

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΑΝΙΣΑ



Διατριβή υποβληθείσα προς μερική εκπλήρωση
των απαραιτήτων προϋποθέσεων
για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Αθήνα
[Ιανουάριος, 2007]



000000 609241

KATALOG
OKONOMIKO PANEPISTHIMO ATHINON

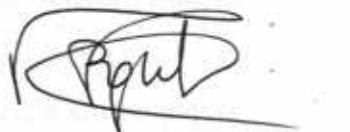


ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
εισ. 81386
Αρ.
ταξ.

Εγκρίνουμε τη διατριβή τής ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΑΝΙΣΑ

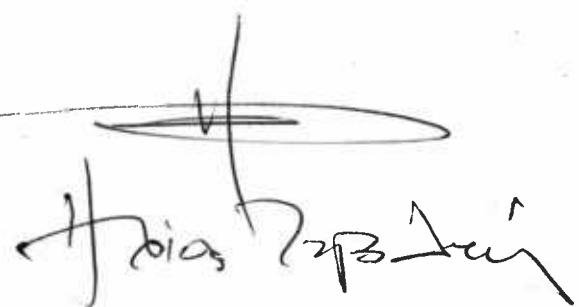
Υπεύθυνος Καθηγητής:
ΒΡΟΝΤΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ


Βρόντος Ιωάννης

Εξεταστής Καθηγητής:
ΤΖΑΒΑΛΗΣ ΗΛΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ


Τζαβαλής Ηλίας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

19/1/2007.



Ευχαριστίες

Ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού «Εφαρμοσμένη Οικονομική και Χρηματοοικονομική» για τα ενδιαφέροντα μαθήματα που μας δίδαξαν και τη μεταδοτικότητά τους.

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου, κ. Βρόντο Ιωάννη, για την ουσιαστική συμβολή και υποστήριξή του για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, όπως επίσης, τον καθηγητή Τζαβαλή Ηλία για το μάθημα «Επενδύσεις Χαρτοφυλακίου», το οποίο με χρησίμευσε ιδιαίτερα στην εκπόνηση της διατριβής.

Θέλω να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου, και ιδιαίτερα τον Νίκου Γεώργιο και Μπούρο Αλέξανδρο για την πολύτιμη βοήθειά τους με το πρόγραμμα S-PLUS.

Πάνω από όλα ευχαριστώ την οικογένεια μου που με έχει στηρίξει και βοηθήσει όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και τη φίλη μου Αυλακιώτη Ελένη και τον Σονύλ για την συμπαράσταση και βοήθειά τους.



ΠΕΡΙΕΧΩΜΕΝΑ

ΣΕΛΙΔΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ HEDGE FUNDS

3

1.1 Ορισμός	3
1.2 Ανάπτυξη του κλάδου των Hedge Funds και Άλλαγές στα χαρακτηριστικά κινδύνου.	4
1.3 Πρόσφατα ζητήματα σχετικά με τα Hedge Funds.	8
1.4 Οι βάσεις δεδομένων και στρατηγικές των Hedge Funds.	10
1.5 Χαρακτηριστικά και δομή των Hedge Funds.	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

26

2.1 Μέτρα Κινδύνου:	26
2.1.1 Διακύμανση	27
2.1.2 VaR και CVaR	31
2.1.3 Conditional Expected Loss (CEL)	34
2.1.4 Conditional Drawdown-at-risk	36
2.1.5 Mean-Absolute Deviation (MAD)	40
2.1.6 Maximum Loss	40
2.1.7 Market Neutrality	41
2.2 Διαχείριση κινδύνου για τα Hedge Funds:	42



2.2.1 Εισαγωγή και Επισκόπηση	42
2.2.2 Ποιος ο Ρόλος της Διαχείρισης Κινδύνου	45
2.2.3 Γιατί όχι VaR;	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ	53
3.1 Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των δεδομένων.	53
3.2 Ιστορικές Μέθοδοι και Exponentially Weighted Moving Averages (EWMA)	55
3.3 Μονομεταβλητά Μοντέλα Ετεροσκεδαστικότητας	58
3.3.1 ARCH Μοντέλο	59
3.3.2 GARCH Μοντέλο	60
3.3.3 EGARCH Μοντέλο	61
3.3.4 TGARCH Μοντέλο	62
3.3.5 PGARCH Μοντέλο	62
3.4 Πολυμεταβλητά Μοντέλα Ετεροσκεδαστικότητας	63
3.4.1 VEC και DVEC Μοντέλα	64
3.4.2 Matrix-Diagonal Μοντέλα	69
3.4.3 BEKK Μοντέλο	70
3.4.4 Constant Conditional Correlation Μοντέλο	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ	75
4.1 Προβλέψεις μεταβλητότητας	75
4.2 Κατασκευή Χαρτοφυλακίου	77



4.3 Εφαρμογή σε δείκτες των Hedge Funds	80
4.3.1 Περιγραφή των Δεδομένων	80
4.3.2 Εκτίμηση, Διαγνωστικοί Έλεγχοι και Προβλέψεις του Constant Conditional Correlation πολυμεταβλητού μοντέλου ετεροσκεδαστικότητας	88
4.3.3 Δημιουργία Χαρτοφυλακίου	95
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100



Mία πολύ σημαντική κατηγορία των περιουσιακών στοιχείων που έχουν γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες είναι τα hedge funds. Ξεκινάμε με μία σύντομη περιγραφή του ορισμού των hedge funds, των χαρακτηριστικών και στρατηγικών τους καθώς και της ανάπτυξης του κλάδου. Τα hedge funds είναι εναλλακτικές επενδύσεις που μοιάζουν λίγο με τα αμοιβαία κεφάλαια αλλά ταυτόχρονα διαφέρουν σε πολλά σημεία.

Στη θεωρία της χρηματοοικονομικής οι έννοιες της αβεβαιότητας και του κινδύνου έχουν μεγάλη σημασία. Για αυτό το λόγο, στο κεφάλαιο 2, παρουσιάζουμε διάφορα μέτρα κινδύνου, ξεκινώντας από το πιο απλό μέτρο, τη διακύμανση, και συνεχίζουμε με τα πιο πρόσφατα εναλλακτικά εργαλεία της διεθνής βιβλιογραφίας όπως είναι το VaR, CVaR, CDaR, CEL, κ.ά. Πολλά από αυτά τα μέτρα δεν έχουν ακόμα ενσωματωθεί στη διαδικασία κατασκευής χαρτοφυλακίου όπως αυτή γίνεται από τους μεγάλους χρηματοοικονομικούς οργανισμούς. Θα πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι, ο κλάδος της κατασκευής χαρτοφυλακίου έχει επηρεαστεί κυρίως από την Θεωρία Χαρτοφυλακίου όπως αυτή αναπτύχθηκε από τον Markowitz (1952).

Στο κεφάλαιο 3 επιχειρούμε μία επισκόπηση των κυριότερων μονομεταβλητών και πολυμεταβλητών μοντέλων ετεροσκεδαστικότητας τύπου-GARCH. Τα μονομεταβλητά μοντέλα αυτοπαλινδρομης δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας (ARCH) είναι πολύ δημοφιλή για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας των χρονολογικών (χρηματοοικονομικών) σειρών. Η φύση των χρηματοοικονομικών δεδομένων επέβαλε την επέκταση των μονομεταβλητών τύπου ARCH μοντέλων σε πολυμεταβλητά. Περιγράφουμε τα διάφορα μοντέλα και αναφέρουμε τα βασικά μειονεκτήματα ή προβλήματα που παρουσιάζουν οι πολυμεταβλητές εξειδικεύσεις. Ιδιαίτερο βάρος δίνουμε σε ένα πολυμεταβλητό μοντέλο, το πολυμεταβλητό GARCH μοντέλο σταθερής δεσμευμένης συσχέτισης (CCC) που πρότεινε ο Bollerslev (1990).

Στο τελευταίο κεφάλαιο κάνουμε μία εφαρμογή σε δύο δείκτες-στρατηγικές των hedge funds. Χρησιμοποιούμε το πολυμεταβλητό CCC μοντέλο για την εκτίμηση των χρονικά μεταβαλλόμενων διακυμάνσεων και συνδιακυμάνσεων που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή χαρτοφυλακίου. Η εύρεση των βέλτιστων

βαρών του κάθε hedge fund που θα περιλαμβάνεται στο βέλτιστο χαρτοφυλάκιο γίνεται με την επίλυση του προβλήματος ελαχιστοποίησης της διακύμανσης του χαρτοφυλακίου υπό κάποιουν περιορισμούς (minimum variance).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ HEDGE FUNDS

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Τα hedge funds, που είναι ένα μέσο επένδυσης, γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλή στις παγκόσμιες χρηματοοικονομικές αγορές. Τα hedge funds ορίζονται συνήθως ως “οποιοδήποτε μέσο επένδυσης που οργανώνεται ατομικά, διαχειρίζεται από επαγγελματίες διαχειριστές επενδύσεων, και δεν είναι ευρέως διαθέσιμο στο κοινό”. Δεν υπάρχει, εντούτοις, κανένας γενικά αποδεκτός ορισμός και ο όρος μπορεί να καλύψει οχήματα επένδυσης που επενδύουν σε πολλούς διαφορετικούς τύπους χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων και υιοθετούν μια ευρεία σειρά στρατηγικών επένδυσης.

Τα Hedge Funds είναι διαστρωματικοί μηχανισμοί επένδυσης ιδιωτικά οργανωμένα, που διαχειρίζονται από επαγγελματίες διαχειριστές επενδύσεων και δεν είναι ευρέως διαθέσιμα στο γενικό επενδυτικό κοινό. Λόγω της ιδιωτικής τους φύσης, τα hedge funds έχουν λιγότερους περιορισμούς όσον αφορά τη χρήση της μόχλευσης, του short-selling και των παραγώγων προϊόντων σε σχέση με άλλους περισσότερο ρυθμισμένους μηχανισμούς όπως τα αμοιβαία κεφάλαια. Αυτό τους επιτρέπει να ακολουθήσουν επενδυτικές στρατηγικές που είναι σημαντικά διαφορετικές από εκείνες χωρίς μόχλευση, και στρατηγικές μόνο αγοράς που ακολουθούν συνήθως οι επενδυτές.

Αν και τα hedge funds και τα investment trusts είναι και οι δύο μορφές συγκεντρωμένων (pooled) οχημάτων επένδυσης, τα hedge funds χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ελευθερία για τους διαχειριστές της επένδυσης από την άποψη των στρατηγικών επένδυσης. Αυτό συμβαίνει επειδή η βάση επένδυσης σε hedge funds περιορίζεται στους θεσμικούς επενδυτές και στα άτομα με υψηλά καθαρά εισοδήματα, απαλλάσσοντάς τους από τους περιορισμούς των διάφορων κανονισμών, και επειδή τοποθετούν συνήθως τους περιορισμούς στην απόσυρση των επενδυτικών κεφαλαίων.

1.2 Ανάπτυξη του κλάδου των Hedge Funds και Αλλαγές στα χαρακτηριστικά κινδύνου.

Η ιστορία των hedge funds αρχίζει από το 1949 στις ΗΠΑ από τον Alfred Jones, αλλά κέρδισαν διαδεδομένη αναγνώριση όταν το hedge fund που ιδρύθηκε από τον George Soros οδήγησε, σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες, τη Βρετανική λίρα έξω από τον Μηχανισμό Συναλλαγματικών Ισοτιμών (ΜΣΙ) κατά τη διάρκεια της Ευρωπαϊκής Νομισματικής κρίσης του 1992. Αργότερα, οι εξαιρετικές απώλειες που υφίστανται από το Long Term Capital Management (LTCM), ένα fund με έδρα στις ΗΠΑ, και η σχεδόν κατάρρευσή του το 1998 προκάλεσαν ανησυχίες σχετικά με την επιρροή των hedge funds στη σταθερότητα των χρηματοπιστωτικών αγορών και συστημάτων, και παρακίνησαν διάφορες συζητήσεις (Jorion, 2000).

Οι εισροές περιουσιακών στοιχείων στα hedge funds έγιναν μετά από την σχεδόν-κατάρρευση του LTCM, αλλά έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθώς η απαίτηση των επενδυτών για κέρδη (yields) και διαφοροποίηση του κινδύνου έχει αυξηθεί παρουσία του περιβάλλοντος χαμηλών επιτοκίων σε σημαντικές οικονομίες.

Από τη δεκαετία του '90, ο κλάδος των hedge funds έχει αναπτυχθεί και ως προς το μέγεθος των περιουσιακών στοιχείων και ως προς τον αριθμό των funds. Οι επενδύσεις σε hedge funds από θεσμικούς επενδυτές έχουν αυξηθεί εμφανώς από το 2002 (βλέπε την αναφορά της Bank of Japan, 2006). Η αγορά των hedge funds έχει επιτύχει σημαντική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια των τελευταίων 10 ετών εντούτοις, δεν έχει μεγεθυνθεί σταθερά. Ειδικότερα, από τα μέσα του 1997 έως το φθινόπωρο του 1998, προέκυψαν ανησυχίες σχετικά με τις δραστηριότητες των hedge funds σε διάφορες περιπτώσεις. Αξίζει να περιγράψουμε την Ασιατική κρίση και την κρίση του LTCM, και πως αυτά επηρέασαν την πορεία εξέλιξης των hedge funds.

Κατ' αρχάς, τον Ιούλιο του 1997, το Thai baht υποβλήθηκε σε μια σειρά υποτιμήσεων. Η αναταραχή διαδόθηκε σε χώρες της ανατολικής Ασίας, όπως η Κορέα, το Χονγκ Κονγκ και η Ταϊβάν, καθώς επίσης και στις αναδυόμενες αγορές της Λατινικής Αμερικής. Κατά τη διάρκεια αυτής της Ασιατικής νομισματικής κρίσης, προτάθηκε δτι οι δραστηριότητες των hedge funds μπορεί να έχουν προκαλέσει την αστάθεια στις αγορές και τις οικονομίες.

