

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα ΔΟΣΑ

«Διεθνών οικονομικών και επιχειρηματικών σχέσεων»

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΕΖΕΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

MSc Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών

Πρόγνωση τιμών χρυσού με οικονομετρικές μεθόδους και μεθόδους
μηχανικής μάθησης.

ΚΟΜΟΤΗΝΗ, 2014

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στις

«Διεθνείς οικονομικές και επιχειρηματικές σχέσεις»

που απονέμει το Τμήμα ΔΟΣΑ του ΔΠΘ.

Εγκρίθηκε την..... από την εξεταστική επιτροπή:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
Ιωάννης Μουρμούρης	Καθηγητής	
Θεόφιλος Παπαδημητρίου	Αν. Καθηγητής	
Περικλής Γκόγκας	Επ. Καθηγητής	

Περίληψη

Η αγορά του χρυσού είναι από τις μεγαλύτερες παγκοσμίως, με ημερήσιο όγκο συναλλαγών να ξεπερνάει τα \$100δισ (USD) σύμφωνα με το παγκόσμιο συμβούλιο χρυσού (World Gold Council). Η τιμή του καθημερινά επηρεάζεται κυρίως από τα παγκόσμια γεωπολιτικά γεγονότα, την παγκόσμια κατάσταση της οικονομίας καθώς και τη ζήτηση σε Χρυσό από τράπεζες και αγορές κοσμημάτων. Λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές που ενσωματώνουν τις παραπάνω επιρροές (τιμές πετρελαίου, χρηματιστηριακών δεικτών, συναλλαγματικών ισοτιμιών, ΑΕΠ, εμπορικά ισοζύγια χωρών κλπ.), εξάχθηκαν αποτελέσματα πρόγνωσης τιμών χρυσού, χρησιμοποιώντας μεθόδους μηχανικής μάθησης και συγκεκριμένα παλινδρομήσεις διανυσμάτων υποστήριξης (SVR). Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται ιδιαίτερα σε μη γραμμικά και με μεγάλη αβεβαιότητα μοντέλα, όπως εμφανίζει η αγορά του Χρυσού. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς ήταν άνω δεκαετίας και έως το Α εξάμηνο του 2014. Συμπερασματικά η αγορά του χρυσού αποδεικνύεται ως μία αποτελεσματική αγορά. Σε τριμηνιαία βάση η καλύτερη πρόγνωση δίνεται λαμβάνοντας υπόψη παρελθοντικές τιμές του χρυσού και του εμπορικού ισοζυγίου της Κίνας, ενώ σε ημερήσια βάση οι προηγούμενες τιμές του χρυσού φαίνονται να ενσωματώνουν όλη την τρέχουσα πληροφορία, συγκρινόμενα με τα αποτελέσματα μαθηματικής τυποποίησης τυχαίων βημάτων (Random Walk).

Abstract

The gold market is one of the largest markets in the world, with a daily trading volume that exceeds \$100bn (USD), according to the World Gold Council. The daily price is mainly influenced by the global geopolitical events, the global economic situation and the demand for gold from banks and physical jewelry markets. Employing variables that influence the Gold price (oil prices, stock market indices, exchange rates, GDP, countries' trade balances etc.) we attempted gold price forecasting utilizing machine learning methods, and more specifically, support vector regressions (SVR) methods, from the literature. This method is appropriate for non-linear and models of high uncertainty, like the gold market. The data used for the calculations were values retrieved from over a decade until the first semester of 2014. The experimental results show an efficient market. Based on quarterly ranged values, the best forecast is achieved combining past gold prices and the trade balance of China, whereas when using daily ranged data, the best prognosis can be solely based on past gold prices since they appear to include all the current information compared with the results of mathematical formulation of Random Walk.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω:

Τον κ. Θέμη Σταθάκη και την κ. Ελβίρα Τακλή για την βοήθειά τους με τα scripts του Matlab και την παραμετροποίηση των δοκιμών.

Την κ. Ματίνα Κατρανίτσα και την κ. Αγγελική Ταταρίδου για την συμβολή τους στη διαμόρφωση και την διόρθωση του τελικού κειμένου.

Για το Στέλιο με το Γιάννη, τον Ηλία, την Ιωάννα με το Θοδωρή και το Γιώργο με την Άρτεμη.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1ο : Χαρακτηριστικά της αγοράς χρυσού (Gold market characteristics).....	1
Αγορά Χρυσού – Εισαγωγή	1
Λίγη ιστορία.....	1
Είναι σήμερα πολύτιμος;.....	3
Αγορές Μελλοντικής εκπλήρωσης.....	9
Τράπεζες Χρυσού (Διαπραγματεύσιμα αμοιβαία κεφάλαια).....	10
Φυσική αγορά Χρυσού.....	11
Μετοχές ορυχείων	12
Σύγχρονες μορφές περιουσίας σε χρυσό	13
Ο πληθωρισμός	14
Ο Χρυσός ως αντιστάθμιση του \$ και του πληθωρισμού	14
Ο χρυσός ως ασφαλές καταφύγιο.....	14
Διαφοροποίηση χαρτοφυλακίου με το χρυσό	15
Τί χρεόγραφο είναι τελικά ο χρυσός σε σχέση με άλλα.....	16
Μεταβλητές επιρροής της τιμής του χρυσού	16
Ασήμι - Πλατίνα - Παλλάδιο	21
Επιλογή μεταβλητών.....	22
Κεφάλαιο 2ο : Πρόγνωση με SVR.....	24
Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM).	24
Πυρήνες.....	28
Πυρήνας Fisher	30
Πολυωνυμικός Πυρήνας	30
Πυρήνας RBF.....	30
Αμφικλινής Παλινδρόμηση (ridge Regression)	31
Παλινδρόμηση διανυσμάτων υποστήριξης (SVR).....	32
Παράμετροι Πυρήνα	34
Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση δεδομένων τριμηνιαίας συχνότητας	36
Μεταβλητές.....	36
Χρονική περίοδος και πηγές	37
Μεθοδολογία και Στρατηγική	38
Τιμές χρυσού με υστέρηση (Τριμηνιαία συχνότητα).....	39
Μεταβλητές επιρροής.....	43

Μεταβλητές επιρροής και υστερήσεις χρυσού.....	45
Τιμές χρυσού και εμπορικό ισοζύγιο Κίνας.....	48
Τιμές χρυσού, εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και Δείκτη Ισχύος USD	50
Τιμές χρυσού, εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και Crude Oil	52
Συμπεράσματα	53
Κεφάλαιο 4ο : Ανάλυση δεδομένων ημερήσιας συχνότητας.....	57
Μεταβλητές.....	57
Χρονική περίοδος και πηγές	58
Μεθοδολογία και Στρατηγική	59
Τιμές χρυσού με υστέρηση (Ημερήσια συχνότητα).....	60
Μεταβλητές επιρροής.....	63
Τιμές χρυσού και δείκτης Βομβάης BSE 30	66
Τιμές χρυσού και τιμές πετρελαίου (Brent & WTI).....	67
Τιμές χρυσού και τιμές δείκτη Shanghai (Κίνα).	69
Τιμές χρυσού με τιμές δείκτη BSE30 και τιμές πετρελαίου Brent	71
Τιμές χρυσού με τιμές δείκτη BSE30 και τιμές πετρελαίου WTI.....	72
Συμπεράσματα	73
Αναφορές	78
Παράρτημα : Αναλυτικά αποτελέσματα σε ηλεκτρονική μορφή.....	80
Πίνακες σε Microsoft Excel σε συνημμένο CD	80
Τριμηνιαία συχνότητα (Quarterly).....	80
Ημερήσια συχνότητα (Daily)	80

Κεφάλαιο 1ο : Χαρακτηριστικά της αγοράς χρυσού (Gold market characteristics)

Αγορά Χρυσού – Εισαγωγή

Η αγορά χρυσού ανήκει στην οικογένεια αγορών πολύτιμων μετάλλων η οποία με τη σειρά της ανήκει στην αγορά εμπορευμάτων. Από καταβολής κόσμου τα μέταλλα αυτά έχουν θεωρούνται πολύτιμα. Σε αυτήν την αγορά κύριο λόγο έχουν ο Χρυσός, το Ασήμι, το Παλλάδιο και η Πλατίνα. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την αγορά του Χρυσού. Υπάρχουν δύο τάσεις από τους επενδυτές σε αυτήν την αγορά του Χρυσού: η μία υποστηρίζει ότι ο Χρυσός είναι ένα απομεινάρι του παρελθόντος και δεν έχει πλέον τη χρηστικότητα που είχε πολλά χρόνια πριν και η άλλη τάση υποστηρίζει ότι ο Χρυσός μπορεί να είναι ένα περιουσιακό στοιχείο με τις ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν (πολύτιμο μέταλλο, ασφαλές καταφύγιο, διαχρονική αξία κλπ) και ο καθένας θα έπρεπε να έχει χρυσό στο χαρτοφυλάκιό του.

Λίγη ιστορία

Για να κατανοήσουμε πλήρως το λόγο ύπαρξης του χρυσού στην ανθρώπινη κοινωνία, πρέπει να κοιτάξουμε πίσω στην αρχή της αγοράς του χρυσού. Η ιστορία του χρυσού ξεκίνησε το 3000 π.Χ., όταν οι αρχαίοι Αιγύπτιοι άρχισαν να κατασκευάζουν κοσμήματα. Ο χρυσός άρχισε να χρησιμοποιείται ως νόμισμα μετά το 560 π.Χ.



Εικόνα 1: Το πρώτο παγκόσμιο νόμισμα: Το Λυδικό Λιοντάρι

Εκείνη την εποχή, οι έμποροι ήθελαν να δημιουργήσουν ένα τυποποιημένο και εύκολα μεταφερόμενο είδος χρημάτων που θα απλοποιούσε τις συναλλαγές. Επειδή τα χρυσά κοσμήματα ήταν ήδη ευρέως αποδεκτά και αναγνωρίζονταν σε όλες τις γωνιές του πλανήτη, η δημιουργία ενός χρυσού νομίσματος με σφραγίδα φαινόταν να είναι η απάντηση.

Μετά την έλευση του χρυσού ως νόμισμα, η αξία του χρυσού άρχισε να αυξάνεται. Η ιστορία έχει παραδείγματα της επιρροής του χρυσού σε διάφορες αυτοκρατορίες, όπως η Ελληνική και η Ρωμαϊκή. Η Μεγάλη Βρετανία ανέπτυξε το δικό της νόμισμα το 1066 με βάση το μέταλλο. Η αξία της βρετανικής λίρας, των σελινιών και των πενών υπολογιζόταν με βάση την ποσότητα του χρυσού (ή αργύρου), που αντιστοιχούσε. Τελικά, ο χρυσός συμβόλιζε τον πλούτο σε όλη την Ευρώπη, την Ασία, την Αφρική και την Αμερική.



Εικόνα 2: Χρυσά νομίσματα Αγγλίας

Η κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών συνέχισε αυτήν την παράδοση με το χρυσό με τη δημιουργία του διμεταλλισμού το 1792. Ο διμεταλλισμός απλώς καθιέρωνε ότι κάθε νομισματική μονάδα στις Ηνωμένες Πολιτείες έπρεπε να στηρίζεται είτε στο χρυσό είτε στο ασήμι. Για παράδειγμα, ένα δολάριο ήταν το ισοδύναμο με 24,75 κόκκους του χρυσού. Με άλλα λόγια, τα νομίσματα που χρησιμοποιούνταν ως χρήματα αντιπροσώπευαν απλά το χρυσό (ή ασήμι) που έχει κατατεθεί σε τράπεζα.



Αλλά αυτός ο χρυσός κανόνας δεν διαρκεί για πάντα. Κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, υπήρχαν πολλά σημαντικά γεγονότα που οδήγησαν τελικά στην εξαίρεση του Χρυσού από το νομισματικό σύστημα. Το 1913, η Federal Reserve άρχισε να εκδίδει γραμμάτια (η σημερινή έκδοση του χαρτονομίσματος μας). Η FED τότε εγγυάται για τις εκδόσεις γραμματίων, ότι θα μπορούσαν να εξαργυρωθούν σε χρυσό όταν ζητηθεί. Το Gold Reserve Act του 1934 έδωσε τίτλους στην κυβέρνηση των ΗΠΑ για όλα τα χρυσά νομίσματα σε κυκλοφορία για να θέσει τέλος στην κάθε νέα κοπή χρυσών νομισμάτων. Εν ολίγοις, αυτή η πράξη άρχισε την ίδρυση της ιδέας ότι ο χρυσός ή τα χρυσά νομίσματα δεν ήταν πλέον αναγκαία για την εξυπηρέτηση τους ως χρήμα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες εγκατέλειψαν τον κανόνα χρυσού το 1971, όταν το αμερικανικό νόμισμα έπαψε να υποστηρίζεται από χρυσό.

Οι διακυμάνσεις της τιμής του χρυσού είναι διαφορετικές αναλόγως την παραγωγή χρυσού από χώρα σε χώρα και από ορυχείο σε ορυχείο.

Απ'το 1833-1933: Η τιμή ήταν \$20 η ουγγιά

1934-1963: Η τιμή ήταν \$35 (Rousvelt)

Απ'το 1967 έχουμε ελεύθερη διαπραγμάτευση ([13] *Juan Carlos Artigas, (2010)*).

Είναι σήμερα πολύτιμος;

Σήμερα ο χρυσός παρόλο που δεν υποστηρίζει ή υποστηρίζεται από κάποιο νόμισμα (δεν είναι πλέον συνδεδεμένος) συνεχίζει να ελκύει το επενδυτικό ενδιαφέρον. Σχεδόν όλα τα μεγάλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα έχουν αποθέματα σε φυσικό χρυσό. Τράπεζες και άλλα ιδρύματα όπως το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο έχουν αποθέματα και διακινούν ετησίως το 1/5 της κυκλοφορούν ποσότητας χρυσού.

Επιπλέον ο χρυσός είναι σίγουρα πολύτιμο μέταλλο διότι η τιμή του επηρεάζεται από την ζήτηση για κοσμήματα και επηρεάζεται και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εποχής. ([1] *Hammoudeh, S. and Yuan, Y. (2008)*)



Στην παρακάτω εικόνα βρίσκονται 58 χρηματιστηριακά κέντρα εμπορευμάτων:



Εικόνα 3:Χρηματιστηριακά Κέντρα Εμπορευμάτων



Πίνακας 1:Κατηγορίες εμπορευμάτων

Μαλακά εμπορεύματα - Καλλιέργειες	Σκληρά εμπορεύματα – Εξόρυξης ή Κατεργασίας	Αναδυόμενα εμπορεύματα χωρίς αγορές futures
Κριθάρι, Καλαμπόκι	Μέταλλα (Χρυσός , ασήμι, αλουμίνιο, χαλκός, Πλατίνα, μόλυβδος)	Σίδηρος
Καφές, κακάο, ζάχαρη	Αέριο (Φυσικό αέριο)	Ξυλεία
Βαμβάκι	Πετρέλαιο και Ενέργεια (Αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης)	Άνθρακας










Υπάρχουν πολλά χρηματιστήρια εμπορευμάτων. Παρακάτω μπορείτε να δείτε τα 22 πιο σημαντικά χρηματιστήρια εμπορευμάτων παγκοσμίως μαζί με τις ώρες λειτουργίας τους.

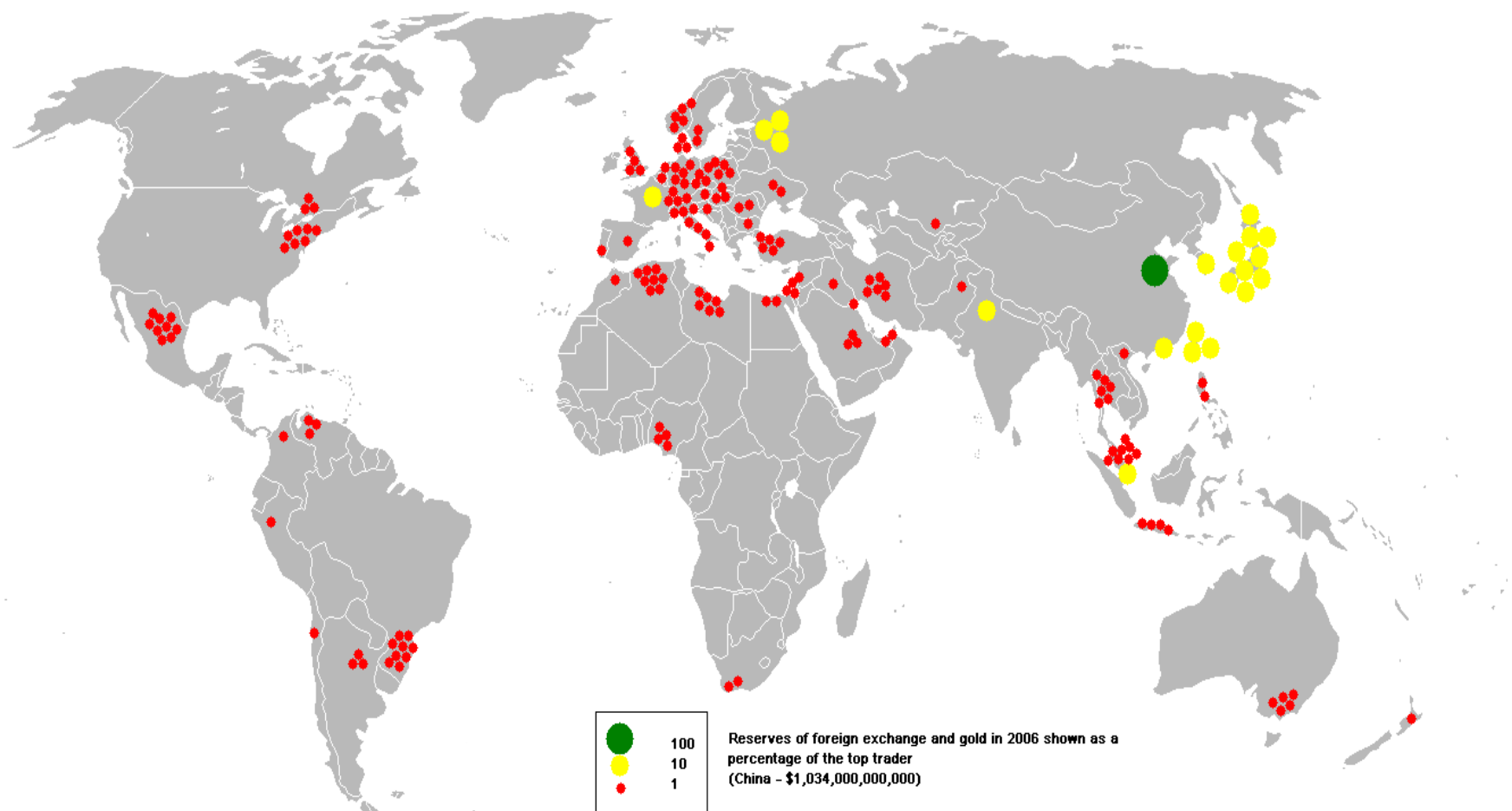
Πίνακας 2:Χρηματιστήρια εμπορευμάτων με τις ώρες λειτουργίας τους

Χρηματιστήρια εμπορευμάτων	Ώρες λειτουργίας (UTC) Δευτέρα με Παρασκευή
 Tokyo Commodity Exchange	00:00 – 06:30, 08:00 – 19:00
 Tokyo Grain Exchange	00:00 – 02:00, 04:00 – 09:45
 Central Japan Commodity Exchange	11:50 – 02:30, 04:00 – 06:30
 Dalian Commodity Exchange	01:00 – 03:30, 17:30 – 19:00
 Dubai Mercantile Exchange - DME	23:00 - 22:15 (next day)
 Brazilian Mercantile and Futures Exchange	13:00 – 20:30
 ICE Futures Europe	24 hours
 London Metal Exchange	24 hours
 European Energy Exchange	24 hours
 Iran Mercantile Exchange	13:30 – 21:30



 Multi Commodity Exchange	04:15 – 18:00
 South African Futures Exchange	07:00 – 15:00
 Australian Securities Exchange	23:50 – 06:12
 Flett Exchange	24 hours
 Bursa Malaysia - MDEX	01:00 – 04:30, 06:30 – 08:45
 Chicago Mercantile Exchange	15:00 – 22:00, 23:00 – 22:00 (επόμενη μέρα)
 National Commodity and Derivatives Exchange	03:00 – 01:30
 Eurex Exchange	07:00 – 21:00
 New York Mercantile Exchange	12:20 – 17:30, 22:00 – 21:15 (επόμενη μέρα)
 Moscow Exchange	06:00 – 19:50
 Chinese Gold and Silver Exchange Society	01:00 – 04:00, 06:00 – 09:00
 Shanghai Futures Exchange	01:00 – 03:30, 05:30 – 07:00, 13:00 – 18:30





Εικόνα 4: Αποθετήρια χρυσού και Συναλλάγματος βάσει όγκου συναλλαγών



Τα τελευταία χρόνια οι τιμές των μετάλλων παρουσιάζουν αυξημένες διακυμάνσεις. Υπάρχουν επιπλέον παράγοντες που επηρεάζουν την προσφορά και τη ζήτηση χρυσού όπως η συστημική οικονομική αστάθεια, ο πληθωρισμός, οι πολιτικές και πολεμικές κρίσεις.

Συστημική αστάθεια. Σε περιπτώσεις συστημικής αστάθειας οι επενδυτές αγοράζουν Χρυσό, αυξάνοντας τη ζήτηση ως ένα ασφαλές μέσο αποθήκευσης.

Πληθωρισμός. Αν οι πραγματικές αποδόσεις σε μετοχές, ομόλογα και ακίνητα είναι αρνητικές τότε πολλοί καταφεύγουν στο Χρυσό ως μέσο εγγύησης της σταθερότητας της τιμής του.

Πόλεμος ή πολιτική κρίση. Αποταμιεύσεις ετών μπορούν σε τέτοιες περιπτώσεις να καταναλωθούν ως διαβατήριο για τη μετακόμιση σε έναν ασφαλέστερο προορισμό. Εδώ ο κόσμος αποθηκεύει σε Χρυσό έτσι ώστε να διατηρηθεί η αξία της περιουσίας τους.

Σχετικά με την τιμή του πολύτιμου μετάλλου, οι παρελθοντικές διακυμάνσεις θα έπρεπε να λαμβάνονται υπόψη για την μελλοντικές προγνώσεις ([1] Hammoudeh, S. and Yuan, Y. (2008).

Η τιμή του Χρυσού σήμερα διαμορφώνεται και επηρεάζεται από όλες τις αγορές που προσφέρουν και ζητούν Χρυσό όπως :

1. Οι αγορές μελλοντικής εκπλήρωσης Χρυσού,
2. Οι φυσικές αγορές Χρυσού,
3. Οι τράπεζες Χρυσού,
4. Μετοχές ορυχείων.

Αγορές Μελλοντικής εκπλήρωσης

Οι αγορές μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) δεσμεύουν μία συμφωνία πώλησης εμπορεύματος σε μελλοντικό χρόνο, ορίζοντας από τώρα την τιμή οπότε και την αξία της συναλλαγής. Συνήθως οι συμφωνίες γίνονται μεταξύ επιχειρήσεων ή/και επενδυτών. Αν για παράδειγμα ένα εργοστάσιο στην Ιαπωνία έχει κλείσει μία παραγγελία με παράδοση σε ένα έτος τότε θα επιθυμούσε να μπορεί να αγοράζει Χρυσό σε σταθερή τιμή.



Κατά συνέπεια έρχεται από σήμερα σε συμφωνία με κάποιον πωλητή ο οποίος υπογράφει για την σταθερότητα της τιμής και τη συμφωνία συναλλαγής. Αν η τιμή ανέβει τότε η εταιρία είναι διασφαλισμένη ότι δεν θα υποστεί τη ζημιά της υπεραξίας. Αν η τιμή μειωθεί η εταιρία θα αγοράσει το Χρυσό στην προβλεπόμενη συμφωνία εκτός αν έχει προβλεφθεί αξία ποινής σε περίπτωση που η εταιρεία δεν αγοράσει από τον πωλητή και αγοράσει από την αγορά σε τρέχουσες τιμές.

Δεδομένου ότι το ποσό αυτό μπορεί να είναι μεγάλο (για παράδειγμα, 100 ουγκιές x 1.300 δολάρια / ουγκιά = \$130.000), τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι πιο κατάλληλα για έμπειρους επενδυτές. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν συχνά συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης επειδή οι προμήθειες είναι πολύ χαμηλές και οι απαιτήσεις περιθωρίου είναι πολύ χαμηλότερες σε σχέση με τις παραδοσιακές επενδύσεις σε ίδια κεφάλαια.

Οι επιλογές (options) για συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι μια εναλλακτική λύση για την αγορά ενός οριστικού συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης. Αυτά δίνουν στον επενδυτή το δικαίωμα να αγοράσει το συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα σε μια προκαθορισμένη τιμή. Ένα πλεονέκτημα της επιλογής είναι ότι αξιοποιεί την αρχική επένδυση σε σχέση με τα όρια για απώλειες πάνω στην αξία που καταβλήθηκε. Σε αντίθεση με μια επένδυση μελλοντικής εκπλήρωσης, η οποία βασίζεται στην τρέχουσα αξία του χρυσού, το μειονέκτημα των επιλογών (options) είναι ότι ο επενδυτής πρέπει να πληρώσει ένα ασφάλιστρο για την υποκείμενη αξία του χρυσού ώστε να μπορεί να αγοράσει την επιλογή.

Ακόμα κι έτσι, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης παραμένουν η φθηνότερη λύση (προμήθειες + έξοδα από τόκους) για να αγοράσει κανείς ή να πουλήσει χρυσό όταν επενδύονται μεγάλα ποσά.

Τράπεζες Χρυσού (Διαπραγματεύσιμα αμοιβαία κεφάλαια)

Όσο αφορά στην επενδυτική αγορά, υπάρχει η αγορά άυλων τίτλων χρυσού με τιμές έναντι των κυριότερων νομισμάτων, όπου μπορεί κανείς να επενδύσει σε Χρυσό όπως ακριβώς στις αγορές συναλλάγματος.



Αυτό είναι ένα παράγωγο προϊόν επένδυσης όπου ουσιαστικά ο επενδυτής δεν αγοράζει ή πουλάει φυσικό χρυσό αλλά ούτε και μερίδια μετοχών. Αγοράζει και πουλάει αμοιβαία κεφάλαια που ποντάρουν στην άνοδο ή την πτώση του Χρυσού. Το επενδυτικό αυτό προϊόν έδωσε την ευκαιρία στις τράπεζες να εμπορεύονται την αξία των πολύτιμων μετάλλων χωρίς τη φυσική συναλλαγή της μεταφοράς ράβδων. Σε αυτήν την αγορά το πρόβλημα εμφανίζεται στη μόχλευση καθώς οι τράπεζες πωλούν χιλιάδες φορές παραπάνω σε ETFs την ποσότητα του Χρυσού που έχουν σε απόθεμα. Κατά συνέπεια δημιουργούνται αγορές φούσκες.

