

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ – ΜΗΧ/ΚΩΝ Η/Υ
ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Διαχείριση κινδύνου με την προσέγγιση της δυνητικής
ζημίας και εφαρμογή της με τη μέθοδο της ιστορικής
προσομοίωσης**

Καραγκούνης Νικόλαος

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Γούτσος Σταύρος

Πάτρα
Οκτώβριος 2009

**Στην αδερφή μου
και στους γονείς μου**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ζητούμενο σε κάθε επιχείρηση είναι να αντιμετωπιστούν καταστάσεις οι οποίες μπορεί να παρουσιάσουν αυξημένη πιθανότητα απωλειών. Για να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος στόχος είναι αναγκαίος ο εντοπισμός και ο καθορισμός της σημαντικότητας των επικείμενων κινδύνων. Αυτούς τους κινδύνους μπορούμε να τους κατατάξουμε σε επιχειρησιακούς, μη επιχειρησιακούς και χρηματοοικονομικούς.

Η διαχείριση του κινδύνου δεν έχει ως πρώτο σκοπό την αποφυγή του κινδύνου, αλλά την ελαχιστοποίησή του, αφού πρώτα εντοπιστεί και καθοριστεί το πόσο σημαντικός είναι. Στόχος είναι να ποσοτικοποιηθεί ο κίνδυνος και να υπολογίζεται ένα μέτρο συνολικού κινδύνου, έτσι ώστε δίνοντας μια τιμή σε αυτόν, να αποφασίσουμε αν θα πάρουμε το ρίσκο να τον αναλάβουμε ή όχι, με μεγαλύτερη ευκολία.

Ένα μέτρο συνολικού κινδύνου, προκύπτει από την προσέγγιση της δυνητικής ζημίας $\{VAR(Value\text{-}At\text{-}Risk)\}$. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί μια ποσοστιαία κατανομή κέρδους και απώλειας σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε οργανισμό εκτίθεται σε χρηματοοικονομικό κίνδυνο και συνοψίζει τη χειρότερη ζημία με δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της προσέγγισης της δυνητικής ζημίας (VAR). Για την αξιολόγηση του κινδύνου η δυνητική ζημία (VAR) χρησιμοποιεί τρεις μεθόδους προσομοίωσης, την Ιστορική, την Monte Carlo και την Variance-covariance προσομοίωση. Παρουσιάζονται οι μέθοδοι αυτοί, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Η εργασία καταλήγει σε μελέτη μιας εφαρμογής, με τη μέθοδο της Ιστορικής προσομοίωσης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η έννοια του οικονομικού κινδύνου

- 1.1 Διακρίσεις του οικονομικού κινδύνου
- 1.2 Η πορεία της εξέλιξης της διαχείρισης του κινδύνου
- 1.3 Τα παράγωγα στη διαχείριση του κινδύνου
- 1.4 Προθεσμιακά Συμβόλαια
- 1.5 Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης σε δείκτη (Stock Index Futures)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Δυνητική Ζημία (*Value-at-Risk*)

- 2.1 Οι «πέντε Έλληνες»
- 2.2 Η πορεία προς τη δυνητική ζημία (*Value-at-Risk*)
- 2.3.1 Εισαγωγή στην έννοια της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*)
- 2.3.2 Απλοποιημένος υπολογισμός της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*)
- 2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον υπολογισμό της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*)
- 2.3.4 Κατανομή της πιθανότητας της κερδοφορίας του χαρτοφυλακίου και διαχείριση του κινδύνου χαρτοφυλακίου
- 2.3.5 Εφαρμογές του VaR

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μέθοδοι υπολογισμού της Δυνητικής Ζημίας (*Value-at-Risk*)

- 3.1 Μέθοδος Ιστορικής προσομοίωσης

3.2 Μέθοδος Monte Carlo

3.3 Μέθοδος variance–covariance.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογή με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός κάθε επιχείρησης είναι η αντιμετώπιση καταστάσεων οι οποίες παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα απωλειών. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου είναι αναγκαίος ο εντοπισμός και ο καθορισμός της σημαντικότητας των επικείμενων κινδύνων. Αυτούς τους κινδύνους μπορούμε να τους κατατάξουμε σε επιχειρησιακούς, μη επιχειρησιακούς και χρηματοοικονομικούς. Οι επιχειρησιακοί κίνδυνοι αναλαμβάνονται από την κάθε επιχείρηση οικειοθελώς, για να επιτευχθεί ένας στόχος, ενώ οι μη επιχειρησιακοί είναι αποτέλεσμα των αλλαγών του οικονομικού περιβάλλοντος. Τέλος, ως χρηματοοικονομικοί ορίζονται οι κίνδυνοι που οφείλονται στις αλλαγές των επιτοκίων και στις παραλείψεις των χρηματοοικονομικών υποχρεώσεων.

Η διαχείριση του κινδύνου μπορεί να περιγραφεί με τη βοήθεια ενός αριθμού, ο οποίος προκύπτει από την προσέγγιση της δυνητικής ζημίας $\{VAR(Value-At-Risk)\}$. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί μια ποσοστιαία κατανομή κέρδους και απώλειας σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε οργανισμό εκτίθεται σε κίνδυνο και συνοψίζει τη χειρότερη ζημία σε ένα δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της προσέγγισης της δυνητικής ζημίας (VAR). Για την αξιολόγηση του κινδύνου η δυνητική ζημία (VAR) χρησιμοποιεί τρεις μεθόδους προσομοίωσης, την Ιστορική, την Monte Carlo και την Variance-covariance προσομοίωση. Παρουσιάζονται οι μέθοδοι αυτοί, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Η εργασία καταλήγει σε μελέτη μιας εφαρμογής, με τη μέθοδο της Ιστορικής προσομοίωσης.

1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

1.1. Διακρίσεις του οικονομικού κινδύνου

Ο κίνδυνος στη χρηματοοικονομική επιστήμη και τη θεωρία των επενδύσεων, ορίζεται ως η πιθανότητα να συμβεί ένα δυσμενές γεγονός κάποια χρονική περίοδο. Στην θεωρία των επενδύσεων ο κίνδυνος απεικονίζεται από τη μεταβλητότητα των αποδόσεων τους και η μέτρηση του, γίνεται από την τυπική απόκλιση των προσδοκώμενων αποδόσεων γύρω από την μέση τιμή τους. Για τις ασφαλιστικές εταιρείες, ως κίνδυνος νοείται ένα οποιοδήποτε αβέβαιο ενδεχόμενο, αρκεί να είναι γνωστή η πιθανότητα εμφάνισης του. Ανεξαρτήτως του χρησιμοποιούμενου ορισμού, όλα τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και ιδιαίτερα οι τράπεζες, αναλαμβάνουν και διαχειρίζονται κινδύνους στα περισσότερα αν όχι σε όλα τα είδη των εργασιών τους. Άλλωστε, η διαχείριση κινδύνου (risk management) από τραπεζικά ιδρύματα αποτελεί μία από τις θεμελιώδεις λειτουργίες τους και έναν από τους βασικούς λόγους ύπαρξής τους ως διαμεσολαβητικών μονάδων στο χρηματοοικονομικό σύστημα. Οι σύγχρονες τάσεις στο διεθνές χρηματοοικονομικό σύστημα (απελευθέρωση των αγορών, η εξειδίκευση υπηρεσιών και οι νέες τεχνολογίες) συνεπάγονται ότι ο αριθμός και η ποικιλία των κινδύνων, στους οποίους εκτίθενται μία τράπεζα ή ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα, αυξάνει διαρκώς και είναι αναγκαίο να βρεθούν τρόποι μετρήσεως και αντιμετώπισεως τους .

Στην προσπάθεια ανάλυσης του κινδύνου, οι βασικοί παράγοντες είναι δύο. Ο εντοπισμός του κινδύνου και το να καθοριστεί, το πόσο σημαντικός είναι ο κίνδυνος. Αυτοί οι παράγοντες μας βοηθούν σε μια γρήγορη και αποτελεσματική διαχείρισή του. Οι κίνδυνοι μπορούν να χωριστούν σε επιχειρησιακούς, μη επιχειρησιακούς και χρηματοοικονομικούς.

Επιχειρησιακός είναι ο κίνδυνος που αναλαμβάνει μια εταιρεία με τη θέλησή της, για να αποκτήσει πλεονέκτημα στον τομέα της και να προσθέσει αξία στους κατόχους των μετοχών της. Απαρτίζεται από κινήσεις που αφορούν την

αγορά προϊόντων, τις τεχνολογικές εξελίξεις, το σχεδιασμό νέων προϊόντων και το μάρκετινγκ της εταιρείας. Για να γίνει η έκθεση των εταιρειών στον κίνδυνο ελεγχόμενη, θα πρέπει να υπάρξει πολύ προσεκτικός σχεδιασμός της κάθε επιχειρηματικής κίνησης.

Μη επιχειρησιακοί είναι ο κίνδυνοι στους οποίους οι επιχειρήσεις δεν έχουν τον έλεγχό τους. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι κίνδυνοι που εκφράζονται από τις αλλαγές στην οικονομία. Επί παραδείγματι η πτώση της σοβιετικής ένωσης, οδήγησε στην βαθμιαία μείωση των αμυντικών δαπανών και άλλων χωρών, με αποτέλεσμα να πληγούν οι αντίστοιχες βιομηχανίες παραγωγής αμυντικού και επιθετικού εξοπλισμού.

Χρηματοοικονομικοί είναι οι κίνδυνοι, οι οποίοι σχετίζονται με πιθανές απώλειες στις χρηματοοικονομικές αγορές, Απώλειες δηλαδή που οφείλονται σε παραλείψεις στις χρηματοοικονομικές υποχρεώσεις ή στις διακυμάνσεις των επιτοκίων.

Η διαχείριση κινδύνων αποσκοπεί στην λήψη εκ των προτέρων προληπτικών μέτρων και όχι στην εκ των υστέρων παρέμβαση, σε διαμορφωμένες και μη αντιστρέψιμες καταστάσεις. Επισημαίνεται ότι η διαχείριση κινδύνου δεν έχει ως πρωταρχικό σκοπό την αποφυγή του κινδύνου αλλά την ελαχιστοποίηση του. Στόχος μας είναι η ποσοτικοποίησή του κινδύνου, έτσι ώστε δίνοντας μια τιμή σε αυτόν, να αποφασίσουμε αν θα πάρουμε το ρίσκο να τον αναλάβουμε.

1.2 Η πορεία της εξέλιξης της διαχείρισης του κινδύνου

Για να γίνει ευκολότερη η διαχείριση του κινδύνου και να ελεγχθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η αστάθεια των επιτοκίων, του συναλλάγματος και η αυξομείωση στις τιμές των προϊόντων καθίσταται αναγκαία η δημιουργία νέων χρηματοοικονομικών εργαλείων. Η αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου είναι η λύση στο πρόβλημα της αυξημένης αστάθειας των χρηματοοικονομικών αγορών σε όλο τον κόσμο. Αυτό έχει επιτευχθεί μέσω των τεχνολογικών εξελίξεων. Οι πιο φθηνές και καλύτερες επικοινωνίες, ο αποτελεσματικότερος υπολογιστικός έλεγχος οδήγησαν σε καινοτομίες όπως είναι τα συστήματα διαχείρισης κινδύνου σε πραγματικό χρόνο.

Παρακάτω βλέπουμε τις εξελίξεις στη διαχείριση του κινδύνου στο πέρασμα των χρόνων.

- 1938 Bond duration
- 1952 Markowitz mean–variance framework
- 1963 Sharpest capital asset pricing model
- 1966 Multiple factor models
- 1973 Black–Scholes option pricing model
- 1979 Binomial option model
- 1983 RAROC risk–adjusted return
- 1986 Limits on exposure by duration bucket

1988 Risk-weighted assets for banks limits on 'Greeks'

1992 Stress Testing

1993 Value at risk

1994 Risk Metrics

1997 Credit Metrics

1998 Integration of credit and market risk

2000 Enterprisewide risk management

Η ελλιπής διαχείριση του οικονομικού κινδύνου έχει ιδιαίτερα επιβλαβείς επιπτώσεις, όπως καταφαίνεται από τα ακόλουθα ιστορικά παραδείγματα.

