

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ & ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΗΜΗΣ
Π.Μ.Σ. ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ
ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Εκτίμηση Αγοραίου Κινδύνου των Τιμών Αγαθών (Commodities)

*Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Αναλογιστική Επιστήμη και
Διοικητική Κινδύνου*

Μιχώτα Κ. Αφροδίτη

13

«Commodities' Market Risk Estimation»

Michota K. Afrodite

Τριμελής Επιτροπή:
Αικατερίνη Πανοπούλου (Επιβλέπων)
Σπυρίδων Βρόντος
Τιμόθεος Αγγελίδης

Πειραιάς
Ιούνιος 2013

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
1. Εισαγωγή.....	7
2. Οι Αγορές των Αγαθών.....	9
2.1 Οι Κατηγορίες των Αγαθών.....	9
i. Τα Βασικά Αγαθά	9
ii. Τα Αγαθά Ενέργειας.....	10
iii. Αναδυόμενες Αγορές Ενέργειας	11
a. Άνθρακας.....	11
b. Παράγωγα καιρού(weather derivatives)	11
c. «Πράσινο εμπόριο»(green trading)	12
2.2. Τα Αγαθά Αναλυτικά (Βασικά & Ενέργειας)	12
2.2.1. Ο χρυσός.....	12
2.2.2. Το κακάο.....	14
2.2.3. Crude Oil.....	16
2.2.4. Raw Sugar	19
2.2.5. Corn	21
2.2.6. Το Ασήμι.....	23
2.3. Τρόποι Αποστολής και Διακανονισμού του εμπορεύματος.....	25
2.4. Οι Κίνδυνοι Αγοράς των Αγαθών	26
2.4.1. Οι κίνδυνοι (RISKS)	26
2.4.2. Ο Κίνδυνος Αγοράς.....	27
3. Μεθοδολογία	31
3.1 Μοντέλα Μέτρησης Κινδύνου	31
3.1.1. Το ARCH Μοντέλο	32
3.1.2. Το GARCH Μοντέλο.....	33
3.1.3 Το Εκθετικό GARCH Μοντέλο (EGARCH).....	34
3.1.4. Historical Simulation (HS).....	34
3.2 Value At Risk (VAR).....	35
3.3 Backtesting	36
3.3.1. Στατιστικός Έλεγχος Backtesting	37

3.3.1.1. Unconditional Coverage Testing	38
3.3.1.2. Independence Testing	40
3.3.1.3. Conditional Coverage Testing.....	42
3.3.2. Backtesting μόνο στην αριστερή ουρά της κατανομής	43
3.3.3. Οι προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων.....	43
3.3.4. Stress Testing.....	43
3.3.5. Επιλογή Σεναρίων	44
4. Εμπειρικά Αποτελέσματα.....	45
4.1 Gold	45
4.2 Cocoa	53
4.3 Corn	61
4.4 Silver	69
4.5 Sugar.....	77
4.6 Oil	84
5. Συμπεράσματα	92
Κατάλογος Πινάκων	95
Κατάλογος Γραφημάτων	97
Κατάλογος Συντομογραφιών	99
Βιβλιογραφία	100

Περίληψη

Μία από τις βασικότερες κατηγορίες κινδύνου είναι αυτή του Κινδύνου της Αγοράς. Η συγκεκριμένη εργασία ασχολείται με την αγορά εμπορευμάτων και πως επιδρά σε αυτά ο κίνδυνος αγοράς. Γίνεται στατιστική ανάλυση των εβδομαδιαίων λογαριθμικών αποδόσεων των αγαθών και ποσοτικοποίηση του κινδύνου αγοράς των εμπορευμάτων μέσω μεθόδων υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο. Ακολουθεί η αξιολόγηση αυτών των μεθόδων που μας βοηθά να αντιληφθούμε για κάθε ένα από τα αγαθά μας ποια μέθοδος είναι η πιο κατάλληλη ώστε να έχουμε την πιο ακριβή μέτρηση του κινδύνου.

Λέξεις Κλειδιά: Κίνδυνος Αγοράς, Εμπορεύματα, VaR, Backtesting, Αγαθά, Μοντέλα Μέτρησης Κινδύνου.

1. Εισαγωγή

Οι εξελίξεις κατά τα τελευταία έτη στις συναλλαγές εμπορευμάτων έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον τόσο των ακαδημαϊκών όσο και των οικονομολόγων. Στα μέσα της δεκαετίας του 2000, τόσο οι spot όσο και οι προθεσμιακές τιμές μιας ευρείας σειράς προϊόντων άρχισαν να φουσκώνουν μετά από σχεδόν τρεις δεκαετίες χαμηλών και μειωμένων τιμών. Η περίοδος 2003-2008 έχει χαρακτηριστεί ως commodity boom, επειδή γνώρισε μια θεαματική και ταυτόχρονη αύξηση των τιμών από τις τρεις μεγάλες κατηγορίες εμπορευμάτων (ενέργειας, μέταλλα, και αγροτικά,). Την ίδια στιγμή, οι επενδύσεις σε βασικά προϊόντα αυξήθηκαν ραγδαία, κυρίως μέσω των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης αλλά και στους δείκτες κεφαλαίων. Η συνολική αξία των δεικτών των εμπορευμάτων που διαπραγματεύονται από θεσμικούς επενδυτές αυξήθηκε από 15 δις. δολάρια το 2003 σε 200 δις. δολάρια στα μέσα του 2008 (CFTC, Staff Report, 2008). Το φαινόμενο αυτό συνήθως αναφέρεται ως financialization της αγοράς των αγαθών.

Μια σειρά από εμπειρικές μελέτες διαπιστώνουν ότι τα εμπορεύματα παρουσιάζουν χαμηλή ή ακόμη και αρνητική συσχέτιση με τις μετοχές και τα ομόλογα σε ορισμένες περιόδους του χρόνου και ως εκ τούτου αναμένεται να προκύψουν οφέλη διαφοροποίησης (π.χ., Erb και Harvey, 2006, Gorton και Rouwenhorst, 2006). Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια τα εμπορεύματα έχουν συσχετιστεί περισσότερο με άλλα χρηματοοικονομικά προϊόντα αλλά έχει γίνει και μια προσπάθεια να συσχετιστούν μεταξύ τους. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αυξημένη παρουσία των index traders στις αγορές βασικών αγαθών (π.χ., Tang και Xiong, 2010). Επιπλέον, είναι ενδιαφέρον να διερευνηθεί κατά πόσον υπάρχουν κοινοί παράγοντες που εξηγούν την αναμενόμενη απόδοση των αγαθών. Η καλά τεκμηριωμένη αυξημένη επενδυτική δραστηριότητα στις αγορές εμπορευμάτων σε συνδυασμό με την εκτεταμένη άνοδο των τιμών των εμπορευμάτων κατά την ίδια περίοδο παρακίνησε επίσης

το ενδιαφέρον του κοινού σε αυτές τις αγορές. Υπάρχει μια έντονη συζήτηση σχετικά με το αν η κερδοσκοπία από τους index traders προκάλεσε την αύξηση των τιμών.

Σε γενικότερο πλαίσιο, παρά την καίρια σημασία των βασικών προϊόντων για την οικονομία και τις κεφαλαιαγορές, πολλά ζητήματα παραμένουν ανοιχτά και προς συζήτηση. Ωθούμενη κυρίως από τις πρόσφατες εξελίξεις στις αγορές αγαθών, η συγκεκριμένη εργασία εξετάζει την πορεία της τιμής έξι βασικών αγαθών, τους κινδύνους που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι εμπλεκόμενοι στις αγορές αυτές, τις τεχνικές ποσοτικοποίησης αυτών των κινδύνων και την αξιολόγηση των τεχνικών αυτών. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της αγοράς εμπορευμάτων, ανάλυση των εμπορευμάτων με τα οποία θα ασχοληθούμε σε όλη την έκταση της εργασίας και των κινδύνων που την διέπουν με έμφαση στον κίνδυνο αγοράς. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που θα ακολουθήσουμε, κάνοντας αναφορά στα μοντέλα μέτρησης κινδύνου τα οποία και θα χρησιμοποιήσουμε στην συνέχεια, αλλά και στον επανέλεγχο ο οποίος θα πραγματοποιηθεί στο τέλος και θα μας βοηθήσει στην αξιολόγηση και στα συμπεράσματά μας. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας και ακολουθούν τα αποτελέσματα και ένας σύντομος σχολιασμός της αξιολόγησης των μεθόδων. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε.

2. Οι Αγορές των Αγαθών

2.1 Οι Κατηγορίες των Αγαθών

Τα αγαθά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τα *Βασικά Αγαθά* και τα *Αγαθά Ενέργειας*.

ι. Τα Βασικά Αγαθά

Τα *Βασικά αγαθά* χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- τα μέταλλα
- τα μαλακά (softs)
- τα δημητριακά και τους ελαιούχους σπόρους
- το ζωικό κεφάλαιο

Αυτά γενικά εμπορεύονται σε αγορές τοις μετρητοίς (spot). Τα *μέταλλα* μπορούν να αναλυθούν σε βασικά μέταλλα, όπως μη-σιδηρούχα μέταλλα (π.χ., ψευδάργυρο, αλουμίνιο, μόλυβδο και νικέλιο) στρατηγικά μέταλλα, όπως το βισμούθιο και το βανάδιο, και δευτερεύοντα μέταλλα, όπως κοβάλτιο και χρώμιο και πολύτιμα μέταλλα, όπως χρυσό, άργυρο και παλλάδιο. Το London Metals Exchange (LME), είναι ένα από τα βασικά εμπορικά κέντρα για τα βασικά και πολύτιμα μέταλλα, ενώ τα στρατηγικά και μικρά μέταλλα, που έχουν λιγότερη ομοιογένεια, έχουν την τάση να διαπραγματεύονται εξωχρηματιστηριακές/ over the counter (OTC) μεταξύ παραγωγού και καταναλωτή. Οι αγοραστές τείνουν στην αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροδιαστημική, τις φαρμακευτικές εταιρείες και τις ηλεκτρικές εταιρείες. Τα *μαλακά αγαθά (softs)* περιλαμβάνουν κακάο, ζάχαρη και καφέ, καθώς και το καουτσούκ, το τσάι και το πιπέρι. Τα *δημητριακά και οι ελαιούχοι σπόροι* εντάσσονται στην κατηγορία με τα βρώσιμα/γεωργικά αγαθά. Μπορεί να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω:

- σε κόκκους, όπως είναι το σιτάρι, το κριθάρι, το ρύζι και η βρώμη
- σε ελαιούχους σπόρους, όπως σόγια, ελαιοκράμβη, φοινικοπυρηνέλαιο και λιναρόσπορο

- σε ίνες, όπως το μαλλί, ύφασμα και μετάξι

Τέλος το *ζωικό κεφάλαιο* μπορεί να αναλυθεί σε κτηνοτροφικά και άλλα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των ζώντων ζώων και αγαθά με βάση το κρέας, όπως οι χοιρινό-κοιλίες.

ii. Τα Αγαθά Ενέργειας

Τα ακόλουθα *αγαθά (ενέργειας)* εμπορεύονται στις χρηματιστηριακές αγορές μέσω ανταλλαγών, συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης αλλά και στις εξωχρηματιστηριακές αγορές OTC:

- αργό πετρέλαιο
- βενζίνη
- Νάφθα
- πετρέλαιο εσωτερικής καύσης
- καύσιμα
- πετρέλαιο θέρμανσης
- κατάλοιπα μαζούτ
- καύσιμα των πλοίων
- φυσικό αέριο
- ηλεκτρική ενέργεια
- υγροποιημένο φυσικό αέριο (ΥΦΑ)
- πετροχημικά
- άνθρακας
- εκπομπές όπως διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου
- αέρια του θερμοκηπίου

- ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- negawatts (αξία της ενεργειακής απόδοσης)

Μερικά από αυτά τα αγαθά είναι αρκετά χαμηλής ρευστότητας (όπως τα αέρια του θερμοκηπίου ή negawatts), ενώ άλλα (όπως το αργό πετρέλαιο στις ΗΠΑ και την Ευρώπη, καθώς και το φυσικό αέριο της Βόρειας Αμερικής) είναι πολύ καλά εδραιωμένα.

iii. Αναδυόμενες Αγορές Ενέργειας

Υπάρχουν επίσης πολλές νέες αναδυόμενες αγορές στον κόσμο της ενέργειας. Αυτές περιλαμβάνουν τον *άνθρακα*, τα *παράγωγα καιρού* και το «*πράσινο εμπόριο*». Ας τα δούμε λίγο πιο αναλυτικά.

a. Άνθρακας

Η μεγαλύτερη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας εξακολουθεί να είναι η καύση του άνθρακα, αν και η διαχείριση κινδύνου του άνθρακα είναι ακόμα στην αρχή. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη χρήση άνθρακα είναι ένα σοβαρό ζήτημα. Οποιαδήποτε προσπάθεια για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνεπάγεται μειωμένη χρήση άνθρακα, ακόμη και αν η ποσότητα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που παράγεται από την καύση άνθρακα έχει μειωθεί σημαντικά κατά τα τελευταία 30 χρόνια. Ως εκ τούτου, οι πιο αυστηροί περιβαλλοντικοί κανονισμοί έχουν δημιουργήσει πολλές νέες ευκαιρίες arbitrage μεταξύ του άνθρακα και στις εκπομπές ρύπων.

b. Παράγωγα καιρού (*weather derivatives*)

Τα παράγωγα καιρού είχαν πάντοτε περισσότερη διαφήμιση παρά επιτυχία ως ανταλλάξιμο αγαθό. Τα παράγωγα καιρού είναι ένα προϊόν ανασφάλισης, και γι αυτό μπορούν να

αποτελούν μεγάλο μέρος μιας επιχείρησης σήμερα. Θεωρείται ότι ο κίνδυνος της κλιματικής αλλαγής μπορεί να προσθέσει ρευστότητα στο εμπόριο των παραγώγων καιρού.

c. «Πράσινο εμπόριο» (green trading)

Η πιο σημαντική εκπομπή που καλείται να αντιμετωπίσει το «πράσινο εμπόριο» είναι η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και άλλες εκπομπές που περιλαμβάνουν μεθάνιο και διοξείδιο του αζώτου. Μείωση των εκπομπών αυτών μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους: την αναβάθμιση powergenerating εξοπλισμού, την φύτευση δέντρων ή τη μείωση της διάβρωσης του εδάφους, και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών όπως ηλιακοί συλλέκτες και ανεμογεννήτριες.

2.2. Τα Αγαθά Αναλυτικά (Βασικά & Ενέργειας)

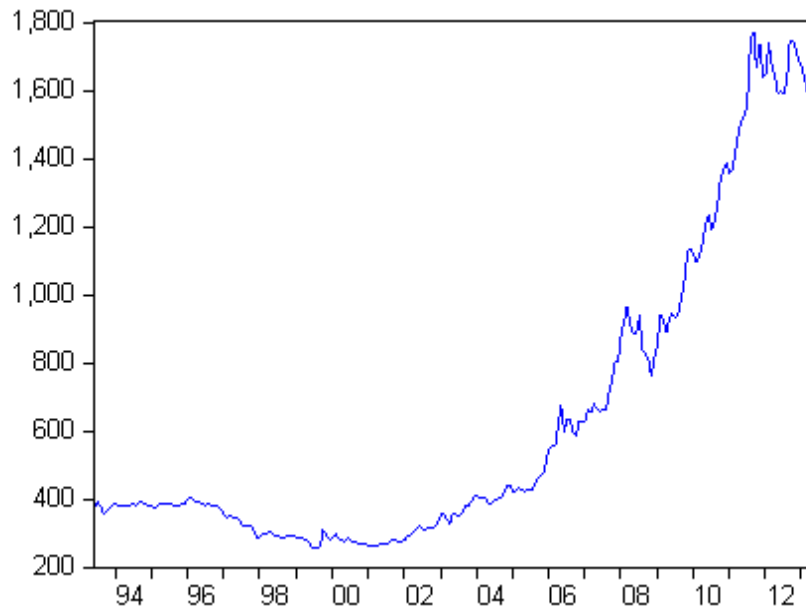
Ακολουθεί ανάλυση έξι αγαθών των οποίων θα ποσοτικοποιήσουμε τον κίνδυνο στην συνέχεια αυτής της εργασίας. Ας δούμε, λοιπόν, κάποια στοιχεία για τα αγαθά αυτά.

2.2.1. Ο χρυσός

Στην κατηγορία των μετάλλων ο χρυσός αδιαμφισβήτητα κατέχει την πρώτη θέση. Ο χρυσός έχει ειδικά χαρακτηριστικά σε σχέση με άλλα εμπορεύματα, διότι εξακολουθεί να είναι ένα περιουσιακό στοιχείο του αποθεματικού στις κεντρικές τράπεζες και έχει μια ιστορία που είναι ζωτικής σημασίας για το διεθνές νομισματικό σύστημα. Ως συνέπεια της εκμετάλλευσης των αποθεμάτων χρυσού από τις παγκόσμιες κεντρικές τράπεζες, η αλλαγή

στην συμπεριφορά του χαρτοφυλακίου των κεντρικών τραπεζών μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις για την τιμή του χρυσού. Ο κανόνας του χρυσού υπήρχε για ένα μικρό χρονικό διάστημα από το 1870 έως τις αρχές του Α Παγκοσμίου Πολέμου. Αυτή η περίοδος ήταν μια σχετικά σταθερή περίοδος, σε συνδυασμό με ισχυρή οικονομική ανάπτυξη. Τα χρήματα υποστηρίζονταν πλήρως από τον χρυσό, και οι επενδυτές προστατεύονταν από τον πληθωρισμό. Αυτό σήμαινε επίσης ότι οι διεθνείς επενδύσεις ήταν ασφαλέστερες από επενδύσεις με κυμαινόμενες συναλλαγματικές ισοτιμίες. Η έλλειψη αξιοπιστίας ήταν διαδεδομένη μετά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο. Όσο οι κυβερνήσεις χρησιμοποιούσαν τα χρήματα για τη χρηματοδότηση των ελλειμμάτων του προϋπολογισμού, ο πληθωρισμός ήταν ένα άμεσο αποτέλεσμα. Παρά το γεγονός ότι ο χρυσός είναι Ένα βασικό κομμάτι της ιστορίας, οι κινήσεις των αποθεμάτων της κεντρικής τράπεζας είναι κρίσιμες όχι μόνο για την αλλαγή της προσφοράς στην αγορά, αλλά και για τον καθορισμό τιμών μίσθωσης (Τα ποσοστά στα οποία οι τράπεζες δανείζουν το χρυσό τους) και ως εκ τούτου την βάση χρυσού. Οι κεντρικοί τραπεζίτες δανείζουν χρυσό στους εμπόρους χρυσού με ακατάλληλα βιβλία, προκειμένου να κερδίσουν μια απόδοση από την εκμετάλλευση του χρυσού. Υπάρχει ζήτηση για δάνεια χρυσού (από τους παραγωγούς χρυσού) ως ένα οικονομικά αποδοτικό μέσο για τη χρηματοδότηση της παραγωγής χρυσού. Το επιτόκιο χρυσού που καταβάλλεται για καταθέσεις χρυσού ονομάζεται ποσοστό μίσθωσης χρυσού ή LIBOR χρυσού. Έτσι, ενώ τα περισσότερα εμπορεύματα επιβαρύνονται με το κόστος αποθήκευσης, οι καταθέσεις χρυσού κερδίζουν μια θετική απόδοση. Για να συνοψίσουμε, ο χρυσός είναι μοναδικός στο σύμπαν των βασικών αγαθών για τον απλό λόγο ότι τα υπέργεια αποθέματα του είναι τόσο μαζικά και μπορούν να κερδίσουν μια θετική απόδοση. Η μεγάλη κλίμακα αυτών των αποθεματικών καθιστά εξαιρετικά απίθανο να συμβεί έλλειψη λόγω της υπερβολικά βραχυπρόθεσμης ζήτησης.

Γράφημα1 : Τιμή χρυσού (εβδομαδιαία)



Στο γράφημα 1 παρατηρούμε την εξέλιξη της τιμής του χρυσού από το 1993 έως και το 2008.. Από το 2000 έως και σήμερα κρατά μία σταθερή ανοδική πορεία σημειώνοντας τις πιο υψηλές τιμές των δύο δεκαετιών. Τον τελευταίο χρόνο έχει παρουσιάσει μία μικρή πτώση, πράγμα το οποίο δεν έχει φέρει ανησυχία στους οικονομικούς κύκλους, εφόσον αποδίδεται στην γενικότερη κρίση της οικονομίας.

2.2.2. Το κακάο

Το Κακάο είναι ένα από τα πιο δημοφιλή *μαλακά εμπορεύματα*. Η μεγάλη ιστορία του κακάο ήρθε από την Ακτή Ελεφαντοστού έπειτα από έναν εμφύλιο πόλεμο. Το κακάο, αναφέρεται σε κόκκους κακάο, τα οποία είναι αποξηραμένοι σπόροι από την *Theobroma Cacao* ή δέντρο του κακάο. Το δέντρο αυτό υπάρχει στην Αμερική, ειδικά στο νότιο ημισφαίριο, και έχει ένα σημαντικό κομμάτι της ιστορίας της περιοχής, αν και τώρα η συντριπτική πλειοψηφία των δέντρων υπάρχουν στη Δυτική Αφρική. Η πιο συχνή χρήση του

είναι στη σοκολάτα αλλά και στις καραμέλες. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για πολλά φαρμακευτικά αγαθά, καθώς και σε καλλυντικά, συμπεριλαμβανομένων των διαφόρων ειδών μακιγιάζ και λοσιόν, ακόμη και σε σαπούνια. Από την άποψη της παραγωγής πρώτη έρχεται η Ακτή του Ελεφαντοστού, δεδομένου ότι έχει σχεδόν διπλάσια από την δεύτερη κατά σειρά Ινδονησία. Άλλες αξιοσημείωτες μεγάλες παραγωγές έχουν η Γκάνα, η Νιγηρία και το Καμερούν. Από την άποψη της κατανάλωσης, ο κατάλογος της χώρας είναι το ακριβώς αντίθετο από τις αγορές παραγωγής. Η λίστα των κορυφαίων πέντε καταναλωτών παγκοσμίως είναι οι εξής: ΗΠΑ, Γερμανία, Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο και τη Ρωσία. Τα τελευταία χρόνια όμως υπάρχει έλλειψη στην παραγωγή κακάο. Αυτό οφείλεται στις ξηρές καιρικές συνθήκες και τις ασθενείς φυτείες. Με τη ζήτηση για το προϊόν να εξακολουθεί να είναι υψηλή σε όλο τον κόσμο, η έλλειψη της παραγωγής θα μπορούσε να συνεχίσει να φουσκώνει την τιμή του κακάο.

Γράφημα 2 : Τιμή Κακάο (εβδομαδιαία)



Παρατηρώντας το γράφημα βλέπουμε τις μεταβολές της τιμής του κακάο την χρονική περίοδο 1995 έως και σήμερα. Οι διακυμάνσεις της τιμής είναι μεγάλες, με την περίοδο 2004-2008 να κρατά σταθερά ανοδική πορεία. Η μεγάλη άνοδος σταματά με μία μεγάλη «βουτιά» της τιμής το 2009 αλλά ανακάμπτει έπειτα από ένα χρόνο με μικρά up & down

μέχρι να κάνει την μεγάλη πτώση το 2012 εξαιτίας της κρίσης την οποία βιώνουμε μέχρι σήμερα.

