



2013

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Π.Μ.Σ. ΣΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

# Υπολογισμός της Αξίας σε Κίνδυνο στις Ελληνικές Μετοχές

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΧΙΛΛΕΩΣ ΧΑΡΙΤΩΝ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΣΚΙΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ  
ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ. ΣΚΙΑΔΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ν. ΠΙΤΤΗΣ  
ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Χ. ΧΡΙΣΤΟΥ**

Αχιλλέως Χαρίτων ΜΧΑΝ1105

4/2/2013



## Περίληψη Διπλωματικής Εργασίας

### Υπολογισμός της Αξίας σε Κίνδυνο στις Ελληνικές Μετοχές

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται ο ορισμός της αξίας σε κίνδυνο (VaR) και τα μοντέλα υπολογισμού της. Η εκτίμηση σε κίνδυνο είναι εργαλείο μέτρησης κινδύνου. Εκτιμάται η αξία σε κίνδυνο σε 10 μετοχές του Ελληνικού χρηματιστηρίου της υψηλής κεφαλαιοποίησης και στη συνέχεια γίνεται έλεγχος των αποτελεσμάτων. Η πρόβλεψη γίνεται χωρίς να συμπεριλάβουμε την παρατήρηση που θέλουμε να προβλέψουμε στο δείγμα μας (out of sample prediction). Παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού. Τέλος γίνεται έλεγχος των αποτελεσμάτων με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι από 1/7/2002 – 29/6/2012 και οι μετοχές που χρησιμοποιήθηκαν :Alpha Bank, ΔΕΗ, EUROBANK, ΟΠΑΠ, Εθνική Τράπεζα, ΜΕΤΚΑ, ΜΟΗ, Coca – Cola 3Ε, ΟΤΕ, ΤΙΤΑΝΑΣ. Τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα της μελέτης.

### Λέξεις Κλειδιά:

Αξία σε κίνδυνο, Μοντέλα Ιστορικής Προσομοίωσης, Μοντέλα Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης, Έλεγχος Αποτελεσμάτων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## Πίνακας περιεχομένων

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....</b>	<b>1</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Α (ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ).....</b>	<b>3</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....</b>	<b>4</b>
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ VALUE AT RISK .....	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....</b>	<b>9</b>
2.1 Κίνδυνος .....	10
2.2 Αξία σε κίνδυνο (Value at Risk) .....	11
<b>Κεφάλαιο 3 Τρόποι Υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο.....</b>	<b>14</b>
3 Μοντέλα υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο .....	15
<b>Κεφάλαιο 4 Βασικές Μαθηματικές Γνώσεις .....</b>	<b>19</b>
4.1 Στατιστικοί υπολογισμοί.....	20
4.2 Κανονική κατανομή.....	23
<b>Κεφάλαιο 5 Εφαρμογή μοντέλων εκτίμησης της Αξίας σε Κίνδυνο.....</b>	<b>26</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Β (ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ).....</b>	<b>29</b>
<b>Κεφάλαιο 6 Σειρές Δεδομένων, Μεθοδολογία, Έλεγχος Αποτελεσμάτων .....</b>	<b>30</b>
6.1. Σειρές δεδομένων .....	31
6.2. Μεθοδολογία.....	41
6.3. Έλεγχος Αποτελεσμάτων .....	42
<b>Κεφάλαιο 7 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων .....</b>	<b>46</b>
<b>Κεφάλαιο 8 Συμπεράσματα .....</b>	<b>77</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>81</b>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**ΜΕΡΟΣ Α**  
**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ VALUE AT RISK

Για να γίνει αντιληπτό τι είναι το value at risk θα πρέπει να κατανοηθεί αρχικά η έννοια του ρίσκου και στη συνέχεια η αξία σε κίνδυνο (value at risk). Παραθέτουμε ένα παράδειγμα: έστω ότι είμαστε χρηματοοικονομικοί σύμβουλοι κάποιας μεγάλης εταιρείας επενδύσεων και διαχειριζόμαστε τους πελάτες της επιχείρησης. Ένας ηλικιωμένος κύριος θέλει να επενδύσει 100.000 ευρώ στο χρηματιστήριο Αθηνών και μας απευθύνει την εξής ερώτηση: «Αγαπητέ κύριε, σας παρακαλώ να μου πείτε με απόλυτη ειλικρίνεια και με απλά λόγια, αν επενδύσω στο χρηματιστήριο πόσα χρήματα μπορεί να χάσω;»

Μέσα από αυτήν την ερώτηση μπορεί να κατανοηθεί πρακτικά το τι είναι το ρίσκο. Ρίσκο είναι ο κίνδυνος που αναλαμβάνεται όταν γίνεται μία συγκεκριμένη επιλογή. Το ρίσκο είναι σε κάθε επιλογή, είτε αυτή είναι επενδυτική σε κάποιο χρηματοοικονομικό μέσο, είτε αποτελεί επιχειρηματική, ή την επιλογή μίας θέσης εργασίας, ή ενός μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών και τα λοιπά. Όλες αυτές οι επιλογές εμπεριέχουν κίνδυνο. Ο κίνδυνος αυτός σε κάθε περίπτωση είναι διαφορετικός και έχει σχέση με την διαχειριζόμενη απόφαση.

Επιστρέφοντας στο αρχικό παράδειγμα, του ηλικιωμένου κυρίου, σαν υπεύθυνος σύμβουλος θα πρέπει να απαντήσουμε στην ερώτηση που μας τέθηκε. Τι να απαντήσεις όμως με τρόπο απλό και κατανοητό ταυτόχρονα σε αυτόν τον κύριο; Το να προσπαθήσεις να του εξηγήσεις την θεωρία χαρτοφυλακίου και να του πεις ότι αν ισχύει η θεωρία του [Markowitz<sup>i</sup> \(1952\)](#), και κάνοντας την κατάλληλη διαφοροποίηση της επένδυσης σου θα αναλάβεις τον κίνδυνο της αγοράς και με τον τρόπο αυτό μειώνεις τον κίνδυνο που έχεις και κάνοντας του μία στατιστική – μαθηματική ανάλυση της θεωρίας να του απαντήσεις ότι είναι ανάλογα το beta του χαρτοφυλακίου σου... είναι πιθανόν να χάσεις τον χρόνο σου καθώς είναι περισσότερο πιθανόν να τον χάσεις από πελάτη. Τι πιο εύκολο θα ήταν αν μπορούσες να απαντήσεις ότι το ποσό που είναι πιθανόν να χάσεις, κατά 95% πιθανότητα, αύριο, είναι 10.000 ευρώ. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να σε καταλάβει. Αυτό ακριβώς είναι και η αξία σε κίνδυνο.

Ορίζοντας την (value at risk) αξία σε κίνδυνο είναι το ποσό που είναι πιθανό να χάσεις κατά ένα ποσοστό - διάστημα εμπιστοσύνης από μία επενδυτική επιλογή σύμφωνα με τον [Linsmeier and Pearson \(1996\)](#).

Με αυτόν τον τρόπο όμως θα μπορούσε κάποιος να μας απαντήσει ότι το μόνο δηλαδή που χρειαζόμαστε για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε το ποσό του ρίσκου που αναλαμβάνουμε, είναι να ξέρουμε το ποσό που μπορεί να χάσουμε, δηλαδή η αξία σε κίνδυνο είναι το μόνο σημαντικό μέτρο κινδύνου. Αυτό θα ήταν μία λάθος αίσθηση και αντίληψη της αξίας σε κίνδυνο. Σίγουρα οι μετρήσεις μεταβολής της αξίας του χαρτοφυλακίου σε σχέση με την μεταβολή παραγόντων όπως επιτόκια, συναλλαγματικές ισοτιμίες, και άλλα, δηλαδή μία ανάλυση ευαισθησίας αξίας του χαρτοφυλακίου μας (Greeks)<sup>ii</sup> σε σχέση με την μεταβολή οικονομικών παραγόντων θα ήταν μία πολύτιμη

πληροφορία. Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη ανάλυση δεν μας δίνει μία ευκρινή αίσθηση του ποσού που θέτουμε σε κίνδυνο. Με λίγα λόγια η αξία σε κίνδυνο δεν είναι το απόλυτο μέτρο κινδύνου, είναι μία ένδειξη και η σύνοψη του πόσου που ρισκάρουμε σε κανονικές οικονομικές συνθήκες, χωρίς να λαμβάνει υπόψη αλλαγές σε κάποιο και μόνο οικονομικό παράγοντα όπως λόγου χάριν τα επιτόκια.

Ως εκ τούτου, γεννιέται εύλογα η απορία γιατί αφού η αξία σε κίνδυνο δε μας απαντά με ακρίβεια στο ποσό που ρισκάρουμε, τότε μπαίνουμε στην διαδικασία να την υπολογίσουμε. Η απάντηση βρίσκεται στο ότι είναι μία ένδειξη του πως μπορούμε να προφυλαχτούμε από ενδεχόμενες ζημίες, και γι' αυτό το λόγο και είναι υποχρεωτική από την Βασιλεία II και από το νομικό πλαίσιο που διέπει σήμερα τις χρηματοοικονομικές εταιρίες στην Ελλάδα.

Ενδιαφέρον είναι να δούμε μία σύντομη ιστορική αναδρομή της αξίας σε κίνδυνο από το ξεκίνημα της τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και στις πρώτες πρακτικές εφαρμογές της.

Η πρώτη εφαρμογή της αξίας σε κίνδυνο σύμφωνα με τον [Holton \(2002\)](#) ήταν στη Αμερική το 1922 όπου το New York Stock Exchange υποχρέωνε τις εταιρίες να έχουν κεφαλαιακές επάρκειες. Αυτό οδήγησε έμμεσα στο υπολογισμό του VaR. Το 1929 η αγορά έχασε το 20% της αξίας της και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί τραπεζικός πανικός. Έτσι πολλές τράπεζες κατέρρευσαν. Τότε η κυβέρνηση για να στηρίξει την ψυχολογία των επενδυτών διαχώρισε τις τράπεζες σε εμπορικές και επενδυτικές και υποχρέωσε από κάθε οργανισμό διαχείρισης χρεογράφων να μην έχει χρέος πάνω από το 2000% του καθαρού κεφαλαίου (έμμεσα δηλαδή τις υποχρέωσε για κεφαλαιακή επάρκεια, Glass-Steagall Act 1933). Το 1938 οι εποπτικές αρχές των Η.Π.Α. επέτρεψαν στις εταιρίες διαχείρισης χρεογράφων να κατασκευάζουν δικό τους μοντέλο υπολογισμού κεφαλαιακών αναγκών και άρχισε να αναπτύσσει κανόνα κεφαλαίου. Το 1944 επετράπη η κατασκευή μοντέλων υπολογισμού κεφαλαιακών αναγκών. Το 1975 οι εποπτικές αρχές ζήτησαν από τις εταιρίες, που υποχρεώνονται να έχουν κεφαλαιακές απαιτήσεις, αναλυτικά τους υπολογισμούς των κεφαλαιακών απαιτήσεων κάθε τετράμηνο. Το 1980 η μεταβλητότητα στα επιτόκια οδήγησε στην ανανέωση του τρόπου υπολογισμού των κεφαλαίων και της ενδεχόμενης ζημίας.

Στην Ευρώπη η εισαγωγή της μέτρησης της αξίας σε κίνδυνο ήρθε με την εισαγωγή της Βασιλείας. Με τον τρόπο αυτό τα χρηματοοικονομικά ιδρύματα ήταν υποχρεωμένα να έχουν αρκετά κεφάλαια για να αντιμετωπίσουν τον κίνδυνο της αγοράς, όπου για να τον εκτιμήσουν χρειαζόντουσαν κάποιο μοντέλο εκτίμησης αξίας σε κίνδυνο. Στην Ελλάδα ο υποχρεωτικός χαρακτήρας της μέτρησης της αξίας σε κίνδυνο έγινε με την [απόφαση 3/378/14.4.2006](#) της επιτροπής κεφαλαιαγοράς.

Οι πρωτεργάτες της μέτρησης της αξίας σε κίνδυνο, σε θεωρητικό επίπεδο, συνδέονται με την ανάπτυξη των θεωριών χαρτοφυλακίου. Ερευνητές όπως ο [Hardy \(1923\)](#) και ο [Hicks \(1935\)](#) μίλησαν πρώτοι για τα οφέλη της διαφοροποίησης. Ο [Leavens \(1945\)](#) παρουσίασε για πρώτη φορά ένα ποσοτικοποιημένο παράδειγμα της αξίας σε κίνδυνο. Γράφοντας σε μη τεχνικό κοινό, δεν αναγνώρισε ρητά την αξία σε κίνδυνο αλλά ανέφερε συνεχώς το spread μεταξύ πιθανών ζημιών. Στη συνέχεια ο [Markowitz \(1952\)](#), όπως και ο [Roy \(1952\)](#)

παρουσίασαν θεωρίες χαρτοφυλακίου και τρόπο επιλογής του, οπότε ο καθένας τους πρότεινε μία μέθοδο μέτρησης VaR. Πιο συγκεκριμένα ο [Markowitz](#) πρότεινε εκτίμηση βάση της διακύμανσης, ενώ ο [Roy](#) βάση ενός μέτρου ελλειμματικού κινδύνου που παρουσιάζει το άνω όριο της πιθανότητας, η μεικτή απόδοση του χαρτοφυλακίου να γίνει μικρότερη από μία «καταστροφική» απόδοση. Οι δύο αυτές περιπτώσεις περιτριγυρίζουν το ίδιο θέμα, με την διαφορά το πώς οι πιθανότητες θα ειδικευτούν. Το μέτρο του Roy απαιτούσε ένα μέσο παράγοντα και ένα πίνακα συνδιακυμάνσεων για τους παράγοντες κινδύνου, ενώ το μέτρο του Markowitz απαιτούσε μόνο ένα πίνακα συνδιακυμάνσεων για κάθε παράγοντα κινδύνου. Ακολούθησαν πολλές θεωρητικές προσεγγίσεις του θέματος οι οποίες παρουσιάζονται από τον [Holton \(2002\)](#).

Με την καθιέρωση του υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο από τις εποπτικές αρχές, υπήρξε ανάγκη υπολογισμού του. Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκαν πολλές πηγές υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο. Κυριότερη ήταν της JP Morgan όπου παρουσίασε την υπηρεσία [Risk Metrics \(1990\)](#) απευθυνόμενη σε εταιρίες όπου χρειαζόντουσαν να υπολογίσουν VaR. Παρουσίασε το πλαίσιο και τον τρόπο υπολογισμού του VaR, τα απαραίτητα στατιστικά μέτρα που χρειάζονται, τα μοντέλα που υπάρχουν για τον υπολογισμό, το πως πρέπει να γίνει η μοντελοποίηση και τη δομή των δεδομένων. Όμοια έπραξε και ο [Christoffersen \(2003\)](#).

Ο [Alexander](#) και ο [Leigh \(1997\)](#) μελέτησαν το κατά πόσο είναι σημαντική η κατασκευή του πίνακα διακυμάνσεων συνδιακυμάνσεων για τον υπολογισμό του VaR σε χαρτοφυλάκια σύμφωνα με τις διάφορες μεθόδους.

Πολλές συζητήσεις έχουν γίνει σχετικά με το κατά πόσο τα μοντέλα που εφαρμόζονται είναι κατάλληλα για την εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο ή θα οδηγήσουν σε λανθασμένες προβλέψεις. Συνοπτική παρουσίαση κάνει ο [Campbel \(2005\)](#). Τα κυριότερα μέτρα ελέγχου του VaR που έχουν προταθεί είναι τα μέτρα του [Kupiec \(1995\)](#), που ορίζει επίσης ότι το μέγεθος του δείγματος επιδρά καθοριστικά στην επιλογή του κατάλληλου μοντέλου, καθώς και τα μέτρα του [Christoffersen \(1998\)](#).

Εφαρμογές την αξίας σε κίνδυνο έχουν γίνει σε πολλά προϊόντα όπως η εύρεση της αξίας σε κίνδυνο σε *freights rates* των [Αγγελίδη και Σκιαδόπουλου \(2008\)](#). Στη συγκεκριμένη μελέτη εκτιμήθηκε η αξία σε κίνδυνο με παραμετρικά και μη παραμετρικά μοντέλα. Κατέληξαν ότι τα μη παραμετρικά μοντέλα εκτιμούν καλύτερα την αξία σε κίνδυνο σε *freights rates* καθώς πρότειναν το μέτρο του VaR να τεθεί ως μέτρο εκτίμησης του περιθωρίου ασφαλείας (*margins*) για την αγορά παραγώγων.

Εφαρμογή στις ελληνικές μετοχές έγινε από τους [Αγγελίδη και Μπένο \(2004\)](#) όπου εμφάνισαν μη παραμετρικά μοντέλα εκτίμησης της αξίας σε κίνδυνο σε 4 μετοχές του ελληνικού χρηματιστηρίου χωρισμένες σε δύο χαρτοφυλάκια. Συμπεράνανε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 95% τα μοντέλα που εφαρμόστηκαν είχαν καλά αποτελέσματα, ενώ σε επίπεδο σημαντικότητας 99% μόνο η φιλτραρισμένη ιστορική προσομοίωση παρουσίασε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Ο [Λαμπαριάδης](#), η [Παπαδοπούλου](#) και ο [Σκιαδόπουλος \(2003\)](#) εκτίμησαν την αξία σε κίνδυνο σε δύο χαρτοφυλάκια το ένα μετοχών και το άλλο ομολόγων, με την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης και Monte Carlo. Τα αποτελέσματα που είχαν ήταν μεικτά. Όσο αφορά το χαρτοφυλάκιο των μετοχών τα μοντέλα ήταν αποδεκτά σύμφωνα με τα μέτρα του ελέγχου (backtesting). Η ιστορική προσομοίωση υπερτερούσε σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα. Όσο για το χαρτοφυλάκιο των ομολόγων καμία μέθοδος δεν υπερτερούσε από τις υπόλοιπες. Σημαντικό εύρημα από αυτήν την μελέτη ήταν ότι η ανάλυση των κυρίων συνιστωσών (PCA) δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα του VaR.

Ο [Berkowitz](#) και ο [O'Brien \(2002\)](#) ανέλυσαν την κατανομή εσόδων εξόδων των εμπορικών τραπεζών από εμπόριο (trading) και τον καθημερινό υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο. Εντόπισαν ότι παρόλο που τα μοντέλα των τραπεζών υπερτερούν σε ανάλυση δεν παρουσίασαν καλύτερα αποτελέσματα στην πρόβλεψη της αξίας σε κίνδυνο από αυτά των απλών μοντέλων μεταβλητότητας. Ιδιαίτερα τα μοντέλα τύπου Garch παρέχουν χαμηλότερη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο και πιο έγκυρες προβλέψεις στην εναλλαγή της μεταβλητότητας. Τέλος καθιστούν τα μοντέλα εκτίμησης της αξίας σε κίνδυνο ως μοντέλα χαμηλής προβλεπτικής ικανότητας.

Ο [Kuester](#), ο [Mittnik](#), και ο [Paoletta \(2006\)](#) υπολογίζοντας την αξία σε κίνδυνο για τον Nasdaq εντόπισαν ότι περισσότερες προσεγγίσεις της παρουσιάζουν την μη απαραίτητη επάρκεια σε σχέση με τα μέτρα ελέγχου και την στατιστική ανάλυση.

Ο [Hakim](#), [McAleer](#) και ο [Chan](#) υπολόγισαν την αξία σε κίνδυνο σε μετοχές 4 διαφορετικών χωρών. Έδειξαν την σημαντικότητα της διάχυσης της μεταβλητότητας στις προβλέψεις καθώς και ότι βοηθάει σε μικρό βαθμό στην πιο έγκυρη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο. Στη συνέχεια ο [McAleer](#) και ο [Veiga \(2004\)](#) παρουσίασαν ότι η συμπερίληψη της διάχυσης δε βελτιώνει τον υπολογισμό του VaR ακόμα και αν η διάχυση είναι στατιστικά σημαντική .

Αυτή η διπλωματική εργασία μετρά την αξία σε κίνδυνο με δύο μεθόδους

- της ιστορικής προσομοίωσης,
- τη μέθοδο διακυμάνσεων- συνδιακυμάνσεων

για 10 διαφορετικές μετοχές μεμονωμένα, υψηλής κεφαλαιοποίησης του Γενικού Δείκτη Αθηνών (Εθνική Τράπεζα, Άλφα Τράπεζα, Eurobank, ΟΤΕ, ΔΕΗ, ΜΕΤΚΑ, ΜΟΗ, ΤΙΤΑΝ, COCA - COLA 3Ε,ΟΠΑΠ). Προβαίνουμε σε πρόβλεψη χωρίς να συμπεριλάβουμε την παρατήρηση που θέλουμε να προβλέψουμε στο δείγμα μας (out of sample prediction). Χρησιμοποιούμε μέγεθος δείγματος 500 (για ιστορική προσομοίωση 250, και 100 παρατηρήσεων) με την μέθοδο του κυμαινόμενου παραθύρου (rolling window), ενώ ο έλεγχος των αποτελεσμάτων γίνεται σε δείγμα 2000 (2250 και 2400 παρατηρήσεων αντίστοιχα). Με την μέθοδο διακυμάνσεων – συνδιακυμάνσεων έχουν υπολογισθεί μοντέλα με ισοβαρή στάθμιση των παρατηρήσεων, με πιο σημαντική στάθμιση στις τελευταίες παρατηρήσεις σύμφωνα με [Risk Metrics Technical Document \(1996\) EWMA](#), καθώς και με τα μοντέλα Garch(1,1). Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων έχουν υπολογιστεί τα τρία μέτρα του [Christoffersen \(1998\)](#).



Τα αποτελέσματα μας είναι μεικτά. Ο υπολογισμός της αξίας σε κίνδυνο με την μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης και με την υπόθεση της κανονικής κατανομής, υποεκτιμά την πρόβλεψη. Για το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 99% η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης υπερτερεί σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους, ενώ παρατηρήσαμε ότι σε κάποια σημεία και η μέθοδος EWMA και Garch έχουν καλά αποτελέσματα. Για το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% καμία μέθοδος δε δείχνει να υπερτερεί σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Η υπόλοιπη εργασία χωρίζεται ως εξής: στα κεφάλαια 2, 3 παρουσιάζονται βασικοί ορισμοί για την κατανόηση της αξίας σε κίνδυνο, στο κεφάλαιο 4 κάποιες βασικές μαθηματικές γνώσεις. Στο κεφάλαιο 5 γίνεται η παρουσίαση των μοντέλων της αξίας σε κίνδυνο, στο 6 η περιγραφή των δεδομένων η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε καθώς και των μέτρων ελέγχου. Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τέλος στο κεφάλαιο 8 τα συμπεράσματα μας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

*Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναφορά σε κάπως πρακτικό τρόπο το τι είναι η αξία σε κίνδυνο, αναφέρθηκαν έννοιες οι οποίες δεν αναλύθηκαν ούτε εξηγήθηκαν. Το κεφάλαιο αυτό έχει ως σκοπό να εξηγήσει συνοπτικά τις έννοιες αυτές.*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## 2.1 Κίνδυνος

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκε ο όρος ρίσκο και τις διάφορες μορφές που παίρνει. Στα χρηματοοικονομικά ο όρος περιλαμβάνει συγκεκριμένες κατηγορίες ρίσκου με τις κυριότερες να ορίζονται ως εξής:

1. Κίνδυνος Αγοράς σύμφωνα με τον [Christoffersen \(2003\)](#): Ορίζεται ο κίνδυνος απώλειας αξίας που έχει ένα χαρτοφυλάκιο και οφείλεται στις εναλλαγές των τιμών των περιουσιακών στοιχείων που το απαρτίζουν τα οποία διαπραγματεύονται σε μία διεθνή ή τοπική αγορά όπως για παράδειγμα η αλλαγή στις τιμές των μετοχών και των παραγώγων.
2. Κίνδυνος Ρευστότητας [Christoffersen \(2003\)](#): Ορίζεται ο κίνδυνος απώλειας αξίας που έχει ένα χαρτοφυλάκιο και οφείλεται στο ότι τα περιουσιακά στοιχεία που το απαρτίζουν δεν είναι εμπορεύσιμα. Ως αποτέλεσμα η επιθυμία ρευστοποίησης δεν είναι πραγματοποιήσιμη χωρίς να συνοδεύεται με μία πτώση της τιμής των περιουσιακών στοιχείων.
3. Λειτουργικός Κίνδυνος [Christoffersen \(2003\)](#): Ορίζεται η ζημία που οφείλεται στη λειτουργία μίας επιχείρησης. Αιτίες μπορεί να είναι μία φυσική καταστροφή, ένα τεχνικό λάθος, ένα ανθρώπινο λάθος συμπεριλαμβανομένου και της απάτης. Ο συγκεκριμένος κίνδυνος είναι δύσκολο να προβλεφθεί και να αντισταθμιστεί.
4. Πιστωτικός Κίνδυνος [Christoffersen \(2003\)](#): Ο πιστωτικός κίνδυνος περιλαμβάνεται σε όλες τις συναλλαγές που εμπεριέχουν μελλοντικές πληρωμές και αφορά το ενδεχόμενο αθέτησης μιας προσυμφωνημένης συναλλαγής.
5. Επιχειρηματικός Κίνδυνος [Christoffersen, \(2003\)](#): Ο επιχειρηματικός κίνδυνος είναι συνδεδεμένος με την ίδια την έννοια της επιχειρηματικότητας. Οι πηγές του επιχειρηματικού κινδύνου αφορούν τόσο ενδογενείς όσο και εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν μια επιχείρηση, όπως είναι οι αλλαγές στο περιβάλλον του ανταγωνισμού ή απρόσμενες αποχωρήσεις σε διοικητικό επίπεδο.

## 2.2 Αξία σε κίνδυνο (Value at Risk)

Ορίζουμε την αξία σε κίνδυνο ως το μέγιστο ποσό χρημάτων το οποίο μπορεί να απολεσθεί σε ένα συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο κατά την διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και ενός δεδομένου διαστήματος εμπιστοσύνης, σύμφωνα με τον [Best \(1998\)](#). Ή αντίστοιχα, ως ένα μοναδικό περιληπτικό μέτρο από πιθανές ζημίες, σύμφωνα με τον [Pearson \(1996\)](#). Ειδικότερα, είναι το μέτρο ζημίας που οφείλεται σε «κανονικές» αγοραίες κινήσεις. Οι ζημίες μεγαλύτερες του VaR είναι με μικρή πιθανότητα παρόλες τις απλουστευτικές υποθέσεις - αποφάσεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του το VaR αθροίζει όλο το ρίσκο του χαρτοφυλακίου σε ένα και μόνο νούμερο.