Επιπλέον των ETFs υπάρχουν κατασκευασμένοι δείκτες που περιλαμβάνουν διάφορους συνδυασμούς από αμοιβαία των τεσσάρων μετάλλων. Σε αυτούς τους δείκτες μπορεί να επενδύσει κανείς όπως σε όλα τα χρηματιστήρια μετοχών.

Η τιτλοποίηση των αγορών εμπορευμάτων έχει αλλάξει τη συμπεριφορά και την εξάρτηση μεταξύ εμπορευμάτων και χρηματαγορών. Τα εμπορεύματα έχουν γίνει μόδα επένδυσης για τους θεσμικούς επενδυτές. Την τελευταία 10ετία οι χρηματιστές αύξησαν τη συμμετοχή τους στα εμπορεύματα, το οποίο έφερε την είσοδο του χρυσού στην αγορά εμπορευμάτων . Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνονται οι τιμές απροσδόκητα και να αναμένεται επαναφορά όταν αλλάξουν στάση οι επενδυτές. ([16] Adams, Z. and Gluck, T. (2013))

Φυσική αγορά Χρυσού

Η φυσική αγορά Χρυσού, αφορά σε ράβδους Χρυσού, νομίσματα και αποκαλείτε Gold Bullion. Εδώ ο αγοραστής μπορεί να προμηθευτεί μπάρα Χρυσού (αξίας π.χ. \$130.000) την οποία μπορεί να πουλήσει μόνο ολόκληρη και όχι ένα μέρος. Για το λόγο αυτό τα νομίσματα είναι πιο ευέλικτη επένδυση.



Εικόνα 5: Φυσικοί ράβδοι χρυσού



Μερικά νομίσματα, αναλόγως το έτος δημιουργίας έχουν συλλεκτική αξία για συλλέκτες. Ένα μειονέκτημα είναι το κόστος αποθήκευσης και ασφάλισης. Η φυσική αγορά Χρυσού έχει επιπλέον να κάνει με την εμπορική αγορά των κοσμημάτων καθώς και την αγορά του Χρυσού για βιομηχανικά εργαλεία, εξαρτήματα κλπ. Εδώ η συναλλαγή έχει το στοιχείο όπου ανταλλάσσονται χρήματα με επεξεργασμένους όγκους Χρυσού. Στην αγορά αυτή εμπλέκονται τα ορυχεία πολύτιμων μετάλλων, οι αργυροχρυσόχοι, οι βιομηχανίες κλπ. Γίνονται συμφωνίες μεταξύ τους και αγοράζουν Χρυσό απευθείας από τα ορυχεία.

Ο Χρυσός έχει την ιδιότητα να μην διαβρώνεται και να μην οξειδώνεται. Αυτό του δίνει άφθαρτη αξία με το πέρασμα του χρόνου. Επιπλέον είναι καλός αγωγός τόσο της θερμότητας όσο και του ηλεκτρισμού. Σήμερα χρησιμοποιείται στον τομέα της οδοντιατρικής και των ηλεκτρικών ειδών αλλά κυρίως αποτελεί το κύριο συστατικό της αγοράς κοσμημάτων.

Το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής χρυσού χρησιμοποιείται για να παραχθούν κοσμήματα. Με την εξέλιξη του παγκόσμιου πληθυσμού και του πλούτου να αυξάνονται κάθε χρόνο, η ζήτηση για χρυσό που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή κοσμημάτων αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

Αγοράζοντας κοσμήματα σε τιμές λιανικής συνεπάγεται υπεραξία στην τιμή του χρυσού έως και 400% σε σχέση με την αντικειμενική αξία σε χρυσό. Καλύτερες ευκαιρίες για κοσμήματα μπορεί να βρει κανείς σε δημοπρασίες. Το πλεονέκτημα της αγοράς κοσμημάτων με αυτόν τον τρόπο είναι ότι δεν υπάρχει καμία λιανική υπεραξία. Το μειονέκτημα είναι ο χρόνος που δαπανάται για την εύρεση αυτών των πολύτιμων κοσμημάτων σε δημοπρασίες. Ως μια μορφή τέχνης, τα χρυσά κοσμήματα είναι εντυπωσιακά. Ως επένδυση, είναι μέτρια - εκτός αν είναι κάποιος κοσμηματοπώλης.

Μετοχές ορυχείων

Οι μετοχές ορυχείων υπάρχουν στα χρηματιστήρια όλου του κόσμου και μέσω αυτών μπορεί κάποιος επενδυτής να εμπορευτεί έμμεσα την τιμή των πολύτιμων μετάλλων. Όσο οι τιμές των πολύτιμων μετάλλων αυξάνουν, αυξάνονται και οι τιμές των μετοχών των ορυχείων σε φυσιολογικές συνθήκες. Το ίδιο ισχύει και στη μείωση της αξίας των μετάλλων αναλογικά. Λόγω του ότι οι μετοχές έχουν να κάνουν με επιχειρήσεις, μεγάλο



ρόλο παίζει και η διαχείριση της επιχείρησης πολλώ δε μάλλον τα αποθέματα προς εξόρυξη και το κόστος εξόρυξης.

Επιπλέον υπάρχουν δείκτες με διάρθρωση από μετοχές ορυχείων που μπορεί να επενδύσει κανείς.



Εικόνα 6: Διάγραμμα μετοχής ορυχείου χρυσού (Newmont + Mining Corp)

Σύγχρονες μορφές περιουσίας σε χρυσό

Μία από τις κύριες διαφορές μεταξύ, α) της επένδυσης σε χρυσό αρκετές εκατοντάδες χρόνια πριν και β) την επένδυση σε χρυσό σήμερα, είναι η ύπαρξη πολλών επιλογών και μορφών επένδυσης. Σήμερα, οι επενδυτές μπορούν να επενδύσουν σε χρυσό από τις κάτωθι αγορές και στις κάτωθι μορφές:

- ⊙ Μελλοντικής εκπλήρωσης σε Χρυσό
- ⊙ Χρυσά νομίσματα
- ⊙ Εταιρείες Χρυσού

- ⊙ ETFs Χρυσού
- ⊙ Αμοιβαία Κεφάλαια Χρυσού
- ⊙ Τράπεζες Χρυσού
- ⊙ Χρυσά κοσμήματα

Ο πληθωρισμός

Κάποτε η ισοτιμία του Χρυσού είχε κλειδωθεί στα \$35 η ουγκιά. Αν είχες \$35 ή μία ουγκιά Χρυσό ήταν το ίδιο και το αυτό. Αν σήμερα κρατούσες μια ουγκιά Χρυσό θα μπορούσες να αγοράσεις πολλά περισσότερα πράγματα από ότι με \$35. Αυτό έχει συμβεί διότι ο πληθωρισμός έχει τροποποιήσει την αξία του \$.

Όλα τα εμπορεύματα μπορούν να παίξουν το ρόλο της αντιστάθμισης έναντι του πληθωρισμού. ([2] Fulli-Lemaire, N. (2013))

Ο Χρυσός ως αντιστάθμιση του \$ και του πληθωρισμού

Οι επενδυτές, σε περιπτώσεις αποδυνάμωσης της οικονομίας των ΗΠΑ, επενδύουν τα δολάρια τους στο πολύτιμο αυτό μέταλλο ώστε να διασφαλίσουν ότι δεν θα χάσουν την αξία τους. Το ίδιο ακριβώς γίνεται και με τον πληθωρισμό. Το φαινόμενο αυτό έχει ως συνέπεια να πέφτει ακόμα περισσότερο το \$ λόγω του ότι όσοι θέλουν να αγοράσουν Χρυσό, πουλούν \$.

Σε συνέχεια του παραπάνω σκεπτικού, λόγω πτώσης του \$ ενισχύονται και όλα τα υπόλοιπα νομίσματα. Λόγω του ότι παγκοσμίως η τιμή του Χρυσού εκφράζεται σε \$, ο Χρυσός γίνεται φθηνότερος σε σχέση με την αξία των άλλων νομισμάτων και αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση της ζήτησής του από ξένους επενδυτές και την αύξηση της τιμής.

Ο χρυσός ως ασφαλές καταφύγιο

Είτε πρόκειται για εντάσεις στη Μέση Ανατολή, την Αφρική ή αλλού, γίνεται ολοένα και πιο φανερό ότι η πολιτική και οικονομική αβεβαιότητα είναι μια άλλη πραγματικότητα του σύγχρονου οικονομικού περιβάλλοντος μας. Για το λόγο αυτό, οι επενδυτές συνήθως αναζητούν το χρυσό ως ασφαλές καταφύγιο σε περιόδους πολιτικής και οικονομικής αβεβαιότητας. Γιατί συμβαίνει αυτό; Διότι, η ιστορία είναι γεμάτη από γεγονότα



κατάρρευσης αυτοκρατοριών, πολιτικά πραξικοπήματα και κατάρρευση νομισμάτων. Κατά τη διάρκεια αυτών, οι επενδυτές που κατείχαν χρυσό ήταν σε θέση να προστατεύσουν τον πλούτο τους με επιτυχία και σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμη και να χρησιμοποιήσουν το χρυσό για να ξεφύγουν από το σύνολο της αναταραχής. Κατά συνέπεια, κάθε φορά που υπάρχουν νέα γεγονότα που υπαινίσσονται κάποιο είδος αβεβαιότητας, οι επενδυτές θα αγοράζουν συχνά χρυσό ως ασφαλές καταφύγιο.

Αν θεωρήσουμε ότι ο Χρυσός είναι ένα ασφαλές καταφύγιο τότε ορίζουμε ότι είναι ένα χρεόγραφο το οποίο δεν σχετίζεται με μετοχές και ομόλογα στην περίπτωση ενός χρηματοοικονομικού κραχ. Αυτό είναι αντίθετο με το ότι ο χρυσός ως αντιστάθμιση είναι ασυσχέτιστος με το μέσο όρο μετοχών και ομολόγων. Σύμφωνα με την ανάλυση αυτή [11] ο χρυσός είναι τελικά ένα χρεόγραφο αντιστάθμισης όσο αφορά στον κατά μέσο όρο των μετοχών και ένα ασφαλές καταφύγιο σε κρίσιμες συνθήκες αγορών. Σύμφωνα με την μελέτη σε ανοδικές αγορές ο χρυσός δε νοείται ως ασφαλές καταφύγιο διότι σε ανοδική αγορά δεν υπάρχει ανάγκη για ασφαλές καταφύγιο.

Διαφοροποίηση χαρτοφυλακίου με το χρυσό

Λόγω της μη εξάρτησης του Χρυσού από τις τιμές των μετοχών, των ομολόγων και των ακινήτων, αποτελεί επένδυση διαφοροποίησης χαρτοφυλακίου. Στις μέρες μας υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα σε όλα τα επίπεδα που κάνουν το Χρυσό να αποτελεί ένα καλό μέσο αντιστάθμισης της περιουσίας ενός χαρτοφυλακίου.

Απο την εργασία ([17] *Lucey, B. and O'Connor, F. (2013)*) για το αν ο Χρυσός προσφέρει καλύτερη επενδυτική προστασία έναντι δημοσίων χρεών, απορρέουν τα κάτωθι:

- 1) Ο χρυσός είναι μία καλή επενδυτική ευκαιρία κατά τη διάρκεια οικονομικής κρίσης αλλά τα υπόλοιπα μέταλλα δίνουν καλύτερες αποδόσεις.
- 2) Όλα τα μέταλλα έχουν την ικανότητα να προστατεύουν τους επενδυτές.
- 3) Ο χρυσός είναι ασφαλής αντιστάθμιση στα ομόλογα αναλόγως τη χώρα διότι για κάποιες χώρες έχει θετική αλλά σε κάποιες άλλες αρνητική συσχέτιση με αυτά.



Τί χρεόγραφο είναι τελικά ο χρυσός σε σχέση με άλλα

Σύμφωνα με τα παραπάνω και με τη μελέτη [11] Baur, D. and Lucey, B. (2010) του Χρυσού ως αντιστάθμιση ή ασφαλές καταφύγιο, τα αποτελέσματα είναι τα κάτωθι:

α) Ο Χρυσός νοείται ως αντιστάθμιση για Αμερικανικές και Αγγλικές μετοχές καθώς και για Γερμανικά ομόλογα. (Αντιστάθμιση (*hedging*) ορίζεται ως το περιουσιακό στοιχείο το οποίο δεν συσχετίζεται ή συσχετίζεται αρνητικά με ένα άλλο κατά μέσο όρο περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο (αυστηρή αντιστάθμιση => αρνητική συσχέτιση))

β) Με θετική συσχέτιση ο Χρυσός αποτελεί διαφοροποίηση από Γερμανικές μετοχές καθώς και Αμερικανικά και Αγγλικά ομόλογα. (Διαφοροποίηση (*diversification*) ορίζεται ως το περιουσιακό στοιχείο το οποίο είναι θετικά (αλλά όχι τέλεια) συσχετιζόμενο με ένα άλλο περιουσιακό στοιχείο.)

γ) Ασφαλές καταφύγιο (*safe heaven*) ορίζεται ως το περιουσιακό στοιχείο εκείνο το οποίο είναι ασυσχέτιστο ή αρνητικά συσχετιζόμενο με ένα άλλο περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο σε περιπτώσεις στρες και αναταραχών.

Μεταβλητές επιρροής της τιμής του χρυσού

Η πρώτη ένδειξη της προσδοκίας σε τιμή του Χρυσού έρχεται από τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (*futures*) και τις τιμές (*forward prices*) όπου η συσχέτιση είναι 0,9989. ([6] *Sjaastad, L. (2008)*)

Χρησιμοποιώντας τα μοντέλα GARCH αποδεικνύεται ότι η τιμή του μετάλλου επηρεάζεται από παρουσία ΣΟΚ στις τιμές του πετρελαίου (*Crude Oil*) και των επιτοκίων δανεισμού (*interest rates*). ([1] *Hammoudeh, S. and Yuan, Y. (2008)*)

Επιπλέον μέσω των MGARCH μοντέλων μελετήθηκαν μηνιαία δεδομένα μεταξύ 6/1992 και 3/2010 όπου η μεγαλύτερη συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ Χρυσού και Αμερικανικού δολαρίου (\$) και η δεύτερη μεταξύ Χρυσού και τιμών πετρελαίου Brent ([7] *Toraman, C., Basarir, C. and Bayramoglu, M. (2011)*). Κατά τα λοιπά βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ του Χρυσού και των εμπορευμάτων και DOW, EURUSD, US Int rates, CPI ([7] *Toraman, C., Basarir, C. and Bayramoglu, M. (2011)*).

Η συσχέτιση του Χρυσού με μετοχές είναι πάρα πολύ μικρή ([9] *Aroui, M., Hammoudeh, S., Lahiani, A. and Nguyen, D. (2013)*).



Σε μία δημοσίευση του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας του Σίδνεϋ, σε δεδομένα από τον 5/1990 έως τον 7/2009 εφαρμόστηκαν μοντέλα DSTCC-GARCH και βρέθηκε ότι μία υποτίμηση του δολαρίου σε συνδυασμό με χαμηλά επιτόκια δημιουργούν διεγερτικό περιβάλλον για το Χρυσό ([8] *Silvennoinen, A. and Thorp, S. (2013)*). Επιπλέον η βιομηχανική παραγωγή στην Κίνα και στην Ινδία καθώς και η ανάπτυξη των αναδυόμενων αγορών στην Ασία επιταχύνει την κατανάλωση καυσίμων, μετάλλων και τροφίμων ([8] *Silvennoinen, A. and Thorp, S. (2013)*).

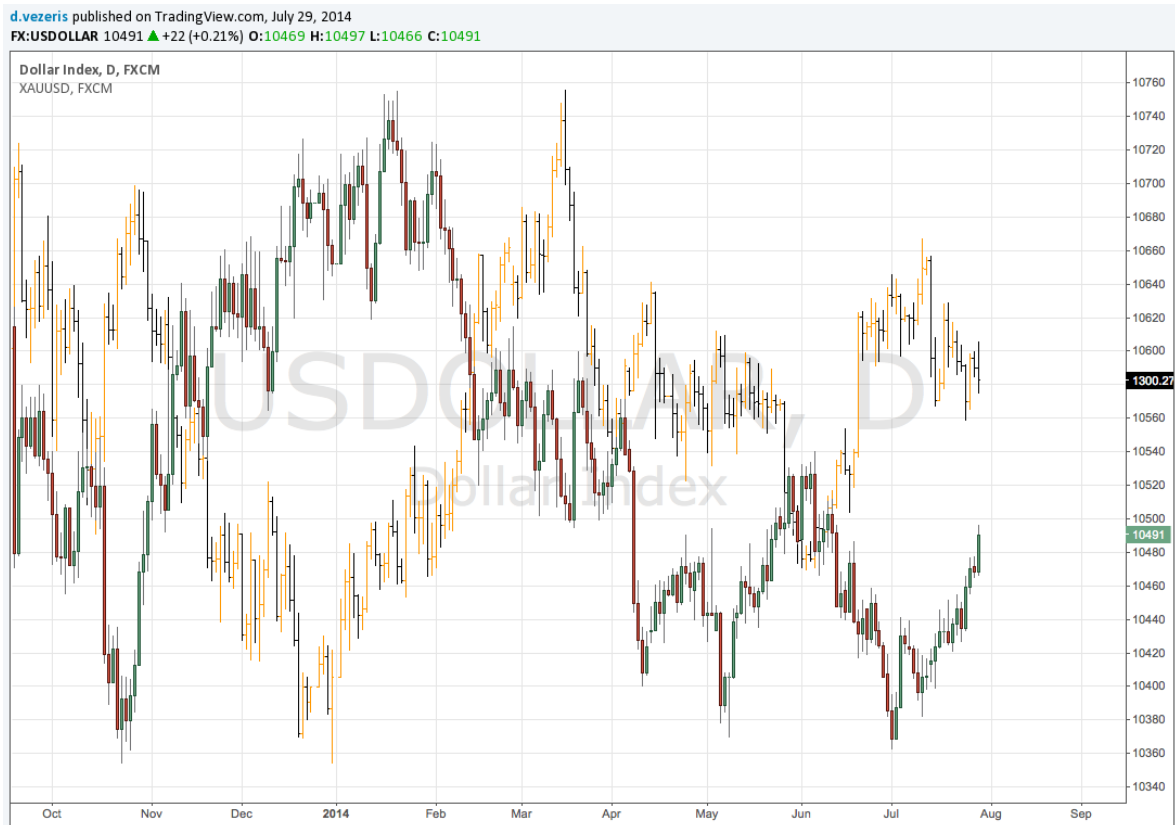
Σε μια μελέτη αντιστάθμισης στο Drexel University Philadelphia ([12] *Hammoudeh, S., Yuan, Y., McAleer, M. and Thompson, M. (2010)*), λήφθηκαν υπόψιν τα καθημερινά κλεισίματα των 4 μετάλλων (χρυσός, ασήμι, πλατίνα, παλάδιο), καθώς και τα επιτόκια FFR της FED και η ισοτιμία EUR/USD, για την περίοδο 4/1/1999-5/11/2007. Στην μελέτη εφαρμόστηκαν μοντέλα VARMA – GARCH & DCC – MGARCH τα οποία έδειξαν τα κάτωθι:

- α) Υψηλότετη συσχέτιση της τιμής του χρυσού σε σχέση με την ισοτιμία EUR/USD.
- β) Μικρή συσχέτιση με υπόλοιπες μακροοικονομικές μεταβλητές.
- γ) Ο χρυσός θεωρείται ως ασφαλές καταφύγιο ως προς το δολάριο.

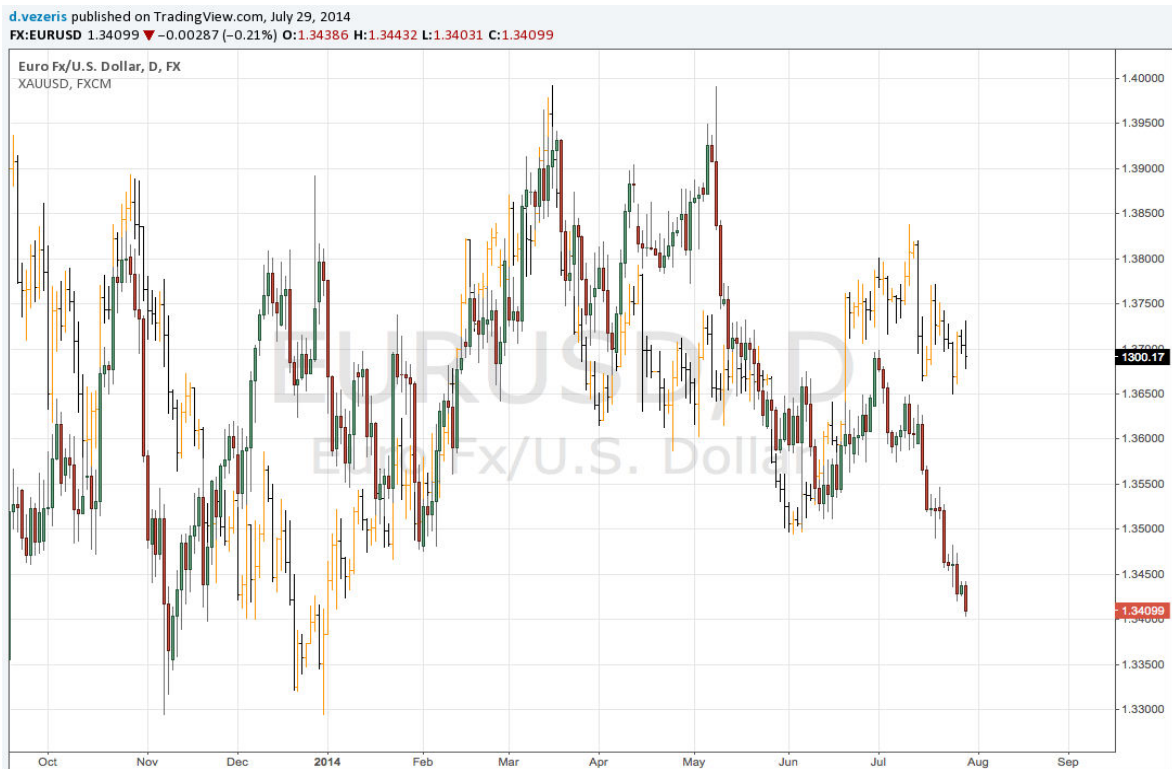
Επίσης στην εργασία [17] *Lucey, B. and O'Connor, F. (2013)* προκύπτει ότι η τιμή του χρυσού επηρεάζεται από:

- α) Πληθωρισμό των Η.Π.Α.
- β) Δείκτη τιμών των καταναλωτών των Η.Π.Α.
- γ) Δείκτης ισχύς δολαρίου (USD Strength Index) σε σχέση με άλλα νομίσματα (αρνητική συσχέτιση). Όταν η τιμή του USD υποχωρεί ως προς τα άλλα, υποχωρεί και η τιμή του χρυσού, η οποία παγκόσμιος εκφράζεται σε USD/ουγκιά.
- δ) Επιτόκια δανεισμού της FED
- ε) Αποδόσεις μετοχών των US, UK, και Germany (αρνητική συσχέτιση)





Εικόνα 7: Αρνητική συσχέτιση Gold / US Dollar Strength Index (Κίτρινο/μαύρο χρώμα χρυσός, πράσινο/κόκκινο χρώμα δείκτης δολαρίου)



Εικόνα 8: Θετική συσχέτιση χρυσού / EURUSD



Στη Μαλαισία από μελέτη δεδομένων που έγινε την περίοδο 2003-2012, βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ του πληθωρισμού και της αξίας συναλλάγματος σε Εθνικό επίπεδο σε σχέση με την αξία του Χρυσού. Αντιθέτως βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της αξίας του Χρυσού και του πετρελαίου ([3] *Ibrahim, S., Kamaruddin, N. and Hasan, R. (2014)*).

Στην Ινδία αναλύοντας τα δεδομένα από το 1/2002 έως και τον 12/2012 ο Χρυσός αυξήθηκε κατά 900%. Τη δεκαετία του 1990 ο Χρυσός είχε μία ραγδαία αύξηση λόγω της ελευθερίας της πολιτικής εισαγωγών και ανάπτυξης. Αποτελεί σημαντική αξία τόσο κοινωνική όσο και δομική για την Ινδία [4]. Αυτά που παρατηρήθηκαν ως επιρροές στην τιμή του Χρυσού είναι τα κάτωθι [4] & [5]:

- Μείωση της προσφοράς από τα Ορυχεία
- Πληθωρισμός και Συνάλλαγμα
- Αρνητική συσχέτιση με US δολάριο,
- Γεωπολιτικές ανησυχίες,
- Αδυναμία οικονομικών αγορών (αρνητική συσχέτιση με μετοχές, ακίνητα, ομόλογα),
- Ζήτηση από κεντρικές τράπεζες.

Η σχέση του Χρυσού με τιμές μετοχών των χρηματιστηρίων του Karachi & Bombay, σε δεδομένα από 7.2005 έως 6.2011 φάνηκε ανύπαρκτη με το Karachi αλλά αυξημένη μακροπρόθεσμη συσχέτιση με της Βομβάης ([10] *Bilal, A., Talib, N., Haq, I., Khan, M. and Naveed, M. (2013)*). Στην αγορά των κοσμημάτων η Ινδία έχει μεγάλο ρόλο τόσο ως εισαγωγέας Χρυσού όσο και ως εξαγωγέας κοσμημάτων.

Στην Κίνα από τις 17/5/2012 διπλασιάστηκε η ζήτηση σε Χρυσό ([18] *Arouri, M., Lahiani, A., Nguyen, D. and others, (2013)*). Επιπλέον ο Χρυσός σε σχέση με το δείκτη China MSCI Index αποτελεί στρατηγική διαφοροποίησης χαρτοφυλακίου ([18] *Arouri, M., Lahiani, A., Nguyen, D. and others, (2013)*).



Σε εργασία για την πρόγνωση του Χρυσού ([14] *Shafiee, S. and Topal, E. (2010)*) αναφέρεται ότι κατά τα έτη 2008-2009 τα περισσότερα μέταλλα έπεσαν όταν η οικονομία ήταν σε ύφεση όπου πολλά ορυχεία κινδύνεψαν να διατηρηθούν μη βιώσιμα. Η τιμή όμως και η παραγωγή χρυσού είχαν διαφορετική συμπεριφορά.

Η παροχή χρυσού 2002-2007 ήταν περίπου ίση με 3500 tn/year όπου οι 2500tn προέρχονταν από ορυχεία και οι 1000tn από τράπεζες. Η απαίτηση κατά μέσο όρο είναι 2500tn για κοσμήματα και 1000tn σε επενδυτές λιανικής ([14] *Shafiee, S. and Topal, E. (2010)*).

