίπτωση της μερικής αυτοσυσχέτισης, όπου μόνο οι τρεις πρώτοι όροι είναι στατιστικά σημαντικοί.

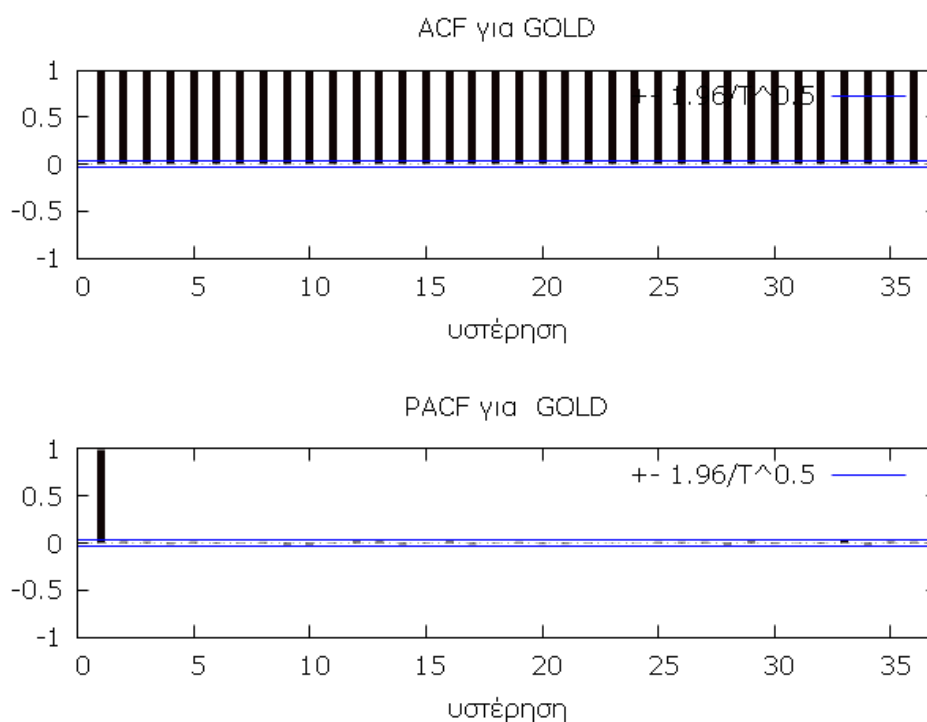
Πίνακας 4.2: Συντελεστές αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για το δείκτη S&P500

Υστέρηση	ACF	PACF
1	0.9984*	0.9984*
2	0.9970*	0.0356*
3	0.9956*	0.0254*
4	0.9942*	-0.0004
5	0.9929*	-0.0008
6	0.9916*	0.0246
7	0.9903*	0.0097
8	0.9890*	0.0117
9	0.9878*	-0.0063
10	0.9865*	-0.0034

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%*

Αντίστοιχα αποτελέσματα ισχύουν και για την περίπτωση των επιπέδων των τιμών του χρυσού. Στο γράφημα 4.4 δείχνονται οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για τα επίπεδα τιμών του χρυσού και στον πίνακα 4.3 οι τιμές των συντελεστών συναρτήσεων των υστερήσεων. Παρατηρείται μία αργή πτώση της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης του χρυσού με μεγάλη τιμή του συντελεστή της πρώτης υστερήσης 0.9995, γρήγορη πτώση των τιμών των συντελεστών στην περίπτωση της μερικής αυτοσυσχέτισης, όπου εδώ μόνο ο πρώτος όρος είναι στατιστικά σημαντικός.

Γράφημα 4.4: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για το χρυσό.



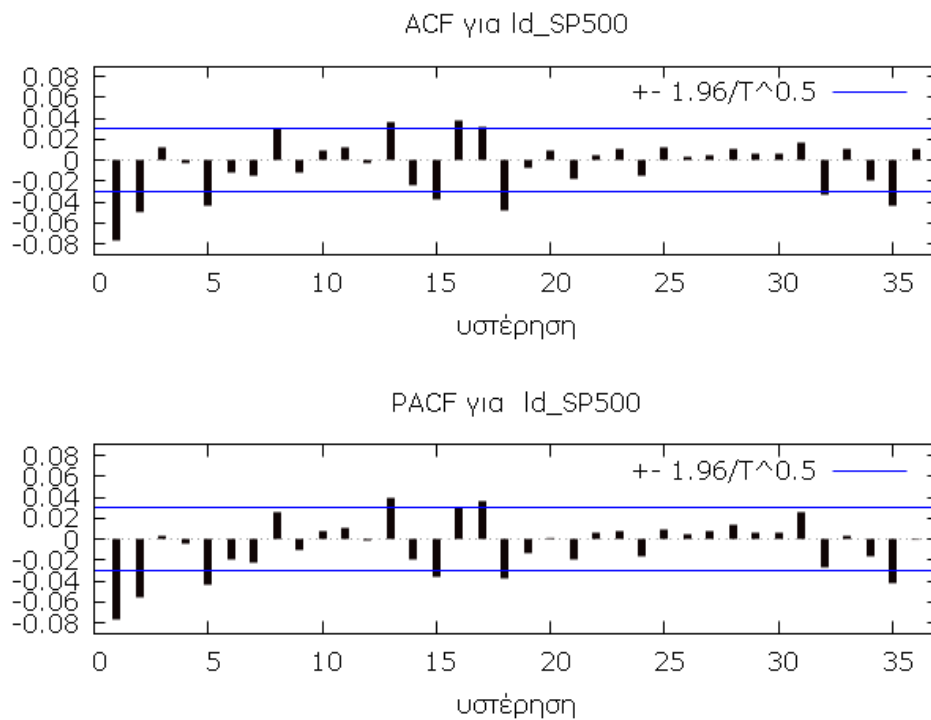
Πίνακας 4.3: Συντελεστές αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης για το χρυσό

Υστέρηση	ACF	PACF
1	0.9995*	0.9995*
2	0.9990*	0.0156
3	0.9985*	0.0126
4	0.9980*	-0.0124
5	0.9975*	0.0127
6	0.9970*	-0.0073
7	0.9966*	0.0066
8	0.9961*	0.0107
9	0.9956*	-0.019
10	0.9951*	-0.0231

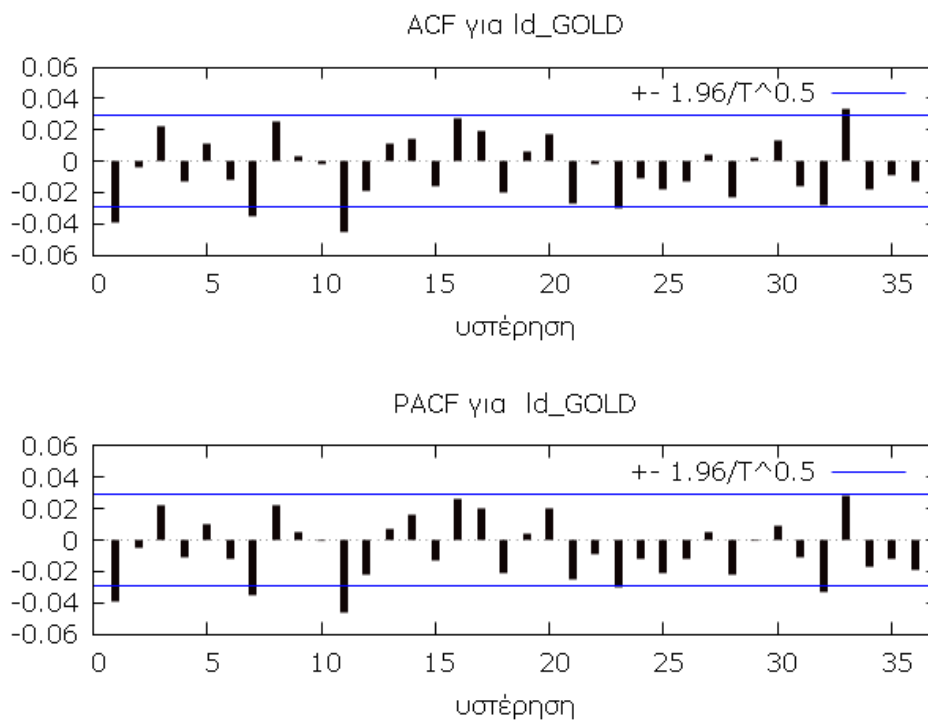
Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%

Στα γράφηματα 4.5 και 4.6 δείχνονται οι αντίστοιχες συναρτήσεις συσχέτισης για τις αποδόσεις του σειρών. Οι τιμές των συντελεστών παρότι είναι στατιστικά σημαντικές έχουν πολύ μικρές τιμές σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των επιπέδων των σειρών, ως εκ τούτου οι αποδόσεις των σειρών φαίνεται να είναι στάσιμες.

Γράφημα 4.5: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για τις αποδόσεις του S&P500.



Γράφημα 4.6: Συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (επάνω) και μερικής αυτοσυσχέτισης (κάτω) για τις αποδόσεις του χρυσού.



4.3. Έλεγχος μοναδιαίων ριζών και στασιμότητας

Αν οι υπό εξέταση χρονολογικές σειρές δεν είναι στάσιμες στα επίπεδά τους, πρέπει να καθορίσουμε το επίπεδο στο οποίο αυτές γίνονται στάσιμες. Για τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας θα χρησιμοποιηθούν οι έλεγχοι επαυξημένου Dickey-Fuller (ADF), επαυξημένου Dickey-Fuller με τη μέθοδο γενικευμένων ελαχίστων τετραγώνων (ADF-GLS), και η μέθοδος των Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS). Οι έλεγχοι θα πραγματοποιηθούν για τρεις περιπτώσεις, χωρίς σταθερό όρο, με σταθερό όρο, καθώς και με σταθερό όρο και τάση (σε όποιους ελέγχους είναι διαθέσιμες από το GRETL. Η εκκίνηση θα γίνει χρησιμοποιώντας αρχικά 30 υστερήσεις, οι έλεγχοι θα γίνουν ξεκινώντας από την μεγαλύτερη υστέρηση προς τα κάτω και η επιλογή θα γίνει με τη χρήση τριών κριτηρίων, το Akaike (1974) (AIC), το Schwarz (1978) (BIC), και την *t*-στατιστική. Όσον αφορά στα κριτήρια πληροφορίας, η αρχική προσέγγιση του Akaike⁴ ήταν,

$$AIC = -2l(\hat{\theta}) + 2k \quad (4.1)$$

όπου $l(\hat{\theta})$ είναι η συνάρτηση μεγίστης πιθανοφάνειας που δίνεται από,

$$l(\hat{\theta}) = -\frac{n}{2}(1 + \log 2\pi - \log n) - \frac{n}{2}SSR \quad (4.2)$$

όπου SSR είναι το άθροισμα των τετραγωνικών καταλοίπων και το k είναι ο αριθμός των συντελεστών της παλινδρόμησης, δηλαδή ο αριθμός των παραμέτρων που εκτιμήθηκαν. Αντικαθιστώντας στην προηγούμενη εξίσωση καταλήγουμε στην έκφραση που χρησιμοποιείται στο λογισμικό GRETL,

$$AIC = n \log \frac{SSR}{n} + 2k + n(1 + \log 2\pi) \quad (4.3)$$

⁴ Το πρόβλημα του κριτηρίου Akaike σαν μέτρο σύγκρισης είναι οι πολλές παραλλαγές που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία και κυρίως σε βιβλία εκπαιδευτικού χαρακτήρα, όπως των Davidson και MacKinnon, του Greene και του Ramanathan (Gretl User's Guide, 2018).

Στην ίδια γραμμή, οι τύποι που χρησιμοποιεί το GRETΛ για τα υπόλοιπα κριτήρια είναι $BIC = -2l(\hat{\theta}) + k \log n$, και Hannan–Quinn (1979) (HQC) $= -2l(\hat{\theta}) + 2k \log \log n$.