Το 1994, ο δήμος της Orange County ανακοίνωσε πως οι επενδύσεις της είχαν ζημίες της τάξης του 1,6 δις. δολάρια. Η απώλεια αυτή ήταν η μεγαλύτερη που είχε αναφερθεί ποτέ στη δημόσια διοίκηση και οδήγησε στη χρεοκοπία του δήμου. Ο υπεύθυνος των επενδύσεων Bob Citron στον οποίο είχε ανατεθεί η διαχείριση των χαρτοφυλακίων των σχολείων του δήμου αξίας 7,5 δις δολαρίων. Ο Citron ήταν σε θέση να αυξάνει τις αποδόσεις επενδύοντας σε παράγωγα και επιτυγχάνοντας τη μέγιστη δυνατή μόχλευση. Τα αποτελέσματα ήταν τόσο καλά έτσι ώστε και άλλες πόλεις έδιναν τα χρήματά τους σε ένα κοινό ταμείο με την Orange County θέλοντας να πετύχουν μεγαλύτερες αποδόσεις. Αυτή η επενδυτική στρατηγική δούλεψε υποδειγματικά έως το 1994, παρά τις προειδοποιήσεις, του John Moorlach που ήταν υποψήφιος για νέος διαχειριστής το 1994 και ισχυρίζονταν ότι ο κίνδυνος αυτής της δραστηριότητας ήταν πολύ μεγάλος. Το 1994, μια σειρά αυξήσεων στα επιτόκια προκάλεσε αρκετές απώλειες στο ταμείο που διαχειριζόταν ο Citron. Στην αρχή, αναφέρθηκε σαν

απώλεια μόνο στα χαρτιά. Αργότερα όμως ο Δήμος κήρυξε πτώχευση και ρευστοποίησε το χαρτοφυλάκιό του. Ο Citron πίστευε ότι τα επιτόκια θα έπεφταν ή θα έμεναν σταθερά. Τα 7,5 δις δολάρια των επενδυτών μοχλεύτηκαν σε ένα χαρτοφυλάκιο της τάξης των 20,5 δις δολαρίων. Μέσω αντίστροφων επαναγορών, ο Citron επένδυσε ξανά τα χρήματα σε νέες ασφάλειες πενταετών ομολόγων. Η μόχλευση του χαρτοφυλακίου μεγέθυνε την επίδραση στις μεταβολές των επιτοκίων. Η ευαισθησία αυτή των επιτοκίων είναι γνωστή σαν «διάρκεια». Η διάρκεια αυξάνεται με τη χρήση των δομημένων ομολόγων. Αυτά είναι ασφάλειες των οποίων το κουπόνι αντί να είναι σταθερό, εξελίσσεται σύμφωνα με κάποια προδηλωμένη φόρμουλα. Τα ομόλογα αυτά που ονομάζονται παράγωγα, κατηγορήθηκαν για την απώλεια, αλλά αποτελούσαν λογική συνέπεια της ακολουθούμενης στρατηγικής. Ο κύριος σκοπός του Citron, ήταν να αυξήσει το τρέχον εισόδημα εκμεταλλευόμενος το γεγονός πως η μέσης διάρκειας συναλλαγματικές είχαν υψηλότερες αποδόσεις από αυτές της μικρής διάρκειας. Με μία θετική πορεία των επιτοκίων, υπήρξε σκέψη να αυξηθεί η διάρκεια της επένδυσης για να υπάρξουν παραπάνω αποδόσεις. Αυτή η προσπάθεια όμως ελλοχεύει μεγαλύτερο κίνδυνο. Η στρατηγική αυτή απέδιδε όσο η πορεία των επιτοκίων ήταν φθίνουσα. Όταν λοιπόν το 1994, η ομοσπονδιακή τράπεζα ξεκίνησε μία σειρά από 6 διαδοχικές αυξήσεις των επιτοκίων, αυτό έφερε μια κρίση της αγοράς ομολόγων, η μεγάλη διάρκειά της οποίας οδήγησε σε απώλειες των 1,6 δις δολαρίων.

Η Metallgesellschaft, από τις μεγαλύτερες βιομηχανίες της Γερμανίας σχεδόν χρεοκόπησε από την αδυναμία διαχείρισης του κινδύνου. Μια θυγατρική της, η αμερικάνικη MG Refining & Marketing, παρουσίασε τεράστιες απώλειες στην αγορά των προθεσμιακών συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures). Τα προβλήματα τη θυγατρικής προέκυψαν με την προσφορά μεγάλης διάρκειας συμβολαίων για τα προϊόντα του πετρελαίου. Το μάρκετινγκ αυτών των συμβολαίων ήταν επιτυχημένο γιατί οι πελάτες θα μπορούσαν να έχουν σταθερές τιμές για μεγάλες χρονικές περιόδους. Το 1993, η εταιρία είχε συμβόλαια, έτσι ώστε να προμηθεύσει πελάτες με 180 εκ. βαρέλια πετρελαίου σε

μια περίοδο δέκα χρόνων. Οι απαιτήσεις αυτές ήταν τεράστιες και ισοδυναμούσαν με 85 μέρες άντλησης πετρελαίου από το Κουβέιτ. Για να αντιμετωπιστούν πιθανές αυξήσεις στην τιμή του πετρελαίου, η εταιρία θα έπρεπε να κάνει μεγάλης διάρκειας μελλοντικά συμβόλαια με τους προμηθευτές, συγκεντρώνοντας την ποσότητα πετρελαίου που απαιτούνταν από τα συμβόλαια. Υπήρξε όμως δυσκολία να εξαφανιστούν συμβόλαια μεγάλης διάρκειας και η εταιρία αναγκάστηκε να στραφεί σε συμβόλαια μικρής διάρκειας. Αυτά τα συμβόλαια ήταν τριών μηνών περίπου και ανανεώνονται με τη λήξη τους έτσι ώστε να μπορούν να καλυφθούν οι απαιτήσεις των πελατών της εταιρίας. Έτσι, η εταιρία εκτέθηκε στον κίνδυνο που εμφανίζεται όταν οι τιμές για κάποια μικρή χρονική περίοδο διαφοροποιούνται προσωρινά από τις τιμές για μεγάλες περιόδους. Το 1993, οι τιμές μετρητοίς έπεσαν από τα 20 δολάρια στα 15 κάτι το οποίο οδήγησε σε μια διαφορά ενός δις δολαρίων που έπρεπε να δοθεί τοις μετρητοίς λόγω της αντιστάθμισης που έκανε η εταιρία με τα συμβόλαια μικρής διάρκειας. Ένα μέρος αυτών των απωλειών θα μπορούσε να καλυφθεί με τα κέρδη από τα συμβόλαια μεγάλης διάρκειας με τους πελάτες αφού η εταιρία θα μπορούσε να πουλήσει σε μεγαλύτερες τιμές. Η μητρική εταιρεία δεν πίστευε πως θα χρειαζόταν να υπάρχει σε μετρητά ένα τέτοιο ποσό. Τη θέση του Γενικού Διευθυντή της θυγατρικής ο οποίος απολύθηκε πήρε μια νέα διαχειριστική ομάδα, η οποία οδηγήθηκε στη ρευστοποίηση των εναπομείναντων συμβολαίων. Αυτό οδήγησε σε μια αναφερόμενη ζημία της τάξης των 1,3 δις δολαρίων. Πολλοί πίστευαν πως οι απώλειες θα μπορούσαν να περιοριστούν με το πέρασμα του χρόνου και η πράξη αυτή δέχτηκε κριτική. Αυτά είχαν αποτέλεσμα η μετοχή της εταιρίας να χάσει σχεδόν τα 2/3 της αξίας της και να ληφθούν δάνεια για να αντιμετωπιστεί ο κίνδυνος.

Στις 26-2-1995, ανακοινώθηκε ότι η Barings PLC μια τράπεζα με δυόμισι αιώνες παράδοση χρεοκόπησε. Ο Nicholas Leeson, ένας 28χρονος διαχειριστής, έφτασε την τράπεζα στη θέση αυτή. Η απώλεια ήταν της τάξης του 1,3 δις δολάρια και δημιουργήθηκε από μια παρατεταμένη έκθεση στην ιαπωνική αγορά μετοχών. Ο Leeson είχε επενδύσει στα προθεσμιακά συμβόλαια μελλοντικής

εκπλήρωσης (futures) του δείκτη NK. Τους δύο πρώτους μήνες του 1995, τα προθεσμιακά συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) της Barings, κατέγραψαν τεράστιες απώλειες. Οι απώλειες αυτές μεγάλωναν και ο Leeson, πιστεύονται πως έκανε το καλύτερο, αύξησε τις θέσεις της τράπεζας. Αργότερα, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα να πληρωθούν τα χρηματιστήρια σε ρευστό, αποχώρησε στις 23 Φεβρουαρίου. Η συγκεκριμένη τράπεζα θεωρούνταν συντηρητική και η χρεοκοπία της αφύπνισε όλα τα χρηματοοικονομικά ιδρύματα του κόσμου. Οι μέτοχοι της τράπεζας να επωμίσθηκαν όλο το βάρος των απωλειών, η τιμή της μετοχής έφθασε στο μηδέν και η τράπεζα χρεοκόπησε.

Παρατηρήσαμε στις παραπάνω περιπτώσεις καταστροφών, ότι κάθε μία οφείλεται και σε διαφορετικές αιτίες. Υπάρχει όμως ένα κοινό σημείο σε αυτά τα παραδείγματα και αυτό είναι η έλλειψη πολιτικής στη διαχείριση του κινδύνου. Έπρεπε λοιπόν να βρεθούν τα κατάλληλα εργαλεία, έτσι ώστε οι εταιρείες να βοηθηθούν αποτελεσματικά στη διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου.

1.3 Τα παράγωγα στη διαχείριση του κινδύνου

Η ανάπτυξη της αγοράς των παραγώγων έχει επιφέρει βελτίωση στην κατανόηση του κινδύνου και τη διαχείρισή του. Ο σκοπός μας είναι να εκτιμηθεί ο κίνδυνος της αγοράς που οφείλεται στις αλλαγές των τιμών των παραγώγων.

Τα παράγωγα προϊόντα είναι χρηματοοικονομικά εργαλεία των οποίων οι αξίες παράγονται εξ' ολοκλήρου από το υποκείμενο αγαθό πάνω στο οποίο είναι βασισμένα. Το υποκείμενο αγαθό μπορεί να είναι ένα εμπόρευμα όπως το σιτάρι, πετρέλαιο, μέταλλα κλπ. ή ένας χρηματοοικονομικός τίτλος όπως ένα ομόλογο, μια μετοχή, συνάλλαγμα ή ένας οικονομικός / μετοχικός δείκτης. Τα παράγωγα δημιουργούνται με στόχο να επιτρέψουν τη διαχείριση του περιουσιακού στοιχείου επάνω στο οποίο είναι βασισμένα.

Η μεγάλη ανάπτυξη της αγοράς των παραγώγων οφείλεται στο ότι τα προϊόντα αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως εργαλεία εξομάλυνσης και

περιορισμού των κινδύνων των οικονομικών συναλλαγών, αλλά και ως μέσα εξασφάλισης αποδόσεων εκ μέρους των επενδυτών. Επίσης η διαπραγμάτευσή τους αποδίδει στο κοινό προβλέψιμες τιμές όσον αφορά την πραγματική αξία που θα έχουν στο μέλλον τα υποκείμενα αγαθά.

Τα πιο κοινά χρηματοοικονομικά παράγωγα περιλαμβάνουν τέσσερις βασικές κατηγορίες: τα προθεσμιακά συμβόλαια (forwards), τα προθεσμιακά συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures), τα χρηματοοικονομικά δικαιώματα (options) και τις συμφωνίες ανταλλαγής (swaps).

1.4 Προθεσμιακά Συμβόλαια

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του γεωργού που παράγει σιτάρι και του εμπόρου που αγοράζει τη σοδειά του γεωργού. Όταν ξεκινάει η σπορά ο γεωργός φοβάται για τυχόν πτώση των τιμών των σιτηρών την εποχή της σοδειάς. Την ίδια χρονική στιγμή ο έμπορος θέλει να προφυλαχτεί από μια ενδεχόμενη άνοδο των τιμών. Η αβεβαιότητα για την κατεύθυνση των τιμών ωθεί τα δύο μέρη να προβούν σε μία συμφωνία στην οποία ο γεωργός υποχρεούται να παραδώσει στον έμπορο σε συγκεκριμένη ημερομηνία, καθορισμένη ποσότητα σιταριού σε προσυμφωνημένη τιμή. Έτσι και τα δύο μέρη εξασφαλίζονται από απρόβλεπτες κινήσεις στην τιμή του σιταριού. Η συμφωνία αυτή είναι μία μορφή προθεσμιακού συμβολαίου. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι ενώ η συμφωνία γίνεται την περίοδο της σποράς (ή οποιαδήποτε άλλη χρονική στιγμή που θεωρείται ως παρόν) η παράδοση της σοδειάς όπως και η πληρωμή του αντιτίμου γίνεται στο μέλλον.

