



ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

*Μεταπτυχιακή Διπλωματική
Εργασία*

Ανάλυση κινδύνου με μέθοδο VaR

Θεοπούλα Μανάκη
mae22019

Επιβλέπων Καθηγητής

Θεολόγος Παντελίδης

Καθηγητής Οικονομικής Ανάλυσης και Ποσοτικών Μεθόδων

Τμήμα Οικονομικών Επιστημών
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Θεσσαλονίκη - Ελλάδα

Τηλ. +302310 891726

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής εργασίας μου κ. Θεολόγο Παντελίδη, για την ανάθεση του θέματος. Καθώς επίσης την οικογένεια μου χωρίς την υποστήριξη της δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί με επιτυχία το συγκεκριμένο μεταπτυχιακό.

Περίληψη

Η μελέτη της VaR διερευνά την έννοια, τη χρήση και τη σημασία της στη διαχείριση κινδύνου. Η VaR επιτελεί ποικίλες λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένης της υποστήριξης της κατανομής κεφαλαίου, της κανονιστικής συμμόρφωσης, των δοκιμών προσομοίωσης, της λήψης αποφάσεων και της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου. Αναλύεται η διαδικασία υπολογισμού, η οποία περιλαμβάνει τεχνικές όπως η διακύμανση-συνδιακύμανση, η ιστορική προσομοίωση και η προσομοίωση Μόντε Κάρλο, ώστε να εντοπιστούν τα οφέλη και τα μειονεκτήματα της καθεμιάς.

Η παραμετρική και η μη παραμετρική VaR, μαζί με την υπό συνθήκη VaR, την αυξητική VaR, την οριακή VaR και τη συνιστώσα VaR, προσφέρουν ένα φάσμα προσεγγίσεων για ποικίλες διαστάσεις κινδύνου. Οι απαιτήσεις δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής της χρονικής περιόδου, της συχνότητας και της λεπτομέρειας, καθώς και η σχολαστική προεπεξεργασία των δεδομένων, είναι ζωτικής σημασίας για την ακριβή ανάλυση VaR, και απαραίτητες για την αποτελεσματικότητάς της. Οι σχετικές ιδιότητες των τεχνικών υπολογισμού αποκαλύπτονται μέσω μιας συγκριτικής μελέτης.

Εξετάζουμε τους κρίσιμους παράγοντες του επιπέδου εμπιστοσύνης και της διάρκειας διατήρησης, αναδεικνύοντας τη σημασία τους στην προσαρμογή της VaR ώστε να ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένες απαιτήσεις ανοχής κινδύνου και ακρίβειας. Η VaR είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων, αλλά έχει μειονεκτήματα που πρέπει να αναγνωριστούν, όπως η παραπλανητική VaR και η έμφαση στον κίνδυνο αγοράς. Η χρησιμότητα της VaR ως εργαλείο λήψης αποφάσεων αναδεικνύεται από την εξέτασή της σε ένα ευρύτερο πλαίσιο διαχείρισης κινδύνου. Σε διάφορα χρηματοοικονομικά σενάρια, η VaR καθίσταται απαραίτητο εργαλείο για την αποτελεσματική αντιμετώπιση και διαχείριση των κινδύνων, όταν ενσωματώνεται με σύνεση.

Λέξεις κλειδιά

Αξία Κινδύνου (VaR), Λήψη αποφάσεων, Κατανομή κεφαλαίου, Διαχείριση κινδύνου.

Abstract

The study of VaR explores its meaning, use and importance in risk management. VaR performs a variety of functions, including supporting capital allocation, regulatory compliance, simulation testing, decision making and portfolio optimisation. The calculation process, which includes techniques such as variance-covariance, historical simulation and Monte Carlo simulation, is analysed to identify the benefits and drawbacks of each.

Parametric and non-parametric VaR, together with conditional VaR, incremental VaR, marginal VaR and component VaR, offer a range of approaches for a variety of risk dimensions. Data requirements, including selection of time period, frequency and detail, as well as meticulous data pre-processing, are vital for accurate VaR analysis, are essential for effective VaR analysis. The relevant properties of the calculation techniques are revealed through a comparative study.

We examine the critical factors of confidence level and retention period, highlighting their importance in tailoring VaR to meet specific risk tolerance and accuracy requirements. VaR is a powerful tool for decision making, but it has drawbacks that need to be recognized, such as misleading VaR and an emphasis on market risk. The usefulness of VaR as a decision-making tool is highlighted by considering it in a broader risk management context. In various financial scenarios, VaR becomes an indispensable tool for effectively addressing and managing risk when incorporated judiciously.

Keywords

Value at Risk (VaR), Decision Making, Capital Allocation, Risk Management.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
Λέξεις κλειδιά	3
Abstract	4
Keywords	4
Εισαγωγή	7
1. Κατανόηση του υπολογισμού VaR.....	9
1.1. Ορισμός της VaR.....	9
1.2. Σκοπός της ανάλυσης κινδύνου VaR.....	11
1.2.1. Λήψη αποφάσεων	11
1.2.2. Κατανομή κεφαλαίου.....	12
1.2.3. Δοκιμές προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων και ανάλυση σεναρίων	12
1.2.4. Κανονιστική συμμόρφωση	13
1.2.5. Βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου	13
1.3. Η σημασία της VaR στη διαχείριση κινδύνου.....	14
1.4. Διαδικασία υπολογισμού	16
1.5. Πλεονεκτήματα της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης.....	18
1.5.1. Περιορισμοί της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης	20
1.6. Μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης	21
1.7. Μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo.....	23
1.7.1. Διαδικασία υπολογισμού	24
1.7.2. Πλεονεκτήματα της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo.....	26
1.7.3. Περιορισμοί της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo	28
2. Είδη VaR.....	30
2.1. Παραμετρική VaR	30
2.2. Μη παραμετρική VaR.....	30
2.3 Conditional VaR (CVaR ή Expected Shortfall).....	31
2.4 Αυξητική VaR.....	32
2.5 Οριακή VaR	32
2.6 Συνιστώσα VaR	33
2.7. Απαιτήσεις δεδομένων για την ανάλυση VaR.....	34
2.7.1. Επιλογή χρονικής περιόδου	34

2.7.2. Συχνότητα και κοκκομετρία δεδομένων.....	36
2.7.3. Προεπεξεργασία και καθαρισμός δεδομένων.....	38
2.8. Συγκριτική Ανάλυση Των Βασικών Μεθόδων Υπολογισμού Του VaR.....	41
3. Επίπεδο εμπιστοσύνης και περίοδος διακράτησης.....	44
3.1. Επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης.....	44
3.2. Ανοχή κινδύνου έναντι ακρίβειας.....	46
3.2.1. Ανοχή κινδύνου.....	46
3.2.2. Ακρίβεια.....	47
4. Περιορισμοί της VaR.....	49
4.1. Λανθασμένη VaR.....	49
4.2. Εστίαση της VaR στον κίνδυνο αγοράς.....	52
4.3. Αξιολόγηση της VaR ως εργαλείο λήψης αποφάσεων.....	53
4.4. Επεκτάσεις της VaR.....	55
4.5. VaR ως εργαλείο αξιολόγησης κινδύνου.....	57
Συμπέρασμα.....	59
Βιβλιογραφία.....	61

Εισαγωγή

Η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) είναι ένα ποσοτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται στο πεδίο της διαχείρισης κινδύνου για την αξιολόγηση της δυνητικής ζημίας που μπορεί να υποστεί μια επένδυση ή ένα χαρτοφυλάκιο εντός ενός καθορισμένου χρονικού πλαισίου και σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Η προαναφερθείσα μετρική παρέχει μια ποσοτική εκτίμηση της πιθανής ζημίας, υποδηλώνοντας συγκεκριμένα τον μέγιστο βαθμό στον οποίο μια επένδυση αναμένεται να μειωθεί εντός ενός συγκεκριμένου εύρους πιθανοτήτων. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) χρησιμοποιείται εκτενώς στον χρηματοπιστωτικό τομέα με σκοπό την αξιολόγηση και τον έλεγχο του κινδύνου, καθιστώντας την έτσι απαραίτητο στοιχείο της ανάλυσης κινδύνου και των επακόλουθων διαδικασιών λήψης αποφάσεων. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) αναπαρίσταται συμβατικά είτε ως χρηματική αξία είτε ως ποσοστό σε σχέση με τη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου. Ένα παράδειγμα θα ήταν μια αξία σε κίνδυνο (VaR) μίας ημέρας ύψους 1 εκατομμυρίου δολαρίων σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει 5% πιθανότητα το χαρτοφυλάκιο να υποστεί ζημία όχι μικρότερη από 1 εκατομμύριο δολάρια κατά τη διάρκεια της επόμενης ημέρας διαπραγμάτευσης. Με παρόμοιο τρόπο, μπορεί να υποστηριχθεί ότι μια Αξία σε Κίνδυνο (VaR) 5% σε διάστημα ενός έτους (σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) σημαίνει ότι υπάρχει 5% πιθανότητα το χαρτοφυλάκιο να υποστεί πτώση που υπερβαίνει το 5% της συνολικής του αξίας εντός του προσεχούς έτους (Krause, 2003).

Ο κύριος στόχος της ανάλυσης κινδύνου Value at Risk (VaR) είναι να παρέχει στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, στους επενδυτές και στους διαχειριστές χαρτοφυλακίων μια ολοκληρωμένη και ποσοτική αξιολόγηση της ευαισθησίας τους στον κίνδυνο αγοράς. Μέσω της διαδικασίας εκτίμησης των πιθανών ζημιών, η αξία σε κίνδυνο (VaR) βοηθά τις εν λόγω οντότητες να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις διαχείρισης κινδύνου, να κατανέμουν αποτελεσματικά τους πόρους και να καθορίζουν τα κατάλληλα επίπεδα ανοχής κινδύνου. Επιπλέον λειτουργεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για την αξιολόγηση και τον αποτελεσματικό έλεγχο του κινδύνου σε ποικίλα χρηματοπιστωτικά μέσα και χαρτοφυλάκια, όπως τονίζεται από τους Sarykalin (2008).

Η ανάλυση κινδύνου Value at Risk (VaR) είναι ένα απαραίτητο εργαλείο στη σφαίρα της σύγχρονης χρηματοοικονομικής, καθώς χρησιμεύει ως ποσοτική μετρική που μετρά αποτελεσματικά τον δυνητικό καθοδικό κίνδυνο που συνδέεται με διάφορες χρηματοοικονομικές προσπάθειες. Οι κύριοι στόχοι που περιλαμβάνει αυτό το πλαίσιο

σχετίζονται με την ποσοτικοποίηση του κινδύνου, τη διευκόλυνση της λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων, την κατανομή των κεφαλαιακών πόρων, την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας υπό δυσμενείς συνθήκες, την τήρηση των κανονιστικών απαιτήσεων και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) χρησιμεύει ως ισχυρό εργαλείο για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, τους επενδυτές και τους διαχειριστές κινδύνων, επιτρέποντάς τους να αξιολογούν και να ελέγχουν με επάρκεια την έκθεση στον κίνδυνο. Η ικανότητα αυτή τους δίνει τη δυνατότητα να λαμβάνουν καλά ενημερωμένες αποφάσεις, να διασφαλίζονται από δυσμενείς διακυμάνσεις της αγοράς και να βελτιστοποιούν τις στρατηγικές τους για τις επενδύσεις και τη διαχείριση κινδύνων, ώστε να επιτυγχάνουν αυξημένες αποδόσεις προσαρμοσμένες στον κίνδυνο (Sarykalin et al., 2008).

1. Κατανόηση του υπολογισμού VaR

1.1. Ορισμός της VaR

Η έννοια της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) έχει σημαντική σημασία στο πεδίο της διαχείρισης κινδύνου, καθώς παρέχει μια ποσοτική εκτίμηση των πιθανών ζημιών που αφορούν επενδύσεις και χαρτοφυλάκια. Μέσω της διαδικασίας ποσοτικοποίησης των δυνητικών αρνητικών αποτελεσμάτων, η αξία σε κίνδυνο (VaR) διευκολύνει την ικανότητα των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, των επιχειρήσεων επενδύσεων και των διαχειριστών χαρτοφυλακίων να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να κατανέμουν αποτελεσματικά τους πόρους τους. Επιπρόσθετα έχει τη δυνατότητα να εκφράζεται είτε σε απόλυτες χρηματικές μονάδες είτε ως αναλογία σε σχέση με τη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά την VaR μια ευέλικτη μετρική που μπορεί να προσαρμοστεί κατάλληλα ώστε να ανταποκρίνεται σε ποικίλες απαιτήσεις διαχείρισης κινδύνου (Krause, 2003).

Προκειμένου να προσδιοριστεί η αξία σε κίνδυνο (VaR), είναι απαραίτητο να εξεταστούν τρεις κύριες μεθοδολογίες, καθεμία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από το μοναδικό σύνολο παραδοχών και πλεονεκτημάτων της. Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης, η οποία στην καθομιλουμένη αναφέρεται ως παραμετρική VaR, βασίζεται στην υποκείμενη υπόθεση ότι οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων συμμορφώνονται με μια κανονική κατανομή. Σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο ο υπολογισμός της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) βασίζεται στη χρήση της μέσης απόδοσης και της τυπικής απόκλισης του χαρτοφυλακίου. Παρόλο που η συγκεκριμένη μεθοδολογία παρουσιάζει απλότητα και υπολογιστική αποτελεσματικότητα, μπορεί να μην καλύπτει επαρκώς τις πιθανές επιπτώσεις έκτακτων περιστατικών και συνθηκών της αγοράς που αποκλίνουν από τη συμβατική κατανομή, όπως επισημαίνεται από τον Krause (2003).

Η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης, αντίθετα, χρησιμοποιεί ιστορικά δεδομένα τιμών προκειμένου να δημιουργήσει μια κατανομή αποδόσεων. Η εκτίμηση της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) πραγματοποιείται στη συνέχεια με τη μόχλευση των ιστορικών εκατοστημορίων της κατανομής των αποδόσεων. Η αξιοποίηση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας προσδίδει διακριτά οφέλη στον εντοπισμό και την ανάλυση μη κανονικότητας και εξαιρετικών περιστατικών. Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας να αναγνωριστεί ότι η αποτελεσματικότητά

της εξαρτάται από την προσβασιμότητα και τη συμπερίληψη των ιστορικών δεδομένων, όπως τονίζουν οι David Cabedo και Moya στο θεμελιώδες έργο τους από το 2003.

Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo χρησιμοποιεί μια προσέγγιση στατιστικής μοντελοποίησης για τη δημιουργία ενός πλήθους τυχαίων σεναρίων για τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων. Η παρούσα προσπάθεια περιλαμβάνει την προσομοίωση των μελλοντικών τιμών χαρτοφυλακίου και την επακόλουθη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR) μέσω της ανάλυσης της κατανομής των εν λόγω προσομοιωμένων τιμών. Η προαναφερθείσα προσέγγιση θεωρείται κατάλληλη για την αποτύπωση περίπλοκων παραγόντων κινδύνου και αλληλεξαρτήσεων ωστόσο, η εφαρμογή της απαιτεί σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους και εξαρτάται από την ακρίβεια των υποκείμενων μοντέλων (Cabedo & Moya, 2003).

Κατά τη διαδικασία ερμηνείας της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη τόσο η πιθανότητα, όσο και το επίπεδο εμπιστοσύνης. Μια Αξία σε Κίνδυνο (VaR) της τάξης του 5% σημαίνει 5% πιθανότητα εμφάνισης ζημίας που υπερβαίνει την ποσοτικοποιημένη τιμή VaR. Ο προσδιορισμός του κινδύνου ουράς που καλύπτεται από την VaR εξαρτάται από την επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης. Αυξημένα επίπεδα εμπιστοσύνης, όπως το 95% ή το 99%, προσφέρουν αυξημένο βαθμό ανθεκτικότητας έναντι σημαντικών διακυμάνσεων της αγοράς, καθιστώντας έτσι την εκτίμηση κινδύνου περισσότερο επιρρεπή προς τον συντηρητισμό. Η χρονική διάσταση υποδηλώνει τη διάρκεια κατά την οποία υπολογίζεται η αξία σε κίνδυνο (VaR), ασκώντας σημαντική επίδραση στην εκτίμηση της. Οι εκτεταμένοι χρονικοί ορίζοντες αποδίδουν συνήθως αυξημένες τιμές VaR, υποδεικνύοντας έτσι αυξημένη ευαισθησία στις διακυμάνσεις της αγοράς. Επιπλέον, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστεί ότι η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) λειτουργεί υπό την υπόθεση των κανονικών συνθηκών της αγοράς, παραλείποντας έτσι ενδεχομένως να ενσωματώσει επαρκώς έκτακτα γεγονότα ή γεγονότα "μαύρου κύκνου" που παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις από την κανονική κατανομή. Η εμφάνιση εξαιρετικά έκτακτων γεγονότων έχει τη δυνατότητα να ασκήσει σημαντική επιρροή στη συνολική αξία ενός χαρτοφυλακίου. Είναι εύλογο ότι η μετρική της αξίας σε κίνδυνο (VaR) μπορεί να μην αποτυπώνει με ακρίβεια την πραγματική έκταση του κινδύνου ουράς που ενυπάρχει σε τέτοιες περιστάσεις. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η VaR είναι ένα εργαλείο μέτρησης κινδύνου που λαμβάνει υπόψη τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των διαφόρων περιουσιακών στοιχείων εντός ενός χαρτοφυλακίου, επιτρέποντας έτσι την αξιολόγηση των πιθανών οφελών της διαφοροποίησης. Η εφαρμογή στρατηγικών διαφοροποίησης έχει τη δυνατότητα να μετριάσει τη συνολική αξία σε κίνδυνο (VaR) του χαρτοφυλακίου με την αποτελεσματική διασπορά του κινδύνου μεταξύ περιουσιακών

στοιχείων που παρουσιάζουν είτε ασυσχέτιστη είτε αρνητικά συσχετισμένη συμπεριφορά. Παρ' όλα αυτά, είναι αρκετά σημαντικό να αναγνωριστεί ότι οι συσχετίσεις έχουν την τάση να ταλαντεύονται σε χρονικά διαστήματα, ιδίως σε περιπτώσεις αναταραχής της αγοράς, επηρεάζοντας έτσι ενδεχομένως την αποτελεσματικότητα της διαφοροποίησης ως μηχανισμού μετριασμού του κινδύνου (Sarykalin, 2008).

1.2. Σκοπός της ανάλυσης κινδύνου VaR

Ο πρωταρχικός στόχος της ανάλυσης κινδύνου VaR είναι η ποσοτική αξιολόγηση και ο αποτελεσματικός έλεγχος του μελλοντικού δυσμενούς κινδύνου που συνδέεται με τις επενδύσεις και τα χαρτοφυλάκια. Μέσω της διαδικασίας ποσοτικοποίησης του κινδύνου, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και οι επενδυτές είναι σε θέση να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με το επίπεδο έκθεσής τους στις διακυμάνσεις της αγοράς, επιτρέποντάς τους έτσι να διακρίνουν και να αντιμετωπίσουν πιθανές περιοχές ευπάθειας. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) διευκολύνει τον εντοπισμό στοιχείων ενεργητικού ή θέσεων με αυξημένα επίπεδα κινδύνου, γεγονός που καθιστά αναγκαία την πιθανή επανεξισορρόπηση ή στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου για τον μετριασμό των πιθανών ζημιών. Η εκτίμηση του κινδύνου που ενυπάρχει στην αξία σε κίνδυνο (VaR) αναλαμβάνει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση ενός αρμονικού και ποικίλου χαρτοφυλακίου που εναρμονίζεται με τη διάθεση ανάληψης κινδύνου και τους επενδυτικούς στόχους του επενδυτή (Tapiero, 2005).

1.2.1. Λήψη αποφάσεων

Η αξία σε κίνδυνο (VaR) κατέχει καίρια θέση στο πλαίσιο λήψης αποφάσεων σχετικά με την κατανομή των περιουσιακών στοιχείων και τις επενδυτικές επιλογές. Οι επενδυτές αντιμετωπίζουν συχνά ένα συμβιβασμό, όπου πρέπει να περιηγηθούν στη λεπτή ισορροπία μεταξύ της γοητείας των πιθανών αποδόσεων και των εγγενών κινδύνων που συνδέονται με τις επενδυτικές τους αποφάσεις. Συγχρόνως η αξία σε κίνδυνο (VaR) χρησιμεύει ως ποσοτική μετρική που προσφέρει στους επενδυτές ένα μέσο για την εκτίμηση των πιθανών ζημιών, επιτρέποντάς τους έτσι να αξιολογούν προσεκτικά τη δυναμική κινδύνου-απόδοσης που ενυπάρχει στις επενδυτικές τους επιλογές. Αυτό διευκολύνει την κατανομή του κεφαλαίου μεταξύ διαφόρων κατηγοριών περιουσιακών στοιχείων και επενδύσεων, λαμβάνοντας υπόψη

την ανοχή του επενδυτή στον κίνδυνο και τους οικονομικούς του στόχους. Ενσωματώνοντας την Αξία σε Κίνδυνο (VaR) στο πλαίσιο λήψης αποφάσεων, οι επενδυτές μπορούν να βελτιστοποιήσουν αποτελεσματικά τα χαρτοφυλάκιά τους ώστε να επιτύχουν την επιθυμητή ισορροπία μεταξύ κινδύνου και απόδοσης (Dimitrova , 2021).

1.2.2. Κατανομή κεφαλαίου

Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα χρησιμοποιούν την έννοια της αξίας σε κίνδυνο (VaR) προκειμένου να κατανέμουν αποτελεσματικά τους κεφαλαιακούς πόρους σε διάφορες επιχειρηματικές μονάδες ή χαρτοφυλάκια, λαμβάνοντας υπόψη τα αντίστοιχα επίπεδα έκθεσης σε κίνδυνο. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην εξακρίβωση της βέλτιστης κατανομής κεφαλαίων σε μεμονωμένες επενδύσεις, επιχειρηματικές γραμμές ή γραφεία συναλλαγών. Μέσω της στρατηγικής κατανομής του κεφαλαίου, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα έχουν τη δυνατότητα να βελτιστοποιούν τις αποδόσεις τους, ενώ παράλληλα διαχειρίζονται αποτελεσματικά τον κίνδυνο και τηρούν τις κανονιστικές εντολές. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) διευκολύνει την αποτελεσματική κατανομή του κεφαλαίου σε αυτά τα αξιολογικά ιδρύματα, επιτρέποντάς τους να κατευθύνουν τους πόρους προς τομείς που χαρακτηρίζονται από αυξημένα επίπεδα κινδύνου. Αυτή η συνετή προσέγγιση διασφαλίζει ότι το συνολικό προφίλ κινδύνου των ιδρυμάτων παραμένει σύμφωνο με τους στρατηγικούς τους στόχους (Tapiero, 2005).

1.2.3. Δοκιμές προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων και ανάλυση σεναρίων

Η αξία σε κίνδυνο (VaR) είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο των δοκιμών αντοχής και της ανάλυσης σεναρίων. Πρωταρχικός σκοπός του είναι η αξιολόγηση της δυνητικής απόδοσης των επενδύσεων και των χαρτοφυλακίων εν μέσω δυσμενών συνθηκών της αγοράς. Υποβάλλοντας τα χαρτοφυλάκιά τους σε αυστηρές και ολοκληρωμένες δοκιμές αντοχής, οι επενδυτές και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μπορούν να βελτιώσουν την κατανόηση των πιθανών ζημιών και των τρωτών σημείων. Η αξιοποίηση των δοκιμών αντοχής σε συνδυασμό με την αξία σε κίνδυνο (VaR) επιτρέπει στα άτομα να αξιολογούν τις επιπτώσεις ακραίων γεγονότων και απρόβλεπτων περιστάσεων, προσφέροντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την ανθεκτικότητα των προσεγγίσεων διαχείρισης

κινδύνου τους. Η συγκεκριμένη διαδικασία διευκολύνει την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας και επιτρέπει στα ιδρύματα να προετοιμάζονται αποτελεσματικά και να ανταποκρίνονται σε απρόβλεπτα σοκ της αγοράς (Taskinsoy, 2019).