Απ'το 1998-2007 έχουμε μείωση της απαίτησης για κοσμήματα αλλά αύξηση για επενδύσεις ([14] *Shafiee, S. and Topal, E. (2010)*).

Η αναφορά του Παγκόσμιου Συμβουλίου του Χρυσού το 2010 (333-158105) περιέχει στοιχεία από το 1968-2008 και περιλαμβάνει τις τιμές χρυσού, παροχής, ρευστότητας και πληθωρισμού.

Η παροχή ρευστότητας μπορεί να αυξήσει εκ των προτέρων την τιμή του χρυσού, σε μέσο όρο από 6 έως 9 μήνες. Αν η παροχή ρευστότητας, αντί να δοθεί για οικονομική ανάπτυξη δοθεί για στήριξη μιας οικονομίας σε ύφεση, τότε ο χρυσός είναι πτωτικός. Έτσι και αλλιώς πάντως έχει μία συσχέτιση και μπορεί να αποτελέσει δείκτη για την ταχύτητα ανάκαμψης σε πληθωριστικές πιέσεις ([13] *Juan Carlos Artigas, (2010)*).

Αν αυξηθεί κατά 1% η παροχή ρευστότητας στην Αμερική τότε συνεπάγεται 0.9% αύξηση του χρυσού 6 μήνες νωρίτερα, ενώ αν αυξηθεί κατά 1% η παροχή ρευστότητας σε Ινδία και EU τότε συνεπάγεται 0.7% και 0.5% αντίστοιχα αύξηση του χρυσού 6 μήνες νωρίτερα ([13] *Juan Carlos Artigas, (2010)*).

Η ζήτηση σε χρυσό αφορά ([13] *Juan Carlos Artigas, (2010)*):

Το 68% της συνολικής ζήτησης του χρυσού αντιστοιχεί στα κοσμήματα. Από αυτό το ποσοστό, το 50% προέρχεται από Ινδία, Κίνα, Τουρκία και Μέση Ανατολή.

Το 20% της ζήτησης αντιστοιχεί σε επενδύσεις που προέρχονται από Ινδία, Ευρώπη και Αμερική.

Τέλος, το υπόλοιπο 12% αντιστοιχεί σε βιομηχανικές εφαρμογές, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων προέρχεται από την Ιαπωνία.



Κατά συνέπεια, για να βγουν ασφαλή συμπεράσματα θα πρέπει να γίνει εκτίμηση της παγκόσμιας οικονομίας ώστε να δούμε τι την επηρεάζει και σίγουρα της παροχής ρευστότητας, του πληθωρισμού και του ποσοστού ανάπτυξης.

Όσο αφορά σε αύξηση την παροχής ρευστότητας:

1) Αύξηση παροχής χρήματος μπορεί να έχουμε σε μία αναπτυσσόμενη αγορά , χωρίς όμως να έχουμε αύξηση πληθωρισμού.

2) Αντίθετα αν οι τράπεζες ενισχύσουν για πολύ καιρό την ενίσχυση ρευστότητας σε περίοδο οικονομικής ύφεσης, τότε μπορεί να ενισχυθούν οι πληθωριστικές πιέσεις, σύμφωνα με την κλασική οικονομική θεωρία του μονεταρισμού.

Και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να έχουμε αύξηση της τιμής του χρυσού. Αν σε περίπτωση πλούτου αυξηθεί η ζήτηση σε κοσμήματα ή σε περίοδο ύφεσης αν αυξηθεί ο πληθωρισμός σε επενδύσεις σε ασφαλή καταφύγια (σκληρά μέταλλα).

Ασήμι - Πλατίνα - Παλλάδιο

Στο σημείο αυτό υπάρχει μια διαφοροποίηση για το Ασήμι. Το ασήμι χρησιμοποιείται περισσότερο στη βιομηχανία αλλά η αίσθηση του αν είναι ασφαλές μέσο ποικίλλει. Αυτός είναι και ο λόγος που έχει μεγαλύτερες διακυμάνσεις. Η αγορά ανεπίσημα λέει: Αν θέλεις να αγοράσεις Χρυσό αγόρασε ασήμι και αν θέλεις να πουλήσεις χρυσό πούλα ασήμι, λόγω του ότι το ασήμι έχει σχεδόν διπλάσια ποσοστά διακύμανσης από το χρυσό.

Το ασήμι χρησιμοποιείται πολύ σε ηλεκτρονικά είδη λόγω αγωγιμότητας και ειδικά σε επαφές λόγω αντοχής στο χρόνο και ελάχιστης φθοράς. Αυτό έχει ως συνέπεια αντίθετα με το Χρυσό, η τιμή του να επηρεάζεται περισσότερο από τους κανόνες της προσφοράς και της ζήτησης. Από την άλλη είναι δύο επενδυτικά προϊόντα τα οποία έχουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους.

Ομοίως η πλατίνα χρησιμοποιείται πολύ στη βιομηχανία αυτοκινήτων ειδικότερα στις καταλύτες. Η ζήτηση μειώθηκε με την εισαγωγή της ανακύκλωσης καταλυτών. Τα ορυχεία πλατίνας εδρεύουν σε Νότια Αφρική και Ρωσία οπότε και κάνουν το εμπόρευμα εύκολα ελεγχόμενο από άποψη τιμής πώλησης (καρτέλ). Πιο αξιόπιστο και με τα ίδια χαρακτηριστικά θεωρείται το Παλλάδιο.





Εικόνα 9: Κυριότερες μορφές και τύποι πολύτιμων μετάλλων στην αγορά

Επιλογή μεταβλητών

Σύμφωνα με τα παραπάνω και σύμφωνα με τις τελευταίες δημοσιευμένες εργασίες που αφορούν στις μεταβλητές που επηρεάζουν την τιμή του Χρυσού, επιλέγεται να εξεταστούν σε στοιχεία τριμηνιαίας βάσης και καθημερινής τα κάτωθι:

Πίνακας 3: Εξέταση μεταβλητών τριμηνιαίας συχνότητας

	Τριμηνιαία μεταβλητή	Λόγος προσφοράς και ζήτησης χρυσού
Περίοδος	30/9/1985-31/3/2014	
Μεταβλητή 1	DAX	Επένδυση
Μεταβλητή 2	Dow Jones IA	Επένδυση
Μεταβλητή 3	Japan Indust. Index	Βιομηχανία
Μεταβλητή 4	VOX	Διακύμανση S&P500 / Γεωπολιτικές εξελίξεις
Μεταβλητή 5	Crude Oil	Γεωπολιτικές εξελίξεις / Κόστος εξόρυξης
Μεταβλητή 6	Εμπορικό ισοζύγιο Κίνας	Κοσμήματα
Μεταβλητή 7	Εμπορικό ισοζύγιο Τουρκίας	Κοσμήματα
Μεταβλητή 8	USA δείκτης τιμών καταναλωτή	Ροή χρήματος
Μεταβλητή 9	US Δείκτης ανεργίας	Ροή χρήματος
Μεταβλητή 10	Δείκτης ισχύς του USD	Επένδυση

Πίνακας 4: Εξέταση μεταβλητών καθημερινής συχνότητας

	Ημερήσια μεταβλητή	Λόγος προσφοράς και ζήτησης χρυσού
Περίοδος	7/9/1999-30/5/2014	
Μεταβλητή 1	Crude Oil Brent	Γεωπολιτικές εξελίξεις / Κόστος εξόρυξης
Μεταβλητή 2	Shanghai Stock Index	Κοσμήματα
Μεταβλητή 3	DAX	Επενδύσεις
Μεταβλητή 4	FTSE 100	Επενδύσεις
Μεταβλητή 5	NIKKEI 225	Επενδύσεις
Μεταβλητή 6	EURUSD	Επενδύσεις
Μεταβλητή 7	VIX	Γεωπολιτικές εξελίξεις
Μεταβλητή 8	Crude Oil WTI	Γεωπολιτικές εξελίξεις / Κόστος εξόρυξης
Μεταβλητή 9	BSE 30	Κοσμήματα



Κεφάλαιο 2ο : Πρόγνωση με SVR

Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM).

Οι μηχανές ανυσμάτων υποστήριξης χωρίζονται σε μηχανές ανυσμάτων υποστήριξης κατηγοριοποίησης (ταξινόμησης) SVC και στις μηχανές ανυσμάτων υποστήριξης παλινδρόμησης SVR.

Στόχος των SVM (SVC) είναι η πρόγνωση. Χωρίζουμε σε δύο μέρη τα δεδομένα, σε ένα δείγμα εκπαίδευσης και ένα δείγμα ελέγχου ([20] *Debasish, B., Srimanta, P., and Dipak, C. (2007)*).

Παίρνουμε δείγματα για εκπαίδευση του τύπου :

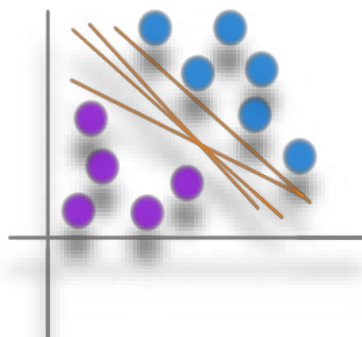
$\{x_i, y_i\}, i=1,2,\dots,n$ & $x_i \in \mathbb{R}^d, y_i \in \{-1,+1\}$ ([21] *Welling Max, Support Vector Machine*).

Τα x_i είναι τα ανύσματα εισόδου (τα δεδομένα) και τα y_i είναι οι μεταβλητές στόχου ή αλλιώς ετικέτες. Στη συγκεκριμένη μέθοδο οι μεταβλητές στόχος είναι +1 ή -1.

Με τη μέθοδο αυτή, που ανέπτυξε ο Vapnik και βασίζεται στη θεωρία στατιστικής μάθησης, μπορούμε να διαχωρίσουμε μεγάλο όγκο δεδομένων πολλών διαστάσεων ([21] *Welling Max, Support Vector Machine*).

Αν μπορούμε για παράδειγμα να χωρίσουμε γραμμικώς τα δεδομένα δύο περιοχών σχεδιάζοντας την ευθεία $f(x) = w^T x - b$ όπου $y_i = -1$ αν $f(x_i) < 0$ και $y_i = +1$ αν $f(x_i) > 0$, τότε οποιοδήποτε νέο δεδομένο κατηγοριοποιείται με τον κανόνα $y_{\text{test}} = \text{sign}(x_{\text{test}})$.

Η εξίσωση όμως $f(x) = w^T x - b$ έχει άπειρες λύσεις. Ωστόσο το πρόβλημα που τίθεται είναι η επιλογή της βέλτιστης ως προς τον ορθό οριακό διαχωρισμό ([21] *Welling Max, Support Vector Machine*).



Εικόνα 10: Γραμμικός διαχωρισμός δεδομένων

Όπως φαίνεται στην εικόνα, υπάρχουν διάφορες λύσεις στο πρόβλημα οι οποίες δεν έχουν όλες την ίδια ποιότητα. Θα μπορούσε μία ευθεία που περνά πολύ κοντά στα δεδομένα να είναι λύση αλλά έχει πολλές πιθανότητες λάθους, δηλαδή να κατηγοριοποιήσει ένα γειτονικό σημείο σε λάθος ομάδα. Η καλύτερη λύση είναι η ευθεία εκείνη που μεγιστοποιεί το περιθώριο (margin) ανάμεσα στα δεδομένα διαφορετικών ομάδων.

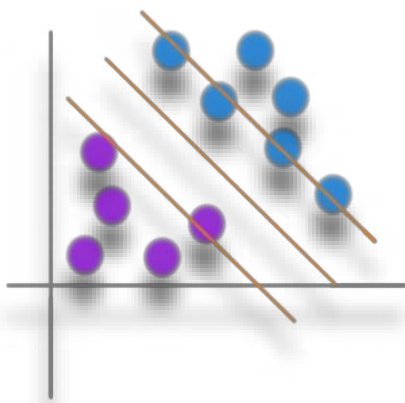
Γεωμετρικά το άνωσμα w κινείται ορθογώνια ως προς την ευθεία $f(x) = w^T x - b$.

Οποιοδήποτε υπερεπίπεδο μπορεί να περιγραφεί ως το σύνολο των σημείων x που ικανοποιούν την: $w^T x - b = 0 \Rightarrow w^T x = b$. Αν πάρουμε $b=0$ τότε όλα τα κάθετα διανύσματα στο w είναι λύσεις της εξίσωσης. Αν μετατοπίσουμε το υπερεπίπεδο κάθετα κατά ένα άνωσμα a τότε η εξίσωση γίνεται $(x-a)^T w = 0$.

π.χ. Μπορεί να είναι η μετατόπιση $b = a^T w$ που στην ουσία είναι η προβολή του a στο w . Χωρίς λάθος στη γενίκευση μπορούμε να επιλέξουμε ένα κάθετο προς το επίπεδο με μήκος $\|a\| = \|b\| / \|w\|$, το οποίο είναι η μικρότερη κάθετη απόσταση ανάμεσα στην αρχή και στο υπερεπίπεδο.

Εάν τα δεδομένα είναι γραμμικώς διαχωρίσιμα, τότε επιλέγονται δύο υπερεπίπεδα που χωρίζουν τα δεδομένα και δεν υπάρχει κανένα σημείο ανάμεσά τους, και προσπαθούμε να μεγιστοποιήσουμε την απόσταση μεταξύ των δύο αυτών επιπέδων τα οποία δίνονται από τις εξισώσεις:

$$w^T x - b = 1 \text{ και } w^T x - b = -1$$



Εικόνα 11: Δημιουργία διανυσμάτων υποστήριξης

Τα σημεία που τέμνονται από τις γραμμές είναι τα διανύσματα υποστήριξης.

Κατά συνέπεια λοιπόν η λύση διαχωρισμού καταγράφεται ως:

$$w^T x_i - b \leq -1 \text{ για κάθε } y_i = -1$$

$$\text{και } w^T x_i - b \geq +1 \text{ για κάθε } y_i = +1$$

ή συνοπτικά σε μία εξίσωση

$$y_i (w^T x_i - b) \geq 0 \text{ για κάθε } i.$$

Η απόσταση των δύο υπερεπιπέδων μεταξύ τους υπολογίζεται σε $2/\|w\|$ όπου η βέλτιστη λύση βρίσκεται στην εύρεση της μέγιστης απόστασης χωρίς όμως να περιέχονται δεδομένα. Το $2/\|w\|$ μεγιστοποιείται με την ελαχιστοποίηση του w ήτοι

$$\min(w, b) L(w) = 1/2 \|w\|^2.$$

Η συνθήκη για τα δεδομένα μπορεί να εκφραστεί ως:

$$y_i (w \cdot x_i - b) \geq 1, \forall 1 \leq i \leq n.$$

Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί με πολλαπλασιαστές Lagrange.

Γράφεται:

$$L(w, b, a) = \frac{1}{2} \|w\|^2 - \sum_{i=1}^n (a_i [y_i (w^T x_i - b) - 1])$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση μας ενδιαφέρει η λύση του δυαδικού προβλήματος και θέλουμε το μηδενισμό των παραγώγων της L ως προς τα w, b όπου το a_i πρέπει να είναι θετικό (πολλαπλασιαστής Lagrange) ([24] Ioannou, D. (2013)).

$$w - \sum_{i=1}^n (a_i y_i x_i) = 0$$

και

$$\sum_{i=1}^n (a_i y_i) = 0$$



Κάνοντας αντικατάσταση των νέων εξισώσεων στο δυαδικό πρόβλημα έχουμε το διπλό πρόβλημα (dual problem):

$$\max\{L_D\} = \sum_{i=1}^n a_i - \frac{1}{2} \sum_{ij} a_i a_j y_i y_j x_i^T x_j$$

$$\sum_{i=1}^n (a_i y_i) = 0$$

όπου $a_i \geq 0$ για κάθε i .

Έτσι λοιπόν σε κάθε δεδομένο αντιστοιχεί και ένα a_i με τη συνθήκη να είναι θετικό, το οποίο αποτελεί άνυσμα υποστήριξης. Η εξίσωση που κατηγοριοποιεί το δεδομένο είναι η :

$$f(x) = \operatorname{sgn}\left(\sum_{n=1}^{\infty} (y_i a_i (x x_i) + b)\right)$$

Σε περίπτωση που τα δεδομένα δεν είναι γραμμικώς διαχωρίσιμα, εισάγονται μεταβλητές ανοχής (slack variables) $\xi_i \geq 0$ έτσι ώστε να επιτρέπεται η λάθος ταξινόμηση κάποιων σημείων. Οι μεταβλητές αυτές μετράνε το σφάλμα ταξινόμησης και όπως φαίνεται και από το σχήμα είναι η απόσταση του κάθε σημείου από την περιοχή στην οποία θα έπρεπε να βρίσκεται.

Στην περίπτωση αυτή το πρόβλημα ελαχιστοποίησης γίνεται [24]:

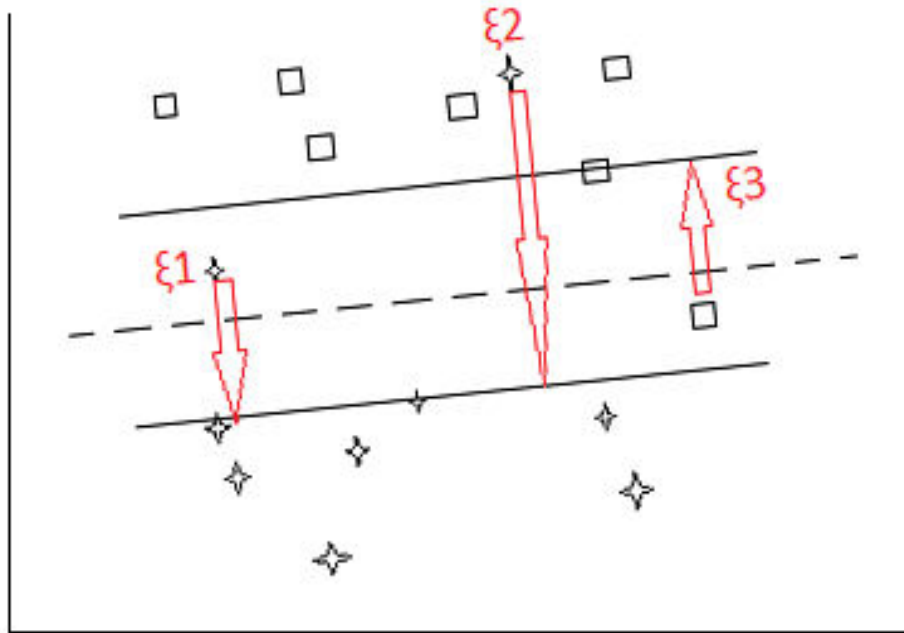
$$\min_{(w,b)} L(w) = \|w\|^2 + C \sum_i \xi_i$$

όπου $y_i (w x_i + b) \geq 1 - \xi_i$ για κάθε i .

Το πρόβλημα είναι ίδιο με την προηγούμενη περίπτωση με μόνη διαφορά πως το C μπαίνει σαν άνω όριο των πολλαπλασιαστών Lagrange.



Η παράμετρος C εκφράζει το μέγεθος της “χαλάρωσης” που επιτρέπουμε. Μεγάλες τιμές για το C δίνουν λύσεις με μικρότερα σφάλματα αλλά και μικρότερο περιθώριο διαχωρισμού, ενώ μικρότερες τιμές οδηγούν σε μεγαλύτερα σφάλματα αλλά και μεγαλύτερο περιθώριο. Ένας κανόνας για τον ορισμό του C , ο οποίος όμως δεν είναι δεσμευτικός, είναι: $C = \max \{y_i\} - \min \{y_i\}$.



Εικόνα 12: Μεταβλητές ανοχής σφαλμάτων

Πορήγες

Όπως έχουμε αναφέρει στην προηγούμενη παράγραφο παίρνουμε δείγματα για εκπαίδευση του τύπου :

$$\{x_i, y_i\}, i=1, 2, \dots, n \text{ \& } x_i \in \mathbb{R}^d, y_i \in \{-1, +1\}.$$

Τα x_i είναι τα ανύσματα εισόδου (τα δεδομένα) και τα y_i είναι οι μεταβλητές στόχου ή αλλιώς ετικέτες.

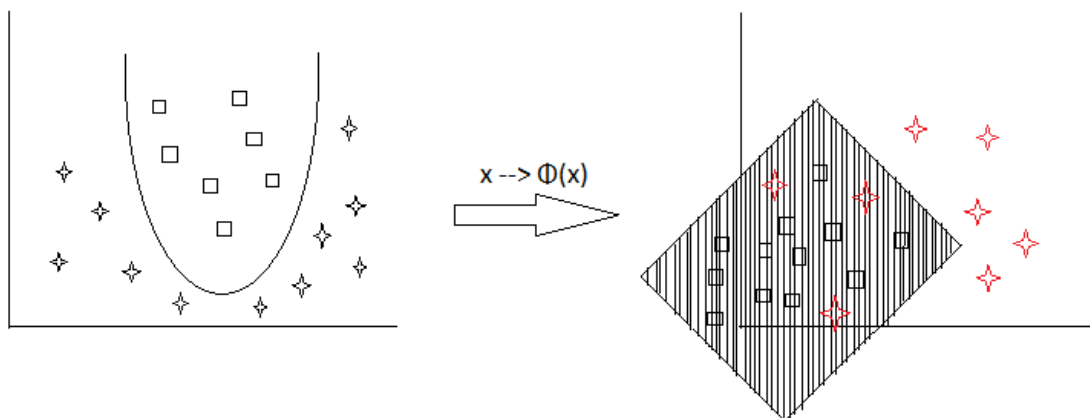
Η απεικόνιση θα μπορούσε να γραφεί ως $(x, x') \rightarrow k(x, x')$. Οι συναρτήσεις αυτές που χαρακτηρίζουν την σχέση δύο δεδομένων μπορούν να έχουν πολλές φόρμες όπως γραμμικές, σιγμοειδείς κλπ αναλόγως τη συνάρτηση που χρησιμοποιούν.



$$L_D = \sum_{i=1}^n a_i - \frac{1}{2} \sum_{ij} a_i a_j y_i y_j (x_i x_j) k(x_i x_j)$$

$$y' = \operatorname{sgn}\left(\sum_{i=1}^n w_i y_i k(x_i, x')\right)$$

Οι πυρήνες χρησιμοποιούνται ώστε να κατασκευαστεί μία απεικόνιση των δεδομένων σε έναν χώρο χαρακτηριστικών διαφορετικής διάστασης στον οποίο τα δεδομένα θα είναι γραμμικώς διαχωρίσιμα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 13:Απεικόνιση δεδομένων σε χώρο υψηλής διάστασης

Επίσης, η χρήση της συνάρτησης πυρήνα επιτρέπει στους υπολογισμούς να γίνουν στον χώρο των εισόδων (input space) αντί του πιθανότατα υψηλής διάστασης χώρου των χαρακτηριστικών ([24] Ιοαννου, D. (2013)).

Πυρήνας Fisher

Ο πυρήνας Fisher χρησιμοποιεί τον υπολογισμό Fisher, ο οποίος ορίζεται ως

$$U_x = \nabla_{\theta} \log P(X|\theta)$$

όπου θ είναι ένα σετ (διανυσμάτων) με τα δεδομένα.

Ο πυρήνας Fisher δίνεται από τη σχέση

$$K(X_i X_j) = U_{x_i}^T I^{-1} U_{x_j} \quad \text{όπου } I \text{ είναι ο πίνακας πληροφοριών Fisher.}$$

Πολυωνυμικός Πυρήνας

Για πολυώνυμο βαθμού d , ο πολυωνυμικός πυρήνας ορίζεται ως

$$K(x, y) = (x^T y + c)^d$$

όπου x και y είναι διανύσματα εισόδου και τεστ, π.χ. ανύσματα δεδομένων από δείγματα εκπαίδευση ή τεστ,

$c \geq 0$ είναι συνθήκη. Όταν $c=0$, ο πυρήνας καλείται ομοιογενής.

Πυρήνας RBF

Στη μηχανική μάθηση, ο πυρήνας ακτινωτής βάσης, ή πυρήνας RBF, είναι μία δημοφιλής συνάρτηση πυρήνα η οποία χρησιμοποιείται στα SVM.

Ο RBF πυρήνας σε δύο δείγματα x και x' , τα οποία αποτελούν ανύσματα δεδομένων είτε εκπαίδευσης είτε δοκιμασίας, ορίζεται ως:

$$K(\vec{x}, \vec{z}) = e^{-\gamma \|\vec{x} - \vec{z}\|^2}$$

όπου $\|\vec{x} - \vec{z}\|^2$ είναι η τετραγωνική Ευκλείδειος απόσταση δύο διανυσμάτων.

Πυρήνας τόξου εφαπτομένης (Σιγμοειδής)

Ο τύπος αυτού του πυρήνα ορίζεται ως:

$$K(\vec{x}, \vec{z}) = \tanh(\gamma \langle \vec{x}, \vec{z} \rangle + c)$$



Πυρήνες με μιά ματιά [25]

- linear: $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_j$.
- polynomial: $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = (\gamma \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_j + r)^d$, $\gamma > 0$.
- radial basis function (RBF): $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \exp(-\gamma \|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\|^2)$, $\gamma > 0$.
- sigmoid: $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \tanh(\gamma \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_j + r)$.

Τα στοιχεία, γ , r , και d είναι παράμετροι των πυρήνων.

Αμφικλινής Παλινδρόμηση (ridge Regression)

Η πιο στοιχειώδης παλινδρόμηση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πυρήνας είναι η αμφικλινής παλινδρόμηση. Το μόνο που χρειάζεται είναι να βρεθεί μία γραμμική συνάρτηση η οποία να μοντελοποιεί τη σχέση μεταξύ τις μεταβλητές x_i με τις y_i .

Ο πιο συνήθης τρόπος είναι η ελαχιστοποίηση του τετραγωνικού σφάλματος ([22] *Welling Max, Kernel Ridge Regression*)

$$C(\mathbf{w}) = \frac{1}{2} \sum_i (y_i - \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i)^2$$

ή

$$C = \frac{1}{2} \sum_i (y_i - \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i)^2 + \frac{1}{2} \lambda \|\mathbf{w}\|^2$$

Παραγωγίζοντας και εξισώνοντας με μηδέν έχουμε :

$$\sum_i (y_i - \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i) \mathbf{x}_i = \lambda \mathbf{w} \Rightarrow \mathbf{w} = \left(\lambda \mathbf{I} + \sum_i \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^T \right)^{-1} \left(\sum_j y_j \mathbf{x}_j \right)$$

Μετασχηματίζοντας την εξίσωση με πολλαπλασιαστές Lagrange , αντικαθιστούμε με ([22] *Welling Max, Kernel Ridge Regression*)

$$\xi_i = y_i - \mathbf{w}^T \Phi_i$$

και έχουμε



$$\text{minimize } -w, \xi \quad \mathcal{L}_P = \sum_i \xi_i^2$$

όπου

$$y_i - \mathbf{w}^T \Phi_i = \xi_i \quad \forall i$$

$$\|\mathbf{w}\| \leq B$$

το οποίο οδηγεί στην διπλή εξίσωση

$$\mathcal{L}_D = \sum_i \left(-\frac{1}{4} \beta_i^2 + \beta_i y_i \right) - \frac{1}{4\lambda} \sum_{ij} (\beta_i \beta_j K_{ij}) - \lambda B^2$$

Παλινδρόμηση διανυσμάτων υποστήριξης (SVR).