Γενικότερα ένα προθεσμιακό συμβόλαιο είναι μια συμφωνία μεταξύ δύο μερών (αντισυμβαλλόμενων). Ο ένας αντισυμβαλλόμενος (ο αγοραστής του συμβολαίου) συμφωνεί να αγοράσει το υποκείμενο αγαθό (εμπόρευμα, ομόλογο, δείκτης κλπ) κάποια στιγμή στο μέλλον ενώ ο άλλος αντισυμβαλλόμενος (ο πωλητής του συμβολαίου) συμφωνεί να του πουλήσει το υποκείμενο αγαθό. Η

χρονική στιγμή που ο ένας υποχρεούται να πουλήσει και ο άλλος υποχρεούται να αγοράσει είναι η ημερομηνία λήξης του συμβολαίου. Η τιμή στην οποία "κλείνεται" η συμφωνία είναι η τιμή με την οποία διαπραγματεύονται παρόμοια συμβόλαια τη στιγμή εκείνη στην αγορά παραγώγων. Είναι προφανές ότι εάν η τιμή του συμβολαίου ανέλθει μέχρι την ημερομηνία λήξης του τότε θα κερδίσει ο αγοραστής (αφού είχε κλειδώσει χαμηλότερη τιμή αγοράς) ενώ εάν η τιμή υποχωρήσει τότε θα κερδίσει ο πωλητής (αφού είχε εξασφαλίσει υψηλότερη τιμή πώλησης).

Ανάλογα με τον τρόπο διαπραγμάτευσης, τα συμβόλαια διακρίνονται σε προθεσμιακά συμβόλαια (forward) και προθεσμιακά συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures). Τα προθεσμιακά συμβόλαια forward αποτελούν συμφωνίες μεταξύ δύο μερών για παράδοση συγκεκριμένης ποσότητας του υποκείμενου αγαθού σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή και τιμή και ταυτίζεται με τις ιδιαίτερες ανάγκες τους. Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (μέγεθος, χρόνος, και τόπος παράδοσης) δεν γίνονται αντικείμενο διαπραγμάτευσης στην δευτερογενή αγορά.

Αντίθετα τα προθεσμιακά συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) που από ουσιαστικής πλευράς είναι καθόλα όμοια με τα προθεσμιακά συμβόλαια (forward), έχουν τυποποιημένα χαρακτηριστικά μεγέθους και χρόνου παράδοσης ώστε να είναι αντικείμενο διαπραγμάτευσης στα χρηματιστήρια παραγώγων. Με την προσέλκυση μεγάλου αριθμού συναλλασσομένων στα χρηματιστήρια παραγώγων επιτυγχάνεται υψηλή ρευστότητα στις συναλλαγές με την επίτευξη της καλύτερης δυνατής τιμής και με το μικρότερο δυνατό κόστος συναλλαγών. Τα δύο μέρη δεν είναι απαραίτητο να περιμένουν μέχρι τη λήξη του συμβολαίου για να διευθετήσουν τις υποχρεώσεις τους. Μπορούν να "κλείσουν" τις θέσεις τους στο διάστημα που μεσολαβεί έως τη λήξη του συμβολαίου παίρνοντας τις αντίστροφες ακριβώς θέσεις (ο αγοραστής πουλάει ενώ ο πωλητής αγοράζει) στο ίδιο συμβόλαιο που αρχικά τοποθετήθηκαν ώστε να αποδεσμευτούν από τις υποχρεώσεις τους. Στην περίπτωση αυτή πιστώνονται ή χρεώνονται το ποσό

που αναλογεί στο κέρδος ή τη ζημία που πραγματοποίησαν από την κίνησή τους αυτή.

Ανάλογα με τον τρόπο διακανονισμού την ημερομηνία λήξης τους τα προθεσμιακά συμβόλαια διακρίνονται σε δύο είδη: αυτά που διακανονίζονται με φυσική παράδοση και αυτά που διακανονίζονται χρηματικά. Στα πρώτα απαιτείται φυσική παράδοση του υποκείμενου αγαθού την ημερομηνία λήξης του συμβολαίου (π.χ. εάν το συμβόλαιο αναφέρεται σε πετρέλαιο θα πρέπει να παραδώσουμε την ακριβή ποσότητα και ποιότητα πετρελαίου στον τόπο που αναφέρει το συμβόλαιο). Αντίθετα, τα συμβόλαια που διακανονίζονται χρηματικά κατά την ημερομηνία λήξης δεν απαιτούν κάποια παράδοση του υποκείμενου αγαθού. Απλά η χρηματική διαφορά που προκύπτει από την ανειλημμένη θέση χρεώνεται ή πιστώνεται στο λογαριασμό των συναλλασσομένων.

1. 5 Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης σε δείκτη (Stock Index Futures)

Αφού μεταφέρθηκε επιτυχημένα η ιδέα των προθεσμιακών συμβολαίων από την αγορά των εμπορευμάτων στην αγορά των επιτοκίων και του συναλλάγματος, το επόμενο βήμα ήταν η δημιουργία παραγώγων βασισμένα στην αγορά των μετοχών. Το πρώτο προθεσμιακό συμβόλαιο σε δείκτη (stock index futures) άρχισε να διαπραγματεύεται στα 1982 όταν το Kansas City Board of Trade εισήγαγε ένα συμβόλαιο πάνω στο δείκτη Value Line. Αμέσως μετά, αναπτύχθηκαν παρόμοια συμβόλαια στους δείκτες S&P 500 και NYSE Composite.

Ένα Σ.Μ.Ε. σε δείκτη δίνει την δυνατότητα σε κάποιον να αγοράσει ή να πουλήσει τον δείκτη αυτόν σε μία ορισμένη τιμή. Στην περίπτωση αυτή ο αγοραστής του συμβολαίου κερδίζει από μία ανοδική κίνηση του δείκτη ενώ ο πωλητής από μία καθοδική κίνηση κάποια χρονική στιγμή στο μέλλον.

Για να αποκομίσει το κέρδος από τη θέση που έχει ο αγοραστής του συμβολαίου θα πρέπει να κλείσει τη θέση του κάνοντας πώληση του ίδιου συμβολαίου που αγόρασε, ενώ ο πωλητής θα πρέπει να αγοράσει το ίδιο συμβόλαιο που αρχικά είχε πουλήσει. Στο σημείο αυτό πρέπει να δοθεί έμφαση στην λέξη "ίδιο". Την ίδια χρονική στιγμή υπάρχουν στην αγορά συμβόλαια με διαφορετικές ημερομηνίες λήξης. Το κλείσιμο μιας θέσης πρέπει να γίνει χρησιμοποιώντας το ίδιο συμβόλαιο με το οποίο έγινε το άνοιγμα της θέσης αυτής. Βέβαια στο πλαίσιο μιας δευτερογενούς αγοράς ο επενδυτής μπορεί να επιλέξει να κλείσει τη θέση του σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή μέχρι τη λήξη του Σ.Μ.Ε. Εάν αφήσει το συμβόλαιό του να εκπνεύσει τότε επιπλέον του δίνεται η δυνατότητα να παραδώσει ή να παραλάβει τον τίτλο εάν προβλέπεται φυσική παράδοση, παράλληλα με το όποιο κέρδος ή ζημία υφίσταται.

Πρέπει να τονιστεί ότι στην περίπτωση των Σ.Μ.Ε. σε δείκτη δεν υπάρχει φυσική παράδοση του υποκείμενου μέσου κατά την ημερομηνία λήξης του συμβολαίου (όπως γίνεται στα προθεσμιακά συμβόλαια εμπορευμάτων) αλλά γίνεται ο λεγόμενος χρηματικός διακανονισμός. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια χρέωση ή πίστωση χρημάτων (ανάλογα με την κίνηση της αγοράς) στον λογαριασμό του κατόχου του Σ.Μ.Ε.

Ευρέως γνωστοί δείκτες που ήδη χρησιμοποιούνται ως "υποκείμενοι τίτλοι" προθεσμιακών συμβολαίων είναι ο Standard & Poor's (S&P) 500, ο Nikkei 225 Stock Average, ο New York Stock Exchange (NYSE) Composite, ο Major Market Index, ο CAC 40, ο DAX 30 και πολλοί άλλοι. Η έναρξη λειτουργίας του Χρηματιστηρίου Παραγώγων Αθηνών (Χ.Π.Α.) σηματοδοτήθηκε με ένα προθεσμιακό συμβόλαιο futures που έχει ως υποκείμενο τίτλο τον δείκτη FTSE/ASE-20. Το Χ.Π.Α. το ονόμασε συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης (Σ.Μ.Ε.) στον FTSE/ASE-20 και καθιέρωσε τον όρο Σ.Μ.Ε. για τα προθεσμιακά συμβόλαια futures.

Στη σημερινή εποχή οι οικονομικοί αναλυτές έχουν καταλήξει ότι τα παράγωγα και οι αγορές τους παρέχουν ένα βασικό μηχανισμό διαχείρισης του

χρηματοοικονομικού κινδύνου αφού επιτρέπουν τη μεταφορά του κινδύνου σε αυτούς που μπορούν να τον αντέξουν περισσότερο. Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς πως ο συνολικός κίνδυνος στην παγκόσμια οικονομία μετριάζεται με τη χρήση τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Δυνητική Ζημία (*Value-at-Risk*)

Η **δυνητική ζημία** (*Value-at-Risk*) δεν είναι παρά μια προσπάθεια υπολογισμού ενός μόνο αριθμού που να συνοψίζει το συνολικό κίνδυνο, σ' ένα χαρτοφυλάκιο με χρηματοοικονομικές αξίες. Η προσπάθεια αυτή ξεκίνησε λόγω της συνειδητοποίησης της σημασίας εξεύρεσης αποτελεσματικότερων τεχνικών ποσοτικοποίησης και διαχείρισης του κινδύνου αγοράς. Είναι μια κατηγορία μέτρων κινδύνου που περιγράφουν με πιθανότητες (με χρήση στατιστικών τεχνικών) τον συστηματικό κίνδυνο ή κίνδυνο της αγοράς (*market risk*) ενός επενδυτικού χαρτοφυλακίου. Οι επιχειρήσεις θα μπορούσαν να εντοπίσουν τον συστηματικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου τους χρησιμοποιώντας και άλλα μέτρα κινδύνου, όπως την ιστορική μεταβλητότητα (*historic volatility*) που είναι όμως μια αναδρομική ένδειξη κινδύνου, ενώ η δυνητική ζημία (*Value-at-Risk*) είναι ένα μέτρο που ποσοτικοποιεί τον κίνδυνο ακριβώς την στιγμή έκθεσης σε αυτόν.

2.1 Οι «πέντε Έλληνες»

Οι 5 Έλληνες που έχουν επικρατήσει παγκοσμίως ως “the five Greeks” και παράγουν τιμές οι οποίες αντικατοπτρίζουν την ευαισθησία στην αλλαγή ενός από τους έξι παράγοντες (τιμή μετοχής, τιμή εξάσκησης, μέρισμα, επιτόκια, μεταβλητότητα, ημερομηνία λήξης) βοηθούνε στην τιμολόγηση των παραγώγων υπό την μαθηματική φόρμουλα των Black-Sholes. Τα 5 αυτά εργαλεία είναι τα παρακάτω:

Ο **Delta** δίνει την μεταβολή της τιμής των χαρτοφυλακίων παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής της τιμής της μετοχής ή του δείκτη.

Ο **Gamma** δίνει την μεταβολή της τιμής του Delta ανά μονάδα μεταβολής της τιμής της μετοχής ή του δείκτη.

Ο **Vega** δίνει την μεταβολή της τιμής του χαρτοφυλακίου παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής της Volatility (συχνά στον ορισμό χρησιμοποιούμε την κατά 1% μεταβολή της volatility).

Ο **Theta** δίνει την μεταβολή της τιμής των χαρτοφυλακίων παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής της χρονικής διάρκειας του δικαιώματος (συχνά στον ορισμό χρησιμοποιούμε την κατά 1 ημέρα μεταβολή της χρονικής διάρκειας).

Ο **Rho** δίνει την μεταβολή της τιμής του χαρτοφυλακίου παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής του επιτοκίου (συχνά στον ορισμό χρησιμοποιούμε την κατά 1% μεταβολή του επιτοκίου).