1.2.4. Κανονιστική συμμόρφωση

Στο πεδίο των κανονιστικών πλαισίων, πολυάριθμα διοικητικά όργανα επιβάλλουν στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να ενσωματώνουν την Αξία σε Κίνδυνο (VaR) ως αναπόσπαστο στοιχείο των πρωτοκόλλων διαχείρισης κινδύνων και των αξιολογήσεων κεφαλαιακής επάρκειας. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) προσφέρει μια τυποποιημένη και ποσοτική αξιολόγηση του κινδύνου αγοράς, καθιστώντας την ανεκτίμητη μετρική για τους σκοπούς της κανονιστικής αναφοράς. Η τήρηση των κανονιστικών κατευθυντήριων γραμμών είναι επιτακτική ανάγκη για τα ιδρύματα να διατηρούν επαρκή επίπεδα κεφαλαίου προκειμένου να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τα ανοίγματά τους σε κινδύνους και να ενισχύουν τη χρηματοπιστωτική σταθερότητα εντός του συστήματος (Tapiero, 2005).

1.2.5. Βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου

Η αξία σε κίνδυνο (VaR) διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διαδικασία βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου. Μέσω της προσεκτικής εξέτασης της αντιστάθμισης κινδύνου-απόδοσης, οι επενδυτές διαθέτουν την ικανότητα να κατασκευάζουν στρατηγικά χαρτοφυλάκια που είναι σύμφωνα με τις ατομικές τους προτιμήσεις κινδύνου και τους επενδυτικούς τους στόχους. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) βοηθά στον προσδιορισμό των βέλτιστων κατανομών περιουσιακών στοιχείων που μεγιστοποιούν αποτελεσματικά τις αναμενόμενες αποδόσεις, τηρώντας ταυτόχρονα τα προκαθορισμένα όρια ανοχής κινδύνου. Η αξιοποίηση αυτής της διαδικασίας βελτιστοποίησης διευκολύνει τους επενδυτές στην επίτευξη μιας αρμονικής ισορροπίας μεταξύ των εγγενών κινδύνων και των δυνητικών αποδόσεων, καταλήγοντας έτσι στην κατασκευή χαρτοφυλακίων που είναι τόσο καλά διαφοροποιημένα όσο και αποδοτικά από τη φύση τους (Babazadeh & Esfahanipour, 2019).

1.3. Η σημασία της VaR στη διαχείριση κινδύνου

Η αξία σε κίνδυνο (VaR) αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο των σύγχρονων πρακτικών διαχείρισης κινδύνου, ιδίως στον χρηματοπιστωτικό κλάδο. Η σημασία της έγκειται στην ικανότητά της να παρέχει ένα ποσοτικό και ολοκληρωμένο μέτρο των δυνητικών ζημιών, το οποίο είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση και τη διαχείριση της έκθεσης στον κίνδυνο αγοράς. Η σημασία της VaR είναι εμφανής μέσω της ποικιλόμορφης συμβολής της στη λήψη αποφάσεων, την κατανομή κεφαλαίου, την αξιολόγηση κινδύνου, τη συμμόρφωση με τις κανονιστικές διατάξεις και την επικοινωνία κινδύνου. Ένας από τους πρωταρχικούς ρόλους της VaR είναι ο εντοπισμός και η ποσοτικοποίηση της έκθεσης σε κίνδυνο σε επενδυτικά χαρτοφυλάκια, χρηματοπιστωτικά μέσα και θέσεις συναλλαγών. Με τον υπολογισμό της VaR, οι διαχειριστές κινδύνου μπορούν να εντοπίσουν τα συγκεκριμένα περιουσιακά στοιχεία ή θέσεις που συμβάλλουν πιο σημαντικά στον συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Αυτή η γνώση τους δίνει τη δυνατότητα να εστιάσουν την προσοχή τους σε προσπάθειες μείωσης του κινδύνου, όπως η εφαρμογή στρατηγικών αντιστάθμισης κινδύνου ή η πραγματοποίηση προσαρμογών μείωσης του κινδύνου στη σύνθεση του χαρτοφυλακίου. Με την κατανόηση των βασικών παραγόντων κινδύνου, οι οργανισμοί μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τις ενέργειες διαχείρισης κινδύνου και να αναπτύξουν στρατηγικές για την προστασία από ενδεχόμενες απώλειες (Sadeghi & Shavvalpour, 2006).

Η VaR διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη μέτρηση του κινδύνου και στον καθορισμό ορίων, παρέχοντας μια σαφή και συνοπτική μετρική για την αξιολόγηση του δυνητικού καθοδικού κινδύνου ενός χαρτοφυλακίου. Οι διαχειριστές κινδύνου χρησιμοποιούν τη VaR για να θέσουν όρια κινδύνου που καθορίζουν τα αποδεκτά επίπεδα κινδύνου σε έναν οργανισμό. Τα όρια αυτά λειτουργούν ως κατευθυντήριες γραμμές, διασφαλίζοντας ότι η ανάληψη κινδύνου παραμένει εντός των καθορισμένων επιπέδων ανοχής κινδύνου, αποτρέποντας έτσι την υπερβολική έκθεση σε δυσμενείς κινήσεις της αγοράς. Η VaR βοηθά τους οργανισμούς να επιτύχουν ισορροπία μεταξύ κινδύνου και ανταμοιβής, διασφαλίζοντας ότι η ανάληψη κινδύνου ευθυγραμμίζεται με τη διάθεση ανάληψης κινδύνου και τους στρατηγικούς στόχους του οργανισμού (Hammoudeh, 2011).

Η διαφοροποίηση και η βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου αποτελούν κρίσιμα στοιχεία της διαχείρισης κινδύνου και η VaR διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο σε αυτές τις διαδικασίες. Λαμβάνοντας υπόψη το VaR των επιμέρους περιουσιακών στοιχείων και τις συσχετίσεις τους,

οι επενδυτές μπορούν να κατασκευάσουν καλά διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια που κατανέμουν τον κίνδυνο σε διάφορες κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων. Η διαφοροποίηση συμβάλλει στη μείωση της συνολικής VaR του χαρτοφυλακίου με την εξισορρόπηση του κινδύνου σε διάφορες επενδύσεις, βελτιώνοντας τελικά το προφίλ απόδοσης-κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Επιπλέον, η VaR βοηθά στη βελτιστοποίηση της κατανομής των χαρτοφυλακίων, διασφαλίζοντας ότι οι επενδυτές επιτυγχάνουν τις επιθυμητές προσαρμοσμένες στον κίνδυνο αποδόσεις τους, διατηρώντας παράλληλα ένα αποδεκτό επίπεδο κινδύνου (Benati, 2015).

Στη μέτρηση της απόδοσης προσαρμοσμένης στον κίνδυνο, η VaR επιτρέπει στους επενδυτές να αξιολογήσουν τον κίνδυνο στον οποίο εκτίθενται σε σχέση με τις αποδόσεις των επενδύσεών τους. Διάφορες μετρήσεις προσαρμοσμένες στον κίνδυνο, όπως ο δείκτης Sharpe, ενσωματώνουν το VaR στην αξιολόγηση του πόσο αποτελεσματικά μια επένδυση παράγει αποδόσεις δεδομένου του επιπέδου κινδύνου της. Αυτή η μετρική επιτρέπει στους επενδυτές να συγκρίνουν τις επενδυτικές ευκαιρίες με βάση το προφίλ κινδύνου-απόδοσης, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για την επιλογή χαρτοφυλακίου και τη λήψη αποφάσεων (Hrytsiuk, 2019).

Οι δοκιμές προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων και η ανάλυση σεναρίων αποτελούν κρίσιμα στοιχεία της διαχείρισης κινδύνου, ιδίως για την κατανόηση της ανθεκτικότητας ενός χαρτοφυλακίου σε ακραίες συνθήκες της αγοράς. Η VaR χρησιμεύει ως κρίσιμο εργαλείο στον έλεγχο αντοχής, επιτρέποντας στους διαχειριστές κινδύνου να εντοπίζουν τον πιθανό αντίκτυπο σπάνιων και σοβαρών γεγονότων της αγοράς. Υποβάλλοντας χαρτοφυλάκια σε διάφορα σενάρια πίεσης, οι οργανισμοί μπορούν να προετοιμάσουν σχέδια έκτακτης ανάγκης, να βελτιώσουν τις στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου και να ενισχύσουν τη συνολική ανθεκτικότητά τους σε κινδύνους. Η σημασία της VaR αναδεικνύεται περαιτέρω από τον ρόλο της στη διασφάλιση της κεφαλαιακής επάρκειας και της κανονιστικής συμμόρφωσης των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων. Οι ρυθμιστικές αρχές συχνά απαιτούν από τις τράπεζες και άλλες χρηματοπιστωτικές οντότητες να διατηρούν επίπεδα κεφαλαίου ανάλογα με τα ανοίγματά τους σε κινδύνους, τα οποία μπορούν να εκτιμηθούν με τη χρήση της VaR. Η συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις διασφαλίζει ότι τα ιδρύματα μπορούν να απορροφήσουν πιθανές ζημιές και προάγει τη χρηματοπιστωτική σταθερότητα εντός του συστήματος (Vo, 2019).

Επιπλέον, η VaR βοηθά στην τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων και στον μετριασμό των κινδύνων. Εφοδιασμένοι με τις εκτιμήσεις VaR, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων μπορούν να αξιολογήσουν τις αντισταθμίσεις κινδύνου-απόδοσης και να κάνουν καλά ενημερωμένες επιλογές που ευθυγραμμίζονται με τη διάθεση ανάληψης κινδύνου και τους επενδυτικούς τους στόχους. Επομένως η VaR βοηθά στον εντοπισμό περιοχών υψηλού κινδύνου, επιτρέποντας στους οργανισμούς να αναλάβουν τις κατάλληλες ενέργειες, όπως η αντιστάθμιση κινδύνου ή η μείωση της έκθεσης σε πιθανές απώλειες. Επιπλέον η VaR παρέχει ένα τυποποιημένο και διαφανές μέτρο του κινδύνου αγοράς, καθιστώντας το πολύτιμο εργαλείο για την επικοινωνία και την υποβολή εκθέσεων σχετικά με τον κίνδυνο. Διευκολύνει τη σαφή και συνοπτική επικοινωνία μεταξύ των διαχειριστών κινδύνου, των στελεχών και των ενδιαφερομένων μερών, ενισχύοντας την κατανόηση των πιθανών κινδύνων και την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών διαχείρισης κινδύνου (Sadeghi & Shavvalpour, 2006).

1.4. Διαδικασία υπολογισμού

Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης είναι μια συχνά χρησιμοποιούμενη προσέγγιση στον τομέα της διαχείρισης κινδύνου, κυρίως λόγω της εγγενούς απλότητας και της εύκολης εφαρμογής της. Κάνοντας την υπόθεση ότι οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων συμμορφώνονται με μια κανονική κατανομή, η μέθοδος αυτή προσφέρει μια άμεση προσέγγιση για την εκτίμηση των πιθανών ζημιών που θα μπορούσε να αντιμετωπίσει ένα χαρτοφυλάκιο εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου. Το αρχικό στάδιο της διαδικασίας υπολογισμού περιλαμβάνει την εκτίμηση της μέσης απόδοσης του χαρτοφυλακίου, που δηλώνει τον αριθμητικό μέσο όρο των αναμενόμενων αποδόσεων κατά τη διάρκεια του καθορισμένου χρονικού πλαισίου. Η εκτίμηση συνήθως προκύπτει από ιστορικά δεδομένα απόδοσης που αφορούν τα στοιχεία ενεργητικού που αποτελούν το χαρτοφυλάκιο (Aniūnas, 2009).

Η επόμενη φάση περιλαμβάνει την εκτίμηση της τυπικής απόκλισης που αφορά την απόδοση του χαρτοφυλακίου. Η τυπική απόκλιση είναι μια στατιστική μετρική που ποσοτικοποιεί την έκταση της διασποράς που παρουσιάζουν οι αποδόσεις σε σχέση με τη μέση τιμή, λειτουργώντας έτσι ως δείκτης της εγγενούς μεταβλητότητας ή του κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Η προαναφερθείσα δήλωση χρησιμεύει για την ποσοτικοποίηση της εγγενούς αβεβαιότητας που συνδέεται με τις αποδόσεις ενός συγκεκριμένου χαρτοφυλακίου,

προσφέροντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη δυνητική μεταβλητότητα που μπορεί να παρουσιάζει το εν λόγω χαρτοφυλάκιο. Σύμφωνα με τους Li(2014), υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους της τυπικής απόκλισης και του βαθμού κινδύνου που αποδίδεται στο χαρτοφυλάκιο.

Μετά την εκτίμηση της μέσης απόδοσης και της τυπικής απόκλισης, ο χρήστης της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης προχωρά στην επιλογή ενός επιπέδου εμπιστοσύνης. Το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι ένα ποσοτικό μέτρο που δηλώνει την πιθανότητα η πραγματοποιηθείσα ζημία να μην υπερβεί την υπολογισμένη αξία σε κίνδυνο (VaR). Τα συχνά χρησιμοποιούμενα επίπεδα εμπιστοσύνης περιλαμβάνουν 95%, 99% και διάφορα άλλα επιθυμητά επίπεδα, ανάλογα με την ανοχή στον κίνδυνο και τις προτιμήσεις του διαχειριστή κινδύνου ή του επενδυτή. Στο πλαίσιο της εκτίμησης κινδύνου, μπορεί να παρατηρηθεί ότι ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95% σημαίνει πιθανότητα 5% για την εμφάνιση ζημίας που υπερβαίνει την υπολογιζόμενη αξία σε κίνδυνο (VaR). Μετά την επιλογή του επιθυμητού επιπέδου εμπιστοσύνης, προχωρά κανείς στην εξακρίβωση του αντίστοιχου z-score με αναφορά στον τυποποιημένο πίνακα κανονικής κατανομής. Το z-score είναι ένα στατιστικό μέτρο που ποσοτικοποιεί τον αριθμό των τυπικών αποκλίσεων κατά τον οποίο το επίπεδο εμπιστοσύνης αποκλίνει από τον μέσο όρο. Επιπρόσθετα είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι όταν συζητάμε για επίπεδα εμπιστοσύνης, ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95% συνδέεται με ένα z-score περίπου 1,645. Η αξιοποίηση του z-score χρησιμοποιείται στη συνέχεια στον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) μέσω της διαδικασίας πολλαπλασιασμού του με την τυπική απόκλιση του χαρτοφυλακίου και στη συνέχεια της αφαίρεσης του αποτελέσματος από τη μέση απόδοση. Από τον υπολογισμό αυτό προκύπτει η εκτίμηση VaR, η οποία παρέχει εικόνα της δυνητικής ζημίας που μπορεί να υποστεί το χαρτοφυλάκιο στο επιλεγμένο επίπεδο εμπιστοσύνης (Sofroniou & Hutcheson, 2002).

Η εγγενής ελκυστικότητα της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης έγκειται στην απλότητά της, καθιστώντας την μια ελκυστική επιλογή για τους διαχειριστές κινδύνων και τους επενδυτές, ιδίως σε περιπτώσεις όπου οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων παρουσιάζουν μια στενή προσέγγιση της κανονικής κατανομής. Παρ' όλα αυτά, είναι επιτακτική ανάγκη να διαθέτει κανείς μια ολοκληρωμένη κατανόηση των υποκείμενων παραδοχών και των εγγενών περιορισμών της προαναφερθείσας μεθοδολογίας. Ένας από τους πρωταρχικούς περιορισμούς αφορά την εξάρτησή της από την υπόθεση της κανονικότητας, συνθήκη που ενδέχεται να μην ισχύει στο πλαίσιο των πραγματικών χρηματοπιστωτικών αγορών. Οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων εμφανίζουν συχνά μη κανονικά

χαρακτηριστικά, όπως κατανομές με παχιά ουρά ή λοξότητα, ιδίως σε περιόδους σημαντικών γεγονότων στην αγορά. Κατά συνέπεια, είναι εύλογο ότι η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης μπορεί ενδεχομένως να υποεκτιμά την πραγματική έκταση του κινδύνου ουράς σε τέτοια σενάρια (Aniūnas, 2009).

1.5. Πλεονεκτήματα της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης έγκεινται στην απλότητα και την αποτελεσματικότητά της, καθιστώντας την ελκυστική επιλογή για τους διαχειριστές κινδύνων και τους επενδυτές. Σε αντίθεση με πιο περίπλοκες μεθοδολογίες υπολογισμού της αξίας σε κίνδυνο (VaR), όπως η προσομοίωση Monte Carlo, η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης συνεπάγεται απλούς στατιστικούς υπολογισμούς που απαιτούν ελάχιστους υπολογιστικούς πόρους. Η ταχύτητα με την οποία μπορεί να εφαρμοστεί επιτρέπει στους διαχειριστές κινδύνου να αξιολογούν ταχέως τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου και να διατυπώνουν ταχέως έγκαιρα αποφάσεις διαχείρισης κινδύνου (Karami et al., 2023).

Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης έγκεινται στην ενσωμάτωση της παραδοχής της κανονικής κατανομής κατά την εξέταση των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων. Ο ισχυρισμός αυτός είναι σύμφωνος με τα δόγματα της κλασικής χρηματοοικονομικής θεωρίας, όπου η επικρατούσα υπόθεση υποστηρίζει ότι οι αποδόσεις τηρούν μια κατανομή Gauss. Αν και είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι η υπόθεση αυτή μπορεί να μην είναι καθολικά εφαρμόσιμη, μπορεί ωστόσο να θεωρηθεί μια λογική εκτίμηση για σημαντικό αριθμό εκτενώς διαφοροποιημένων χαρτοφυλακίων που περιλαμβάνουν περιουσιακά στοιχεία που επιδεικνύουν σχετικά συνεπείς και κανονικά κατανεμημένες αποδόσεις (Čorkalo, 2011).

Επιπλέον, η συνέπεια της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης με τη σύγχρονη θεωρία χαρτοφυλακίου (MPT) ενισχύει την ελκυστικότητά της. Το πλαίσιο της MPT δίνει σημαντική έμφαση στην κρίσιμη συνεκτίμηση τόσο του κινδύνου όσο και της απόδοσης κατά τη δημιουργία ενός χαρτοφυλακίου. Χρησιμοποιώντας ποσοτικές τεχνικές για την εκτίμηση της μετρικής της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), η προσέγγιση αυτή συμπληρώνει αποτελεσματικά τις αρχές της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου (MPT) κατά τη διαδικασία βελτιστοποίησης της κατανομής χαρτοφυλακίου. Ο συγκερασμός της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου (MPT) και της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης παρέχει στους επενδυτές την ευκαιρία

να κατασκευάσουν διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια που επιτυγχάνουν αποτελεσματικά μια ισορροπία μεταξύ κινδύνου και απόδοσης. Οι εκτιμήσεις VaR που αποκτώνται μέσω της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης παρουσιάζουν υψηλό βαθμό ερμηνευσιμότητας. Η τιμή που προκύπτει διατυπώνεται σε αντιστοιχία με την απόδοση του χαρτοφυλακίου, η οποία συνήθως μετράται σε χρηματικές μονάδες ή ποσοστιαίες τιμές. Αυτή η συνοπτική και σαφής έκθεση διευκολύνει την κατανόηση των πιθανών οικονομικών απωλειών για τους διαχειριστές κινδύνων και τους επενδυτές. Ως αποτέλεσμα, χρησιμεύει στη διευκόλυνση της διαυγούς επικοινωνίας και κατανόησης του κινδύνου χαρτοφυλακίου, βοηθώντας έτσι στη διαδικασία λήψης καλά ενημερωμένων αποφάσεων και διαμόρφωσης στρατηγικών για τη διαχείριση του κινδύνου (Karami, 2023).

Παρ' όλα αυτά, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστεί ότι η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης διαθέτει εγγενείς περιορισμούς, οι οποίοι κατά κύριο λόγο απορρέουν από την υποκείμενη παραδοχή της κανονικότητας. Οι χρηματοπιστωτικές αγορές συχνά επιδεικνύουν μη κανονικά χαρακτηριστικά, όπως κατανομές αποδόσεων με παχιά ουρά ή λοξότητα, ιδίως σε περιόδους πίεσης της αγοράς ή έκτακτων γεγονότων. Σε περιπτώσεις τέτοιας φύσης, είναι εύλογο ότι η υπόθεση της κανονικότητας μπορεί να μην αποτυπώνει επαρκώς την πραγματική κατανομή των αποδόσεων, με αποτέλεσμα δυνητικά ανακριβείς εκτιμήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Οι διαχειριστές κινδύνων οφείλουν να επιδεικνύουν σύνεση όταν χρησιμοποιούν τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης για χαρτοφυλάκια που περιλαμβάνουν περιουσιακά στοιχεία που παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις από την κανονικότητα. Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης, αν και διαθέτει ορισμένα πλεονεκτήματα, είναι καταλληλότερο να χρησιμοποιείται στο πλαίσιο χαρτοφυλακίων που παρουσιάζουν ισχυρή προσκόλληση στην υπόθεση της κανονικής κατανομής και επιδεικνύουν συνεπή και προβλέψιμα πρότυπα απόδοσης. Στο πλαίσιο χαρτοφυλακίων που παρουσιάζουν περίπλοκες και μη συμβατικές κατανομές αποδόσεων, είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μεθοδολογίες για την εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι ιστορικής προσομοίωσης ή προσομοίωσης Μόντε Κάρλο αναδεικνύονται ως καταλληλότερες προσεγγίσεις για την καταγραφή των εγγενών κινδύνων ουράς και την παροχή ακριβέστερων εκτιμήσεων του κινδύνου (Karami, 2023).

1.5.1. Περιορισμοί της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης

Ο πρωταρχικός περιορισμός της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης έγκειται στην υποκείμενη υπόθεση της κανονικότητας των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων. Η εγγενής πολυπλοκότητα των χρηματοπιστωτικών αγορών καθιστά τις αποδόσεις ευάλωτες σε πλήθος παραγόντων που μπορούν να προκαλέσουν αποκλίσεις στις αποδόσεις από μια τυπική κανονική κατανομή. Στην πραγματικότητα, παρατηρείται ότι οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων εμφανίζουν συχνά κατανομές με παχιά ουρά, όπου οι ακραίες περιπτώσεις είναι πιο συχνές από ό,τι θα αναμενόταν από μια κανονική κατανομή. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι οι αγορές έχουν τη δυνατότητα να υποστούν φάσεις σημαντικής μεταβλητότητας, με αποτέλεσμα αποκλίσεις από τα αναμενόμενα κανονικά πρότυπα των αποδόσεων. Εφαρμόζοντας την υπόθεση της κανονικότητας, είναι πιθανό η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης να υποεκτιμά τον πραγματικό κίνδυνο ουράς και να μην αποτυπώνει επαρκώς τον ακριβή αντίκτυπο των ακραίων γεγονότων (Ugrinowitsch, 2004).