Για την επέκταση του αλγόριθμου SVR στα προβλήματα παλινδρόμησης (regression), κατασκευάζεται ένα ανάλογο του περιθωρίου (margin) στο χώρο των τιμών της εξόδου y , για τους οποίους στην περίπτωση της παλινδρόμησης ισχύει $y \in \mathcal{R}$. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση της συνάρτησης απωλειών του Vapnik (ϵ -insensitive loss function) η οποία ορίζεται ως [23]:

$$|y - f(x)|_{\epsilon} = \max\{0, |y - f(x)| - \epsilon\}$$

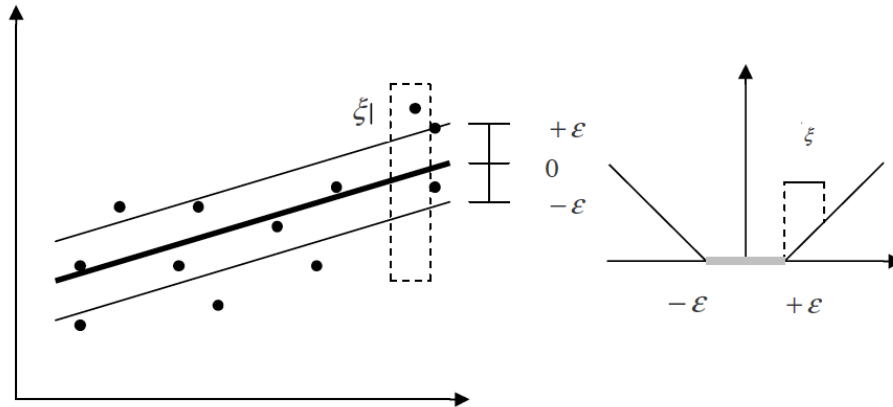
και αγνοεί σφάλματα τα οποία είναι μικρότερα από κάποιο προεπιλεγμένο όριο ϵ .

Ουσιαστικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα, δημιουργείται ένας “σωλήνας” με ακτίνα ϵ ο οποίος και εφαρμόζεται πάνω στα δεδομένα. Για τα σημεία εκτός σωλήνα εισάγονται πάλι θετικές μεταβλητές σφάλματος ξ , οι οποίες είναι η απόσταση του σημείου από το σύνορο του σωλήνα.

Η μέθοδος αυτή ονομάζεται ϵ -SVR και προσπαθεί να υπολογίσει μία συνάρτηση γραμμικής παλινδρόμησης της μορφής ([20] Debasish, B., Srimanta, P., and Dipak, C. (2007))

$$f(x) = (\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}) + b$$





Εικόνα 14:Εφαρμογή της μεθόδου ε-SVR

Για την εύρεση της βέλτιστης συνάρτησης με ακρίβεια ε, πρέπει να ελαχιστοποιηθεί η [24]

$$\frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^m |y_i - f(x_i)|_q$$

Διατυπωμένο σαν ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης με περιορισμούς γράφεται ως:

$$\text{minimize: } \tau(w, \xi, \xi^*) = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^m (\xi_i + \xi_i^*)$$

όπου:

$$((w \cdot x_i) + b - y_i) \leq \varepsilon + \xi_i$$

$$y_i - ((w \cdot x_i) + b) \leq \varepsilon + \xi_i^*$$

$$\xi_i, \xi_i^* \geq 0$$

για όλα τα $i=1 \dots m$.

Η γενίκευση του προβλήματος σε παλινδρόμηση βασισμένη σε πυρήνα εκτελείται σε πλήρη αναλογία με την περίπτωση της ταξινόμησης. Εισάγοντας πολλαπλασιαστές Lagrange, καταλήγουμε στο παρακάτω πρόβλημα βελτιστοποίησης, στο οποίο οι σταθερές C και ε, επιλέγονται a priori [24]:

maximize:

$$W(a, a^*) = -\varepsilon \sum_{i=1}^m (a_i^* + a_i) + \sum_{i=1}^m (a_i^* - a_i) y_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^m (a_i^* - a_i)(a_j^* - a_j) k(x_i, x_j)$$

όπου:

Η τελική συνάρτηση είναι τότε:

$$0 \leq a_i, a_i^* \leq C, \quad i=1, \dots, m, \quad \text{and} \quad \sum_{i=1}^m (a_i - a_i^*) = 0$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^m (a_i^* - a_i) k(x_i, x) + b$$

όπου το b υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψιν πως η εξίσωση γίνεται θέτοντας $\xi_i = 0$ αν $0 < a_i < C$, και $\xi_i^* = 0$ αν $0 < a_i^* < C$.

Τα δεδομένα εκείνα του σετ εκπαίδευσης για τα οποία έχουμε μη μηδενικές τιμές του $(a_i - a_i^*)$ αποτελούν τα διανύσματα στήριξης (support vectors).

Ο αλγόριθμος μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε το ε να μην χρειάζεται να προσδιοριστεί εξαρχής. Αντί αυτού, προσδιορίζεται ένα άνω όριο $0 \leq \nu \leq 1$ στο ποσοστό των σημείων που επιτρέπεται να βρίσκονται εκτός του σωλήνα και το αντίστοιχο ε υπολογίζεται αυτόματα (ν -SVR). Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας, την συνάρτηση

$$\frac{1}{2} \|w\|^2 + C \left(\nu m \varepsilon + \sum_{i=1}^m |y_i - f(x_i)|_\varepsilon \right)$$

και χειριζόμαστε το ε σαν μία παράμετρο βάση της οποίας γίνεται η ελαχιστοποίηση.

Παράμετροι Πυρήνα

Κοιτάζοντας τις προηγούμενες ενότητες παρατηρούμε πως έχουν εισαχθεί διάφορες παράμετροι για τις οποίες δεν έχει δοθεί κάποιος τύπος υπολογισμού, όπως το C , το ε και οι παράμετροι της συνάρτησης πυρήνα. Ο λόγος είναι ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι τύποι και στα διάφορα πακέτα λογισμικού που υλοποιούν τέτοιου είδους μεθόδους, οι τιμές αυτών των παραμέτρων εισάγονται από το χρήστη.

Έστω ότι έχουμε ένα μοντέλο ε -SVR που χρησιμοποιεί την συνάρτηση πυρήνα RBF ([24] *Ioannou, D. (2013)*).



Τότε έχουμε τρεις παραμέτρους: $\{C, \epsilon, \gamma\}$, όπου $\gamma = 1 / 2\sigma^2$. Για την εύρεση των τιμών των παραμέτρων χρησιμοποιείται η αναζήτηση πλέγματος (grid search) κατά την οποία υπολογίζεται η απόδοση του μοντέλου για διάφορους συνδυασμούς τιμών και επιλέγονται εκείνες για τις οποίες εμφανίστηκε η καλύτερη απόδοση.

Μία πιθανή επιλογή για την περίπτωση του ϵ -SVR είναι να υπολογίσουμε το C κι έπειτα να βρούμε μέσω αναζήτησης πλέγματος τα ϵ, γ . Φυσικά, δεν δοκιμάζουμε όλες τις δυνατές τιμές που μπορεί να παίρνουν αυτές οι δύο παράμετροι, αλλά κάνουμε μία “δειγματοληψία”.

Μία πιθανή επιλογή θα μπορούσε να είναι για αρχή:

$\epsilon \in \{1, 2, 3, \dots\}$ και $\gamma \in \{0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1\}$.



Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση δεδομένων τριμηνιαίας συχνότητας

Στο παρόν κεφάλαιο θα επεξεργαστούμε δεδομένα, που θα προκύψουν από τις μεταβλητές που ορίστηκαν στο 1^ο κεφάλαιο σε τριμηνιαία συχνότητα και ακολουθώντας τη μέθοδο που αναλύσαμε στο 2^ο κεφάλαιο θα προκύψουν συμπεράσματα, σχετικά με την πρόβλεψη τιμών της αγοράς χρυσού.

Μεταβλητές

Όπως αναφέραμε στο 1ο κεφάλαιο, οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν σε τριμηνιαία συχνότητα, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5:Επιλογή μεταβλητών τριμηνιαίας συχνότητας

	Τριμηνιαίες Μεταβλητές	Λόγος επιρροής
Περίοδος	30/9/1985-31/3/2014	
Μεταβλητή 1	DAX	Επενδύσεις
Μεταβλητή 2	Dow Jones IA	Επενδύσεις
Μεταβλητή 3	Japan Indust. Index	Βιομηχανία
Μεταβλητή 4	VOX	Διακύμανση του S&P500 / Γεωπολιτικά
Μεταβλητή 5	Crude Πετρέλαιο	Γεωπολιτικά / Κόστος εξόρυξης
Μεταβλητή 6	Εμπορικό ισοζύγιο Κίνας	Κοσμήματα
Μεταβλητή 7	Εμπορικό ισοζύγιο Τουρκίας	Κοσμήματα
Μεταβλητή 8	USA Δείκτης τιμών καταν	Ροή χρήματος
Μεταβλητή 9	US Ανεργία	Ροή χρήματος
Μεταβλητή 10	Δείκτης US Dollar	Επενδύσεις

Η επιλογή των μεταβλητών έγινε σύμφωνα με την εργασία ([13] Juan Carlos Artigas, (2010)) όπου:



Το 68% της συνολικής ζήτησης του χρυσού αντιστοιχεί στα κοσμήματα. Από αυτό το ποσοστό, το 50% προέρχεται από Ινδία, Κίνα, Τουρκία και Μέση Ανατολή.

Το 20% της ζήτησης αντιστοιχεί σε επενδύσεις που προέρχονται από Ινδία, Ευρώπη και Αμερική.

Τέλος, το υπόλοιπο 12% αντιστοιχεί σε βιομηχανικές εφαρμογές, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων προέρχεται από την Ιαπωνία.

Κατά συνέπεια, η επιλογή των μεταβλητών θα πρέπει να περιλαμβάνει α) δείκτες ανάπτυξης της παγκόσμιας οικονομίας (δείκτες χρηματιστηρίων, δείκτες εμπορικών ισοζυγίων, ΑΕΠ κρατών κλπ), β) δείκτες μεταβλητότητας και γεωπολιτικών εξελίξεων (VOX - S&P Volatility Index), δείκτες τιμών καταναλωτή, πληθωρισμού και γ) Δείκτες βιομηχανικής ανάπτυξης (Ιαπωνίας)

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, επιλέχθηκαν:

1. Χρηματιστηριακοί δείκτες (DAX, DOW, Crude oil) ως μεταβλητές που δείχνουν την παγκόσμια διάθεση για επενδύσεις σε μετοχές και το πετρέλαιο ως μεταβλητή γεωπολιτικών εξελίξεων και κόστους εξόρυξης,
2. Japan Industrial Index ώστε να πάρουμε την πληροφορία της ζήτησης για βιομηχανικά εξαρτήματα και εργαλεία,
3. USA Δείκτης τιμών καταναλωτή, Δείκτης ανεργίας US, VOX ώστε να υπάρχουν οι μεταβλητές που δείχνουν το οικονομικό περιβάλλον,
4. Δείκτης ισχύς USD λόγω της αρνητικής του συσχέτισης με την τιμή του χρυσού όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο,
5. Τέλος, το εμπορικό ισοζύγιο Κίνας και Τουρκίας για να έχουμε δεδομένα ζήτησης της αγοράς σε κοσμήματα,
6. Δεν βρέθηκαν σε βάθος 10ετίας τα στοιχεία Ινδίας και Μέσης Ανατολής

Χρονική περίοδος και πηγές

Για την εύρεση των παραπάνω δεδομένων, σε τριμηνιαία βάση, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω πηγές μέσω διαδικτύου:

1. Quandl η οποία είναι Καναδική εταιρία τεχνολογίας, (<http://www.quandl.com>).



2. Οικονομικά στοιχεία της Federal Reserve - FRED - St. Louis Fed (<http://research.stlouisfed.org>) από την Ομοσπονδιακή Τράπεζα του St Louis,
3. Διεθνές νομισματικό ταμείο (<http://www.imf.org/external/data.htm>)
4. Παγκόσμια τράπεζα (<http://data.worldbank.org>).

Μετά την συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων, καταλήξαμε στη χρονική περίοδο από **30/9/1985** έως και **31/3/2014** με ταυτόσημες ημερομηνίες λειτουργίας των αγορών .

Μεθοδολογία και Στρατηγική

Με τα δεδομένα, θα ακολουθήσουμε την παρακάτω μεθοδολογία, που αναφέρουμε και στο 2ο κεφάλαιο:

- Δοκιμή μεταβλητών και επιλογή αυτών με τα καλύτερα αποτελέσματα,
- Χρήση του γραμμικού πυρήνα Linear και του RBF και σύγκριση μεταξύ τους,
- Χρήση της μεθόδου cross-validation για την εύρεση των καλύτερων παραμέτρων C και γ
- Χρήση των καλύτερων παραμέτρων C και γ για την εκπαίδευση όλων των δεδομένων
- Πρόβλεψη

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων, αρχικά θα εξεταστεί το καλύτερο αποτέλεσμα (μέσω του μικρότερου σφάλματος πρόγνωσης), εισάγοντας ως δεδομένα τις τιμές του χρυσού από μία (1) έως είκοσι (20) χρονικές περιόδους υστέρησης. Μέσω της επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, θα προκύψει το καλύτερο αποτέλεσμα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί στα επόμενα βήματα.

Το επόμενο στάδιο είναι η δοκιμή του προηγούμενου αποτελέσματος με μία προς μία (1-1) τις επιλεγμένες μεταβλητές, ώστε να προκύψει μία κατάταξη αυτών, ως προς το μικρότερο σφάλμα πρόβλεψης.

Στη συνέχεια, από το αποτέλεσμα της κατάταξης θα εισάγουμε προς επεξεργασία μία – μία τις μεταβλητές, με έως και δέκα (10) υστερήσεις και θα επεξεργαστούμε τα αποτελέσματα.



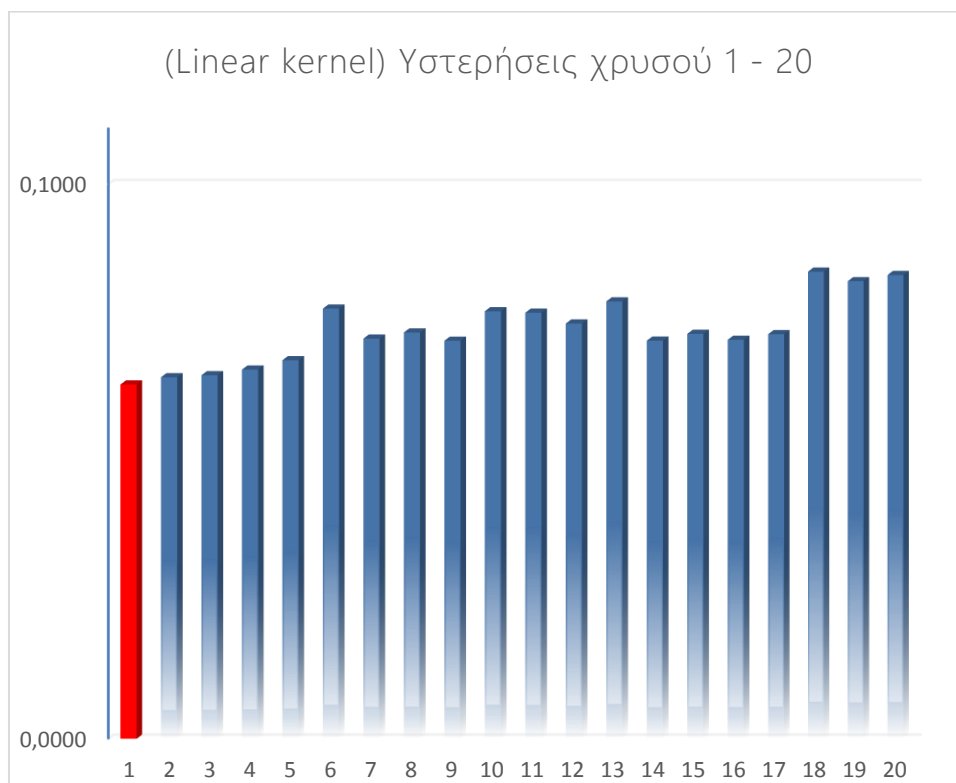
Το μικρότερο σφάλμα πρόγνωσης θα εξαχθεί από το αποτέλεσμα του υπολογισμού του μέσου απολύτου ποσοστού σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) , το οποίο δίνεται από τον τύπο :

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|,$$

Όπου A_t ορίζεται η πραγματική τιμή και F_t ορίζεται η εκτιμώμενη τιμή (τιμή πρόγνωσης). Κατά συνέπεια το M ορίζεται ως το μέσο σφάλμα ($1/n$ επί το άθροισμα των ποσοστιαίων σφαλμάτων) σε απόλυτη τιμή.

Τιμές χρυσού με υστέρηση (Τριμηνιαία συχνότητα)

Πριν ξεκινήσουμε την επεξεργασία των μεταβλητών επιρροής της τιμής του Χρυσού, δοκιμάζουμε την επιρροή που έχουν οι παρελθούσες τιμές στην πρόγνωση της τρέχουσας τιμής. Για το λόγο αυτό διαμορφώσαμε έναν πίνακα δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψη έως και είκοσι (20) υστερήσεις. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν για το μικρότερο απόλυτο ποσοστό σφάλματος είναι τα κάτωθι (Linear Kernel):



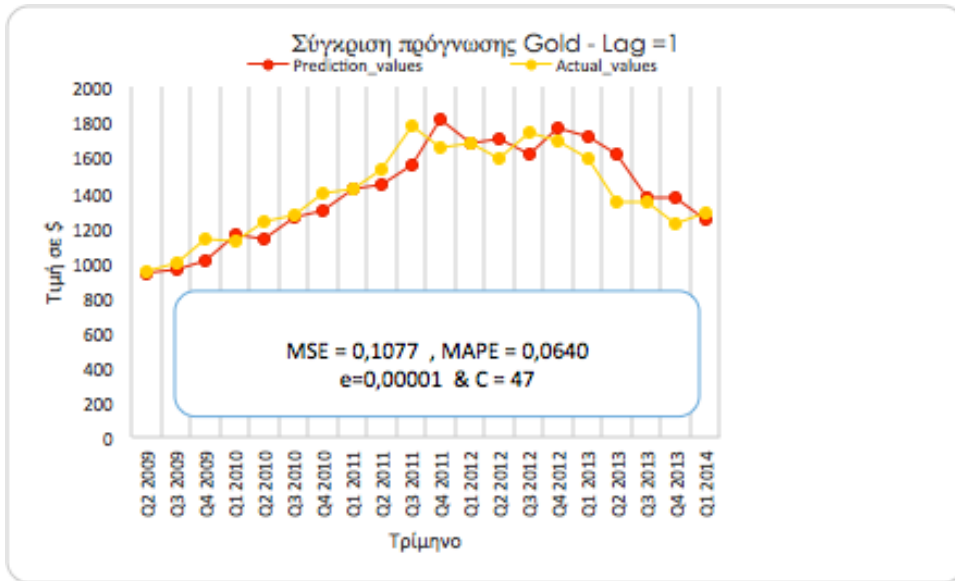
Εικόνα 15: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσου απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος 20 υστερήσεων με πυρήνα Linear.

Κατά συνέπεια το μικρότερο σφάλμα με **Linear Kernel** το έχουμε με δεδομένα πέντε (5) υστερήσεων και με αυτό θα συνεχίσουμε την επεξεργασία των δεδομένων. Στο ηλεκτρονικό παράρτημα υπάρχουν όλα τα αποτελέσματα σε Excel.

Πίνακας 6:Αποτελέσματα σφάλματος για υστερήσεις από 1 έως 20

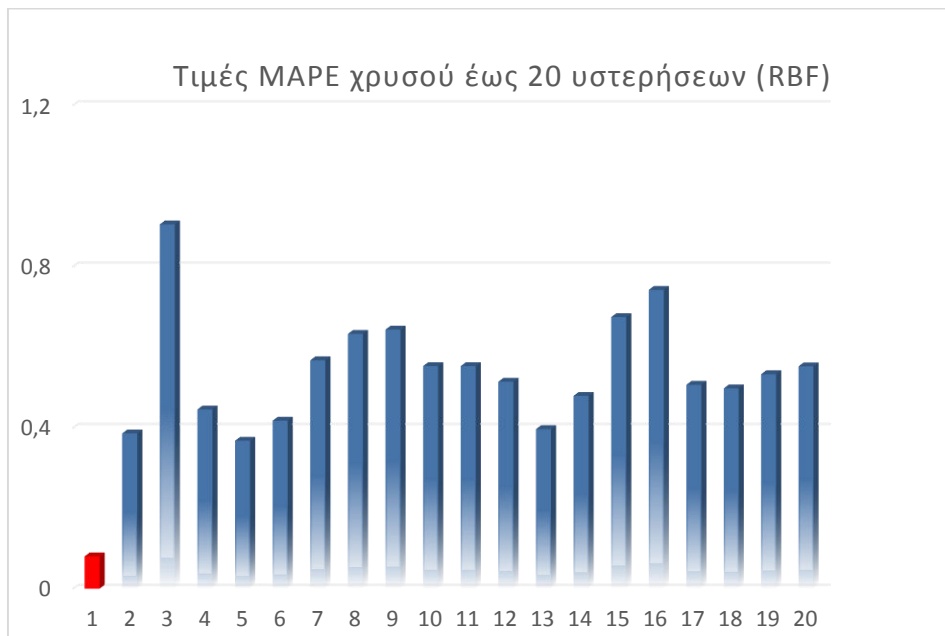
Υστερήσεις τιμών χρυσού	Test MAPE	Test MSE
1	0,0690	0,1077
2	0,0653	0,1091
3	0,0657	0,1107
4	0,0667	0,1101
5	0,0684	0,1066
6	0,0776	0,1289
7	0,0722	0,1166
8	0,0733	0,1169
9	0,0719	0,1148
10	0,0772	0,1303
11	0,0769	0,1314
12	0,0750	0,1279
13	0,0789	0,1369
14	0,0719	0,1183
15	0,0731	0,1231
16	0,0720	0,1261
17	0,0730	0,1337
18	0,0843	0,1627
19	0,0826	0,1670
20	0,0837	0,1846





Εικόνα 16:Διάγραμμα πρόγνωσης με Linear Kernel και πέντε υστερήσεις χρυσού.

Με τα ίδια δεδομένα, έδωσε παρόμοια αλλά όχι καλύτερα αποτελέσματα η χρήση του RBF Kernel. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα MSE & MAPE φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα :



Εικόνα 17: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσωσ απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος 20 υστερήσεων με πυρήνα RBF.



Με έναν αλγόριθμο επανάληψης, τα δεδομένα που εξήχθησαν για το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα και μέσο απόλυτο ποσοστό σφάλματος είναι τα κάτωθι (RBF Kernel):

Πίνακας 7: Αποτελέσματα σφάλματος RBF Kernel

Gold Data Lags	Test MAPE	Test MSE
1	0,08027	0,1603
2	0,38592	0,3448
3	0,90429	0,5364
4	0,44525	0,3669
5	0,36759	0,3365
6	0,41754	0,3718
7	0,56722	0,4503
8	0,63270	0,4852
9	0,64344	0,4931
10	0,55286	0,5020
11	0,55286	0,4547
12	0,51400	0,4341
13	0,39644	0,3714
14	0,47894	0,4184
15	0,67441	0,5026
16	0,74187	0,5308
17	0,50652	0,4382
18	0,49752	0,4260
19	0,53271	0,4399
20	0,55219	0,4481

Κατά συνέπεια το μικρότερο σφάλμα με **RBF Kernel** το έχουμε με 1 υστέρηση. Στο ηλεκτρονικό παράρτημα υπάρχουν όλα τα αποτελέσματα αναλυτικά σε Excel.

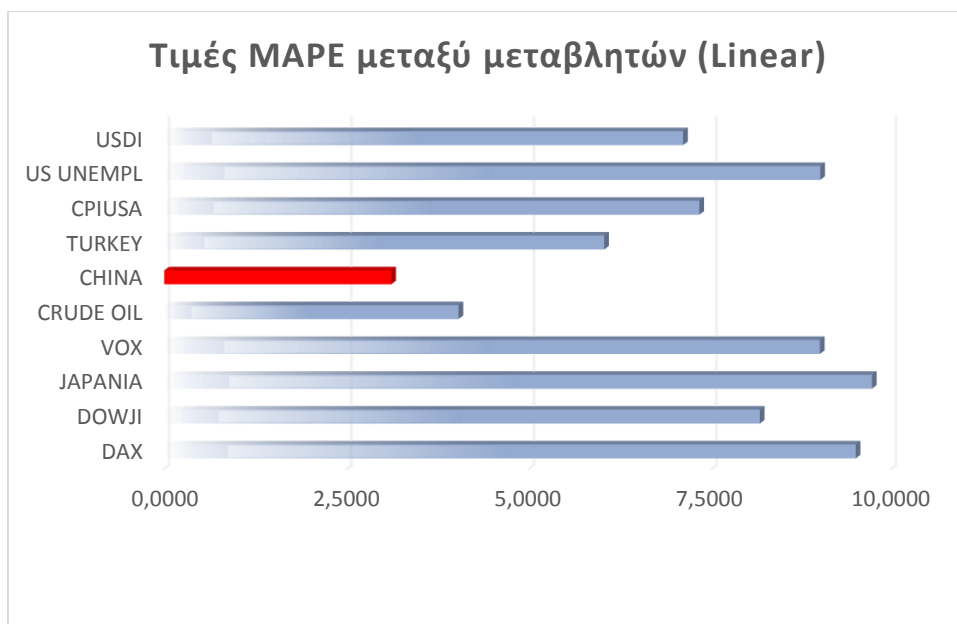
Στην εφαρμογή των δοκιμών, μεταξύ των δύο πυρήνων, ξεχωρίζει ο Linear με μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα 0.0684 το οποίο είναι μικρότερο του 0.08047 που έχουμε με τον πυρήνα RBF.



Μεταβλητές επιρροής

Για την ίδια περίοδο δοκιμάστηκαν όλες οι μεταβλητές που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 1 του παρόντος κεφαλαίου, μόνο για μία υστέρηση έτσι ώστε να ξεχωρίσουν αυτές που θα βοηθούσαν περισσότερο στην πρόγνωση.

Τα αποτελέσματα από την δοκιμή με Linear Kernel είναι τα κάτωθι:



Εικόνα 18: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσω απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος 5 υστερήσεων χρυσού και μίας υστέρησης της κάθε μεταβλητής με πυρήνα Linear.