Κατόπιν τον Αύγουστο του 1998, η Ρωσία ανήγγειλε την υποτίμηση του ρουβλίου και μια καθυστέρηση στις πληρωμές του ξένου χρέους. Αυτό κατέστησε τους επενδυτές πιο προσεκτικούς όσον αφορά τους πιστωτικούς κινδύνους, και ξαφνικά μια “flight to quality”¹ διαδόθηκε ανάμεσα στις αγορές όλου του κόσμου. Κατά συνέπεια, η ρευστότητα μειώθηκε σε διάφορες αγορές, και το LTCM έφτασε στα πρόθυρα της κατάρρευσης. Υπήρξε ένας πραγματικός φόβος ότι, εάν το Fund αποτύγχανε, τα συμβαλλόμενα μέλη της θα ανταγωνίζονταν για να εγκαταστήσουν και να εκποιήσουν τις εγγυήσεις (collateral) τους για να εξασφαλίσουν τις απαιτήσεις τους, επιταχύνοντας κατά συνέπεια την επιδείνωση στις συνθήκες της αγοράς. Ως απάντηση, η Federal Reserve Bank της Νέας Υόρκης ώθησε σημαντικές τράπεζες και εταιρίες τίτλων, οι οποίες ήταν τα βασικά μέλη και επενδυτές του Fund, για να θεωρήσουν να πάρουν μέτρα για να ελαχιστοποιηθεί η διάσπαση. Τελικά, 14 επιχειρήσεις συνεισφέρανε κεφάλαια συνολικού ύψους 3,6 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια για να βοηθήσουν το Fund να αποφύγει την πτώχευση.

Από το 1999 ως το 2000, δημοσιεύθηκαν διάφορες εκθέσεις από τις Αμερικανικές αρχές και τις διεθνείς οργανώσεις, από τις οποίες προκύπτουν τα ακόλουθα ζητήματα πολιτικής ως παθήματα που γίνονται μαθήματα από την κρίση LTCM:

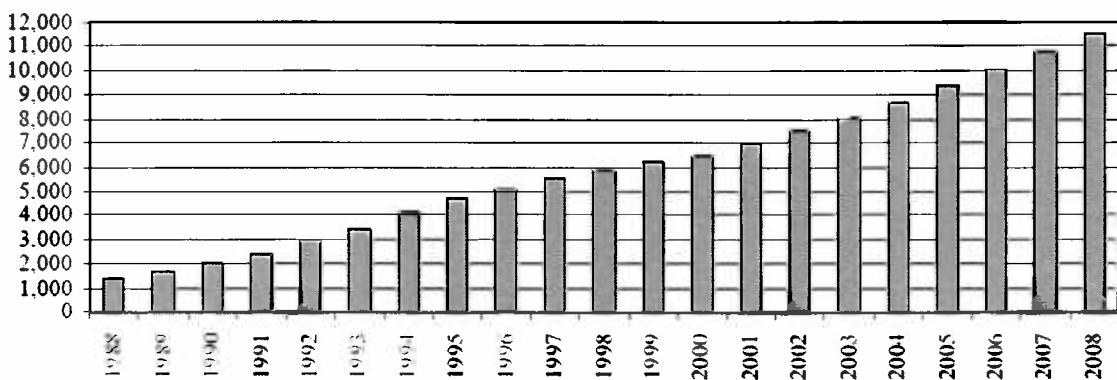
- Κατ' αρχάς, αντί της τοποθέτησης των άμεσων κανονισμών σχετικά με τα hedge funds, οι επόπτες και οι ρυθμιστές πρέπει να ενθαρρύνουν τα συμβαλλόμενα μέλη των hedge funds, όπως οι τράπεζες και οι εταιρίες τίτλων, να βελτιώσουν τη διαχείριση κινδύνου τους και να χρησιμοποιούν αποδοτικά την πειθαρχία της αγοράς ώστε να εξασφαλίσουν ότι η υπερβολική μόχλευση είναι αποτελεσματικά ελεγχόμενη.
- Για να ενισχύσουν αυτό, οι επόπτες και οι ρυθμιστές πρέπει να ενθαρρύνουν τα hedge funds, να ενισχύσουν την κοινοποίηση πληροφοριών και, σε μερικές περιπτώσεις, πρέπει να ληφθούν και ρυθμιστικά μέτρα για να το εξασφαλίσουν αυτό.
- Εάν αυτά τα έμμεσα μέτρα δεν παράγουν αξιόλογα αποτελέσματα, οι επόπτες και οι ρυθμιστές πρέπει να εξετάσουν πιο άμεσα ρυθμιστικά και εποπτικά μέτρα, όπως ένα σύστημα χορήγησης αδειών και απαιτήσεις επάρκειας κεφαλαίου.

¹ Ο όρος αφορά γενικά την τακτική και τους χειρισμούς διαχείρισης ενός χαρτοφυλακίου (χρεογράφων) στη διάρκεια μιας οικονομικής κρίσης ή στις περιπτώσεις δυσμενών οικονομικών συνθηκών (π.χ. στις επιλογές ποια χρεόγραφα θα πωληθούν και ποια θα κρατηθούν, με ποια θα γίνει ανταλλαγή, κλπ.).

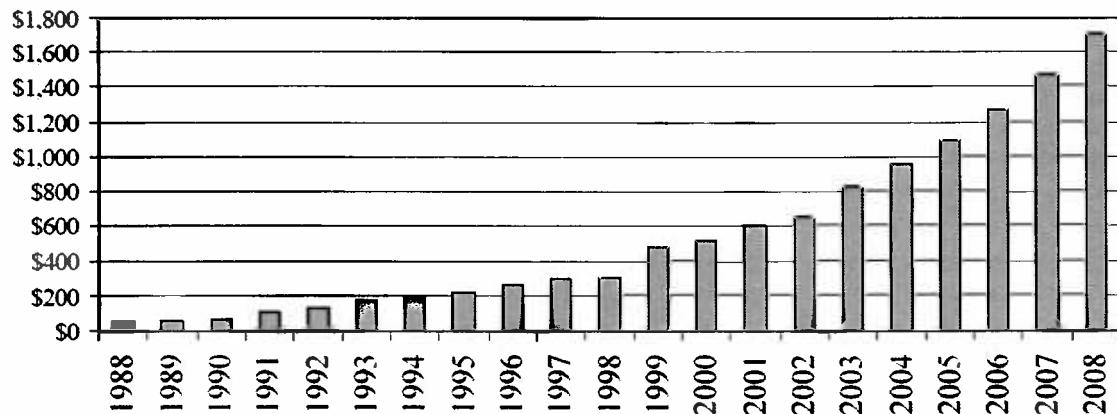
Ο κλάδος των Hedge Funds και η ανάπτυξή του.

Από το 1990, ο κλάδος των hedge funds έχει αυξηθεί 37 φορές όσον αφορά τον όγκο των περιουσιακών στοιχείων και 12 φορές όσον αφορά τον αριθμό των hedge funds (βλέπε διάγραμμα 1.1). Αναμένεται επίσης να αυξηθεί κατά άλλα 60-70% και να φθάσει τα 1,7 τρισεκατομμύρια δολάρια των ΗΠΑ στον όγκο περιουσιακών στοιχείων και 11.700 σε αριθμό των funds μέχρι το 2008 (σύμφωνα με στοιχεία της Van Hedge Fund Advisors, 2005). Εντούτοις, το ποσό των περιουσιακών στοιχείων που επενδύονται στα hedge funds αποτελεί μόνο περίπου 1% των συνολικών παγκοσμίως χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων.

Εκτιμώμενος αριθμός των Παγκόσμιων Hedge Funds



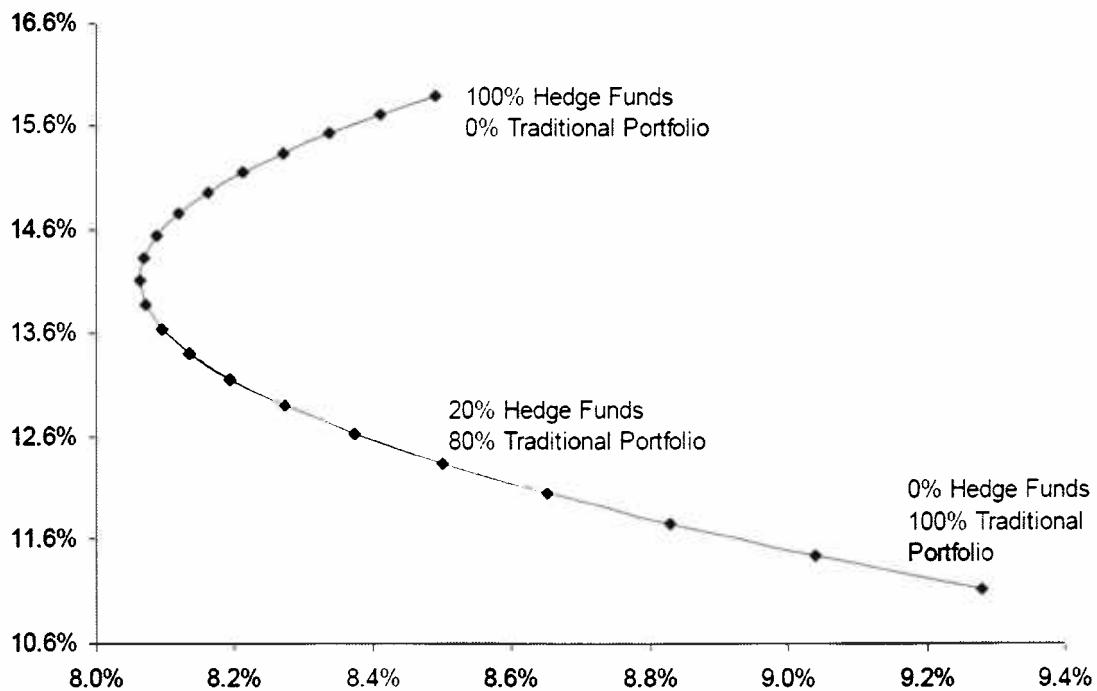
Εκτιμώμενα Περιουσιακά Στοιχεία των Παγκόσμιων Hedge Funds που είναι υπό διαχείριση (σε δισεκατομμύρια δολάρια)



Note: Estimates for 2004-2008 are projections based on current data and may be revised in the future.
© 2004 Van Hedge Fund Advisors International, LLC and/or its affiliates, Nashville, TN.

Διάγραμμα 1.1: Η ανάπτυξη των περιουσιακών στοιχείων των Hedge Funds. Παρουσιάζει τη μεγέθυνση των χρημάτων που έχουν επενδυθεί σε Hedge Funds από το 1988 έως 2004.

Το μέγεθος περιουσιακών στοιχείων και ο αριθμός των funds των hedge funds (FoHFs) έχουν αυξηθεί 3,5 φορές από το 2001 ως το 2004 (Hedge Fund Research). Αυτή η αύξηση υποστηρίχθηκε με την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος από τους θεσμικούς επενδυτές οι οποίοι έχουν αυξήσει τις επενδύσεις τους στα hedge funds τα τελευταία χρόνια, επειδή οι επενδύσεις σε FoHFs προσφέρουν οφέλη όπως η ευρύτερη διαφοροποίηση κινδύνου και χαμηλότερα ελάχιστα ποσά επένδυσης έναντι των επενδύσεων σε μεμονωμένα hedge funds. Το όφελος της διαφοροποίησης κινδύνου που προσφέρουν τα hedge funds παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 1.2.



Διάγραμμα 1.2: Η επίδραση της πρόσθεσης των hedge funds σε ένα παραδοσιακό χαρτοφυλάκιο.
Σημειώσεις: 1) Based on 1Q1988-1Q2004 data. 2) Hedge fund statistics based on the Van Global Hedge Fund Index. 3) The Traditional Portfolio= 60% S&P500, 40% Lehman Brothers Aggregate Bond Index. Πηγή: 2004 Van Hedge Fund Advisors International.

Το διάγραμμα 1.2 προτείνει ότι τα hedge funds έχουν επιτύχει γενναιόδωρες αποδόσεις και μια χαμηλή τυπική απόκλιση των αποδόσεων. Κατά συνέπεια, η αναλογία Sharpe των hedge funds υπερισχύει άλλων κατηγοριών περιουσιακών στοιχείων όπως είναι οι μετοχές και τα ομόλογα. Στοιχεία όπως αυτά έπεισαν τους Lamm και McFall (2003) για να εξουσιοδοτήσουν τη μελέτη τους "Γιατί όχι 100% Hedge Funds;" Οι Lamm και McFall πρότειναν ότι μια κατανομή χαρτοφυλακίου 100 τοις εκατό hedge funds ήταν βέλτιστη υπό ορισμένους όρους. Επιπλέον, τα hedge

funds υποστηρίζουν ότι οι αποδόσεις τους έχουν χαμηλούς συσχετισμούς με τη γενική αγορά μετοχών και, επομένως, ότι είναι άριστοι διαφοροποιητές.

Τα hedge funds έχουν γίνει όλο και περισσότερο ενεργά σε ποικίλες αγορές, εκμεταλλευόμενα νέες στρατηγικές επένδυσης καθώς αυξάνονται σε μέγεθος και βάση επενδυτών, και έχουν συμβάλει στην ενίσχυση της αποδοτικότητας και της ρευστότητας στις παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές αγορές. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά κινδύνου των hedge funds έχουν αλλάξει. Τα στοιχεία δείχνουν ότι στα λίγα έτη μετά από το 2002, σε σύγκριση με το τέλος της δεκαετίας του '90, η οποία συνέπεσε με την Long Term Capital Management (LTCM) κρίση, (1) οι αποδόσεις των hedge funds και η διακύμανσή τους ήταν χαμηλότερη και (2) γεγονότα όπου τα hedge funds υπέστησαν μεγάλες απώλειες που υπερέβαιναν τις μέγιστες απώλειες όπως είχαν υπολογιστεί από το Value at Risk (VaR) ήταν λιγότερα. Εν τω μεταξύ, οι επενδυτές έχουν γίνει πιο συνειδητοί όσον αφορά τη διαχείριση κινδύνου και λιγότερο έντονοι στο να επενδύουν σε hedge funds που χρησιμοποιούν εξαιρετικά επίπεδα μόχλευσης, και τα επίπεδα μόχλευσης που αναλαμβάνονται από τα hedge funds φαίνονται να έχουν μειωθεί. Οι επενδυτές είναι επίσης προσεκτικότεροι στο να αποφύγουν τη συγκέντρωση των επενδύσεών τους σε συγκεκριμένα hedge funds επειδή τα hedge funds τείνουν να αποκλειστούν γρήγορα από την άποψη "της επιβίωσης του καταλληλότερου".