Μαθηματικά η αξία σε κίνδυνο ορίζεται ως η μέγιστη ζημία που μπορεί να προκύψει για ένα περιουσιακό στοιχείο σε μία δεδομένη περίοδο με  $x\%$  διάστημα εμπιστοσύνης:

$$Pr ob[\Delta P(\Delta t, \Delta X) > -VaR] = 1 - a \quad (1)$$

Όπου  $\Delta P(\Delta t, \Delta x)$  είναι η υπό εξέταση μεταβολή του περιουσιακού στοιχείου. Εκφράζεται ως συνάρτηση του χρονικού διαστήματος  $\Delta t$ , της αλλαγής των τυχαίων μεταβλητών  $\Delta x$  και  $1-a$ . Όπου  $1-a$  ορίζεται το διάστημα εμπιστοσύνης.

### Υποθέσεις-Αποφάσεις υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο [Minnich \(1996\)](#)

Όπως γίνεται αντιληπτό για να επιτευχθεί ο υπολογισμός της αξίας σε κίνδυνο θα πρέπει να τεθούν τα όρια μεταξύ των οποίων θα λάβει μέρος ο υπολογισμός. Επιβάλλεται να παρθούν αποφάσεις σχετικά με:

1. Τον χρονικό ορίζοντα
2. Το διάστημα εμπιστοσύνης
3. Τις σειρές δεδομένων
4. Τους παράγοντες κινδύνου

#### Χρονικός Ορίζοντας

Θα πρέπει να οριστεί ο χρονικός ορίζοντας για τον οποίο γίνεται ο υπολογισμός του ποσού σε κίνδυνο. Ο χρονικός ορίζοντας μπορεί να είναι οποιοσδήποτε. Η Βασιλεία II για παράδειγμα θέτει ως χρονικό ορίζοντα υπολογισμού τις 10 μέρες. Παράγοντες που επηρεάζουν τον χρονικό ορίζοντα είναι:

- A) Ο σκοπός δημιουργίας του χαρτοφυλακίου και
- B) Η ρευστότητα των συστατικών του χαρτοφυλακίου.

Αν για παράδειγμα το χαρτοφυλάκιο αποτελείται από επενδύσεις σε ακίνητα, ο χρονικός ορίζοντας θα είναι διαφορετικός από ότι αν αποτελείται από μετοχές.

## Διάστημα Εμπιστοσύνης

Με τον όρο διάστημα εμπιστοσύνης ορίζεται το ποσοστό με το οποίο θα γίνει η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, συνήθως χρησιμοποιείται το διάστημα από 90% - 99%. Η Βασιλεία χρησιμοποιεί το 99%. Με το διάστημα εμπιστοσύνης τίθεται το ποσοστό με το οποίο γίνεται η πρόβλεψη, δηλαδή ότι θα χάσουμε παραπάνω από το ποσό που έχουμε εκτιμήσει μόνο για το 90% - 99% του χρονικού ορίζοντα που έχουμε θέσει.

Το πρόβλημα με το διάστημα εμπιστοσύνης υπάρχει στο γεγονός ότι για να βρεθεί θα πρέπει να υποθεθεί κάποια κατανομή την οποία ακολουθούν τα περιουσιακά στοιχεία που απαρτίζουν το χαρτοφυλάκιο. Συνήθως υποθέτουμε κανονική κατανομή, οπότε το διάστημα εμπιστοσύνης 95% βρίσκεται σε απόσταση 1,65 τυπικές αποκλίσεις από το μέσο. Το μόνο που πρέπει να βρεθεί είναι η τυπική απόκλιση του χαρτοφυλακίου (συνήθως τα περιουσιακά στοιχεία έχουν πιο παχιές ουρές από την κανονική κατανομή οπότε και υπάρχει πρόβλημα υποεκτίμησης του ποσού που θέτουμε σε κίνδυνο).

## Σειρές Δεδομένων

Ανάλογα την μέθοδο που ακολουθείται για να υπολογιστεί το VaR (βλέπε κεφάλαιο 3) θα πρέπει να βρεθούν οι τιμές κάποιων παραμέτρων. Οι σειρές δεδομένων αναφέρονται στο είδος των δεδομένων που θα παρθούν για να υπολογιστούν αυτές οι παράμετροι. Οι επιλογές είναι να πάρουμε implied εκτιμήσεις ή ιστορικά δεδομένα. Το πρόβλημα εδώ είναι ότι υπάρχουν ελάχιστα implied δεδομένα διαθέσιμα. Ενώ αν χρησιμοποιηθούν ιστορικά δεδομένα, παραμένει το ερώτημα πόσες παρατηρήσεις πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τα μεγάλα διαστήματα έχουν πλουσιότερες κατανομές και σύμφωνα με τον [Hendricks \(1996\)](#) και [Vlaar \(2000\)](#) όσο το δείγμα αυξάνεται έχουμε τόσο ορθότερα εκτιμάται το VaR (με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης). Αντίθετα τα μικρά διαστήματα επιτρέπουν την γρήγορη εναλλαγή της εκτίμησης στα έκτακτα γεγονότα της αγοράς. Σημαντικό πρόβλημα των ιστορικών δεδομένων είναι το τι γίνεται με τις ακραίες τιμές και το αν θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην εκτίμηση ή όχι. Επίσης υποθέτεται έμμεσα ότι το παρελθόν θα προβλέψει το μέλλον, το οποίο δεν ισχύει διότι με αυτόν τον τρόπο όλες οι προβλέψεις θα ήταν σωστές.

## Παράγοντες Κινδύνου

Οι παράγοντες κινδύνου, όπως αναφέρονται στην αρχή του κεφαλαίου υπάρχουν σε κάθε στοιχείο που απαρτίζουν το χαρτοφυλάκιο, οπότε κάθε περιουσιακό στοιχείο έχει και από διαφορετικούς παράγοντες κινδύνου. Αυτό όπως είναι αντιληπτό δημιουργεί πρόβλημα υπερπαραμετροποίησης. Αν για παράδειγμα υπάρχει μία επένδυση σε 2000 ομόλογα, πόσο δύσκολο είναι να εντοπιστούν για κάθε ομόλογο, οι παράγοντες κινδύνου που επιδρούν σε αυτό; Η λύση στο πρόβλημα αυτό, απαντάται από το [JP Morgan 4 Technical Document](#) με τη δημιουργία γκρουπ χρεογράφων ιδίου κινδύνου και αντιστοίχιση στους παράγοντες που το επηρεάζουν (risk mapping).

Όλες αυτές οι υποθέσεις-αποφάσεις θα πρέπει να ισορροπήσουν ανάμεσα από την αποτελεσματικότητα και την ευκολία. Οι αποφάσεις ανήκουν στην εταιρεία που θα

κατασκευάσει τα μοντέλα, και το σύνολο αυτών θα κριθεί από τα αποτελέσματα και τον έλεγχο τους.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## **Κεφάλαιο 3 Τρόποι Υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο**

*Στο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα βασικά μοντέλα υπολογισμού της Αξίας σε κίνδυνο καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρουσιάζει το καθένα.*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

### 3 Μοντέλα υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο

Η μέθοδος με την οποία θα γίνει η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο είναι πολλή σημαντική διότι μία λανθασμένη εκτίμηση μπορεί να οδηγήσει σε μη βέλτιστη κατανομή κεφαλαίων. Τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί χωρίζονται κυρίως σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

1. Παραμετρικά μοντέλα
2. Μη παραμετρικά.

Κάθε κατηγορία περιέχει διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού που έχουν τις δικές του ιδιαιτερότητες. Τα παραμετρικά μοντέλα βασίζονται πάνω σε στατιστικές παραμέτρους, ενώ τα μη παραμετρικά πάνω σε προσομοιώσεις ή σε ιστορικές προσομοιώσεις.

Μία άλλη κατηγοριοποίηση των μοντέλων είναι

1. Η μέθοδος της διακύμανσης – συνδιακύμανσης,
2. Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης,
3. Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo.

#### Ανάλυση Μοντέλων εκτίμησης της αξίας σε κίνδυνο

##### Μέθοδος της Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης σύμφωνα με τον [Pearson \(1996\)](#)

Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο με την μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης βασίζεται στην υπόθεση ότι οι παράγοντες της αγοράς ακολουθούν πολύ-παραγοντική κανονική κατανομή. Χρησιμοποιώντας αυτήν την υπόθεση είναι δυνατόν να προσδιορίσουμε την αγοραία κατανομή του κέρδους - ζημίας του χαρτοφυλακίου μας, που είναι επίσης κανονική. Με τον τρόπο αυτό έχει βρεθεί η κατανομή των πιθανών κερδών-ζημιών, οι μαθηματικές ιδιότητες της κανονικής κατανομής χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστούν οι ζημίες οι οποίες είναι ίσες ή ξεπερνούν ένα  $X$  ποσοστό του χρόνου, λόγω χάριν την αξία σε κίνδυνο.

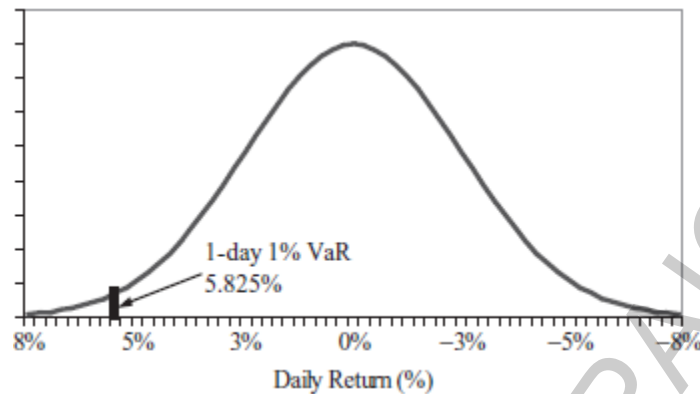
Για παράδειγμα, έστω μία επένδυση ύψους 100 ευρώ σε μία μετοχή. Για να μπορέσουμε να εκτιμήσουμε την αξία σε κίνδυνο με την μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης για χρονικό ορίζοντα μίας μέρας και με διάστημα εμπιστοσύνης 99%, κάνουμε τις εξής υποθέσεις: αρχικά οι παράγοντες της αγοράς ακολουθούν πολύ-παραγοντική κανονική κατανομή. Στη συνέχεια εφόσον θέλουμε να προβλέψουμε την αξία σε κίνδυνο για μία μέρα υποθέτουμε ότι η αναμενόμενη απόδοση είναι ίση με το μηδέν. Οπότε η αξία σε κίνδυνο είναι συνάρτηση της διακύμανσης της επένδυσης που έχουμε κάνει. Χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες της κανονικής κατανομής γνωρίζουμε ότι το 99% του συνόλου των παρατηρήσεων βρίσκεται σε απόσταση 2,33 τυπικών αποκλίσεων από τον μέσο. Για να υπολογίσουμε συνεπώς την αξία σε κίνδυνο ακολουθούμε τον εξής τύπο:

$$VaR = 2.33 * \sigma * \text{ποσό επένδυσης} \quad (2)$$

Αν στο παράδειγμά μας η τυπική απόκλιση της επένδυσης υπολογίστηκε 0,025, τότε η αξία σε κίνδυνο είναι ίση με 5,825 ευρώ.



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1** Ο υπολογισμός της αξίας σε κίνδυνο με την υπόθεση κανονικής κατανομής, διάστημα εμπιστοσύνης 99%, τυπική απόκλιση ίση με 0,025 και ποσό επένδυσης 100 ευρώ.

Τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#)

1. Είναι εύκολη στην κατανόηση, αφού το μόνο που χρειάζεται είναι η γνώση των ιδιοτήτων της κανονικής κατανομής και τον τρόπο υπολογισμού της τυπικής απόκλισης.
2. Εύκολος υπολογισμός αφού δεν απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις και ικανότητες.
3. Συνέπεια των προηγούμενων πλεονεκτημάτων είναι η εύκολη κατασκευή μοντέλων από την βιομηχανία της πληροφορικής.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#)

1. Η μέθοδος αυτή υποθέτει ότι οι παράγοντες κινδύνου ακολουθούν κανονική κατανομή. Αυτή η υπόθεση προκαλεί το πρόβλημα των παχιών ουρών, δηλαδή η πιθανότητα να προβλέψουμε σωστά την αξία σε κίνδυνο με 99% επιτυχία δεν είναι 2,33 τυπικές αποκλίσεις απόσταση από τον μέσο. Αποτέλεσμα είναι να υποεκτιμάμε τον κίνδυνο.
2. Δεν μπορεί να συμπεριλάβει μη γραμμικά προϊόντα όπως π.χ. δικαιώματα προαίρεσης, ανακλήσιμες μετοχές.
3. Δεν λαμβάνει υπόψη την τυχόν φθορά που μπορεί να έχει η επένδυση από το χρόνο και την χρονική εξάρτηση του δέλτα ([Hull και White 1998](#)).
4. Υποθέτει στατικό χαρτοφυλάκιο.

Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης σύμφωνα με τον [Pearson \(1996\)](#)

Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης είναι μία απλή και μη θεωρητική προσέγγιση υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο. Απαιτεί λίγες υποθέσεις σχετικά με τις στατιστικές κατανομές των υποκείμενων παραγόντων που επιδρούν στην αξία της επένδυσης. Η προσέγγιση χρησιμοποιεί παρελθοντικές αλλαγές στους παράγοντες κινδύνου για να

κατασκευάσει υποθετικές κατανομές κερδών - ζημιών του ενδεχόμενου μελλοντικού χαρτοφυλακίου.

Από αυτές τις κατανομές, κατατάσσονται τα ενδεχόμενα κέρδη – ζημιές κατά φθίνουσα σειρά. Η αξία σε κίνδυνο για ένα διάστημα εμπιστοσύνης, παράδειγμα 99%, υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας των αριθμό των παρατηρήσεων, έστω 500 με το 1% και στη συνέχεια βρίσκοντας από την κατανομή την 5<sup>η</sup> χειρότερη παρατήρηση. Αυτή η παρατήρηση αποτελεί την αξία σε κίνδυνο του χαρτοφυλακίου.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#)

1. Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης, από την φύση της κατασκευής της, υιοθετεί κατανομές με παχίες ουρές.
2. Τα αποτελέσματα της επιβεβαιώνονται κατά την διαδικασία ελέγχου.
3. Μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα σε γραμμικά και μη γραμμικά χαρτοφυλάκια.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#)

1. Για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο στηρίζεται μόνο σε παρελθοντικά στοιχεία υποθέτοντας έμμεσα ότι το παρελθόν μπορεί να προβλέψει το μέλλον (ex ante πρόβλεψη).
2. Στηρίζεται στα δεδομένα που έχουν ληφθεί υπόψη.
3. Στηρίζεται στον τρόπο υπολογισμού.

Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo σύμφωνα με τον [Pearson \(1996\)](#)

Η μέθοδος υπολογισμού Monte Carlo παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με αυτή της ιστορικής προσομοίωσης. Η βασική διαφορά τους είναι ότι υποθέτεται η στατιστική κατανομή που πιστεύεται ότι ακολουθούν ή προσομοιάζουν τις πιθανές αλλαγές που μπορεί να έχουν οι παράγοντες κινδύνου του χαρτοφυλακίου, αντί να κατασκευαστούν ιστορικά χαρτοφυλάκια κερδών - ζημιών. Στην συνέχεια χρησιμοποιείται ένας γεννήτορας, που κατασκευάζει τυχαίες (ψευδό-τυχαίες) μεταβολές στους παράγοντες κινδύνου. Οι μεταβολές αυτές είναι χιλιάδες ή δεκάδες χιλιάδες. Αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών είναι να κατασκευαστούν χιλιάδες ή δεκάδες χιλιάδες πιθανά κέρδη ή ζημιές του ενδεχόμενου χαρτοφυλακίου και μία κατανομή από κέρδη – ζημιές. Τελικά η αξία σε κίνδυνο υπολογίζεται από αυτήν την κατανομή.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#)

1. Μπορεί να υιοθετήσει οποιαδήποτε στατιστική υπόθεση σχετικά με τους παράγοντες κινδύνου.
2. Δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μοντέλα αποτίμησης. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει η δυνατότητα της επανεκτίμησης μη γραμμικών προϊόντων – χαρτοφυλάκια παραδείγματος χάριν χαρτοφυλάκια που περιέχουν option.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#)

1. Ο υπολογισμός της αξίας σε κίνδυνο με την μέθοδο Monte Carlo είναι επίπονη και χρονοβόρα. Τα οφέλη εκτίμησης της σε γραμμικά χαρτοφυλάκια είναι σχετικά μικρά, καθώς και η μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης δίνει μία καλή προσέγγιση. Συνεπώς θα πρέπει να γίνει μία εκτίμηση του κόστους – μεγέθους μεθόδου και ωφέλειας.
2. Η μέθοδος στηρίζεται στο γεννήτορα όπου παράγει τυχαίες (ψευδό - τυχαίες) αλλαγές στους παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι κατά συνέπεια αλλάζουν την αξία του χαρτοφυλακίου. Όπως γίνεται αντιληπτό υπάρχει ο κίνδυνος να έχουμε δειγματικά σφάλματα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μεθόδου σύμφωνα με τον [Minnich \(1996\)](#).

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ- ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ	-Είναι εύκολη στην κατανόηση της -Δεν εξαρτάται πολύ από τον τρόπο υπολογισμού -Λόγο σταθερότητας, υπάρχουν έτοιμα μοντέλα	-Μη επιτυχή προσομοίωση σε μη γραμμικά χαρτοφυλάκια -Πρόβλημα παχιών ουρών -Εξάρτηση από μέθοδο υπολογισμού
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	-Λύνει το πρόβλημα δημιουργίας παχιών ουρών -Παρουσιάζει καλά αποτελέσματα στον έλεγχο της πρόβλεψης -Μπορεί να προσομοιώσει μη γραμμικά χαρτοφυλάκια	-Στηρίζεται σε ιστορικά δεδομένα -Εξάρτηση από τον τρόπο υπολογισμού -Εξάρτηση από τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ MONTE CARLO	-Μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε στατιστική υπόθεση σχετικά με τους παράγοντες κινδύνου -Μπορεί να προσομοιώσει μη γραμμικά χαρτοφυλάκια	-Υπόκειται σε δειγματικά σφάλματα

Πίνακας 3.1 Επιγραμματικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μεθόδων μέτρησης της αξίας σε κίνδυνο.

## **Κεφάλαιο 4 Βασικές Μαθηματικές Γνώσεις**

*Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν κάποιες βασικές μαθηματικές γνώσεις για να κατανοηθεί ο τρόπος υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο.*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## 4.1 Στατιστικοί υπολογισμοί

### Αποδόσεις (Λογαριθμικές- Αριθμητικές)

Σύμφωνα με τον [Christoffersen \(2003\)](#) ο κίνδυνος αγοράς προκαλείται από κινήσεις στις τιμές των περιουσιακών στοιχείων ενεργητικού, ή ισοδύναμα στις αποδόσεις.

Ορίζουμε την ημερήσια γεωμετρικά ή ημερήσια λογαριθμικά απόδοση ενός περιουσιακού στοιχείου ως την αλλαγή στο λογάριθμο της ημερήσιας τιμής κλεισίματος ενός περιουσιακού στοιχείου  $S$  δηλαδή:

$$R_{t+1} = \ln(S_{t+1}) - \ln(S_t) \quad (3)$$

Ορίζουμε ως αριθμητική απόδοση

Έστω  $S$  η τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου την χρονική στιγμή  $t$ . Υποθέτοντας ότι δεν υπάρχουν μερίσματα, η αριθμητική απόδοση ενός περιουσιακού στοιχείου, για το χρονικό διάστημα από  $t$  έως  $t+1$ , αντίστοιχα ορίζεται ως:

$$r_{t+1} = \frac{(S_{t+1} - S_t)}{S_t} \quad (4)$$

$$r_{t+1} = \frac{(S_{t+1})}{S_t} - 1 \quad (5)$$

Όπου  $R, r$  : η απόδοση και

$S_t$ : η τιμή του περιουσιακού στοιχείου τη χρονική στιγμή  $t$

Οι δύο αποδόσεις είναι προσεγγιστικά ίδιες όπως δείχνεται από το πιο κάτω

$$R_{t+1} = \ln(S_{t+1}) - \ln(S_t) \quad (6)$$

$$= \frac{\ln(S_{t+1})}{\ln(S_t)} \quad (7)$$

$$= \ln(1 + r_{t+1}) \approx (r_{t+1}) \quad (8)$$

Η προσέγγιση ισχύει διότι  $\ln(x) \approx x - 1$  όταν το  $x$  είναι κοντά στο 1.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της λογαριθμικής απόδοσης είναι η απλότητα της εφαρμογής της σε πολύ-περιοδικές αποδόσεις. Η λογαριθμική απόδοση για k χρονικές περιόδους προκύπτει απλά από το άθροισμα των k επιμέρους λογαριθμικών αποδόσεων

$$R_{t+1:t+k} = \ln(S_{t+1}) - \ln(S_t) \quad (9)$$

$$= \sum_{k=1}^k \ln(S_{t+k}) - \ln(S_{t+k-1}) \quad (10)$$

$$= \sum_{k=1}^k R_{t+k} \quad (11)$$

### Τυπική Απόκλιση

Για να είναι εφικτό να οριστεί η τυπική απόκλιση των περιουσιακών στοιχείων θα πρέπει να γίνουν οι εξής υποθέσεις:

- Η απόδοση των περιουσιακών στοιχείων έχουν τη γενική (generic) μορφή:

$$R_{t+1} = \mu_{t+1} + \sigma_{t+1} * Z_{t+1}, \quad (12)$$

$$\text{όπου } Z_{t+1} \sim \text{i.i.d. } N(0,1)$$

Όπου η δεσμευμένη αναμενόμενη απόδοση

$$E_t[R_{t+1}] = \mu_{t+1} \quad (13)$$

και η δεσμευμένη αναμενόμενη διακύμανση είναι

$$E_t[R_{t+1} - \mu_{t+1}] = \sigma_{t+1}^2 \quad (14)$$

Η τυχαία μεταβλητή  $Z_{t+1}$  είναι ένας καινοτόμος όρος όπου υποθέτουμε ότι είναι πανομοιότυπος και ανεξάρτητα κατανομημένος (i.i.d.) σύμφωνα με την κανονική κατανομή  $N(0,1)$  που έχει μέσο μηδέν και διακύμανση ίση με 1.

- Ο δεσμευμένος μέσος των αποδόσεων  $\mu_{(t+1)}$  είναι απλά ίσος με το μηδέν.

Από την στατιστική γνωρίζουμε ότι :

Διακύμανση ή Διασπορά  $s^2$  (Second Moment or Variation): ορίζεται από την σχέση:

$$s^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (15)$$

ο τύπος αυτός μπορεί να μετασχηματισθεί κάνοντας τις πράξεις και ως εξής:

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \left[ \sum_{i=1}^{\nu} x_i^2 - \frac{1}{\nu} \cdot \left( \sum_{i=1}^{\nu} x_i \right)^2 \right] \quad (16)$$

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^{\nu} x_i^2 - \bar{x}^2 \quad (17)$$

εάν οι παρατηρήσεις έχουν συχνότητες  $\nu_i$  οι τύποι γράφονται ως εξής:

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^{\mu} (x_i - \bar{x})^2 \cdot \nu_i \quad (18)$$

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \left[ \sum_{i=1}^{\nu} x_i^2 \cdot \nu_i - \frac{1}{\nu} \cdot \left( \sum_{i=1}^{\nu} x_i \cdot \nu_i \right)^2 \right] \quad (19)$$

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^{\nu} x_i^2 \cdot \nu_i - \bar{x}^2 \quad (20)$$

Τυπική απόκλιση  $s$  (Standard Deviation): είναι η τετραγωνική ρίζα της διασποράς. Δηλαδή

$$s = \sqrt{s^2} \quad (21)$$

Δεδομένου των υποθέσεων που έχουν γίνει για το δεσμευμένο μέσο των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων και των τύπων της στατιστικής η διακύμανση των αποδόσεων ισούται με:

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^{\nu} R_i^2 \quad (22)$$

ή αντίστοιχα

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{i=1}^{\nu} R_i^2 \cdot \nu_i \quad (23)$$

αν έχουμε συχνότητες (δεν ισχύει στην προκειμένη περίπτωση)

Η τυπική απόκλιση ορίζεται ως η τετραγωνική ρίζα των πιο πάνω εξισώσεων (Πανάρετος και Ξεκαλάκη 2000).

## 4.2 Κανονική κατανομή

Η κανονική κατανομή (normal distribution) θεωρείται η σπουδαιότερη κατανομή της Θεωρίας Πιθανοτήτων και της Στατιστικής. Οι κυριότεροι λόγοι που το εξηγούν, είναι δύο (Παπαδόπουλος 2001) :

1. Πολλές τυχαίες μεταβλητές περιγράφονται ικανοποιητικά από την κανονική κατανομή ή περιγράφονται από κατανομές που μπορούν να προσεγγισθούν από την κανονική κατανομή.
2. Οι ιδιότητες της κανονικής κατανομής αξιοποιούνται στη Στατιστική Συμπερασματολογία. Ουσιαστικά, η κανονική κατανομή, αποτελεί το θεμέλιο της Στατιστικής Συμπερασματολογίας.

Ο λόγος που εξηγεί το μεγάλο εύρος εφαρμογών της κανονικής κατανομής, βρίσκεται σε ένα εκπληκτικά ισχυρό θεωρητικό αποτέλεσμα της Θεωρίας Πιθανοτήτων το οποίο επιβεβαιώνεται και πειραματικά. Πρόκειται για το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα (Central Limit Theorem) τις βάσεις του οποίου έθεσαν ο Moivre το 1733 και, το 1812, ο Laplace.

Σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το άθροισμα και η μέση τιμή, μεγάλου αριθμού ανεξάρτητων παρατηρήσεων, ακολουθεί κατά προσέγγιση κανονική κατανομή, ανεξαρτήτως από το ποια κατανομή ακολουθούν οι παρατηρήσεις. Πώς αυτό το αποτέλεσμα ερμηνεύει τη μεγάλη εφαρμοσιμότητα της κανονικής κατανομής; Σε μία μεγάλη πληθώρα φαινομένων και πειραμάτων, οι τιμές διαφόρων χαρακτηριστικών (μεταβλητών), είναι αποτέλεσμα αθροιστικής επίδρασης πολλών ανεξάρτητων αιτίων-παραγόντων κανένα από τα οποία δεν υπερισχύει των άλλων.

Για παράδειγμα, η απόδοση μίας μετοχής, είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, όπως, η ημέρα της εβδομάδας, η ψυχολογία των ατόμων, οι εκτιμήσεις για την πορεία του ΑΕΠ, τον κλάδο στον οποίο ανήκει η μετοχή κ.ά. Καθένας από τους παράγοντες αυτούς επιδρά ένα θετικό ή αρνητικό αποτέλεσμα και όλοι μαζί αθροιστικά συντελούν στη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος. Τέτοια χαρακτηριστικά (μεταβλητές), εμφανίζονται σε πολλά φαινόμενα και πειράματα. Το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα ισχυρίζεται ότι αυτά ακριβώς τα χαρακτηριστικά περιγράφονται ικανοποιητικά από την κανονική κατανομή. Επιπλέον, το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα συνδέει την κανονική κατανομή με οποιαδήποτε άλλη κατανομή (αφού δεν προϋποθέτει να ακολουθούν οι παρατηρήσεις την κανονική κατανομή), γεγονός το οποίο, απαντάει, επίσης, στο ερώτημα, γιατί η κανονική κατανομή βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλο πλήθος φαινομένων και πειραμάτων.

### Ιδιότητες της κανονικής καμπύλης (Παπαδόπουλος 2001)

Η κανονική καμπύλη έχει «καμπανωτή» μορφή, είναι συμμετρική και οι «ουρές» της πλησιάζουν τον οριζόντιο άξονα ομαλά (ασυμπτωτικά). Η μέση τιμή και η διάμεσος ταυτίζονται. Επίσης, η κορυφή ταυτίζεται με τη μέση τιμή και τη διάμεσο. Έτσι, η περιοχή που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη πυκνότητα, βρίσκεται και αυτή στο μέσο της κατανομής. Δηλαδή, όταν οι τιμές μιας μεταβλητής είναι κανονικά κατανομημένες, τότε γύρω από τη μέση τιμή τους υπάρχουν σχετικά πολλές τιμές ενώ μακριά από τη μέση τιμή βρίσκονται σχετικά λίγες τιμές. Συνήθως, η ομαλή καμπύλη μιας συνεχούς μεταβλητής μπορεί να



περιγραφεί-προσεγγισθεί από ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο ονομάζεται συνάρτηση πυκνότητας. Η συνάρτηση πυκνότητας της κανονικής κατανομής έχει τύπο:

$$f(x) = \frac{1}{(\sigma \cdot \sqrt{2\pi})} * e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < x < +\infty \quad (24)$$

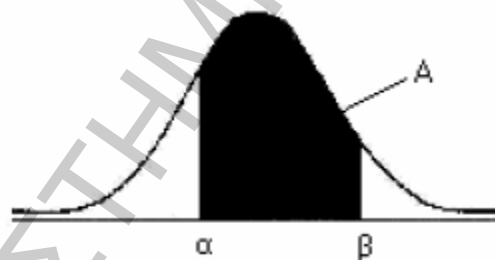
όπου,  $\sigma > 0$  η τυπική απόκλιση και  $\mu$  η μέση τιμή της μεταβλητής,

με  $-\infty < \mu < +\infty$ .

### Σημείωση

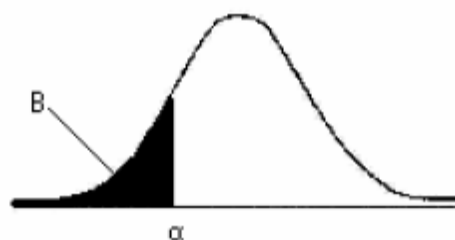
Παρατηρείστε ότι στον τύπο της συνάρτησης πυκνότητας της κανονικής κατανομής, εμφανίζονται δύο πολύ «διάσημοι» άρρητοι αριθμοί: ο  $\pi \cong 3,14$  και ο  $e \cong 2,71$ . Το εμβαδόν του χωρίου που περικλείεται από την καμπύλη της συνάρτησης πυκνότητας και τον άξονα των τιμών της  $X$  είναι ίσο με 1 και εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μεταξύ  $-\infty$  και  $+\infty$ . Ανάλογα,

- το εμβαδόν του σκιαγραφημένου χωρίου  $A$  στο επόμενο σχήμα, εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μεταξύ των τιμών  $\alpha$  και  $\beta$ , δηλαδή,  $A = P(\alpha \leq X \leq \beta)$



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1** Το εμβαδόν του σκιαγραφημένου χωρίου  $A$ , εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μεταξύ των τιμών  $\alpha$  και  $\beta$ , δηλαδή,  $A = P(\alpha \leq X \leq \beta)$ .

- το εμβαδόν του σκιαγραφημένου χωρίου  $B$  στο επόμενο σχήμα, εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μικρότερη ή ίση του  $\alpha$ , δηλαδή,  $B = P(X \leq \alpha)$ .



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2** Το εμβαδόν του σκιαγραφημένου χωρίου  $B$ , εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μικρότερη ή ίση του  $\alpha$ , δηλαδή,  $B = P(X \leq \alpha)$ .

- το εμβαδόν του σκιαγραφημένου χωρίου  $\Gamma$  στο επόμενο σχήμα, εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μεγαλύτερη ή ίση του  $a$ , δηλαδή,  $\Gamma = P(X \geq a)$ .



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3** Το εμβαδόν του σκιαγραφημένου χωρίου  $\Gamma$ , εκφράζει την πιθανότητα η  $X$  να πάρει κάποια τιμή μεγαλύτερη ή ίση του  $a$ , δηλαδή,  $\Gamma = P(X \geq a)$ .

#### Επισημάνση (Παπαδόπουλος 2001)

Πρέπει να επισημανθεί ότι η τιμή  $f(x)$  της συνάρτησης πυκνότητας για συγκεκριμένη τιμή  $x$  της μεταβλητής  $X$  δεν αντιστοιχεί σε πιθανότητα, δηλαδή, δεν ισχύει  $f(x) = P(X = x)$ . Εξάλλου, στις συνεχείς μεταβλητές, η πιθανότητα  $P(X = x)$  είναι μηδέν. Τι εκφράζει επομένως η  $f(x)$ ; Η  $f(x)$  εκφράζει πυκνότητα, δηλαδή, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή  $f(x)$  τόσο πιθανότερο είναι να πάρει η μεταβλητή  $X$  τιμές κοντά στο  $x$ .

Τώρα αν σε ένα σύνολο παρατηρήσεων που προέρχονται από την κανονική κατανομή  $N(\mu, \sigma^2)$  το ποσοστό των παρατηρήσεων που απέχει από τη μέση τιμή  $\mu$  λιγότερο από  $k$  τυπικές αποκλίσεις είναι παραδείγματος χάριν για το ποσοστό 95% 1,65 τυπικές αποκλίσεις και για το 99% 2,33 τυπικές αποκλίσεις, τα οποία βρίσκουμε με την επίλυση του πιο κάτω τύπου και τη βοήθεια της τυποποιημένης κανονικής κατανομής:

$$P(\mu - k * \sigma \leq X \leq \mu + k * \sigma) \quad (25)$$

## **Κεφάλαιο 5 Εφαρμογή μοντέλων εκτίμησης της Αξίας σε Κίνδυνο**

*Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα μοντέλα με τα οποία θα εφαρμοστεί η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.*

Για να προβούμε στην εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές μέθοδοι, όπως αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3, της ιστορικής προσομοίωσης και την μέθοδο διακύμανσης - συνδιακύμανσης. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν όσο αφορά την μέθοδο της διακύμανσης - συνδιακύμανσης είναι τρία: η απλή εφαρμογή της μεθόδου, η μέθοδος της ίσης στάθμισης του κινητού μέσου όρου (EWMA), και η μέθοδος της γενικής αυτοπαλλίνδρομης δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας (GARCH).

#### ΑΠΛΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η απλή εφαρμογή της μεθόδου γίνεται με την εξεύρεση της τυπικής απόκλισης του χαρτοφυλακίου. Αφού πρόκειται για ημερήσια δεδομένα έχουμε υποθέσει ότι η μέση τιμή είναι ίση με το μηδέν, οπότε ο υπολογισμός της τυπικής απόκλισης γίνεται όπως έχουμε παρουσιάσει στο κεφάλαιο 4. Επίσης υποθέτουμε ότι τα στοιχεία που επηρεάζουν τις αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων κατανέμονται κανονικά. Με βάση αυτές τις υποθέσεις η ημερήσια απόδοση είναι ίση με

$$R_{t+1} = \sigma_{t+1} * Z_{t+1} \quad (26)$$

$$\text{όπου } Z_{t+1} \sim \text{i.i.d. } N(0,1)$$

Όπου  $Z_{t+1}$  η τυχαία μεταβλητή που είναι πανομοιότυπη και ανεξάρτητα κατανεμημένη (i.i.d.) σύμφωνα με την κανονική κατανομή  $N(0,1)$  που έχει μέσο μηδέν και διακύμανση ίση με 1. Σύμφωνα με αυτές τις υποθέσεις έχουμε καθιερώσει ένα μοντέλο όπου μπορούμε να παράξουμε μία χρονικά εναλλασσόμενη διακύμανση και γνωρίζοντας ολόκληρη την κατανομή του περιουσιακού στοιχείου (κανονική) μπορούμε να παράξουμε οποιοδήποτε μέτρο κινδύνου επιθυμούμε [Christoffersen \(2003\)](#).

#### Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΙΣΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ (EWMA)

Ο [Mandelbort \(1963\)](#) και ο [Fama \(1965\)](#) παρατήρησαν στην εργασία τους ότι οι μεγάλες μεταβολές στις τιμές των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων ακολουθούνται από μεγάλες αλλαγές, ενώ μικρές αλλαγές των τιμών των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων ακολουθούνται από μικρές αλλαγές. Παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν και από τους [Baillie \(1996\)](#), [Chou \(1988\)](#) and [Schwert \(1989\)](#) στην εργασία τους για την συμπεριφορά των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων όπως αναφέρουν ο [Korkmaz και ο Aydin \(2002\)](#).

Επίσης σύμφωνα με τον [Christoffersen \(2003\)](#) η διακύμανση όταν μετριέται ως το τετράγωνο των αποδόσεων εμφανίζει θετική συσχέτιση με το παρελθόν. Αυτό μπορεί να γίνει πιο φανερό όταν πρόκειται για σύντομα χρονικά διαστήματα όπως ημερήσια ή εβδομαδιαία οπότε και έχουμε:

$$\text{corr}[R_{t+1}^2, R_{t+1-\tau}^2] > 0, \text{ για μικρό } \tau \quad (27)$$

Αυτό σημαίνει ότι όταν έχουμε μεγάλη διακύμανση σήμερα το πιθανότερο να έχουμε και μεγάλη διακύμανση και αύριο. Ο πιο εύκολος τρόπος να υιοθετήσουμε το χαρακτηριστικό αυτό είναι να υπολογίσουμε την διακύμανση από τις τελευταίες  $v$  παρατηρήσεις. Το πρόβλημα εδώ είναι πόσες παρατηρήσεις να πάρουμε για να κάνουμε την εκτίμηση δεδομένου ότι όλες οι τιμές σταθμίζονται με την ίδια βαρύτητα  $\frac{1}{v}$ .

$$s^2 = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v R_i^2 \quad (28)$$

Το ερώτημα που γεννιέται είναι ποιο είναι το  $v$  αυτό που θα δώσει τη σωστή εκτίμηση. Τα ιστορικά στοιχεία δείχνουν ότι το  $v$  αυτό μεταβάλλεται ανάλογα την περίοδο που βρίσκεται. Άρα η αυθαίρετη επιλογή του  $v$  δεν έχει εγγυημένα αποτελέσματα. Το [Risk Metrics](#) της [JP Morgan](#) πρότεινε το παρακάτω μοντέλο:

Χρησιμοποιεί ένα παράγοντα στάθμισης  $\lambda$ , τέτοιο ώστε όσο πιο πίσω στον χρόνο πηγαίνουμε, τόσο να μικραίνει η στάθμιση και η βαρύτητα που παίρνει η παρατήρηση στην εκτίμηση της διακύμανσης επόμενης μέρας. Η εκτίμηση της διακύμανσης δίνεται από παρακάτω τύπο:

$$\sigma^2 = (1-\lambda) \sum_{\tau=1}^{\infty} \lambda^{\tau-1} * R_{t+1-\tau}^2 \quad (29)$$

για  $0 < \lambda < 1$

Η JP Morgan έχει υπολογίσει το  $\lambda$  και το έχει βρει ίσο με 0,94.

## Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΑΥΤΟΠΑΛΛΙΝΔΡΟΜΗΣ ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΗΣ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (GARCH)

Σύμφωνα με τον [Engle \(1982\)](#) η ύπαρξη μεταβλητότητας σήμερα επηρεάζει την προβλεπόμενη εκτίμηση. Εξαιτίας του γεγονότος ότι η διακύμανση των αποδόσεων δεν παραμένει σταθερή, παρουσιάζεται δηλαδή ύπαρξη μεταβλητότητας εφαρμόστηκε η μέθοδος GARCH ( $p,q$ ) που υιοθετεί αυτή την ιδιότητα. Η μέθοδος εφαρμόστηκε με την υπόθεση ότι η δεσμευμένη συνάρτηση πιθανότητας είναι η κανονική κατανομή. (περισσότερα [Bollerslev 1986](#)). Ο [Αγγελίδης](#) και ο [Σκιαδόπουλος \(2007\)](#) χρησιμοποίησαν την μέθοδο αυτή για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο των επιτοκίων των ναύλων (freight rates). Με τον τρόπο αυτό μπόρεσαν να συμπεριλάβουν την μεταβλητότητα των επιτοκίων των ναύλων. Ο [Korkmaz](#) και ο [Aydin \(2002\)](#) εφάρμοσαν την μέθοδο σε μετοχές και σε χρηματιστηριακό δείκτη και εντόπισαν ότι είναι εφικτή η μείωση του ρίσκου του χαρτοφυλακίου αν γνωρίζουμε την αιτία της μεταβλητότητας.

Το GARCH ( $p, q$ ) που πρότεινε ο [Bollerslev 1986](#) έχει την εξής μορφή:

$$dy = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i dy_{t-1} + \sum_{j=1}^q b_j e_{t-j} + \varepsilon_t \quad (30)$$

$$\sigma_t^2 = \omega_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^q \sigma_{t-j}^2 * b_j, \quad (31)$$

όπου  $\varepsilon_t \sim \text{κατανομή}(0, \sigma^2)$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**ΜΕΡΟΣ Β  
ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## **Κεφάλαιο 6 Σειρές Δεδομένων, Μεθοδολογία, Έλεγχος Αποτελεσμάτων**

*Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν οι μετοχές, ο τρόπος που πάρθηκαν τα δεδομένα, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε και τα μέτρα ελέγχου των προβλέψεων και αποτελεσμάτων.*

## 6.1. Σειρές δεδομένων

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε από τις τιμές κλεισίματος 10 διαφορετικών μετοχών της μεγάλης κεφαλαιοποίησης του Χρηματιστηρίου Αθηνών. Πιο συγκεκριμένα οι μετοχές που επιλέχθηκαν είναι:

1. Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος
2. Alpha Bank
3. ΔΕΗ
4. Motor Oil
5. ΟΠΑΠ
6. COCA-COLA Τρία Έψιλον
7. ΟΤΕ
8. ΜΕΤΚΑ
9. EUROBANK
10. ΤΙΤΑΝ

Το δείγμα, από το οποίο γίνεται η εκτίμηση της πρόβλεψης, είναι 2 χρόνων και το συνολικό δείγμα είναι 10 ετών. Η πρόβλεψη έγινε με την εκτός του δείγματος πρόβλεψη (out of sample) για την επόμενη μέρα με διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η μέθοδος του κλειστού κυμαινόμενου παραθύρου (rolling window). Η περίοδος που καλύφθηκε είναι από 1/7/2002 μέχρι 29/6/2012. Από τα πρώτα δύο χρόνια εκτιμούμε την τυπική απόκλιση για την επόμενη μέρα και ελέγχουμε τα αποτελέσματά μας. Ειδικότερα όμως με την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε δείγμα 500 παρατηρήσεων, 250 παρατηρήσεων και 100 παρατηρήσεων



Τα χαρακτηριστικά των τιμών των μετοχών είναι:

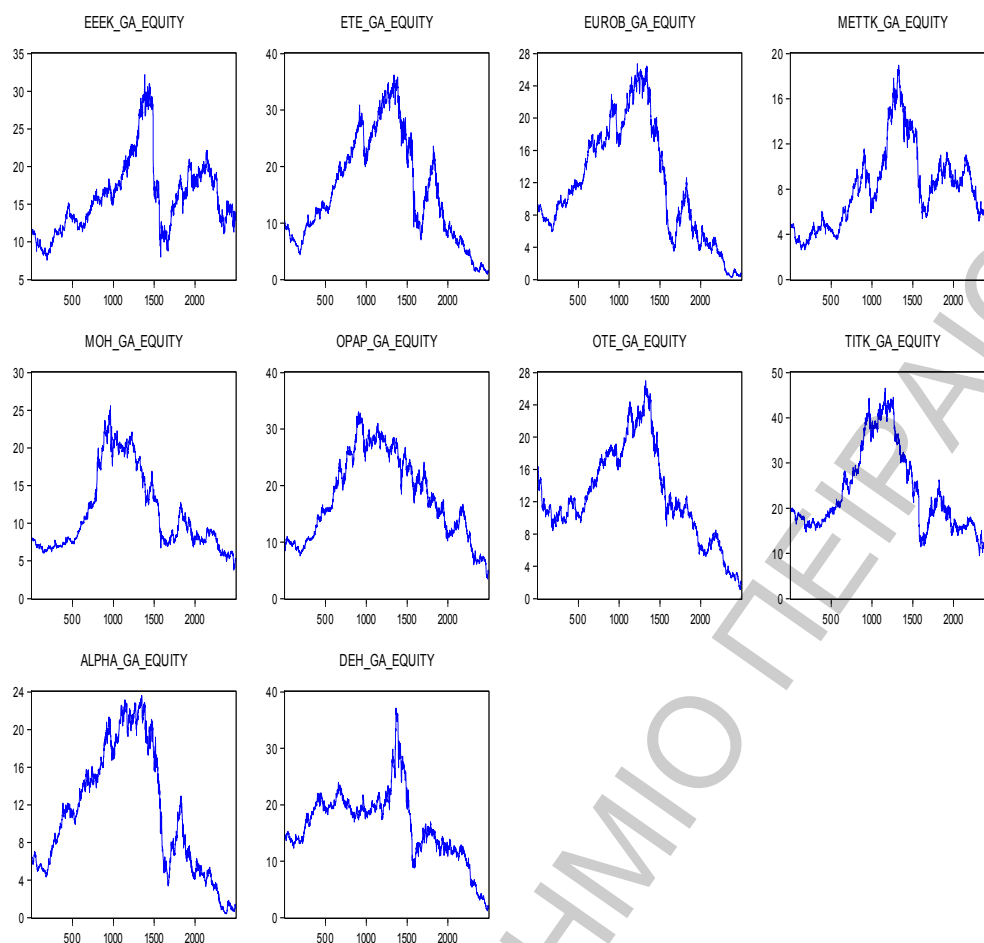
Χαρακτηριστικά Τιμών Μετοχών					
	Alpha Bank	ΔΕΗ	EUROBANK	ΟΠΑΠ	COCA - COLA 3E
Μέσος	11.03	16.32	11.64	17.95	16.01
Διάμεσος	10.45	17.32	10.09	16.85	15.54
Μέγιστο	23.62	37.10	26.75	33.06	32.20
Ελάχιστο	0.42	1.18	0.29	3.50	7.57
Τυπική Απόκλιση	6.69	6.17	7.22	7.45	4.96
Ασυμμετρία	0.24	0.007	0.28	0.10	0.90
Κύρτωση	1.77	3.67	1.95	1.78	3.68
Jarque-Bera	181.75	47.78	147.77	158.55	393.50
P-value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Παρατηρήσεις	2499	2499	2499	2499	2499
ADF (p - value)	0,18	0,45	0,82	0,30	0,54

Πίνακας 6.1 Σύνοψη των στατιστικών χαρακτηριστικών κάθε μετοχής του δείγματος. Παρατίθενται το Jarque-Bera με την πιθανότητα αποδοχής. Το συγκεκριμένο τεστ ελέγχει την ύπαρξη κανονικότητας του δείγματος. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη κανονικότητας του δείγματος. Επίσης αναφέρεται η πιθανότητα αποδοχής της ύπαρξης στασιμότητας η οποία γίνεται με το Augmented Dickey-Fuller (ADF) τεστ. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη μη στασιμότητας. Τα δύο αυτά τεστ έδειξαν απόρριψη της κανονικότητας και της στασιμότητας. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι από 1/7/2002 – 29/6/2012.

Χαρακτηριστικά Τιμών Μετοχών					
	ΕΤΕ	ΜΕΚΤΑ	ΜΟΗ	ΟΤΕ	TITAN
Μέσος	15.67	8.09	11.30	12.69	23.20
Διάμεσος	13.26	7.88	8.78	11.50	19.62
Μέγιστο	36.22	18.98	25.60	26.98	46.52
Ελάχιστο	0.91	2.63	3.80	1.130	9.47
Τυπική Απόκλιση	9.44	3.53	5.28	5.86	9.23
Ασυμμετρία	0.36	0.78	0.89	0.27	0.86
Κύρτωση	1.97	3.13	2.39	2.42	2.52
Jarque-Bera	164.67	255.47	370.69	66.19	333.58
P-value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Παρατηρήσεις	2499	2499	2499	2499	2499
ADF (p - value)	0.37	0.38	0.87	0.71	0.96

Πίνακας 6.2 Σύνοψη των στατιστικών χαρακτηριστικών κάθε μετοχής του δείγματος. Παρατίθενται το Jarque-Bera με την πιθανότητα αποδοχής. Το συγκεκριμένο τεστ ελέγχει την ύπαρξη κανονικότητας του δείγματος. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη κανονικότητας στο δείγμα. Επίσης αναφέρεται η πιθανότητα αποδοχής της ύπαρξης στασιμότητας η οποία γίνεται με το Augmented Dickey-Fuller (ADF) τεστ. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη μη στασιμότητας. Τα δύο αυτά τεστ έδειξαν απόρριψη της κανονικότητας και της στασιμότητας. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι από 1/7/2002 – 29/6/2012, για όλο το μέγεθος του δείγματος.

## Διαγραμματικά



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.1** Παρουσίαση της πορείας των τιμών των μετοχών του δείγματος για το οποίο εκτιμήθηκε η αξία σε κίνδυνο.

Για να μπορέσει να γίνει η μοντελοποίηση έγιναν οι απαραίτητοι οικονομετρικοί έλεγχοι. Τα περιουσιακά στοιχεία μας είναι μετοχές. Άρα έχουμε ένα γραμμικό χαρτοφυλάκιο. Ελέγχθηκε η ύπαρξη στασιμότητας. Ο έλεγχος αυτός έγινε με την αναζήτηση της μοναδικής ρίζας (unit root), με το κριτήριο του Augmented Dickey Fuller τεστ, όπου βρέθηκε ότι υπάρχει μοναδιαία ρίζα στις τιμές των μετοχών. Αυτό φαίνεται και διαγραμματικά αφού η πορεία των τιμών των μετοχών δεν κινούνται γύρω από ένα μέσο. Για να λυθεί το πρόβλημα της στασιμότητας πάρθηκαν πρώτες λογαριθμικές διαφορές. Όπως έχει αναλυθεί και στο κεφάλαιο 4 οι λογαριθμικές διαφορές αποτελούν την ημερήσια λογαριθμική απόδοση. Με τις πρώτες διαφορές λύνεται το πρόβλημα της στασιμότητας. Επίσης έγινε έλεγχος για ύπαρξη ομοσκεδαστικότητας. Το τεστ που χρησιμοποιήθηκε ήταν το arch τεστ.

Η μοντελοποίηση θα πραγματοποιηθεί με την μέθοδο του κυμαινόμενου παραθύρου 500 παρατηρήσεων οπότε και οι απαραίτητοι οικονομετρικοί έλεγχοι έγιναν για μέγεθος δείγματος 500 παρατηρήσεων.