Ένας επιπλέον περιορισμός της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης είναι η ευαισθησία της σε ακραίες τιμές. Οι ακραίες τιμές, που υποδηλώνουν εξαιρετικά σημεία δεδομένων εντός της κατανομής των αποδόσεων, έχουν την ικανότητα να ασκούν σημαντική επίδραση στην εκτιμώμενη τυπική απόκλιση και, κατ' επέκταση, στην εκτίμηση της VaR. Περιστασιακές περιπτώσεις εξαιρετικά εξαιρετικών παρατηρήσεων, αν και σπάνιες, έχουν την ικανότητα να επηρεάζουν σημαντικά την εκτίμηση του κινδύνου, με πιθανό αποτέλεσμα τη διάδοση παραπλανητικών αποτελεσμάτων. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης επικεντρώνεται αποκλειστικά στις δύο αρχικές στιγμές της κατανομής των αποδόσεων, δηλαδή στη μέση τιμή και στην τυπική απόκλιση. Η ανάλυση αποτυγχάνει να λάβει υπόψη της στιγμές υψηλότερης τάξης, συγκεκριμένα τη λοξότητα και την κύρτωση. Η λοξότητα είναι ένα στατιστικό μέτρο που αξιολογεί τον βαθμό ασυμμετρίας που υπάρχει στην κατανομή των αποδόσεων. Από την άλλη πλευρά, η κύρτωση είναι ένα μέτρο που ποσοτικοποιεί τον βαθμό της βαρύτητας της ουράς εντός της κατανομής. Η παράβλεψη αυτών των ροπών μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκή απεικόνιση του σχήματος και των χαρακτηριστικών της κατανομής των αποδόσεων. Κατά συνέπεια, είναι εύλογο ότι η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR) μπορεί να μην περιλαμβάνει πλήρως τους κινδύνους που συνδέονται με τις ασύμμετρες και βαριάς ουράς κατανομές αποδόσεων, όπως υποστήριξαν οι A. Doroszuk et al. στη μελέτη τους που διεξήχθη το 2008.

Επιπρόσθετα ένας ακόμα περιορισμός της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης αφορά την εξάρτησή της από ιστορικά δεδομένα για την εκτίμηση της μέσης απόδοσης και της τυπικής απόκλισης. Η λήψη ακριβών εκτιμήσεων για περιουσιακά στοιχεία με περιορισμένα ιστορικά δεδομένα, όπως τα νεοεισαχθέντα χρηματοπιστωτικά προϊόντα ή οι μη ρευστοποιήσιμοι τίτλοι, αποτελεί μια τεράστια πρόκληση. Η χρήση περιορισμένου σώματος ιστορικών δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε εκτιμήσεις VaR που είναι συγκριτικά λιγότερο αξιόπιστες, με αποτέλεσμα να καταλήγουν ενδεχομένως σε κακώς τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση κινδύνου (Pardo-Igúzquiza & Dowd, 2001).

Προκειμένου να αντιμετωπίσουν αυτούς τους περιορισμούς, οι διαχειριστές κινδύνων και οι επενδυτές χρησιμοποιούν συχνά εναλλακτικές μεθοδολογίες για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR) που δεν βασίζονται στην υπόθεση της κανονικότητας αντιθέτως λαμβάνουν υπόψη τις περιπλοκές των κατανομών των αποδόσεων που παρατηρούνται στον πραγματικό κόσμο. Η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης και η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo είναι δύο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες που προσφέρουν βελτιωμένες εκτιμήσεις κινδύνου ενόψει μη κανονικών συμπεριφορών και ακραίων γεγονότων. Η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης χρησιμοποιεί τις ιστορικές αποδόσεις με άμεσο τρόπο, μειώνοντας έτσι την ευαισθησία της στην υπόθεση της κανονικότητας (A. Doroszuk et al., 2008).

1.6. Μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης

Η Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης είναι μια ισχυρή και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική στον τομέα των υπολογισμών της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), η οποία αποδεικνύει ιδιαίτερα την αποτελεσματικότητά της όταν αντιμετωπίζει περίπλοκα χρηματοοικονομικά χαρτοφυλάκια και διαφορούμενες συνθήκες της αγοράς. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα που εμπεριέχει η συγκεκριμένη προσέγγιση έγκειται στο μη παραμετρικό της χαρακτηριστικό, που σημαίνει ότι δεν βασίζεται σε οποιαδήποτε υπόθεση σχετικά με τη θεμελιώδη κατανομή των αποδόσεων. Η εγγενής ευελιξία αυτού του συστήματος του επιτρέπει να προσαρμόζεται αποτελεσματικά σε ένα ευρύ φάσμα συμπεριφορών αποδόσεων, καθιστώντας το ιδιαίτερα κατάλληλο για την καταγραφή των επικρατούντων κατανομών που παρατηρούνται στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης ενσωματώνει αποτελεσματικά τη δυναμική της αγοράς στο παρελθόν, βασιζόμενη σε ιστορικά δεδομένα τιμών ή αποδόσεων, αποδεικνύοντας έτσι την ικανότητά της στην καταγραφή ακραίων

γεγονότων και κινδύνων ουράς. Σε αντίθεση με εναλλακτικές μεθοδολογίες εκτίμησης της VaR που αντλούν τη μεταβλητότητα από ιστορικά δεδομένα, η συγκεκριμένη μέθοδος δεν εξαρτάται από υποθέσεις κανονικότητας ή στασιμότητας. Αντιθέτως, χρησιμοποιεί τις πραγματικές και εμπειρικά παραγόμενες ιστορικές αποδόσεις, που περιλαμβάνουν περιπτώσεις μεταβλητότητας της αγοράς και σπάνια συμβάντα, παρουσιάζοντας έτσι μια πιο αληθοφανή απεικόνιση του κινδύνου (Sharma, 2012).

Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα της μεθόδου ιστορικής προσομοίωσης έγκειται στην ικανότητά της να ενσωματώνει απρόσκοπτα την ιστορική μεταβλητότητα στον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Με την ενσωμάτωση της ανάλυσης της ιστορικής μεταβλητότητας, η μεθοδολογία παρουσιάζει μειωμένη ευαισθησία στις απότομες διακυμάνσεις της μεταβλητότητας και επιδεικνύει αυξημένη προσαρμοστικότητα απέναντι στις ασταθείς συνθήκες της αγοράς. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό διαθέτει σημαντική αξία σε περιόδους που χαρακτηρίζονται από κλιμακούμενη αβεβαιότητα και μεταβλητότητα της αγοράς. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης παρουσιάζει ισχυρή ευθυγράμμιση με τον έλεγχο ακραίων καταστάσεων και την ανάλυση σεναρίων, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία ενός ολοκληρωμένου πλαισίου για ισχυρή διαχείριση κινδύνων. Οι διαχειριστές κινδύνων έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν ιστορικά δεδομένα προκειμένου να υποβάλλουν τα χαρτοφυλάκιά τους σε δοκιμές αντοχής σε ένα εύρος δυσμενών σεναρίων της αγοράς. Η πρακτική αυτή τους επιτρέπει να διακρίνουν τα τρωτά σημεία και να αναπτύσσουν σχέδια έκτακτης ανάγκης, όπως υπογραμμίζει ο Sharma (2012).

Παρά τις αξιέπαινες ιδιότητές της, είναι επιτακτική ανάγκη οι διαχειριστές κινδύνων να είναι προσεκτικοί και να έχουν επίγνωση των εγγενών περιορισμών που συνδέονται με τη μέθοδο ιστορικής προσομοίωσης κατά τη διάρκεια της χρήσης της. Πρώτα απ' όλα, η μεθοδολογία βασίζεται εκτενώς σε ιστορικά δεδομένα, με την ακρίβειά της να εξαρτάται από την προσβασιμότητα και την αντιπροσωπευτικότητα των προηγούμενων δεδομένων. Σε περίπτωση που τα ιστορικά δεδομένα δεν καλύπτουν πλήρως τα δυνητικά ανοίγματα κινδύνου ή περιορίζονται ως προς την εφαρμογή τους σε νεοεισαχθέντα χρηματοοικονομικά προϊόντα, είναι εύλογο ότι οι εκτιμήσεις VaR ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια την πραγματική έκταση του κινδύνου που ενυπάρχει στο χαρτοφυλάκιο. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης λειτουργεί με την υπόθεση ότι οι επερχόμενες συνθήκες της αγοράς θα παρουσιάζουν ομοιότητες με εκείνες που παρατηρήθηκαν στο παρελθόν. Η υπόθεση αυτή μπορεί να μην είναι καθολικά εφαρμόσιμη

στο πλαίσιο των δυναμικών χρηματοπιστωτικών αγορών, όπου η εμφάνιση νέων γεγονότων και συνθηκών μπορεί ενδεχομένως να αμφισβητήσει την εγκυρότητά της. Ως εκ τούτου, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι η προαναφερθείσα προσέγγιση ενδέχεται να παρουσιάζει μειωμένη αποτελεσματικότητα στην πρόγνωση του κινδύνου στο πλαίσιο εντελώς νέων ή πρωτόγνωρων συνθηκών της αγοράς (Foster & Potts, 2009).

Παράλληλα, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ομοιόμορφη κατανομή του βάρους στις ιστορικές παρατηρήσεις μπορεί να παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς σε δυναμικές συνθήκες αγοράς, όπου η επιρροή των πρόσφατων γεγονότων στον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου μπορεί να υπερτερεί της επιρροής των παλαιότερων παρατηρήσεων. Μια δυνητικά βιώσιμη λύση για την υπέρβαση αυτού του περιορισμού θα περιλάμβανε την εφαρμογή ενός πιο εκλεπτυσμένου σχήματος στάθμισης που δίνει μεγαλύτερη έμφαση στα πιο πρόσφατα δεδομένα. Παρόλο που η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης καταγράφει αποτελεσματικά την εμφάνιση ακραίων γεγονότων στα ιστορικά δεδομένα, ενδέχεται να μην αντιμετωπίζει πλήρως τον κίνδυνο ουράς που συνδέεται με σπάνια γεγονότα ή γεγονότα "μαύρου κύκνου" που δεν έχουν παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της ιστορικής περιόδου. Ο περιορισμός αυτός παρατηρείται ομοίως και σε άλλες μεθοδολογίες Value at Risk (VaR) που βασίζονται σε ιστορικά στοιχεία, υπογραμμίζοντας τη σημασία της συμπλήρωσης των εκτιμήσεων VaR με δοκιμές αντοχής και ανάλυση σεναρίων (John Bellamy Foster & Potts, 2009).

1.7. Μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo

Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo είναι μια σημαντική και προσαρμόσιμη προσέγγιση που χρησιμοποιείται σε διάφορους κλάδους, όπως η χρηματοοικονομική, η μηχανική και η φυσική, με σκοπό την προσομοίωση και τον έλεγχο περίπλοκων συστημάτων. Στο πεδίο της χρηματοοικονομικής, η χρήση της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo εφαρμόζεται με σκοπό τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR), παρέχοντας έτσι στους διαχειριστές κινδύνων, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και τους επενδυτές ένα ολοκληρωμένο εργαλείο για την αξιολόγηση και την εποπτεία του κινδύνου της αγοράς με αποτελεσματικό τρόπο. Σε αντίθεση με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης και τη μέθοδο ιστορικής προσομοίωσης, οι οποίες απαιτούν παραδοχές σχετικά με την κατανομή των αποδόσεων ή βασίζονται αποκλειστικά σε ιστορικά δεδομένα, η μέθοδος προσομοίωσης Μόντε Κάρλο δεν

απαιτεί ιδιαίτερες παραδοχές σχετικά με την κατανομή των αποδόσεων. Αντ' αυτού, χρησιμοποιεί ένα πλήθος στατιστικών μοντέλων για τη δημιουργία μιας εκτεταμένης σειράς τυχαίων σεναρίων για τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων, τα οποία απαριθμούν χιλιάδες ή και εκατομμύρια. Στη συνέχεια, προχωρά στον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR) αναλύοντας την κατανομή των προσομοιωμένων τιμών του χαρτοφυλακίου (Zio, 2012).

1.7.1. Διαδικασία υπολογισμού

Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo είναι μια εξαιρετικά ισχυρή και εκτεταμένα χρησιμοποιούμενη προσέγγιση στο πεδίο της χρηματοοικονομικής για την εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Η διαδικασία υπολογισμού περιλαμβάνει μια σειρά καίριων βημάτων που δίνουν τη δυνατότητα στους διαχειριστές κινδύνων και στους επενδυτές να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τον δυνητικό καθοδικό κίνδυνο που ενυπάρχει στα χαρτοφυλάκιά τους. Το αρχικό στάδιο της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo περιλαμβάνει την εξειδίκευση του μοντέλου. Σε αυτό το πλαίσιο, επιλέγεται προσεκτικά ένα στατιστικό μοντέλο για την αποτελεσματική αποτύπωση και περιγραφή της περίπλοκης δυναμικής που παρουσιάζουν τα υποκείμενα περιουσιακά στοιχεία εντός του χαρτοφυλακίου καθ' όλη τη διάρκεια του καθορισμένου χρονικού ορίζοντα. Η επιλογή του μοντέλου έχει ύψιστη σημασία, καθώς αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα για την ακρίβεια και την αξιοπιστία των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Η επιλογή των κατάλληλων μοντέλων για την κατασκευή χαρτοφυλακίου εξαρτάται από την πολυπλοκότητα του χαρτοφυλακίου και τον επιθυμητό βαθμό τελειοποίησης. Η χρήση του μοντέλου γεωμετρικής κίνησης Brown είναι διαδεδομένη στο πλαίσιο μεμονωμένων περιουσιακών στοιχείων. Το μοντέλο αυτό λειτουργεί υπό την υπόθεση σταθερών αποδόσεων και μεταβλητότητας. Στο πλαίσιο χαρτοφυλακίων που περιλαμβάνουν πολλαπλά περιουσιακά στοιχεία, είναι δυνατή η αξιοποίηση πολυμεταβλητών μοντέλων, όπως η πολυμεταβλητή κανονική κατανομή, για την αποτελεσματική αποτύπωση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των αποδόσεων αυτών των περιουσιακών στοιχείων (North et al., 2003).

Μετά τον προσδιορισμό του υποδείγματος, η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo προχωρά στη δημιουργία μιας σημαντικής ποσότητας τυχαίων σεναρίων για τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων. Τα προαναφερθέντα σενάρια παραδειγματίζουν ποικίλες προοπτικές για τις αποτιμήσεις των υποκείμενων περιουσιακών στοιχείων εντός του καθορισμένου

χρονικού πλαισίου. Η ποσότητα των παραγόμενων σεναρίων μπορεί να παρουσιάζει μεταβλητότητα ανάλογα με τους διαθέσιμους υπολογιστικούς πόρους και το επίπεδο ακρίβειας που επιδιώκεται. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των παραγόμενων σεναρίων, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα επίτευξης ακριβέστερων εκτιμήσεων VaR. Αφού ληφθούν οι προσομοιωμένες τιμές των περιουσιακών στοιχείων για κάθε σενάριο, η μεθοδολογία προχωρεί στη συνέχεια στην προσομοίωση των αξιών του χαρτοφυλακίου. Η μέθοδος υπολογίζει ουσιαστικά την αντίστοιχη αξία του χαρτοφυλακίου κατά την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου χρονικού ορίζοντα για κάθε αυθαίρετο σενάριο. Η διαδικασία συνεπάγεται την εφαρμογή των αντίστοιχων βαρών του χαρτοφυλακίου στις προσομοιωμένες τιμές των περιουσιακών στοιχείων, διαπιστώνοντας έτσι την τελική αποτίμηση του χαρτοφυλακίου. Το αποτέλεσμα εκδηλώνεται ως διασπορά των αξιών του χαρτοφυλακίου, η οποία χρησιμεύει ως αναπαράσταση των πιθανών αποτελεσμάτων του χαρτοφυλακίου εντός του καθορισμένου χρονικού πλαισίου (Kwak & Ingall, 2007).

Η εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR) επιτυγχάνεται μέσω της σχολαστικής εξέτασης της κατανομής των προσομοιωμένων τιμών του χαρτοφυλακίου. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) είναι ένα στατιστικό μέτρο που αντιπροσωπεύει την τιμή που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο εκατοστημόριο μιας δεδομένης κατανομής. Ενδεικτικά, ένα VaR 95% υποδηλώνει το όριο στο οποίο βρίσκεται το 95% των προσομοιωμένων τιμών του χαρτοφυλακίου. Η μέτρηση της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) παρέχει στους διαχειριστές κινδύνων και στους επενδυτές μια ποσοτική εκτίμηση της δυνητικής οικονομικής ζημίας που μπορεί να αντιμετωπίσουν, δεδομένου ενός συγκεκριμένου επιπέδου εμπιστοσύνης. Η μέθοδος προσομοίωσης Μόντε Κάρλο παρουσιάζει αξιοσημείωτη αποτελεσματικότητα στην καταγραφή περίπλοκων παραγόντων κινδύνου και αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των περιουσιακών στοιχείων, καθιστώντας την ιδιαίτερα κατάλληλη για χαρτοφυλάκια που περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα επενδύσεων. Επιπλέον, η προαναφερθείσα προσέγγιση είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για τη διενέργεια δοκιμών αντοχής και ανάλυσης σεναρίων. Αυτό επιτρέπει στους διαχειριστές κινδύνων να προσομοιώνουν και να αξιολογούν αποτελεσματικά την ικανότητα του χαρτοφυλακίου να αντέχει σε δυσμενείς συνθήκες της αγοράς, όπως υπογραμμίζει ο Suhobokov (2007).

Παρ' όλα αυτά, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστεί ότι η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo δεν απαλλάσσεται από ορισμένους εγγενείς περιορισμούς. Η υπολογιστική ένταση και η κατανάλωση χρόνου που συνδέονται με τη δημιουργία σημαντικής ποσότητας σεναρίων μπορεί να είναι ιδιαίτερα έντονες, ιδίως στο πλαίσιο χαρτοφυλακίων που

περιλαμβάνουν σημαντικό αριθμό περιουσιακών στοιχείων. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να αναγνωρισθεί ότι η ακρίβεια των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο (VaR) συνδέεται άρρηκτα με την καταλληλότητα του επιλεγμένου στατιστικού πλαισίου και των υποκείμενων παραδοχών εισόδου. Σε περίπτωση που το μοντέλο δεν καταφέρνει να αποτυπώσει πιστά τις ιδιαιτερότητες της συμπεριφοράς των υποκείμενων περιουσιακών στοιχείων, είναι εύλογο ότι οι εκτιμήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) ενδέχεται να στερούνται αξιοπιστίας (Zio, 2012).

1.7.2. Πλεονεκτήματα της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo

Η εγγενής προσαρμοστικότητα και η ευρεία εφαρμογή της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo την καθιστούν ένα εξαιρετικά ευέλικτο εργαλείο για την αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων. Σε αντίθεση με τις εναλλακτικές μεθοδολογίες υπολογισμού της VaR που εξαρτώνται από συγκεκριμένες παραδοχές κατανομής, η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo απέχει από την επιβολή περιορισμών στις υποκείμενες κατανομές απόδοσης. Η εγγενής ευελιξία της διαχείρισης κινδύνων επιτρέπει στους επαγγελματίες να προσομοιώνουν αποτελεσματικά ένα ευρύ φάσμα χρηματοπιστωτικών μέσων, που περιλαμβάνει δικαιώματα προαίρεσης, συμβάσεις ανταλλαγής και διάφορα παράγωγα, τα οποία χαρακτηρίζονται από περίπλοκη και μη κανονική δυναμική. Καταγράφοντας αποτελεσματικά τον εγγενή κίνδυνο που συνδέεται με αυτά τα χρηματοπιστωτικά μέσα, η προτεινόμενη μεθοδολογία προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση του συνολικού προφίλ κινδύνου του χαρτοφυλακίου (Creal, 2012). Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo παρουσιάζει αξιοσημείωτη επάρκεια στην αποτελεσματική διαχείριση χαρτοφυλακίων που περιλαμβάνουν πλήθος περιουσιακών στοιχείων και περίπλοκες αλληλεξαρτήσεις. Η εγγενής πολυπλοκότητα των χρηματοπιστωτικών αγορών καθιστά αναγκαία μια ολοκληρωμένη κατανόηση, καθώς οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων παρουσιάζουν συχνά ποικίλες μορφές συσχέτισης. Η ικανότητα της μεθόδου να ενσωματώνει αυτές τις συσχετίσεις επιτρέπει στους διαχειριστές κινδύνων να αξιολογούν τον πιθανό αντίκτυπο των διακυμάνσεων των τιμών ενός περιουσιακού στοιχείου στο συνολικό χαρτοφυλάκιο, λαμβάνοντας υπόψη τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των διαφόρων θέσεων. Η σημασία αυτού του χαρακτηριστικού είναι ιδιαίτερα έντονη στο πλαίσιο των στρατηγικών βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου και διαφοροποίησης του κινδύνου, καθώς δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές κινδύνου να διακρίνουν τη βέλτιστη κατανομή περιουσιακών στοιχείων που θα εκπληρώσει

αποτελεσματικά τους στόχους τους όσον αφορά τη διαχείριση του κινδύνου και την απόδοση της επένδυσης (Kwak & Ingall, 2007).

Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα της χρήσης της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo έγκειται στην ικανότητά της να αξιολογεί αποτελεσματικά και με ακρίβεια τον κίνδυνο ουράς. Οι συμβατικές μετρικές της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), όπως η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης, ενδέχεται ενδεχομένως να υποεκτιμούν την πιθανότητα ακραίων γεγονότων της αγοράς λόγω της εξάρτησής τους από την υπόθεση της κανονικής κατανομής των αποδόσεων. Αυτή η παράβλεψη αποτυγχάνει να λάβει υπόψη της την εμφάνιση των κινδύνων ουράς. Ο εν λόγω περιορισμός αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά με τη χρήση της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo, η οποία συνεπάγεται τη δημιουργία σημαντικής ποσότητας τυχαίων σεναρίων που περιλαμβάνουν ακραίες συνθήκες της αγοράς. Η προσέγγιση αυτή διευκολύνει την παροχή μιας πιο αληθοφανούς απεικόνισης του κινδύνου ουράς. Κατά συνέπεια, οι διαχειριστές κινδύνων είναι σε θέση να ενισχύσουν την ετοιμότητά τους για σπάνια και σημαντικά συμβάντα της αγοράς, διευκολύνοντας έτσι την εφαρμογή τακτικών μετριασμού του κινδύνου που αποσκοπούν στη διαφύλαξη του χαρτοφυλακίου από σημαντικές απώλειες (Creal, 2012).

Οι δοκιμές προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων και η ανάλυση σεναρίων κατέχουν ύψιστη σημασία στο πεδίο της διαχείρισης κινδύνου, ιδίως σε περιόδους που χαρακτηρίζονται από οικονομική αβεβαιότητα και αναταραχή της αγοράς. Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo επιδεικνύει εξαιρετική επάρκεια σε αυτούς τους τομείς, παρέχοντας στους διαχειριστές κινδύνων τη δυνατότητα προσομοίωσης ενός εκτεταμένου φάσματος πιθανών σεναρίων της αγοράς. Μέσω της εκτέλεσης πολυάριθμων προσομοιώσεων που περιλαμβάνουν ποικίλες συνθήκες της αγοράς, οι διαχειριστές κινδύνων διαθέτουν την ικανότητα να αξιολογούν την απόδοση του χαρτοφυλακίου ενόψει δυσμενών σεναρίων, συμπεριλαμβανομένων των καταρρεύσεων της αγοράς ή της οικονομικής ύφεσης. Αυτή η ιδιαίτερη διορατικότητα βοηθά στον εντοπισμό πιθανών αδυναμιών και ευπαθειών εντός του χαρτοφυλακίου, παρέχοντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες για διαδικασίες λήψης αποφάσεων που αποσκοπούν στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας σε κινδύνους. Επιπλέον, η χρήση της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo αποδίδει αυξημένο επίπεδο ακρίβειας και ακρίβειας στην αποτίμηση χαρτοφυλακίων που περιλαμβάνουν περίπλοκα παράγωγα μέσα. Τα παράγωγα προϊόντα παρουσιάζουν συχνά μη γραμμικότητα στις αποδόσεις τους και περίπλοκες αλληλεξαρτήσεις από πολλαπλές μεταβλητές της αγοράς. Οι συμβατικές μεθοδολογίες για την Αξία σε Κίνδυνο (VaR) μπορεί να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην ενσωμάτωση αυτών των περιπλοκών, με αποτέλεσμα

δυναμικά ανακριβείς εκτιμήσεις του κινδύνου. Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo, με την ικανότητά της να προσομοιώνει ένα ευρύ φάσμα συνθηκών της αγοράς, χρησιμεύει ως ανεκτίμητο εργαλείο για τους διαχειριστές κινδύνων που έχουν αναλάβει να χειρίζονται περίπλοκα χρηματοπιστωτικά μέσα (Loizou & French, 2012).