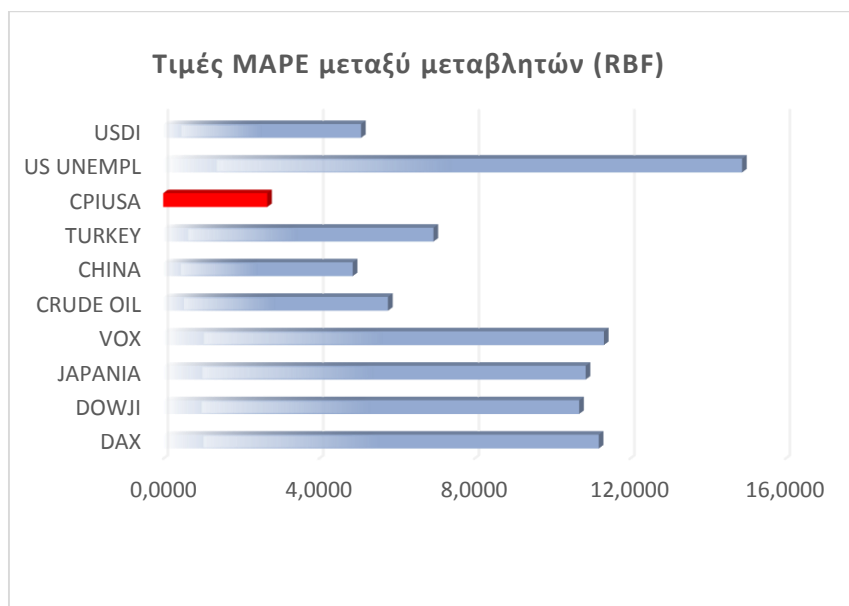
Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα, οι μεταβλητές που δίνουν τα μικρότερα σφάλματα στη πρόγνωση της τιμής του Χρυσού είναι με διαφορά το Εμπορικό Ισοζύγιο της Κίνας και ακολουθεί η τιμή του πετρελαίου. Αναλυτικά όλα τα διαγράμματα εμφανίζονται στο ηλεκτρονικό παράρτημα «Τριμηνιαία».

Πίνακας 8: Σφάλματα κάθε μεταβλητής σε εφαρμογή με Linear Kernel

Μεταβλητή	test.MAPE	test.MSE
1. DAX	0,7535	9,5023
2. DOWJI	0,6955	8,1627
3. JAPANIA	0,7751	9,7293
4. VOX	0,7353	9,0027
5. CRUDE OIL	0,4790	4,0318
6. CHINA	0,2779	3,1104

7.	TURKEY	0,5908	6,0292
8.	CPIUSA	0,6552	7,3331
9.	US UNEMPL	0,7333	9,0073
10.	USDI	0,6474	7,1105

Δοκιμάζοντας τα ίδια δεδομένα, την ίδια ακριβώς περίοδο από 30/9/1985 έως και 31/3/2014, σε RBF πυρήνα, έχουμε τα κατωθι αποτελέσματα:



Εικόνα 19: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσωσ απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος 5 υστερήσεων χρυσού και μίας υστέρησης της κάθε μεταβλητής με πυρήνα RBF.

Πίνακας 9: Σφάλματα κάθε μεταβλητής με RBF

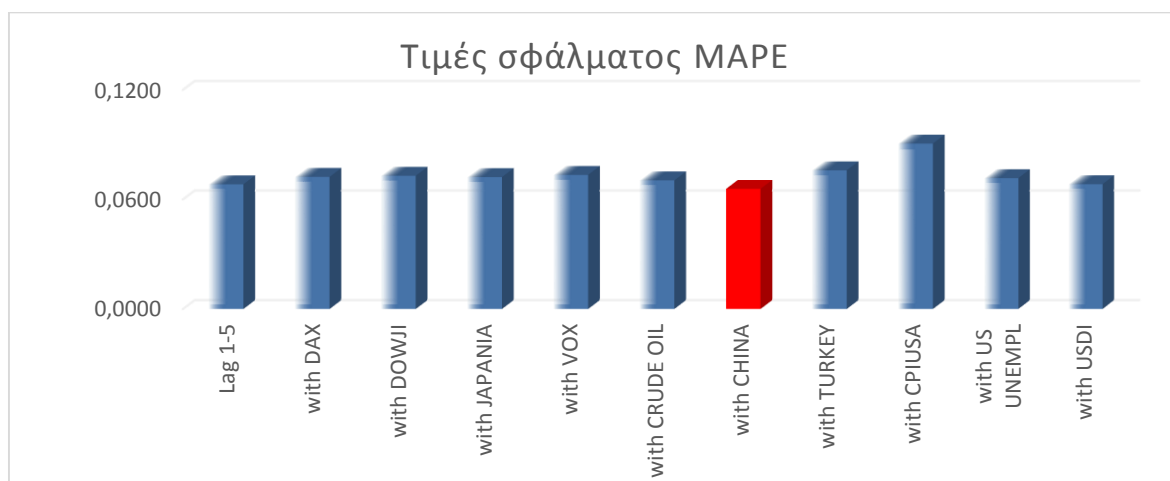
	test.MAPE	test.MSE
1. Var-Gold		
2. DAX	0,7276	11,2024
3. DOWJI	0,7103	10,6990
4. JAPANIA	0,6895	10,8663
5. VOX	0,7354	11,3353
6. CRUDE OIL	0,5137	5,7815
7. CHINA	0,3753	4,8753
8. TURKEY	0,5653	6,9512
9. CPIUSA	0,3268	2,6753
10. US UNEMPL	0,8567	14,8888
11. USDI	0,4831	5,0876



Στα παραπάνω αποτελέσματα είναι προφανές ότι οι μεταβλητές China (εμπορικό ισοζύγιο), Crude Oil, CPIUSA (δείκτης τιμών καταναλωτή) & Δείκτης ισχύς USD δίνουν το μικρότερο σφάλμα. Λόγω όμως του ότι τα καλύτερα αποτελέσματα εμφανίζονται με τη χρήση του Linear Kernel θα συνεχίσουμε από δω και στο εξής μόνο με τον Linear Kernel χωρίς τον RBF.

Μεταβλητές επιρροής και υστερήσεις χρυσού

Μέχρι τώρα έχουμε δει ότι οι 5 υστερήσεις στην τιμή του Χρυσού δίνουν τα καλύτερα αποτελέσματα όσο αφορά στο μέγεθος του μέσου απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος και μέσου τετραγωνικού σφάλματος. Κατά συνέπεια το επόμενο βήμα μας είναι η δοκιμή των 5 υστερήσεων του χρυσού με μία προς μία της μεταβλητές.. Τα αποτελέσματα σε linear kernel έχουν ως κάτωθι:



Εικόνα 20: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με 5 υστερήσεις τιμής χρυσού και με μία υστέρηση κάθε μεταβλητή.

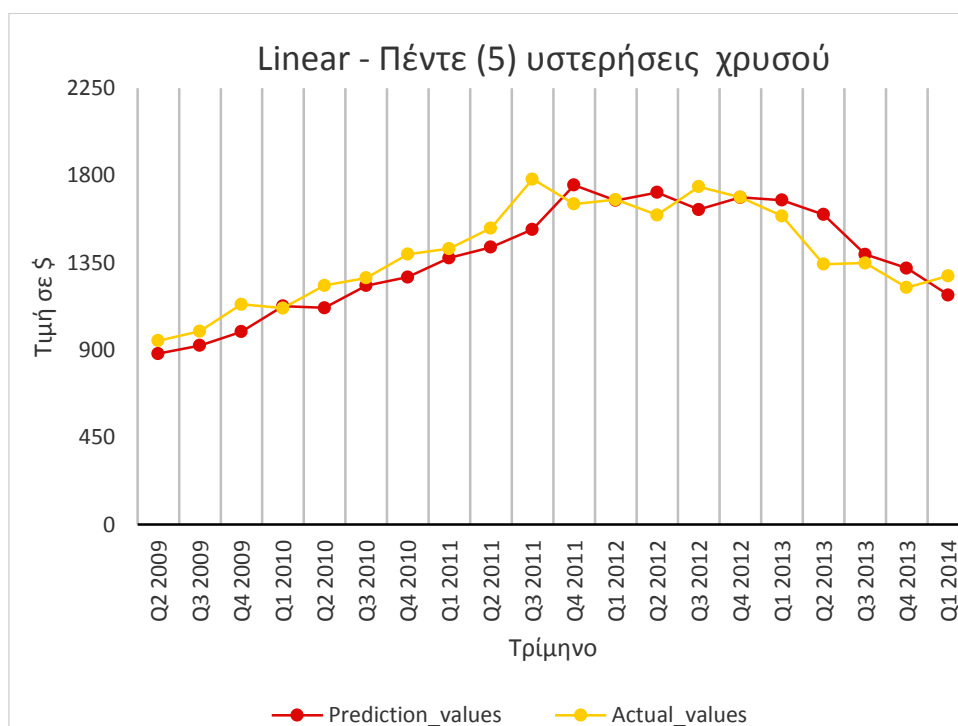
Πίνακας 10: Σφάλματα μεταβλητών με Linear και 5 υστερήσεων τιμών χρυσού.

	Var-Gold	test.MAPE	test.MSE
1 Lag 1-5		0,0682	0,1065
2 with DAX		0,0723	0,1155
3 with DOWJI		0,0729	0,1275
4 with JAPANIA		0,0722	0,1134

5	with VOX	0,0734	0,1152
6	with CRUDE OIL	0,0704	0,1143
7	with CHINA	0,0658	0,1031
8	with TURKEY	0,0759	0,1270
9	with CPIUSA	0,0906	0,2234
10	with US UNEMPL	0,0716	0,1136
11	with USDI	0,0683	0,1072

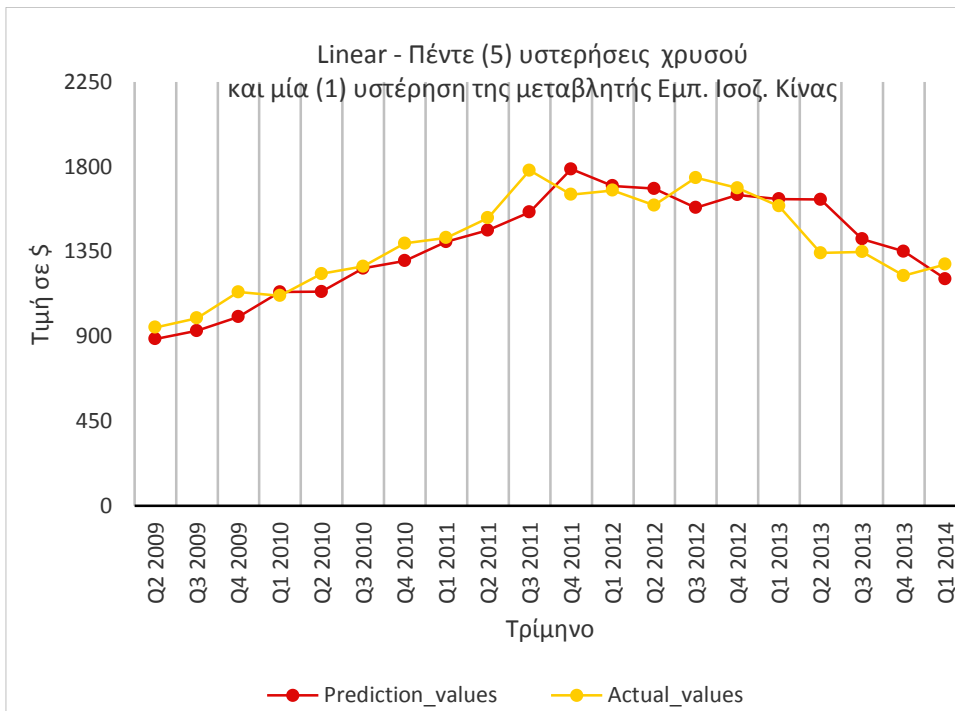
Τα καλύτερα διαγράμματα σε μικρότερα ποσοστά λάθους στην πρόγνωση τα δίνουν με σειρά οι μεταβλητές Εμπορικό Ισοζύγιο Κίνας, USD δείκτης ισχύς & Crude Oil.

Αναλυτικά όλα τα διαγράμματα εμφανίζονται στο ηλεκτρονικό παράρτημα «Τριμηνιαία». Εδώ απεικονίζουμε τα τέσσερα καλύτερα σε αποτελέσματα.

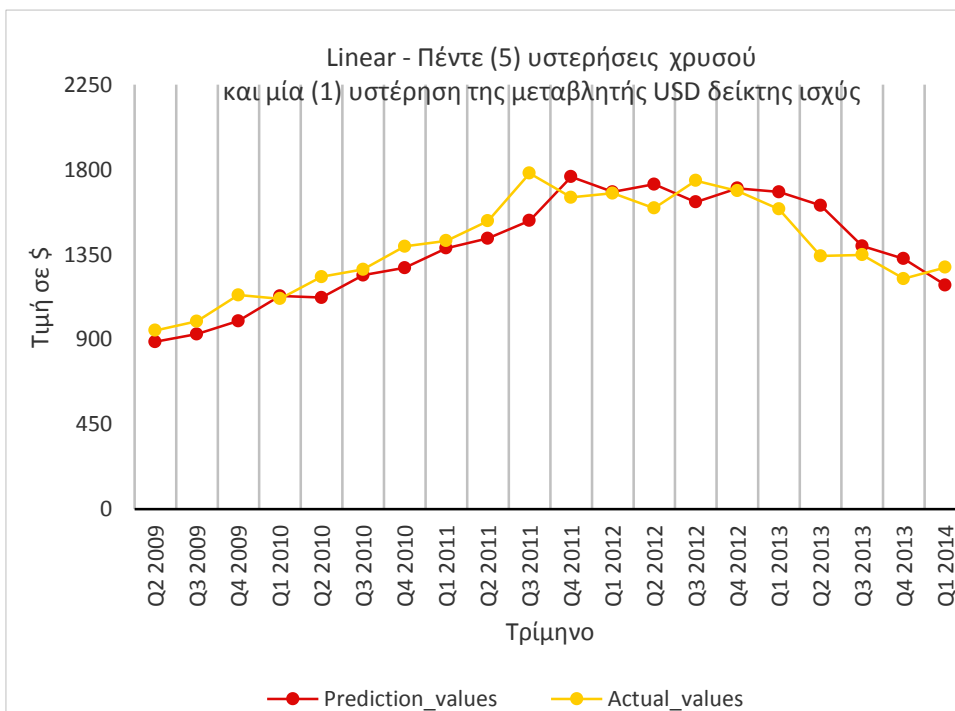


Εικόνα 21: Πραγματικές τιμές (κίτρινο) και τιμές πρόγνωσης (κόκκινο), αποτελεσμάτων με πέντε υστερήσεις τιμών χρυσού με τιμή MAPE = 0.0682.



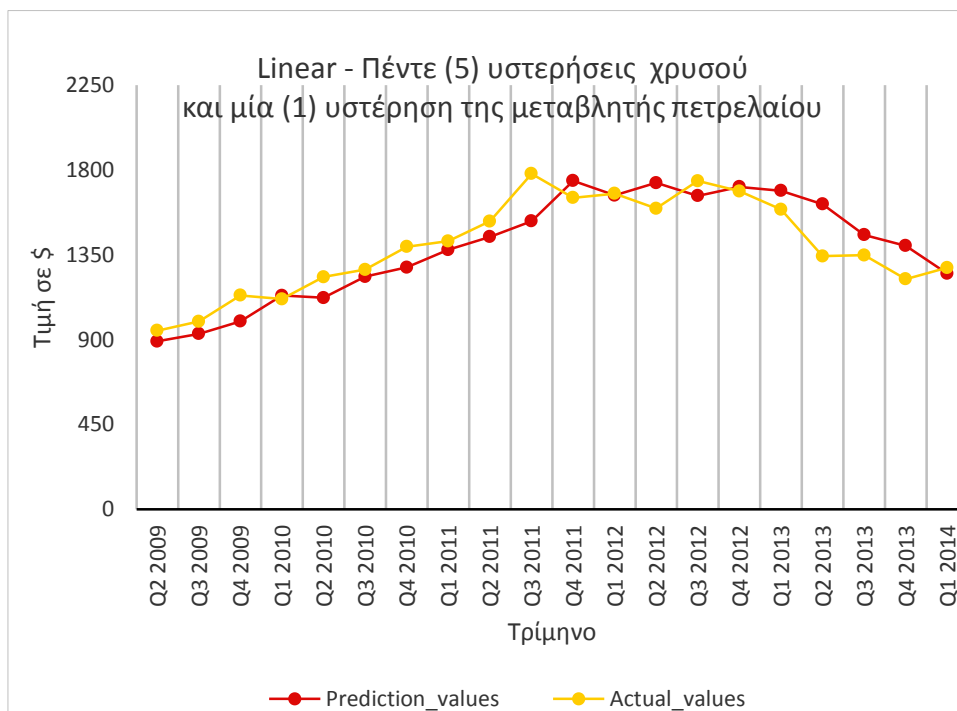


Εικόνα 22: Πραγματικές τιμές (κίτρινο) και τιμές πρόγνωσης (κόκκινο), αποτελεσμάτων με πέντε υστερήσεις τιμών χρυσού. και μία υστέρηση του ύψους του εμπορικού ισοζυγίου τη Κίνας με τιμή MAPE = 0.0658.



Εικόνα 23: Πραγματικές τιμές (κίτρινο) και τιμές πρόγνωσης (κόκκινο), αποτελεσμάτων με πέντε υστερήσεις τιμών χρυσού. και μία υστέρηση του δείκτη ισχύος του USD με τιμή MAPE = 0.0683.





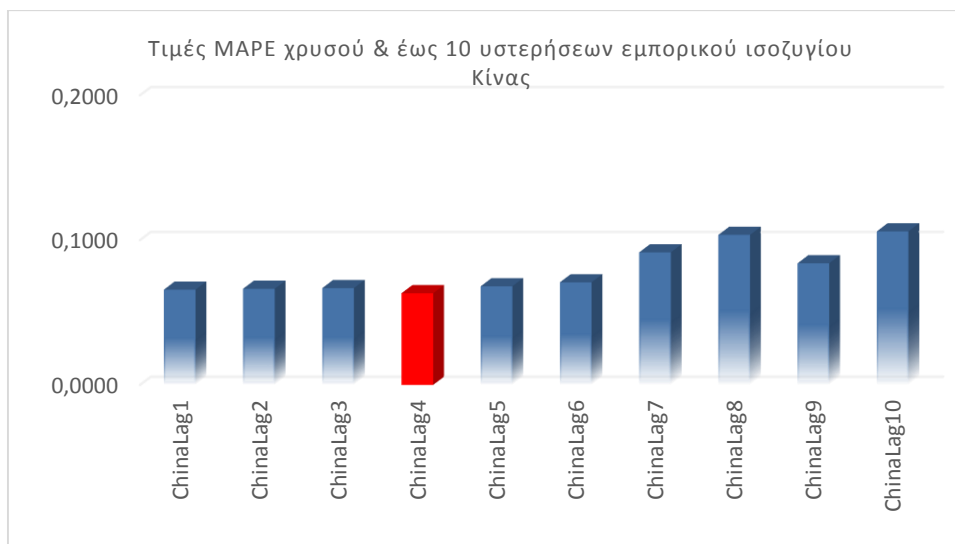
Εικόνα 24: Πραγματικές τιμές (κίτρινο) και τιμές πρόγνωσης (κόκκινο), αποτελεσμάτων με πέντε υστερήσεις τιμών χρυσού, και μία υστέρηση του ύψους πετρελαίου με τιμή MAPE = 0.0704.

Τιμές χρυσού και εμπορικό ισοζύγιο Κίνας

Μετά τα παραπάνω αποτελέσματα, η πρώτη δοκιμή με υστερήσεις θα γίνει με το εμπορικό ισοζύγιο της Κίνας. Το αποτέλεσμα που φαίνεται είναι ότι μετά την ίδια την τιμή του Χρυσού, στις δοκιμές μας, το ποσοστό ανάπτυξης της Κίνας φαίνεται να βελτιώνει τα αποτελέσματα πρόβλεψης. Η Κίνα είναι ένας από τους μεγαλύτερους εισαγωγείς Χρυσού. Μεγάλος εισαγωγέας είναι και η Ινδία αλλά ήταν πολύ δύσκολο να βρεθούν δεδομένα.

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων, με 5 υστερήσεις τιμών χρυσού και έως 10 υστερήσεις τιμών του Εμπορικού Ισοζυγίου της Κίνας, τα αποτελέσματα είναι τα κάτωθι:





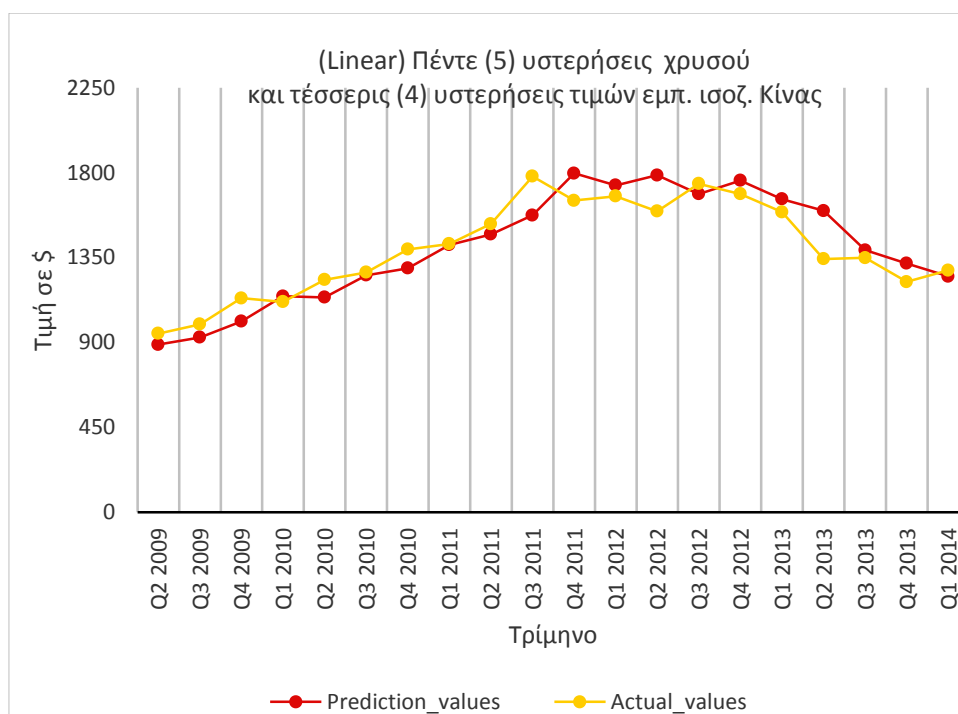
Εικόνα 25: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με 5 υστερήσεις τιμής χρυσού και έως 10 υστερήσεων εμπορικού ισοζυγίου Κίνας.

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα δίνεται λαμβάνοντας έως 4 υστερήσεις τιμών όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,0633$. Το αποτέλεσμα αυτό είναι καλύτερο από αυτό με τις 5 υστερήσεις των τιμών του χρυσού που έχουν $\text{test.MAPE} = 0,0684$.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα σφαλμάτων με υστερήσεις 5 για χρυσό και 4 για εμπορικό ισοζύγιο. Κίνας

	Var-Gold	test.MAPE	test.MSE
1	ChinaLag1	0,0657	0,1030
2	ChinaLag2	0,0663	0,1034
3	ChinaLag3	0,0668	0,1024
4	ChinaLag4	0,0633	0,0952
5	ChinaLag5	0,0681	0,1065
6	ChinaLag6	0,0708	0,1198
7	ChinaLag7	0,0915	0,2280
8	ChinaLag8	0,1036	0,2969
9	ChinaLag9	0,0839	0,1986
10	ChinaLag10	0,1060	0,3057

Κατά συνέπεια τα επόμενα πειράματα θα έχουν ως δεδομένο 5 υστερήσεις τιμών χρυσού και 4 υστερήσεις τιμών εμπορικού ισοζυγίου Κίνας.



Εικόνα 26: Πραγματικές τιμές (κίτρινο) και τιμές πρόγνωσης (κόκκινο), αποτελεσμάτων με πέντε υστερήσεις τιμών χρυσού, και τέσσερις υστερήσεις τιμών του ύψους του εμπορικού ισοζυγίου της Κίνας με MAPE = 0.0633.

Τιμές χρυσού, εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και Δείκτη Ισχύος USD

Με τη σειρά μικρότερου σφάλματος πρόγνωσης, η επόμενη μεταβλητή είναι η US Dollar Index. Η μεταβλητή αυτή ενσωματώνει το δείκτη δύναμης του δολαρίου έναντι μίας σειράς άλλων νομισμάτων. Ουσιαστικά αποτελεί ένα μέσο όρο του Exchange Rate του US Dollars έναντι νομισμάτων όπως το JPY, EUR, GBP κ.α.

Είναι ένας σταθμισμένος μέσος όρος της τιμής του \$ συγκρινόμενος με ένα καλάθι έξι κυριότερων νομισμάτων ως κάτωθι:

Euro (EUR), 57.6% βάρος

Japanese yen (JPY) 13.6% βάρος

Pound sterling (GBP), 11.9% βάρος

Canadian dollar (CAD), 9.1% βάρος

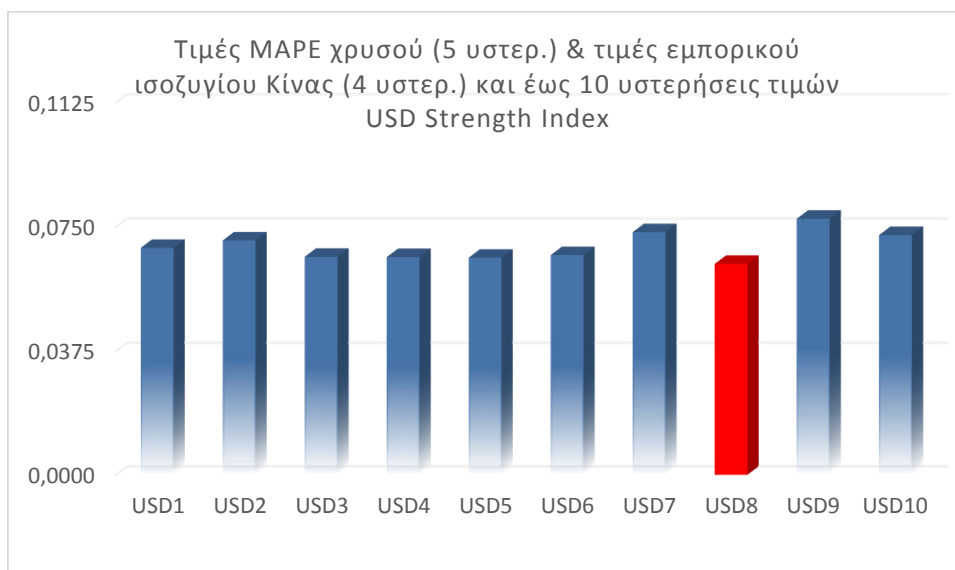
Swedish krona (SEK), 4.2% βάρος

Swiss franc (CHF) 3.6% βάρος



Όπως έχουμε αναφέρει στο 1ο κεφάλαιο υπάρχει μία αρνητική συσχέτιση της τιμής του χρυσού έναντι του Δείκτη Ισχύος του Δολαρίου, λόγω του ότι παγκοσμίως ο χρυσός αναφέρεται σε αξία USD και όταν έχουμε αύξηση της τιμής του USD Index η αξία του χρυσού σε \$ μειώνεται.