1.3 Πρόσφατα ζητήματα σχετικά με τα Hedge Funds.

Τα τελευταία χρόνια έχει συμβεί μια δραματική αλλαγή στην στάση που οι θεσμικοί επενδυτές, οι τράπεζες και οι παραδοσιακοί οίκοι κεφαλαίων αντιμετωπίζουν τις εναλλακτικές επενδύσεις γενικά, και ειδικότερα τα hedge funds. Παρόλο που τα hedge funds έχουν εμφανιστεί εδώ και καιρό, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για αυτά από ιδιαίτερα πλούσιους ιδιώτες επενδυτές. Σύμφωνα με μια έρευνα σχετικά με τον μελλοντικό ρόλο των hedge funds στη διαχείριση θεσμικών περιουσιακών στοιχείων (Gollin/Harris Ludgate survey, 2001), το 64% των ευρωπαϊκών ιδρυμάτων, για τα οποία τα στοιχεία είχαν μαζευτεί πρόσφατα, επενδύουν ή σκοπεύουν να επενδύσουν σε hedge funds (αυτός ο αριθμός έχει αυξηθεί από 56% που ήταν το 2000). Το ενδιαφέρον αυξάνεται επίσης και στην



Ασία και οπωσδήποτε στις ΗΠΑ, όπου το 1949 είχε την αρχή του ο κλάδος των hedge fund. Με αποτέλεσμα ο κλάδος των hedge fund να αξιολογείται το 2001 με παραπάνω από 500 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια, με περισσότερο από 5000 funds παγκοσμίως (Frank Russell-Goldman Sachs survey, 1999) και νέα hedge funds λανσάρονται κάθε μέρα για να ικανοποιήσουν την αναπάντεχα αυξανόμενη ζήτηση (Amenc και Martellini, 2002).

Ανάμεσα στους λόγους που εξηγούν το αυξανόμενο θεσμικό ενδιαφέρον για τα hedge funds, είναι πρώτον ένας άμεσος και ίσως επιφανειακός λόγος: τα hedge funds κερδίζουν πάντα δημοτικότητα όταν equity market bull runs end, καθώς οι επενδυτές που παίρνουν μόνο long θέσεις αναζητούν προστασία στην πτώση της αγοράς. Αυτό εν μέρει εξηγεί σίγουρα την αυξανόμενη ζήτηση για hedge funds στα τέλη του 2000 και στις αρχές του 2001. Ένας πιο βαθύς λόγος πίσω από την αυξανόμενη αποδοχή των hedge funds είναι η αναγνώριση ότι αυτά μπορούν να προσφέρουν μια πιο περίπλοκη προσέγγιση στην επένδυση με τη χρήση παραγώγων προϊόντων και ακάλυπτης πώλησης (short selling), που οδηγεί σε χαμηλές συσχετίσεις με παραδοσιακές κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων. Επιπλέον, ενώ έχει καταγραφεί ότι η διεθνής διαφοροποίηση αποτυγχάνει όταν είναι περισσότερο αναγκαία, δηλαδή σε περιόδους κρίσης (βλέπε για παράδειγμα Longin και Solnik, 1995), υπάρχουν και κάποια στοιχεία ότι οι δεσμευμένες συσχετίσεις τουλάχιστον κάποιων στρατηγικών αντιστάθμισης (hedge) με τους δείκτες αγοράς των μετοχών και ομολόγων τείνουν να είναι σταθερές σε διάφορες συνθήκες αγοράς (Schneeweis και Spurgin, 1999).

Τα hedge funds, γενικά, φαίνεται να αναλαμβάνουν χαμηλότερο κίνδυνο τα τελευταία χρόνια. Εντούτοις, υπάρχουν μερικά που αναλαμβάνουν υψηλό κίνδυνο, και όταν το παγκόσμιο οικονομικό περιβάλλον το επιτρέπει, περισσότερα funds μπορεί να τείνουν να κάνουν το ίδιο επιδιώκοντας υψηλότερες αποδόσεις. Λαμβάνοντας υπόψη την αυξανόμενη παρουσία τους στις παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές αγορές πρόσφατα, δεν μπορεί να αμφισβητηθεί ότι μεγάλες απώλειες από ή λόγο απουσίας των hedge funds μπορούν όχι μόνο να έχουν επιπτώσεις στα άλλα hedge funds (counterparties) και τους επενδυτές τους, αλλά έχουν και εκτεταμένες εξωτερικές επιδράσεις στη ρευστότητα και στη διαδικασία ανακάλυψης τιμών στις παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές αγορές. Επομένως, είναι ζωτικής σημασίας να δοθεί μεγάλη προσοχή στις δραστηριότητες των hedge funds και τις επιδράσεις τους.



Η ευρέως θεωρούμενη άποψη όσον αφορά τη κοινοποίηση πληροφοριών για τις δραστηριότητες των hedge funds είναι ότι, το να λαμβάνουν οι counterparties και οι επενδυτές τις απαραίτητες πληροφορίες για να διαχειριστούν τον κίνδυνο των hedge funds είναι αποδοτικότερο και πιο αποτελεσματικό από την επιβολή ομοιόμορφων νομικών απαιτήσεων στα hedge funds.

1.4 Οι βάσεις δεδομένων και στρατηγικές των Hedge Funds.

Καθώς ο κλάδος είναι σχεδόν σε νηπιακή ηλικία και τα hedge funds δεν είναι υποχρεωμένα να αποκαλύπτουν τα αποτελέσματά τους, δεν είναι απλό να κερδίζεις βαθιά γνώση για τα χαρακτηριστικά απόδοσης των hedge funds. Ευτυχώς, πολλά funds αποκαλύπτουν πληροφορίες για την απόδοση καθώς και για άλλα θέματα σχετικά με την διοίκηση ώστε να προσελκύσουν νέους και να εξυπηρετήσουν τους υπάρχοντες επενδυτές. Αυτά τα στοιχεία έχουν συλλεχθεί από μικρό αριθμό των data vendors και fund advisors, κάποιοι από τους οποίους διαθέτουν τα στοιχεία τους σε περιορισμένους επενδυτές. Η εγγραφή σε αυτές τις βάσεις δεδομένων μπορεί να είναι αρκετά ακριβή. Οπότε πολλοί επενδυτές θα επιλέξουν να δουλέψουν με τους μηνιαίους δείκτες απόδοσης που υπολογίζονται από αυτές τις βάσεις δεδομένων και είναι δωρεάν διαθέσιμες στο internet. Οι περισσότεροι data vendors και fund advisors υπολογίζουν έναν γενικό ή συνολικό δείκτη καθώς και κάποιους υπο-δείκτες, που αντιστοιχούν στις διάφορους τύπους στρατηγικών που θα δούμε παρακάτω.

Οι στρατηγικές επένδυσης σε hedge funds τείνουν να είναι αρκετά διαφορετικές από τις στρατηγικές που ακολουθούνται από τους παραδοσιακούς διαχειριστές χρήματος. Επιπλέον, γενικά, το κάθε fund ακολουθεί τη δική της κατάλληλη στρατηγική. Αυτό σημαίνει ότι τα hedge funds είναι μια πολύ ετερογενείς ομάδα.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε πρώτα τη βάση δεδομένων HFR (Brooks και Kat, 2002) καθώς και κάποιους ορισμούς στρατηγικών που δίνει αυτή η βάση, γιατί και τα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσουμε στην οικονομετρική ανάλυση προέρχονται από το HFR.

HFR (www.hfr.com)

H Hedge Fund Research (HFR) είναι μια εταιρία έρευνας και συμβουλευτικής για hedge funds, η οποία έχει συλλέξει στοιχεία όσον αφορά πάνω από 6000 διάφορα funds και hedge funds. Η HFR χρησιμοποιεί ένα υποσύνολο γύρω στα 1.500 hedge funds για να υπολογίσει 37 δείκτες. Αυτοί οι δείκτες απεικονίζουν τις μηνιαίες net of fee αποδόσεις στα ισόβαθμα σταθμισμένα χαρτοφυλάκια των funds.

Οι στρατηγικές που περιγράφει η HFR είναι οι ακόλουθες: Convertible Arbitrage, Distressed Securities, Emerging Markets, Equity Hedge, Equity Market Neutral, Equity Non-Hedge, Event-Driven, Fixed Income: Arbitrage, Fixed Income: Convertible Bonds, Fixed Income: Diversified, Fixed Income: High-Yield, Fixed Income: Mortgage-Backed, Macro, Market Timing, Merger Arbitrage, Regulation D, Relative Value Arbitrage, Sector: Energy, Sector: Financial, Sector: Healthcare/Biotechnology, Sector: Metals/Mining, Sector: Real Estate, Sector: Technology, Statistical Arbitrage, Short Selling, Fund of Funds.

Επειδή οι στρατηγικές αυτές είναι πολλές θα δώσουμε τους ορισμούς για οκτώ από αυτές, όπως περιγράφονται στην ιστοσελίδα της HFR (“Strategy Definitions” from Hedge Fund Research). Οι στρατηγικές αυτές είναι οι παρακάτω:

EQUITY HEDGE

Η στρατηγική αυτή αποτελείται από ένα πυρήνα που περιλαμβάνει long equities αντισταθμισμένες κάθε στιγμή με πωλήσεις σε short θέση αξιόγραφων ή/ και δικαιωμάτων προαίρεσης δεικτών αξιόγραφων. Κάποιοι διαχειριστές διατηρούν ένα σημαντικό ποσοστό περιουσιακών στοιχείων με αντισταθμισμένη δομή και συχνά εφαρμόζουν μόχλευση. Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται πωλήσεις short, αντισταθμισμένα περιουσιακά στοιχεία μπορεί να περιλαμβάνονται σε μια ισότιμη αξία δολαρίων με long και short θέσεις αξιόγραφων. Άλλοι συνδυασμοί χρησιμοποιούν πωλήσεις short ασυσχέτιστες με long holdings και/ ή puts στο δείκτη S&P500 και put spreads. Τα συντηρητικά funds μετριάζουν τον κίνδυνο της αγοράς μέσω της διατήρησης της έκθεσης της αγοράς από μηδέν σε 100%. Τα επιθετικά funds μπορεί να μεγεθύνουν τον κίνδυνο της αγοράς όταν ξεπερνούν την 100% έκθεση και, σε κάποιες περιπτώσεις, διατηρούν μια short έκθεση. Εκτός από τις μετοχές, κάποια funds μπορεί να έχουν επενδύσει ορισμένα περιουσιακά στοιχεία σε άλλους τύπους τίτλων.

MACRO

Αφορά επενδύσεις μέσω μοχλευμένων στοιχημάτων (leveraged bets) σε προβλεπόμενες μεταβολές τιμών των αγορών των μετοχών, των επιτοκίων, των συναλλαγματικών ισοτιμιών και των φυσικών εμπορευμάτων, ώστε να παράγουν αποδόσεις από τις ανωμαλίες τιμών ή την κατεύθυνση των κινήσεων της αγοράς. Οι διαχειριστές της στρατηγικής Macro χρησιμοποιούν μια “top-down” παγκόσμια προσέγγιση, και μπορεί να επενδύουν σε οποιαδήποτε αγορά χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε εργαλεία για να συμμετάσχουν σε αναμενόμενες μεταβολές της αγοράς. Αυτές οι μεταβολές μπορεί να προέρχονται από προβλεπόμενες μετακινήσεις στις οικονομίες του κόσμου, ή στη παγκόσμια προσφορά και ζήτηση πόρων, φυσικών και χρηματοοικονομικών μαζί. Οι ανταλλαγές με συνάλλαγμα και τα over-the-counter παράγωγα χρησιμοποιούνται συνήθως για την μέτρηση αυτών των μεταβολών των τιμών.

RELATIVE VALUE ARBITRAGE

Αυτή η στρατηγική προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τις διαφορές τιμών ανάμεσα σε εργαλεία που περιλαμβάνουν μετοχές, χρέη (debt), δικαιώματα προαίρεσης (options) και συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures). Οι διαχειριστές μπορεί να χρησιμοποιήσουν μαθηματική, θεμελιώδη ή τεχνική ανάλυση για να καθορίσουν τις λανθασμένες εκτιμήσεις. Οι τίτλοι (securities) μπορεί να τιμολογηθούν λάθος ανάλογα με τον υποκείμενο τίτλο, τους σχετικούς τίτλους, ομάδες τίτλων, ή τη συνολική αγορά. Πολλά funds χρησιμοποιούν μόχλευση και αναζητούν ευκαιρίες παγκοσμίως. Οι στρατηγικές με arbitrage περιλαμβάνουν μερισματικό arbitrage, pairs trading, arbitrage δικαιωμάτων προαίρεσης και yield curve trading.