2.2.3. Crude Oil

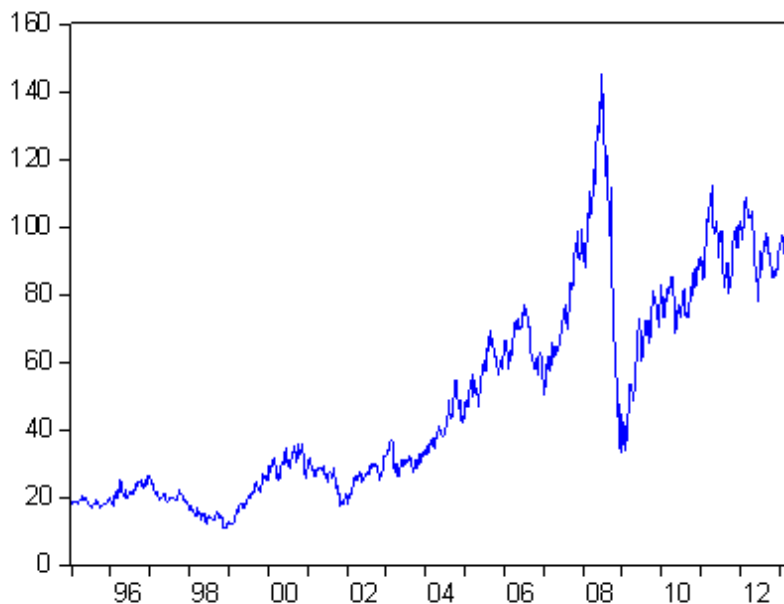
Ένα από τα βασικότερα αγαθά ενέργειας είναι το αργό πετρέλαιο. Αν δεν είστε ένα στέλεχος πετρελαϊκής εταιρείας η φράση "Η τιμή του πετρελαίου ανά βαρέλι ανέβηκε σήμερα ..." έχει συνήθως δυσμενείς επιπτώσεις. Οι περισσότεροι από εμάς γνωρίζουμε ότι αυτό το είδος των ειδήσεων σημαίνει: υψηλότερες τιμές της βενζίνης. Αλλά πώς το βαρέλι του πετρελαίου από τη Σαουδική Αραβία ή το Ιράν καθορίζουν το πόσο ακριβή είναι βενζίνη μας; Αυτό συμβαίνει γιατί το βαρέλι είναι ένα μέρος της αγοράς του αργού πετρελαίου, η οποία έχει σημαντική επίδραση στις τιμές του φυσικού αερίου. Το αργό πετρέλαιο είναι το «μαύρο υλικό» που προέρχεται από το έδαφος, επίσης γνωστό ως πετρέλαιο. Αποτελείται από διάφορα στοιχεία, όπως ο άνθρακας, το υδρογόνο και το θείο, και προέρχεται από τα υπολείμματα των ζώων και των φυτών που υπήρχαν πριν από εκατομμύρια χρόνια. Ωστόσο, το αργό πετρέλαιο στην πιο αγνή του μορφή έχει μικρή χρησιμότητα. Οι άνθρωποι πρέπει να το βελτιώσουν προκειμένου να παράγει ενέργεια, μια διαδικασία που δημιουργεί βενζίνη, καύσιμο ντήζελ, κηροζίνη και άλλα αγαθά. Τα ολοκληρωμένα αγαθά πετρελαίου αργότερα καταλήγουν σε χώρους όπως τα βενζινάδικα και τα εργοστάσια σε όλο τον κόσμο. Η τιμή του πετρελαίου μεταβάλλεται επειδή το αργό πετρέλαιο είναι ένα «εμπόρευμα». Η τιμή των εμπορευμάτων είναι πάντα ρευστή, επειδή εξαρτάται από την παγκόσμια προσφορά και τη ζήτηση. Υπάρχει, επίσης, η διεθνής αγορά εμπορευμάτων, όπου οι επενδυτές βάζουν στοιχήματα για το πόσο νομίζουν ότι η τιμή του πετρελαίου θα αυξηθεί ή θα μειωθεί. Το γεγονός ότι κερδοσκοπούν επί της τιμής του πετρελαίου επηρεάζει το κόστος του. Υπάρχουν 42 γαλόνια (159 λίτρα) του πετρελαίου σε ένα βαρέλι. Και περίπου 1 γαλόνι (περίπου 3,8 λίτρα) του αργού πετρελαίου μπορεί να γίνει σε μεταξύ 0,47 και 0,67 γαλόνια (1,78 και 2,54 λίτρα) της βενζίνης, ανάλογα με το εργοστάσιο ραφινάρισματος και την ποιότητα του αργού πετρελαίου, [πηγή: Suermann]. Ενώ το περιεχόμενο και το μέγεθος του βαρελιού του πετρελαίου παραμένουν σταθερά, η τιμή στη διεθνή αγορά μπορεί να αλλάζει αρκετά συχνά. Τέσσερις σημαντικοί παράγοντες θα

βοηθήσουν να προσδιορίσουμε την τιμή του πετρελαίου: ο εφοδιασμός, η κατανάλωση, οι χρηματοπιστωτικές αγορές και οι πολιτικές της κυβέρνησης [πηγή: Murphy]. Ο τρόπος που το πετρέλαιο διαπραγματεύεται σε χρηματοοικονομική αγορά έχει μια τεράστια επίδραση στην τιμή του. Οι κερδοσκόποι επενδύουν σε futures πετρελαίου, κατ' ουσίαν, σε στοιχήματα για το πόσο θα κοστίσει το πετρέλαιο σε μεταγενέστερη ημερομηνία, και αυτό με τη σειρά του επηρεάζει το πώς άλλοι άνθρωποι σκέφτονται το πετρέλαιο. Ο κανονισμός της κυβέρνησης έχει επίσης μεγάλη επίδραση στις τιμές του πετρελαίου. Φόροι επί της βενζίνης μπορεί επίσης να επηρεάσουν τις τιμές.

Το πετρέλαιο είναι κατασκευασμένα από πεπιεσμένους υδρογονάνθρακες, τα λείψανα προϊστορικών ζώων και φυτών τοποθετούνται κάτω από ακραίες πιέσεις και θερμοκρασίες στο φλοιό της Γης. Οι Υδρογονάνθρακες μπορούν να λάβουν πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένου του άνθρακα, το φυσικό αέριο, το αργό πετρέλαιο, ακόμα και τα διαμάντια. Μπορούμε να βρούμε προμήθειες πετρελαίου σχεδόν παντού στον κόσμο, αλλά ορισμένες περιοχές είναι πιο πλούσιες από ό, τι άλλες. Οι χώρες της Μέσης Ανατολής, συμπεριλαμβανομένης της Σαουδικής Αραβίας, του Ιράκ, του Ιράν και άλλων, έχουν τεράστια αποθέματα πετρελαίου. Ομάδες όπως ο OPEC - ο Οργανισμός των Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών - παρακολουθεί τον εφοδιασμό σε πετρέλαιο που επηρεάζει την προσφορά και την τιμή του πετρελαίου. Αυτό οδήγησε στην "κρίση του φυσικού αερίου" της δεκαετίας του 1970: οι χώρες της Μέσης Ανατολής μέλη του OPEC αποφάσισαν να "τιμωρήσουν" τις δυτικές χώρες για την υποστήριξή τους από το Ισραήλ στον πόλεμο του οποίου η τελευταία δέχθηκε επίθεση από τη Συρία και την Αίγυπτο. Θα επιβληθεί εμπάργκο πετρελαίου, και το αποτέλεσμα θα είναι η δραστική ανάκαμψη των τιμών του πετρελαίου. Μια σοβαρή ύφεση ακολούθησε όπου οι τιμές φυσικού αερίου στις ΗΠΑ αυξήθηκαν από 30 σεντ ανά γαλόνι (περίπου 7 σεντ ανά λίτρο) σε περίπου \$ 1,20 ανά γαλόνι (περίπου 32 σεντ ανά λίτρο) στο αποκορύφωμα της κρίσης [πηγή: Trumbore]. Το αργό πετρέλαιο και τα ορυκτά καύσιμα είναι μια μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Αν και είναι δύσκολο να γνωρίζουμε ακριβώς πόσο πετρέλαιο έχει απομείνει στον κόσμο, όλο και περισσότερες κυβερνήσεις και επιχειρήσεις αναζητούν αυτή την απάντηση. Επίσης, οι ρυθμίσεις της κυβέρνησης μπαίνει στο παιχνίδι, ελέγχοντας τους κερδοσκόπους από το να πηγαίνουν εντελώς εκτός ελέγχου. Στις ΗΠΑ, η Commodity Futures Trading Commission

(CFTC) ιδρύθηκε κατά τη διάρκεια των πετρελαϊκών κρίσεων της δεκαετίας του 1970 για να αποτρέψει την κερδοσκοπία. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, όμως, η CFTC έχασε το μεγαλύτερο μέρος της ρυθμιστικής εξουσίας της ειδικά κατά τη διάρκεια της οικονομικής άνθησης της δεκαετίας του 1990. Αλλά καθώς οι τιμές του πετρελαίου ανεβαίνουν και πιο ψηλά, το Κογκρέσο έχει δείξει περισσότερο ενδιαφέρον για να επιτρέψει στην Επιτροπή να έχει αυξημένη εποπτεία επί των τιμών του πετρελαίου.

Γράφημα 3 : Τιμή Πετρελαίου (εβδομαδιαία)

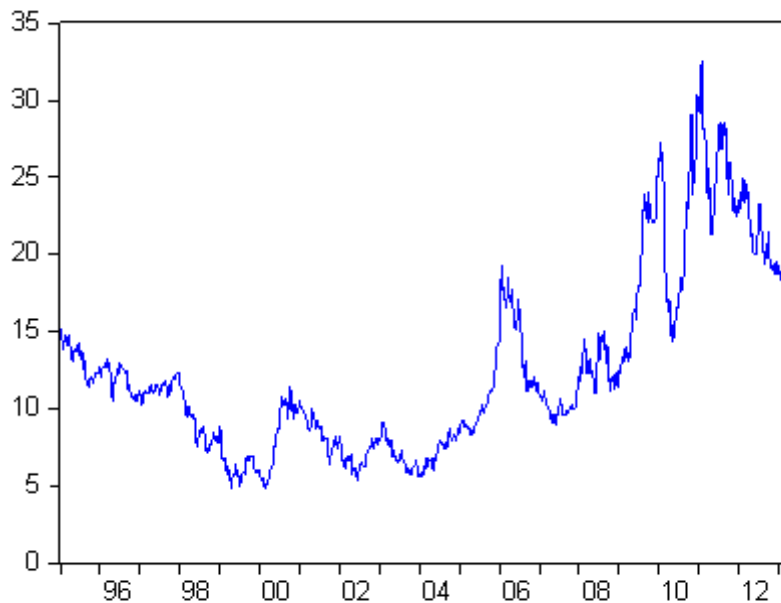


Στο γράφημα 3 φαίνεται ξεκάθαρα η ανοδική πορεία του πετρελαίου κατά την περίοδο 1996-2008. Το 2008 φτάνει στο ανώτερο σημείο και το 2009 επηρεασμένη από την κρίση κάνει μεγάλη βουτιά γεγονός που επηρέασε αρκετές αγορές. Δυστυχώς η άνθιση κατά την δεκαετία του 1990 διακόπηκε απότομα το 2008, γεγονός όμως που δεν ανησυχεί τους οικονομολόγους εφόσον τον πετρέλαιο κατέχει την θέση του "βασιλιά" των αγαθών στην κατηγορία του.

2.2.4. Raw Sugar

Η ζάχαρη είναι η γενικότερη ονομασία μιας κατηγορίας αγαθών με γλυκό άρωμα ουσιών που χρησιμοποιείται ως τρόφιμο. Πρόκειται υδατάνθρακες και αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Υπάρχουν διάφορα είδη σακχάρου που προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Τα απλά σάκχαρα ονομάζονται μονοσακχαρίτες και περιλαμβάνουν γλυκόζη, φρουκτόζη και γαλακτόζη. Ο πίνακας ή η κρυσταλλική ζάχαρη που συνήθως χρησιμοποιούνται ως τροφή είναι η σακχαρόζη, ένας δισακχαρίτης. Η ακατέργαστη ζάχαρη χρησιμοποιείται όχι μόνο για την παραγωγή ζάχαρης των καταναλωτών, αλλά και χωρίς περαιτέρω μεταποίηση στην ζυθοποιεία, τη βιομηχανία και ως ζωοτροφή. Κατά την διάρκεια της μεταφοράς της ακατέργαστης ζάχαρης ιδιαίτερη φροντίδα πρέπει να δίνεται στην αποθήκευση για την αποφυγή βλάβης του προϊόντος το οποίο μπορεί να αποβεί καταστροφικό. Ιδίως στην περίπτωση της εισροής νερού ή την υγρασία. Εάν δεν είναι αρκετά ξηρό το σημείο αποθήκευσης που να δημιουργεί ισορροπία με τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, η ζάχαρη μπορεί να συνεχίσει να χάνει την υγρασία της. Ομοίως, αν η ζάχαρη είναι πολύ στεγνή θα απορροφήσει υγρασία από την ατμόσφαιρα μέχρι να φτάσει σε ισορροπία και σε περίπτωση αλλαγής των ατμοσφαιρικών συνθηκών θα στεγνώνει. Εάν η ζάχαρη είναι υπερβολικά στεγνή μπορεί να πάσχει στη λάμψη και στον σχηματισμό σκόνης. Η ακατέργαστη ζάχαρη απαιτεί ιδιαίτερες συνθήκες υγρασίας και συνθήκες αερισμού. Σε σάκους η ακατέργαστη ζάχαρη προστατεύεται από υδρατμούς ανταλλαγή με πλαστική επένδυση, κανονικά δεν πρέπει να αερίζονται. Ωστόσο, εάν μεταφέρεται ως χύμα (bulk) φορτίο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η συμπεριφορά σαν ένα μπλοκ φορτίου σε περίπτωση αλλαγής της θερμοκρασίας.

Γράφημα 4 : Τιμή Ζάχαρης (εβδομαδιαία)

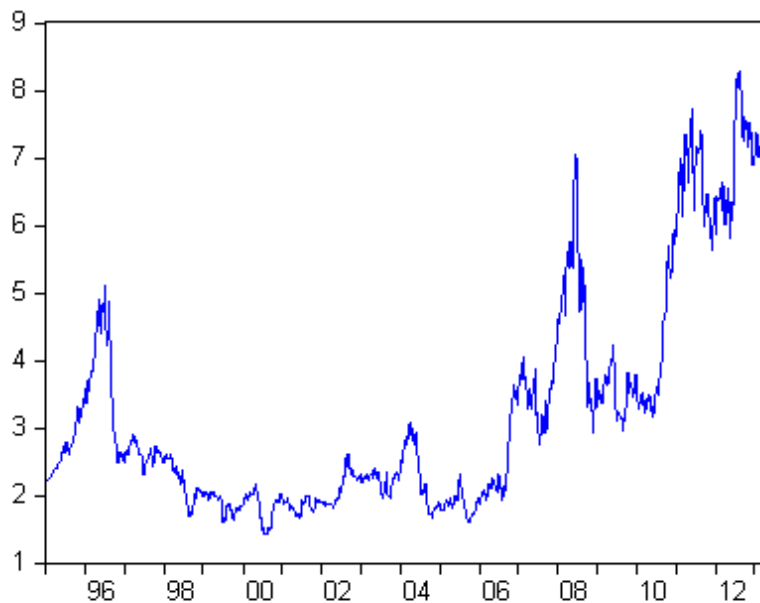


Η πορεία της τιμής της ζάχαρης όπως φαίνεται στο διάγραμμα παρουσιάζει μία, όχι και τόσο, σταθερή πορεία. Φυσικά επηρεάζεται και αυτή όπως και τα υπόλοιπα αγαθά από την κρίση του 2009 κάνοντας μία μεγάλη βουτιά, αλλά λόγω του ασταθούς χαρακτήρα της ακολουθεί και πάλι ανοδική πορεία χωρίς βέβαια να λείπουν τα up & down μέχρι και σήμερα.

2.2.5. Corn

Το καλαμπόκι στη δομή του μπορεί να παρομοιαστεί με ένα σύμπλεγμα φρούτων. Οι σπόροι είναι περίπου στο μέγεθος των μπιζελιών, και προσκολλούνται με συμμετρικές γραμμές γύρω από μια ουσία, η οποία αποτελεί το στάχυ. Ένα στάχυ μπορεί να κρατήσει συνήθως περίπου 600 πυρήνες και το μήκος του να είναι περί τα 180 χιλιοστά. Μια γενετική παραλλαγή που συσσωρεύεται περισσότερη ζάχαρη και λιγότερο άμυλο στο στάχυ καταναλώνεται ως λαχανικό και ονομάζεται γλυκό καλαμπόκι. Το καλαμπόκι συνήθως υποβάλλεται σε περαιτέρω μετα-ωρίμανσεις μετά τη συγκομιδή κατά την οποία αποβάλλεται η υγρασία. Το Καλαμπόκι χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλεύρων και ως ζωοτροφή. Άμυλο, μαργαρίνη και βρώσιμα έλαια λαμβάνονται και από το καλαμπόκι. Το Καλαμπόκι το οποίο είναι “στεγνό για μεταφορά” μπορεί να φυλάσσεται από 12 μήνες και πάνω. Αν υπάρξει υπέρβαση στην απαιτούμενη περιεκτικότητα σε νερό (περίπου 13-14%) τότε δημιουργείται μούχλα. Ο τρόπος μεταφοράς του συνήθως γίνεται χύμα, και σπανιότερα σε σάκους. Γενικά τα σιτηρά και οι ελαιούχοι σπόροι επιστρέφουν στην κεντρική σκηνή όταν ο καιρός γίνεται πιο υγρός. Τα σημάδια από τις εξωτερικές αγορές του καλαμποκιού είναι μικτά, με τις μετοχές στο Τόκυο να είναι στα ύψη, αλλά να επικρατεί πιο ήπια κατάσταση στην Ν.Υ.

Γράφημα 5 : Τιμή Καλαμποκιού (εβδομαδιαία)

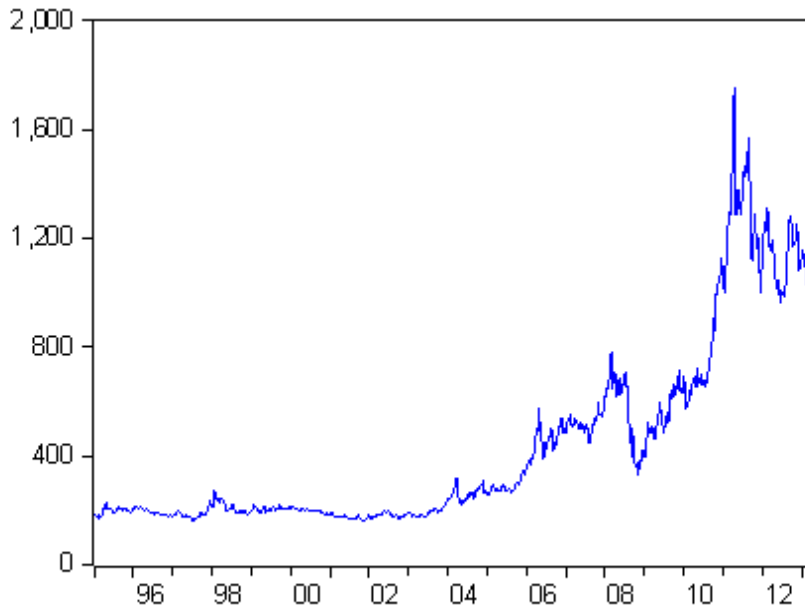


Το γράφημα 8 μας δείχνει την πορεία της τιμής το καλαμποκιού. Παρατηρούμε μία σχετικά σταθερή πορεία κατά την δεκαετία 1996-2006, φυσικά με μικρά up & down, και όπως και στα υπόλοιπα αγαθά απότομη άνοδο το 2008. Παραδόξως η τιμή του καλαμποκιού από το 2008 και μετά, έπειτα από μία 2ετία σταθερά χαμηλής πορεία δείχνει φοβερή άνοδο το 2011 και από τότε κρατά μία υψηλή τιμή κόντρα στα δεδομένα της εποχής.

2.2.6. Το Ασήμι

Το Ασήμι είναι το λευκότερο, το πιο εύπλαστο και πιο αγώγιμο μέταλλο. Έχει ποικιλία χρήσεων σε όλη την ιστορία, κυρίως σε μορφή χρημάτων και κοσμημάτων. Τα πρώτα στοιχεία της χρήσης του ως νόμισμα χρονολογούνται γύρω στο 700 π.Χ.. Το ασήμι κοσμούσε τους τάφους από την Χαλδαία στην Κίνα. Ενώ το ασήμι είναι λιγότερο σπάνιο από το χρυσό, έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον τομέα των νομισμάτων και σταθερά κινείται παράλληλα με τις τιμές του χρυσού. Πάνω από 14 γλώσσες χρησιμοποιούν συνώνυμους όρους για το ασήμι και τα χρήματα. Το 1971, οι ΗΠΑ κινούνται μακριά από το χρυσό πρότυπο. Αυτό οδήγησε σε μια αύξηση της αξίας του χρυσού και επίσης μία σημαντική αύξηση επάνω στην αξία του αργύρου. Για πρώτη φορά, το καθεστώς για ασήμι και χρυσό και πολύτιμα μέταλλα ιδρύθηκε σε όλο τον κόσμο. Το 1973, οι αδελφοί Hunt χρησιμοποιούν την τεράστια περιουσία τους, μαζί με τη μόχλευση των τραπεζών, σε μια προσπάθεια να μονοπωλήσουν την αγορά του αργύρου. Μέσω των δράσεών τους και του κερδοσκοπικού χαρακτήρα της αγοράς των μετάλλων, το ασήμι κορυφώθηκε σε πάνω από \$ 50 ανά ουγγιά μέχρι το 1980. Η αγορά του αργύρου είναι στενότερη από την αγορά χρυσού, διότι υπάρχουν λιγότερα αποθέματα αργύρου. Από την πλευρά της ζήτησης, το ασήμι χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές διεργασίες (Π.χ. ασήμι και ηλεκτρονικά), αλλά δεν υπάρχει εγγενής εποχικότητα σε αυτά. Ως εκ τούτου, ο κίνδυνος βάσης είναι μικρός, και οι τιμές δεν εμφανίζουν εποχικότητα.

Γράφημα 6 : Τιμή Ασημιού (εβδομαδιαία)



Χωρίς ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον, θα μπορούσαμε να πούμε ότι, έχει κυλίσει η δεκαετία του 1990 και οι αρχές της επόμενης, για την πορεία της τιμής του ασημιού. Κρατώντας μία σταθερά χαμηλή πορεία φαίνεται να μην επηρεάζεται τόσο όσο τα υπόλοιπα αγαθά από το commodity boom. Παρατηρούμε, βέβαια, άνθηση από το 2008 με αποκορύφωμα το 2011 όπου και φαίνεται να έχει την υψηλότερη τιμή του από όλη την περίοδο μελέτης του (1995- 2013).

2.3. Τρόποι Αποστολής και Διακανονισμού του εμπορεύματος

Ανεξάρτητα από το εάν το εμπόρευμα είναι άμεσης παράδοσης ή είναι συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, η παράδοση και ο διακανονισμός είναι κρίσιμης σημασίας για τον προσδιορισμό της πραγματικής άμεσης τιμής ή της τιμής συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Υπάρχουν τουλάχιστον έξι χαρακτηριστικά των μηχανισμών υλοποίησης:

1. Το κατάστημα είναι η απλούστερη μορφή της φυσικής παράδοσης. Χρησιμοποιείται για τα «μαλακά» αγαθά όπως ο καφές και το κακάο. Ο πωλητής είναι υπεύθυνος για την παράδοση σε μια συμφωνημένη αποθήκη. Οι τιμές, η ποιότητα, η ποσότητα και η θέση είναι όλα αντικείμενο διαπραγμάτευσης ή καθορίζονται στους όρους μιας τυποποιημένης σύμβασης.

2. Ex store είναι πανομοιότυπο με το κατάστημα εκτός από το ότι ο πωλητής πρέπει να προπληρώσει τον αποθηκευτή για τη φόρτωση και την μεταφορά των αγαθών. Έτσι, η τιμή θα είναι πιο ακριβά σε αυτά τα καταστήματα. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται στο Ηνωμένο Βασίλειο για το κακάο και τα σιτηρά.

3. Free On Board (FOB). Όταν τα εμπορεύματα έχουν περάσει στο πλοίο, ο πωλητής έχει εκπληρώσει την υποχρέωσή του. Το βάρος του κινδύνου μετατοπίζεται επάνω στον αγοραστή μόλις τα εμπορεύματα φορτώνονται, και ως εκ τούτου, η τιμή FOB θα είναι φθηνότερη. Η διαδικασία FOB χρησιμοποιείται κυρίως κατά τη φόρτωση και τη ναυτιλία χύμα αγαθών όπως το φυσικό αέριο, τα σάκχαρα, τα έλαια, και η σόγια.

4. Free alongside ship (FAS) είναι παρόμοιο με το FOB. Πρόκειται για μια μορφή της παράδοσης όπου τα εμπορεύματα παραδίδονται μαζί με το σκάφος, αντί να φορτώνονται. Η τιμή FAS είναι χαμηλότερη από την τιμή FOB. Τόσο στα FAS όσο και στο FOB πρέπει να διευκρινιστεί ποιος πληρώνει το φόρο, εισαγωγικούς δασμούς, τέλη ελλιμενισμού, το φόρο προστιθέμενης αξίας (ΦΠΑ), κλπ.

5. Κόστος, ασφάλεια και ναύλος (CIF). Συμπεριλαμβάνει την παράδοση FOB συν τα έξοδα ασφάλισης και μεταφοράς. Η ακόλουθη απλή εξίσωση arbitrage αφορά την FOB στην τιμή CIF: $CIF = FOB + F + I$, όπου F είναι το κόστος μεταφοράς και I είναι το ασφάλιστρο. Το πιο ακριβό στοιχείο θα είναι το κόστος μεταφοράς. Οι αγορές έχουν αναπτυχθεί στο μεγαλύτερο μέρος της ναυτιλίας και των αεροπορικών μεταφορών φορτίου. Το Baltic Exchange είναι ένα από τα σημαντικότερα χρηματιστήρια ναυτιλίας.

6. Ανταλλαγή για συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ή physicals (ΠΠΕ). Είναι δυνατό να ανταλλαχθεί μια φυσική θέση για μια θέση μελλοντικής εκπλήρωσης, και αυτό θα είναι αντικείμενο διαπραγμάτευσης εκτός χρηματιστηρίου.

2.4. Οι Κίνδυνοι Αγοράς των Αγαθών

2.4.1. Οι κίνδυνοι (RISKS)

Τόσο τα απλά όσο και τα εμπορεύματα ενέργειας(energy commodities) υπόκεινται σε πολλούς κινδύνους, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω κινδύνων:

- τον πιστωτικό κίνδυνο
- τον κίνδυνο της ρευστότητας
- τον κίνδυνο επέλευσης
- τον κίνδυνο των ταμειακών ροών
- τον κίνδυνο βάσης
- τον νομικό και κανονιστικό κίνδυνο
- τον λειτουργικό κίνδυνο
- τον κίνδυνο φόρων
- και προφανώς τους γεωπολιτικούς κινδύνους & τα καιρικά φαινόμενα.

Από όλους τους διαφορετικούς τύπους των κινδύνων που επηρεάζουν τις ενεργειακές αγορές, ο κίνδυνος αγοράς εξακολουθεί να είναι ο πιο βασικός κίνδυνος. Η αστάθεια των τιμών προκαλείται από *θεμελιώδεις παράγοντες* όπως η προσφορά / ζήτηση, οι καιρικές

συνθήκες και από οικονομικούς παράγοντες όπως τεχνικές συναλλαγών, η κερδοσκοπία, και οι ατέλειες της αγοράς.

2.4.2. Ο Κίνδυνος Αγοράς

Ο πρώτος χρυσός κανόνας για τα βασικά αγαθά είναι ότι πρέπει κανείς να διαχωρίσει τους κινδύνους σε εκείνους που συνδέονται με την τρέχουσα θέση και εκείνους που ορίζονται από το κόστος δανεισμού των εμπορευμάτων. Ο διαχωρισμός (decomposition) μπορεί να διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την υπολογιστική επιβάρυνση κατά τον υπολογισμό του value-at-risk (VaR) για ένα χαρτοφυλάκιο αγαθών. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα στο διαχειριστή κινδύνου να εκτιμήσει που βασίζεται η συγκέντρωση κινδύνου.