– Delta

Ο πλέον σημαντικός από τους Greeks είναι ο Δέλτα που όπως είπαμε δίνει την μεταβολή της τιμής του δικαιώματος αν μεταβληθεί το υποκείμενο αγαθό. Ο Δέλτα είναι θετικός για τα calls και αρνητικός για τα puts, κατά συνέπεια άνοδος της τιμής του υποκείμενου αγαθού οδηγεί σε άνοδο της τιμής των call και μείωση της τιμής των puts. Το Δέλτα ενός call παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Αν για παράδειγμα ένα call μιας μετοχής έχει Δέλτα 0,4 τότε άνοδος της τιμής της μετοχής κατά 10 λεπτά (π.χ. από μια τιμή 11,4 σε μια τιμή 11,5), οδηγεί σε άνοδο της τιμής του call κατά 4 λεπτά καθόσον $\text{Δέλτα} \cdot \text{Μεταβολή_Τιμής_Μετοχής} = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04$ δηλαδή 4 λεπτά. Το Δέλτα ενός put παίρνει τιμές μεταξύ -1 και 0. Αν για παράδειγμα ένα put μιας μετοχής έχει Δέλτα -0,3 και μειωθεί η τιμή της μετοχής κατά 10 λεπτά (π.χ. από μια τιμή 9,95 σε μια τιμή 9,85), τότε η τιμή του Put θα μεταβληθεί κατά $-0,3 \cdot (-0,1) = 0,03$ δηλαδή η τιμή του put θα αυξηθεί κατά 3 λεπτά.

Ένα deep out of the money call έχει Δέλτα περίπου 0 δηλαδή πρακτικά η τιμή του δεν μεταβάλλεται με μικρές μεταβολές της τιμής του υποκείμενου αγαθού. Ένα deep in the money call έχει Δέλτα περίπου 1 δηλαδή πρακτικά για μικρές μεταβολές του υποκείμενου αγαθού η μεταβολή της τιμής του call είναι όση και η μεταβολή του υποκείμενου αγαθού. Ένα at the money call έχει Δέλτα περίπου 0,5 δηλαδή η μεταβολή της τιμής του είναι πρακτικά ίση με το μισό της μεταβολής της τιμής του υποκείμενου αγαθού (για μικρές μεταβολές αυτού). Αντίστοιχα το Δέλτα ενός deep out of the money put είναι περίπου 0, το Δέλτα ενός deep in the money put είναι περίπου -1 και το Δέλτα ενός at the money put είναι περίπου -0,5. Το Δέλτα του ίδιου του υποκείμενου αγαθού όταν αυτό είναι μετοχή είναι 1.

Μια χρήσιμη ιδιότητα του Δέλτα είναι ότι αν έχουμε μια σύνθετη θέση σε δικαιώματα και μετοχές πάνω στο ίδιο υποκείμενο αγαθό τότε το Δέλτα της συνολικής θέσης είναι το άθροισμα των Δέλτα των επιμέρους θέσεων. Για παράδειγμα έστω ότι έχουμε την εξής θέση:

long 3 calls με τιμή εξάσκησης 10 και Δέλτα για το κάθε call 0,5

long 2 calls με τιμή εξάσκησης 11 και Δέλτα για το κάθε call 0,3

long 2 puts με τιμή εξάσκησης 10 και Δέλτα -0,5

long 2 μετοχές

Το Δέλτα για κάθε μία από αυτές τις θέσεις θα είναι:

$$3 \cdot 0,5 = 1,5$$

$$2 \cdot 0,3 = 0,6$$

$$2 \cdot (-0,5) = -1$$

$$2 \cdot 1 = 2$$

Και άρα το Δέλτα της συνολικής μας θέσης θα είναι:

$$\Delta = 1,5 + 0,6 - 1 + 2 = 3,1$$

Αν το κάθε δικαίωμα αφορούσε εκατό μετοχές (όπως συνήθως συμβαίνει) τότε για να βρούμε το συνολικό Δέλτα του κάθε δικαιώματος θα πολλαπλασιάσαμε με ένα συντελεστή 100. Αν έχουμε short θέση σε ένα δικαίωμα τότε το Δέλτα αυτής της θέσης μας είναι το αντίθετο του Δέλτα του δικαιώματος μας. Για παράδειγμα αν έχουμε short θέση σε ένα at the money call τότε το Δέλτα της θέσης μας θα είναι $-(0,5) = -0,5$. Ομοίως αν έχουμε short θέση σε μια μετοχή το Δέλτα της θέσης μας θα είναι -1 .

– Gamma

Το ίδιο το Δέλτα δεν διατηρείται σταθερό αλλά μεταβάλλεται με την μεταβολή της τιμής του υποκείμενου αγαθού. Η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη για τα at the money options. Για να μετρήσουμε αυτή την μεταβολή χρησιμοποιούμε το Gamma που μας δίνει την μεταβολή της τιμής του Δέλτα ανά μονάδα μεταβολής της τιμής του υποκείμενου αγαθού.

παράδειγμα

το Δέλτα ενός call option όταν το υποκείμενο αγαθό έχει τιμή 10 είναι 0,5

το gamma είναι 0,37

το υποκείμενο αγαθό μεταβάλλεται και παίρνει την τιμή 10,1

τότε το Δέλτα θα πάρει την τιμή $\Delta' = \Delta + \Gamma \cdot (10,1 - 10) = 0,5 + 0,37 \cdot 0,1 = 0,537$.

– Vega

Το Vega μας δίνει την μεταβολή της τιμής του δικαιώματος ανά μονάδα μεταβολής της τιμής της μεταβλητότητας (volatility) του υποκείμενου αγαθού. Η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη για τα at the money options.

παράδειγμα

το at the money call της μετοχής έχει τιμή 0,46 € και vega 2,17

η μεταβλητότητα αλλάζει από 20% σε 22%

τότε η τιμή του call θα γίνει $call' = call + vega \cdot (0,22 - 0,20) = 0,46 + 2,17 \cdot (0,22 - 0,20) = 0,503$.

– Theta

Το Theta μας δίνει την μεταβολή της τιμής του δικαιώματος ανά μονάδα μεταβολής της χρονικής διάρκειας μέχρι την λήξη του δικαιώματος. Η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη για τα at the money options.

παράδειγμα

το at the money call της μετοχής έχει τιμή 0,46 € και theta 0,62

παρέρχεται χρόνος μιας εβδομάδας

τότε η τιμή του call θα γίνει $call' = call + theta \cdot 0,02 = 0,46 - 0,62 \cdot 0,02 = 0,448$
(αφού η μια εβδομάδα είναι $1/52 = 0,02$ έτος).

– Rho

Το Rho μας δίνει την μεταβολή της τιμής του δικαιώματος ανά μονάδα μεταβολής της τιμής του επιτοκίου.

παράδειγμα

το at the money call της μετοχής έχει τιμή 0,46 € και rho 1,49

το επιτόκιο μεταβάλλεται από 2% σε 3%

τότε η τιμή του θα γίνει $call' = call + rho \cdot (0,03 - 0,02) = 0,46 + 1,49 \cdot (0,03 - 0,02) = 0,475$.

2.2 Η πορεία προς τη δυνητική ζημία (*Value at Risk*)

Ένα χρηματοοικονομικό ίδρυμα συνήθως υπολογίζει σε ημερήσια διάταξη τα μέτρα που προαναφέραμε (Delta, Gamma, Vega κλπ.) για κάθε μεταβλητή της αγοράς (market variable) από τις εκατοντάδες ή χιλιάδες στις οποίες εκτίθεται. Μια ανάλυση των παραπάνω μέτρων, συνεισφέρει στο να υπολογιστούν διάφορα μέτρα κινδύνου, τα οποία με τη σειρά τους προσφέρουν σημαντική πληροφορία στους υπεύθυνους διαχείρισης κινδύνου και χαρτοφυλακίου των χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων και προσφέρονται για περαιτέρω επεξεργασία, ερμηνεία και ανάλυση.

Παρά την αδιαμφισβήτητη χρησιμότητά τους, τα παραπάνω μέτρα ελλοχεύουν έναν διαφορετικής φύσης κίνδυνο: τη λανθασμένη ερμηνεία, την κακή χρήση ή τη μη χρήση τους από τα ανώτατα στελέχη της διοίκησης του χρηματοοικονομικού ιδρύματος. Όμως το τμήμα διοίκησης είναι εκείνο που θα προβεί στη λήψη σημαντικών αποφάσεων για το μέλλον του ιδρύματος (ή γενικά μιας επιχείρησης) και οι πληροφορίες που διαχειρίζεται παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε αυτό. Με λίγα λόγια, μια κακή ερμηνεία της πληροφορίας που δίνουν τα παραπάνω μέτρα είναι επικίνδυνη, αφού μπορεί να οδηγήσει το τμήμα διοίκησης σε λανθασμένες ή ακόμα και παρακινδυνευμένες για το μέλλον του ιδρύματος στρατηγικές, και δεν είναι καθόλου ευκαταφρόνητες οι οικονομικές καταστροφές που συνέβησαν στη δεκαετία του '90 λόγω αυτού του γεγονότος (Orange County, Barings, Metallgesellschaft, Shell, Showa, Daiwa). Καθίσταται λοιπόν σαφές, ότι τα επιμέρους τμήματα (διοίκησης, ανθρωπίνου δυναμικού, διοίκησης κινδύνου, παραγωγής κλπ.) ενός ιδρύματος ή οργανισμού ή μιας επιχείρησης, δεν θα πρέπει να δουλεύουν ως αυτοτελή, αλλά να είναι σε θέση να συνεργάζονται και να αλληλεπιδρούν.

Αυτή την άποψη είχε και ο Dennis Weatherstone, πρώην πρόεδρος της J.P. Morgan, ο οποίος διαπίστωσε τη σημασία της σαφήνειας στην πληροφορία. Διαισθάνθηκε ότι θα πρέπει να υπολογίζεται ένα μέτρο συνολικού κινδύνου, που θα δίνει σαφή πληροφορία, έτσι ώστε να είναι εύκολη η διαχείρισή της και από τα ανώτερα στελέχη της διοίκησης. Ζήτησε, λοιπόν, από το τμήμα διαχείρισης κινδύνου, να του παραδίδει καθημερινά μια μονοσέλιδη αναφορά, όπου να συνοψίζεται η συνολική έκθεση σε κίνδυνο της επιχείρησης και να αναφέρεται μια εκτίμηση της πιθανής ζημίας για το επόμενο εικοσιτετράωρο. Έτσι προέκυψε η περίφημη «Αναφορά 4.15'» (*"4.15' Report"*- ονομάστηκε έτσι επειδή ο Weatherstone είχε ορίσει τις 4.15' ως ώρα παράδοσης της αναφοράς), και ήταν η αρχή της δημιουργίας της Δυνητικής Ζημίας (*Value-at-Risk*, γνωστή και ως *VaR*) ενός πολύτιμου εργαλείου της διαχείρισης κινδύνων.

Πλέον χρησιμοποιείται ευρέως από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, επενδυτικές τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρίες, μη χρηματοπιστωτικές εταιρίες και ασφαλιστικά ταμεία. Τι οδήγησε όμως στην άμεση εξάπλωσή του; Οι αναπάντεχες οικονομικές καταστροφές στις αρχές της δεκαετίας του '90 εντατικοποίησαν την ανάγκη των οργανισμών και επιχειρήσεων για αποτελεσματικότερη διαχείριση των χρηματοοικονομικών κινδύνων. Η δυνητική ζημία (*Value-at-Risk*) ήρθε να δώσει ένα ποιοτικό και εύχρηστο μέτρο ποσοτικοποίησης και διαχείρισης κινδύνου.

Στην Έκθεση του Group of Thirty (G-30) "Recommendations For Derivative Practices and Principles", Ιούλιος 1993, η δυνητική ζημία (*Value-at-Risk*) ορίστηκε ως το καλύτερο μέτρο συστηματικού κινδύνου (ή κινδύνου αγοράς – market risk) των έξω-χρηματιστηριακών παραγώγων (για χρονικό ορίζοντα 2 εβδομάδων και επίπεδο εμπιστοσύνης 99%). Επιπλέον, η Τράπεζα Διεθνών Διακανονισμών καθιέρωσε τη δυνητική ζημία (*Value-at-Risk*) και για τη μέτρηση της κεφαλαιακής επάρκειας των πιστωτικών ιδρυμάτων έναντι απαιτήσεών τους από πιστοδοτήσεις, ενώ η Πράξη Διοικητή της Τράπεζας της Ελλάδος (ΠΔ/ΤΕ) 2494/27.5.2002 τροποποιεί τις διατάξεις για την κεφαλαιακή επάρκεια, όπου μεταξύ άλλων, προτείνεται η μέθοδος της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*) ως εναλλακτική της τυποποιημένης μεθόδου (*Building-blocks approach*) για των

υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων για την κάλυψη των κινδύνων που η συγκεκριμένη πράξη ορίζει ως κινδύνους που δημιουργούν κεφαλαιακές απαιτήσεις (κίνδυνος από ανοικτές θέσεις σε εμπορεύματα και σε παράγωγα μέσα επί εμπορευμάτων, κίνδυνος τιμών συναλλάγματος, κίνδυνος αντισυμβαλλομένου και διακανονισμού παράδοσης).

