



**ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΠΜΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ
ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕ ΘΕΜΑ

**«Ανάπτυξη σεναρίων ακραίων τιμών και αξία σε
κίνδυνο χαρτοφυλακίων κυβερνητικών ομολόγων»**

Κεφαλληνός Νικόλαος (ΜΑΕ 09029)

ΕΠΙΤΡΟΠΗ

κ. ΠΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΔΙΚ.

κ. ΓΚΛΕΖΑΚΟΣ ΜΙΧ.

κ. ΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΤΙΜ.

Πειραιάς, Οκτώβριος 2011

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
Κεφάλαιο 1.....	6
Κυβερνητικά ομόλογα και οι κίνδυνοι που προκύπτουν για τους κατόχους τους	6
1.1 Επιτοκιακός Κίνδυνος (Interest Rate Risk).....	8
1.2 Κίνδυνος Διάρκειας (Duration Risk)	8
1.3 Συναλλαγματικός Κίνδυνος (Exchange Rate Risk)	8
1.4 Κίνδυνος Επανεπένδυσης (Reinvestment Risk).....	9
1.5 Κίνδυνος Πληθωρισμού (Inflation Risk)	9
1.6 Κίνδυνος Αγοράς (Market Risk)	9
1.7 Κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk).....	9
1.8 Κίνδυνος Στιγμής (Timing Risk).....	10
1.9 Κίνδυνος Νομοθεσίας (Legislative Risk).....	10
1.10 Πιστωτικός Κίνδυνος (Credit Risk / Sovereign Risk).....	10
1.11 Ιστορικά στοιχεία	11
1.12 Κρίση χρέους στην Ευρωζώνη	13
1.13 Ιστορικά οικονομικά στοιχεία για την κρίση χρέους στην Ελλάδα	14
Κεφάλαιο 2.....	18
Πλαίσιο Κεφαλαιακής Επάρκειας της Βασιλείας	18
2.1 Πλαίσιο Κεφαλαιακής Επάρκειας της Βασιλείας	18
2.2 Συνολικός λόγος κεφαλαίων (Total Capital Ratio).....	24
2.3 CDS (Credit Default Swaps)	24
Κεφάλαιο 3.....	28
Υπό συνθήκη Ετεροσκεδαστικά Μοντέλα (Conditional Heteroscedastic Models)	28
3.1 Μοντέλο ARCH	28
3.2 Μοντέλο GARCH	30
3.3 Μοντέλο IGARCH.....	30
3.4 Μοντέλο EGARCH.....	31
Κεφάλαιο 4.....	33
Value at Risk.....	33
4.1 Αξία σε κίνδυνο (Value at Risk)	33
4.2 Πιθανές Ζημιές (Potential Loss).....	35
4.3 Απροσδόκητη Ζημιά (Unexpected Loss)	36
4.4 Ακραίες Ζημιές (Exceptional Losses)	36
4.5 Κατανομές Ζημιών (Loss Distributions).....	37
4.6 Ζημιές εκατοστημορίου της κανονικής κατανομής.....	38
4.7 Μέθοδος Variance Covariance.....	39
4.8 VaR χαρτοφυλακίου	41
Κεφάλαιο 5.....	42
Backtesting.....	42
5.1 Backtesting της αξίας σε κίνδυνο	42
5.2 Unconditional Coverage Testing	44
5.3 Independence Testing	45
5.4 Conditional Coverage Testing.....	48
Κεφάλαιο 6.....	50
Πορεία των υπό ανάλυση κυβερνητικών ομολόγων	50
6.1 Ελλάδα	52
6.2 Ιρλανδία	56
6.3 Πορτογαλία	59

6.4 Γερμανία	61
6.5 Συμπεράσματα	63
Κεφάλαιο 7.....	66
Μοντελοποίηση.....	66
7.1 VaR χαρτοφυλακίου με την Τυποποιημένη Μεθοδολογία (Standardised Approach)	67
7.2 Προσέγγιση της Εσωτερικής Διαβάθμισης (Internal Ratings Approach (IRB))	71
7.2.1 Χρήση ετεροσκεδαστικών μοντέλων	72
7.2.2 VaR και Backtesting σε περικομμένο δείγμα	98
7.2.3 Χρήση αυστηρότερων ετεροσκεδαστικών μοντέλων.....	106
7.2.4 Σύγκριση των τριών μεθοδολογιών	116
7.3 VaR χαρτοφυλακίου σύμφωνα με την Μεθοδολογία της Εσωτερικής Διαβάθμισης.....	118
7.3.1 VaR χαρτοφυλακίου σε κανονικές περιόδους (μειωμένο δείγμα).....	118
7.3.2 VaR χαρτοφυλακίου σε περιόδους κρίσης.....	121
7.4 Σύγκριση της Τυποποιημένης μεθοδολογίας με την μέθοδο της Εσωτερικής Διαβάθμισης	125
Κεφάλαιο 8.....	128
Σενάρια ακραίων τιμών (Stress Testing)	128
8.1 Γεγονός αρχικού σοκ (Initial shock event)	130
8.2 Μοντελοποίηση μετά το σοκ (Modeling the after-shock).....	131
8.3 Παράμετροι των σεναρίων ακραίων τιμών (Stress testing parameters)	132
8.4 Επιπτώσεις του βασισμένου σε μοντέλο stress test για το κεφάλαιο κινδύνου.....	133
8.5 Εφαρμογή του Stress Testing	134
8.6 Stress Test χαρτοφυλακίου.....	140
8.7 Συμπεράσματα των αποτελεσμάτων	141
Σύνοψη	143
Βιβλιογραφία	145
Παράρτημα Α	146
Παράρτημα Β.....	154
Παράρτημα Γ.....	166

Εισαγωγή

Η δημιουργία των κανόνων της Βασιλείας οδήγησε στην θέσπιση του VaR ως το βασικό εργαλείο για την εκτίμηση σε κεφάλαια των χρεογράφων όσον αφορά τον κίνδυνο της αγοράς. Το VaR εκτιμάται με δύο παραμετρικά μοντέλα, σύμφωνα με τις ιστορικές αποδόσεις των χρεογράφων. Ο κύριος στόχος της παρούσας εργασίας είναι η σύγκριση των κεφαλαίων που προκύπτουν από το VaR και από τα σεναρία ακραίων τιμών (stress test). Αυτό γίνεται επιλέγοντας το καταλληλότερο μοντέλο για τις εκτιμήσεις του VaR και το πετυχαίνουμε μέσω της διαδικασίας των εκ των υστέρων ελέγχων. Στη συνέχεια βρίσκουμε το καταλληλότερο μοντέλο κινδύνου για την διενέργεια του stress test ώστε να εξεταστεί αν τα κεφάλαια που υπολογίστηκαν μέσω του VaR καλύπτουν τις απαιτήσεις των σεναρίων ακραίων τιμών (stress test). Η διαδικασία εύρεσης του μοντέλου σχεδιάστηκε έτσι ώστε να εστιάζει σε ακραίες κινήσεις της αγοράς μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα καθώς είναι το πιο σχετικό με το stress testing. Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας βασίζεται σε μία προσέγγιση δύο βημάτων κατά την οποία το γεγονός του αρχικού σοκ είναι συνδεδεμένο με την πιθανότητα εμφάνισης του. Το μοντέλο κινδύνου στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για να μοντελοποιήσει τις επιπτώσεις αυτού του αρχικού σοκ στην μοντελοποίηση.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου που ακολουθεί. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται οι βασικοί κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν οι κάτοχοι κυβερνητικών ομολόγων σε συνδυασμό με μία ιστορική αναδρομή. Επιπρόσθετα αναφερόμαστε στους λόγους εμφάνισης της κρίσης χρέους στην ευρωζώνη αλλά και στους λόγους της δημοσιονομικής εκτροπής της Ελλάδας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο κάνουμε λόγο για το πλαίσιο κεφαλαιακής επάρκειας της Βασιλείας. Οι υπολογισμοί μας γίνονται με βάση τους κανόνες της Βασιλείας II ώστε τα εποπτικά κεφάλαια που απαιτούνται από τις εποπτικές αρχές για την φερεγγυότητα

των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων να είναι ακριβή. Παραθέτουμε τα ιστορικά στοιχεία για την δημιουργία των κανόνων, ενώ αναλύουμε τους βασικούς πυλώνες της Βασιλείας II. Στη συνέχεια αναφέρονται οι μέθοδοι για τον υπολογισμό του εποπτικού κεφαλαίου και οι τρόποι με τους οποίους θα γίνει η εκτίμηση των κεφαλαίων για τον κίνδυνο της αγοράς.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στα τέσσερα βασικά παραμετρικά μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της μεταβλητότητας που αφορά στον κίνδυνο της αγοράς.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μέθοδος της αξίας σε κίνδυνο (Value at Risk) παραθέτοντας τα στοιχεία που θα χρειαστεί ο αναγνώστης για την περαιτέρω ανάγνωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται οι πληροφορίες αλλά και ο τρόπος των υπολογισμών για την διαδικασία των εκ των υστέρων ελέγχων το οποίο θα μας απορρίψει ή όχι τα μοντέλα με τα οποία προέκυψαν οι μεταβλητότητες.

Στο έκτο κεφάλαιο έχοντας τα διαγράμματα των αποδόσεων των τεσσάρων ομολόγων συνδέουμε την εισαγωγή της πληροφορίας-γεγονότων στην αγορά με την αυξομείωση των αποδόσεων των ομολόγων. Παρατηρούμε δηλαδή την άμεση σχέση των πολιτικοοικονομικών γεγονότων με την πορεία των αποδόσεων των κυβερνητικών ομολόγων.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε, σε συνδυασμό με το backtesting για να εξετάσουμε ποια πρέπει να απορριφθούν. Αποτέλεσμα του κεφαλαίου ήταν η ζητούμενη μεταβλητότητα για τον υπολογισμό των εποπτικών κεφαλαίων.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο εφαρμόζουμε το stress testing για να εξετάσουμε αν τα κεφάλαια που υπολογίσαμε στο έβδομο κεφάλαιο επαρκούν στην περίπτωση ενός ακραίου γεγονότος.

Κεφάλαιο 1

Κυβερνητικά ομόλογα και οι κίνδυνοι που προκύπτουν για τους κατόχους τους

Σε αντίθεση με τις επιχειρήσεις που μπορούν να δανειστούν κεφάλαια για τους διάφορους σκοπούς τους και από τις τράπεζες, οι κυβερνήσεις δανείζονται κεφάλαια για την κάλυψη των ετήσιων αναγκών τους κυρίως μέσω της έκδοσης ομολόγων. Τα κρατικά λοιπόν ομόλογα αγοράζονται είτε από επενδυτές οι οποίοι αναζητούν την βελτιστοποίηση της επένδυσής τους, μεταξύ της απόδοσης που θα έχουν και του ρίσκου που αναλαμβάνουν για την διακράτηση τους μέχρι τη λήξη τους (investors), είτε από επενδυτές που έχουν ως στόχο να κερδίσουν από την αυξομείωση της τιμής του ομολόγου στην δευτερογενή αγορά (trading), οι λεγόμενοι κερδοσκόποι (speculators). Σε ομόλογα συνηθίζουν να επενδύουν τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρείες και γενικά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα είτε κρατώντας τα ομόλογα μέχρι τη λήξη

τους, είτε για να κάνουν τις αγοραπωλησίες που επιθυμούν στην δευτερογενή αγορά. Βέβαια, αξίζει να αναφέρουμε ότι τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα θα πρέπει να ενημερώνουν τις εποπτικές αρχές για το ποσοστό του χαρτοφυλακίου ομολόγων το οποίο προορίζουν για συναλλαγές (trading) και το αντίστοιχο ποσοστό που θα κρατήσουν μέχρι τη λήξη τους (investment). Και οι δύο όμως περιπτώσεις συνεπάγονται κινδύνους για τους κατόχους των ομολόγων.

Εμάς θα μας απασχολήσει η εύρεση και ο υπολογισμός του κινδύνου για το μέρος του χαρτοφυλακίου το οποίο προορίζεται για συναλλαγές.

Συνήθως το «μέγεθος» του κινδύνου που αναλαμβάνει ο αγοραστής κατά την έκδοση του ομολόγου αντανακλάται στο επιτόκιο (yield-to-maturity) με το οποίο είναι συνδεδεμένο, μέσω του ετήσιου συνηθέστερα κουπονιού που δίνει στον κάτοχο του. Προφανώς όσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος τόσο μεγαλύτερο θα είναι το επιτόκιο, ούτως ώστε να αποζημιωθεί ο κάτοχος του ομολόγου για τον κίνδυνο που αναλαμβάνει. Όταν η αγορά αντιλαμβάνεται ότι η απόδοση του ομολόγου είναι υπερβολικά χαμηλή (υψηλότερα επιτόκια) τότε η τιμή του (ονομαστική αξία) θα πέσει για να εξισώσει την απόδοση σύμφωνα με τις προσδοκίες της αγοράς ή τα επικρατούντα επιτόκια. Από εδώ και στο εξής, τους κατόχους ομολόγων που έχουν σαν στόχο τις συναλλαγές θα τους αποκαλούμε συνοπτικά κερδοσκόπους, ενώ τους κατόχους που θα διατηρήσουν το ομόλογο μέχρι τη λήξη του, επενδυτές.

Οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζει ο κάτοχος κυβερνητικού ομολόγου είναι οι εξής:

- Κίνδυνος Επιτοκίων (Interest Rate Risk)
- Κίνδυνος Διάρκειας (Duration Risk)
- Κίνδυνος Συναλλαγματικός (Exchange Rate Risk)
- Κίνδυνος Επανεπένδυσης (Reinvestment Risk)
- Κίνδυνος Πληθωρισμού (Inflation Risk)
- Κίνδυνος Αγοράς (Market Risk)
- Κίνδυνος Επιλογής (Selection Risk)
- Κίνδυνος Στιγμής (Timing Risk)
- Κίνδυνος υπερτιμημένων συναλλαγών (Risk that you paid too much for the transaction)
- Κίνδυνος Νομοθεσίας (Legislative Risk)

- Κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk)
- Κίνδυνος Πιστωτικός (Credit/Default/Sovereign Risk)

1.1 Επιτοκιακός Κίνδυνος (Interest Rate Risk)

Ο σημαντικότερος κίνδυνος που έχουν να αντιμετωπίσουν οι κερδοσκόποι είναι ο επιτοκιακός κίνδυνος (Interest Rate Risk) καθώς όσο αυξάνονται τα επιτόκια, η τιμή του ομολόγου μειώνεται, ενώ αντίστροφα όσο μειώνονται τα επιτόκια, η τιμή του ομολόγου αυξάνεται. Επιπλέον όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια του ομολόγου, τόσο μεγαλύτερος είναι ο επιτοκιακός κίνδυνος. Για τον επιτοκιακό κίνδυνο, συχνά γίνεται χρήση της τροποποιημένης διάρκειας του ομολόγου, καθώς είναι ένα μέτρο ευαισθησίας για τις μεταβολές των επιτοκίων.

1.2 Κίνδυνος Διάρκειας (Duration Risk)

Η διάρκεια του ομολόγου επιτρέπει στον κάτοχο του ομολόγου να συγκρίνει ομόλογα με διαφορετικές ληκτότητες, κάνοντας χρήση ενός απλού εμπειρικού κανόνα. Για την κάθε ποσοστιαία μεταβολή του επιτοκίου, η αξία του ομολόγου θα μειωθεί όσο η τροποποιημένη διάρκεια του, ποσοστιαία εκφρασμένη. Επομένως, ο κάτοχος ενός χαρτοφυλακίου ομολόγων θα αυξήσει τη μέση διάρκεια του όταν αναμένει να μειωθούν τα επιτόκια, ώστε να αποκτήσει το μέγιστο όφελος, ενώ αντίστροφα μειώνει την μέση διάρκεια όταν αναμένει να αυξηθούν τα επιτόκια. Συνεπώς εάν τα επιτόκια κινηθούν σε διαφορετική κατεύθυνση σε σχέση με αυτή που ανέμενε ο κάτοχος ή διαχειριστής του χαρτοφυλακίου, τότε θα χάσει σε αξία το χαρτοφυλάκιο που δημιούργησε. Άρα βλέπουμε ότι σε δυναμικά χαρτοφυλάκια ομολόγων εμφανίζεται ένας κίνδυνος που καλούμε, κίνδυνος διάρκειας (Duration Risk) και οφείλεται στη λανθασμένη εκτίμηση της κίνησης των επιτοκίων.

1.3 Συναλλαγματικός Κίνδυνος (Exchange Rate Risk)

Επίσης τα ομόλογα που κατέχει ένας διαχειριστής εάν είναι βασισμένα σε διαφορετικό νόμισμα τότε η αξία του ομολόγου ή του χαρτοφυλακίου ομολόγων είναι εκτεθειμένα στον συναλλαγματικό κίνδυνο αφού μία δυσμενής μεταβολή της συναλλαγματικής ισοτιμίας μπορεί να προκαλέσει μεγάλες απώλειες στην αξία τους.

1.4 Κίνδυνος Επανεπένδυσης (Reinvestment Risk)

Με τη διακράτηση ομολόγων, οι επενδυτές έχουν έναν ακόμα κίνδυνο να αντιμετωπίσουν, τον οποίο ονομάζουμε κίνδυνο επανεπένδυσης (Reinvestment Risk), καθώς, όταν τα επιτόκια μειώνονται, οι επενδυτές έχουν να επανεπενδύσουν τα έσοδα από τόκους και τυχόν επιστροφή κεφαλαίου, είτε προγραμματισμένες, είτε έκτατες σε χαμηλότερες επικρατούσες τιμές.

1.5 Κίνδυνος Πληθωρισμού (Inflation Risk)

Ο πληθωρισμός είναι ένας κίνδυνος (Inflation Risk) που μπορεί να προκαλέσει και παράπλευρες απώλειες στην αξία του χαρτοφυλακίου. Η αύξηση του πληθωρισμού προκαλεί την μείωση της αγοραστικής δύναμης των μελλοντικών πληρωμών τόκων και κεφαλαίου ενός επενδυτή ομολόγων. Συν τοις άλλοις η αύξηση του πληθωρισμού προκαλεί αύξηση των επιτοκίων κάτι που συνεπάγεται την μείωση της τιμής των ομολόγων.

1.6 Κίνδυνος Αγοράς (Market Risk)

Όπως προαναφέρθηκε αν ένα μέρος του χαρτοφυλακίου το χρησιμοποιήσουμε για συναλλαγές τότε αντιμετωπίζουμε τον κίνδυνο της αγοράς (market risk) αφού σε περίπτωση αντίθετης πορείας της δευτερογενούς αγοράς (αγορά στην οποία υπάρχουν αγοραπωλησίες ομολόγων) σε σχέση με την προβλεπόμενη, θα προκληθεί άμεση μείωση της αξίας του χαρτοφυλακίου. Εκτός από τον κίνδυνο της μείωσης της αξίας ενός ομολόγου, υπάρχει ο κίνδυνος να μειωθεί η αγορά των ομολόγων στο σύνολό της με αποτέλεσμα η αξία των μεμονωμένων τίτλων να μειωθεί ανεξάρτητα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά τους.

1.7 Κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk)

Ένας από τους σημαντικότερους κινδύνους στην αγορά ομολόγων είναι ο κίνδυνος ρευστότητας (Liquidity Risk) και αφορά κυρίως κατόχους που ενδιαφέρονται για συναλλαγές (trading) ομολόγων με στόχο το κέρδος από τη διαφορά αγοράς και πώλησης. Είναι λοιπόν ο κίνδυνος να υπάρξει δυσκολία στην εύρεση αγοραστή τη στιγμή που θέλει να πωλήσει και ως αποτέλεσμα να πουλήσει με σημαντική μείωση στην αγοραία αξία του χρεογράφου. Ο κίνδυνος ρευστότητας (Liquidity

Risk) εμφανίζεται συνηθέστερα σε ομόλογα χαμηλής διαβάθμισης ή σε ομόλογα που η πιστοληπτική ικανότητα των εκδοτριών χωρών υποβαθμίστηκε πρόσφατα.

Για τους δεδομένους κινδύνους που αντιμετωπίζει ο κάτοχος ενός χαρτοφυλακίου ομολόγων υπάρχουν εργαλεία αντιστάθμισης κινδύνων τα οποία όμως για λόγους που δεν μπορούν να προβλεφθούν μπορούν να προκαλέσουν χαμηλές επιδόσεις.

1.8 Κίνδυνος Στιγμής (Timing Risk)

Ο κίνδυνος στιγμής (Timing Risk) εμφανίζεται όταν η αξία του ομολόγου κινείται σε μη ικανοποιητικά επίπεδα όταν αγοράζεται ή η αξία του να κινείται ικανοποιητικά ενώ έχει πωληθεί. Βέβαια λόγω άσχημης συγκυρίας υπάρχει το ενδεχόμενο για υπερτιμολογημένες συναλλαγές με αποτέλεσμα να μειώνει σε μεγάλο βαθμό τα κέρδη του κατόχου του ομολόγου.

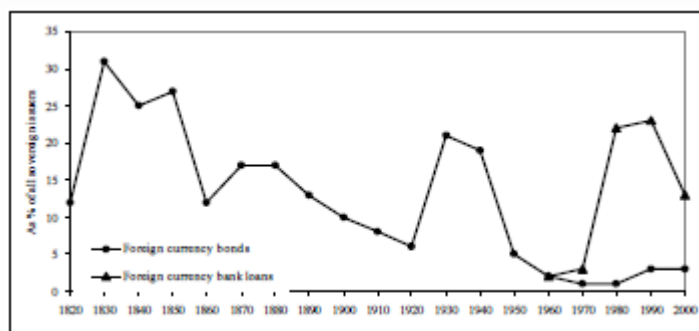
1.9 Κίνδυνος Νομοθεσίας (Legislative Risk)

Μία επιπλέον μείωση των κερδών από ένα ομόλογο είναι ο κίνδυνος νομοθεσίας (Legislative Risk) και αυτό επειδή μία αλλαγή στο φορολογικό κώδικα θα μπορούσε να επηρεάσει την αξία των φορολογητέων ή αφορολόγητων εσόδων από τόκους.

1.10 Πιστωτικός Κίνδυνος (Credit Risk / Sovereign Risk)

Τέλος, ο σημαντικότερος κίνδυνος είναι ο πιστωτικός κίνδυνος (Credit Risk) που όταν αφορά αποκλειστικά κυβερνητικά ομόλογα, ταυτίζεται με τον κίνδυνο επικράτειας (Sovereign Risk). Αυτός ο κίνδυνος εμφανίζεται όταν η εκδότρια χώρα, αδυνατεί να πληρώσει τόκους ή να επιστρέψει την ονομαστική αξία στην ακριβή ημερομηνία που έχει προσυμφωνηθεί μεταξύ των αντισυμβαλλομένων. Όταν λοιπόν ο εκδότης του ομολόγου αδυνατεί να πληρώσει τα απαιτούμενα κεφάλαια στους δικαιούχους στην ημερομηνία που έχει συμφωνηθεί, τότε ο εκδότης πρέπει να πτωχεύσει. Χαρακτηριστικά, στον παρακάτω πίνακα, παρατηρούμε ιστορικά την μη εμπρόθεσμη πληρωμή των δικαιούχων από κυβερνητικά ομόλογα (Sovereign Default).

Γράφημα 1.1: Ιστορικά ποσοστά μη πληρωμών κυβερνητικών ομολόγων περιόδου 1820-2000

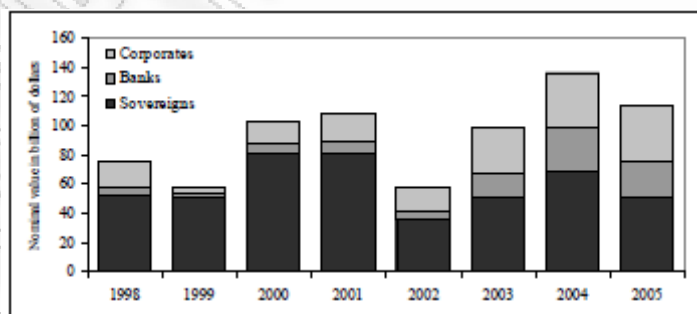


Πηγή : Standard & Poor's.

1.11 Ιστορικά στοιχεία

Τα κράτη δεν χρεοκοπούν. Αυτή είναι μια γνωστή ρήση στην οικονομική κοινότητα. Τα προηγούμενα χρόνια ο πιστωτικός κίνδυνος για τα κυβερνητικά ομόλογα θεωρούνταν ελάχιστος, καθώς η επένδυση σε κυβερνητικά ομόλογα, είχε ταυτιστεί με την επένδυση χωρίς κίνδυνο (Risk-Free), προσέγγιση που άλλαξε άρδην με την κρίση χρέους σε κράτη-μέλη της Ευρωζώνης κάτι που παρατηρείται από το ύψος των επενδύσεων σε κυβερνητικά ομόλογα σε σχέση με τα τραπεζικά και τα εταιρικά ομόλογα κάτι που παρατηρείται από τον παρακάτω πίνακα.

Γράφημα 1.2: Ονομαστική αξία εταιρικών, τραπεζικών και κυβερνητικών ομολόγων



Πηγή : JP Morgan Chase.

Παρά τα κύματα των κυβερνητικών πτωχεύσεων και αναδιάρθρωσης των χρεών, η δήλωση αυτή εξακολουθεί να ισχύει στον πυρήνα της. Εντός του κάθε κράτους, δύο έννοιες είναι συνυφασμένες, η εσωτερική και η εξωτερική διάσταση. Η εσωτερική διάσταση της χώρας αποτελείται από την ανώτατη αρχή του πολιτικού σώματος της. Η συνταγματική κυβέρνηση αναλαμβάνει την ψήφιση των νομοθετικών και φορολογικών μέτρων, την κατάρτιση του προϋπολογισμού και τη συνολική οικονομική πολιτική. Η κυβέρνηση λοιπόν προστρέχει στις διεθνείς κεφαλαιαγορές όταν το έχει ανάγκη και αντίστοιχα εξασφαλίζει επαρκή έσοδα για την εξυπηρέτηση του χρέους. Θεωρητικά οι κυβερνήσεις μπορούν να ασκήσουν τα απαραίτητα μέτρα ώστε να συγκεντρώσουν επαρκή μέσα για την εξασφάλιση του εξωτερικού χρέους. Αυτό θα μπορούσε να γίνει θεσπίζοντας ελέγχους κεφαλαίου, αύξηση της φορολογίας, εθνικοποίηση κερδοφόρου τομέα επιχειρήσεων, ή να δεσμευτούν περιουσιακά στοιχεία της χώρας για τους ξένους πιστωτές. Σε πολύ λίγες περιπτώσεις η ευχέρεια της κυβέρνησης περιορίζεται από συμβάσεις του διεθνούς δικαίου (για παράδειγμα τα ανθρώπινα δικαιώματα, που θα περιλαμβάνει μόνο τα βασικά οικονομικά προνόμια, όπως τα δικαιώματα ιδιοκτησίας), αλλά και η ασθενής επιβολή του καθιστά το πεδίο εφαρμογής της προστασίας αυτής ακόμα μικρότερη. Αυτός είναι ο λόγος που οι χώρες σπάνια μπορούν να πτωχεύσουν. Η εξωτερική διάσταση της εθνικής κυριαρχίας της εκάστοτε χώρας παρέχει προστασία έναντι της ξένης επιρροής. Αυτή η ιδέα της μη επέμβασης σε εθνικές υποθέσεις ξεκίνησε από την Ειρήνη του Άουγκσμπουργκ του 1555 και αργότερα από την Ειρήνη της Βεσφαλίας το 1648. Σήμερα το άρθρο II των Ηνωμένων Εθνών κατοχυρώνει την «πολιτική ανεξαρτησία και εδαφική ακεραιότητα» και αφήνει ελάχιστες εξαιρέσεις που δικαιολογούν κάποια ανάμειξη στην εσωτερική πολιτική της χρεωμένης χώρας. Ωστόσο, η έλλειψη διεθνώς συμφωνημένων κανόνων για τον κρατικό δανεισμό, την πτώχευση και την αναδιάρθρωση μπορεί να θεωρηθεί ως λογικό συμπλήρωμα της έλλειψης προστασίας των ανθρώπινων αλλά και οικονομικών δικαιωμάτων. Αυτή η πτυχή, κατά παρέκκλιση, περιορίζεται από την άρνηση της απόλυτης ασυλίας. Η Διπλωματική ασυλία, όπως αποδεικνύεται από την Σύμβαση της Βιέννης του 1961, εξαιρεί κάθε κυβερνητική πράξη από οποιαδήποτε αλλοδαπή νομοθεσία. Το Διεθνές χρέος, ακόμα και όταν έχει εκδοθεί από κυρίαρχη οντότητα, θα αφομοιωθεί ως επιχειρηματική δραστηριότητα απολαμβάνοντας περιορισμένη ασυλία. Η εθνική νομοθεσία όπως στις ΗΠΑ «Foreign Sovereign Immunities Act» του 1976 ή η Βρετανική «State Immunity Act» του 1978 έχουν εμπλουτίσει αυτό το νόημα.

Ωστόσο, η υπάρχουσα ελάχιστη ασφάλεια δικαίου έχει μετατρέψει την προσφυγή σε δικαστήριο εναντίον χρεωμένων κρατών μία δαπανηρή προσπάθεια με ελάχιστες πιθανότητες. Αν και η απόφαση για πτώχευση ή αναδιάρθρωση του δημόσιου χρέους είναι φαινομενικά στη κρίση του εκδότη του ομολόγου, η πολιτική πίεση από το εξωτερικό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο όπως άλλωστε φαίνεται και από την πολιτική πίεση που ασκείται στην Ελληνική κυβέρνηση καθ' όλη τη διάρκεια της κρίσης χρέους που έχει εμφανιστεί σε κράτη μέλη της Ευρωζώνης, είτε αν δούμε παλαιότερα γεγονότα όπως, για το Υπουργείο Οικονομικών των ΗΠΑ που πίεζε για την εξόφληση του Μεξικάνικου χρέους το 1994, είτε για το πακέτο ενίσχυσης της Τουρκίας από το ΔΝΤ. Οι επενδυτές κυβερνητικών ομολόγων καθώς και τα κέρδη τους παίζουν δευτερεύοντα ρόλο όταν υπάρχει έλλειψη καθαρής εντολής από τις ομάδες συμφερόντων (lobby), ενώ η απειλή της καταγγελίας μέσω της νομικής οδού έχει ελάχιστα εντυπωσιάσει τις κυβερνήσεις-οφειλέτες.

1.12 Κρίση χρέους στην Ευρωζώνη

Η κρίση χρέους που άρχισαν να αντιμετωπίζουν αρκετές χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης μετά το ξέσπασμα της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης με την κατάρρευση χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων την αβεβαιότητα και την έλλειψη ρευστότητας που εμφανίστηκε στη συνέχεια χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Στη πρώτη κατηγορία ανήκουν τα κράτη μέλη της Βόρειας Ευρώπης όπως η Ισλανδία και η Ιρλανδία, ενώ στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μεσογειακές χώρες όπως είναι η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ιταλία και τέλος η Ελλάδα. Η κρίση χρέους που αντιμετωπίζουν τα κράτη της πρώτης κατηγορίας οφείλεται στο χρέος που δημιουργήθηκε λόγω της πολιτικής των εγχώριων τραπεζών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να παραλύσει η Ισλανδία και να οδηγηθεί σε πτώχευση το κράτος, μη έχοντας την δυνατότητα να εγγυηθεί για τα συσσωρευμένα χρέη των τραπεζών της, ενώ η Ιρλανδία ζήτησε και εισήλθε στον ευρωπαϊκό μηχανισμό στήριξης που είχε δημιουργηθεί λίγο καιρό πριν για την διάσωση της Ελλάδας που θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω. Αντίστροφα, στα κράτη της δεύτερης κατηγορίας η κρίση χρέους προήλθε από τον υπέρμετρο δημόσιο δανεισμό κυρίως μέσω της έκδοσης κυβερνητικών ομολόγων που είχε ως αποτέλεσμα την διόγκωση του εξωτερικού τους χρέους που σε συνδυασμό με τα υψηλά ετήσια ελλείμματα δημιουργήθηκε μία ωρολογιακή βόμβα στα νότια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ας δούμε όμως, πως η χώρα μας, η Ελλάδα οδηγήθηκε σε αυτό το αδιέξοδο.

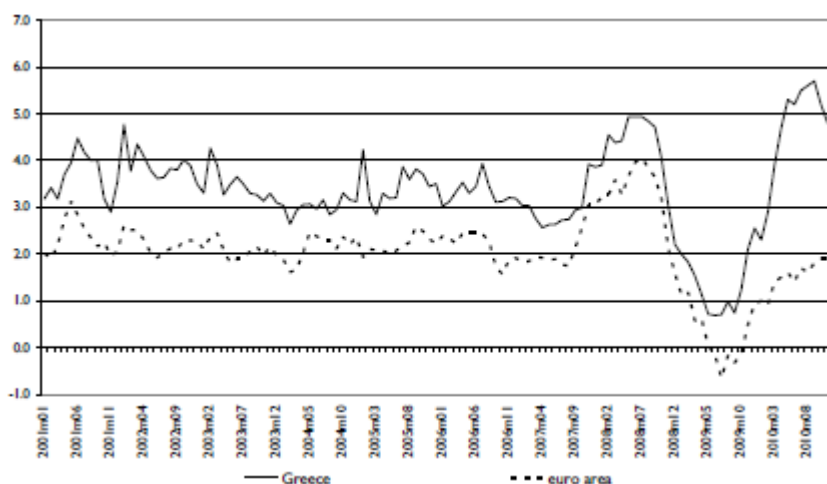
1.13 Ιστορικά οικονομικά στοιχεία για την κρίση χρέους στην Ελλάδα

Η Ελλάδα έγινε το δωδέκατο μέλος της ζώνης του ευρώ με το κίνητρο ότι τα οφέλη της ένταξης θα υπερκάλυπταν το κόστος. Κάποια από τα πλεονεκτήματα που παρέχει το ευρώ στα μέλη της είναι τα ακόλουθα:

- Χώρες με ιστορικό υψηλού πληθωρισμού όπως είναι η Ελλάδα μειώνει την πιθανότητα για ύπαρξη υψηλού πληθωρισμού και ως συνέπεια, υψηλών επιτοκίων.
- Μειώνεται η διακύμανση των συναλλαγματικών ισοτιμιών καθώς και η δυνατότητα για υποτίμηση των νομισμάτων από πλευράς των συμμετεχουσών χωρών.

Έχοντας λοιπόν χαμηλό πληθωρισμό, διευρύνονται οι οικονομικοί ορίζοντες, προωθώντας με αυτό τον τρόπο την λήψη δανείων μεγαλύτερης διάρκειας (ληκτότητας). Οι διευρυμένοι οικονομικοί ορίζοντες και τα μειωμένα επιτόκια ευνοούν τις επενδύσεις και την ανάληψη και διακράτηση κινδύνων προωθώντας με αυτό τον τρόπο την οικονομική ανάπτυξη. Η πορεία του πληθωρισμού στην Ελλάδα σε σχέση με τον πληθωρισμό της ζώνης του ευρώ παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Γράφημα 1.3: Πορεία του πληθωρισμού της Ελλάδα και της ζώνη του ευρώ

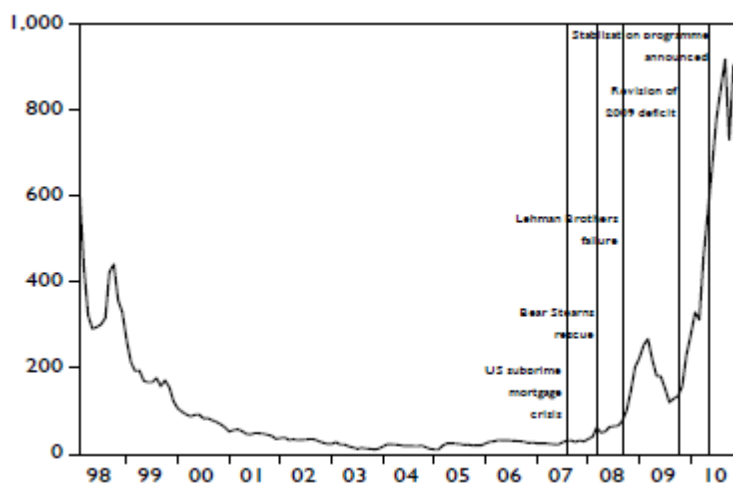


Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία

Η διαφορά επιτοκίου (spread) μεταξύ των 10-ετών ελληνικών και γερμανικών επιτοκίων μειώθηκε απότομα τα προηγούμενα χρόνια αλλά και αυτά που ακολούθησαν την είσοδο στη ζώνη του ευρώ, αφού από τις 1100 μονάδες βάσης στις αρχές του 1998 μειώθηκε στις 100 μονάδες βάσης ένα χρόνο πριν την είσοδο στην ευρωζώνη. Ενώ μετά την είσοδο μειώθηκε στις 50 μονάδες βάσης, ενώ είχε μία διακύμανση από τις 10 έως τις 30 μονάδες βάσης τη περίοδο από τα τέλη του 2002 ως τα τέλη του 2007.

Η πορεία της διαφοράς επιτοκίου (spread) φαίνεται καλύτερα στον παρακάτω πίνακα.

Γράφημα 1.4: Διαφορά επιτοκίου ελληνικού 10-ετούς ομολόγου σε σχέση με το γερμανικό εκφρασμένο σε μονάδες βάσης

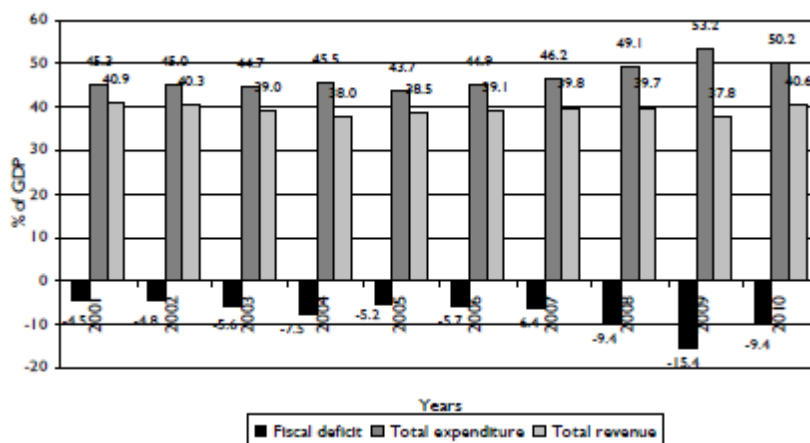


Πηγή: ECB Statistical Data Warehouse

Το περιβάλλον χαμηλών επιτοκίων συνέβαλε στην ταχεία αύξηση των ρυθμών ανάπτυξης αφού από το 2001 έως το 2008 το ΑΕΠ αυξήθηκε κατά μέσο όρο κατά 3,9% ετησίως, ο δεύτερος υψηλότερος ρυθμός ανάπτυξης (μετά την Ιρλανδία) μέσα στη ζώνη του ευρώ. Υποστηρίζεται από τις δαπάνες των νοικοκυριών για κατανάλωση, επένδυση σε κατοικίες καθώς και σε επιχειρηματικές επενδύσεις. Αν και η είσοδος στην ευρωζώνη συνέβαλαν σε μια περίοδο παρατεταμένης και ισχυρής ανάπτυξης με χαμηλά επίπεδα πληθωρισμού (με βάση τα ιστορικά στοιχεία), δύο διαχρονικά προβλήματα παρέμεναν χωρίς λύση, οι μεγάλες δημοσιονομικές

ανισορροπίες και η ανταγωνιστικότητα της χώρας που συνέχισαν να επιδεινώνονται. Όσον αφορά την δημοσιονομική πολιτική που επέλεξε η ελληνική κυβέρνηση ήταν κατά κύριο λόγο στις δαπάνες με αποτέλεσμα την αύξηση του μεριδίου των δημοσίων δαπανών (πάνω από 50% του ΑΕΠ το 2009, από περίπου 45% το 2001). Ο δείκτης του δημόσιου χρέους προς το ΑΕΠ παρέμεινε κοντά στο 100% καθ' όλη τη περίοδο από το 2001 μέχρι το 2009. Αναφορικά με την ανταγωνιστικότητα, ο πληθωρισμός στην Ελλάδα κατά το έτος από το 2001 έως το 2009 ήταν χαμηλό σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα της χώρας όπως εξάλλου παρουσιάζεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

Γράφημα 1.5: Δημοσιονομικό έλλειμμα, σύνολο δαπανών και σύνολο εσόδων εκφρασμένα σε ποσοστό επί του ΑΕΠ (% of GDP)



Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Όμως οι μισθολογικές αυξήσεις προσαρμοσμένες για τις μεταβολές της παραγωγικότητας υπερέβησαν το μέσο όρο των αυξήσεων σε σχέση με την υπόλοιπη ζώνη του ευρώ. Με τις τιμές και τους μισθούς να αυξάνονται με σχετικά γοργούς ρυθμούς, η ανταγωνιστικότητα μειώθηκε. Με τους σχετικά υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης και την φθίνουσα ανταγωνιστικότητα, το έλλειμμα των τρεχουσών συναλλαγών υπερέβη το 7% του ΑΕΠ το 2001, ενώ ανήλθε περίπου στο 14,5% του ΑΕΠ το 2007 και το 2008.

Οι μεγάλες και αυξανόμενες δημοσιονομικές ανισορροπίες σαφώς και δεν ήταν βιώσιμες. Με την είσοδο της στο ευρώ, η Ελλάδα έχασε την δυνατότητα της

χρησιμοποίησης δύο βασικών εργαλείων για την προσαρμογή της οικονομίας της. Πρώτον, έχασε τη δυνατότητα να ορίζει τη δική της νομισματική πολιτική. Δεύτερον, έχασε τη δυνατότητα να τροποποιεί την ονομαστική συναλλαγματική αξία του νομίσματός της. Όπως προαναφέρθηκε η ανταγωνιστικότητα μειώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια του 2001-2009 παρά τα ήδη μεγάλα ελλείμματα στο ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών. Παρά τα χαμηλά επίπεδα επιτοκίων κατά τη διάρκεια 2001-2008 φαίνεται ότι οι χρηματοπιστωτικές αγορές δεν κατέβαλλαν τη δέουσα προσοχή, αφού δεν διέκριναν την έλλειψη βιωσιμότητας των δημοσιονομικών και εξωτερικών ανισορροπιών αυτής της περιόδου. Η έλλειψη προσοχής από τις χρηματοπιστωτικές αγορές έπαψε να υφίσταται όταν ξέσπασε η παγκόσμια οικονομική κρίση. Η διαφορά στις μονάδες βάσης μεταξύ ελληνικών και γερμανικών 10-ετών ομολόγων παρέμεινε κοντά στις 60 μέχρι τη στιγμή κατάρρευσης της Lehman Brothers με την διαφορά να εκτινάσσεται στις 250 μονάδες βάσης. Αμέσως μετά υπήρξε ένα διπλό σοκ, αφού η νεοεκλεγείσα κυβέρνηση προέβλεψε έλλειμμα της τάξης του 12,7% σε σχέση με το ΑΕΠ με το έλλειμμα τελικά να φθάνει το 15,4%. Το επόμενο σοκ προήλθε από την Dubai World του ομίλου που ανήκει στην κυβέρνηση του εμιράτου του Κόλπου, που ζήτησε από τους πιστωτές της μια εξάμηνη αναστολή του χρέους. Αυτή η είδηση τρόμαξε τις χρηματοπιστωτικές αγορές σε όλο τον κόσμο και οδήγησε σε απότομη αύξηση της αποστροφής στον κίνδυνο. Υπό το φως λοιπόν της ταχείας επιδείνωσης της δημοσιονομικής κατάστασης στην Ελλάδα, οι χρηματοπιστωτικές αγορές και οι οργανισμοί αξιολόγησης έστρεψαν τη προσοχή τους στη βιωσιμότητα των δημοσιονομικών και των εξωτερικών ανισορροπιών της Ελλάδας. Η ευρέως διαδεδομένη αντίληψη ότι η ένταξη στη ζώνη του ευρώ θα παρέχει ένα αδιαπέραστο εμπόδιο κατά του κινδύνου συγκλονίστηκε. Κατέστη σαφές ότι ενώ η ιδιότητα του μέλους παρέχει προστασία έναντι του συναλλαγματικού κινδύνου, δεν μπορεί να παρέχει προστασία έναντι του πιστωτικού. Οι δύο κρίσεις λοιπόν οδήγησαν σε μία απότομη και παρατεταμένη αύξηση των επιτοκίων δανεισμού της Ελλάδας η οποία συνεχίστηκε σε όλη τη διάρκεια του 2010. Εκεί λοιπόν έπαψε να υπάρχει η δυνατότητα για αναχρηματοδότηση του χρέους της αφού τα υψηλότερα επιτόκια αλλά και η μη ύπαρξη αγοραστών ελληνικών ομολόγων οδήγησε την ελληνική κυβέρνηση στην αναχρηματοδότηση του χρέους της μέσω του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (International Monetary Fund – IMF) και του Ευρωπαϊκού Μηχανισμού Στήριξης (European Financial Stability Facility – EFSF).

Κεφάλαιο 2

2.1 Πλαίσιο Κεφαλαιακής Επάρκειας της Βασιλείας

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύουμε το νέο πλαίσιο κεφαλαιακής επάρκειας (Βασιλεία II). Ουσιαστικά πρόκειται για την Επιτροπή της Βασιλείας και δεν έχει νομική υπόσταση. Η έδρα της Επιτροπής της Βασιλείας βρίσκεται στην Τράπεζα Διεθνών Διακανονισμών (Bank for International Settlements) της Βασιλείας της Ελβετίας από που πήρε και το όνομα της. Ιδρύθηκε το 1974 και στη σύνθεσή της αυτή τη στιγμή συμμετέχουν 13 χώρες (Βέλγιο, Καναδάς, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ιαπωνία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο, ΗΠΑ).

Στόχος αυτής της επιτροπής είναι να διασφαλίσει τη διεθνή χρηματοπιστωτική σταθερότητα αλλά και την διαμόρφωση ισοδύναμων όρων ανταγωνισμού. Αυτό λοιπόν γίνεται μέσω της επιβολής κεφαλαιακών απαιτήσεων στις τράπεζες που στόχο έχουν να ενισχύσουν τη δυνατότητά τους να ανταπεξέλθουν και να απορροφήσουν ζημιές στη περίπτωση που θα εμφανιστούν προβλέψιμοι (expected loss) αλλά και μη προβλέψιμοι κίνδυνοι (unexpected loss). Οι τελευταίοι απαιτούν και υψηλότερα κεφάλαια, καθώς η απαίτηση της Βασιλείας ζητά διάστημα εμπιστοσύνης 99% κάτι που αναλύεται με σαφήνεια παρακάτω.

Η διαμόρφωση του σημερινού συστήματος κανόνων της Επιτροπής της Βασιλείας αναφορικά με την κεφαλαιακή επάρκεια των τραπεζών ξεκίνησε σταδιακά τον Ιούλιο του 1988 όταν και δημοσιεύτηκε το Σύμφωνο της Βασιλείας για την Κεφαλαιακή Επάρκεια με τίτλο «Διεθνής Σύγκληση της Κεφαλαιακής Μέτρησης και των Κεφαλαιακών Προτύπων» (International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards). Το κείμενο αυτό αφορούσε αποκλειστικά τον πιστωτικό κίνδυνο δηλαδή τον κίνδυνο που διατρέχει η τράπεζα να μην εισπράξει έγκαιρα τις απαιτήσεις της ή ακόμα, σε μερικές περιπτώσεις να μην τις εισπράξει ποτέ. Η συνηθέστερη συνέπεια είναι να επηρεαστεί η Κεφαλαιακή Επάρκεια της τράπεζας παρά τις εγγυήσεις που λαμβάνουν για κάθε παρεχόμενο προϊόν χρηματοδότησης. Ο Πιστωτικός Κίνδυνος είναι αυξημένος στις περιπτώσεις αυτές τόσο λόγω του πλήθους των παρεχόμενων υπηρεσιών και προϊόντων όσο και της διαφορετικότητας των πελατών στους οποίους απευθύνονται οι τράπεζες. Αυτό λοιπόν το κείμενο που αφορούσε τον Πιστωτικό Κίνδυνο τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε πολλές φορές με σημαντικότερη εκείνη του 1996, ώστε να συμπεριληφθούν οι κίνδυνοι αγοράς δηλαδή ο κίνδυνος μείωσης της αξίας μιας επένδυσης εξαιτίας αλλαγών στους παράγοντες που διαμορφώνουν την αξία της αγοράς. Οι τυπικοί παράγοντες που διαμορφώνουν την αξία της αγοράς είναι ο χρηματιστηριακός κίνδυνος, ο κίνδυνος επιτοκίων (interest rate risk) ο οποίος είναι ο κυριότερος κίνδυνος που διαμορφώνει τις τιμές των ομολόγων, κυβερνητικών και μη, ο συναλλαγματικός κίνδυνος (exchange rate risk) που επηρεάζει την αξία ενός χαρτοφυλακίου ομολόγων, τα οποία είναι συνδεδεμένα με διαφορετικό νόμισμα σε σχέση με αυτό της χώρας έδρας της τράπεζας και τέλος ο κίνδυνος εμπορευμάτων.