Για ένα τυπικό χαρτοφυλάκιο διαπραγμάτευσης εμπορευμάτων σε μετρητά και παράγωγα, οι περισσότεροι κίνδυνοι προέρχονται από αστάθεια στην απόδοση. Η no-arbitrage κατάσταση σε μια αποτελεσματική αγορά, όπου η αναμενόμενη τιμή τοις μετρητοίς είναι η μελλοντική τιμή, και το κόστος αποθήκευσης είναι σταθερό, δίνει:

$$\sigma_F = \sigma_S + \Delta_r - \Delta_q$$

σ_F :είναι η ποσοστιαία μεταβολή τη μελλοντικής τιμής

σ_S :είναι η ποσοστιαία μεταβολή της τιμής τοις μετρητοίς

Δ_r & Δ_q :είναι η αλλαγή του επιτοκίου και η απόδοση αντίστοιχα

$\Delta_r - \Delta_q$: ο όρος αυτός είναι το κόστος δανεισμού

Ο πίνακας 1 μας δείχνει ένα παράδειγμα της ανάλυσης της διακύμανσης ως μέτρο της τυπικής απόκλισης για τα συμβόλαια αλουμινίου και χρυσού, στους 3 και στους 27 μήνες. Για το 3μηνο η απόλυτη μεταβλητότητα του αλουμινίου είναι 17,54%. Αντίθετα για τους 27 μήνες η καθαρή μεταβλητότητα είναι 8,48% και το κόστος δανεισμού 8,19%. Η δεξιά πλευρά του πίνακα δείχνει ότι η επίδραση του επιτοκίου κυριαρχεί στην πριμοδότηση του χρυσού. Ωστόσο η απόδοση (convenience yield) είναι αυτή που καθορίζει την πριμοδότηση του αλουμινίου.

Πίνακας 1 : Decomposition of risk in computing VAR

Commodity	Decomposition of Volatility			Decomposition of Net Borrowing Volatility		
	Forward Volatility	Spot Volatility	Net Borrowing Cost	Net Borrowing Costs Volatility	Net Convenience Yield	Interest Rate
Alum 3M	17.54%	19.10%	-1.56%	2.48%	2.44%	0.05%
Alum 27M	16.67%	8.48%	8.19%	19.07%	19.40%	-0.33%
Gold 3M	4.86%	5.06%	-0.20%	1.05%	0.35%	0.69%
Gold 27M	4.82%	4.81%	0.00%	1.87%	0.62%	1.25%

Copyright 2004 C. Lawrence, A.Milne and The Professional Risk Managers' International Association

Ο πίνακας 2 παρουσιάζει τις spot και forward θέσεις ενός πραγματικού χαρτοφυλακίου μιας μεγάλης τράπεζας. Το χαρτοφυλάκιο αυτό είναι διαφοροποιημένο με long spot θέσεις με συγκέντρωση κυρίως βραχυπρόθεσμης διάρκειας αλλά και επέκταση τριών χρόνων.

Πίνακας 2 : A portfolio of commodities

Tenor	Alum	Alum Alloy	Copper A	Lead	Nickel	Tin	Zinc
Spot	98.9	9.1	4.8	9.8	8.6	2.6	151.3
1 wk	-15.1	-5	-10.3	-5.3	8.1	-1.8	-42.8
2 wk	-4	-1.6	-0.5	-0.3	-8.9	0.2	-65.1
1 m	-23.1	-2.1	-8.5	2.4	-4.8	0.1	-7.6
3 m	15.7	0.2	-4.2	-6	-2	-0.7	-6.9
6 m	-21	0.5	-4.7	-0.8	-0.7	-0.1	-19.3
12 m	-17.4	-0.9	14.9	-0.3	0	0	-8.5
15 m	1.5	0	6.5	0	0	0	-0.7
18 m	-3.2	0	0.6	0	0	0	-0.1
2 yr	-1.5	0	-4.8	0	0	0	0
27m	0.7	0	1.2	0	0	0	0
36 m	0	0	0.6	0	0	0	0

Copyright 2004 C. Lawrence, A.Milne and The Professional Risk Managers' International Association

Στον πίνακα 3 υπολογίζονται οι συνολικές spot θέσεις. Η ετήσια μεταβλητότητα στην κεντρική στήλη μεταφράζεται σε ημερήσια var βάσει μίας κανονικής κατανομής σε επίπεδο εμπιστοσύνης 98%.Απο τα επιμέρους var το μεγαλύτερο είναι αυτό του αλουμινίου με 181.450 και δεύτερο μεγαλύτερο του χαλκού με 95.000. Η πιο ενδιαφέρουσα στήλη είναι η net contribution (καθαρή συμβολή) της κάθε θέσης στον συνολικό κίνδυνο. Προσθέτοντας την καθαρή συνεισφορά κινδύνου στην τελευταία θέση του πίνακα θα υπολογιστεί το συνολικό var από τις θέσεις spot περίπου 230.000. Ο συνολικός κίνδυνος (440.000) είναι το άθροισμα των μεμονομένων vars της δεύτερης τελευταίας στήλης του πίνακα.

Πίνακας 3: Overall spot exposures, volatility and VAR

	Physical Position (000s tonnes)	Value Physical (£millions)	Volatility (annual %)	Individual (‘Gross’) VaR (£000)	Contribution to Total VaR (£000)
Alum	0.16	0.17	29%	181.45	163.59
Alum Alloy	0.28	0.26	15%	7.53	5.29
Copper Grade A	-4.35	-8.47	14.90%	95.76	-21.21
Lead	-0.57	-0.27	24.37%	7.19	-2.12
Nickel	0.1	0.54	23.41%	43.6	25.37
Tin	0.32	1.31	24.47%	43.34	26.33
Zinc	0.31	0.21	20.55%	64.23	37.3

Copyright 2004 C. Lawrence, A.Milne and The Professional Risk Managers’ International Association

Στην εργασία αυτή θα εστιάσουμε στον κίνδυνο Αγοράς, δηλαδή τον κίνδυνο μεταβολής της τιμής spot. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία που θα ακολουθήσουμε ώστε να ποσοτικοποιηθεί ο κίνδυνος αυτός.

3. Μεθοδολογία

3.1 Μοντέλα Μέτρησης Κινδύνου

Τα πιο συνήθη μοντέλα μεταβλητότητας που χρησιμοποιούμε είναι τα παρακάτω:

- Το αυτοπαλίνδρομο ετεροσκεδαστικό μοντέλο της Engle (1982), ARCH
- Το γενικευμένο μοντέλο ARCH της Bollerslev (1986), GARCH
- Το εκθετικό μοντέλο GARCH του Nelson (1991), EGARCH
- Το μοντέλο κατώτατου ορίου GARCH του Glosten (1992), TGARCH
- Το υπό όρους ετεροσκεδαστικό αυτοπαλίνδρομο μοντέλο κινούμενου μέσου όρου του Tsay (2010), CHARMA

Εμείς θα μελετήσουμε αναλυτικότερα τα 3 πρώτα μοντέλα αναλύοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, όπως επίσης και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

Η κατασκευή ενός μοντέλου μεταβλητότητας αποτελείται από τέσσερα στάδια:

- Καθορίζουμε μία εξίσωση για το μέσο της σειράς λαμβάνοντας υπόψη τη σειριακή εξάρτηση των δεδομένων και εάν είναι αναγκαίο κατασκευάζουμε ένα οικονομετρικό μοντέλο (π.χ. ARMA) ώστε να μην υπάρχει καμία γραμμική εξάρτηση.
- Χρησιμοποιούμε τα κατάλοιπα της ανωτέρω εξίσωσης για να ελέγξουμε την ύπαρξη ARCH επιδράσεων.
- Καθορίζουμε ένα μοντέλο μεταβλητότητας και εκτελούμε μία κοινή εκτίμηση των εξισώσεων της μέσης τιμής και της μεταβλητότητας.
- Ελέγχουμε το μοντέλο προσεκτικά και πραγματοποιούμε βελτιώσεις εάν αυτό κριθεί απαραίτητο.

3.1.1. Το ARCH Μοντέλο

Το πρώτο μοντέλο που παρέχει ένα συστηματικό πλαίσιο για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας είναι το μοντέλο ARCH.

Η βασική ιδέα είναι ότι:

- Τα σοκ των αποδόσεων (asset return) είναι σειριακά ασυσχέτιστα αλλά εξαρτώμενα.
- Η εξάρτησή τους μπορεί να περιγραφεί μέσα από μία απλή τετραγωνική συνάρτηση.

Είναι γνωστό ότι κάτω από ένα ARCH μοντέλο τα μεγάλα σοκ τείνουν να ακολουθούνται από μεγάλα σοκ. Η πιθανότητα απόκτησης μίας μεγάλης μεταβλητότητας είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα απόκτησης μίας μικρής μεταβλητότητας. Πιο συγκεκριμένα, η εξίσωση και οι συνθήκες που περιγράφουν ένα ARCH(m) μοντέλο είναι οι παρακάτω:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \alpha_{t-1}^2 + \dots + \alpha_n \alpha_{t-n}^2$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0$$

$$\alpha_t = \sigma_t * \varepsilon_t$$

$$E(\varepsilon_t) = 0, V(\varepsilon_t) = 1$$

Σε ορισμένες εφαρμογές χρειαζόμαστε πλήθος δεδομένων ώστε να πληρούνται ορισμένοι περιορισμοί.(π.χ. για την μελέτη της ουράς της κατανομής). Για παράδειγμα όταν η κύρτωση είναι >3, η ουρά της κατανομής είναι βαρύτερη από αυτή μίας κανονικής κατανομής. Με άλλα λόγια το υπό όρους Gaussian σοκ ενός ARCH μοντέλου είναι πιο πιθανό από μία σειρά Gaussian που να παράγει ακραίες τιμές. Οι ακραίες τιμές εμφανίζονται πιο συχνά σε αποδόσεις απ ότι σε μία ακολουθία κανονικής κατανομής

τυχαίων μεταβλητών. Το μοντέλο αυτό έχει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα του έγκειται κυρίως στην απλότητά του και στην ικανότητά του να αναπαράγει τις βαριές ουρές που παρατηρούνται στις αποδόσεις.

Οι αδυναμίες του μοντέλου είναι οι εξής:

- Το μοντέλο υποθέτει ότι θετικά και αρνητικά σοκ έχουν τα ίδια αποτελέσματα στην μεταβλητότητα, διότι εξαρτώνται από το τετράγωνο των προηγούμενων διαταραχών.
- Το μοντέλο είναι αρκετά περιοριστικό.
- Δεν παρέχει καμία νέα αντίληψη για την κατανόηση της πηγής των διακυμάνσεων των χρονολογικών σειρών.
- Είναι πιθανό να προβλέψει την αστάθεια επειδή ανταποκρίνεται σε μεγάλα μεμονωμένα σοκ των αποδόσεων.

3.1.2. Το GARCH Μοντέλο

Παρόλο που το μοντέλο ARCH είναι απλό, συχνά χρειάζεται πολλές παραμέτρους για να περιγράψει την μεταβλητότητα των αποδόσεων. Ο Bollerslev (1986) πρότεινε μία χρήσιμη επέκταση γνωστή ως γενικευμένο μοντέλο ARCH (GARCH).

Ένα GARCH μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί σαν αντίστοιχο του ARMA. Τα ισχυρά και τα αδύναμα σημεία ενός GARCH μοντέλου μπορούμε εύκολα να τα αναγνωρίσουμε εστιάζοντας σε ένα GARCH(1,1) μοντέλο, το οποίο δίνεται από τους παρακάτω τύπους:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^k \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

$$a_t = \sigma_t * \varepsilon_t$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^m (\alpha_i + \beta_j) < 1$$

Τα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Παρέχει έναν απλό τρόπο για της περιγραφή της εξέλιξης της μεταβλητότητας , ενώ εξομαλύνει την εξέλιξη της μεταβλητότητας.
- Όπως και το ARCH μοντέλο, η ουρά της κατανομής είναι βαρύτερη από την ουρά μιας κανονικής κατανομής.
- Το μοντέλο έχει τις ίδιες αδυναμίες με το ARCH. Για παράδειγμα, ανταποκρίνεται εξίσου σε θετικά και αρνητικά σοκ.

3.1.3 Το Εκθετικό GARCH Μοντέλο (EGARCH)

Για να ξεπεραστούν ορισμένες αδυναμίες του μοντέλου GARCH, όπως η συμμετρική αντιμετώπιση θετικών και αρνητικών σοκ, ο Nelson (1991) πρότεινε το εκθετικό μοντέλο GARCH. Παρακάτω δίνουμε τη εξίσωση για το μοντέλο αυτό:

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \alpha_1 \frac{|\alpha_{t-1}| + \gamma_1 \alpha_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + b_1 \ln(\sigma_{t-1}^2)$$

$$\gamma_1 = \text{leverage effect} > 0$$

Στη συνέχεια παραθέτουμε μια μη παραμετρική μέθοδο που είναι ευρέως διαδεδομένη στη μέτρηση του κινδύνου, την ιστορική προσομοίωση (Historical Simulation)

3.1.4. Historical Simulation (HS)

Η Ιστορική προσομοίωση χρησιμοποιείται ευρέως στην πράξη. Οι κύριοι λόγοι είναι: (1) η ευκολία εφαρμογής της και (2) ότι είναι μοντέλο που δεν βασίζεται σε κάποια κατανομική

υπόθεση για τις αποδόσεις. Με το πρώτο πλεονέκτημα είναι δύσκολο να διαφωνήσουμε. Οι τεχνικές της HS είναι σαφώς πολύ εύκολο να εφαρμοστούν. Δεν υπάρχουν παράμετροι που πρέπει να εκτιμηθούν με κάποια μέθοδο. Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι πιο αμφιλεγόμενο. Η τεχνική HS δεν βασίζεται σε κάποια παραμετρική κατανομή ή σε κάποιο μοντέλο όπως π.χ. ένα GARCH (1,1) μοντέλο με μια κανονική κατανομή για τις τυποποιημένες αποδόσεις. Η HS έχει επίσης σοβαρά μειονεκτήματα. Πόσο μεγάλο πρέπει να είναι το δείγμα που θα χρησιμοποιήσω; Εάν το δείγμα είναι πολύ μεγάλο, τότε οι πιο πρόσφατες παρατηρήσεις, οι οποίες προφανώς είναι οι πλέον κατάλληλες, θα φέρουν πολύ λίγο βάρος. Εάν το δείγμα επιλέγεται να είναι πάρα πολύ μικρό, τότε αυτό δεν μπορεί να περιλαμβάνει αρκετά μεγάλες απώλειες. Αντιστρόφως, το πιο πρόσφατο παρελθόν μπορεί να είναι πολύ ασυνήθιστο, έτσι το αυριανό VaR θα είναι πολύ ακραίο. Η επιλογή του δείγματος έχει μεγάλη σημασία για το μέγεθος και τη δυναμική της VaR, που θα αναλύσουμε παρακάτω.

3.2 Value At Risk (VAR)

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κινδύνων στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Ο πιστωτικός κίνδυνος, ο λειτουργικός κίνδυνος, και ο κίνδυνος αγοράς είναι οι τρεις κύριες κατηγορίες των χρηματοοικονομικών κινδύνων. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) κατά κύριο λόγο ασχολείται με τον κίνδυνο αγοράς και εφαρμόζεται στην ποσοτικοποίησή του.

Το μέτρο αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για την αξιολόγηση των κινδύνων ή από την ρυθμιστική επιτροπή για να καθοριστούν οι κεφαλαιακές απαιτήσεις. Σε κάθε περίπτωση, το VaR χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μπορούν να επιβιώσουν έπειτα από ένα καταστροφικό γεγονός. Από την άποψη ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος, ως VaR μπορεί να ορίζεται η μέγιστη απώλεια της θέσης μας κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου. Σε αυτή την άποψη, κάποιος αντιμετωπίζει το VaR ως μέτρο της απώλειας που σχετίζεται με μια σπάνια (ή έκτακτη) περίπτωση υπό κανονικές συνθήκες αγοράς. Εναλλακτικά, από την άποψη της κανονιστικής επιτροπής, ως VaR μπορεί να οριστεί ως η ελάχιστη απώλεια υπό έκτακτες συνθήκες της αγοράς. Και οι δύο ορισμοί θα οδηγήσουν στο ίδιο VaR, ακόμη και αν οι έννοιες φαίνονται να είναι διαφορετικές.

Σε πραγματικές εφαρμογές, υπολογισμός του VaR περιλαμβάνει διάφορους παράγοντες:

1. Την πιθανότητα ενδιαφέροντος p , $p = 0,01$ για τη διαχείριση των κινδύνων και $p = 0,001$ σε προσομοίωση ακραίων καταστάσεων.
2. Τον χρονικό ορίζοντα l_x . Θα μπορούσε να οριστεί από μια κανονιστική επιτροπή, όπως 1 ημέρα ή 10 ημέρες για τον κίνδυνο αγοράς και 1 χρόνο ή 5 έτη για τον πιστωτικό κίνδυνο.
3. Η συχνότητα των δεδομένων, η οποία μπορεί να μην είναι το ίδιο με το χρονικό ορίζοντα l_x . Ημερήσιες παρατηρήσεις χρησιμοποιούνται συχνά στην ανάλυση του κινδύνου αγοράς.
4. Το CDF της $F_t(x)$ ή ποσοστιαία σημεία της.
5. Το ποσό της οικονομικής θέσης ή την mark-to-market αξία του χαρτοφυλακίου.

Το VaR είναι μια πρόβλεψη για πιθανή απώλεια ενός χαρτοφυλακίου σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Από στατιστική άποψη, η προγνωστική κατανομή λαμβάνει υπόψη την αβεβαιότητα των παραμέτρων ώστε να καθοριστεί σωστά το μοντέλο. Επιπλέον, το VaR δεν πληροί την υπό-προσθετικό κανόνα, ο οποίος αναφέρει ότι ένα μέτρο κινδύνου για δύο χαρτοφυλάκια αφού έχουν συγχωνευθεί δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των κινδύνων τους πριν αυτά συγχωνευθούν. Ως εκ τούτου, προσοχή πρέπει να δίνεται στη χρήση του VaR για τη μέτρηση του κινδύνου.

3.3 Backtesting

Για να ξεχωρίσουμε ποιο από εναλλακτικά μοντέλα είναι αποδεκτό κάνουμε Backtesting πάνω στα υποψήφια VaR μοντέλα. Χωρίζω τις παρατηρήσεις μου σε in-sample & out-of-sample. Εκτιμούμε τις παραμέτρους για τις in-sample παρατηρήσεις και κάνω πρόβλεψη προσθέτοντας κάθε φορά μία παρατήρηση έως ότου φτάσω στο τέλος. Το backtesting ενός μοντέλου κινδύνου μπορεί να θεωρηθεί ως τελικό βήμα στην οικοδόμηση του μοντέλου. Τα εργαλεία του Backtesting για διάφορα μέτρα κινδύνου, είναι η VaR, το αναμενόμενο έλλειμμα (ES), το σύνολο της απόδοσης πυκνότητας, και η αριστερή ουρά της πυκνότητας.

Η δημοφιλής VaR μεταφέρει πολλές πληροφορίες σχετικά με τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Μας δίνει ένα όριο για τον αριθμό των υπερβάσεων, αλλά δεν μας λέει για το μέγεθος των παραβιάσεων που πρέπει να περιμένουμε. Το μόνο που μπορούμε να ελέγξουμε είναι ότι οι παραβιάσεις πέφτουν τυχαία στο χρόνο και αν το ποσοστό τους ταιριάζει στο αναμενόμενο ποσοστό κάλυψης. Το Backtesting συμπληρώνεται με την προσομοίωση ακραίων καταστάσεων. Οι τυποποιημένες διαδικασίες προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων δεν προσδιορίζουν την πιθανότητα με την οποία το σενάριο θα συμβεί. Δεν είναι σαφές πώς πρέπει να αντιδράσει σε μια μεγάλη VaR ένα ακραίο σενάριο, εκτός αν η πιθανότητα εμφάνισης του σεναρίου αξιολογείται. Είναι δύσκολο να εντοπιστεί η πιθανότητα εμφάνισης ακραίων γεγονότων.

3.3.1. Στατιστικός Έλεγχος Backtesting

Ο Στατιστικός έλεγχος πραγματοποιείται σε τρία στάδια.

Στο πρώτο στάδιο (Unconditional Coverage Testing) ελέγχεται εάν το πλήθος των παραβιάσεων είναι στατιστικά διαφορετικό από το αναμενόμενο πλήθος παραβιάσεων. Στο δεύτερο στάδιο (Independence Testing) ελέγχεται εάν υπάρχει αλληλεξάρτηση των παραβιάσεων και τέλος στο τρίτο (Conditional Coverage Testing) στάδιο ελέγχονται συνδυαστικά οι παραπάνω υποθέσεις. Τα παραπάνω τεστ είναι λόγου πιθανοφάνειας. Η επιλογή του επιπέδου σημαντικότητας έρχεται κάτω από μια εκτίμηση του κόστους, επιφέροντας δύο τύπους σφαλμάτων: Θα μπορούσαμε να απορρίψουμε ένα σωστό μοντέλο (σφάλμα Τύπου I) ή θα μπορούσαμε να μην απορρίψουμε (δηλαδή, να αποδεχθούμε) ένα λανθασμένο μοντέλο (σφάλμα Τύπου II). Συνήθως το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιούμε είναι το 1%, 5%, ή 10%. Όσον αφορά τη διαχείριση του κινδύνου, το σφάλμα τύπου II μπορεί να είναι πολύ δαπανηρό.

Στην παρούσα εργασία οι στατιστικοί έλεγχοι υποθέσεων θα πραγματοποιηθούν σε επίπεδο σημαντικότητας 90% ούτως ώστε να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ σφάλματος τύπου I και σφάλματος τύπου II.

3.3.1.1. Unconditional Coverage Testing

Στο πρώτο στάδιο του στατιστικού ελέγχου εξακριβώνεται εάν το πλήθος των παρατηρούμενων παραβιάσεων είναι στατιστικά διαφορετικό από το αναμενόμενο πλήθος. Συνεπώς ελέγχεται η παρακάτω υπόθεση:

$$H_{0,uc}: E[I_t(q)] = q$$

Ο παραπάνω έλεγχος θα πραγματοποιηθεί μέσω του test που προτάθηκε από τους Kupiec (1995) και Christoffersen (1998). Συγκεκριμένα έστω μια ακολουθία ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών που ακολουθούν την κατανομή Bernoulli με παράμετρο q , η συνάρτηση πιθανοφάνειας της ακολουθίας αυτής γράφεται ως εξής:

$$L(q) = \prod_{t=1}^T (1-q)^{1-I_t} q^{I_t} = (1-q)^{T_0} q^{T_1}$$

Συνεπώς από τα παραπάνω προκύπτει ότι η υπόθεση ελέγχεται από τον παρακάτω λόγο πιθανοφάνειας ο οποίος ακολουθεί την κατανομή χ^2 .

$$LR_{uc} = -2 \ln \left(\frac{L(q)}{L(\hat{q})} \right)$$

$$LR_{uc} = -2 \ln \left(\frac{(1-q)^{T_0} q^{T_1}}{\left(1 - \frac{T_1}{T}\right)^{T_0} \left(\frac{T_1}{T}\right)^{T_1}} \right) \sim \chi^2_1$$

$$Pvalue = 1 - F_{\chi^2_1}(LR_{uc})$$

Ο έλεγχος Unconditional Coverage παρότι είναι επαρκής για την εξακρίβωση της ικανότητας του μοντέλου να υπολογίζει το πλήθος των παραβιάσεων, δεν παρέχει καμία πληροφόρηση για το ύψος των ζημιών που παρατηρούνται κατά τις παραβιάσεις αυτές. Συγκεκριμένα δεν μπορεί να ελέγξει εάν η εκτιμώμενη αξία σε κίνδυνο πλησιάζει τις ζημιές που δημιουργούν τις παραβιάσεις. Συνεπώς η μέθοδος εκτίμησης μπορεί να επιτρέπει τις προβλεπόμενες παραβιάσεις, όμως το ύψος ζημιών κατά τις παραβιάσεις αυτές ενδέχεται να είναι ιδιαίτερα υψηλό με αποτέλεσμα να κινδυνεύει άμεσα η ακεραιότητα της θέσης. Για να αντιμετωπιστεί το παραπάνω πρόβλημα οι Colletaz, Hurlin και Perignon (2011) πρότειναν

έναν έλεγχο που θα λαμβάνει υπόψη και το μέγεθος της ζημίας που παρατηρείται κατά τις παραβιάσεις. Ο έλεγχος που προτάθηκε βασίζεται στην ιδέα των ιδιαίτερων υπερβάσεων (super expection) κατά την οποία εξετάζεται εάν οι ζημίες που παρατηρούνται στις παραβιάσεις ξεπερνούν ένα δεύτερο υψηλότερο όριο.