1.7.3. Περιορισμοί της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo

Ο κυριότερος περιορισμός της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo έγκειται στην εγγενή υπολογιστική πολυπλοκότητά της. Η διαδικασία δημιουργίας μιας σημαντικής ποσότητας τυχαίων σεναρίων και η επακόλουθη προσομοίωση των τιμών του χαρτοφυλακίου για κάθε σενάριο μπορεί να αποδειχθεί μια επίπονη και απαιτητική προσπάθεια τόσο από άποψη χρόνου όσο και πόρων. Καθώς η ποσότητα των σεναρίων διευρύνεται προκειμένου να μετριάσει το σφάλμα δειγματοληψίας και να αυξηθεί η ακρίβεια, οι υπολογιστικές απαιτήσεις γίνονται όλο και πιο εμφανείς. Η πολυπλοκότητα του θέματος αυτού μπορεί να αποτελέσει σημαντική πρόκληση, ιδίως στο πλαίσιο χαρτοφυλακίων που περιλαμβάνουν σημαντική ποσότητα περιουσιακών στοιχείων ή περίπλοκα παράγωγα μέσα. Σε τέτοια σενάρια, το τεράστιο μέγεθος των απαραίτητων προσομοιώσεων μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που θεωρούνται υπερβολικά επαχθείς. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η διαρκώς μεταβαλλόμενη φύση των χρηματοπιστωτικών αγορών, σε συνδυασμό με την ενσωμάτωση νέων χρηματοπιστωτικών προϊόντων και μέσων, μπορεί να οδηγήσει σε κλιμάκωση του υπολογιστικού φόρτου που συνδέεται με τις προσομοιώσεις Monte Carlo. Αυτό, με τη σειρά του, έχει τη δυνατότητα να θέσει περιορισμούς στη δυνατότητα εφαρμογής της σε συγκεκριμένα σενάρια (Chopin, 2004).

Μια πρόσθετη κεντρική ανησυχία αφορά τον κίνδυνο υποδείγματος, ο οποίος προκύπτει από την εξάρτηση από τα στατιστικά υποδείγματα για την ακριβή απεικόνιση της δυναμικής των υποκείμενων περιουσιακών στοιχείων. Η αποτελεσματικότητα των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο (VaR) εξαρτάται από τις υποκείμενες παραδοχές που ενυπάρχουν στο επιλεγμένο μοντέλο. Σε περίπτωση που το μοντέλο δεν ενσωματώνει αποτελεσματικά κρίσιμα χαρακτηριστικά των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων, όπως μη γραμμικότητες ή απότομες διακυμάνσεις της μεταβλητότητας, οι εκτιμήσεις VaR μπορεί να αποδειχθούν ανακριβείς και, κατά συνέπεια, να προσφέρουν μια παραπλανητική αντίληψη βεβαιότητας στους διαχειριστές κινδύνου. Είναι επιτακτική ανάγκη να μετριάσει ο κίνδυνος υποδείγματος διασφαλίζοντας ότι τα υποδείγματα που χρησιμοποιούνται στις προσομοιώσεις Monte Carlo

είναι εύρωστα, καλά βαθμονομημένα και αποτυπώνουν με ακρίβεια τη δυναμική της αγοράς. Επιπλέον, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστεί ότι η ακρίβεια των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο (VaR) που προέρχονται από προσομοιώσεις Monte Carlo είναι ευαίσθητη στην παρουσία σφάλματος δειγματοληψίας. Η εμφάνιση αυτού του σφάλματος μπορεί να αποδοθεί στην περιορισμένη ποσότητα σεναρίων που παράγονται κατά τη διαδικασία προσομοίωσης. Αν και η αύξηση της ποσότητας των προσομοιώσεων έχει τη δυνατότητα να μετριάσει το σφάλμα δειγματοληψίας, πρέπει να αναγνωριστεί ότι η προσπάθεια αυτή συνοδεύεται από το μειονέκτημα της κλιμάκωσης των υπολογιστικών δαπανών και της παρατεταμένης διάρκειας επεξεργασίας. Οι διαχειριστές κινδύνων αντιμετωπίζουν την πρόκληση της επίτευξης μιας αρμονικής ισορροπίας μεταξύ της υπολογιστικής απόδοσης και του επιδιωκόμενου επιπέδου ακρίβειας κατά την εκτέλεση προσομοιώσεων Monte Carlo, όπως τονίζουν οι Linsmeier και Pearson (2000).

Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo μπορεί να αντιμετωπίσει προκλήσεις όσον αφορά την αποτελεσματική καταγραφή του κινδύνου ουράς, ιδίως στο πλαίσιο σεναρίων αγοράς με υψηλή μεταβλητότητα. Εάν τα ιστορικά δεδομένα στερούνται σχετικών ακραίων γεγονότων, η μεθοδολογία ενδέχεται να μην καταγράφει επαρκώς τον κίνδυνο ουράς στο παρόν περιβάλλον της αγοράς. Ο περιορισμός αυτός έχει ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο έκτακτων γεγονότων ή γεγονότων μαύρου κύκνου που δεν έχουν ακόμη καταγραφεί στα ιστορικά δεδομένα. Οι διαχειριστές κινδύνων θα πρέπει να επιδεικνύουν σύνεση όταν βασίζονται αποκλειστικά σε ιστορικές προσομοιώσεις για την αξιολόγηση του κινδύνου ουράς. Συνιστάται να εξετάζουν το ενδεχόμενο να ενσωματώσουν εναλλακτικές μεθοδολογίες, όπως δοκιμές αντοχής, ανάλυση σεναρίων ή μοντέλα κινδύνου ουράς, προκειμένου να συμπληρώσουν τις εκτιμήσεις VaR (Creal, 2012).

2. Είδη VaR

2.1. Παραμετρική VaR

Η παραμετρική VaR, εναλλακτικά αναφερόμενη ως διακύμανση-συνδιακύμανση VaR, είναι μια ποσοτική προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την προσέγγιση της Αξίας σε Κίνδυνο με τη χρήση στατιστικών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένης της μέσης απόδοσης και της τυπικής απόκλισης. Η υποκείμενη υπόθεση αυτής της προσέγγισης υποθέτει ότι οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων ακολουθούν μια κατανομή Gauss, διευκολύνοντας έτσι μια σχετικά απλή διαδικασία εφαρμογής. Για τον υπολογισμό της παραμετρικής Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), είναι απαραίτητο να εξαχθούν εκτιμήσεις τόσο για τη μέση τιμή όσο και για την τυπική απόκλιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου. Στη συνέχεια, μέσω της διαδικασίας επιλογής ενός προτιμώμενου επιπέδου εμπιστοσύνης, η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) μπορεί να προσδιοριστεί λαμβάνοντας την αρνητική τιμή του z-score που σχετίζεται με το εν λόγω επίπεδο εμπιστοσύνης και πολλαπλασιάζοντάς την με την τυπική απόκλιση του χαρτοφυλακίου (Aussenegg & Miazhynskaia, 2006).

Η παραμετρική αξία σε κίνδυνο (VaR) προτιμάται ευρέως λόγω της εγγενούς απλότητας και αποτελεσματικότητάς της, ιδίως όταν εφαρμόζεται σε χαρτοφυλάκια που χαρακτηρίζονται από σχετικά απλές συνθέσεις περιουσιακών στοιχείων. Ωστόσο, η χρήση της παραδοχής της κανονικότητας μπορεί να αποτελέσει περιορισμό στις πρακτικές χρηματοπιστωτικές αγορές, όπου οι αποδόσεις συχνά παρουσιάζουν μη κανονικά χαρακτηριστικά, όπως κατανομές με παχιά ουρά και λοξότητα. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η παραμετρική VaR ενδέχεται να μην καταγράφει αποτελεσματικά έκτακτα περιστατικά εν μέσω ευμετάβλητων συνθηκών της αγοράς, οδηγώντας έτσι ενδεχομένως σε υποεκτίμηση του κινδύνου. Παρά τους εν λόγω εγγενείς περιορισμούς, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστεί ότι η παραμετρική αξία σε κίνδυνο (VaR) εξακολουθεί να έχει σημαντική αξία ως μέσο για τους διαχειριστές κινδύνου που προσπαθούν να εκτιμήσουν γρήγορα και με σαφήνεια το επίπεδο κινδύνου που συνδέεται με ένα χαρτοφυλάκιο (Aussenegg & Miazhynskaia, 2006).

2.2. Μη παραμετρική VaR

Η μη παραμετρική VaR, εναλλακτικά αναφερόμενη ως ιστορική VaR ή εμπειρική VaR, είναι μια μεθοδολογία που παρακάμπτει την ανάγκη να γίνονται υποθέσεις κατανομής σχετικά με τις αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων. Αντ' αυτού, βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα τιμών ή αποδόσεων προκειμένου να κατασκευάσει μια κατανομή αποδόσεων και να προβεί σε εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τη διάταξη δεδομένων παρελθουσών αποδόσεων, τον προσδιορισμό της τιμής απόδοσης που σχετίζεται με το επιλεγμένο εκατοστημόριο (επίπεδο εμπιστοσύνης) και την αντιστροφή της εν λόγω τιμής για την εξαγωγή της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Η μη παραμετρική Αξία σε Κίνδυνο (VaR) παρουσιάζει αξιοσημείωτη ικανότητα για χαρτοφυλάκια που χαρακτηρίζονται από μη κανονικές κατανομές απόδοσης, όπου η σύλληψη ακραίων γεγονότων έχει ύψιστη σημασία. Χρησιμοποιώντας εμπειρικές ιστορικές παρατηρήσεις, η μεθοδολογία αυτή περιλαμβάνει εγγενώς τον ακραίο καθοδικό κίνδυνο και προσφέρει ακριβέστερη εκτίμηση της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) σε περιόδους αναταραχής της αγοράς. Ωστόσο, η μεγάλη εξάρτηση από τα ιστορικά δεδομένα μπορεί να αποτελέσει περιορισμό, καθώς προϋποθέτει ότι οι επερχόμενες συνθήκες της αγοράς θα έχουν ομοιότητα με τις προηγούμενες συνθήκες. Σε περιπτώσεις όπου τα χαρτοφυλάκια παρουσιάζουν περιορισμένα ιστορικά δεδομένα ή περιλαμβάνουν πρόσφατα εισαχθέντα χρηματοοικονομικά προϊόντα, είναι εύλογο ότι η μη παραμετρική VaR μπορεί να μην αποδώσει ακριβείς εκτιμήσεις κινδύνου (Banihashemi & Navidi, 2017).

2.3 Conditional VaR (CVaR ή Expected Shortfall)

Η υπό συνθήκη αξία σε κίνδυνο (CVaR), εναλλακτικά αναφερόμενη ως αναμενόμενη ζημία, είναι μια μετρική κινδύνου που χρησιμεύει ως πολύτιμο συμπλήρωμα της αξίας σε κίνδυνο (VaR), παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος των πιθανών ζημιών που υπερβαίνουν το όριο VaR. Ενώ η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) ποσοτικοποιεί το ανώτερο όριο της δυνητικής ζημίας σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης, η υπό συνθήκη Αξία σε Κίνδυνο (CVaR) υπολογίζει την αναμενόμενη ζημία δεδομένου ότι η ζημία υπερβαίνει το κατώφλι VaR. Προς διευκρίνιση, μπορεί να δηλωθεί ότι η υπό συνθήκη αξία σε κίνδυνο (CVaR) χρησιμεύει ως μέτρο για την ποσοτικοποίηση της αναμενόμενης ζημίας σε περίπτωση που οι αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου μειωθούν κάτω από το προκαθορισμένο όριο VaR. Η CVaR προτιμάται συχνά έναντι της VaR σε σενάρια όπου δίνεται αυξημένη έμφαση στον κίνδυνο ουράς, καθώς προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση των ακραίων ζημιών. Ο υπολογισμός της υπό συνθήκη αξίας σε κίνδυνο (CVaR) συνεπάγεται τη συγκέντρωση των

ζημιών που υπερβαίνουν το κατώφλι της αξίας σε κίνδυνο (VaR), καθιστώντας την ευαίσθητη στα χαρακτηριστικά του ουραίου άκρου της κατανομής των αποδόσεων. Η εκτίμηση της υπό συνθήκη αξίας σε κίνδυνο (CVaR) μπορεί να διεξαχθεί είτε μέσω παραμετρικών είτε μέσω μη παραμετρικών προσεγγίσεων, ανάλογα με τις θεμελιώδεις υποθέσεις σχετικά με την κατανομή των αποδόσεων (Filippi et al., 2019).

2.4 Αυξητική VaR

Η έννοια της Αυξητικής Αξίας σε Κίνδυνο (IVaR) αφορά την ποσοτικοποίηση του πρόσθετου κινδύνου που εισάγει ένα συγκεκριμένο περιουσιακό στοιχείο ή θέση στο ευρύτερο πλαίσιο του κινδύνου χαρτοφυλακίου. Η εκτίμηση αφορά την πρόσθετη επίδραση της ενσωμάτωσης ή της εξάλειψης ενός περιουσιακού στοιχείου στο χαρτοφυλάκιο, ειδικά σε σχέση με την αξία σε κίνδυνο (VaR) του χαρτοφυλακίου. Η υπολογιστική διαδικασία περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) του χαρτοφυλακίου, ακολουθούμενη από τον επακόλουθο επανυπολογισμό της εν λόγω VaR με τον αποκλεισμό του συγκεκριμένου περιουσιακού στοιχείου ή της θέσης που εξετάζεται. Η διαφορά μεταξύ των δύο εκτιμήσεων της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) σηματοδοτεί τον πρόσθετο κίνδυνο που αποδίδεται από το συγκεκριμένο περιουσιακό στοιχείο. Επιπλέον, η χρήση της IVaR αποδεικνύεται πολύ σημαντική για τους διαχειριστές κινδύνου που επιδιώκουν να κατανοήσουν τον βαθμό στον οποίο μεμονωμένα περιουσιακά στοιχεία ή θέσεις συμβάλλουν στον συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Μέσω της διαδικασίας εντοπισμού των πιο σημαντικών συντελεστών, οι διαχειριστές κινδύνων είναι σε θέση να κατευθύνουν την προσοχή τους προς την αποτελεσματική διαχείριση ή αντιστάθμιση των συγκεκριμένων κινδύνων, βελτιώνοντας έτσι το προφίλ κινδύνου-απόδοσης του χαρτοφυλακίου (Tibiletti, 2001).

2.5 Οριακή VaR

Η Οριακή Αξία σε Κίνδυνο (MVaR) μοιάζει με την Αυξητική Αξία σε Κίνδυνο, καθώς εκτιμά τον πρόσθετο κίνδυνο που εισάγεται από μια αυξητική ποσότητα ενός περιουσιακού στοιχείου ή μιας θέσης, αντί να εξετάζει τη συνολική εξάλειψή του. Η έννοια της Οριακής Αξίας σε Κίνδυνο (MVaR) αφορά την ποσοτικοποίηση της μεταβολής της Αξίας σε Κίνδυνο

(VaR) του χαρτοφυλακίου που προκύπτει από τη συμπερίληψη μιας ελάχιστης μονάδας ενός συγκεκριμένου περιουσιακού στοιχείου στο εν λόγω χαρτοφυλάκιο. Αυτό διευκρινίζει τις πιθανές συνέπειες της αύξησης του επιπέδου έκθεσης σε ένα συγκεκριμένο περιουσιακό στοιχείο. Η μέση αξία σε κίνδυνο (MVaR) έχει σημαντική χρησιμότητα στο πεδίο της κατασκευής και βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου. Μέσω της σχολαστικής εξέτασης της Οριακής Αξίας σε Κίνδυνο (MVaR) που αφορά διάφορα περιουσιακά στοιχεία, οι διαχειριστές κινδύνων έχουν την ικανότητα να διακρίνουν περιουσιακά στοιχεία που προσφέρουν βέλτιστο μετριασμό του κινδύνου σε σχέση με ένα συγκεκριμένο επίπεδο απόδοσης. Επιπλέον, η ανάλυση αυτή επιτρέπει τον εντοπισμό προοπτικών για την αύξηση της έκθεσης του χαρτοφυλακίου σε κίνδυνο, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι ο συνολικός κίνδυνος παραμένει εντός ενός αποδεκτού ορίου (Jain & Chakrabarty, 2019).

2.6 Συνιστώσα VaR

Η έννοια του Component VaR συνεπάγεται την ανάλυση του VaR του χαρτοφυλακίου, επιτρέποντας έτσι τον προσδιορισμό των διακριτών συνεισφορών VaR που προέρχονται από τα στοιχεία ενεργητικού ή τις θέσεις που το απαρτίζουν. Η προαναφερθείσα δήλωση διευκρινίζει τη συνολική προοπτική όσον αφορά τις επιμέρους συνεισφορές κάθε περιουσιακού στοιχείου στη συνολική αξία σε κίνδυνο (VaR). Η συστατική αξία σε κίνδυνο (VaR) έχει σημαντική χρησιμότητα στο πεδίο της απόδοσης κινδύνου, καθώς παρέχει στους διαχειριστές κινδύνου τη δυνατότητα να κατανοήσουν την προέλευση του κινδύνου σε ένα δεδομένο χαρτοφυλάκιο και να διακρίνουν τους κομβικούς παράγοντες που επηρεάζουν την VaR. Μέσω της σχολαστικής εξέτασης της Component VaR, οι διαχειριστές κινδύνου είναι σε θέση να αξιολογήσουν τα πιθανά πλεονεκτήματα της διαφοροποίησης σε διάφορα περιουσιακά στοιχεία και να εξακριβώσουν τον τρόπο με τον οποίο οι μεταβολές στη στάθμιση των περιουσιακών στοιχείων επηρεάζουν τον συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Η απόκτηση αυτών των πληροφοριών είναι εξαιρετικά σημαντική για τη δημιουργία καλά διαφοροποιημένων χαρτοφυλακίων με στόχο τη βελτιστοποίηση της έκθεσης στον κίνδυνο. Η εκτίμηση της συστατικής VaR μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ποικίλων μεθοδολογιών, που περιλαμβάνουν αναλυτικές τεχνικές, προσομοιώσεις Monte Carlo και ιστορικές προσομοιώσεις (BRUMMELHUIS et al., 2002).

2.7. Απαιτήσεις δεδομένων για την ανάλυση VaR

2.7.1. Επιλογή χρονικής περιόδου

Η προσεκτική εξέταση ενός βέλτιστου χρονικού πλαισίου για την ανάλυση VaR είναι μια επιτακτική πτυχή στη σφαίρα της διαχείρισης κινδύνου. Η προσβασιμότητα και το διαμέτρημα των ιστορικών δεδομένων είναι υψίστης σημασίας για τη διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Η απόκτηση ενός σημαντικού μήκους δεδομένων είναι εξαιρετικά σημαντική προκειμένου να καλυφθεί ολοκληρωμένα ένα ευρύ φάσμα συνθηκών της αγοράς, το οποίο περιλαμβάνει τόσο φάσεις σταθερότητας όσο και περιόδους αναταραχής. Η επέκταση του χρονικού ορίζοντα διευκολύνει την απόκτηση μιας πιο εξαντλητικής προοπτικής για τα χαρακτηριστικά κινδύνου που ενυπάρχουν στο χαρτοφυλάκιο, καθώς περιλαμβάνει δεδομένα από πολυάριθμους κύκλους της αγοράς και ποικίλες οικονομικές συνθήκες. Παρ' όλα αυτά, είναι επιτακτική ανάγκη να λαμβάνεται υπόψη ο επενδυτικός ορίζοντας και η συχνότητα αναπροσαρμογής του χαρτοφυλακίου κατά τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την επιλογή της διάρκειας των δεδομένων. Στο πλαίσιο των μικρότερων επενδυτικών οριζόντων, είναι σκόπιμο να τονιστεί η σημασία της ιεράρχησης των πρόσφατων δεδομένων, καθώς χρησιμεύουν ως ακριβέστερη αναπαράσταση των επικρατούσων συνθηκών της αγοράς (Shrestha & Bhatta, 2018).

Η εξέταση της σταθερότητας της αγοράς αποτελεί ουσιαστικό προσδιοριστικό παράγοντα για την επιλογή της κατάλληλης χρονικής περιόδου. Η επιλεγμένη χρονική περίοδος θα πρέπει να περιλαμβάνει ποικίλα καθεστώτα της αγοράς, περιλαμβάνοντας εποχές που χαρακτηρίζονται από αυξημένη μεταβλητότητα, μειωμένη μεταβλητότητα, ανοδικές τάσεις και πτωτικές τάσεις. Με την ενσωμάτωση δεδομένων που προέρχονται από ένα πλήθος περιβαλλόντων της αγοράς, οι διαχειριστές κινδύνων είναι σε θέση να αποκτήσουν μια πιο αληθοφανή αξιολόγηση του κινδύνου του χαρτοφυλακίου σε ένα εύρος σεναρίων. Η διασφάλιση της συνεχούς συνέπειας των ιστορικών δεδομένων στο σύγχρονο περιβάλλον της αγοράς είναι εξαιρετικά σημαντική (Shrestha & Bhatta, 2018). Η διαρκώς εξελισσόμενη φύση της δυναμικής της αγοράς και η περίπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ των περιουσιακών στοιχείων μπορεί να υποστεί μετασχηματισμούς με την πάροδο του χρόνου ως συνέπεια διαφόρων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, οικονομικών γεγονότων, κανονιστικών τροποποιήσεων, γεωπολιτικών επιρροών και μεταβολών του κλίματος των

επενδυτών. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίο για τους διαχειριστές κινδύνου να προβαίνουν σε περιοδικές αξιολογήσεις και αναθεωρήσεις των ιστορικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση της αξίας σε κίνδυνο (VaR), ώστε να διασφαλίζεται η ακριβής αποτύπωση των τελευταίων συνθηκών της αγοράς (Alexander & Baptista, 2002).

Επιπλέον, είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί η σημασία της ομοιογένειας των δεδομένων, προκειμένου να μετριαστεί η παρουσία μεροληψιών στο πλαίσιο των εκτιμήσεων της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Η βέλτιστη χρονική περίοδος για την επιλογή θα πρέπει ιδανικά να περιλαμβάνει δεδομένα που παρουσιάζουν συνοχή και αντικατοπτρίζουν συγκρίσιμες συνθήκες της αγοράς. Η συγχώνευση δεδομένων από διαφορετικά καθεστάτα της αγοράς έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει στρεβλώσεις στις εκτιμήσεις κινδύνου, ιδίως σε περιπτώσεις όπου η υποκείμενη δυναμική της αγοράς έχει υποστεί σημαντικές μεταμορφώσεις σε όλες τις χρονικές διαστάσεις. Επιπλέον, η εξέταση της συχνότητας των δεδομένων είναι ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας κατά την επιλογή μιας χρονικής περιόδου. Τα δεδομένα με υψηλότερες συχνότητες, όπως τα ημερήσια ή ενδοημερήσια δεδομένα, προσφέρουν μεγαλύτερο επίπεδο λεπτομέρειας στην καταγραφή των διακυμάνσεων των τιμών, επιτρέποντας έτσι ακριβέστερη εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση δεδομένων υψηλότερης συχνότητας μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα θορύβου και να απαιτήσει μεγαλύτερη κατανομή υπολογιστικών πόρων. Η επιλογή της συχνότητας των δεδομένων θα έπρεπε να συνάδει με τον επενδυτικό ορίζοντα και το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας (De Vita & Kyaw, 2008).