Λόγω όμως της ταχείας ανάπτυξης της πληροφορικής και ως αποτέλεσμα και της τραπεζικής η οποία πλέον στηρίζεται κατά βάση σε ηλεκτρονικά συστήματα , το

Σύμφωνο της Βασιλείας για την Κεφαλαιακή Επάρκεια ξεπεράστηκε από αυτές τις εξελίξεις και έπαψε να ανταποκρίνεται με αποτελεσματικό τρόπο στους κινδύνους που πλέον εκτίθενται οι τράπεζες. Έτσι λοιπόν, η Επιτροπή της Βασιλείας εξέδωσε στις 26 Ιουνίου 2004 το νέο Σύμφωνο για την Κεφαλαιακή Επάρκεια (Basel II : International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework), που το νέο αυτό πλαίσιο προβλέπει μία προσέγγιση περισσότερο εναρμονισμένη με τη φύση των κινδύνων στους οποίους εκτίθεται μία σύγχρονη τράπεζα, πράγμα που θα συμβάλλει στη σταθερότητα του χρηματοπιστωτικού συστήματος και θα ενισχύσει τη προστασία του καταναλωτή. Το νέο Σύμφωνο διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες, τους επονομαζόμενους πυλώνες.

Πυλώνας I

Στον πυλώνα I υπολογίζονται οι ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις έναντι του πιστωτικού κινδύνου, του κινδύνου της αγοράς και με προσθήκη απαιτήσεων έναντι των λειτουργικών κινδύνων, δηλαδή τον κίνδυνο απώλειας περιουσιακών στοιχείων ως αποτέλεσμα των ανεπαρκών ή αποτυχημένων εσωτερικών διαδικασιών, που οφείλονται σε ανθρώπους ή συστήματα ή και εξωτερικά γεγονότα. Όπως γίνεται αντιληπτό πρόκειται για ένα μεγάλο σύνολο γεγονότων τα οποία είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστούν κυρίως λόγω της φύσης τους, που όμως οι συνέπειες των εν λόγω κινδύνων όταν εμφανιστούν μπορούν να είναι καταστρεπτικές για το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα.

Πυλώνας II

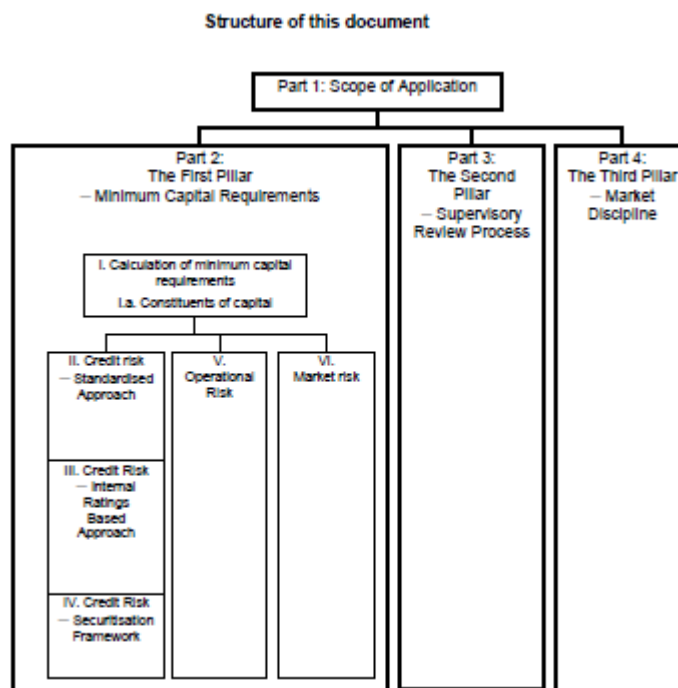
Ο πυλώνας II αφορά την διαδικασία εποπτικής αξιολόγησης (supervisory review process), γίνεται δηλαδή έλεγχος από την Κεντρική Τράπεζα της εκάστοτε χώρας για να ελεγχθεί εάν ακολουθούνται οι προβλεπόμενες μέθοδοι που ορίζονται μέσω του κειμένου της Επιτροπής της Βασιλείας.

Πυλώνας III

Ο πυλώνας III αποβλέπει στη διαφάνεια μέσω της γνωστοποίησης οικονομικών και άλλων στοιχείων τους ώστε επενδυτές και αγορά να γνωρίζουν το πόσο εκτεθειμένη είναι η κάθε τράπεζα. Έτσι λοιπόν θα αρχίσει ο περιορισμός των επισφαλών επενδύσεων λόγω του κινδύνου φήμης που θα προέκυπτε, αν αποκαλυπτόταν ότι είναι εκτεθειμένες σε διάφορους κινδύνους.

Ενώ η ανάλυση των πυλώνων, συνοψίζεται στον παραπάνω πίνακα.

Πίνακας 2.1



Πηγή: International Convergence of Capital Measurement & Capital Standards, Basel Committee on Banking Supervision

Στο νέο πλαίσιο κεφαλαιακής επάρκειας προβλέπονται εναλλακτικές μέθοδοι υπολογισμού των κεφαλαιακών απαιτήσεων πιο ευαίσθητες ως προς τον κίνδυνο, επιτυγχάνοντας σύγκλιση μεταξύ του εποπτικού και του οικονομικού κεφαλαίου. Η Επιτροπή της Βασιλείας προτείνει ουσιαστικά δύο μεθόδους υπολογισμού των κεφαλαιακών απαιτήσεων:

- την τυποποιημένη προσέγγιση (standardized approach)
- την προσέγγιση της εσωτερικής διαβάθμισης (internal ratings based (IRB) approach).

Η τελευταία παρέχει στις τράπεζες δύο εναλλακτικούς τρόπους υπολογισμού, ανάλογα με το βαθμό εξέλιξης των εσωτερικών τους συστημάτων διαβάθμισης κινδύνου:

- τη θεμελιώδη μέθοδο (foundation approach)

- την προηγμένη μέθοδο (advanced approach).

Η ανάπτυξη μοντέλων εσωτερικής διαβάθμισης, αφού βέβαια εγκριθούν από την Κεντρική Τράπεζα έχει συνήθως ως αποτέλεσμα τη διατήρηση λιγότερων κεφαλαίων από τη πλευρά της τράπεζας, μιας και η τυποποιημένη μέθοδος είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να βρίσκει εφαρμογή σε όλες τις τράπεζες, ανεξαρτήτως μεγέθους και χώρας στην οποία εδρεύουν.

Όπως επισημάναμε σε προηγούμενο κεφάλαιο το κάθε χρηματοπιστωτικό ίδρυμα δηλώνει το μέρος του χαρτοφυλακίου του που προορίζεται για διακράτηση μέχρι τη λήξη του (investment) και το μέρος που χρησιμοποιείται για συναλλαγές (trading).

Κάνοντας χρήση της τυποποιημένης μεθοδολογίας, αναλύουμε την διαδικασία για τον υπολογισμό ενός μέρους των Risk Weighted Assets (RWAs) που αφορά μόνο το χαρτοφυλάκιο ομολόγων της τράπεζας που αφορούν την διακράτηση μέχρι τη λήξη και αφορά κυρίως τον πιστωτικό κίνδυνο. Τα κυβερνητικά ομόλογα, τα θεωρούμε κομμάτι του ενεργητικού του χρηματοπιστωτικού ιδρύματος. Επομένως ανάλογα την διαβάθμιση που έχει η χώρα, που εκδίδει το ομόλογο, ανάλογη είναι και η στάθμιση που χρησιμοποιείται. Ακολουθεί ο παρακάτω πίνακας στον οποίο εμφανίζονται οι σταθμίσεις κρατικών ομολόγων ανάλογα με τη διαβάθμιση της εκάστοτε χώρας.

Πίνακας 2.2

Διαβάθμιση	R.W.
AAA AA	0%
A+ A-	20%
BBB+ BBB-	50%
BB+ B-	100%
< B-	150%
Unrated	100%

Το RWA λοιπόν, υπολογίζεται αφού πολλαπλασιαστεί η ονομαστική αξία του ομολόγου επί τον αντίστοιχο συντελεστή στάθμισης (R.W.). Στη συνέχεια, το προηγούμενο αποτέλεσμα, πολλαπλασιάζοντας το με το 8% υπολογίζω την ελάχιστη απαίτηση κεφαλαίων που πρέπει να έχει η τράπεζα διαθέσιμα για να είναι καλυμμένη από τον πιστωτικό κίνδυνο όπως δηλαδή ορίζει η Επιτροπή της Βασιλείας.

Για τον υπολογισμό του κινδύνου αγοράς που προκύπτει από την συναλλαγή των ομολόγων στη δευτερογενή αγορά ομολόγων υπάρχουν δύο μέθοδοι,

- η τυποποιημένη μέθοδος (standardised approach)
- η προσέγγιση της εσωτερικής διαβάθμισης (internal ratings based (IRB) approach).

Στην τυποποιημένη μέθοδο (standardized approach) για να υπολογίσουμε τα RWAs πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική αξία του ομολόγου με το ποσοστό της αντίστοιχης διαβάθμισης της εκδότριας χώρας του Πίνακα 2.2.

Στη συνέχεια για να υπολογίσουμε τα ελάχιστα ίδια κεφάλαια που πρέπει να έχει το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα πολλαπλασιάζουμε τα RWAs με το ποσοστό της αντίστοιχης διαβάθμισης της εκδότριας χώρας του Πίνακα 2.3 που είναι συναρτήσεως της υπολοιπούμενης ληκτότητας του ομολόγου.

Πίνακας 2.3

Government	AAA to AA-	0%
	A+ to BBB-	0.25% (residual term to final maturity 6 months or less)
		1.00% (residual term to final maturity greater than 6 and up to and including 24 months)
		1.60% (residual term to final maturity exceeding 24 months)
	BB+ to B-	8.00%
	Below B-	12.00%
	Unrated	8.00%

Πηγή: International Convergence of Capital Measurement & Capital Standards, Basel Committee on Banking Supervision

Στη συνέχεια, για τον υπολογισμό των ελάχιστων ίδιων κεφαλαίων για τον κίνδυνο αγοράς χρησιμοποιούμε την προσέγγιση της εσωτερικής διαβάθμισης, η οποία αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο.

2.2 Συνολικός λόγος κεφαλαίων (Total Capital Ratio)

Στη συνέχεια αφού υπολογίσουμε τα συνολικά RWAs μπορούμε να υπολογίσουμε τον συνολικό λόγο κεφαλαίων (Total Capital Ratio) που δίνεται από τον λόγο των Tier1 + Tier2 κεφαλαίων προς τα RWAs. Αυτός ο λόγος δεν πρέπει να είναι μικρότερος του 8%.

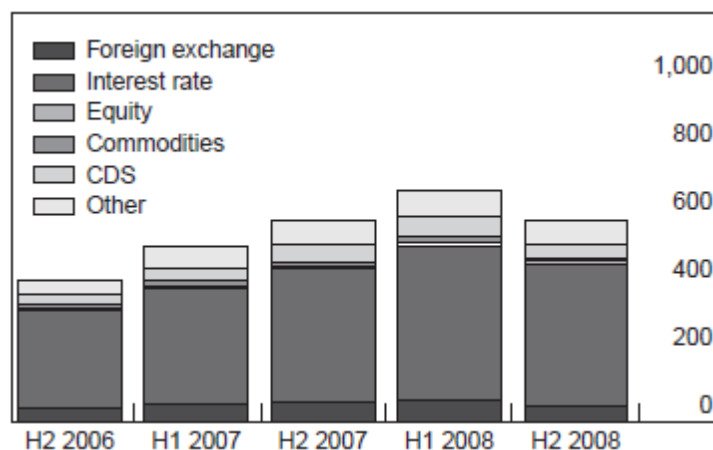
Αποκαλούμε Tier1 κεφάλαια το σύνολο του μετοχικού κεφαλαίου, των αποθεματικών καθώς και των συνεχών (perpetual) ή εξαγοράσιμων (callable) ομολογίων, ενώ Tier2 κεφάλαια, αποκαλούμε τα ομόλογα μειωμένης εξασφάλισης.

2.3 CDS (Credit Default Swaps)

Η διοίκηση της τράπεζας έχει τη δυνατότητα να αντισταθμίσει τον κίνδυνο που έχει αναλάβει από την αγορά ομολόγων μέσω πιστωτικών παραγώγων (credit derivatives) τα λεγόμενα Credit Default Swaps (CDS). Το εν λόγω παράγωγο (CDS) είναι ουσιαστικά ένα ασφαλιστήριο συμβόλαιο στην ονομαστική αξία του χρέους (ομόλογο ή δάνειο), έτσι ώστε ο αγοραστής του (CDS) να καταβάλλει ένα ποσό σε αντάλλαγμα για την προστασία από τη ζημία που μπορεί να προκύψει από κάποια πιστωτικά γεγονότα σχετικά με το υποκείμενο του χρέους. Δηλαδή σε περίπτωση αθέτησης των υποχρεώσεων, ο πωλητής του (CDS) πρέπει να καταβάλλει στον αγοραστή κάποιο ποσό μετρητών ή να μεταφέρει φυσικούς τίτλους, ανάλογα με την μέθοδο διευθέτησης. Η τιμή των (CDS) είναι προσαρμόσιμη, αν και η τυποποίηση ενισχύει την εμπορευσιμότητα της σύμβασης. Τότε λοιπόν, ο αγοραστής του (CDS) σε περίπτωση αθέτησης πληρωμών από τη πλευρά του εκδότη του ομολόγου εξαρτάται από την φερεγγυότητα του πωλητή του (CDS), για αυτό και μεταβάλλεται ο δείκτης στάθμισης (R.W.) και γίνεται ίσος με αυτόν που έχει ο πάροχος της προστασίας, πωλητής του (CDS).

Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζονται τα ανεξόφλητα, ακαθάριστα ονομαστικά ποσά.

Πίνακας 2.4



Πηγή : Bank of International Settlements, www.bis.org

Όμως δεν αναγνωρίζονται όλα τα είδη CDS από την Επιτροπή της Βασιλείας. Η εγγύηση (αντεγγύηση) ή πιστωτικό παράγωγο πρέπει να αντιπροσωπεύει μια άμεση απαίτηση έναντι του παρόχου της προστασίας και πρέπει να γίνεται ρητή αναφορά σε συγκεκριμένα ανοίγματα ή ομάδας ανοιγμάτων, έτσι ώστε η έκταση της κάλυψης να είναι σαφής και αμετάκλητη. Δεν πρέπει να υπάρχει ρήτρα στη σύμβαση που να επιτρέπει στον πάροχο της προστασίας να καταγγείλει μονομερώς την πιστωτική κάλυψη ή να αυξήσει το κόστος της κάλυψης, όπως στη περίπτωση επιδείνωσης της πιστωτικής ποιότητας στην αντισταθμιζόμενη έκθεση. Πρέπει επίσης να είναι άνευ όρων, πρέπει να μην υπάρχει ρήτρα στη σύμβαση προστασίας, εκτός του άμεσου ελέγχου της τράπεζας που μπορεί να εμποδίσει τον πάροχο της προστασίας από την υποχρέωση να καταβάλει εγκαίρως, σε περίπτωση που ο αρχικός αντισυμβαλλόμενος παραλείψει να πραγματοποιήσει την πληρωμή(ές) που οφείλει. Το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα μπορεί να επιλέξει CDS με όλα τα επιλέξιμα χαρακτηριστικά ούτως ώστε να αναγνωρίζεται από το κείμενο της Επιτροπής της Βασιλείας. Τότε μπορεί να επιλέξει ολική κάλυψη ή μερική. Στο προστατευμένο τμήμα του χαρτοφυλακίου ομολόγων αποδίδεται ο συντελεστής στάθμισης του παρόχου της προστασίας που εξαρτάται από την διαβάθμισή του. Αντίθετα στο καλυμμένο τμήμα αποδίδεται ο συντελεστής στάθμισης του υποκείμενου αντισυμβαλλομένου, δηλαδή του κράτους που εξέδωσε το ομόλογο.

Εκτός όμως από την διαφοροποίηση στους συντελεστές στάθμισης, υπάρχει διαφοροποίηση και στη περίπτωση αναντιστοιχίας νομισμάτων. Δηλαδή όταν η πιστωτική προστασία είναι εκφρασμένη σε νόμισμα διαφορετικό από εκείνο στο οποίο είναι το νόμισμα του ανοίγματος. Το ποσό του ανοίγματος που θεωρείται προστατευμένο θα μειωθεί με την εφαρμογή ενός κουρέματος (haircut).

$$GA = G * (1 - HFX)$$

όπου:

G = ονομαστική αξία της πιστωτικής προστασίας

HFX = κατάλληλο κούρεμα για νομισματική αναντιστοιχία μεταξύ πιστωτικής προστασίας και υποκείμενης πιστωτικής υποχρέωσης.

Το κατάλληλο κούρεμα βασίζεται σε μια περίοδο εκμετάλλευσης δέκα εργάσιμων ημερών. Εάν μία τράπεζα χρησιμοποιεί τις εποπτικές περικοπές τότε το κούρεμα (haircut) θα είναι 8%.

Τέλος, διαφοροποίηση μπορεί να υπάρξει στη ληκτότητα (maturity). Αντισταθμίσεις (hedges) με αναντιστοιχία στη ληκτότητα (maturity mismatch), αναγνωρίζονται μόνο αν η αρχική διάρκειά τους είναι μεγαλύτερη ή ίση του ενός έτους. Ως αποτέλεσμα η ληκτότητα των αντισταθμίσεων με αρχική ληκτότητα μικρότερη του ενός έτους, θα πρέπει να αντιστοιχηθεί για να αναγνωριστεί. Σε όλες τις περιπτώσεις, αντισταθμίσεις με αναντιστοιχία ληκτότητας δεν θα αναγνωρίζονται όταν η υπολειπόμενη διάρκεια είναι τριών μηνών ή λιγότερο.

Όταν λοιπόν υπάρχουν αναντιστοιχίες ληκτότητας, τότε εφαρμόζονται οι παρακάτω τροποποιήσεις.

$$Pa = P * (t - 0.25) / (T - 0.25)$$

όπου,

Pa = η αξία της πιστωτικής προστασίας προσαρμοσμένη για την αναντιστοιχία στη ληκτότητα

P = η πιστωτική προστασία προσαρμοσμένη με κάθε είδος κουρέματος

$t = \min (T, \text{υπολειπόμενη ληκτότητα για τον διακανονισμό της πιστωτικής προστασίας})$ εκφρασμένο σε έτη

$T = \min (5, \text{υπολειπόμενη ληκτότητα της έκθεσης})$ εκφρασμένη σε έτη.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύουμε τα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου.

Κεφάλαιο 3

Υπό συνθήκη Ετεροσκεδαστικά Μοντέλα (Conditional Heteroscedastic Models)

Η μοντελοποίηση της τυπικής απόκλισης με τη χρήση υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικών μοντέλων είναι πολύ σημαντική επειδή βελτιώνει σε μεγάλο βαθμό την εκτίμηση των παραμέτρων και την ακρίβεια της πρόβλεψης (forecast).

3.1 Μοντέλο ARCH

Το πρώτο μοντέλο που μας παρέχει ένα συστημικό πλαίσιο για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας είναι το ARCH μοντέλο του Engle. Η βασική ιδέα ενός ARCH μοντέλου είναι ότι το σοκ a_t που υφίστανται οι αποδόσεις ενός περιουσιακού στοιχείου είναι ασυσχέτιστες, αλλά εξαρτημένες, ενώ η εξάρτηση του a_t μπορεί να περιγραφεί από μία απλή συνάρτηση.

Ειδικότερα ένα ARCH(m) μοντέλο είναι το παρακάτω :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \alpha_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m \alpha_{t-m}^2, \text{ όπου } \alpha_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

Θεωρούμε ότι $\{\varepsilon_t\}$ είναι μία ακολουθία από ανεξάρτητα και ισόνομα κατανομημένες (independent and identically distributed, iid) τυχαίες μεταβλητές με μέσο το 0 και διακύμανση 1. Έχουμε το $\alpha_0 > 0$ και $\alpha_i \geq 0$ για $i > 0$. Στην πράξη, για το ε_t υποθέτουμε ότι ακολουθεί την τυποποιημένη κανονική ή την τυποποιημένη Student-t, ή την Generalized Error Distribution (GED). Οι ιδιότητες ισχύουν και για γενικευμένα ARCH μοντέλα, αλλά οι τύποι γίνονται πιο πολύπλοκοι για υψηλότερης τάξης ARCH μοντέλα, δηλαδή για υψηλότερα m.

Υπάρχουν όμως και αδυναμίες του ARCH μοντέλου και αυτές είναι οι εξής :

1. Το μοντέλο υποθέτει ότι θετικά ή αρνητικά σοκ έχουν τις ίδιες συνέπειες στην μεταβλητότητα επειδή εξαρτώνται από τα τετράγωνα των προηγούμενων σοκ. Στη πράξη είναι γνωστό ότι η τιμή ενός οικονομικού περιουσιακού στοιχείου αντιδρά διαφορετικά ανάμεσα σε θετικά και αρνητικά σοκ.
2. Το ARCH μοντέλο είναι αρκετά περιοριστικό. Για παράδειγμα, α_1^2 ενός ARCH μοντέλου πρέπει να βρίσκεται μέσα στο διάστημα $[0, 1/3]$ εάν η σειρά έχει πεπερασμένη τέταρτη ροπή. Ο περιορισμός γίνεται πιο σύνθετος για υψηλότερης τάξης ARCH μοντέλα.
3. Το μοντέλο δεν προσφέρει οποιαδήποτε νέα άποψη για την κατανόηση της προέλευσης των διακυμάνσεων των οικονομικών χρονοσειρών, αλλά απλώς παρέχει ένα μηχανικό τρόπο για να περιγράψει τη συμπεριφορά της διακύμανσης. Δεν δίνει καμία ένδειξη για το τι προκαλεί μια τέτοια συμπεριφορά να συμβεί.

3.2 Μοντέλο GARCH

Παρόλο που το ARCH μοντέλο είναι απλό, πολύ συχνά απαιτεί αρκετές παραμέτρους για να περιγράψει επαρκώς τη διαδικασία μεταβλητότητας της απόδοσης ενός περιουσιακού στοιχείου. Για αυτό το λόγο προτάθηκε μία επέκταση του ARCH μοντέλου γνωστή ως γενικευμένο (generalized) ARCH (GARCH) μοντέλο. Θεωρούμε ότι $a_t = r_t - \mu_t$ είναι η μέση λογαριθμική απόδοση. Το a_t ακολουθεί ένα GARCH(m,s) μοντέλο εάν

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \quad \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2,$$

που $\{\varepsilon_t\}$ είναι πάλι μία ακολουθία iid τυχαίων μεταβλητών με μέσο 0 και διασπορά 1. Έχουμε $\alpha_0 > 0$ με $\alpha_i \geq 0$ για $i=1, \dots, m$ ενώ $\alpha_i=0$ για $i>m$, και $\beta_j \geq 0$ για $j=1, \dots, s$ ενώ $\beta_j=0$ για $j>s$ και $\sum_{i=1}^{\max(m,s)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$. Όπως και στο προηγούμενο μοντέλο ε_t συχνά υποτίθεται ότι ακολουθεί την τυποποιημένη κανονική κατανομή ή την τυποποιημένη Student-t κατανομή ή την Generalized Error Distribution (GED). Ο τύπος του τετραγώνου της μεταβλητότητας γίνεται ένα ARCH(m) μοντέλο όταν $s=0$. Τα α_i και β_j αναφέρονται ως ARCH και GARCH παραμέτρους αντίστοιχα. Τα πλεονεκτήματα αυτού του μοντέλου είναι πολύ σημαντικά καθώς ξεπερνάμε τις δυσκολίες που εμφανίζονται σε ένα ARCH(m) μοντέλο. Οι παραπάνω υποθέσεις παραβιάζονται δυσκολότερα, ενώ εκφράζονται καλύτερα τα volatility clusterings και οι παχιές ουρές. Η πιο απλή περίπτωση ενός GARCH μοντέλου είναι το GARCH(1,1):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, \quad 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, (\alpha_1 + \beta_1) < 1.$$

3.3 Μοντέλο IGARCH

Το βασικό χαρακτηριστικό ενός IGARCH μοντέλου είναι ότι η επίδραση των παρελθοντικών τετραγωνικών σοκ $\eta_{t-i} = a_{t-i}^2 - \sigma_{t-i}^2$ για $i>0$ είναι επίμονα. Ένα IGARCH(1,1) μοντέλο μπορεί να γραφεί στην μορφή:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + (1 - \beta_1) a_{t-1}^2, \quad a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

που $\{\varepsilon_t\}$ ορίζεται όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις και $1 > \beta_t > 0$.

3.4 Μοντέλο EGARCH

Για να ξεπεράσουμε κάποιες από τις αδυναμίες του μοντέλου GARCH στο να χειρίζονται τις οικονομικές χρονοσειρές, προτάθηκε το εκθετικό GARCH μοντέλο (EGARCH). Συγκριμένα για να επιτραπούν οι επιπτώσεις της ασυμμετρίας μεταξύ των θετικών και αρνητικών αποδόσεων θεωρήθηκε ο εξής τύπος :

$$g(\varepsilon_t) = \theta\varepsilon_t + \gamma[|\varepsilon_t| - E(|\varepsilon_t|)],$$

που θ και γ είναι τα βάρη. Και οι δύο τιμές ε_t και $|\varepsilon_t| - E(|\varepsilon_t|)$ είναι μηδενικού μέσου iid ακολουθίες με συνεχείς κατανομές. Συνεπώς $E[g(\varepsilon_t)] = 0$. Η ασυμμετρία του $g(\varepsilon_t)$ μπορεί εύκολα να φανεί ξαναγράφοντας το ως εξής :

$$g(\varepsilon_t) = \begin{cases} (\theta + \gamma)\varepsilon_t - \gamma E(|\varepsilon_t|) & \text{if } \varepsilon_t \geq 0, \\ (\theta - \gamma)\varepsilon_t - \gamma E(|\varepsilon_t|) & \text{if } \varepsilon_t < 0. \end{cases}$$

Ένα EGARCH(m,s) μοντέλο μπορεί να γραφεί ως εξής :

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \quad \ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \frac{1 + \beta_1 B + \dots + \beta_s B^s}{1 - \alpha_1 B - \dots - \alpha_m B^m} g(\varepsilon_{t-1}),$$

όπου α_0 είναι ένας σταθερός όρος, B είναι ένας τελεστής υστέρησης (lag) ώστε $Bg(\varepsilon_t) = g(\varepsilon_{t-1})$ και τα $1 + \beta_1 B + \dots + \beta_{s-1} B^{s-1}$ και $1 - \alpha_1 B - \dots - \alpha_m B^m$ είναι πολώνυμα χωρίς κοινούς όρους. Κάποιες από τις ιδιότητες του EGARCH μοντέλου προκύπτουν παρόμοια το GARCH μοντέλο. Για παράδειγμα ο μέσος του $\ln(\sigma_t^2)$ είναι το α_0 . Όμως το μοντέλο διαφέρει από το GARCH με διάφορους τρόπους.

1. Χρησιμοποιεί την λογαριθμική υπό συνθήκη διακύμανση για να μη χρειάζεται η συνθήκη των θετικών συντελεστών του μοντέλου.
2. Η χρήση του $g(\varepsilon_t)$ ενεργοποιεί το μοντέλο να ανταποκρίνεται ασυμμετρικά σε θετικές και αρνητικές τιμές με χρονική υστέρηση του a_t .

Στην μοντελοποίηση που θα ακολουθήσει θα χρησιμοποιήσουμε μία εναλλακτική μορφή του EGARCH(m,s) μοντέλου η οποία είναι η εξής :

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^s \alpha_i \frac{|\alpha_{t-i}| + \gamma_i \alpha_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2)$$

Ένα θετικό α_{t-i} συμβάλλει $\alpha_i(1+\gamma_i)|\varepsilon_{t-i}|$ στον υπολογισμό του λογαρίθμου της μεταβλητότητας, ενώ ένα αρνητικό α_{t-i} δίνει $\alpha_i(1-\gamma_i)|\varepsilon_{t-i}|$ όπου $\varepsilon_{t-i} = \alpha_{t-i}/\sigma_{t-i}$. Η παράμετρος γ_i δηλώνει το αποτέλεσμα μόχλευσης του α_{t-i} . Συνήθως το γ_i είναι αρνητικό σε πραγματικές συνθήκες ενώ όταν είναι ίσο με μηδέν τότε δεν παίζει ρόλο το πρόσημο της καινούριας πληροφορίας και δεν λαμβάνεται υπόψη η ασυμμετρία.

Κεφάλαιο 4

4.1 Αξία σε κίνδυνο (Value at Risk)

Για την εκτίμηση του κινδύνου της αγοράς (market risk) χρησιμοποιούμε την προσέγγιση της εσωτερικής διαβάθμισης, με την ανάπτυξη ενός δικού μας στατιστικού μοντέλου όπως είναι η αξία σε κίνδυνο (Value at Risk / VaR). Εφόσον το εσωτερικό μοντέλο που αναπτύχθηκε από το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα, ελεγχθεί και το αποδεχθεί η ελεγκτική αρχή, τότε θα μπορεί να χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μέγιστης απώλειας σε έναν προκαθορισμένο αριθμό ημερών. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την ακριβέστερη εκτίμηση των ίδιων κεφαλαίων που πρέπει να κατέχει το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα σύμφωνα με το σύμφωνο της Επιτροπής της

Βασιλείας, αφού είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες του εν λόγω χρηματοπιστωτικού ιδρύματος με αποτέλεσμα να απαιτεί συνήθως χαμηλότερα ίδια κεφάλαια σε σχέση με την τυποποιημένο μέθοδο που γενικεύει τις ανάγκες και τους κινδύνους κάθε είδους τράπεζας. Ας δούμε όμως τι ακριβώς είναι το VaR.

Η «αξία σε κίνδυνο» (VaR) είναι μια πιθανή απώλεια. Οι «πιθανές απώλειες» μπορούν να επεκταθούν στην αξία του συνόλου ενός χαρτοφυλακίου, αν και όλοι θα συμφωνήσουν ότι πρόκειται για ένα εξαιρετικό συμβάν με σχεδόν μηδενική πιθανότητα. Για να επιλύσουμε αυτό το ζήτημα, το VaR είναι η «μέγιστη απώλεια» για ένα προκαθορισμένο επίπεδο σημαντικότητας. Το επίπεδο σημαντικότητας είναι η πιθανότητα ότι η ζημία θα υπερβεί αυτό το ανώτατο όριο. Ένας ορισμός είναι ο εξής:

Value at risk (VaR) είναι το ποσό της μέγιστης ζημιάς που αναμένεται να εμφανιστεί με πιθανότητα (100-διάστημα εμπιστοσύνης) % κατά την διάρκεια του επόμενου χρονικού ορίζοντα.

Ο καθορισμός του VaR προϋποθέτει μοντελοποίηση της κατανομής των ζημιών σε κάποιο μελλοντικό χρονικό σημείο προκειμένου να καθορίσει διάφορα «εκατοστημόρια απωλειών» που το καθένα αντιστοιχεί σε κάποιο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Το VaR ισχύει για όλους τους κινδύνους. Ο κίνδυνος αγοράς είναι η αρνητική απόκλιση της τιμής κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου εκκαθάρισης.

Η μεθοδολογία VaR χρησιμεύει για να καθορίσει τον κίνδυνο των κεφαλαίων ή των οικονομικών κεφαλαίων. Οικονομικό κεφάλαιο ή «κίνδυνος των κεφαλαίων» είναι τα κεφάλαια που απαιτούνται για να απορροφηθούν οι απρόβλεπτες ζημιές κάτω από το προκαθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Το επίπεδο εμπιστοσύνης αντανάκλα τη διάθεση για ανάληψη κινδύνου εκ μέρους της τράπεζας ή του κατόχου του χαρτοφυλακίου κτλ. Εξ ορισμού, είναι η πιθανότητα ότι η ζημία είτε θα υπερβαίνει το οικονομικό κεφάλαιο, προκαλώντας την πτώχευση της τράπεζας είτε να μειωθεί σημαντικά η αξία ενός χαρτοφυλακίου.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο για να συγκριθούν μεταξύ τους χαρτοφυλάκια έτσι ώστε να επιλεγεί το καταλληλότερο από τον διαχειριστή του. Για παράδειγμα αν είναι διατεθειμένος να αναλάβει μεγαλύτερο κίνδυνο δηλαδή να αποσκοπεί σε υψηλότερες αποδόσεις ή

μικρότερο επομένως να καλύπτεται και με μικρότερες αποδόσεις. Τα τυπικότερα χαρακτηριστικά του VaR είναι το διάστημα εμπιστοσύνης και ο χρονικός ορίζοντας που επιλέγει ο ενδιαφερόμενος.

Το διάστημα εμπιστοσύνης όπως αναλύεται και παρακάτω είναι η πιθανότητα η ζημία να ξεπεράσει το ποσό που έχει εκτιμηθεί. Το δεύτερο χαρακτηριστικό είναι ο χρονικός ορίζοντας που επιλέγουμε και αυτός εξαρτάται συνήθως από τον σκοπό που σχεδιάστηκε το εν λόγω χαρτοφυλάκιο. Επιλέγεται συνήθως 1 ημέρα, 10 ημέρες ή και 1 μήνας. Συνήθως 1 ημέρα χρησιμοποιούν οι διαχειριστές με ενεργά χαρτοφυλάκια ενώ συνήθως μεγαλύτερος ορίζοντας επιλέγεται από μη χρηματοοικονομικούς οργανισμούς.

Θα ορίσουμε το VaR κάτω από το πλαίσιο των πιθανοτήτων για μια long θέση και για ένα μελλοντικό χρονικό διάστημα που ισούται με l και πιθανότητα p :

$$p = \Pr[\Delta V(l) \leq VaR] = F_l(VaR)$$

$\Delta V(l)$: είναι η μεταβολή της αξίας του χαρτοφυλακίου από τη χρονική στιγμή t έως την $t+l$ και

$F_l(x)$: είναι η αθροιστική συνάρτηση κατανομής (cumulative distribution function ή CDF) της $\Delta V(l)$.

Δηλαδή, με πιθανότητα p ο διαχειριστής του χαρτοφυλακίου θα αντιμετωπίσει ζημιά μεγαλύτερη ή ίση του VaR για τον χρονικό ορίζοντα l .

4.2 Πιθανές Ζημιές (Potential Loss)

Υπάρχουν διάφοροι τύποι πιθανών ζημιών. Η Αναμενόμενη ζημιά (Expected Loss ή EL), η Απροσδόκητη ζημιά (Unexpected Loss ή UL) και οι Εξαιρετικές ζημιές (Exceptional Losses). Η απροσδόκητη ζημιά είναι το ανώτατο όριο ζημιάς που δεν υπερβαίνει σε ύψος μία συγκεκριμένη απώλεια και προκύπτει από ένα δεδομένο περιορισμένο ποσοστό ($\alpha\%$) του συνόλου των αποτελεσμάτων. Η απροσδόκητη ζημιά είναι μια εκατοστιαία απώλεια η οποία ορίζεται από το προκαθορισμένο

επίπεδο εμπιστοσύνης. Από το επίπεδο εμπιστοσύνης μπορεί να πάρει διάφορες τιμές, επομένως είναι απαραίτητο να μπορεί να τις καθορίσει όλες. Ως εκ τούτου, η μοντελοποίηση των μη αναμενόμενων ζημιών απαιτεί την μοντελοποίηση της κατανομής των ζημιών του χαρτοφυλακίου.

VaR είναι οι απροσδόκητες απώλειες που θέσαμε μέσω του επιπέδου εμπιστοσύνης. Οι ακραίες ζημιές, είναι οι ζημιές που υπερβαίνουν τις απροσδόκητες ζημιές. Κυμαίνεται από τις απροσδόκητες ζημιές (ως κατώτερο όριο) μέχρι την αξία όλου του χαρτοφυλακίου, αλλά τιμές σε αυτό το ανώτατο όριο τιμών έχουν εξαιρετικά χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης.

4.3 Απροσδόκητη Ζημιά (Unexpected Loss)

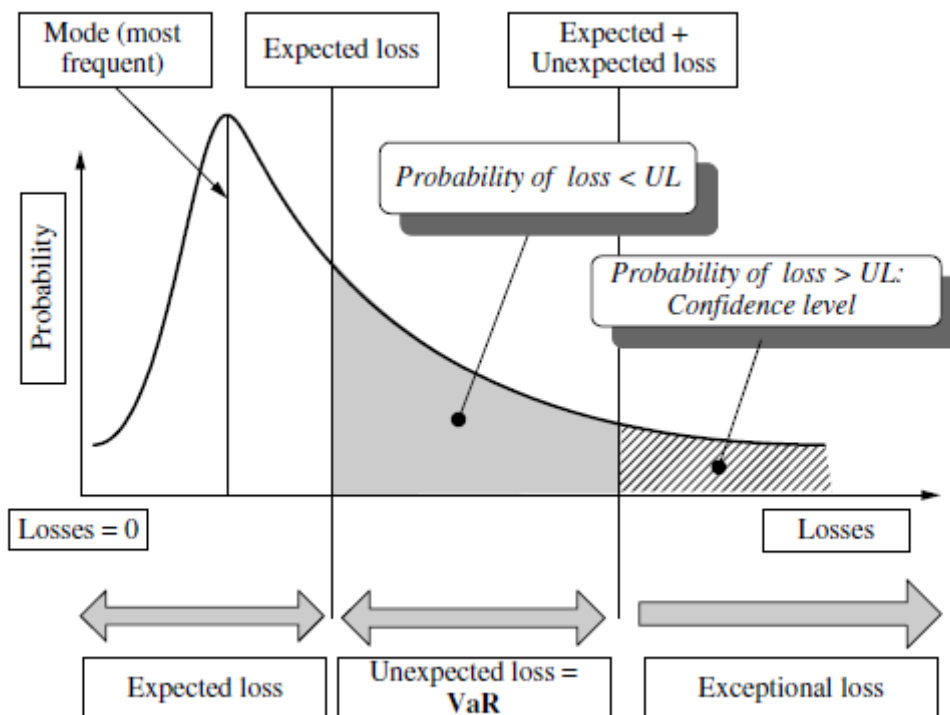
Οι απροσδόκητες απώλειες είναι πιθανές απώλειες που υπερβαίνουν την αναμενόμενη τιμή. Η προσέγγιση VaR ορίζει πιθανές ζημιές, σε εκατοστημόρια απωλειών για δοσμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Το εκατοστημόριο απωλειών είναι το άνω όριο της ζημιάς που στο σύνολο όλων των περιπτώσεων δεν υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο φράγμα, το οποίο φράγμα είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης. Είναι $L(\alpha)$, που α είναι η πιθανότητα υπέρβασης του $L(\alpha)$. Ο σκοπός των VaR μοντέλων είναι για να παρέχεται η κατανομή ζημιάς ή η πιθανότητα για την καθεμία τιμή απώλειας για τα διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης.

4.4 Ακραίες Ζημιές (Exceptional Losses)

Οι απροσδόκητες ζημιές δεν περιλαμβάνουν τις ακραίες ζημιές που υπερβαίνουν τις απώλειες εκατοστημορίου με ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Οι ακραίες ζημιές υπερβαίνουν το άθροισμα της αναμενόμενης και της απροσδόκητης ζημιάς. Μόνο ακραία σενάρια ή ακραία μοντέλα ζημιών μπορούν να βοηθήσουν στην εύρεση της τάξης μεγέθους των εν λόγω απωλειών. Παρόλα αυτά, η πιθανότητα τέτοιων σεναρίων είναι πιθανό να παραμένει υποκειμενικό παρά θέμα στατιστικής ανάλυσης λόγω της δυσκολίας στην εμφάνιση ακραίων ζημιών, οι οποίες εξ ορισμού είναι σχεδόν μη παρατηρούμενες.

Η σχέση μεταξύ των παραπάνω ειδών ζημιάς φαίνεται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1



Πηγή: Bessis J. 2002 – Risk Management in Banking

4.5 Κατανομές Ζημιών (Loss Distributions)

Θεωρητικά, οι κατανομές ζημιών είναι παρατηρήσιμες ιστορικά. Για τον κίνδυνο της αγοράς οι κατανομές ζημιών είναι απλά οι κατανομές των αρνητικών αποκλίσεων των τιμών ή της αξίας των υπό ανάλυση χαρτοφυλακίων. Δεδομένου ότι η πιθανότητα για αύξηση ή για μείωση των τιμών είναι περίπου ίση, τέτοιες αποκλίσεις τείνουν να έχουν σχήμα καμπάνας, με κάποια κεντρική τάση. Το σχήμα καμπάνας της κατανομής διευκολύνει την μοντελοποίηση, ειδικά όταν χρησιμοποιείται η κανονική ή η λογαριθμοκανονική κατανομή ως προσέγγιση.

Με τις κατανομές η οπτική αναπαράσταση των ζημιών είναι απλή. Στον προηγούμενο πίνακα οι ζημιές εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά του μηδενικού επιπέδου κατά μήκος του άξονα x . Το VaR με δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης είναι τέτοιο ώστε η πιθανότητα υπέρβασης των απροσδόκητων ζημιών να είναι ίση με το επίπεδο

εμπιστοσύνης. Η περιοχή κάτω από την καμπύλη στα δεξιά του VaR αντιπροσωπεύει αυτή την πιθανότητα. Οι απώλειες πέρα από την ακραία δεξιά πλευρά των απροσδόκητων ζημιών είναι οι ακραίες και η πιθανότητα εμφάνισης πάρα πολύ χαμηλή.

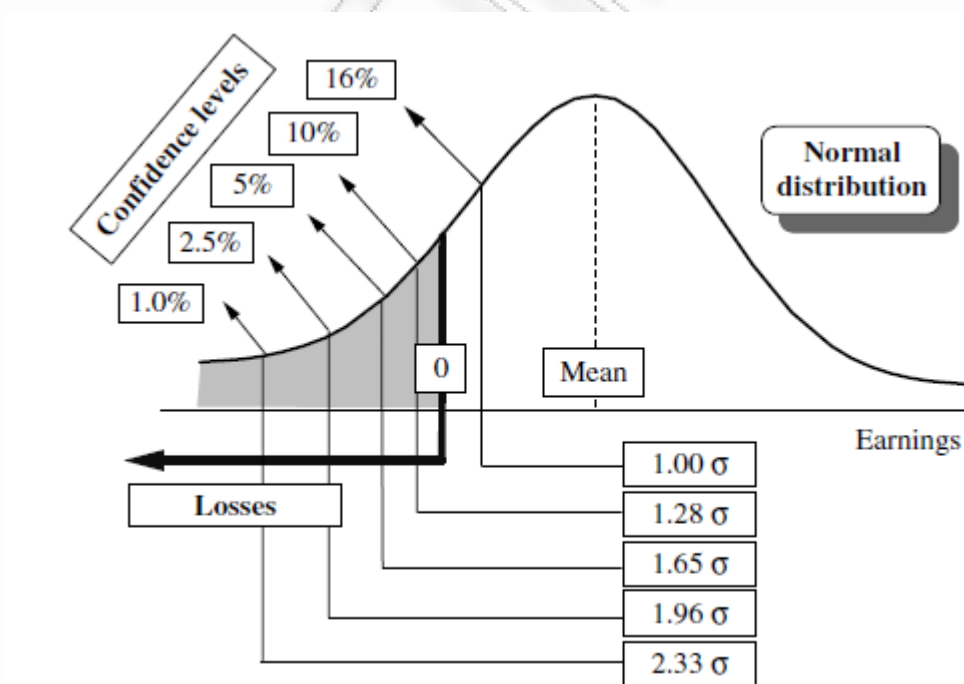
Ένα πολύ γνωστό χαρακτηριστικό των κατανομών ζημιάς είναι το ότι έχουν «παχιές ουρές». Οι παχιές ουρές βρίσκονται στους ακραίους τομείς της κατανομής. Επισημαίνουν ότι οι μεγάλες ζημιές αν και η πιθανότητα εμφάνισής τους παραμένει πάρα πολύ μικρή, εντούτοις εξακολουθούν να έχουν κάποια πιθανότητα να συμβούν και δεν είναι αμελητέα.

4.6 Ζημιές εκατοστημορίου της κανονικής κατανομής

Στον Πίνακα 4.2, η περιοχή κάτω από την καμπύλη, πέρα από την τιμή στην αριστερή πλευρά αναπαριστά την πιθανότητα οι ζημιές να υπερβούν το όριο αξιοπιστίας.

Πίνακας 4.2

Επίπεδο εμπιστοσύνης με την κανονική κατανομή



Πηγή: Bessis J. 2002 – Risk Management in Banking

Τα διαστήματα εμπιστοσύνης είναι οριακές τιμές που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Στην περίπτωση της κανονικής κατανομής τα διαστήματα εμπιστοσύνης είναι πολλαπλάσια της μεταβλητότητας. Υποθέτοντας λοιπόν την κανονική κατανομή, θα αναλύσουμε τον τρόπο υπολογισμού του VaR με την μέθοδο Variance Covariance.

4.7 Μέθοδος Variance Covariance

Στη συγκεκριμένη μέθοδο θεωρούμε ότι οι αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου είναι κανονικά κατανομημένες. Στη συνέχεια με τις ιστορικές παρατηρήσεις, εκτιμούμε διάφορα μέτρα κινδύνου, όπως ο μέσος, η τυπική απόκλιση, η συσχέτιση κ.α. Πάρα πολύ σημαντικός είναι ο υπολογισμός της τυπικής απόκλισης της μεταβολής της αξίας του χαρτοφυλακίου. Θεωρούμε την συνάρτηση κατανομής της τυποποιημένης κανονικής κατανομής με μέσο 0 και διακύμανση 1. Τότε θεωρώντας επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 5\%$ τότε το $\Phi(1.65) = 0.95 = 1 - 0.05 = 1 - \alpha$ και έχουμε ότι

$$\text{VaR} = 1.65 * \sigma = 1.65 * (\text{τυπική απόκλιση της μεταβολής της αξίας του χαρτοφυλακίου})$$

Στον προηγούμενο λοιπόν πίνακα έχουμε τα VaR που προκύπτουν ανάλογα με το επίπεδο σημαντικότητας που θα μας ζητείται. Για παράδειγμα αν ζητηθεί $\alpha = 1\%$, τότε το $\text{VaR} = 2.33 * \sigma$, όπου σ είναι η τυπική απόκλιση.

Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την πρόσθεση και άλλων σεναρίων και μας επιτρέπει την ανάλυση της ευαισθησίας των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τις παραμέτρους. Το βασικό της μειονέκτημα είναι ότι χρησιμοποιείται κυρίως για γραμμικά χαρτοφυλάκια. Για αυτό το λόγο η υπόθεση της κανονικότητας δεν είναι κατάλληλη για χαρτοφυλάκια τα οποία περιέχουν μη γραμμικά στοιχεία όπως είναι τα δικαιώματα προαίρεσης (options).

Ο παραπάνω υπολογισμός του VaR γίνεται για διάστημα μίας ημέρας. Όταν όμως χρειαζόμαστε το αποτέλεσμα του υπολογισμού για έναν ορίζοντα κάποιου αριθμού ημερών, τότε η όλη μέθοδος ανάγεται σε αυτό που θα αναλύσουμε αμέσως τώρα.

Θεωρούμε διάστημα εμπιστοσύνης $\alpha\%$ μιας κανονικής κατανομής με μέσο μηδέν και τυπική απόκλιση 1, τότε $\Phi(x) = 1 - \alpha$.

Το VaR λοιπόν ενός χαρτοφυλακίου για την επόμενη ημέρα δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$VaR = (\text{Μέγεθος Θέσης}) * \Phi(1 - \alpha)^{-1} * \sigma_{t+1},$$

ενώ για χρονικό ορίζοντα κ ημερών δίνεται από τον τύπο:

$$Var(k) = \sqrt{k} * VaR.$$

Επιπλέον για να αποτραπεί μία πιθανή ημερήσια πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή παρατήρηση στους υπολογισμούς του VaR η επιτροπή της Βασιλείας έχει υιοθετήσει ένα επιπλέον κριτήριο για τον υπολογισμό του κεφαλαίου κινδύνου.

$$VaR = \max \left[-VaR_{0.01,10\text{-days}}, k * \text{μέσος όρος των} \right. \\ \left. - VaR_{0.01,10\text{-days}} \text{ των τελευταίων 60 ημερών} \right]$$

Η μεταβλητή k δίνεται από την εκάστοτε εποπτική αρχή. Η μικρότερη τιμή που μπορεί να λάβει είναι το 3. Αυτή τη τιμή θα χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς μας.

Μας ενδιαφέρει ο μέσος όρος των τελευταίων 60 ημερών για να αποκλείσουμε το ενδεχόμενο χαμηλής τιμής για το VaR. Με αυτό τον τρόπο κοιτάζοντας στο πρόσφατο παρελθόν μπορούμε να καταλάβουμε αν ο αρχικός υπολογισμός μας ήταν αποδεκτός ή για το αν πρέπει να εμφανιστούμε πιο συντηρητικοί και να κρατήσουμε υψηλότερα κεφάλαια.