Έστω $VaR(p)_t$ η εκτιμώμενη αξία σε κίνδυνο από το υπό μελέτη μοντέλο και $VaR(\beta)_t$ ένα δεύτερο υψηλότερο όριο με $\beta > p$. Έστω μία δεύτερη ακολουθία παραβιάσεων:

$$I_t = \begin{cases} 1, & \text{αν } r_t < VaR(\beta)_t \\ 0, & \text{αν } r_t > VaR(\beta)_t \end{cases}$$

Η δεύτερη ακολουθία παραβιάσεων έχει ως σκοπό τη μέτρηση του ποσοστού των αρχικών παραβιάσεων που ξεπερνούν το δεύτερο όριο. Ο έλεγχος που πραγματοποιείται αποτυπώνεται στην παρακάτω μηδενική υπόθεση:

$$H_{0,muc}: E[J_t(q)] = q \quad \text{και} \quad E[J_t(k)] = k \quad \text{με } k=(1-\beta)$$

Ο έλεγχος της υπόθεσης χρησιμοποιεί τρεις δείκτριες τυχαίες μεταβλητές που ορίζονται ως εξής:

$$g_{0,t} = 1 - g_{1,t} - g_{2,t} = 1 - I_t$$

$$g_{1,t} = I_t - J_t = \begin{cases} 1, & \text{αν } VaR(\beta)_t < r_t < VaR(p)_t \\ 0, & \text{αν } r_t < VaR(\beta)_t \end{cases}$$

$$g_{2,t} = J_t = \begin{cases} 1, & \text{αν } r_t < VaR(\beta)_t \\ 0, & \text{αν } r_t > VaR(\beta)_t \end{cases}$$

Οι παραπάνω τυχαίες μεταβλητές ακολουθούν την κατανομή Bernoulli με q , $q-k$, k , παραμέτρους αντίστοιχα. Κατά αντιστοιχία με τον υπολογισμό του test των Kupiec και Christoffersen προκύπτει ότι η υπόθεση $H_{0,muc}$ ελέγχεται από τον παρακάτω λόγο πιθανοφάνειας:

$$LR_{MUC} = -2 \ln(1 - q)^{H_0} (q - k)^{H_1} k^{H_2} + 2 \ln\left(\left(1 - \frac{H_0}{T}\right)^{H_0} \left(\frac{H_0}{T} - \frac{H_1}{T}\right)^{H_1} \left(\frac{H_2}{T}\right)^{H_2}\right) \sim \chi^2$$

$$Pvalue = 1 - F_{\chi^2}(LR_{MUC})$$

$$H_1 = \sum_{t=0}^{T-1} g_{1,t+1}$$

Εν κατακλείδι με τον έλεγχο των Colletaz, Hurlin και Perignon εξακριβώνεται η επάρκεια του μοντέλου όσον αφορά την εμφάνιση των αναμενόμενων παραβιάσεων σε συνδυασμό με την ικανότητα του μοντέλου να προσαρμόζεται επαρκώς στο ύψος των ζημιών.

3.3.1.2. Independence Testing

Το δεύτερο στάδιο του στατιστικού ελέγχου έχει ως στόχο την εξακρίβωση της χρονικής ανεξαρτησίας των παρατηρούμενων παραβιάσεων. Το γεγονός ότι ένα μοντέλο έχει περάσει τα test του πρώτου σταδίου δεν συνεπάγεται αυτομάτως την επάρκεια του. Πράγματι, έστω ότι το υπό εξέταση μοντέλο επιτρέπει μόνο τις αναμενόμενες παραβιάσεις, οι οποίες όμως εμφανίζονται σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα η αξία της θέσης να πιεστεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα αν όχι στο μηδενισμό της. Συνεπώς ο γενικός κανόνας ορίζει ότι το μοντέλο που παρουσιάζει χρονική εξάρτηση στις παρατηρούμενες παραβιάσεις απορρίπτεται. Η βασική ιδέα πίσω από τον έλεγχο ανεξαρτησίας είναι η Εκτίμηση του Αγοραίου Κινδύνου, που σημαίνει ότι εάν οι παραβιάσεις συγκεντρώνονται σε ένα μικρό χρονικό διάστημα, η παραβίαση τη χρονική στιγμή t αυξάνει τις πιθανότητες για παραβίαση τη στιγμή $t+1$ σε μεγαλύτερο ποσοστό από το αναμενόμενο $q\%$. Για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας προτάθηκε από τον Christoffersen (1999) ένα test, κατά το οποίο γίνεται η υπόθεση ότι η ακολουθία παραβιάσεων είναι Μαρκοβιανή Αλυσίδα πρώτης τάξης με τον παρακάτω πίνακα μεταβιβάσεων:

$$\Pi = \begin{bmatrix} 1 - \pi_{01} & \pi_{01} \\ 1 - \pi_{11} & \pi_{11} \end{bmatrix}$$

Συνεπώς μέσω της παραπάνω υπόθεσης θεωρείται ότι το γεγονός της παραβίασης ή μη τη χρονική στιγμή $t+1$, εξαρτάται αποκλειστικά από το γεγονός της παραβίασης ή μη τη στιγμή t . Από τη στιγμή που υπάρχουν δύο μόνο πιθανά αποτελέσματα, παραβίαση ή μη παραβίαση, οι πιθανότητες π_{01} και π_{11} ορίζουν την παραπάνω διαδικασία, όπου π_{01} αντιστοιχεί στην πιθανότητα τη χρονική στιγμή t να μην υπάρχει παραβίαση και τη χρονική στιγμή $t+1$ να παρατηρηθεί παραβίαση, ενώ η αντιστοιχεί στην πιθανότητα π_{11} τη χρονική στιγμή t να υπάρχει παραβίαση και τη χρονική στιγμή $t+1$ να παρατηρηθεί παραβίαση. Συνεπώς η μηδενική υπόθεση ανάγεται στην:

$$H_{0,ind}: \pi_{01} = \pi_{11}$$

Η συνάρτηση πιθανοφάνειας για την παραπάνω στοχαστική ανέλιξη είναι η εξής:

$$L(\Pi) = (1 - \pi_{01})^{T_{00}} \pi_{01}^{T_{01}} (1 - \pi_{11})^{T_{10}} \pi_{11}^{T_{11}}$$

Όπου $T_{i,j}, i, j = 0(\text{μη παραβίαση}), 1(\text{παραβίαση})$ είναι το πλήθος των παρατηρούμενων γεγονότων με το j να ακολουθεί το i . Επιπλέον οι εκτιμήσεις των πιθανοτήτων π_{01} και π_{11} δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\widehat{\pi}_{01} = \frac{T_{01}}{T_{00} + T_{01}}$$

$$\widehat{\pi}_{11} = \frac{T_{11}}{T_{10} + T_{11}}$$

Συνεπώς η συνάρτηση πιθανοφάνειας που προκύπτει αντικαθιστώντας τις παραπάνω σχέσεις είναι η εξής:

$$L(\widehat{\Pi}) = (1 - \widehat{\pi}_{01})^{T_{00}} \widehat{\pi}_{01}^{T_{01}} (1 - \widehat{\pi}_{11})^{T_{10}} \widehat{\pi}_{11}^{T_{11}}$$

Συνοψίζοντας, προκύπτει ότι το test για τη μηδενική υπόθεση δίνεται από τον παρακάτω λόγο πιθανοφάνειας:

$$LR_{IND} = -2 \ln \left((1 - \hat{\pi}_{01})^{T_{00}} \hat{\pi}_{01}^{T_{01}} (1 - \hat{\pi}_{11})^{T_{10}} \hat{\pi}_{11}^{T_{11}} \right) \sim \chi_2^2$$

$$Pvalue = 1 - F_{\chi_2^2}(LR_{IND})$$

3.3.1.3. Conditional Coverage Testing

Το τρίτο στάδιο του στατιστικού ελέγχου (Conditional Coverage) δεν αποτελεί ένα ξεχωριστό στάδιο αλλά ένα συνδυασμό των παραπάνω ελέγχων. Συγκεκριμένα στο τρίτο στάδιο ελέγχονται συνδυαστικά οι υποθέσεις του πλήθους και τις ανεξαρτησίας των παραβιάσεων μέσω του συνδυασμού των παραπάνω test. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η προς έλεγχο μηδενική υπόθεση είναι η εξής:

$$H_{0,cc}: \pi_{01} = \pi_{11} = q$$

Το test που χρησιμοποιείται στην περίπτωση αυτή είναι το άθροισμα των δύο παραπάνω test το οποίο ακολουθεί κατανομή χ^2 :

$$LR_{cc} = LR_{IND} + LR_{UC}:$$

$$LR_{cc} = -2 \ln \left((1 - q)^{T_{00}} q^{T_{01}} (1 - q)^{T_{10}} q^{T_{11}} \right) + 2 \ln \left((1 - \hat{\pi}_{01})^{T_{00}} \hat{\pi}_{01}^{T_{01}} (1 - \hat{\pi}_{11})^{T_{10}} \hat{\pi}_{11}^{T_{11}} \right) \sim \chi_2^2$$

$$Pvalue = 1 - F_{\chi_2^2}(LR_{cc})$$

3.3.2. Backtesting μόνο στην αριστερή ουρά της κατανομής

Όσον αφορά τη διαχείριση του κινδύνου, συχνά μας ενδιαφέρει μόνο η πρόβλεψη στην αριστερή ουρά της κατανομής. Εξετάζοντας το σύνολο της κατανομής, μπορεί να μας οδηγήσει να απορρίψουμε μοντέλα κινδύνου. Αντ'αυτού, οι έλεγχοι θα πρέπει να εστιάζουν μόνο στην αξιολόγηση της ικανότητας του μοντέλου κινδύνου να περιγράψει την αριστερή ουρά της κατανομής, η οποία περιέχει τις μεγαλύτερες απώλειες.

3.3.3. Οι προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων

Λόγω των πρακτικών περιορισμών από την διαχείριση μεγάλων χαρτοφυλακίων, οι διαχειριστές κινδύνου συχνά εργάζονται με σχετικά μικρά δείγματα δεδομένων. Αυτό μπορεί να είναι ένα σοβαρό πρόβλημα εάν τα ιστορικά στοιχεία δεν αντανακλούν επαρκώς τους πιθανούς κινδύνους για το μέλλον. Η έλλειψη ακραίων γεγονότων, όπως η καταστροφή μιας αγοράς μετοχών που συμβαίνει πολύ σπάνια, μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα. Για να καλύψει τις ανεπάρκειες των διαθέσιμων δεδομένων, χρησιμοποιούν τεχνητά ακραία σενάρια από τους κύριους παράγοντες που καθορίζουν τις αποδόσεις του χαρτοφυλακίου. Αυτό αναφέρεται ως προσομοίωση ακραίων καταστάσεων. Αρχικά η ιδέα των δοκιμών ακραίων σεναρίων μπορεί να φαίνεται ασαφής. Δύο είναι τα βασικά θέματα που υπάρχουν. Κατ'αρχάς, πώς θα πρέπει να ερμηνεύσει κανείς την έξοδο του υποδείγματος της διαχείρισης κινδύνων από τα σενάρια, και το δεύτερο, πώς θα πρέπει κάποιος να δημιουργήσει τα σενάρια.

3.3.4. Stress Testing

Η τυπική εφαρμογή του προγράμματος προσομοίωσης ακραίων σεναρίων ισοδυναμεί με τον καθορισμό ενός συνόλου σεναρίων, τα η λειτουργία τους μέσω του μοντέλου διαχείρισης κινδύνου, και την δυνατότητα του διαχειριστή χαρτοφυλακίου να μπορέσει να

εξισορροπίζει το χαρτοφυλάκιο όταν το σενάριο οδηγεί σε μία ακραία απώλεια. Το πρότυπο προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων δεν λέει τίποτα σχετικά με την πιθανότητα να συμβεί το σενάριο, και επομένως δεν είναι καθόλου σαφής ο εξορθολογισμός του χαρτοφυλακίου. Ο διαχειριστής του χαρτοφυλακίου μπορεί να καταλήξει αν αντιδρά υπερβολικά σε ένα ακραίο σενάριο, το οποίο εμφανίζεται με πολύ μικρή πιθανότητα, και σε ένα λιγότερο ακραίο σενάριο, το οποίο εμφανίζεται πολύ πιο συχνά.

3.3.5. Επιλογή Σεναρίων

Η βασική πρόκληση του διαχειριστή κινδύνου είναι η δημιουργία σεναρίων. Τα σενάρια ποικίλουν τυπικά με τον τύπο διαχείρισης χαρτοφυλακίου. Η ακριβής επιλογή σεναρίων προϋποθέτει συγκεκριμένες καταστάσεις. Ο διαχειριστής του κινδύνου θα πρέπει να κάνει τα εξής:

- Προσομοίωση καταστάσεων σύμφωνα με την ιστορική βάση δεδομένων.
- Προσομοίωση ακραίων καταστάσεων που δεν έχουν συμβεί, αλλά θα μπορούσαν να συμβούν.
- Προσομοίωση κρίσεων που αντανakλούν την πιθανότητα ότι τα τρέχουσα στατιστικά πρότυπα θα μπορούσαν να σπάσουν.
- Προσομοίωση καταστάσεων που αντανakλούν τις διαρθρωτικές αλλαγές που θα μπορούσαν να συμβούν.

Ακόμα και αν έχουμε εντοπίσει ένα σύνολο τύπων σεναρίων, είναι δύσκολο να ομαδοποιήσουμε όλες τις καταστάσεις βάσει αυτών των σεναρίων. Όμως, η μακρά ιστορία των οικονομικών κρίσεων μπορεί να αποτελέσει μια πηγή έμπνευσης. Τα παραδείγματα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν κρίσεις εκτός από πολιτικά γεγονότα ή φυσικές καταστροφές.

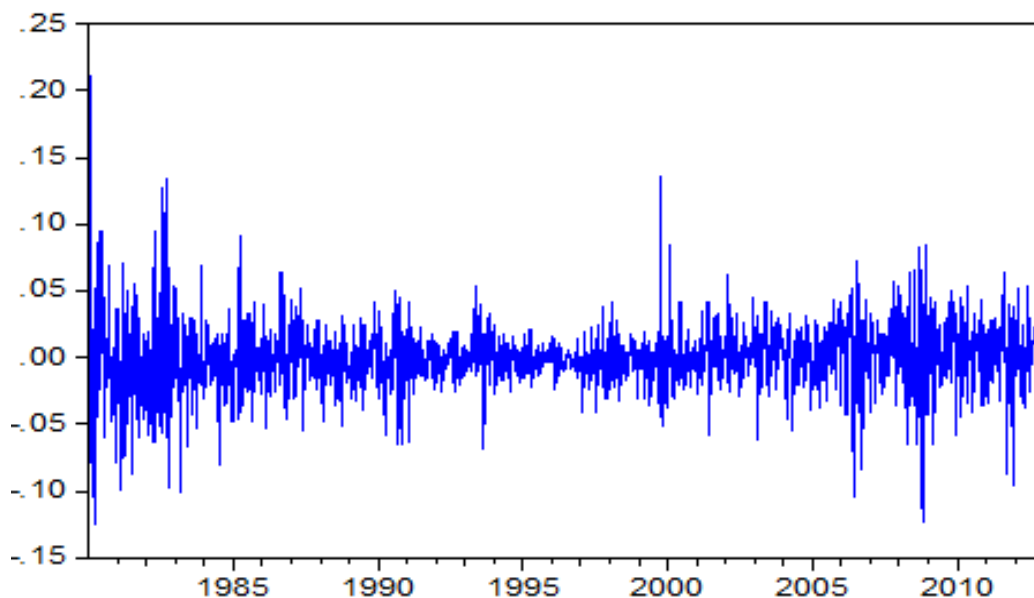
4. Εμπειρικά Αποτελέσματα

Σε αυτή την ενότητα θα δούμε αναλυτικά τα αποτελέσματα εκτίμησης VaR και backtesting για κάθε ένα από τα αγαθά που έχουμε αναλύσει (gold, cocoa, corn, raw sugar, silver , oil). Στη συνέχεια ακολουθεί σχολιασμός των αποτελεσμάτων και των risk maps βάσει των οποίων θα γίνει η επιλογή της καλύτερης μεθόδου (Arch-Normal, Arch-Student, Garch-Normal, Garch-Student, Egarch-Normal, Egarch-Student σε επίπεδο σημαντικότητας 95% & 99%) για το κάθε προϊόν ξεχωριστά.

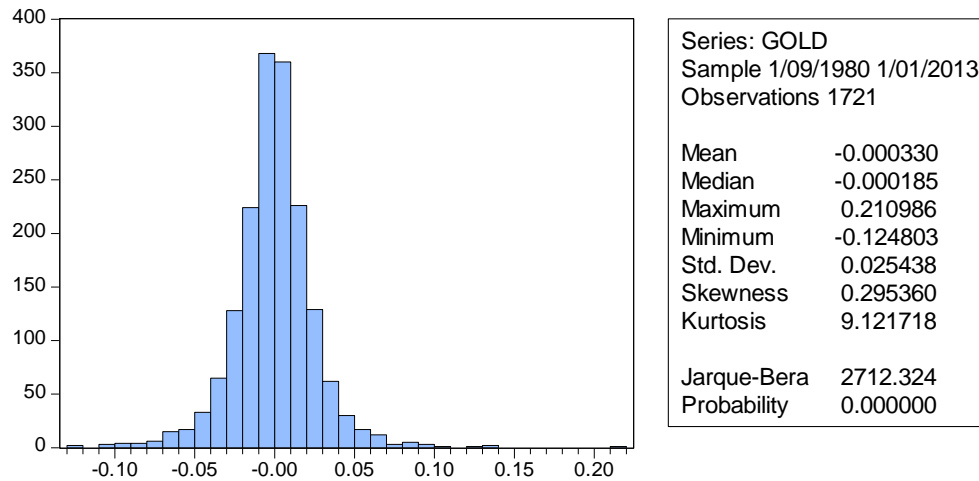
4.1 Gold

Τα παρακάτω διαγράμματα δίνουν την εξέλιξη των αποδόσεων του χρυσού, καθώς και τα περιγραφικά στατιστικά του.

Γράφημα 7 : Λογαριθμικές αποδόσεις: Gold



Γράφημα 8 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων: Gold



Παρατηρούμε ότι το δείγμα των αποδόσεων του χρυσού είναι ετεροσκεδαστικό, με αυξανόμενη μεταβλητότητα, θετική ασύμμετρη εμπειρική κατανομή. Στη συνέχεια δίνουμε τις εκτιμήσεις των VaR με τα εναλλακτικά μοντέλα.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 95%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο GARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Student παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Normal το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Student και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Normal.

Πίνακας 4 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

VAR 95%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-0.037517	-0.034339	-0.043322	-0.041842	-0.042641	-0.042105
Median	-0.03431	-0.031698	-0.039239	-0.037696	-0.040054	-0.039609
Max	-0.029172	-0.028225	-0.026025	-0.025132	-0.024752	-0.023724
Min	-0.11664	-0.097917	-0.105638	-0.097347	-0.089307	-0.088711
Observations	500	500	500	500	500	500

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο EGARCH-Student, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Normal. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Normal παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Student.

Πίνακας 5 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

VAR 99%						
	VAR- ARCHN	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-0.052685	-0.059952	-0.060813	-0.063093	-0.060045	-0.06813
Median	-0.048218	-0.055715	-0.055116	-0.056399	-0.05649	-0.063886
Max	-0.041047	-0.048677	-0.036212	-0.036244	-0.034472	-0.038753
Min	-0.16381	-0.168789	-0.148558	-0.155531	-0.127039	-0.142915
Observations	500	500	500	500	500	500

Στη συνέχεια δίνουμε τα αποτελέσματα του backtesting. Με έντονα γράμματα σημειώνουμε τις τιμές άνω του 10%, και υπογραμμίζουμε τις τιμές που είναι οριακά πάνω ή κάτω από 10%.

Πίνακας 6 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

99% VAR						
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	13.2026	0.5374	13.7401	0.0003	0.4635	0.001
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	3.934	1.7512	5.6852	0.0473	0.1857	0.0583
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1939	0.146	0.34	0.6596	0.7023	0.8437
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.2129	0.0646	0.2775	0.6445	0.7993	0.8704
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0	0.1012	0.1012	0.9964	0.7504	0.9506
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	1.5505	0.2607	1.8112	0.2131	0.6096	0.4043

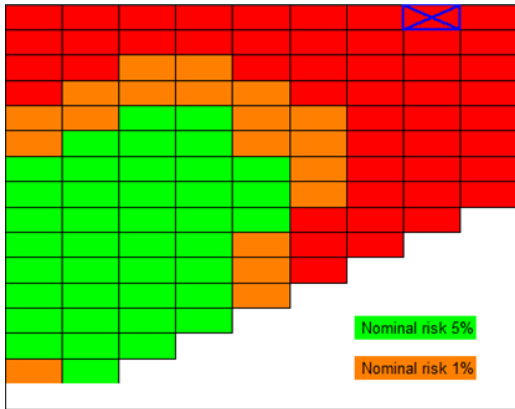
Πίνακας 7 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

95% VAR						
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	5.3682	0.256	5.6242	0.0205	0.6129	0.0601
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	8.1434	0.016	8.1594	0.0043	0.8994	0.0169
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.0385	2.4263	2.4648	0.8444	<u>0.1193</u>	0.2916
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.0385	2.4263	2.4648	0.8444	<u>0.1193</u>	0.2916
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.6941	1.8458	2.5398	0.4048	0.1743	0.2809
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.0385	2.4263	2.4648	0.8444	0.1193	0.2916

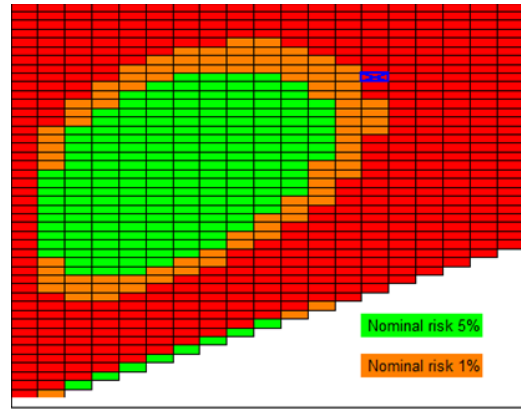
Σύμφωνα με τα παρακάτω αποτελέσματα τόσο σε επίπεδο σημαντικότητα 95% όσο και σε επίπεδο σημαντικότητας 99% οι μέθοδοι που περνούν όλα τα τεστ είναι η GARCH(1)-Normal, GARCH(1)-Student, EGARCH(1)-Normal, EGARCH(1)-Student. Η μέθοδος ARCH(1)-Normal & ARCH(1)-Student αποτυγχάνει στους ελέγχους conditional & unconditional. Η μέθοδος αυτή υποεκτιμά τον κίνδυνο με αποτέλεσμα μεγάλο αριθμό παραβιάσεων.

Risk Maps

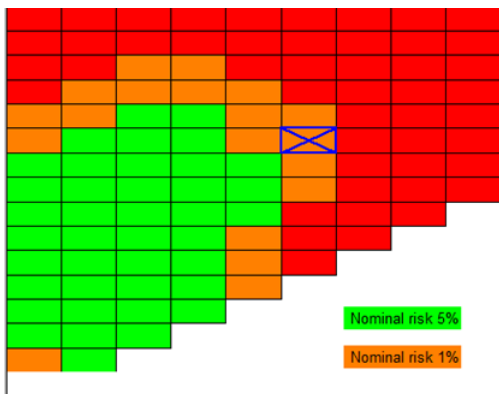
VaR-ARHC-Normal Distribution (99%)



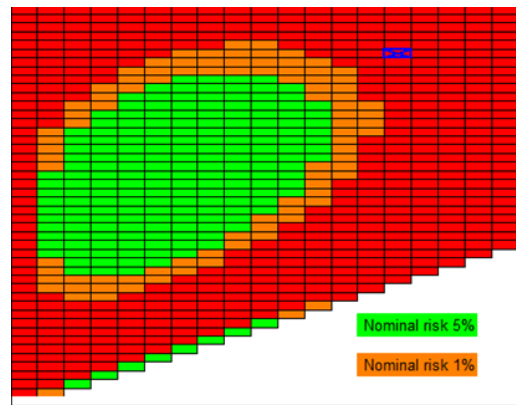
VaR -ARCH-Normal Distribution(95%)



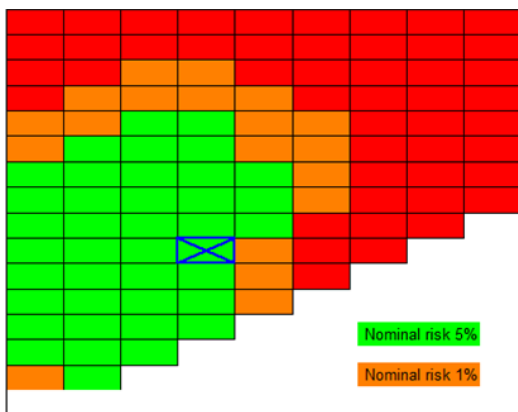
VaR -ARCH-Student Distribution(99%)



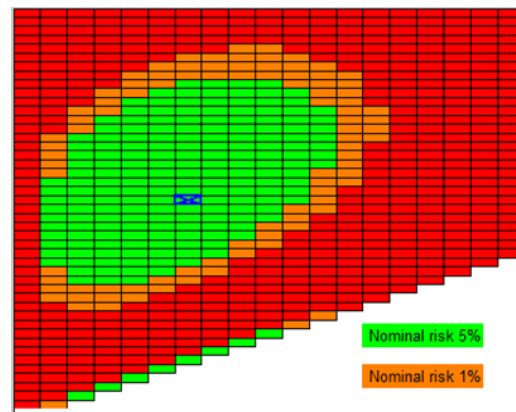
VaR -ARCH-Student Distribution(95%)



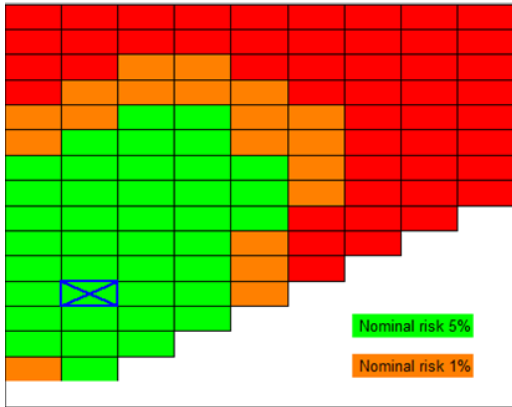
VaR -EGARCH-Normal Distribution(99%)