2.3.1 Εισαγωγή στην έννοια της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*)

Ο υπολογισμός της δυνητικής ζημίας έχει σαν αποτέλεσμα να δηλώσουμε το εξής: Με βεβαιότητα $(1-\alpha)\%$ δε θα έχουμε ζημία μεγαλύτερη των V χρηματικών μονάδων τις επόμενες N μέρες, όπου $1-\alpha$ το επίπεδο εμπιστοσύνης, V η δυνητική ζημία του χαρτοφυλακίου και N ο χρονικός ορίζοντας.

Έστω σ η μεταβλητότητα (*volatility*) του περιουσιακού στοιχείου, που δεν είναι παρά η τυπική απόκλιση της συνεχώς προεξοφλημένης απόδοσης (*continuously compounded return*) του περιουσιακού στοιχείου σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα (ο χρονικός ορίζοντας μπορεί να είναι μια μέρα, αλλά και ένα έτος). Αν σ_{yr} η μεταβλητότητα ενός περιουσιακού στοιχείου ανά έτος και σ_{day} η μεταβλητότητα ανά ημέρα τότε η σχέση που συνδέει τις δύο μεταβλητότητες είναι:

$$\sigma_{day} = \frac{\sigma_{yr}}{\sqrt{252}}$$

κάτω από την υπόθεση ότι οι ημέρες που πραγματοποιούνται εμπορικές συναλλαγές ανά έτος είναι 252.

Δηλαδή, η ημερήσια μεταβλητότητα είναι περίπου το 6% της ετήσιας.

- Να σημειωθεί, πως όταν στην περίπτωση της σ_{day} η προσέγγιση είναι καλή, για τον υπολογισμό της δυνητικής ζημίας, υποθέτουμε ότι η σ_{day} ισούται με την τυπική απόκλιση των ποσοστιαίων μεταβολών ημερήσια.
- Επίσης, αξιοσημείωτο είναι, ότι η βάση δεδομένων της J.P.Morgan Risk Metrics χρησιμοποιεί έναν διαφορετικό ορισμό της μεταβλητότητας από

αυτόν που προαναφέραμε: πρόκειται για τη Risk Metrics $1.65\sigma_{day}$ μεταβλητότητα, όπου $\Phi(-1.65)=0.05$ από τους πίνακες της κανονικής κατανομής. Κάτω λοιπόν από την υπόθεση της κανονικής κατανομής, μπορούμε να ερμηνεύσουμε τη Risk Metrics μεταβλητότητα ως εξής: «δε θα υπερβούμε την αναμενόμενη απόκλιση μιας αγοραίας μεταβλητής (*market variable*) το 95% των ημερών».

2.3.2 Απλοποιημένος υπολογισμός της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*)

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από μία θέση αξίας €10 εκατομμυρίων σε μετοχές της εταιρίας IBM. Έστω χρονικός ορίζοντας $N = 10$ ημέρες και $\alpha = 1$, δηλ. $1-\alpha = 99\%$ το επίπεδο εμπιστοσύνης. Έστω τώρα ότι η ημερήσια μεταβλητότητα της IBM είναι 2%, δηλ. $\sigma_{day} = 0.02$.

Τότε η δυνητική ζημία θα είναι

$$VaR = S_0 \times \sigma_{day} \times \sqrt{N} \times z = \sigma_A \times z$$

Όπου $z \sim \mathcal{N}(0,1)$, δηλ. τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί την τυπική κανονική κατανομή και $\Phi(z)=1-\alpha$, σ_{day} η ημερήσια μεταβλητότητα, S_0 η αξία χαρτοφυλακίου και σ_x η τυπική απόκλιση της μεταβολής της τιμής του χαρτοφυλακίου ανά 10 ημέρες.

Από τους πίνακες της κανονικής κατανομής $\Phi(2.33) = 0.99$, συνεπάγεται δηλαδή ότι $z = 2.33$

$$\text{Άρα } VaR = S_0 \times \sigma_{day} \times \sqrt{N} \times z = 10,000,000 \times 0.02 \times \sqrt{10} \times 2.33 = \text{€}1,473,621$$

Έστω τώρα ένα δεύτερο χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από μια θέση αξίας €7 εκατομμυρίων σε μετοχές της εταιρίας Microsoft, με ημερήσια μεταβλητότητα 1.5% δηλ. $\sigma_{day} = 0.015$.

Η δυνητική ζημία για αυτό το χαρτοφυλάκιο θα είναι:

$$VaR = S_0 \times \sigma_{day} \times \sqrt{N} \times z = 7,000,000 \times 0.015 \times \sqrt{10} \times 2.33 = \text{€}773,651$$

Αν τώρα ένα χαρτοφυλάκιο αποτελείται από δύο θέσεις, μία θέση αξίας €10 εκατομμυρίων σε μετοχές της εταιρίας IBM και μια θέση αξίας €7 εκατομμυρίων σε μετοχές της εταιρίας Microsoft, θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν και τη συσχέτιση των αποδόσεων των δύο μετοχών. Έστω ότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι $\rho_{AB} = 0.5$.

Τότε η τυπική απόκλιση της μεταβολής της αξίας του χαρτοφυλακίου των δύο τίτλων $A+B$ θα είναι:

$$\sigma_{A+B} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + 2\rho_{AB} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B},$$

$$\text{όπου } \sigma_A = S_0 \times \sigma_{day} \times \sqrt{N} = 632,456 \text{ και } \sigma_B = 332,039$$

$$\text{άρα } \sigma_{A+B} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + 2\rho_{AB} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B} = 848,676$$

Άρα η δυνητική ζημία για το χαρτοφυλάκιο (για χρονικό ορίζοντα 10 ημερών και επίπεδο εμπιστοσύνης 99%) θα είναι:

$$VaR = \sigma_{A+B} \times z = 848,676 \times 2.33 = \text{€}1,977,415$$

2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τον υπολογισμό της δυνητικής ζημίας (Value-at-Risk)

Ο υπολογισμός της δυνητικής ζημίας ενός χαρτοφυλακίου εξαρτάται από μια σειρά υποθέσεων που έχουν σχέση με:

- Ποια κατανομή ακολουθούν οι μεταβολές των τιμών

- Κατά πόσο συσχετίζεται η σημερινή μεταβολή της τιμής ενός περιουσιακού στοιχείου με την αντίστοιχη μεταβολή στο παρελθόν.
- Κατά πόσο είναι σταθερά στο χρόνο τα μέτρα θέσης και μεταβλητότητας.
- Τη συσχέτιση μεταξύ δύο ή περισσότερων διαφορετικών μετατοπίσεων των τιμών
- Τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς στην οποία εφαρμόζονται οι υποθέσεις

2.3.4 Κατανομή της πιθανότητας της κερδοφορίας του χαρτοφυλακίου και διαχείριση του κινδύνου χαρτοφυλακίου

Η κατανομή πιθανότητας της κερδοφορίας του χαρτοφυλακίου απαρτίζεται από δύο μέρη:

- Εκτίμηση της από κοινού κατανομής πιθανότητας για τους διάφορους παράγοντες κινδύνου (τιμές μετοχών, επιτόκια, συναλλαγματικές ισοτιμίες κλπ) που επηρεάζουν την αξία του χαρτοφυλακίου, κάτω από την υπόθεση ότι υπάρχει από κοινού κανονική κατανομή για τους παράγοντες κινδύνου, τις μεταβλητότητες (volatilities) και τις συσχετίσεις των τιμών των περιουσιακών στοιχείων που απαρτίζουν το χαρτοφυλάκιο. Επίσης υποθέτουμε ότι οι τιμές αυτές βασίζονται στην πρόσφατη αγοραία συμπεριφορά του κάθε παράγοντα.
- Καθορισμός της κατανομής πιθανότητας για κερδοφορία του χαρτοφυλακίου που βασίζεται στην από κοινού κατανομή πιθανότητας και της ευαισθησίας του χαρτοφυλακίου σε κάθε παράγοντα. Η

ανάλυση ευαισθησίας του χαρτοφυλακίου εξαρτάται από τη σύνθεσή του. Έτσι η δυνητική ζημία απεικονίζει την έκθεση του χαρτοφυλακίου στον κίνδυνο αγοράς. (Beckstrom and Campell, 1995)

Όσον αφορά τη διαχείριση κινδύνου του χαρτοφυλακίου αυτή επικεντρώνεται στον κίνδυνο αγοράς (συστηματικό κίνδυνο). Χρησιμοποιείται μια προσέγγιση χαρτοφυλακίου, που εξετάζει την καθαρή ή υπολειμματική έκθεση στον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου συνολικά, αφού ένα χαρτοφυλάκιο περιέχει πολλές θέσεις αντισταθμισμένου κινδύνου, έτσι ώστε να μειώνεται ο συνολικός κίνδυνος. Συνεπώς, λόγω της αντιστάθμισης κινδύνων, επικεντρωνόμαστε σε έναν αρκετά μικρότερο κίνδυνο, τον υπολειμματικό κίνδυνο (residual risk).

Για τον καθορισμό της καθαρής θέσης του χαρτοφυλακίου, το συνολικό χαρτοφυλάκιο, χωρίζεται σε επιμέρους τμήματα, διαχωρίζοντας τους θεμελιώδεις παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι ποσοτικοποιούνται και διαχειρίζονται σύμφωνα με την προσέγγιση της δυνητικής ζημίας (Value-at-Risk). Στη συνέχεια, ενοποιούνται όλοι οι κίνδυνοι και διαχειρίζονται σε μια καθαρή βάση (net basis).

2.3.5 Εφαρμογές της VaR.

Οι εφαρμογές της VaR χωρίζονται ανάλογα με τη χρήση τους στις πιο κάτω κατηγορίες :

- Παθητική χρήση : Η VaR χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο αναφοράς στην έκθεση του χρηματοοικονομικού κινδύνου. Για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα είναι πολύ βολική η χρήση ενός αριθμού ως κοινό μέτρο κινδύνου, το οποίο είναι κατανοητό και χρησιμοποιείται από όλη την ιεραρχία από την διεύθυνση μέχρι τους μετόχους.
- Αμυντική χρήση: Τα χρηματοοικονομικά ιδρύματα χρησιμοποιούν τη VaR ως εργαλείο έλεγχου του κινδύνου τους δηλαδή για να θέσουν

minimum όρια για την επάρκεια των κεφαλαίων τους ή για την απόδοση στους χρηματιστές. Γενικά η VaR δίνει τη δυνατότητα στην επιχείρηση να ελέγχει άμεσα και καλύτερα τα ανοίγματά της.

- Συγκριτική χρήση: Στην περίπτωση αυτή η VaR χρησιμοποιείται ως αντικειμενικό μέτρο σύγκρισης μεταξύ δύο ή περισσότερων αγορών.
- Ενεργή διαχείριση του κινδύνου. Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να αποφασίσουν τον βαθμό υποκατάστασης μεταξύ κινδύνου και απόδοσης. Έτσι υπολογίζουν το μέγιστο κεφάλαιο που θα δεσμευθεί για την αποφυγή της χρεοκοπίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μέθοδοι υπολογισμού της Δυνητικής Ζημίας (*Value-at-Risk*)

Στο κεφάλαιο 2 αναφερθήκαμε στη μέθοδο της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*), ως μέτρο υπολογισμού της χειρίστης αναμενόμενης απώλειας (ζημίας) που μπορεί να συμβεί σε έναν οργανισμό ή μια επιχείρηση σε δεδομένο χρονικό διάστημα, με συγκεκριμένη πιθανότητα, κάτω από κανονικές συνθήκες. Όμως όσον αφορά στον υπολογισμό της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*) δεν υπάρχει μια μόνο μέθοδος.

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τις πιο γνωστές μεθόδους με τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματά τους, θα περιγράψουμε τον τρόπο λειτουργίας τους και θα καταλήξουμε με μια σύγκριση των εν λόγω μεθόδων, επισημαίνοντας τη χρησιμότητα της καθεμίας, άλλα και το κατά πόσο είναι προτιμότερη μια μέθοδος έναντι μιας εναλλακτικής της, σύμφωνα πάντα με τα χαρακτηριστικά των δεδομένων που χρησιμοποιούμε.

Ένας πρώτος διαχωρισμός των μεθόδων είναι σε αναλυτικές και πλήρους αξιολόγησης. Οι πρώτες χρησιμοποιούν την κανονική κατανομή και η αξιολόγησή τους είναι γραμμική, ενώ στις δεύτερες δεν απαιτείται κανονικότητα και επιπλέον μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και μη γραμμικά εργαλεία αξιολόγησης του χαρτοφυλακίου.

3.1 Μέθοδος Ιστορικής προσομοίωσης

Η πρώτη μέθοδος που παρουσιάζουμε είναι αυτή της ιστορικής προσομοίωσης. Πρόκειται για μια μέθοδο πλήρους αξιολόγησης. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, οι μελλοντικές αποδόσεις θα συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο με προηγούμενες αποδόσεις. Επίσης, υποθέτουμε ότι οι μεταβολές στις συνθήκες της αγοράς από την παρούσα στιγμή μέχρι την επόμενη μέρα είναι ίδιες με τις αντίστοιχες του παρελθόντος (εννοείται για τον ίδιο χρονικό ορίζοντα).