Χαρακτηριστικά Αποδόσεων Των Τιμών Μετοχών (Για 500 παρατηρήσεις)

	Alpha Bank	ΔΕΗ	EUROBANK	ΟΠΑΠ	COCA - COLA 3E
Μέσος	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
Διάμεσος	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέγιστο	0.08	0.13	0.08	0.13	0.06
Ελάχιστο	-0.06	-0.10	-0.07	-0.07	-0.23
Τυπική Απόκλιση	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
Ασυμμετρία	-0.15	-0.95	0.13	0.81	-2.21
Κύρτωση	4.82	9.64	4.65	10.99	23.57
Jarque-Bera	71.85	1000	58.74	1381.91	9269.89
P-value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Παρατηρήσεις	500	500	500	500	500
ADF (p - value)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arch test (p - value)	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01

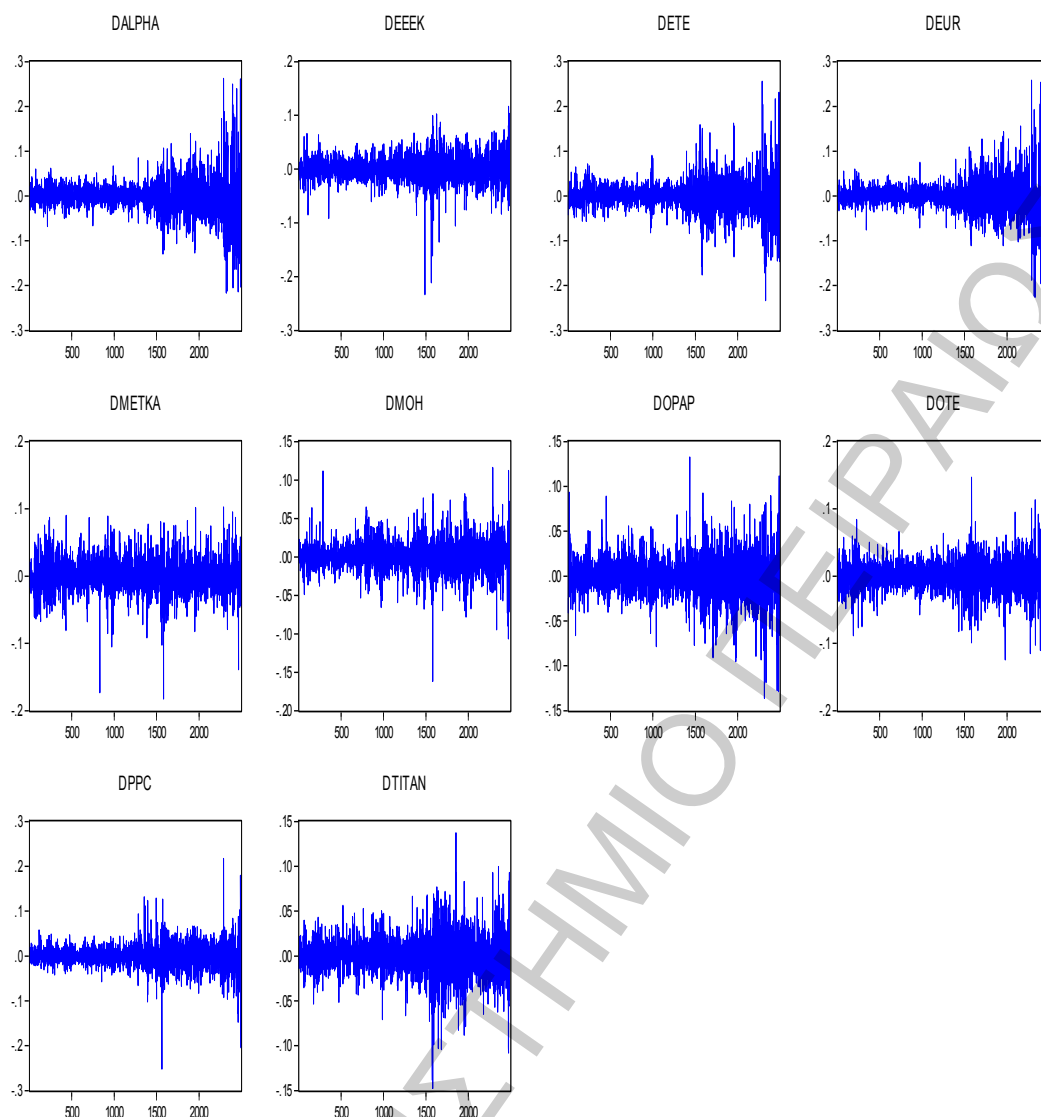
Πίνακας 6.3 Σύνοψη των στατιστικών χαρακτηριστικών των αποδόσεων κάθε μετοχής του δείγματος. Παρατίθενται το Jarque-Bera με την πιθανότητα αποδοχής. Το συγκεκριμένο τεστ ελέγχει την ύπαρξη κανονικότητας του δείγματος. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη κανονικότητας στο δείγμα. Επίσης αναφέρεται η πιθανότητα αποδοχής της ύπαρξης στασιμότητας η οποία γίνεται με το Augmented Dickey-Fuller (ADF) τεστ. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη μη στασιμότητας. Τα δύο αυτά τεστ έδειξαν απόρριψη της κανονικότητας αλλά αποδοχή της στασιμότητας. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι 500 παρατηρήσεων. Τέλος παρατίθεται η πιθανότητα της ύπαρξης ομοσκεδαστικότητας με το arch τεστ. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη ομοσκεδαστικότητας. Απορρίπτεται η ομοσκεδαστικότητα του δείγματος.

Χαρακτηριστικά Αποδόσεων Των Τιμών Μετοχών (Για 500 παρατηρήσεις)

	ΕΤΕ	ΜΕΚΤΑ	ΜΟΗ	ΟΤΕ	ΤΙΤΑΝ
Μέσος	0.00	0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Διάμεσος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέγιστο	0.10	0.07	0.07	0.06	0.06
Ελάχιστο	-0.08	-0.09	-0.06	-0.08	-0.06
Τυπική Απόκλιση	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Ασυμμετρία	0.16	0.16	-0.01	-0.25	0.04
Κύρτωση	5.36	4.12	4.99	4.83	4.04
Jarque-Bera	119.56	28.87972	83.54	75.52	22.87
P-value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Παρατηρήσεις	500	500	500	500	500
ADF (p - value)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arch test (p - value)	0.03	0.03	0,3	0,1	0,1

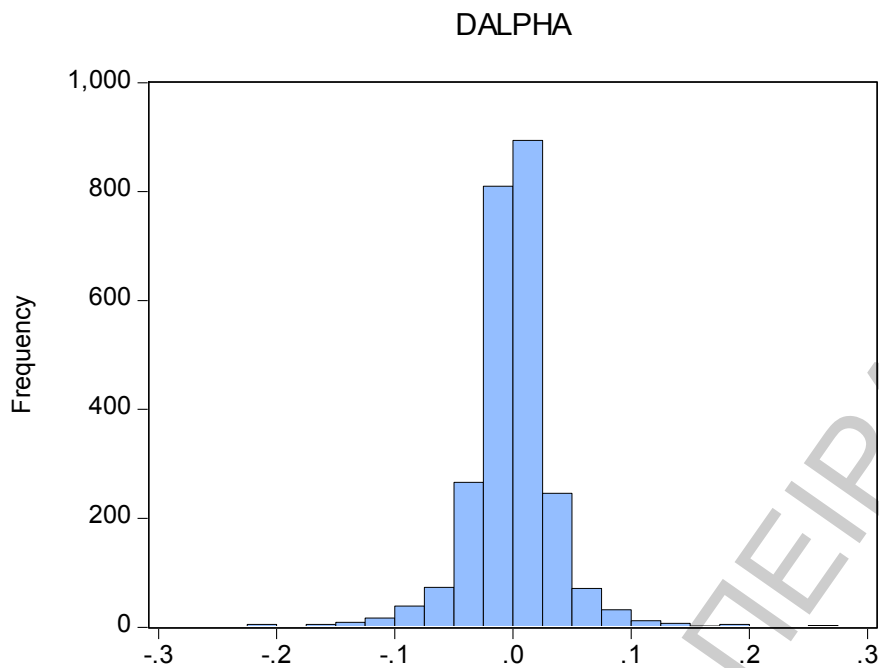
Πίνακας 6.4 Πίνακας 6.3 Σύνοψη των στατιστικών χαρακτηριστικών των αποδόσεων κάθε μετοχής του δείγματος. Παρατίθενται το Jarque-Bera με την πιθανότητα αποδοχής. Το συγκεκριμένο τεστ ελέγχει την ύπαρξη κανονικότητας του δείγματος. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη κανονικότητας στο δείγμα. Επίσης αναφέρεται η πιθανότητα αποδοχής της ύπαρξης στασιμότητας η οποία γίνεται με το Augmented Dickey-Fuller (ADF) τεστ. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη μη στασιμότητας. Τα δύο αυτά τεστ έδειξαν απόρριψη της κανονικότητας αλλά αποδοχή της στασιμότητας. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι 500 παρατηρήσεων. Τέλος παρατίθεται η πιθανότητα της ύπαρξης ομοσκεδαστικότητας με το arch τεστ. Αν η πιθανότητα (P-value) είναι μεγαλύτερη από 0,05 γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη ομοσκεδαστικότητας. Απορρίπτεται η ομοσκεδαστικότητα του δείγματος.

## Οι αποδόσεις των μετοχών διαγραμματικά

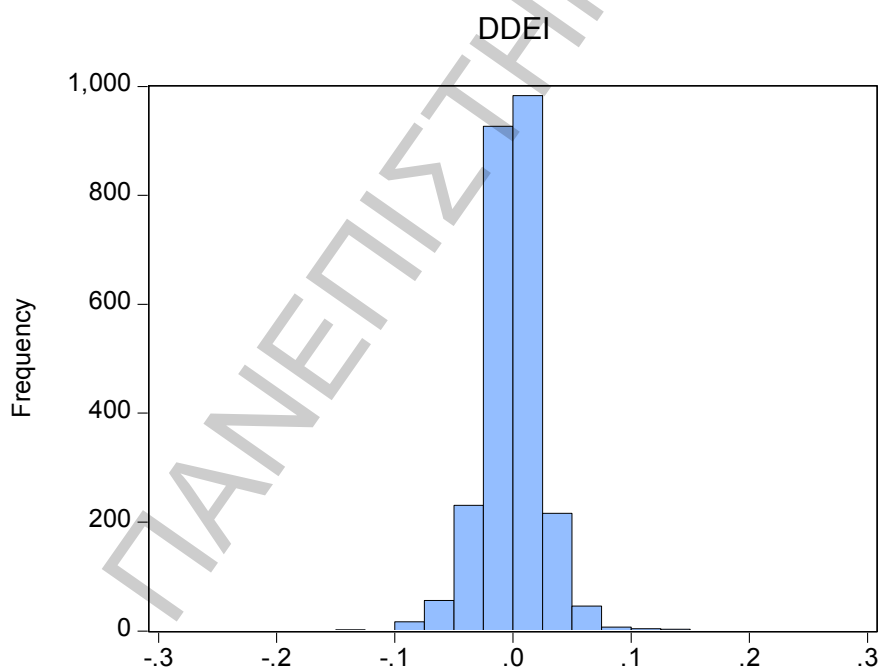


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.2** Παρουσίαση της πορείας των αποδόσεων των τιμών των μετοχών του συνόλου του δείγματος για το οποίο εκτιμήθηκε η αξία σε κίνδυνο (1/7/2002 – 29/6/2012).

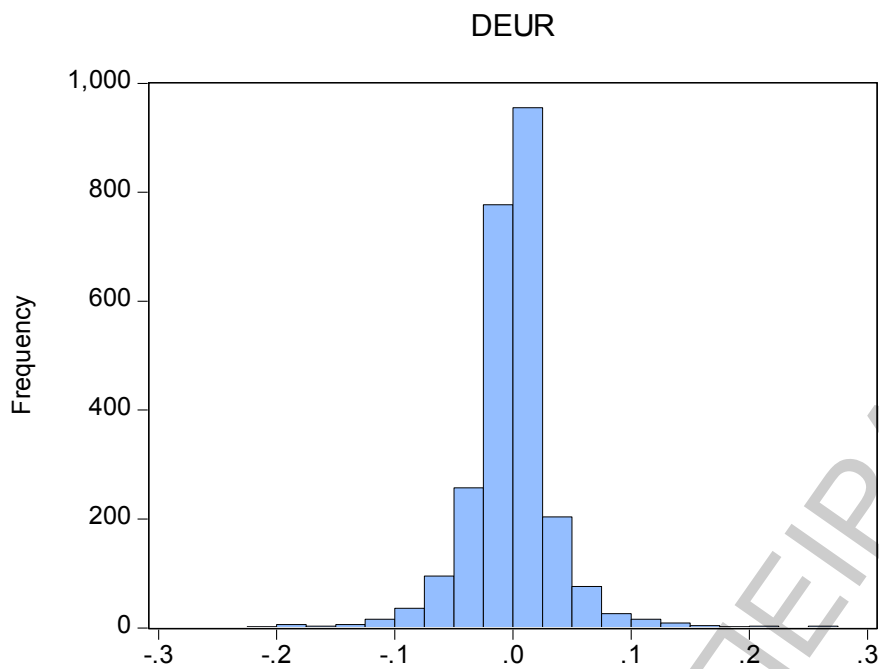
Τα αντίστοιχα ιστογράμματα



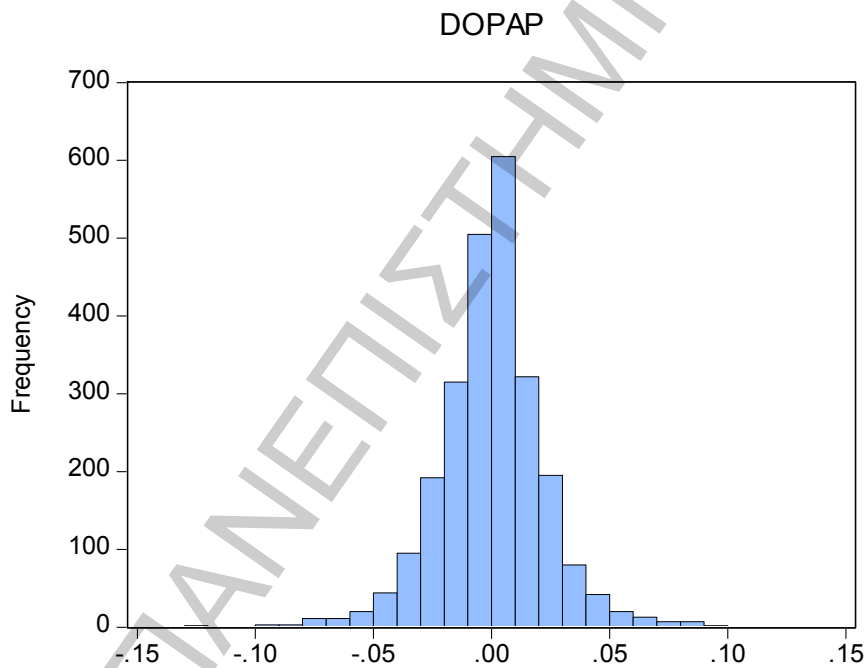
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.3 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της Alpha Bank για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).



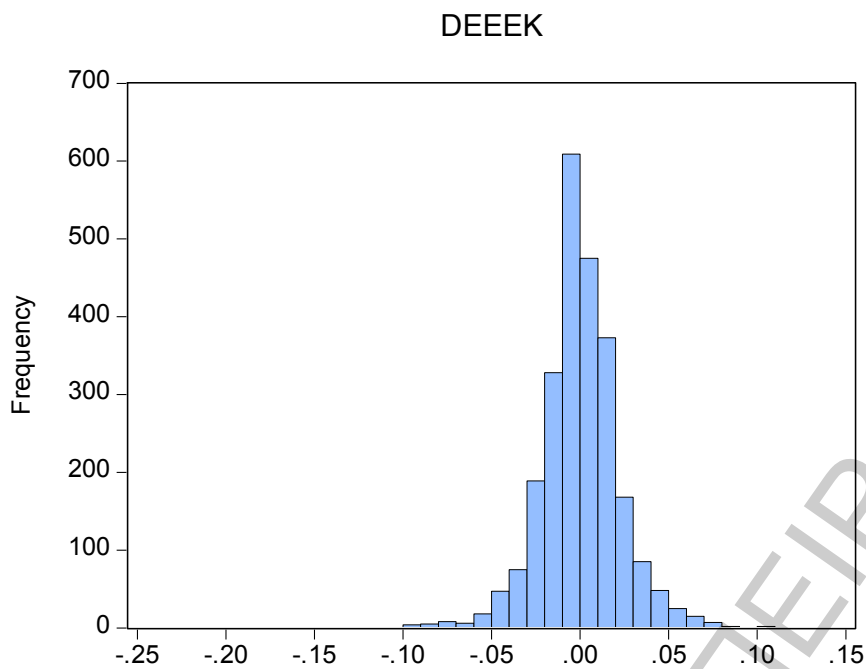
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της ΔΕΗ για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).



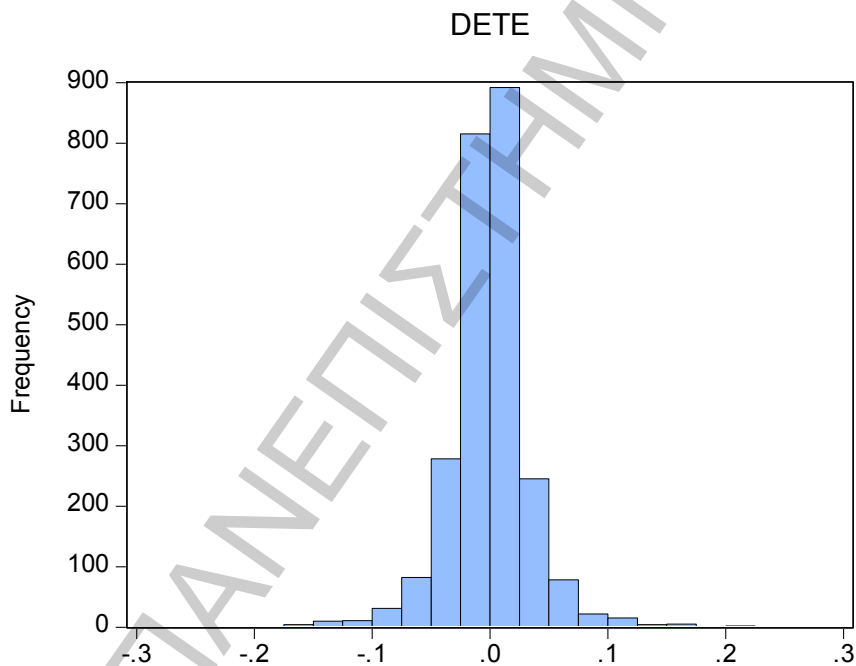
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.5 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της EUROBANK για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).



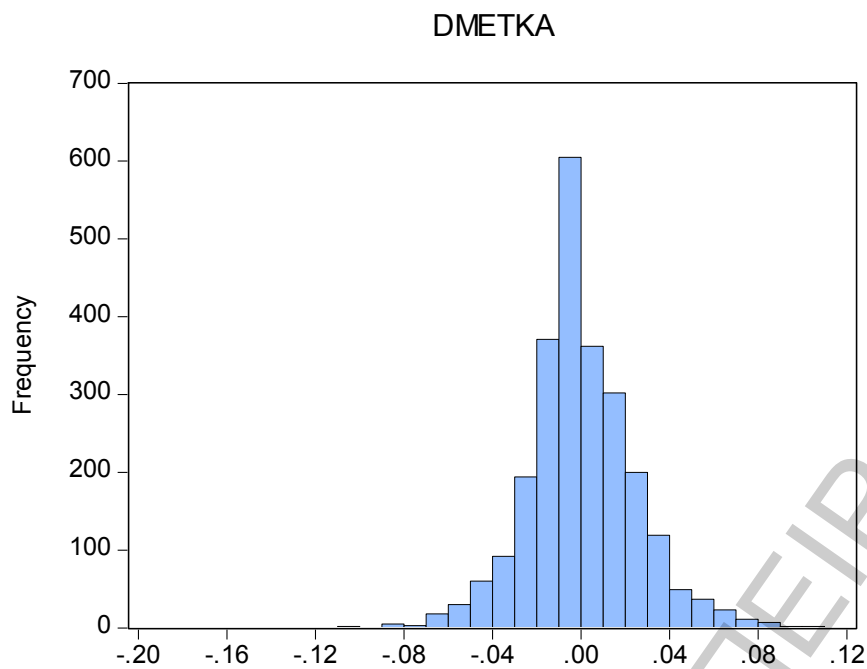
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.6 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων του ΟΠΑΠ για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).



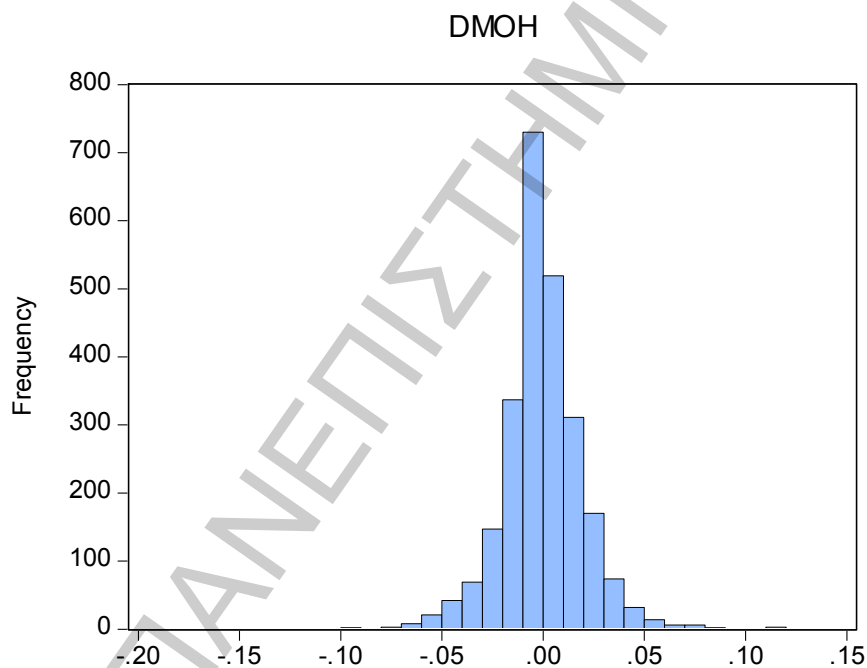
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.7 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της Coca – Cola 3E για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.8 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της Εθνικής Τράπεζας για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).

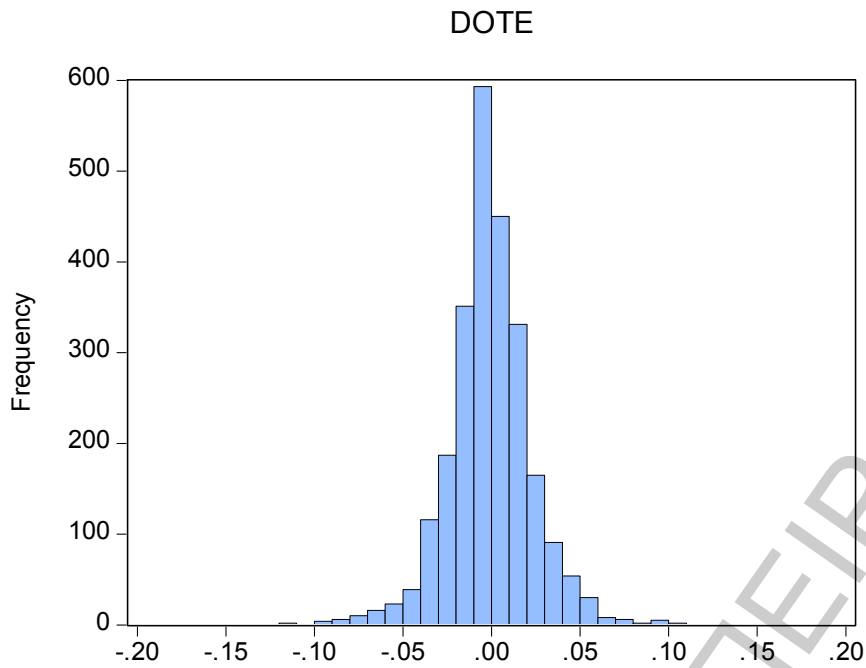


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.9 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της Μετκα για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).

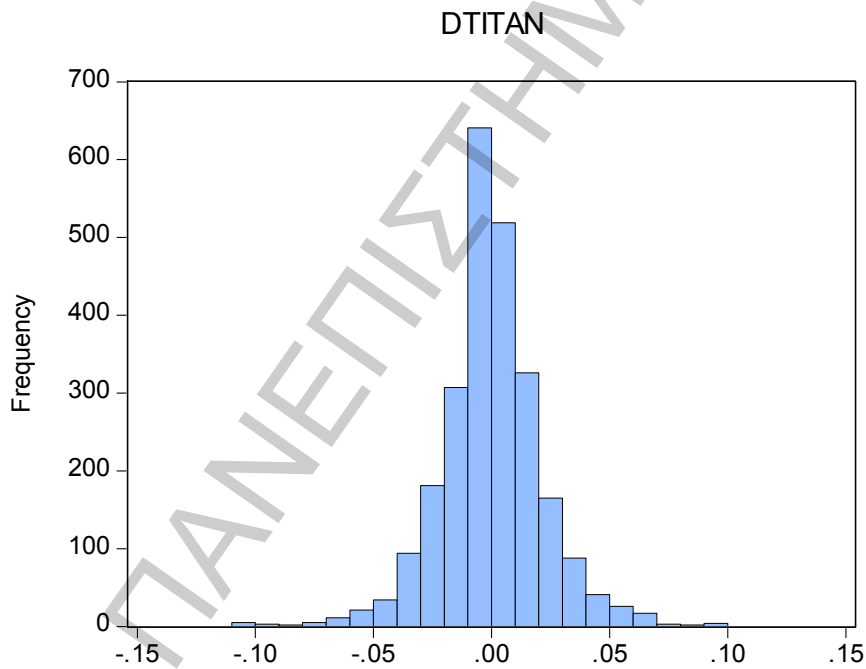


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.10 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων της Motor – Oil για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).





ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.11 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων του ΟΤΕ για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.12 Το ιστόγραμμα των αποδόσεων του Τιτάνα για όλο το δείγμα (1/7/2002 – 29/6/2012).

Έχουμε υποθέσει κανονική κατανομή, παρόλο που το κριτήριο Jarque-Bera απορρίπτει αυτήν την υπόθεση. Τα αποτελέσματα θα ελεγχθούν με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen. Επίσης και τα μέτρα της κύρτωσης και ασυμμετρίας δεν δείχνουν την ύπαρξη κανονικότητας.

Έγινε έλεγχος για την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας (μη σταθερή διακύμανση) με αιτία την αυτοπαλλίνδρομη δεσμευμένη ετεροσκεδαστικότητα (ARCH). Έγινε αποδεκτή η ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκαν και τα μοντέλα EWMA και GARCH(1,1), όπου υιοθετούν την μεταβολή της διακύμανσης. Πιο συγκεκριμένα για την μέθοδο GARCH χρησιμοποιώντας το κυμαινόμενο παράθυρο (rolling window) μεταβάλλουμε κάθε 2 χρόνια τις εκτιμήσεις των παραμέτρων. Η εκτίμηση των παραμέτρων έγινε με την υπόθεση της κανονικής κατανομής. Τέλος υποθέτουμε ότι στο μοντέλο GARCH οι εκτιμήσεις των παραμέτρων δεν παρουσιάζουν ενδογένεια.