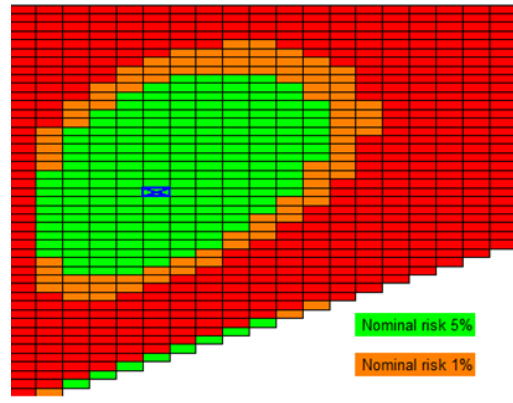
VaR -EGARCH-Normal Distribution(95%)



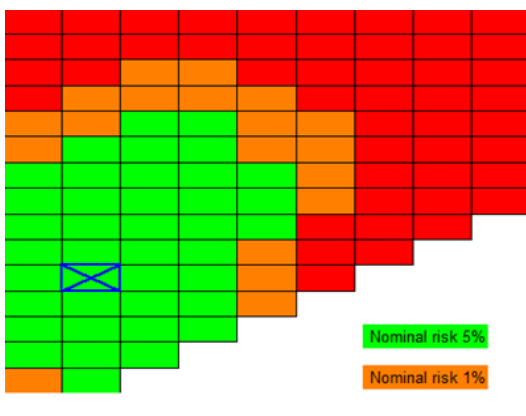
VaR -EGARCH-Student Distribution(99%)



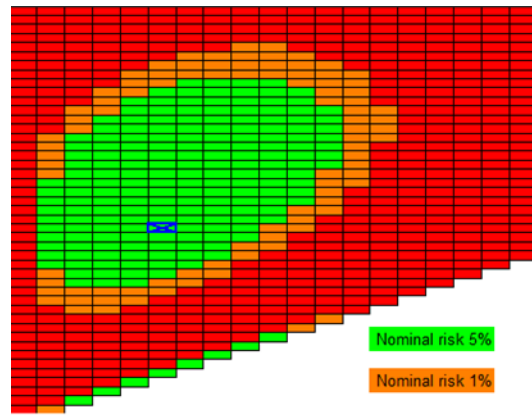
VaR -EGARCH-Student Distribution(95%)



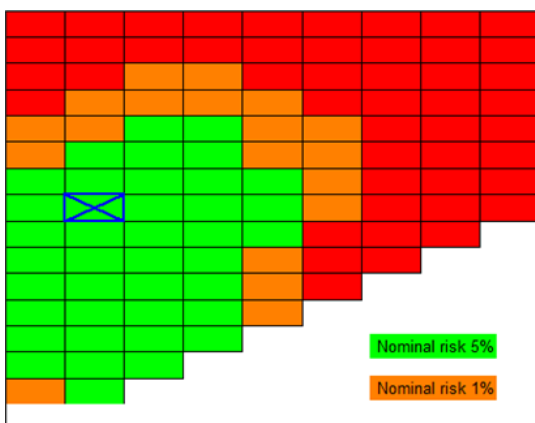
VaR -GARCH-Normal Distribution(99%)



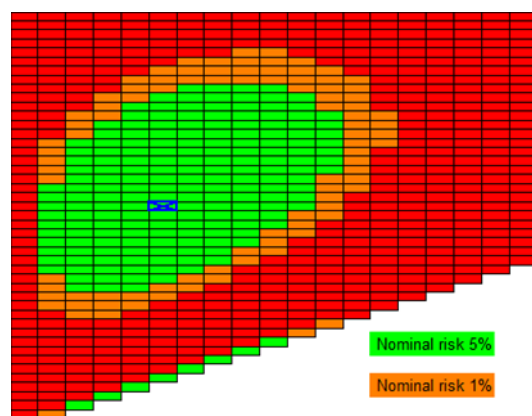
VaR -GARCH-Normal Distribution(95%)



VaR -GARCH-Student Distribution(99%)



VaR -GARCH-Student Distribution(95%)



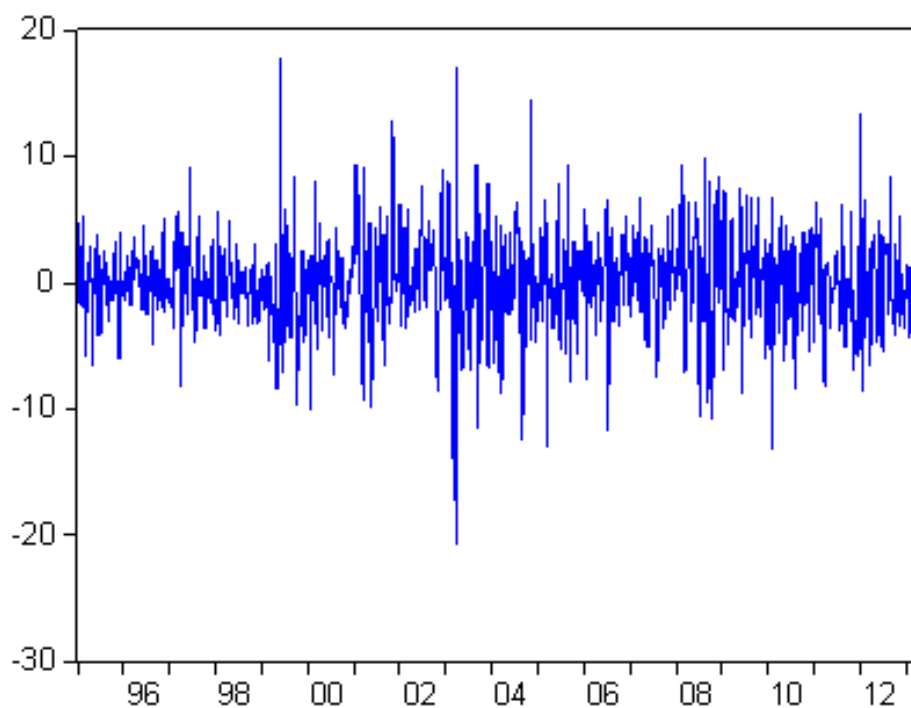
Σύμφωνα με τους χάρτες κινδύνου τα αποδεκτά μοντέλα όπου το x βρίσκεται στην πράσινη περιοχή είναι τα GARCH(1)-Normal, η GARCH(1)-Student, η EGARCH(1)-Normal και η

EGARCH(1)-Student σε επίπεδο σημαντικότητας τόσο 95% όσο και 99%. Σε κόκκινη περιοχή με ζημιές στις παραβιάσεις που ξεπερνούν και το δεύτερο όριο, άρα και μη αποδεκτό είναι τα μοντέλα ARCH(1)-Normal σε επίπεδο σημαντικότητας 95% και 99% και ARCH(1)-Student σε επίπεδο 95%. Η μέθοδος ARCH(1)-Student σε επίπεδο 99% βρίσκεται στην πορτοκαλί περιοχή όπου σημαίνει ότι οι ζημιές που παρατηρούνται στις παραβιάσεις ξεπερνούν μόνο το πρώτο όριο συνεπώς μπορούμε να το αποδεχτούμε οριακά.

4.2 Cocoa

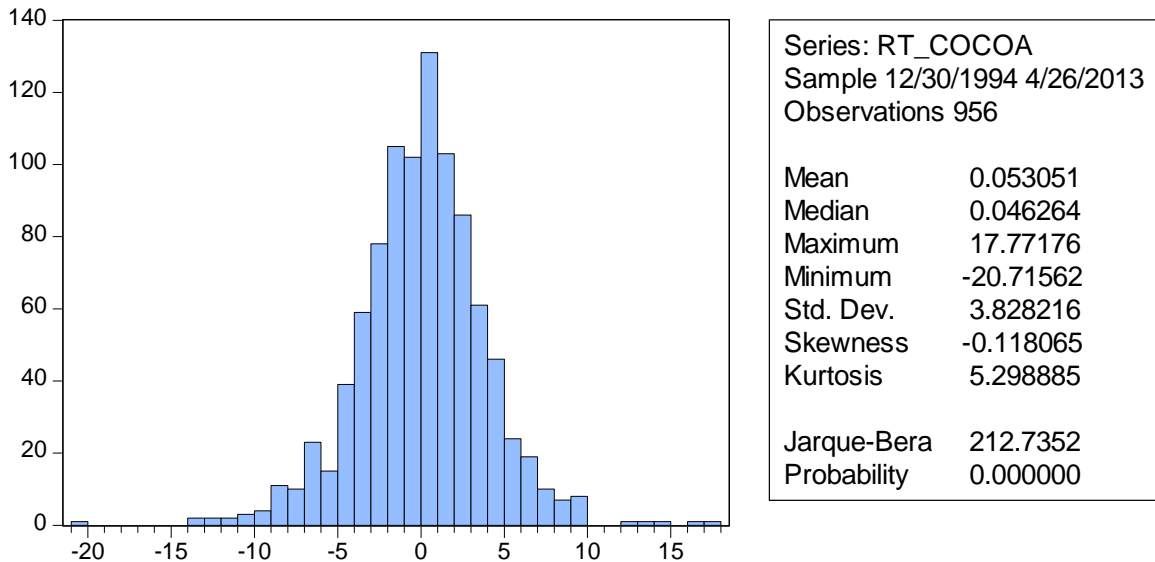
Τα παρακάτω διαγράμματα δίνουν την εξέλιξη των αποδόσεων του κακάο, καθώς και τα περιγραφικά στατιστικά του.

Γράφημα 9 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Cocoa



c

Γράφημα 10 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Cocoa



Παρατηρούμε ότι το δείγμα των αποδόσεων του κακάο είναι ετεροσκεδαστικό, με αυξανόμενη μεταβλητότητα, αρνητική ασύμμετρη εμπειρική κατανομή. Στη συνέχεια δίνουμε τις εκτιμήσεις των VaR με τα εναλλακτικά μοντέλα.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 95%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο ARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο GARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Normal παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Normal το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο GARCH-Student και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Student.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο GARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο EGARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο ARCH-Student παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο.

Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο GARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Student.

Πίνακας 8 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

VAR 95%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-6.687392	-6.309094	-6.623339	-6.266147	-6.640074	-6.350313
Median	-6.516602	-6.088659	-6.410978	-6.041715	-6.516162	-6.169432
Max	-5.505726	-4.948012	-4.906624	-5.023751	-3.17622	-4.083815
Min	-12.27587	-12.74066	-10.4453	-9.497812	-10.83836	-11.29559
Observations	500	500	500	500	500	500

Πίνακας 9 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

VAR 99%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-9.468775	-10.57026	-9.415771	-10.46616	-9.440357	-10.63179
Median	-9.244691	-10.15954	-9.137791	-10.08522	-9.273285	-10.2899
Max	-7.791789	-8.31228	-6.916655	-7.9364	-4.618137	-6.366777
Min	-16.74481	-21.14195	-14.66543	-15.72451	-15.2781	-19.72516
Observations	500	500	500	500	500	500

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σε επίπεδο σημαντικότητας 99% όλοι οι μέθοδοι περνούν όλα τα τεστ. Σε επίπεδο σημαντικότητας 95% οι μέθοδοι που περνούν τα τεστ είναι η GARCH(1)-Normal, η GARCH(1)-Student, η EGARCH(1)-Student και η ARCH(1)-Normal με το τεστ ανεξαρτησίας στα όρια. Τόσο η EGARCH(1)-Normal όσο και η ARCH(1)-Student περνά τους ελέγχους conditional & unconditional και αποτυγχάνει στο τεστ ανεξαρτησίας. Κάτι το οποίο όμως δεν μας επηρεάζει να κάνουμε και αυτές τις δύο μεθόδους αποδεκτές.

Πίνακας 10 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

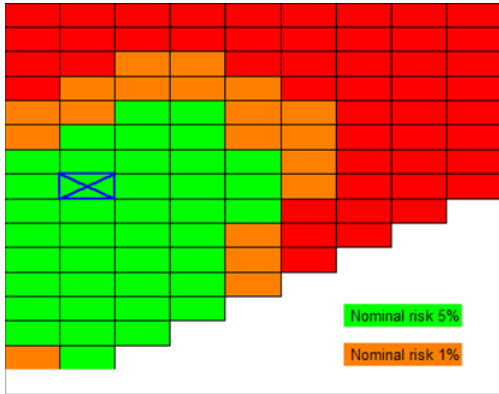
99% VAR						
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	1.5505	0.2607	1.8112	0.2131	0.6096	0.4043
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	0.1939	0.1460	0.3400	0.6596	0.7023	0.8437
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.0000	0.1012	0.1012	0.9964	0.7504	0.9506
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.0000	0.1012	0.1012	0.9964	0.7504	0.9506
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1939	0.1460	0.3400	0.6596	0.7023	0.8437
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.2129	0.0646	0.2775	0.6445	0.7993	0.8704

Πίνακας 11 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Cocola σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

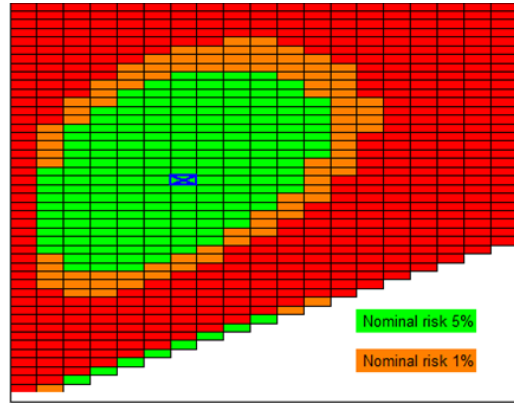
95% VAR						
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	0.0001	2.6384	2.6385	0.9918	<u>0.1043</u>	0.2673
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	0.6592	3.581	4.2402	0.4169	0.0584	<u>0.1200</u>
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1645	0.0038	0.1684	0.6850	0.9508	0.9193
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.0459	0.1127	0.1586	0.8303	0.7371	0.9238
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.0459	2.8598	2.9057	0.8303	<u>0.0908</u>	0.2339
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.3782	0.2639	0.6421	0.5386	0.6074	0.7254

Risk Maps

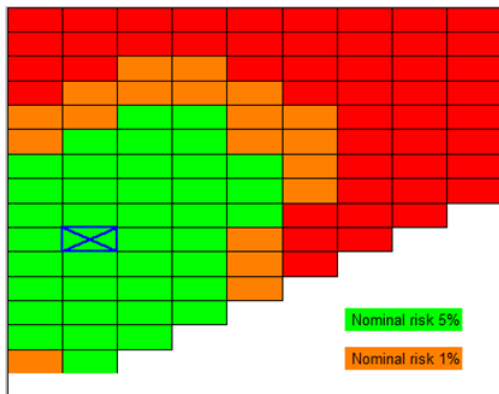
VaR ARCH Normal Distribution (99%)



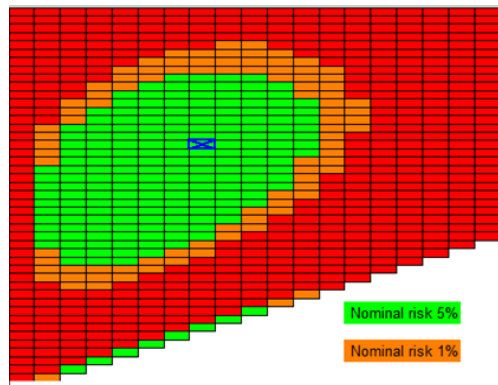
VaR ARCH Normal Distribution (95%)



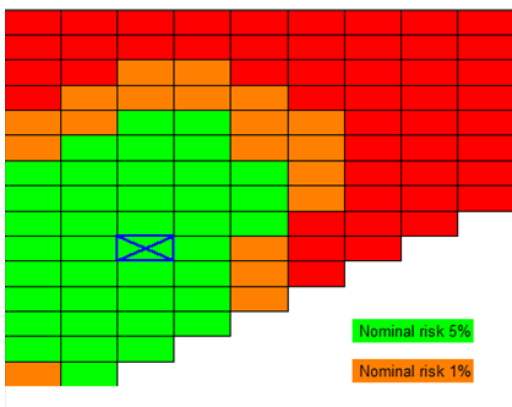
VaR ARCH Student Distribution (99%)



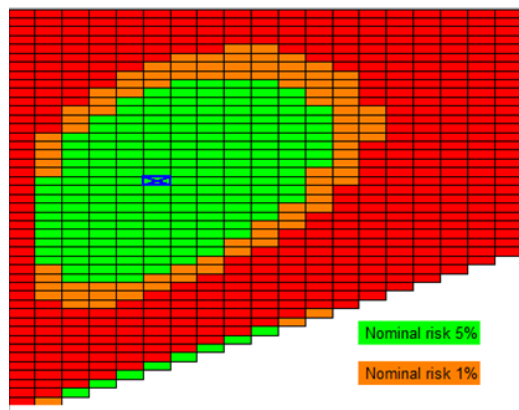
VaR ARCH Student Distribution (95%)



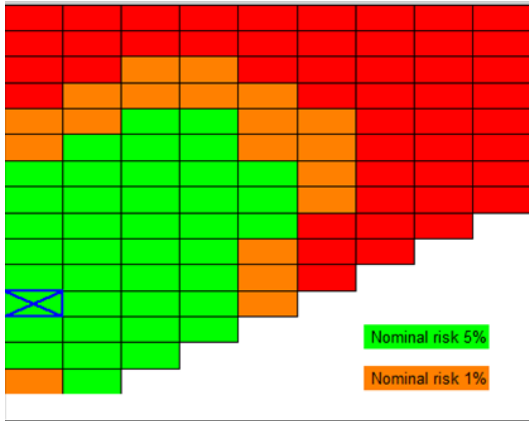
VaR EGARCH Normal Distribution (99%)



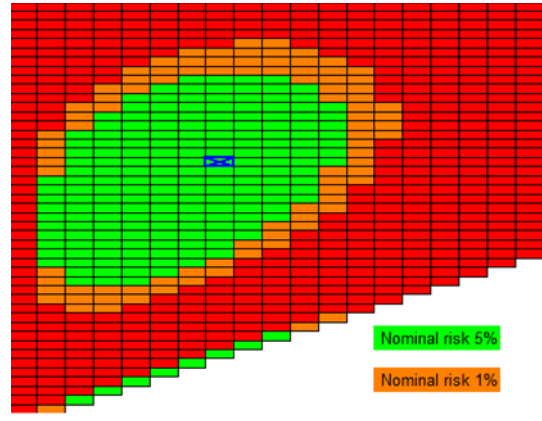
VaR EGARCH Normal Distribution (95%)



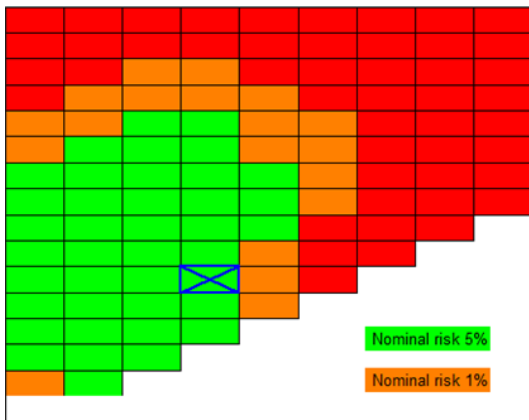
VaR EGARCH Student Distribution (99%)



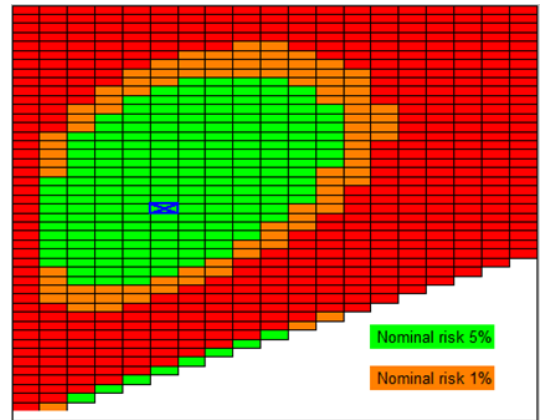
VaR EGARCH Student Distribution (95%)



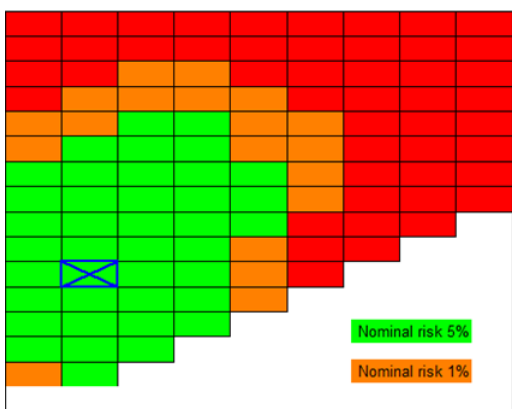
VaR GARCH Normal Distribution (99%)



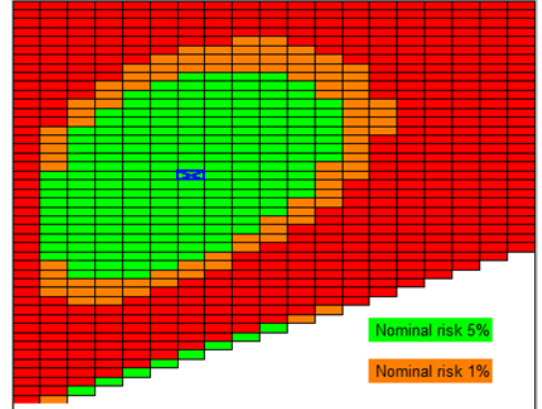
VaR GARCH Normal Distribution (95%)



VaR GARCH Student Distribution (99%)



VaR GARCH Student Distribution (95%)

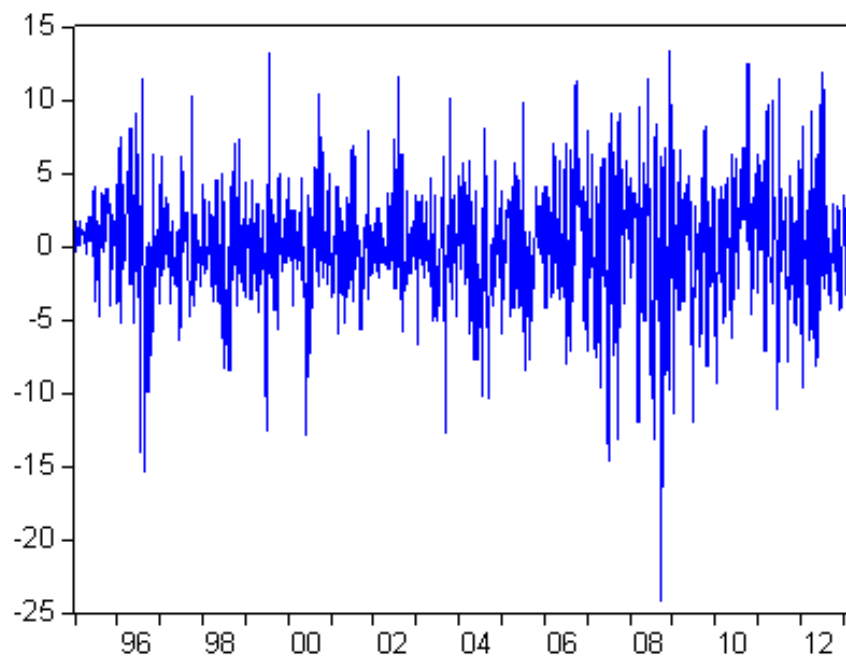


Σύμφωνα με τους χάρτες κινδύνου όλα τα μοντέλα γίνονται αποδεκτά διότι το x βρίσκεται στην πράσινη περιοχή τόσο 95% όσο και 99%.

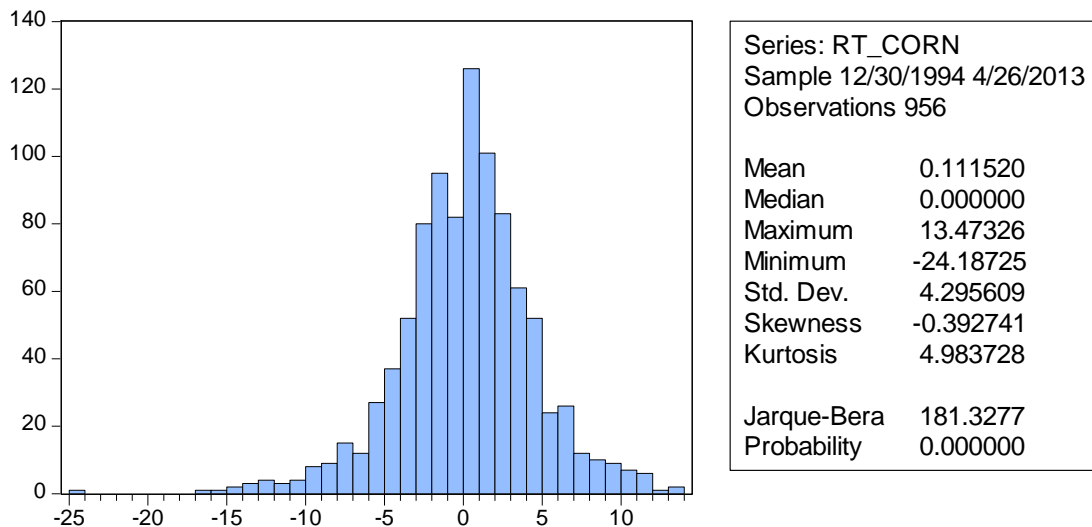
4.3 Corn

Τα παρακάτω διαγράμματα δίνουν την εξέλιξη των αποδόσεων του καλαμποκού, καθώς και τα περιγραφικά στατιστικά του.

Γράφημα 11 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Corn



Γράφημα 12 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Cocoa



Παρατηρούμε ότι το δείγμα των αποδόσεων του κακάο είναι ετεροσκεδαστικό, με αυξανόμενη μεταβλητότητα, αρνητική ασύμμετρη εμπειρική κατανομή. Στη συνέχεια δίνουμε τις εκτιμήσεις των VaR με τα εναλλακτικά μοντέλα.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 95%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο GARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Normal παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Normal το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Student και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Normal.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο ARCH-Student, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Normal. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Normal παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το

μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Student.