Σύμφωνα με τα καλύτερα μέχρι τώρα αποτελέσματα, ελήφθησαν 5 υστερήσεις από τις τιμές του Χρυσού, 4 υστερήσεις από τις τιμές του Εμπορικού ισοζυγίου της Κίνας και από 1 έως 10 υστερήσεις US Dollar Index. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 27: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με 5 υστερήσεις τιμής χρυσού, με 4 υστερήσεις τιμής εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και έως 10 υστερήσεων τιμών USD Strength Index.

Κατά συνέπεια, μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, στις 8 υστερήσεις έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα, τα οποία όμως δεν είναι καλύτερα από αυτά της προηγούμενης παραγράφου. Κατά συνέπεια η ενσωμάτωση της μεταβλητής του USD Index (USD_X) δεν έδωσε καλύτερη πρόγνωση ($\text{test.MAPE}(\text{USD}_X) = 0,0633 < 0,0638$ (χωρίς το USD_X)).

Πίνακας 12: Αποτελέσματα σφαλμάτων με 5 υστερήσεις χρυσού , 4 υστερήσεις εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και έως 10 υστερήσεις Δείκτη US Dollar.

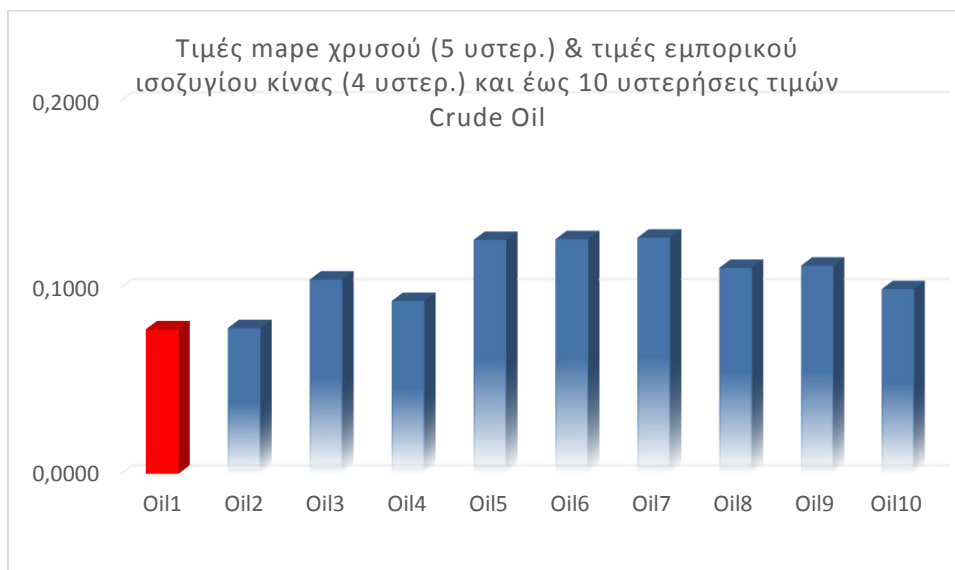
Var-Gold	test.MAPE	test.MSE
USD1	0,0687	0,1240
USD2	0,0709	0,1267
USD3	0,0660	0,1261
USD4	0,0659	0,1167
USD5	0,0657	0,1379

USD6	0,0665	0,1380
USD7	0,0734	0,1350
USD8	0,0638	0,1206
USD9	0,0775	0,1474
USD10	0,0725	0,1330

Τιμές χρυσού, εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και Crude Oil

Με τη σειρά μικρότερου σφάλματος πρόγνωσης, η επόμενη μεταβλητή είναι η τιμή πετρελαίου Crude Oil. Η τιμή του πετρελαίου ενσωματώνει την οικονομική και γεωπολιτική κατάσταση παγκοσμίως καθώς και το κόστος εξόρυξης του χρυσού, λόγω χρήσης μηχανημάτων καύσης πετρελαίου.

Για τα αποτελέσματα πάρθηκαν 5 υστερήσεις από τις τιμές του χρυσού, 4 υστερήσεις από τις τιμές του Εμπορικού ισοζυγίου της Κίνας, όπως και παραπάνω και από 1 έως 10 υστερήσεις Crude Oil. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 28: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με 5 υστερήσεις τιμής χρυσού, με 4 υστερήσεις τιμής εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και έως 10 υστερήσεων τιμών Crude Oil.

Πίνακας 13: Αποτελέσματα σφαλμάτων με 5 υστερήσεις χρυσού , 4 υστερήσεις εμπορικού ισοζυγίου Κίνας και έως 10 υστερήσεις τιμής Crude Oil.

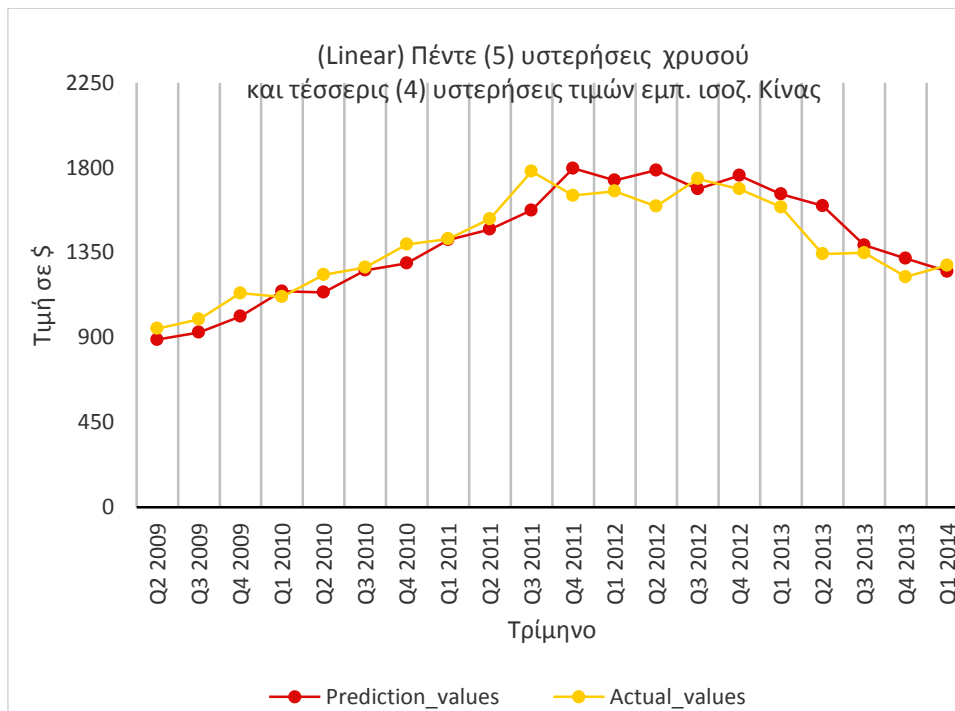
Gold Var	Test.Mape	Test.MSE
Oil1	0,0776	0,1549
Oil2	0,0783	0,1239
Oil3	0,1042	0,2364
Oil4	0,0928	0,1921
Oil5	0,1254	0,3525
Oil6	0,1258	0,3539
Oil7	0,1267	0,3556
Oil8	0,1105	0,2914
Oil9	0,1117	0,2994
Oil10	0,0991	0,2749

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων φαίνεται ότι η μία υστέρηση τιμών πετρελαίου δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα, τα οποία όμως δεν είναι καλύτερα από αυτά της προηγούμενης παραγράφου όπου το Εμπορικό Ισοζύγιο της Κίνας ήταν η μόνη μεταβλητή. Κατά συνέπεια η ενσωμάτωση της μεταβλητής του Crude Oil δεν έδωσε καλύτερη πρόγνωση (test.MAPE = 0,0633 (Χρυσός – Εμπορικό Ισοζύγιο Κίνας) < 0,0776 (Ομοίως συμπεριλαμβανομένου του Crude oil)).

Συμπεράσματα

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, η τιμή του χρυσού ενσωματώνει όλες τις πληροφορίες για τις επενδύσεις και τις γεωπολιτικές εξελίξεις παγκοσμίως στην προηγούμενη τιμή του. Στην τιμή λοιπόν που ήδη έχει ενσωματωθεί η παραπάνω πληροφορία, ο επόμενος παράγοντας που διαμορφώνει την τιμή του Χρυσού είναι η Παγκόσμια ζήτηση για Κοσμήματα ή για Τραπεζικά προϊόντα. Τα τελευταία χρόνια η Κίνα έχει διπλασιάσει τη ζήτηση σε Χρυσό λόγω Τραπεζικών τοποθετήσεων στο πολύτιμο μέταλλο. Έτσι και στα αποτελέσματα εμφανίζεται καλύτερη πρόγνωση με την συμβολή του εμπορικού ισοζυγίου της Κίνας στα δεδομένα μας.





Εικόνα 29: Πραγματικές τιμές (κίτρινο) και τιμές πρόγνωσης (κόκκινο), αποτελεσμάτων με πέντε υστερήσεις τιμών χρυσού, και τέσσερις υστερήσεις τιμών του ύψους του εμπορικού ισοζυγίου της Κίνας με MAPE = 0.0633.

Στο συγκεκριμένο σημείο θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα θα πρέπει να συγκριθούν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που θα είχαμε εφαρμόζοντας ως μέθοδο πρόβλεψης τη μαθηματική τυποποίηση των τυχαίων βημάτων (Random Walk).

Ο τυχαίος περίπατος (Random Walk) είναι μια μη-στάσιμη χρονοσειρά, όπου το κάθε στοιχείο της προκύπτει από το προηγούμενο με την πρόσθεση μιας τυχαίας τιμής, δηλαδή η χρονοσειρά είναι τυχαίος περίπατος αν

$$x_t = x_{t-1} + e_t$$

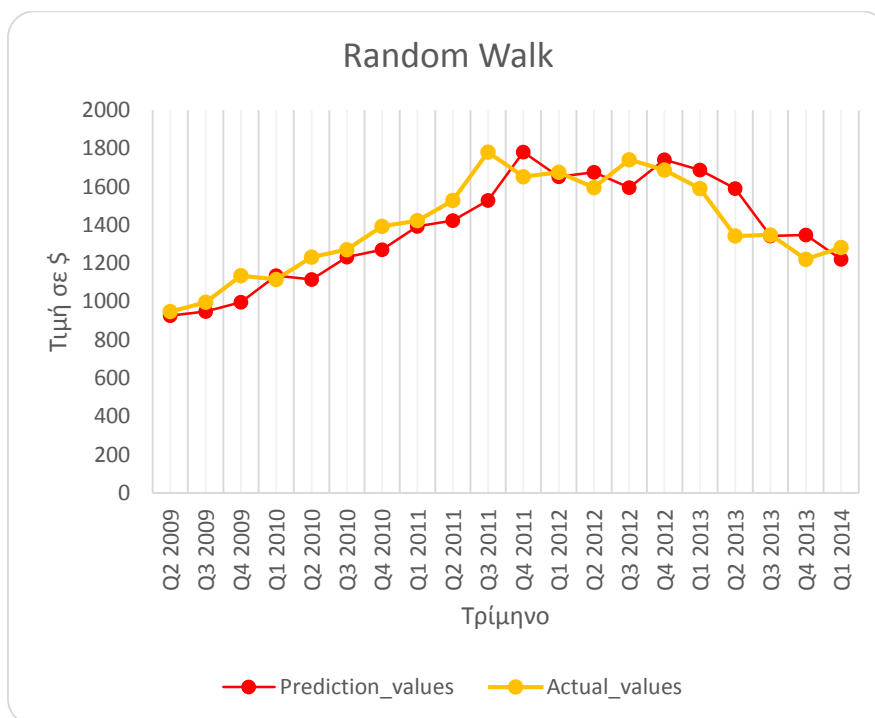
όπου e_t είναι χρονοσειρά λευκού θορύβου.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή, λόγω του στόχου μας που είναι η πρόβλεψη, θα εξάγουμε αποτελέσματα θέτοντας για την πρόβλεψη την υπόθεση ότι την επόμενη χρονική στιγμή ($t+1$) η τιμή του χρυσού θα είναι ίση με την τιμή που έχει τη χρονική στιγμή t . Κατά συνέπεια θεωρούμε ότι η προβλεπόμενη τιμή $P(t+1)$ είναι ίση με την πραγματική τιμή $A(t)$:

$$P(x_{t+1}) = A(x_t)$$



Διαγραμματικά όπως εμφανίζεται παρακάτω, φαίνεται μία μετατόπιση της πραγματικής χρονοσειράς κατά μία χρονική στιγμή δεξιά.



Εικόνα 30: Αποτελέσματα πρόβλεψης τιμών χρυσού με την υπόθεση ότι την επόμενη χρονική στιγμή η τιμή θα είναι ίση με την προηγούμενη πραγματική.

Πίνακας 14: Συγκριτικά αποτελέσματα τιμών SVR – Random Walk

Quarter	Actual_values	SVR Prediction Values	R.Walk Pred. Values
Q2 2009	947,81	888,69	925,99
Q3 2009	996,44	927,06	947,81
Q4 2009	1135,01	1011,85	996,44
Q1 2010	1115,55	1145,06	1135,01
Q2 2010	1232,38	1138,85	1115,55
Q3 2010	1271,46	1256,26	1232,38
Q4 2010	1393,51	1293,57	1271,46
Q1 2011	1422,85	1417,87	1393,51
Q2 2011	1528,38	1473,50	1422,85
Q3 2011	1780,65	1574,21	1528,38
Q4 2011	1652,73	1796,58	1780,65
Q1 2012	1675,06	1733,05	1652,73
Q2 2012	1595,63	1786,54	1675,06
Q3 2012	1741,93	1687,42	1595,63
Q4 2012	1687,34	1758,68	1741,93
Q1 2013	1591,01	1660,46	1687,34



Q2 2013	1342,70	1598,20	1591,01
Q3 2013	1348,46	1389,22	1342,70
Q4 2013	1221,59	1319,15	1348,46
Q1 2014	1282,28	1250,49	1221,59

Πίνακας 15: Συγκριτικά αποτελέσματα τιμών σφάλματος SVR – Random Walk

Σφάλμα		SVR Prediction Values	R.Walk Pred. Values
MSE		11991	13322
MAPE		0,0633	0,0657

Κατά συνέπεια, είναι εμφανές ότι το 6,33% του SVR είναι πολύ κοντά στο 6,57% του Random Walk (Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα). Αυτό εξάγει τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- A) Οι τιμή του Χρυσού δεν μπορεί να προβλεφθεί, λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβλητές που υπάρχουν στις σύγχρονες αναφορές ανεξάρτητα αν συσχετίζονται είτε αρνητικά είτε θετικά, μέσω των ανυσμάτων υποστήριξης παλινδρόμησης.
- B) Το βάθος της αγοράς του Χρυσού είναι πολύ μεγάλο και η αγορά εμφανίζεται να είναι αποτελεσματική.



Κεφάλαιο 4ο : Ανάλυση δεδομένων ημερήσιας συχνότητας

Στο παρόν κεφάλαιο θα επεξεργαστούμε δεδομένα, που θα προκύψουν από τις μεταβλητές που ορίστηκαν στο 1^ο κεφάλαιο σε ημερήσια συχνότητα και ακολουθώντας τη μέθοδο που αναλύσαμε στο 2^ο κεφάλαιο θα προκύψουν συμπεράσματα, σχετικά με την πρόβλεψη τιμών της αγοράς χρυσού.

Μεταβλητές

Όπως αναφέραμε στο 1ο κεφάλαιο, οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν σε ημερήσια βάση, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 16: Εξέταση μεταβλητών καθημερινής βάσης

	Ημερήσιες μεταβλητές	Λόγος επιρροής
Περίοδος	7/9/1999-30/5/2014	
Μεταβλητή 1	Crude Oil Brent	Γεωπολιτικά / Κόστος εξόρυξης
Μεταβλητή 2	Shanghai Stock Index	Κοσμήματα
Μεταβλητή 3	DAX	Επενδύσεις
Μεταβλητή 4	FTSE 100	Επενδύσεις
Μεταβλητή 5	NIKKEI 225	Επενδύσεις
Μεταβλητή 6	EURUSD	Επενδύσεις
Μεταβλητή 7	VIX/VOX	Γεωπολιτικά
Μεταβλητή 8	Crude Oil WTI	Γεωπολιτικά / Κόστος εξόρυξης
Μεταβλητή 9	BSE 30	Κοσμήματα

Η επιλογή αυτών των μεταβλητών έγινε διότι η καθημερινή μεταβλητότητα της τιμής του Χρυσού, σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στο 1ο κεφάλαιο, εξαρτάται από:

- Τη γεωπολιτική παγκόσμια κατάσταση όπου η ζήτηση σε χρυσό αυξάνεται όταν αναζητείται ασφαλές καταφύγιο.



- Τη διάθεση των επενδυτών να επενδύσουν σε μετοχές και την γενικότερη τάση της κεφαλαιαγοράς.
- Την αύξηση του πλούτου και τη διάθεση επένδυσης σε κοσμήματα.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, επιλέχθηκαν:

1. Χρηματιστηριακοί δείκτες (DAX, FTSE100, NIKKEI 225) ως μεταβλητές που δείχνουν την παγκόσμια διάθεση για επενδύσεις. Ειδικότερα ο Nikkei 225 επιλέχθηκε για την πρόσθετη πληροφορία σε βιομηχανική ανάπτυξη ήτοι εργαλεία από χρυσό,
2. Οι αγορές Shanghai & BSE τόσο για την ένδειξη επενδύσεων σε μετοχές όσο και για την εν γένει ανάπτυξη του ΑΕΠ των χωρών Κίνας και Ινδίας ώστε να ενσωματωθεί η πληροφορία ζήτησης κοσμημάτων σε κάποιο βαθμό,
3. Πετρέλαια, VOX/VIX & EURUSD επιλέχθηκαν με σκοπό την ενσωμάτωση της πληροφορίας των γεωπολιτικών εξελίξεων και της επιρροής τους στην αγορά του χρυσού. Η μεταβλητότητα καθώς και οι τιμές πετρελαίου ενσωματώνουν τις όποιες γεωπολιτικές εξελίξεις. Επιπλέον η ισοτιμία EURUSD δείχνει τις οικονομικές σχέσεις μεταξύ των ισχυρών λαών καθώς και την παγκόσμια κατάταξή τους.

Χρονική περίοδος και πηγές

Για την εύρεση των παραπάνω δεδομένων, σε ημερήσια συχνότητα, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω πηγές μέσω διαδικτύου:

1. Quandl η οποία είναι Καναδική εταιρία τεχνολογίας, (<http://www.quandl.com>).
2. Οικονομικά δεδομάν Federal Reserve - FRED - St. Louis Fed (<http://research.stlouisfed.org>) από την Ομοσπονδιακή Τράπεζα του St Louis,
3. Διεθνές νομισματικό ταμείο (<http://www.imf.org/external/data.htm>)
4. Παγκόσμια τράπεζα (<http://data.worldbank.org>).

Μετά τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων, καταλήξαμε στην χρονική περίοδο από **7/9/1999** έως και **30/5/2014** με ταυτόσημες ημερομηνίες λειτουργίας των αγορών.

Το πλήθος των δεδομένων εκπαίδευσης είναι 3316 και το πλήθος επαλήθευσης είναι 828.



Μεθοδολογία και Στρατηγική

Με τα δεδομένα, θα ακολουθήσουμε την παρακάτω μεθοδολογία, που αναφέρουμε και στο 2ο κεφάλαιο:

- Δοκιμή μεταβλητών και επιλογή αυτών με τα καλύτερα αποτελέσματα,
- Χρήση του γραμμικού πυρήνα Linear και του RBF και σύγκριση μεταξύ τους,
- Χρήση της μεθόδου cross-validation για την εύρεση των καλύτερων παραμέτρων C και γ
- Χρήση των καλύτερων παραμέτρων C και γ για την εκπαίδευση όλων των δεδομένων
- Πρόβλεψη

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων, αρχικά θα εξεταστεί το καλύτερο αποτέλεσμα (μέσω του μικρότερου σφάλματος πρόγνωσης), εισάγοντας ως δεδομένα τις τιμές του χρυσού από μία (1) έως δέκα (10) χρονικές περιόδους υστέρησης. Μέσω της επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, θα προκύψει το καλύτερο αποτέλεσμα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί στα επόμενα βήματα.

Το επόμενο στάδιο είναι η δοκιμή του προηγούμενου αποτελέσματος με μία προς μία (1-1) τις επιλεγμένες μεταβλητές, ώστε να προκύψει μία κατάταξη αυτών, ως προς το μικρότερο σφάλμα πρόβλεψης.

Στη συνέχεια, από το αποτέλεσμα της κατάταξης θα εισάγουμε προς επεξεργασία μία – μία τις μεταβλητές, με έως και δέκα (10) υστερήσεις και θα επεξεργαστούμε τα αποτελέσματα.

Το μικρότερο σφάλμα πρόγνωσης θα εξαχθεί από το αποτέλεσμα του υπολογισμού του μέσου απολύτου ποσοστού σφάλματος (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) , το οποίο δίνεται από τον τύπο :

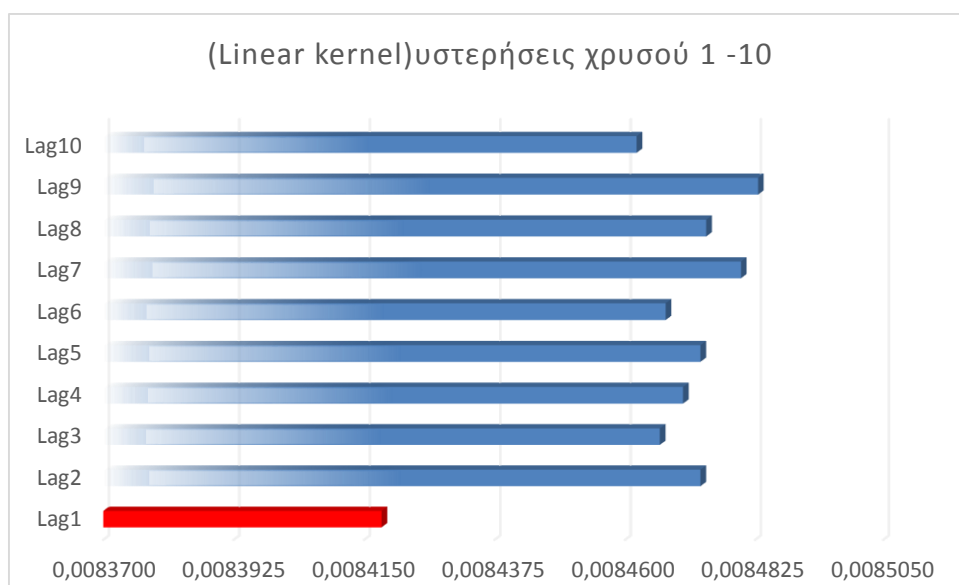
$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|,$$

Όπου A_t ορίζεται η πραγματική τιμή και F_t ορίζεται η εκτιμώμενη τιμή (τιμή πρόγνωσης). Κατά συνέπεια το M ορίζεται ως το μέσο σφάλμα (1/n επί το άθροισμα των ποσοστιαίων σφαλμάτων) σε απόλυτη τιμή.



Τιμές χρυσού με υστέρηση (Ημερήσια συχνότητα)

Πριν ξεκινήσουμε την επεξεργασία των μεταβλητών επιρροής της τιμής του Χρυσού, δοκιμάζουμε την επιρροή που έχουν οι παρελθούσες τιμές στην πρόγνωση της τρέχουσας τιμής. Για το λόγο αυτό διαμορφώσαμε έναν πίνακα δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψη από 1 έως 10 υστερήσεις της τιμής του Χρυσού (σε κλείσιμο ημέρας/Κλείσιμο Αμερικανικής συνεδρίας). Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν για το μικρότερο τετραγωνικό σφάλμα και μέσο απόλυτο ποσοστό σφάλματος, είναι τα κάτωθι (Linear Kernel):



Εικόνα 31: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσω απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος 10 υστερήσεων με πυρήνα Linear

Κατά συνέπεια το μικρότερο σφάλμα με **Linear Kernel** το έχουμε με μία υστέρηση και με αυτό θα συνεχίσουμε την επεξεργασία δεδομένων. Στο ηλεκτρονικό παράρτημα υπάρχουν όλα τα αποτελέσματα σε Excel.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα σφάλματος για υστερήσεις από 1 έως 10

Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
Lag1	0,0084179	0,0010195
Lag2	0,0084727	0,0010307
Lag3	0,0084662	0,0010295
Lag4	0,0084700	0,0010304
Lag5	0,0084731	0,0010339
Lag6	0,0084673	0,0010326
Lag7	0,0084801	0,0010342

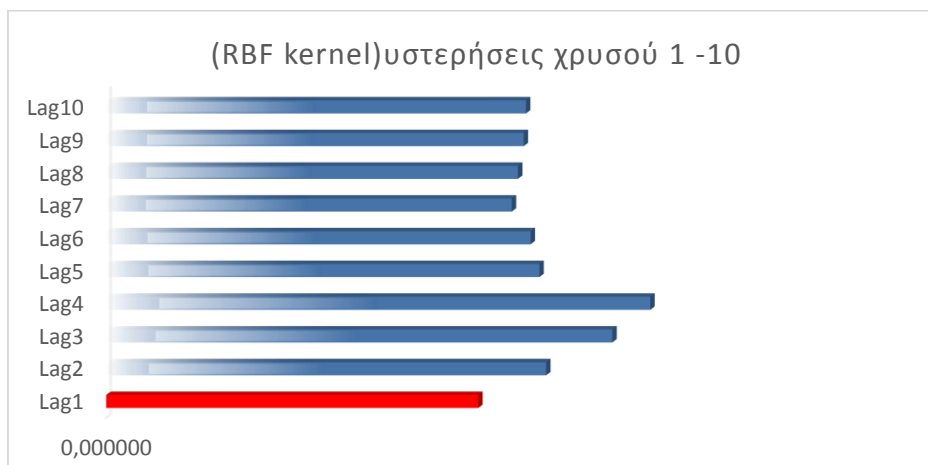


Lag8	0,0084742	0,0010355
Lag9	0,0084828	0,0010359
Lag10	0,0084621	0,0010289



Εικόνα 32: Διάγραμμα πρόβλεψης / πραγματικής τιμής χρυσού λαμβάνοντας μία υστέρηση (Κίτρινο – πρόβλεψη/ μπλέ πραγματικές τιμές) - Linear

Με τα ίδια δεδομένα, έδωσε παρόμοια αλλά όχι καλύτερα αποτελέσματα η χρήση του RBF Kernel. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα MSE & MAPE φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα :



Εικόνα 33: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσω απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος 10 υστερήσεων με πυρήνα RBF.