Πριν από την ανάληψη της ανάλυσης VaR, οι διαχειριστές κινδύνου πρέπει να εξακριβώσουν την ειλικρίνεια και την ομοιομορφία των δεδομένων. Η διαδικασία καθαρισμού και προσαρμογής των δεδομένων είναι εξαιρετικά σημαντική προκειμένου να μετριαστεί αποτελεσματικά ο αντίκτυπος των ακραίων τιμών, των τιμών που λείπουν ή των ανωμαλιών που ενδεχομένως να θέσουν σε κίνδυνο την αξιοπιστία των εκτιμήσεων της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Επιπλέον, είναι επιτακτική η αποτελεσματική διαχείριση τυχόν εταιρικών ενεργειών, όπως η διάσπαση μετοχών ή η πληρωμή μερισμάτων, προκειμένου να διατηρηθεί η ακεραιότητα των δεδομένων. Το χρονικό διάστημα που επιλέγεται θα πρέπει επιπλέον να ευθυγραμμίζεται με τη σύγχρονη σύσταση του χαρτοφυλακίου. Σε περίπτωση που το χαρτοφυλάκιο έχει υποστεί σημαντικές τροποποιήσεις ή ενσωματώνει νέα στοιχεία ενεργητικού, είναι επιτακτική ανάγκη οι διαχειριστές κινδύνου να εξετάζουν σχολαστικά τον αντίκτυπο αυτών των μεταβολών στην ιστορική κατανομή των αποδόσεων και των συσχετίσεων (Alexander & Baptista, 2002).

Οι δοκιμές προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων και η ανάλυση σεναρίων χρησιμεύουν ως πολύτιμα συμπληρώματα της συμβατικής ανάλυσης της αξίας σε κίνδυνο (VaR), ενσωματώνοντας ιστορικά δεδομένα από διακριτές περιόδους που χαρακτηρίζονται από χρηματοπιστωτικές κρίσεις ή έκτακτες συνθήκες της αγοράς. Οι δοκιμές αντοχής επιτρέπουν στους διαχειριστές κινδύνων να αξιολογούν την ικανότητα του χαρτοφυλακίου να αντέχει σε δυσμενή σενάρια, προσφέροντας έτσι πολύτιμες πληροφορίες για τον κίνδυνο ουράς και τις πιθανές απώλειες ενόψει ακραίων γεγονότων (Shrestha & Bhatta, 2018).

2.7.2. Συχνότητα και κοκκομετρία δεδομένων

Η σχολαστική εξέταση της συχνότητας και της λεπτομέρειας των δεδομένων είναι υψίστης σημασίας για την ανάλυση της αξίας σε κίνδυνο (VaR), καθώς επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ακρίβεια και τη συνάφεια των εκτιμήσεων κινδύνου. Η επιλογή της συχνότητας των δεδομένων καθορίζει τα χρονικά διαστήματα στα οποία αποκτώνται και τεκμηριώνονται τα σημεία δεδομένων, ενώ η κοκκομετρία των δεδομένων περιγράφει τον βαθμό πολυπλοκότητας και ακρίβειας που παρουσιάζουν τα δεδομένα. Οι προαναφερθείσες εκτιμήσεις αναλαμβάνουν καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματική αποτύπωση της θεμελιώδους δυναμικής των διακυμάνσεων των τιμών, της μεταβλητότητας και των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των διαφόρων περιουσιακών στοιχείων που περιλαμβάνονται στο χαρτοφυλάκιο (Jobst, 2007).

Τα δεδομένα με υψηλότερες συχνότητες, όπως τα ημερήσια ή ενδοημερήσια δεδομένα, παρέχουν στους διαχειριστές κινδύνων μια πιο λεπτομερή προοπτική της δυναμικής της αγοράς, επιτρέποντάς τους να καταγράφουν και να αναλύουν τις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις στις αποτιμήσεις των περιουσιακών στοιχείων. Η σχολαστικότητα που επιδεικνύεται σε αυτό το επίπεδο εξειδίκευσης έχει τεράστια αξία στο πλαίσιο των ταχέως εξελισσόμενων και απρόβλεπτων αγορών, όπου ακόμη και μικρές διακυμάνσεις των τιμών μπορούν να ασκήσουν σημαντική επιρροή στην αξιολόγηση των κινδύνων. Αντίθετα, τα δεδομένα με χαμηλότερη συχνότητα, όπως τα εβδομαδιαία ή μηνιαία δεδομένα, μετριάζουν τον αντίκτυπο των παροδικών διακυμάνσεων των τιμών και είναι πιο ικανά να καταγράφουν τις μόνιμες τάσεις. Η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί πιο κατάλληλη για χαρτοφυλάκια που χαρακτηρίζονται από εκτεταμένους επενδυτικούς ορίζοντες και σπάνιες αναπροσαρμογές. Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι η επιλογή της συχνότητας των δεδομένων είναι σύμφωνη με τον επενδυτικό ορίζοντα. Στο πλαίσιο των

χαρτοφυλακίων που χαρακτηρίζονται από βραχυπρόθεσμους επενδυτικούς ορίζοντες, αναγνωρίζεται γενικά ότι τα δεδομένα υψηλότερης συχνότητας έχουν μεγαλύτερη σημασία. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ικανότητά τους να προσφέρουν ακριβέστερη απεικόνιση της βραχυπρόθεσμης μεταβλητότητας και των συναφών κινδύνων. Αντίθετα, τα χαρτοφυλάκια που χαρακτηρίζονται από πιο μακροπρόθεσμους επενδυτικούς ορίζοντες μπορεί να αποκομίσουν πλεονεκτήματα από τη χρήση δεδομένων χαμηλότερης συχνότητας, καθώς αποτυπώνουν τις περιεκτικές τάσεις της αγοράς και τις διακυμάνσεις των τιμών σε εκτεταμένη διάρκεια (Jobst, 2007).

Η εξέταση των υπολογιστικών πόρων είναι υψίστης σημασίας για τους διαχειριστές κινδύνου κατά τη διαβούλευση σχετικά με τη συχνότητα των δεδομένων. Η χρήση δεδομένων υψηλότερης συχνότητας απαιτεί αυξημένη κατανομή πόρων για την αποθήκευση και την επεξεργασία δεδομένων, λόγω του κλιμακούμενου μεγέθους του συνόλου δεδομένων. Προτού επιλέξουν δεδομένα υψηλότερης συχνότητας, οι διαχειριστές κινδύνων οφείλουν να αξιολογήσουν την ικανότητα των συστημάτων τους να ανταποκριθούν στις υπολογιστικές απαιτήσεις που σχετίζονται με τα δεδομένα αυτά. Η εποχικότητα και το ωράριο της αγοράς αποτελούν συμπληρωματικές εκτιμήσεις που πρέπει να λαμβάνονται δεόντως υπόψη κατά τον προσδιορισμό της συχνότητας των δεδομένων. Ορισμένα περιουσιακά στοιχεία παρουσιάζουν έντονα εποχιακά πρότυπα, σύμφωνα με τα οποία οι διακυμάνσεις των τιμών τους ακολουθούν διακριτά πρότυπα κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων περιόδων. Σε τέτοιου είδους περιπτώσεις, η χρήση δεδομένων υψηλότερης συχνότητας κατά τη διάρκεια των σχετικών εποχών μπορεί να αποφέρει ακριβέστερες εκτιμήσεις κινδύνου. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι τα περιουσιακά στοιχεία που υπόκεινται σε διαπραγμάτευση εντός καθορισμένων ωρών της αγοράς ενδέχεται να καθιστούν αναγκαία τη χρήση δεδομένων υψηλότερης συχνότητας κατά τη διάρκεια των εν λόγω περιόδων διαπραγμάτευσης, προκειμένου να καταγράφονται και να αναλύονται αποτελεσματικά και με ακρίβεια οι διακυμάνσεις των τιμών (Auer, 2018).

Επιπλέον, η έννοια της κοκκομετρίας των δεδομένων αφορά τον βαθμό εξειδίκευσης με τον οποίο συλλέγονται και τεκμηριώνονται τα δεδομένα, περιλαμβάνοντας τόσο το επίπεδο του μεμονωμένου περιουσιακού στοιχείου όσο και το ευρύτερο επίπεδο του χαρτοφυλακίου. Τα δεδομένα σε επίπεδο περιουσιακών στοιχείων προσφέρουν μια ολοκληρωμένη και περίπλοκη προοπτική σχετικά με τα χαρακτηριστικά κινδύνου που σχετίζονται με κάθε μεμονωμένο περιουσιακό στοιχείο, επιτρέποντας έτσι στους διαχειριστές κινδύνου να διακρίνουν και να εντοπίζουν επακριβώς τους κινδύνους που συνδέονται άμεσα με τα εν λόγω περιουσιακά στοιχεία. Ο βαθμός λεπτομέρειας που παρουσιάζεται σε αυτό το πλαίσιο έχει

σημαντική αξία, ιδίως όταν πρόκειται για περίπλοκα παράγωγα μέσα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η συμπερίληψη δεδομένων σε επίπεδο περιουσιακών στοιχείων καθίσταται επιτακτική προκειμένου να μοντελοποιηθούν και να αξιολογηθούν αποτελεσματικά οι σχετικοί κίνδυνοι. Σε μια εναλλακτική προοπτική, η συγκέντρωση δεδομένων σε επίπεδο χαρτοφυλακίου χρησιμεύει ως μέσο για την ενοποίηση και τη σύνθεση των σχετικών πληροφοριών που αφορούν τα διάφορα περιουσιακά στοιχεία, παρέχοντας έτσι μια ολιστική και ολοκληρωμένη αξιολόγηση του συνολικού κινδύνου που συνδέεται με το χαρτοφυλάκιο. Η χρήση δεδομένων σε επίπεδο χαρτοφυλακίου αποδεικνύεται πιο ρεαλιστική προσέγγιση σε περιπτώσεις όπου υπάρχει έλλειψη δεδομένων για μεμονωμένα περιουσιακά στοιχεία, ιδίως για περιουσιακά στοιχεία που είναι είτε νέα είτε δεν έχουν ρευστότητα. Επιπλέον, εξορθολογίζει τη διαδικασία ανάλυσης για εκτεταμένα χαρτοφυλάκια που περιλαμβάνουν πλήθος περιουσιακών στοιχείων (Alexander, 2009).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η συγχώνευση δεδομένων σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας μπορεί να αποδώσει μια πιο ολοκληρωμένη προοπτική για την έννοια του κινδύνου. Στο πλαίσιο της διαχείρισης κινδύνων, είναι σύνηθες για τους διαχειριστές κινδύνων να χρησιμοποιούν δεδομένα σε επίπεδο περιουσιακών στοιχείων για τα ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία και δεδομένα σε επίπεδο χαρτοφυλακίου για τα μη ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία, προκειμένου να επιτευχθεί μια αρμονική ισορροπία μεταξύ ακρίβειας και πρακτικότητας. Η επιλογή της κοκκομετρίας των δεδομένων θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους στόχους της διαχείρισης κινδύνου. Όταν η έμφαση δίνεται στον κίνδυνο που συνδέεται με μεμονωμένα περιουσιακά στοιχεία, είναι καταλληλότερο να χρησιμοποιούνται δεδομένα σε επίπεδο περιουσιακών στοιχείων, καθώς διευκολύνεται η πληρέστερη εξέταση του προφίλ κινδύνου που αφορά κάθε συγκεκριμένο περιουσιακό στοιχείο. Προκειμένου να αξιολογηθεί ο συνολικός κίνδυνος του χαρτοφυλακίου, μπορεί να είναι επαρκής η χρήση δεδομένων σε επίπεδο χαρτοφυλακίου, καθώς παρέχουν μια ολιστική προοπτική των χαρακτηριστικών κινδύνου του χαρτοφυλακίου (Alexander, 2009).

2.7.3. Προεπεξεργασία και καθαρισμός δεδομένων

Η προεπεξεργασία και ο καθαρισμός των δεδομένων διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάλυση της αξίας σε κίνδυνο (VaR), καθώς δημιουργούν τη θεμελιώδη βάση για ακριβείς και αξιόπιστες εκτιμήσεις κινδύνου. Η παρουσία σφαλμάτων, ελλειψών τιμών και

ακραίων τιμών στα χρηματοοικονομικά δεδομένα μπορεί να προκαλέσει στρεβλώσεις στην κατανομή των αποδόσεων και, κατά συνέπεια, να οδηγήσει σε παραπλανητικά αποτελέσματα όσον αφορά την αξία σε κίνδυνο (VaR). Η διαχείριση των ελλιπών τιμών είναι μια κρίσιμη πτυχή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία προεπεξεργασίας των δεδομένων. Οι διαχειριστές κινδύνων αντιμετωπίζουν το καθήκον να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την καταλληλότερη προσέγγιση για την αντιμετώπιση του ζητήματος των ελλιπών δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση επιλογών όπως η χρήση στατιστικών τεχνικών για τον καταλογισμό τιμών ή η επιλογή της εξαίρεσης των σημείων δεδομένων που περιέχουν ελλιπείς τιμές. Η επιλογή της μεθοδολογίας εξαρτάται από το μέγεθος των δεδομένων που απουσιάζουν και τις επιπτώσεις τους στην ανάλυση, όπως διευκρινίζεται από τους Bose και συν. (2017).

Οι ακραίες τιμές, οι οποίες αναφέρονται σε σημεία δεδομένων που παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από τα υπόλοιπα δεδομένα, μπορούν να παρουσιάσουν αξιοσημείωτες πολυπλοκότητες στο πλαίσιο της ανάλυσης της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Ο εντοπισμός και η επακόλουθη διαχείριση των ακραίων τιμών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διασφάλιση της ανθεκτικότητας και της αξιοπιστίας των εκτιμήσεων της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Πολλαπλές τεχνικές εντοπισμού ακραίων τιμών, όπως το Z-score ή το τροποποιημένο Z-score, βοηθούν στον εντοπισμό αυτών των ανώμαλων σημείων δεδομένων. Οι ακραίες τιμές, ανάλογα με την επιρροή τους στην ανάλυση, μπορούν να υποβληθούν σε αφαίρεση, μετασχηματισμό ή αντικατάσταση μέσω του winsorization, όπου αντικαθίστανται με μια προκαθορισμένη εκατοστιαία τιμή. Ο ακριβής υπολογισμός των αποδόσεων είναι υψίστης σημασίας στην ανάλυση VaR, καθώς αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την κατασκευή του μοντέλου κατανομής των αποδόσεων. Οι διαχειριστές κινδύνου πρέπει να εφαρμόζουν με συνέπεια την κατάλληλη μέθοδο υπολογισμού, είτε πρόκειται για απλές αποδόσεις είτε για αποδόσεις λογαρίθμου, σε όλο το σύνολο των δεδομένων. Οι λογαριθμικές αποδόσεις ευνοούνται γενικά σε περιπτώσεις όπου υπάρχει παρουσία σειριακής συσχέτισης ή όταν πρόκειται για πληρωμές μερισμάτων και άλλες εταιρικές ενέργειες, όπως αναφέρουν οι Valtl και συν (2022).

Ο μετασχηματισμός των δεδομένων μπορεί να κριθεί απαραίτητος σε ορισμένες περιπτώσεις για την ευθυγράμμιση με τις υποκείμενες παραδοχές του μοντέλου Value at Risk (VaR). Σε περίπτωση που η κατανομή των αποδόσεων αποκλίνει από την κανονικότητα, είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί το ζήτημα αυτό με τη χρήση διαφόρων μετασχηματισμών, όπως ο μετασχηματισμός Box-Cox, ο οποίος μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη κανονικής

κατανομής. Είναι επιτακτική ανάγκη να επιδεικνύεται σύνεση κατά τη μετατροπή των δεδομένων, καθώς οι ενέργειες αυτές έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Επιπλέον, είναι επιτακτική ανάγκη να διατηρείται μια συνεκτική χρονοσειρά, προκειμένου να διασφαλίζονται ακριβείς εκτιμήσεις της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Η παρουσία παρατυπιών στο σύνολο δεδομένων, όπως κενά ή επικαλύψεις, μπορεί να εισάγει κάποιο βαθμό μεροληψίας στην επακόλουθη ανάλυση. Συνιστάται στους διαχειριστές κινδύνων να εξετάζουν και να επικυρώνουν διεξοδικά την ευθυγράμμιση των δεδομένων με τον προβλεπόμενο χρονικό ορίζοντα, διασφαλίζοντας ότι τυχόν ασυμφωνίες ή ανακολουθίες αντιμετωπίζονται και επιλύονται αμέσως. Οι εταιρικές ενέργειες, όπως οι διασπάσεις μετοχών και τα μερίσματα, έχουν τη δυνατότητα να διαταράξουν τη συνέχεια των σειρών αποδόσεων. Η διαδικασία τροποποίησης των δεδομένων προκειμένου να ενσωματωθούν αυτές οι ενέργειες εγγυάται ότι η κατανομή των αποδόσεων απεικονίζει με ακρίβεια τις διακυμάνσεις των τιμών του περιουσιακού στοιχείου (Valtl, 2022).

Ο κατάλληλος χειρισμός των ημερών εκτός διαπραγμάτευσης είναι ένας πρόσθετος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη διαδικασία προεπεξεργασίας των δεδομένων. Η παρουσία μη εμπορικών ημερών, όπως τα Σαββατοκύριακα και οι αργίες, έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει τη συχνότητα και την ευθυγράμμιση των δεδομένων. Οι διαχειριστές κινδύνου βρίσκονται αντιμέτωποι με το κρίσιμο έργο της λήψης απόφασης σχετικά με τη συμπερίληψη ή τον αποκλεισμό αυτών των συγκεκριμένων ημερών, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη την πιθανή επίδρασή τους στην εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Επιπλέον, η επαλήθευση των πηγών δεδομένων κατέχει ύψιστη σημασία στο πλαίσιο της προεπεξεργασίας των δεδομένων. Η χρησιμοποίηση δεδομένων από πηγές που στερούνται αξιοπιστίας ή εξουσιοδότησης μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία αναξιόπιστων εκτιμήσεων κινδύνου. Οι διαχειριστές κινδύνου έχουν την επιτακτική ευθύνη να διασφαλίζουν ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται προέρχονται αποκλειστικά από πηγές που είναι τόσο αξιόπιστες όσο και χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό ακρίβειας. Η διαδικασία της κλιμάκωσης των δεδομένων είναι υψίστης σημασίας κατά τη συγχώνευση δεδομένων από διαφορετικά περιουσιακά στοιχεία ή πηγές, καθώς χρησιμεύει για τον μετριασμό των επιπτώσεων των ανόμοιων μονάδων και κλιμάκων. Επιπλέον, η διαδικασία της τυποποίησης διευκολύνει τη δημιουργία ενός κοινού πλαισίου για τη διενέργεια ουσιαστικών συγκρίσεων και τη διεξαγωγή διεξοδικών αναλύσεων, όπως τονίζεται από τους Lu (2021).

Η ενίσχυση της διαφάνειας και της τεκμηρίωσης καθ' όλη τη διαδικασία προεπεξεργασίας των δεδομένων χρησιμεύει στην ενίσχυση της αναπαραγωγιμότητας και της

δυνατότητας ελέγχου της ανάλυσης της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Η εφαρμογή μιας επαναληπτικής και ολοκληρωμένης μεθοδολογίας προεπεξεργασίας δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ακεραιότητας και της αξιοπιστίας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Τηρώντας επιμελώς αυτές τις καθιερωμένες βέλτιστες πρακτικές, οι διαχειριστές κινδύνου είναι σε θέση να ενισχύσουν τις ικανότητές τους στη λήψη αποφάσεων, προκειμένου να επιτύχουν βέλτητα αποτελέσματα στον τομέα της διαχείρισης κινδύνου και της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου (Lu, 2021).

2.8. Συγκριτική Ανάλυση Των Βασικών Μεθόδων Υπολογισμού Του VaR

Ο προσδιορισμός της βέλτιστης μεθόδου είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα που δεν έχει μια απλή λύση. Ο συνετός επενδυτής ή διαχειριστής κινδύνων οφείλει να αξιολογεί σχολαστικά τα συστατικά του χαρτοφυλακίου του και στη συνέχεια να επιλέγει την καταλληλότερη προσέγγιση. Η ανάλυση των ιστορικών δεδομένων αποδεικνύεται πολύτιμη άσκηση για την εξέταση της κατανομής των αποδόσεων και τη διάκριση της σκοπιμότητας των διαφόρων προσεγγίσεων που μπορούν ή δεν μπορούν να εφαρμοστούν. Ως εκ τούτου, μπορεί να συναχθεί από τις προαναφερθείσες παρατηρήσεις (Lal, 2012):

- Η ιστορική προσομοίωση σε αντίθεση με τις άλλες δύο , μπορεί να γίνει πιο εύκολα κατανοητή και να παρουσιαστεί στους παραπάνω διοικητές. Αντίθετα, η μέθοδος Variance/Covariance απαιτεί καλές τεχνικές γνώσεις, καθώς τα μαθηματικά για τον υπολογισμό της VaR είναι πολύπλοκα. Τέλος, η μέθοδος Monte Carlo είναι η πιο δύσκολη στην παρουσίαση, διότι απαιτεί εξειδικευμένη γνώση της κατανομής που ερμηνεύει.
- Όσον αφορά την ευκολία εφαρμογής , η ιστορική προσομοίωση μπορεί να εφαρμοστεί σε χαρτοφυλάκια για των οποίων τα αξιόγραφα , ιστορικά δεδομένα είναι διαθέσιμα. Η μέθοδος διακύμανσης/συνδιακύμανσης μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί μόνο σε εκείνα τα χαρτοφυλάκια των οποίων οι τίτλοι καλύπτονται από τα διαθέσιμα συστήματα. Η προσομοίωση Monte Carlo, απαιτεί πολύ χρόνο για την εφαρμογή της, ειδικά αν τα χαρτοφυλάκια έχουν πολύπλοκες θέσεις.

- Η ιστορική προσομοίωση και η προσομοίωση Monte Carlo μπορούν να υπολογίσουν τους κινδύνους που προκύπτουν από μη γραμμικά χρηματοοικονομικά προϊόντα, όπως τα δικαιώματα προαίρεσης, επειδή υπολογίζουν την αξία του χαρτοφυλακίου κάθε φορά για κάθε πιθανό συνδυασμό παραγόντων της αγοράς. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει με την προσέγγιση της διακύμανσης/συνδιακύμανσης, καθώς υποθέτει κανονική κατανομή και δεν ακολουθείται από τα δικαιώματα προαίρεσης. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να ανταπεξέλθει εν μέρει εάν υπολογιστεί με τη χρήση σύντομης περιόδου διακράτησης για χαρτοφυλάκια με περιορισμένο περιεχόμενο δικαιωμάτων προαίρεσης.
- Η προσομοίωση Monte Carlo και η προσέγγιση Διακύμανσης/Συνδιακύμανσης επιτρέπει στον αναλυτή να παραβλέψει τις εκτιμήσεις που βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα και να χρησιμοποιήσει σταθερές παραμέτρους που προτιμά. Σε αντίθεση με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης δεν υπάρχει ευελιξία στην εισαγωγή εναλλακτικών υποθέσεων λόγω της άμεσης σχέσης της με τα ιστορικά δεδομένα.
- Εκτός από τη μέθοδο ιστορικής προσομοίωσης, οι άλλες μέθοδοι απαιτούν συγκεκριμένες υποθέσεις κατανομών για τους παράγοντες της αγοράς. Επίσης, η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης και η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης χρησιμοποιούν διακυμάνσεις και συσχετίσεις, διαδικασία που δεν είναι απαραίτητη για την προσομοίωση Monte Carlo.
- Μια τελευταία σημαντική διάσταση είναι η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Είναι ευρέως γνωστό ότι όλες οι μέθοδοι βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα. Ωστόσο, η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης βασίζεται περισσότερο σε αυτά. Συνεπώς, υπάρχει ο κίνδυνος λανθασμένης μέτρησης του κινδύνου αγοράς του χαρτοφυλακίου, εάν οι μεταβολές των τιμών των στοιχείων που το επηρεάζουν είναι χαμηλές ή υψηλές κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Ως εκ τούτου, το αποτέλεσμα της VaR μπορεί να είναι παραπλανητικό εάν οι μεταβολές δεν είναι τυπικές αλλά ακραίες. Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης μπορεί επίσης να δώσει παραπλανητικό αποτέλεσμα, εκτός εάν χρησιμοποιούνται εναλλακτικές συσχετίσεις και τυπικές αποκλίσεις. Τέλος, το ίδιο μπορεί να συμβεί και με την προσομοίωση Monte Carlo, εκτός εάν χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές κατανομές (Lal, 2012).