EVENT DRIVEN

Είναι αλλιώς γνωστό ως “corporate life cycle” και προσπαθεί να συλλάβει τις μετακινήσεις τιμών επενδύοντας σε ευκαιρίες δημιουργημένες από σημαντικά γεγονότα συναλλαγής όπως, τα spin-offs², συγχωνεύσεις και εξαγορές, αναδιοργανώσεις πτώχευσης, αναδιαρθρώσεις κεφαλαίων και διαδικασίες εξαγοράς μεριδίου. Το χαρτοφυλάκιο κάποιων διαχειριστών της στρατηγικής Event Driven

² Διανομή μετοχών νεοσύστατης εταιρείας, ελεγχόμενης από άλλη, στους μετόχους της ελέγχουσας εταιρείας, καθώς και διανομή από μητρική εταιρεία σε μετόχους της, των μετοχών υφιστάμενης θυγατρικής. Επίσης, είναι και επιτυχημένη και εμπορικά εκμεταλλεύσιμη εφεύρεση ή καινοτομία που επιτεύχθηκε σε ερευνητικό πρόγραμμα, το οποίο είχε άλλο αντικειμενικό στόχο.

μπορεί να μετακινηθεί στη πλειοψηφία σταθμισμένο ανάμεσα σε Risk Arbitrage και Distressed Securities, ενώ άλλοι μπορεί να έχουν ένα πιο ευρύ φάσμα. Τα εργαλεία μπορεί να περιλαμβάνουν long και short θέσεις σε κοινές ή προνομιούχες μετοχές, καθώς και debt securities και options. Οι διαχειριστές των κεφαλαίων μπορεί να αντισταθμιστούν ενάντια στο κίνδυνο της αγοράς αγοράζοντας S&P put options και put option spreads.

CONVERTIBLE ARBITRAGE

Αυτή η στρατηγική περιλαμβάνει την αγορά ενός χαρτοφυλακίου με μετατρέψιμους τίτλους, στη πλειοψηφία μετατρέψιμα ομόλογα, και την αντιστάθμιση ενός μέρους του κινδύνου μετοχών μέσω της πώλησης short της υποκείμενης κοινής μετοχής. Μια χαρακτηριστική επένδυση είναι να πάρει long θέση σε μετατρέψιμες ομολογίες και short σε κοινές μετοχές μιας εταιρείας. Κάποιοι διαχειριστές μπορεί να προσπαθήσουν να αντισταθμίσουν την έκθεση στο κίνδυνο επιτοκίων κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Οι περισσότεροι διαχειριστές χρησιμοποιούν κάποιο βαθμό μόχλευσης, που κυμαίνεται από μηδέν σε 6:1. Ο λόγος στάθμισης μετοχών μπορεί να κυμαίνεται από 30 σε 100%. Ο μέσος βαθμός ενός ομολόγου σε ένα χαρακτηριστικό χαρτοφυλάκιο είναι BB-, με τις ξεχωριστές βαθμολογίες να κυμαίνονται από AA σε CCC. Παρόλα αυτά, καθώς ο κίνδυνος πτώχευσης της επιχείρησης έχει αντισταθμιστεί πουλώντας την υποκείμενη κοινή μετοχή, ο κίνδυνος είναι σημαντικά καλύτερος από την βαθμολόγηση του μη σταθμισμένου ομολόγου.

DISTRESSED SECURITIES

Αυτή η στρατηγική επενδύει σε, και μπορεί να πουλήσει short, τους τίτλους επιχειρήσεων όπου η τιμή του τίτλου έχει, ή αναμένεται να έχει, επηρεαστεί από μια distressed κατάσταση. Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει αναδιοργανώσεις (reorganizations), χρεοκοπήσεις, distressed sales, και άλλες corporate restructurings. Ανάλογα με τον τύπο του διαχειριστή, οι επενδύσεις μπορεί να γίνουν σε τραπεζικό χρέος, εταιρικό χρέος, σε trade claims, σε κοινές μετοχές, μετοχές προτίμησης και warrants. Οι στρατηγικές μπορεί να χωριστούν στις εξής υποκατηγορίες: "high-yield" ή "orphan equities". Η μόχλευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάποιους διαχειριστές. Οι διαχειριστές των fund μπορεί να χρησιμοποιούν μια στάθμιση της αγοράς χρησιμοποιώντας κάποια S&P put options ή put options spreads.

EQUITY MARKET NEUTRAL

Η στρατηγική αυτή επένδυσης αποσκοπεί να κερδίζει από την εκμετάλλευση των αναποτελεσματικοτήτων των τιμών ανάμεσα σε related equity securities, εξουδετερώνοντας την προβολή στο κίνδυνο της αγοράς μέσω του συνδυασμού long και short θέσεων. Η στρατηγική αυτή περιλαμβάνει τη κράτηση χαρτοφυλακίων μετοχών που είναι long και short matched, και να εκμεταλλευθεί τις ανωμαλίες τιμών. Αυτό σημαίνει να είσαι «beta neutral», επιδιώκοντας να παράγει σταθερές αποδόσεις, ανεξάρτητα από τις διακυμάνσεις της αγοράς. Ένα παράδειγμα είναι η κατασκευή χαρτοφυλακίων που αποτελούνται από long θέσεις στις πιο δυνατές επιχειρήσεις κάποιων κλάδων και αντίστοιχες short θέσεις σε εκείνες που παρουσιάζουν σημάδια αδυναμίας.

MERGER ARBITRAGE

Συχνά η στρατηγική αυτή λέγεται και Risk Arbitrage, και περιλαμβάνει επενδύσεις σε event-driven καταστάσεις τέτοιων όπως τα leveraged buy-outs, οι συγχωνεύσεις και οι εξαγορές. Κανονικά, ο τίτλος ενός στόχου προς απόκτηση υπερτιμάτε καθώς ο τίτλος της επιχείρησης που αποκτάται μειώνεται σε αξία. Αυτές οι στρατηγικές δημιουργούν αποδόσεις αγοράζοντας τίτλο της επιχείρησης που εξαγοράζεται, και σε ορισμένες περιπτώσεις, πουλώντας short τον τίτλο της προς απόκτηση επιχείρησης. Οι διαχειριστές μπορεί να χρησιμοποιούν equity options ως μια εναλλακτική χαμηλού κινδύνου σε σχέση με την outright αγορά ή πώληση κοινών μετοχών. Τα περισσότερα Merger Arbitrage funds αντισταθμίζονται έναντι του κινδύνου της αγοράς αγοράζοντας S&P put options και put option spreads.

Κάποιες άλλες βάσεις δεδομένων είναι οι ακόλουθες (Brooks και Kat, 2002):

Zurich Capital Markets (www.marhedge.com)

Η βάση δεδομένων Zurich Capital Markets και οι δείκτες που υπολογίζονται από αυτή αναπτύχθηκαν και συντάχθηκαν αρχικά από τη Managed Accounts Reports (MAR), αλλά πουλήθηκαν στη Zurich Capital Markets το Μάρτιο του 2001. Αυτή η βάση δεδομένων περιλαμβάνει πληροφορίες για περίπου 1500 hedge funds, που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό 19 δεικτών.

CSFB/TREMONT (www.hedgeindex.com)

Οι CSFB/Tremont δείκτες είναι βασισμένοι στη βάση δεδομένων TASS η οποία έχει στοιχεία για περίπου 2600 hedge funds. Χρησιμοποιώντας ένα υποσύνολο των περίπου 650 funds, η CSFB/Tremont υπολογίζει 10 δείκτες. Σε αντίθεση με άλλους δείκτες, οι δείκτες της CSFB/Tremont αντανακλούν τις μηνιαίες net of fee αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου των hedge funds σταθμισμένο με τον αριθμό περιουσιακών στοιχείων. Επομένως, τα μεγάλα funds θα έχουν μια μεγαλύτερη επιρροή στο δείκτη από ότι τα μικρότερα funds. Υπάρχουν ακριβείς κανόνες για την επιλογή του fund.

HENNESSEE (www.henneseegroup.com)

Η ομάδα Hennessee είναι μια συμβουλευτική εταιρία για hedge funds που διατηρεί μια βάση δεδομένων γύρω από 3,000 funds. Βασισμένοι σε ένα υποσύνολο των περίπου 500 funds, η Hennessee υπολογίζει 23 δείκτες που απεικονίζουν τις μηνιαίες net of fee αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου με ίσης στάθμισης funds.

VAN (www.vanhedge.com)

Η Van Hedge Fund Advisors είναι μια συμβουλευτική εταιρία των hedge funds που έχει στοιχεία όσον αφορά περίπου 3.400 funds. Χρησιμοποιώντας ένα υποσύνολο των περίπου 500 funds, η Van υπολογίζει 15 δείκτες. Αυτοί οι δείκτες απεικονίζουν τις μηνιαίες net of fee αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου με ίσης στάθμισης funds.

ALTVEST (www.altvest.com)

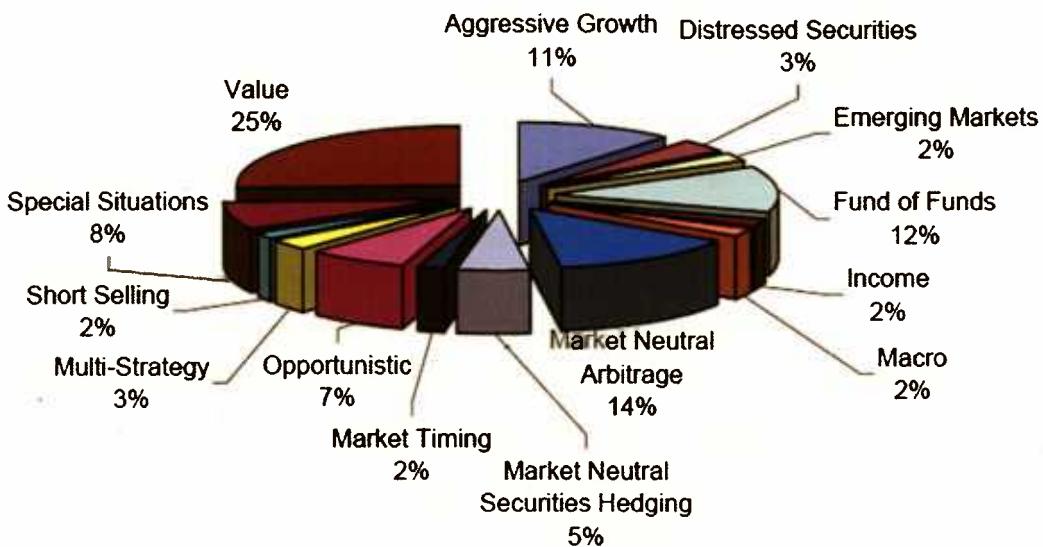
Η Altvest είναι μια ιστοσελίδα των hedge funds που στοχεύει να παρέχει στους επενδυτές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις εναλλακτικές επενδύσεις. Η βάση δεδομένων Altvest περιέχει πληροφορίες για περίπου 2000 hedge funds. Από τις μηνιαίες net of fee αποδόσεις αυτών των funds η Altvest υπολογίζει 14 δείκτες ίσης στάθμισης.

TUNA (www.hedgefund.net)

Το Hedgefund.net είναι μια ιστοσελίδα με hedge funds που προσφέρει στους επενδυτές δωρεάν πληροφορίες για τα hedge funds και στοιχεία για την απόδοση. Οι βάσεις δεδομένων καλύπτουν γύρω στα 1.800 hedge funds και

δημιουργούν τη βάση για τον υπολογισμό 35 δεικτών, οι οποίοι αντανακλούν τις μηνιαίες net of fee αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου με ίσης στάθμισης funds.

Παρακάτω, στο διάγραμμα 1.3, παρουσιάζουμε την κατανομή των στρατηγικών των hedge funds. Η μεγαλύτερη ομάδα hedge funds είναι ταξινομημένη ως Long/Short. Αυτά τα κεφάλαια έχουν τις substantial short θέσεις ή χρησιμοποιούν τα παράγωγα για να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο αγοράς των long θέσεών τους. Μερικά κεφάλαια σε αυτήν την ομάδα προσπαθούν ρητά να είναι "Equity Market Neutral", δηλαδή, για να επιτύχουν τις θετικές αποδόσεις ανεξάρτητα από τις γενικές μετακινήσεις αγοράς. Οι στρατηγικές του Arbitrage στοχεύουν να εκμεταλλευτούν τα mispricings των τίτλων (όπως οι ανάρμοστες σχετικές αξιολογήσεις των μετατρέψιμων ομολόγων και των υποκείμενων μετοχών και ομόλογων) ή των ασυνήθιστων spreads μεταξύ των επιτοκίων των διάφορων σταθερής απόδοσης τίτλων. Αυτοί οι τύποι κεφαλαίων κάνουν τη βαριά χρήση των στατιστικών και μαθηματικών υποδειγμάτων σε μία προσπάθεια να συλληφθούν οι αναποτελεσματικότητες αγοράς. Τα Event Driven funds προσπαθούν να συλλάβουν τα κέρδη από τις εταιρικές αναδομήσεις (corporate restructurings) ή από τις συγχωνεύσεις και τις εξαγορές.



Διάγραμμα 1.3: Κατηγορίες των Hedge Funds. Παρουσιάζεται η κατανομή των αριθμών των Hedge Funds ανάμεσα στις στρατηγικές τύπου TASS, Μάρτιος του 2004.

Κατευθυντήριες στρατηγικές (Directional Strategies) υιοθετούνται από τις Global Macro, Emerging Markets, Dedicated Short Bias, και τα Managed Futures funds. Αυτές οι στρατηγικές θα προσπαθήσουν να ωφεληθούν από τη βραχυπρόθεσμη ορμή στο νόμισμα (short-term momentum in currencies), τις μετακινήσεις τιμών μετοχών, ομολόγων, ή προϊόντων και τα κεφάλαια που ακολουθούν αυτές τις στρατηγικές περιγράφονται συχνά ως οπαδούς τάσης. Η κατηγορία των Fund of Funds καλύπτει τα διοικούμενα χαρτοφυλάκια των hedge funds που προσπαθούν να παρέχουν στους επενδυτές ένα διαφοροποιημένο όχημα που προορίζεται για να ταιριάξει με ή να υπερβεί τη συγκριτική μέτρηση επιδόσεων του κλάδου. Αυτά τα κεφάλαια πωλούνται στη πλειοψηφία στα άτομα με καθαρά υψηλό εισόδημα.