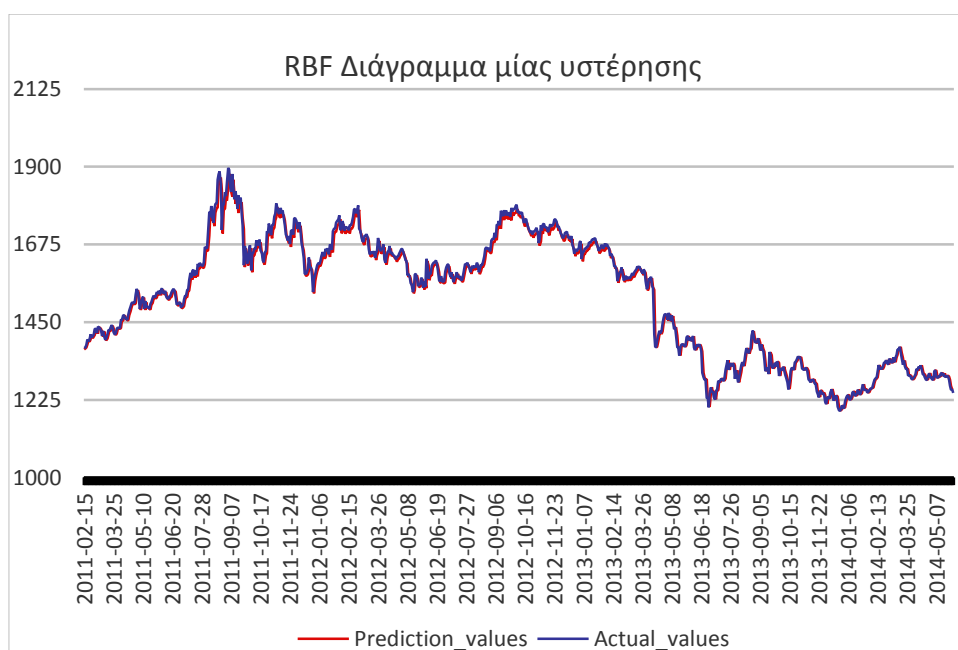


Με έναν αλγόριθμο επανάληψης, τα δεδομένα που εξήχθησαν για το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα και μέσο απόλυτο ποσοστό σφάλματος είναι τα κάτωθι (RBF Kernel):

Πίνακας 18: Αποτελέσματα σφαλμάτων RBF Kernel

Υστερήσεις	Test_MAPE	Test_MSE
Lag1	0,008895	0,037807
Lag2	0,010519	0,048874
Lag3	0,012102	0,062810
Lag4	0,013010	0,071708
Lag5	0,010357	0,048097
Lag6	0,010148	0,046672
Lag7	0,009696	0,043640
Lag8	0,009846	0,045125
Lag9	0,009981	0,046470
Lag10	0,010037	0,047130

Κατά συνέπεια το μικρότερο σφάλμα με **RBF Kernel** το έχουμε με 1 υστέρηση. Στο ηλεκτρονικό παράρτημα υπάρχουν όλα τα αποτελέσματα αναλυτικά σε Excel.



Εικόνα 34: Διάγραμμα πρόβλεψης / πραγματικής τιμής χρυσού λαμβάνοντας μία υστέρηση (Κίτρινο – πρόβλεψη/ μπλέ πραγματικές τιμές) - RBF

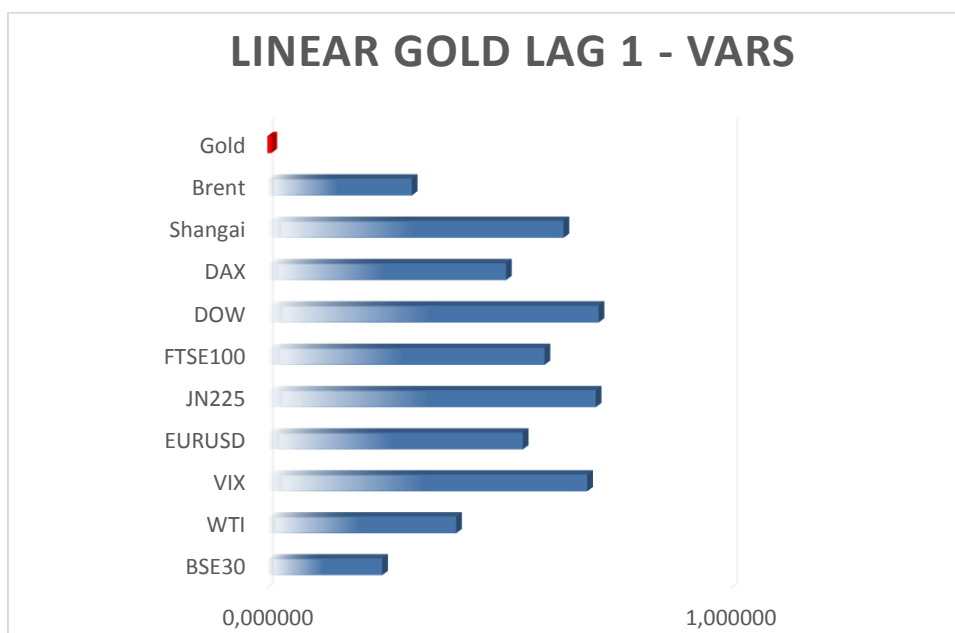


Στην εφαρμογή των δοκιμών, μεταξύ των δύο πυρήνων, ξεχωρίζει ο Linear με μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα 0.0085179 το οποίο είναι μικρότερο του 0.008895 που έχουμε με τον πυρήνα RBF.

Μεταβλητές επιρροής

Για την ίδια περίοδο δοκιμάστηκαν όλες οι μεταβλητές που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 1 του παρόντος κεφαλαίου, μόνο για ένα lag έτσι ώστε να ξεχωρίσουν αυτές που θα βοηθούσαν περισσότερο στη πρόγνωση.

Τα αποτελέσματα από την δοκιμή με Linear Kernel είναι τα κάτωθι:



Εικόνα 35: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσω απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος μίας υστέρησης τιμών χρυσού και μίας υστέρησης της κάθε μεταβλητής με πυρήνα Linear

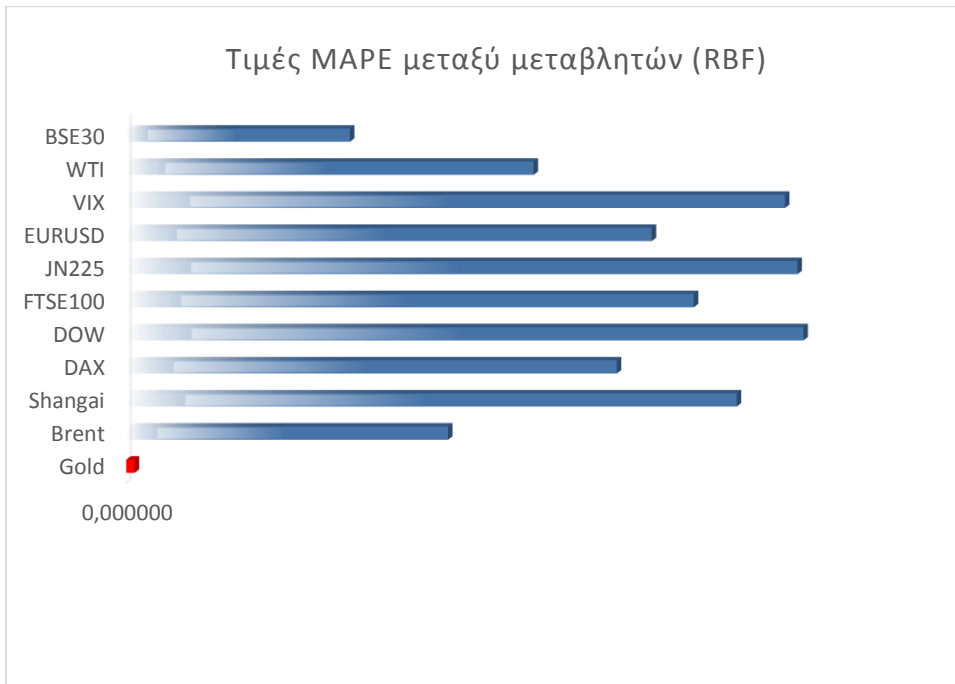
Πίνακας 19: Σφάλματα κάθε μεταβλητής σε εφαρμογή με Linear Kernel

Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
Gold	0,008720	0,000888
Brent	0,311606	0,650136
Shangai	0,638628	2,385691
DAX	0,514622	1,757152
DOW	0,714195	2,999685
FTSE100	0,597597	2,204224
JN225	0,707991	3,022314
EURUSD	0,550751	1,845510
VIX	0,689586	2,759591
WTI	0,407128	1,091450
BSE30	0,247747	0,541377

Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα, οι μεταβλητές που δίνουν τα μικρότερα σφάλματα στην πρόγνωση της τιμής του Χρυσού είναι το Χρηματιστήριο της Βομβάης (δείκτης BSE30) και ακολουθεί η τιμή του πετρελαίου (Brent & WTI). Αναλυτικά όλα τα διαγράμματα υπάρχουν στο ηλεκτρονικό παράρτημα «Ημερήσια».

Δοκιμάζοντας τα ίδια δεδομένα σε πυρήνα RBF , την ίδια ακριβώς περίοδο από **30/9/1985** έως και **31/3/2014** παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:





Εικόνα 36: Δοκιμή αποτελεσμάτων μέσωσ απολύτου ποσοστιαίου σφάλματος μίας υστέρησης χρυσού και μίας υστέρησης της κάθε μεταβλητής με πυρήνα RBF.

Πίνακας 20: Αποτελέσματα σφαλμάτων με RBF

Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
Gold	0,0088173	0,0037452
Brent	0,3392609	3,1383963
Shanghai	0,6437797	1,0108518
DAX	0,5172776	7,3745268
DOW	0,7147532	12,5035294
FTSE100	0,5985029	9,2100664
JN225	0,7083359	12,5713215
EURUSD	0,5540837	7,7818688
VIX	0,6950765	11,7117771
WTI	0,4295065	4,9770186
BSE30	0,2358876	1,9667532

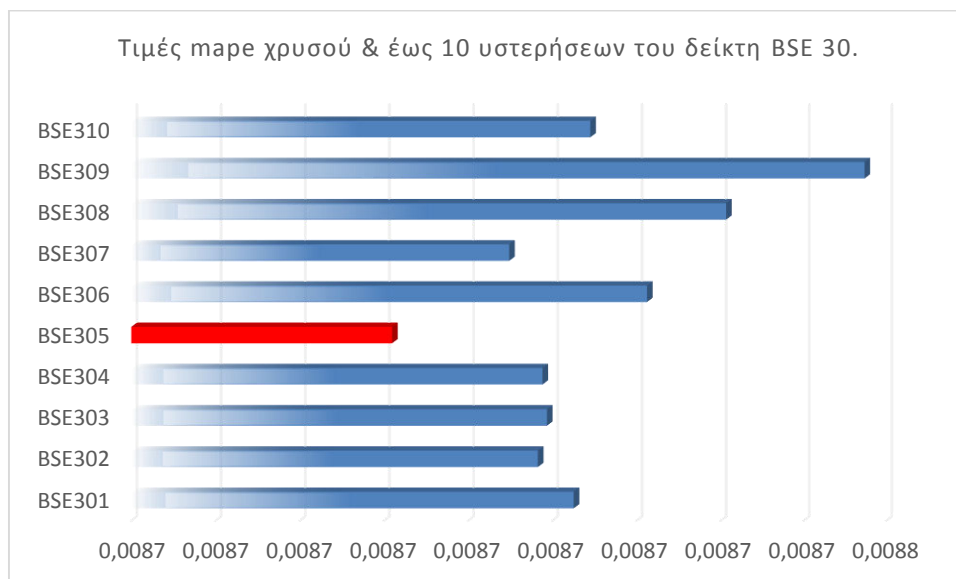
Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα, οι μεταβλητές που δίνουν τα μικρότερα σφάλματα στην πρόγνωση της τιμής του Χρυσού είναι το Χρηματιστήριο της Βομβάης



(δείκτης BSE30) και ακολουθεί η τιμή του πετρελαίου (Brent & WTI). Λόγω όμως του ότι τα καλύτερα αποτελέσματα εμφανίζονται με τη χρήση του Linear Kernel θα συνεχίσουμε από εδώ και στο εξής μόνο με τον Linear Kernel χωρίς την εφαρμογή σε RBF.

Τιμές χρυσού και δείκτης Βομβάης BSE 30

Μετά τα παραπάνω αποτελέσματα, η πρώτη δοκιμή με υστερήσεις θα γίνει με το δείκτη BSE 30 του χρηματιστηρίου της Βομβάης. Το αποτέλεσμα που φαίνεται είναι ότι μετά την ίδια την τιμή του Χρυσού, ένα από τα κυριότερα πράγματα που επηρεάζουν την τιμή είναι η ανάπτυξη της Ινδίας. Η Ινδία είναι ένας από τους μεγαλύτερους εισαγωγείς Χρυσού. Μεγάλος εισαγωγέας είναι και η Κίνα και αθροιστικά αποτελούν το κυριότερο εισαγωγέα παγκοσμίως χρυσού τόσο για κοσμήματα όσο και για απόθεμα τραπεζών σε φυσικό χρυσό. Μετά την επεξεργασία των δεδομένων, με μία (1) υστέρηση τιμών χρυσού και έως 10 υστερήσεις τιμών του δείκτη BSE 30, τα αποτελέσματα είναι τα κάτωθι:



Εικόνα 37: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με μία (1) υστέρηση της τιμής χρυσού και έως 10 υστερήσεων του δείκτη BSE 30.

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα λαμβάνεται έως 4 υστερήσεις όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008720$. Το αποτέλεσμα όμως αυτό δεν είναι καλύτερο συγκρινόμενο με το $\text{test.MAPE} = 0,0084179$ που έδωσε η επεξεργασία με μία υστέρηση των τιμών χρυσού.

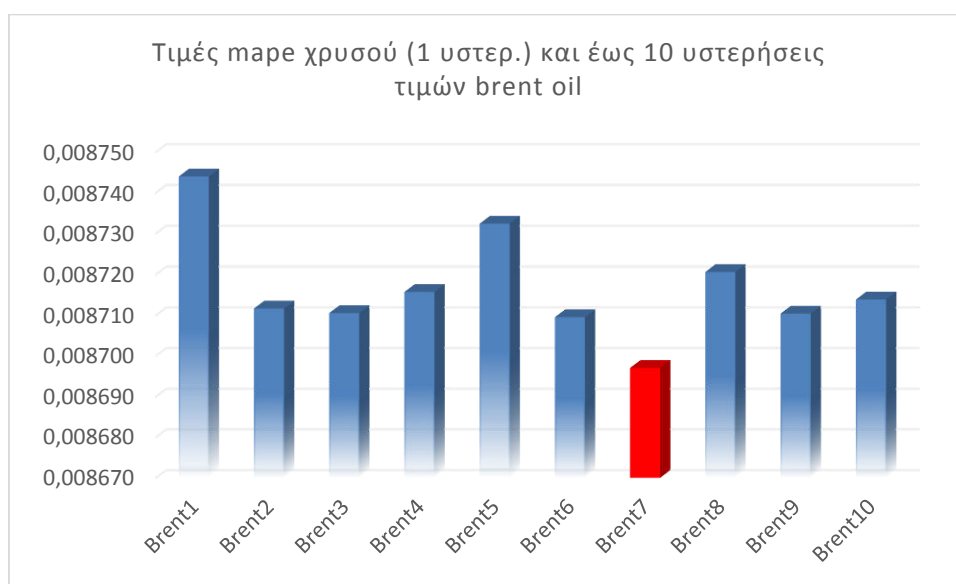
Πίνακας 21: Αποτελέσματα σφαλμάτων με μία υστέρηση χρυσού και BSE30 υστερήσεις από 1 έως 10.

Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
BSE301	0,008731	0,000888
BSE302	0,008729	0,000888
BSE303	0,008730	0,000888
BSE304	0,008729	0,000890
BSE305	0,008720	0,000888
BSE306	0,008736	0,000892
BSE307	0,008727	0,000888
BSE308	0,008740	0,000893
BSE309	0,008749	0,000894
BSE310	0,008732	0,000894

Τιμές χρυσού και τιμές πετρελαίου (Brent & WTI).

Με τη σειρά μικρότερου σφάλματος πρόγνωσης, οι επόμενες μεταβλητές είναι το Αγγλικό και το Αμερικάνικο πετρέλαιο ήτοι το Brent Oil & WTI Oil. Η τιμή του πετρελαίου ενσωματώνει την οικονομική και γεωπολιτική κατάσταση παγκοσμίως καθώς και το κόστος εξόρυξης του χρυσού, λόγω χρήσης μηχανημάτων καύσης πετρελαίου.

Για τα αποτελέσματα πάρθηκαν μία υστέρηση από τις τιμές του χρυσού, και από 1 έως 10 υστερήσεις Brent Oil. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:



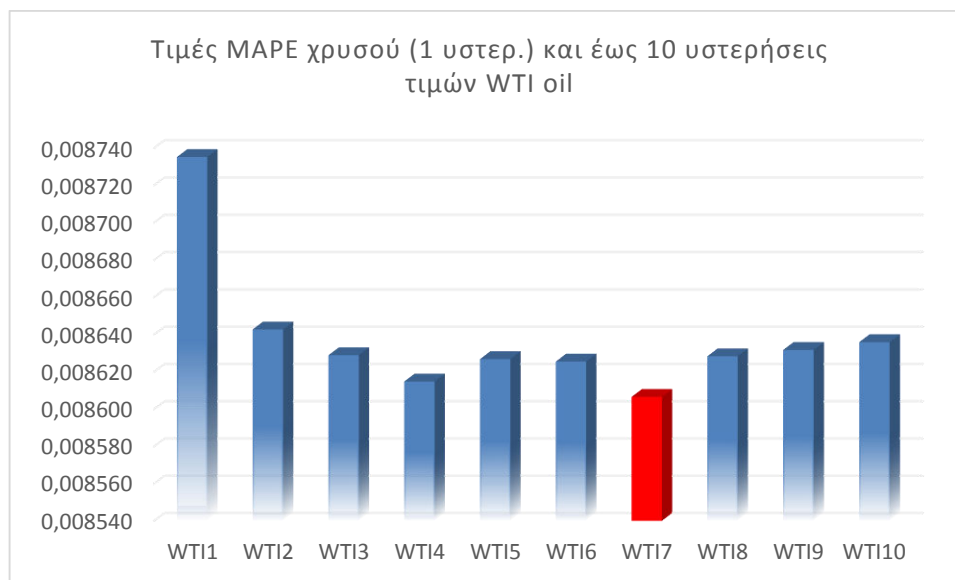
Εικόνα 38: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με μία υστέρηση τιμής χρυσού και έως 10 υστερήσεων τιμών Brent Oil.

Όπως φαίνεται και τα αποτελέσματα το καλύτερο αποτέλεσμα είναι με 7 υστερήσεις όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0.008697$.

Πίνακας 22: Αποτελέσματα σφαλμάτων με μία υστέρηση τιμών χρυσού και έως 10 υστερήσεις τιμών Brent.

Var-Gold	Test MAPE	Test MSE
Brent1	0,008744	0,000892
Brent2	0,008712	0,000888
Brent3	0,008710	0,000889
Brent4	0,008716	0,000890
Brent5	0,008732	0,000892
Brent6	0,008710	0,000887
Brent7	0,008697	0,000885
Brent8	0,008721	0,000888
Brent9	0,008710	0,000886
Brent10	0,008714	0,000887

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα με τιμές πετρελαίου WTI είναι τα κάτωθι:



Εικόνα 39: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με μία υστέρηση τιμής χρυσού και έως 10 υστερήσεων τιμών WTI Oil.

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα το έχουμε με 8 υστερήσεις τιμών όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008607$.

Πίνακας 23: Αποτελέσματα σφαλμάτων με μία υστέρηση τιμών χρυσού και έως 10 υστερήσεις τιμών WTI.

Var-Gold	Test.Mape	Test.MSE
WTI1	0,008735	0,000891
WTI2	0,008643	0,000880
WTI3	0,008629	0,000879
WTI4	0,008615	0,000876
WTI5	0,008627	0,000878
WTI6	0,008626	0,000876
WTI7	0.008607	0.000874
WTI8	0,008628	0,000877
WTI9	0,008632	0,000876
WTI10	0,008636	0,000877

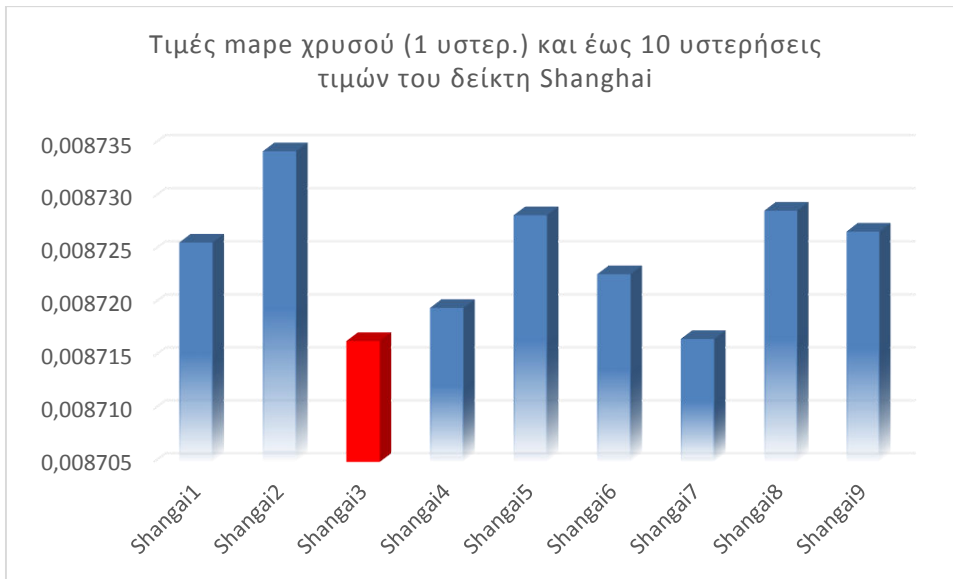
Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα λαμβάνεται από το WTI όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008607$ ενώ στο Brent έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008697$. Το αποτέλεσμα όμως αυτό δεν είναι καλύτερο συγκρινόμενο με το $\text{test.MAPE} = 0,0084179$ που έδωσε η επεξεργασία με μία υστέρηση των τιμών χρυσού.

Τιμές χρυσού και τιμές δείκτη Shanghai (Κίνα).

Μετά τα παραπάνω αποτελέσματα , ακολουθεί η δοκιμή και επεξεργασία δεδομένων με μία υστέρηση χρυσού και έως 10 υστερήσεις του δείκτη Shanghai της Κίνας. Η Κίνα είναι μαζί με την Ινδία ο μεγαλύτερος εισαγωγέας χρυσού τόσο για κοσμήματα όσο και για φυσικά αποθέματα (επενδύσεις τραπεζών).

Εξετάζοντας μία υστέρηση χρυσού και έως δέκα (10) υστερήσεις του δείκτη, τα αποτελέσματα είναι τα κάτωθι:





Εικόνα 40: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με μία υστέρηση τιμής χρυσού και έως 10 υστερήσεων χρηματιστηριακού δείκτη Shanghai.

Πίνακας 24: Αποτελέσματα σφαλμάτων με μία υστέρηση τιμών χρυσού και έως 10 υστερήσεις του δείκτη Shanghai.

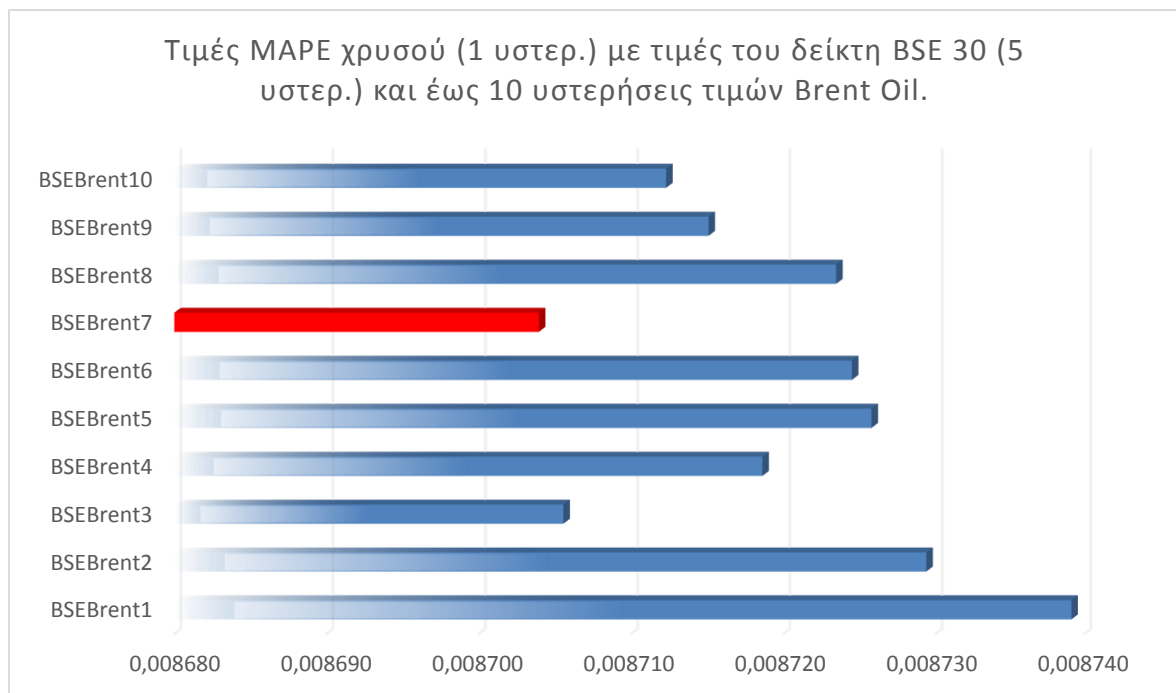
Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
Shanghai1	0,008726	0,000890
Shanghai2	0,008734	0,000892
Shanghai3	0,008716	0,000889
Shanghai4	0,008720	0,000889
Shanghai5	0,008728	0,000891
Shanghai6	0,008723	0,000890
Shanghai7	0,008717	0,000888
Shanghai8	0,008729	0,000891
Shanghai9	0,008727	0,000890

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα είναι με τρεις (3) υστερήσεις όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008716$. Το αποτέλεσμα όμως αυτό δεν είναι καλύτερο συγκρινόμενο με το $\text{test.MAPE} = 0,0084179$ που έδωσε η επεξεργασία με μία υστέρηση των τιμών χρυσού.