Οι πίνακες 4.4 και 4.5 δείχνουν τα αποτελέσματα των ελέγχων μοναδιαίας ρίζας για τις περιπτώσεις των επιπέδων των τιμών για τον S&P500 (πίνακας 4.4) και το χρυσό (πίνακας 4.5). Στον πίνακα δείχνονται μια σειρά αποτελεσμάτων τα οποία ερμηνεύονται ως εξής:

Ο έλεγχος ADF για το επίπεδο τιμών του S&P500 δείχνει ότι η σειρά έχει μοναδιαία ρίζα, καθώς η μηδενική υπόθεση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας δεν μπορεί να απορριφθεί λόγω των υψηλών τιμών της τιμής-ρ και στις τρεις περιπτώσεις (χωρίς σταθερό όρο, με σταθερό όρο, και με σταθερό όρο και τάση). Η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας επιβεβαιώνεται από όλα τα κριτήρια πληροφορίας που χρησιμοποιήθηκαν. Επειδή το κάθε κριτήριο πληροφορίας μπορεί να χρησιμοποιήσει διαφορετικό αριθμό υστερήσεων, η στατιστική σημαντικότητα καθώς και ο αριθμός των υστερήσεων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε κριτήριο πληροφορίας φαίνεται από τη στατιστική – F. Επιπροσθέτως, είναι κρίσιμο το υπόδειγμα του ελέγχου να είναι καλώς ορισμένο το οποίο σημαίνει ότι η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων θα πρέπει να είναι μηδέν, το οποίο ισχύει αφού είναι μηδέν με ακρίβεια δύο δεκαδικών για όλα τα κριτήρια πληροφορίας.

Το κριτήριο ADF-GLS επίσης επιβεβαιώνει την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας είτε με την τιμή – ρ (με σταθερό όρο), είτε με τη στατιστική ελέγχου (με σταθερό όρο και τάση). Οι υστερήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ανάλογα με το κριτήριο πληροφορίας είναι στατιστικά σημαντικές και η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων είναι μηδέν με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού για όλα τα κριτήρια πληροφορίας.

Το κριτήριο KPSS έχει σαν μηδενική υπόθεση ότι η σειρά είναι στάσιμη και ως εκ τούτου σύμφωνα με τον πίνακα 4.4 η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και η σειρά S&P500 έχει μοναδιαία ρίζα.

Τέλος, ο έλεγχος Phillips-Perron χρησιμοποιώντας το κριτήριο πληροφορίας AIC δείχνει ότι η σειρά S&P500 έχει μοναδιαία ρίζα και για τις τρεις περιπτώσεις⁵.

⁵ Ο έλεγχος Phillips-Perron για μοναδιαία ρίζα δεν υπάρχει εγγενώς στο GRETΛ και χρησιμοποιήθηκε το πρόσθετο πακέτο Pptest 0.1 (2012-08-23) του Riccardo Lucchetti.

Πίνακας 4.4: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για τον S&P500

S&P500				
ADF	AIC	BIC	t-statistics	
Χωρίς σταθερό όρο (τιμή-ρ)	0.9296	0.909	0.9296	
Στατιστική F	F(18, 4342)=3.848 [0.0000]	F(2, 4374) = 13.188 [0.0000]	F(18, 4342) = 3.848 [0.0000]	
Με σταθερό όρο (τιμή-ρ)	0.9724	0.9589	0.9724	
Στατιστική F	F(18, 4341) = 3.836 [0.0000]	F(2, 4373) = 13.103 [0.0000]	F(18, 4341) = 3.836 [0.0000]	
Με σταθερό όρο και τάση (τιμή-ρ)	0.8267	0.7561	0.8267	
Στατιστική F	F(18, 4340) = 3.840 [0.0000]	F(2, 4372) = 13.096 [0.0000]	F(18, 4340) = 3.840 [0.0000]	
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.001	-0.000	0.001	
ADF-GLS				
	AIC	BIC		
Με σταθερό όρο (τιμή-ρ)	0.716	0.664		
Στατιστική F	F(18, 4342) = 3.814 [0.0000]	F(2, 4374) = 12.997 [0.0000]		
Με σταθερό όρο και τάση (στατιστική ελέγχου)	-0.647099	-0.765814		
Στατιστική F	F(18, 4342) = 3.803 [0.0000]	F(2, 4374) = 12.933 [0.0000]		
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.001	-0.000		
KPSS (στατιστική ελέγχου)				
Με σταθερό όρο	21.3749*			
Με σταθερό όρο και τάση	5.56924*			
PP				
Χωρίς σταθερό όρο (τιμή-ρ)	0.9170			
Με σταθερό όρο (τιμή-ρ)	0.9651			
Με σταθερό όρο και τάση (τιμή-ρ)	0.7809			

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%, και οι αγκύλες συμβολίζουν τιμή-ρ.*

Ο πίνακας 4.5 δείχνει τα αποτελέσματα των ελέγχων για ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας στο επίπεδο των τιμών του χρυσού. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι αντίστοιχη με αυτή του προηγούμενου πίνακα και όλοι οι έλεγχοι ADF, ADF-GLS, PP δείχνουν ότι η μηδενική υπόθεση ότι οι σειρές έχουν μοναδιαία ρίζα δεν μπορεί να απορριφθεί. Όπως προαναφέρθηκε η μηδενική υπόθεση του ελέγχου KPSS είναι ότι η σειρά είναι στάσιμη και όπως φαίνεται στον πίνακα 4.5 η μηδενική υπόθεση δεν ισχύει και η σειρά του χρυσού έχει μοναδιαία ρίζα.

Πίνακας 4.5: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για το Χρυσό

Gold				
ADF	AIC	BIC	t-statistics	
Χωρίς σταθερό όρο	0.8224	0.7993	0.8348	
Στατιστική F	F(15, 4348) = 2.645 [0.0005]		F(28, 4322) = 2.241 [0.0002]	
Με σταθερό όρο	0.6983	0.6812	0.7232	
Στατιστική F	F(15, 4347) = 2.648 [0.0005]		F(28, 4321) = 2.244 [0.0002]	
Με σταθερό όρο και τάση	0.9449	0.9153	0.9542	
Στατιστική F	F(15, 4346) = 2.632 [0.0006]		F(28, 4320) = 2.231 [0.0002]	
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.001	-0.027	0.000	
ADF-GLS				
	AIC	BIC		
Με σταθερό όρο	0.7428	0.7152		
Στατιστική F	F(15, 4348) = 2.641 [0.0005]			
Με σταθερό όρο και τάση (στατιστική ελέγχου)	-1.20608	-1.35797		
Στατιστική F	F(15, 4348) = 2.627 [0.0006]			
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.001	-0.027		
KPSS (στατιστική ελέγχου)				
Με σταθερό όρο	34.8373*			
Με σταθερό όρο και τάση	4.24121*			
PP				
Χωρίς σταθερό όρο	0.8110			
Με σταθερό όρο	0.6880			
Με σταθερό όρο και τάση	0.9300			

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%, και οι αγκύλες συμβολίζουν τιμή-p.*

Εφόσον οι σειρές παρουσιάζουν μοναδιαία ρίζα θα πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον οι πρώτες διαφορές ή τα ποσοστά των τιμών είναι στάσιμες σειρές και ως εκ τούτου δε θα χρειαστεί παραπέρα διαφόριση. Οι πίνακες 4.6 και 4.7 δείχνουν τα αποτελέσματα των ελέγχων μοναδιαίας ρίζας για τις αποδόσεις του S&P500 (πίνακας 4.6) και αντίστοιχα για το χρυσό (πίνακας 4.7).

Πίνακας 4.6: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για τις αποδόσεις του S&P500

Id_SP500			
ADF	AIC	BIC	t-statistics
Χωρίς σταθερό όρο	1.02e-033*	0.0001*	4.055e-023*
Στατιστική F	F(17, 4343) = 3.534 [0.0000]		F(30, 4317) = 2.275 [0.0001]
Με σταθερό όρο	2.539e-037*	0.0001*	1.142e-023*
Στατιστική F	F(17, 4342) = 3.538 [0.0000]		F(30, 4316) = 2.276 [0.0001]
Με σταθερό όρο και τάση	3.627e-047*	3.297e-124*	5.207e-026*
Στατιστική F	F(17, 4341) = 3.561 [0.0000]		F(30, 4315) = 2.285 [0.0001]
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.000	0.000	0.001
ADF-GLS			
	AIC	BIC	
Με σταθερό όρο	1.814e-014*	1.814e-014*	
Στατιστική F	F(30, 4317) = 3.698 [0.0000]	F(30, 4317) = 3.698 [0.0000]	
Με σταθερό όρο και τάση (στατιστική ελέγχου)	-9.75644*	-9.75644*	
Στατιστική F	F(30, 4317) = 2.502 [0.0000]	F(30, 4317) = 2.502 [0.0000]	
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.001	0.000	
KPSS (στατιστική ελέγχου)			
Με σταθερό όρο	0.251436		
Με σταθερό όρο και τάση	0.0450324		
PP			
Χωρίς σταθερό όρο	0.0001*		
Με σταθερό όρο	0.0001*		
Με σταθερό όρο και τάση	0.0001*		

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%, και οι αγκύλες συμβολίζουν τιμή-p.*

Πίνακας 4.7: Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας για τις αποδόσεις του χρυσού

Id_Gold			
ADF	AIC	BIC	t-statistics
Χωρίς σταθερό όρο	5.126e-041*	0.0001*	1.084e-030*
Στατιστική F	F(10, 4357) = 2.087 [0.0223]		F(22, 4333) = 1.847 [0.0094]
Με σταθερό όρο	3.712e-048*	0.0001*	1.245e-033*
Στατιστική F	F(11, 4354) = 2.124 [0.0159]		F(22, 4332) = 1.871 [0.0081]
Με σταθερό όρο και τάση	5.82e-072*	1.682e-012*	1.024e-040*
Στατιστική F	F(11, 4353) = 2.143 [0.0148]		F(22, 4331) = 1.881 [0.0076]
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	-0.001	-0.000	-0.002
ADF-GLS	AIC	BIC	
Με σταθερό όρο	7.947e-015*	7.947e-015*	
Στατιστική F	F(2, 4373) = 1.161 [0.3133]	F(2, 4373) = 1.161 [0.3133]	
Με σταθερό όρο και τάση (στατιστική ελέγχου)	-37.9465*	-37.9465*	
Στατιστική F	F(2, 4373) = 1.160 [0.3135]	F(2, 4373) = 1.160 [0.3135]	
Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	0.000	0.000	
KPSS (στατιστική ελέγχου)			
Με σταθερό όρο	0.282915		
Με σταθερό όρο και τάση	0.123386		
PP			
Χωρίς σταθερό όρο	0.0001*		
Με σταθερό όρο	0.0001*		
Με σταθερό όρο και τάση	0.0000*		

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%, και οι αγκύλες συμβολίζουν τιμή-p.*

Κρατώντας την σημειολογία και επεξηγηματική των επιπέδων των τιμών των σειρών φαίνεται ότι οι αποδόσεις των δεικτών επιλύουν το πρόβλημα της μοναδιαίας ρίζας και οι καινούργιες σειρές είναι στάσιμες. Σε όλες τις περιπτώσεις τα υποδείγματα των ελέγχων είναι καλώς ορισμένα και στις περισσότερες των περιπτώσεων η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων είναι μηδέν με ακρίβεια τρίτου δεκαδικού.

4.4. Έλεγχος συνολοκλήρωσης κατά Engle-Granger και Johansen

Θα γίνει έλεγχος συνολοκλήρωσης κατά Engle-Granger λαμβάνοντας υπόψη τις τρεις βασικές περιπτώσεις ως προς το διάνυσμα συνολοκλήρωσης, χωρίς σταθερό όρο, με σταθερό όρο, και με σταθερό όρο και τάση, δηλαδή,

$$SP500_t = \beta \cdot Gold_t + u_t \quad (4.5)$$

$$SP500_t = a + \beta \cdot Gold_t + u_t \quad (4.6)$$

$$SP500_t = a + \gamma \cdot t + \beta Gold_t + u_t \quad (4.7)$$

Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή βέλτιστης τάξης υστέρησης θα γίνει χρησιμοποιώντας τα κριτήρια πληροφορίας και ο έλεγχος θα γίνει από τη μεγαλύτερη υστέρηση προς τα κάτω. Ο έλεγχος του διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου θα γίνει με σταθερό όρο, αν και τα αποτελέσματα δεν αλλάζουν εάν προστεθεί και χρονική τάση.