1.5 Χαρακτηριστικά και δομή των Hedge Funds.

Τα χαρακτηριστικά των hedge funds μπορούν να ποικίλουν ανάλογα με το νομικό πλαίσιο σε διάφορες χώρες και τα σχέδια που χρησιμοποιούν. Αλλά έχουν γενικά τα παρακάτω χαρακτηριστικά και επίσης παρόμοιες διαδικασίες συνδρομής και απόσυρσης. Τα hedge funds γενικά δεν συλλέγουν τα κεφάλαια μέσω δημοσίων προσφορών αλλά κατά προτίμηση από ιδιωτικές προσφορές. Επομένως, οι επενδυτές συχνά βρίσκουν το hedge fund που ταιριάζει στις ανάγκες τους χρησιμοποιώντας ερευνητικές επιχειρήσεις, που αποκαλούνται "gatekeepers", οι οποίες αξιολογούν τους κινδύνους και τις αποδόσεις μεμονωμένων funds και παρέχουν πληροφορίες για τα hedge funds όταν κάποιοι θέλουν να επενδύσουν σε hedge funds.

Διαδικασία Αγοράς των Hedge Funds

Οι επενδυτές επιλέγουν κάποιο fund αφού πρώτα λάβουν ένα φυλλάδιο με τα μεμονωμένα hedge funds και αξιολογήσουν προσεκτικά τις πληροφορίες. Αφού έχουν πάρει την απόφαση να επενδύσουν, οι επενδυτές ταχυδρομούν τα απαιτούμενα έγγραφα όπως η αίτηση υποψηφιότητας στο συμβαλλόμενο μέρος που υποδεικνύεται στο φυλλάδιο και μεταφέρουν χρήματα στον καθορισμένο τραπεζικό λογαριασμό. Οι ημερομηνίες αγορών περιορίζονται χαρακτηριστικά σε ορισμένες ημέρες του μήνα, όπως το τέλος του μήνα, και η αίτηση αγοράς και η πληρωμή πρέπει να γίνει με το

διευκρινισμένο όρο πριν από τις ημερομηνίες αγορών. Πολλά funds θέτουν μια ελάχιστη απαίτηση επένδυσης των 100.000 αμερικάνικων δολαρίων.

Ρυθμιστικό περιβάλλον στο κλάδο των Hedge Funds

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Securities and Exchange Commission (SEC) τροποποίησε τους κανονισμούς για να τοποθετήσει σφιχτότερους περιορισμούς στους διαχειριστές επενδύσεων. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, έγινε η παρουσίαση στους θεσμικούς επενδυτές ενός νέου συλλογικού οχήματος επένδυσης που έχει τα χαρακτηριστικά των hedge funds, και ονομάζεται Qualified Investor Schemes. Σε κάποιες Ευρωπαϊκές και Ασιατικές χώρες, έχει προβλεφτεί τα τελευταία χρόνια η κατασκευή ενός νομικού περιβάλλοντος που να επιτρέπει στα hedge funds να στοχεύσουν λιανικούς επενδυτές. Αν και οι κατευθύνσεις των αλλαγών είναι μη ομοιόμορφες, έχουν σημειωθεί νομικές εξελίξεις όσον αφορά τα hedge funds. Όλες αυτές οι αλλαγές γίνονται για να βρεθεί η σωστή ισορροπία μεταξύ της εξασφάλισης ενός ευρύ φάσματος από επιλογές επένδυσης για τους επενδυτές και την προστασία των επενδυτών.

Πολλοί θεσμικοί επενδυτές είναι στη φάση του να αποφασίσουν αν θα επενδύσουν ή όχι σε hedge funds και αν ναι, σε ποια είδη. Οι περισσότεροι θα αποφασίσουν συγκρίνοντάς τα χαρακτηριστικά μέσος-διακύμανση των χαρτοφυλακίων με και χωρίς hedge funds, όπου το συστατικό hedge fund αντιπροσωπεύεται από ένα δημόσια διαθέσιμο δείκτη hedge fund. Όμως υπάρχουν δυο προβλήματα που σχετίζονται με αυτή τη προσέγγιση. Πρώτον, υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους δείκτες που παρουσιάζονται από τους διάφορους προμηθευτές δεδομένων. Τα συμπεράσματα οπότε θα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την επιλογή του δείκτη. Δεύτερον, οι στατιστικές ιδιότητες αυτών των δεικτών είναι σε μεγάλο βαθμό ασυνήθιστες. Οι μηνιαίες αποδόσεις των δεικτών δεν είναι καθόλου κανονικά κατανεμημένα. Αυτό συνεπάγεται ότι η εκτίμηση των χαρτοφυλακίων μόνο με βάση τις μηνιαίες μέσες τιμές και διακυμάνσεις παραλείπει ένα σημαντικό αριθμό άλλων σημαντικών ιδιοτήτων. Επιπλέον, οι μηνιαίες αποδόσεις παρουσιάζουν σημαντική σειριακή συσχέτιση, η οποία μπορεί να οδηγήσει κάποιον να υποεκτιμήσει την πραγματική μεταβλητότητα και συσχέτιση.

Ακολούθως, παραθέτουμε μια περιγραφή των κύριων χαρακτηριστικών της μεταβλητότητας των αποδόσεων των hedge funds. Τα hedge funds είναι

ενδιαφέροντα για τους επενδυτές και τους ακαδημαϊκούς, επειδή παρουσιάζουν πολύ διαφορετικά σχεδιαγράμματα αποδόσεων από τα αμοιβαία κεφάλαια.

Πολλή προσοχή έχει εστιαστεί στην τεκμηρίωση των γενικών χαρακτηριστικών της απόδοσης κεφαλαίων. Ένα σύνολο αποτελεσμάτων, που πρώτα αναφέρθηκε από τους Fung και Hsieh (1997), είναι ότι οι αποδόσεις των hedge funds έχουν χαρακτηριστικά χαμηλή συσχέτιση στους τυποποιημένους δείκτες περιουσιακών στοιχείων. Αυτό είναι τεκμηριωμένο εκτενέστερα στο Schneeweiss και Spurgin (1998) και επιβεβαιώνεται σε όλες τις επόμενες μελέτες. Ένα δεύτερο σύνολο αποτελεσμάτων, που αναφέρονται στο Fung και Hsieh (1997) και που επιβεβαιώνονται στο Brown, Goetzmann, και Ibbotson (1999) και Brown, Goetzmann, και Park (1997), παρουσίασε ποσοτικά ότι υπάρχουν πολλές μορφές hedge funds, η κάθε μια παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά αποδόσεων. Αυτοί είναι οι τύποι ενδιαφερουσών συμπεριφορών που κάνουν τα hedge funds σημαντικά ως "εναλλακτικές επενδύσεις" ανάμεσα στις τυποποιημένες κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων.

Αυτά τα δύο σύνολα αποτελεσμάτων έχουν σημαντική επίπτωση στη κατασκευή και διαχείριση κινδύνου των χαρτοφυλακίων των hedge funds. Γενικά, τα hedge funds είναι επενδύσεις του τύπου "μηδέν-beta". Είναι ευρέως γνωστό ότι, αν και οι τίτλοι τύπου μηδέν-beta δεν έχουν κανέναν συστηματικό κίνδυνο, υπάρχει ο απόλυτος κίνδυνος. Για παράδειγμα, έχουν υπάρξει περιπτώσεις αποτυχιών των hedge funds με έναν τρόπο που είναι σύμφωνος με την κατοχή του "κινδύνου γεγονότος" (event risk) στις μορφές εμπορικών συναλλαγών τους. Μια προκείμενη περίπτωση είναι το Long Term Capital Management (LTCM). Από την έναρξη έως τα μέσα του 1998, οι αποδόσεις του LTCM είχαν χαμηλή συσχέτιση με οποιεσδήποτε από τις σημαντικότερες αγορές περιουσιακών στοιχείων και είχε μια τυπική απόκλιση συγκρίσιμη με αυτήν του δείκτη S&P 500. Ενώ το LTCM είχε χαμηλό συστηματικό και απόλυτο κίνδυνο όπως μετριέται από συμβατικές μέθοδοι, αυτό εν τούτοις είχε σημαντικό κίνδυνο που ήταν εμφανές στο δεύτερο μισό του 1998.

Τα χαρακτηριστικά απόδοσης μηδέν-beta και κίνδυνος γεγονότος σήμαιναν ότι απλά γραμμικά στατιστικά μέτρα όπως οι τυπικές αποκλίσεις, οι αναλογίες Sharpe, και οι συσχετίσεις με τους τυποποιημένους δείκτες περιουσιακών στοιχείων μπορεί να είναι παραπλανητικά μέτρα του κινδύνου των hedge funds. Αυτές οι προειδοποιήσεις σημειώθηκαν σαφώς στο Fung και Hsieh (1997). Επομένως για να καταλάβουμε τον κίνδυνο και την απόδοση των hedge funds, πρέπει να

μοντελοποιήσουμε τις δυναμικές στρατηγικές εμπορικών συναλλαγών τους. Παραδείγματος χάριν, οι Fung και Hsieh (2001) εφάρμοσαν στρατηγικές με δικαιώματα προαίρεσης για να μοντελοποιήσουν στρατηγικές που ακολουθούν τάση.

Μπροστά σε αυτή την κατάσταση, υπάρχουν δύο προσεγγίσεις που προάγουν την κατανόησή μας για τις επενδύσεις σε hedge funds. Μια προσέγγιση υποβάλλει την ερώτηση: "Ως κατηγορία επένδυσης, ποιος είναι ο είδος χαρακτηριστικών κινδύνου απόδοσης που προσφέρει ο κλάδος των hedge funds ως σύνολο;" Η άλλη, πιο λεπτομερής ερώτηση, είναι: "Πώς μπορεί κάποιος να κατασκευάσει τα χαρτοφυλάκια των hedge funds και να διαχειριστεί τον τρέχοντα κίνδυνο;" Αυτές είναι δύο ευδιάκριτες προσεγγίσεις για τους ακόλουθους λόγους.

Αναφερόμαστε στην πρώτη ερώτηση ως ερώτηση μέτρησης της επίδοσης (performance). Η απάντησή της θα δώσει το μήνυμα στους επενδυτές εάν το γενικό σχεδιάγραμμα απόδοσης του κλάδου των hedge funds είναι ελκυστικό. Μόλις πειστούν ότι τα γενικά χαρακτηριστικά απόδοσης του κλάδου προσθέτουν αξία, οι επενδυτές μπορούν άμεσα να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις αποδόσεις με τη χρησιμοποίηση του κεφαλαίου των διαχειριστών των hedge funds.

Εάν ένας επενδυτής επιθυμεί να διαχειριστεί άμεσα μια επένδυση σε hedge funds, τότε απαντήσεις στην ερώτηση διαχείρισης χαρτοφυλακίων είναι ουσιαστικές. Αυτό φυσικά συνεπάγεται την ανάπτυξη αναλυτικού πλαισίου για να αξιολογήσει τις πολλές μορφές εμπορικών συναλλαγών που προσφέρονται από τους διαχειριστές των hedge funds, εκτενείς οφειλόμενες προσπάθειες επιμέλειας, και εργαλεία για να βοηθήσουν στην κατασκευή και την τρέχουσα διαχείριση του χαρτοφυλακίου. Αυτές οι δύο προσεγγίσεις δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες. Πράγματι, οι θεσμικοί επενδυτές τις έχουν ακολουθήσει παράλληλα ως μέρος μιας γενικής διοικητικής στρατηγικής (Fung και Hsieh, 2000).

Υπάρχουν μερικά βασικά εμπόδια στην παράδοση σύντομων απαντήσεων σε αυτές τις δύο ερωτήσεις. Οι πληροφορίες για τα hedge funds δεν είναι εύκολα διαθέσιμες. Στις ΗΠΑ, τα hedge funds είναι γενικά προσφερόμενα μέσω των ιδιωτικών τοποθετήσεων, - οι οποίες απαλλάσσονται από απαιτήσεις εγγραφής και κοινοποίησης που κυβερνούν την έκδοση και τις εμπορικές συναλλαγές των δημόσιων τίτλων. Η έλλειψη απαιτήσεις κοινοποίησης το καθιστά δύσκολο να λάβουμε πληροφορίες για τα hedge funds, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ επειδή η Securities

Exchange Commission (SEC) περιορίζει ρητά τη δυνατότητα των offshore³ hedge funds να διαδώσουν πληροφορίες για τις δραστηριότητές τους. Δεν υπάρχει καμία ένωση για το κλάδο των hedge funds, όπως είναι η Investment Company Institute, η οποία παρέχει γενικές πληροφορίες με βεβαιωμένη ακρίβεια για τα αμοιβαία κεφάλαια. Ευρέως γνωστοί προμηθευτές βάσης δεδομένων των στοιχείων αμοιβαίων κεφαλαίων, όπως η Morningstar, δεν προσφέρουν μια συγκρίσιμη υπηρεσία για τα hedge funds. Οι επενδυτές και οι ακαδημαϊκοί έχουν στηριχθεί σε πληροφορίες που συλλέγονται από τους προμηθευτές βάσεων δεδομένων και από διαχειριστές των hedge funds που θα συνεργάζονταν.

Μεροληψίες στις Αναφερόμενες Αποδόσεις των Hedge Funds

Υπάρχουν διάφορες μεροληψίες στους δημοσιευμένους δείκτες των αποδόσεων των hedge funds. Σε αυτό το τμήμα περιγράφουμε αυτές τις μεροληψίες και παρέχουμε μετρήσεις των σημαντικότερων εκ αυτών.