Είναι προφανές ότι μια οριστική λύση όσον αφορά τη βέλτιστη προσέγγιση για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR) παραμένει ασύλληπτη. Η συμφωνία μεταξύ της ιστορικής προσομοίωσης και της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης εκδηλώνεται όταν οι

ιστορικές τιμές χρησιμοποιούνται ως δεδομένα για τον υπολογισμό του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης, υπό την προϋπόθεση ότι οι εν λόγω τιμές ακολουθούν την κανονική κατανομή. Σύμφωνα με την επιστημονική έρευνα που διεξήχθη από τους Tsubota και συν. (2015), μπορεί να συναχθεί ότι η αξιοποίηση τόσο της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης όσο και της προσέγγισης Monte Carlo θα αποφέρει συμβατά αποτελέσματα, υπό την προϋπόθεση ότι η τελευταία τεχνική υποθέτει κανονική κατανομή για όλα τα σημεία δεδομένων, με συνεπείς μέσους όρους και διακυμάνσεις. Η σύγκλιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των ιστορικών προσομοιώσεων και των προσομοιώσεων Monte Carlo παρατηρείται τελικά όταν οι αποδόσεις που χρησιμοποιούνται στην τελευταία προέρχονται αποκλειστικά από ιστορικά δεδομένα. Ωστόσο έχει μεγάλη σημασία να αναγνωρίσουμε ότι η ίδια αριθμητική τιμή, η οποία φαινομενικά αντιπροσωπεύει την αξία σε κίνδυνο (VaR) για δύο διαφορετικά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, μπορεί να υπόκειται σε διαφορετικές ερμηνείες, ανάλογα με το προφίλ κινδύνου και τα κριτήρια επιλογής μεθοδολογίας που καθορίζει κάθε αναλυτής (Rihoux & Ragin, 2008).

3. Επίπεδο εμπιστοσύνης και περίοδος διακράτησης

3.1. Επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης

Η επιλογή ενός κατάλληλου επιπέδου εμπιστοσύνης αποκτά ύψιστη σημασία στο πλαίσιο της ανάλυσης της αξίας σε κίνδυνο (VaR), δεδομένης της άμεσης επιρροής της στις εκτιμήσεις κινδύνου και στο πλαίσιο λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιούν οι διαχειριστές κινδύνου. Το επίπεδο εμπιστοσύνης δηλώνει το βαθμό βεβαιότητας που συνδέεται με την εκτίμηση της VaR, υποδηλώνοντας την πιθανότητα ότι η πραγματική ζημία του χαρτοφυλακίου δεν θα υπερβεί την εκτιμώμενη VaR. Ένα αυξημένο επίπεδο εμπιστοσύνης σηματοδοτεί μια πιο προσεκτική εκτίμηση, καθώς στόχος της είναι να συμπεριλάβει έκτακτα γεγονότα της αγοράς με μεγαλύτερη πιθανότητα. Αντίθετα, ένα μειωμένο επίπεδο εμπιστοσύνης αποδίδει μια πιο φιλελεύθερη προσέγγιση, παρέχοντας έτσι αυξημένη πιθανότητα υπέρβασης της εκτίμησης της αξίας σε κίνδυνο (VaR), όπως υποστηρίζουν οι Pandit και Khairullah (2015).

Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης θα πρέπει να συνάδει με την ανοχή κινδύνου που επιδεικνύει ο ιδιοκτήτης του χαρτοφυλακίου ή το άτομο που είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση του κινδύνου. Οι επενδυτές που παρουσιάζουν χαμηλότερη τάση για κίνδυνο ενδέχεται να δείχνουν προτίμηση σε αυξημένα επίπεδα εμπιστοσύνης, καθώς αυτό παρέχει αυξημένο βαθμό διασφάλισης έναντι των μελλοντικών ζημιών. Αντίθετα, οι επενδυτές με μεγαλύτερη τάση για κίνδυνο ή όσοι επιδιώκουν υψηλές αποδόσεις μπορεί να επιλέξουν χαμηλότερα επίπεδα εμπιστοσύνης, επιτρέποντας έτσι την πιθανότητα αυξημένων ζημιών με αντάλλαγμα δυνητικά αυξημένες απολαβές. Επιπλέον, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστεί ότι οι κανονιστικές απαιτήσεις και οι απαιτήσεις συμμόρφωσης ασκούν σημαντική επιρροή στην αξιολόγηση του επιπέδου εμπιστοσύνης που αφορά τους υπολογισμούς της αξίας σε κίνδυνο (VaR), ιδίως στον τομέα των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων. Οι ρυθμιστικοί φορείς επιβάλλουν συχνά συγκεκριμένα επίπεδα εμπιστοσύνης ως μέσο για να διασφαλιστεί η ομοιομορφία και η συγκρισιμότητα των μέτρων κινδύνου εντός του κλάδου. Ο επιτακτικός χαρακτήρας της τήρησης αυτών των διατάξεων δεν μπορεί να υπερτιμηθεί, καθώς είναι υψίστης σημασίας για τη διατήρηση της ειλικρίνειας των αναφορών κινδύνου και την επίδειξη ακλόνητης δέσμευσης στα ρυθμιστικά κριτήρια αναφοράς (Kabaila, 2005).

Η χρονική διάσταση της επενδυτικής περιόδου αποτελεί σημαντικό παράγοντα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καθορισμό του κατάλληλου επιπέδου εμπιστοσύνης. Στο

πλαίσιο παρατεταμένων επενδυτικών περιόδων, οι διαχειριστές κινδύνων μπορούν να επιλέξουν να χρησιμοποιούν αυξημένα επίπεδα εμπιστοσύνης προκειμένου να ανταποκριθούν στην αυξημένη ευαισθησία σε μελλοντικές απώλειες με την πρόοδο του χρόνου. Οι εκτεταμένοι χρονικοί ορίζοντες παρέχουν τη δυνατότητα εκδήλωσης πιο έντονων περιστατικών και ένας αυξημένος βαθμός βεβαιότητας μπορεί να περιλάβει αποτελεσματικά αυτούς τους κινδύνους με τη δέουσα ακρίβεια. Αντίθετα, όταν εξετάζονται επενδυτικοί ορίζοντες μικρότερης διάρκειας, μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή η χρήση μειωμένου επιπέδου εμπιστοσύνης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το πρωταρχικό μέλημα έγκειται στην αξιολόγηση βραχυπρόθεσμων κινδύνων, όπου η πιθανότητα να αντιμετωπιστούν εξαιρετικά ασυνήθιστα γεγονότα είναι συγκριτικά μειωμένη. Η τακτική πρακτική της επανεξισορρόπησης του χαρτοφυλακίου μπορεί επίσης να έχει αντίκτυπο στην επιλογή του επιθυμητού επιπέδου εμπιστοσύνης. Η συχνή επανεξισορρόπηση του χαρτοφυλακίου παρέχει στους διαχειριστές κινδύνων αυξημένες ευκαιρίες να προβαίνουν στις αναγκαίες προσαρμογές ως απάντηση στις δυναμικές συνθήκες της αγοράς. Κατά συνέπεια, τα άτομα ενδέχεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερη τάση προς την υιοθέτηση ενός μειωμένου επιπέδου εμπιστοσύνης, καθώς τους επιτρέπει να μετριάσουν τους κινδύνους προληπτικά σε πιο συχνή βάση (Wu & Olson, 2009).

Η εξέταση της προηγούμενης απόδοσης του χαρτοφυλακίου κατέχει σημαντική αξία για την εξακρίβωση του επιπέδου εμπιστοσύνης. Τα ιστορικά δεδομένα διαθέτουν την ικανότητα να προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των προηγούμενων ζημιών. Αυτό, με τη σειρά του, βοηθά τους διαχειριστές κινδύνων να κατανοήσουν την καταλληλότητα των διαφόρων επιπέδων εμπιστοσύνης, καθώς βασίζονται σε ιστορικά σενάρια. Εάν το χαρτοφυλάκιο έχει παρουσιάσει συγκριτικά μέτριες και σποραδικές απώλειες σε προηγούμενες περιπτώσεις, μπορεί να είναι λογικό να δικαιολογηθεί ένα μειωμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Παρ' όλα αυτά, στην περίπτωση που οι ιστορικές απώλειες έχουν παρουσιάσει μεγαλύτερο μέγεθος και συχνότητα, μπορεί να δικαιολογείται η απόδοση υψηλότερου επιπέδου εμπιστοσύνης (Campbell, 2001).

Η διενέργεια ανάλυσης ευαισθησίας μέσω του υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) σε διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης αποτελεί ανεκτίμητο εργαλείο για την κατανόηση των επιπτώσεων της επιλογής του επιπέδου εμπιστοσύνης στις εκτιμήσεις κινδύνου. Η ανάλυση αυτή διευκολύνει την αξιολόγηση των συμβιβασμών μεταξύ κινδύνου και απόδοσης σε διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης, επιτρέποντας στους διαχειριστές κινδύνου να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις ευθυγραμμισμένες με τους στόχους τους για τη διαχείριση κινδύνου. Τελικά, η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης θα πρέπει να είναι ένας συνετός

προσδιορισμός που λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως η ανοχή στον κίνδυνο, οι κανονιστικές υποχρεώσεις, το χρονικό πλαίσιο της επένδυσης, οι προηγούμενες επιδόσεις και οι πρόσθετοι στόχοι μετριασμού του κινδύνου. Μέσω της προσεκτικής επιλογής ενός κατάλληλου επιπέδου εμπιστοσύνης, οι διαχειριστές κινδύνων είναι σε θέση να βελτιώσουν την κατανόηση του κινδύνου του χαρτοφυλακίου τους και να διαμορφώσουν αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου που συνάδουν με τη διάθεση ανάληψης κινδύνου και τους στόχους τους (Campbell, 2001).

3.2. Ανοχή κινδύνου έναντι ακρίβειας

3.2.1. Ανοχή κινδύνου

Η ανοχή κινδύνου αφορά την τάση και την ικανότητα μιας οντότητας να αντέχει τις απώλειες ή τις διακυμάνσεις στην αποτίμηση του χαρτοφυλακίου της. Ο καθορισμός της διάθεσης ανάληψης κινδύνου ενός οργανισμού είναι ένα καίριο στοιχείο που συχνά επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως ενδεικτικά η οικονομική ευρωστία, οι στρατηγικές φιλοδοξίες και το κανονιστικό πλαίσιο. Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης στην Αξία σε Κίνδυνο (VaR) είναι ενδεικτική της στάσης κινδύνου ενός οργανισμού, περιγράφοντας τον βαθμό αβεβαιότητας που είναι διατεθειμένος να αποδεχθεί στις χρηματοοικονομικές του συμμετοχές (Nguyen, 2017).

Η επιλογή ενός αυξημένου επιπέδου εμπιστοσύνης, όπως το 99% ή το 99,9%, σηματοδοτεί μια μειωμένη ροπή προς τον κίνδυνο. Στο συγκεκριμένο σενάριο, ο οργανισμός προσπαθεί να αποκτήσει μια πιο συνετή εκτίμηση των πιθανών ζημιών, δημιουργώντας έτσι ένα μεγαλύτερο περιθώριο ασφαλείας απέναντι σε εξαιρετικά ευμετάβλητα φαινόμενα της αγοράς. Η υιοθέτηση αυτής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας χρησιμεύει για την αύξηση της αποτελεσματικότητας των προσπαθειών μετριασμού του κινδύνου. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι η προσέγγιση αυτή μπορεί να αποφέρει ταυτόχρονα πιο αυστηρές επενδυτικές επιλογές και ενδεχομένως να οδηγήσει σε αυξημένη αποτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR), όπως υποστηρίζουν οι Embrechts και συν.(2013).

Αντιθέτως, η επιλογή ενός μειωμένου επιπέδου εμπιστοσύνης, όπως το 90% ή το 95%, συνεπάγεται μεγαλύτερη τάση για αποδοχή υψηλότερων επιπέδων κινδύνου. Οι οργανισμοί

που υιοθετούν τη συγκεκριμένη προσέγγιση επιδεικνύουν αυξημένη προθυμία να αναγνωρίσουν την πιθανή εμφάνιση σημαντικών ζημιών, διευκολύνοντας έτσι την απομάκρυνση από μια πιο προσεκτική εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR). Ενώ η υιοθέτηση αυτής της συγκεκριμένης προσέγγισης μπορεί πράγματι να παρέχει αυξημένο βαθμό ευελιξίας στη λήψη επενδυτικών αποφάσεων, ταυτόχρονα εκθέτει τον οργανισμό σε αυξημένη πιθανότητα να υποστεί σημαντικές ζημιές (Embrechts, 2013).

3.2.2. Ακρίβεια

Η ακρίβεια στους υπολογισμούς της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) αφορά το επίπεδο ακρίβειας και λεπτομέρειας που παρουσιάζει το εκτιμώμενο μέτρο κινδύνου. Ένας πιο εκλεπτυσμένος υπολογισμός της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) προσφέρει μια ολοκληρωμένη και περίπλοκη κατανόηση των πιθανών οικονομικών απωλειών, βοηθώντας έτσι τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στη διαμόρφωση ακριβών στρατηγικών διαχείρισης κινδύνου. Παρ' όλα αυτά, η επιδίωξη της ακρίβειας συνεπάγεται συχνά μια ταυτόχρονη αύξηση της υπολογισμένης αξίας σε κίνδυνο (VaR), όπως υποστηρίζουν οι Boucher και συν. (2014).

Η επίτευξη αυξημένου βαθμού ακρίβειας στους υπολογισμούς της αξίας σε κίνδυνο (VaR) απαιτεί τη χρήση προηγμένων μοντέλων, πιο λεπτομερών δεδομένων και περίπλοκων στατιστικών μεθοδολογιών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο επίπεδο ακρίβειας στην απεικόνιση του προφίλ κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Παρ' όλα αυτά, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι υπάρχει ένα αντιστάθμισμα που θα μπορούσε δυνητικά να οδηγήσει σε υψηλότερη Αξία σε Κίνδυνο (VaR), επιβάλλοντας έτσι περιορισμούς στο φάσμα των επενδυτικών προοπτικών και δυσχεραίνοντας τη διαδικασία βελτιστοποίησης του χαρτοφυλακίου. Μια προσέγγιση ακριβείας που υιοθετεί μια πιο μετριοπαθή στάση επιδιώκει να επιτύχει μια αρμονική ισορροπία μεταξύ της ακρίβειας και ενός βαθμού απλότητας που προάγει τη ρεαλιστική εφαρμοσιμότητα. Αυτό μπορεί να απαιτεί τη χρήση λιγότερο περίπλοκων μοντέλων και πιο εκτεταμένων συνόλων δεδομένων. Παρόλο που η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί να οδηγήσει σε μια εκτίμηση κινδύνου που στερείται πολυπλοκότητας, διαθέτει το πλεονέκτημα ότι παρέχει ένα πιο εφικτό και πρακτικό μέτρο αξίας σε κίνδυνο (VaR). Κατά συνέπεια, επιτρέπει την εφαρμογή ενός ευρύτερου φάσματος επενδυτικών στρατηγικών (Power, 2009).

Η λεπτή ισορροπία μεταξύ ανοχής κινδύνου και ακρίβειας στην επιλογή της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) απαιτεί μια σχολαστική αξιολόγηση της διάθεσης μιας οντότητας για ανάληψη κινδύνου, των στρατηγικών στόχων και των επικρατουσών συνθηκών της αγοράς. Η επίτευξη μιας βέλτιστης ισορροπίας είναι εξαιρετικά σημαντική προκειμένου να εναρμονιστούν οι υπολογισμοί της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) με τη συνολική προσέγγιση διαχείρισης κινδύνου της οντότητας και να ενισχυθεί η διαδικασία λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων εν μέσω απρόβλεπτων συνθηκών (Power, 2009).

4. Περιορισμοί της VaR

Παρόλο που η αξία σε κίνδυνο (VaR) έχει αποκτήσει σημαντική δημοτικότητα στον τομέα της διαχείρισης κινδύνου, είναι απαραίτητο να προσεγγίσουμε τη μεθοδολογία αυτή με έναν ορισμένο βαθμό σκεπτικισμού όσον αφορά την ακρίβειά της ως εργαλείο διαχείρισης κινδύνου και τη δυνατότητα εφαρμογής της σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Πολυάριθμες διαστάσεις έχουν αποτελέσει αντικείμενο εξέτασης από τους ερευνητές σε σχέση με την αξία σε κίνδυνο (VaR) και είναι επιτακτική ανάγκη να ταξινομηθεί η κριτική σε διακριτές κατηγορίες (Trenca, 2011).

4.1. Λανθασμένη VaR

Ο ποσοτικός προσδιορισμός της Αξίας σε Κίνδυνο δεν διαθέτει μια οριστική μετρική και κάθε προσέγγιση μέτρησης συνοδεύεται από τους εγγενείς περιορισμούς της. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) που υπολογίζουμε για ένα περιουσιακό στοιχείο, χαρτοφυλάκιο ή επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να είναι ανακριβής, και ενίοτε, οι ανακρίβειες αυτές μπορεί να είναι αρκετά σημαντικές ώστε να καθιστούν την VaR αναξιόπιστη μετρική για την αξιολόγηση της έκθεσης σε κίνδυνο. Η αιτιολογία των σφαλμάτων μπορεί να παρουσιάζει ετερογένεια μεταξύ των οργανισμών και να αποκλίνει για διακριτές μετρικές, περιλαμβάνοντας τους ακόλουθους παράγοντες (Krause, 2003).

➤ Διανομές αποδόσεων

Κάθε μέτρο VaR βασίζεται σε ορισμένες παραδοχές σχετικά με τις κατανομές των αποδόσεων. Σε περίπτωση που οι υποθέσεις αυτές διαψευστούν, οι εκτιμήσεις που προκύπτουν για την Αξία σε Κίνδυνο καθίστανται ανακριβείς. Στο πλαίσιο των δέλτα-κανονικών εκτιμήσεων της VaR, υποτίθεται ότι η πολυμεταβλητή κατανομή των αποδόσεων συμμορφώνεται με την κανονική κατανομή. Η υπόθεση αυτή γίνεται λόγω του γεγονότος ότι η Αξία σε Κίνδυνο εξαρτάται αποκλειστικά από την τυπική απόκλιση των αποδόσεων, όπως αναφέρει ο Krause (2003). Οι προσομοιώσεις Monte Carlo μας παρέχουν μεγαλύτερη ευχέρεια στην οριοθέτηση διαφόρων κατηγοριών κατανομών αποδόσεων- ωστόσο, είναι ζωτικής

σημασίας να αναγνωρίσουμε την πιθανότητα αστοχίας που ενυπάρχει στις υποκειμενικές μας εκτιμήσεις. Τελικά, στο πεδίο των ιστορικών προσομοιώσεων, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωρίσουμε την υποκείμενη παραδοχή μας ότι η ιστορική κατανομή των αποδόσεων, που προέρχεται από δεδομένα του παρελθόντος, χρησιμεύει ως κατάλληλη αναπαράσταση της μελλοντικής κατανομής των αποδόσεων. Υπάρχει σημαντικός όγκος στοιχείων που δείχνουν ότι οι αποδόσεις δεν συμμορφώνονται με μια κανονική κατανομή. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι οι ακραίες τιμές εμφανίζονται συχνότερα στην πράξη και παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερα μεγέθη από αυτά που θα αναμένονταν βάσει της υπόθεσης της κανονικής κατανομής (Trenca, 2011).

➤ Ιστορία

Όλες οι μετρήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο ενσωματώνουν ιστορικά δεδομένα σε διαφορετικό βαθμό. Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης χρησιμοποιεί ιστορικά δεδομένα για τον υπολογισμό του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης, ο οποίος χρησιμεύει ως βάση για τον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Στο πεδίο των ιστορικών προσομοιώσεων, είναι επιτακτική ανάγκη να σημειωθεί ότι η μετρική της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) έχει θεμελιώδεις ρίζες στα ιστορικά δεδομένα. Ο υπολογισμός των δυνητικών απωλειών αξίας εξαρτάται από την ανάλυση της χρονοσειράς των αποδόσεων. Στο πλαίσιο των προσομοιώσεων Μόντε Κάρλο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι κατανομές που χρησιμοποιούνται δεν χρειάζεται απαραίτητα να βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα. Ωστόσο, είναι όντως δύσκολο να φανταστούμε εναλλακτικές μεθόδους για την εξαγωγή τους. Εν συντομία, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο προσδιορισμός οποιουδήποτε μέτρου Αξίας σε Κίνδυνο εξαρτάται από τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο κατά την οποία συλλέγονται τα ιστορικά δεδομένα, όπως διευκρινίζεται από τον Danielsson (2002). Σε περίπτωση που το προαναφερθέν χρονικό διάστημα παρουσιάζει μια κατάσταση σχετικής σταθερότητας, η υπολογιζόμενη Αξία σε Κίνδυνο (VaR) θα εκδηλωθεί ως μια μειωμένη αριθμητική τιμή, με αποτέλεσμα να οδηγεί ενδεχομένως σε υποεκτίμηση του μελλοντικού κινδύνου. Αντίθετα, σε περίπτωση που η εξεταζόμενη χρονική περίοδος παρουσιάζει αστάθεια, η Αξία σε Κίνδυνο καθορίζεται σε αυξημένο επίπεδο (Krause, 2003).

➤ Μη σταθερές συσχετίσεις

Οι μετρήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο βασίζονται σε ρητές εκτιμήσεις της συσχέτισης μεταξύ των πηγών κινδύνου, όπως παρατηρείται στις προσομοιώσεις διακύμανσης-συνδιακύμανσης και Monte Carlo, ή σε σιωπηρές υποθέσεις σχετικά με τη συσχέτιση, όπως παρατηρείται στις ιστορικές προσομοιώσεις. Οι εκτιμήσεις συσχέτισης βασίζονται συνήθως σε ιστορικά δεδομένα και παρουσιάζουν υψηλό βαθμό μεταβλητότητας. Μια μετρική για την ποσοτικοποίηση της έκτασης της μετατόπισής τους μπορεί να προκύψει από την παρακολούθηση των διαχρονικών συσχετίσεων μεταξύ εκτενώς επιδιωκόμενων κατηγοριών περιουσιακών στοιχείων (Choudhry, 2013).