Πίνακας 12: Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

VAR 95%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-7.055721	-6.773365	-7.398282	-7.232651	-7.323935	-7.204427
Median	-6.737573	-6.41756	-6.939815	-6.764787	-6.970681	-6.728221
Max	-5.38595	-5.238793	-4.693997	-4.67755	-4.586912	-4.899353
Min	-25.4455	-22.92469	-17.37827	-17.74242	-15.16475	-15.12801
Observations	500	500	500	500	500	500

Πίνακας 13 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

VAR 99%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-10.03167	-10.98052	-10.53618	-11.23813	-10.43025	-10.93116
Median	-9.583562	-10.47562	-9.887555	-10.46443	-10.00374	-10.27394
Max	-7.625138	-8.629568	-6.694599	-7.208416	-6.490545	-7.445598
Min	-35.82356	-36.55015	-24.88976	-27.65462	-21.77792	-23.4131
Observations	500	500	500	500	500	500

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τόσο σε επίπεδο σημαντικότητας 99% οι μέθοδοι που περνούν όλα τα τεστ είναι η GARCH(1)-Student, η EGARCH(1)-Normal και η EGARCH(1)-Student. Τόσο η GARCH(1)-Normal όσο και η ARCH(1)-Normal αποτυγχάνει στους ελέγχους conditional & unconditional και περνά μόνο το τεστ ανεξαρτησίας, συνεπώς οι δύο αυτές μέθοδοι δεν γίνονται αποδεκτές. Η ARCH(1)-Student περνά τους ελέγχους conditional & independent και αποτυγχάνει στο unconditional, άρα γίνεται αποδεκτή. Σε επίπεδο σημαντικότητας 95% οι μέθοδοι που γίνονται αποδεκτές εφόσον περνούν τους ελέγχους conditional & independent ενώ αποτυγχάνουν στο unconditional είναι η GARCH(1)-Normal, η EGARCH(1)-Student και η ARCH(1)-Student. Τόσο η EGARCH(1)-Normal όσο και η GARCH(1)-Student αποτυγχάνει στους ελέγχους conditional & unconditional και περνά μόνο το τεστ ανεξαρτησίας, άρα δεν μπορούν να γίνουν αποδεκτές. Τέλος η ARCH(1)-Normal απορρίπτεται εφόσον δεν περνά κανένα τεστ. Με έντονα γράμματα σημειώνουμε τις τιμές άνω του 10%, και υπογραμμίζουμε τις τιμές που είναι οριακά πάνω ή κάτω από 10%. Για να ελέγξω ποιο τεστ είναι καταλληλότερο από αυτά που περνούν όλους στους ελέγχους θα βασιστώ στην σύγκριση του VaR για κάθε μοντέλο.

Πίνακας 14 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

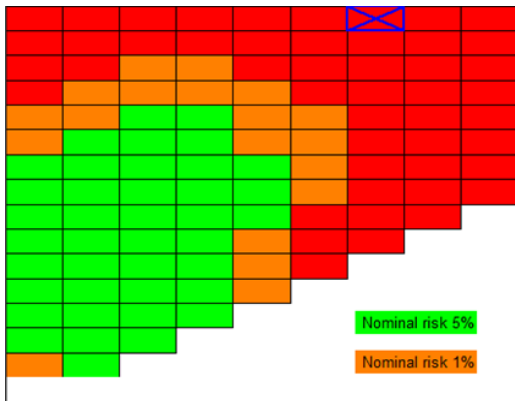
	99% VAR					
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	13.2026	0.9299	14.1325	0.0003	0.3349	0.0009
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	3.9340	0.4090	4.3430	0.0473	0.5225	<u>0.1140</u>
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	5.4435	0.4959	5.9395	0.0196	0.4813	0.0513
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.1939	0.1460	0.3400	0.6596	0.7023	0.8437
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1939	0.1460	0.3400	0.6596	0.7023	0.8437
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	1.5505	0.2607	1.8112	0.2131	0.6096	0.4043

Πίνακας 15 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

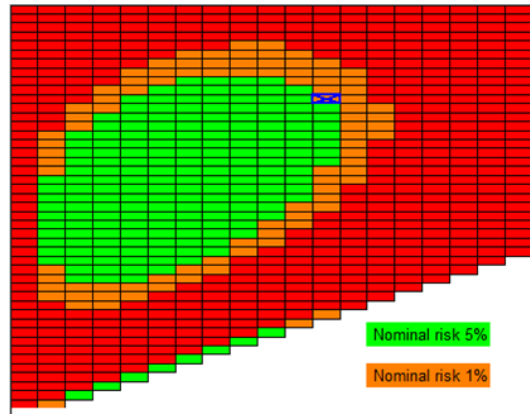
	95% VAR					
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	3.8078	1.2467	5.0545	0.051	0.2642	0.0799
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	6.2367	1.8716	8.1083	0.0125	<u>0.1713</u>	<u>0.1713</u>
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	3.119	0.0519	3.1709	0.0774	0.8197	0.2049
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	4.558	0.1713	4.7294	0.0328	0.679	<u>0.0940</u>
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	5.3683	0.6005	5.9687	0.0205	0.4384	0.0506
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	3.8078	0.1320	3.9398	0.0510	0.7164	<u>0.1395</u>

Risk Maps

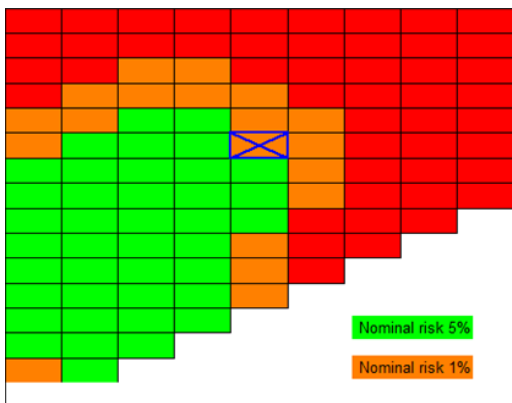
VaR ARCH Normal Distribution (99%)



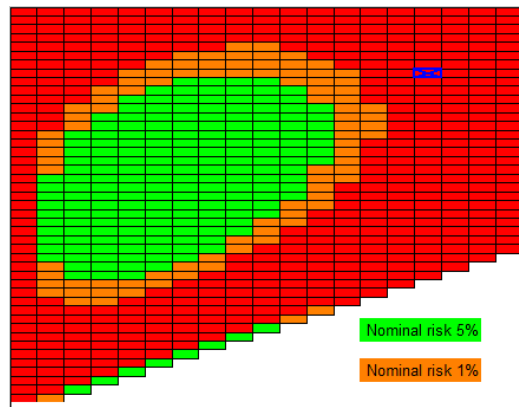
VaR ARCH Normal Distribution (95%)



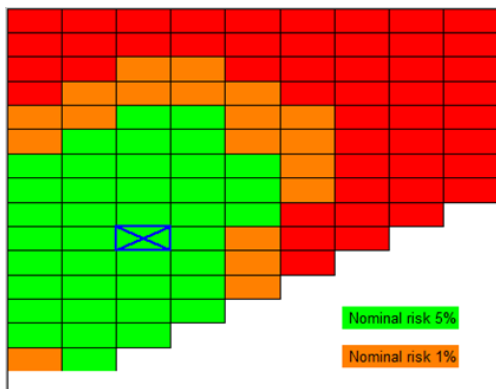
Var ARCH Student Distribution (99%)



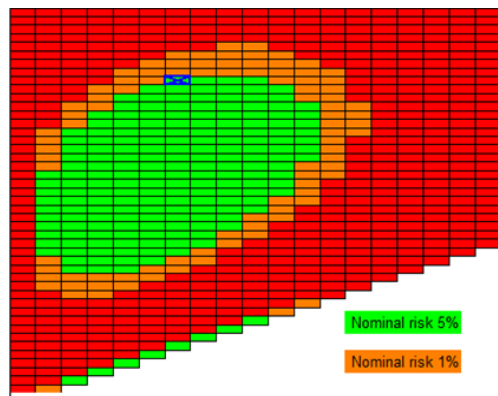
VaR ARCH Student Distribution (95%)



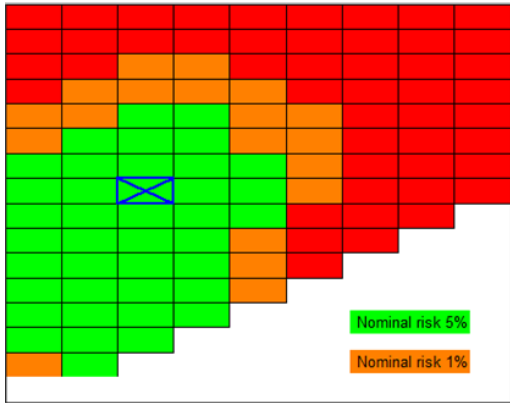
VaR EGARCH Normal Distribution (99%)



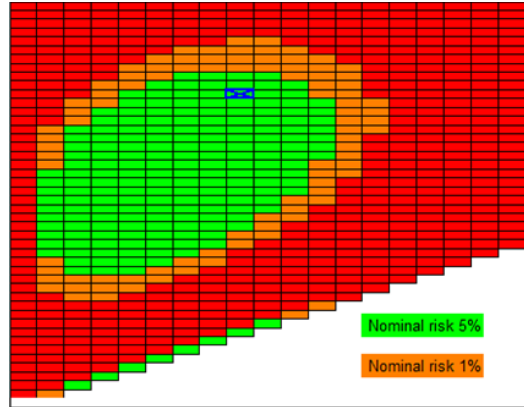
VaR EGARCH Normal Distribution (95%)



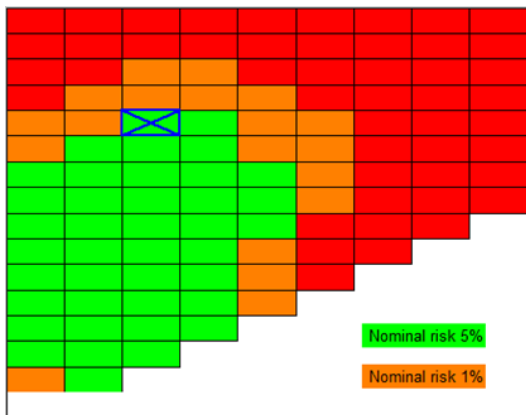
VaR EGARCH Student Distribution (99%)



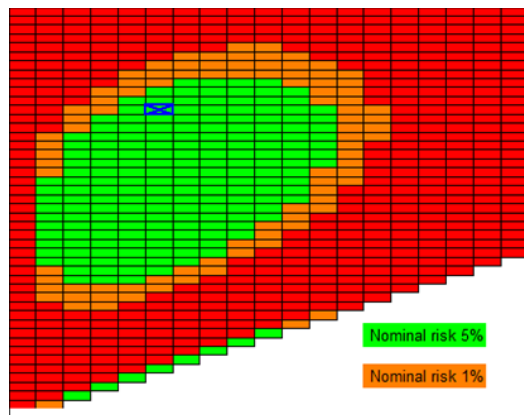
VaR EGARCH Student Distribution (95%)



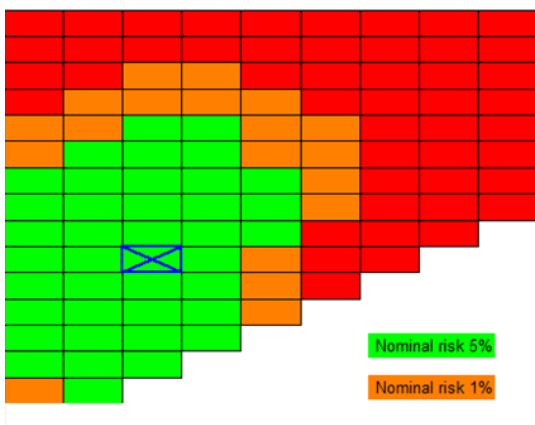
VaR GARCH Normal Distribution (99%)



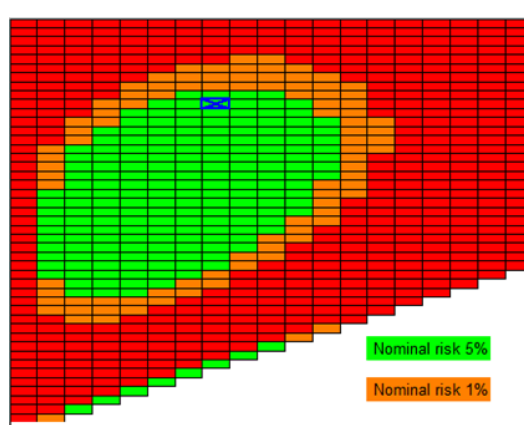
VaR GARCH Normal Distribution (95%)



VaR GARCH Student Distribution (99%)



VaR GARCH Student Distribution (95%)

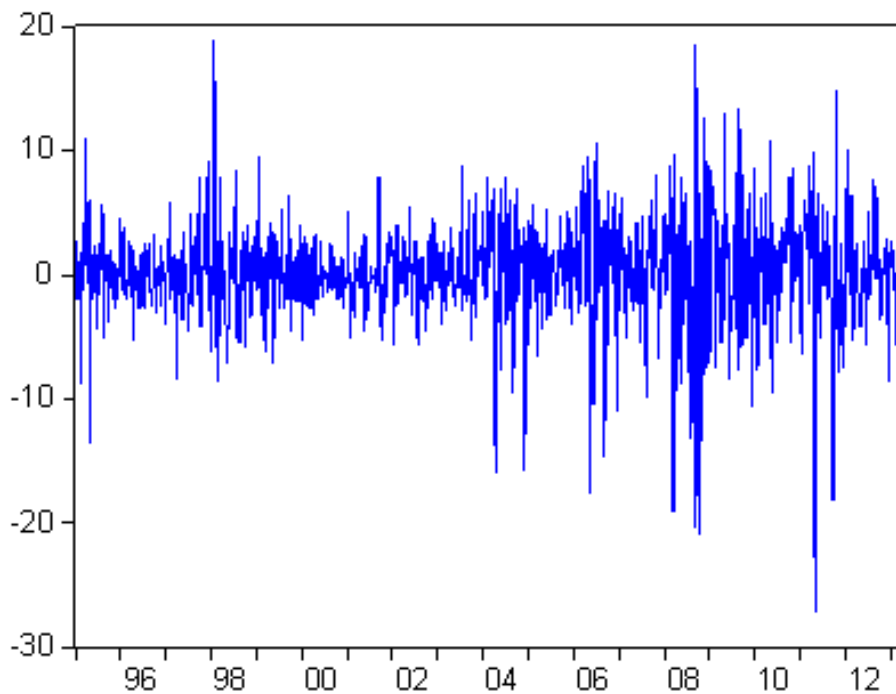


Σύμφωνα με τους χάρτες κινδύνου τα αποδεκτά μοντέλα όπου το x βρίσκεται στην πράσινη περιοχή είναι τα GARCH(1)-Normal, η GARCH(1)-Student, η EGARCH(1)-Normal και η EGARCH(1)-Student σε επίπεδο σημαντικότητας τόσο 95% όσο και 99%. Σε κόκκινη περιοχή, που σημαίνει ότι οι ζημιές που παρατηρούνται στις παραβάσεις ξεπερνούν και το δεύτερο όριο, άρα και μη αποδεκτό είναι τα μοντέλα ARCH(1)-Normal σε επίπεδο σημαντικότητας 99% και ARCH(1)-Student σε επίπεδο 95%. Η μέθοδος ARCH(1)-Student σε επίπεδο 95% και η ARCH(1)-Normal σε 99% βρίσκεται στην πορτοκαλί περιοχή όπου σημαίνει ότι οι ζημιές που παρατηρούνται στις παραβιάσεις ξεπερνούν μόνο το πρώτο όριο συνεπώς μπορούμε να το αποδεχτούμε οριακά.

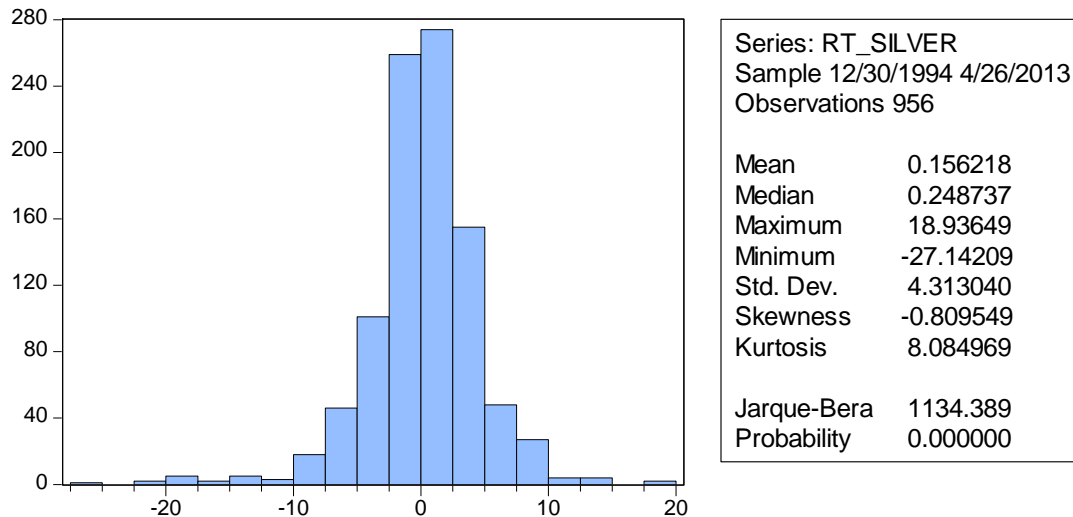
4.4 Silver

Τα παρακάτω διαγράμματα δίνουν την εξέλιξη των αποδόσεων του ασημιού, καθώς και τα περιγραφικά στατιστικά του.

Γράφημα 13 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Silver



Γράφημα 14 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Silver



Παρατηρούμε ότι το δείγμα των αποδόσεων του κακάο είναι ετεροσκεδαστικό, με αυξανόμενη μεταβλητότητα, αρνητική ασύμμετρη εμπειρική κατανομή. Στη συνέχεια δίνουμε τις εκτιμήσεις των VaR με τα εναλλακτικά μοντέλα.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 95%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο GARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Student παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο ARCH-Student και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Normal.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο GARCH-Student, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Normal. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Normal παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο GARCH-Student.

Πίνακας 16 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

VAR 95%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-6.851888	-6.085152	-8.050007	-7.4691	-7.437845	-7.148512
Median	-6.729834	-5.962678	-7.444835	-6.839353	-7.076017	-6.856503
Max	-4.257693	-4.355693	-4.316802	-3.995223	-3.710936	-3.372414
Min	-21.10893	-14.60421	-18.95567	-18.84816	-15.28813	-15.03688
Observations	500	500	500	500	500	500

Πίνακας 17 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

VAR 99%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-9.796673	-11.09713	-11.43818	-12.69614	-10.64419	-11.92611
Median	-9.635797	-11.07213	-10.59932	-11.72069	-10.10597	-11.40984
Max	-6.043764	-7.205947	-6.127695	-6.734583	-5.336077	-5.503025
Min	-30.24853	-28.75016	-27.21115	-31.88752	-21.58959	-24.94122
Observations	500	500	500	500	500	500

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σε επίπεδο 99% όλοι οι μέθοδοι αποτυγχάνουν στους ελέγχους conditional & unconditional και περνούν μόνο το τεστ ανεξαρτησίας. Άρα δεν γίνονται αποδεκτά τα μοντέλα. Οι μέθοδοι αυτοί υποεκτιμούν τον κίνδυνο με αποτέλεσμα τον μικρό αριθμό παραβιάσεων. Σε επίπεδο σημαντικότητας 95% οι μέθοδοι που περουν όλα τα τεστ είναι η GARCH(1)-Normal, η GARCH(1)-Student.

Οι μέθοδοι ARCH(1)-Normal, ARCH(1)-Student, EGARCH(1)-Normal, EGARCH(1)-Student απορρίπτονται εφόσον αποτυγχάνουν όλες στον έλεγχο conditional και αναλόγως στον unconditional ή στον independent.

Πίνακας 18 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

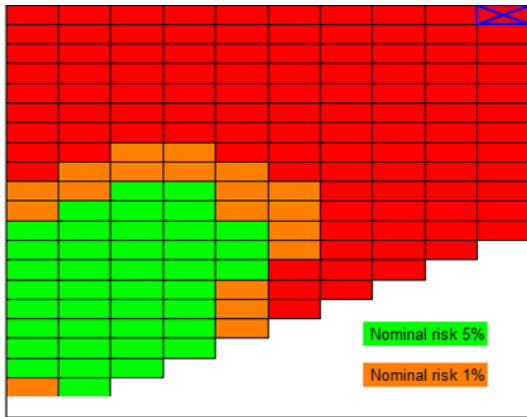
	99% VAR					
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	25.9726	1.4163	27.3889	0.0000	0.234	0.0000
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	20.5114	0.1769	20.6882	0.0000	0.6741	0.0000
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	9.0059	0.9140	9.9199	0.0027	0.3391	0.0070
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	5.4435	1.4291	6.8726	0.0196	0.2319	0.0322
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	11.0307	0.7104	11.7411	0.0009	0.3993	0.0028
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	5.4435	1.4291	6.8726	0.0119	0.2319	0.0322

Πίνακας 19 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του δείκτη σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

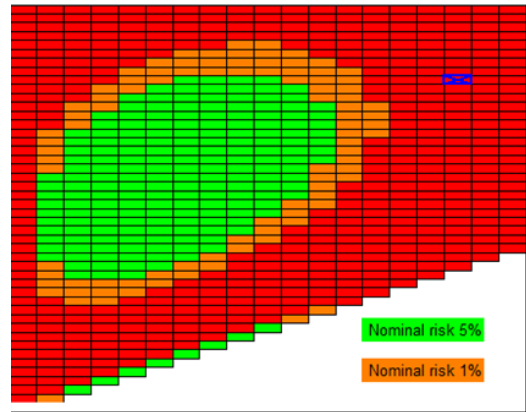
	95% VAR					
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	5.3682	1.805	7.1732	0.0205	<u>0.1791</u>	0.0277
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	16.4697	2.9701	19.4398	0	0.0848	0.0001
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.0001	2.0163	2.0164	0.9918	<u>0.1556</u>	0.3649
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	1.4386	2.0121	3.4507	0.2304	<u>0.156</u>	<u>0.1781</u>
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	2.4933	3.2049	5.6982	<u>0.1143</u>	0.0734	0.0579
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	3.119	2.8110	5.93	0.0774	<u>0.0936</u>	0.0516

Risk Maps

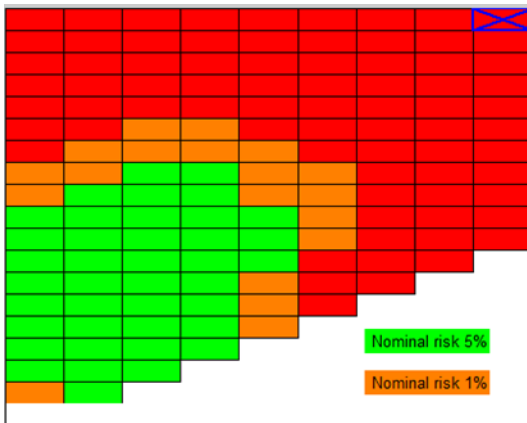
VaR ARCH Normal Distribution (99%)



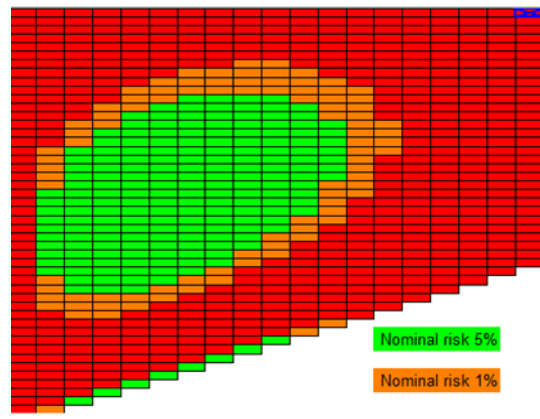
VaR ARCH Normal Distribution (95%)



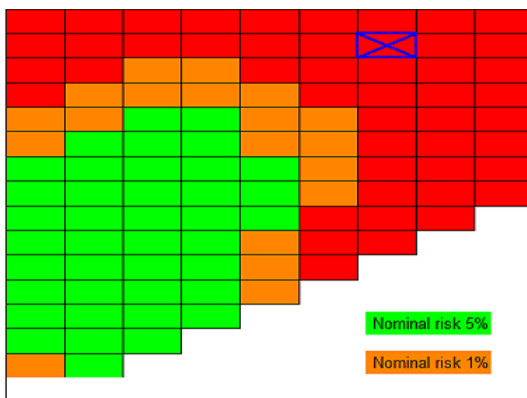
VaR ARCH Student Distribution (99%)



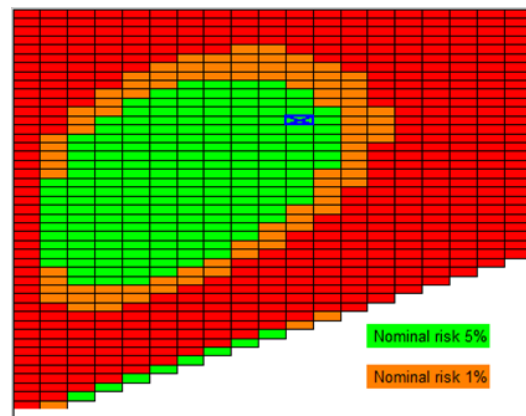
VaR ARCH Student Distribution (95%)