Σε βασικό επίπεδο, οι επενδυτές και οι ακαδημαϊκοί θέλουν να μετρήσουν την απόδοση (performance) μιας χαρακτηριστικής επένδυσης σε hedge funds. Η απόδοση του χαρτοφυλακίου αγοράς των hedge funds μπορεί να είναι εύκολα υπολογίσιμη εάν κάποιος είχε πρόσβαση στα πλήρη στοιχεία της συμπεριφοράς και των περιουσιακών στοιχείων κάτω από διαχείριση, όλων των hedge funds, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που έχουν πάψει να λειτουργούν. Δυστυχώς, τέτοιου είδους αρχεία δεν υπάρχουν. Σαν οχήματα ιδιωτικής επένδυσης που είναι, τα hedge funds δεν είναι υποχρεωμένα να αποκαλύψουν την επίδοσή τους δημοσίως. Κατά συνέπεια, το χαρτοφυλάκιο αγοράς των hedge funds δεν μπορεί να παρατηρηθεί.

Δύο πιθανές μεροληψίες μπορούν να προκύψουν κατά τη χρησιμοποίηση του χαρτοφυλακίου των hedge funds σε μια βάση δεδομένων για να αντιπροσωπεύσουν

³ Σύγκριση των onshore και offshore hedge funds: Τα offshore hedge funds διαφέρουν από τα onshore hedge funds ως εξής. Ένα onshore hedge fund δέχεται τους αμερικανικούς εγκατεστημένους επενδυτές και λειτουργεί κάτω από ρυθμιστικό περιβάλλον. Ειδικότερα, ένα onshore hedge fund δεν μπορεί να έχει περισσότερους από 100 επενδυτές (αυτός ο περιορισμός έχει ανέβει στους 500 επενδυτές από το 1999). Ένα offshore hedge fund λειτουργεί έξω από τις ΗΠΑ, και δέχεται πρωτίστως τα άτομα που δεν είναι υπήκοοι των ΗΠΑ. Παραδοσιακά, πολλοί διαχειριστές των hedge funds χρησιμοποιούν ταυτόχρονα onshore και offshore μηχανισμούς που υιοθετούν σχεδόν τις ίδιες στρατηγικές.

το χαρτοφυλάκιο αγοράς. Η "selection" bias εμφανίζεται εάν τα hedge funds στο παραπηρούμενο χαρτοφυλάκιο δεν είναι αντιπροσωπευτικά του κόσμου των hedge funds. Η "instant history" bias εμφανίζεται εάν οι προμηθευτές βάσεων δεδομένων backfill την επίδοση ενός hedge fund όταν προσθέτουν ένα νέο κεφάλαιο στη βάση δεδομένων. Αφήνοντας κατά μέρος τα ζητήματα για τις μεθόδους συλλογής δεδομένων, η selection bias είναι μια φυσική συνέπεια του τρόπου που ο κλάδος των hedge funds οργανώνεται, ενώ η instant history bias εκτιμάται ότι παράγεται συνθετικά από μεθόδους συλλογής βάσεων δεδομένων.

Ο υπολογισμός της απόδοσης του "παραπηρούμενου χαρτοφυλακίου" από μια δεδομένη βάση δεδομένων απαιτεί ένα ακριβές αρχείο των κεφαλαίων που εισχωρούν και αναχωρούν από εκείνη τη βάση δεδομένων. Μια ακατέργαστη και μεροληπτική μέθοδος είναι να χρησιμοποιήσουμε την απόδοση (performance) μόνο των "ενεργών" κεφαλαίων, δηλαδή, εκείνα τα hedge funds σε μια βάση δεδομένων που είναι ακόμα σε λειτουργία. Αυτό το ονομάζουμε απόδοση του "ενεργού χαρτοφυλακίου". Αυτή η διαδικασία μπορεί να οδηγήσει στη "survivorship bias" εάν τα funds βγήκαν από μια βάση δεδομένων εξαιτίας των λόγων απόδοσης. Όπως η selection bias, η survivorship bias είναι επίσης μια φυσική μεροληψία υπό την έννοια ότι αυτή προκύπτει φυσικά από τη διαδικασία γέννησης, ανάπτυξης και θανάτου των hedge funds.

Μόλις οι μεροληψίες έχουν αναγνωριστεί και εκτιμηθεί, οι ερευνητές μπορούν να έχουν μια καλύτερη εκτίμηση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου αγοράς των hedge funds. Τώρα θα περιγράψουμε αναλυτικότερα αυτές τις μεροληψίες.

1. Selection Bias

Ένας σύμβουλος του hedge fund χρειάζεται τη συγκατάθεση ενός διαχειριστή του hedge fund πριν δώσει πληροφορίες σε τρίτα άτομα. Αυτό δημιουργεί τη δυνατότητα για την ύπαρξη selection bias. Πιθανώς, μόνο τα funds με την καλή εκτέλεση θέλουν να περιληφθούν σε μια βάση δεδομένων, το οποίο σημαίνει ότι οι αποδόσεις των funds που βρίσκονται στη βάση δεδομένων είναι υψηλότερες από τις αποδόσεις όλων των υπαρχόντων funds. Αυτό σημαίνει ότι η βάση δεδομένων ενός

προμηθευτή μπορεί να μην παρέχει μια αληθινή εικόνα της επιτεύξιμης επίδοσης όλων των διαθέσιμων funds για επένδυση⁴.

Οι διαχειριστές με ανώτερη επίδοση δεν συμμετέχουν απαραιτήτως στις βάσεις δεδομένων των προμηθευτών, ιδιαίτερα όταν οι διαχειριστές δεν ενδιαφέρονται για την προσέλκυση περισσότερου κεφαλαίου. Για παράδειγμα, το Quantum Fund του George Soros έχει κλείσει ως προς τις νέες επενδύσεις από το 1992 παρόλο που το Quantum έχει έναν θρυλικό αρχείο επίδοσης. Στην πραγματικότητα, το Quantum έχει επιστρέψει τακτικά κεφάλαιο στους επενδυτές και κρατάει τα περιουσιακά στοιχεία του Fund που είναι κάτω από διαχείριση σε περίπου 5 δισεκατομμύρια δολάρια. Εντούτοις, οι προμηθευτές των βάσεων δεδομένων μπορούσαν να λάβουν τις αποδόσεις του Quantum μέσω άλλων δημόσιων πηγών. Σε αντίθεση, το Long Term Capital Management κράτησε επιτυχώς κρυφή την επίδοσή του από τους προμηθευτές βάσεων δεδομένων και από το ευρύ κοινό από την έναρξή του. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι υπάρχουν παράγοντες αντιστάθμισης σε λειτουργία. Ενώ κάποιοι διαχειριστές των hedge funds είναι πρόθυμοι να περιλάβουν τη "καλή" εκτέλεσή τους μέσα στις βάσεις δεδομένων των προμηθευτών, άλλοι διαχειριστές κρατούν σκόπιμα την "καλή" τους εκτέλεση μακριά τους. Αυτό περιορίζει το μέγεθος της selection bias.

2. Instant history ή Backfill Bias

Αντίθετα από τα στοιχεία για τα αμοιβαία κεφάλαια, που πρέπει να υποβάλουν έκθεση στους ρυθμιστές και επενδυτές με τις περιοδικές ελεγχόμενες αποδόσεις τους, τα hedge funds παρέχουν τις πληροφορίες στους εκδότες βάσεων δεδομένων μόνο εάν επιθυμούν να κάνουν έτσι. Οι διαχειριστές συχνά θα δημιουργήσουν ένα hedge fund με το κεφάλαιο εκκίνησης και θα αρχίσουν να αναφέρουν τα αποτελέσματά τους σε κάποια μεταγενέστερη ημερομηνία και μόνο εάν τα αρχικά αποτελέσματα είναι ευνοϊκά. Επιπλέον, τα ευνοϊκότερα των πρώτων αποτελεσμάτων έπειτα "ενσωματώνονται" στη βάση δεδομένων μαζί με τις αναφορές των σύγχρονων αποτελεσμάτων.

Τα νέα hedge funds συνήθως περνάνε μια περίοδο «θερμοκηπίου» (incubation period), χρησιμοποιώντας χρήματα των φίλων και συγγενών του διαχειριστή. Όταν

⁴Πρέπει να σημειώσουμε ότι selection bias δεν υπάρχει σε βάσεις δεδομένων των αμοιβαίων κεφαλαίων, επειδή τα αμοιβαία κεφάλαια είναι υποχρεωμένες να αποκαλύπτουν δημόσια την επίδοσή τους.

Θα έχουν συντάξει μια "καλή" επίδοση, αυτά τα funds έπειτα διαπραγματεύονται τα ίδια στους προμηθευτές των βάσεων δεδομένων και στους συμβούλους των hedge funds. Όταν οι προμηθευτές βάζουν αυτά τα funds στις βάσεις δεδομένων τους, κάνουν "backfill" τις προηγούμενες αποδόσεις κατά τη διάρκεια της περιόδου επώασης. Ο Park (1995) υπολόγισε τη περίοδο επώασης να είναι 27 μήνες στη βάση δεδομένων MAR CTA. Οι Brown, Goetzmann, και Park (1997) βρήκαν ότι η περίοδος επώασης στη βάση δεδομένων TASS CTA είναι 27 μήνες επίσης, αλλά 15 μήνες στη βάση δεδομένων hedge funds TASS.

Εντυχώς, τα στοιχεία διαθέσιμα από την TASS Research, μία μονάδα της ομάδας hedge fund Tremont Capital Management, δείχνουν πότε το hedge fund άρχισε την αναφορά. Ως εκ τούτου, μπορούμε να εξετάσουμε τις backfilled αποδόσεις και να τις συγκρίνουμε με εκείνες τις αποδόσεις που αναφέρθηκαν προσφάτως. Το αποτέλεσμα πρέπει να δείξει το βαθμό στον οποίο οι backfilled αποδόσεις παρουσιάζουν μεροληψία προς τα πάνω.

3. Survivorship bias

Επισήμως, τα στοιχεία των hedge funds που πωλούνται από τους προμηθευτές βάσεων δεδομένων περιέχουν μόνο πληροφορίες για τα κεφάλαια που είναι ακόμα σε λειτουργία. Το ίδιο πράγμα ισχύει για τη βάση δεδομένων Morningstar αμοιβαίων κεφαλαίων. Η λογική αυτή εμφανίζεται να βασίζεται στην υπόθεση ότι "οι συνδρομητές σε αυτές τις υπηρεσίες στοιχείων ενδιαφέρονται μόνο για τα funds στα οποία μπορούν να επενδύσουν το κεφάλαιό τους."

Οι βάσεις δεδομένων που περιέχουν πληροφορίες μόνο για τα υπάρχοντα funds είναι γνωστό ότι περιλαμβάνουν πιθανές μεροληψίες. Για να εξηγήσουμε αυτές τις μεροληψίες, μια κοινή πρακτική είναι να διακρίνουμε μεταξύ των "ενεργών" κεφαλαίων και "defunct" κεφαλαίων. Τα "ενεργά" κεφάλαια αναφέρονται σε εκείνα τα funds που είναι ακόμα σε λειτουργία και εκθέτουν τις πληροφορίες στους προμηθευτές βάσεων δεδομένων στο τέλος του δείγματος στοιχείων. Τα "defunct" κεφάλαια αναφέρονται σε εκείνα τα κεφάλαια που έχουν άφήσει τη βάση δεδομένων για οποιοδήποτε αριθμό λόγων, που συμπεριλαμβάνουν χρεοκοπήσεις, ρευστοποιήσεις, συγχωνεύσεις, αλλαγές ονόματος, και εθελοντική διακοπή της υποβολής έκθεσης πληροφοριών. Εάν τα κεφάλαια γίνονται defunct πρωτίστως λόγω της κακής επίδοσης (performance), τότε η ιστορική επίδοση των ενεργών κεφαλαίων είναι ένα προς τα πάνω μεροληπτικό μέτρο της εμπειρίας ενός χαρακτηριστικού

επενδυτή σε hedge fund, ο οποίος θα είχε επενδύσει και στα ενεργά και τα defunct funds. Αυτή η μεροληγία είναι γνωστή ως "survivorship" bias.

Παρατηρείται ότι τα defunct funds (ανεξάρτητα από το λόγο που έχουν γίνει defunct) παραδοσιακά έχουν χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τα ενεργά funds. Παρόλα αυτά, τα funds που ρευστοποιήθηκαν είχαν χειρότερα αποτελέσματα σε σχέση με τα funds που έγιναν defunct για άλλους λόγους.

4. End-of-Life Reporting Bias

Τα hedge funds σταματούν γενικά την αναφορά των αποτελεσμάτων τους κατά τη διάρκεια των τελευταίων αρκετών μηνών των ζωών τους (Malkiel και Saha, 2004). Παραδείγματος χάριν, το Long-Term Capital Management έχασε 92 τοις εκατό του κεφαλαίου της μεταξύ του Οκτωβρίου του 1997 και Οκτωβρίου του 1998. Καμία από αυτές τις αρνητικές αποδόσεις δεν αναφέρθηκε στους προμηθευτές βάσεων δεδομένων. Οι Posthuma and van der Sluis (2004) έχουν υπολογίσει την μεροληγία υποθέτοντας ότι το hedge fund έχει μια αρνητική απόδοση στο μήνα αφότου σταμάτησε η αναφορά του. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς τους, η μέση απόδοση του κλάδου των hedge funds θα μειωνόταν περίπου πάνω από 600 basis points το χρόνο εάν η μη-αναφερόμενη απόδοση του περασμένου μήνα ήταν αρνητική 50 τοις εκατό για τα funds που αφήνουν τη βάση δεδομένων. Αυτή η μέθοδος ρυθμιστικής μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια των διάφορων δεικτών hedge funds αλλά έχουμε επιλέξει να αποφεύγουμε τέτοιες ad hoc ρυθμίσεις στα στοιχεία για δύο λόγους: Κατ' αρχάς, είναι δυνατό μερικά funds να σταμάτησαν την αναφορά όχι επειδή απέτυχαν, αλλά επειδή δεν θέλησαν να προσελκύσουν νέα κεφάλαια. Πράγματι, οι Ackerman κ.ά (1999) υποστηρίζουν ότι πολλά funds με ισχυρά αποτελέσματα σταματούν να αναφέρουν στοιχεία επειδή δεν απαιτούν πλέον τις υπηρεσίες ενός προμηθευτή στοιχείων. Δεύτερον, προτιμάμε να στηριχθούμε αντί αυτού στις ρυθμίσεις που μπορούν να τεκμηριωθούν μέσω της χρήσης πραγματικών αναφερόμενων αποτελεσμάτων. Πρέπει να αναγνωρίσουμε, εντούτοις, ότι ακόμη και τα ρυθμισμένα στοιχεία αποδόσεων είναι πιθανό να παρουσιάζουν μεροληγία προς τα πάνω.