Πίνακας 4.8: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC

Υστέρηση	Λογ.-πιθανοφάνεια	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-34726.53448		15.991038	15.999845*	15.994147
2	-34715.91374	0.00028	15.98799	16.002669	15.993171
3	-34706.54808	0.00089	15.985519	16.00607	15.992774*
4	-34703.97064	0.27177	15.986174	16.012596	15.995501
5	-34701.47888	0.28899	15.986869	16.019162	15.998268
6	-34695.44238	0.01682	15.985931	16.024096	15.999403
7	-34693.91281	0.54798	15.987069	16.031105	16.002613
8	-34685.73725	0.00258	15.985146	16.035055	16.002763
9	-34684.51272	0.65378	15.986424	16.042204	16.006114
10	-34677.64882	0.00822	15.985105*	16.046757	16.006868

Σημείωση: Το () υποδηλώνει τη βέλτιστη επιλογή υστέρησης για κάθε κριτήριο πληροφορίας.*

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.8 το κριτήριο AIC προτείνει το μέγιστο αριθμό υστερήσεων 10, το πιο φειδωλό κριτήριο BIC προτείνει μία υστέρηση, ενώ το

ενδιάμεσο κριτήριο HQC καταλήγει σε 3 υστερήσεις. Μπορεί κανείς να ξεκινήσει από το κριτήριο BIC και σιγά-σιγά να αυξάνει τον αριθμό των υστερήσεων μέχρι η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων του υποδείγματος να είναι πολύ κοντά στο μηδέν. Από τον πίνακα 4.8 φαίνεται επίσης ότι εκτός των προτεινόμενων αριθμών υστερήσεων των κριτηρίων BIC και HQC, μέχρι να φτάσει κανείς στο μέγιστο αριθμό υστερήσεων 10 που προτείνεται από το AIC είναι δυνατόν να δοκιμαστούν και 2, 6, ή 8 υστερήσεις καθώς η τιμή-ρ είναι στατιστικά σημαντική.

Στον πίνακα 4.9 δείχνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου κατά Engle-Granger για την ύπαρξη συνολοκλήρωσης. Η μηδενική υπόθεση είναι ότι τα κατάλοιπα των εξισώσεων 4.5-4.7 δεν είναι στάσιμα και ως εκ τούτου δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των δύο σειρών. Είναι φανερό από τις τιμές-ρ ότι η μηδενική υπόθεση δεν μπορεί να απορριφθεί το οποίο σημαίνει ότι οι σειρές δεν είναι συνολοκληρωμένες. Οι υστερήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στα τρία υποδείγματα είναι στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με την τιμή-ρ της στατιστικής F και η αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων είναι πρακτικά μηδέν με ακρίβεια τρίτου δεκαδικού.

Πίνακας 4.9: Έλεγχος συνολοκλήρωσης Engle-Granger

Έλεγχος συνολοκλήρωσης	ρ-τιμή	Αυτοσυσχέτιση καταλοίπων	Στατιστική F
Χωρίς σταθερό όρο	0.4883	-0.001	F(9, 4360) = 4.522 [0.0000]
Με σταθερό όρο	0.9682	0.000	F(2, 4374) = 14.929 [0.0000]
Με σταθερό όρο και τάση	0.4638	0.000	F(7, 4364) = 5.122 [0.0000]

Σημείωση: Οι αγκύλες συμβολίζουν τιμή-ρ.

Παρ' όλα αυτά για να επιβεβαιώσουμε τη μη-ύπαρξη αιτιότητας κατά Granger στο επίπεδο των μεταβλητών μπορούμε να διασταυρώσουμε τα αποτελέσματα τρέχοντας ένα διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο. Θεωρώντας παράλληλα και τη προσέγγιση κατά Toda-Yamamoto (1995)⁶ προσθέτοντας ακόμα μία υστέρηση η οποία όμως δε συμπεριλαμβάνεται στις στατιστικές -F για την αιτιότητα Granger (είναι εξωγενής), και η οποία διορθώνει τις ασυμπτωτικές, αφού παλινδρόμηση με μη στάσιμες χρονολογικές σειρές οδηγεί σε αμφίβολα αποτελέσματα που δεν

⁶ Η προσέγγιση Toda και Yamamoto μπορεί να ελέγξει την ύπαρξη κάποιας αιτιότητας χωρίς να γίνει έλεγχος για συνολοκλήρωση αλλά σαν μεθοδολογία δεν μπορεί να ξεχωρίσει τη βραχυχρόνια από τη μακροχρόνια αιτιότητα.

μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω. Θα χρησιμοποιηθούν 3 υστερήσεις σύμφωνα με το κριτήριο HQC του Πίνακα 4.8 εφόσον οι αυτοσυσχετίσεις των καταλοίπων είναι πρακτικά μηδέν και ο έλεγχος Durbin-Watson για αυτοσυσχέτιση πρώτης τάξης δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Πίνακας 4.10: Συντελεστές του VAR(3) για S&P500 και χρυσό κατά Toda-Yamamoto

Εξίσωση S&P500	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Const	0.105182	0.968589	0.1086	0.9135
SP500_1	0.931154	0.0223223	41.71	0.0000*
SP500_2	0.019741	0.0322315	0.6125	0.5403
SP500_3	0.035163	0.0261305	1.346	0.1785
GOLD_1	0.021619	0.0247007	0.8752	0.3815
GOLD_2	-0.00859575	0.0358991	-0.2394	0.8108
GOLD_3	-0.0296347	0.0283713	-1.045	0.2963
S&P500_4	0.0133175	0.0102555	1.299	0.1942
Gold_4	0.0177644	0.00932218	1.906	0.0568
F(8, 4360)	283229.3			
P-τιμή(F)	0.000000			
ρ	-0.000182			
Durbin-Watson	2.000340			

Εξίσωση Gold	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
const	1.25102	0.637495	1.962	0.0498*
SP500_1	-0.00839216	0.0166394	-0.5044	0.614
SP500_2	0.0361868	0.0234677	1.542	0.1232
SP500_3	-0.0364091	0.0165236	-2.203	0.0276*
GOLD_1	0.971554	0.0304921	31.86	1.82e-200*
GOLD_2	0.00445655	0.0350951	0.127	0.899
GOLD_3	0.0276753	0.026335	1.051	0.2934
S&P500_4	0.00796777	0.00604571	1.318	0.1876
GOLD_4	-0.00386580	0.0102153	-0.3784	0.7051
F(8, 4360)	845859.2			
P-τιμή(F)	0.000000			
ρ	0.001451			
Durbin-Watson	1.997090			

Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.

Φαίνεται ότι το διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο είναι καλώς ορισμένο και στις δύο εξισώσεις, η p-τιμή της F-στατιστικής είναι στατιστικά σημαντική, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης των καταλοίπων είναι 0 με ακρίβεια δεύτερου

δεκαδικού, και επίσης ο έλεγχος Durbin-Watson έχει πρακτικά τιμή 2. Επιπροσθέτως, το GRETl προσφέρει στα αποτελέσματα που υπολογίζει και ένα έξτρα έλεγχο στο κατά πόσο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν 2 υστερήσεις αντί για 3. Ένας έλεγχος Wald απορρίπτει τη μηδενική υπόθεση ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν 2 υστερήσεις με τιμή $\chi^2(4) = 18.4595$ και τιμή-p 0.0010.

Στη συνέχεια μπορούμε να εξετάσουμε εάν υπάρχει μακροχρόνια αιτιότητα χρησιμοποιώντας τη στατιστική block-F στις δύο εξισώσεις του διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου.

Πίνακας 4.11: Έλεγχος στατιστικής F για αιτιότητα κατά Granger στα επίπεδα των τιμών.

F-έλεγχοι μηδενικών περιορισμών:

Εξίσωση SP500	αιτιότητα	block-F	p-τιμή
Όλες οι υστερήσεις της SP500		F(3, 4360) = 3394	0
Όλες οι υστερήσεις της GOLD	GOLD \rightarrow SP500	F(3, 4360) = 1.3395	0.2596

Εξίσωση GOLD

Όλες οι υστερήσεις της SP500	SP500 \rightarrow GOLD	F(3, 4360) = 2.0275	0.1078
Όλες οι υστερήσεις της GOLD		F(3, 4360) = 3932.6	0.0000

Τα αποτελέσματα του πίνακα 4.11 δείχνουν ότι δεν υπάρχει μακροχρόνια αιτιότητα, κατά μέσο όρο, στο χρονικό διάστημα υπό μελέτη ούτε από τον S&P500 προς το χρυσό, ούτε από το χρυσό προς τον SP500, καθώς η μηδενική υπόθεση της μη ύπαρξης αιτιότητας, δεν μπορεί να απορριφθεί καθώς οι τιμές-p των αντίστοιχων στατιστικών block-F δείχνουν μη σημαντικότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μεθοδολογία συνολοκλήρωσης κατά Engle-Granger προϋποθέτει ότι ο ερευνητής ξέρει ποια μεταβλητή είναι η ανεξάρτητη και ποια η εξαρτημένη, δεν θεωρείται τόσο ακριβής όσο η μεθοδολογία κατά Johansen. Ως εκ τούτου θα εφαρμόσουμε τη συγκεκριμένη μεθοδολογία για τον S&P500 και το χρυσό και για τις πέντε περιπτώσεις.

Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα συνολοκλήρωσης S&P500 και χρυσού για τις πέντε περιπτώσεις κατά Johansen.

Περίπτωση 1: Όχι σταθερά

Βαθμός	Ιδιοτιμή	Έλεγχος Ίχνους	ρ-τιμή	Έλεγχος Lmax	ρ-τιμή
0	0.0010361	5.1610	[0.5431]	4.5365	[0.5504]
1	0.00014271	0.62455	[0.4937]	0.62455	[0.4875]

Περίπτωση 2: Περιορισμένη σταθερά

Βαθμός	Ιδιοτιμή	Έλεγχος Ίχνους	ρ-τιμή	Έλεγχος Lmax	ρ-τιμή
0	0.0013131	9.7215	[0.6714]	5.7422	[0.8112]
1	0.00091018	3.9793	[0.4273]	3.9793	[0.4264]

Περίπτωση 3: Μη-περιορισμένη σταθερά

Βαθμός	Ιδιοτιμή	Έλεγχος Ίχνους	ρ-τιμή	Έλεγχος Lmax	ρ-τιμή
0	0.0011824	7.2471	[0.5557]	5.1702	[0.7217]
1	0.00047513	2.0768	[0.1496]	2.0768	[0.1496]

Περίπτωση 4: Περιορισμένη τάση, μη-περιορισμένη σταθερά

Βαθμός	Ιδιοτιμή	Έλεγχος Ίχνους	ρ-τιμή	Έλεγχος Lmax	ρ-τιμή
0	0.0023328	14.569	[0.6164]	10.220	[0.6042]
1	0.0009932	4.3484	[0.6935]	4.3484	[0.6952]

Περίπτωση 5: Μη-περιορισμένη τάση και σταθερά

Βαθμός	Ιδιοτιμή	Έλεγχος Ίχνους	ρ-τιμή	Έλεγχος Lmax	ρ-τιμή
0	0.0021430	10.179	[0.4710]	9.3748	[0.4650]
1	0.00018410	0.80460	[0.3697]	0.80460	[0.3697]

Σημείωση: Οι αγκύλες συμβολίζουν τιμή-ρ.