Μια αξιοσημείωτη παρατήρηση σχετικά με την ευαισθησία της Αξίας σε Κίνδυνο σε υποκειμενική ερμηνεία προκύπτει από το ποικίλο εύρος τιμών που αποδίδουν συχνά οι αναλυτές σε αυτή τη μετρική κατά την αξιολόγηση πανομοιότυπων κινδύνων για μια δεδομένη οντότητα. Ποικίλες παραδοχές σχετικά με τις κατανομές των αποδόσεων και διαφορετικές ιστορικές χρονικές περίοδοι μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικά διαφορετικές εκτιμήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Πράγματι, αξίζει να σημειωθεί ότι διάφορες μετρικές που αφορούν την Αξία σε Κίνδυνο μπορούν να προκύψουν για ένα δεδομένο χαρτοφυλάκιο, ακόμη και όταν ξεκινούν με πανομοιότυπα υποκείμενα δεδομένα και μεθοδολογία. Τα ευρήματα της μελέτης σχετικά με τα μέτρα της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) που χρησιμοποιούνται από διακεκριμένες τραπεζικές εταιρείες χαρτοφυλακίου για την εκτίμηση του κινδύνου στα χαρτοφυλάκια συναλλαγών τους δείχνουν ότι τα μέτρα αυτά ήταν υπερβολικά συντηρητικά και παρουσίαζαν βραδεία ανταπόκριση στις εξελισσόμενες συνθήκες. Επιπλέον, αποτέλεσε ενδιαφέρον η παρατήρηση ότι τα βασικά μοντέλα χρονοσειρών ξεπέρασαν τα εξελιγμένα μοντέλα VaR όσον αφορά την ακρίβεια πρόβλεψης. Τα ευρήματα της μελέτης υποδεικνύουν ότι η υπολογισμένη αξία σε κίνδυνο χρησιμεύει κυρίως ως συντηρητική εκτίμηση για το κεφάλαιο σε κίνδυνο και όχι ως ολοκληρωμένο μέτρο του κινδύνου χαρτοφυλακίου. Προς υποστήριξη της έννοιας της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί ότι τα αναφερόμενα στοιχεία VaR εντός των τραπεζικών ιδρυμάτων παρουσιάζουν συσχέτιση με τα επίπεδα μεταβλητότητας που παρατηρούνται στα έσοδα από τις συναλλαγές τους. Κατά συνέπεια, αυτές οι μετρήσεις VaR μπορούν να χρησιμεύσουν ως βιώσιμο υποκατάστατο για την αξιολόγηση του κινδύνου, ιδίως στον τομέα των συναλλαγών (Liu, 2004).

4.2. Εστίαση της VaR στον κίνδυνο αγοράς

Ενώ πολλοί αναλυτές εκτιμούν τη μεθοδολογία της Αξίας σε Κίνδυνο λόγω της ευθύτητας και της διαισθητικής γοητείας της, σε σύγκριση με τα εναλλακτικά μέτρα κινδύνου, η απλότητα της προκύπτει από την περιορισμένη οριοθέτηση του κινδύνου. Οι οργανισμοί που βασίζονται αποκλειστικά στην Αξία σε Κίνδυνο (VaR) ως μετρική εκτίμησης κινδύνου μπορεί όχι μόνο να είναι επιρρεπείς στην ανάπτυξη μιας λανθασμένης αντίληψης ασφάλειας όσον αφορά τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν, αλλά και ενδεχομένως να εμπλακούν σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων που δεν ευθυγραμμίζονται με τα βέλτιστα συμφέροντά τους (Marshall & Siegel, 1996).

Η VaR, είναι μια στατιστική που αξιολογεί την πιθανότητα απώλειας ενός χαρτοφυλακίου ή περιουσιακού στοιχείου ως αποτέλεσμα του κινδύνου αγοράς, που από τη φύση της τονίζει τα αρνητικά αποτελέσματα. Επιπλέον επικεντρώνεται συχνά στην πρόβλεψη πιθανών ζημιών, ακόμη και αν έχει τη δυνατότητα να εκτιμήσει και τα κέρδη. Οι κίνδυνοι της αγοράς αποτελούν το κύριο επίκεντρο αυτής της προσοχής, ενώ άλλες σημαντικές πτυχές του κινδύνου, όπως οι πολιτικές, η ρευστότητα και οι κανονιστικές ανησυχίες, παραβλέπονται. Επομένως, εάν δεν ενσωματωθούν αυτά τα μη αγοραία στοιχεία, η προβλεπόμενη αξία σε κίνδυνο (VaR) ενδέχεται να υποεκτιμηθεί. Με άλλα λόγια, η πραγματική Αξία σε Κίνδυνο μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από την υπολογισμένη Αξία σε Κίνδυνο, εάν ληφθούν υπόψη ο πολιτικός κίνδυνος, ο κίνδυνος ρευστότητας και οι κανονιστικοί κίνδυνοι που δεν ενσωματώνονται στο VaR (Marshall & Siegel, 1996).

Οι υπολογισμοί VaR καλύπτουν συνήθως σύντομες χρονικές περιόδους, όπως μερικές εβδομάδες ή μια ημέρα ή μιάμιση εβδομάδα. Αυτή η χρονική εστίαση αντιστοιχεί στις ρεαλιστικές απαιτήσεις των εταιρειών χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών που ασχολούνται με την καθημερινή διαχείριση κινδύνων. Αυτή η χρονική έμφαση επηρεάζεται επίσης από τις κανονιστικές απαιτήσεις για τακτικές εξετάσεις των βραχυπρόθεσμων ανοιγμάτων VaR. Επιπλέον, η πρακτικότητα των εφαρμογών VaR ενισχύεται περαιτέρω από την απλότητα της εκτίμησης των εισροών για σύντομες χρονικές περιόδους, με τις μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις να εμφανίζουν φθίνουσα ακρίβεια (Allen, 2012).

Τα ευρήματα της VaR δεν ταυτίζονται με τις παραδοσιακές μετρικές κινδύνου, όπως το βήτα ή η τυπική απόκλιση. Αντί να προσφέρει μια ολοκληρωμένη κατανομή κινδύνου, η VaR υποδεικνύει την πιθανότητα οι απώλειες να υπερβούν ένα ορισμένο όριο. Ένα VaR 100

εκατομμυρίων δολαρίων σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, για παράδειγμα, υποδηλώνει μια μικροσκοπική πιθανότητα 5% να χαθούν περισσότερα από 100 εκατομμύρια δολάρια. Οι χρηματοπιστωτικές επιχειρήσεις που ανησυχούν για την επάρκεια κεφαλαίου θα βρουν ελκυστική αυτή την προσέγγιση σταθερής τιμής. Αλλά οι συμβατικές μετρήσεις κινδύνου με κλίμακα, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη όλο το φάσμα των κινδύνων, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν καλύτερα για οργανισμούς που συγκρίνουν μια ποικιλία επενδύσεων (Marshall & Siegel, 1996).

Η VaR είναι περιορισμένη, δεδομένου ότι λαμβάνει υπόψη μόνο ένα μέρος της έκθεσης σε κίνδυνο ενός περιουσιακού στοιχείου, αφήνοντας έξω σημαντικές πληροφορίες από την ευρύτερη κατανομή. Επιπρόσθετα η VaR εκτιμά μια πιθανότητα μικρότερη του 5%, η οποία ωστόσο είναι αρκετά σημαντική ώστε να δικαιολογεί περαιτέρω έρευνα για τον ακριβή προσδιορισμό του μεγέθους των πιθανών ζημιών εντός αυτού του καταστροφικού εύρους. Πέρα από το όριο πιθανότητας, έχει σημασία η διαφοροποίηση μεταξύ των ζημιών της χειρότερης περίπτωσης, είτε πρόκειται για 1 δισεκατομμύριο δολάρια είτε για 150 εκατομμύρια δολάρια (Jorion, 2002). Συνοψίζοντας, η VaR είναι ένα χρήσιμο εργαλείο, αλλά για μια πιο εμπειρισταωμένη διαχείριση κινδύνου, θα πρέπει να συνδυαστεί με μια βαθύτερη κατανόηση του συνολικού περιβάλλοντος κινδύνου (Jorion, 2007).

4.3. Αξιολόγηση της VaR ως εργαλείο λήψης αποφάσεων

Ενώ η ακριβής μέτρηση της Αξίας σε Κίνδυνο είναι πράγματι ζωτικής σημασίας, παραμένει αβέβαιο κατά πόσον η χρήση της ως μετρικής κινδύνου προάγει την ορθολογικότερη και συνετότερη λήψη αποφάσεων μεταξύ των διαχειριστών και των επενδυτών. Πράγματι, αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν δύο διακριτές κατευθύνσεις κριτικής που αφορούν τη χρήση της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) στο πλαίσιο της λήψης αποφάσεων. Μια αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι ότι η χρήση της Αξίας σε Κίνδυνο ως βάση για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε υπερβολικό βαθμό έκθεσης σε κίνδυνο, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων επιδεικνύουν ορθολογική συμπεριφορά και η εκτίμηση της Αξίας σε Κίνδυνο γίνεται με ακρίβεια. Μια πρόσθετη ανησυχία αφορά το ενδεχόμενο οι διαχειριστές που διαθέτουν πλήρη κατανόηση της μεθοδολογίας υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) να χειραγωγούν στρατηγικά τη συγκεκριμένη μετρική, παρουσιάζοντας έτσι μια ψευδαίσθηση αυξημένης απόδοσης, έστω και

σε βάρος της έκθεσης του οργανισμού σε σημαντικά επίπεδα κινδύνου (Penza & Bansal, 2001).

➤ Υπερέκθεση σε κίνδυνο

Στο συγκεκριμένο σενάριο, υποτίθεται ότι οι διαχειριστές είναι επιφορτισμένοι με την ευθύνη λήψης επενδυτικών αποφάσεων, όπου η έκθεση στον κίνδυνο αξιολογείται μέσω της χρήσης της μετρικής Value at Risk. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των Basak και Shapiro, είναι προφανές ότι οι διαχειριστές που χρησιμοποιούν την Αξία σε Κίνδυνο ως εργαλείο αξιολόγησης του κινδύνου τείνουν να παρουσιάζουν μια τάση για επενδύσεις σε χαρτοφυλάκια που φέρουν υψηλότερο βαθμό κινδύνου σε σύγκριση με τους ομολόγους τους που δεν χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο εργαλείο. Η διευκρίνιση αυτού του αντιφατικού αποτελέσματος αναπτύσσεται με την αναγνώριση ότι οι διαχειριστές που αξιολογούνται με βάση την Αξία σε Κίνδυνο (VaR) θα επιδείξουν αυξημένη συγκέντρωση στην αποφυγή κινδύνων που εμπίπτουν στο ενδιάμεσο εύρος (κάτω από το καθορισμένο όριο πιθανότητας). Ωστόσο, αναμένεται ότι τα χαρτοφυλάκιά τους θα υποστούν σημαντικά μεγαλύτερες απώλειες κατά τη διάρκεια των πιο δυσμενών σεναρίων. Σε μια εναλλακτική διατύπωση, η παράλειψη της έκτασης των ζημιών πέραν του ορίου πιθανότητας VaR (στο 90% ή 95%) εισάγει το ενδεχόμενο σημαντικών ζημιών στα πιο δυσμενή σενάρια (Basak & Shapiro, 2001).

➤ Προβλήματα του Οργανισμού

Παρόμοια με άλλα μέτρα κινδύνου, η αξία σε κίνδυνο (VaR) μπορεί να είναι επιρρεπής σε χειραγώγηση από τους διαχειριστές που έχουν λάβει την απόφαση να επενδύσουν και στοχεύουν στην τήρηση του περιορισμού κινδύνου VaR. Οι Ju και Pearson υποστηρίζουν ότι λόγω της επικρατούσας χρήσης ιστορικών δεδομένων στον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο, τα άτομα σε εμπορικούς και διοικητικούς ρόλους που υπόκεινται σε αξιολόγηση με βάση αυτό το μέτρο διαθέτουν μια αξιόπαινη κατανόηση των εγγενών ανακριβειών του, επιτρέποντάς τους έτσι να εκμεταλλεύονται αυτές τις ατέλειες προς όφελός τους. Πράγματι, είναι επαληθεύσιμο ότι όλα τα μέτρα κινδύνου είναι επιρρεπή σε αυτή την κριτική. Ωστόσο, η VaR, λόγω της έμφασής της σε μια απόλυτη τιμή και μια μοναχική πιθανότητα, παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία σε τέτοιους στρατηγικούς ελιγμούς σε σύγκριση με τα εναλλακτικά μέτρα (Ju & Pearson, 1998).

4.4. Επεκτάσεις της VaR

Η εξάπλωση της Αξίας σε Κίνδυνο έχει προκαλέσει πληθώρα επαναλήψεων, με ορισμένες επαναλήψεις να έχουν σχεδιαστεί για να αμβλύνουν τα προβλήματα που ενυπάρχουν στην αρχική μέτρηση, ενώ άλλες αποσκοπούν στην επέκταση της εφαρμογής της πέρα από τις επιχειρήσεις χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών, ώστε να συμπεριλάβει την ευρύτερη αγορά (Hallerbach & Menkveld, 2004).

Υπάρχουν διάφορες προσαρμογές της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) που προσαρμόζουν αποτελεσματικά το αρχικό μέτρο για νέες εφαρμογές, διατηρώντας παράλληλα τη θεμελιώδη έμφαση που δίνει στη συνολική εκτίμηση της αξίας. Οι Hallerbach και Menkveld προέβησαν σε τροποποιήσεις του συμβατικού μέτρου Value at Risk (VaR) προκειμένου να ενσωματώσουν την παρουσία πολλαπλών παραγόντων της αγοράς. Εισηγάγαν μια νέα έννοια γνωστή ως Component Value at Risk, η οποία επιτρέπει την ανάλυση της έκθεσης σε κίνδυνο μιας επιχείρησης σε διακριτές συνιστώσες που σχετίζονται με διάφορους κινδύνους της αγοράς. Σύμφωνα με τον ισχυρισμό τους, οι διαχειριστές εντός των πολυεθνικών εταιρειών μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το μέτρο κινδύνου όχι μόνο για να εξακριβώσουν την προέλευση του κινδύνου τους, αλλά και για να τον ρυθμίσουν αποτελεσματικά, βελτιστοποιώντας έτσι την αξία των μετόχων. Σε μια προσπάθεια να ενσωματώσουν τις πιθανές απώλειες στο ακραίο άκρο της κατανομής (πέρα από την πιθανότητα της Αξίας σε Κίνδυνο), οι Larsen, Mausser και Uryasev διαπιστώνουν την εκτίμηση αυτού που ονομάζουν Αξία σε Κίνδυνο υπό όρους (Conditional Value at Risk). Το μέτρο αυτό ορίζεται ως ο σταθμισμένος μέσος όρος της Αξίας σε Κίνδυνο και των ζημιών που υπερβαίνουν την Αξία σε Κίνδυνο, όπως περιγράφεται από τους Larsen και συν (2002). Το προαναφερθέν υπό όρους μέτρο μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ανώτατο όριο της Αξίας σε Κίνδυνο, αμβλύνοντας ενδεχομένως τις προκλήσεις που συνδέονται με την ανάληψη υπερβολικού κινδύνου από τους διαχειριστές. Τελικά, έχει παρατηρηθεί από ορισμένα άτομα ότι η Αξία σε Κίνδυνο αντιπροσωπεύει απλώς μια μοναδική πτυχή στο πεδίο των μαθηματικών που είναι γνωστό ως Θεωρία Ακραίων Αξιών (Extreme Value Theory). Κατά συνέπεια, έχει προταθεί ότι υπάρχουν εναλλακτικές και πιο ολοκληρωμένες μεθοδολογίες για την αξιολόγηση της τρωτότητας σε επικίνδυνους κινδύνους (Embrechts, 2000).

Οι ερευνητές έχουν επίσης ακολουθήσει μια εναλλακτική οδό επεκτείνοντας το πεδίο εφαρμογής του μέτρου ώστε να περιλαμβάνει πρόσθετες μετρήσεις πέραν της αξίας. Μια από

τις πιο εκτεταμένα χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες σε αυτόν τον τομέα είναι η Cashflow at Risk (CFaR). Ενώ η έννοια της Αξίας σε Κίνδυνο επικεντρώνεται πρωτίστως στις διακυμάνσεις της συνολικής αξίας ενός περιουσιακού στοιχείου ή χαρτοφυλακίου ως απόκριση σε ποικίλους κινδύνους της αγοράς, η Ταμειακή Ροή σε Κίνδυνο, από την άλλη πλευρά, δίνει μεγαλύτερη έμφαση στη λειτουργική ταμειακή ροή εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου και στις διακυμάνσεις που μπορεί να παρουσιάσει λόγω της αγοράς. Υπό το πρίσμα των προαναφερθέντων, όταν χρησιμοποιούμε την έννοια της ταμειακής ροής σε κίνδυνο (CFaR), στόχος μας είναι να αξιολογήσουμε την πιθανότητα οι λειτουργικές ταμειακές ροές να πέσουν κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο. Συγκεκριμένα, ένα ετήσιο CFaR 100 εκατομμυρίων δολαρίων με επίπεδο εμπιστοσύνης 90% σημαίνει ότι υπάρχει μόλις 10% πιθανότητα οι ταμειακές ροές να μειωθούν κατά ποσό που θα ξεπεράσει τα 100 εκατομμύρια δολάρια εντός του επόμενου έτους. Η δεύτερη πρακτική διάκριση μεταξύ Value at Risk και Cashflow at Risk συμπυκνώνεται σε αυτό το πλαίσιο. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) υπολογίζεται συνήθως για σύντομα χρονικά διαστήματα, όπως ημέρες ή εβδομάδες, όπως διευκρινίζεται από τον Embrechts (2000). Αντίθετα, η ταμειακή ροή σε κίνδυνο (CaR) υπολογίζεται για σημαντικά μεγαλύτερες χρονικές περιόδους, που εκτείνονται σε τρίμηνα ή ακόμη και σε έτη.

Στο πλαίσιο των χρηματοοικονομικών υποχρεώσεων μιας επιχείρησης, όπως οι πληρωμές τόκων, η αποπληρωμή χρέους και τα έξοδα χρηματοδοτικής μίσθωσης, είναι επιτακτική ανάγκη να δοθεί προτεραιότητα στις ταμειακές ροές. Ενώ η συνολική αξία της επιχείρησης μπορεί να παρουσιάζει σχετική σταθερότητα, μια σημαντική μείωση των ταμειακών ροών μπορεί να δημιουργήσει σημαντικό κίνδυνο αθέτησης. Δεύτερον, σε αντίθεση με τις επιχειρήσεις χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, όπου η εκτιμώμενη αξία αφορά εμπορεύσιμους τίτλους που μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε μετρητά, η αξία σε μια επιχείρηση μη χρηματοοικονομικών υπηρεσιών εκδηλώνεται σε υλικές επενδύσεις, όπως υλικές υποδομές, μηχανήματα και άλλα πάγια περιουσιακά στοιχεία, τα οποία θέτουν μεγαλύτερες προκλήσεις όσον αφορά τη μετατροπή σε χρήμα. Υπό το πρίσμα της προαναφερθείσας δήλωσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση των κινδύνων της αγοράς που ενυπάρχουν στην αξία, αν και είναι σχετικά απλή όταν εξετάζεται μια συλλογή χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων, αποτελεί ένα σημαντικά πιο δύσκολο έργο όταν εφαρμόζεται σε μια μεταποιητική ή τεχνολογική επιχείρηση (Hallerbach & Menkveld, 2004).

Η αξιοποίηση οποιασδήποτε από τις τρεις προαναφερθείσες μεθοδολογίες για την εκτίμηση της αξίας σε κίνδυνο (VaR) - δηλαδή των πινάκων διακύμανσης-συνδιακύμανσης,

των ιστορικών προσομοιώσεων και των προσομοιώσεων Monte Carlo - γίνεται όλο και πιο περίπλοκη όταν λαμβάνονται υπόψη όλοι οι κίνδυνοι της αγοράς. Οι Stein, Usher, LaGattuta και Youngen έχουν επινοήσει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την αξιολόγηση της ταμειακής ροής σε κίνδυνο. Το πλαίσιο αυτό χρησιμοποιεί δεδομένα από επιχειρήσεις που θεωρούνται συγκρίσιμες με βάση διάφορους παράγοντες, όπως η κεφαλαιοποίηση της αγοράς, το προφίλ κινδύνου, η κερδοφορία και η απόδοση της τιμής της μετοχής. Χρησιμοποιώντας αυτό το πρότυπο, οι ερευνητές στοχεύουν να αξιολογήσουν τον εγγενή κίνδυνο που συνδέεται με τα κέρδη προ τόκων, φόρων και αποσβέσεων (EBITDA) τριών διαφορετικών οντοτήτων: Χρησιμοποιώντας ανάλυση παλινδρόμησης στους δείκτες EBITDA προς ενεργητικό συγκρίσιμων επιχειρήσεων για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, οι ερευνητές έχουν αντλήσει εκτιμήσεις για ένα χειρότερο σενάριο με πιθανότητα πέντε τοις εκατό. Σύμφωνα με τα ευρήματά τους, προβλέπουν ότι η Coca Cola μπορεί να αντιμετωπίσει μείωση του EBITDA κατά 5,23 δολάρια ανά 100 δολάρια ενεργητικού, ενώ η Dell μπορεί να αντιμετωπίσει μείωση 28,50 δολάρια και η Cygnus μπορεί να αντιμετωπίσει μια πιο σημαντική μείωση 47,31 δολάρια. Οι συγγραφείς αναγνωρίζουν ότι, αν και τα αποτελέσματα φαίνονται εύλογα, η μεθοδολογία είναι επιρρεπής σε διαφοροποιήσεις στην αναγνώριση συγκρίσιμων εταιρειών και είναι επιρρεπής στη δημιουργία εκτιμήσεων με εγγενή αβεβαιότητα (Stein et al., 2001).

Υπάρχουν προσαρμογές που παρατηρούνται λιγότερο συχνά, οι οποίες χρησιμεύουν στη διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής του μέτρου ώστε να περιλαμβάνει τα κέρδη, που αναφέρονται ως κέρδη σε κίνδυνο (Earnings at Risk - EaR), καθώς και τις τιμές των μετοχών, που είναι γνωστές ως Stock Price at Risk (SPaR). Αυτές οι παραλλαγές έχουν διαμορφωθεί σχολαστικά με βάση την αντίληψη των ερευνητών για τον περιοριστικό παράγοντα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Για τις εταιρείες που δίνουν προτεραιότητα στα κέρδη ανά μετοχή και προσπαθούν να τα διατηρήσουν πάνω από ένα προκαθορισμένο όριο, είναι λογικό να στρέψουν την προσοχή τους προς τα κέρδη σε κίνδυνο. Στο πλαίσιο άλλων επιχειρήσεων, είναι αξιοσημείωτο ότι η εμφάνιση πτώσης της τιμής της μετοχής κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο μπορεί να δημιουργήσει περιορισμούς ή ακόμη και να οδηγήσει σε διαγραφή από το χρηματιστήριο. Από την άποψη αυτή, η εφαρμογή της τιμής της μετοχής σε κίνδυνο (SPaR) αναδεικνύεται ως το κατάλληλο μέτρο ελέγχου του κινδύνου (Stein, 2001).