Γενίκευση της μεθόδου Variance-Covariance

Στην μέθοδο Variance-Covariance τα κατάλοιπα $\{\varepsilon_t\}$ των ετεροσκεδαστικών μοντέλων ακολουθούν κανονική κατανομή $N(0,1)$. Υπάρχει όμως η περίπτωση να μην ακολουθούν την κανονική κατανομή. Τότε τα $\{\varepsilon_t\}$ αρκεί να έχουν μέσο μηδέν και διασπορά την μονάδα. Για παράδειγμα, υποθέτοντας ότι τα $\varepsilon_t \sim f(0,1)$ είναι ισόνομες και ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές. Τότε η f μπορεί να ακολουθεί την τυποποιημένη Student t κατανομή με ν βαθμούς ελευθερίας. Το υπό συνθήκη με χρόνο t του VaR, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$VaR_t = \mu + \sigma_t F_{\alpha}^{-1},$$

όπου F_{α}^{-1} είναι το α - ποσοστημόριο της κατανομής των $\{\varepsilon_i\}$.

Για τον υπολογισμό του VaR χρειάζεται να γνωρίζω την τυπική απόκλιση σ_i των αποδόσεων. Αυτό γίνεται μέσω της μοντελοποίησης της μεταβλητότητας με χρήση των υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικών μοντέλων (ARCH, GARCH, IGARCH, EGARCH) όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα.

4.8 VaR χαρτοφυλακίου

Ένα χαρτοφυλάκιο περιέχει παραπάνω από μία θέσεις. Για να υπολογίσουμε το VaR όλου του χαρτοφυλακίου υιοθετούμε μία απλή προσέγγιση. Επίσης χρειάζεται να υπολογίσουμε τις συσχετίσεις μεταξύ των περιουσιακών στοιχείων που υπάρχουν μέσα στο χαρτοφυλάκιο. Αν υποθέσουμε λοιπόν m διαφορετικά εργαλεία μέσα στο χαρτοφυλάκιο, χρειάζεται να υπολογίσουμε το VaR του καθενός ξεχωριστά, δηλαδή καταλήγουμε σε $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_m$. Επομένως προκύπτει ο επόμενος τύπος, ο οποίος υπολογίζει το συνολικό VaR ενός χαρτοφυλακίου.

$$VaR = \sqrt{\sum_{i=1}^m VaR_i^2 + 2 \sum_{i < j} \rho_{ij} VaR_i VaR_j},$$

όπου ρ_{ij} είναι η συσχέτιση μεταξύ του i -οστού και του j -οστού στοιχείου του χαρτοφυλακίου.

Κεφάλαιο 5

5.1 Backtesting της αξίας σε κίνδυνο

Όπως αναφέραμε παραπάνω, επιλέγουμε τα κατάλληλα ετεροσκεδαστικά μοντέλα και υπολογίζουμε την αξία σε κίνδυνο (VaR) του ομολόγου. Αφού υπολογιστεί το VaR πρέπει να εξετάσουμε ποια από αυτά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τους υπολογισμούς των εποπτικών κεφαλαίων. Αυτό το επιτυγχάνουμε με την διαδικασία του backtesting. Επομένως εγείρεται ένα σημαντικό ερώτημα. Όλα τα μοντέλα μπορεί να φαίνονται κομψά και αρκετά εξελιγμένα, κάνουν όμως την δουλειά για την οποία σχεδιάστηκαν; Μπορούν δηλαδή οι διάφορες μέθοδοι του VaR να εντοπίσουν ορισμένους τομείς σε ένα χαρτοφυλάκιο, που μπορεί να κρύβουν διάφορους κινδύνους που ενδέχεται να επηρεάσουν τη συνολική απόδοση του χαρτοφυλακίου; Για αυτό λοιπόν, λόγω της μείωσης στην ακρίβεια των εκτιμήσεων μας μέσω του VaR, δημιουργήθηκε η ανάγκη δημιουργίας του backtesting καθώς μας δίνεται η δυνατότητα για λήψη κατάλληλων αποφάσεων για να αποφύγουμε δυσάρεστες

καταστάσεις οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν μέχρι και την πτώχευση του χρηματοπιστωτικού ιδρύματος. Αν λοιπόν εφαρμόζοντας το backtesting, αποδείξουμε ότι το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε δεν είναι το κατάλληλο, τότε πρέπει να τροποποιήσουμε το αρχικό μοντέλο ώστε να περάσει ξανά από την ίδια διαδικασία, ενώ μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε το καταλληλότερο μέσα από μία σειρά μοντέλων.

Η έννοια του backtesting μπορεί να οριστεί ως εξής:

Backtesting είναι η διαδικασία που υπολογίζει τον αριθμό των περιπτώσεων που οι πραγματικές ζημιές του χαρτοφυλακίου υπερβαίνουν το εκτιμημένο VaR, συναρτήσει του διαστήματος εμπιστοσύνης που έχουμε επιλέξει.

Όπως είδαμε και σε προηγούμενη ενότητα, το VaR^p_{t+1} είναι ένα μέτρο κινδύνου που υπόσχεται αποδόσεις από τις οποίες μόνο το $p \cdot 100\%$ θα είναι χειρότερες σε σχέση με την πρόβλεψη του VaR^p_{t+1} . Εάν συγκεντρώσουμε μία χρονοσειρά από παρελθοντικές εκ των προτέρων VaR προβλέψεις και τις αντίστοιχες εκ του αποτελέσματος αποδόσεις, τότε μπορούμε να ορίσουμε την παρακάτω δείκτρια συνάρτηση από παραβιάσεις του VaR:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{εάν } R_{t+1} < -VaR^p_{t+1} \\ 0, & \text{εάν } R_{t+1} > -VaR^p_{t+1} \end{cases}$$

Δηλαδή, η δείκτρια συνάρτηση επιστρέφει 1 αν την $t+1$ ημέρα οι ημερήσιες απώλειες ήταν υψηλότερες από την VaR πρόβλεψη, ενώ επιστρέφει 0 αν δεν παραβιαστεί η πρόβλεψη του VaR. Εφαρμόζοντας το backtesting συνθέτουμε μία ακολουθία της μορφής $\{I_{t+1}\}$ όπου $t=1, \dots, T$ που δείχνει τις παρελθοντικές παραβιάσεις. Αν υποθέσουμε ότι χρησιμοποιούμε το τελειότερο VaR μοντέλο, τότε δοθείσης όλης της πληροφορίας τη στιγμή που γίνεται η πρόβλεψη, θα πρέπει να μην μπορούμε να προβλέψουμε ποτέ το μοντέλο μας παραβιάζεται. Η δείκτρια συνάρτηση θα πρέπει να είναι τελείως απρόβλεπτη και κατανεμημένη ανεξάρτητα με τον χρόνο, ως μία κατανομή Bernoulli. Έχουμε δηλαδή την μηδενική υπόθεση:

$$H_0 = I_{t+1} \sim i.i.d. \text{ Bernoulli}(p),$$

όπου p είναι το διάστημα εμπιστοσύνης.

Ακολουθούν οι τρεις διαδικασίες για το backtesting μαζί με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει η καθεμία.

5.2 Unconditional Coverage Testing

Με την τεχνική αυτή θέλουμε να ελέγξουμε αν η συχνότητα των παραβιάσεων είναι σημαντικά διαφορετική σε σχέση με την συχνότητα των αναμενόμενων παραβιάσεων του VaR σύμφωνα με το μοντέλο που διαλέξαμε. Για να το εξετάσουμε, εφαρμόζουμε την μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας για μία i.i.d. δείκτρια συνάρτηση που ακολουθεί Bernoulli(π). Έχουμε λοιπόν:

$$L(\pi) = \prod_{t=1}^T (1 - \pi)^{1 - I_{t+1}} \pi^{I_{t+1}} = (1 - \pi)^{T_0} \pi^{T_1}$$

όπου T_0 και T_1 είναι τα μηδενικά και οι μονάδες μέσα στο δείγμα. Εκτιμώντας το π ως $\hat{\pi} = \frac{T_1}{T}$, βρίσκουμε την νέα συνάρτηση μεγίστης πιθανοφάνειας την εξής:

$$L(\hat{\pi}) = \left(1 - \frac{T_1}{T}\right)^{T_0} \left(\frac{T_1}{T}\right)^{T_1}$$

Κάτω από την μηδενική υπόθεση, υποθέτουμε ότι $\pi = p$, που ως p θεωρούμε το γνωστό διάστημα εμπιστοσύνης του VaR έχουμε την εξής συνάρτηση πιθανοφάνειας:

$$L(p) = (1 - p)^{T_0} p^{T_1}$$

Για το backtesting θα εφαρμόσουμε έναν έλεγχο υποθέσεων χρησιμοποιώντας τον δείκτη πιθανοφάνειας (likelihood ratio) του Kupiec:

$$LR_{uc} = -2 \ln \left[\frac{L(p)}{L(\hat{\pi})} \right]$$

που προκύπτει ο εξής αναλυτικός τύπος:

$$LR_{uc} = -2 \ln \left[(1 - p)^{T_0} p^{T_1} / \left\{ \left(1 - \frac{T_1}{T}\right)^{T_0} \left(\frac{T_1}{T}\right)^{T_1} \right\} \right] \sim \chi_1^2$$

Ο αριθμός των παρατηρήσεων T , καθώς τείνει ασυμπτωτικά προς το άπειρο, κατανέμεται ως μία X^2 με έναν βαθμό ελευθερίας. Αφού εκτελέσουμε τον έλεγχο υπόθεσης με ένα διάστημα εμπιστοσύνης $\alpha\%$ θα απορρίψουμε το μοντέλο αν η τιμή του τεστ LR_{uc} είναι μεγαλύτερη της κριτικής τιμής που προκύπτει από την $X_{1-\alpha}^2$ κατανομή. Εναλλακτικά, ο έλεγχος μπορεί να γίνει μέσω του p -value, που υπολογίζεται ως εξής:

$$P - value = 1 - F_{X_1^2}(LR_{uc}),$$

όπου $F_{X_1^2}(\cdot)$ η συνάρτηση κατανομής της X^2 κατανομής με έναν βαθμό ελευθερίας. Αν το p -value είναι μικρότερο του επιθυμητού επιπέδου σημαντικότητας, τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση. Αντιθέτως αν είναι μεγαλύτερο, τότε δεν έχουμε αρκετά στοιχεία για να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση.

5.3 Independence Testing

Αυτή η μέθοδος ελέγχει την ανεξαρτησία των παραβιάσεων που έχουν εκτιμηθεί από τα μοντέλα που σχεδιάσαμε. Αν υποθέσουμε ότι οι παραβιάσεις συμβαίνουν σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (clustering), τότε ο κίνδυνος χρεοκοπίας αυξάνεται κατακόρυφα, σε αντίθεση με το αν οι παραβιάσεις είναι διασπαρμένες τυχαία μέσα στο χρόνο. Η προηγούμενη λοιπόν μέθοδος δεν λαμβάνει υπόψη της αυτή την πολύ σημαντική παράμετρο που δηλώνει το πόσο γρήγορα το μοντέλο μας μπορεί να αντιδράσει στην καινούρια πληροφορία. Επομένως απορρίπτουμε VaR μοντέλα των οποίων οι παραβιάσεις είναι κατανεμημένες σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Υποθέτουμε ότι οι παραβιάσεις του μοντέλου είναι κατανεμημένες σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αν σήμερα παρατηρήσουμε μία παραβίαση, τότε υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να παραβιαστεί το μοντέλο την ακριβώς επόμενη ημέρα. Ως στόχο έχουμε την κατασκευή ενός ελέγχου που θα απορρίπτει το μοντέλο μας όταν είναι εξαρτημένο του χρόνου. Θεωρούμε ότι η δείκτρια συνάρτηση $\{I_t\}$ για $t=1, \dots, T$ είναι εξαρτημένη από τον χρόνο και περιγράφεται από μία Μαρκοβιανή αλυσίδα πρώτης τάξης με πίνακα πιθανοτήτων τον εξής:

$$\Pi_1 = \begin{bmatrix} 1 - \pi_{01} & \pi_{01} \\ 1 - \pi_{11} & \pi_{11} \end{bmatrix}$$

όπου

$\pi_{01} = Pr(I_t=0 \text{ και } I_{t+1}=1)$ δηλαδή είναι η πιθανότητα σήμερα να μην υπάρχει παραβίαση του μοντέλου, ενώ αύριο να υπάρξει παραβίαση.

$\pi_{11} = Pr(I_t=1 \text{ και } I_{t+1}=1)$ δηλαδή η πιθανότητα σήμερα να υπάρχει παραβίαση του μοντέλου, αλλά να υπάρξει και αύριο.

$1-\pi_{01}$ = η πιθανότητα, η σημερινή μη παραβίαση να μην ακολουθείται από παραβίαση την επόμενη ημέρα.

$1-\pi_{11}$ = η πιθανότητα, η σημερινή παραβίαση να μην ακολουθείται από παραβίαση την επόμενη ημέρα.

Η πρώτη τάξης Μαρκοβιανή αλυσίδα έχει την ιδιότητα ότι μόνο η πληροφορία της σημερινής ημέρας επηρεάζει το αποτέλεσμα της επόμενης ημέρας.

Έχοντας ένα δείγμα T παρατηρήσεων η συνάρτηση πιθανοφάνειας της Μαρκοβιανής αλυσίδας πρώτης τάξης γράφεται ως εξής:

$$L(\Pi_1) = (1 - \pi_{01})^{T_{00}} \pi_{01}^{T_{01}} (1 - \pi_{11})^{T_{10}} \pi_{11}^{T_{11}},$$

όπου T_{ij} είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων όταν μετά το i ακολουθεί ένα j για $i, j=0,1$.

Δηλαδή αναλυτικότερα,

T_{00} = ο αριθμός των ημερών που δεν υπήρξε παραβίαση την προηγούμενη ημέρα, αλλά δεν υπήρξε ούτε την επόμενη.

T_{01} = ο αριθμός των ημερών που δεν υπήρξε παραβίαση την προηγούμενη ημέρα, αλλά υπήρξε την επόμενη.

T_{10} = ο αριθμός των ημερών που υπήρξε παραβίαση την προηγούμενη ημέρα, αλλά δεν υπήρξε την επόμενη.

T_{11} = ο αριθμός των ημερών που υπήρξε παραβίαση την προηγούμενη ημέρα, καθώς και την επόμενη.

Μετά από την κατά μέρη παραγωγή της $L(\Pi_1)$ ως προς π_{01} και π_{11} προκύπτουν οι εκτιμήσεις των πιθανοτήτων:

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

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

$$\hat{\pi}_{00} = 1 - \hat{\pi}_{01} = \frac{T_{00}}{T_{00} + T_{01}}$$

$$\hat{\pi}_{10} = 1 - \hat{\pi}_{11} = \frac{T_{10}}{T_{10} + T_{11}}$$

Επομένως ο πίνακας πιθανοτήτων που προκύπτει αφού εκτιμήσαμε τις πιθανότητες είναι ο εξής:

$$\hat{\Pi}_1 = \begin{bmatrix} \frac{T_{00}}{T_{00} + T_{01}} & \frac{T_{01}}{T_{00} + T_{01}} \\ \frac{T_{10}}{T_{10} + T_{11}} & \frac{T_{11}}{T_{10} + T_{11}} \end{bmatrix}$$

Αν όμως τώρα θεωρήσουμε την δείκτρια συνάρτηση να είναι ανεξάρτητη ως προς τον χρόνο, δηλαδή η πιθανότητα για την ύπαρξη παραβίασης την επόμενη ημέρα να μην επηρεάζεται από την παραβίαση ή μη της προηγούμενης ημέρας, μπορούμε να γράψουμε τις πιθανότητες με την ακόλουθη μορφή, $\pi_{01} = \pi_{11} = \pi$. Επομένως ο πίνακας των πιθανοτήτων αποκτά την εξής μορφή:

$$\hat{\Pi} = \begin{bmatrix} 1 - \hat{\pi} & \hat{\pi} \\ 1 - \hat{\pi} & \hat{\pi} \end{bmatrix}$$

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα, αναγόμεστε στον έλεγχο υπόθεσης για την ανεξαρτησία των παραβιάσεων σε σχέση με τον χρόνο, δηλαδή, $\pi_{01} = \pi_{11}$ χρησιμοποιώντας τον εξής δείκτη πιθανοφάνειας:

$$LR_{ind} = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\Pi})}{L(\hat{\Pi}_1)} \right] \sim X_1^2$$

όπου $L(\hat{\Pi})$ είναι η πιθανοφάνεια κάτω από την εναλλακτική υπόθεση του προηγούμενου μοντέλου backtesting LR_{uc} . Ο LR_{ind} ακολουθεί X^2 κατανομή με ένα

βαθμό ελευθερίας. Στη συνέχεια υπολογίζουμε το p-value όπως και στο προηγούμενο μοντέλο και ανάλογα με το διάστημα εμπιστοσύνης που έχουμε επιλέξει αποφασίζουμε αν θα απορρίψουμε την υπόθεση της ανεξαρτησίας.

5.4 Conditional Coverage Testing

Σε αυτή την μέθοδο backtesting μας ενδιαφέρει ταυτόχρονα αν οι παραβιάσεις του VaR είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους καθώς και αν ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων είναι ορθός. Με την εφαρμογή ελέγχου υποθέσεων, κάτω από την μηδενική υπόθεση, εξετάζουμε την παράμετρο της ανεξαρτησίας καθώς επίσης αν ο αριθμός των παραβιάσεων ακολουθεί X^2 κατανομή με δύο βαθμούς ελευθερίας. Ο δείκτης πιθανοφάνειας είναι ο εξής:

$$LR_{cc} = -2 \ln \left[\frac{L(p)}{L(\hat{\pi}_1)} \right] \sim X_2^2$$

δηλαδή:

$$LR_{cc} = -2 \ln[(1-p)^{T_{01}} p^{T_{11}}] + 2 \ln[(1-\hat{\pi}_{01})^{T_{00}} \hat{\pi}_{01}^{T_{01}} (1-\hat{\pi}_{11})^{T_{10}} \hat{\pi}_{11}^{T_{11}}] \sim X_2^2$$

θεωρώντας ότι $\pi_{01} = \pi_{11} = p$.

Ο δείκτης πιθανοφάνειας LR_{cc} συνδυάζει την μηδενική υπόθεση από τον LR_{uc} δείκτη πιθανοφάνειας με την εναλλακτική υπόθεση από τον δείκτη πιθανοφάνειας LR_{ind} .

Αποδεικνύεται δηλαδή ότι:

$$LR_{cc} = LR_{uc} + LR_{ind}$$

που προκύπτει από την εξής ισοδυναμία:

$$LR_{cc} = -2 \ln \left[\frac{L(p)}{L(\hat{\pi}_1)} \right]$$

$$= -2 \ln \left[\left\{ \frac{L(p)}{L(\hat{\pi})} \right\} \left\{ \frac{L(\hat{\pi})}{L(\hat{\pi}_1)} \right\} \right]$$

$$= -2\ln \left[\frac{L(p)}{L(\hat{\pi})} \right] - 2\ln \left[\frac{L(\hat{\pi})}{L(\hat{\pi}_1)} \right]$$

$$= LR_{uc} + LR_{ind}$$

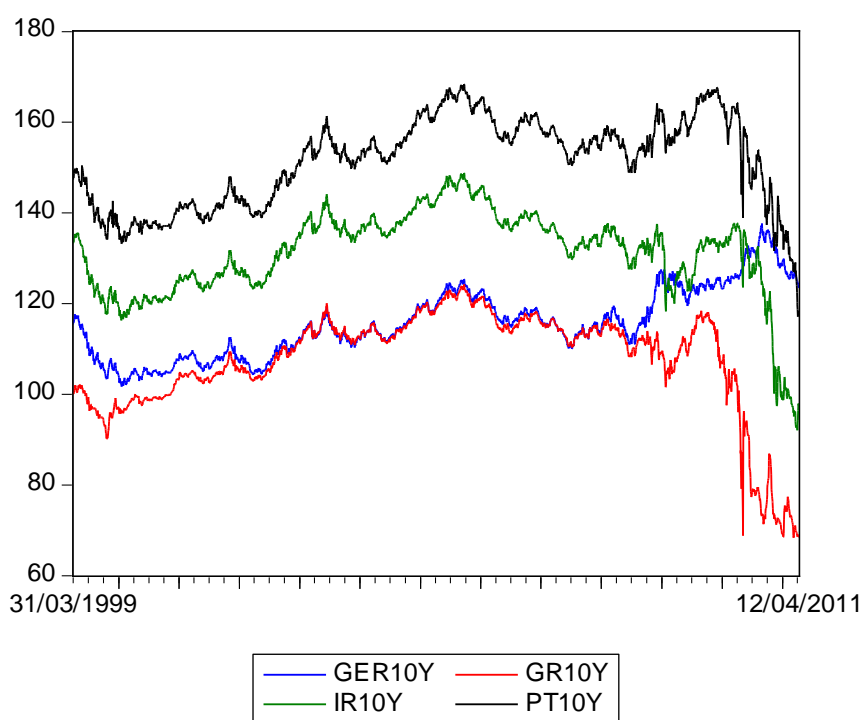
Η συγκεκριμένη μέθοδος θεωρείται η καταλληλότερη, αλλά υπάρχουν προβλήματα που παρουσιάζονται στις δύο προηγούμενες μεθόδους, καθώς η LR_{cc} πρόκειται για το άθροισμα τους.

Κεφάλαιο 6

Πορεία των υπό ανάλυση κυβερνητικών ομολόγων

Στα παρακάτω γραφήματα παρατίθεται η αξία των κυβερνητικών ομολόγων διάρκειας 10 ετών τεσσάρων χωρών, της Ελλάδας, της Ιρλανδίας, της Πορτογαλίας και της Γερμανίας. Οι τρεις πρώτες χώρες είναι αυτές που εμπλακήκανε περισσότερο από κάθε άλλη στην κρίση κυβερνητικού χρέους που ξεκίνησε το 2010 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα σε αντίθεση με την Γερμανία, την πλέον οικονομικά σταθερή χώρα της ευρωζώνης.

Παρατηρώντας το γράφημα 6.1 στο οποίο απεικονίζεται η πορεία της αξίας των τεσσάρων ομολόγων, αυτό που εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι ότι υπάρχει μία παράλληλη πορεία της αξίας των ομολόγων στη δευτερογενή αγορά, από τις αρχές του 1999 μέχρι τα τέλη του 2010 για τα τρία πρώτα κυβερνητικά ομόλογα. Παρατηρούμε ότι στις αρχές του 1999 Ιρλανδία, Πορτογαλία και Γερμανία έχουν ακριβώς την ίδια πορεία η οποία προφανώς δικαιολογείται στο γεγονός ότι την 1^η Ιανουαρίου του 1999 αυτές οι τρεις μαζί με οκτώ ακόμα Ευρωπαϊκές χώρες αποφάσισαν να αντικαταστήσουν τα εθνικά τους νομίσματα προς χάριν του ευρώ.



Γράφημα 6.1: Τιμές 10ετών ομολόγων Γερμανίας, Ελλάδας, Ιρλανδίας, Πορτογαλίας.

Για την Ελλάδα η απόφαση για αντικατάσταση της δραχμής έρχεται στις 3 Μαΐου του 2000 που από εκεί και πέρα, η αξία των δεκαετών ομολόγων της ακολουθεί αυτήν της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας.

Προφανώς, οι παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές των κυβερνητικών ομολόγων από εδώ και στο εξής είναι οι ίδιοι για όλες τις χώρες της ευρωζώνης αφού ακολουθούν την ίδια οικονομική πολιτική. Αλλάζει μόνο η κλίμακα του επηρεασμού που προφανώς οφείλεται στο μέγεθος και την δυναμική της εκάστοτε οικονομίας. Αυτή η παράλληλη πορεία συνεχίζεται μέχρι τις αρχές του 2008. Λόγω του διεθνούς

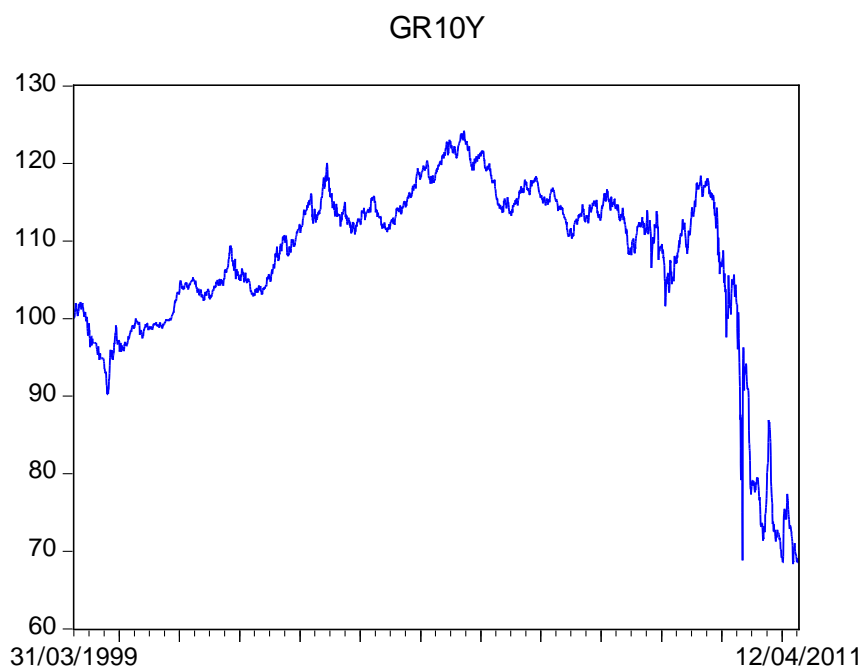
αβέβαιου περιβάλλοντος, παύει να υφίσταται η παράλληλη πορεία της τιμής των δεκαετών ομολόγων των τεσσάρων χωρών. Συνεχίζει όμως να είναι παράλληλη η πορεία της Ελλάδας, της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας μιας και αντιμετώπιζαν το ίδιο πρόβλημα, το υψηλό εξωτερικό χρέος, με κάποιες αποκλίσεις που οφείλονται κυρίως στις αντιστάσεις των τριών οικονομιών μέσα στην τετραετία της κρίσης, από το 2008 έως το 2011.

6.1 Ελλάδα

Ξεκινώντας την ανάλυση του γραφήματος της αξίας των δεκαετών ομολόγων της Ελλάδας, παρατηρούμε ότι δεν υπήρξε κάποια ιδιαίτερη διόρθωση στην τιμή του ομολόγου κατά τη διάρκεια του 2004 όταν και αποκαλύφθηκε ότι τα κριτήρια που επέτρεπαν την είσοδο της Ελλάδας στην ευρωζώνη είχαν τροποποιηθεί μέσω ψευδών στατιστικών.

Παρά λοιπόν την αναμενόμενη μείωση, παρατηρήθηκε αύξηση της ονομαστικής αξίας η οποία μάλιστα έφτασε στην μέγιστη τιμή δωδεκαετίας, μέσα στο δεύτερο εξάμηνο του 2005. Από τότε μέχρι και το δεύτερο εξάμηνο του 2008 παρατηρήθηκε μία σταδιακή μείωση η οποία μεγιστοποιήθηκε μέσα στο πρώτο εξάμηνο του 2008 που και έφτασε σε χαμηλό πενταετίας.

Μέσα στο 2008 παρατηρήθηκαν μεγάλες μεταβολές στις τιμές στην αγορά των ομολόγων σε παγκόσμια κλίμακα. Διεθνώς, ήταν ιδιαίτερος αυξημένη η αβεβαιότητα για τις επιπτώσεις της χρηματοπιστωτικής κρίσης, με αποτέλεσμα οι επενδυτές να επανεκτιμούν τον κίνδυνο που λαμβάνουν με αυξητική διάθεση. Τόσο σε περιφερειακές αγορές της ζώνης του ευρώ, όσο και στην ελληνική αγορά ομολόγων παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στη διαφορά των αποδόσεων μεταξύ των ομολόγων του Ελληνικού και του Γερμανικού δημοσίου.



Γράφημα 6.2: Τιμή του 10ετούς ελληνικού ομολόγου

Τα ελληνικά ομόλογα στην διετία 2008-2009 δεν είχαν πορεία ανάλογη με αυτή των κρατικών ομολόγων της ζώνης του ευρώ. Όπως προείπαμε το πρώτο εξάμηνο η τιμή του ελληνικού δεκαετούς ομολόγου μειώθηκε λόγω των ανησυχιών των επενδυτών. Στη συνέχεια και μέχρι το πρώτο τρίμηνο του 2009 η τιμή αυξήθηκε σημαντικά λόγω της ελαφριάς βελτίωσης του επενδυτικού κλίματος που ενίσχυσε τη διάθεση των επενδυτών για ανάληψη κινδύνου και ευνόησε τα ομόλογα των χωρών της ζώνης του ευρώ με χαμηλότερη πιστοληπτική διαβάθμιση. Από εκείνο το σημείο και ύστερα εντοπίζεται μεγάλη πτώση της τιμής των ομολόγων και φτάνουμε στον Σεπτέμβριο του 2009 που ανακοινώνονται εκλογές από τον Πρωθυπουργό της χώρας που μέχρι την διεξαγωγή των εκλογών και την ανάδειξη αυτόνομης κυβέρνησης παρατηρήθηκε πολύ μεγάλη πτώση στις τιμές των ομολόγων κυρίως λόγω της περιρρέουσας ατμόσφαιρας, περί ακυβερνησίας.

Όντας στις αρχές του 2010 είναι έκδηλη η ανησυχία των αγορών για το υπερβολικό δημόσιο χρέος χωρών όπως η Ελλάδα, η Ιρλανδία και η Πορτογαλία έχοντας σαν συνέπεια την περαιτέρω πτώση των τιμών. Τότε υποστηρίζεται ότι «τα hedge funds και άλλοι κερδοσκόποι ευθύνονται για την εκμετάλλευση της κρίσης χρέους της

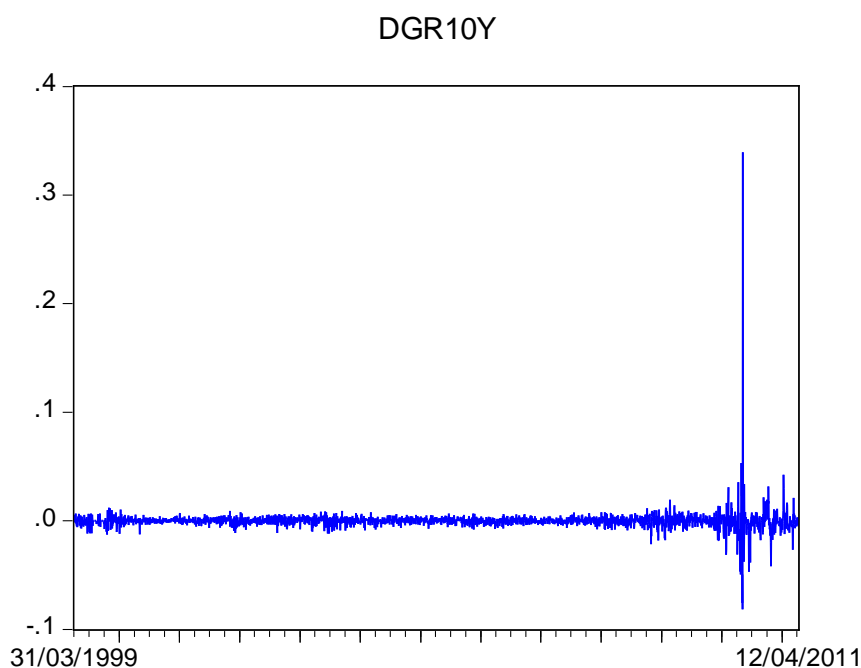
Ελλάδας και άλλων χωρών» με τις τιμές των ομολόγων να συνεχίζουν την ελεύθερη πτώση.

Στο επόμενο τρίμηνο υπάρχει η φημολογία στο εσωτερικό αλλά και στο εξωτερικό της χώρας για την ενδεχόμενη είσοδο της στον Ευρωπαϊκό μηχανισμό στήριξης σε συνεργασία με το ΔΝΤ (Διεθνές Νομισματικό Ταμείο) με τις τιμές των ομολόγων να αυξάνονται. Στις 23 Απριλίου 2010 η Ελληνική κυβέρνηση ανακοινώνει ότι ζήτησε τη στήριξη της ΕΕ και του ΔΝΤ για δάνειο ύψους 45 δισεκατομμυρίων ευρώ.

Στις 27 Απριλίου 2010 ο οίκος αξιολόγησης S&P (Standard & Poor) υποβάθμισε την πιστοληπτική ικανότητα της χώρα στο BB+ και οι φόβοι για πτώχευση της χώρας οδηγούν τις τιμές των ομολόγων σε πτώση. Μάλιστα υπολογίστηκε από τον οίκο αξιολόγησης S&P ότι σε περίπτωση πτώχευσης, οι επενδυτές σε ελληνικά κυβερνητικά ομόλογα, θα έχαναν 30-50% των χρημάτων τους.

Ο φόβος όμως περί πτώχευσης παρέμενε οδηγώντας τις τιμές των ομολόγων σε ιστορικά χαμηλά. Την 1η Μαΐου 2010 προτάθηκε μία σειρά από αυστηρά μέτρα, κάτι που έπεισε την Γερμανία για την εκταμίευση ενός μεγαλύτερου δανείου ύψους 110 δισεκατομμυρίων ευρώ από τους ΕΕ/ΔΝΤ. Λόγω της εκταμίευσης του δανείου ο κίνδυνος της χρεοκοπίας απομακρύνθηκε έστω για λίγο και έτσι αυξήθηκε η τιμή των ομολόγων μέχρι να ξαναπέσει, αφού τα σκληρά μέτρα έφεραν τα αντίθετα αποτελέσματα με την ελληνική οικονομία να μπαίνει σε μεγαλύτερη ύφεση και η πιθανότητα της χρεοκοπίας ολοένα να αυξάνεται. Παρότι δεν έχουμε τα δεδομένα με την τιμή των ομολόγων πέρα του Απριλίου του 2011, ο οίκος αξιολόγησης S&P υποβάθμισε την πιστοληπτική δυνατότητα της χώρας στην κατηγορία CCC, την χαμηλότερη του κόσμου.

Το γράφημα 6.3 παρουσιάζει τις αποδόσεις των τιμών των ελληνικών δεκαετών ομολόγων και όπως ήδη έχουμε επισημάνει, περίοδοι με υψηλή μεταβλητότητα αφορούν απότομες αυξομειώσεις τιμών και μία γενικότερη αβεβαιότητα στις αγορές.



Γράφημα 6.3: Αποδόσεις (returns) του ελληνικού 10ετούς ομολόγου.

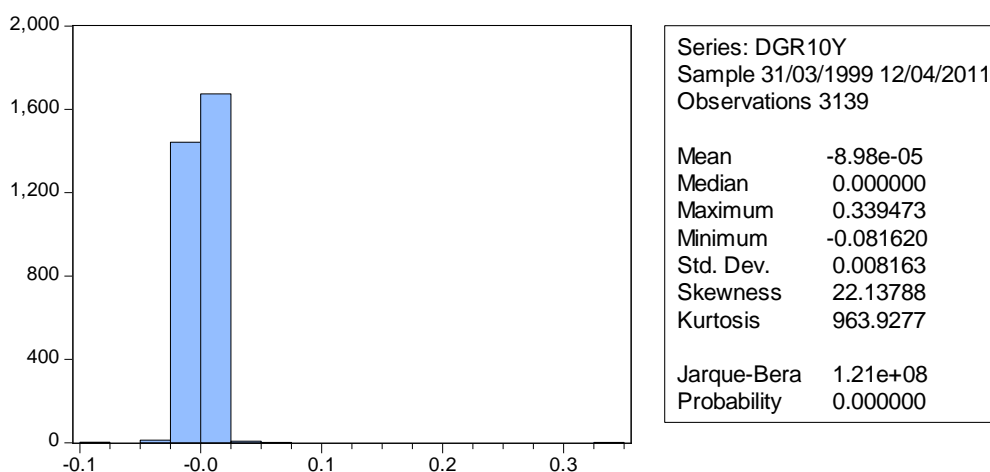
Πράγματι, αν ελέγξουμε τις χρονικές περιόδους σε σχέση με την ανάλυση των τιμών που κάναμε προηγουμένως, θα επαληθεύσουμε ότι στη περίοδο 1999-2000 υπήρξε μία σημαντική πτώση, η οποία απεικονίζεται καθαρά από την υψηλότερη μεταβλητότητα, σε σχέση με τα επόμενα χρόνια που η μεταβλητότητα είναι πάρα πολύ χαμηλή. Ιδιαίτερα, από το 2000 έως τα τέλη του 2007 κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά ποσοστά ενώ από το τέλος του 2007 και μετά αυξάνεται κατακόρυφα λόγω της αβεβαιότητας που προκάλεσε η παγκόσμια οικονομική κρίση.

Την περίοδο 2008-2009 παρατηρούνται ακραίες αποδόσεις λόγω την πτώχευσης της Lehman Brothers και των συνεπειών της στην παγκόσμια διατραπεζική αγορά, ενώ τους πρώτους τρεις μήνες του 2009 παρατηρούνται ξανά αποδόσεις πιο κοντά σε αυτές πιο φυσιολογικών περιόδων σε επαλήθευση της γενικότερης βελτίωσης του επενδυτικού κλίματος που είχαμε αναφέρει προηγουμένως

Όμως τα πάντα αλλάζουν από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 και μετά με σταδιακή αύξηση των θετικών και αρνητικών αποδόσεων φτάνοντας στις υψηλότερες παρατηρήσεις αποδόσεων μέσα σε όλο το δείγμα μας, από το 1999 έως το 2011 που

ταυτίζεται με την περίοδο προκήρυξης και διεξαγωγής των βουλευτικών εκλογών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα καταλαβαίνουμε ότι υπήρχε πολύ μεγάλη αβεβαιότητα στις αγορές. Επομένως το στοιχείο που εξάγαμε είναι ότι οι αγορές ενδιαφέρονται όχι μόνο για την δημοσιονομική κατάσταση μιας χώρας, αλλά και της πολιτικής κατάστασης που υφίσταται, με την πληροφορία δηλαδή να εισάγεται στην αγορά.

Στη συνέχεια, παρότι οι αποδόσεις του ομολόγου μειώνονται αισθητά για ένα διάστημα τριών μηνών, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 αυξάνεται κατακόρυφα με την προσφυγή της χώρας στον μηχανισμό στήριξης της ΕΕ/ΔΝΤ, αφού η αβεβαιότητα των αγορών επιστρέφει με την αύξηση του κινδύνου επικράτειας (Sovereign Risk) και αυτό για ένα χρονικό διάστημα μέχρι να προβληθεί ξανά ότι η χώρα έχει ανάγκη από επιπλέον κεφάλαια.



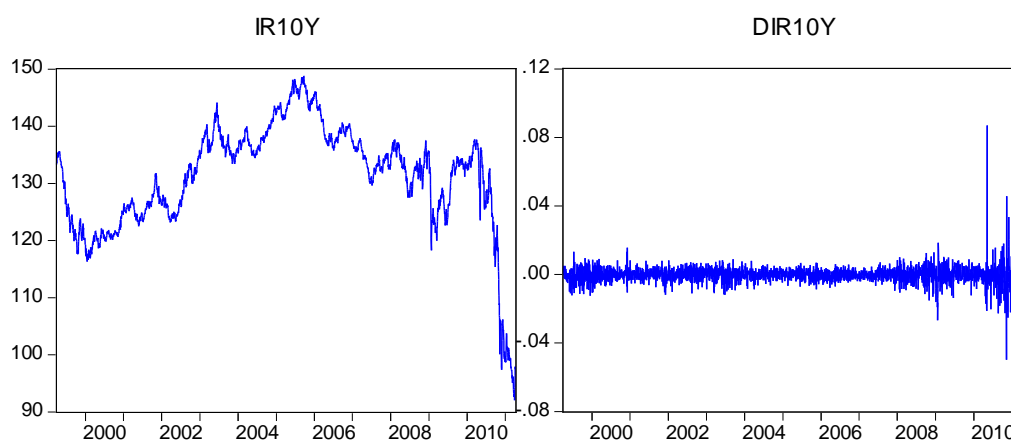
Γράφημα 6.4

Η μεγαλύτερη απόδοση που εμφανίζεται είναι 33.94%, ενώ η χαμηλότερη απόδοση είναι -8.162%. Κατά μέσο όρο η μέση τιμή των αποδόσεων του ελληνικού ομολόγου είναι -0.0898% και η τυπική απόκλιση 0.8163. Υπάρχει θετική ασυμμετρία 22.137. Η κατανομή είναι λεπτόκυρτη και παρουσιάζει ακραίες τιμές. Έχει δηλαδή βαριές ουρές κάτι που φαίνεται από την θετική υπερβάλλουσα κύρτωση η τιμή της οποίας είναι 963.927. Από το Jarque-Bera τεστ και το p-value που βλέπουμε ότι είναι μικρότερο του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας καταλήγουμε στο ότι πρέπει να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση, δηλαδή ότι οι αποδόσεις δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή.

6.2 Ιρλανδία

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η κρίση χρέους στην Ιρλανδία οφειλόταν στις υπερχρεωμένες τράπεζες της. Η Ιρλανδία έχει το δεύτερο υψηλότερο κατά κεφαλή χρέος σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτό το χρέος καλύπτεται από την κυβέρνηση μέσω της εθνικοποίησης των τραπεζών.

Επειδή όμως μεγάλο ποσοστό των κυβερνητικών κονδυλίων διοχετεύτηκαν στην διάσωση των τραπεζών, υποβαθμίστηκε η πιστοληπτική ικανότητα της χώρας τον Αύγουστο του 2010 από τους οίκους αξιολόγησης, κάτι που φαίνεται από την υψηλότερη μεταβλητότητα στην τιμή των δεκαετών ομολόγων της αφού με αυτόν τον τρόπο αυξήθηκε η αβεβαιότητα των κατόχων των ιρλανδικών ομολόγων.



Γράφημα 6.5 : Τιμή και αποδόσεις του 10ετούς ιρλανδικού ομολόγου.

Παίρνοντας τα δεδομένα με την σειρά, παράλληλα με το ξέσπασμα της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, η ανάπτυξη της οικονομία της Ιρλανδίας το 2007 βρίσκεται στο 4.7%, όταν το 2008 περνάει σε αρνητικό έδαφος στο -1.7% και στο -7.1% το 2009. Παρόλη την αρνητική τροπή, παρατηρούμε μέσω του Γραφήματος 6.5 την άνοδο της τιμής του δεκαετούς ομολόγου μέχρι το τρίτο εξάμηνο του 2009 που και ξεκίνησε η φημολογία και οι πιέσεις προς την κυβέρνηση της Ιρλανδίας για παροχή οικονομικής βοήθειας κάτι τελικά που κατέστη δυνατό τον Νοέμβριο του 2010. Παρά τις αντίθετες προβλέψεις της Ιρλανδικής κυβέρνησης, το ακαθάριστο εθνικό προϊόν της

χώρας μειώθηκε κατά 1%, έχοντας για τρία συναπτά έτη αρνητικούς ρυθμούς ανάπτυξης.

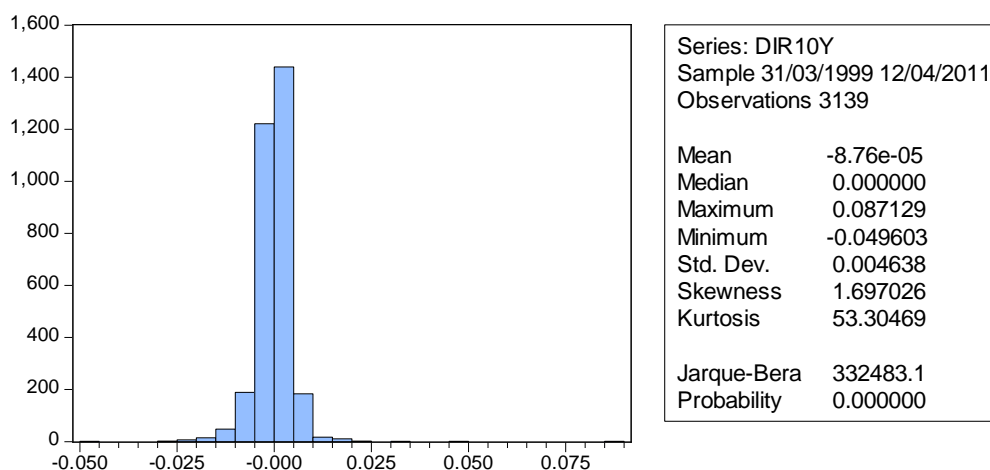
Παρατηρώντας το Γράφημα 6.5 των αποδόσεων των ιρλανδικών δεκαετών ομολόγων βγάζουμε το συμπέρασμα ότι η ανησυχία των αγορών και προφανώς των κατόχων των ομολόγων ξεκίνησε με την εμφάνιση αρνητικών ρυθμών ανάπτυξης της ιρλανδικής οικονομίας το 2007 παράλληλα με την κρίση των στεγαστικών δανείων στις ΗΠΑ. Αυτό φαίνεται από τις υψηλές αποδόσεις των ομολόγων σε σχέση με την προηγούμενη πενταετία. Οι αυξημένες αποδόσεις συνεχίστηκαν με αυξητικούς ρυθμούς μέχρι το δεύτερο τρίμηνο του 2008 και άρχισε να υποχωρεί σταδιακά από τον Σεπτέμβριο του 2008, όταν η ιρλανδική κυβέρνηση ανήγγειλε ότι θα προστατέψει τις ιρλανδικές τράπεζες με οικονομικά πακέτα στήριξης.

Στο τρίτο τρίμηνο του 2009 παρατηρείται αναταραχή στις αγορές που αφορούν τα ιρλανδικά ομόλογα και επαληθεύεται από το Γράφημα 6.5. Είναι όμως πολύ σημαντικό να σημειώσουμε ότι την συγκεκριμένη χρονική περίοδο τα ομόλογα και των τριών υπό ανάλυση χωρών παρουσιάζουν πάρα πολύ υψηλές αποδόσεις, και υποθέτουμε ότι οφείλονται στον ίδιο λόγο.

Η διεθνής αναταραχή όμως δεν σταμάτησε εκεί αφού για το υπόλοιπο του 2009 και μέχρι τον Νοέμβριο του 2010 υπήρχε ο κίνδυνος πτώχευσης και των τριών χωρών με αποτέλεσμα τις υψηλότερες αποδόσεις που εμφανίζονται. Η Ιρλανδία όμως πιέζεται από τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες να καταφύγει στον Ευρωπαϊκό Μηχανισμό Στήριξης, πιέσεις που είχαν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αβεβαιότητα για το αν η Ιρλανδία τελικά προσφύγει στον εν λόγω μηχανισμό. Αυτή η αβεβαιότητα είναι εμφανής κατά το δεύτερο και τρίτο τρίμηνο του 2010 με τις αποδόσεις που παρατηρούνται. Έτσι καταλήγουμε στον Νοέμβριο του 2010 που η Ιρλανδική κυβέρνηση αποφασίζει να προσφύγει στον Ευρωπαϊκό Μηχανισμό Στήριξης με επικουρία από το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο.

Παρόλη την οικονομική βοήθεια των 80 δισεκατομμυρίων ευρώ η τιμή του ιρλανδικού ομολόγου συνεχίζει να μειώνεται όπως φαίνεται στο Γράφημα 6.5, ενώ η αβεβαιότητα παραμένει υψηλή παρά τις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για ανάπτυξη της ιρλανδικής οικονομίας της τάξης του 3%.

Από τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία που παρατηρούμε η μέγιστη απόδοση του ιρλανδικού ομολόγου στο υπό ανάλυση χρονικό διάστημα είναι το 8.71% ενώ η ελάχιστη απόδοση είναι η -4.96%. Ο μέσος όρος των αποδόσεων κυμαίνονται στο -0.00876% με τυπική απόκλιση 0.463. Έχουμε θετική ασυμμετρία 1.697 δηλαδή η πιθανότητα να παρουσιάσει τιμές πάνω από την διάμεσο είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα να παρουσιάσει τιμές κάτω από την διάμεσο.



Γράφημα 6.6

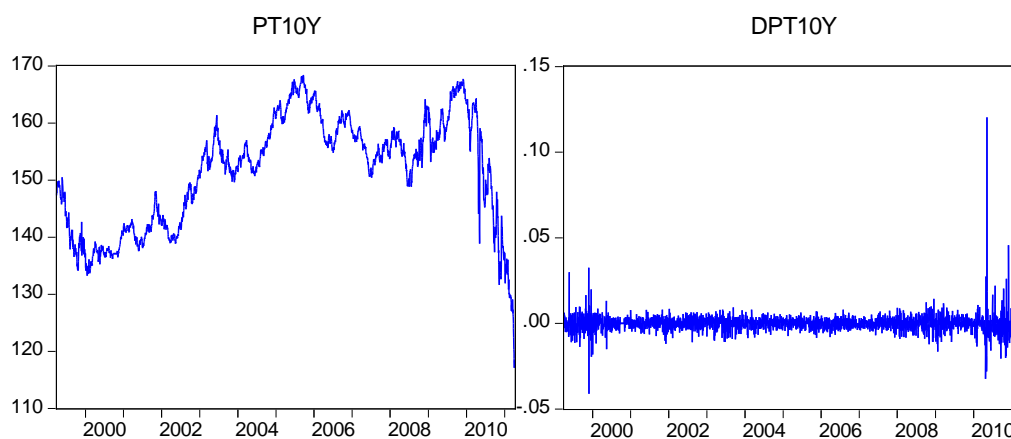
Η κατανομή είναι λεπτόκυρτη και παρουσιάζει ακραίες τιμές δηλαδή βαριές ουρές κάτι που φαίνεται από την υπερβάλλουσα θετική κύρτωση 53.304. Από το Jarque-Bera τεστ αλλά και το p-value που παρατηρείται απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση, δηλαδή οι αποδόσεις του ιρλανδικού ομολόγου δεν ακολουθούν την κανονικά κατανομή.