Τα αποτελέσματα του πίνακα 4.12 δείχνουν ότι δεν υπάρχει συνολοκλήρωση στις σειρές του S&P500 και χρυσού για οποιαδήποτε από τις πέντε περιπτώσεις. Ο πίνακας διαβάζεται ως εξής: Η πρώτη μηδενική υπόθεση, για κάθε περίπτωση, είναι ότι ο βαθμός συνολοκλήρωσης είναι 0, δηλαδή δεν υπάρχει κανένα κοινό διάνυσμα συνολοκλήρωσης. Εάν η τιμή-ρ είναι μεγαλύτερη από 0.05 αποδεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση και θεωρούμε ότι οι σειρές δεν είναι συνολοκληρωμένες. Εάν η τιμή-ρ είναι μικρότερη από 0.05 τότε η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, θεωρούμε ότι υπάρχει ένα διάνυσμα συνολοκλήρωσης και προχωρούμε στο επόμενο έλεγχο εάν ο βαθμός συνολοκλήρωσης είναι 1, δηλαδή υπάρχει τουλάχιστον ένα διάνυσμα συνολοκλήρωσης. Εάν η τιμή-ρ είναι μεγαλύτερη από 0.05 θεωρούμε ότι οι σειρές είναι συνολοκληρωμένες και υπάρχει ένα διάνυσμα συνολοκλήρωσης. Σε

περίπτωση που η τιμή-p είναι μικρότερη από 0.05 αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν 2 διανύσματα συνολοκλήρωσης. Εφόσον έχουμε δύο σειρές δεν είναι δυνατόν να έχουμε δύο διανύσματα συνολοκλήρωσης και οι σειρές είναι στάσιμες.

Εφόσον χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές καταλήγουμε ότι οι σειρές δεν είναι συνολοκληρωμένες, περαιτέρω ανάλυση θα πρέπει να γίνει στις πρώτες διαφορές ή στις πρώτες λογαριθμικές διαφορές (αποδόσεις).

4.5. Έλεγχος βραχυχρόνιας αιτιότητας

Στο σημείο αυτό απουσίας συνολοκλήρωσης θα ελέγξουμε για βραχυχρόνια αιτιότητα αρχικά στο σύνολο των δεδομένων και στη συνέχεια σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους που φαίνεται να υπάρχουν συγκεκριμένες κινήσεις στα γραφήματα των χρονολογικών σειρών. Λαμβάνοντας υπόψη από τους ανωτέρω πίνακες ότι οι αποδόσεις των δεικτών είναι στάσιμες μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς πρόβλημα ασυμπτωτικών το θεώρημα αναπαράστασης Granger στις αποδόσεις των σειρών. Ξεκινάμε πάλι από την επιλογή υστερήσεων συναρτήσεως διαφόρων κριτηρίων.

Πίνακας 4.13: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC.

Υστέρηση	Λογ.-πιθανοφάνεια	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	26369.0314		-12.067307	-12.055620*	-12.063183
2	26385.60539	0	-12.073063	-12.055533	-12.066877*
3	26388.14755	0.27875	-12.072395	-12.049022	-12.064147
4	26388.73988	0.88062	-12.070835	-12.041619	-12.060525
5	26395.64952	0.00789	-12.072167	-12.037108	-12.059795
6	26397.66067	0.403	-12.071257	-12.030354	-12.056823
7	26407.15787	0.00079	-12.073773*	-12.027027	-12.057277
8	26409.27956	0.37407	-12.072914	-12.020324	-12.054355
9	26411.91929	0.2598	-12.072291	-12.013858	-12.051671
10	26412.31465	0.93969	-12.070641	-12.006365	-12.047958

Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει τη βέλτιστη επιλογή υστέρησης για κάθε κριτήριο πληροφορίας.

Εφαρμόζοντας την προηγούμενη συλλογιστική θα καταλήξουμε να χρησιμοποιήσουμε 2 υστερήσεις. Στον πίνακα 4.14 δείχνονται τα αποτελέσματα του διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου.

Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα του VAR(2) για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού.

Εξίσωση Id_SP500	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Id_SP500_1	-0.0812702	0.020948	-3.880	0.0001*
Id_SP500_2	-0.0546993	0.031145	-1.756	0.0791
Id_Gold_1	0.029416	0.022741	1.294	0.1959
Id_Gold_2	0.008128	0.020726	0.3922	0.695
F(4, 4373)	10.83979			
P-τιμή(F)	9.61e-09			
ρ	0.000148			
Durbin-Watson	1.998575			

Εξίσωση Id_Gold	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Id_SP500_1	-0.0196148	0.024348	-0.8056	0.4205
Id_SP500_2	0.063297	0.023696	2.671	0.0076*
Id_Gold_1	-0.0374123	0.018182	-2.058	0.0397*
Id_Gold_2	-0.00302207	0.015776	-0.1916	0.8481
F(4, 4373)	7.480466			
P-τιμή(F)	0.000000			
ρ	0.001854			
Durbin-Watson	1.996238			

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.*

Φαίνεται ότι το διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο είναι καλώς ορισμένο και στις δύο εξισώσεις, η p-τιμή της F-στατιστικής είναι στατιστικά σημαντική, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης των καταλοίπων είναι 0 με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού, και επίσης ο έλεγχος Durbin-Watson έχει τιμή πολύ κοντά στο 2. Ένας έλεγχος Wald στο κατά πόσον πρέπει να χρησιμοποιηθούν 1 υστέρηση αντί για 2, απορρίπτει τη μηδενική υπόθεση με τιμή $\chi^2(4) = 33.0896$ και p-τιμή 0.0000.

Στη συνέχεια μπορούμε να εξετάσουμε εάν υπάρχει βραχυχρόνια αιτιότητα Granger κατά μέσο όρο, χρησιμοποιώντας τη στατιστική block-F στις δύο εξισώσεις του διανυσματικού αυτοπαλίνδρομου.

Πίνακας 4.15: Έλεγχος στατιστικής block-F για βραχυχρόνια αιτιότητα κατά Granger για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού.

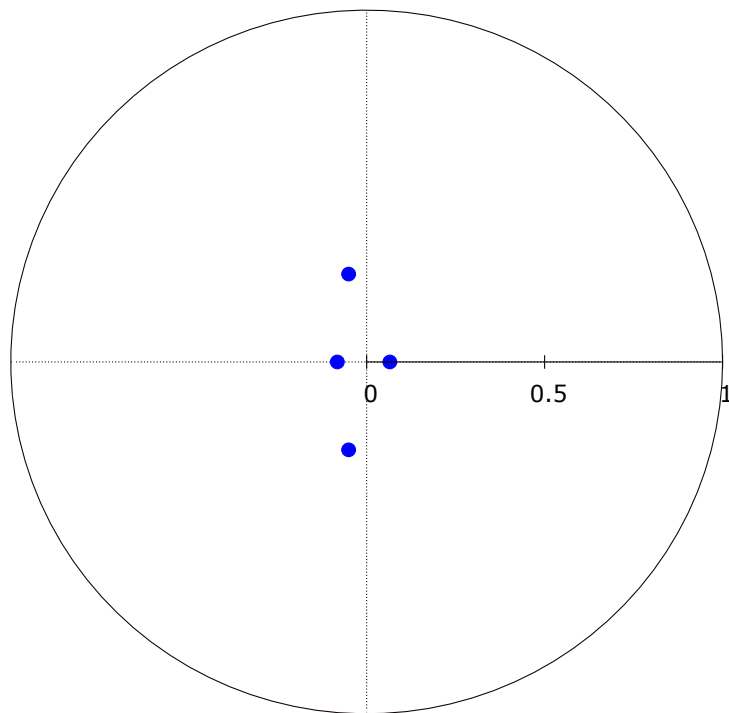
F-έλεγχοι μηδενικών περιορισμών:			
Εξίσωση Id_SP500	αιτιότητα	block-F	p-τιμή
Όλες οι υστερήσεις της Id_SP500		F(2, 4372) = 8.9387	0.0001*
Όλες οι υστερήσεις της Id_GOLD	Id_GOLD \rightarrow Id_SP500	F(2, 4372) = 0.9956	0.3696
Εξίσωση Id_GOLD			
Όλες οι υστερήσεις της Id_SP500	Id_SP500 \rightarrow Id_GOLD	F(2, 4372) = 3.5221	0.0296*
Όλες οι υστερήσεις της Id_GOLD		F(2, 4372) = 2.1786	0.1133

Σημείωση: Το () υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.*

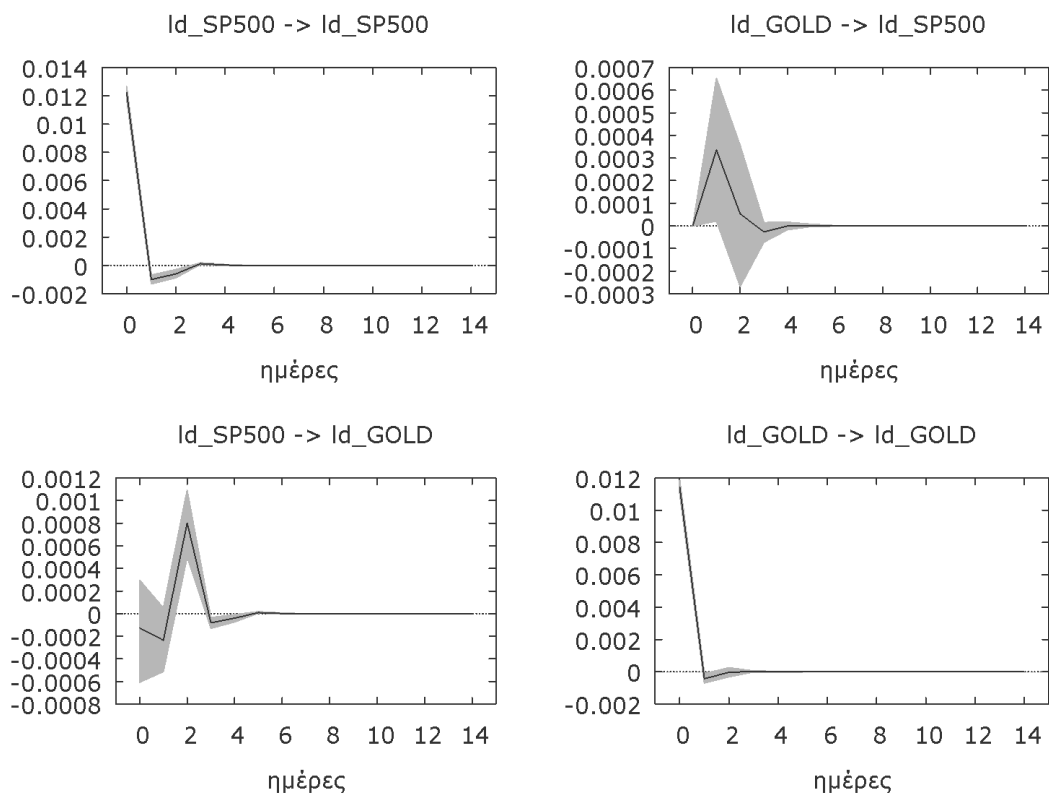
Σύμφωνα με τον πίνακα 4.15 διακρίνεται κατά μέσο όρο μία μονόδρομη βραχυχρόνια αιτιότητα από τις αποδόσεις του S&P500 προς το χρυσό, δηλαδή ότι στο σύνολο του δείγματος που εξετάστηκε οι βραχυχρόνιες κινήσεις των αποδόσεων του χρυσού, εξαρτώνται από τις βραχυχρόνιες κινήσεις του δείκτη S&P500, αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει. Δηλαδή, ενώ με τους έλεγχους διαπιστώθηκε ότι οι χρονοσειρές δεν είναι συνολοκληρωμένες, δεν παρουσιάζουν δηλαδή μακροχρόνια σχέση ισορροπίας, στην περίπτωση των αποδόσεων παρατηρούμε ότι υπάρχει τουλάχιστον μια βραχυχρόνια σχέση μονόδρομης αιτιότητας.

Σαν επόμενο βήμα πρέπει να εξετάσουμε την ορθότητα του υποδείγματος VAR(2) και αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: (i) όλες οι αντίστροφες ρίζες του υποδείγματος θα πρέπει να βρίσκονται μέσα στο μιγαδικό μοναδιαίο κύκλο υπό την έννοια ότι δεν υπάρχει απομένουσα μοναδιαία ρίζα, και (ii) οι συναρτήσεις απόκρισης θα πρέπει να οδηγούνται σε ισορροπία. Το γράφημα 4.7 επιβεβαιώνει ότι το υπόδειγμα είναι καλώς ορισμένο και όλες οι αντίστροφες ρίζες βρίσκονται μέσα στο μοναδιαίο κύκλο έχοντας μέγεθος μικρότερο της μονάδας.