## 6.2. Μεθοδολογία

Η διαδικασία που εφαρμόστηκε είναι αυτή που προτείνει ο [Pearson \(1996\)](#)

- Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης

### ΒΗΜΑ 1

Βρεθήκαν οι ιστορικές ημερήσιες τιμές κλεισίματος των μετοχών. Από τις ημερήσιες τιμές βρεθήκαν οι ημερήσιες αποδόσεις των μετοχών. Οι ημερήσιες μεταβολές των αποδόσεων χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να κατασκευαστεί ένας πίνακας κερδών - ζημιών (Βήμα 2). Ο λόγος που έγινε αυτό είναι διότι η μέτρηση της αξίας σε κίνδυνο είναι ο υπολογισμός της ενδεχόμενης ζημιάς από την διακράτηση του περιουσιακού στοιχείου για μία μέρα.

### ΒΗΜΑ 2

Ίσως το σημαντικότερο βήμα αυτής της μεθόδου. Στο βήμα αυτό υποθέτουμε ότι έχουμε ένα ποσό που θα επενδύσουμε στα περιουσιακά στοιχεία της επιλογής μας, οπότε δημιουργούμε ένα υποθετικό χαρτοφυλάκιο. Με βάση της ημερήσιες αποδόσεις που έχουμε, κατασκευάζουμε ένα πίνακα με τις ενδεχόμενες ζημιές κέρδη για το χρονικό διάστημα που μελετάμε. Στην προκειμένη περίπτωση είναι 500, 250, και 100 μέρες.

### ΒΗΜΑ 3

Σε αυτό το βήμα κατατάσσουμε τα ενδεχόμενα κέρδη – ζημιές του υποτιθέμενου χαρτοφυλακίου κατά φθίνουσα σειρά, δηλαδή ξεκινάμε από τα μεγαλύτερα ενδεχόμενα κέρδη και καταλήγουμε στις μεγαλύτερες ενδεχόμενες ζημιές

### ΒΗΜΑ 4

Τελικά επιλέγουμε τις ζημιές οι οποίες είναι ίσες ή υπερβαίνουν το 5% ή το 1% του χρόνου που μελετάμε. Στην υπό εξέταση περίπτωση, για τις μεν 500 παρατηρήσεις, για το 5% είναι η 25<sup>η</sup> χειρότερη επίδοση του χαρτοφυλακίου, και για το 1% η 5<sup>η</sup>. Για τις 250 παρατηρήσεις ο

μέσος όρος της 12<sup>ης</sup> και της 13<sup>ης</sup> χειρότερης επίδοσης και της 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> αντίστοιχα, και για τις 100 παρατηρήσεις η 5<sup>η</sup> και η 1<sup>η</sup>. Οι παρατηρήσεις αυτές αποτελούν την μέτρηση της αξίας σε κίνδυνο για τα αντίστοιχα διαστήματα εμπιστοσύνης και με τα αντίστοιχα μεγέθη δείγματος.

- Η μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης

#### ΒΗΜΑ 1

Στο βήμα αυτό καθορίζονται οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την καθημερινή μεταβολή της αξίας του υπό μελέτη περιουσιακού στοιχείου. Στην προκειμένη περίπτωση υποθέτουμε ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την αξία του περιουσιακού στοιχείου, αντικατοπτρίζονται στην μεταβολή της αξίας του.

#### ΒΗΜΑ 2

Στο δεύτερο βήμα υποθέτουμε ότι οι ποσοστιαίες μεταβολές στους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αξία του περιουσιακού στοιχείου ακολουθούν πολυπαραγοντική κανονική κατανομή με μέσο μηδέν και υπολογίζουμε τις παραμέτρους της κατανομής. Στην μέθοδο αυτή η μεταβλητότητα συλλαμβάνεται από τις τυπικές αποκλίσεις και πιο συγκεκριμένα από το τετράγωνο των αποδόσεων (κεφάλαιο 4).

#### ΒΗΜΑ 3

Χρησιμοποιούμε αυτές τις τυπικές αποκλίσεις και τις πολλαπλασιάζουμε με την αξία του υποθετικού χαρτοφυλακίου

#### ΒΗΜΑ 4

Χρησιμοποιούμε τις ιδιότητες της κανονικής κατανομής (κεφάλαιο 4). Συγκεκριμένα το ποσοστό των παρατηρήσεων που απέχει από τη μέση τιμή. Για διάστημα εμπιστοσύνης 95% είναι 1,65 τυπικές αποκλίσεις και για 99% 2,33 αντίστοιχα. Το σύνολο των πολλαπλασιασμών είναι η μέτρηση της αξίας σε κίνδυνο.

### 6.3. Έλεγχος Αποτελεσμάτων

Ο στόχος του ελέγχου είναι να διαπιστώσει το κατά πόσο τα παρελθοντικά δεδομένα μπορούν να προβλέψουν σωστά. Γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων των μοντέλων με τα πραγματικά. [Christoffersen \(2003\)](#).

Συνοψίζοντας, η αξία σε κίνδυνο μας πληροφορεί ότι η πραγματική απόδοση του περιουσιακού στοιχείου θα είναι χειρότερη από την πρόβλεψη μας μόνο κατά  $p \cdot 100\%$  χρόνου. Δηλαδή αν εκτιμάμε με 95% διάστημα εμπιστοσύνης, θα προβλέψουμε λάθος είναι μόλις το 5% της χρονικής διάρκειας που εξετάζουμε.

Αφού παρατηρούμε παρελθοντικά στοιχεία από όπου προκύπτει η πρόβλεψη της αξίας σε κίνδυνο και στη συνέχεια προβλέπεται η επόμενη παρατήρηση, ορίζουμε την λάθος εκτίμηση του μοντέλου ως:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{αν η πραγματική απόδοση} < \text{- εκτίμησης} \\ 0, & \text{αν η πραγματική απόδοση} > \text{- εκτίμησης} \end{cases}$$

Αν η πραγματική ζημία είναι μεγαλύτερη από αυτή που προβλέψαμε με το μοντέλο μας τότε έχουμε λάθος εκτίμηση και θέτουμε 1 στη μεταβλητή. Αν η πρόβλεψη μας είναι στα όρια που εκτιμήσαμε, τότε η εκτίμηση του μοντέλου είναι εντός ορίων και η μεταβλητή παίρνει την τιμή 0. Όταν θέλουμε να ελέγξουμε το μοντέλο μας έχουμε κατασκευάσει μία ακολουθία με 1,0 διαμέσου των ημερών που ελέγχουμε σηματοδοτώντας τις λάθος και τις σωστές προβλέψεις του μοντέλου.

Αν έχουμε κατασκευάσει το τέλειο μοντέλο, και αν έχουμε εκτιμήσει με 95% διάστημα εμπιστοσύνης, τότε η πιθανότητα να προβλέψουμε λάθος θα είναι ακριβώς 5%. Αυτό είναι και το πρώτο μέτρο ελέγχου που εφαρμόζουμε. Κοιτάμε δηλαδή πόσες λάθος εκτιμήσεις έχουν γίνει και σε τι ποσοστό στο σύνολο του δείγματος.

Αν μπορούμε να προβλέψουμε τότε θα έχουμε λανθασμένη πρόβλεψη τότε θα μπορούσαμε να το χρησιμοποιήσουμε για να κατασκευάσουμε καλύτερο μοντέλο ρίσκου. Με άλλα λόγια η λανθασμένη πρόβλεψη είναι τελείως απρόβλεπτη και κατανέμεται ανεξάρτητα όπως η μεταβλητή Bernoulli. [Christoffersen \(2003\)](#).

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

Το δεύτερο μέτρο ελέγχου [Christoffersen \(2003\)](#) είναι το τεστ της μη δεσμευτικής κάλυψης. Θέλουμε να ελέγξουμε εάν το ποσοστό των λανθασμένων προβλέψεων που βρίσκεται στο συγκεκριμένο μοντέλο, έστω  $s$ , είναι σημαντικά διαφορετικό από το υποσχόμενο. Χρησιμοποιώντας την κατανομή Bernoulli και την μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας το μέτρο της μη δεσμευτικής κάλυψης έχει την μορφή:

$$LRuc = -2\ln[L(p) / L(\hat{s})] \sim \chi^2 \quad (32)$$

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

$T_0$  = Ο αριθμός των μηδενικών της σειράς που έχουμε παράξει

$T_1$  = Ο αριθμός των άσων της σειράς που έχουμε παράξει

$p$  = Το ποσοστό κάλυψης της αξίας σε κίνδυνο

$$\text{Όπου } L(\hat{s}) = (1 - \frac{T_1}{T})^{T_0} \frac{T_1}{T}^{T_1}$$

$T_0$  = Ο αριθμός των μηδενικών της σειράς που έχουμε παράξει

$T_1$  = Ο αριθμός των άσσεων της σειράς που έχουμε παράξει

$$T = T_1 + T_0$$

Ασυμπτωτικά όταν το  $T$  μεγαλώνει πάρα πολύ, το τεστ κατανέμεται όπως η κατανομή  $\chi^2$  με ένα βαθμό ελευθερίας [Christoffersen \(1998\)](#).

Η υπόθεση που εξετάζει είναι το μοντέλο να εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικό ποσοστό λανθασμένων από το ανεκτό. Αν γίνει αποδεκτό το μοντέλο, σύμφωνα με το μέτρο ελέγχου, τότε δεν εμφανίζει σημαντικά διαφορετικό ποσοστό λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό.

Το τρίτο μέτρο ελέγχου [Christoffersen \(2003\)](#) έχει να κάνει με το τεστ ανεξαρτησίας των λανθασμένων προβλέψεων. Φανταστείτε ότι όλες οι λάθος προβλέψεις βρίσκονται γύρω από τον ίδιο χρονικό ορίζοντα. Θα ήμασταν χαρούμενοι αν είχαμε προβλέψει σωστά τη μέση ή την μη δεσμευτική κάλυψη (μέτρο 2); Φυσικά και όχι. Για παράδειγμα αν η 5% πρόβλεψη μας δίνει ακριβώς 5% παραβιάσεις αλλά όλες αυτές γίνονται μέσα σε 3 εβδομάδες, τότε το ρίσκο χρεοκοπίας είναι πολύ μεγάλο. Το μέτρο αυτό έχει κατασκευαστεί προκειμένου να απορρίψει το μοντέλο το οποίο έχει συγκεντρωμένες παραβιάσεις. Το μέτρο αυτό έχει την μορφή:

$$LRind = -2 \ln \left[ \frac{L(\hat{S})}{L(s)} \right] \sim X^2 \quad (33)$$

Όπου  $L(\hat{S})$  = όπως έχει υπολογιστεί πριν

$$L(\hat{S}) = (1 - \hat{s}01)^{T_{00}} \hat{s}01^{T_{01}}$$

$$\hat{s}01 = \frac{T_{01}}{T_{00} + T_{01}}$$

$T_{01}$  = ο αριθμός των λάθος προβλέψεων δεδομένου ότι έχω προβλέψει σωστά

$T_{00}$  = ο αριθμός των σωστών προβλέψεων δεδομένου ότι έχω προβλέψει σωστά

Σε μεγάλα δείγματα το  $LRind$  κατανέμεται σύμφωνα με την κατανομή  $\chi^2$  με ένα βαθμό ελευθερίας [Christoffersen \(1998\)](#).

Η υπόθεση που εξετάζει είναι, το μοντέλο να εμφανίζει μη συγκεντρωμένες παρατηρήσεις λανθασμένων προβλέψεων. Αν γίνει αποδεκτό το μοντέλο, σύμφωνα με το μέτρο ελέγχου, τότε δεν εμφανίζει συγκεντρωμένες παρατηρήσεις λανθασμένων προβλέψεων.

Το τελευταίο μέτρο ελέγχου του μοντέλου εξετάζει ταυτόχρονα το κατά πόσο οι παραβιάσεις του μοντέλου συγκεντρώνονται γύρω από μία χρονική στιγμή καθώς και να δούμε αν

έχουμε προβλέψει σωστά τον αριθμό των λανθασμένων προβλέψεων. Είναι δηλαδή ο συνδυασμός των προηγούμενων δύο μέτρων οπότε και ο υπολογισμός του μέτρου ελέγχου αυτού είναι η άθροιση των δύο προηγούμενων μέτρων [Christoffersen \(2003\)](#).

$$LR_{cc} = LR_{ind} + LR_{uc} \quad (34)$$

Ομοίως και αυτό το μέτρο ακολουθεί την κατανομή  $\chi^2$  με δύο βαθμούς ελευθερίας [Christoffersen \(1998\)](#)

Η υπόθεση που εξετάζει είναι το μοντέλο να εμφανίζει μη συγκεντρωμένες παρατηρήσεις λανθασμένων προβλέψεων, όπως και να εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικό ποσοστό λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό. Αν γίνει αποδεκτό το μοντέλο, σύμφωνα με το μέτρο ελέγχου, τότε δεν εμφανίζει συγκεντρωμένες παρατηρήσεις λανθασμένων προβλέψεων και διαφορετικό ποσοστό λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## Κεφάλαιο 7 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ALPHA BANK	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	2,25%	1,96%	1,50%	3,25%	1,65%	1,65%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	45	44	36	65	33	33
Ελάχιστο	3,52%	3,07%	2,53%	3,71%	2,27%	2,41%
Μέγιστο	20,33%	21,24%	21,59%	15,17%	27,12%	30,77%
Μέσο VAR	7,08%	7,11%	7,81%	6,54%	7,71%	7,64%
LRUC	23,35	16,27	5,27(***)	64,35	7,16	7,16
LRIND	40,18	41,33	1,13(*)	45,32	9,31	9,31
LRCC	63,53	57,60	6,40(***)	109,67	16,48	16,48
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	7,81%	6,81%	5,46%	7,71%	5,46%	5,46%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	156	153	131	154	109	109
Ελάχιστο	2,47%	2,20%	1,47%	2,63%	1,61%	1,71%
Μέγιστο	10,78%	13,50%	16,35%	10,74%	19,20%	21,79%
Μέσο VAR	4,66%	4,71%	4,98%	4,63%	5,46%	5,41%
LRUC	28,53	13,94	1,05(*)	26,65	0,85(*)	0,85(*)
LRIND	134,88	116,35	83,45	129,78	69,56	58,02
LRCC	163,41	130,29	84,51	156,43	70,41	58,87
Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.						
Οι μέθοδοι είναι						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH (1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul>						
Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.						
Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.						
Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής $\chi^2$ με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).						

Πίνακας 7.1 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την Alpha Bank. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.



ΔΕΗ	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,65%	1,47%	1,46%	2,50%	1,85%	1,70%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	33	33	35	50	37	30
Ελάχιστο	3,35%	2,78%	1,85%	3,15%	1,62%	2,14%
Μέγιστο	9,29%	12,89%	25,18%	8,70%	20,20%	31,10%
Μέσο VAR	5,67%	5,53%	6,66%	5,37%	5,79%	5,86%
LRUC	7,16	4,35(***)	4,48(***)	32,15	11,70	8,21
LRIND	9,31	17,90	17,97	54,58	9,36	1,21(*)
LRCC	16,48	22,25	22,45	86,73	21,07	9,42
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	6,86%	6,58%	5,96%	6,06%	5,61%	5,21%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	137	148	143	121	112	104
Ελάχιστο	2,06%	1,97%	1,52%	2,23%	1,14%	1,52%
Μέγιστο	6,33%	8,00%	8,94%	6,16%	14,31%	22,02%
Μέσο VAR	3,62%	3,60%	3,72%	3,80%	4,10%	4,15%
LRUC	13,06	10,84	4,42(***)	4,41(***)	1,49(*)	0,17(*)
LRIND	119,53	132,69	117,71	109,35	69,65	75,40
LRCC	132,59	143,54	122,14	113,76	71,14	75,58
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.</p> <p>Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</p>						

Πίνακας 7.2 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την ΔΕΗ. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μίας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

EUROBANK	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	2,30%	1,91%	1,42%	3,05%	1,20%	1,80%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	46	43	34	61	24	36
Ελάχιστο	3,20%	2,97%	2,64%	3,24%	1,93%	2,67%
Μέγιστο	19,24%	21,53%	22,63%	15,80%	29,47%	37,22%
Μέσο VAR	6,85%	6,84%	7,61%	6,49%	7,82%	7,40%
LRUC	25,02	14,93	3,74(**)	54,99	0,77(*)	10,48
LRIND	32,37	33,45	26,64	67,01	9,44	17,39
LRCC	57,39	48,37	30,39	121,99	10,21	27,87
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	8,86%	7,12%	5,67%	8,16%	5,16%	5,86%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	177	160	136	163	103	117
Ελάχιστο	2,08%	1,94%	1,25%	2,29%	1,37%	1,89%
Μέγιστο	11,06%	14,90%	17,80%	11,19%	20,87%	26,36%
Μέσο VAR	4,44%	4,54%	4,90%	4,59%	5,54%	5,24%
LRUC	51,46	18,86	2,19(*)	35,52	0,10(*)	2,93(**)
LRIND	213,69	180,50	153,21	195,78	87,37	98,21
LRCC	265,15	199,36	155,40	231,30	87,47	101,14
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.</p> <p>Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p><b>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</b></p>						

Πίνακας 7.3 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την EUROBANK. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μίας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

ΟΠΑΠ	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,60%	1,51%	1,38%	2,30%	1,80%	1,85%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	32	34	33	46	36	37
Ελάχιστο	3,30%	3,02%	1,75%	3,38%	1,89%	2,27%
Μέγιστο	9,31%	12,74%	13,63%	7,29%	13,43%	14,03%
Μέσο VAR	5,39%	5,29%	6,02%	4,87%	5,16%	5,17%
LRUC	6,18(***)	5,15(***)	3,07(**)	25,02	10,48	11,70
LRIND	1,07(*)	1,08(*)	18,10	32,37	9,35	17,35
LRCC	7,25(***)	6,23(***)	21,17	57,39	19,83	29,05
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	6,66%	6,41%	5,59%	6,16%	5,11%	4,85%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	133	144	134	123	102	97
Ελάχιστο	2,09%	1,88%	1,34%	2,40%	1,34%	1,61%
Μέγιστο	4,95%	6,61%	7,47%	5,16%	9,51%	9,93%
Μέσο VAR	3,37%	3,38%	3,48%	3,45%	3,65%	3,66%
LRUC	10,50	8,62	1,68(*)	5,25(***)	0,05(*)	0,09(*)
LRIND	71,28	89,03	77,82	70,29	75,46	57,48
LRCC	81,79	97,66	79,51	75,55	75,50	57,57
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.  Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικό ποσοστό λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p><b>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</b></p>						

Πίνακας 7.4 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για τον ΟΠΑΠ. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

COCA - COLA 3E	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,20%	1,07%	1,00%	2,20%	1,70%	1,65%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	26	24	24	44	34	33
Ελάχιστο	3,20%	2,67%	2,25%	3,28%	2,18%	2,93%
Μέγιστο	10,54%	16,13%	23,34%	7,90%	16,11%	15,30%
Μέσο VAR	6,29%	6,32%	7,50%	5,18%	5,27%	5,28%
LRUC	0,78(*)	0,10(*)	0,0001(*)	21,77	8,24	7,19
LRIND	18,37	18,78	0,51(*)	40,32	17,48	17,54
LRCC	19,14	18,89	0,51(*)	62,10	25,72	24,73
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	6,41%	5,97%	5,30%	5,51%	4,41%	4,11%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	130	134	127	110	88	82
Ελάχιστο	2,12%	2,09%	1,59%	2,32%	1,55%	2,07%
Μέγιστο	4,88%	5,74%	7,97%	5,59%	11,41%	10,84%
Μέσο VAR	3,37%	3,29%	3,49%	3,67%	3,73%	3,74%
LRUC	7,73	4,17(***)	0,45(*)	1,06(*)	1,53(*)	3,55(**)
LRIND	114,47	88,51	77,52	98,66	38,81	44,86
LRCC	122,20	92,68	77,97	99,73	40,33	48,41
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.</p> <p>Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμησης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικό ποσοστό λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</p>						

Πίνακας 7.5 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την Coca – Cola 3E. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

ETE	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,95%	1,82%	1,63%	2,85%	1,70%	1,55%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	39	41	39	57	34	31
Ελάχιστο	3,47%	3,46%	2,73%	3,46%	2,21%	2,62%
Μέγιστο	14,62%	15,71%	23,31%	12,36%	22,95%	29,95%
Μέσο VAR	7,72%	7,57%	8,09%	6,74%	7,39%	7,33%
LRUC	14,31	12,39	7,99	46,17	8,21	5,26(***)
LRIND	41,24	41,87	17,77	46,05	1,21(*)	9,31
LRCC	55,55	54,27	25,76	92,22	9,42	14,57
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	7,11%	6,67%	5,84%	6,91%	5,41%	5,91%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	142	150	140	138	108	118
Ελάχιστο	2,42%	2,04%	1,30%	2,45%	1,57%	1,85%
Μέγιστο	8,74%	11,23%	14,38%	8,75%	16,25%	21,21%
Μέσο VAR	4,66%	4,78%	4,97%	4,77%	5,23%	5,19%
LRUC	16,61	12,04	3,37(**)	13,74	0,67(*)	3,27(**)
LRIND	124,71	149,02	95,09	114,14	81,20	75,54
LRCC	141,32	161,05	98,47	127,88	81,88	78,82
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.</p> <p>Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p><b>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</b></p>						

Πίνακας 7.6 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την Εθνική Τράπεζα. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

<b>METKA</b>	<b>HS-500</b>	<b>HS-250</b>	<b>HS-100</b>	<b>VAR - COVAR</b>	<b>EWMA - VAR</b>	<b>GARCH(1,1)</b>
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	0,95%	1,29%	1,17%	1,50%	1,45%	1,30%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	19	29	28	30	29	26
Ελάχιστο	4,87%	3,86%	2,60%	4,78%	2,44%	2,59%
Μέγιστο	7,19%	9,19%	18,28%	6,67%	13,35%	13,58%
Μέσο VAR	6,33%	6,22%	7,44%	5,77%	5,59%	5,64%
LRUC	0,05(*)	1,75(*)	0,65(*)	4,40(***)	3,61(**)	1,67(*)
LRIND	9,71	9,47	18,54	17,75	0,88(*)	0,71(*)
LRCC	9,76	11,22	19,18	22,15	4,49(*)	2,39(*)
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	5,46%	5,38%	5,17%	4,60%	4,15%	3,95%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	109	121	124	92	83	79
Ελάχιστο	2,70%	2,28%	1,99%	3,39%	1,73%	1,83%
Μέγιστο	4,66%	5,42%	6,81%	4,72%	9,45%	9,62%
Μέσο VAR	3,74%	3,73%	3,97%	4,08%	3,96%	3,99%
LRUC	0,85(*)	0,68(*)	0,15(*)	0,67(*)	3,19(**)	4,94(***)
LRIND	87,02	94,29	107,20	82,24	44,88	38,40
LRCC	87,87	94,96	107,35	82,92	48,06	43,35
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.  Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p><b>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</b></p>						

Πίνακας 7.7 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την METKA. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

ΜΟΗ	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,60%	1,87%	1,13%	2,55%	1,50%	1,35%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	32	42	27	51	31	27
Ελάχιστο	2,92%	2,41%	2,03%	2,77%	1,67%	2,43%
Μέγιστο	7,15%	9,03%	16,18%	5,88%	11,84%	17,78%
Μέσο VAR	5,09%	4,83%	5,62%	4,50%	4,63%	4,66%
LRUC	6,18(***)	13,64	0,37(*)	34,03	4,40(***)	2,24(*)
LRIND	9,31	17,50	0,64(*)	31,98	1,01(*)	0,77(*)
LRCC	15,49	31,14	1,01(*)	66,01	6,26(***)	3,01(*)
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	6,51%	6,09%	5,59%	6,06%	5,11%	4,85%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	130	137	134	121	102	97
Ελάχιστο	1,54%	1,33%	1,09%	1,96%	1,18%	1,72%
Μέγιστο	4,22%	4,62%	6,22%	4,17%	8,39%	12,59%
Μέσο VAR	3,10%	3,03%	3,13%	3,19%	3,28%	3,30%
LRUC	8,75	5,31(***)	1,68(*)	4,41(**)	0,05(*)	0,09(*)
LRIND	153,38	133,58	118,24	155,38	63,55	33,56
LRCC	162,13	138,89	119,92	159,79	63,60	33,65
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.</p> <p>Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p><b>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</b></p>						

Πίνακας 7.8 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για την Motor – Oil. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μίας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

OTE	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,75%	1,65%	1,08%	2,75%	1,85%	1,95%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	35	37	26	55	37	39
Ελάχιστο	3,39%	2,73%	2,33%	3,26%	2,05%	2,61%
Μέγιστο	10,26%	11,49%	16,56%	8,36%	18,12%	19,34%
Μέσο VAR	5,67%	5,55%	6,38%	4,91%	5,24%	5,19%
LRUC	9,32	7,93	0,17(*)	41,97	11,70	14,31
LRIND	9,33	9,45	9,64	46,30	1,43(*)	9,41
LRCC	18,65	17,37	9,80	88,27	13,14	23,72
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	6,66%	5,92%	5,34%	6,61%	5,11%	5,46%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	133	133	128	132	102	109
Ελάχιστο	1,98%	1,74%	1,48%	2,31%	1,45%	1,85%
Μέγιστο	5,64%	7,57%	9,45%	5,92%	12,83%	13,69%
Μέσο VAR	3,49%	3,56%	3,73%	3,47%	3,71%	3,67%
LRUC	10,50	3,76(**)	0,56(*)	9,90	0,05(*)	0,85(*)
LRIND	103,40	111,12	83,40	103,40	63,55	63,78
LRCC	113,91	114,88	83,96	113,31	63,60	64,63
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.</p> <p>Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμησης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</p>						

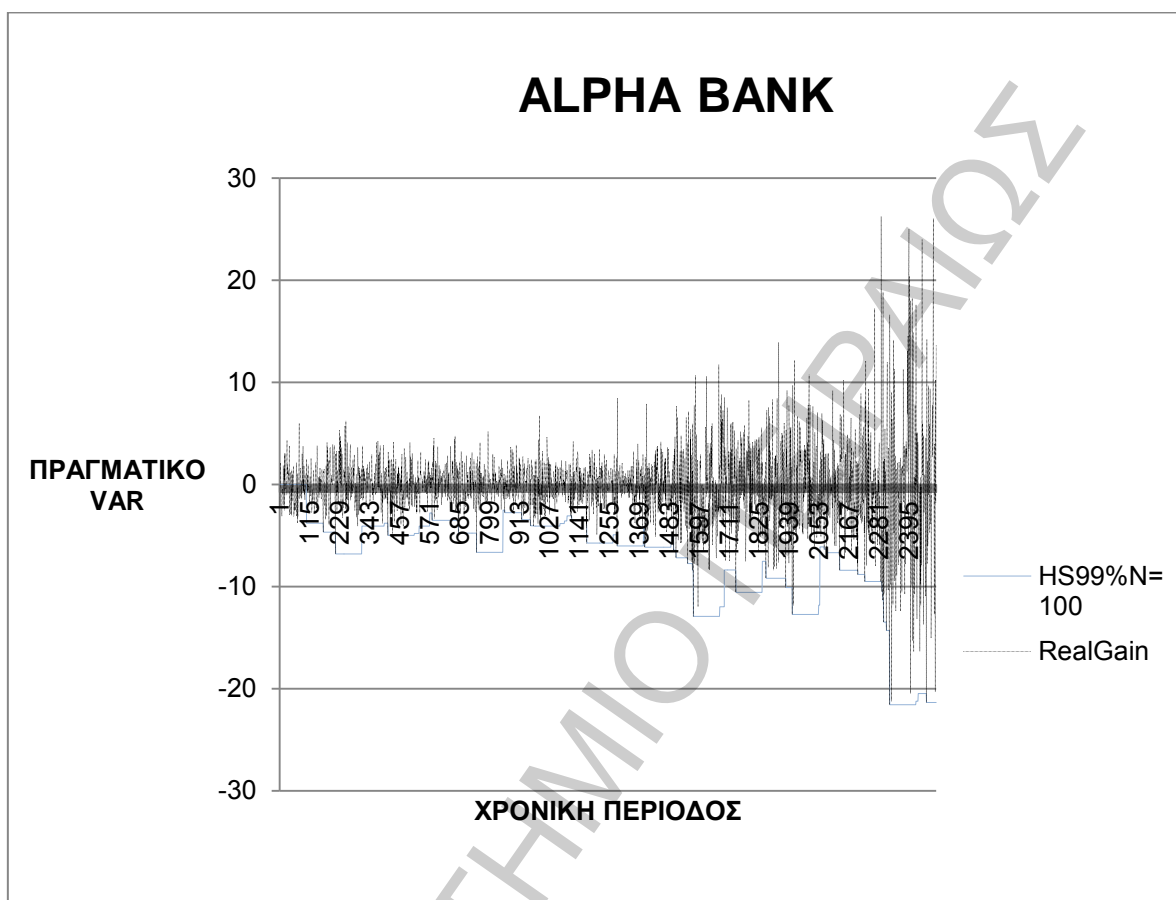
Πίνακας 7.9 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για τον OTE. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.