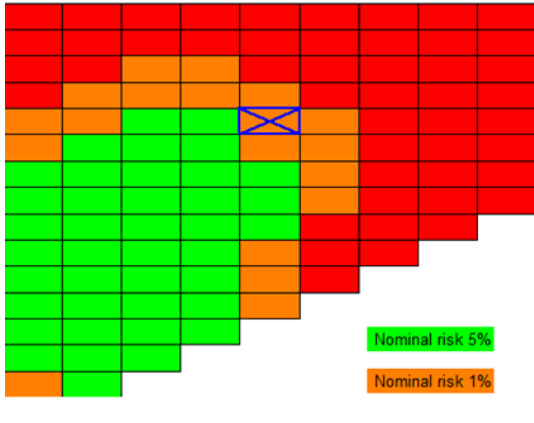
VaR EGARCH Normal Distribution (99%)



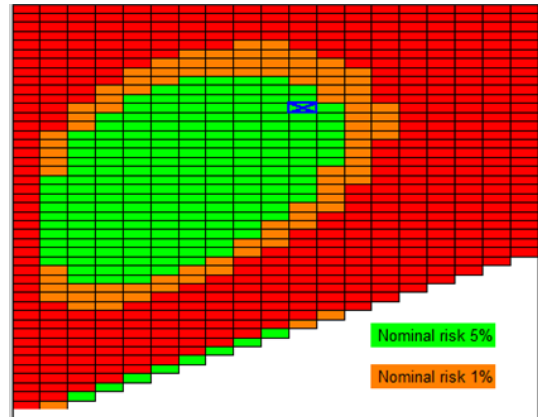
VaR EGARCH Normal Distribution (95%)



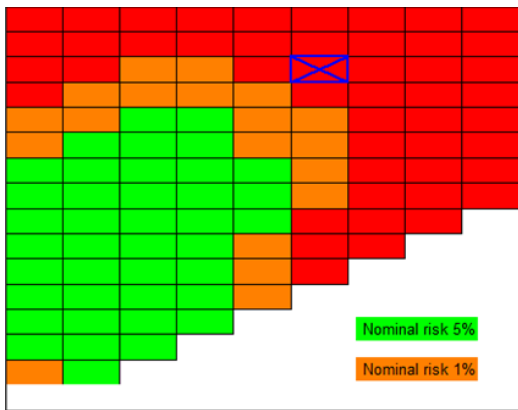
VaR EGARCH Student Distribution (99%)



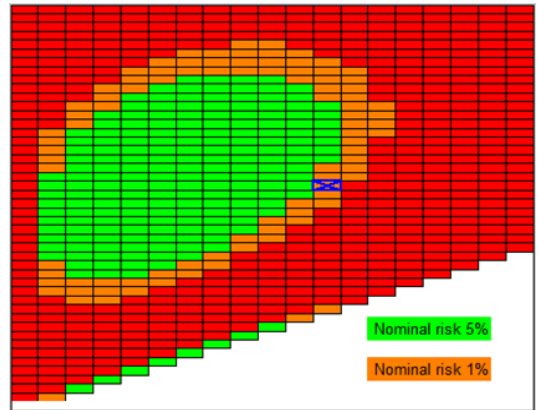
VaR EGARCH Student Distribution (95%)



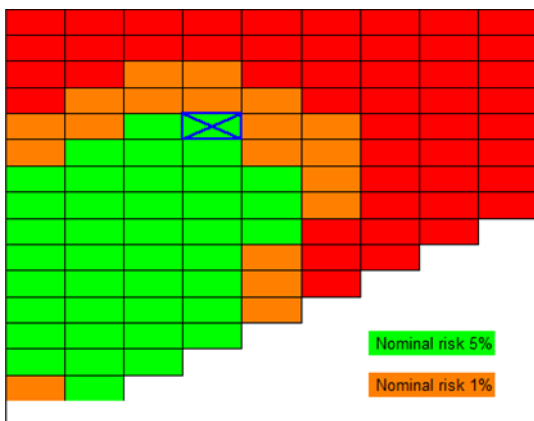
VaR GARCH Normal Distribution (99%)



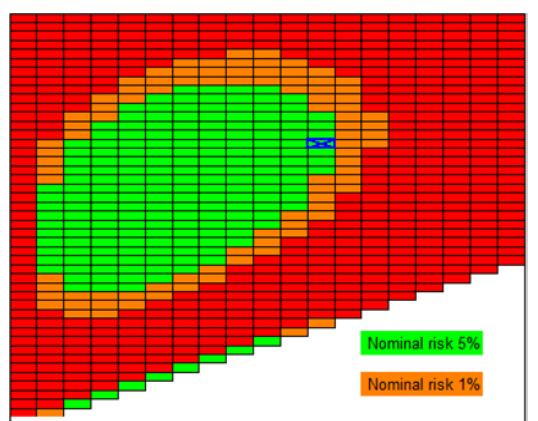
VaR GARCH Normal Distribution (95%)



VaR GARCH Student Distribution (99%)



VaR GARCH Student Distribution (95%)

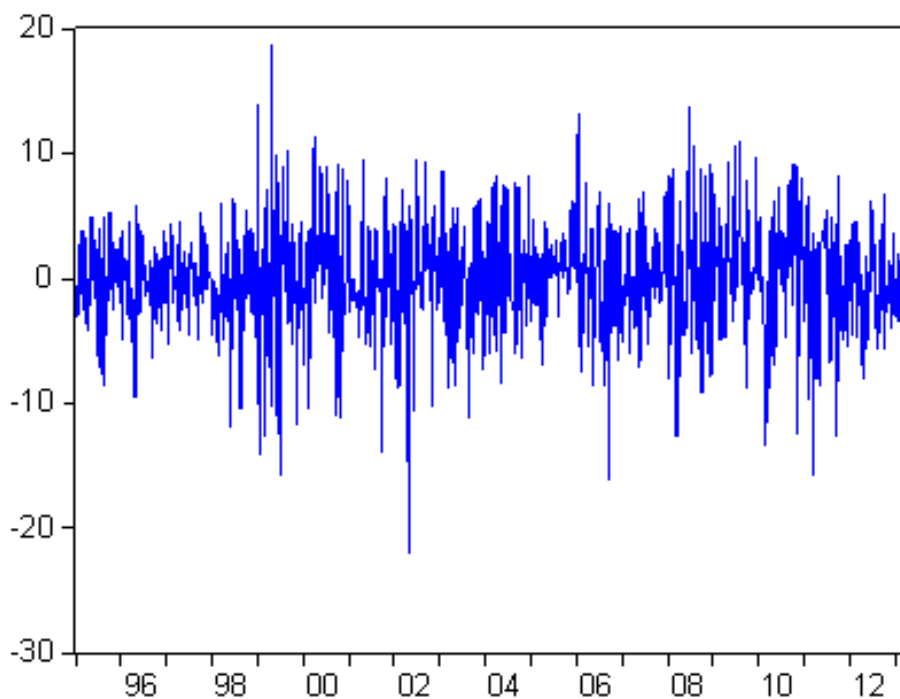


Σύμφωνα με τους χάρτες κινδύνου σε επίπεδο σημαντικότητας 95% τα αποδεκτά μοντέλα όπου το x βρίσκεται στην πράσινη περιοχή είναι η GARCH(1)-Student, η EGARCH(1)-Normal και η EGARCH(1)-Student. Η μέθοδος GARCH(1)-Normal περνά οριακά τα τεστ εφόσον βρίσκεται σε πορτοκαλί περιοχή. Σε επίπεδο σημαντικότητας 99% η μόνη μέθοδος που γίνεται αποδεκτή είναι η GARCH(1)-Student. Η μέθοδος EGARCH(1)-Student βρίσκεται στην πορτοκαλί περιοχή όπου σημαίνει ότι οι ζημιές που παρατηρούνται στις παραβιάσεις ξεπερνούν μόνο το πρώτο όριο συνεπώς μπορούμε να το αποδεχτούμε οριακά.

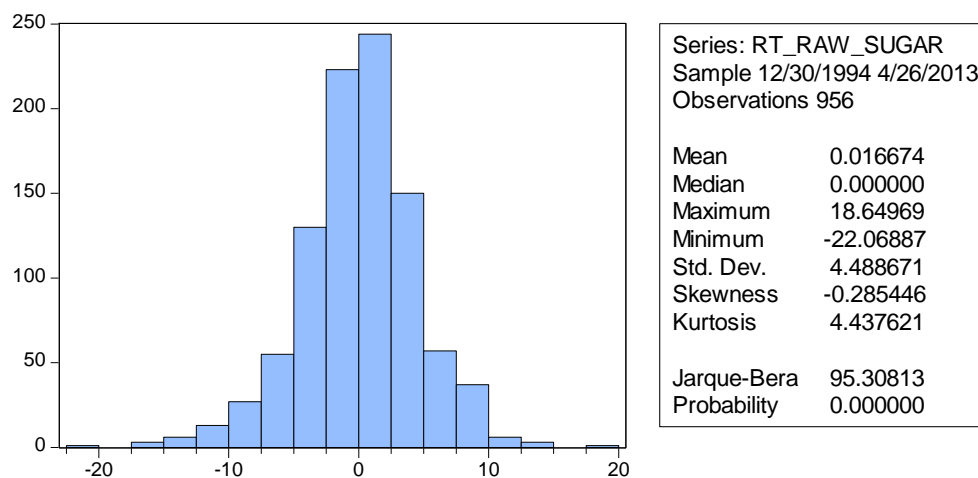
4.5 Sugar

Τα παρακάτω διαγράμματα δίνουν την εξέλιξη των αποδόσεων της ζάχαρης, καθώς και τα περιγραφικά στατιστικά της.

Γράφημα 15 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Raw Sugar



Γράφημα 16 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Raw
Sugar



Παρατηρούμε ότι το δείγμα των αποδόσεων του κακάο είναι ετεροσκεδαστικό, με αυξανόμενη μεταβλητότητα, αρνητική ασύμμετρη εμπειρική κατανομή. Στη συνέχεια δίνουμε τις εκτιμήσεις των VaR με τα εναλλακτικά μοντέλα.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 95%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο ARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο GARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Student παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Normal το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο ARCH-Student και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Normal.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο ARCH-Student, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο EGARCH-

Normal. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο EGARCH-Student παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο GARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο EGARCH-Student.

Πίνακας 20 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

VAR 95%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-7.510782	-7.271781	-7.259525	-7.07668	-7.253502	-7.125147
Median	-7.437559	-7.205948	-7.366017	-7.150665	-7.41949	-7.235115
Max	-6.715702	-6.588073	-4.784348	-4.30149	-3.637683	-2.701218
Min	-10.87631	-10.10795	-10.33887	-10.71209	-10.65851	-11.23277
Observations	500	500	500	500	500	500

Πίνακας 21 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

VAR 99%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-10.66644	-11.60229	-10.31285	-11.12377	-10.30066	-11.18862
Median	-10.53867	-11.54207	-10.48061	-11.23457	-10.53654	-11.35769
Max	-9.636987	-9.897704	-6.80073	-6.990719	-5.177657	-4.396289
Min	-15.19641	-15.74159	-14.3197	-16.85335	-14.71869	-17.8911
Observations	500	500	500	500	500	500

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τόσο σε επίπεδο 95% όσο και σε επίπεδο 99% όλες οι μέθοδοι περουν όλα τα τεστ οπότε όλα τα μοντέλα γίνονται αποδεκτά.

Πίνακας 22 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

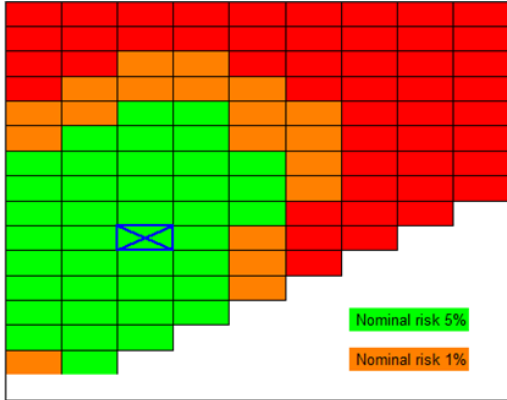
99% VAR						
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	0.1939	0.146	0.34	0.6596	0.7023	0.8437
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	0.1939	0.146	0.34	0.6596	0.7023	0.8437
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1939	0.146	0.34	0.6596	0.7023	0.8437
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.1939	0.146	0.34	0.6596	0.7023	0.8437
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1939	0.146	0.34	0.6596	0.7023	0.8437
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0	0.1012	0.1012	0.9964	0.7504	0.9506

Πίνακας 23 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

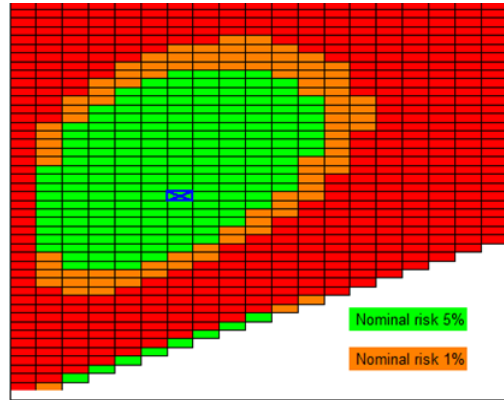
95% VAR						
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	0.1645	0.7429	0.9075	0.685	0.3887	0.6352
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	0.0001	0.4258	0.4259	0.9918	0.514	0.8082
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1645	0.7429	0.9075	0.685	0.3887	0.6352
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.0001	0.4258	0.4259	0.9918	0.514	0.8082
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.1645	0.7429	0.9075	0.685	0.3887	0.6352
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	0.0459	0.3027	0.3486	0.8303	0.5822	0.8401

Risk Maps

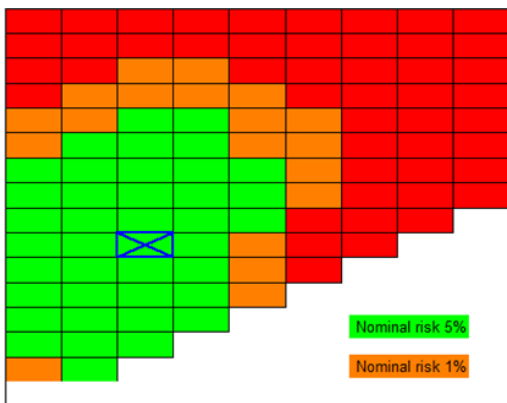
VaR ARCH Normal Distribution (99%)



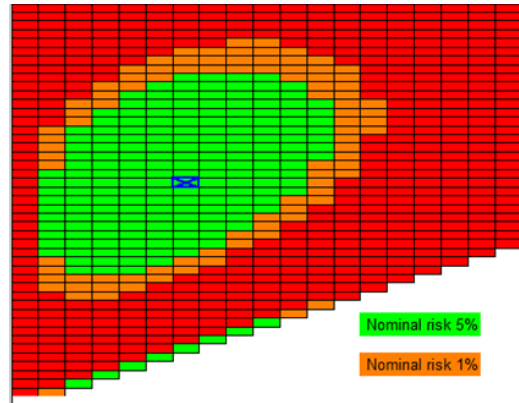
VaR ARCH Normal Distribution (95%)



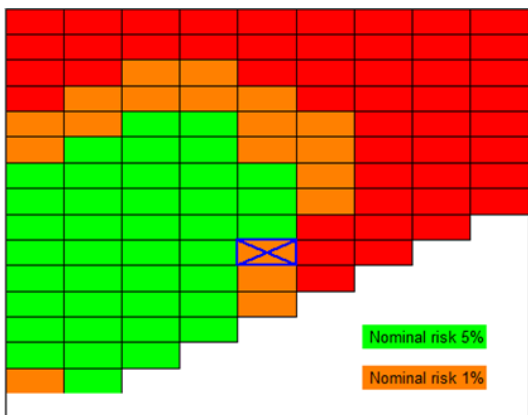
VaR ARCH Student Distribution (99%)



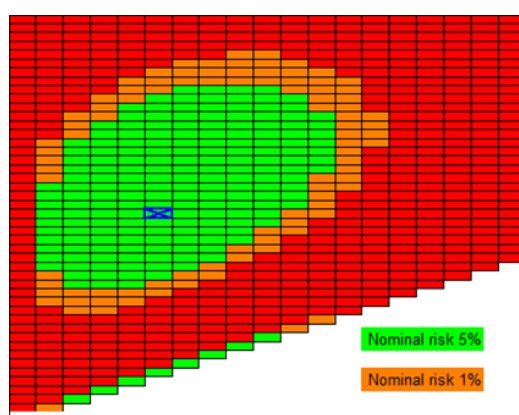
VaR ARCH Student Distribution (95%)



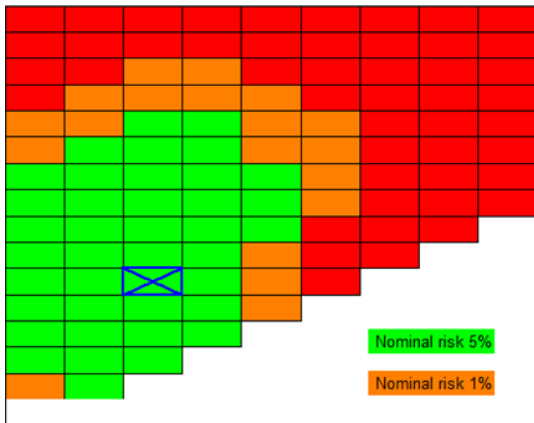
VaR EGARCH Normal Distribution (99%)



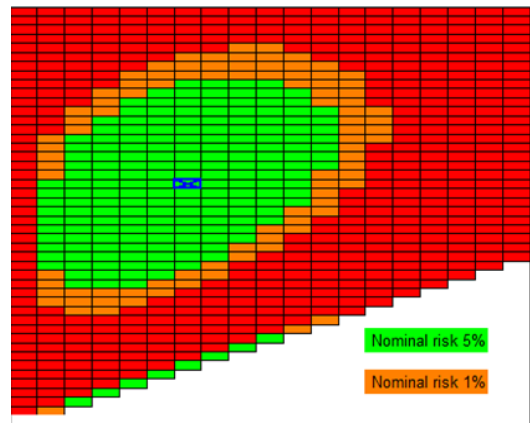
VaR EGARCH Normal Distribution (95%)



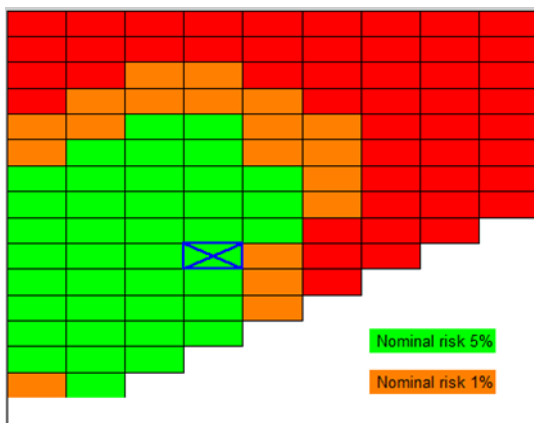
VaR EGARCH Student Distribution (99%)



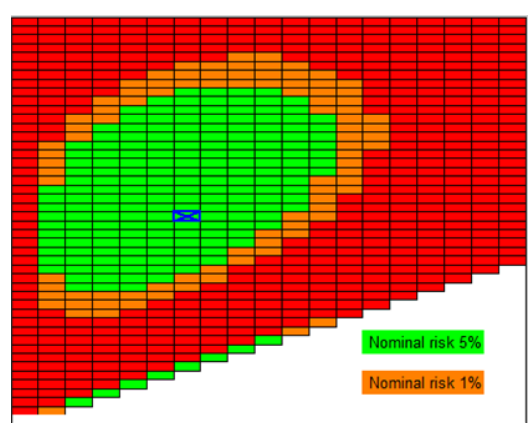
VaR EGARCH Student Distribution (95%)



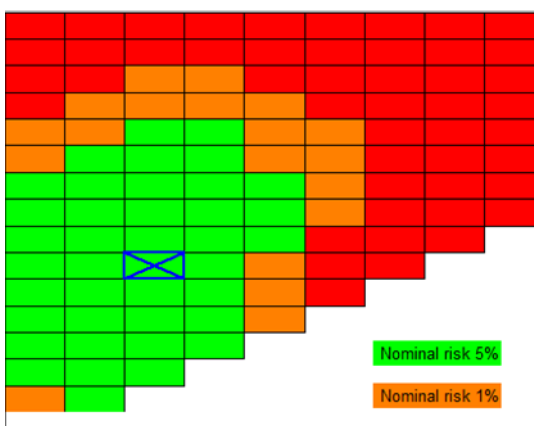
VaR GARCH Normal Distribution (99%)



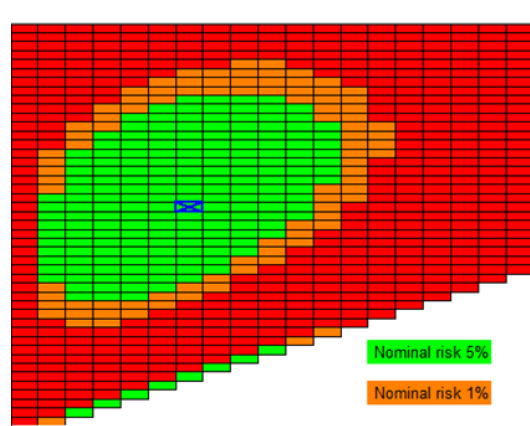
VaR GARCH Normal Distribution (95%)



VaR GARCH Student Distribution (99%)



VaR GARCH Student Distribution(95%)



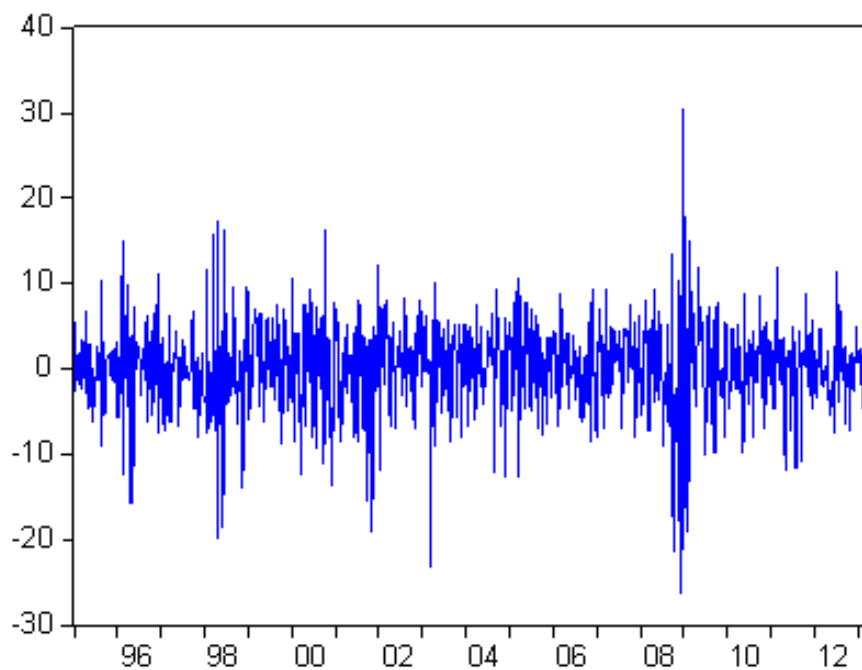
Σύμφωνα με τους χάρτες κινδύνου σε επίπεδο σημαντικότητας 95% όλες οι μέθοδοι γίνονται αποδεκτές εφόσον το x βρίσκεται σε πράσινη περιοχή. Σε επίπεδο σημαντικότητας

99% όλες οι μέθοδοι γίνονται αποδεκτές εφόσον το x βρίσκεται σε πράσινη περιοχή εκτός από την EGARCH(1)-Normal η οποία γίνεται οριακά αποδεκτή εφόσον βρίσκεται σε πορτοκαλί περιοχή το οποίο σημαίνει ότι οι ζημιές που παρατηρούνται στις παραβιάσεις ξεπερνούν μόνο το πρώτο όριο .

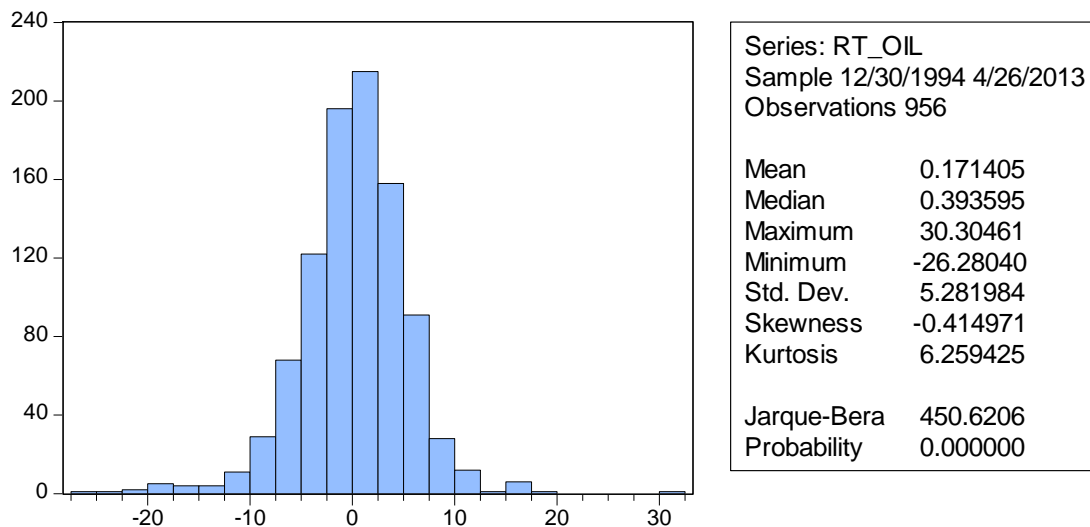
4.6 Oil

Τα παρακάτω διαγράμματα δίνουν την εξέλιξη των αποδόσεων του πετρελαίου, καθώς και τα περιγραφικά στατιστικά του.