6.3 Πορτογαλία

Η τρίτη χρονικά χώρα της ευρωζώνης που αντιμετώπισε την κρίση χρέους ήταν η Πορτογαλία. Εξάλλου αυτό φαίνεται από το διάγραμμα των τιμών στο Γράφημα 6.7, που από τα μέσα του 2009 υπήρξε κάθετη πτώση της τιμής του δεκαετούς κυβερνητικού ομολόγου της χώρας.

Επίσης ήταν η τρίτη χώρα μετά τις Ελλάδα και Ιρλανδία που αναγκάστηκε να δανειστεί από τον Ευρωπαϊκό Μηχανισμό Στήριξης και το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, ώστε να καλύψει τις δανειακές της ανάγκες και να αποφύγει την χρεοκοπία.

Τα δεδομένα μας ξεκινούν από το 1999 που όπως και στο κυβερνητικό ομόλογο της Ιρλανδίας παρατηρείται πτωτική κίνηση μέχρι τις αρχές του 2000. Τότε παρατηρείται μία ανοδική τάση η οποία κορυφώθηκε με την επίσημη κυκλοφορία του ευρώ.



Γράφημα 6.7 : Τιμή και αποδόσεις του 10ετούς ομολόγου της Πορτογαλίας.

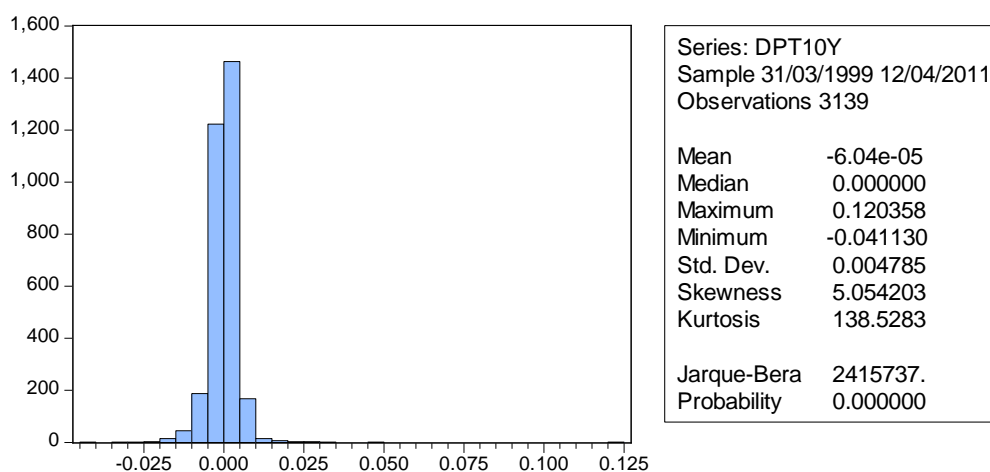
Η μέγιστη τιμή του ομολόγου εμφανίστηκε στις αρχές του 2005, που ακολούθησε μία διόρθωση της τιμής μέχρι τις αρχές του 2008. Σε συνδυασμό με την αβεβαιότητα που προέκυψε από την παγκόσμια οικονομική κρίση, πολλοί επενδυτές στράφηκαν προς τα κυβερνητικά ομόλογα που μέχρι τότε θεωρούνταν ως επένδυση με μηδενικό ρίσκο. Αυτό όμως άλλαξε από τις αρχές του 2010, όταν και τα κυβερνητικά ομόλογα χωρών με υπέρογκο δημόσιο χρέος άρχισαν να θεωρούνται επισφαλής, παρότι οι εκδότριες χώρες ήταν χώρες μέλη της ευρωζώνης. Φυσικά λόγω αυτών των εξελίξεων επηρεάστηκε και το ίδιο το ευρώ στις διεθνείς αγορές.

Παρατηρώντας το Γράφημα 6.7 με το διάγραμμα των αποδόσεων του δεκαετούς πορτογαλικού ομολόγου, βλέπουμε τις υψηλές αποδόσεις τον Σεπτέμβριο του 2009 η οποία όμως μειώνεται, αλλά παραμένει σε υψηλά επίπεδα και τους επόμενους μήνες.

Η εμφάνιση των υψηλών αποδόσεων που παρατηρούνται είναι δείγμα της ανησυχίας που επικρατεί μέχρι και σήμερα στους κατόχους των πορτογαλικών ομολόγων λόγω της αβεβαιότητας για τις δημοσιονομικές μεταρρυθμίσεις που πρέπει να

εφαρμοστούν από την πορτογαλική κυβέρνηση, που σε συνδυασμό με την υποβάθμιση της πιστοληπτικής ικανότητας της από τους οίκους αξιολόγησης οδηγεί τα πορτογαλικά ομόλογα στο να έχουν υψηλή διακύμανση στις αποδόσεις της τιμής τους. Επίσης η αβεβαιότητα που υπάρχει έγκειται και στο γεγονός της εισόδου ή μη στον Ευρωπαϊκό Μηχανισμό Στήριξης και αντίστοιχα στην πιθανότητα της πτώχευσης.

Από τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία που παρουσιάζονται στο Γράφημα 6.8, προκύπτει ότι η μέγιστη απόδοση των πορτογαλικών δεκαετών ομολόγων είναι στο 12.03%, ενώ η ελάχιστη απόδοση είναι -4.11%. Η μέση τιμή των αποδόσεων είναι -0.00604% ενώ η τυπική απόκλιση 0.4785. Υπάρχει θετική ασυμμετρία 5.0542 ενώ η κατανομή είναι λεπτόκυρτη. Επίσης, παρουσιάζει ακραίες τιμές, δηλαδή βαριές ουρές γεγονός που φαίνεται από την υπερβάλλουσα θετική κύρτωση με τιμή 138.528. Από το Jarque-Bera τεστ και το p-value που προκύπτει, οδηγούμαστε στο να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση της κανονικότητας, δηλαδή στο ότι οι αποδόσεις του πορτογαλικού ομολόγου δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή.



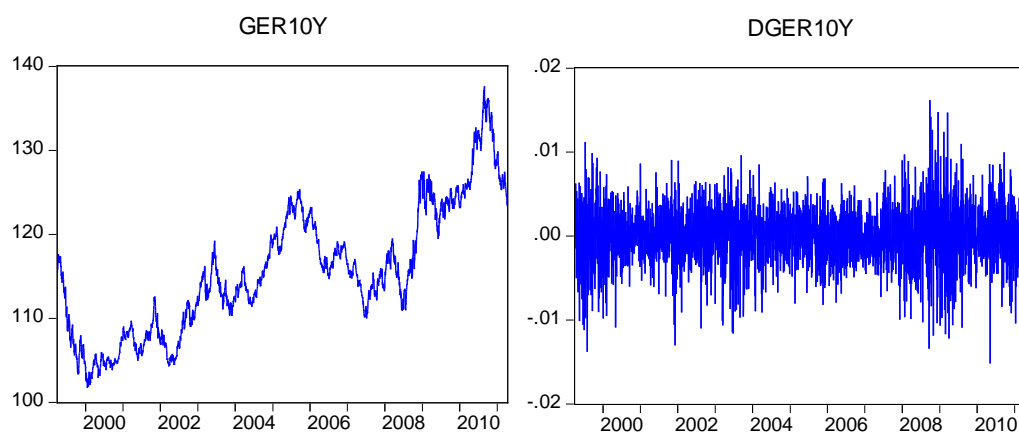
Γράφημα 6.8

6.4 Γερμανία

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας, η τιμή του δεκαετούς γερμανικού ομολόγου έχει την ίδια πορεία με τα αντίστοιχα της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας ξεκινώντας στις

31/3/1999 έχοντας έντονα καθοδική πορεία μέχρι τις αρχές του 2000. Ακολουθεί ανοδική πορεία μέχρι το δεύτερο τρίμηνο του 2005 και στη συνέχεια παρατηρείται μία διόρθωση μέχρι το δεύτερο τρίμηνο του 2007. Στις αρχές του 2008 η τιμή του δεκαετούς ομολόγου βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με αυτήν του 2007. Από το 2008 λοιπόν και ύστερα παρατηρείται μεγάλη αύξηση της τιμής, αφού από τις 110 που άξιζε στις αρχές του 2008 έφτασε μέχρι και τις 138 μονάδες στις αρχές του 2010.

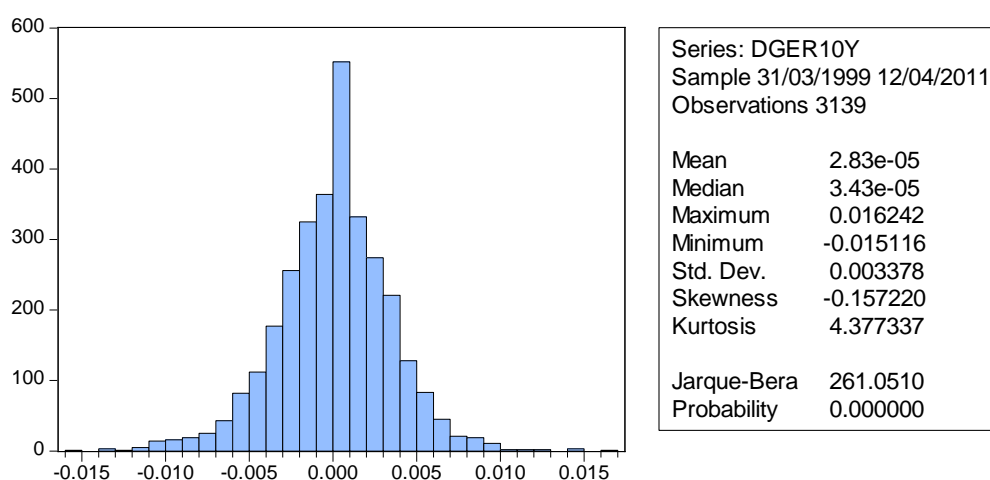
Αν κοιτάξουμε το Γράφημα 6.1 θα παρατηρήσουμε ότι ενώ τα ομόλογα της Ελλάδας, Ιρλανδίας, Πορτογαλίας αυτή τη περίοδο παρουσιάζουν κάθετη πτώση, αυτό της Γερμανίας παρουσιάζει αύξηση κάτι που προφανώς οφείλεται στη στροφή των επενδυτών σε ομόλογα χωρών με υψηλή πιστοληπτική ικανότητα σαν αυτό της Γερμανίας.



Γράφημα 6.9: Τιμή και αποδόσεις του γερμανικού 10ετούς ομολόγου.

Στο Γράφημα 6.9 εμφανίζονται οι αποδόσεις του γερμανικού ομολόγου και αυτό που μας προκαλεί εντύπωση είναι η μη ύπαρξη ακραίων τιμών στις αποδόσεις..

Από το Γράφημα 6.9 φαίνεται ότι οι αποδόσεις των γερμανικών ομολόγων ήταν πάρα πολύ χαμηλές καθ' όλη τη διάρκεια του υπό ανάλυση χρονικού διαστήματος. Υπήρξε μία πολύ μικρή αύξηση στις αποδόσεις σε όλο το διάστημα του 2008 χαρακτηριστικό της αναταραχής στις διεθνείς χρηματαγορές. Παρόλη τη κρίση, το ομόλογο της Γερμανίας δεν εμφάνισε σε κανένα σημείο τις ακραίες τιμές των τριών προηγούμενων ομολόγων, κάτι που το καθιστά ασφαλή επένδυση.



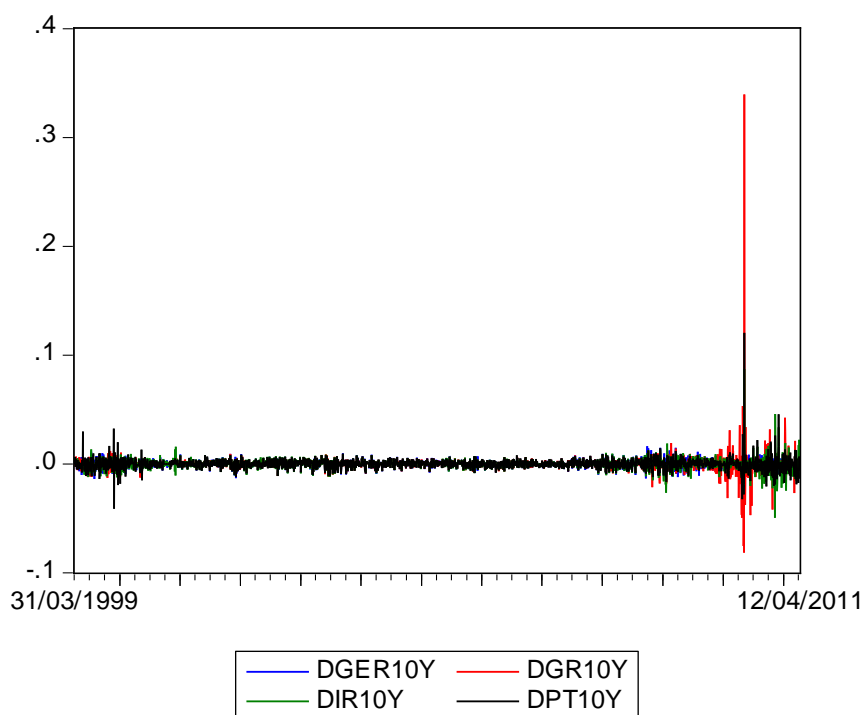
Γράφημα 6.10

Από τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία, η μέγιστη απόδοση του γερμανικού δεκαετούς ομολόγου είναι 1.624% και η ελάχιστη απόδοση -1.511% με την μέση απόδοση 0.00283% και την τυπική απόκλιση 0.3378. Έχουμε αρνητική ασυμμετρία της τάξης του -0.157. Η κατανομή είναι πλατύκυρτη και παρουσιάζει ακραίες τιμές, δηλαδή βαριές ουρές όπως φαίνεται και από την θετική υπερβάλλουσα κύρτωση η τιμή της οποίας είναι 4.3773. Από το Jarque-Bera τεστ και δεδομένου ότι το p-value είναι μικρότερο από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας, απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση της κανονικότητας, δηλαδή οι αποδόσεις του γερμανικού δεκαετούς ομολόγου δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή. Παρότι οι αποδόσεις του γερμανικού ομολόγου δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, οπτικά το Γράφημα 6.10 τείνει περισσότερο σε κανονική κατανομή σε αντίθεση με τα αντίστοιχα γραφήματα των τριών προηγούμενων ομολόγων.

6.5 Συμπεράσματα

Τοποθετώντας τις αποδόσεις των δεκαετών ομολόγων των τεσσάρων χωρών σε κοινό διάγραμμα, παρατηρούμε ότι οι αποδόσεις της τιμής του ομολόγου της Πορτογαλίας μέσα στο υπό ανάλυση χρονικό διάστημα είναι υψηλότερη σε σχέση με τις δύο άλλες χώρες. Εξαιρούνται κάποια μικρά χρονικά διαστήματα κυρίως από το δεύτερο

τρίμηνο του 2008 και μετά που η πιθανότητα για αναδιάρθρωση του ελληνικού χρέους ήταν πάρα πολύ υψηλή και παρουσιάστηκαν ακραίες τιμές.



Γράφημα 6.11 : Αποδόσεις των 10ετών ομολόγων Γερμανίας, Ελλάδας, Ιρλανδίας, Πορτογαλίας.

Οφείλουμε να σημειώσουμε ότι οι αποδόσεις της Ελλάδας μέσα στο υπό ανάλυση χρονικό διάστημα είναι πάρα πολύ χαμηλές σε σχέση με της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας. Μεγάλη αύξηση σε σχέση με τις άλλες δύο παρατηρείται από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 και ύστερα με αποκορύφωμα το τρίτο εξάμηνο του τρέχοντος έτους.

Αντίθετα, κατά τη διάρκεια του 2010 ξεχωρίζουν οι υψηλές αποδόσεις της Ιρλανδίας με αποκορύφωμα το τρίτο τρίμηνο του 2010 που υπήρχαν έντονες πιέσεις για την αποδοχή του πακέτου στήριξης από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο.

Κάτι όμως που πρέπει να αναφέρουμε είναι οι διαχρονικά υψηλές αποδόσεις του πορτογαλικού ομολόγου, αφού παρατηρώντας και το Γράφημα 6.11, βλέπουμε ότι

στο διάστημα από το 1999 – 2011, οι αποδόσεις του ήταν υψηλότερες σε σχέση με τα άλλα τρία ομόλογα, εξαιρώντας βέβαια τις ακραίες τιμές που εμφάνισε, κυρίως το ελληνικό ομόλογο.

Κεφάλαιο 7

Μοντελοποίηση

Στο Κεφάλαιο 7 ασχολούμαστε με δύο μεθόδους για τον υπολογισμό των ελάχιστων απαιτούμενων κεφαλαίων. Πρώτα χρησιμοποιούμε την τυποποιημένη μέθοδο όπως προβλέπεται από το σύμφωνο της Βασιλείας II και στη συνέχεια με τη δεύτερη μέθοδο, την προσέγγιση μέσω του εσωτερικού μοντέλου. Δηλαδή εφαρμόζουμε και αναλύουμε μοντέλα όπως το GARCH και το EGARCH, ορισμό των οποίων έχουμε παραθέσει σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Αφού εφαρμόσουμε τα μοντέλα μας, στη συνέχεια ελέγχουμε μέσω του backtesting ώστε να επιλέξουμε το καταλληλότερο μοντέλο για τα δεδομένα που έχουμε.

Στο τελευταίο μέρος του παρόντος κεφαλαίου συγκρίνουμε τις δύο μεθόδους, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν αλλά και από το πόσο αξιόπιστες είναι για τον χρηματοπιστωτικό οργανισμό.

7.1 VaR χαρτοφυλακίου με την Τυποποιημένη Μεθοδολογία (Standardised Approach)

Παρακάτω υπολογίζουμε τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια για τις αγοραπωλησίες ομολόγων όπως τα ορίζει το σύμφωνο της Βασιλεία II. Χαρακτηριστικό των υπολογισμών το οποίο μεταβάλλει σε μεγάλο βαθμό τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια είναι η διαβάθμιση (rating) των χωρών που εκδίδουν τα ομόλογα. Υπεύθυνες εταιρείες για αυτό το σκοπό όπως οι S&P, Moody's, Fitch, οι οποίες αξιολογούν την πιστοληπτική ικανότητα των εκδοτριών χωρών και των υποχρεώσεων τους. Έτσι λοιπόν τις κατατάσσουν μέσα σε μία κλίμακα ανάλογα την πιθανότητα που έχουν να μην εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους.

Κάθε διαβάθμιση συνδέεται με ένα από τα ποσοστά που είναι συγκεντρωμένα στον Πίνακα 2.2 (Κεφάλαιο 2) και βρίσκεται στη στήλη Weight1 των υπολογισμών μας. Θα πολλαπλασιαστεί με την ονομαστική αξία του ομολόγου, ώστε να προκύψει το RW (risk weight) του ομολόγου.

Στον Πίνακα 2.3 (Κεφάλαιο 2) υπάρχουν τα ποσοστά της κάθε διαβάθμισης, που πρέπει να πολλαπλασιαστούν στο RW για να προκύψουν τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια. Επίσης έχουμε λάβει σαν υπόθεση ότι η ληκτότητα των ομολόγων είναι άνω των 24 μηνών. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιήσαμε ως βάρος για τα ομόλογα με διαβάθμιση από A+ έως BBB- το 1.60%.

Χρησιμοποιούμε την τυποποιημένη μέθοδο οκτώ φορές και υπολογίζουμε οκτώ διαφορετικά ελάχιστα εποπτικά κεφάλαια που απαιτούνται για ένα χαρτοφυλάκιο τεσσάρων ομολόγων με ονομαστική αξία 1000000 ευρώ το καθένα και που προορίζονται για συναλλαγές (trading). Το ότι καταλήξαμε σε οκτώ διαφορετικά ποσά που πρέπει να κατέχει το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα για το χαρτοφυλάκιο συναλλαγών, οφείλεται στις υποβαθμίσεις των ομολόγων της Ελλάδας, της Ιρλανδίας

και της Πορτογαλίας από τον οίκο αξιολόγησης Standard & Poor's από τον οποίο πήραμε και τα δεδομένα των υποβαθμίσεων των τριών χωρών. Χωρίζουμε τα αποτελέσματα της τυποποιημένης μεθοδολογίας σε επιμέρους τμήματα για τον ευκολότερο σχολιασμό τους.

Country	Rating	Amount	Weights1	Weights2	RWAs	Minimum Capital Requirements
>March 2009						
Germany	AAA	1000000	0%	0.00%	0	0
Greece	A-	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Ireland	AAA	1000000	0%	0%	0	0
Portugal	A+	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Sum						6400

March 2009						
Germany	AAA	1000000	0%	0%	0	0
Greece	A-	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Ireland	AA+	1000000	0%	0%	0	0
Portugal	A+	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Sum						6400

Στις δύο πρώτες χρονικές περιόδους, αυτήν πριν τον Μαρτίο του 2009 και την δεύτερη που αφορά τον Μάρτιο του 2009 παρατηρούμε ότι τα εποπτικά κεφάλαια που απαιτούνται παραμένουν σταθερά παρά την υποβάθμιση της πιστοληπτικής ικανότητας της Ιρλανδίας από AAA σε AA+. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι υπολογισμοί γίνονται όταν ο οίκος αξιολόγησης υποβαθμίζει κάποια χώρα.

December 2009						
Germany	AAA	1000000	0%	0	0	0
Greece	BBB+	1000000	50%	1.60%	500000	8000
Ireland	AA+	1000000	0%	0%	0	0
Portugal	A+	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Sum						11200

27 April 2010						
Germany	AAA	1000000	0%	0%	0	0
Greece	BB+	1000000	100%	8%	1000000	80000
Ireland	AA	1000000	0%	0%	0	0
Portugal	A-	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Sum						83200

November 2010

Germany	AAA	1000000	0	0%	0	0
Greece	BB+	1000000	100%	8%	1000000	80000
Ireland	A	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Portugal	A-	1000000	20%	1.60%	200000	3200
Sum						86400

Στο παραπάνω τμήμα του πίνακά μας παρατηρούμε ότι τα εποπτικά κεφάλαια αυξάνονται σημαντικά μεταξύ Δεκεμβρίου 2009 και Απριλίου 2010 από το ποσό των 11200€ στο ποσό των 83200€ λόγω της υποβάθμισης της Ελλάδας και της Πορτογαλίας. Χαρακτηριστικά για το ελληνικό ομόλογο, λόγω της υποβάθμισης από το BBB+ στο BB+ τα εποπτικά κεφάλαια αυξάνονται κατά 72000€. Στο επόμενο χρονικό διάστημα μεταξύ Απριλίου του 2010 και Νοεμβρίου του 2010 υποβαθμίζεται η Ιρλανδία από το AA στο A με αποτέλεσμα να κρατηθούν επιπλέον 3200€ για το εποπτικό κεφάλαιο.

April 2011

Germany	AAA	1000000	0%	0%	0	0
Greece	BB-	1000000	100%	8%	1000000	80000
Ireland	BBB+	1000000	50%	1.60%	500000	8000
Portugal	BBB-	1000000	50%	1.60%	500000	8000
Sum						96000

June 2011

Germany	AAA	1000000	0%	0%	0	0
Greece	CCC	1000000	150%	12%	1500000	180000
Ireland	BBB+	1000000	50%	1.60%	500000	8000
Portugal	BBB-	1000000	50%	1.60%	500000	8000
Sum						196000

July 2011

Germany	AAA	1000000	0%	0%	0	0
Greece	CCC	1000000	150%	12%	1500000	180000
Ireland	BB+	1000000	100%	8%	1000000	80000
Portugal	BBB-	1000000	50%	1.60%	500000	8000
Sum						268000

Στο επόμενο χρονικό διάστημα μεταξύ Νοεμβρίου του 2010 και Απριλίου του 2011 υποβαθμίζεται η Ελλάδα από BB+ σε BB- χωρίς όμως να αλλάξει το εποπτικό κεφάλαιο για το ελληνικό ομόλογο. Στο ίδιο διάστημα η Ιρλανδία υποβαθμίζεται από

το A στο BBB+ με το εποπτικό κεφάλαιο να ανεβαίνει στις 8000€ ενώ αντίστοιχα υποβαθμίζεται και η Πορτογαλία από το A- στο BBB- με το εποπτικό κεφάλαιο να αυξάνεται και εδώ στις 8000€. Τον Απρίλιο του 2011 το εποπτικό κεφάλαιο που απαιτείται έχει φτάσει τα 96000€

Στο επόμενο χρονικό διάστημα, τον Ιούνιο του 2011 υποβαθμίζεται η Ελλάδα στη κατηγορία CCC μία βαθμίδα πάνω από το Default και τα εποπτικά κεφάλαια εκτοξεύονται στα 180000€ με τα εποπτικά κεφάλαια του χαρτοφυλακίου να φτάνουν τα 196000€

Στο τελευταίο διάστημα της έρευνας μας υποβαθμίζεται η Ιρλανδία στο BB+ με το εποπτικό κεφάλαιο να φτάνει τις 80000€ ενώ η Πορτογαλία υποβαθμίζεται στο BBB- με τα κεφάλαια για το πορτογαλικό ομόλογο να παραμένουν σταθερά. Τα εποπτικά κεφάλαια του χαρτοφυλακίου των τεσσάρων ομολόγων τον Ιούλιο του 2011 φτάνουν τα 268000€.

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι σύμφωνα με την τυποποιημένη μέθοδο της Βασιλείας, τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια εξαρτώνται μόνο από την διαβάθμιση των εκδοτριών χωρών. Εξαρτώνται δηλαδή μόνο από τις υποβαθμίσεις ή αναβαθμίσεις των οίκων αξιολόγησης. Έχει παρατηρηθεί ότι οι οίκοι αξιολόγησης ακολουθούν των γεγονότων, κάτι που δεν επιτρέπει στους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς να κρατούν τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια σύμφωνα με την παρούσα οικονομική κατάσταση της εκδότριας χώρας. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το ομόλογο της Ιρλανδίας στις 27 Απριλίου του 2010 που σύμφωνα με την τυποποιημένη μέθοδο, επειδή η διαβάθμιση της χώρας είναι στην κατηγορία AA, τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια είναι μηδενικά. Αν όμως ελέγξουμε προσεκτικά στο Γράφημα 6.5 (Κεφάλαιο 6) την συγκεκριμένη ημερομηνία, θα διαπιστώσουμε ότι είναι περίοδος αναταραχής για τις διεθνείς χρηματαγορές και την δευτερογενή αγορά ομολόγων. Επομένως η χρονική συγκυρία σε συνδυασμό με τα μηδενικά ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια δείχνουν ότι πρόκειται για μία μη αξιόπιστη μέθοδο σε περιόδους κρίσης.

7.2 Προσέγγιση της Εσωτερικής Διαβάθμισης (Internal Ratings - Based Approach (IRB))

Η μοντελοποίηση μας βασίζεται σε ένα δείγμα 3140 παρατηρήσεων της τιμής από καθένα από τα δεκαετή κυβερνητικά ομόλογα, της Γερμανίας, της Ελλάδας, της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας. Τα δεδομένα ξεκινούν στις 31/3/1999 και τελειώνουν στις 12/4/2011.

Η μοντελοποίηση θα γίνει μέσω του στατιστικού πακέτου enviews και το backtesting μέσω του excel. Αφού λοιπόν μετατρέψουμε την χρονοσειρά της τιμής σε χρονοσειρά λογαριθμικών αποδόσεων και σύμφωνα με αυτήν θα γίνει η μετέπειτα μοντελοποίηση.

Για τα τέσσερα ομόλογα που θα διαχειριστούμε, επιλέξαμε η εκτίμηση μας να προκύψει από τις πρώτες 2140 παρατηρήσεις του δείγματός μας, δηλαδή τα 2/3 του δείγματος. Επομένως λαμβάνοντας υπόψη τις πρώτες 2140 παρατηρήσεις που μετακλύονται ανά μία ημέρα συνεδρίασης (rolling window), θα εκτιμήσουμε το VaR για τις υπόλοιπες 1000 παρατηρήσεις-ημέρες, δηλαδή το 1/3 του δείγματος που έπεται. Το αρχικό δείγμα των 2140 παρατηρήσεων χρησιμοποιείται στο να παραχθούν οι 1000 «out of sample» εκτιμήσεις για το VaR.

Αφού λοιπόν υπολογιστούν τα VaRs από το κάθε μοντέλο θα σχηματιστεί μία ακολουθία αριθμών (0,1) η οποία θα χρησιμοποιηθεί για το backtesting και τον έλεγχο συμβατότητας των μοντέλων που θα χρησιμοποιήσουμε. Θα χρησιμοποιήσουμε κάποια μοντέλα ανά τετράδες και στο τέλος θα δεχτούμε αυτό που είναι πιο συντηρητικό.

7.2.1 Χρήση ετεροσκεδαστικών μοντέλων

Εκτίμηση του VaR

Στην παρούσα ενότητα τα ετεροσκεδαστικά μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι τα GARCH και EGARCH. Βέβαια για την συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας θα κάνουμε δύο υποθέσεις. Η πρώτη υπόθεση είναι να ακολουθούν την τυποποιημένη κανονική κατανομή (Standard Normal) ενώ η δεύτερη περίπτωση είναι να ακολουθούν Student-t κατανομή. Δηλαδή για κάθε ομόλογο θα «τρέξουμε» τέσσερα διαφορετικά μοντέλα. Το GARCH-Normal, GARCH-Tdist, EGARCH-Normal, EGARCH-Tdist. Επίσης, ο υπολογισμός του VaR μέσω των παραπάνω μοντέλων θα γίνει για δύο διαφορετικά διαστήματα εμπιστοσύνης, $\alpha=5\%$ και $\alpha=1\%$ για να γίνει εμφανής η σημαντικότητα του διαστήματος εμπιστοσύνης στον υπολογισμό του ύψους των εποπτικών κεφαλαίων. Βέβαια, η εντολή από το Σύμφωνο της Βασιλείας αφορά διάστημα εμπιστοσύνης $\alpha=1\%$. Αυτό προφανώς αντιστοιχεί στο άκρο της ουράς της κατανομής και έτσι αναμένεται να έχουμε πιο ακραίες τιμές, δηλαδή μεγαλύτερες απώλειες. Στόχος μας βέβαια είναι να βρούμε το κατάλληλο μοντέλο ώστε να υπολογίσει τα απαραίτητα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια.

Μετά την συγκεκριμενοποίηση των αποτελεσμάτων υπολογίζουμε το VaR για κάθε ομόλογο και για καθένα από τα τέσσερα μοντέλα και αναλύουμε τα συμπεράσματά μας μέσω των παρακάτω πινάκων που ο καθένας μας πληροφορεί για τον μέσο (mean), την μέγιστη πιθανή απώλεια (Minimum) και την τυπική απόκλιση (Std. Dev.) των αποτελεσμάτων VaR για τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης.

Germany

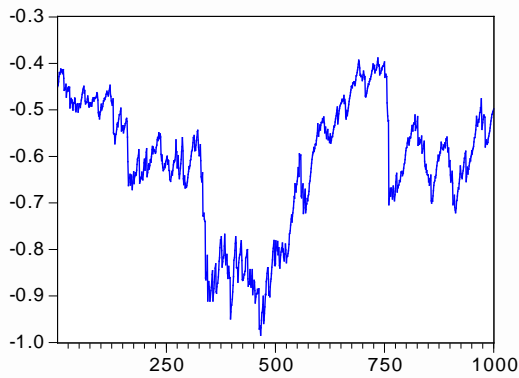
GARCH-Normal		
	5%	1%
Mean	-0.616582	-0.872043
Minimum	-0.984348	-1.392182
Std. Dev.	0.138910	0.196464

GARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.611170	-0.889255
Minimum	-0.985094	-1.410733
Std. Dev.	0.136954	0.198553

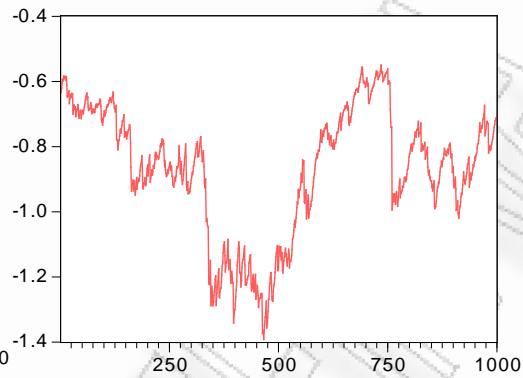
EGARCH-Normal		
	5%	1%
Mean	-0.623345	-0.881609
Minimum	-1.009247	-1.427397
Std. Dev.	0.139183	0.196849

EGARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.614997	-0.929562
Minimum	-0.993508	-1.492747
Std. Dev.	0.134396	0.202612

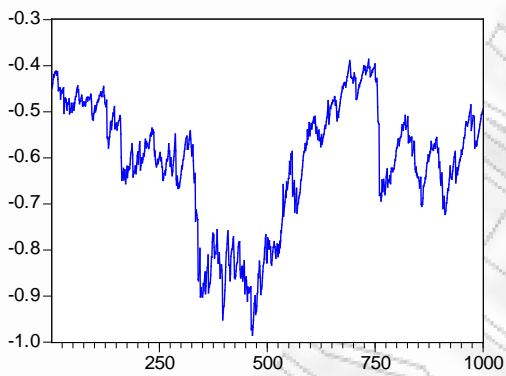
Graph 7.1 : VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year german bond.



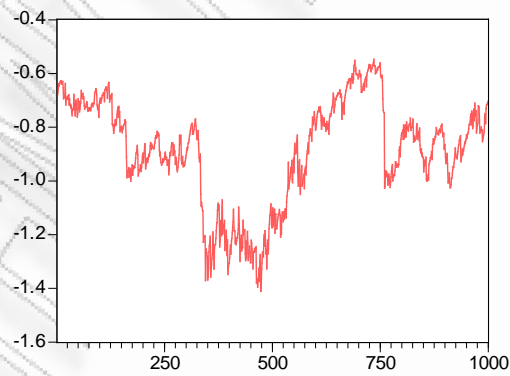
Graph 7.2 : VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year german bond.



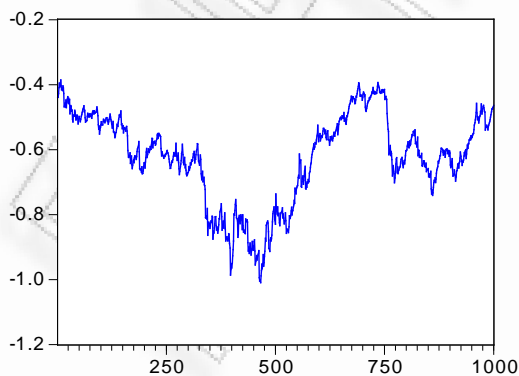
Graph 7.3: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year german bond.



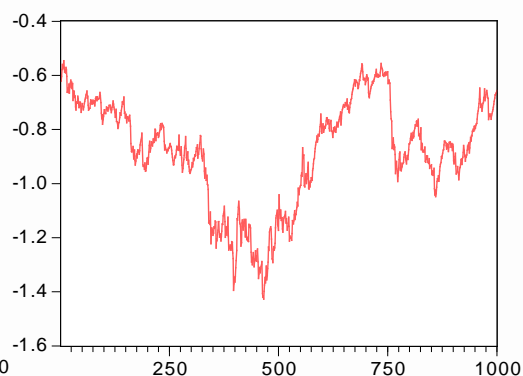
Graph 7.4: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year german bond.

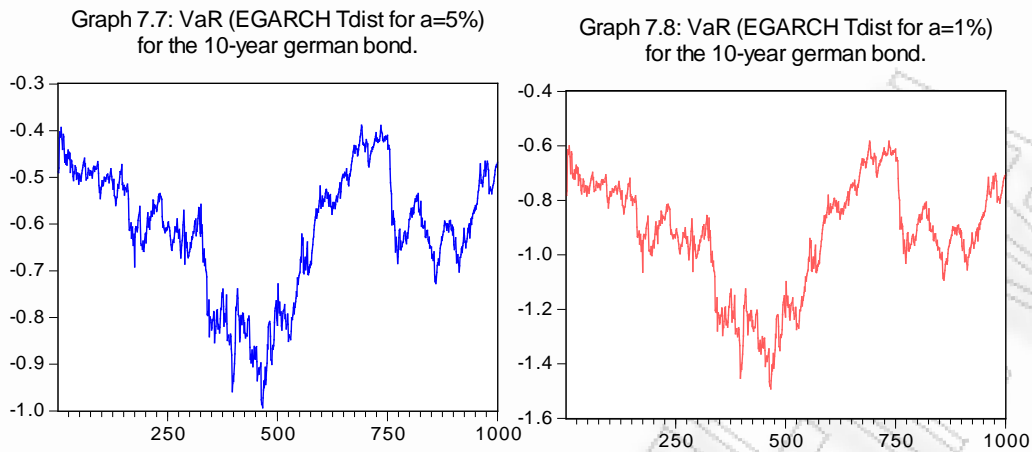


Graph 7.5: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year german bond.



Graph 7.6: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year german bond.





Η πρώτη μας παρατήρηση αφορά την διαφορά στις υπολογισμένες μέσω των μοντέλων απώλειες για τα διαστήματα εμπιστοσύνης 5% και 1%. Αυτό παρατηρείται σε καθένα από τα τέσσερα μοντέλα. Ενδεικτικά, στο EGARCH T-dist μεταξύ του 5% και του 1% παρατηρείται αύξηση στην μέγιστη απώλεια, της τάξης του 50%. Επίσης μέσω των γραφημάτων παρατηρούμε ότι τα μοντέλα GARCH Normal, EGARCH Normal και GARCH T-dist έχουν όμοια χαρακτηριστικά. Το μοντέλο EGARCH T-dist φαίνεται να είναι το πιο συντηρητικό καθώς έχει τις υψηλότερες απώλειες σε σχέση με τα άλλα μοντέλα.

Greece

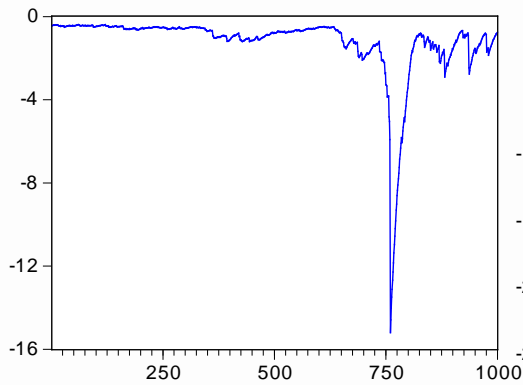
GARCH Normal		
	5%	1%
Mean	-1.230711	-1.740618
Minimum	-15.20342	-21.50249
Std. Dev.	1.666903	2.357533

GARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-1.134600	-1.761299
Minimum	-13.84172	-21.54638
Std. Dev.	1.497638	2.340200

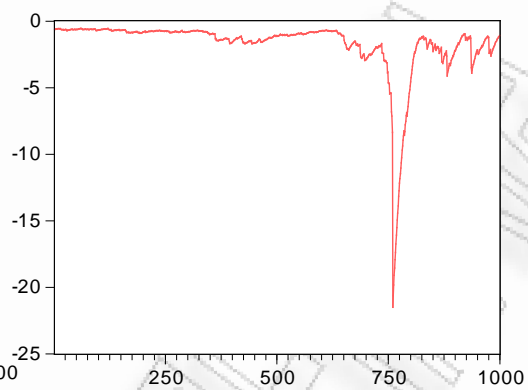
EGARCH Normal		
	5%	1%
Mean	-1.148037	-1.623690
Minimum	-38.23538	-54.07702
Std. Dev.	1.639007	2.318078

EGARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.993010	-1.546769
Minimum	-8.651097	-13.47885
Std. Dev.	0.912450	1.426204

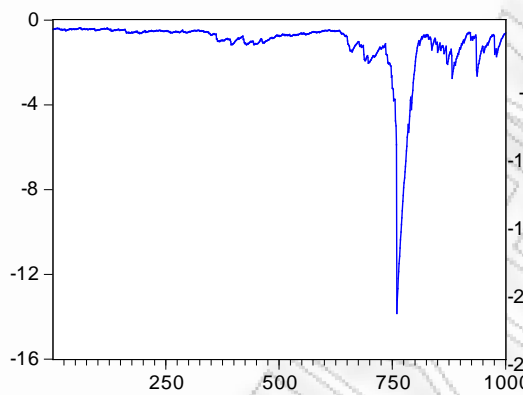
Graph 7.9: VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



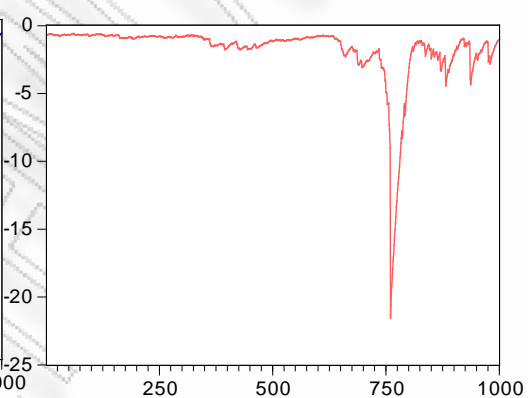
Graph 7.10: VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



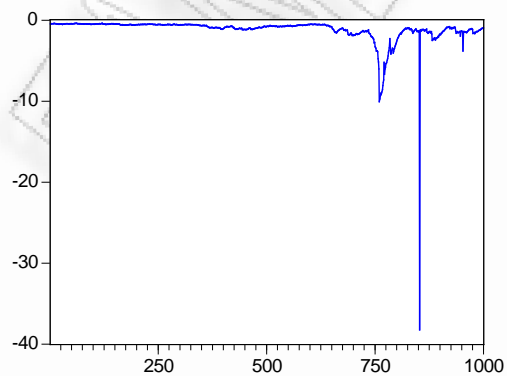
Graph 7.11: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



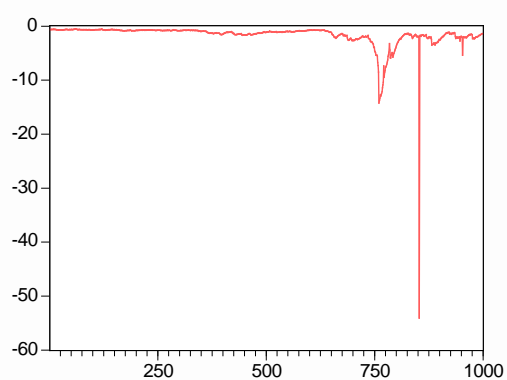
Graph 7.12: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



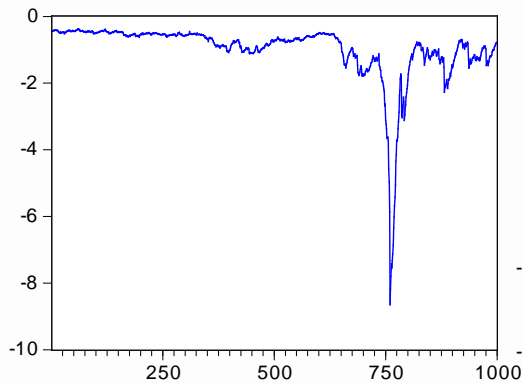
Graph 7.13: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



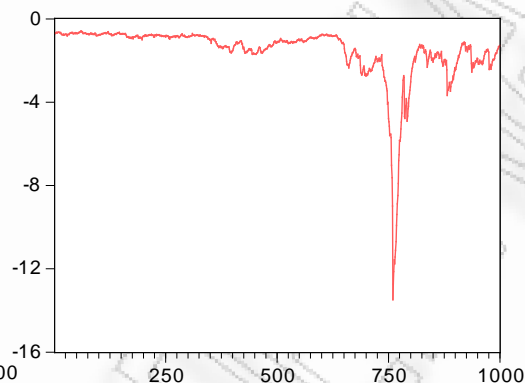
Graph 7.14: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



Graph 7.15: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



Graph 7.16: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



Παρατηρούμε ότι η αξία σε κίνδυνο για το ελληνικό ομόλογο είναι πολύ υψηλότερη σε σχέση με το γερμανικό ομόλογο αφού για το μοντέλο EGARCH Normal το VaR φτάνει στο -54.07702% επί της αξίας του ομολόγου. Αυτή βέβαια είναι η ελάχιστη τιμή που παρατηρήθηκε με το συγκεκριμένο μοντέλο κάτι που φαίνεται και από το διάγραμμα του. Η ελάχιστη παρατήρηση που παρατηρήθηκε στα τρία υπόλοιπα μοντέλα ξεκινά από το -13.47885% για το EGARCH T-dist και φτάνει το -21.54638% για το GARCH T-dist το οποίο έχει και την μέγιστη μέση κατά απόλυτο τιμή που είναι ίση με το -1.761299% της τιμής του ομολόγου.

Ireland

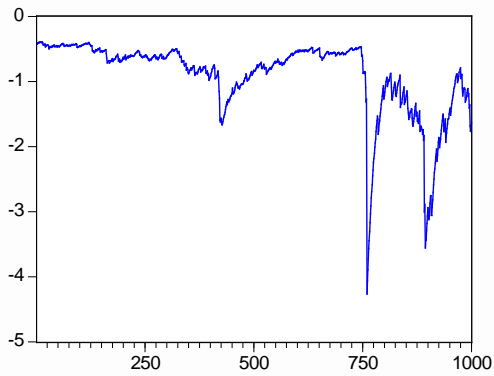
GARCH Normal		
	5%	1%
Mean	-0.906880	-1.282617
Minimum	-4.261417	-6.027004
Std. Dev.	0.588312	0.832060

GARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.871321	-1.337130
Minimum	-3.229826	-5.034073
Std. Dev.	0.507520	0.814550

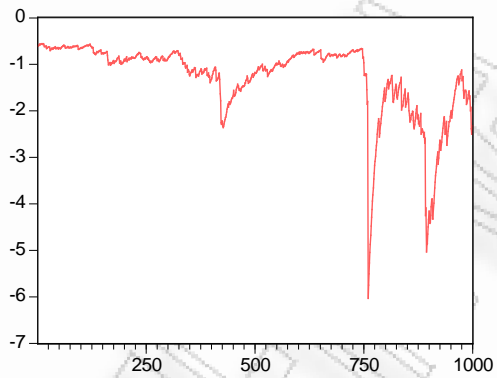
EGARCH-Normal		
	5%	1%
Mean	-0.855184	-1.209502
Minimum	-3.238222	-4.579879
Std. Dev.	0.479029	0.677499

EGARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.816274	-1.272474
Minimum	-2.623642	-4.174998
Std. Dev.	0.406927	0.656713

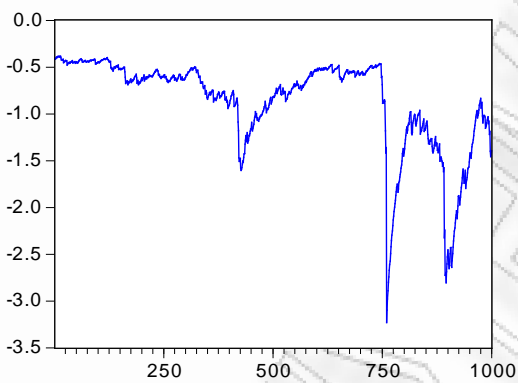
Graph 7.17: VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



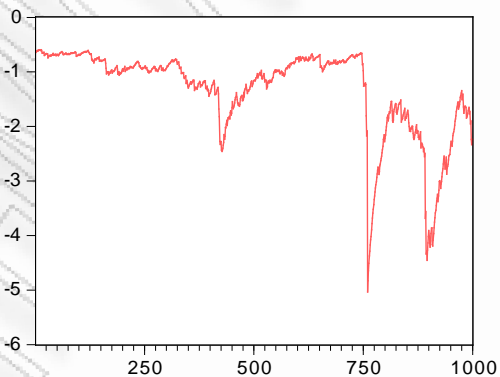
Graph 7.18: VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



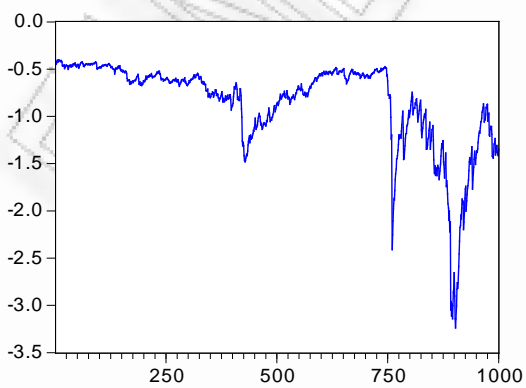
Graph 7.19: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



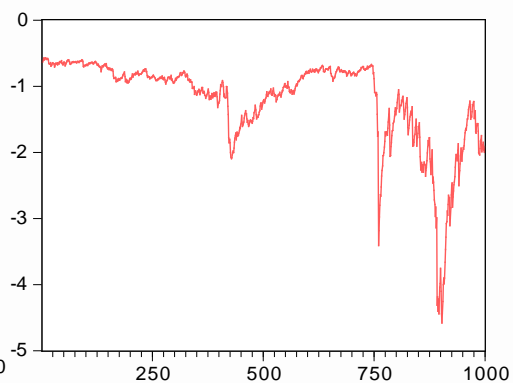
Graph 7.20: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



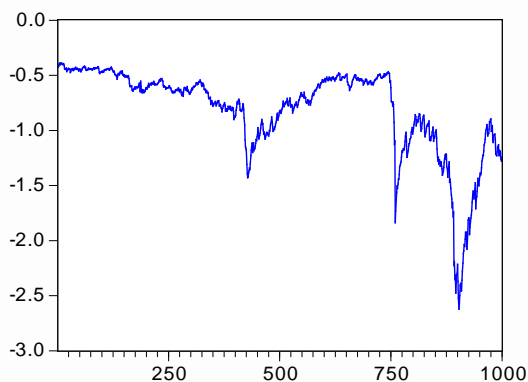
Graph 7.21: VaR(EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



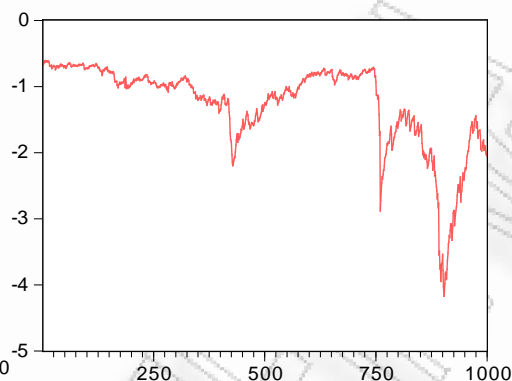
Graph 7.22: VaR(EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



Graph 7.23: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



Graph 7.24: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



Παρατηρούμε ότι η αξία σε κίνδυνο για το ιρλανδικό κυβερνητικό ομόλογο είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με αυτή του ελληνικού ομολόγου. Η μέγιστη κατά απόλυτη τιμή απώλεια που παρατηρείται προέρχεται από το GARCH Normal και είναι ίση με -6.027004% της αξίας του ομολόγου. Η μέγιστη μέση κατά απόλυτο τιμή προέρχεται από το μοντέλο GARCH T-dist και είναι ίση με -1.337130% ενώ η ελάχιστη τιμή της αξίας σε κίνδυνο είναι -5.034073% επί της αξίας του ομολόγου. Και τα τέσσερα γραφήματα που παρατίθενται μας δείχνουν ότι στη περίοδο γύρω από την 750^η παρατήρηση άρχισαν να εμφανίζονται υψηλότερες πιθανές απώλειες, κάτι που συνεχίζεται και επιδεινώνεται μέχρι και το τέλος των παρατηρήσεων.