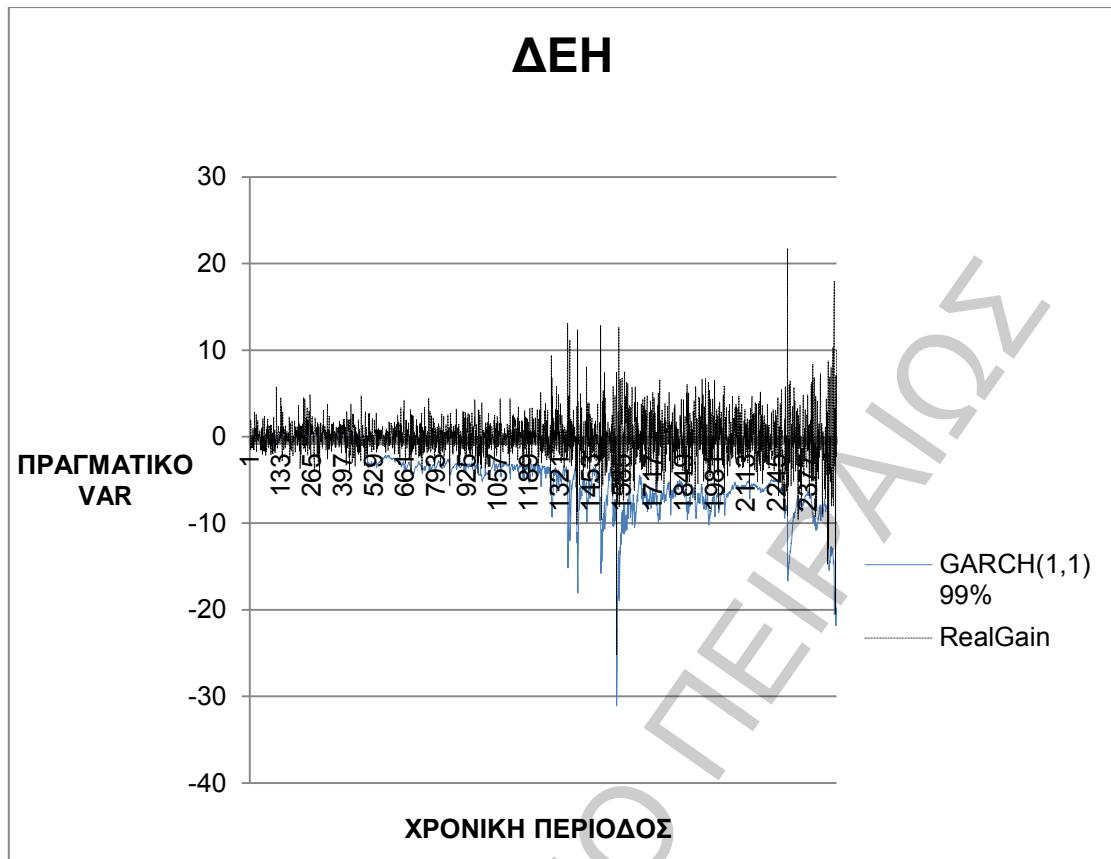
TITAN	HS-500	HS-250	HS-100	VAR - COVAR	EWMA - VAR	GARCH(1,1)
<b>99% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	1,50%	1,60%	1,13%	2,05%	1,45%	1,50%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	30	36	27	41	29	30
Ελάχιστο	3,42%	2,48%	2,18%	3,15%	2,01%	2,12%
Μέγιστο	10,30%	10,66%	14,74%	7,92%	14,07%	18,22%
Μέσο VAR	5,97%	5,31%	5,75%	4,96%	5,11%	5,13%
LRUC	4,40(***)	6,95	0,37(*)	17,13	3,61(**)	4,40(***)
LRIND	34,85	34,48	36,98	32,92	26,43	26,27
LRCC	39,25	41,43	37,34	50,05	30,04	30,67
<b>95% VAR</b>						
Ποσοστό Λαθών Προβλέψεων	6,41%	6,09%	5,50%	6,01%	4,95%	4,75%
Αριθμός Λαθών Προβλέψεων	128	137	132	120	99	95
Ελάχιστο	2,02%	1,50%	1,44%	2,23%	1,43%	1,50%
Μέγιστο	5,47%	6,45%	9,89%	5,61%	9,97%	12,90%
Μέσο VAR	3,40%	3,36%	3,47%	3,51%	3,62%	3,63%
LRUC	7,67	5,31(***)	1,25(*)	4,01(***)	0,01(*)	0,26(*)
LRIND	125,62	116,59	118,40	126,60	75,57	57,45
LRCC	133,29	121,91	119,65	130,61	75,58	57,71
<p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για πρόβλεψη μίας μέρας για 95% και 99%.  Οι μέθοδοι είναι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HS-500 (ιστορική προσομοίωση με 500 παρατηρήσεις), HS-250 (ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις), HS-100 (ιστορική προσομοίωση με 100 παρατηρήσεις),</li> <li>• VAR-COV (μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης με 500 παρατηρήσεις), EWMA VAR-COV (μέθοδος της ίσης στάθμισης κινητού μέσου όρου με 500 παρατηρήσεις), GARCH(1,1) (μέθοδος GARCH (1,1) με 500 παρατηρήσεις και εκτίμηση παραμέτρων με την υπόθεση κανονικής κατανομής).</li> </ul> <p>Αποτελέσματα για τους ελέγχους έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen. Τα συγκεκριμένα τεστ ελέγχουν: το LRUC την εμφάνιση μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο. Η αποδοχή (στατιστική σημαντικότητα) σημαίνει ότι το μοντέλο για το LRUC εμφανίζει μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό, για το LRIND μη συγκέντρωση λανθασμένων προβλέψεων και το LRCC τον συνδυασμό και των δύο.</p> <p>Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε για 2000 μέρες(για HS-250 για 2250 μέρες και για την HS-100 για 2400 μέρες) και η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 100 χιλ. ευρώ. Το ελάχιστο είναι η ελάχιστη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο, το μέγιστο η μέγιστη και το μέσο η μέση εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο.</p> <p><b>Το (***) αντιπροσωπεύει τη στατιστική σημαντικότητα για 1%, το (**) το 5% και το (*) το 10%. Οι κριτικές τιμές είναι αντίστοιχα 6.63, 3.84, και 2.71 της κατανομής <math>\chi^2</math> με 1 βαθμό ελευθερίας (για τα LRUC, LRIND), ενώ με δύο βαθμούς ελευθερίας 9.21, 5.99, 4.61 (για το LRCC).</b></p>						

Πίνακας 7.10 Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο και ο υπολογισμός των μέτρων ελέγχου του Christoffersen για του TITANA. Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο έγινε για την πρόβλεψη μιας ημέρας και διαστημάτων εμπιστοσύνης 99% και 95%.

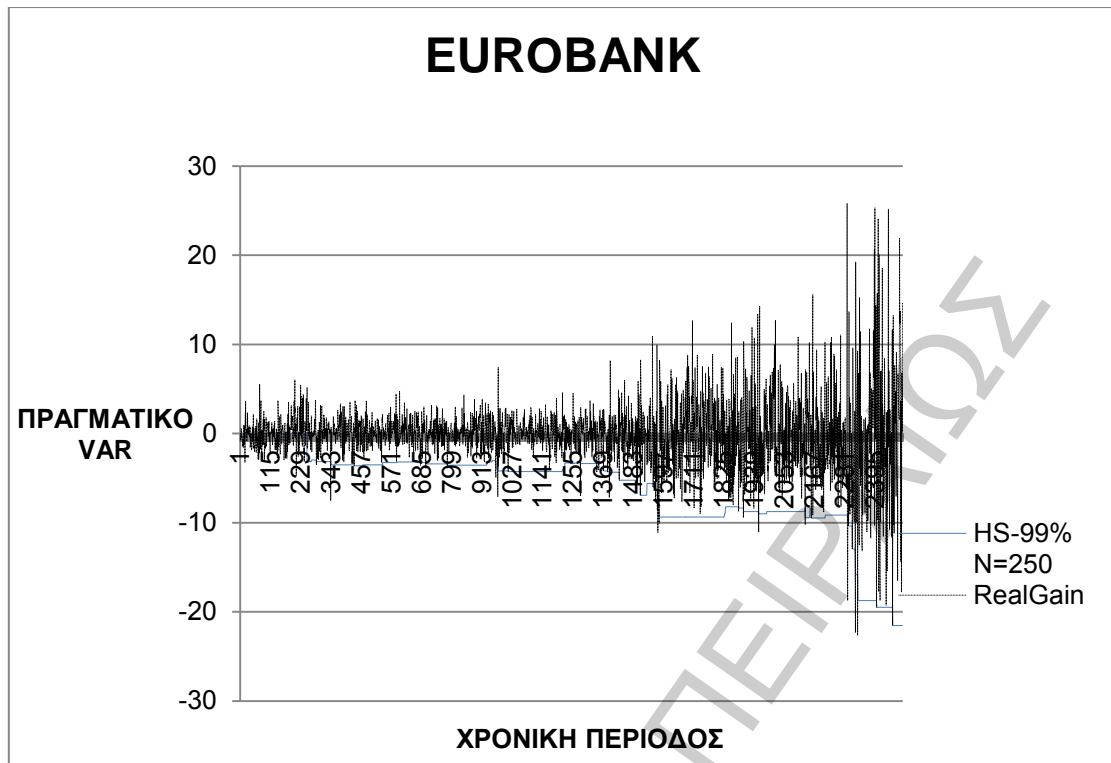
Διαγράμματα καλύτερης μεθόδου υπολογισμού αξίας σε κίνδυνο για κάθε μετοχή σύμφωνα με τα μέτρα του Christoffersen



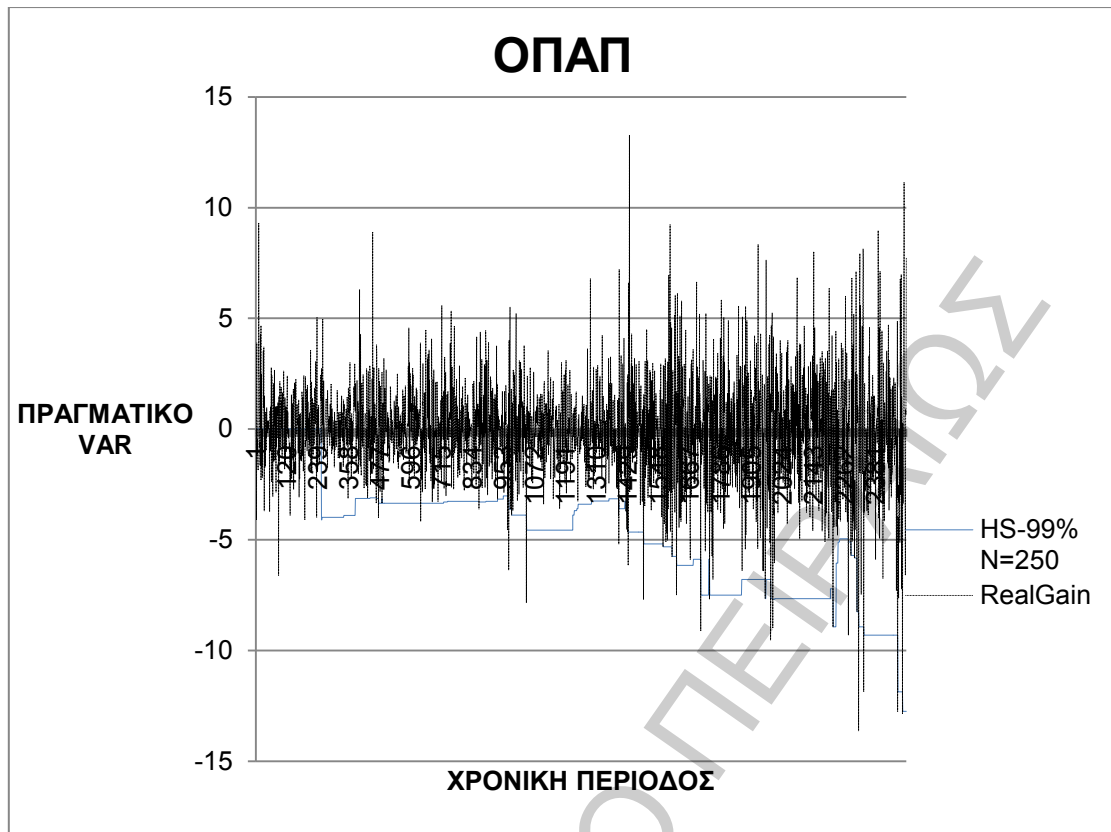
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.1 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την Alpha Bank, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.2** Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την ΔΕΗ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

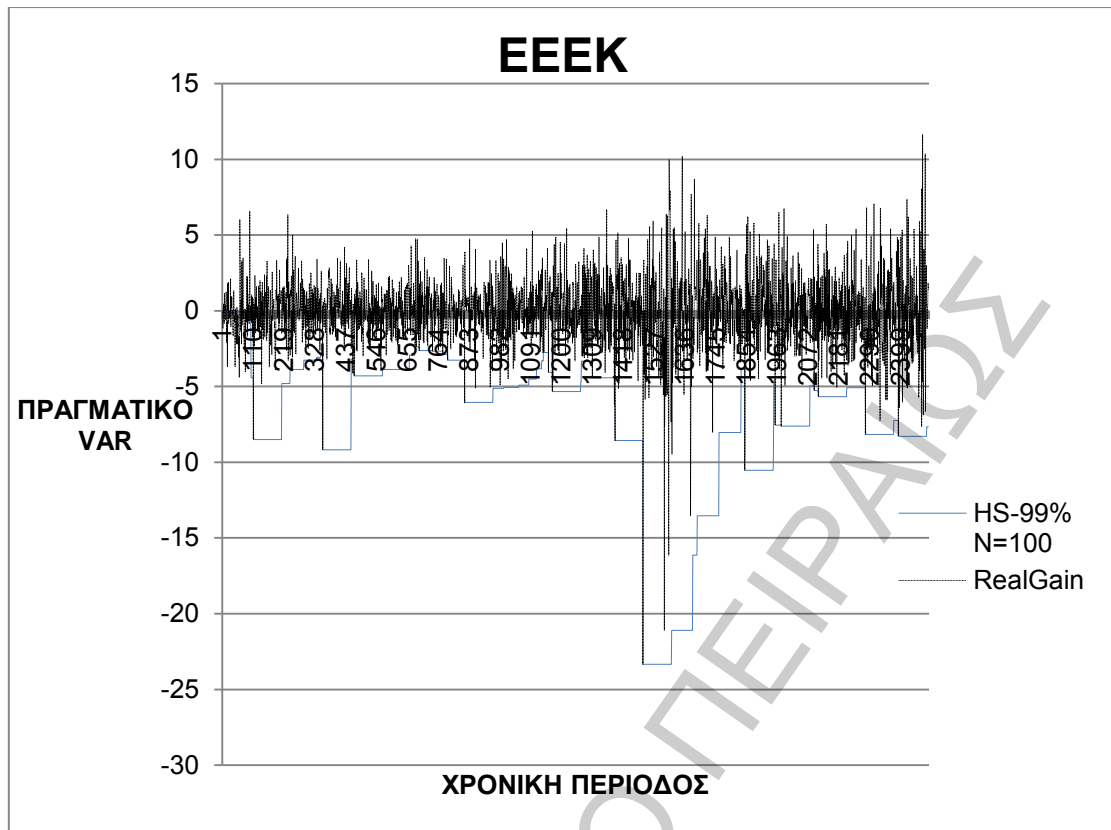


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.3 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την EUROBANK, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

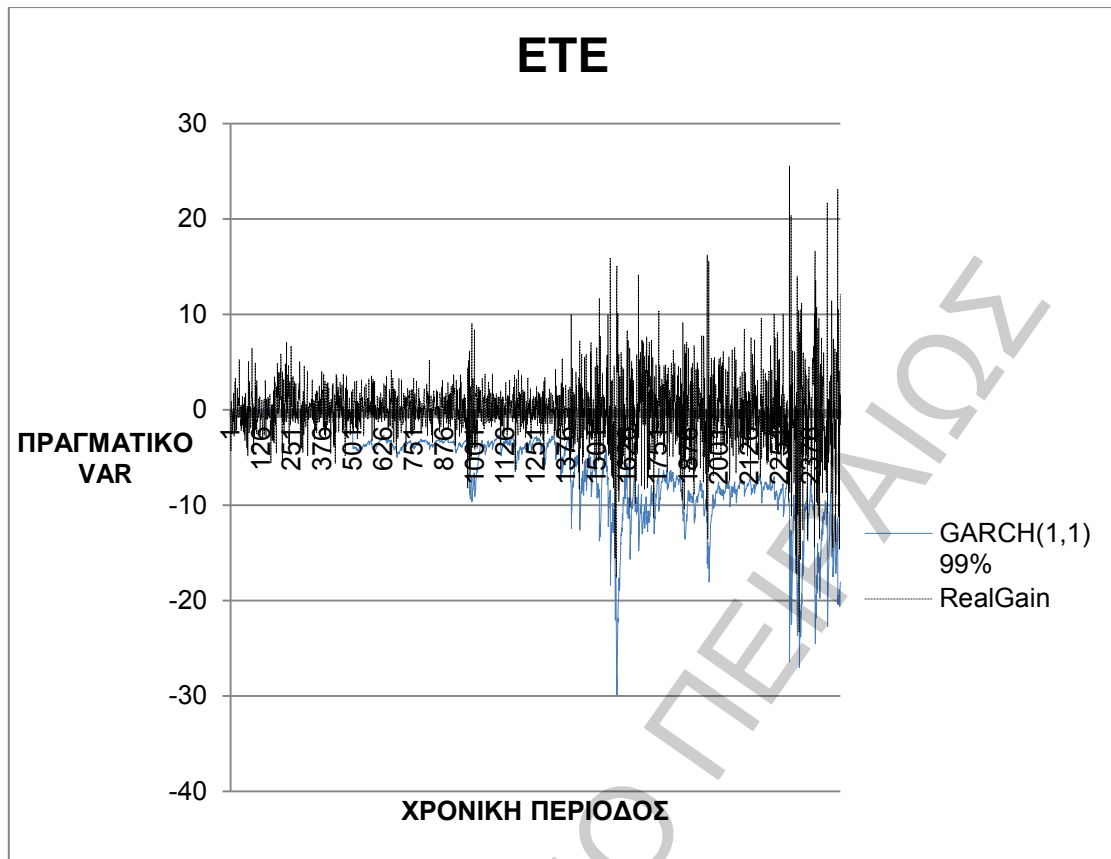


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.4 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για τον ΟΠΑΠ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

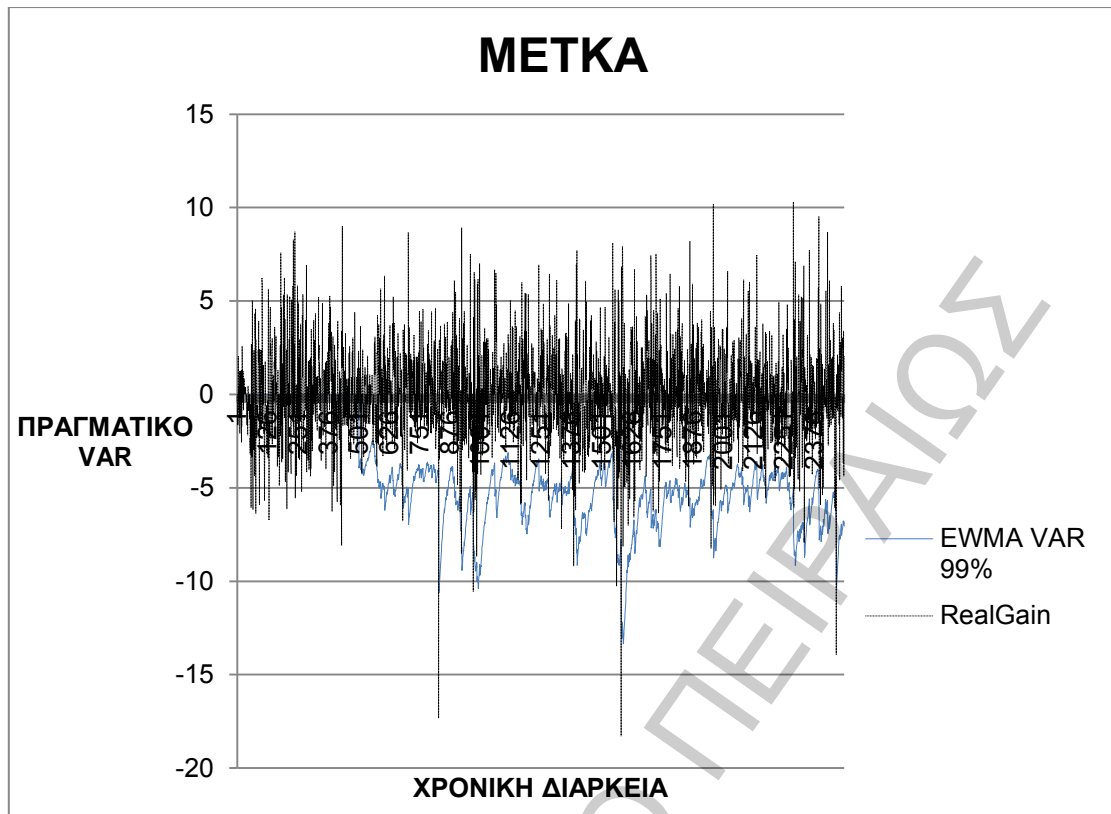
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.5** Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την Coca – Cola 3E, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

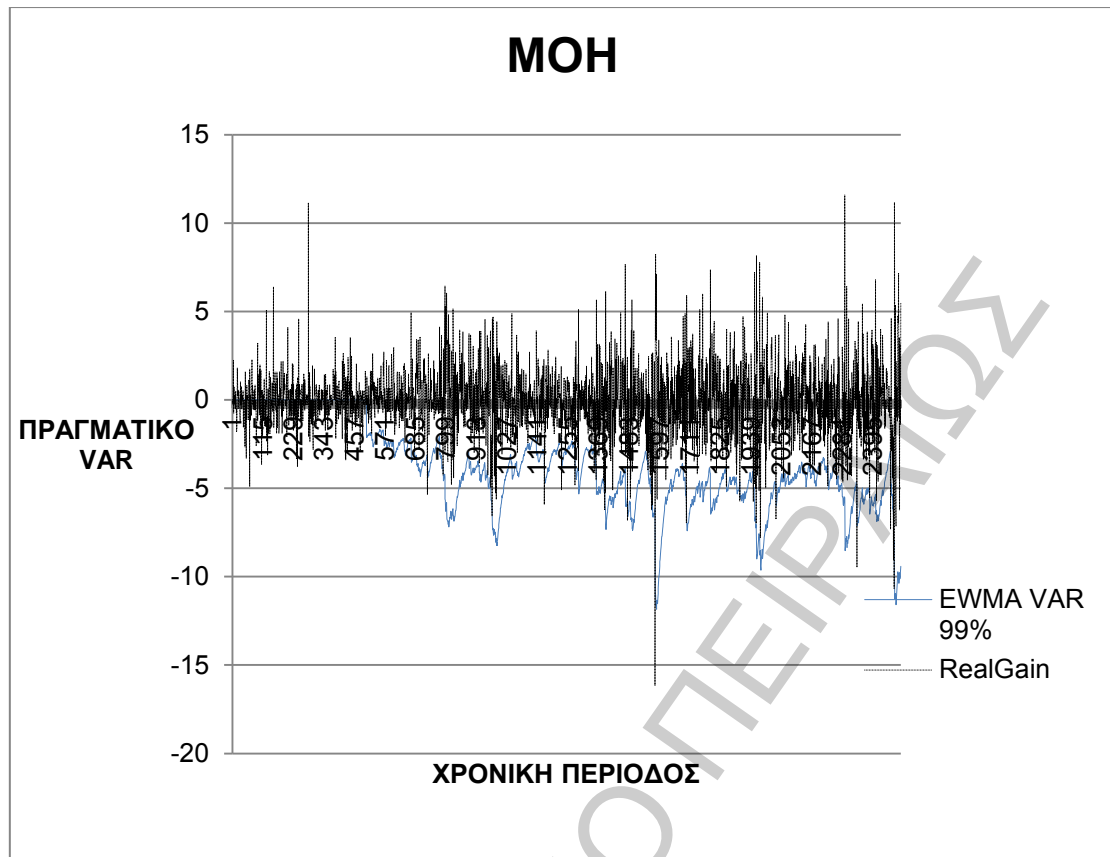


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.6 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την Εθνική Τράπεζα, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

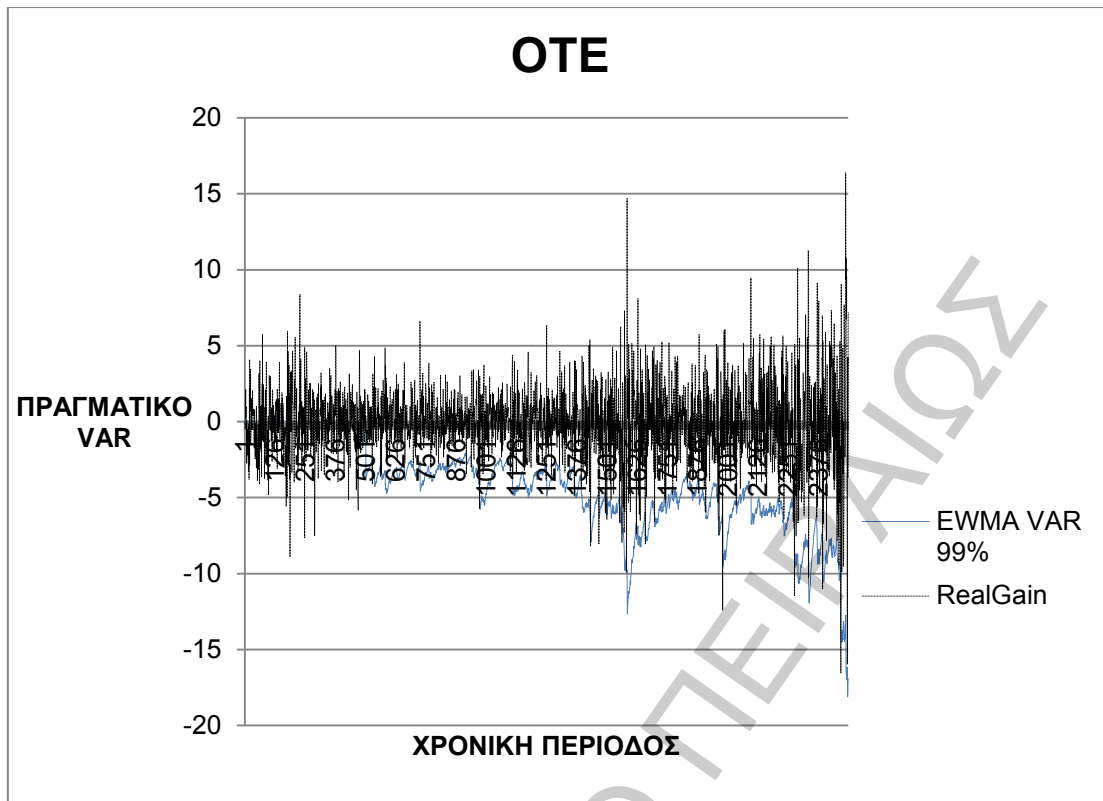


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.7 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την ΜΕΤΚΑ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.