4.5. VaR ως εργαλείο αξιολόγησης κινδύνου

Η έννοια της Αξίας σε Κίνδυνο φαίνεται να θυμίζει παλαιότερες μεθοδολογίες παρά να αποτελεί προοδευτική εξέλιξη στο πεδίο της ανάλυσης κινδύνου. Φαίνεται απερίσκεπτο να διανοηθεί κανείς ότι η επίτευξη βέλτιστων επενδυτικών αποφάσεων μπορεί να προέλθει από μια περιορισμένη προοπτική του κινδύνου. Η μέθοδος Value at Risk (VaR) φαίνεται να εξάγει επιλεκτικά ένα υποσύνολο των δεδομένων που προκύπτουν από την ανάλυση σεναρίων, εστιάζοντας συγκεκριμένα στο σχεδόν χειρότερο σενάριο ή προσομοιώσεις, στοχεύοντας συγκεκριμένα στο πέμπτο εκατοστημόριο ή στο δέκατο εκατοστημόριο της κατανομής, ενώ αγνοεί τις υπόλοιπες πληροφορίες. Υπάρχει μια ομάδα ατόμων που υποστηρίζει ότι η παροχή μιας ολοκληρωμένης κατανομής πιθανοτήτων στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, σε αντίθεση με την αποκλειστική αποκάλυψη της απώλειας που σχετίζεται με πιθανότητα 5%, μπορεί να προκαλέσει αμηχανία. Ωστόσο, αν αυτός ο ισχυρισμός ισχύει, είναι δυστυχώς απίθανο ότι τα άτομα αυτά μπορούν να βασιστούν στην εκτέλεση ορθών κρίσεων στα αρχικά στάδια, ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη μετρική εκτίμησης κινδύνου (Marshall & Siegel, 1996). Η χρήση της Αξίας σε Κίνδυνο έχει επίσης επηρεαστεί από τρεις διαφορετικούς παράγοντες που είναι μοναδικοί για τις επιχειρήσεις χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών. Μια αξιοσημείωτη πτυχή είναι ότι οι επιχειρήσεις αυτές διαθέτουν περιορισμένο κεφάλαιο σε σύγκριση με τις σημαντικές ονομαστικές αξίες των μοχλευμένων χαρτοφυλακίων τους. Ακόμη και μικρές διακυμάνσεις στις τελευταίες μπορούν δυνητικά να θέσουν σε κίνδυνο τη σταθερότητα της επιχείρησης. Το δεύτερο σημείο αφορά την κυρίαρχη σύνθεση των εμπορεύσιμων τίτλων στα χαρτοφυλάκια ενεργητικού των επιχειρήσεων χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών. Η σύνθεση αυτή διευκολύνει τον διαχωρισμό των κινδύνων σε κινδύνους αγοράς, επιτρέποντας έτσι τον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο. Οι ρυθμιστικές αρχές έχουν πρόσφατα επεκτείνει τη χρήση αυτού του μέτρου, επιβάλλοντας την απαίτηση για περιοδικές εκθέσεις σχετικά με την έκθεση στην Αξία σε Κίνδυνο. Ως εκ τούτου, παρόλο που η Αξία σε Κίνδυνο μπορεί να παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς και να έχει περιορισμένο πεδίο εφαρμογής στην εκτίμηση του κινδύνου, χρησιμεύει εγγενώς ως κατάλληλο μέτρο για τη μέτρηση του βραχυπρόθεσμου κινδύνου εντός των επιχειρήσεων και των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών. Επιπλέον, εμπειρικά στοιχεία δείχνουν ότι εκπληρώνει αποτελεσματικά τον επιδιωκόμενο σκοπό του (Stein, 2001).

Συμπέρασμα

Σύμφωνα με όσα προηγήθηκαν η αξία σε κίνδυνο (VaR) είναι ένα απαραίτητο εργαλείο στη σφαίρα της διαχείρισης κινδύνου, καθώς παρέχει μια ποσοτική εκτίμηση των πιθανών ζημιών που μπορεί να προκύψουν σε ένα χαρτοφυλάκιο ή χρηματοπιστωτικό μέσο εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού πλαισίου και σε ένα καθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Η σημασία του έγκειται στην ικανότητά του να βοηθά τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, να κατανέμει αποτελεσματικά το κεφάλαιο, να εκτελεί δοκιμές αντοχής, να διασφαλίζει την τήρηση των κανονιστικών απαιτήσεων και να βελτιστοποιεί τα χαρτοφυλάκια. Η διαδικασία υπολογισμού περιλαμβάνει μια πληθώρα μεθοδολογιών, όπως ενδεικτικά η προσέγγιση διακύμανσης-συνδιακύμανσης, η τεχνική ιστορικής προσομοίωσης και η μεθοδολογία προσομοίωσης Monte Carlo. Κάθε μεμονωμένη μέθοδος διαθέτει διακριτά πλεονεκτήματα και περιορισμούς, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη σχολαστική μελέτη βάσει των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του χαρτοφυλακίου ή των χρηματοπιστωτικών μέσων που αξιολογούνται.

Οι διάφορες μορφές της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR), όπως η παραμετρική VaR, η μη παραμετρική VaR, η υπό όρους VaR, η αυξητική VaR, η οριακή VaR και η συστατική VaR, παρέχουν ένα ευέλικτο πλαίσιο για την αντιμετώπιση διαφόρων διαστάσεων του κινδύνου. Η σχολαστική επιλογή των δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η καταλληλότητα, η συνάφεια και η αντιπροσωπευτικότητα, καθώς και η προσεκτική εξέταση της συχνότητας, της κοκκομετρίας και των τεχνικών προεπεξεργασίας, είναι υψίστης σημασίας για τη διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας της ανάλυσης της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR). Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης και της περιόδου διατήρησης αναλαμβάνει καίριο ρόλο στην προσαρμογή της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) ώστε να ευθυγραμμίζεται με την ανοχή κινδύνου και τις απαιτήσεις ακρίβειας των υπευθύνων λήψης αποφάσεων. Η ολοκληρωμένη κατανόηση των περιορισμών που συνδέονται με την αξία σε κίνδυνο (VaR), συμπεριλαμβανομένης της παρουσίας ψευδούς VaR και της αποκλειστικής έμφασής της στον κίνδυνο αγοράς, αποκτά ύψιστη σημασία για τη διευκόλυνση των πρακτικών διαχείρισης κινδύνου. Η αξιοποίηση της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) ως μέσο λήψης αποφάσεων είναι πράγματι αξιόπαινη ωστόσο, είναι επιτακτική ανάγκη να αναγνωριστούν οι εγγενείς περιορισμοί της και να εξεταστούν πιθανές επεκτάσεις ή συμπληρωματικά μέτρα που μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα της εκτίμησης κινδύνου. Η αξιολόγηση της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) στο ευρύτερο πλαίσιο της ανάλυσης κινδύνου διευκολύνει τους οργανισμούς

στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων και στην κατασκευή ανθεκτικών πλαισίων διαχείρισης κινδύνου.

Συνοψίζοντας, η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) εξακολουθεί να διατηρεί τη σημασία της ως θεμελιώδες στοιχείο στο ρεπερτόριο της διαχείρισης κινδύνων, προσφέροντας πολύτιμες προοπτικές για πιθανούς δυσμενείς κινδύνους και συμβάλλοντας στη διευκόλυνση των προσπαθειών λήψης στρατηγικών αποφάσεων. Ωστόσο, η βέλτιστη αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης προσέγγισης επιτυγχάνεται όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με συμπληρωματικές μεθοδολογίες εκτίμησης κινδύνου και με μια ολοκληρωμένη κατανόηση των εγγενών περιορισμών της.

Βιβλιογραφία

A. Doroszuk, Wojewodziec, M.W., Gort, G. and Kammenga, J.E. (2008). Rapid Divergence of Genetic Variance-Covariance Matrix within a Natural Population. *The American Naturalist*, 171(3), pp.291–304. doi:<https://doi.org/10.1086/527478>.

Alexander, C. (2009). *Market Risk Analysis Volume IV Value-at-Risk Models*. [online] Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/afba/364297b19e15f646f9964a7f319225984fe9.pdf>.

Alexander, G.J. and Baptista, A.M. (2002). Economic implications of using a mean-VaR model for portfolio selection: A comparison with mean-variance analysis. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(7-8), pp.1159–1193. doi:[https://doi.org/10.1016/s0165-1889\(01\)00041-0](https://doi.org/10.1016/s0165-1889(01)00041-0).

Allen, L., Boudoukh, J. and Saunders, A. (2009). *Understanding Market, Credit, and Operational Risk: The Value at Risk Approach*. [online] Google Books. John Wiley & Sons. Available at: https://books.google.com/books?hl=el&lr=&id=6t_U-Em2uSUC&oi=fnd&pg=PR14&dq=Value+at+Risk+can+be+computed+over+a+quarter+or+a+year.

Aniūnas, P., Nedzveckas, J. and Krušinskas, R. (2009). Variance – Covariance Risk Value Model for Currency Market. *Engineering Economics*, [online] 61(1). Available at: <https://www.inzeko.ktu.lt/index.php/EE/article/view/11572>.

Auer, M. (2018). *Hands-On Value-at-Risk and Expected Shortfall: A Practical Primer*. [online] Google Books. Springer. Available at: [https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=4EFKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Data+frequency+and+granularity+are+critical+aspects+of+Value+at+Risk+\(VaR\)+analysis+&ots=3Ezh6Z58yt&sig=Ppa_rI408pnG2PZMpODthTXyL-Q&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=4EFKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Data+frequency+and+granularity+are+critical+aspects+of+Value+at+Risk+(VaR)+analysis+&ots=3Ezh6Z58yt&sig=Ppa_rI408pnG2PZMpODthTXyL-Q&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).

Aussenegg, W. and Miazhyńska, T. (2006). Uncertainty in Value-at-risk Estimates under Parametric and Non-parametric Modeling. *Financial Markets and Portfolio Management*, 20(3), pp.243–264. doi:<https://doi.org/10.1007/s11408-006-0020-8>.

- Babazadeh, H. and Esfahanipour, A. (2019). A novel multi period mean-VaR portfolio optimization model considering practical constraints and transaction cost. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 361, pp.313–342. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cam.2018.10.039>.
- Banihashemi, S. and Navidi, S. (2017). Portfolio performance evaluation in Mean-CVaR framework: A comparison with non-parametric methods value at risk in Mean-VaR analysis. *Operations Research Perspectives*, 4, pp.21–28. doi:<https://doi.org/10.1016/j.orp.2017.02.001>.
- Basak, S. and Shapiro, A. (2001). Value-at-Risk-Based Risk Management: Optimal Policies and Asset Prices. *Review of Financial Studies*, [online] 14(2), pp.371–405. doi:<https://doi.org/10.1093/rfs/14.2.371>.
- Benati, S. (2015). Using medians in portfolio optimization. *Journal of the Operational Research Society*, 66(5), pp.720–731. doi:<https://doi.org/10.1057/jors.2014.57>.
- Bose, E., Hravnak, M. and Sereika, S.M. (2017). Vector Autoregressive (VAR) Models and Granger Causality in Time Series Analysis in Nursing Research: Dynamic Changes Among Vital Signs Prior to Cardiorespiratory Instability Events as an Example. *Nursing research*, [online] 66(1), pp.12–19. doi:<https://doi.org/10.1097/NNR.0000000000000193>.
- Boucher, C.M., Danielsson, J., Kouontchou, P.S. and Maillet, B.B. (2014). Risk models-at-risk. *Journal of Banking & Finance*, 44, pp.72–92. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.03.019>.
- BRUMMELHUIS, R., CÓRDOBA, A., QUINTANILLA, M. and SECO, L. (2002). Principal Component Value at Risk. *Mathematical Finance*, 12(1), pp.23–43. doi:<https://doi.org/10.1111/1467-9965.00002>.
- Campbell, R., Huisman, R. and Koedijk, K. (2001). Optimal portfolio selection in a Value-at-Risk framework. *Journal of Banking & Finance*, [online] 25(9), pp.1789–1804. doi:[https://doi.org/10.1016/s0378-4266\(00\)00160-6](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(00)00160-6).
- Chopin, N. (2004). Central limit theorem for sequential Monte Carlo methods and its application to Bayesian inference. *The Annals of Statistics*, 32(6), pp.2385–2411. doi:<https://doi.org/10.1214/009053604000000698>.

- Choudhry, M. (2013). An introduction to value-at-risk. John Wiley & Sons.
- Čorkalo, Š. (2011). COMPARISON OF VALUE AT RISK APPROACHES ON A STOCK PORTFOLIO. *Croatian Operational Research Review*, [online] 2(1), pp.81–90. Available at: <https://hrcak.srce.hr/96620>.
- Creal, D. (2012). A Survey of Sequential Monte Carlo Methods for Economics and Finance. *Econometric Reviews*, 31(3), pp.245–296. doi:<https://doi.org/10.1080/07474938.2011.607333>.
- Danielsson J. (2002). The emperor has no clothes: Limits to risk modelling. *Journal of Banking & Finance*, 26(7), pp.1273–1296. doi:[https://doi.org/10.1016/s0378-4266\(02\)00263-7](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(02)00263-7).
- David Cabedo, J. and Moya, I. (2003). Estimating oil price ‘Value at Risk’ using the historical simulation approach. *Energy Economics*, [online] 25(3), pp.239–253. doi:[https://doi.org/10.1016/s0140-9883\(02\)00111-1](https://doi.org/10.1016/s0140-9883(02)00111-1).
- De Vita, G. and Kyaw, K.S. (2008). Determinants of capital flows to developing countries: a structural VAR analysis. *Journal of Economic Studies*, 35(4), pp.304–322. doi:<https://doi.org/10.1108/01443580810895608>.
- Dimitrova, M., Mihai Treapat, L. and Tulyakova, I. (2021). VALUE AT RISK AS A TOOL FOR ECONOMIC-MANAGERIAL DECISION-MAKING IN THE PROCESS OF TRADING IN THE FINANCIAL MARKET. *Ekonomicko-manazerske spektrum*, [online] 15(2), pp.13–26. Available at: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1007137>.
- Embrechts, P. (2000). Extreme value theory: Potential and limitations as an integrated risk management tool. *Derivatives Use, Trading & Regulation*, 6(1), 449-456.
- Embrechts, P., Puccetti, G. and Rüschendorf, L. (2013). Model uncertainty and VaR aggregation. *Journal of Banking & Finance*, 37(8), pp.2750–2764. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.03.014>.
- Filippi, C., Guastaroba, G. and Speranza, M.G. (2019). Conditional value-at-risk beyond finance: a survey. *International Transactions in Operational Research*, 27(3), pp.1277–1319. doi:<https://doi.org/10.1111/itor.12726>.

- Hallerbach, W.G. and Menkveld, A.J. (2004). Analysing Perceived Downside Risk: the Component Value-at-Risk Framework. *European Financial Management*, 10(4), pp.567–591. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1354-7798.2004.00266.x>.
- Hammoudeh, S., Malik, F. and McAleer, M. (2011). Risk management of precious metals. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 51(4), pp.435–441. doi:<https://doi.org/10.1016/j.qref.2011.07.002>.
- Hrytsiuk, P., Babych, T. and Bachyshyna, L. (2019). Cryptocurrency portfolio optimization using Value-at-Risk measure. *Proceedings of the 6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019)*. doi:<https://doi.org/10.2991/smtesm-19.2019.75>.
- Jain, S. and Chakrabarty, S.P. (2019). Does Marginal VaR Lead to Improved Performance of Managed Portfolios: A Study of S&P BSE 100 and S&P BSE 200. *Asia-Pacific Financial Markets*, 27(2), pp.291–323. doi:<https://doi.org/10.1007/s10690-019-09294-0>.
- Jobst, A.A. (2007). It's all in the data – consistent operational risk measurement and regulation. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 15(4), pp.423–449. doi:<https://doi.org/10.1108/13581980710835272>.
- John Bellamy Foster and Potts, J. (2009). A micro-meso-macro perspective on the methodology of evolutionary economics: Integrating history, simulation and econometrics. *Springer eBooks*, pp.53–68. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-540-93777-7_5.
- Jorion, P. (2002). How Informative Are Value-at-Risk Disclosures? *The Accounting Review*, 77(4), pp.911–931. doi:<https://doi.org/10.2308/accr.2002.77.4.911>.
- Ju, X. and Pearson, N.D. (1998). Using Value-at-Risk to Control Risk Taking : How Wrong Can You Be? *OFOR Working Paper Series, no. 98-08*. [online] Available at: <https://www.ideals.illinois.edu/items/4209>.
- Kabaila, P. (2005). ON THE COVERAGE PROBABILITY OF CONFIDENCE INTERVALS IN REGRESSION AFTER VARIABLE SELECTION. 47(4), pp.549–562. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-842x.2005.00416.x>.

- Karami, S., Saberi-Movahed, F., Tiwari, P., Marttinen, P. and Vahdati, S. (2023). Unsupervised feature selection based on variance–covariance subspace distance. *Neural Networks*, [online] 166, pp.188–203. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.06.018>.
- Krause, A. (2003). Exploring the Limitations of Value at Risk: How Good Is It in Practice? *The Journal of Risk Finance*, [online] 4(2), pp.19–28. doi:<https://doi.org/10.1108/eb022958>.
- Kwak, Y.H. and Ingall, L. (2007). Exploring Monte Carlo Simulation Applications for Project Management. *Risk Management*, 9(1), pp.44–57. doi:<https://doi.org/10.1057/palgrave.rm.8250017>.
- Lal, M. (2012). *Comparative Analysis of Value at Risk (VAR) Methods for Portfolio with Non-Linear Return*. [online] Social Science Research Network. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2245929.
- Larsen, N., Mausser, H. and Uryasev, S. (2002). Algorithms for Optimization of Value-at-Risk. *Applied optimization*, pp.19–46. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5226-7_2.
- Li, J., Zhu, X., Xie, Y., Chen, J., Gao, L., Feng, J. and Shi, W. (2014). *The Mutual-Information-Based Variance–Covariance Approach: An Application to Operational Risk Aggregation in Chinese Banking*. [online] Social Science Research Network. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2791623.
- Linsmeier, T.J. and Pearson, N.D. (2000). Value at Risk. *Financial Analysts Journal*, 56(2), pp.47–67. doi:<https://doi.org/10.2469/faj.v56.n2.2343>.
- Liu, C., Ryan, S.G. and Tan, H. (2004). How Banks’ Value-at-Risk Disclosures Predict their Total and Priced Risk: Effects of Bank Technical Sophistication and Learning over Time. *Review of Accounting Studies*, 9(2/3), pp.265–294. doi:<https://doi.org/10.1023/b:rast.0000028190.48665.d0>.
- Loizou, P. and French, N. (2012). Risk and uncertainty in development. *Journal of Property Investment & Finance*, 30(2), pp.198–210. doi:<https://doi.org/10.1108/14635781211206922>.
- Lu, C., Teng, Z., Gao, Y., Wu, R., Hossain, Md.A. and Fang, Y. (2021). Analysis of Early Warning of RMB Exchange Rate Fluctuation and Value at Risk Measurement Based on Deep Learning. *Computational Economics*, 59(4), pp.1501–1524. doi:<https://doi.org/10.1007/s10614-021-10172-z>.

- Marshall, C. and Siegel, M. (1996). *Value-at-Risk: Implementing a Risk Measurement Standard*. [online] papers.ssrn.com. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1212.
- Nguyen, L., Gallery, G. and Newton, C. (2017). The joint influence of financial risk perception and risk tolerance on individual investment decision-making. *Accounting & Finance*. doi:<https://doi.org/10.1111/acfi.12295>.
- North, B., Curtis, D. and Sham, P. (2003). A Note on the Calculation of Empirical P Values from Monte Carlo Procedures. 72(2), pp.498–499. doi:<https://doi.org/10.1086/346173>.
- Pandit, V. and Khairullah, Z.Y. (2015). Stepwise Regression Choosing the Proper Level of Significance. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-16943-9_84.
- Pardo-Igúzquiza, E. and Dowd, P. (2001). *Mathematical Geology*, 33(4), pp.397–419. doi:<https://doi.org/10.1023/a:1011097228254>.
- Penza, P. and Bansal, V.K. (2001). *Measuring Market Risk with Value at Risk*. [online] Google Books. John Wiley & Sons. Available at: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=ZwH44DRQXL0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Even+if+Value+at+Risk+is+correctly+measured>.
- Power, M. (2009). The Risk Management of Nothing. *Accounting, Organizations and Society*, 34(6-7), pp.849–855. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aos.2009.06.001>.
- Rihoux, B. and Ragin, C.C. (2008). *Configurational Comparative Methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques*. [online] Google Books. SAGE Publications. Available at: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=PnIDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Comparative+Analysis+of+the+Basic+VaR+Calculation+Methods&ots=ZMEwFIJoAr&sig=qCMTy0eE19JUJlih8gkX0L4byY8>.
- Sadeghi, M. and Shavvalpour, S. (2006). Energy risk management and value at risk modeling. *Energy Policy*, 34(18), pp.3367–3373. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.07.004>.
- Sarykalin, S., Serraino, G. and Uryasev, S. (2008). Value-at-Risk vs. Conditional Value-at-Risk in Risk Management and Optimization. *State-of-the-Art Decision-Making Tools in the Information-Intensive Age*, pp.270–294. doi:<https://doi.org/10.1287/educ.1080.0052>.

Sharma, M. (2012). *The Historical Simulation Method for Value-at-Risk: A Research Based Evaluation of the Industry Favorite*. [online] papers.ssrn.com. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2042594.

Shrestha, M.B. and Bhatta, G.R. (2018). Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis. *The Journal of Finance and Data Science*, [online] 4(2), pp.71–89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfds.2017.11.001>.

Sofroniou, N. and Hutcheson, G.D. (2002). Confidence Intervals for the Predictions of Logistic Regression in the Presence and Absence of a Variance- Covariance Matrix. *Understanding Statistics*, 1(1), pp.3–18. doi:https://doi.org/10.1207/s15328031us0101_02.

Stein, J.C., Usher, S.E., LaGattuta, D. and Youngen, J. (2001). A COMPARABLES APPROACH TO MEASURING CASHFLOW-AT-RISK FOR NON-FINANCIAL FIRMS. *Journal of Applied Corporate Finance*, 13(4), pp.100–109. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2001.tb00430.x>.

Suhobokov, A. (2007). Application of Monte Carlo simulation methods in risk management. 8(3), pp.165–168. doi:<https://doi.org/10.1080/16111699.2007.9636165>.

Tapiero, C.S. (2005). Value at risk and inventory control. *European Journal of Operational Research*, 163(3), pp.769–775. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.05.005>.

Taskinsoy, J. (2019). *Typology of Stress Testing: Microprudential vs. Macroprudential Stress Testing of Risk Exposures*. [online] papers.ssrn.com. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3361528.

Tibiletti, L. (2001). Incremental Value-at-Risk: traps and misinter-pretations. *Mathematical Finance*, pp.355–364. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-0348-8291-0_34.

Trenca, I., Mutu, S., & Dezsai, E. (2011). Advantages and limitations of VAR models used in managing market risk in banks. *Finance–Challenges of the Future*, 13, 32-43.

Tsubota, T., Bhaskar, A., Nantes, A. and Gayah, V.V. (2015). Comparative Analysis of Traffic State Estimation. *Transportation Research Record*, 2491(1), pp.43–52. doi:<https://doi.org/10.3141/2491-05>.

UGRINOWITSCH, C., FELLINGHAM, G.W. and RICARD, M.D. (2004). Limitations of Ordinary Least Squares Models in Analyzing Repeated Measures Data. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, pp.2144–2148. doi:<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000147580.40591.75>.

Valtl, J., Mendez, J., Mauro, G., Cabrera, A. and Issakov, V. (2022). *Investigation for the Need of Traditional Data-Preprocessing when Applying Artificial Neural Networks to FMCW-Radar Data*. [online] IEEE Xplore. doi:<https://doi.org/10.1109/IWSSIP55020.2022.9854472>.

Vo, D.H., Pham, T.N., Pham, T.T.V., Truong, L.M. and Cong Nguyen, T. (2019). Risk, return and portfolio optimization for various industries in the ASEAN region. *Borsa Istanbul Review*, 19(2), pp.132–138. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bir.2018.09.003>.

Wu, D.D. and Olson, D. (2009). Enterprise risk management: a DEA VaR approach in vendor selection. *International Journal of Production Research*, 48(16), pp.4919–4932. doi:<https://doi.org/10.1080/00207540903051684>.

Zio, E. (2012). Monte Carlo Simulation: The Method. *Springer Series in Reliability Engineering*, pp.19–58. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4588-2_3.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα: Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.