Αρχικά, παίρνουμε μια χρονική σειρά μεταβολών των αξιών από ένα ιστορικό δείγμα αποδόσεων του χαρτοφυλακίου (που προκύπτει από μια χρονολογική σειρά ιστορικών αγοραίων τιμών των προϊόντων που συνθέτουν το χαρτοφυλάκιο) και κατασκευάζονται η κατανομή των αποδόσεων και οι υποθετικές αποδόσεις του για διάφορα σενάρια, κατά την αρχή και το τέλος ενός συγκεκριμένου χρονικού ορίζοντα. Η εκτίμηση του VaR γίνεται από την συνολική κατανομή των υποθετικών αποδόσεων σταθμίζοντας με το ίδιο βάρος το κάθε σενάριο.

Στη συνέχεια, καθίσταται δυνατή η εκτίμηση της δυνητικής ζημίας, για συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα και επίπεδο εμπιστοσύνης, από την συνολική κατανομή των υποθετικών αποδόσεων αφού σταθμιστεί το κάθε σενάριο με την ίδια βαρύτητα. Στην ειδική περίπτωση που οι αποδόσεις ακολουθούν όλες την κανονική κατανομή (όχι προσεγγιστικά), ο υπολογισμός της δυνητικής ζημίας με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης θα έχει το ίδιο αποτέλεσμα που θα είχε και ο υπολογισμός της μέσω της Δέλτα–Κανονικής μεθόδου. Σαν αποτέλεσμα έχουμε ένα σύνολο επανα-υπολογισμών του χαρτοφυλακίου που ανταποκρίνεται σε πιθανές μελλοντικές τιμές της αγοράς.

Να σημειωθεί ότι η παραπάνω διαδικασία είναι εντελώς διαφορετική από την απλή τιμολόγηση (βασισμένη σε παλιά δεδομένα) του χαρτοφυλακίου, όπου δε λαμβάνεται υπόψη η συνολική μεταβολή στα επίπεδα της αγοράς.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι :

- Η εφαρμογή της σε διαφορετικά εργαλεία ή θέσεις είναι απλή και εύχρηστη, αφού τα ιστορικά δεδομένα που έχουμε συλλέξει μπορούν να αποθηκευτούν και να χρησιμοποιηθούν αργότερα για επόμενες εκτιμήσεις της δυνητικής ζημίας.
- Η χρήση της ιστορικής κατανομής των αποδόσεων δεν περιορίζεται στον υπολογισμό της δυνητικής ζημίας, αλλά μπορεί να έχει και άλλες εφαρμογές μεγάλης χρησιμότητας.
- Δεν είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του πίνακα διασπορών – συνδιασπορών των αποδόσεων (ο οποίος συχνά είναι δύσκολο ή ακόμα και ανέφικτο να υπολογιστεί).
- Η ύπαρξη γραμμικότητας και κανονικής κατανομής δεν είναι υποχρεωτική.
- Η μέτρηση της δυνητικής ζημίας μπορεί να γίνει για οποιοδήποτε χρονικό ορίζοντα.

Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Δε θεωρείται αξιόπιστη μέθοδος για μεγάλα χαρτοφυλάκια με πολύπλοκες δομές, αφού οι διαχειριστές πολλές φορές υιοθετούν κάποιες απλοποιήσεις (επειδή είναι πολύ δύσκολο να τη χρησιμοποιήσουν διαφορετικά), οι οποίες είναι δυνατό να οδηγήσουν στην απώλεια των πλεονεκτημάτων των μεθόδων πλήρους αξιολόγησης.
- Η αρχική υπόθεση ότι η συμπεριφορά των αποδόσεων επαναλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο, δεν είναι πάντα σωστή, αφού η αλλαγή στην συμπεριφορά των αποδόσεων αργά να γίνει αισθητή καθώς τα νέα

δεδομένα που απεικονίζουν την αλλαγή δεν επηρεάζουν, σε αρχικό στάδιο τουλάχιστον, εμφανώς την ιστορική κατανομή (αφού η τελευταία εξαρτάται από μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων) .

- Απομακρυνόμαστε από τα αποτελέσματα της μεθόδου όταν εξαιρεθεί μια μη κανονική ή ακραία παρατήρηση.
- Δεν είναι σε θέση να ελέγξει καταστάσεις με προσωρινά αυξημένη αστάθεια, καθώς όλες οι παρατηρήσεις έχουν σταθμιστεί με το ίδιο βάρος.
- Η συλλογή των ιστορικών στοιχείων δεν είναι πάντοτε εφικτή ούτε εύκολη και μπορεί να έχει απαγορευτικό κόστος. Επιπλέον, το ιστορικό αρχείο και να υπάρχει, μπορεί να μην είναι επαρκές.

3.2 Μέθοδος Monte Carlo .

Η μέθοδος Monte Carlo πήρε το όνομα της, από το γνωστό καζίνο του Monte Carlo, τονίζοντας έτσι την τυχαία συμπεριφορά που διέπει τη λειτουργία των οικονομικών αγορών.

Η μέθοδος Monte Carlo Προσομοίωσης περιλαμβάνει αρχικά την εύρεση εκείνης της στοχαστικής συνάρτησης που θα περιγράψει πλήρως τις μεταβολές των αξιών του χαρτοφυλακίου. Επιχειρείται η κατασκευή μιας κατανομής των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου από μια σειρά μεταβολών των αξιών του, βασισμένη σε τυχαίες αγοραίες τιμές των βασικών περιουσιακών στοιχείων που συνθέτουν το χαρτοφυλάκιο.

Συχνά, χρησιμοποιείται η διαφορική εξίσωση που περιγράφει την γεωμετρική κίνηση κατά Brown (*Brownian Motion*)

$$dS_t = \mu_t S_t dt + \sigma_t S_t dz$$

όπου S_t : η τρέχουσα αξία του χαρτοφυλακίου,

z : τ.μ. από την τυπική κανονική κατανομή έτσι ώστε $z \sim N(0,1)$,

μ_t : ο μέσος

και σ_t : η τυπική απόκλιση.

Στη συνέχεια, αφού διαιρεθεί ο χρονικός ορίζοντας που μας ενδιαφέρει σε n ίσα χρονικά διαστήματα, υπολογίζονται, για κάθε διάστημα χωριστά, τιμές για κάθε περιουσιακό στοιχείο του χαρτοφυλακίου (προσομοιώνοντας με τη διαφορική εξίσωση και επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία από την αρχή πολλές φορές).

Τελικά, δημιουργείται η κατανομή αποδόσεων του χαρτοφυλακίου και βάσει της κατανομής αυτής υπολογίζεται η δυνητική ζημία.

Ένα παράδειγμα υπολογισμού της ημερήσιας δυνητικής ζημίας μέσω της Monte Carlo Προσομοίωσης για ένα χαρτοφυλάκιο είναι το παρακάτω:

1. Υπολογίζουμε σήμερα την αξία του χαρτοφυλακίου, χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες τιμές των αγοραίων μεταβολών (*market variables*).
2. Παίρνουμε με δειγματοληψία από την πολυμεταβλητή κανονική κατανομή για τα Δx_i , όπου Δx_i η ποσοστιαία ημερήσια μεταβολή της i -αγοραίας τιμής.
3. Χρησιμοποιούμε τις τιμές των Δx_i που επιλέχθηκαν από το βήμα 2 για να καθορίσουμε την αξία της κάθε αγοραίας μεταβολής στο τέλος της ημέρας.

4. Κάνουμε επανεκτίμηση του χαρτοφυλακίου στο τέλος της ημέρας.
5. Αφαιρούμε τις αξίες που υπολογίστηκαν στο βήμα 1 από τις αντίστοιχες που υπολογίστηκαν στο βήμα 4 για να υπολογίσουμε την ημερήσια μεταβολή (εκφρασμένη σε νομισματικές μονάδες) της αξίας του χαρτοφυλακίου ΔP .
6. Επαναλαμβάνουμε πολλές φορές τα βήματα 2 ως 5 για να κατασκευάσουμε την κατανομή του ΔP .

Από τα ανωτέρω φαίνεται ότι πιθανότατα είναι η ιδανική μέθοδος στη μέτρηση Value at Risk καθώς μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμα και στις κατανομές με παχιές ουρές .

Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η μεγάλη της ακρίβεια και αξιοπιστία. Στα μειονεκτήματά της συγκαταλέγονται η χρονοβόρος διαδικασία υπολογισμού και το ενδεχόμενο η επιλογή της συνάρτησης να μην αποδίδει πλήρως την συμπεριφορά των μεταβολών του χαρτοφυλακίου .

3.3 Μέθοδος variance–covariance.

Η μέθοδος variance–covariance στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι αποδόσεις ακολουθούν την κανονική κατανομή . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπό-εκτιμάται το VaR, όταν οι κατανομές έχουν πιο παχιές ουρές δηλαδή όταν οι πολύ μικρές ή οι πολύ μεγάλες αποδόσεις συμβαίνουν συχνότερα από ότι προβλέπει η κανονική κατανομή .

Να σημειωθεί ότι η παραπάνω διαδικασία είναι εντελώς διαφορετική από την απλή τιμολόγηση (βασισμένη σε παλιά δεδομένα) του χαρτοφυλακίου, όπου δε λαμβάνεται υπόψη η συνολική μεταβολή στα επίπεδα της αγοράς.

Για τον **υπολογισμό** της δυνητικής ζημίας με τη συγκεκριμένη μέθοδο μπορούμε να εργαστούμε ως εξής: χρειάζεται να υπολογίσουμε μια λίστα με τις υποτιθέμενες μεταβολές στην αξία του χαρτοφυλακίου και μια λίστα με τις αξίες του χαρτοφυλακίου που έχουμε παράγει με τη διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω.

Έστω $P(x)$ η αξία του χαρτοφυλακίου η οποία δεν είναι παρά μια συνάρτηση των δεδομένων της αγοράς (*market data*), όπου x ο παράγοντας των δεδομένων της αγοράς (*vector of the market data*).

Έστω x_0 οι τρέχουσες (γνωστές) παράμετροι της αγοράς, ενώ σε επόμενη χρονική στιγμή ο παράγοντας της αγοράς θα μεταβληθεί σε x_1 . Υποθέτουμε ότι οι μεταβολές του x κατανέμονται κανονικά.

Έτσι γράφουμε:

$$P(x_1) = P(x_0) + P'(x_0)(x_1 - x_0) + \frac{1}{2} P''(x_0) (x_1 - x_0)^2 + o(x_1 - x_0)$$

Ας υποθέσουμε ότι η παράμετρος της αγοράς x ακολουθεί απλή αριθμητική κίνηση Brown έτσι ώστε $dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dB$, τότε σύμφωνα με το λήμμα του Ito μπορούμε να κρατήσουμε μόνο τους όρους μέχρι την dt τάξη δηλ.

$$P(x_1) \approx P(x_0) + P'(x_0) (\mu \Delta t + \sigma \Delta B) + \frac{1}{2} P''(x_0) \sigma^2 \Delta B + o(\Delta t)$$

Υποθέτουμε ότι όλες οι παράμετροι (*components*) του παράγοντα $\Delta x = x_1 - x_0$ κατανέμονται κανονικά και ότι ο πίνακας διασπορών-συνδιασπορών είναι γνωστός, $\sigma^2 = S(x, t)$. Τότε η δεξιά ουρά (*right hand side*) είναι γραμμικός συνδυασμός από κανονικά κατανομημένες τ.μ. (τυχαίες μεταβλητές). Από τη στιγμή που όλοι οι μέσοι τείνουν στο 0 (αφού πρόκειται για τις ημερήσιες αναμενόμενες μεταβολές), η μεταβολή της αξίας μπορεί να προσεγγιστεί από μια τ. μ. με μέσο μ_p και διακύμανση σ_p^2 , έτσι ώστε:

$$\mu_p = E(P(x_1) - P(x_0)) = (\mu \cdot P'(x_0) + \text{tr}(P''(x_0) \cdot S)) \Delta t$$

και

$$\sigma_p^2 = V(P(x_1) - P(x_0)) = P'(x_0) \cdot S \cdot (P'(x_0))^T \cdot \Delta t$$

όπου το T δηλώνει αντιμετάθεση (*transposition*)

Τότε το κάτω p -ποσοστημόριο μπορεί να προσεγγιστεί από ένα p -ποσοστημόριο της κανονικής κατανομής $N(\mu_p, \sigma_p^2)$

και υπολογίζουμε τη δυνητική ζημία:

$$\text{VaR}(p) = \mu_p + \sigma_p^2 \cdot \text{Ποσοστημόριο}(N(0,1), p)$$

Να σημειωθεί ότι στον τελευταίο τύπο προσθέτουμε, επειδή το Ποσοστημόριο($N(0,1), p$) είναι αρνητικό για $p < 0.5$.