Portugal

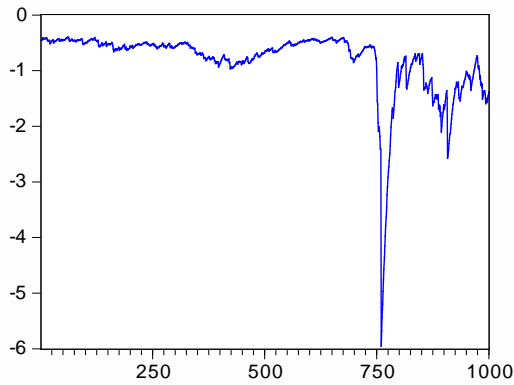
GARCH Normal		
	5%	1%
Mean	-0.906880	-1.282617
Minimum	-4.261417	-6.027004
Std. Dev.	0.588312	0.832060

GARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.871321	-1.337130
Minimum	-3.229826	-5.034073
Std. Dev.	0.507520	0.814550

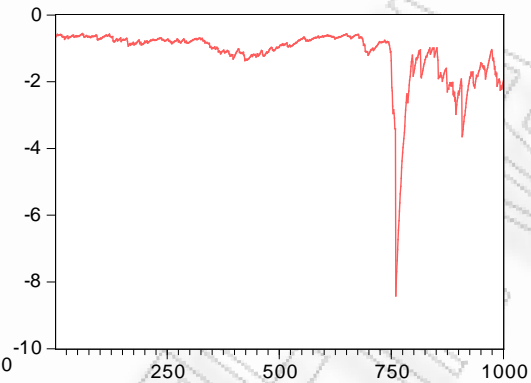
EGARCH Normal		
	5%	1%
Mean	-0.855184	-1.209502
Minimum	-3.238222	-4.579879
Std. Dev.	0.479029	0.677499

EGARCH-Tdist		
	5%	1%
Mean	-0.816274	-1.272474
Minimum	-2.623642	-4.174998
Std. Dev.	0.406927	0.656713

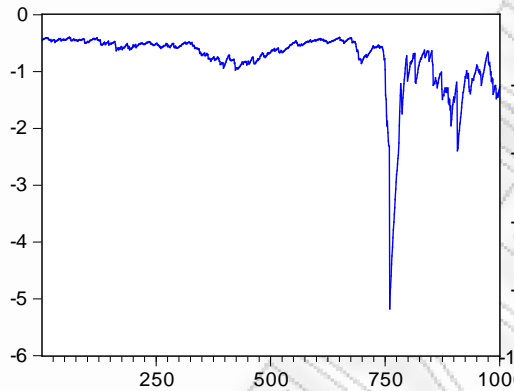
Graph 7.25: VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



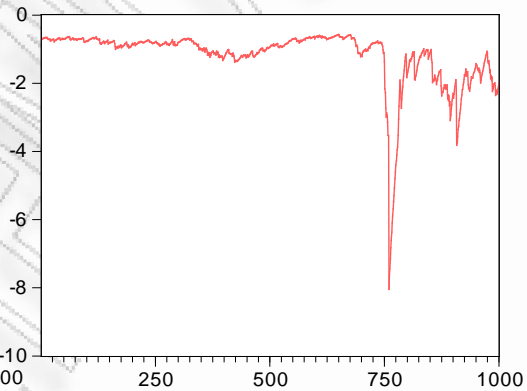
Graph 7.26: VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



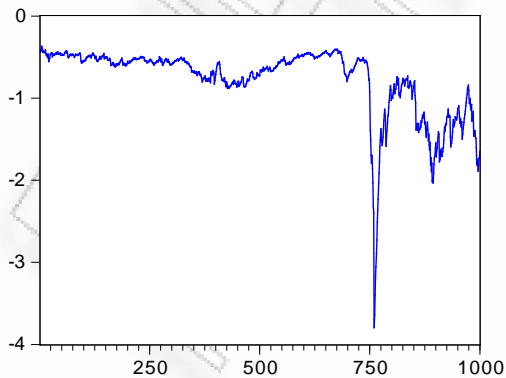
Graph 7.27: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



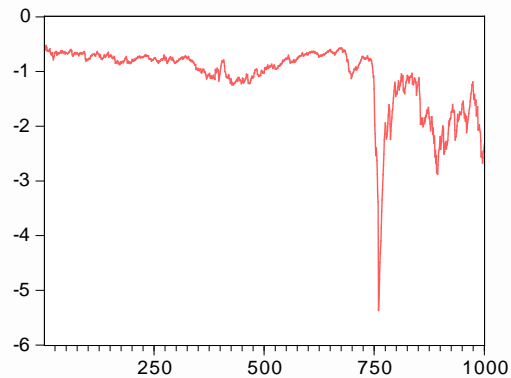
Graph 7.28: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.

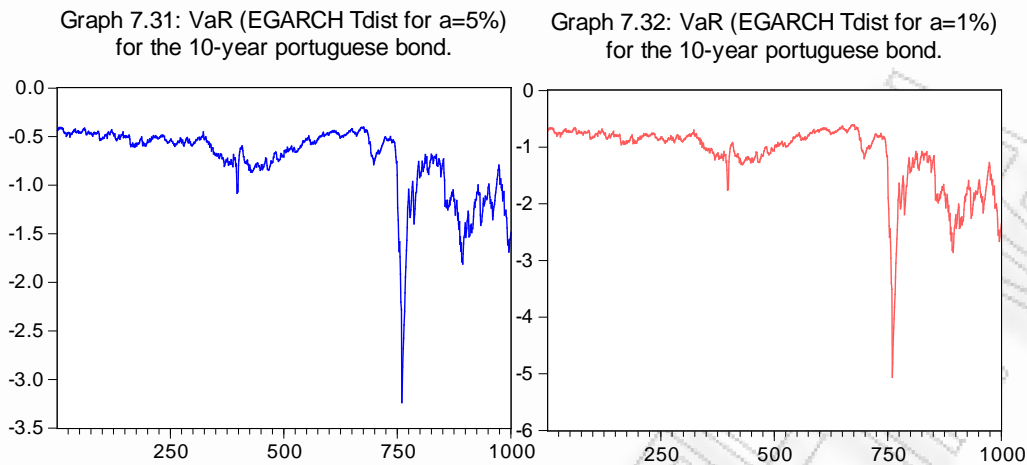


Graph 7.29: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



Graph 7.30: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.





Όπως και στα δύο προηγούμενα ομόλογα παρατηρείται μεγάλη αύξηση του VaR για την περίοδο πριν αλλά και μετά την 750^η παρατήρηση. Οι τιμές του VaR που παρατηρούνται δεν διαφέρουν κατά πολύ σε σχέση με αυτές του ιρλανδικού ομολόγου. Η ελάχιστη απώλεια που παρατηρείται προέρχεται από το GARCH Normal μοντέλο με τιμή -6.027004% ενώ η μέγιστη μέση κατά απόλυτο τιμή προέρχεται από το GARCH T-dist με τιμή -1.337130%, ενώ η ελάχιστη τιμή που εμφανίζεται είναι ίση με το -5.034073% της αξίας του πορτογαλικού ομολόγου.

Backtesting

Στην παρούσα ενότητα θα διενεργήσουμε εκ των υστέρων ελέγχους (backtests) για την αξία σε κίνδυνο (VaR) χρησιμοποιώντας τα τεστ του Christoffersen. Η διαδικασία του ελέγχου του κάθε μοντέλου είναι η εξής. Θα κατασκευάσουμε μία ακολουθία αριθμών, η οποία θα γεμίζει με 0 όταν η πραγματική ημερήσια απώλεια είναι μικρότερη από την αντίστοιχη πρόβλεψη μέσω του VaR (hit sequence), ενώ θα παίρνει την τιμή 1 όταν την ξεπερνάει. Στη συνέχεια, όπως περιγράψαμε στις παραγράφους 5.2, 5.3, και 5.4 θα υπολογίσουμε τα p-values για τα τεστ του Christoffersen. Θα γίνει δηλαδή έλεγχος για την αδέσμευτη κάλυψη (unconditional coverage), για την ανεξαρτησία (independence) και τέλος για την δεσμευμένη κάλυψη (conditional coverage) που ουσιαστικά πρόκειται για την ένωση των δύο προηγούμενων τεστ.

Αυτή τη διαδικασία θα την ακολουθήσουμε για όλα τα ομόλογα και για καθένα από τα μοντέλα που αναπτύξαμε για τον υπολογισμό του VaR. Τα καταλληλότερα μοντέλα θα είναι αυτά για τα οποία η μηδενική υπόθεση δεν θα απορριφθεί από τα περισσότερα από τα τρία τεστ για επίπεδο εμπιστοσύνης 10% (Chi-test).

Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης 10% οφείλεται στο ότι θέλουμε να είμαστε περισσότερο συντηρητικοί ώστε να αποφύγουμε σφάλματα τύπου II.

Θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα μας, για καθένα από τα ομόλογα αλλά και για κάθε μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε. Στον Πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι εξής ποσότητες. Τα στοιχεία T_0 , T_1 , T_{00} , T_{01} , T_{10} , T_{11} είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων που δεν εμφανίζεται παραβίαση, εμφανίζεται παραβίαση, δεν εμφανίζεται παραβίαση ενώ και την επόμενη ημέρα δεν εμφανίζεται παραβίαση, δεν εμφανίζεται παραβίαση ενώ την επόμενη ημέρα εμφανίζεται, εμφανίζεται την πρώτη ημέρα όπως και την δεύτερη, αντίστοιχα. Το π ισούται με $\frac{T_1}{T_0+T_1}$, το π_{01} ισούται με $\frac{T_{01}}{T_0}$ και το π_{11} ισούται με

$$\frac{T_{11}}{T_1}$$

Τέλος τα LR_{uc} , LR_{ind} και LR_{cc} είναι τα p-values για τους ελέγχους του Christoffersen.

Ο LR_{uc} έλεγχος εξετάζει αν ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων του VaR είναι στατιστικά ίσος με τον αναμενόμενο αριθμό. Ο δεύτερος έλεγχος LR_{ind} εξετάζει αν οι παραβιάσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και ο τρίτος έλεγχος, ο LR_{cc} εξετάζει ταυτόχρονα αν οι παραβιάσεις είναι ανεξάρτητες και αν ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων ισούται με τον αναμενόμενο.

Germany

Πίνακας 7.1: Test Statistics για το γερμανικό δεκαετές ομόλογο

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	953	986	952	988
T_1	46	13	47	11
T_{00}	908	973	906	977
T_{01}	45	13	46	11
T_{10}	45	13	46	11
T_{11}	1	0	1	0
π	0.046046046	0.013013013	0.047047047	0.011011011
π_{01}	0.047219307	0.013184584	0.048319328	0.011133603
π_{11}	1E-08	1E-08	1E-11	1E-11
LR_{uc}	0.337355372	0.836653969	0.186919292	0.09986675
LR_{ind}	-31.0180896	0.342809121	-30.8657800	0.244944332
LR_{cc}	-30.6807342	1.17946309	-30.6788607	0.344811081

Πίνακας 7.1 Συνέχεια

	EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	955	988	952	990
T_1	44	11	47	9
T_{00}	912	977	906	981
T_{01}	43	11	46	9
T_{10}	43	11	46	9
T_{11}	1	0	1	0
π	0.044044044	0.011011011	0.047047047	0.009009009
π_{01}	0.045026178	0.011133603	0.048319328	0.009090909
π_{11}	1E-8	1E-11	1E-08	1E-11
LR_{uc}	0.775932716	0.09986675	0.186919292	0.102510385
LR_{ind}	-31.3059406	0.244944332	-30.86578005	0.163638617
LR_{cc}	-30.53000788	0.344811081	-30.67886075	0.266149002

Πίνακας 7.1 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το γερμανικό ομόλογο

	GARCH		GARCH		EGARCH		EGARCH	
	Normal		Tdist		Normal		Tdist	
α	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{cc}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model

Παρατηρούμε ότι για το γερμανικό δεκαετές ομόλογο όλα τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε και ελέγξαμε μέσω της διαδικασίας του backtesting δεν απορρίπτονται. Αναλύοντας τον Πίνακα 7.1 παρατηρούμε ότι το LR_{cc} έχει χαμηλές τιμές μικρότερες ή έστω πάρα πολύ κοντά (GARCH Normal) στη μονάδα και για τα τέσσερα μοντέλα. Στη συνέχεια πρέπει να επιλέξουμε ένα μοντέλο με επίπεδο σημαντικότητας 1% (όπως ορίζει η Βασιλεία II) για να χρησιμοποιήσουμε στον υπολογισμό των ελάχιστων απαιτούμενων κεφαλαίων. Θα επιλέξουμε λοιπόν αυτό που είναι πιο συντηρητικό. Αυτό είναι το EGARCH Tdist αφού έχει την υψηλότερη μέση κατά απόλυτο τιμή VaR που είναι -0.929562.

Greece

Πίνακας 7.2: Test Statistics για το ελληνικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
α	930	968	923	972
T_0	69	31	76	27
T_{00}	874	941	862	949
T_{01}	56	27	61	23
T_{10}	56	27	61	23
T_{11}	13	4	15	4
π	0.069069069	0.031031031	0.076076076	0.027027027
π_{01}	0.060215054	0.027892562	0.066088841	0.023662551
π_{11}	0.188405797	0.129032258	0.197368421	0.148148148
LR_{uc}	6.87056144	28.63848165	12.4177139	19.96386984
LR_{ind}	11.90795067	5.970717566	12.79679402	7.932020985
LR_{cc}	18.77851211	34.60919922	25.21450792	27.89589082

Πίνακας 7.2 Συνέχεια

	EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	930	967	922	972
T_1	69	31	77	27
T_{00}	874	939	858	949
T_{01}	56	28	64	23
T_{10}	56	28	64	23
T_{11}	13	4	13	4
π	0.069069069	0.032032032	0.077077077	0.027027027
π_{01}	0.060215054	0.028955533	0.069414317	0.023662551
π_{11}	0.188405797	0.125	0.168831169	0.148148148
LR_{uc}	6.87056144	30.97918169	13.32698444	19.96386984
LR_{ind}	11.90795067	5.54280175	7.768580688	7.932020985
LR_{cc}	18.77851211	36.52198344	21.09556513	27.89589082

Πίνακας 7.2 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το ελληνικό ομόλογο

	GARCH		GARCH		EGARCH		EGARCH	
	Normal		Tdist		Normal		Tdist	
α	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{ind}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{cc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model

Παρατηρούμε ότι όλα τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό του VaR απορρίπτονται από το backtesting. Εδώ λοιπόν σε αντίθεση με το backtesting των μοντέλων για το γερμανικό ομόλογο, η τιμή του LR_{cc} και αντίστοιχα των LR_{uc} και LR_{ind} είναι κατά πολύ υψηλότερες της μονάδας. Για να ξεπεράσουμε αυτό το εμπόδιο της μη αποδοχής κανενός μοντέλου έχουμε δύο επιλογές. Η μία είναι να μειώσουμε το αρχικό δείγμα των παρατηρήσεων μας και η δεύτερη επιλογή να δοκιμάσουμε εναλλακτικά μοντέλα τα οποία θα είναι αυστηρότερα σε σχέση με αυτά που έχουμε ήδη δοκιμάσει. Στην πρώτη επιλογή θα εργαστούμε όπως πριν, χωρίζοντας το νέο δείγμα μας σε 2/3 και 1/3 τμήματα και υπολογίζοντας εκ νέου το VaR. Στόχος μας θα είναι να αφήσουμε την περίοδο με τις ακραίες τιμές εκτός του νέου δείγματος ούτως ώστε να δείξουμε ότι τα προηγούμενα μοντέλα θα γινόντουσαν αποδεκτά αν τα τρία ομόλογα που ελέγξαμε δεν είχαν περάσει από μία ακραία περίοδο (stress).

Ireland

Πίνακας 7.3: Test Statistics για το ιρλανδικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
α	5%	1%	5%	1%
T_0	935	970	930	976
T_1	64	29	69	23
T_{00}	879	946	870	955
T_{01}	56	24	60	21
T_{10}	56	24	60	21
T_{11}	8	5	9	2
π	0.064064064	0.029029029	0.069069069	0.023023023
π_{01}	0.059893048	0.024742268	0.064516129	0.021516393
π_{11}	0.125	0.172413793	0.130434783	0.086956522
LR_{uc}	3.83518822	24.15901145	6.87056144	12.51173901
LR_{ind}	3.431652382	10.81146154	3.566917597	2.573776327
LR_{cc}	7.266840602	34.97047298	10.43747904	15.08551534

Πίνακας 7.3 Συνέχεια

	EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	930	967	925	973
T_1	69	32	74	26
T_{00}	874	940	864	952
T_{01}	56	27	61	21
T_{10}	56	27	61	21
T_{11}	13	5	13	5
π	0.069069069	0.032032032	0.074074074	0.026026026
π_{01}	0.060215054	0.027921406	0.065945946	0.021582734
π_{11}	0.188405797	0.15625	0.175675676	0.192307692
LR_{uc}	6.87056144	30.97918169	10.68497156	17.97919941
LR_{ind}	11.90795067	8.980997917	9.195602001	12.94125005
LR_{cc}	18.77851211	39.96017961	19.88057356	30.92044947

Πίνακας 7.3 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το ιρλανδικό ομόλογο

A	GARCH Normal		GARCH Tdist		EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{ind}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{cc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model

Παρατηρούμε ότι όλα τα μοντέλα για το ιρλανδικό ομόλογο απορρίπτονται. Μόνο στη περίπτωση του GARCH Tdist για $\alpha=1\%$ το μοντέλο δεν απορρίπτεται από το τεστ για την ανεξαρτησία των παρατηρήσεων. Αυτό όμως δεν μας φτάνει στο να επιλέξουμε το συγκεκριμένο μοντέλο και να το χρησιμοποιήσουμε για τους υπολογισμούς μας. Χρειαζόμαστε δηλαδή, τουλάχιστον δύο από τα τρία τεστ να μην απορρίπτουν το κάθε μοντέλο μας. Όμοια με πριν είναι τα αποτελέσματα που προκύπτουν για το LR_{cc} και για τα τέσσερα ομόλογα.

Έτσι και εδώ για το ιρλανδικό δεκαετές ομόλογο θα εφαρμόσουμε ακριβώς τις ίδιες διαδικασίες με το ελληνικό ομόλογο μέχρι να καταλήξουμε σε μοντέλα τα οποία δεν θα απορρίπτονται από το backtesting.

Portugal

Πίνακας 7.4: Test Statistics για το πορτογαλικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
A				
T₀	929	970	922	972
T₁	70	29	77	27
T₀₀	871	944	859	948
T₀₁	58	26	63	24
T₁₀	58	26	63	24
T₁₁	12	3	14	3
π	0.07007007	0.029029029	0.077077077	0.027027027
π₀₁	0.062432723	0.026804124	0.068329718	0.024691358
π₁₁	0.171428571	0.0103448276	0.181818182	0.111111111
LR_{uc}	7.572782133	24.15901145	13.32698444	19.96386984
LR_{ind}	8.946168253	3.65288942	9.879757581	4.35127619
LR_{cc}	16.51895039	27.81190087	23.20674202	24.31514603

Πίνακας 7.4 Συνέχεια

	EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	925	972	921	976
T_1	74	27	78	23
T_{00}	865	948	858	956
T_{01}	60	24	63	20
T_{10}	60	24	63	20
T_{11}	14	3	15	3
π	0.074074074	0.027027027	0.078078078	0.023023023
π_{01}	0.064864865	0.024691358	0.068403909	0.020491803
π_{11}	0.189189189	0.111111111	0.192307692	0.130434783
LR_{uc}	10.68497156	19.96386984	14.26439894	12.51173901
LR_{ind}	11.51429851	4.35127619	11.62021205	6.036027888
LR_{cc}	22.19927007	24.31514603	25.884611	18.5477669

Πίνακας 7.4 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το πορτογαλικό ομόλογο

	GARCH		GARCH		EGARCH		EGARCH	
	Normal		Tdist		Normal		Tdist	
α	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{ind}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{cc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model

Απορρίπτονται όλα τα μοντέλα που εξετάσαμε με το backtesting επομένως θα χρησιμοποιήσουμε τα εναλλακτικά μοντέλα όπως προείπαμε και για τα ομόλογα της Ελλάδας και της Ιρλανδίας.

Σύνοψη

Συνοψίζοντας, από τα τέσσερα δεκαετή ομόλογα που μοντελοποιήσαμε και ελέγξαμε μέσω του backtesting μόνο τα μοντέλα για το γερμανικό ομόλογο δεν απορρίφθηκαν. Και επειδή μας ενδιαφέρει η ασφάλεια των χαρτοφυλακίων των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων επιλέξαμε το πιο συντηρητικό από τα τέσσερα μοντέλα που ελέγξαμε. Επειδή όμως όλα τα μοντέλα που ελέγξαμε για τα τρία υπόλοιπα ομόλογα απορρίφθηκαν, θα εφαρμόσουμε τις δύο εναλλακτικές μεθόδους που προαναφέραμε.

7.2.2 VaR και Backtesting σε περικομμένο δείγμα

Εκτίμηση του VaR

Στην παρούσα ενότητα θα χρησιμοποιήσουμε τα ίδια μοντέλα με πριν με μόνη διαφορά το πλήθος των παρατηρήσεων. Δηλαδή θα χρησιμοποιήσουμε GARCH Normal, GARCH Tdist, EGARCH Normal και EGARCH Tdist. Θα αφήσουμε όμως εκτός δέγματος τις τελευταίες 791 παρατηρήσεις, δηλαδή όλο το χρονικό διάστημα που εμφανίζονταν ακραίες τιμές για τα τρία ομόλογα που θα εξετάσουμε. Με αυτό τον τρόπο θα αποδείξουμε ότι σε μη ακραίες περιόδους τα μοντέλα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των ελάχιστων απαιτούμενων κεφαλαίων για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα.

Ας επανέλθουμε στο πως θα υπολογιστούν τα δεδομένα μας. Αφού αποκλείσαμε τις τελευταίες 791 παρατηρήσεις το νέο δείγμα μας θα αποτελείται από τις πρώτες 2349 παρατηρήσεις. Ημερολογιακά θα ξεκινήσουμε από τις 31/3/1999 και θα καταλήξουμε στις 31/3/2008. Η εκτίμηση μας θα προκύψει από τις πρώτες 1546 παρατηρήσεις, δηλαδή τα 2/3 του δείγματος μας. Επομένως λαμβάνοντας υπόψη τις πρώτες 1546 παρατηρήσεις, οι οποίες μετακυλίνουν ανά μία μέρα συνεδρίασης, εκτιμούμε το VaR για τις υπόλοιπες 803 παρατηρήσεις ημέρες, δηλαδή το 1/3 του νέου δείγματος που έπεται. Δηλαδή το αρχικό δείγμα των 1546 παρατηρήσεων χρησιμοποιείται για να παραχθούν οι 803 «out of sample» εκτιμήσεις για το VaR. Η παραπάνω διαδικασία που αναλύσαμε επαναλαμβάνεται για δύο διαστήματα εμπιστοσύνης, $\alpha=5\%$ και $\alpha=1\%$.

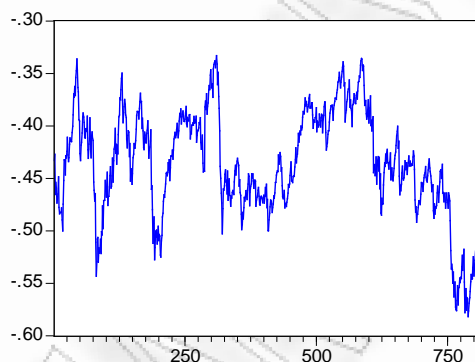
Τα αποτελέσματά μας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα που αναφέρει τον μέσο (mean), την μέγιστη πιθανή απώλεια (minimum) και την τυπική απόκλιση (Std. Dev.) των αποτελεσμάτων VaR για διαστήματα εμπιστοσύνης $\alpha=1\%$ καθώς και από ένα γράφημα του VaR που προκύπτει από κάθε μοντέλο.

Greece

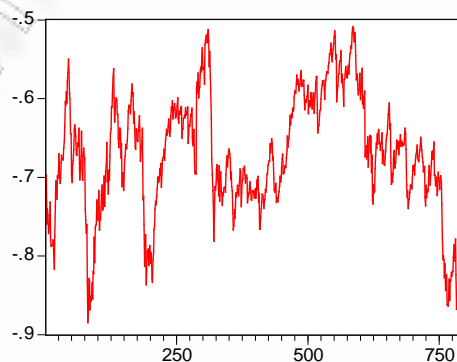
	$\alpha = 1\%$			
	GARCH-Normal	GARCH-Tdist	EGARCH-Normal	EGARCH-Tdist
Mean	-0.621731	-0.661143	-0.618218	-0.673230
Minimum	-0.883855	-0.940511	-0.834198	-0.884605
Std. Dev.	0.074083	0.078054	0.074987	0.077620

Παρατηρούμε ότι το VaR του ελληνικού ομολόγου είναι πάρα πολύ χαμηλό σε σχέση με το VaR που είχαμε υπολογίσει στην προηγούμενη ενότητα. Η πιο ακραία τιμή είναι -0.940511 που προκύπτει από το GARCH T-dist ενώ το συντηρητικότερο από αυτά τα τέσσερα μοντέλα είναι το EGARCH T-dist με μέση τιμή -0.673230 και ελάχιστο VaR το -0.884605% επί της αξίας του ομολόγου.

Graph 7.33: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond



Graph 7.34: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond



Το Γράφημα 7.34 που απεικονίζει τις τιμές που προκύπτουν από το μοντέλο EGARCH T-dist εκτός από τις χαμηλές τιμές VaR που παρατηρούμε, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι δεν υπάρχει κάποια περίοδος με απότομες μεταβολές του. Μπορεί να γίνει σύγκριση των δύο Γραφημάτων, του 7.16 και του 7.34 τα οποία αφορούν το ίδιο μοντέλο αλλά με διαφοροποιημένο δείγμα, έχοντας αφήσει στη δεύτερη περίπτωση τις ακραίες τιμές εκτός δείγματος. Από αυτή τη σύγκριση προκύπτει η

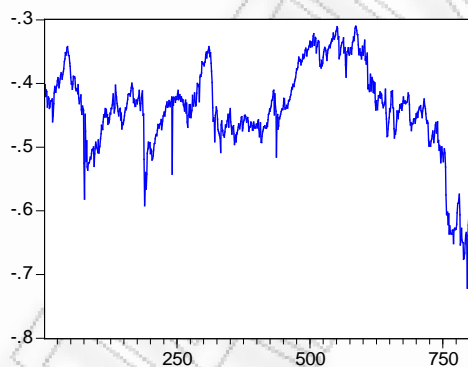
σημασία του να χρησιμοποιούμε το καταλληλότερο δείγμα για τους υπολογισμούς μας.

Ireland

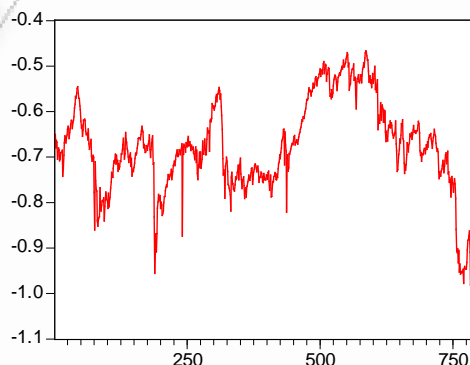
	$\alpha = 1\%$			
	GARCH- Normal	GARCH- Tdist	EGARCH- Normal	EGARCH- Tdist
Mean	-0.635479	-0.674545	-0.630596	-0.682249
Minimum	-0.997829	-1.004791	-0.968463	-1.093225
Std. Dev.	0.106654	0.111015	0.104576	0.107733

Παρατηρούμε ότι η ελάχιστη τιμή VaR του ιρλανδικού ομολόγου προέρχεται από το EGARCH T-dist με τιμή -1.093225 ενώ το συντηρητικότερο μοντέλο είναι το EGARCH T-dist με μέση τιμή -0.682249% επί της αξίας του ομολόγου.

Graph 7.35: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



Graph 7.36: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



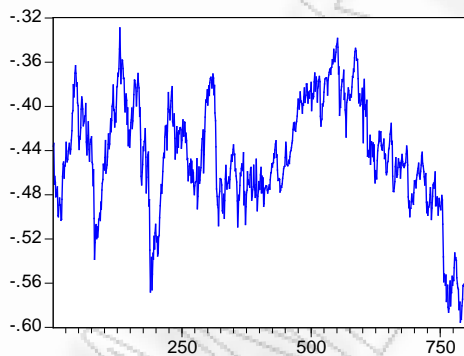
Στο γράφημα παρατηρούνται όπως και στην περίπτωση του ελληνικού ομολόγου χαμηλές μεταβολές του VaR με μία εξάιρεση προς το τέλος των παρατηρήσεων όπου αυξάνει και ξεπερνά το 1%.

Portugal

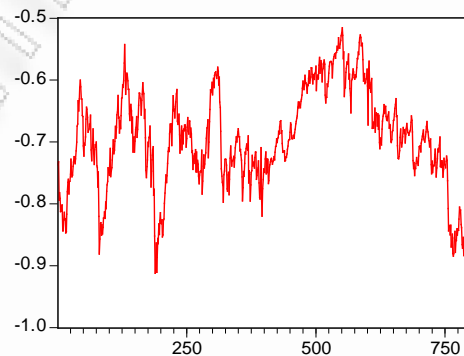
	$\alpha = 1\%$			
	GARCH-Normal	GARCH-Tdist	EGARCH-Normal	EGARCH-Tdist
Mean	-0.632823	-0.672448	-0.637383	-0.696939
Minimum	-0.889131	-0.957154	-0.906640	-0.912400
Std. Dev.	0.079920	0.082759	0.077662	0.080535

Η ελάχιστη τιμή του VaR που παρατηρούμε μεταξύ των τεσσάρων μοντέλων προέρχεται από το GARCH T-dist και η τιμή είναι -0.957154 ενώ το μοντέλο με την υψηλότερη μέση κατά απόλυτο τιμή είναι το EGARCH T-dist με την μέση τιμή να είναι ίση με -0.696939 και την υψηλότερη απώλεια -0.912400.

Graph 7.37: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



Graph 7.38: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



Παρατηρούμε ότι το VaR του πορτογαλικού ομολόγου που αναπαρίσταται από το Γράφημα 7.38 έχει αρκετές αυξομειώσεις στην τιμή του, αλλά παραμένει σταθερά κάτω από το 1% για όλο το χρονικό διάστημα που γίνεται η ανάλυση.

Backtesting

Στην παρούσα ενότητα ελέγχουμε τα μοντέλα που αναπαρήγαμε με το νέο μειωμένο δείγμα παρατηρήσεων. Η μέθοδος είναι η ίδια, όπως την αναλύσαμε στην προηγούμενη παράγραφο αφού και τώρα θα χρησιμοποιήσουμε τα τρία τεστ του Christoffersen. Για οικονομία χώρου, στη παρούσα παράγραφο οι υπολογισμοί του backtesting αναλύονται σε πίνακες που βρίσκονται στο Παράρτημα Β.

Greece

Πίνακας 7.5 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το ελληνικό ομόλογο

A	GARCH Normal		GARCH Tdist		EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{cc}	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model

Παρατηρούμε ότι κανένα από τα μοντέλα με διάστημα εμπιστοσύνης 5% δεν απορρίπτεται από το backtesting. Αντιθέτως για το $\alpha=1\%$, δεν απορρίπτονται τα εξής δύο: GARCH Tdist και EGARCH Tdist.

Λόγω όμως του Συμφώνου της Βασιλείας, θα διαλέξουμε το κατάλληλο μοντέλο ανάμεσα από τα δύο που δεν απορρίφθηκαν (με διάστημα εμπιστοσύνης 1%). Το πιο συντηρητικό και άρα αυτό που θα επιλέξουμε για το ελληνικό δεκαετές ομόλογο είναι το EGARCH Tdist έχοντας ως μέση τιμή VaR την τιμή -0.673230.

Ireland

Πίνακας 7.6 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το ιρλανδικό ομόλογο

A	GARCH Normal		GARCH Tdist		EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{cc}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model

Παρατηρούμε ότι κανένα από τα τεστ δεν απορρίπτει κανένα από τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε για το ιρλανδικό δεκαετές ομόλογο. Για τα μοντέλα με διάστημα εμπιστοσύνης $\alpha=1\%$ θα εξετάσουμε ποιο είναι το πιο συντηρητικό, δηλαδή αυτό με την χαμηλότερη μέση τιμή του VaR που προέκυψε.

Αυτό είναι το EGARCH Tdist με τιμή -0.682249.

Portugal

Πίνακας 7.7 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το πορτογαλικό ομόλογο

A	GARCH Normal		GARCH Tdist		EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{cc}	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model

Παρατηρούμε ότι κανένα από τα τεστ δεν απορρίπτει κανένα από τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε για το ιρλανδικό δεκαετές ομόλογο. Για τα μοντέλα με διάστημα εμπιστοσύνης $\alpha=1\%$ εξετάζουμε ποιο είναι το πιο συντηρητικό, δηλαδή αυτό με την χαμηλότερη μέση τιμή του VaR που προκύπτει.

Αυτό είναι το EGARCH Tdist με τιμή -0.696939.

Συνοψίζοντας, τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε για τα τρία ομόλογα δεν απορρίφθηκαν όλα όπως στην προηγούμενη μέθοδο. Για το ελληνικό ομόλογο δύο μόνο μοντέλα δεν απορρίφθηκαν και αυτά είναι τα GARCH Tdist και EGARCH Tdist. Αυτό όμως που δεχτήκαμε ήταν το EGARCH Tdist ως το πλέον συντηρητικό. Αντιθέτως κανένα από τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε για το ιρλανδικό και το πορτογαλικό ομόλογο δεν απορρίφθηκαν. Δεχόμαστε τα πιο συντηρητικά και έτσι λοιπόν για το ιρλανδικό ομόλογο θα δεχτούμε το EGARCH Tdist όπως επίσης και για το πορτογαλικό ομόλογο. Αποδείξαμε δηλαδή ότι τα ίδια μοντέλα, αλλά με μικρότερο αριθμό παρατηρήσεων έχοντας αποκλείσει το χρονικό διάστημα και προφανώς τις αντίστοιχες παρατηρήσεις που παρατηρήθηκαν ακραίες τιμές για τα τρία υπό ανάλυση ομόλογα, μπορούν να αναπαράγουν και να υπολογίσουν τα VaR και άρα τα απαιτούμενα ελάχιστα κεφάλαια που απαιτεί το Σύμφωνο της Βασιλείας. Πρόκειται δηλαδή για μοντέλα τα οποία πέρασαν τα τεστ του backtesting χωρίς όμως να περιέχουν τις ακραίες περιόδους.

Αντιθέτως στην πρώτη περίπτωση με τις ακραίες τιμές που εμφανίστηκαν στο χρονικό διάστημα από την 1/4/2008 έως την 12/4/2011, το δείγμα μας αφενός και οι υπολογισμοί μας αφετέρου περιείχαν το ακραίο σενάριο της κάθετης πτώσης της αξίας των τριών ομολόγων, ήταν δηλαδή «στρεσαρισμένο». Οι εξελίξεις δηλαδή είχαν ενσωματωθεί στο δείγμα μας και έτσι οι προτεινόμενες απαιτούμενες κεφαλαιακές απαιτήσεις ήταν χαμηλότερες από αυτές που θα έπρεπε να είναι, με αποτέλεσμα, το μεγάλο πλήθος παραβιάσεων σε σχέση με τις πραγματικές παρατηρήσεις. Έτσι λοιπόν, τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν από το αρχικό δείγμα απορρίφθηκαν από το backtesting.

Ένα παράδειγμα του ότι οι ακραίες πληροφορίες είχαν προστεθεί, είναι αυτό του γερμανικού ομολόγου. Το δείγμα που χρησιμοποιήσαμε στη περίπτωση του ήταν το στρεσαρισμένο. Με το backtesting όμως κανένα από τα μοντέλα δεν απορρίφθηκε. Αυτό οφείλεται στο ότι ποτέ, στο υπό ανάλυση χρονικό διάστημα το γερμανικό ομόλογο δεν είχε την κάθετη πτώση που είχαν τα υπόλοιπα τρία ομόλογα. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί και πιο απλοϊκά. Φαίνεται από την ομοιότητα των γραφημάτων 7.1-7.8 του γερμανικού ομολόγου σε σχέση με τα μη στρεσαρισμένα ομόλογα 7.33-7.40 του ελληνικού, 7.41-7.48 του ιρλανδικού και 7.49-7.56 του πορτογαλικού ομολόγου τα γραφήματα των οποίων βρίσκονται στο Παράρτημα Α

της παρούσας εργασίας. Παράλληλα φαίνεται η διαφορά τους από το γερμανικό ομόλογο στα γραφήματα 7.9-7.32 που είναι όμοια μεταξύ τους και προφανώς προσδίδονται παράλληλα χαρακτηριστικά.

Βέβαια στόχος μας είναι, μοντέλα τα οποία να υπολογίζουν τα ορθά απαιτούμενα κεφάλαια έχοντας ως δεδομένα ένα στρεσαρισμένο δείγμα. Για αυτό το λόγο στην επόμενη παράγραφο θα χρησιμοποιήσουμε τα ίδια ετεροσκεδαστικά μοντέλα, με διαφορετικές όμως κατανομές. Θα χρησιμοποιήσουμε δηλαδή πιο αυστηρά μοντέλα ώστε να μπορέσουμε να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο μέσα από ένα στρεσαρισμένο δείγμα έχοντας ως στόχο, τα μοντέλα να μην απορριφθούν από το backtesting.

7.2.3 Χρήση αυστηρότερων ετεροσκεδαστικών μοντέλων.

Εκτίμηση του VaR και Backtesting

Στην παρούσα ενότητα χρησιμοποιούμε αυστηρότερα μοντέλα ώστε να μην απορριφθούν από το backtesting που θα ακολουθήσει στη συνέχεια. Σκοπός μας είναι να υπολογίσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια που απαιτεί η επιτροπή της Βασιλείας.

Χρησιμοποιούμε τα ίδια ετεροσκεδαστικά μοντέλα όπως στις προηγούμενες δύο περιπτώσεις, δηλαδή τα GARCH και EGARCH. Η διαφορά βρίσκεται στο ότι χρησιμοποιούμε σαν κατανομή για τα σφάλματα μας στην πρώτη περίπτωση την GED (Generalized Error Distribution), ενώ στην δεύτερη την τροποποιημένη T-Student κατανομή, έχοντας 3 βαθμούς ελευθερίας κάτι που την μετατρέπει σε «πιο ακραία» κατανομή. Επομένως για τα τρία ομόλογα που απορρίφθηκαν από τον πρώτο τρόπο μοντελοποίησης θα «τρέξουμε» τέσσερα διαφορετικά μοντέλα. Το GARCH-GED, GARCH Tdist (με 3 βαθμούς ελευθερίας), EGARCH-GED και EGARCH Tdist (με 3 βαθμούς ελευθερίας). Ο υπολογισμός του VaR μέσω των παραπάνω μοντέλων θα γίνει για δύο διαφορετικά διαστήματα εμπιστοσύνης, $\alpha=5\%$ και $\alpha=1\%$ παρότι η Βασιλεία II απαιτεί διάστημα εμπιστοσύνης $\alpha=1\%$. Αυτό αντιστοιχεί στο άκρο της ουράς της κατανομής και έτσι αναμένεται να έχουμε πιο ακραίες τιμές, δηλαδή μεγαλύτερες πιθανές απώλειες.

Θα συγκεκριμενοποιήσουμε τα συμπεράσματα μας μετά το πέρας του υπολογισμού του VaR για κάθε ομόλογο και για καθένα από τα τέσσερα μοντέλα που αναφέραμε παραπάνω μέσω δεκαέξι πινάκων. Ο κάθε πίνακας μας πληροφορεί για τον μέσο (mean), την μέγιστη πιθανή απώλεια (Minimum) και την τυπική απόκλιση (Std. Dev.) των αποτελεσμάτων VaR για τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης. Επίσης θα εμφανίζονται και τα γραφήματα του VaR για κάθε μοντέλο και για κάθε ομόλογο. Παρουσιάζουμε τα ίδια στατιστικά στοιχεία για τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης για να αποδείξουμε ότι κρατώντας το διάστημα εμπιστοσύνης του 1% σύμφωνα με την εντολή της Επιτροπής της Βασιλείας κάνουμε αυστηρότερες προβλέψεις για τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια.

Greece

GARCH-GED		
	5%	1%
Mean	-1.187208	-1.813911
Minimum	-14.89171	-22.79144
Std. Dev.	1.593206	2.445228

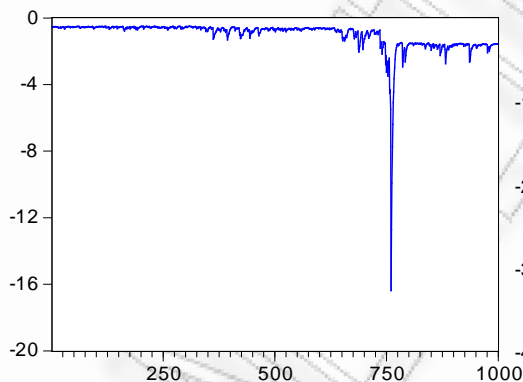
GARCH-Tdist-fixed		
	5%	1%
Mean	-1.009211	-1.947225
Minimum	-16.36727	-31.57987
Std. Dev.	0.935605	1.805205

EGARCH-GED		
	5%	1%
Mean	1.136077	-1.932188
Minimum	-37.88468	-64.12002
Std. Dev.	1.623410	2.751381

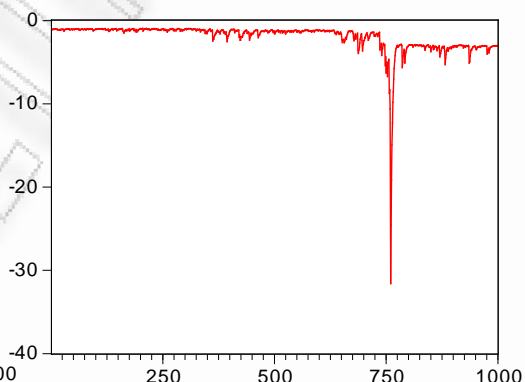
EGARCH- Tdist-fixed		
	5%	1%
Mean	-1.022532	-1.972926
Minimum	-9.786523	-18.88263
Std. Dev.	0.917357	1.769997

Παρατηρούμε ότι το μοντέλο που έχει το ελάχιστο VaR είναι EGARCH GED με την τιμή -64.12002%. Το συντηρητικότερο από τα τέσσερα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την μοντελοποίηση του VaR του ελληνικού ομολόγου είναι το EGARCH T-dist fixed με μέση τιμή που είναι ίση με -1.972926% και ελάχιστη τιμή που είναι ίση με -18.88263%. Παρακάτω παρατίθενται τα Γραφήματα του VaR που προκύπτουν από τα μοντέλα GARCH T-dist fixed και EGARCH T-dist fixed.

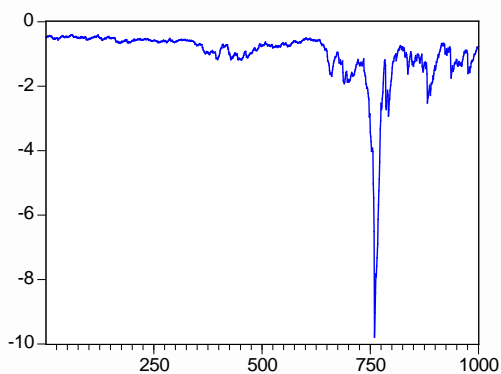
Graph 7.39: VaR(GARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



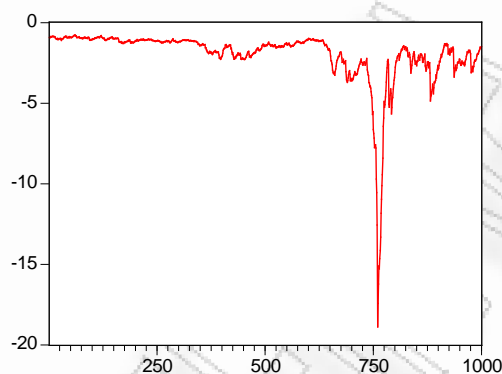
Graph 7.40: VaR(GARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



Graph 7.41: VaR(EGARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



Graph 7.42: VaR(EGARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



Όπως και στην πρώτη ενότητα παρατηρούμε ότι το VaR εμφανίζει μεγάλες τιμές, αλλά και την μέγιστη γύρω από την περίοδο που υφίσταται η 750^η παρατήρηση.

Ireland

GARCH-GED		
	5%	1%
Mean	-0.892044	-1.364878
Minimum	-3.838468	-5.905361
Std. Dev.	0.557911	0.872248

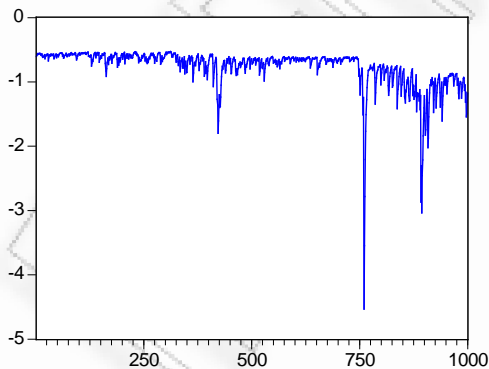
GARCH- Tdist-fixed		
	5%	1%
Mean	-0.768591	-1.482960
Minimum	-4.532894	-8.746003
Std. Dev.	0.310725	0.599529

EGARCH-GED		
	5%	1%
Mean	-0.845937	-1.440912
Minimum	-3.203786	-5.453460
Std. Dev.	0.473914	0.806828

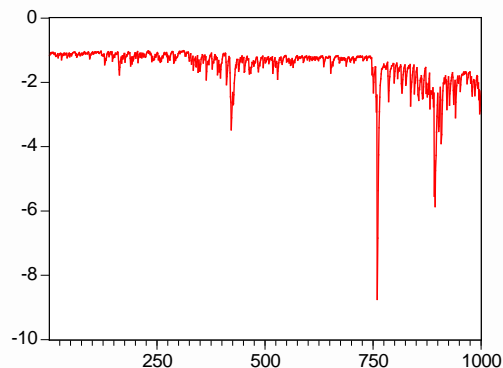
EGARCH- Tdist-fixed		
	5%	1%
Mean	-0.871665	-1.681836
Minimum	-2.760136	-5.325551
Std. Dev.	0.417132	0.804836

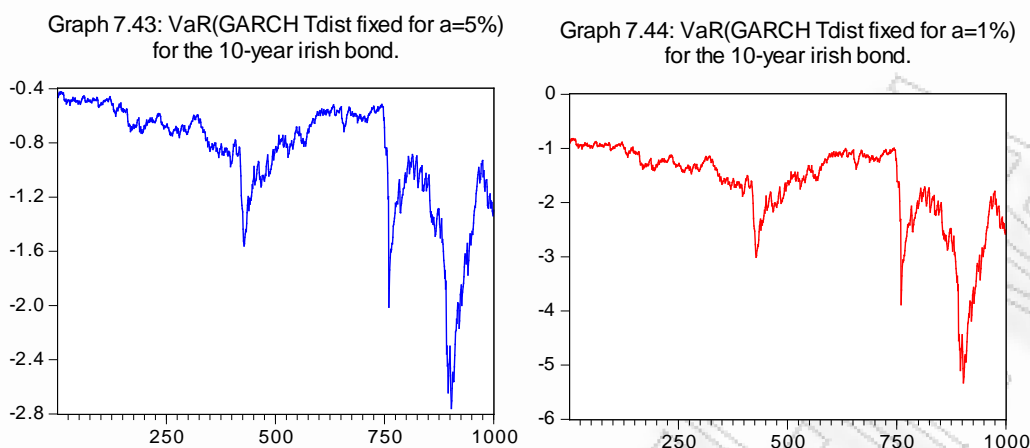
Από τα τέσσερα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε, το συντηρητικότερο είναι το EGARCH T-dist fixed με μέση τιμή παρατηρήσεων -1.681836% ενώ η ελάχιστη τιμή που εμφανίζεται μέσω του συγκεκριμένου μοντέλου είναι η -5.325551%. Παρακάτω παρατίθενται τα Γραφήματα του VaR για τα δύο συντηρητικότερα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε για το ιρλανδικό ομόλογο.