2.1 ΜΕΤΡΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η θεωρία βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου έχει διανύσει μεγάλη διαδρομή από την πρωταρχική εργασία του Markowitz (1952) η οποία εισάγει την απόδοση/διακύμανση ως πλαίσιο διαχείρισης κινδύνου. Οι εξελίξεις στη θεωρία βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου παρακινούνται από δυο βασικές απαιτήσεις: (1) την κατάλληλη μοντελοποίηση των συναρτήσεων χρησιμότητας, των κινδύνων, και περιορισμών; (2) την αποτελεσματικότητα, δηλαδή, την ικανότητα χειρισμού πολυάριθμων εργαλείων και σεναρίων (Krokhmal, Palmquist και Uryasev, 2002).

Η διαχείριση κινδύνου έχει λάβει μεγάλη προσοχή από τους ελεύθερους επαγγελματίες, τους ρυθμιστές, και τους ερευνητές, τα τελευταία χρόνια με το Value-at-Risk (VaR) που έχει προκύψει ως ένα από τα πιο δημοφιλή εργαλεία. Για παράδειγμα, η Basle Committee on Banking Supervision απαιτεί από τις αμερικανικές τράπεζες να χρησιμοποιούν το VaR για να καθορίσουν το ελάχιστο κεφάλαιο που χρειάζονται για την στήριξη των διαπραγματεύσιμων χαρτοφυλακίων τους. Επιπλέον, η Securities and Exchange Commission απαιτεί από registrants να παρέχουν ποσοτική πληροφόρηση για τον κίνδυνο της αγοράς, και το VaR αποτελεί μια από τις εναλλακτικές αποκάλυψης αυτού του κινδύνου. Επίσης, ο Hull (2003, σελ.342) σημειώνει ότι το VaR χρησιμοποιείται ευρέως από corporate treasures, διαπραγματευτές, διαχειριστές των funds και χρηματοοικονομικούς οργανισμούς.

Σε αντίθεση, οι ερευνητές έχουν κριτικάρει εκτενώς τη χρήση του VaR ως ένα μέτρο κινδύνου. Για παράδειγμα, οι Artzner, Delbaen, Eber, και Heath (1999) δείχνουν ότι το VaR δεν είναι ένα coherent μέτρο κινδύνου εφόσον αποτυγχάνει να ικανοποιήσει την “ιδιότητα της υποαθροιστικότητας (subadditivity)”. Αυτό συνεπάγεται ότι το VaR ενός χαρτοφυλακίου με δυο στοιχεία μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των VaR του κάθε τίτλου του χαρτοφυλακίου χωριστά (Alexander και Baptista, 2003). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η χρήση του VaR σαν μέτρο κινδύνου μπορεί να οδηγήσει έναν agent να εκτεθεί περισσότερο σε επικίνδυνα assets (βλέπε π.χ., Basak και Shapiro (2001), και Alexander και Baptista (2002a)).

Για αυτούς τους λόγους, οι ερευνητές (π.χ., οι Artzner, Delbaen, Eber, και Heath (1999)) έχουν προτείνει τη χρήση της Conditional Expected Loss (CEL) και του CVaR παρά του VaR, ως μέτρο κινδύνου.

Στη συνέχεια παραθέτουμε τα διάφορα μέτρα κινδύνου (βλέπε π.χ., Krokhmal, Uryasev και Zrazhevsky, 2002) που υπάρχουν για τη διαχείριση κινδύνου ξεκινώντας με το πιο απλό, τη διακύμανση, που θα χρησιμοποιήσουμε τελικά και στην οικονομετρική εφαρμογή μας.

2.1.1 Διακύμανση

Η διακύμανση είναι το πιο απλό και συνηθισμένο μέτρο κινδύνου, η οποία εκφράζει τη διασπορά γύρω από τον μέσο. Επειδή οι επενδυτές συνήθως δεν διακρατούν μεμονωμένα περιουσιακά στοιχεία αλλά χαρτοφυλάκιο από περιουσιακά στοιχεία, θα ασχοληθούμε με τον κίνδυνο (διακύμανση) του χαρτοφυλακίου.

Υποθέσετε ότι υπάρχουν n -περιουσιακά στοιχεία με τυχαίες αποδόσεις r_1, r_2, \dots, r_n . Αυτές έχουν αναμενόμενες τιμές $E(r_1) = \bar{r}_1, E(r_2) = \bar{r}_2, \dots, E(r_n) = \bar{r}_n$. Φτιάχνουμε ένα χαρτοφυλάκιο από αυτά τα n -περιουσιακά στοιχεία χρησιμοποιώντας τα βάρη w_i με $i = 1, 2, \dots, n$ και w_i είναι το ποσό του συνολικού κεφαλαίου που επενδύεται στο i -περιουσιακό στοιχείο.

Η απόδοση του χαρτοφυλακίου δίνεται από τον τύπο:

$$r = w_1 r_1 + w_2 r_2 + \dots + w_n r_n$$

Η αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου δίνεται από:

$$E(r) = w_1 E(r_1) + w_2 E(r_2) + \dots + w_n E(r_n)$$

Συμβολίζουμε τη διακύμανση (variance) της απόδοσης του i -περιουσιακού στοιχείου ως σ_i^2 , τη διακύμανση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου ως σ^2 και τη συνδιακύμανση της απόδοσης του i -περιουσιακού στοιχείου με το j -περιουσιακό στοιχείο ως σ_{ij} . Βρίσκουμε ότι:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= E[(r - \bar{r})^2] = E\left[\left(\sum_{i=1}^n w_i r_i - \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i\right)^2\right] = E\left[\left(\sum_{i=1}^n w_i (r_i - \bar{r}_i)\right) \left(\sum_{j=1}^n w_j (r_j - \bar{r}_j)\right)\right] = \\ &= E\left[\sum_{i,j=1}^n w_i w_j (r_i - \bar{r}_i)(r_j - \bar{r}_j)\right] = \sum_{i,j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad \text{όπου } \sigma_{ii} = \sigma_i^2\end{aligned}$$

Η τυπική απόκλιση (standard deviation) βρίσκεται πολύ απλά από την τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης.

Για να ξεκινήσουμε να κατανοούμε το μηχανισμό και τη δύναμη της διαφοροποίησης, είναι σημαντικό να εξετάσουμε πιο στενά την επίδραση της συνδιακύμανσης (covariance). Η συνδιακύμανση δίνεται από τον τύπο: $Cov(r_i r_j) = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j = \sigma_{ij}$, δηλαδή η συνδιακύμανση ισούται με το γινόμενο του συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των περιουσιακών στοιχείων i και j (ρ_{ij}) με την τυπική απόκλιση του κάθε περιουσιακού στοιχείου. Κρατώντας σταθερά τα σ_i, σ_j όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής συσχέτισης ρ_{ij} τόσο μεγαλύτερη είναι η συνδιακύμανση σ_{ij} και άρα ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου.

Ο συντελεστής συσχέτισης μετρά το βαθμό στον οποίο οι αποδόσεις δυο περιουσιακών στοιχείων κινούνται μαζί προς την ίδια κατεύθυνση και παίρνει τιμές στο διάστημα [-1,1]. Η τιμή 1 του συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient) δηλώνει τέλεια θετική γραμμική συσχέτιση των τιμών των δυο περιουσιακών στοιχείων. Η τιμή -1 δηλώνει τέλεια αρνητική γραμμική συσχέτιση, δηλαδή αντίθετη κίνηση των τιμών των δυο περιουσιακών στοιχείων. Τέλος, η τιμή 0 δηλώνει ανυπαρξία συσχέτισης των τιμών τους.

Ο γενικός τύπος της διακύμανσης ενός χαρτοφυλακίου είναι:

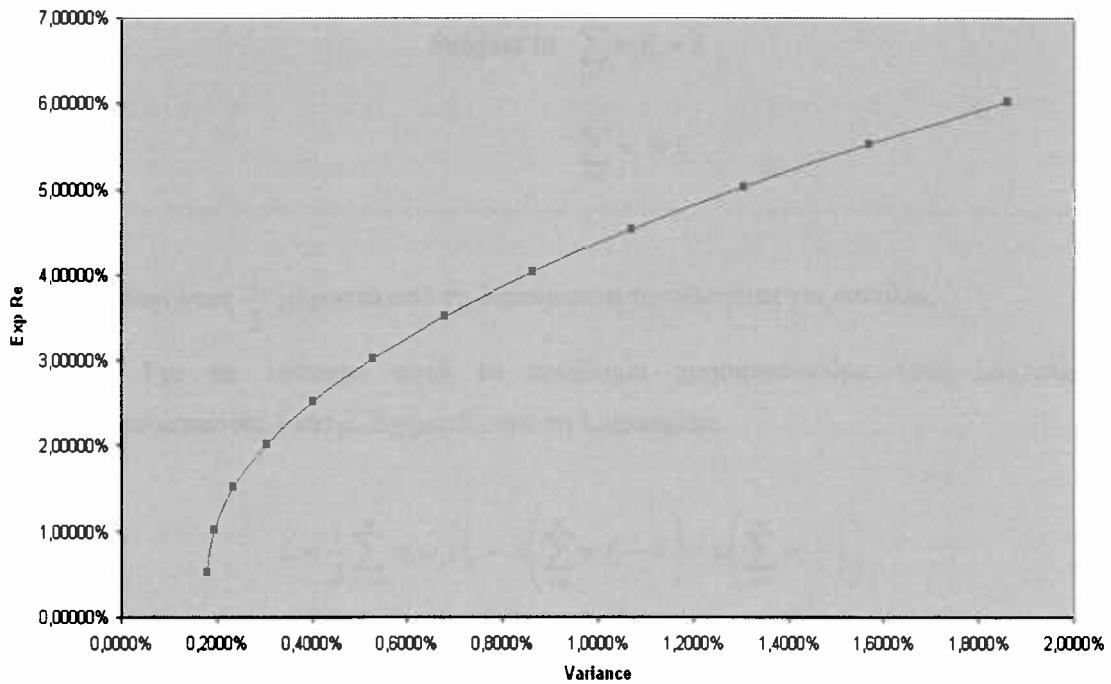
$$Var(r_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n w_i w_j Cov(r_i r_j)$$

Αν τα περιουσιακά στοιχεία έχουν μηδενικό συντελεστή συσχέτισης και επομένως μηδενική συνδιακύμανση, ο τύπος γίνεται:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2$$

Οι περισσότεροι επενδυτές θα προτιμήσουν χαρτοφυλάκια του minimum-variance set, καθώς αυτά έχουν την ιδιότητα της μικρότερης τυπικής απόκλισης για δεδομένο μέσο. Ένας τέτοιος επενδυτής λέγεται ότι αποστρέφεται τον κίνδυνο (risk averse) αφού επιδιώκει την ελαχιστοποίηση του κινδύνου που αναλαμβάνει.

Efficient Frontier



Διάγραμμα 2.1 Αποτελεσματικό Σύνορο.

Πολλοί επενδυτές θα επιλέξουν το χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση για ένα δεδομένο επίπεδο τυπικής απόκλισης. Αυτή η ιδιότητα των επενδυτών ονομάζεται *nonsatiation*.

Μόνο το πάνω τμήμα του minimum-variance set θα ενδιαφέρει τους επενδυτές που είναι *risk averse* και ικανοποιούν το *nonsatiation*. Αυτό το άνω τμήμα του minimum-variance set ονομάζεται **efficient frontier** ή **αποτελεσματικό σύνορο** (βλέπε διάγραμμα 2.1). Τα χαρτοφυλάκια πάνω στο αποτελεσματικό σύνορο είναι αποτελεσματικά από την άποψη ότι παρέχουν τους καλύτερους συνδυασμούς mean variance για τους περισσότερους επενδυτές. Παρακάτω θα εξηγήσουμε τον τρόπο υπολογισμού σημείων πάνω σε αυτό το αποτελεσματικό σύνορο.

To Μοντέλο Markowitz

Τώρα θα διατυπώσουμε ένα μαθηματικό πρόβλημα που οδηγεί σε minimum-variance χαρτοφυλάκια, δηλαδή θα δούμε πως χρησιμοποιούμε τη διακύμανση ως μέτρο κινδύνου.

Για να βρούμε ένα minimum-variance χαρτοφυλάκιο, καθορίζουμε την τιμή που θέλουμε για την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου \bar{r} (fixed mean) και λύνουμε το εξής πρόβλημα:

$$\begin{aligned} \text{Min } & \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \\ \text{Subject to } & \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i = \bar{r} \\ & \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{aligned}$$

Ο παράγοντας $\frac{1}{2}$ μπροστά από τη διακύμανση τοποθετείται για ευκολία.