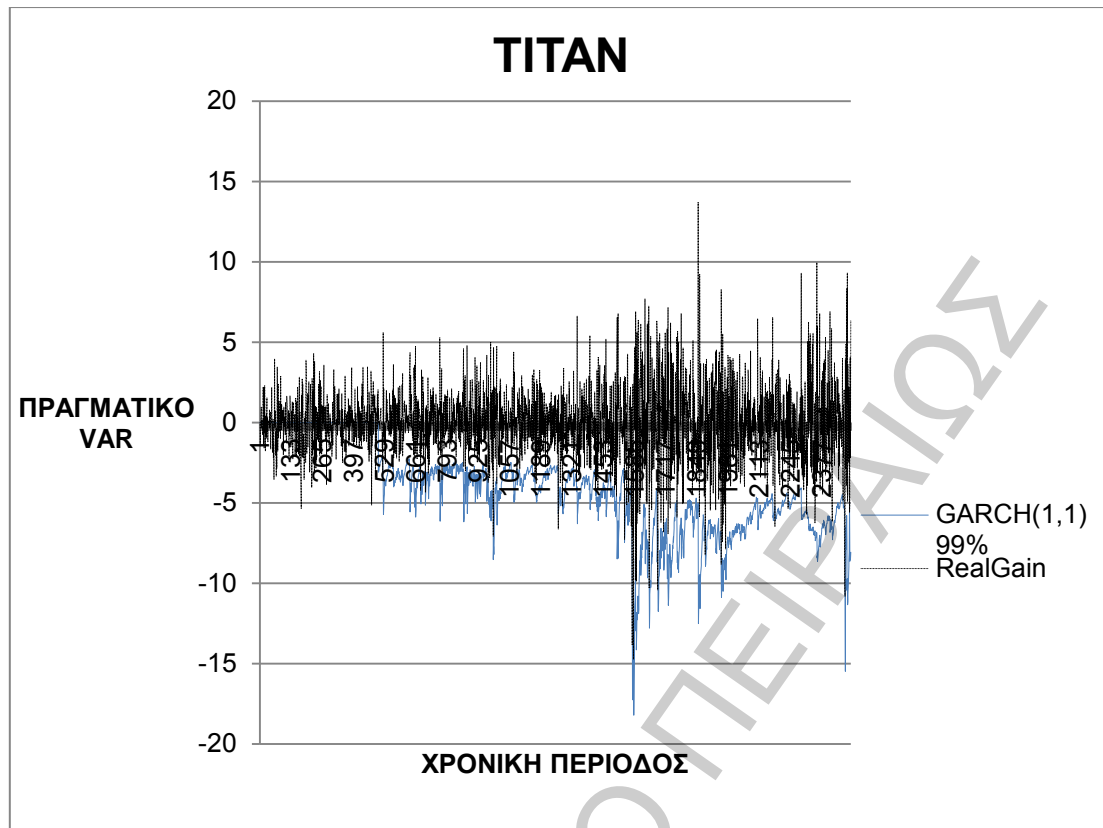


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.8 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για την Motor – Oil, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

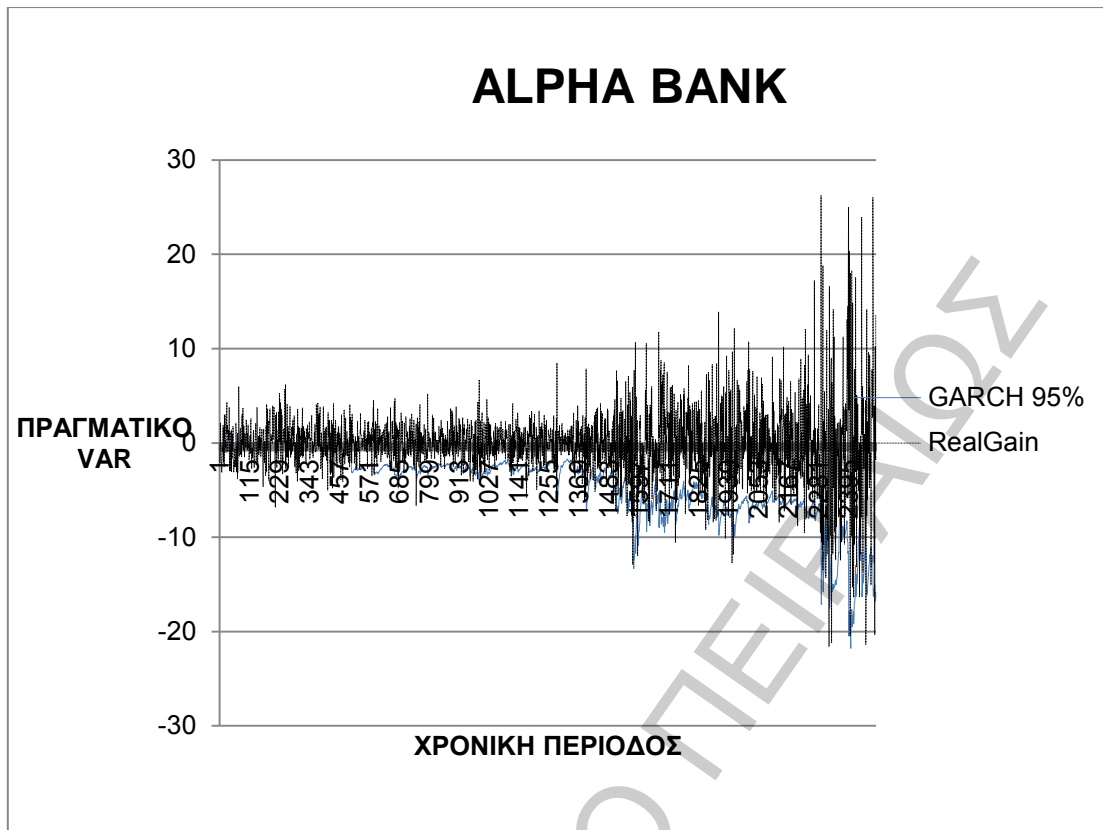


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.9 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για τον ΟΤΕ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

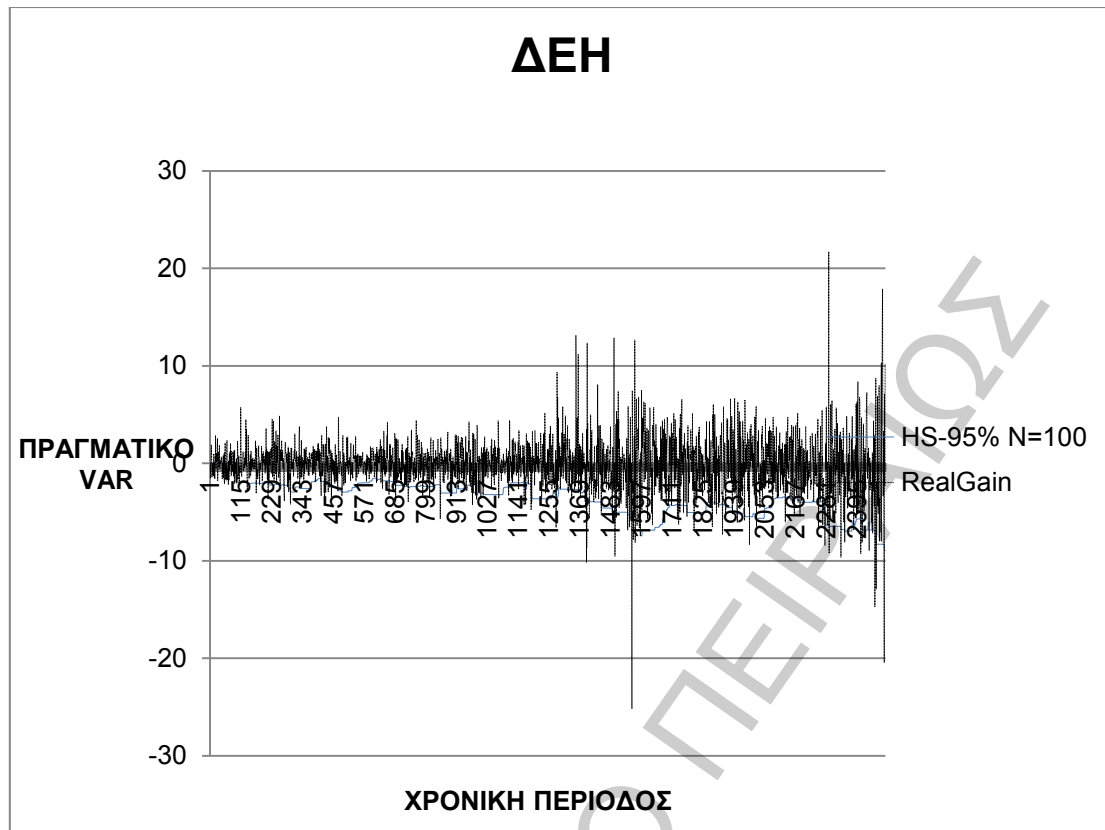


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.10 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen για τον ΤΙΤΑΝΑ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 99% διάστημα εμπιστοσύνης.

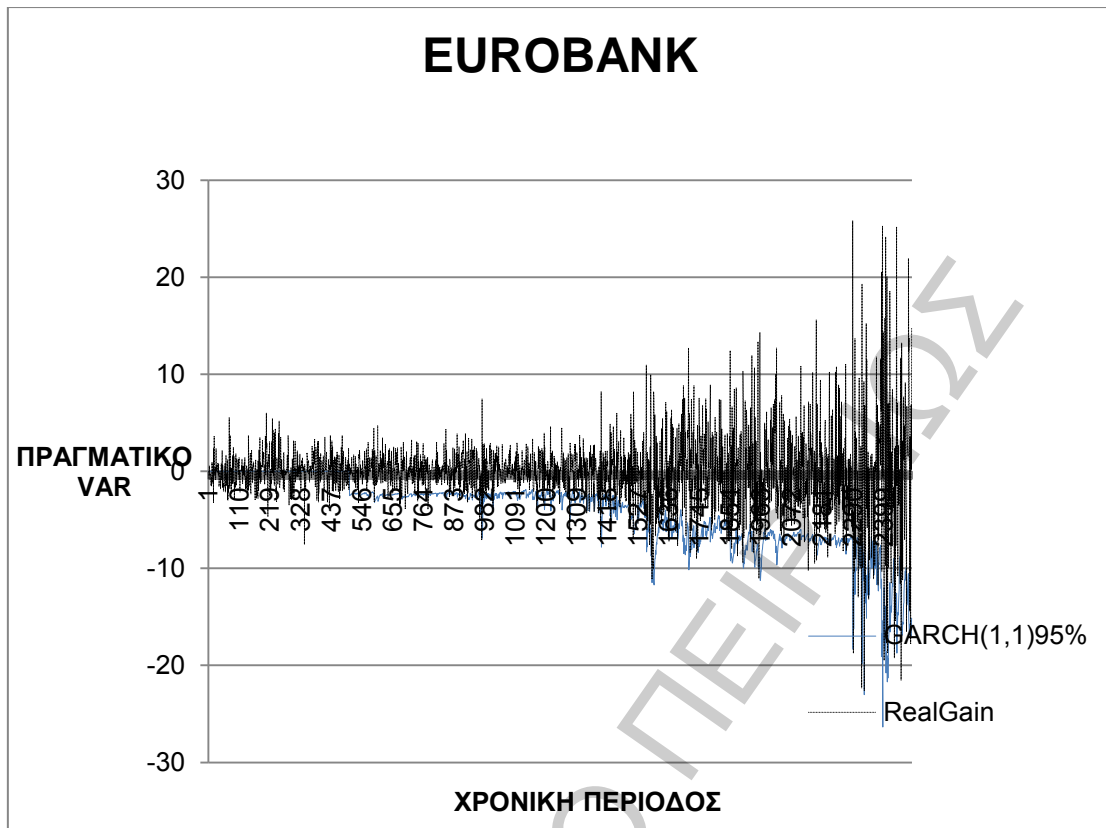


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.11** Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την Alpha Bank, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

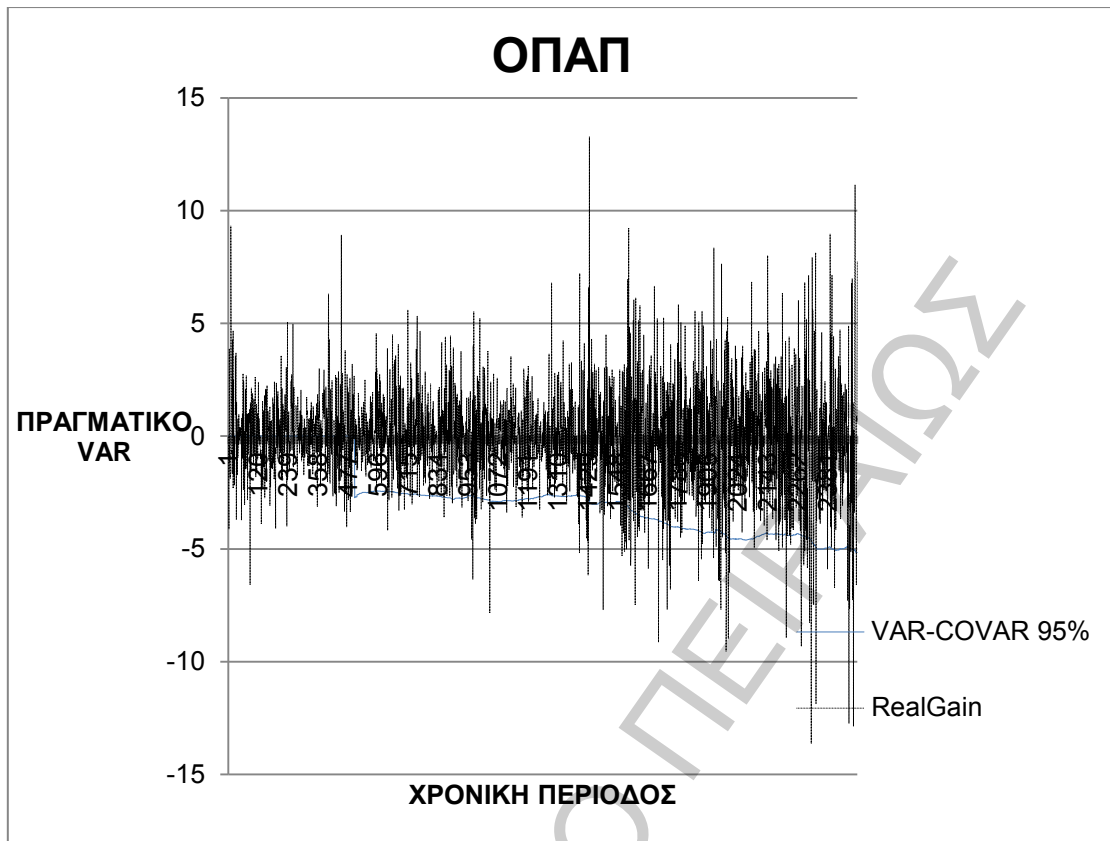
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



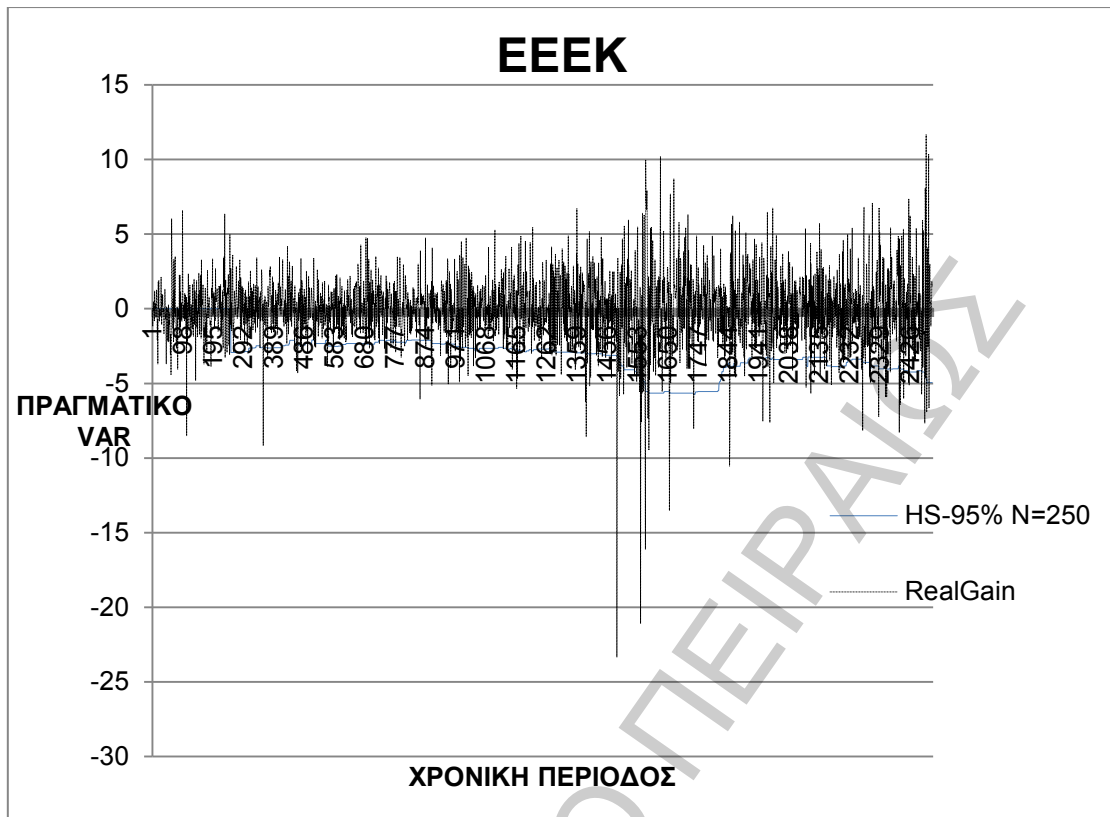
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.12** Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την ΔΕΗ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.13** Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την EUROBANK, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.



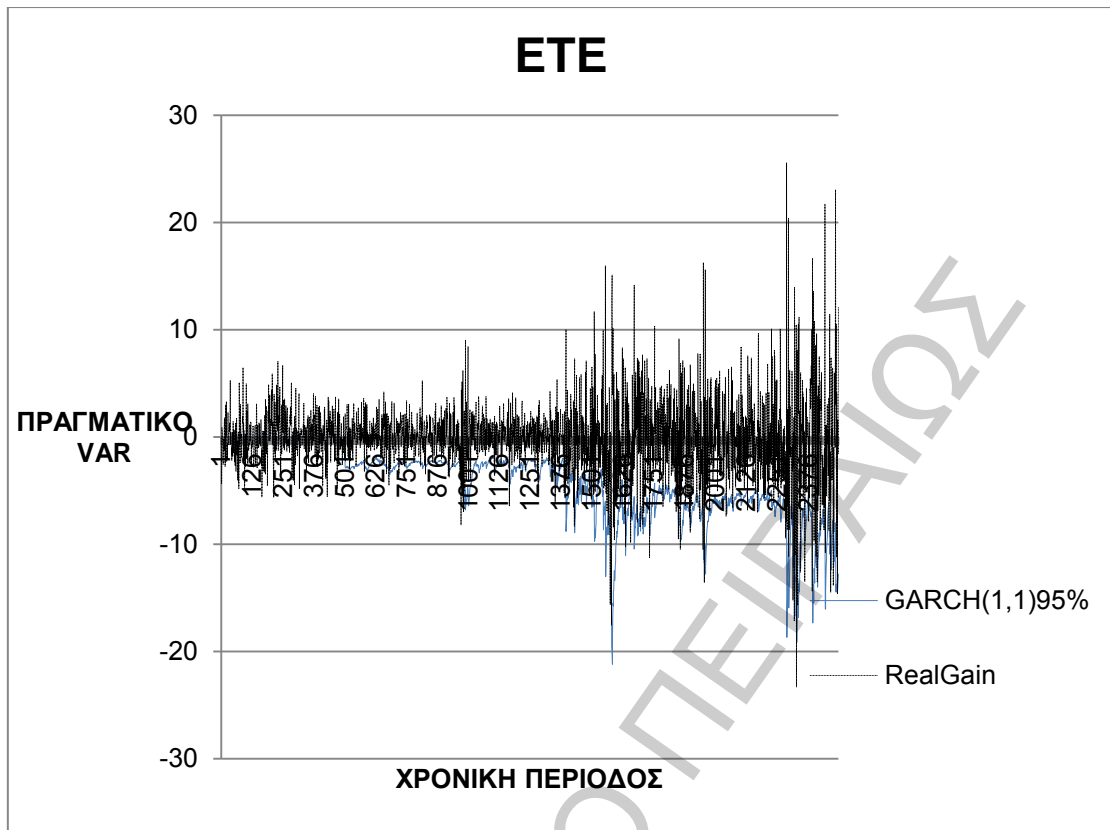
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.14 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για τον ΟΠΑΠ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.15 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την Coca – Cola 3E, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

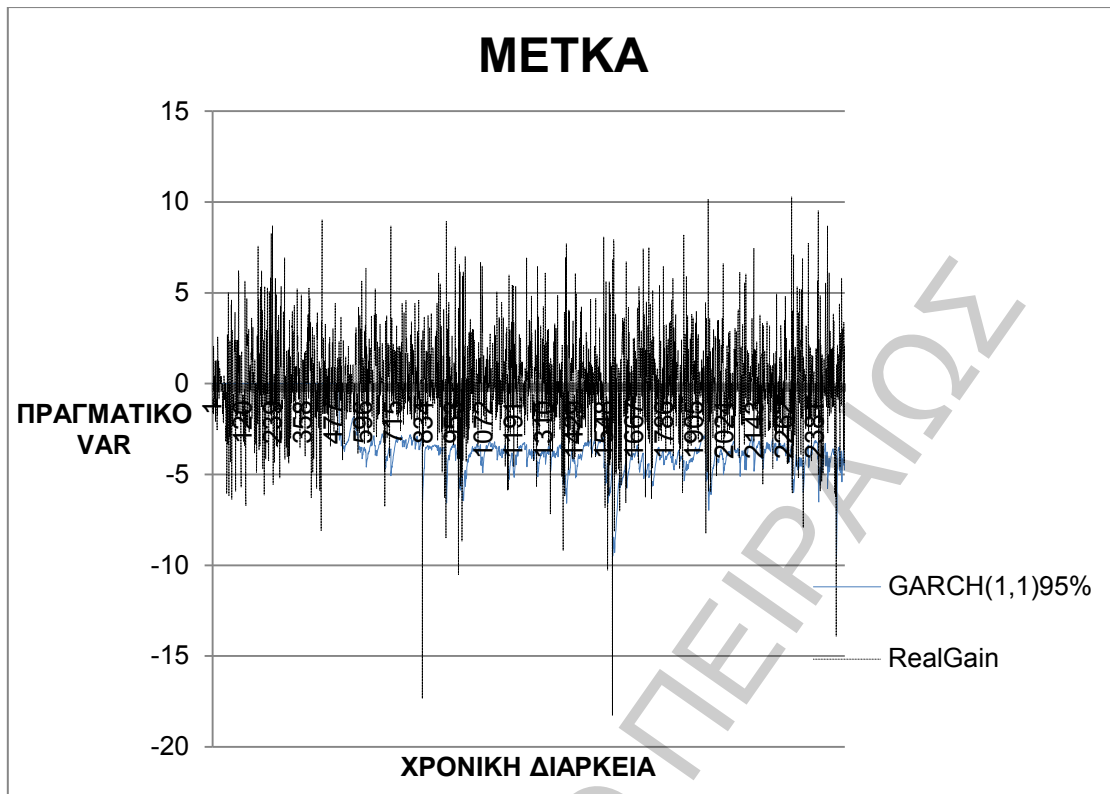
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