Γράφημα 17 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Oil



Γράφημα 18 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Oil



Παρατηρούμε ότι το δείγμα των αποδόσεων του κακάο είναι ετεροσκεδαστικό, με αυξανόμενη μεταβλητότητα, αρνητική ασύμμετρη εμπειρική κατανομή. Στη συνέχεια δίνουμε τις εκτιμήσεις των VaR με τα εναλλακτικά μοντέλα.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 95%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο ARCH-Normal, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο ARCH-Student. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο GARCH-Normal παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Normal.

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, το μικρότερο mean VaR το έχει το μοντέλο ARCH-Student, οπότε είναι και το πιο συντηρητικό μοντέλο, και το μεγαλύτερο το μοντέλο GARCH-Normal. Βλέποντας τις ακραίες τιμές παρατηρούμε ότι το μοντέλο GARCH-Normal παρουσιάζει το

μεγαλύτερο μέγιστο (maximum) και το ARCH-Student το μικρότερο μέγιστο. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο ελάχιστο παρουσιάζει το μοντέλο EGARCH-Normal και το μικρότερο το μοντέλο ARCH-Normal.

Πίνακας 24 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

VAR 95%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-8.290862	-7.77695	-8.05497	-7.793462	-8.112007	-7.829333
Median	-8.045418	-7.556098	-7.659123	-7.199256	-7.988004	-7.520194
Max	-6.535624	-6.591907	-4.540919	-5.64153	-4.742205	-4.561044
Min	-30.8748	-23.51435	-26.38343	-26.26736	-20.4227	-22.11502
Observations	500	500	500	500	500	500

Πίνακας 25 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

VAR 99%						
	VAR- ARCH-N	VAR- ARCH-T	VAR- GARCH-N	VAR- GARCH-T	VAR- EGARCH-N	VAR- EGARCH-T
Mean	-11.8618	-12.78192	-11.52707	-12.1759	-11.57127	-12.35184
Median	-11.53932	-12.4455	-10.94978	-11.36315	-11.37905	-12.05866
Max	-9.480871	-11.01056	-6.537127	-8.367087	-6.74469	-6.890916
Min	-43.29932	-37.43934	-36.66113	-39.42804	-28.22033	-33.17403
Observations	500	500	500	500	500	500

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σε επίπεδο σημαντικότητας 99% οι μέθοδοι που περνούν όλα τα τεστ είναι η ARCH(1)-Student και η GARCH(1)-Student. Όλες οι άλλες μέθοδοι αποτυγχάνουν. Σε επίπεδο σημαντικότητας 95% οι μέθοδοι που περνούν όλα τα τεστ είναι οι EGARCH(1)-Normal και EGARCH(1)-Student. Αποδεκτές γίνονται και οι ARCH(1)-Normal και GARCH(1)-Normal εφόσον περνούν τους ελέγχους conditional & unconditional ακόμα και αν αποτυγχάνουν στο τεστ ανεξαρτησίας.

Η μέθοδος ARCH(1)-Normal και ARCH(1)-Student αποτυγχάνει στους ελέγχους conditional & unconditional. Η μέθοδος αυτή υπερεκτιμά τον κίνδυνο με αποτέλεσμα τον μικρό αριθμό παραβιάσεων. Οι μέθοδοι ARCH(1)-Student και GARCH(1)-Student απορρίπτονται.

Πίνακας 26 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 99%

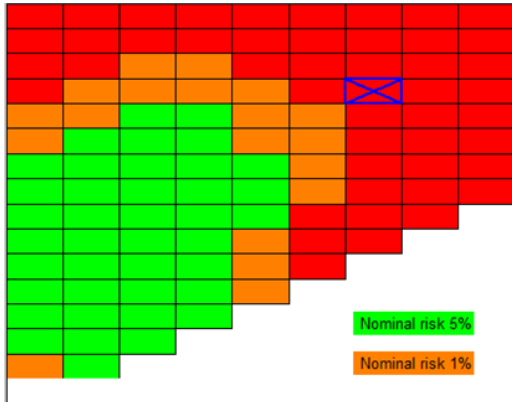
	99% VAR					
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	7.1392	0.5914	7.7307	0.0075	0.4419	0.021
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	2.6288	0.3306	2.9595	0.1049	0.5653	0.2277
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	9.0059	0.6956	9.7015	0.0027	0.4043	0.0078
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	2.6288	0.3306	2.9595	0.1049	0.5653	0.2277
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	7.1392	4.8536	11.9928	0.0075	0.0276	0.0025
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	1.5505	8.2217	9.7722	0.2131	0.0041	0.0076

Πίνακας 27 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

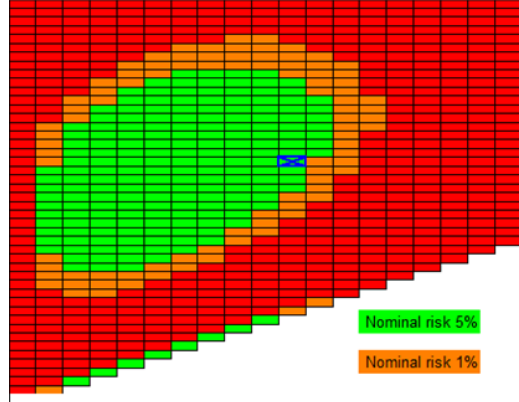
	95% VAR					
	LRuc	LRind	LRcc	LRuc_pvalue	LRind_pvalue	LRcc_pvalue
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	0.1729	3.0907	3.2636	0.6776	0.0787	<u>0.1956</u>
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	1.0134	2.8406	4.854	0.3141	0.05	0.0883
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.3782	3.3311	3.7092	0.5386	0.068	<u>0.1565</u>
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	1.0134	3.8406	4.854	0.3141	0.05	0.0883
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	0.6592	0.0629	0.7221	0.4169	0.802	0.697
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	1.9325	0.0015	1.9341	<u>0.1645</u>	0.9689	0.3802

Risk Maps

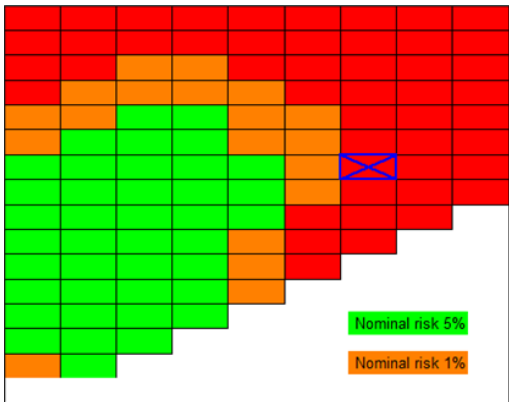
VaR ARCH Normal Distribution (99%)



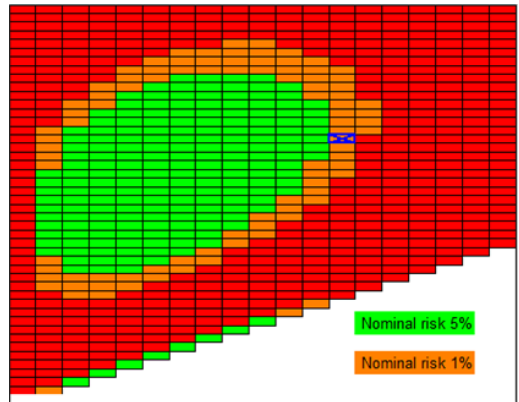
VaR ARCH Normal Distribution (95%)



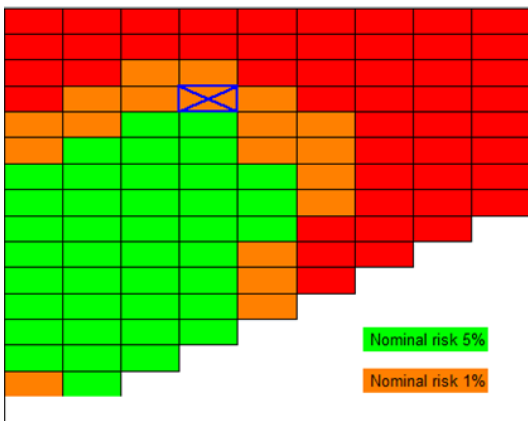
VaR ARCH Student Distribution (99%)



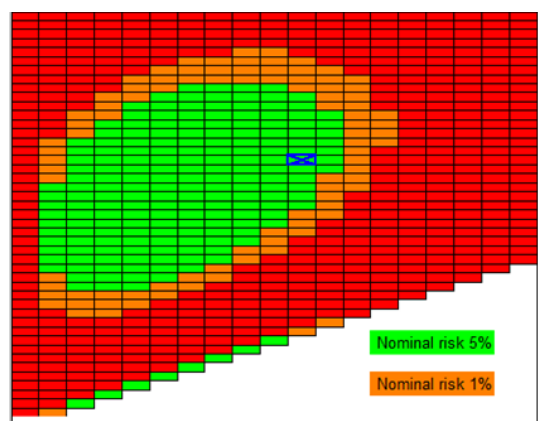
VaR ARCH Student Distribution (99%)



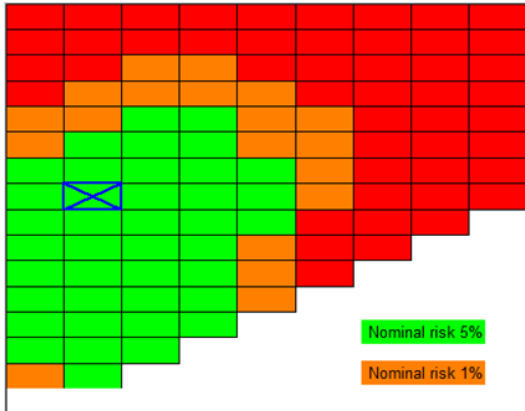
VaR EGARCH Normal Distribution (99%)



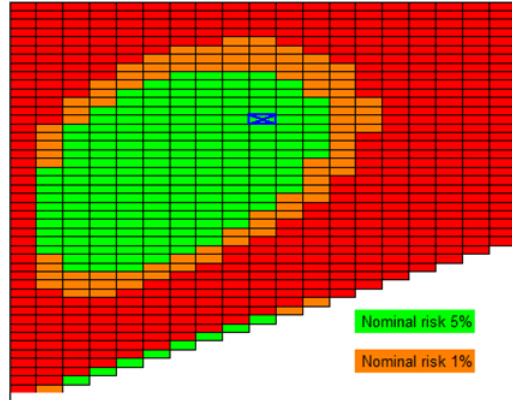
VaR EGARCH Normal Distribution (95%)



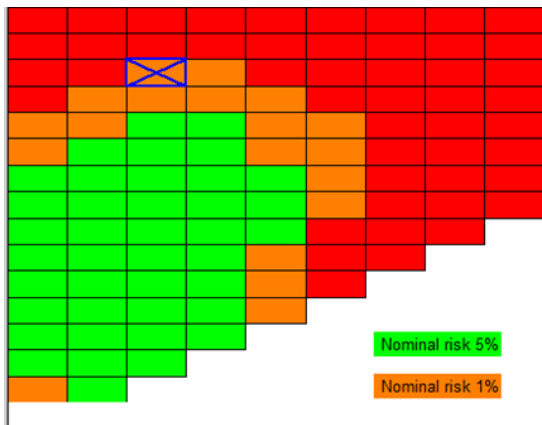
VaR EGARCH Student Distribution (99%)



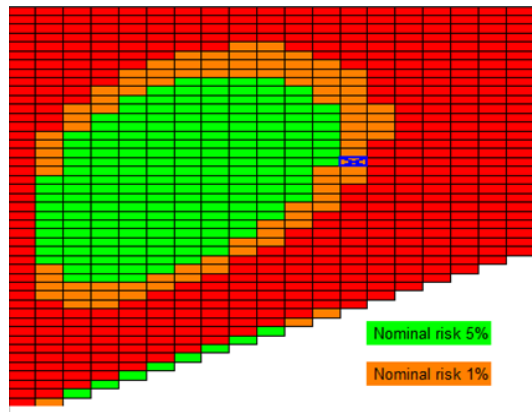
VaR EGARCH Student Distribution (95%)



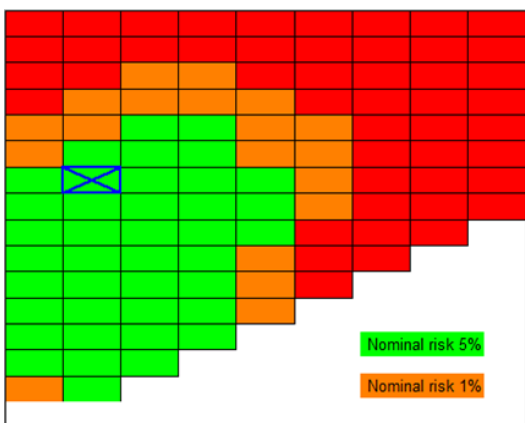
VaR GARCH Normal Distribution (99%)



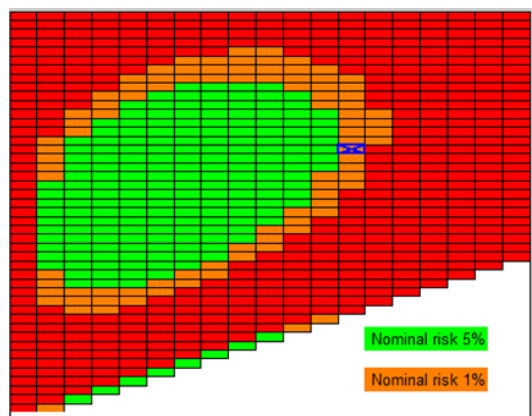
VaR GARCH Normal Distribution (95%)



VaR GARCH Student Distribution (99%)



VaR GARCH Student Distribution (95%)



Σύμφωνα με τους χάρτες κινδύνου σε επίπεδο σημαντικότητας 95% οι μέθοδοι που γίνονται αποδεκτές εφόσον το x βρίσκεται σε πράσινη περιοχή είναι οι ARCH(1)-Normal, EGARCH(1)-Student και EGARCH(1)-Normal. Οι μέθοδοι ARCH(1)-Student, GARCH(1)-Student και GARCH(1)-Normal γίνονται οριακά αποδεκτές εφόσον βρίσκεται σε πορτοκαλί περιοχή οπότε οι ζημιές που παρατηρούνται στις παραβιάσεις ξεπερνούν μόνο το πρώτο όριο .

Σε επίπεδο σημαντικότητας 99% οι μέθοδοι που γίνονται αποδεκτές εφόσον το x βρίσκεται σε πράσινη περιοχή είναι οι EGARCH(1)-Student και GARCH(1)-Student. Οι μέθοδοι EGARCH(1)-Normal και GARCH(1)-Normal γίνονται οριακά αποδεκτές εφόσον βρίσκεται σε πορτοκαλί περιοχή.

5. Συμπεράσματα

Η αγορά εμπορευμάτων είναι ίσως αυτή τη στιγμή η μεγαλύτερη αγορά τόσο σε όγκο όσο και σε οικονομικό ενδιαφέρον. Καθημερινά δεκάδες χιλιάδες αγαθά πωλούνται και αγοράζονται τόσο στις πραγματικές όσο και στις χρηματιστηριακές αγορές. Λόγω της συνεχούς πληροφόρησης την οποία διαθέτει αλλά και της πολυμορφικότητας της, διέπεται από διαφόρους κινδύνους. Ο πιο βασικός και πλέον συνηθισμένος κίνδυνος που καλείται να αντιμετωπίσει είναι ο κίνδυνος αγοράς.

Η παρούσα εργασία αναλύει εκτενώς την έννοια της αγοράς εμπορευμάτων και κάνει μία περιγραφή σε έξι βασικά αγαθά που ανήκουν στις βασικές κατηγορίες των αγαθών.

Σε δεύτερη φάση γίνεται μία εκτενής αναφορά στον κίνδυνο αγοράς και εν συνεχεία παραθέτονται τα μοντέλα μέτρησης κινδύνου. Εφαρμόζονται οι κύριοι μέθοδοι ποσοτικοποίησης του κινδύνου στους έξι δείκτες και αξιολογούνται στατιστικά μέσω των τριών κριτηρίων του Christoffersen. Εφαρμόζονται διάφορες συνδυαστικές μέθοδοι υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο ώστε να γίνει σωστή αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων μεθόδων. Έγινε επιλογή ημερήσιων τιμών των έξι δεικτών-αγαθών, οι οποίες καλύπτουν την περίοδο 22/4/1983 - 24/4/2013. Έπειτα υπολογίστηκαν οι εβδομαδιαίες τιμές και στην συνέχεια οι εβδομαδιαίες λογαριθμικές αποδόσεις οι οποίες αποτέλεσαν την βάση της στατιστικής ανάλυσης και της εφαρμογής των μεθόδων της αξίας σε κίνδυνο. Από την στατιστική ανάλυση των λογαριθμικών αποδόσεων καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο δείκτης του χρυσού είναι ο μόνος που παρουσιάζει υψηλή μεταβλητότητα με υπερβάλλουσα κύρτωση και θετική ασυμμετρία. Όλοι οι υπόλοιποι δείκτες παρουσιάζουν αυξανόμενη μεταβλητότητα με υπερβάλλουσα κύρτωση και αρνητική ασυμμετρία.

Οι παρακάτω πίνακες συνοψίζουν τα αποτελέσματά μας (με ν συμβολίζονται οι μέθοδοι που περνούν τον στατιστικό έλεγχο, ενώ με x αυτές που απορρίπτονται).

Πίνακας 28: Συνοπτικά αποτελέσματα αξιολόγησης σε επίπεδο
σημαντικότητας 99%

➤ 99%

	GOLD	COCOA	CORN	SILVER	RAW SUGAR	OIL
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	x	√	x	x	√	x
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	x	√	√	x	√	√
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	√	√	x	x	√	x
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	√	√	√	x	√	√
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	√	√	√	x	√	x
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	√	√	√	x	√	√

Πίνακας 29: Συνοπτικά αποτελέσματα αξιολόγησης σε επίπεδο
σημαντικότητας 95%

➤ 95%

	GOLD	COCOA	CORN	SILVER	RAW SUGAR	OIL
ARCH1-NOMRMAL DISTRIBUTION	x	√	x	x	√	√
ARCH1-STUDENT DISTRIBUTION	x	√	√	x	√	x
GARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	√	√	√	√	√	√
GARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	√	√	x	√	√	x
EGARCH11-NORMAL DISTRIBUTION	√	√	x	x	√	√
EGARCH11-STUDENT DISTRIBUTION	√	√	√	x	√	√

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι και στα δύο επίπεδα σημαντικότητας (95% & 99%) παρέχονται επαρκείς εκτιμήσεις οι οποίες ακολουθούν μία πιο αυστηρή προσέγγιση του κινδύνου. Σύμφωνα με τον επανέλεγχο που πραγματοποιήθηκε στις τελευταίες 500 παρατηρήσεις οι στατιστικοί έλεγχοι επάρκειας των εφαρμοζόμενων μεθόδων οδήγησαν στα παρακάτω αποτελέσματα.

Συμπεραίνουμε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 99% η ζάχαρη και το κακάο κάνουν αποδεκτές όλες τις μεθόδους. Ο χρυσός αποδέχεται μόνο τις GARCH & EGARCH (Student & Normal), το πετρέλαιο αποδέχεται μόνο τις ARCH, GARCH, EGARCH με Student κατανομή και το καλαμπόκι αποδέχεται μόνο τις ARCH, GARCH σε Student κατανομή και τις EGARCH τόσο σε Student όσο και σε Normal κατανομή. Σε επίπεδο σημαντικότητας 95% η ζάχαρη και το κακάο και πάλι κάνουν αποδεκτές όλες τις μεθόδους. Ο χρυσός αποδέχεται μόνο τις GARCH & EGARCH (Student & Normal), το πετρέλαιο αποδέχεται μόνο τις ARCH, GARCH σε Normal και την EGARCH τόσο σε Normal όσο και σε Student κατανομή και τέλος το καλαμπόκι αποδέχεται μόνο τις ARCH σε Student κατανομή, GARCH σε Normal και την EGARCH σε Student κατανομή.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 : Decomposition of risk in computing VAR, Copyright 2004 C. Lawrence, A.Milne and The Professional Risk Managers' International Association (σελ.29)

Πίνακας 2 : A portfolio of commodities, Copyright 2004 C. Lawrence, A.Milne and The Professional Risk Managers' International Association (σελ.29)

Πίνακας 3 : Overall spot exposures, volatility and VAR, Copyright 2004 C. Lawrence, A.Milne and The Professional Risk Managers' International Association (σελ. 30)

Πίνακας 4 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 50)

Πίνακας 5 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ 50)

Πίνακας 6 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 51)

Πίνακας 7 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Gold σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ.51)

Πίνακας 8 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ.57)

Πίνακας 9 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 57)

Πίνακας 10 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 58)

Πίνακας 11 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Cocoa σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 58)

Πίνακας 12 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 64)

Πίνακας 13 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 64)

Πίνακας 14 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 65)

Πίνακας 15 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Corn σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 65)

Πίνακας 16 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ.71)

Πίνακας 17 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ.71)

Πίνακας 18 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 72)

Πίνακας 19 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Silver σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 72)

Πίνακας 20 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 78)

Πίνακας 21 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 78)

Πίνακας 22 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ.79)

Πίνακας 23 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Raw Sugar σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ.79)

Πίνακας 24 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 95%(σελ. 85)

Πίνακας 25 : Περιγραφικά στατιστικά των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ.85)

Πίνακας 26 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ. 86)

Πίνακας 27 : Πίνακας αποτελεσμάτων των στατιστικών ελέγχων των μεθόδων εκτίμησης του Oil σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ. 86)

Πίνακας 28 : Συνοπτικά αποτελέσματα αξιολόγησης σε επίπεδο σημαντικότητας 99% (σελ.91)

Πίνακας 29 : Συνοπτικά αποτελέσματα αξιολόγησης σε επίπεδο σημαντικότητας 95% (σελ.91)

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1 : Τιμή Χρυσού (σελ.15)

Γράφημα 2 : Τιμή Κακάο (σελ.17)

Γράφημα 3 : Τιμή Πετρελαίου (σελ.20)

Γράφημα 4 : Τιμή Ζάχαρης (σελ.22)

Γράφημα 5 : Τιμή Καλαμποκιού (σελ.23)

Γράφημα 6 : Τιμή Ασημιού (σελ.25)

Γράφημα 7: Λογαριθμικές αποδόσεις του Gold (σελ.48)

Γράφημα 8: Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Gold (σελ.49)

Γράφημα 9: Λογαριθμικές αποδόσεις του Cocoa (σελ.55)

Γράφημα 10: Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Cocoa (σελ.56)

Γράφημα 11: Λογαριθμικές αποδόσεις του Corn (σελ.61)

Γράφημα 12 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Cocoa (σελ.62)

Γράφημα 13 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Silver (σελ.69)

Γράφημα 14 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Silver (σελ.70)

Γράφημα 15 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Raw Sugar (σελ.76)

Γράφημα 16 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Raw Sugar (σελ.77)

Γράφημα 17 : Λογαριθμικές αποδόσεις του Oil (σελ.83)

Γράφημα 18 : Περιγραφικά στατιστικά λογαριθμικών αποδόσεων του Oil (σελ.84)

Κατάλογος Συντομογραφιών

- AR AutoRegressive
- ARCH AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity
- ARMA AutoRegressive Moving Average
- EGARCH Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
- GARCH Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
- UC Unconditional Coverage
- VaR Value at Risk
- VAR Vector AutoRegressive

Βιβλιογραφία

Asit B Chakraborty and Sanjib Bordoloi (2012). *International commodity prices-volatility and global liquidity*. www.bis.org

Carol Alexander & Elizabeth Koenig, Introduced by David R. Koenig (2004). *The Professional Risk Managers' Handbook / A Comprehensive Guide to Current Theory and Best Practices The Official Handbook for the PRM Certification*.

Carol Alexander (2008). *Market Risk Analysis Volume II / Pricing, Hedging and Trading Financial Instruments*.

Christoffersen, P. (1998). *Evaluating Interval Forecast*. *International Economic Review*, 39, 841-862.

Christoffersen, P. (2003). *Elements of Financial Risk Management*. Elsevier.

Christoffersen, P. F. (2004). *Backtesting Value-at-Risk: A Duration-Based Approach*. *Journal of Financial Econometrics*, 2, 84-108.

Dietrich Domanski, Alexandra Heath (2007). *Financial investors and commodity markets*, BIS Quarterly Review, March, 2007.

Energy Information Administration. (Sept. 30, 2009), "World Oil Reserves by Region." Jan. 1, 2005.

Erb, E., & C.R.Harvey, (2006), *The Strategic and Tactical value of commodity futures*, *Financial Analysis Journal* 62, 69-97.

Gorton, G.B. & G.K.Rouwenhorst, (2006), *Facts and Fantasies about commodity futures*
Financial Analysis Journal 62, 47-68.

Hurlin, C., & Pérignon, C. (2011). *Margin Backtesting. Working Paper*

Jared Cummans (2012). *Hot Commodities : Cocoa Futures Soaring*

Kiyohiko G Nishimura (2011). *Financial factors in commodity markets.*

Kupiec, P. (1995). *Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models.*
Journal of Derivatives, 3, 73-84.

Murphy, Cait. (Sept. 30, 2009), "Why Do Oil Prices Swing So Wildly?" CBS News. Sept. 1,
2009.

Nelson, D. (1991). *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A new approach.*,
Econometrica, 59, 347-370.

Patrick E. George (2005). *How the Crude Oil Market Works*

Suermann, John. (Sept. 30, 2009), "Ask a Scientist." *Newton.*

Tang, K. & W.Xiong, (2010), *Index investing and the financialization of commodities, Workfile
paper, National Bureau of Economic Research.*

Timothy Lane (2012). *Financing commodities markets.*

Trumbore, Brian. (Sept. 30, 2009), "The Arab Oil Embargo of 1973-74." *BuyandHold.com*.

Tsay, R. (2010). *Analysis of Financial Time Series 3rd Edition*. Wiley

<http://en.wikipedia.org> , accessed April 2013

<http://www.indexmundi.com> , accessed May 2013

<http://www.thecropsite.com> , accessed May 2013

<http://science.howstuffworks.com> , accessed April 2013