Επίσης να διευκρινιστεί ότι τα $E(\Delta x)$ και S αφορούν την αγορά και όχι το χαρτοφυλάκιο, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση κινδύνου διαφόρων χαρτοφυλακίων.

Το πλεονέκτημά της, είναι ότι απαιτεί μικρό χρονικό διάστημα για τους υπολογισμούς ακόμη και για μεγάλο αριθμό στοιχείων και είναι εύκολη στην ανάλυσή της. Ένα από τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι υπάρχει συγκέντρωση πολλών παρατηρήσεων στην ουρά της κατανομής των αποδόσεων. Αυτό είναι πρόβλημα επειδή σκοπός της VAR είναι η μελέτη της απόδοσης του χαρτοφυλακίου στο αριστερό άκρο της κατανομής. Επειδή τα άκρα σε μία τέτοια κατανομή είναι αρκετά «πλατιά» είναι αρκετά δύσκολο να προσδιοριστεί η ουρά της και να επικεντρωθούμε σ' αυτές τις παρατηρήσεις. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να υπολογίσει τον κίνδυνο μη γραμμικών στοιχείων όπως π.χ. τα δικαιώματα και οι υποθήκες, γιατί χρησιμοποιεί την κανονική κατανομή και τους πίνακες διακύμανσης/συνδιακύμανσης για τον υπολογισμό του χαρτοφυλακίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογή με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης

Στο κεφάλαιο αυτό θα υπολογίσουμε, ως εφαρμογή, τη μηνιαία δυνητική ζημία (VaR) ενός χαρτοφυλακίου με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης. Για το σκοπό αυτό συλλέγουμε τις ιστορικές τιμές 30 ημερών, οι οποίες έχει υπολογισθεί στατιστικά, ότι είναι αρκετές για ικανοποιητικές μετρήσεις.

Το χαρτοφυλάκιο που θα σχηματίσουμε αποτελείται από τις παρακάτω θέσεις:

α) Από 100.000 μετοχές της κατασκευαστικής εταιρείας METKA. Η τιμή της μετοχής την ημέρα υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR) είναι 18 ευρώ. Τα ιστορικά στοιχεία αφορούν το χρονικό διάστημα από 9-10-2007 έως 19-11-2007.

β) Από 10 πενταετή ομόλογα αξίας 100.000 ευρώ. Η τιμή των ομολόγων την ημέρα υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR) είναι 105,35.

γ) Από ένα δάνειο ύψους 1.000.000 \$(USD). Την ημέρα υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR), η ισοτιμία ευρώ / δολαρίου είναι 1,46. Για να αποκτήσω δηλαδή 1 ευρώ θέλω 1,46 δολάρια.

Για τον υπολογισμό της δυνητικής ζημίας θα εφαρμόσουμε τα παρακάτω βήματα

- A. Εύρεση των μεταβολών των ιστορικών τιμών της κάθε περιόδου (ημέρας), για κάθε θέση του χαρτοφυλακίου**
- B. Εύρεση των αναμενόμενων τιμών της κάθε περιόδου (ημέρας), βάση των μεταβολών των ιστορικών τιμών της κάθε περιόδου (ημέρας), για κάθε θέση του χαρτοφυλακίου**
- Γ. Εύρεση της συνολικής αξίας των θέσεων του χαρτοφυλακίου για κάθε τρέχουσα περίοδο (ημέρα), βάση των αναμενόμενων τιμών της κάθε περιόδου (ημέρας)**
- Δ. Ταξινόμηση της συνολικής αξίας των θέσεων του χαρτοφυλακίου για κάθε τρέχουσα περίοδο (ημέρα), κατά αύξουσα σειρά**
- Ε. Με βάση το διάστημα εμπιστοσύνης, επιλογή της χαμηλότερης συνολικής αξίας των θέσεων του χαρτοφυλακίου από τις τρέχουσες περιόδους (ημέρες)**
- ΣΤ. Εύρεση της συνολικής αξίας του χαρτοφυλακίου την περίοδο (ημέρα) υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR)**
- Η. Εύρεση της δυνητικής ζημίας (VaR). Από τη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου την περίοδο (ημέρα) υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR), αφαιρώ την χαμηλότερη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου από τις τρέχουσες περιόδους (ημέρες), σύμφωνα με το εκάστοτε διάστημα εμπιστοσύνης**

Η περίοδος στην εφαρμογή μας θα είναι η μία ημέρα.

Εφαρμογή A και B βήματος

Η μεταβολή του χαρτοφυλακίου δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Μεταβολή} = \Delta t = \frac{t_n - t_{n-1}}{t_{n-1}}$$

Όπου t_n η τιμή της τρέχουσας περιόδου

και

όπου t_{n-1} η τιμή της προηγούμενης περιόδου

Στο παράδειγμά μας η μεταβολή μεταξύ πρώτης και δεύτερης θέσης στις μετοχές είναι $\Delta t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} = \frac{18,10 - 18,50}{18,50} = \frac{-0,4}{18,50} = -0,0216$ όμοια υπολογίζονται

και οι υπόλοιπες τιμές.

Οι αναμενόμενες τιμές υπολογίζονται από τον τύπο:

$$\text{Αναμενόμενη Τιμή} = t_{var} \cdot (1 + \text{Μεταβολή})$$

Όπου t_{var} η τιμή κατά την ημέρα υπολογισμού της VaR

Στο παράδειγμά μας η αναμενόμενη τιμή της δεύτερης περιόδου στις μετοχές είναι

$$\text{Αναμενόμενη Τιμή} = t_{var} \cdot (1 + \text{Μεταβολή}) = 18 \cdot (1 + (-0,0216)) = 17,6112$$

όμοια υπολογίζονται και οι υπόλοιπες τιμές.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι ιστορικές τιμές, η ημερήσια μεταβολή των ιστορικών τιμών και οι αναμενόμενες τιμές για κάθε θέση του χαρτοφυλακίου.

Θέση σε μετοχές			
	Ιστορικές Τιμές	Ημερήσια Μεταβολή	Αναμενόμενες Τιμές
1	18,50		
2	18,10	-0,0216	17,6112
3	18,64	0,0298	18,5364
4	18,60	-0,0021	17,9622
5	18,50	-0,0054	17,9028
6	18,42	-0,0043	17,9226
7	18,98	0,0304	18,5472
8	18,34	-0,0337	17,3934
9	18,50	0,0087	18,1566
10	18,26	-0,0130	17,7660
11	18,46	0,0110	18,1980
12	18,36	-0,0054	17,9028
13	18,48	0,0065	18,1170
14	18,44	-0,0022	17,9604
15	17,16	-0,0694	16,7508
16	17,40	0,0140	18,2520
17	17,62	0,0126	18,2268
18	17,36	-0,0148	17,7336
19	17,32	-0,0023	17,9586
20	16,98	-0,0196	17,6472
21	17,16	0,0106	18,1908
22	17,16	0,0	18,0000
23	16,90	-0,0152	17,7264
24	16,28	-0,0367	17,3394
25	16,04	-0,0147	17,7354

26	15,86	-0,0112	17,7984
27	15,62	-0,0151	17,7282
28	15,40	-0,0141	17,7462
29	15,76	0,0234	18,4212
30	15,30	-0,0292	17,4744

Θέση σε ομόλογα			
	Ιστορικές Τιμές	Ημερήσια Μεταβολή	Αναμενόμενες Τιμές
1	105,25		
2	105,05	-0,0019	105,1498
3	104,68	-0,0035	104,9813
4	104,50	-0,0017	105,1709
5	104,45	-0,0005	105,2973
6	104,65	-0,0019	105,1498
7	104,35	-0,0029	105,0445
8	104,20	-0,0014	105,2025
9	104,15	-0,0005	105,2973
10	104,05	-0,0010	105,2446
11	103,15	-0,0086	104,4440
12	102,35	-0,0078	104,5283
13	102,90	-0,0054	104,7811
14	103,00	-0,0010	105,2446
15	102,38	-0,0060	104,7179
16	101,90	-0,0047	104,8549
17	101,48	-0,0041	104,9181
18	100,58	-0,0089	104,4124
19	100,95	-0,0037	104,9602
20	101,42	-0,0047	104,8549
21	101,15	-0,0027	105,0656
22	100,35	-0,0079	104,5177

23	99,55	-0,0080	104,5072
24	99,63	-0,0008	105,2657
25	99,15	-0,0048	104,8443
26	97,95	-0,0017	105,1709
27	98,35	-0,0104	104,2544
28	99,26	-0,0041	104,9181
29	15,76	-0,0093	104,3702
30	100,15	-0,0090	104,4019

Θέση σε δολάρια			
	Ιστορικές Τιμές	Ημερήσια Μεταβολή	Αναμενόμενες Τιμές
1	1,42960		
2	1,43370	0,0029	1,4642
3	1,44870	0,0105	1,4753
4	1,45630	0,0052	1,4676
5	1,45800	0,0012	1,4618
6	1,45730	-0,0005	1,4593
7	1,46250	0,0036	1,4653
8	1,46630	0,0026	1,4638
9	1,47140	0,0035	1,4651
10	1,47410	0,0018	1,4626
11	1,47130	-0,0019	1,4572
12	1,46760	-0,0025	1,4564
13	1,47940	0,0080	1,4717
14	1,47330	-0,0041	1,4540
15	1,46630	-0,0048	1,4530
16	1,46890	0,0018	1,4626
17	1,46220	-0,0046	1,4533
18	1,45860	-0,0025	1,4564
19	1,46380	0,0036	1,4653

20	1,45360	-0,0070	1,4498
21	1,45750	0,0027	1,4639
22	1,46520	0,0053	1,4677
23	1,47200	0,0046	1,4667
24	1,46910	-0,0020	1,4571
25	1,47900	0,0067	1,4698
26	1,47330	-0,0039	1,4543
27	1,47760	0,0029	1,4642
28	1,48610	0,0058	1,4685
29	1,49280	0,0045	1,4666
30	1,49460	0,0012	1,4618

Εφαρμογή βήματος Γ

Επόμενο βήμα είναι να υπολογισθεί η συνολική αξία της κάθε θέσης σε μετοχές, σε ομόλογα και σε ευρώ.

Για να υπολογισθεί η συνολική αξία των μετοχών την κάθε περίοδο, πολλαπλασιάζεται η αναμενόμενη τιμή της κάθε περιόδου με το σύνολο των μετοχών.

Θέση σε μετοχές		
	Αναμενόμενες Τιμές	Συνολική Θέση
1		
2	17,6112	1761120
3	18,5364	1853640
4	17,9622	1796220
5	17,9028	1790280
6	17,9226	1792260

7	18,5472	1854720
8	17,3934	1739340
9	18,1566	1815660
10	17,7660	1776600
11	18,1980	1819800
12	17,9028	1790280
13	18,1170	1811700
14	17,9604	1796040
15	16,7508	1675080
16	18,2520	1825200
17	18,2268	1822680
18	17,7336	1773360
19	17,9586	1795860
20	17,6472	1764720
21	18,1908	1819080
22	18,0000	1800000
23	17,7264	1772640
24	17,3394	1733940
25	17,7354	1773540
26	17,7984	1779840
27	17,7282	1772820
28	17,7462	1774620
29	18,4212	1842120
30	17,4744	1747440

Για να υπολογισθεί η συνολική αξία των ομολόγων την κάθε περίοδο, πολλαπλασιάζεται η αναμενόμενη τιμή της κάθε περιόδου με το σύνολο των ομολόγων.