Γράφημα 4.7: Οι αντίστροφες ρίζες του VAR(2) στο μοναδιαίο κύκλο



Γράφημα 4.8: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(2) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή)

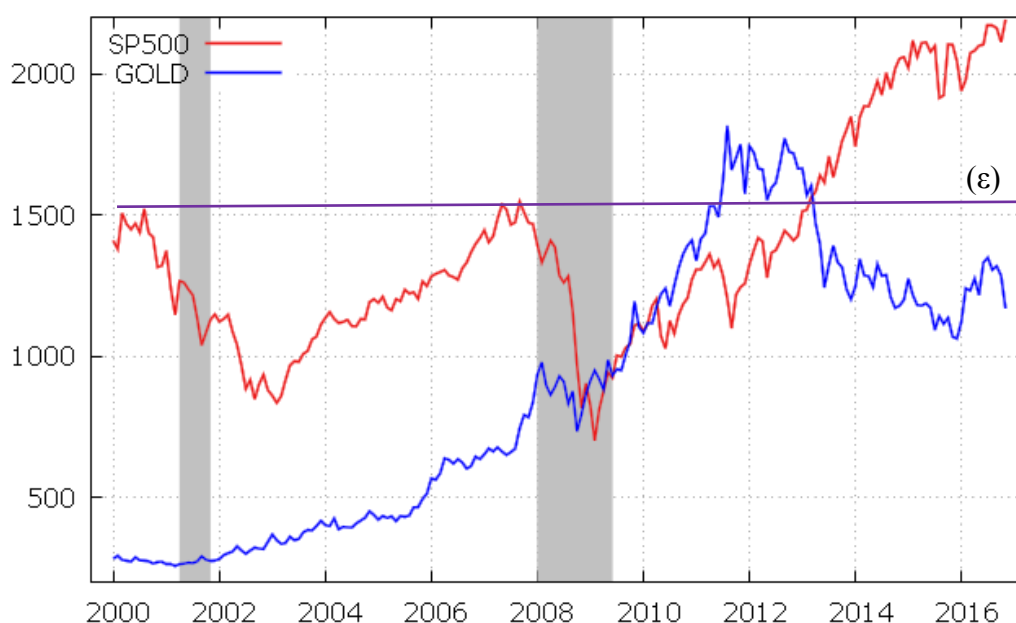


Το γράφημα 4.8 δείχνει τις συναρτήσεις απόκρισης του VAR(2) για όλη τη χρονική περίοδο υπό μελέτη. Φαίνεται ότι μία κίνηση των αποδόσεων του χρυσού κατά μία τυπική απόκλιση δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στις αποδόσεις του S&P500 (Γράφημα 4.8, άνω δεξιά), ενώ αντίθετα μία κίνηση των αποδόσεων του S&P500 (Γράφημα 4.8. κάτω αριστερά) φαίνεται να έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στις αποδόσεις του χρυσού έπειτα από δύο ημέρες. Οι συναρτήσεις απόκρισης συγκλίνουν έπειτα από μερικές ημέρες το οποίο δείχνει ότι το VAR(2) είναι σταθερό και ίσως επιβεβαιώνουν έμμεσα την κατά μέσο όρο μονόδρομη αιτιότητα από τον S&P500 στο χρυσό.

4.6. Έλεγχος για πιθανές αντιστροφές βραχυχρόνιας αιτιότητας κατά Granger στη διάρκεια της κρίσης και μετά.

Για την περίοδο που μελετήσαμε από το 2000 έως το μέσον του 2016, παρατηρούμε το παρακάτω διάγραμμα στο οποίο έχει προστεθεί με σκίαση και οι διάρκειες των τελευταίων δύο κρίσεων σύμφωνα με το National Bureau of Economic Research (NBER, www.nber.org) (2012).

Γράφημα 4.9 Τιμές του δείκτη S&P500 (κόκκινο χρώμα) και ο δείκτης του Χρυσού (μπλε χρώμα). Οι σκιασμένες περιοχές είναι οι κρίσεις κατά NBER.



Σύμφωνα με το NBER η συρρίκνωση του επιχειρηματικού κύκλου στην κρίση dot.com ξεκίνησε το Μάρτιο του 2001 και τελείωσε το Νοέμβριο του 2001, και η κρίση του 2008 ξεκίνησε το Δεκέμβριο του 2007 μέχρι τον Ιούνιο του 2009.

Από το γράφημα 4.9 παρατηρούμε ότι:

α) κατά την διάρκεια αυτής της οικονομικής κρίσης (2008) ο δείκτης S&P500 καταρρέει με τον δείκτη τιμών του χρυσού να επιβεβαιώνει πιθανόν τον ρόλο του σαν επενδυτικό ασφαλές καταφύγιο και να παρουσιάζει ανοδική αντίδραση.

β) Παρατηρώντας και πάλι το γράφημα 4.9 όταν ο δείκτης SP500 διαπερνά την οριζόντια ευθεία (ε) που ορίζεται από μια τοπική κορυφή του δείκτη τιμών του (μέγιστη τιμή έως τότε), βλέπουμε τον δείκτη τιμών του χρυσού να αντιδρά έντονα πτωτικά. Γνωρίζουμε από την θεωρία της τεχνικής ανάλυσης, ότι η οριζόντια γραμμή που διέρχεται από μια τοπική κορυφή λειτουργεί σαν αντίσταση (άνω όριο τιμών) και αναμένουμε κατά την προσέγγιση του δείκτη SP500 να υπάρξει πτωτική αντίδραση. Όταν όμως ο SP500 διασπά την οριζόντια ευθεία (ε) αυτή πλέον μετατρέπεται σε στήριξη (κάτω όριο τιμών) και αναμένεται συνέχεια της ανοδικής αντίδρασης, κάτι που πράγματι παρατηρείται στη συνέχεια. Αμέσως μετά τη διάσπαση της γραμμής αντίστασης του SP500, ο δείκτης τιμών του χρυσού παρουσιάζει πτωτική αντίδραση προεξοφλώντας την ανοδική κίνηση του αμερικανικού δείκτη. Και στις δυο περιπτώσεις παρατηρούμε μια αντίστροφη κίνηση ανάμεσα στους δυο εξεταζόμενους δείκτες.

Παρόλα αυτά αυτή η συζήτηση γίνεται στο επίπεδο των τιμών των δεικτών και επειδή οι σειρές δεν είναι στάσιμες και δεν είναι συνολοκληρωμένες υπάρχει περίπτωση τα συμπεράσματα αυτά να είναι νόθα. Θα επικεντρώσουμε την υπόλοιπη ανάλυση της εργασίας σε δύο χρονικές περιόδους την περίοδο 3-12-2007 έως 30-6-2009 δηλαδή την περίοδο της κρίσης σύμφωνα με το NBER, και την περίοδο 1-1-2014 έως το τέλος του δείγματος 27-12-2016. Είναι ενδιαφέρον στο κατά πόσον υπάρχει αντιστροφή βραχυχρόνιας αιτιότητας Granger στις δύο αυτές υποπεριπτώσεις.

4.6.1. Περίοδος κρίσης 3-12-2007 έως 30-6-2009

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από 3-12-2007 έως 30-6-2009 η επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα κριτήρια πληροφορίας BIC και HQC προτείνουν 1 υστέρηση ενώ το κριτήριο AIC 2 υστερήσεις (πίνακας 4.16).

Πίνακας 4.16: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC.

Υστέρηση	Λογ.-πιθανοφάνεια	ρ (LR)	AIC	BIC	HQC
1	1917.39509		-9.702513	-9.641960*	-9.678519*
2	1922.66305	0.03231	-9.708949*	-9.608027	-9.668959
3	1924.63137	0.41465	-9.698636	-9.557345	-9.64265
4	1925.79998	0.674	-9.684264	-9.502603	-9.612281
5	1928.09017	0.33312	-9.675585	-9.453555	-9.587606
6	1928.70133	0.87441	-9.658382	-9.395984	-9.554407
7	1934.17554	0.02715	-9.665866	-9.363098	-9.545895
8	1935.50429	0.61667	-9.652306	-9.309169	-9.516339
9	1936.95055	0.57597	-9.639343	-9.255837	-9.48738
10	1937.53265	0.88396	-9.621993	-9.198118	-9.454034

Σημείωση: Το () υποδηλώνει τη βέλτιστη επιλογή υστέρησης για κάθε κριτήριο πληροφορίας.*

Τα αποτελέσματα του VAR(2) για τις αποδόσεις του S&P500 και του χρυσού δείχνονται στον πίνακα 4.17 και η βραχυχρόνια αιτιότητα Granger σύμφωνα με τη στατιστική block-F δείχνεται στον πίνακα 4.18. Το διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο είναι καλώς ορισμένο και στις δύο εξισώσεις, η p -τιμή της F-στατιστικής είναι στατιστικά σημαντική, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης των καταλοίπων είναι 0 με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού, και επίσης ο έλεγχος Durbin-Watson έχει τιμή πολύ κοντά στο 2. Ο έλεγχος Wald στο κατά πόσον πρέπει να χρησιμοποιηθεί 1 υστέρηση αντί για 2, απορρίπτει τη μηδενική υπόθεση με τιμή $\chi^2(4) = 10.1032$ και τιμή- p 0.0387.

Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα του VAR(2) για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού.

Εξίσωση Id_SP500	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Id_SP500_1	-0.161999	0.049714	-3.259	0.0012*
Id_SP500_2	-0.135860	0.049389	-2.751	0.0062*
Id_GOLD_1	0.155121	0.061529	2.521	0.0121*
Id_GOLD_2	0.022737	0.061836	0.3677	0.7133
F(4, 398)	6.070936			
P-τιμή(F)	0.000095			
ρ	0.005220			
Durbin-Watson	1.988649			

Εξίσωση Id_Gold	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Id_SP500_1	-0.0539742	0.040409	-1.336	0.1824
Id_SP500_2	0.066289	0.040145	1.651	0.0995
Id_GOLD_1	-0.0252297	0.050014	-0.5045	0.6142
Id_GOLD_2	0.002018	0.050263	0.04016	0.968
F(4, 398)	1.410679			
P-τιμή(F)	0.229623			
ρ	0.005787			
Durbin-Watson	1.986897			

Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.

Τα αποτελέσματα της βραχυχρόνιας αιτιότητας Granger δείχνονται στον πίνακα 4.18. Οι στατιστικές block-F δείχνουν μονόδρομη αιτιότητα από το χρυσό στον S&P500, δηλαδή προηγούμενες τιμές του χρυσού επηρεάζουν τον S&P500 αλλά το ανάποδο δεν ισχύει. Η θέση των αντίστροφων ριζών στο μοναδιαίο κύκλο και οι συναρτήσεις απόκρισης δείχνονται στα γραφήματα 4.10 και 4.11 αντίστοιχα.

Πίνακας 4.18: Έλεγχος στατιστικής block-F για αιτιότητα κατά Granger.