Graph 7.41: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



Graph 7.42: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.





Παρατηρώντας τα Γραφήματα 7.42 και 7.44 βλέπουμε ότι η πορεία των τιμών διαφέρει κατά πολύ, σε αντίθεση με την περίπτωση της πρώτης ενότητας. Στο Γράφημα 7.42 βλέπουμε ότι από την 1^η έως την προσεγγιστικά 725^η παρατήρηση το VaR παραμένει σχεδόν σταθερό γύρω από μία συγκεκριμένη τιμή. Αντιθέτως στο ίδιο διάστημα στο Γράφημα 7.44 παρατηρούνται μεγαλύτερες αυξομειώσεις στο VaR. Στο Γράφημα 7.42 η ελάχιστη τιμή του VaR παρατηρείται στο διάστημα γύρω από την 750^η παρατήρηση ενώ αντίθετα στο 7.44 παρατηρείται κοντά στην 900^η παρατήρηση.

Portugal

GARCH-GED		
	5%	1%
Mean	-0.804451	-1.230443
Minimum	-5.723009	-8.747590
Std. Dev.	0.585291	0.899982

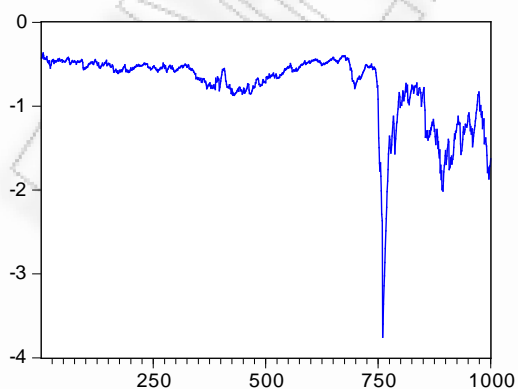
GARCH- Tdist-fixed		
	5%	1%
Mean	-0.747835	-1.442913
Minimum	-6.216067	-11.99361
Std. Dev.	0.350849	0.676946

EGARCH-GED		
	5%	1%
Mean	-0.764782	-1.303862
Minimum	-3.754539	-6.396785
Std. Dev.	0.419840	0.715588

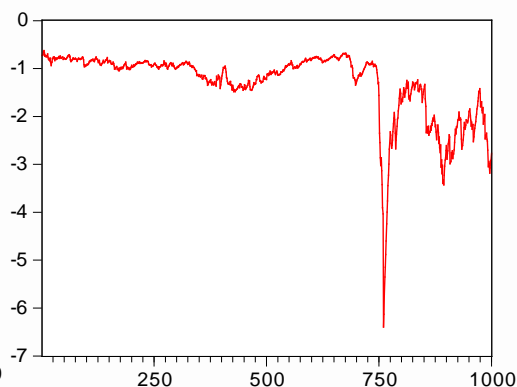
EGARCH- Tdist-fixed		
	5%	1%
Mean	-0.776693	-1.498592
Minimum	-3.492527	-6.738665
Std. Dev.	0.359967	0.694539

Το μοντέλο με την ελάχιστη παρατήρηση ανάμεσα στα τέσσερα που αναλύθηκαν είναι το GARCH GED με τιμή -8.747590% . Το συντηρητικότερο μοντέλο, δηλαδή αυτό με την μέγιστη μέση κατά απόλυτο τιμή είναι το EGARCH T-dist fixed με τιμή -1.498592% . Ακολουθεί το Γράφημα του μοναδικού μοντέλου που δεν απορρίπτεται από το backtesting.

Graph 7.45: VaR (EGARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



Graph 7.46: VaR (EGARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



Όπως και στα προηγούμενα ομόλογα παρατηρούμε την ίδια αντίδραση των μοντέλων στην περίοδο γύρω από την 750^η παρατήρηση. Εκεί παρατηρείται η μέγιστη απώλεια

του ομολόγου με το VaR να παίρνει την ελάχιστη τιμή του. Αυτή η ελάχιστη τιμή είναι η -6.396785%.

Backtesting

Στην παρούσα ενότητα θα εφαρμόσουμε εκ των υστέρων ελέγχους (backtests) σύμφωνα με τα τεστ του Christoffersen ακριβώς όπως τα παρουσιάσαμε στην ενότητα 7.2.1. Στο ενδεχόμενο που δεν απορριφθούν παραπάνω από ένα μοντέλα τότε θα αποδεχτούμε αυτό που είναι πιο συντηρητικό και απαιτεί υψηλότερα κεφάλαια. Για οικονομία χώρου οι υπολογισμοί του backtesting αναλύονται σε πίνακα που βρίσκεται στο Παράρτημα Β.

Greece

Πίνακας 7.8 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το ελληνικό ομόλογο

A	GARCH GED		GARCH Tdist fixed		EGARCH GED		EGARCH Tdist fixed	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{cc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model

Παρατηρώντας το τρίτο σκέλος του Πίνακα 9, βλέπουμε ότι μόνο δύο μοντέλα δεν απορρίπτονται σύμφωνα με το Chi Test. Αυτά είναι τα GARCH Tdist fixed και το

EGARCH Tdist fixed. Όπως αναφέραμε και παραπάνω πρόκειται για την τροποποιημένη Student κατανομή έχοντας λάβει τρεις βαθμούς ελευθερίας.

Ελέγχοντας το στατιστικό μέσο της μεταβλητότητας για τα δύο μη απορριπτέα μοντέλα και λαμβάνοντας το συντηρητικότερο, το VaR του ελληνικού ομολόγου που χρησιμοποιούμε για τους μετέπειτα υπολογισμούς μας για το VaR του χαρτοφυλακίου θα προκύψει από το μοντέλο EGARCH Tdist με μέση μεταβλητότητα την τιμή -1.972926.

Ireland

Πίνακας 7.9 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το ιρλανδικό ομόλογο

	GARCH GED		GARCH Tdist fixed		EGARCH GED		EGARCH Tdist fixed	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{cc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model

Παρατηρώντας το τρίτο σκέλος του Πίνακα 10, βλέπουμε ότι μόνο δύο μοντέλα δεν απορρίπτονται σύμφωνα με το Chi Test. Αυτά είναι τα GARCH Tdist fixed και το EGARCH Tdist fixed. Όπως αναφέραμε και παραπάνω πρόκειται για την τροποποιημένη Student κατανομή έχοντας λάβει τρεις βαθμούς ελευθερίας.

Ελέγχοντας το στατιστικό μέσο της μεταβλητότητας για τα δύο μη απορριπτέα μοντέλα και λαμβάνοντας το συντηρητικότερο, το VaR του ιρλανδικού ομολόγου που χρησιμοποιούμε για τους μετέπειτα υπολογισμούς μας για το VaR του χαρτοφυλακίου θα προκύψει από το μοντέλο EGARCH Tdist με μέση μεταβλητότητα την τιμή -1.681836.

Portugal

Πίνακας 7.10 : Chi Test για επίπεδο σημαντικότητας 10% για το πορτογαλικό ομόλογο

	GARCH		GARCH		EGARCH		EGARCH	
	GED		Tdist fixed		GED		Tdist fixed	
α	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
LR_{uc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model
LR_{ind}	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model
LR_{cc}	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model	Don't Reject VaR Model	Reject VaR Model	Reject VaR Model

Παρατηρώντας το τρίτο σκέλος του Πίνακα 7.10, βλέπουμε ότι μόνο ένα μοντέλο δεν απορρίπτεται σύμφωνα με το Chi Test. Αυτό είναι το EGARCH GED.

Επομένως το μοντέλο που θα χρησιμοποιήσουμε για το πορτογαλικό ομόλογο για τους μετέπειτα υπολογισμούς του VaR του χαρτοφυλακίου θα είναι το EGARCH GED.

Ολοκληρώνοντας τον εκ των υστέρων έλεγχο παρατηρούμε ότι για τον υπολογισμό του VaR του χαρτοφυλακίου μας θα χρησιμοποιήσουμε για το ελληνικό ομόλογο το μοντέλο EGARCH Tdist, για το ιρλανδικό ομόλογο το EGARCH Tdist ενώ για το πορτογαλικό ομόλογο το EGARCH GED. Αυτά τα μοντέλα είναι τα πλέον συντηρητικά και ακριβή για τον υπολογισμό των ελάχιστων απαιτούμενων κεφαλαίων για τα τρία ομόλογα και για το VaR του χαρτοφυλακίου. Αυτά τα μοντέλα είναι τα ακριβέστερα και συντηρητικότερα σε σχέση με τις δύο προηγούμενες μεθοδολογίες που χρησιμοποιήσαμε. Οι διαφορές μεταξύ των μεθοδολογιών αναλύονται πληρέστερα στην επόμενη παράγραφο.

7.2.4 Σύγκριση των τριών μεθοδολογιών

Εφαρμόσαμε τρεις μεθοδολογίες για την εύρεση των ελάχιστων απαιτούμενων κεφαλαίων. Στην πρώτη μεθοδολογία ξεκινήσαμε με ολόκληρο το διαθέσιμο δείγμα χρησιμοποιώντας τέσσερα διαφορετικά μοντέλα για το καθένα από τα τέσσερα ομόλογα τα οποία ήταν τα GARCH Normal, EGARCH Normal, GARCH Tdist και EGARCH Tdist. Μετά τους υπολογισμούς για την μεταβλητότητα ελέγξαμε εκ των υστέρων τα αποτελέσματα μας και προέκυψε ότι από όλα τα μοντέλα που ελέγξαμε μόνο το γερμανικό ομόλογο πέρασε τους ελέγχους Backtesting.

Όλα τα μοντέλα για τα τρία εναπομείναντα ομόλογα (ελληνικό, ιρλανδικό, πορτογαλικό) απορρίφθηκαν από τους εκ των υστέρων ελέγχους με αποτέλεσμα να δοκιμάσουμε άλλες τεχνικές. Το δείγμα των τριών ομολόγων περιείχε ακραίες τιμές οι οποίες δεν επέτρεπαν στα υπό ανάλυση μοντέλα να υπολογίσουν ακριβείς τιμές για τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια. Αυτό αποδείχτηκε αφαιρώντας από το δείγμα μας τις περιόδους αναταραχής στις αγορές και άρα τις ακραίες αποδόσεις που εμφανίστηκαν σχεδόν ταυτόχρονα για τα τρία κυβερνητικά ομόλογα. Αφήνοντας εκτός δείγματος τις τελευταίες 791 παρατηρήσεις-αποδόσεις τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ίδια μοντέλα με την πρώτη περίπτωση δεν απορρίφθηκαν από το backtesting. Αυτά λοιπόν θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αν μας ενδιαφέρει να υπολογίσουμε τα κεφάλαια μόνο για ομαλές περιόδους και όχι για περιόδους που υπάρχει αναταραχή στις αγορές. Αν τώρα συνδυάσουμε αυτά τα αποτελέσματα με το ότι το γερμανικό ομόλογο με την χαμηλή μεταβλητότητα που είχε ακόμα και στην

προβληματική περίοδο, φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι για το γερμανικό ομόλογο παρά την δυσμενή οικονομική περίοδο ο διαχειριστής του χαρτοφυλακίου δεν θα χρειαζόταν να κρατήσει υψηλότερα ποσά για τις κεφαλαιακές απαιτήσεις. Αυτό λοιπόν από μόνο του, μας υποδεικνύει ότι το γερμανικό ομόλογο είναι ασφαλέστερο σε σχέση με τα υπόλοιπα τρία.

Επειδή όμως στη παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει να υπολογίσουμε τα κεφάλαια και για περιόδους με έντονο το στοιχείο της κρίσης, χρησιμοποιήσαμε όλο το «στρεσαρισμένο» δείγμα για τα τρία ομόλογα χρησιμοποιώντας αυστηρότερα μοντέλα, τα οποία θα έχουν ως αποτέλεσμα υψηλότερες απαιτήσεις. Αυτά τα μοντέλα είναι τα GARCH GED, EGARCH GED, GARCH Tdist και EGARCH Tdist (με τρεις βαθμούς ελευθερίας).

Αν συγκρίνουμε τις τιμές που προέκυψαν από την δεύτερη και την τρίτη μεθοδολογία θα καταλάβουμε πόσο μεγάλη είναι η διαφορά μεταξύ των απαιτήσεων που προκύπτουν. Ενδεικτικά για το ελληνικό ομόλογο, στην περίπτωση με το μειωμένο δείγμα, ο μέσος του VaR των απαιτήσεων είναι -0.673230 ενώ στη περίπτωση που χρησιμοποιήσαμε αυστηρότερα μοντέλα και όλο το στρεσαρισμένο δείγμα είναι -1.972926. Δηλαδή σχεδόν η τριπλάσια τιμή. Μέσω λοιπόν της υιοθέτησης νέων αυστηρότερων μοντέλων καταλήξαμε σε αποτελέσματα και μοντέλα τα οποία δεν απορρίφθηκαν από τον εκ των υστέρων έλεγχο και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του VaR του ίδιου χαρτοφυλακίου που είχαμε κατασκευάσει και στην ενότητα 7.1, που υπολογίσαμε το VaR μέσω της τυποποιημένης μεθοδολογίας.

Επομένως, αναλογιζόμενοι τα αποτελέσματα που προέκυψαν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι εφαρμόσαμε ένα stress test που το ακραίο σενάριο για μεγάλη πτώση στις τιμές των ομολόγων του χαρτοφυλακίου ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος εισήχθη στο δείγμα μας μέσω της πραγματικότητας στις αγορές.

7.3 VaR χαρτοφυλακίου σύμφωνα με την Μεθοδολογία της Εσωτερικής Διαβάθμισης.

Στην παρούσα ενότητα θα υπολογίσουμε το VaR του χαρτοφυλακίου για τις δύο τελευταίες περιπτώσεις που υπολογίσαμε τις μεταβλητότητες σύμφωνα με την μεθοδολογία της εσωτερικής διαβάθμισης. Η μία περίπτωση είναι αυτή που στο δείγμα μας δεν υπήρχαν οι ακραίες παρατηρήσεις ενώ η δεύτερη είναι αυτή με τα αυστηρότερα μοντέλα. Αφού παραθέσουμε τα ποσά που απαιτούνται, στη συνέχεια θα συγκρίνουμε τις μεγάλες διαφορές με τους δύο τρόπους υπολογισμού των απαιτούμενων κεφαλαίων.

7.3.1 VaR χαρτοφυλακίου σε κανονικές περιόδους (μειωμένο δείγμα)

Αφού υπολογίσαμε την αξία σε κίνδυνο για το κάθε ομόλογο ξεχωριστά, τώρα υπολογίζουμε την αξία σε κίνδυνο όλου του χαρτοφυλακίου μας σύμφωνα με τον τύπο:

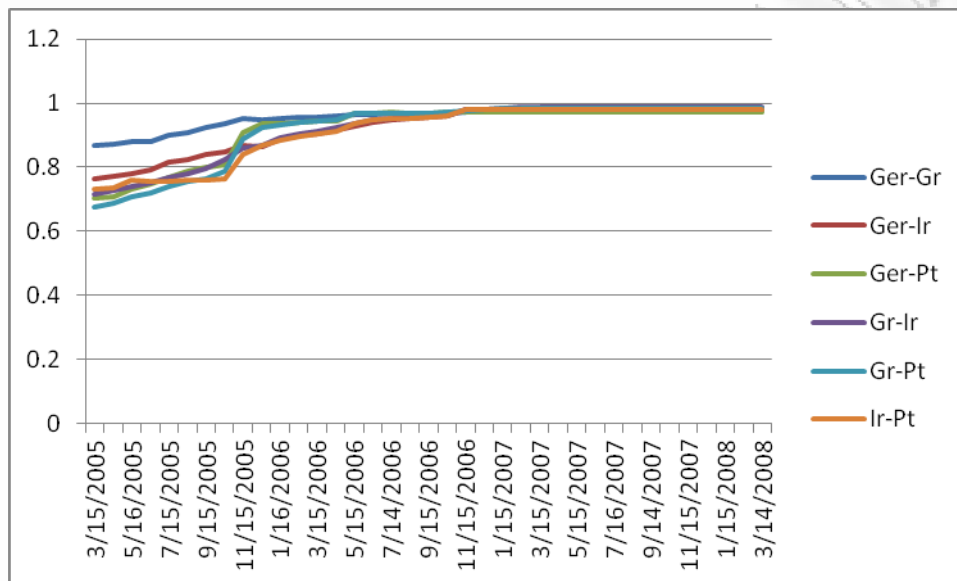
$$VaR = \sqrt{\sum_{i=1}^m VaR_i^2 + 2 \sum_{i < j} \rho_{ij} VaR_i VaR_j},$$

όπου ρ_{ij} είναι η συσχέτιση μεταξύ του i -οστού και του j -οστού στοιχείου του χαρτοφυλακίου. Επομένως στη συνέχεια υπολογίζουμε τις συσχετίσεις των αποδόσεων των τεσσάρων ομολόγων, συσχέτιση μεταξύ του γερμανικού και του ελληνικού ομολόγου, μεταξύ του γερμανικού και του ιρλανδικού, μεταξύ του γερμανικού και του πορτογαλικού, μεταξύ του ελληνικού και του ιρλανδικού, μεταξύ του ελληνικού και του πορτογαλικού και τέλος την συσχέτιση μεταξύ του ιρλανδικού και του πορτογαλικού ομολόγου.

Επειδή όμως το πλήθος των τιμών είναι αρκετά μεγάλο για να το παραστήσουμε στην παρούσα ενότητα, θα επιλέξουμε μία ημερομηνία από κάθε μήνα, ανά έτος ώστε να φανεί η διαρκής άνοδος της αξίας σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μας. Πριν προχωρήσουμε στη παρουσίαση των υπολογισμών ας αναφερθούμε στο περιεχόμενο του χαρτοφυλακίου μας. Αποτελείται από τέσσερα ομόλογα αξίας 1.000.000 € έκαστο και σύμφωνα με αυτή την αξία θα υπολογιστούν και τα απαιτούμενα

κεφάλαια. Ακολουθεί το Γράφημα 7.47i με τις συσχετίσεις των ομολόγων στο πέρασμα του χρόνου.

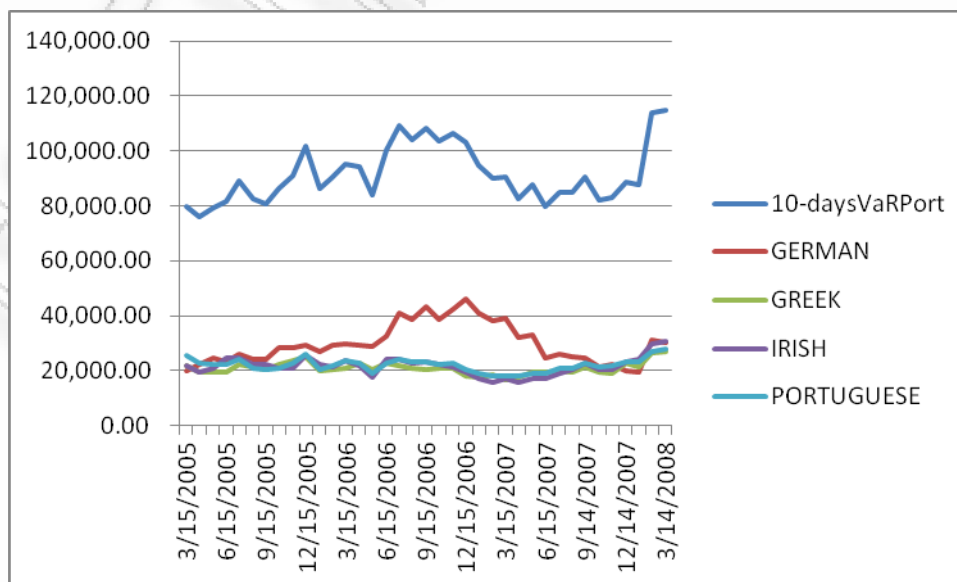
Γράφημα 7.47i: Συσχετίσεις μεταξύ των τεσσάρων κυβερνητικών ομολόγων



Οι τιμές των συσχετίσεων πάνω στις οποίες βασίστηκε το Γράφημα 7.47i βρίσκονται στο Παράρτημα Γ.

Ακολουθούν οι αξίες σε κίνδυνο για καθένα από τα ομόλογα σύμφωνα με το κατάλληλα επιλεγμένο μοντέλο αλλά και για το χαρτοφυλάκιο στο σύνολό του.

Γράφημα 7.48i: VaR του χαρτοφυλακίου και των τεσσάρων ομολόγων



Οι τιμές πάνω στις οποίες βασίστηκε το Γράφημα 7.48i βρίσκονται στο Παράρτημα Γ.

Οφείλουμε να αναφερθούμε στις συσχετίσεις μεταξύ των ομολόγων των τεσσάρων χωρών, καθώς παρατηρούμε ότι στις 15/3/2007 η συσχέτιση μεταξύ του ελληνικού και του γερμανικού ομολόγου είναι της τάξης του **0.866098**, του ιρλανδικού με το γερμανικό της τάξης του **0.762337**, του γερμανικού με το πορτογαλικό της τάξης του **0.703688** που δείχνει ότι το γερμανικό ομόλογο ήταν στενότερα συσχετισμένο με την πορεία του ελληνικού σε σχέση με τα αντίστοιχα της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας. Μέσα στους επόμενους μήνες η συσχέτιση των ομολόγων αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς, φτάνοντας η συσχέτιση του γερμανικού με το ελληνικό στην τιμή του **0.982113**, η συσχέτιση του γερμανικού με το ιρλανδικό στην τιμή του **0.982085** και του γερμανικού με το πορτογαλικό στην τιμή του **0.973871** στις 15/2/2008, στις μέγιστες δηλαδή τιμές για όλο το υπό ανάλυση διάστημα.

Το παράδοξο της ανάλυσης των συσχετίσεων μεταξύ των δεκαετών κρατικών ομολόγων των τεσσάρων χωρών είναι ότι παρόλο που οι λόγοι των δημοσιονομικών προβλημάτων της Ελλάδας και της Πορτογαλίας είναι παρόμοιοι και διαφορετικοί σε σχέση με αυτούς της Ιρλανδίας (όπως έχουμε αναλύσει εκτενέστερα σε προηγούμενο κεφάλαιο), στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, η συσχέτιση των ομολόγων της Ελλάδας και της Ιρλανδίας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη μεταξύ Ελλάδας και Πορτογαλίας, με εξαίρεση ένα μικρό χρονικό διάστημα από τις 15/11/2005 έως τις 15/11/2006. Αντιθέτως η συσχέτιση του ελληνικού και του πορτογαλικού ομολόγου είναι μεγαλύτερη σε σχεδόν ολόκληρο το χρονικό διάστημα σε σχέση με τη συσχέτιση του πορτογαλικού και του ιρλανδικού με ελάχιστες εξαιρέσεις στα χρονικά διαστήματα 15/3/2005-15/8/2005 και 15/11/2006-15/12/2006. Αυτό μας αποδεικνύει την στενότερη σχέση της πορείας του ελληνικού ομολόγου σε σχέση με τα τρία υπό ανάλυση ομόλογα σε αντίθεση με την σχέση των τριών άλλων μεταξύ τους.

Αφήνοντας την ανάλυση των συσχετίσεων για την ανάλυση της αξίας σε κίνδυνο στην περίπτωση του μειωμένου δείγματος όπως αναλύθηκε παραπάνω, τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για το κάθε ομόλογο δεν απορρίφθηκαν από την διαδικασία του εκ των υστέρων έλεγχου. Είναι δηλαδή τα αποδεκτά μοντέλα για την συγκεκριμένη χρονική

περίοδο. Αφού λοιπόν υπολογίσαμε την αξία σε κίνδυνο για το κάθε ομόλογο, υπολογίσαμε την αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μας. Λόγω όμως του μεγάλου όγκου των δεδομένων και για την ευκολότερη παρουσίασή τους επιλέξαμε μία τιμή ανά μήνα. Η επιλεγμένη ημέρα είναι η 15^η του κάθε μήνα, ενώ αν δεν είναι εργάσιμη επιλέγεται η κοντινότερη εργάσιμη.

Παρατηρούμε ότι στις 37 παρατηρήσεις που παραθέσαμε η αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μας έχει μία διακύμανση από τις 79.105€ έως τις 114.917€. Επίσης παρατηρούμε ένα μεγάλο άλμα της αξίας σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μας μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μήνα του 2008 έχοντας αυξητική τάση κυρίως λόγω της κρίσης εμπιστοσύνης που προέκυψε στις διεθνείς αγορές.

7.3.2 VaR χαρτοφυλακίου σε περιόδους κρίσης

Υπολογίσαμε την αξία σε κίνδυνο των ομολόγων της Ελλάδας, της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας με την χρήση αυστηρότερων μοντέλων για το χρονικό διάστημα από τις 13/6/2007 έως τις 12/4/2011, το χρονικό διάστημα δηλαδή που εμφανίστηκαν ακραίες τιμές στις αποδόσεις τους. Στη συνέχεια υπολογίσαμε την αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μας σύμφωνα με τον τύπο:

$$VaR = \sqrt{\sum_{i=1}^m VaR_i^2 + 2 \sum_{i<j} \rho_{ij} VaR_i VaR_j}$$

σε συνδυασμό με τον επόμενο τύπο που μας βοηθάει στο να αποτραπεί μία πιθανή ημερήσια πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή παρατήρηση στους υπολογισμούς του VaR. Χρησιμοποιείται συνήθως σε ιδιαίτερα «στρεσαρισμένες» περιόδους.

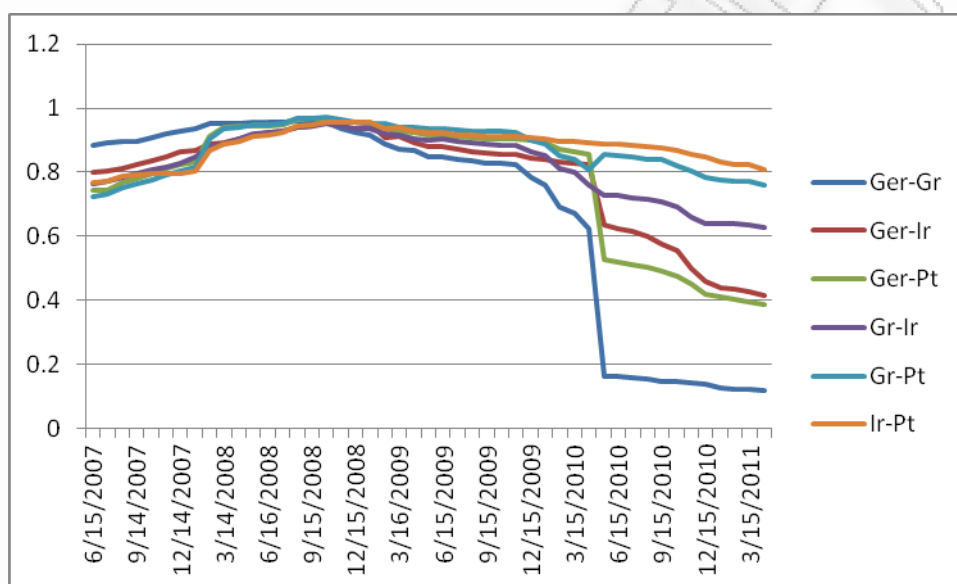
$$VaR = \max [-VaR_{0.01,10\text{-days}}, k * \text{μέσος όρος των} \\ - VaR_{0.01,10\text{-days}} \text{ των τελευταίων 60 ημερών}]$$

Η ερμηνεία των μεταβλητών των τύπων έχει αναλυθεί επακριβώς στο Κεφάλαιο 4 που αφορά τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο σύμφωνα με τις αρχές της Βασιλείας.

Όμοια με την περίπτωση του μειωμένου δείγματος, λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων έχουμε επιλέξει μία παρατήρηση ανά μήνα για την ευκολότερη

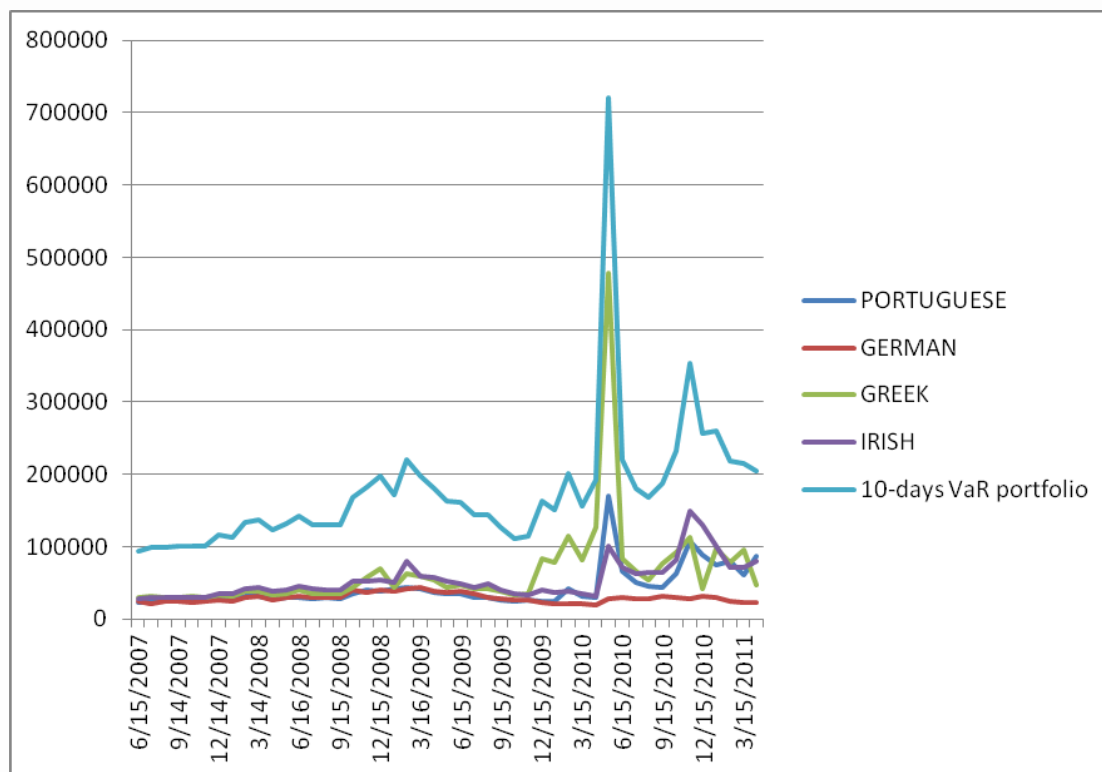
διαχείριση, ανάλυση, εξαγωγή και παρουσίαση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από τα δεδομένα μας. Το χαρτοφυλάκιο αποτελείται από τα τέσσερα ομόλογα με ονομαστική αξία 1.000.000€ το καθένα. Ακολουθούν οι συσχετίσεις των ομολόγων στο πέρασμα του χρόνου.

Γράφημα 7.49i: Συσχετίσεις των αποδόσεων των τεσσάρων ομολόγων



Τα στοιχεία πάνω στα οποία βασίσαμε τον σχεδιασμό του Γραφήματος 7.49i βρίσκονται στο Παράρτημα Γ. Ακολουθούν οι αξίες σε κίνδυνο για καθένα από τα ομόλογα σύμφωνα με το κατάλληλα επιλεγμένο μοντέλο.

Γράφημα 7.50i: Δεκαήμερο VaR ομολόγων και χαρτοφυλακίου



Τα δεδομένα πάνω στα οποία σχεδιάστηκε το Γράφημα 7.50i βρίσκονται στο Παράρτημα Γ.

Ξεκινώντας την ανάλυση μας ξανά από τις συσχετίσεις, προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα για την πορεία τους λόγω των διεθνών εξελίξεων. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη συσχέτιση του γερμανικού με το ελληνικό ομόλογο με τιμή **0.961086**, του γερμανικού με το πορτογαλικό ομόλογο με τιμή **0.966815** φτάνουν στις 15/9/2008 ενώ του γερμανικού με το ιρλανδικό ομόλογο με τιμή **0.955539** στις 15/10/2008. Από αυτές τις ημερομηνίες και ύστερα η συσχέτιση των τριών ομολόγων με το γερμανικό μειώνεται διαρκώς και με ταχείς ρυθμούς. Η συσχέτιση του γερμανικού με το ελληνικό ομόλογο κάνει μία απότομη πτώση από την τιμή του **0.624664** στην τιμή του **0.164536** στο χρονικό διάστημα μεταξύ του 4^{ου} και του 5^{ου} μήνα του 2010 κάτι που υποδεικνύει την μεγάλη διαφοροποίηση της πορείας των δύο ομολόγων καταλήγοντας στις 12/4/2011 στην τιμή του **0.119894** λόγω των διαδικασιών και της αβεβαιότητας που προέκυψε για την δυνατότητα της Ελλάδας να ανταπεξέλθει στις δανειακές της υποχρεώσεις. Η συσχέτιση του γερμανικού με το ιρλανδικό ομόλογο μετά το μέγιστό της στις 15/10/2008 άρχισε να φθίνει μέχρι το επίπεδο του **0.415453** στις 12/4/2011. Αντίστοιχα με την γερμανο-ελληνική συσχέτιση, η συσχέτιση του

γερμανικού με το πορτογαλικό ομόλογο είχε μία μεγάλη πτώση στο διάστημα μεταξύ του 4^{ου} και του 5^{ου} μήνα του 2010 που από το επίπεδο του **0.857907** έφτασε στο επίπεδο του **0.526141** καταλήγοντας τελικά στις 12/4/2011 στο **0.388843**.

Το παράδοξο που παρατηρήσαμε (σε άλλη χρονική περίοδο) στην μέθοδο της ενότητας 7.3.1 δεν ισχύει όσο η διεθνής κρίση αρχίζει να αυξάνει, καθώς από τον 2^ο μήνα του 2008 και για την υπόλοιπη χρονική διάρκεια, η συσχέτιση του ελληνικού με το πορτογαλικό ομόλογο παρέμεινε μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του ελληνικού με το ιρλανδικό. Αυτή λοιπόν η υψηλή συσχέτιση που κατέληξε στο επίπεδο του **0.761179** τον 4^ο του 2011 μας δείχνει την ομοιότητα στα δημοσιονομικά προβλήματα Ελλάδας και Πορτογαλίας σε σχέση με τα αντίστοιχα Ελλάδα και Ιρλανδίας. Πρέπει όμως να υπογραμμίσουμε ότι από τον 12^ο του 2009 και μέχρι το τέλος της υπό ανάλυση περιόδου η συσχέτιση του ιρλανδικού με το πορτογαλικό ομόλογο ήταν σαφώς υψηλότερη σε σχέση με αυτήν του ελληνικού με το πορτογαλικό φτάνοντας στις 12/4/2011 την τιμή του **0.806183**.

Επίσης αυτό που οφείλουμε να σημειώσουμε είναι ότι από τον 10^ο του 2008 έως τον 1^ο του 2009 παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες συσχετίσεις μεταξύ των τριών ομολόγων, ενώ στη συνέχεια άρχισε η πτώση παραμένοντας βέβαια σε υψηλά επίπεδα. Αυτό μας δείχνει την διαφοροποίηση των αποδόσεων του ομολόγου του ισχυρού γερμανικού κράτους που από την έναρξη της κρίσης χρέους στην ευρωζώνη άρχισε μία πορεία διαφορετική σε σχέση με τα ομόλογα των τριών υπερχρεωμένων χωρών.

Συνεχίζοντας με την αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου που προέκυψε με την χρήση αυστηρότερων μοντέλων για την αυστηρότερη, ακριβέστερη και ασφαλέστερη πρόβλεψη είναι εμφανής η εισαγωγή της πληροφορίας και της αβεβαιότητας της αγοράς στην αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους που παρουσιάζεται σημαντική αύξηση στα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια. Ενδεικτικά, στο διάστημα μεταξύ 4^{ου} και 5^{ου} μήνα του 2010 η αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου από τις **193150.2€** ανήλθε στις **720193.7€** αύξηση της τάξης του 272% ενώ μέσα στον επόμενο μήνα μειώθηκε στις **220312.7€** μείωση της τάξης του 69.4% και συνεχίστηκε μέχρι τον 8^ο μήνα του 2010 φτάνοντας τις **168179.5€**. Από τον 8^ο μήνα του 2010 μέχρι και τον 11^ο του 2010 η αξία σε κίνδυνο αυξήθηκε φτάνοντας τις **353977.5€** η οποία άρχισε να μειώνεται ξανά φτάνοντας τις **204990.8€** μέχρι το τέλος του δείγματος μας, δηλαδή στις 12/4/2011.

Είναι εμφανές λοιπόν πως οι διάφορες πληροφορίες, οι οικονομικές και πολιτικές εξελίξεις επαληθεύονται από την αυξομείωση της αξίας σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου, κάτι που δείχνει την ευαισθησία και την αβεβαιότητα των αγορών και συμπερασματικά των κεφαλαίων που χρειάζονται τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ούτως ώστε να είναι φερέγγυα απέναντι στις εποπτικές αρχές του εκάστοτε κράτους.

7.4 Σύγκριση της Τυποποιημένης μεθοδολογίας με την μέθοδο της Εσωτερικής Διαβάθμισης

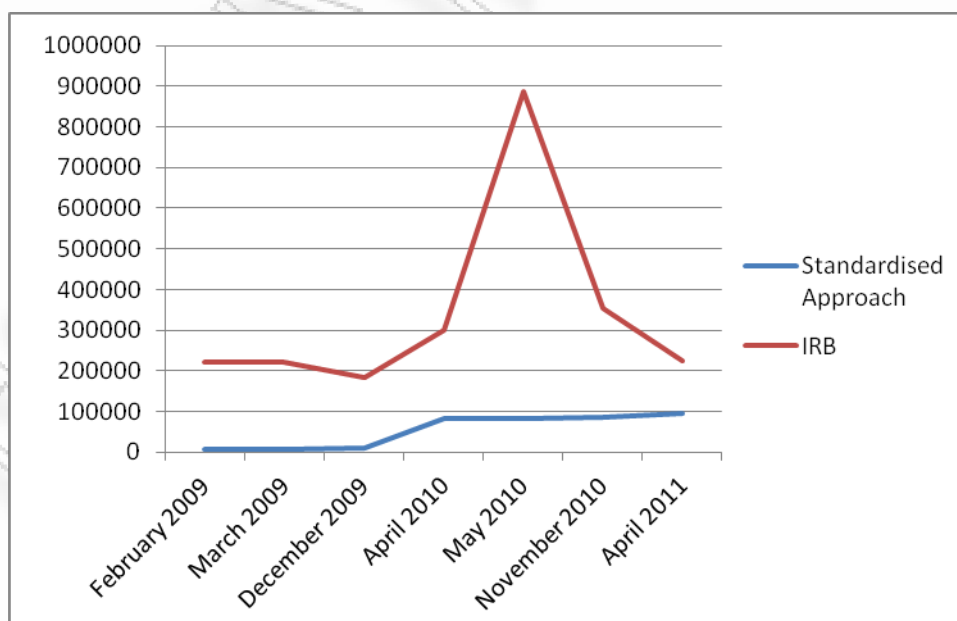
Στην παρούσα ενότητα συγκρίνουμε την τυποποιημένη μεθοδολογία που εφαρμόσαμε στην ενότητα 7.1 του παρόντος κεφαλαίου με την μέθοδο εσωτερικής διαβάθμισης που αναλύσαμε στην παράγραφο 7.3.2.

Στην τυποποιημένη μεθοδολογία τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια υπολογίζονται βασίζομενα στις διαβαθμίσεις των τριών γνωστών οίκων αξιολόγησης για την πιστοληπτική ικανότητα κάθε χώρας (εμείς χρησιμοποιήσαμε τις αξιολογήσεις της S&P). Αντιθέτως με την δημιουργία και ανάπτυξη των εσωτερικών μοντέλων τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα βασίζουν τον υπολογισμό των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων τους στα ιστορικά στοιχεία. Επίσης, αν στο πρόσφατο παρελθόν δεν εμφανίστηκαν ακραίες τιμές, τότε μπορούν να χρησιμοποιήσουν ακραία σενάρια για τον υπολογισμό των απαιτούμενων κεφαλαίων.

Το ότι η τυποποιημένη μεθοδολογία βασίζεται στις διαβαθμίσεις των οίκων αξιολόγησης προστίθεται ένα μειονέκτημα για την συγκεκριμένη μεθοδολογία καθώς η αντίδραση των οίκων αξιολόγησης ακολουθεί συνήθως των εξελίξεων. Επομένως τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που χρησιμοποιούν την εν λόγω μεθοδολογία,, παραμένουν ακάλυπτα σε μεγάλο βαθμό για κάποιο χρονικό διάστημα για τον κίνδυνο της αγοράς. Ενδεικτικά τον Μάρτιο του 2009 σύμφωνα με την τυποποιημένη μεθοδολογία απαιτούνταν 6.400€ ενώ για την ίδια περίοδο σύμφωνα με το μέθοδο της εσωτερικής διαβάθμισης απαιτούνταν 197.807,5€. Αντίστοιχα λόγω υποβάθμισης των κυβερνητικών ομολόγων του χαρτοφυλακίου μας τον Δεκέμβριο του 2009 αυξήθηκε στα 11.200€ με τα αντίστοιχα του εσωτερικού μοντέλου να φτάνουν στα

162.672,9€. Συνεχίζοντας τις υποβαθμίσεις των εκδοτριών χωρών των ομολόγων του χαρτοφυλακίου μας τον Απρίλιο του 2010 τα απαιτούμενα κεφάλαια φτάνουν στο ποσό των 83.200€, όταν μέσω της δεύτερης μεθόδου τα απαιτούμενα κεφάλαια φτάνουν στο ποσό των 193.150,2€. Συνεχίζοντας και φτάνοντας στον Νοέμβριο του 2010, με την πρώτη μέθοδο τα απαιτούμενα κεφάλαια φτάνουν στο ποσό των 86.400€ ενώ με την δεύτερη μέθοδο τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια φτάνουν στο ποσό των 353.977,5€. Τον Απρίλιο του 2011 τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια με την τυποποιημένη μεθοδολογία φτάνουν στα 96.000€ ενώ με την μέθοδο του εσωτερικού μοντέλου φτάνουν στα 204.990,8€. Συνεχίσαμε τους υπολογισμούς για τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια μέσω της τυποποιημένης μεθοδολογίας μέχρι και τον Ιούλιο του 2011 με τις νέες υποβαθμίσεις της Ελλάδας μέχρι την κατηγορία CCC. Τον Ιούνιο του 2011 αυξήθηκαν στα 136.000€ ενώ τον Ιούλιο του 2011 ανήλθαν στις 268.000€. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις τόσο στη χρονική στιγμή των υποβαθμίσεων και άρα της αύξησης των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων όσο και στα ποσά που απαιτούνται για την κάλυψη του κινδύνου της αγοράς κάτι που αναπαριστά το Γράφημα 7.51 που ακολουθεί.

Γράφημα 7.51: Σύγκριση των εποπτικών κεφαλαίων μεταξύ της τυποποιημένης μεθοδολογίας και των εσωτερικών μοντέλων



Τα προτεινόμενα εποπτικά κεφάλαια μέσω της τυποποιημένης μεθοδολογίας δεν επαρκούν για τις ανάγκες ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος αφού βλέπουμε πόσο

χαμηλά είναι σε σχέση με τα εποπτικά κεφάλαια που προτείνει η μοντελοποίηση με τα εσωτερικά μοντέλα που αναπτύξαμε.

Το δεύτερο μειονέκτημα που παρατηρήσαμε στην τυποποιημένη μεθοδολογία σε σχέση με την μέθοδο της εσωτερικής διαβάθμισης αφορά το ύψος των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων και αυτό επειδή για την χρονική περίοδο πριν τον Μάρτιο του 2009 απαιτούνταν 6.400€ όταν με την μέθοδο της εσωτερικής διαβάθμισης με το δείγμα που δεν περιέχει ακραίες τιμές (άρα χαμηλότερα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια) απαιτούνται ποσά από τα 76.027,85€ έως τα 114.917,48€ για την χρονική περίοδο από τις 15/3/2005 έως τις 14/3/2008.

Επομένως οι κανόνες της Επιτροπής της Βασιλείας με την τυποποιημένη μεθοδολογία για τον κίνδυνο της αγοράς δεν προτείνουν αξιόπιστα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια στην χρονική στιγμή που πρέπει, κάτι που μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα ρευστότητας στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα κυρίως σε περιόδους έντονης μεταβλητότητας και αβεβαιότητας των αγορών.

Βέβαια πρέπει να επισημάνουμε ότι στο πλαίσιο της αγοράς μπορεί να διεξαχθούν κερδοσκοπικές ενέργειες για κάποιο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα την πιθανή μείωση της αξίας σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου και άρα των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων, όταν οι οίκοι αξιολόγησης χρειάζονται περισσότερο χρόνο για την μελέτη των δημοσιονομικών δεδομένων της εκάστοτε χώρας ώστε να αποφασίσουν την περαιτέρω υποβάθμιση ή αναβάθμιση της πιστοληπτικής της ικανότητας.

Κεφάλαιο 8

Σενάρια ακραίων τιμών (Stress Testing)

Τα σενάρια ακραίων τιμών (stress testing) είναι ένα εργαλείο της διοικητικής κινδύνου το οποίο χρησιμοποιείται για να εκτιμά τον πιθανό αντίκτυπο που μπορούν να έχουν στην αξία ενός χαρτοφυλακίου κάποια απίθανα αλλά παρ' όλα αυτά εύλογα γεγονότα ή κινήσεις σε ένα σύνολο οικονομικών μεταβλητών. Είναι σχεδιασμένα για να ερευνήσουν τις ουρές των ζημιοκατανομών πέρα του κατώτατου ορίου, συνήθως 99% που χρησιμοποιείται στην ανάλυση της αξίας σε κίνδυνο (Value at Risk). Από το 1997 τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που χρησιμοποιούν μοντέλα εσωτερικής διαβάθμισης μέσω του VaR για την αξιολόγηση της κεφαλαιακής τους επάρκειας έχουν υποχρεωθεί να αναπτύξουν σενάρια ακραίων τιμών λόγω των κανόνων της Επιτροπής της Βασιλείας. Τα σενάρια αυτά αποτελούν τη βάση για αποφάσεις που

αφορούν μεταξύ άλλων την αντιστάθμιση κινδύνων, τη θέσπιση ορίων, την ορθή διαχείριση των χαρτοφυλακίων χορηγήσεων καθώς και την αξιολόγηση της κεφαλαιακής τους επάρκειας. Μέσω των οδηγιών της Βασιλείας II τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα αναγκάζονται να αναπτύξουν έναν στενότερο δεσμό μεταξύ των σεναρίων ακραίων τιμών και των κεφαλαίων κινδύνου (risk capital) που θα πρέπει να διαθέτουν. Δηλαδή οι τράπεζες θα πρέπει να διαθέτουν σαφή κεφάλαια ώστε να καλύψουν τα αποτελέσματα των σεναρίων ακραίων τιμών.

Μία πρόσφατη έρευνα για την πρακτική των stress tests από την Επιτροπή του Παγκόσμιου χρηματοοικονομικού Συστήματος (Committee on the Global Financial System, 2005) δείχνει ότι τα περισσότερα σενάρια ακραίων τιμών, είναι σχεδιασμένα γύρω από ιστορικά γεγονότα ή υποθετικά γεγονότα είτε σε συνδυασμό και των δύο. Αυτές οι μέθοδοι έχουν επικριθεί από τους Berkowitz (2000) και Greenspan (2000) για την έλλειψη αυστηρότητας τους. Οι προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων που διεξάγονται στο πλαίσιο ενός μοντέλου κινδύνου μπορεί να παρέχουν μια χρήσιμη εναλλακτική λύση ή να λειτουργήσουν συμπληρωματικά προς τις παρούσες μεθόδους των σεναρίων ακραίων τιμών. Βέβαια εύλογα εγείρεται το ερώτημα, ποιο είναι το καταλληλότερο μοντέλο κινδύνου που μπορεί να συνδυαστεί με το σενάριο ακραίων τιμών. Αν το μοντέλο μας είναι κακώς προσδιορισμένο, τότε η προσέγγιση μας είναι επιρρεπής σε σημαντικό βαθμό στον κίνδυνο της μοντελοποίησης. Για αυτό λοιπόν τον λόγο θα εφαρμοστούν οι εκ των υστέρων έλεγχοι για να μειωθεί ο κίνδυνος της μοντελοποίησης στα μοντέλα κινδύνου που θα χρησιμοποιηθούν.