Θέση σε ομόλογα		
	Αναμενόμενες Τιμές	Συνολική Θέση
1		
2	105,1498	1051498
3	104,9813	1049813
4	105,1709	1051709
5	105,2973	1052973
6	105,1498	1051498
7	105,0445	1050445
8	105,2025	1052025
9	105,2973	1052973
10	105,2446	1052446
11	104,4440	1044440
12	104,5283	1045283
13	104,7811	1047811
14	105,2446	1052446
15	104,7179	1047179
16	104,8549	1048549
17	104,9181	1049181
18	104,4124	1044124
19	104,9602	1049602
20	104,8549	1048549
21	105,0656	1050656
22	104,5177	1045177
23	104,5072	1045072
24	105,2657	1052657
25	104,8443	1048443
26	105,1709	1051709
27	104,2544	1042544
28	104,9181	1049181
29	104,3702	1043702
30	104,4019	1044019

Για να υπολογισθεί η συνολική αξία του συναλλάγματος την κάθε περίοδο, πρέπει να διαιρεθεί το συνολικό ποσό του δανείου(1.000.000\$) με την αναμενόμενη τιμή της ισοτιμίας ευρώ / δολαρίου της εκάστοτε περιόδου.

$$\text{Δηλαδή Συνολική Θέση σε ευρώ} = \frac{\text{συνολικό ποσό δανείου}}{\text{αναμενόμενη τιμή ισοτιμίας}}$$

Για την δεύτερη περίοδο θα έχω:

$$\text{Συνολική Θέση σε ευρώ} = \frac{1.000.000}{1,4642} = 682966,81 \text{ ευρώ}$$

Θέση σε ξένο νόμισμα		
	Αναμενόμενες Τιμές	Συνολική Θέση σε ευρώ
1		
2	1,4642	682966,81
3	1,4753	677828,24
4	1,4676	691384,57
5	1,4618	684088,11
6	1,4593	625260,06
7	1,4653	682454,10
8	1,4638	683153,44
9	1,4651	682547,27
10	1,4626	683713,93
11	1,4572	686247,60
12	1,4564	686624,55
13	1,4717	679486,31
14	1,4540	687757,91
15	1,4530	688231,25

16	1,4626	683713,93
17	1,4533	688089,18
18	1,4564	686624,55
19	1,4653	683153,44
20	1,4498	689750,31
21	1,4639	683106,77
22	1,4677	681338,15
23	1,4667	681802,69
24	1,4571	686294,70
25	1,4698	680364,68
26	1,4543	687616,04
27	1,4642	682966,81
28	1,4685	680966,97
29	1,4666	681849,17
30	1,4618	684088,11

Εφαρμογή βήματος Δ

Η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου την εκάστοτε περίοδο, βρίσκεται αν αθροίσω τις συνολικές θέσεις των μετοχών, των ομολόγων και του ξένου νομίσματος για τις αντίστοιχες περιόδους.

Τα αποτελέσματα μας δίνει ο παρακάτω πίνακας

	Συνολική Αξία χαρτοφυλακίου για κάθε περίοδο
1	
2	3.495.600
3	3.581.300
4	3.539.300
5	3.527.300
6	3.469.000

7	3.587.600
8	3.474.500
9	3.551.200
10	3.512.800
11	3.550.500
12	3.522.200
13	3.539.000
14	3.536.200
15	3.410.500
16	3.557.500
17	3.560.000
18	3.504.100
19	3.528.600
20	3.503.000
21	3.552.800
22	3.526.500
23	3.499.500
24	3.472.900
25	3.502.300
26	3.519.200
27	3.498.300
28	3.504.800
29	3.567.700
30	3.475.500

Για να προσεγγίσω το διάστημα εμπιστοσύνης που θέλω πρέπει να κατατάξω **σε αύξουσα σειρά τη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου** και ο προηγούμενος πίνακας θα έχει ως εξής

	Ημέρα εμφάνισης	Συνολική Αξία χαρτοφυλακίου
1	15	3.410.500
2	6	3.469.000
3	24	3.472.900
4	8	3.474.500

5	30	3.475.500
6	2	3.495.600
7	27	3.498.300
8	23	3.499.500
9	25	3.502.300
10	20	3.503.000
11	18	3.504.100
12	28	3.504.800
13	10	3.512.800
14	26	3.519.200
15	12	3.522.200
16	22	3.526.500
17	5	3.527.300
18	19	3.528.600
19	14	3.536.200
20	13	3.539.000
21	4	3.539.300
22	11	3.550.500
23	9	3.551.200
24	21	3.552.800
25	16	3.557.500
26	17	3.560.000
27	29	3.567.700
28	3	3.581.300
29	7	3.587.600

Εφαρμογή βήματος Ε

Το διάστημα εμπιστοσύνης που έχω ορίσει είναι **95%**, άρα από τις 29 παρατηρήσεις που έχω, θα επιλέξω το **5%** των χαμηλότερων παρατηρήσεων.

Έχω δηλαδή $29 \cdot \frac{5}{100} = 1,45 \cong 1$ παρατήρηση θα επιλέξω λοιπόν την χαμηλότερη παρατήρηση που είναι η παρατήρηση της 15^{ης} περιόδου, δηλαδή **5%χαμηλότερη αξία=3.410.500 ευρώ.**

Εφαρμογή βήματος ΣΤ

Η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου την ημέρα υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR) δίνεται από το άθροισμα όλων των θέσεων του χαρτοφυλακίου εκείνη την ημέρα.

Συνολική αξία = θέση σε μετοχές + θέση σε ομόλογα + θέση σε ευρώ

Συνολική αξία = σύνολο μετοχών·τιμή μετοχών + σύνολο ομολόγων · τιμή ομολόγων·τιμή περιόδου + $\frac{\text{συνολικό ποσό δανείου}}{\text{τιμή ισοτιμίας}} = 100.000 \cdot 18 + 10 \cdot 100.000 \cdot 105,35 + \frac{1.000.000}{1,46} = 1.800.000 + 1.053.000 + 684931,5 = \mathbf{3.537.931,5 \text{ ευρώ.}}$

Εφαρμογή βήματος Η

Η δυνητική ζημία (VaR) υπολογίζεται αν από τη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου την ημέρα υπολογισμού της δυνητικής ζημίας (VaR), αφαιρέσω την αξία που θα έχω βρει σύμφωνα με το εκάστοτε διάστημα εμπιστοσύνης(στην εφαρμογή 95%).

Δυνητική ζημία (VaR) = συνολική αξία – ()%χαμηλότερη αξία

Έχω **Δυνητική ζημία (VaR) = συνολική αξία – 5%χαμηλότερη αξία=**
=3.537.931,5 – 3.410.500= 127.431,5 ευρώ

Επομένως, για ένα χρονικό διάστημα 30 ημερών υπάρχει πιθανότητα 5% να παρατηρηθεί ζημία μεγαλύτερη από **127.431,5 ευρώ**.

Μια παρόμοια προσέγγιση υπολογισμού είναι η παρακάτω

	Ημέρα εμφάνισης	Συνολική Αξία χαρτοφυλακίου	Τρέχουσες ζημιές περιόδων
1	15	3.410.500	127.431,5
2	6	3.469.000	68.931,5
3	24	3.472.900	65.031,5
4	8	3.474.500	63.431,5
5	30	3.475.500	62.431,5
6	2	3.495.600	42.331,5
7	27	3.498.300	39.631,5
8	23	3.499.500	38.431,5
9	25	3.502.300	35.631,5
10	20	3.503.000	34.931,5
11	18	3.504.100	33.831,5
12	28	3.504.800	33.131,5
13	10	3.512.800	25.131,5
14	26	3.519.200	18.731,5
15	12	3.522.200	15.731,5
16	22	3.526.500	11.431,5
17	5	3.527.300	10.631,5
18	19	3.528.600	9.331,5
19	14	3.536.200	1.731,5
20	13	3.539.000	-1.071,5
21	4	3.539.300	-1.371,5
22	11	3.550.500	-12.571,5
23	9	3.551.200	-13.271,5
24	21	3.552.800	-14.871,5
25	16	3.557.500	-19.571,5
26	17	3.560.000	-22.071,5
27	29	3.567.700	-29.771,5
28	3	3.581.300	-43.371,5
29	7	3.587.600	-49.671,5

Οι τρέχουσες ζημίες περιόδων δίνονται από τον παρακάτω τύπο:

Τρέχουσες ζημίες περιόδων = συνολική αξία του χαρτοφυλακίου την ημέρα υπολογισμού της δυνητικής ζημίας – Συνολική Αξία χαρτοφυλακίου (τρέχουσών περιόδων)

Η Δυνητική ζημία (VaR) υπολογίζεται με βάση το διάστημα εμπιστοσύνης(στην εφαρμογή 95%) και είναι η μέγιστη ζημία από τις Τρέχουσες ζημίες περιόδων.

Στην εφαρμογή μας δηλαδή είναι **127.431,5 ευρώ.**

Επομένως, όπως και πριν για ένα χρονικό διάστημα 30 ημερών υπάρχει πιθανότητα 5% να παρατηρηθεί ζημία μεγαλύτερη από **127.431,5 ευρώ.**

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Τα παραδείγματα των χρηματοοικονομικών καταστροφών που αναφέρθηκαν, κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη για αποτελεσματικότερη διαχείριση των κινδύνων. Η αποτελεσματικότερη διαχείριση των κινδύνων αποσκοπεί στην λήψη εκ των προτέρων προληπτικών μέτρων και όχι στην εκ των υστέρων παρέμβαση, σε ήδη διαμορφωμένες και μη αναστρέψιμες καταστάσεις.

Θα πρέπει να γίνει κατανοητό πως η διαχείριση του κινδύνου δεν έχει ως πρώτο σκοπό την αποφυγή του κινδύνου, αλλά την ελαχιστοποίησή του, αφού πρώτα εντοπιστεί και καθοριστεί το πόσο σημαντικός είναι. Στόχος μας είναι να ποσοτικοποιηθεί ο κίνδυνος και να υπολογίζεται ένα μέτρο συνολικού κινδύνου, έτσι ώστε δίνοντας μια τιμή σε αυτόν, να αποφασίσουμε αν θα πάρουμε το ρίσκο να τον αναλάβουμε ή όχι, με μεγαλύτερη ευκολία.

Η προσέγγιση της δυνητικής ζημίας (*Value-at-Risk*) ήρθε να δώσει ένα ποιοτικό και εύχρηστο μέτρο ποσοτικοποίησης και διαχείρισης του κινδύνου. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί μια ποσοστιαία κατανομή κέρδους και απώλειας σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και συνοψίζει τη χειρότερη ζημία με δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε οργανισμό εκτίθεται σε χρηματοοικονομικό κίνδυνο, να τον βοηθήσει να αντιμετωπίσει αποτελεσματικότερα τις ραγδαίες αλλαγές του οικονομικού περιβάλλοντος και να κερδίσει την επιβίωσή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

1. Καινούργιος Δημήτρης, Value-at-Risk (VaR) Μεθοδολογία Εκτίμησης του Κινδύνου Αγοράς και VaR Παράγωγα Εργαλεία
2. Καινούργιος Δημήτρης, Πιστωτικά Παράγωγα Προϊόντα: καινοτομικά εργαλεία διαχείρισης πιστωτικού κινδύνου
3. Παναγιώτης Χρ. Αγγελόπουλος, Εισαγωγή στα Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα (financial derivatives)
4. Ζαπράνης Αχιλλέας, Διαχείριση Χρηματοοικονομικών Κινδύνων με το Matlab
5. Συριόπουλος Κ., Διαχείριση Τραπεζικού Κινδύνου, 2000

Ξένα

1. Value-at-Risk (VaR) Authors S. Benninga, Z. Wiener Journal/Anthology Mathematica in Education and Research 1998 Volume:7, 4, 39-45
2. Jorion Philippe "Value at risk", California, 2001
3. Jorion Philippe "The New Benchmark for Managing Financial Risk", McGraw-Hill, 2001
4. An Overview of Value at Risk , D. Duffie and J. Pan, 1997 Journal of Derivatives, Spring 1997, 7-49, reprinted in Options Markets, edited by G. Constantinides and A. G. Malliaris, London: Edward Elgar, 2001 for Credit Portfolios. Risk Measures for the 21st Century , John Wiley & Sons, West Sussex, ISBN 0-470-86154-1
5. John C. Hull Fundamentals of Futures and Options Markets, Prentice Hall, Sixth Edition, 2008
6. John C. Hull Risk Management and Financial Institutions, Prentice Hall, First edition, 2007
7. John C. Hull Options, Futures and Other Derivatives, Prentice Hall, Sixth Edition, 2006
8. John C. Hull Hull-White on Derivatives, Risk Publications, June, 1996

9. Basel Committee on Banking Supervision (1996). Overview of the amendment to the capital accord to incorporate market risk.
10. Boudoukh J., M. Richardson and R. Whitelaw (1998). The Best of Both Worlds, RISK, 64-67.
11. Christoffersen Peter F. (2003). Elements of Financial Risk Management, Academic Press, ISBN 0-12-1742332-6.
12. Consigli Giorgio (2004). Estimation of Tail Risk and Portfolio Optimisation with Respect to Extreme Measures. Risk Measures for the 21st Century [57], John Wiley & Sons, West Sussex, ISBN 0-470-86154-1.
13. Corrado Charles J. and Bradford D. Jordan (2002). Fundamentals of investments: valuation and management, McGraw-Hill.
14. Crouhy Michel, Galai Dan, and Mark Robert (2001). Risk management, Academic Press, Reading, London, ISBN 0-12-354010-0.
15. Culp, Christopher L. (2001). The Risk Management process: Business Strategy and Tactics, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-40554-X.
16. Albanese Claudio and Stephan Lawi (2004). Spectral Risk Measures