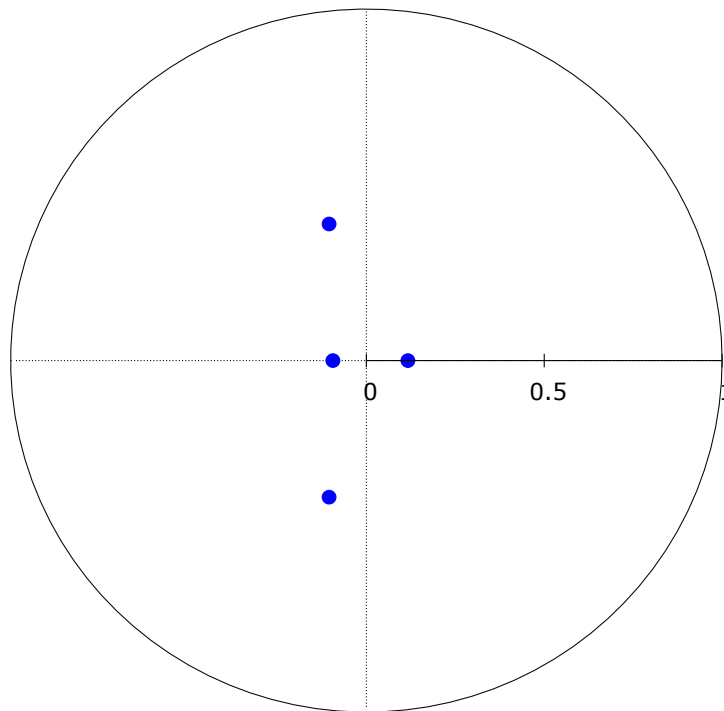
F-έλεγχοι μηδενικών περιορισμών:

Εξίσωση Id_SP500	αιτιότητα	block-F	p-τιμή
Όλες οι υστερήσεις της Id_SP500		F(2, 398) = 7.9676	0.0004
Όλες οι υστερήσεις της Id_GOLD	Id_GOLD \Rightarrow Id_SP500	F(2, 398) = 3.2238	0.0408*
Όλες οι μεταβλητές υστέρησης 2		F(2, 398) = 3.8794	0.0214

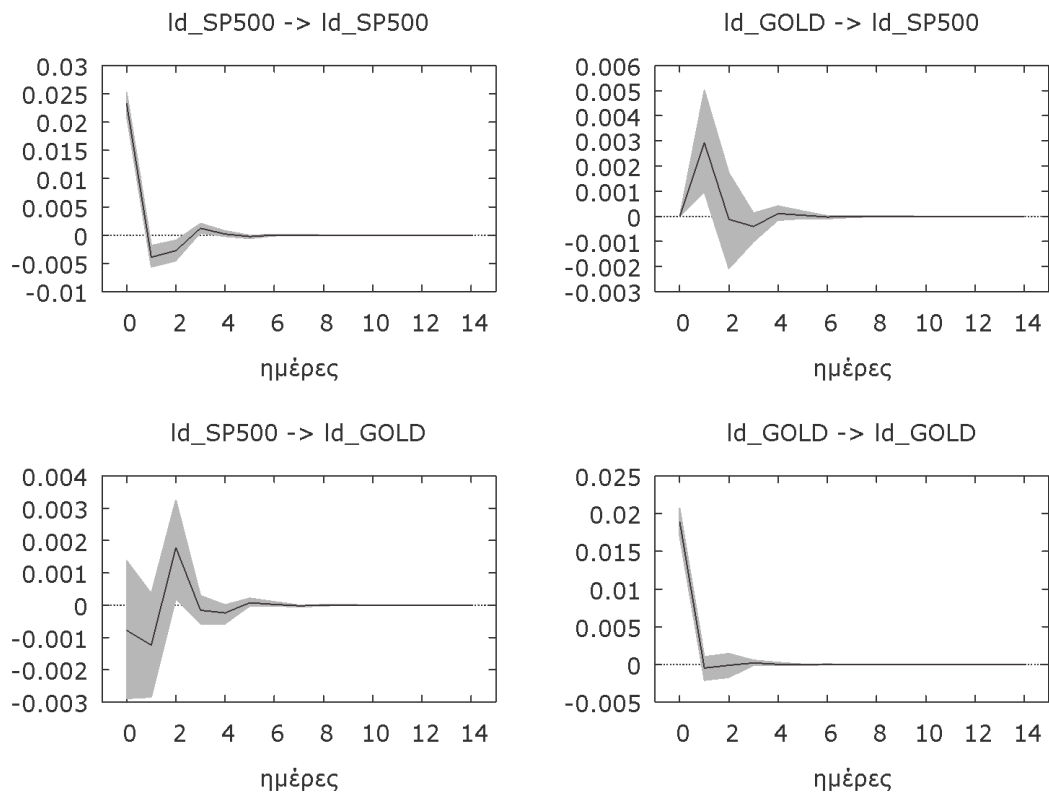
Εξίσωση Id_GOLD	αιτιότητα	block-F	p-τιμή
Όλες οι υστερήσεις της Id_SP500	Id_SP500 \Rightarrow Id_GOLD	F(2, 398) = 2.6272	0.0735
Όλες οι υστερήσεις της Id_GOLD		F(2, 398) = 0.12865	0.8793
Όλες οι μεταβλητές υστέρησης 2		F(2, 398) = 1.3633	0.2570

Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.

Γράφημα 4.10: Οι αντίστροφες ρίζες του VAR(2) στο μοναδιαίο κύκλο



Γράφημα 4.11: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(2) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή)



Οι αντίστροφες ρίζες βρίσκονται μέσα στο μιγαδικό μοναδιαίο κύκλο με τα μεγέθη των τιμών τους να είναι μικρότερα της μονάδας. Οι συναρτήσεις απόκρισης δείχνουν ότι μεταβολή κατά μία τυπική απόκλιση στο χρυσό επηρεάζει τον S&P500 έπειτα από μία ημέρα (γράφημα 4.10 άνω-δεξιά), ενώ μεταβολή κατά μία τυπική απόκλιση στον S&P500 δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το χρυσό (γράφημα 4.10 κάτω-αριστερά).

4.6.2. Περίοδος 1-1-2014 έως 27-12-2016

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από 1-1-2014 έως 27-12-2016 η επιλογή υστερήσεων δίνει σε συμφωνία 1 υστέρηση, ενώ κοιτάζοντας τον πίνακα 4.19 δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια άλλη στατιστικά σημαντική επιλογή για 10 υστερήσεις.

Πίνακας 4.19: Επιλογή υστερήσεων σύμφωνα με τα τρία κριτήρια AIC, BIC, HQC.

Υστέρηση	Λογ.-πιθανοφάνεια	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	5090.311		-13.397394*	-13.360777*	-13.383292*
2	5092.987	0.25298	-13.393906	-13.332878	-13.370404
3	5094.987	0.40608	-13.388635	-13.303196	-13.355732
4	5097.124	0.37016	-13.383726	-13.273876	-13.341422
5	5101.68	0.05835	-13.385192	-13.250931	-13.333487
6	5104.297	0.26412	-13.381547	-13.222875	-13.320442
7	5106.542	0.34379	-13.376922	-13.193839	-13.306416
8	5107.144	0.87745	-13.367968	-13.160474	-13.288061
9	5109.04	0.43491	-13.362424	-13.130519	-13.273116
10	5113.238	0.07808	-13.362947	-13.10663	-13.264238

Σημείωση: Το () υποδηλώνει τη βέλτιστη επιλογή υστέρησης για κάθε κριτήριο πληροφορίας.*

Τα αποτελέσματα του VAR(1) για τις αποδόσεις του S&P500 και του χρυσού δείχνονται στον πίνακα 4.20 και η βραχυχρόνια αιτιότητα Granger σύμφωνα με τη στατιστική block-F δείχνεται στον πίνακα 4.21. Το διανυσματικό αυτοπαλίνδρομο είναι καλώς ορισμένο και στις δύο εξισώσεις, η p-τιμή της F-στατιστικής είναι στατιστικά σημαντική, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης των καταλοίπων είναι 0 με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού, και επίσης ο έλεγχος Durbin-Watson έχει τιμή 2.

Πίνακας 4.20: Αποτελέσματα του VAR(1) για τις αποδόσεις S&P500 και Χρυσού

Εξίσωση Id_SP500	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Id_SP500_1	-0.00474800	0.053359	-0.08898	0.9291
Id_GOLD_1	-0.0313005	0.036055	-0.8681	0.3856
F(2, 766)	0.393166			
P-τιμή(F)	0.675053			
ρ	-0.002255			
Durbin-Watson	2.004415			

Εξίσωση Id_Gold	συντελεστής	τυπ. σφάλμα	t-λόγος	p-τιμή
Id_SP500_1	-0.0768515	0.036886	-2.083	0.0375*
Id_GOLD_1	0.010466	0.036873	0.2838	0.7766
F(2, 766)	2.272710			
P-τιμή(F)	0.103727			
ρ	-0.002540			
Durbin-Watson	2.003517			

Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.

Πίνακας 4.21: Έλεγχος στατιστικής F για αιτιότητα κατά Granger στις λογαριθμικές διαφορές.

F-έλεγχοι μηδενικών περιορισμών:

Εξίσωση Id_SP500	αιτιότητα	block-F	p-τιμή
Όλες οι υστερήσεις της Id_SP500		F(1, 766) = 0.0079	0.9291
Όλες οι υστερήσεις της Id_GOLD	Id_GOLD \Rightarrow Id_SP500	F(1, 766) = 0.7536	0.3856

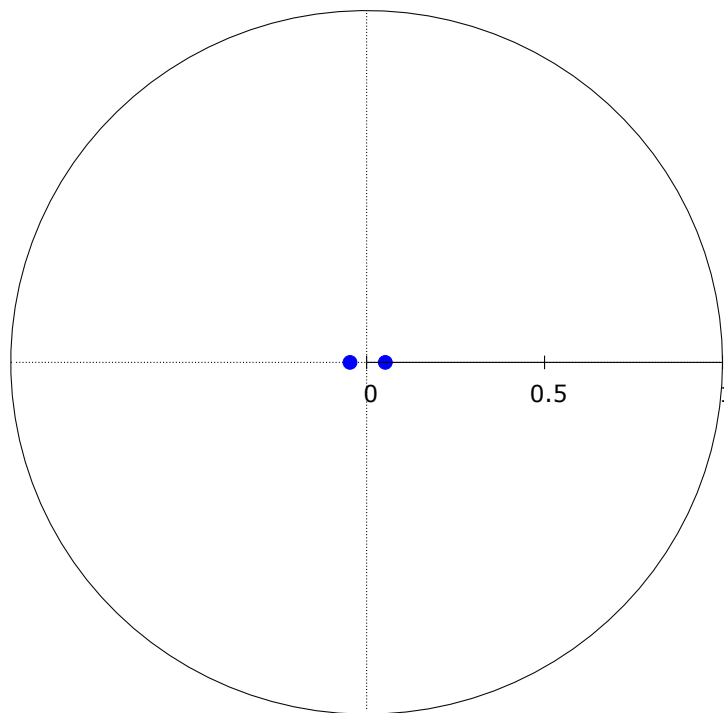
Εξίσωση Id_GOLD

Όλες οι υστερήσεις της Id_SP500	Id_SP500 \Rightarrow Id_GOLD	F(1, 766) = 4.3282	0.0296*
Όλες οι υστερήσεις της Id_GOLD		F(1, 766) = 0.0842	0.7718

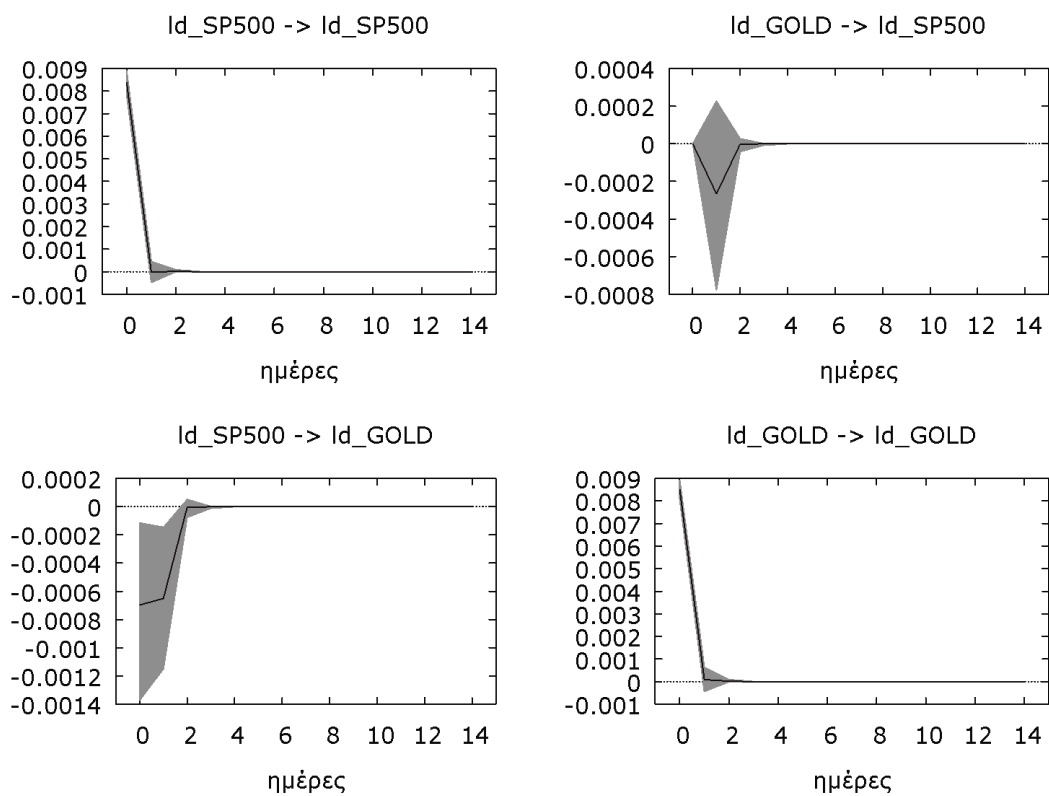
Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.