Αφού λοιπόν προσδιοριστούν τα κατάλληλα μοντέλα κινδύνου θα αναπτύξουμε την βασισμένη σε μοντέλα μεθοδολογία των σεναρίων ακραίων τιμών. Για να οδηγηθούμε σε ασφαλή αποτελέσματα (μιας και δεν υπάρχει κάποιο ακριβές πλαίσιο μεθοδολογίας για τα stress test) χρησιμοποιούμε την μεθοδολογία που εφάρμοσαν οι Alexander Carol και Elizabeth Sheedy στην εργασία τους «Developing a stress testing framework based on market risk models» του 2007.

Αρχικά πρέπει να προσδιορίσουμε το αρχικό σοκ (initial shock). Αυτό γίνεται μέσω κατανομής με βαριές ουρές όπως είναι η εμπειρική κατανομή. Η μεθοδολογία βασίζεται σε μοντέλο ιστορικής προσομοίωσης των Barone-Adesi et al. (1998). Στη συνέχεια μελετούμε την αντίδραση της αγοράς σε αυτό το σοκ για ένα διάστημα δέκα ημερών λόγω της αύξησης της μεταβλητότητας. Τέλος, αφού υπολογίσουμε την

συνολική πτώση της αξίας των ομολόγων μας θα την συγκρίνουμε με τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια που είχαμε υπολογίσει στην προηγούμενη ενότητα και αντίστοιχα θα προτείνουμε το εποπτικό κεφάλαιο που θα πρέπει να διαθέτει το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα σύμφωνα με τους κανόνες της Επιτροπής της Βασιλείας.

8.1 Γεγονός αρχικού σοκ (Initial shock event)

Ξεκινάμε θεωρώντας ένα γεγονός αρχικού σοκ όπως ένα χάσμα ή μια ασυνέχεια στις τιμές που μπορεί να έχει δημιουργηθεί από σημαντικές πληροφορίες που εισήχθησαν στην αγορά. Η τυπική προσέγγιση που περιγράφεται από την Επιτροπή του Παγκόσμιου Χρηματοοικονομικού Συστήματος (2005) έχει βασιστεί σε ιστορικά ή υποθετικά γεγονότα που έχουν καθοριστεί από αναλυτές και εποπτικές αρχές.

Για μία long θέση VaR_α όπως αυτή που έχουμε υιοθετήσει στο χαρτοφυλάκιο μας, θα πρέπει να ξεπερνά μόνο το $\alpha\%$ των περιπτώσεων. Συμπερασματικά, το βασισμένο στο μοντέλο μας stress test εξισώνει το α στην πιθανότητα το σοκ της αγοράς που συμβαίνει σε μία καθορισμένη ημέρα που το ύψος του σοκ να ισούται με $VaR_{1,\alpha}$. Η τυπική τιμή για το $\alpha=0.0002$ και αναφέρεται σε μια απώλεια για την οποία είμαστε κατά 99.98% σίγουροι ότι δεν θα ξεπεραστεί μέσα σε μία ημέρα. Η τιμή του α θα πρέπει να σχηματιστεί έτσι ώστε να αντανakλά το προφίλ κινδύνου του χρηματοπιστωτικού ιδρύματος και ως προς τον στόχο του για την πιστοληπτική του ικανότητα (credit rating).

Για τον υπολογισμό του αρχικού σοκ ε^* χρησιμοποιούμε την εμπειρική κατανομή. Ο υπολογισμός του ε^* για την long θέση των ομολόγων μας γίνεται μέσω του α εκατοστημορίου της εμπειρικής κατανομής χρησιμοποιώντας μεγάλο όγκο δεδομένων. Από την εργασία «Developing a stress testing framework based on market risk models» των Carol Alexander και Elizabeth Sheedy προτείνονται δεδομένα 15 ή παραπάνω ετών από καθημερινές αποδόσεις. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε συνολικά 3140 καθημερινές αποδόσεις.

8.2 Μοντελοποίηση μετά το σοκ (Modeling the after-shock)

Οι επιπτώσεις ενός σοκ μπορούν να περιλαμβάνουν μερικά από τα ακόλουθα:

- επιπλέον μεγάλες αυξομειώσεις στην ίδια αγορά
- μεγάλες αυξομειώσεις σε άλλες αγορές
- μεγαλύτερες συσχετίσεις μεταξύ των αγορών
- αυξημένη μεταβλητότητα στις αγορές δικαιωμάτων προαίρεσης (option markets)
- μειωμένη ρευστότητα στην αγορά.

Οι αποδόσεις του χαρτοφυλακίου υπολογίζονται για $h-1$ ημέρες μετά το σοκ που συμβαίνει στον χρόνο T έτσι ώστε ο ορίζοντας του συνολικού stress test μαζί με την ημέρα του αρχικού γεγονότος να ισούται με h ημέρες. Χρησιμοποιούμε Monte Carlo προσομοίωση ώστε να εκτιμήσουμε τα πιθανά μονοπάτια με την αξία των χρεογράφων μετά την εφαρμογή του σοκ. Ενώ η προσομοίωση μπορεί να κατηγορηθεί για υπολογιστική πολυπλοκότητα, σημειώνουμε ότι το stress test, αντίθετα από την VaR ανάλυση, δεν χρειάζεται να διενεργηθεί σε καθημερινή βάση. Η προσομοίωση έχει πολλά πλεονεκτήματα για το stress test περιλαμβανομένης της ικανότητας να συγκρίνει τον αντίκτυπο σταδιακών και άμεσων στρατηγικών αντιστάθμισης στις αποδόσεις του χαρτοφυλακίου. Αξίζει να σημειώσουμε ότι η μέγιστη απώλεια δεν συμβαίνει στο τέλος του ορίζοντα κινδύνου, αλλά πρακτικά, συμβαίνει συχνά σε ένα ενδιάμεσο σημείο. Η προσομοίωση επιτρέπει στους αναλυτές να εκτιμήσουν μία μεγάλη σειρά από πιθανές διαδρομές συμπεριλαμβανομένων και εκείνων με προσωρινές ακραίες απώλειες, την αξιολόγηση των επιπτώσεών τους για τα όρια, την κάλυψη των περιθωρίων και της ρευστότητας της χρηματοδότησης.

Η πρόβλεψη των ακραίων κινδύνων με τα υπό συνθήκη μοντέλα κινδύνου είναι τα καταλληλότερα παρότι περιγράφουμε την μεθοδολογία του stress testing μόνο για υπό συνθήκη μοντέλα. Την πρώτη ημέρα του stress test (τη χρονική στιγμή T) η τυπική απόκλιση τίθεται ίση με την μακροχρόνια αξία (long-term value) του $\bar{\sigma}_T$ ώστε

να αντανακλά στις τυπικές συνθήκες της αγοράς. Την χρονική στιγμή T+1 η μεταβλητότητα αυξάνεται σημαντικά ως αποτέλεσμα του γεγονότος του σοκ. Η διασπορά της ημέρα T+1 ορίζεται ως εξής:

$$\sigma_{T+1}^2 = \hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 \varepsilon_T^2 + \hat{\gamma}_3 \sigma_T^2$$

Εφεξής η προσομοίωση θα προχωρήσει με τον συνηθισμένο τρόπο, για $h = 1, \dots, h - 1$:

$$\sigma_{T+i+1}^2 = \hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 \varepsilon_{T+i}^2 + \hat{\gamma}_3 \sigma_{T+i}^2$$

με παραβιάσεις που προέρχονται από την επιλεγμένη κατανομή, στην περίπτωση μας από την Student's T κατανομή, προσαρμοσμένες στην κατάλληλη υπό συνθήκη διακύμανση και εφαρμόζοντας τες έχουμε ως στόχο να καθορίσουμε την διακύμανση για τις επακόλουθες ημέρες μέχρι το τέλος της εφαρμογής του stress test. Προτείνεται προσομοίωση 30,000 μονοπατιών για κάθε μία από τις h-1 πραγματοποιήσεις και στη συνέχεια συλλέγουμε τις ημερήσιες αποδόσεις από το κάθε μονοπάτι για να δώσει την αθροιστική απόδοση της h προσομοιωμένης ημέρας κάτω από την υπόθεση ότι το χαρτοφυλάκιο διατηρείται σταθερό σε όλη τη διάρκεια του stress test.

8.3 Παράμετροι των σεναρίων ακραίων τιμών (Stress testing parameters)

Απεικονίζουμε το βασισμένο σε μοντέλο stress testing χρησιμοποιώντας το υπό συνθήκη εμπειρικό μοντέλο. Υπάρχουν τρεις βασικές παράμετροι για αυτό το τεστ που είναι οι εξής:

- Το ύψος του αρχικού σοκ (initial shock). Ορίζουμε το α , όπου $\alpha=0.0002$, δηλαδή να είναι ισοδύναμο με ένα αρχικό σοκ που παραβιάζει ακριβώς το 99.98% του επιπέδου εμπιστοσύνης.

- Το εκατοστημόριο (persentile) για τον υπολογισμό της ακραίας απώλειας. Επιλέγουμε $p=0.01$, ισοδύναμο με το μονόπλευρο 99% διάστημα εμπιστοσύνης για τα αποτελέσματα του stress test.
- Περίοδος διακράτησης. Είναι ο αριθμός των ημερών που το χαρτοφυλάκιο διακρατείται πριν αντισταθμιστεί πλήρως έναντι επιπλέον απωλειών. Να σημειώσουμε ότι δεν υπάρχει ρητή οδηγία από κάποια εποπτική αρχή όσον αφορά τον ορίζοντα ρίσκου.

Η ικανότητα τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα σταδιακά να αντισταθμίσουν τις θέσεις τους και προφανώς να μειώσουν τον μέσο ορίζοντα ρίσκου, θα τα ανακουφίσει σχεδόν αμέσως. Όμως όσον αφορά τον ορίζοντα του stress test θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι κατά τη διάρκεια μιας κρίσης στην αγορά επικρατεί μειωμένη ρευστότητα, καθώς επίσης το μέγεθος της θέσης είναι σχετικό με την αγορά και τις πιθανές καθυστερήσεις στις διοικητικές αντιδράσεις σε ένα γεγονός με έντονο το στοιχείο του σοκ. Λαμβάνοντας υπόψη όλες αυτές τις παραμέτρους η Deutsche Bank χρησιμοποιεί έναν ορίζοντα 10 ημερών για τα stress testing.

8.4 Επιπτώσεις του βασισμένου σε μοντέλο stress test για το κεφάλαιο κινδύνου

Σε αυτή την ενότητα αξιολογούμε το βασισμένο σε μοντέλο stress test σε σχέση με τα εποπτικά απαιτούμενα κεφάλαια. Σύμφωνα με την Επιτροπή της Βασιλείας (Basel Committee on Banking Supervision, 2006), τα εποπτευόμενα χρηματοοικονομικά ιδρύματα που χρησιμοποιούν εσωτερικά μοντέλα για τον υπολογισμό των απαιτούμενων κεφαλαίων κινδύνου, είναι υποχρεωμένα να κρατούν επαρκή κεφάλαια ώστε να καλύπτουν τα αποτελέσματα των stress tests. Αυτή είναι μία προσθήκη στις απαιτήσεις κεφαλαίων εκτός από αυτά που χρειάζονται για την κάλυψη των απαιτήσεων που προκύπτουν από κριτήρια που είναι βασισμένα στο VaR. Επομένως, οι απαιτήσεις κεφαλαίων για την κάλυψη του κινδύνου της αγοράς υπολογίζονται από τον εξής τύπο:

$$VaR = \max [-VaR_{0.01,10\text{-days}}, k * \text{μέσος όρος των} \\ - VaR_{0.01,10\text{-days}} \text{ των τελευταίων 60 ημερών}]$$

όπου k είναι ένας πολλαπλασιαστής ο οποίος καθορίζεται από την τοπική εποπτική αρχή, έχοντας σαν ελάχιστη τιμή το 3.

8.5 Εφαρμογή του Stress Testing

Το stress test είναι μία θεμελιωμένη μέθοδος διαχείρισης των ημερήσιων κινδύνων των χαρτοφυλακίων που είναι εκτεθειμένα στον κίνδυνο της αγοράς. Πράγματι, αρκετά χρηματοοικονομικά ιδρύματα υποχρεώνονται από τις εποπτικές αρχές σε εφαρμογή των σεναρίων ακραίων τιμών, ενώ η σημαντικότητα τους οφείλεται στο να επεκταθούν στο πλαίσιο της νέας συμφωνίας κεφαλαίων.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, το πρώτο βήμα μας είναι ο υπολογισμός του αρχικού σοκ (initial shock) ε^* το οποίο παράγεται μέσω της εμπειρικής κατανομής. Στην εμπειρική κατανομή που χρησιμοποιούμε, το αρχικό σοκ υπολογίζεται για μια long θέση και θα για το α ποσοστημόριο της. Επιλέξαμε $\alpha=0.0002$, δηλαδή είμαστε βέβαιοι κατά 99.98% ότι οι απώλειες μας δεν θα ξεπεραστούν μέσα σε μία ημέρα. Ο ορισμός του αρχικού σοκ έγινε χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα μας για το κάθε ομόλογο έως τις 12/4/2011. Δηλαδή θα υπολογίσουμε τα κεφάλαια που πρέπει να κατέχει το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα για το επόμενο δεκαήμερο ώστε να είναι καλυμμένο από τα αποτελέσματα και του stress test. Το αρχικό σοκ για το καθένα από τα τέσσερα ομόλογα παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.1 που ακολουθεί.

Εμπειρική κατανομή	Εκατοστημόριο	Ομόλογα	Γερμανικό	Ελληνικό	Ιρλανδικό	Πορτογαλικό
	$\alpha=0.0002$	Αρχικό σοκ	-1.4945%	-8.0840%	-4.665%	-4.0005%

Πίνακας 8.1: Εκτίμηση του αρχικού σοκ για τα stress tests

Παρατηρούμε ότι το αρχικό σοκ για το γερμανικό ομόλογο υπολογίστηκε στο -1.4945% ενώ το αντίστοιχο για το ελληνικό ομόλογο στο -8.0840%. Συνεχίζοντας, το σοκ που θα υποστεί το ιρλανδικό ομόλογο είναι στο -4.665% ενώ το πορτογαλικό θα υποστεί σοκ της τάξης του -4.0005%.

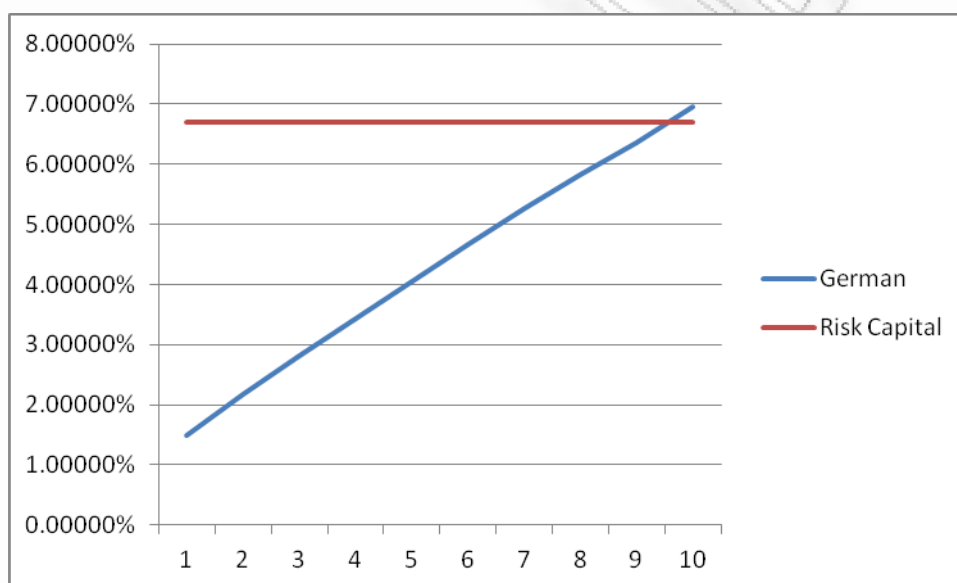
Αφού υπολογίσαμε το αρχικό σοκ για το κάθε ομόλογο, επόμενο βήμα μας ήταν η μοντελοποίηση των αποτελεσμάτων μετά το σοκ κατάλληλη για τα δεδομένα που έχουμε. Χρησιμοποιούμε υπό συνθήκη μοντέλα και συγκεκριμένα το GARCH(1,1) με τα σφάλματα να ακολουθούν την Student's T κατανομή. Εκτιμήσαμε λοιπόν τις ενδεχόμενες απώλειες που προκύπτουν για κάθε μοντέλο για κάθε μία μέρα του stress test έχοντας ως βάση το αρχικό σοκ. Επόμενη κίνηση μας ήταν να προσομοιώσουμε με την Monte Carlo μέθοδο 10,000 μονοπάτια πιθανών αποδόσεων για συνολικό ορίζοντα κινδύνου δέκα ημερών. Δηλαδή εννέα ημερών συν την ημέρα του αρχικού σοκ. Στο τέλος αθροίζουμε την κατανομή των απωλειών για να εξετάσουμε πόση ήταν η πιθανή συνολική απώλεια σύμφωνα με το stress test και το αντιπαραβάλαμε με τα απαιτούμενα κεφάλαια που υπολογίσαμε για την αξία σε κίνδυνο του κάθε ομολόγου με μία όμως τροποποίηση λόγω των κανόνων της Επιτροπής της Βασιλείας (Basel II). Δημιουργούμε λοιπόν την εποπτική κεφαλαιακή επάρκεια ως ποσοστό της αξίας του κάθε ομολόγου και την υπολογίσαμε ως $-3 * VaR_{0.01,10-day}$. Τα αποτελέσματα που πήραμε μετά την διενέργεια του stress test μας δείχνουν τις απώλειες που θα μπορούσαμε να έχουμε και για τις οποίες είμαστε κατά 99% σίγουροι ότι δεν πρόκειται να ξεπεραστούν μέσα σε μία ημέρα, έχοντας σαν δεδομένο ότι για το αρχικό σοκ είμαστε κατά 99.98% σίγουροι ότι δεν πρόκειται να ξεπεραστεί μέσα σε μία ημέρα.

Πριν συνεχίσουμε με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων να αναφέρουμε ότι για τον υπολογισμό του VaR του κάθε ομολόγου χρησιμοποιήσαμε το αυστηρότερο εκάστοτε μοντέλο για διάστημα εμπιστοσύνης 99%, όπως άλλωστε ορίζει και η Επιτροπή της Βασιλείας.

Ο σχολιασμός για τα αποτελέσματα του stress test γίνονται για το κάθε ομόλογο ξεχωριστά. Ξεκινάμε λοιπόν με το γερμανικό ομόλογο και πρέπει να σημειώσουμε τα εξής στοιχεία. Για το γερμανικό 10ετές ομόλογο και τον υπολογισμό των ελαχίστων

απαιτούμενων κεφαλαίων μέσω της μεθόδου του VaR δεχτήκαμε το EGARCH Tdist μοντέλο καθώς ήταν το συντηρητικότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα που δοκιμάσαμε. Το $VaR_{10\text{-days},0.01}$ ήταν ίσο με 2.23343% επί της αξίας του ομολόγου. Μετά την τροποποίηση που αναφέραμε το VaR που θα συγκριθεί με τα αποτελέσματα του stress test είναι ίσο με 6.70029%. Στη συνέχεια βρήκαμε ότι το κεφάλαιο που απαιτείται μέσω του stress test για ορίζοντα κινδύνου δέκα ημερών ισούται με το 6.94593% επί την αξία του ομολόγου. Παραθέτουμε και το αντίστοιχο γράφημα.

Γράφημα 8.1: Απώλειες (stress test) και κεφαλαιακή επάρκεια για το 10ετές γερμανικό ομόλογο

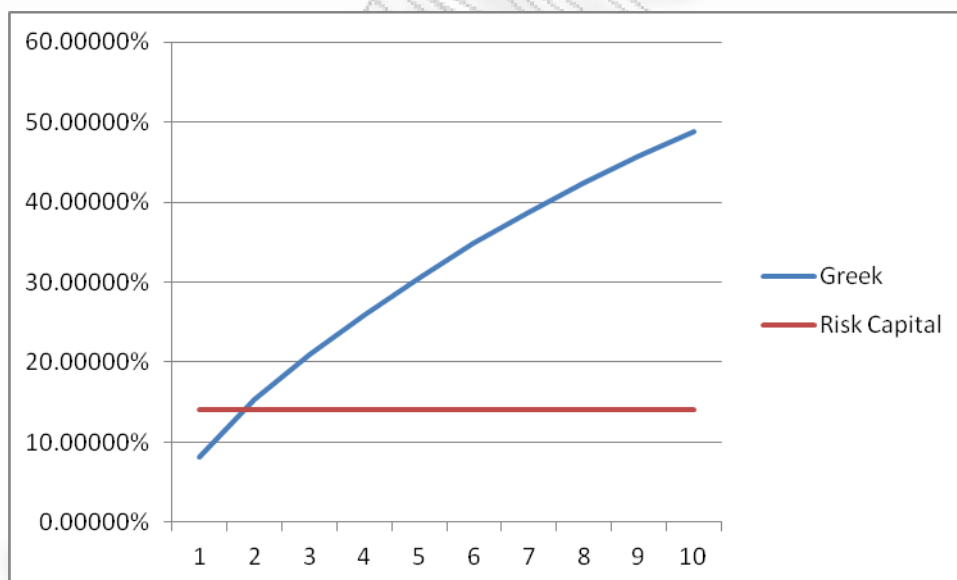


Στον κάθετο άξονα παρουσιάζονται οι απώλειες του γερμανικού ομολόγου ως ποσοστό της αξίας του, ενώ στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται ο ορίζοντας κινδύνου του stress test. Με το κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται το εποπτικό κεφάλαιο (risk capital) που υπολογίσαμε και ισούται με το 6.70029% επί της αξίας του ομολόγου, ενώ με το μπλε χρώμα παρουσιάζονται οι σωρευτικές απώλειες (cumulative stress loss) του ομολόγου μέσα στο χρονικό διάστημα των 10 ημερών. Βλέποντας το γράφημα 8.1 παρατηρούμε ότι το εποπτικό κεφάλαιο δεν επαρκεί παρά μόνο για τις πρώτες 9 ημέρες (συμπεριλαμβανομένου του αρχικού σοκ). Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι για να είμαστε καλυμμένοι για διάστημα άνω των 9 ημερών και για να είμαστε φερέγγυοι έναντι των εποπτικών αρχών θα πρέπει να

αυξήσουμε το εποπτικό κεφάλαιο ούτως ώστε αυτό να καλύπτεται από το παρόν σενάριο ακραίων τιμών.

Για το ελληνικό 10ετές ομόλογο και τον υπολογισμό των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων μέσω της μεθόδου του VaR δεχτήκαμε το μοντέλο EGARCH Tdist με 3 βαθμούς ελευθερίας (fixed, όπως το είχαμε ορίσει) καθώς ήταν το συντηρητικότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα που δοκιμάσαμε. Το $VaR_{10\text{-days},0.01}$ ήταν ίσο με 4.69453% επί της αξίας του ομολόγου. Μετά την τροποποίηση που αναφέραμε το VaR που θα συγκριθεί με τα αποτελέσματα του stress test είναι ίσο με 14.08359%. Στη συνέχεια βρήκαμε ότι το κεφάλαιο που απαιτείται μέσω του stress test για ορίζοντα κινδύνου δέκα ημερών ισούται με το 48.88488% επί την αξία του ομολόγου. Παραθέτουμε και το αντίστοιχο γράφημα.

Γράφημα 8.2: Απώλειες (stress test) και κεφαλαιακή επάρκεια για το 10ετές ελληνικό ομόλογο

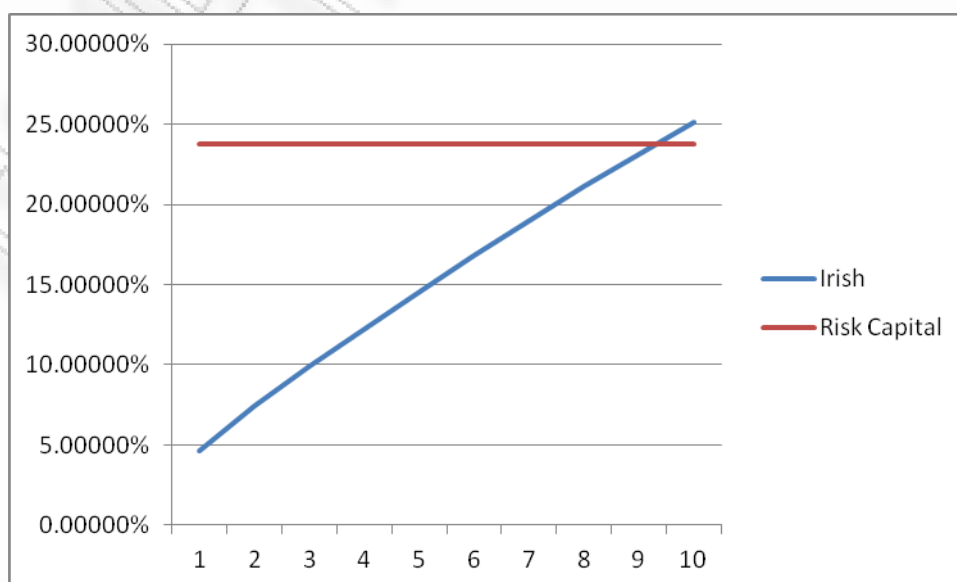


Στον κάθετο άξονα παρουσιάζονται οι απώλειες του ελληνικού ομολόγου ως ποσοστό της αξίας του, ενώ στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται ο ορίζοντας κινδύνου του stress test. Με το κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται το εποπτικό κεφάλαιο (risk capital) που υπολογίσαμε και ισούται με το 14.08359% επί της αξίας του ομολόγου, ενώ με το μπλε χρώμα παρουσιάζονται οι σωρευτικές απώλειες (cumulative stress loss) του ομολόγου μέσα στο χρονικό διάστημα των 10 ημερών. Βλέποντας το γράφημα 8.2 παρατηρούμε ότι το εποπτικό κεφάλαιο δεν επαρκεί παρά μόνο για την πρώτη ημέρα

του σοκ. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι για να είμαστε καλυμμένοι για διάστημα άνω της μίας ημέρας και για να είμαστε φερέγγυοι έναντι των εποπτικών αρχών θα πρέπει να αυξήσουμε το εποπτικό κεφάλαιο ούτως ώστε αυτό να καλύπτεται από το παρόν σενάριο ακραίων τιμών. Με το παρόν σενάριο ακραίων τιμών και την γενικότερη οικονομική κατάσταση που επικρατεί καταλαβαίνουμε σε πόσο δύσκολη κατάσταση βρίσκονται τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που κατέχουν ελληνικά ομόλογα αφού είναι υποχρεωμένα να διαθέσουν κεφάλαια που ισούνται με το 48.88488% της αξίας των ομολόγων που διαθέτουν. Δηλαδή αν θέλουμε το ποσοστό να το ανάγουμε σε ποσά, για 1,000,000€ ελληνικών ομολόγων θα πρέπει να διαθέτουν για εποπτικά κεφάλαια 488,488€.

Για το ιρλανδικό 10ετές ομόλογο και τον υπολογισμό των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων μέσω της μεθόδου του VaR δεχτήκαμε το μοντέλο EGARCH Tdist με 3 βαθμούς ελευθερίας (fixed) καθώς ήταν το συντηρητικότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα που δοκιμάσαμε. Το $VaR_{10\text{-days},0.01}$ ήταν ίσο με 7.919187% επί της αξίας του ομολόγου. Μετά την τροποποίηση που αναφέραμε το VaR που θα συγκριθεί με τα αποτελέσματα του stress test είναι ίσο με 23.7576%. Στη συνέχεια βρήκαμε ότι το κεφάλαιο που απαιτείται μέσω του stress test για ορίζοντα κινδύνου δέκα ημερών ισούται με το 25.1536819% (cumulative stress loss) επί την αξία του ομολόγου. Παραθέτουμε και το αντίστοιχο γράφημα.

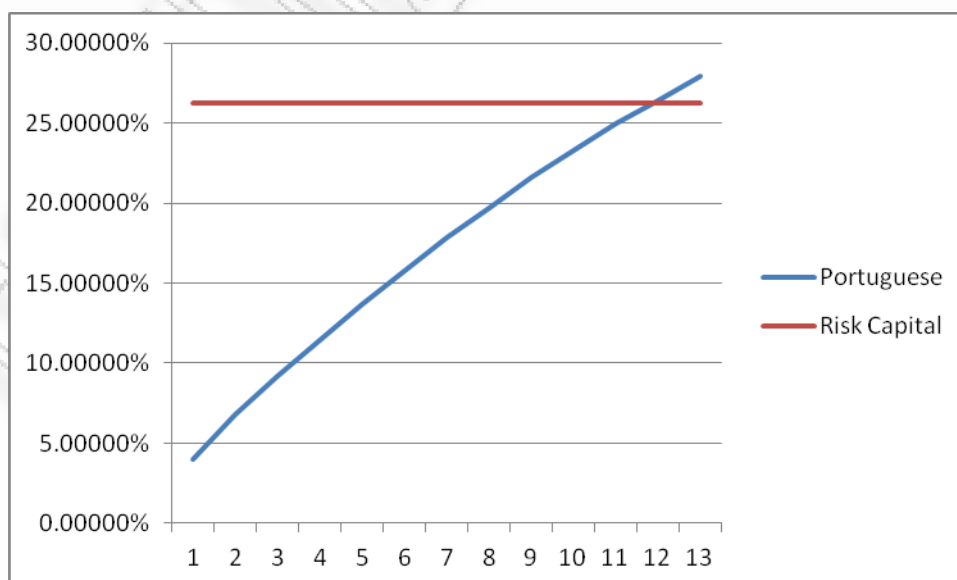
Γράφημα 8.3: Απώλειες (stress test) και κεφαλαιακή επάρκεια για το 10ετές ιρλανδικό ομόλογο



Βλέποντας το γράφημα 8.3 παρατηρούμε ότι το εποπτικό κεφάλαιο δεν επαρκεί παρά μόνο για τις πρώτες 9 ημέρες (συμπεριλαμβανομένου του αρχικού σοκ). Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι για να είμαστε καλυμμένοι για διάστημα άνω των 9 ημερών και για να είμαστε φερέγγυοι έναντι των εποπτικών αρχών θα πρέπει να αυξήσουμε το εποπτικό κεφάλαιο ούτως ώστε αυτό να καλύπτεται από το παρόν σενάριο ακραίων τιμών.

Για το πορτογαλικό 10ετές ομόλογο και τον υπολογισμό των ελαχίστων απαιτούμενων κεφαλαίων μέσω της μεθόδου του VaR δεχτήκαμε το μοντέλο EGARCH GED καθώς ήταν το συντηρητικότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα που δοκιμάσαμε. Το $VaR_{10\text{-days},0.01}$ ήταν ίσο με 8.7624153% επί της αξίας του ομολόγου. Μετά την τροποποίηση που αναφέραμε το VaR που θα συγκριθεί με τα αποτελέσματα του stress test είναι ίσο με 26.2872%. Στη συνέχεια βρήκαμε ότι το κεφάλαιο που απαιτείται μέσω του stress test για ορίζοντα κινδύνου δέκα ημερών ισούται με το 23.3006% (cumulative stress loss) επί την αξία του ομολόγου. Παραθέτουμε και το αντίστοιχο γράφημα.

Γράφημα 8.4: Απώλειες (stress test) και κεφαλαιακή επάρκεια για το 10ετές πορτογαλικό ομόλογο



Βλέποντας το γράφημα 8.4 παρατηρούμε ότι το εποπτικό κεφάλαιο επαρκεί και για τις 10 πρώτες ημέρες (συμπεριλαμβανομένου του αρχικού σοκ). Μάλιστα αξίζει να σημειώσουμε ότι «τρέχοντας» το stress test για μεγαλύτερο ορίζοντα κινδύνου της τάξης των 20 ημερών καταλήξαμε ότι το εποπτικό κεφάλαιο παύει να επαρκεί από την 11^η ημέρα και ύστερα. Επομένως συμπεραίνουμε ότι ο κάτοχος του πορτογαλικού ομολόγου δεν χρειάζεται να προβεί σε αύξηση των εποπτικών του κεφαλαίων αφού τα υπάρχοντα κεφάλαια τον καλύπτουν από τα stress tests για χρονικό ορίζοντα 11 ημερών.

8.6 Stress Test χαρτοφυλακίου

Στο Κεφάλαιο 7 υπολογίσαμε το VaR του κάθε ομολόγου και στη συνέχεια υπολογίσαμε το VaR του συνολικού χαρτοφυλακίου. Αφού εφαρμόσαμε τα σεναρία ακραίων τιμών και υπολογίσαμε τις απώλειες που μπορεί να εμφανιστούν τώρα συνεχίζουμε υπολογίζοντας τις απώλειες που μπορεί να έχει το χαρτοφυλάκιο των ομολόγων. Επειδή χρησιμοποιούμε ακραία σεναρία, υποθέτουμε ότι η συσχέτιση μεταξύ των ομολόγων είναι η μέγιστη δυνατή, δηλαδή ισούται με την μονάδα. Χρησιμοποιούμε τον τύπο του VaR που χρησιμοποιήσαμε για την εύρεση του VaR του χαρτοφυλακίου.

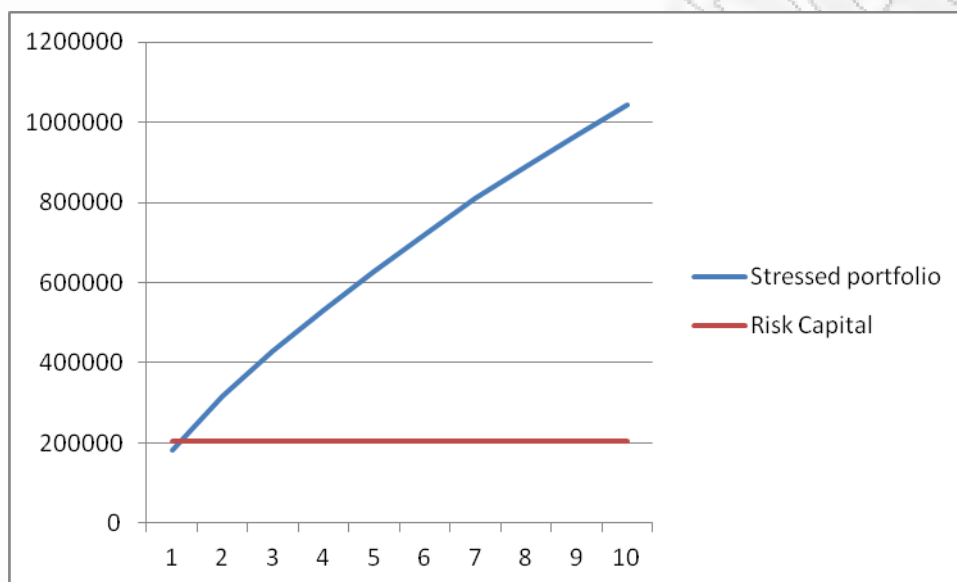
Δηλαδή,

$$\begin{aligned} VaR_{port} &= \sqrt{VaR_{GER}^2 + VaR_{GR}^2 + VaR_{IR}^2 + VaR_{PT}^2 + 2VaR_{GER}VaR_{GR} + 2VaR_{GER}VaR_{IR} \\ &\quad + 2VaR_{GER}VaR_{PT} + 2VaR_{GR}VaR_{IR} + 2VaR_{GR}VaR_{PT} + 2VaR_{IR}VaR_{PT}} \\ &= 1,042,851.745\text{€} \end{aligned}$$

Ποια όμως η σχέση του κεφαλαίου κινδύνου του χαρτοφυλακίου σε σχέση με τις απώλειες που προκύπτουν στο χαρτοφυλάκιο μετά την διενέργεια του stress testing;

Επαρκούν τα εποπτικά κεφάλαια που υπολογίσαμε στο Κεφάλαιο 7; Η απάντηση σε αυτή την ερώτηση έρχεται από το Γράφημα 8.5.

Γράφημα 8.5: Απώλειες του χαρτοφυλακίου μετά το Stress Test και η σύγκριση με τα εποπτικά κεφάλαια



Από το Γράφημα 8.5 καταλαβαίνουμε ότι τα εποπτικά κεφάλαια δεν επαρκούν για την δεύτερη ημέρα. Αν θέλουμε δηλαδή να είμαστε φερέγγυοι σε σχέση με την εποπτική αρχή πρέπει να αυξήσουμε τα κεφάλαια ώστε να καλύπτουν την ακραία αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Πρέπει δηλαδή να προστεθούν 837,860.9076€.

8.7 Συμπεράσματα των αποτελεσμάτων

Το εποπτικό κεφάλαιο που υπολογίσαμε με την μέθοδο του VaR δεν καλύπτει τις ανάγκες για κεφάλαια που προκύπτουν από το stress test σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από αυτήν του πορτογαλικού ομολόγου. Στις δύο από τις τέσσερις περιπτώσεις χρειάστηκε αύξηση των εποπτικών κεφαλαίων αφού αυτά αρκούσαν μέχρι και την 9^η ημέρα ενώ στη περίπτωση του ελληνικού ομολόγου δεν καλύπτονταν αφού είχαν

ξεπεράστηκε από την πρώτη κιάλας ημέρα μόνο με την εμφάνιση του αρχικού σοκ. Αντιθέτως για το πορτογαλικό ομόλογο, τα εποπτικά κεφάλαια που υπολογίστηκαν με την μέθοδο του VaR ήταν υπεραρκετά για την κάλυψη των αναγκών του στο 99.98% των περιπτώσεων εμφάνισης ενός ακραίου γεγονότος. Αντίθετα όμως με το πορτογαλικό ομόλογο, το VaR του χαρτοφυλακίου έχει εξαλειφθεί μετά το πέρας της πρώτης ημέρας. Για να συνεχίσει το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα να λειτουργεί απερίσπαστο, πρέπει να προσθέσει κεφάλαια για τον κίνδυνο της αγοράς. Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε μικρότερο χρονικό ορίζοντα, αλλά πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι σε περιόδους κρίσης όπως αυτή που προσομοιώσαμε, μπορούν να εμφανιστούν φαινόμενα χαμηλής ρευστότητας και άρα αδυναμίας στην αντιστάθμιση του κινδύνου.

Σύνοψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ανάπτυξη σεναρίων ακραίων τιμών και αξία σε κίνδυνο χαρτοφυλακίων κυβερνητικών ομολόγων» στόχος μας ήταν η εύρεση και επιλογή κυβερνητικών ομολόγων που παρουσίασαν μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμές τους και συνδέονταν με την λεγόμενη κρίση χρέους της ευρωζώνης. Τα ομόλογα δηλαδή που επιλέξαμε ήταν τα δεκαετή ομόλογα της Ελλάδας, της Ιρλανδίας και της Πορτογαλίας. Επίσης επιλέξαμε και το γερμανικό δεκαετές ομόλογο σαν ένα μέτρο σύγκρισης σε σχέση με τα άλλα τρία, μιας και η Γερμανία (και επομένως το γερμανικό ομόλογο) αποτελεί την πιο σταθερή και δημοσιονομικά ισχυρή χώρα της ευρωζώνης. Αυτά τα τέσσερα ομόλογα αποτέλεσαν το χαρτοφυλάκιο ομολόγων που μπορεί να κατέχει ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα. Θέλαμε δηλαδή να υπολογίσουμε τα εποπτικά κεφάλαια που θα έπρεπε να διαθέτει σύμφωνα με τους κανόνες της Βασιλείας II.

Υπολογίσαμε το μακροχρόνιο Value at Risk για ένα διάστημα δέκα ημερών. Για τον υπολογισμό του VaR χρησιμοποιήσαμε τον κανόνα της ρίζας. Υπολογίσαμε το VaR για μία ημέρα και το πολλαπλασιάσαμε με την ρίζα του 10 για να βρούμε την αξία του κινδύνου για χρονικό ορίζοντα δέκα ημερών.

Για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο χρησιμοποιήσαμε διάφορα μοντέλα μέχρι να καταλήξουμε στα καταλληλότερα και συντηρητικότερα. Χρησιμοποιήσαμε μοντέλα όπως το GARCH-Normal, GARCH T-dist, EGARCH-Normal, EGARCH T-dist, GARCH GED, EGARCH GED, GARCH T-dist (με τρεις βαθμούς ελευθερίας) EGARCH T-dist (με τρεις βαθμούς ελευθερίας). Δηλαδή χρησιμοποιήσαμε τα δύο μοντέλα GARCH και EGARCH σε συνδυασμό με τις τέσσερις εναλλακτικές δεσμευμένες συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας, την τυποποιημένη κανονική (standard normal), τη Student's t, τη Student's t με τρεις βαθμούς ελευθερίας και τη GED (Generalized Error Distribution). Στη συνέχεια εκτελέσαμε εκ των υστέρων

ελέγχους (backtesting) για να εξετάσουμε ποια από τα παραπάνω μοντέλα δεν απορρίπτονται, για το κάθε ομόλογο ξεχωριστά. Καταλήξαμε λοιπόν στο ότι για το γερμανικό ομόλογο το καταλληλότερο μοντέλο είναι το EGARCH T-dist, για το ελληνικό ομόλογο είναι το EGARCH T-dist με 3 βαθμούς ελευθερίας, για το ιρλανδικό ομόλογο είναι το EGARCH T-dist με 3 βαθμούς ελευθερίας και για το πορτογαλικό ομόλογο είναι το EGARCH GED. Με τα τελευταία 4 μοντέλα υπολογίσαμε το Value at Risk και στη συνέχεια τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια για τα 4 ομόλογα για τον κίνδυνο της αγοράς, σύμφωνα με τους κανόνες της Βασιλείας II.

Στο τελευταίο τμήμα της εργασίας διενεργήσαμε Stress Tests, την διενέργεια σεναρίων ακραίων τιμών. Στόχος μας είναι να εξετάσουμε αν τα εποπτικά κεφάλαια που υπολογίσαμε με το VaR ανταποκρίνονται επαρκώς σε ένα σχεδόν απίθανο γεγονός (σοκ) που μπορεί να συμβεί στην αγορά με αποτέλεσμα να ταράξει σημαντικά την εξέλιξη των μελλοντικών αποδόσεων. Η Επιτροπή της Βασιλείας υποχρεώνει τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που υπολογίζουν τα εποπτικά τους κεφάλαια με εσωτερικά μοντέλα στην διεξαγωγή σεναρίων ακραίων τιμών και να είναι σε θέση να καλύπτουν το σύνολο των πιθανών απωλειών που θα προβλέψουν τα stress tests.

Για την εύκολη ανάλυση και κατανόηση των αποτελεσμάτων του stress test παρουσιάσαμε τα αποτελέσματα μας γραφικά. Στα γραφήματα ο οριζόντιος άξονας αφορά τον χρονικό ορίζοντα του τεστ, που το ορίσαμε στις 10 ημέρες όπως κάνει και η Deutsche Bank, ενώ στον κάθετο άξονα τις απώλειες που προκύπτουν για το κάθε ομόλογο. Τα αποτελέσματα στα οποία καταλήξαμε έδειξαν ότι τα εποπτικά κεφάλαια που διαθέταμε για το πορτογαλικό ομόλογο επαρκούσαν για 11 ημέρες, δηλαδή ήταν υπεραρκετά για τον ορίζοντα των 10 ημερών. Για το γερμανικό και το ιρλανδικό ομόλογο δεν αρκούσαν για παραπάνω από 9 ημέρες ενώ τα εποπτικά κεφάλαια για το ελληνικό ομόλογο δεν αρκούσαν για παραπάνω από μία ημέρα. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής κινδύνου του χρηματοπιστωτικού ιδρύματος θα έπρεπε να προσθέσει κεφάλαια για τα τρία τελευταία ομόλογα ώστε να είναι συμβατός με τους κανόνες της Επιτροπής της Βασιλείας.

Βιβλιογραφία

Alexander Carol, Sheedy Elizabeth, 2008, Developing a stress testing framework based on market risk models, <http://www.carolalexander.org/>

Andritzky Jochen, Sovereign Default Risk Evaluation.

Berry Romain, Backtesting Value at Risk, J.P.Morgan,

www.jpmorgan.com/tss/General/Back_Testing_Value-at-Risk/1159398587967

Bessis Joel, Risk Management in Banking.

Gibson D. Heather, Hall G. Stephan, Tavlas S. George, The Greek financial crisis growing imbalances and sovereign spreads, Bank of Greece. www.bankofgreece.gr

Saunders Anthony, Allen Linda, Credit Risk Measurement In and Out of the Financial Crisis, New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms.

Sheppard Kevin, November 2010, Financial Econometrics Notes, University of Oxford.

Ruey S. Tsay, Analysis of Financial Time Series.