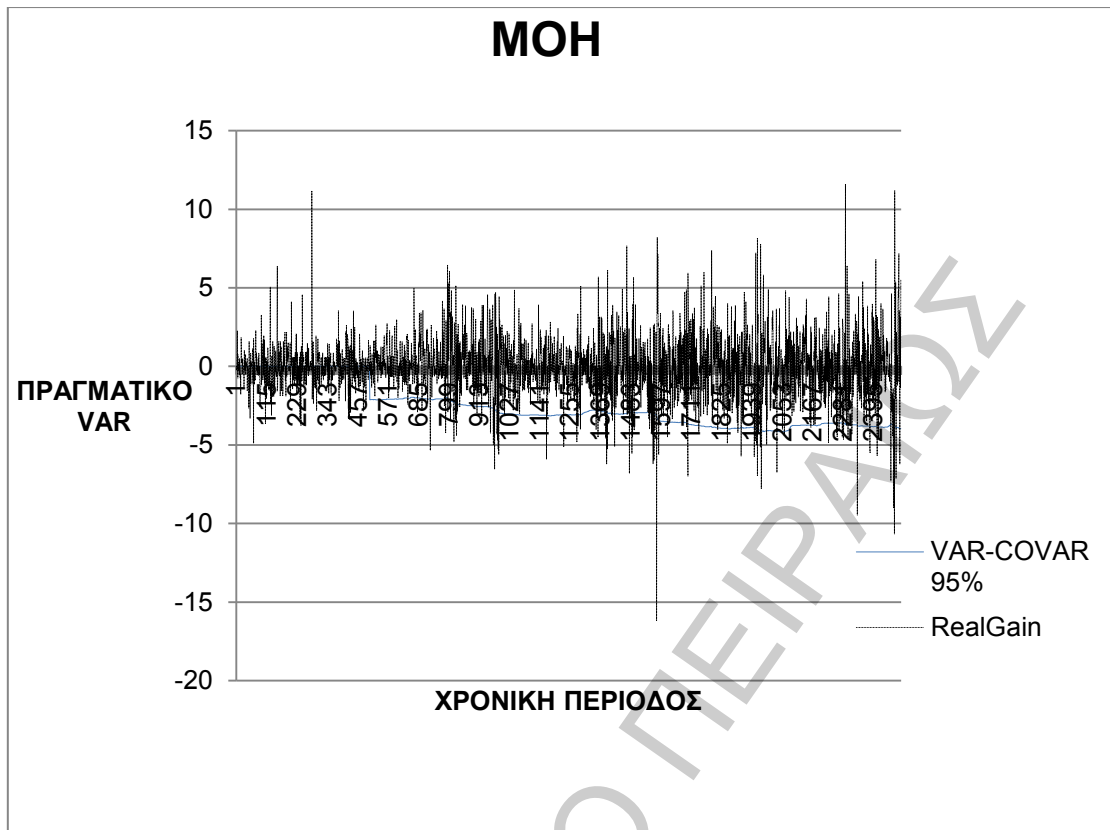


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.16 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την Εθνική Τράπεζα, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

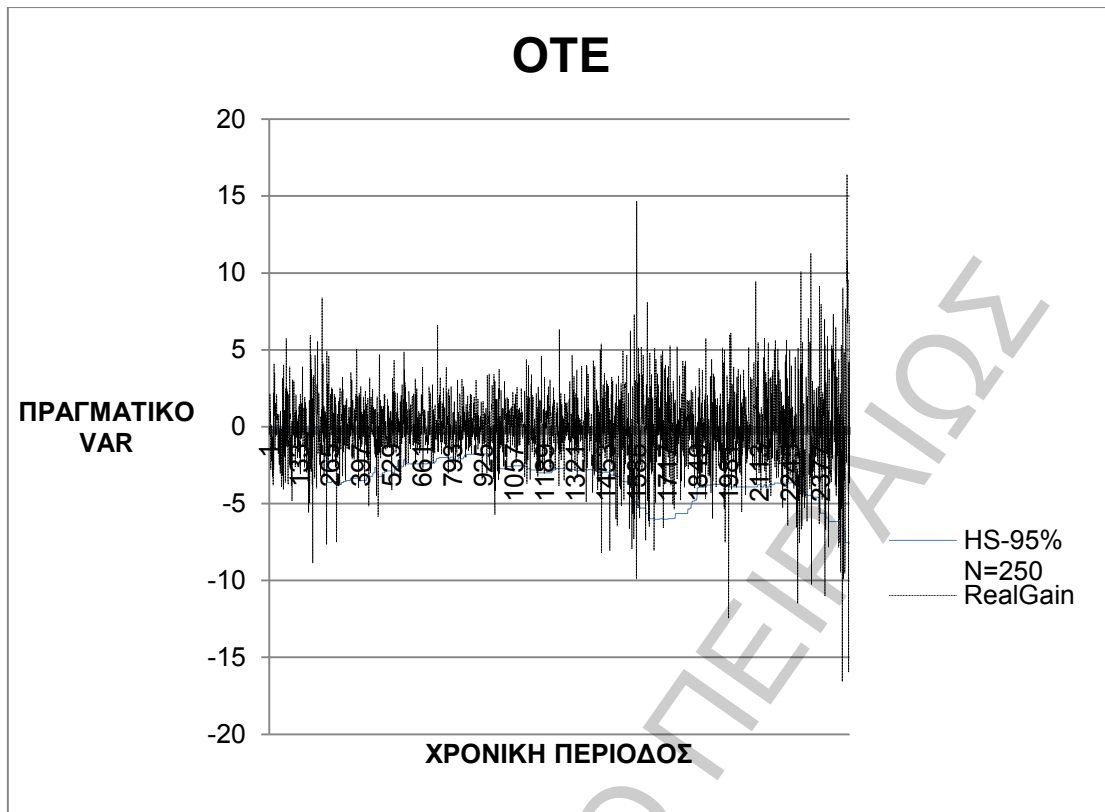


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.17 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την ΜΕΤΚΑ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.



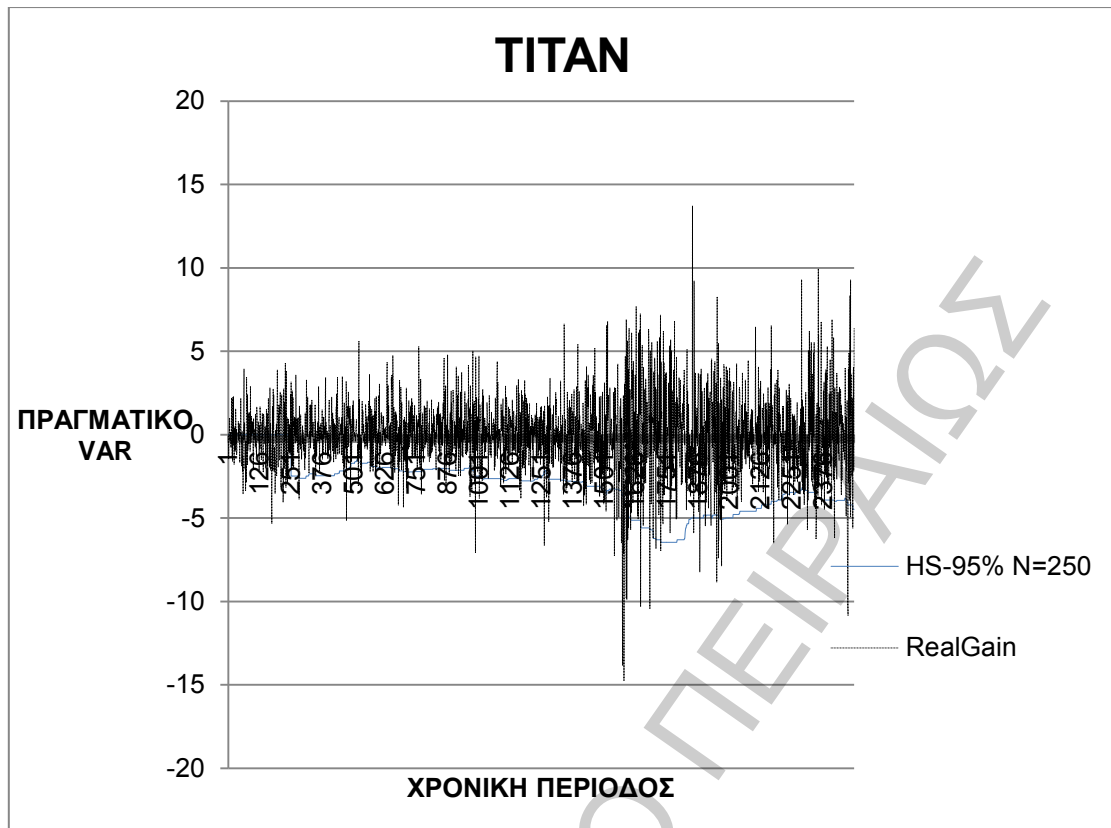
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.18 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για την Motor – Oil, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.19 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο, σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για τον ΟΤΕ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΤΡΑΙΩΝ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7.20 Παρουσίαση της πιο αποτελεσματικής μεθόδου της πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο , σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου του Christoffersen, για τον ΤΙΤΑΝΑ, σε σύγκριση με το πραγματικό κέρδος ζημία. Η πρόβλεψη έγινε για μία μέρα και 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## Κεφάλαιο 8 Συμπεράσματα

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία υπολογίσαμε την αξία σε κίνδυνο για 10 μετοχές του Ελληνικού χρηματιστηρίου και μεγάλης κεφαλαιοποίησης, με την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης, και της διακύμανσης – συνδιακύμανσης. Η πρόβλεψη έγινε με την out of sample μέθοδο. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Η ιστορική προσομοίωση με 500, 250 και 100 παρατηρήσεις να λαμβάνουν μέρος για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο,
- Η μέθοδος της διακύμανσης – συνδιακύμανσης, με την απλή εφαρμογή της, την EWMA και η GARCH(1,1) με 500 παρατηρήσεις να λαμβάνονται υπόψη για τη πρόβλεψη.

Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε με τα τρία μέτρα του Christoffersen για 8 χρόνια.

Τα συμπεράσματα που βγάζουμε από την μελέτη μας είναι μεικτά. Αν χωρίσουμε τα μοντέλα κατά διαστήματα εμπιστοσύνης, τότε παρατηρούμε ότι καλύτερες προβλέψεις για διάστημα εμπιστοσύνης 99% έχουμε με την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης δηλαδή σε μη παραμετρικά μοντέλα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι με βάση τα μέτρα ελέγχου που εφαρμόστηκαν (Christoffersen). Αυτό έρχεται σε συμφωνία με την μελέτη του [Αγγελίδη και του Μπένου \(2004\)](#) όπου βρήκαν ότι η φιλτραρισμένη ιστορική προσομοίωση στις μετοχές έχει καλά αποτελέσματα όπως και με τους [Λαμπαραιάδη, Παπαδοπούλου και Σκιαδόπουλο \(2003\)](#). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν ο [Αγγελίδης και ο Σκιαδόπουλος \(2008\)](#). Σε μερικές περιπτώσεις όμως, καλά αποτελέσματα είχαν και οι μέθοδοι Garch και EWMA. Το ίδιο αποτέλεσμα είχαν και οι [McMillan και Thupaygale \(2010\)](#) που υπολόγισαν VaR σε μετοχές της Ν. Αφρικής.

Για διάστημα εμπιστοσύνης 95% δεν παρατηρούμε κάποια μέθοδος να υπερτερεί των άλλων, έχοντας πάλι ως βάση τα μέτρα ελέγχου που εφαρμόστηκαν. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με την μελέτη του [Αγγελίδη και του Μπένου \(2004\)](#) και σε συμφωνία με τους [Kuester, Mittnik, και Paolletta \(2006\)](#) όπου εκτιμώντας την αξία σε κίνδυνο για τον Nasdaq (σε παραμετρικά μοντέλα), για διάστημα εμπιστοσύνης 95% καμία κοινή μέθοδος εφαρμογής δεν είχε περάσει τα μέτρα ελέγχου.

Ακόμη παρατηρούμε ότι τα παραπάνω μοντέλα και για των δύο υπό εξέταση διαστημάτων εμπιστοσύνης, υστερούν στο μέτρο ελέγχου της ανεξαρτησίας. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τον [Sadorsky \(2005\)](#) που έκανε εκτίμηση αξίας σε κίνδυνο σε μετοχές και το μόνο μέτρο ελέγχου που πέρασαν τα μοντέλα του ήταν της ανεξαρτησίας. Στην εφαρμογή που έγινε, τα περισσότερα μοντέλα πέρασαν το μέτρο ελέγχου του μη σημαντικά διαφορετικού ποσοστού λανθασμένων προβλέψεων από το ανεκτό (LRUC), που και πάλι έρχεται σε αντίθεση με τον [Sadorsky \(2005\)](#).

Όσο αφορά την υπόθεση της κανονικής κατανομής των αποδόσεων των μετοχών φαίνεται να είναι εσφαλμένη όσο αφορά τα μέτρα ελέγχου. Πιθανόν να ισχύει η μελέτη των [Hakim, McAleer και Chan \(2007\)](#) όπου παρουσίασαν ότι η κατανομή  $t$  – student έχει λιγότερες παραβιάσεις από την κανονική. Παρόλα αυτά, παρατηρήθηκε ότι παραμετρικά μοντέλα είχαν την πιο συντηρητική πρόβλεψη (μη κατασπατάληση πόρων για προφύλαξη από την πιθανή ζημιά). Στα διαγράμματα (παράδειγμα το 7.8) είναι εμφανές ότι η καμπύλη

πρόβλεψης της αξίας σε κίνδυνο ακολουθεί την πραγματική καμπύλη αποδόσεων (Real Gain). Αντιθέτως, παρατηρούμε ότι στα μη παραμετρικά μοντέλα δεν έχουμε αυτήν την ακολουθία (διάγραμμα 7.4). Το ίδιο συμπέρασμα είχαν και ο [Λαμπαριάδης, η Παπαδοπούλου και ο Σκιαδόπουλος \(2003\)](#) όπου κατέληξαν ότι η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης παρουσιάζει πρόβλεψη μεγαλύτερη της αναγκαίας. Τελικώς συμπεραίνουμε ότι μπορεί οικονομικά η υπόθεση της κανονικής κατανομής να μην ισχύει, για όρους όμως αποτελεσματικής εκτίμησης της αξίας σε κίνδυνο, παρατηρήθηκε ότι τα μοντέλα που υιοθετούν αυτήν την υπόθεση έχουν καλύτερη ανταπόκριση σε σχέση με μη παραμετρικά μοντέλα.

Αν εξετάσουμε τις μετοχές κλαδικά έχουμε τρεις διαφορετικές ομάδες. Τις τράπεζες, τις Δέκο και τις μεγάλες εταιρίες. Όσο αφορά τις τράπεζες, παρατηρούμε ότι μόνο η Alpha Bank με 99% διάστημα εμπιστοσύνης και τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης περνάει τα μέτρα ελέγχου. Παρατηρούμε ότι η εφαρμογή των EWMA, και Garch (1,1) στις τράπεζες δεν έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα σύμφωνα με τα μέτρα ελέγχου. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τους [Berkowitz και O'Brien \(2002\)](#), όπου έδειξαν ότι τα μοντέλα αξίας σε κίνδυνο των εμπορικών τραπεζών είναι ακατάλληλα για πρόβλεψη.

Για τις Δέκο έχουμε μόνο τον ΟΠΑΠ με 99% διάστημα εμπιστοσύνης στην ιστορική προσομοίωση να περνάει τα μέτρα ελέγχου. Ενώ αντίθετα για τις μεγάλες εταιρίες με 99% διάστημα εμπιστοσύνης οι μέθοδοι EWMA και Garch(1,1) έχουν την πιο καλή παρουσίαση.

Καταλήγοντας, από τα αποτελέσματα της εκτίμησης της αξίας σε κίνδυνο για διάστημα εμπιστοσύνης 99%, έχουμε ενδείξεις ότι η πρόβλεψη για τις ενδεχόμενες ζημιές επηρεάζεται από ποιοτικές παραμέτρους του εκάστοτε περιουσιακού στοιχείου ή χαρτοφυλακίου (Κερδοφορία εταιρείας, πελατολόγιο και άλλα). Όσο πιο πολλά ποιοτικά στοιχεία έχει το περιουσιακό στοιχείο (ΟΠΑΠ, ΜΟΗ, ΜΕΤΚΑ) οι μέθοδοι της EWMA και Garch(1,1) προβαίνουν σε σωστή, κατά μέτρα ελέγχου και αποτελεσματικότητα, πρόβλεψη. Όσο λιγότερο ποιοτικά γίνονται τα περιουσιακά στοιχεία (Alpha Bank) τόσο οι δύο αυτές μέθοδοι γίνονται ανεπαρκείς κατά τα μέτρα ελέγχου και κινούμαστε προς την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης. Τέλος στις εταιρίες που κατά κάποιο τρόπο εγγυάται την μελλοντική λειτουργία τους το δημόσιο (Εθνική Τράπεζα, EUROBANK, ΟΤΕ) καμία μέθοδος πρόβλεψης που εξετάστηκε δεν κατάφερε να ανταποκριθεί στα μέτρα ελέγχου. Ελπίζουμε η μελλοντικά να ερευνηθεί αυτό το φαινόμενο.



---

<sup>i</sup> Θεωρία Markowitz: Βασική θεωρία χαρτοφυλακίου όπου θεωρεί κάτω από προϋποθέσεις ότι υπάρχουν αποδοτικά χαρτοφυλάκια. Όπου αποδοτικά χαρτοφυλάκια είναι εκείνα τα οποία βρίσκονται στην καμπύλη αποδοτικών χαρτοφυλακίων και επιτυγχάνουν την μέγιστη απόδοση με δεδομένο κίνδυνο, κάνοντας την απαραίτητη διαφοροποίηση, δηλαδή επενδύοντας σε διάφορα περιουσιακά στοιχεία και ελαχιστοποιώντας έτσι τον επιχειρησιακό κίνδυνο και έχοντας στο χαρτοφυλάκιο σου μόνο τον κίνδυνο που έχει η αγορά. Περισσότερες πληροφορίες βλέπε Markowitz portfolio theory .

<sup>ii</sup> GREEKS: ονομάζονται οι αναλύσεις ευαισθησίας της τιμής περιουσιακών στοιχείων σε σχέση με μία μεταβολή ενός συγκεκριμένου παράγοντα. Παράδειγμα: Πως μεταβάλλεται η τιμή ενός option όταν μεταβληθούν τα επιτόκια κατά μία ποσοστιαία μονάδα. Ονομάζονται Greeks διότι έχουν ονόματα από γράμματα του Ελληνικού αλφαβήτου π.χ. delta, gamma, theta κτλ. Περισσότερες πληροφορίες βλέπε Options Futures and other derivatives Hull J.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

---

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Alexander, Carol and C. Leigh, (1997)**, On the Covariance Matrices Used In VaR Models. *Journal of Derivatives* 4 (Spring), p. 50-62, 1997.
- **Angelidis, Timotheos and Benos, Alexander V. (2005)**, Liquidity Adjusted Value-at-Risk Based on the Components of the Bid-ask Spread (January 2005). Unpublished Paper.
- **Angelidis, Timotheos and Skiadopoulos, George S (2008)**, Measuring the Market Risk of Freight Rates: A Value-at-Risk Approach *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol. 11, No. 5, pp. 447-469, 2008.
- **Berkowitz, Jeremy and O'Brien, James M. (Jun., 2002)**, How Accurate are Value-at-Risk Models at Commercial Banks .*The Journal of Finance*, Vol. 57, No. 3, pp. 1093-1111
- **Best, Philip W. (1998)**, Implementing Value at Risk, John Wiley & Sons, Wiley series in financial engineering, West Sussex, Chapter 1-3. ISBN 0-471-97205-3
- **Bollerslev, Tim (1986)**, Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 31, 307-328.
- **Campbell, S. D. (2005)**, A Review of Backtesting and Backtesting Procedures, Working Paper, Federal Reserve Board.
- **Christoffersen, P. (2002)**, Elements of Financial Risk Management, Academic Press. San Diego. Chapter 1-8. ISBN 0-12-174232-6.
- **Christoffersen, P. F. (1998)**, Evaluating Interval Forecasts, *International Economic Review*, 39, 841-862.
- **Engle, R. F. (1982)**, "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation," *Econometrica*, Vol.50, No.1, pp. 987-1007.
- **Fama, Eugene (1965)**, "The Behavior of Stock Market Prices", *Journal of Business*, 38, pp. 34-105.
- **Hakim, A., M. McAleer, and F. M. Chan. (2007)**, "Forecasting portfolio value-at-risk for international stocks, bonds and foreign exchange." Paper presented at International Congress on Modeling and Simulation, Dec 10, Christchurch, New Zealand.
- **Hardy, Charles O. (1923)**, Risk and Risk-Bearing, Chicago: University of Chicago Press.
- **Hendricks, D. (1996)**, Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data, *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, 2, 39-69.
- **Hicks, J. R., (1935)**, A suggestion for simplifying the theory of money, *Economica*, 11 (5), 1-19.
- **Holton, G. (2002)**, Value-at-Risk: Theory and Practice. San Diego: Academic Press.
- **Hull, J. C. and White, A. (1998)**, Value at Risk when Daily Changes in Market Variables are not Normally Distributed. *Journal of Derivatives*, Vol. 5, N° 3, (Spring), pp. 9-19.

- 
- **Hull, J. C. Options, Futures and Other Derivatives** (6th Edition). Chapter 8 ISBN: 0131499084
  - **J.P. Morgan, (1996)**, RiskMetrics—Technical Document December 17. Chapter 1-4, 6. ISBN 1996 978-0-9758400-4-7.
  - **Korkmaz and Aydin (2002)**, Using EVMA and GARCH methods in VaR calculations, Application on ISE-30 Index - Unpublished Paper.
  - **Kuester, Keith, Mittnik, Stefan and Paoella, Marc S. (2006)**: "Value-at-Risk Prediction: A Comparison of Alternative Strategies". Journal of Financial Econometrics, Vol. 4, No. 1, pp. 53-89.
  - **Kupiec, P. H. (1995)**, Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models, Journal of Derivatives, 3, 73-84.
  - **Leavens, Dickson H. (1945)**, Diversification of investments, Trusts and Estates, 80 (5), 469-473.
  - **Linsmeier, T. J. and N. D. Pearson. (1996)**, Risk Measurement: An introduction to value-at-risk. Technical report 96-04, OFOR, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL.
  - **Mandelbrot B. (1963)**, J. Business 36 394–419 (Reprinted in Cootner 1964, Mandelbrot (1997) and several collections of papers on finance).
  - **Markowitz, H.M. (1952)**. "Portfolio Selection". The Journal of Finance 7 (1): 77–91
  - **McAleer, M. and B. da Veiga (2004)**, Spillovers effects in volatility and VaR, Unpublished Paper, School of Economics and Commerce, University of Western Australia.
  - **McMillan and Thupaygale (2010)**, Evaluating Stock Index Return Value-at-Risk Estimates in South Africa: Comparative Evidence for Symmetric, Asymmetric and Long Memory GARCH Models', Journal of Emerging Markets Finance, (2010), 9, 325-345.
  - **Minnich I. (1998)**, A Primer on Value at Risk. In Fabozzi, Frank J. (ed.): Perspectives on Interest Rate Risk Management for Money Managers and Traders (1998); Chapter 3, pp. 39-50.
  - **Roy, Arthur D., (1952)**, Safety first and the holding of assets, Econometrica, 20 (3), 431-449.
  - **Sadorsky Perry, (2005)**, Stochastic volatility forecasting and risk management, Applied Financial Economics, 2005, 15, 121–135.
  - **Skiadopoulos, George S., Lambadiaris, Greg, Papadopoulou, Louiza and Zoulis, Yiannis, (2003)**, VaR: History or Simulation? Risk, Vol. 16, No. 9, pp. 122-127.
  - **Thomas J. Linsmeier, Neil D. Pearson, (March/April 2000)**, Value at Risk, Financial Analysts Journal.
  - **Van den Goorbergh R and P Vlaar, (1999)**, "Value-at-Risk Analysis of Stock Returns. Historical Simulation, Variance Techniques or Tail Index Estimation?" Mimeo.
  - **Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς, (2006)**, Απόφαση 3/378/14.4.2006 του Διοικητικού Συμβουλίου σχετικά με: Χρήση παράγωγων χρηματοοικονομικών μέσων και τίτλων επιλογής από αμοιβαία κεφάλαια και ανώνυμες εταιρείες επενδύσεων χαρτοφυλακίου και διαχείρισης κινδύνων χαρτοφυλακίου.

- 
- **Πανάρετος και Ξεκαλάκη, (2000)**, Εισαγωγή στη Στατιστική Σκέψη - Τόμος 1, Κεφάλαιο 3: Αριθμητική περιγραφή Δεδομένων, ISBN 960-85439-0-8
  - **Παπαδόπουλος Γ. (2001)**, Η Κανονική Κατανομή, Σημειώσεις Στατιστικής Εργαστηρίου Μαθηματικών & Στατιστικής, Γεωπονικού πανεπιστημίου Αθηνών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