Τιμές χρυσού με τιμές δείκτη BSE30 και τιμές πετρελαίου Brent

Συνδυάζοντας τα παραπάνω καλύτερα αποτελέσματα με τιμές χρυσού, τιμές δείκτη BSE 30 και τιμές Brent Oil έχουμε μεταβλητές που ενσωματώνουν πληροφορίες όπως η ανάπτυξη της Ινδίας, τις γεωπολιτικές εξελίξεις στον κόσμο, κόστους εξόρυξης κλπ

Εξετάζουμε λοιπόν τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας μία υστέρηση χρυσού, πέντε υστερήσεις τιμών του δείκτη BSE 30 και έως 10 υστερήσεις τιμών Brent. Τα αποτελέσματα είναι τα κάτωθι.:



Εικόνα 41: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με 1 υστέρηση τιμής χρυσού, με 5 υστερήσεις τιμής του δείκτη Shanghai της Κίνας και έως 10 υστερήσεων τιμών του πετρελαίου Brent.

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα επιτυγχάνεται με 7 υστερήσεις όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008704$. Το αποτέλεσμα όμως αυτό δεν είναι καλύτερο συγκρινόμενο με το $\text{test.MAPE} = 0,0084179$ που έδωσε η επεξεργασία με μία υστέρηση των τιμών χρυσού.

Πίνακας 25: Αποτελέσματα σφαλμάτων με με 1 υστέρηση τιμής χρυσού, με 5 υστερήσεις τιμής του δείκτη Shanghai της Κίνας και έως 10 υστερήσεων τιμών του πετρελαίου Brent

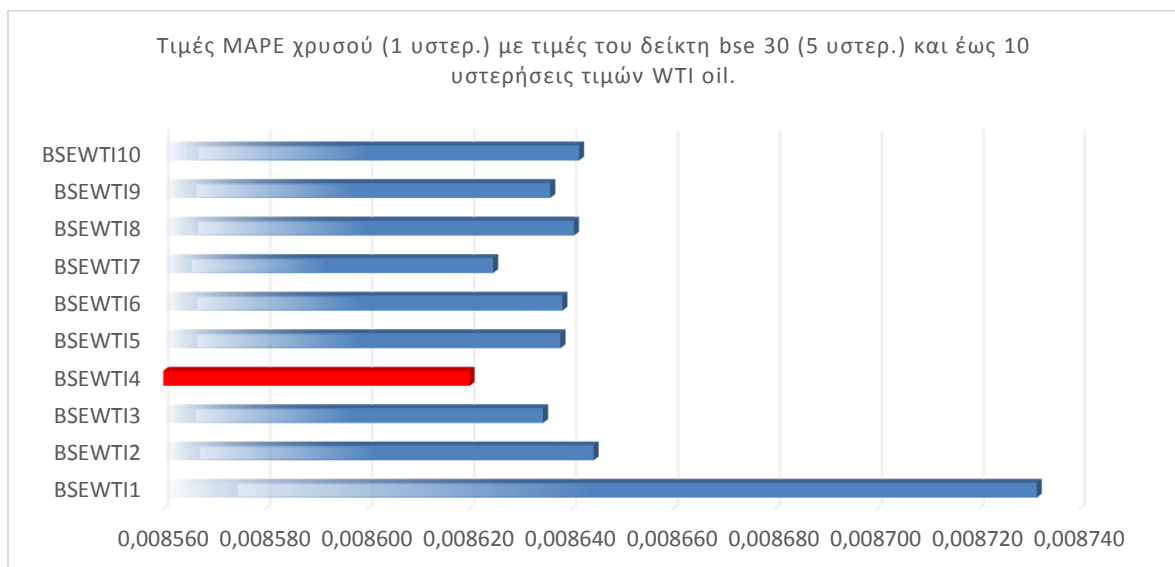
Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
BSEBrent1	0,008739	0,000893
BSEBrent2	0,008729	0,000890
BSEBrent3	0,008706	0,000887

BSEBrent4	0,008719	0,000889
BSEBrent5	0,008726	0,000890
BSEBrent6	0,008724	0,000889
BSEBrent7	0,008704	0,000884
BSEBrent8	0,008723	0,000887
BSEBrent9	0,008715	0,000886
BSEBrent10	0,008712	0,000887

Τιμές χρυσού με τιμές δείκτη BSE30 και τιμές πετρελαίου WTI

Συνδυάζοντας τα παραπάνω καλύτερα αποτελέσματα με τιμές χρυσού, τιμές δείκτη BSE 30 και τιμές WTI Oil έχουμε μεταβλητές που ενσωματώνουν πληροφορίες όπως η ανάπτυξη της Ινδίας, τις γεωπολιτικές εξελίξεις στον κόσμο, κόστους εξόρυξης κλπ. Στην συγκεκριμένη επεξεργασία έχουμε αντικαταστήσει την μεταβλητή Brent Oil με τη WTI Oil.

Εξετάζουμε λοιπόν τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας μία υστέρηση χρυσού, πέντε υστερήσεις τιμών του δείκτη BSE 30 και έως 10 υστερήσεις τιμών Brent. Τα αποτελέσματα είναι τα κάτωθι.:



Εικόνα 42: Εφαρμογή δοκιμών σε Linear Kernel με 1 υστέρηση τιμής χρυσού, με 5 υστερήσεις τιμής του δείκτη Shanghai της Κίνας και έως 10 υστερήσεων τιμών του πετρελαίου WTI.

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα το μικρότερο σφάλμα επιτυγχάνεται με 4 υστερήσεις όπου έχουμε $\text{test.MAPE} = 0,008620$. Το αποτέλεσμα όμως αυτό δεν είναι

καλύτερο συγκρινόμενο με το test.MAPE = 0,0084179 που έδωσε η επεξεργασία με μία υστέρηση των τιμών χρυσού.

Πίνακας 23: Αποτελέσματα σφαλμάτων με με 1 υστέρηση τιμής χρυσού, με 5 υστερήσεις τιμής του δείκτη Shanghai της Κίνας και έως 10 υστερήσεων τιμών του πετρελαίου WTI

Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE
BSEWTI1	0,008732	0,000890
BSEWTI2	0,008644	0,000880
BSEWTI3	0,008634	0,000878
BSEWTI4	0,008620	0,000876
BSEWTI5	0,008638	0,000879
BSEWTI6	0,008638	0,000878
BSEWTI7	0,008625	0,000876
BSEWTI8	0,008641	0,000879
BSEWTI9	0,008636	0,000876
BSEWTI10	0,008642	0,000877

Συμπεράσματα

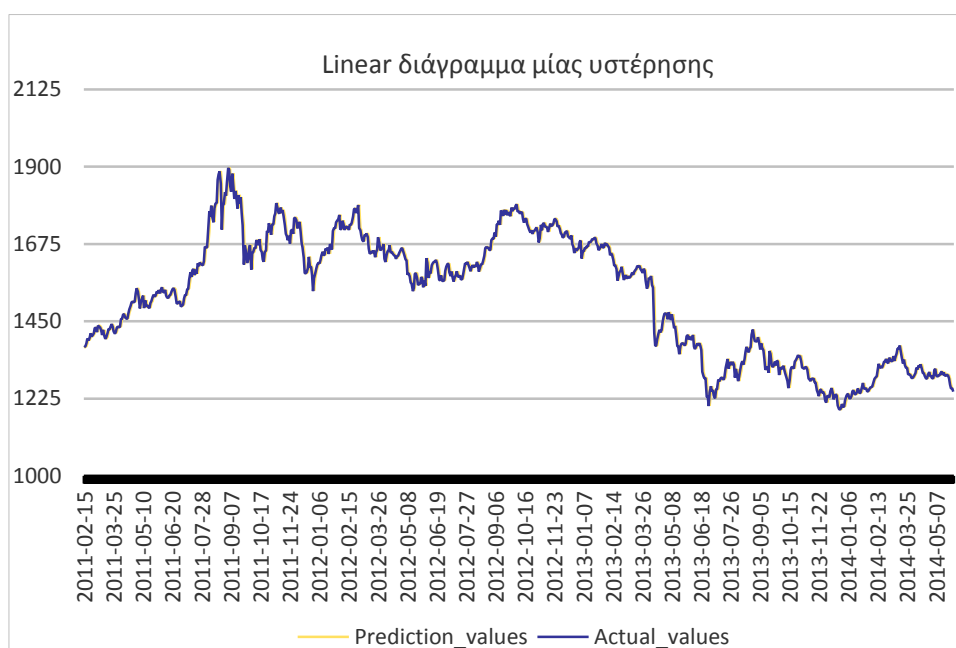
Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, η τιμή του χρυσού ενσωματώνει όλες τις πληροφορίες για τις επενδύσεις και τις γεωπολιτικές εξελίξεις παγκοσμίως στην προηγούμενη τιμή του. Στην τιμή λοιπόν που ήδη έχει ενσωματωθεί η παραπάνω πληροφορία, ο επόμενος παράγοντας που διαμορφώνει την τιμή του Χρυσού είναι η Παγκόσμια ζήτηση για Κοσμήματα ή για Τραπεζικά προϊόντα. Τα τελευταία χρόνια η Κίνα & η Ινδία έχουν διπλασιάσει τη ζήτηση σε Χρυσό λόγω Τραπεζικών τοποθετήσεων στο πολύτιμο μέταλλο. Στην επεξεργασία των δεδομένων όμως ημερήσιας συχνότητας, φαίνεται ότι οι τιμές του χρυσού αρκούν για την καλύτερη πρόγνωση (μικρότερο σφάλμα).

Βλέποντας τον παρακάτω πίνακα, διαπιστώνουμε, ότι το μικρότερο σφάλμα το δίνει ο ίδιος ο Χρυσός με Lag =1.



Πίνακας 24: Αποτελέσματα σφαλμάτων με δεδομένα μόνο χρυσού και αποτελέσματα χρυσού συνδυαστικά με άλλες μεταβλητές.

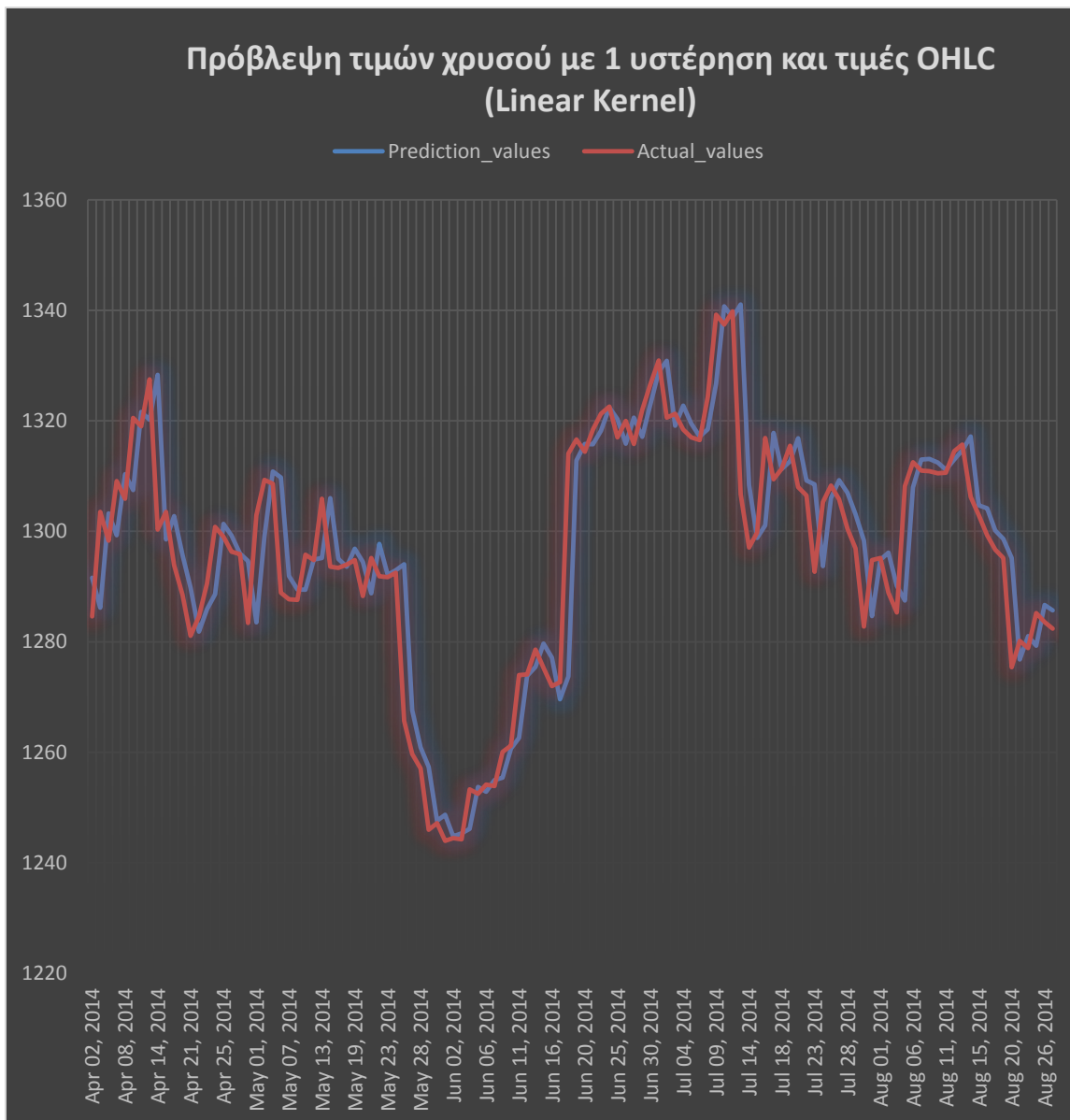
Var-Gold	Test_MAPE	Test_MSE	Επεξήγηση
Lag1	0,008417	0,001019	Δεδομένα μόνο χρυσού
BSE305	0,008720	0,000888	Δεδομένα χρυσού και δείκτη BSE 30
Brent7	0,008697	0,000885	Δεδομένα χρυσού και πετρελαίου Brent
WTI7	0,008607	0,000874	Δεδομένα χρυσού και πετρελαίου WTI
Shangai3	0,008716	0,000889	Δεδομένα χρυσού και δείκτη Shanghai
BSEBrent7	0,008704	0,000884	Δεδομένα χρυσού , δείκτη BSE 30 & πετρελαίου Brent
BSEWTI4	0,008620	0,000876	Δεδομένα χρυσού , δείκτη BSE 30 & πετρελαίου WTI



Εικόνα 43: Διάγραμμα πρόβλεψης / πραγματικής τιμής χρυσού λαμβάνοντας μία υστέρηση (Κίτρινο – πρόβλεψη/ μπλε πραγματικές τιμές) - Linear

Στην κλασική τεχνική ανάλυση διαγραμμάτων μετοχών και άλλων στοιχείων χρηματαγορών, λαμβάνουμε υπόψη τις τιμές ανοίγματος, κλεισίματος καθώς και την υψηλή και χαμηλή τιμή ημέρας (σε ημερήσια συχνότητα). Εφόσον έχουμε διαπιστώσει ότι τα καλύτερα αποτελέσματα τα έχουμε με μία χρονική περίοδο υστέρησης της χρονοσειράς, δοκιμάζουμε τα δεδομένα με υστέρηση=1 δίνοντας εκτός από την τιμή κλεισίματος όλες τις παραπάνω τιμές (Open, High, Low, Close).

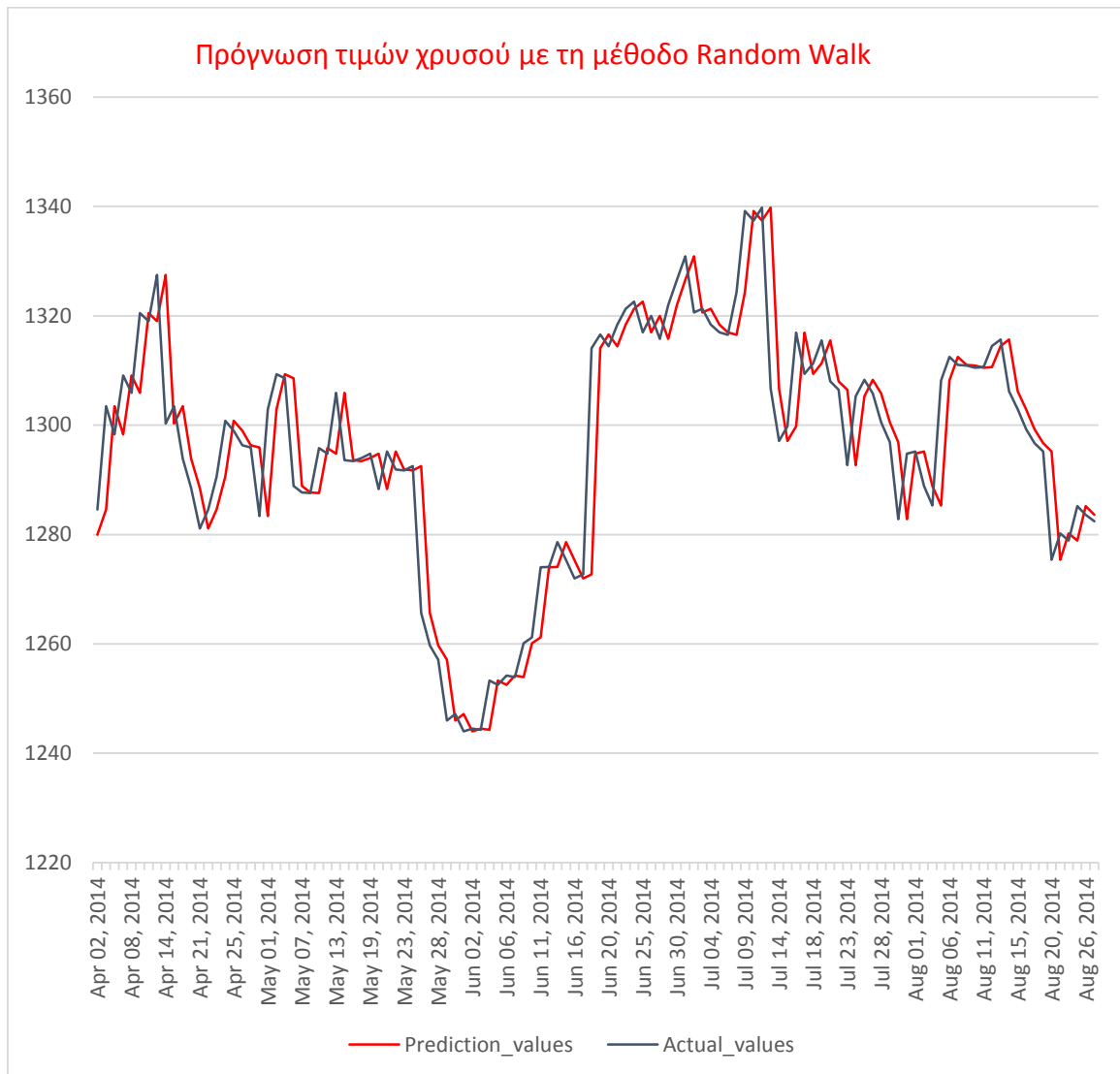
Τα αποτελέσματα που είναι και τα καλύτερα αυτής της εργασίας με τη μέθοδο SVR φαίνονται στο κάτωθι διάγραμμα:



Εικόνα 44: Διάγραμμα πρόβλεψης / πραγματικής τιμής χρυσού λαμβάνοντας μία υστέρηση με SVR (Μπλέ – πρόβλεψη/ κόκκινο πραγματικές τιμές) - Linear

Στο συγκεκριμένο σημείο θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα θα πρέπει να συγκριθούν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που θα είχαμε εφαρμόζοντας ως μέθοδο πρόβλεψης τη μαθηματική τυποποίηση των τυχαιών βημάτων (Random Walk). Περισσότερα στοιχεία για τη μέθοδο έχουν αναφερθεί στην παράγραφο συμπερασμάτων του 3^{ου} κεφαλαίου.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτά με τη μαθηματική τυποποίηση των τυχαίων βημάτων (Random Walk) τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:



Εικόνα 45: Διάγραμμα πρόβλεψης / πραγματικής τιμής χρυσού λαμβάνοντας μία υστέρηση με Random Walk ($P_{t+1} = P_t$) (Κόκκινο – πρόβλεψη/ μπλε πραγματικές τιμές) - Linear



Πίνακας 25: Συγκριτικά αποτελέσματα τιμών σφάλματος SVR – Random Walk

Quarter	Actual Values	SVR Prediction Values	R.Walk Pred. Values
MSE		89,33	89,75
MAPE		0,00494	0,00476

Κατά συνέπεια, είναι εμφανές ότι το 0,49% του SVR είναι πολύ κοντά στο 0,47% του Random Walk (Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα). Αυτό εξάγει τα ακόλουθα συμπεράσματα:

A) Το σφάλμα πρόγνωσης στην τιμή του Χρυσού μέσω των διανυσμάτων υποστήριξης παλινδρόμησης δεν είναι ικανοποιητικό, λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβλητές που υπάρχουν στις σύγχρονες αναφορές, ανεξάρτητα αν συσχετίζονται είτε αρνητικά είτε θετικά.

B) Η αγορά εμφανίζεται να είναι αποτελεσματική.



Αναφορές.

- [1] Hammoudeh, S. and Yuan, Y. (2008). Metal volatility in presence of oil and interest rate shocks. *Energy Economics*, 30(2), pp.606--620.
- [2] Fulli-Lemaire, N. (2013). An inflation-hedging strategy with commodities. *Journal of Investment Strategies*, 2(3), pp.23-50.
- [3] Ibrahim, S., Kamaruddin, N. and Hasan, R. (2014). The Determinants of Gold Prices in Malaysia. *Journal of Advanced Management Science Vol*, 2(1).
- [4] Baber, P., Baber, R., Thomas G., (2013). Factors affecting Gold prices: a case study of India.
- [5] Bangad, S. (2013). Statistical Analysis Of The Factors Affecting Prices Of Gold. *Golden Research Thoughts*, 3(4).
- [6] Sjaastad, L. (2008). The price of gold and the exchange rates: Once again. *Resources Policy*, 33(2), pp.118–124.
- [7] Toraman, C., Basarir, C. and Bayramoglu, M. (2011). Determination of factors affecting the price of gold: A study of MGARCH model. *Business and Economics Research Journal*, 2(4), pp.37–50
- [8] Silvennoinen, A. and Thorp, S. (2013). Financialization, crisis and commodity correlation dynamics. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 24, pp.42–65.
- [9] Arouri, M., Hammoudeh, S., Lahiani, A. and Nguyen, D. (2013). On the short-and long-run efficiency of energy and precious metal markets. *Energy Economics*, 40, pp.832–844.
- [10] Bilal, A., Talib, N., Haq, I., Khan, M. and Naveed, M. (2013). How gold prices correspond to stock index: a comparative analysis of Karachi stock exchange and Bombay stock exchange. *World Applied Sciences Journal*, 21(4), pp.485–491.
- [11] Baur, D. and Lucey, B. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), pp.217--229.
- [12] Hammoudeh, S., Yuan, Y., McAleer, M. and Thompson, M. (2010). Precious metals--exchange rate volatility transmissions and hedging strategies. *International Review of Economics & Finance*, 19(4), pp.633--647.
- [13] Juan Carlos Artigas, (2010). Gold:Report. *World Gold Council*, Reg No 333-158105.
- [14] Shafiee, S. and Topal, E. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. *Resources Policy*, 35(3), pp.178–189.



- [15] Agyei-Ampomah, S., Gounopoulos, D. and Mazouz, K. (2014). Does gold offer a better protection against sovereign debt crisis than other metals?. *Journal of Banking and Finance*.
- [16] Adams, Z. and Gluck, T. (2013). Financialization in Commodity Markets: Disentangling the Crisis from the Style Effect. *ZBW-Deutsche Zentralbibliothek f"ur Wirtschaftswissenschaften, Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft*.
- [17] Lucey, B. and O'Connor, F. (2013). Do bubbles occur in the gold price? An investigation of gold lease rates and Markov Switching models. *Borsa Istanbul Review*, 13(3), pp.53--63.
- [18] Arouri, M., Lahiani, A., Nguyen, D. and others, (2013). World gold prices and stock returns in China: insights for hedging and diversification strategies.
- [19] <http://www.investopedia.com>
- [20] Debasish, B., Srimanta, P., and Dipak, C. (2007). MSuport Vector Regression. *Neural Information Processing*, Vol 11, No 10, pp203-224.
- [21] Welling Max, Support Vector Machine - a note. Department if Computer Science, University of Toronto.
- [22] Welling Max, Kernel Ridge Regression - a note. Department if Computer Science, University of Toronto.
- [23] Welling Max, Support Vector Regression - a note. Department if Computer Science, University of Toronto.
- [24] Ioannou, D. (2013). Artificial Intelligence Models for Predicting Results in Football, Thesis, Department of Electrolgy & Computers Engineer, Aristotelean University of Thessaloniki.
- [25] LIBSVM -- A Library for Support Vector Machines, (<http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>)
- [26] Matlab, (<http://en.wikipedia.org/wiki/MATLAB>)
- [27] Chih-Wei Hsu, Chih-Chung Chang, and Chih-Jen Lin, (2010), A Practical Guide to Support Vector Classification, Department of Computer Science, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan



Παράρτημα : Αναλυτικά αποτελέσματα σε ηλεκτρονική μορφή












Πίνακες σε Microsoft Excel σε συνημμένο CD

Στο συνημμένο cd υπάρχουν αναλυτικά όλα τα αρχεία των αποτελεσμάτων που έχουν αναφερθεί στο κείμενο με όλα τα lags των μεταβλητών τα οποία είναι σε διαμόρφωση Excel 2010-2013.

Τριμηνιαία συχνότητα (Quarterly)

-  GoldVarsRBF(1-1)
-  GoldVarsLinear(1-1)
-  GoldVars&LagsLinear(1-1)
-  GoldLagsRBF(1-20)
-  GoldLagsLinear(1-20)
-  GoldLags-ChinaLags
-  GoldLags-ChinaLags - USDOLLAR
-  GoldLags-ChinaLags - Oil
-  GoldLags-ChinaLags - FedDebtPerGDP

Ημερήσια συχνότητα (Daily)

-  RBFGoldVars(1-1)
-  RBFGoldLags(1-10)
-  LinearGoldVars(1-1)
-  LinearGoldLagsWTI
-  LinearGoldLagsShanghai
-  LinearGoldLagsBSEWTI
-  LinearGoldLagsBSEBrent
-  LinearGoldLagsBSE30
-  LinearGoldLagsBrent
-  LinearGoldLags(1-10)
-  GoldOHLC 2118