Τα αποτελέσματα της βραχυχρόνιας αιτιότητας Granger δείχνονται στον πίνακα 4.21. Οι στατιστικές block-F δείχνουν μονόδρομη αιτιότητα από το S&P500 προς το χρυσό, δηλαδή σε αυτήν την περίπτωση η βραχυχρόνια αιτιότητα έχει αντιστραφεί και οι προηγούμενες τιμές του S&P500 επηρεάζουν τις τιμές των αποδόσεων του χρυσού, αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει. Η θέση των αντίστροφων ριζών στο μοναδιαίο κύκλο και οι συναρτήσεις απόκρισης δείχνονται στα γραφήματα 4.12 και 4.13 αντίστοιχα.

Γράφημα 4.12: Οι αντίστροφες ρίζες του VAR(1) στο μοναδιαίο κύκλο



Γράφημα 4.13: Συναρτήσεις απόκρισης για το VAR(1) (γραμμή) και 90% bootstrap διάστημα εμπιστοσύνης (γκρίζα περιοχή)



Και εδώ οι δύο αντίστροφες ρίζες βρίσκονται μέσα στο μιγαδικό μοναδιαίο κύκλο με τα μεγέθη των τιμών τους να είναι μικρότερα της μονάδας. Οι συναρτήσεις απόκρισης δείχνουν ότι μεταβολή κατά μία τυπική απόκλιση στο χρυσό δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον S&P500 (γράφημα 4.12 άνω-δεξιά), ενώ μεταβολή κατά μία τυπική απόκλιση στον S&P500 επηρεάζει άμεσα στατιστικά σημαντικά το χρυσό (γράφημα 4.12 κάτω-αριστερά).

4.7. Δυναμικές συσχετίσεις αποδόσεων S&P500 και χρυσού.

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός, όπως προαναφέρθηκε, ότι τα διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα είναι στατικού χαρακτήρα, πέρα από την αντιστροφή της βραχυχρόνιας αιτιότητας κατά Granger, θα πρέπει να εξεταστεί και η δυναμική συσχέτιση των δύο αποδόσεων για να επιβεβαιωθεί η θέση του χρυσού ως ασθενές ή ισχυρό ασφαλές καταφύγιο. Η αναπαράσταση του πολυμεταβλητού βαθμωτού υποδείγματος BEKK, στην περίπτωση των δύο μεταβλητών είναι,

$$H_t = CC' + A'_1 \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} A_1 + B'_1 H_{t-1} B_1 \quad (4.8)$$

και στην περίπτωση των δύο μεταβλητών γίνεται,

$$H_t = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{21} \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_1^2 & \varepsilon_1 \varepsilon_2 \\ \varepsilon_2 \varepsilon_1 & \varepsilon_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ 0 & b_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ 0 & b_{22} \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

Αναπτύσσοντας τους πίνακες το σύστημα των εξισώσεων γίνεται,

$$h_{11,t} = c_{11}^2 + a_{11}^2 \varepsilon_{1,t-1}^2 + b_{11}^2 h_{11,t-1} \quad (4.10\alpha)$$

$$h_{12} = c_{11} c_{21} + a_{11} a_{22} \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} + b_{11} b_{22} h_{12,t-1} \quad (4.10\beta)$$

$$h_{22} = c_{21}^2 + c_{22}^2 + a_{22}^2 \varepsilon_{2,t-1}^2 + b_{22}^2 h_{22,t-1} \quad (4.10\gamma)$$

και η δυναμική συσχέτιση υπολογίζεται ως $\rho_{12,t} = h_{12,t} / \sqrt{h_{11,t}h_{22,t}}$. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του υποδείγματος⁷ δείχνονται στον πίνακα 4.22 όπου θεωρούμε ότι οι αποδόσεις των δύο σειρών είναι $r_{1(2)} = \mu_{1(2)} + \varepsilon_{t1(2)}$, όπου οι υποδείκτες 1(2) αντιστοιχούν στον S&P500 και στο χρυσό αντίστοιχα.

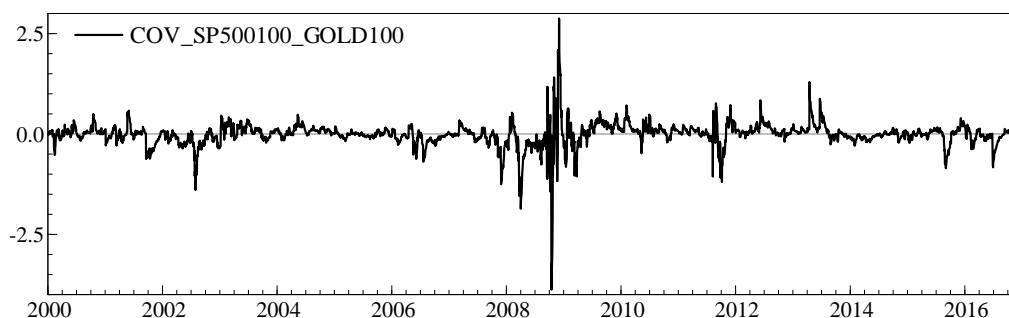
Πίνακας 4.22 Αποτελέσματα του διμεταβλητού υποδείγματος BEKK για τις αποδόσεις του S&P500 και του χρυσού.

Συντελεστής	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	t-τιμή	p-τιμή
μ_1	0.059001	0.011828	4.988	0.*
μ_2	0.02582	0.012924	1.998	0.0458*
c_{11}	0.115164	0.016264	7.081	0.*
c_{21}	0.001791	0.007411	0.2416	0.8091
c_{22}	0.114206	0.015528	7.355	0.*
b_{11}	0.955509	0.007026	136	0.*
b_{22}	0.974723	0.004303	226.5	0.*
a_{11}	0.284135	0.022559	12.6	0.*
a_{22}	0.196128	0.016767	11.7	0.*
d.o.f.	6.652342	0.49588	13.42	0.*

Σημείωση: Το (*) υποδηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 95%.

Η συνδιακύμανση των αποδόσεων των δύο σειρών δείχνεται στο γράφημα 4.14. Φαίνεται ότι οι τιμές εναλλάσσονται μεταξύ θετικών και αρνητικών τιμών με μεγάλες αιχμές γύρω από το 2002 και περισσότερο γύρω από το 2008.

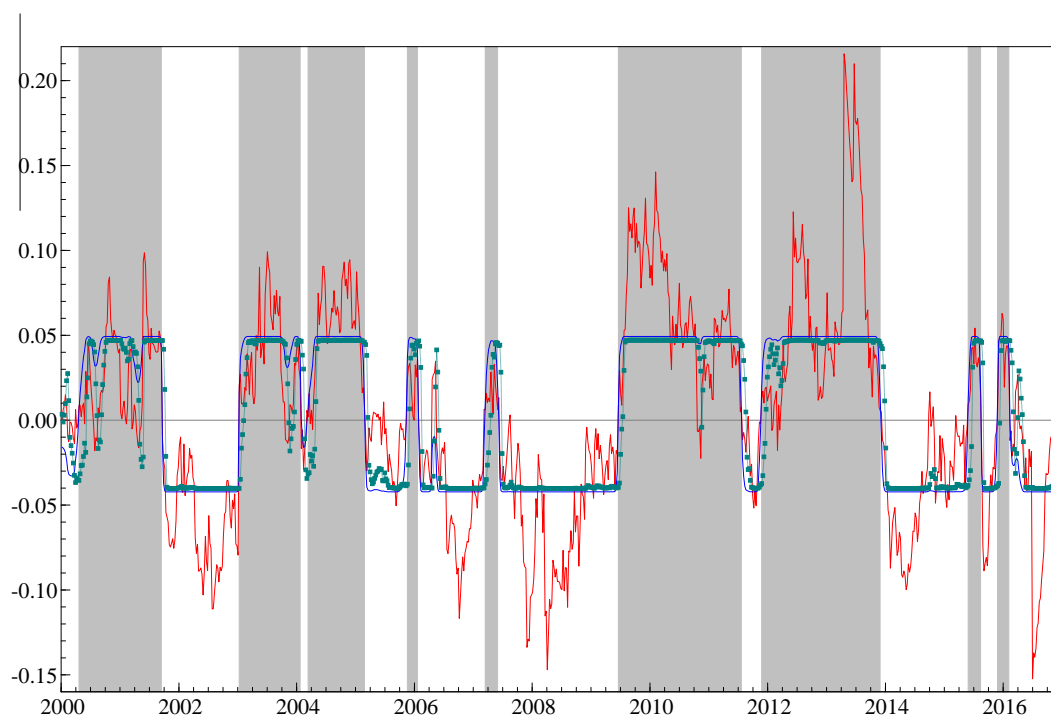
Γράφημα 4.14: Συνδιακύμανση των αποδόσεων του S&P500 και Χρυσού.



⁷ Το βαθμωτό υπόδειγμα κατά BEKK δεν υπάρχει εγγενώς στο GRETΛ και χρησιμοποιήθηκε το πρόσθετο πακέτο MGARCH 0.3 (2017-04-27) του Riccardo Lucchetti.

Σε γενικές γραμμές πάντως, η συνδιακύμανση δεν προτιμάται σαν στατιστικό μέγεθος σε τέτοιες περιπτώσεις λόγω του γεγονότος ότι οι μέσες τιμές καθώς και οι αποκλίσεις από τις μέσες τιμές των σειρών μπορεί να είναι διαφορετικού μεγέθους ή κλίμακας, και το περισσότερο βάρος πέφτει στην ανάλυση των συσχετίσεων.

Γράφημα 4.15: Δυναμική συσχέτιση των αποδόσεων S&P500 και Χρυσού. Οι γκριζες (λευκές) περιοχές δείχνουν θετική (αρνητική) συσχέτιση αντίστοιχα.



Στο γράφημα 4.15 δείχνεται η συσχέτιση των αποδόσεων των δύο σειρών μαζί με σκιαγραφημένες περιοχές που διαχωρίζουν τις περιοχές θετικής (γκρίζο) και αρνητικής (λευκό) συσχέτισης. Το πρόσημο της συσχέτισης των δύο σειρών φαίνεται επίσης ότι ακολουθεί εναλλαγές στο πρόσημό της και είναι αρνητική σε αρκετές χρονικές περιόδους όπως, στην κρίση Dot.com, στην περιοχή του 2007, στην GFC το 2008, στη μέση του 2011, το 2014, καθώς και δύο αιχμές γύρω από το 2016.