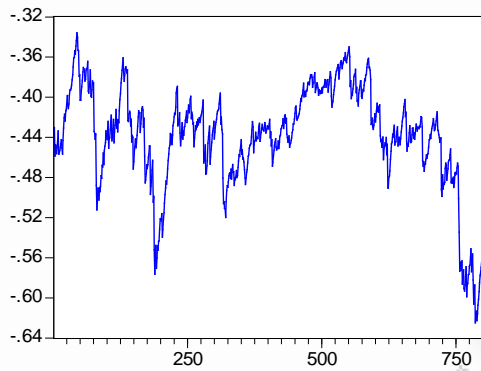
Basel Committee on Banking Supervision, International Convergence of Capital Measurement & Capital Standards, www.bis.org/publ/bcbs107.htm

Bank of International Settlements, Stress-testing financial systems: an overview of current methodologies, www.bis.org/publ/work165.htm

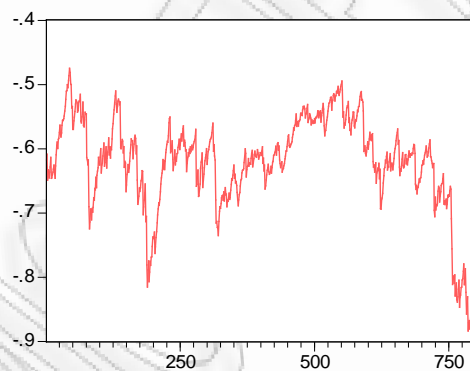
European Central Bank, December 2010, Financial Stability Review, www.ecb.int/pub/fsr/html/index.en.html

Παράρτημα Α

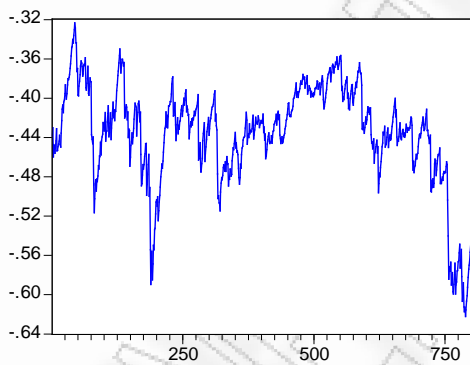
Graph 7.33: VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



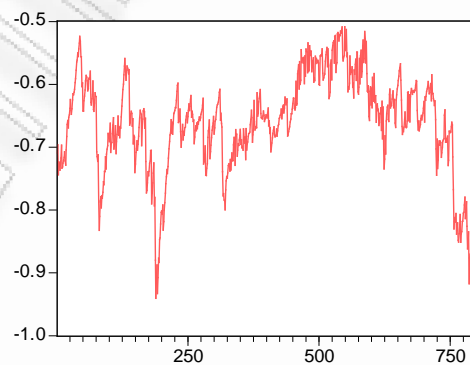
Graph 7.34: VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



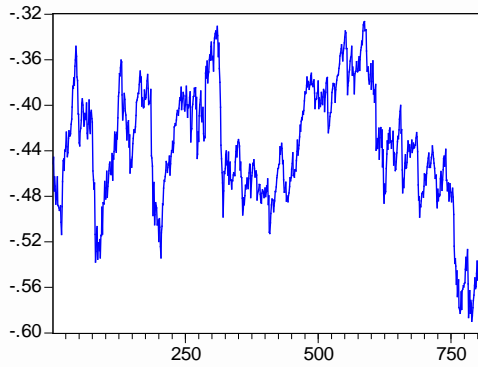
Graph 7.35: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



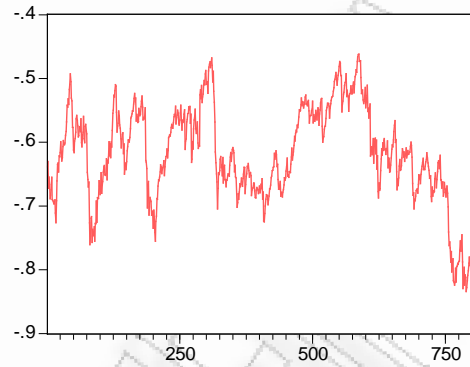
Graph 7.36: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



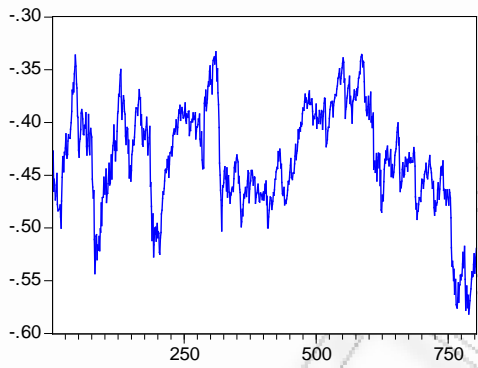
Graph 7.37: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



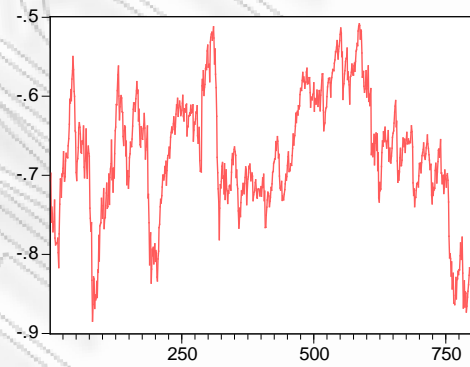
Graph 7.38: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



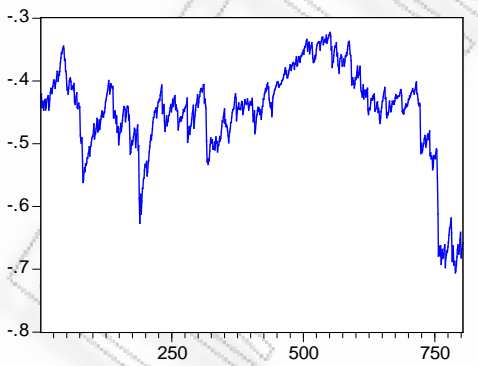
Graph 7.39: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



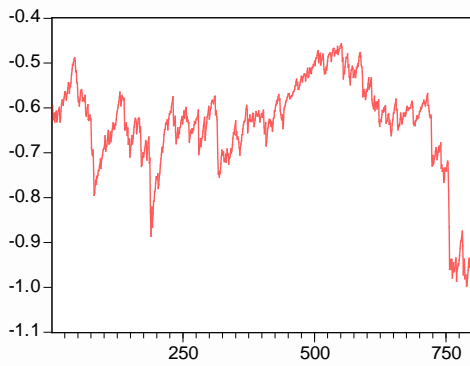
Graph 7.40: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



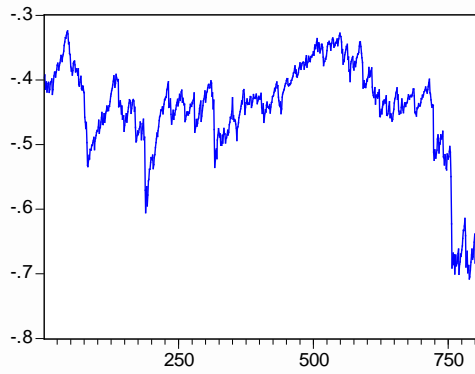
Graph 7.41: VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



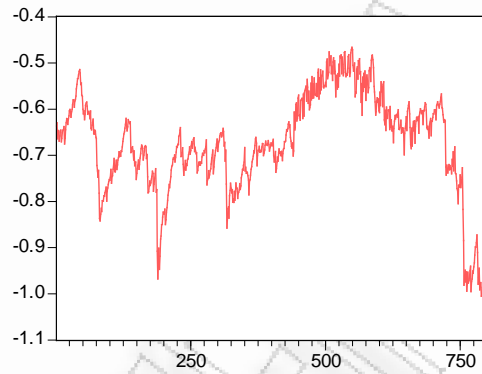
Graph 7.42: VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



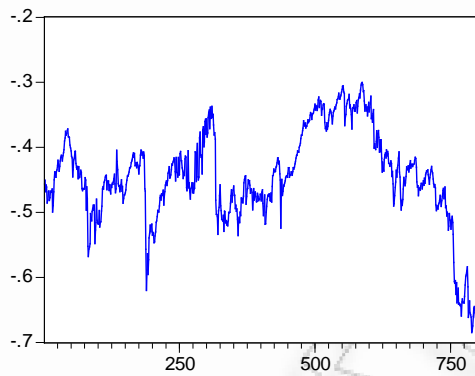
Graph 7.43: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



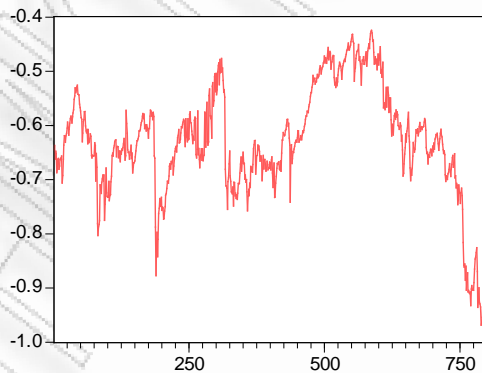
Graph 7.44: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



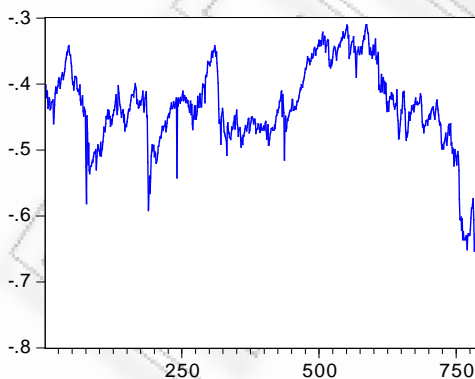
Graph 7.45: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



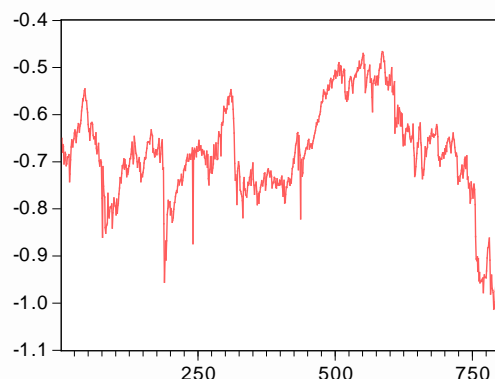
Graph 7.46: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



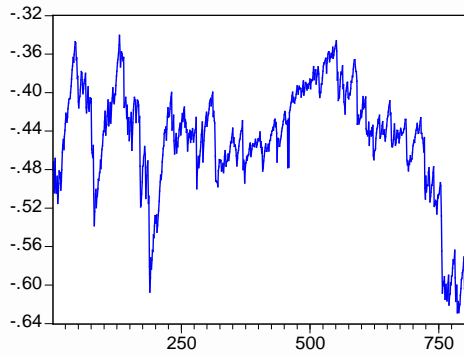
Graph 7.47: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



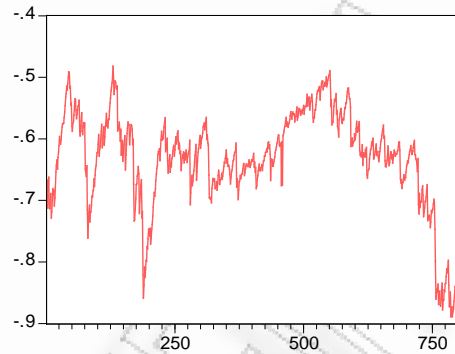
Graph 7.48: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



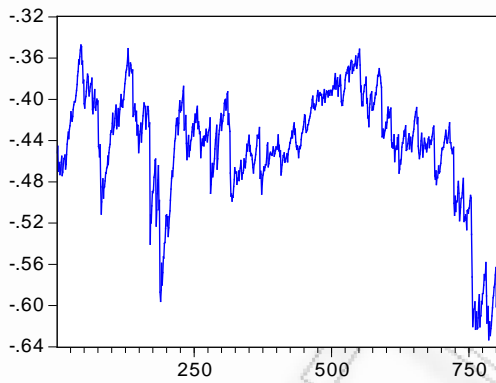
Graph 7.49: VaR (GARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



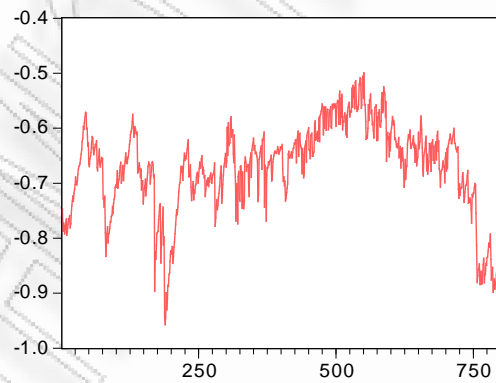
Graph 7.50: VaR (GARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



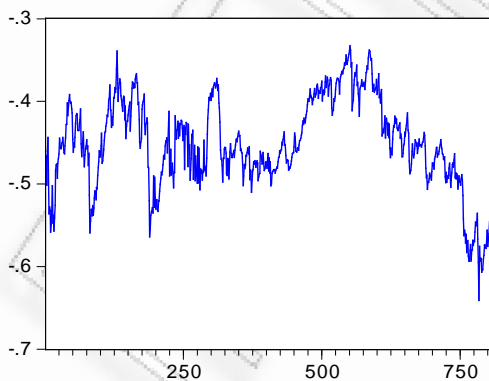
Graph 7.51: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



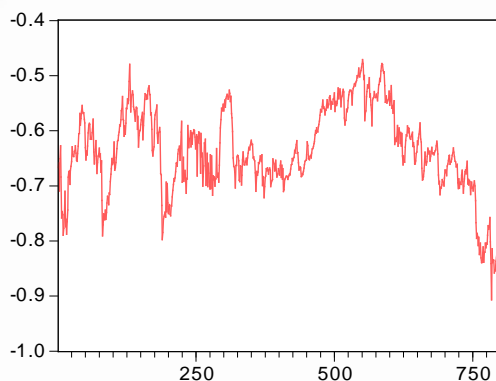
Graph 7.52: VaR (GARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



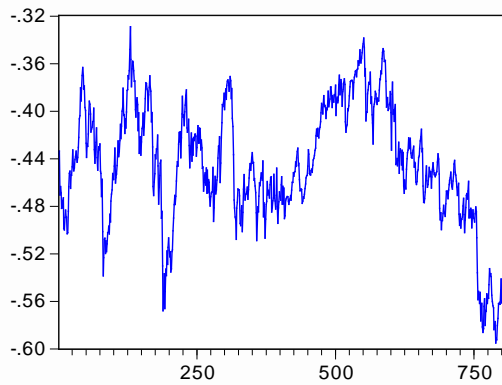
Graph 7.53: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



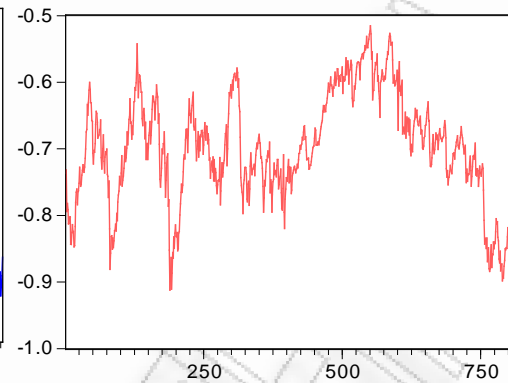
Graph 7.54: VaR (EGARCH Normal for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



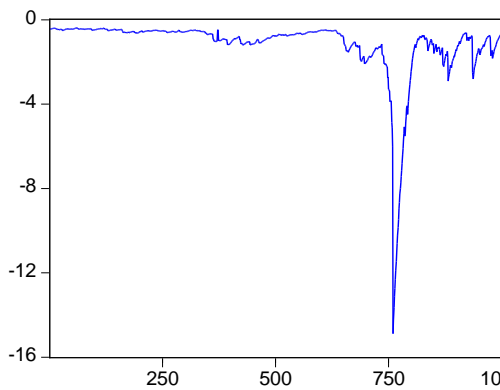
Graph 7.55: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



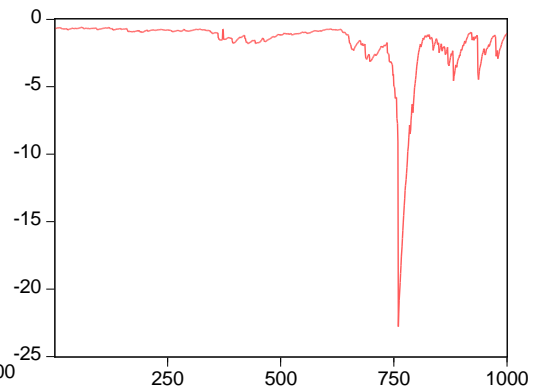
Graph 7.56: VaR (EGARCH Tdist for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



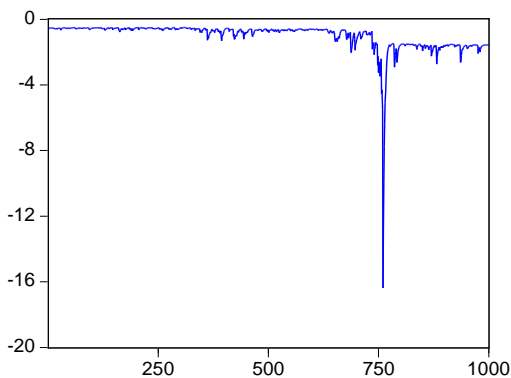
Graph 7.57: VaR (GARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



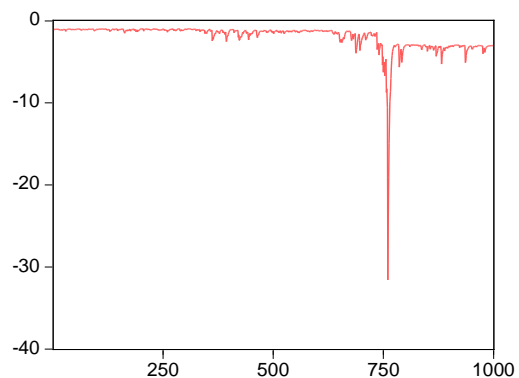
Graph 7.58: VaR (GARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



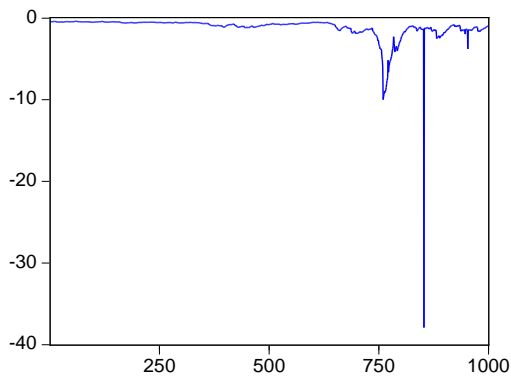
Graph 7.59: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



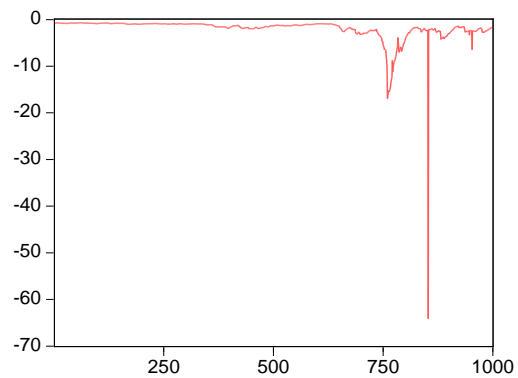
Graph 7.60: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



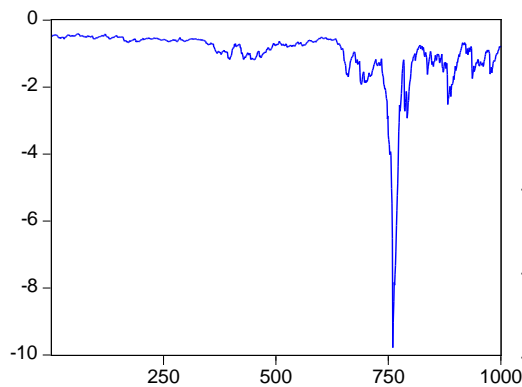
Graph 7.61: VaR (EGARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



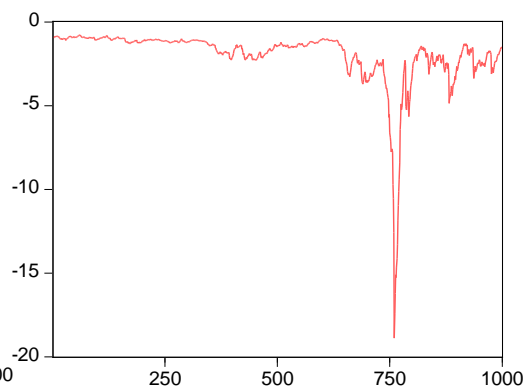
Graph 7.62: VaR (EGARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



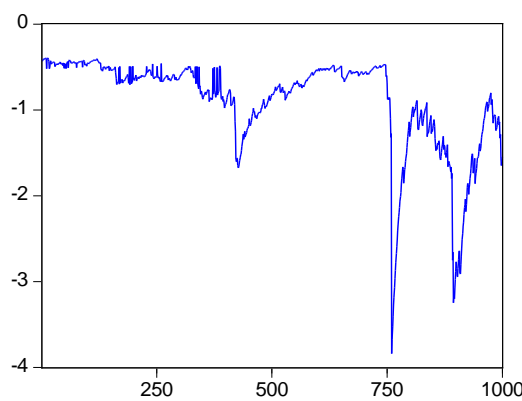
Graph 7.63: VaR (EGARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year greek bond.



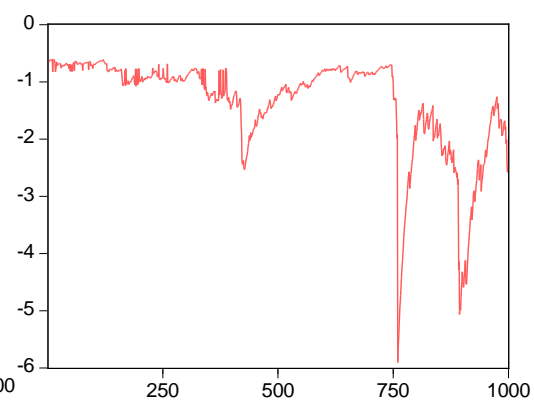
Graph 7.64: VaR (EGARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year greek bond.



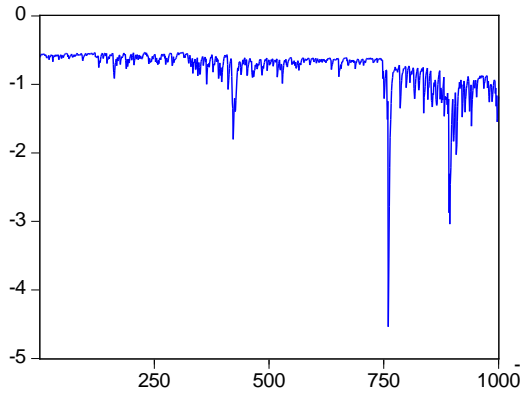
Graph 7.65: VaR (GARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



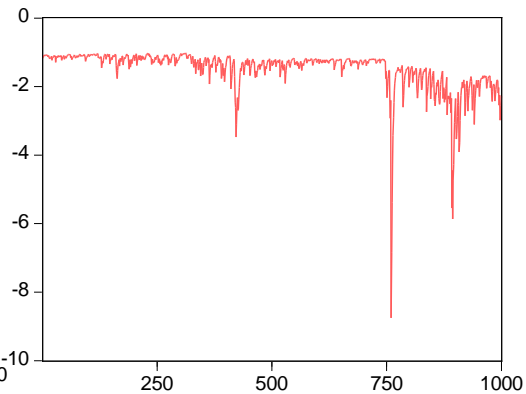
Graph 7.66: VaR (GARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



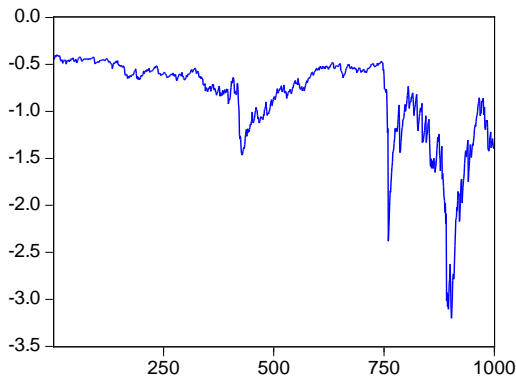
Graph 7.67: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



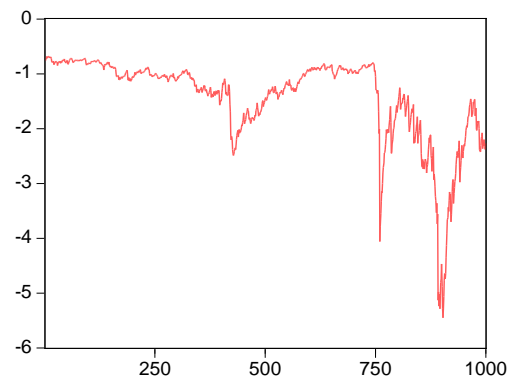
Graph 7.68: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



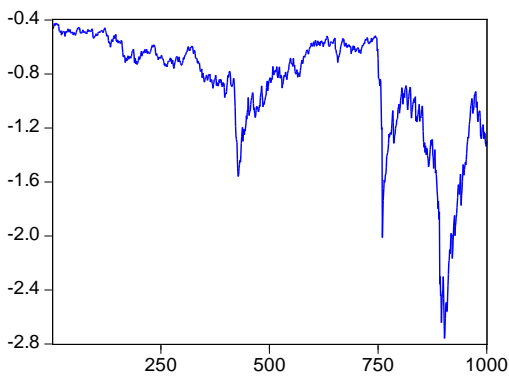
Graph 7.69: VaR (EGARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



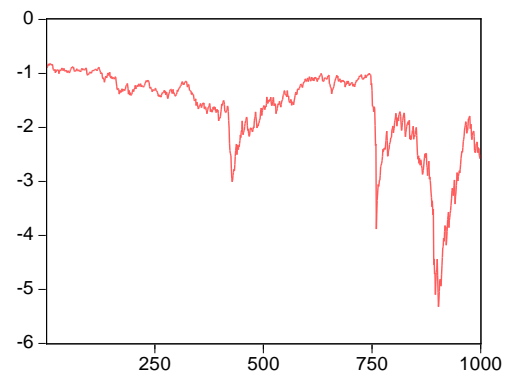
Graph 7.70: VaR (EGARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



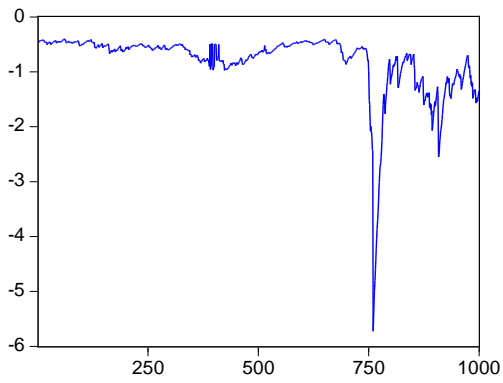
Graph 7.71: VaR (EGARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year irish bond.



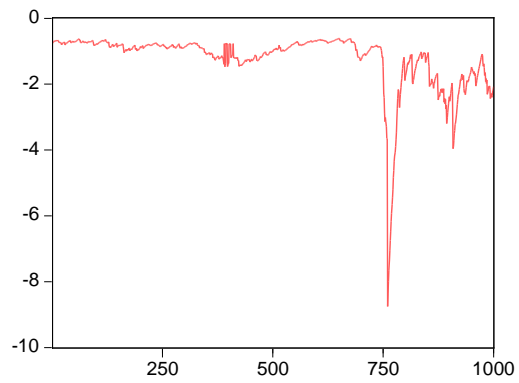
Graph 7.72: VaR (EGARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year irish bond.



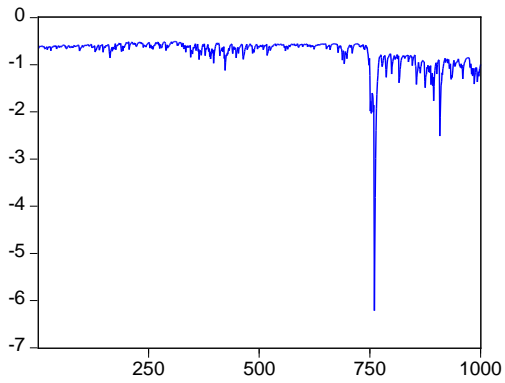
Graph 7.73: VaR (GARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



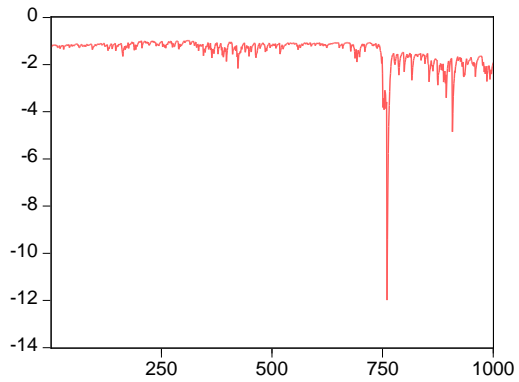
Graph 7.74: VaR (GARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



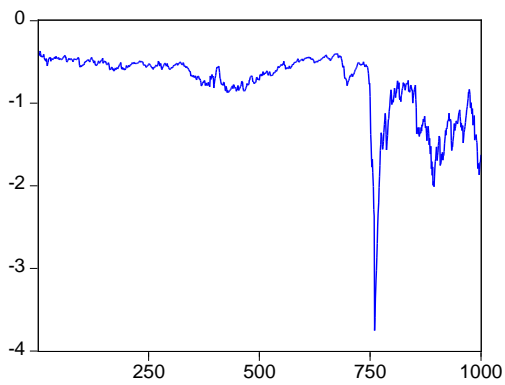
Graph 7.75: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



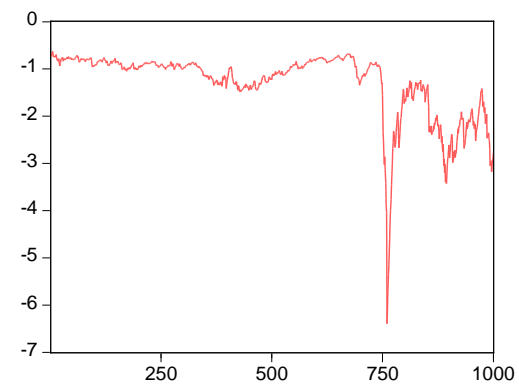
Graph 7.76: VaR (GARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



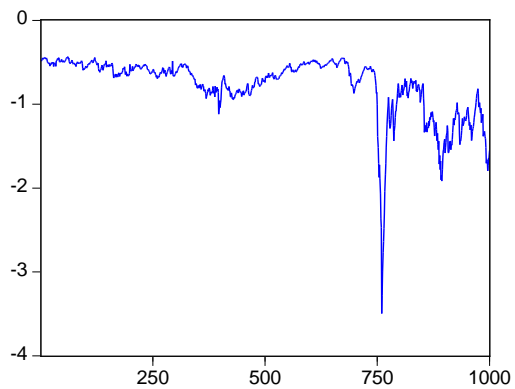
Graph 7.77: VaR (EGARCH GED for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



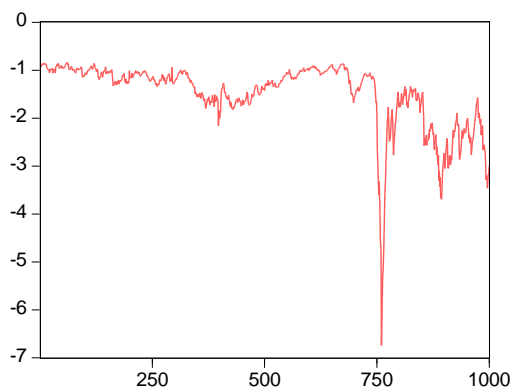
Graph 7.78: VaR (EGARCH GED for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



Graph 7.79: VaR (EGARCH Tdist fixed for $\alpha=5\%$) for the 10-year portuguese bond.



Graph 7.80: VaR (EGARCH Tdist fixed for $\alpha=1\%$) for the 10-year portuguese bond.



Παράρτημα Β

Backtesting για το μειωμένο δείγμα

Greece

Πίνακας 7.5: Test Statistics για το ελληνικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	758	786	757	791
T_1	44	16	45	11
T_{00}	715	770	714	780
T_{01}	43	16	43	11
T_{10}	43	16	43	11
T_{11}	1	0	2	0
π	0.054862843	0.019950125	0.056109726	0.013715711
π_{01}	0.056728232	0.020356234	0.05680317	0.013906448
π_{11}	0.022727273	0.000000001	0.044444444	0.000000001
LR_{uc}	0.387567765	6.221283706	0.607335088	1.002249404
LR_{ind}	1.163262132	0.651444454	0.130906293	0.305951686
LR_{cc}	1.550829897	6.87272816	0.738241381	1.30820109

Πίνακας 7.5 Συνέχεια

	EGARCH		EGARCH	
	Normal		Tdist	
α	5%	1%	5%	1%
T_0	758	786	758	790
T_1	44	16	44	12
T_{00}	716	771	716	778
T_{01}	42	15	42	12
T_{10}	42	15	42	12
T_{11}	2	1	2	0
π	0.054862843	0.019950125	0.054862843	0.014962594
π_{01}	0.055408971	0.019083969	0.055408971	0.015189873
π_{11}	0.045454545	0.0625	0.045454545	0.000000001
LR_{uc}	0.387567765	6.221283706	0.387567765	1.731221518
LR_{ind}	0.083889862	0.982857498	0.083889862	0.364570958
LR_{cc}	0.471457627	7.204141204	0.471457627	2.095792476

Ireland

Πίνακας 7.6: Test Statistics για το ιρλανδικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
α				
T_0	761	792	761	793
T_1	41	10	41	9
T_{00}	721	782	721	784
T_{01}	40	10	40	9
T_{10}	40	10	40	9
T_{11}	1	0	1	0
π	0.051122195	0.012468828	0.051122195	0.011221945
π_{01}	0.052562418	0.012626263	0.052562418	0.011349306
π_{11}	0.024390244	0.000000001	0.024390244	0.000000001
LR_{uc}	0.021113607	0.457875188	0.021113607	0.116360898
LR_{ind}	0.774795371	0.252531943	0.774795371	0.204291884
LR_{cc}	0.795908977	0.71040713	0.795908977	0.320652782

Πίνακας 7.6 Συνέχεια

	EGARCH		EGARCH	
	Normal		Tdist	
α	5%	1%	5%	1%
T_0	757	789	757	795
T_1	45	13	45	7
T_{00}	714	776	714	788
T_{01}	43	13	43	7
T_{10}	43	13	43	7
T_{11}	2	0	2	0
π	0.056109726	0.016209476	0.056109726	0.00872818
π_{01}	0.05680317	0.016476553	0.05680317	0.008805031
π_{11}	0.044444444	0.000000001	0.044444444	0.000000001
LR_{uc}	0.607335088	2.629585383	0.607335088	0.13691398
LR_{ind}	0.130906293	0.428409727	0.130906293	0.123272019
LR_{cc}	0.738241381	3.05799511	0.738241381	0.260185999

Portugal

Πίνακας 7.7: Test Statistics για το πορτογαλικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH Normal		GARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	765	790	765	794
T_1	37	12	37	8
T_{00}	729	778	729	786
T_{01}	36	12	36	8
T_{10}	36	12	36	8
T_{11}	1	0	1	0
π	0.046134663	0.014962594	0.046134663	0.009975062
π_{01}	0.047058824	0.015189873	0.047058824	0.010075567
π_{11}	0.027027027	0.000000001	0.027027027	0.000000001
LR_{uc}	0.258672928	1.731221518	0.258672928	5.04206E-05
LR_{ind}	0.373332844	0.364570958	0.373332844	0.16121178
LR_{cc}	0.632005772	2.095792476	0.632005772	0.1612622

Πίνακας 7.7 Συνέχεια

	EGARCH Normal		EGARCH Tdist	
	5%	1%	5%	1%
T_0	764	790	763	794
T_1	38	12	39	8
T_{00}	728	779	726	786
T_{01}	36	11	37	8
T_{10}	36	11	37	8
T_{11}	2	1	2	0
π	0.047381546	0.014962594	0.048628429	0.009975062
π_{01}	0.047120419	0.013924051	0.048492792	0.010075567
π_{11}	0.052631579	0.083333333	0.051282051	0.000000001
LR_{uc}	0.117729582	1.731221518	0.032041693	5.04206E-05
LR_{ind}	0.023589081	1.911181641	0.006140061	0.16121178
LR_{cc}	0.141318663	3.642403159	0.038181754	0.1612622

Backtesting για περιόδους κρίσης

Greece

Πίνακας 7.8: Test Statistics για το ελληνικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH GED		GARCH Tdist fixed	
	5%	1%	5%	1%
α	5%	1%	5%	1%
T_0	926	975	929	984
T_1	73	24	70	15
T_{00}	866	954	872	969
T_{01}	60	21	57	15
T_{10}	60	21	57	15
T_{11}	13	3	13	0
π	0.073073073	0.024024024	0.07007007	0.015015015
π_{01}	0.064794816	0.021538462	0.061356297	0.015243902
π_{11}	0.178082192	0.125	0.185714286	0.000000001
LR_{uc}	168.4581824	14.2499284	7.572782133	2.199390231
LR_{ind}	9.703765652	5.574586759	11.33043419	0.457334756
LR_{cc}	178.161948	19.82451516	18.90321632	2.656724988

Πίνακας 7.8 Συνέχεια

	EGARCH GED		EGARCH Tdist fixed	
	5%	1%	5%	1%
T_0	929	982	933	987
T_1	70	17	66	12
T_{00}	872	968	877	975
T_{01}	57	14	56	12
T_{10}	57	14	56	12
T_{11}	13	3	10	0
π	0.07007007	0.017017017	0.066066066	0.012012012
π_{01}	0.061356297	0.014256619	0.060021436	0.012158055
π_{11}	0.185714286	0.176470588	0.151515152	0.000000001
LR_{uc}	156.2646729	4.105181506	4.952430425	0.383817135
LR_{ind}	11.33043419	9.551086286	6.422731488	0.291800478
LR_{cc}	167.5951071	13.65626779	11.37516191	0.675617614

Ireland

Πίνακας 7.9: Test Statistics για το ιρλανδικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH		GARCH	
	GED		Tdist fixed	
α	5%	1%	5%	1%
T_0	932	973	918	983
T_1	67	26	81	16
T_{00}	875	949	852	967
T_{01}	57	24	66	16
T_{10}	57	24	66	16
T_{11}	10	2	15	0
π	0.067067067	0.026026026	0.081081081	0.016016016
π_{01}	0.061158798	0.024665982	0.071895425	0.016276704
π_{11}	0.149253731	0.076923077	0.185185185	0.000000001
LR_{uc}	5.559955227	17.97919941	17.24224131	3.088727821
LR_{ind}	6.020884647	1.830816115	9.983502913	0.520877496
LR_{cc}	11.58083987	19.81001553	27.22574422	3.609605317

Πίνακας 7.9 Συνέχεια

	EGARCH GED		EGARCH Tdist fixed	
	5%	1%	5%	1%
T_0	930	978	934	989
T_1	69	21	65	10
T_{00}	871	962	880	980
T_{01}	59	16	54	9
T_{10}	59	16	54	9
T_{11}	10	5	11	1
π	0.069069069	0.021021021	0.065065065	0.01001001
π_{01}	0.06344086	0.016359918	0.057815846	0.009100101
π_{11}	0.144927536	0.238095238	0.169230769	0.1
LR_{uc}	6.87056144	9.306413974	4.377353436	1.01078E-05
LR_{ind}	5.262854302	17.36619422	9.108191555	2.972993367
LR_{cc}	12.13341574	26.6726082	13.48554499	2.973003475

Portugal

Πίνακας 7.10: Test Statistics για το πορτογαλικό δεκαετές ομόλογο.

	GARCH		GARCH	
	GED		Tdist fixed	
α	5%	1%	5%	1%
T_0	925	975	921	993
T_1	74	24	78	6
T_{00}	864	953	856	988
T_{01}	61	22	65	5
T_{10}	61	22	65	5
T_{11}	13	2	13	1
π	0.074074074	0.024024024	0.078078078	0.006006006
π_{01}	0.065945946	0.022564103	0.070575461	0.005035247
π_{11}	0.175675676	0.083333333	0.166666667	0.166666667
LR_{uc}	10.68497156	14.2499284	14.26439894	1.878173922
LR_{ind}	9.195602001	2.307074117	7.32437767	5.049391889
LR_{cc}	19.88057356	2.307074117	21.58877661	6.927565811

Πίνακας 7.10 Συνέχεια

	EGARCH		EGARCH	
	GED		Tdist fixed	
α	5%	1%	5%	1%
T_0	925	988	929	993
T_1	74	11	70	6
T_{00}	865	978	873	988
T_{01}	60	10	56	5
T_{10}	60	10	56	5
T_{11}	14	1	14	1
π	0.074074074	0.011011011	0.07007007	0.006006006
π_{01}	0.064864865	0.010121457	0.060279871	0.005035247
π_{11}	0.189189189	0.090909091	0.2	0.166666667
LR_{uc}	10.68497156	0.09986675	7.572782133	1.878173922
LR_{ind}	11.51429851	2.610952545	13.94117098	5.049391889
LR_{cc}	22.19927007	2.710819295	21.51395312	6.927565811

Παράρτημα Γ

Συσχετίσεις μεταξύ των ομολόγων για το μειωμένο δείγμα

Dates	Ger-Gr	Ger-Ir	Ger-Pt	Gr-Ir	Gr-Pt	Ir-Pt
3/15/2005	0.866098	0.762337	0.703688	0.715618	0.675519	0.731896
4/15/2005	0.873517	0.770294	0.707972	0.729381	0.686014	0.734621
5/16/2005	0.879565	0.779342	0.733682	0.738084	0.7088	0.758854
6/15/2005	0.879571	0.789982	0.745966	0.751547	0.721456	0.757545
7/15/2005	0.900534	0.814472	0.768903	0.769824	0.73893	0.757767
8/15/2005	0.909305	0.825841	0.789043	0.779503	0.755077	0.76046
9/15/2005	0.922166	0.839191	0.800611	0.794367	0.765234	0.761255
10/14/2005	0.937333	0.848689	0.809331	0.822421	0.787406	0.764923
11/15/2005	0.950998	0.866454	0.907255	0.858027	0.889133	0.838883
12/15/2005	0.948223	0.864911	0.935076	0.869005	0.925851	0.867426
1/16/2006	0.951678	0.888946	0.936857	0.893704	0.933606	0.885509
2/15/2006	0.954155	0.899762	0.941655	0.905473	0.938352	0.897052
3/15/2006	0.956107	0.90577	0.943414	0.912051	0.943271	0.904494
4/14/2006	0.958881	0.916222	0.945485	0.923501	0.946783	0.911107
5/15/2006	0.962702	0.927624	0.969278	0.935198	0.966345	0.937948
6/15/2006	0.965818	0.940649	0.968765	0.947356	0.968027	0.947557
7/14/2006	0.967167	0.948067	0.970419	0.95204	0.969482	0.951678
8/15/2006	0.96779	0.953096	0.968822	0.95667	0.967962	0.952625
9/15/2006	0.968806	0.955316	0.970008	0.959132	0.969571	0.956026
10/16/2006	0.969719	0.958633	0.972956	0.961342	0.972122	0.959914
11/15/2006	0.974049	0.979689	0.973435	0.978182	0.97553	0.979243
12/15/2006	0.976794	0.979746	0.973485	0.981491	0.978487	0.979152
1/15/2007	0.980868	0.979777	0.973443	0.985237	0.982769	0.979192
2/15/2007	0.981293	0.980608	0.973489	0.987466	0.983217	0.980021
3/15/2007	0.98153	0.980524	0.973566	0.987702	0.98363	0.980165
4/16/2007	0.981696	0.980437	0.9735	0.987982	0.983922	0.980098
5/15/2007	0.981869	0.980481	0.973624	0.988246	0.984237	0.980297
6/15/2007	0.982171	0.98054	0.973776	0.988586	0.984579	0.980585
7/16/2007	0.982249	0.980621	0.973845	0.988713	0.984829	0.980695
8/15/2007	0.98156	0.980545	0.973228	0.988403	0.984931	0.980445
9/14/2007	0.981938	0.980678	0.973494	0.988534	0.984893	0.98049
10/15/2007	0.981752	0.980689	0.973302	0.988728	0.984842	0.98044
11/15/2007	0.982086	0.980917	0.973064	0.988422	0.984518	0.979664
12/14/2007	0.981655	0.980997	0.973001	0.988367	0.98468	0.979944
1/15/2008	0.982112	0.981746	0.97346	0.988003	0.984343	0.979426
2/15/2008	0.982113	0.982085	0.973871	0.987556	0.984692	0.979537
3/14/2008	0.978572	0.980833	0.972325	0.986456	0.984257	0.979421

VaR ομολόγων και χαρτοφυλακίου μειωμένου δείγματος

	VaR Ger EgarchT	VaR Gr GarchT	VaR Ir EgarchT	VaR Pt EgarchT	10-days VaR Port
3/15/2005	-19,745.85	-22,036.55	-21,642.72	-25,363.46	79,615.48
4/15/2005	-22,390.82	-19,495.53	-19,579.97	-22,891.05	76,027.85
5/16/2005	-24,483.01	-19,566.96	-20,695.80	-22,295.82	79,105.86
6/15/2005	-23,386.06	-19,591.71	-24,579.43	-22,149.21	81,775.61
7/15/2005	-26,178.73	-22,052.13	-24,568.31	-24,147.12	89,095.77
8/15/2005	-24,168.04	-21,533.46	-22,504.43	-20,918.49	82,377.96
9/15/2005	-23,988.45	-20,462.97	-22,170.52	-20,388.67	80,808.60
10/14/2005	-28,413.04	-22,054.25	-20,931.78	-20,757.91	86,293.63
11/15/2005	-28,129.60	-23,443.60	-20,886.98	-22,538.34	90,981.69
12/15/2005	-29,271.00	-24,924.35	-25,318.99	-26,072.91	101,671.29
1/16/2006	-26,726.95	-19,774.66	-22,331.00	-20,334.45	86,297.39
2/15/2006	-29,241.96	-20,592.04	-21,410.85	-21,959.95	90,529.32
3/15/2006	-29,562.26	-20,970.93	-23,689.76	-23,666.46	95,215.36
4/14/2006	-29,480.98	-22,704.98	-21,723.03	-22,938.96	94,466.67
5/15/2006	-28,605.18	-20,433.96	-17,759.27	-18,823.13	84,061.99
6/15/2006	-32,372.59	-22,807.57	-23,970.13	-22,915.34	100,398.56
7/14/2006	-40,997.84	-21,630.71	-24,125.15	-23,928.63	109,060.23
8/15/2006	-38,639.24	-21,098.96	-22,753.18	-23,177.71	104,173.98
9/15/2006	-43,154.42	-20,401.79	-23,217.40	-23,013.91	108,328.09
10/16/2006	-38,860.95	-20,989.09	-22,472.81	-22,359.40	103,377.02
11/15/2006	-42,483.70	-20,875.25	-21,571.45	-22,517.89	106,528.09
12/15/2006	-46,258.87	-17,871.98	-19,639.69	-20,397.44	103,345.91
1/15/2007	-41,201.17	-17,789.12	-17,334.21	-19,132.15	94,755.15
2/15/2007	-38,237.83	-18,456.45	-15,755.78	-18,166.92	89,971.39
3/15/2007	-39,325.24	-16,520.67	-17,021.45	-18,182.52	90,405.61
4/16/2007	-31,938.25	-17,582.18	-15,861.13	-17,886.63	82,673.02
5/15/2007	-32,962.47	-19,351.34	-16,969.74	-18,850.08	87,509.82
6/15/2007	-24,730.82	-19,324.50	-17,292.88	-18,924.63	79,711.21
7/16/2007	-25,850.67	-20,147.94	-18,771.76	-20,781.95	84,955.84
8/15/2007	-24,957.89	-19,513.44	-20,422.47	-20,754.34	85,041.45
9/14/2007	-24,716.41	-21,128.39	-22,639.71	-22,582.55	90,431.17
10/15/2007	-21,457.39	-19,284.77	-20,277.95	-21,538.87	81,981.12
11/15/2007	-22,042.25	-19,205.04	-20,593.43	-21,843.23	83,091.11
12/14/2007	-19,707.92	-22,786.26	-23,440.75	-23,334.70	88,654.05
1/15/2008	-19,471.99	-21,414.06	-23,931.87	-23,294.54	87,503.96
2/15/2008	-31,217.30	-26,378.98	-29,733.97	-27,177.91	113,712.45
3/14/2008	-30,215.78	-26,987.69	-30,845.28	-27,728.58	114,917.48

VaR ομολόγων και χαρτοφυλακίου για περιόδους κρίσης

Dates	VaR GER EGARCH T	VaR GR EGARCH T fixed	VaR IR EGARCH T fixed	VaR Pt EGARCH GED	10-days VaR Port
6/15/2007	-24211.952	-28967.414	-27456.1073	-22443.4159	94301.75
7/16/2007	-21234.834	-31496.3122	-29754.8902	-24942.8378	98409.4
8/15/2007	-23659.12	-28851.0814	-30217.1827	-24161.0184	98547.25
9/14/2007	-24139.309	-29214.1266	-30375.7014	-25897.2235	101480.5
10/15/2007	-23157.971	-31030.6357	-29741.1182	-24994.8605	101310.8
11/15/2007	-23745.733	-29055.7274	-29461.0884	-25893.1814	100995.9
12/14/2007	-26683.665	-33473.4891	-35011.238	-28840.3068	116339
1/15/2008	-25222.464	-31106.2936	-34591.9822	-28608.9558	112594.1
2/15/2008	-29265.482	-37834.9142	-41426.6933	-30973.5829	134076.1
3/14/2008	-30613.058	-37910.4327	-42759.9513	-31327.3749	137907.6
4/15/2008	-27051.827	-33271.2732	-38697.9068	-27739.2922	122976.4
5/15/2008	-29291.476	-35502.1929	-40837.5703	-29313.0342	131397.8
6/16/2008	-30631.089	-39483.2158	-45614.6473	-30494.97	142618.9
7/15/2008	-28896.595	-34683.0179	-41403.8081	-28535.6873	130407.2
8/15/2008	-29456.846	-34865.0673	-39318.9446	-29268.0737	130450.5
9/15/2008	-29642.093	-35761.0706	-39577.9334	-28163.8833	130889.8
10/15/2008	-39471.832	-44226.2	-51918.1553	-35730.6053	168617
11/14/2008	-36524.406	-57069.8607	-51455.0014	-40030.178	181734
12/15/2008	-40314.642	-69835.7137	-54345.2881	-37784.3474	198124.9
1/15/2009	-38531.158	-44004.8772	-50783.6625	-41350.9935	171067.8
2/16/2009	-41968.848	-62421.7556	-79295.6542	-42771.7881	219897.4
3/16/2009	-43586.961	-59703.7608	-59373.3342	-41550.9854	197807.5
4/15/2009	-38659.154	-53670.5946	-57080.253	-36520.7426	179517.7
5/15/2009	-36996.937	-44051.5277	-52830.457	-35186.7838	162684
6/15/2009	-38643.625	-46787.3036	-48936.9646	-34190.6546	162047
7/15/2009	-34434.074	-41787.9943	-44002.2491	-30102.1686	144158.8
8/14/2009	-30533.287	-41767.8255	-48283.6466	-29582.4672	143862.7
9/15/2009	-27629.996	-38940.5334	-39931.0221	-26691.504	127428.6
10/15/2009	-25404.614	-32448.145	-34995.3379	-23955.4772	111642.8
11/16/2009	-25653.801	-35676.291	-32583.6291	-26124.2606	114694.3
12/15/2009	-23627.389	-82745.5784	-40043.1764	-24438.8744	162672.9
1/15/2010	-20585.647	-78025.1478	-36685.1292	-24183.7929	151236.8
2/15/2010	-21143.787	-114307.446	-37810.149	-41484.0122	201916.2
3/15/2010	-20409.007	-80870.7486	-35133.891	-30583.4444	155688
4/15/2010	-19839.276	-125967.107	-32001.0555	-30001.5512	193150.2
5/14/2010	-27303.95	-477743.2	-100515.252	-169198.356	720193.7

Ανάπτυξη σεναρίων ακραίων τιμών και αξία σε κίνδυνο χαρτοφυλακίων κυβερνητικών ομολόγων

6/15/2010	-30447.73	-82563.2836	-70801.5151	-65396.0737	220312.7
7/15/2010	-27463.024	-65333	-62584.6038	-50432.7665	180675.5
8/16/2010	-28061.607	-54251.3381	-64723.0291	-45508.4724	168179.5
9/15/2010	-31980.806	-77314.8055	-64503.656	-43206.5413	187236.7
10/15/2010	-29954.084	-92115.218	-81159.9973	-62520.5409	231898.7
11/15/2010	-28660.609	-113103.997	-149187.139	-108398.906	353977.5
12/15/2010	-31923.643	-41404.362	-130075.357	-88067.0583	256826.2
1/14/2011	-29410.551	-96682.1597	-100722.572	-75236.7528	259822.1
2/15/2011	-23746.151	-77864.8095	-71666.1436	-79844.1229	218509.1
3/15/2011	-23114.28	-96081.3911	-70455.8986	-60851.6639	214909
4/12/2011	-22334.293	-46945.3929	-79191.878	-87624.1537	204990.8