Οι αρνητικές συσχετίσεις στην περίοδο των κρίσεων δικαιολογούνται με την προηγούμενη ανάλυση σε αυτή την εργασία και τη θεώρηση του χρυσού ως ασφαλές καταφύγιο. Η αρνητική συσχέτιση γύρω από 2006 χρειάζεται μια ειδικότερη ερμηνεία. Εκείνη την εποχή ο πρώτος και μεγαλύτερος κίνδυνος

θεωρείτο η κατάρρευση του δολαρίου (Economist, 18 Νοεμβρίου, 2005). Οι οικονομολόγοι εδώ και χρόνια θεωρούν ότι η παγκόσμια οικονομία πλήττεται από μη βιώσιμες ανισορροπίες. Με τις αμερικανικές καταναλωτικές δαπάνες, συμπεριλαμβάνοντας και την κυβέρνηση, να εκτοξεύονται ενώ οι αποταμιεύσεις να μειώνονται σημαντικά, οι ΗΠΑ έπρεπε να απευθυνθούν στο εξωτερικό ώστε να βρουν χρηματοδοτικά κεφάλαια για επιχειρήσεις υποδομές, κλπ. Αυτό οδήγησε σε ένα αυξανόμενο έλλειμμα του ισοζυγίου τρεχουσών συναλλαγών και αυξανόμενες υποχρεώσεις των ΗΠΑ προς τον υπόλοιπο κόσμο. Η Αμερική χρειάστηκε περίπου 800 δισεκατομμύρια δολάρια ξένων μετρητών το 2005 και πιθανότατα θα χρειαζόταν να πλησιάσει τα 900 δισεκατομμύρια δολάρια το 2006. Έτσι, οι ξένοι θα πρέπει να αγοράσουν δολάρια το 2006 και σε περίπτωση που δεν θα το έκαναν η ισχύς του δολαρίου θα έπρεπε να εξασθενήσει υπονομεύοντας την αξία των αμερικανικών περιουσιακών στοιχείων που κατείχαν οι ξένοι επενδυτές.

Η αρνητική συσχέτιση το 2014 όπως εξηγήθηκε ανωτέρω οφείλεται στην άνοδο των χρηματιστηρίων στην Αμερική μετά την κρίση σε συνδυασμό με τη διόρθωση της τιμής του χρυσού.

Οι αρνητικές συσχετίσεις γύρω από το 2016 οφείλονται σε δύο συμβάντα, στη μετάδοση της κρίσης στην Κίνα τον Αύγουστο του 2015, και στην απόφαση του Cameron το Φεβρουάριο του 2016 να εξαγγείλει την ημερομηνία του δημοψηφίσματος σχετικά με το εάν θα έπρεπε να παραμείνει στην Ευρωζώνη ή όχι. Φαίνεται από το γράφημα 4.15 ότι ο χρυσός διατηρεί την αρνητική συσχέτιση με το δείκτη S&P500 για αρκετούς μήνες σε περιόδους κρίσεων, σε συμφωνία με τη θεωρητική προσέγγιση των Baur και Lucey (2010), και Baur και McDermott (2010, 2016). Αυτό κατατάσσει το χρυσό στην περίπτωση ταξινόμησης σαν ισχυρό ασφαλές καταφύγιο. Παρόλα αυτά, οι δυναμικές συσχετίσεις δεν μπορούν να δείξουν τη κατεύθυνση της αιτιότητας και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά με την καθιερωμένη ανάλυση με διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε η σχέση του χρυσού με τον κυριότερο δείκτη του χρηματιστηρίου των ΗΠΑ S&P500 και η πιθανή χρησιμότητά του ως ασφαλές καταφύγιο. Χρησιμοποιώντας ένα δείγμα στο οποίο εμπεριέχονται οι δύο τελευταίες κρίσεις, η dot.com και η GFC, εξετάστηκαν οι δυναμικές σχέσεις μεταξύ των δύο δεικτών.

Τα αρχικά υποδείγματα διανυσματικής αυτοπαλινδρόμησης και διόρθωσης σφάλματος δείχνουν ότι δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ των δύο σειρών, είτε μελετώντας τα κατά Engle-Granger είτε σύμφωνα με τη συνολοκλήρωση κατά Johansen. Αυτό αποκλείει την ύπαρξη μακροχρόνιας αιτιότητας κατά Granger και ως εκ τούτου, στη συνέχεια η ανάλυση έγινε στις αποδόσεις των δεικτών παίρνοντας τις πρώτες λογαριθμικές διαφορές.

Τα αποτελέσματα για όλο το διάστημα υπό μελέτη δείχνουν μία μονόδρομη βραχυχρόνια αιτιότητα Granger κατά μέσο όρο από τον S&P500 προς το χρυσό. Στη συνέχεια εξετάστηκαν δύο ξεχωριστά διαστήματα, την περίοδο της GFC (από 3-12-2007 έως 30-6-2009) καθώς και από 1-1-2014 έως 27-12-2016. Στην πρώτη περίπτωση φαίνεται μία μονόδρομη αιτιότητα Granger από το χρυσό στον S&P500 το οποίο σημαίνει ότι οι προηγούμενες τιμές των αποδόσεων του χρυσού επηρεάζουν τον S&P500 ενώ στη δεύτερη περίπτωση η αιτιότητα Granger αντιστρέφεται και ως εκ τούτου οι προηγούμενες αποδόσεις του S&P500 επηρεάζουν τις αποδόσεις του χρυσού.

Σε όλες τις περιπτώσεις τα διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καλώς ορισμένα λαμβάνοντας υπόψη τις αντίστροφες ρίζες στο μιγαδικό μοναδιαίο κύκλο και τη σύγκλιση των συναρτήσεων απόκρισης.

Στη συνέχεια για να ελεγχθεί η θεωρητική προσέγγιση των Baur και Lucey (2010), και Baur και McDermott (2010, 2016) και να ταξινομηθεί ο χρυσός ως ασθενής η ισχυρό ασφαλές καταφύγιο εξετάστηκε η δυναμική συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων των δύο δεικτών.

Φάνηκε καθαρά η αντιστροφή του πρόσημου της συσχέτισης σε περιόδους μικρών ή μεγάλων κρίσεων. Σε περιόδους κρίσεων η συσχέτιση είναι αρνητική και παραμένει αρνητική για μεγάλα χρονικά διαστήματα αρκετών μηνών, ενώ σε περιπτώσεις ήρεμων χρηματιστηριακών περιόδων είναι θετική. Το βασικό πρόβλημα με τη συσχέτιση είναι αφενός μεν ότι λαμβάνει υπόψη το γραμμικό μόνο μέρος κάποιας σχέσης, και κυριότερα, αφετέρου όπως λέει και το όνομά της δείχνει κάποια σχέση και όχι αιτιότητα.

Συνεπώς για την κατάταξη του χρυσού ως ισχυρό ασφαλές καταφύγιο χρειάζονται και οι δύο κατηγορίες υποδειγμάτων. Οι μεν δυναμικές συσχετίσεις επιβεβαιώνουν την αρνητική συσχέτιση των αποδόσεων του S&P500 με τις αποδόσεις του χρυσού, το οποίο είναι βασικά ο ορισμός του ισχυρού ασφαλούς καταφύγιου, αλλά από την άλλη μεριά τα διανυσματικά αυτοπαλίνδρομα επιβεβαιώνουν την κίνηση σε περίοδο κρίσης από τον S&P500 προς το χρυσό και όχι αντίστροφα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Economist (2005), Finance The currency crisis of 2006 It just might happen. Nov 18th
<https://www.economist.com/news/2005/11/18/the-currency-crisis-of-2006>
(Τελευταία ανάκτηση 10-Αυγούστου 2018)

IMF Money Matters: An IMF Exhibit -- The Importance of Global Cooperation,
https://www.imf.org/external/np/exr/center/mm/eng/mm_gi_01.htm
(Τελευταία ανάκτηση 10-Αυγούστου 2018)

ΒΙΒΛΙΑ

Γραμματικόπουλος Α., Σαλονίκης Κ. και Τσίκουρας Β. (2005), Συμβολή της Εφαρμοσμένης Ορυκτολογίας στις μεταλλουργικές διεργασίες χρυσού. – Μεταλλειολογικά και Μεταλλουργικά χρονικά.

Κότιος, Α. και Παυλίδης, Γ. (2012), Διεθνείς Οικονομικές Κρίσεις, εκδόσεις Rosili, Αθήνα.

Κιντής Α. (2010), Σύγχρονη Οικονομετρική Ανάλυση - τόμος Β, Gutenberg, Αθήνα

Πέτσας Φώτιος (1973), Στοιχεία κλασικής αρχαιολογίας, Τεύχος Α' Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Φιλοσοφική Σχολή, Έδρα κλασικής αρχαιολογίας.

Cottrell, A. and Lucchetti, R. (2018), Gretl User's Guide, March 2018.

Gujarati, D.N. και Porter, D.C. (2017), Οικονομετρία αρχές και εφαρμογές, Τζιόλας, Αθήνα.

Heilbroner, R.L. (2001), Οι Φιλόσοφοι του οικονομικού κόσμου, Πολιτεία, Αθήνα.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

Akaike, H. (1974) A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, AC-19, 716–723.

Bai, Y. and Green, C.J. (2010) International diversification strategies: revisited from the risk perspective. Journal of Banking and Finance, 34, 236–245.

Bollerslev, T. (1986) Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. Journal of Econometrics, Vol. 31, 307–327.

- Capie, F., Mills, T.C. and Wood, G. (2005) Gold as a hedge against the dollar. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 15, 343–352.
- Chandar, N., Patro, D.K. and Yezegel, A. (2009) Crises, contagion and cross-listings. *Journal of Banking and Finance*, 33, 1709–1729.
- Draper, P., Faff, R.W. and Hillier, D. (2006) Do precious metals shine? An investment perspective. *Financial Analysts Journal*, 62, 98–106.
- Durbin, J. and Watson, G.S. (1971) Testing for serial correlation in least squares regression. III. *Biometrika*, 58, 1–19.
- Engle, R.F. and Granger, C.W.J. (1987) Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55, 251-276.
- Faff, R. and Hillier, D. (2004) An international investigation of the factors that determine conditional gold betas. *The Financial Review*, 39, 473–488.
- Francis, B.B., Hasan, I. and Sun, X. (2008) Financial market integration and the value of global diversification: evidence for US acquirers in cross-border mergers and acquisitions. *Journal of Banking and Finance*, 32, 1522–1540.
- Faugere, C. and Van Erlich, J. (2005) The price of gold: A global required yield theory. *Journal of Investing*, 14, 99–111.
- Forbes, K. and Rigobon, R. (2002) No contagion, only interdependence. *The Journal of Finance*, 57, 2223–2261.
- Granger, C.W.J. (1969) Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica* Vol. 37, No. 3, 424-438.
- Glosten, L.R., Jagannathan, R. and Runkle, D. (1993) On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *Journal of Finance*, 48, 1779–1801.
- Hannan, E.J. and Quinn, B.G. (1979) The determination of the order of an autoregression., *Journal of the Royal Statistical Society*, B 41, 190–195.
- Hendry, D. and Juselius, K. (2000) Explaining Cointegration Analysis: Part 1. *The Energy Journal*, 21, 1-42.
- Hendry, D. and Juselius, K. (2001) Explaining Cointegration Analysis: Part II. *The Energy Journal*, 2001, 22, 75-120.
- Ibragimov, R. and Walden, J. (2007) The limits of diversification when losses may be large. *Journal of Banking and Finance*, 31, 2551–2569.

Ivanov, V. and Lutz, K. (2005) "A Practitioner's Guide to Lag Order Selection For VAR Impulse Response Analysis. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 9, 1-36.

Kaul, A. and Sapp, S. (2006) Y2K fears and safe haven trading of the U.S. dollar. *Journal of International Money and Finance*, 25, 760–779.

Lucey, B.M., Poti, V. and Tully, E. (2006) International portfolio formation, skewness and the role of gold. *Frontiers in Finance and Economics*, 3, 1–17.

Phillips, P.C.B. and Perron, P. (1988) Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75, 335–346.

Schwarz, G. (1978) Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, 6, 461–464.

Sherman, E. (1982) Gold: a conservative, prudent diversifier. *Journal of Portfolio Management*, 8, 21–27.

Ranaldo, A. and Söderlind, P. (2007) Safe haven currencies. Universität St. Gallen Discussion Paper, No. 2007-22.

Sims, C.A. (1980) Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48, 1-48.

Toda, H.Y. and Yamamoto, T. (1995) Statistical inferences in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.

Tully, E. and Lucey, B.M. (2007) A power GARCH examination of the gold market. *Research in International Business and Finance*, 21, 316–325.

Upper, C. (2000) How safe was the 'Safe haven'? Financial market liquidity during the 1998 turbulences., Discussion paper 1/00, Economic Research Group of the Deutsche Bundesbank.