Για να λύσουμε αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιούμε τους Lagrange πολλαπλασιαστές λ και μ . Σχηματίζουμε τη Lagrangian:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} - \lambda \left(\sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i - \bar{r} \right) - \mu \left(\sum_{i=1}^n w_i - 1 \right)$$

Παίρνουμε τη περίπτωση δυο μεταβλητών (w_1, w_2) που εύκολα γενικεύεται για n μεταβλητές.

$$L = \frac{1}{2} \left(w_1^2 \sigma_1^2 + w_1 w_2 \sigma_{12} + w_2 w_1 \sigma_{21} + w_2^2 \sigma_2^2 \right) - \lambda (\bar{r} w_1 + \bar{r} w_2 - \bar{r}) - \mu (w_1 + w_2 - 1)$$

Οι συνθήκες πρώτης τάξης είναι:

$$\frac{\partial L}{\partial w_1} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \left(2\sigma_1^2 w_1 + \sigma_{12} w_2 + \sigma_{21} w_1 + 2\sigma_2^2 w_2 \right) - \lambda \bar{r}_1 - \mu = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_2} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \left(\sigma_{12} w_1 + \sigma_{21} w_1 + 2\sigma_2^2 w_2 \right) - \lambda \bar{r}_2 - \mu = 0$$

Ξέροντας ότι $\sigma_{12} = \sigma_{21}$, έχουμε:

$$\begin{aligned}\sigma_1^2 w_1 + \sigma_{12} w_2 - \lambda \bar{r}_1 - \mu &= 0 \\ \sigma_2^2 w_2 + \sigma_{12} w_1 - \lambda \bar{r}_2 - \mu &= 0\end{aligned}$$

Έτσι έχουμε δυο εξισώσεις. Επιπλέον υπάρχουν δυο εξισώσεις από τους περιορισμούς. Λύνοντας το σύστημα των τεσσάρων εξισώσεων, βρίσκουμε τους τέσσερις αγνώστους w_1, w_2, λ, μ .

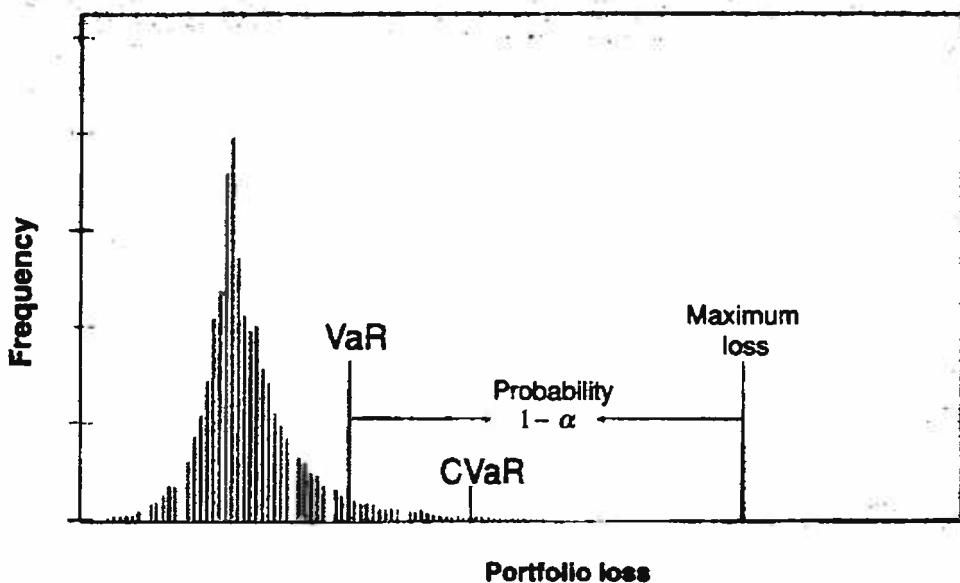
Γενικά από τη Lagrangian θα παίρνουμε n εξισώσεις και δυο από τους περιορισμούς, γίνονται $n+2$ γραμμικές εξισώσεις. Με γραμμική άλγεβρα βρίσκουμε τους $n+2$ αγνώστους και επομένως τα βάρη για ένα αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο με μέσο \bar{r} .

Στην παραπάνω ανάλυση τα w_i δεν υπόκεινται σε κάποιο περιορισμό, το οποίο σήμαινε ότι το short selling επιτρέπεται. Αν θέσουμε τον περιορισμό $w_i \geq 0$ για $i=1,2,\dots,n$ τότε δεν επιτρέπουμε τις ανοιχτές πωλήσεις και το πρόβλημα λύνεται μέσω quadratic programming, καθώς οι περιορισμοί τώρα είναι γραμμικές ισότητες και ανισότητες.

2.1.2 VaR και CVaR

Οι τρέχουσες ρυθμίσεις για τις χρηματοοικονομικές επιχειρήσεις καθορίζουν κάποιες από τις ανάγκες της διαχείρισης κινδύνου σε όρους ποσοστιαίων σημείων των κατανομών απώλειας. Ένα άνω ποσοστιαίο σημείο της κατανομής απωλειών ονομάζεται *Value-at-Risk (VaR)*. Σύμφωνα με τον ορισμό, το VaR είναι ένα ποσοστιαίο σημείο της κατανομής απωλειών, δηλαδή, δεδομένου ενός συγκεκριμένου επιπέδου εμπιστοσύνης α , το α -VaR ενός χαρτοφυλακίου είναι το ελάχιστο ποσό ζ τέτοιο ώστε, με πιθανότητα α , η απώλεια θα είναι μικρότερη ή ίση του ζ . Οι ρυθμίσεις απαιτούν το VaR να είναι ένα κλάσμα του διαθέσιμου κεφαλαίου. Για παράδειγμα, το 95%-VaR είναι μια ανώτερη εκτίμηση των απωλειών η οποία

υπερβαίνεται μόνο με πιθανότητα 5%. Δηλαδή το VaR απαντά στην ερώτηση: «Ποια είναι η μέγιστη ζημιά που αναμένεται να υπερβούμε μόνο π.χ. σε 5 από τις 100 περιπτώσεις σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα;»



Διάγραμμα 2.2

Η δημοτικότητα του VaR είναι κυρίως συνδεδεμένη με μια απλή και εύκολα κατανοητή αντιπροσώπευση των υψηλών απωλειών. Το VaR μπορεί να εκτιμηθεί αρκετά αποτελεσματικά και να διαχειριστεί όταν οι υποκείμενοι παράγοντες κινδύνου κατανέμονται κανονικά (ή λογαριθμικά κανονικά). Ωστόσο, για μη-κανονικές κατανομές, το VaR μπορεί να έχει μη επιθυμητές ιδιότητες (Artzner, Delbaen, Elber, Heath, 1997,1999), όπως είναι η απουσία της υποαθροιστικότητας (sub-additivity), δηλαδή το VaR ενός χαρτοφυλακίου με δυο στοιχεία μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μεμονωμένων VaR αυτών των δυο στοιχείων. Όταν οι αποδόσεις των στοιχείων κατανέμονται κανονικά, το VaR είναι υποαθροιστικό (sub-additive), δηλαδή, η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου μειώνει το VaR. Για μη-κανονικές κατανομές, π.χ. για διακριτή κατανομή, η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου μπορεί να αυξήσει το VaR. Επιπλέον, το VaR είναι δύσκολο να βελτιστοποιηθεί για διακριτές κατανομές, όταν υπολογίζεται χρησιμοποιώντας σενάρια. Σε αυτή τη περίπτωση, το VaR δεν είναι κυρτό (non-convex) (βλέπε τον ορισμό του convexity στο Rockafellar, 1970) και ούτε ομαλό (non-smooth) ως συνάρτηση θέσεων, και έχει πολλαπλά ακρότατα.

Ωστόσο η χρήση του VaR σαν μέτρο κινδύνου στη βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου είναι ένα δύσκολο πρόβλημα αν η κατανομή των αποδόσεων των αξιών του χαρτοφυλακίου δεν είναι κανονική ή δεν είναι λογαριθμικά κανονική. Οι δυσκολίες στη βελτιστοποίηση με το VaR οφείλονται στη μη-κυρτή και μη υποαθροιστική φύση του (Artzner, Delbaen, Elber, Heath [1997, 1999] και Mausser και Rosen [1998]). Μη κυρτότητα του VaR σημαίνει ότι σαν συνάρτηση των θέσεων του χαρτοφυλακίου, παρουσιάζει πολλαπλά τοπικά ακρότατα, κάτι το οποίο αποκλείει τη χρήση αποτελεσματικών τεχνικών βελτιστοποίησης.

Για συνεχείς κατανομές, το CVaR ορίζεται σαν ένας αναμενόμενος μέσος των υψηλών απωλειών που βρίσκονται στο α-μέρος της κατανομής απωλειών ή ισοδύναμα σαν μια υπό συνθήκη αναμενόμενη τιμή των απωλειών που υπερβαίνουν το α-VaR επίπεδο (διάγραμμα 2.2). Για συνεχείς κατανομές απωλειών η α- CVaR συνάρτηση είναι $\Phi_a(\chi)$, όπου χ είναι το διάνυσμα των θέσεων (βαρών) του χαρτοφυλακίου, και μπορεί να γραφτεί με τον ακόλουθο τρόπο:

$$\Phi_a(x) = \frac{1}{1-a} \int_{f(x,y) \geq \xi_a(x)} f(x,y) P(y) dy$$

όπου $f(x,y)$ είναι η συνάρτηση απωλειών που εξαρτάται από το χ . Το τυχαίο διάνυσμα y αναπαριστά τις αβεβαιότητες και έχει κατανομή $P(y)$. Το $\xi_a(x)$ είναι το α-VaR του χαρτοφυλακίου.

Για ασυνεχείς κατανομές το α-CVaR (βλ. Rockafellar και Uryasev, 2000) είναι ένας σταθμισμένος μέσος όρος του α-VaR. Από αυτό προκύπτει ότι το CVaR ενσωματώνει πληροφορίες από το VaR και από τις απώλειες που υπερβαίνουν το VaR. Αν και ενσωματώνει κάποιες από τις καλές ιδιότητες του VaR, όπως η μέτρηση κινδύνων πτώσης και η απεικόνισή τους σε έναν και μόνο αριθμό, εφαρμοσμότητα σε αξίες με μη-κανονικές κατανομές κτλ., το CVaR έχει ουσιώδη πλεονεκτήματα έναντι του VaR από την άποψη της διαχείρισης κινδύνου (risk management).

Πρώτα απ'όλα το CVaR είναι μια κυρτή συνάρτηση των θέσεων του χαρτοφυλακίου. Έτσι έχει ένα κυρτό σύνολο ελαχίστων σημείων, κάτι που απλοποιεί πάρα πολύ τον έλεγχο και τη βελτιστοποίησή του. Ο υπολογισμός και η βελτιστοποίησή του μπορούν να γίνουν εύκολα μέσω quadratic προγραμματισμού,

όπου η βέλτιστη τιμή του CVaR υπολογίζεται ταυτόχρονα με το αντίστοιχο VaR. Για γραμμικές ή εν μέρει γραμμικές συναρτήσεις απωλειών αυτές οι διαδικασίες μπορούν να περιοριστούν σε ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού. Επίσης σε αντίθεση με το a-VaR, το a-CVaR είναι συνεχές λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο εμπιστοσύνης α και έχει σχετικά σταθερές στατιστικές εκτιμήσεις. Ακόμη οι Rockafellar και Uryasev (2002) απέδειξαν ότι για κανονικές κατανομές απωλειών η μεθοδολογία CVaR είναι ισοδύναμη με την προσέγγιση του standard mean variance. Πέρα από το γεγονός ότι το CVaR μπορεί εύκολα να ελεγχθεί και να βελτιστοποιηθεί, το CVaR είναι πιο επαρκές μέτρο από το VaR επειδή λογαριάζει τις απώλειες πέραν του επιπέδου VaR. Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ VaR και CVaR έγκειται στο ότι: το VaR είναι το αισιόδοξο χαμηλότερο όριο στην ουρά απωλειών ενώ το CVaR δίνει την αξία των αναμενόμενων απωλειών του τέλους της ουράς. Στη διαχείριση κινδύνου προτιμάμε να είμαστε ουδέτεροι ή συντηρητικοί παρά αισιόδοξοι.

2.1.3 Conditional Expected Loss (CEL)

Το μοντέλο διαχείρισης κινδύνου Conditional Expected Loss (βλέπε Alexander και Baptista, (2002b)), όπως και το μοντέλο του VaR, απαιτεί από τον χρήστη να ορίσει ένα επίπεδο εμπιστοσύνης και έναν χρονικό ορίζοντα για την επένδυση. Ενώ το VaR ενός χαρτοφυλακίου είναι η μέγιστη απώλεια που αναμένεται να συμβεί στο συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης και χρονικό ορίζοντα, η CEL χαρτοφυλακίου είναι η απώλεια που αναμένεται να συμβεί δεδομένου ότι η απώλεια είναι ίση ή μεγαλύτερη από το VaR του χαρτοφυλακίου.

Διάφορες εργασίες (π.χ., Alexander και Baptista (2002a)) δείχνουν ότι το ελάχιστο χαρτοφυλάκιο κατά CEL βρίσκεται πάνω στο αποτελεσματικό σύνορο κατά Markowitz, ανάμεσα στο χαρτοφυλάκιο ελάχιστης διακύμανσης και το χαρτοφυλάκιο με ελάχιστο VaR. Επομένως, η χρήση της CEL σαν μέτρο κινδύνου οδηγεί σε έναν αποτελεσματικό σύνορο που είναι *μικρότερο* από το mean-variance αποτελεσματικό σύνορο, αλλά *μεγαλύτερο* από το mean-VaR αποτελεσματικό σύνορο. Ειδικότερα, τα mean-variance αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια με μικρές τυπικές αποκλίσεις δεν είναι αποτελεσματικά κατά mean-CEL, ενώ τα mean-CEL αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια με μικρή CEL δεν είναι αποτελεσματικά κατά mean-VaR.

Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, η παρουσία ενός CEL περιορισμού θα οδηγήσει έναν agent με χαμηλή αποστροφή κινδύνου να επιλέξει ένα χαρτοφυλάκιο με μικρότερη τυπική απόκλιση από εκείνο που θα επέλεγε σε περίπτωση απουσίας του περιορισμού. Ωστόσο, υπάρχουν επιπλέον συνθήκες κάτω από τις οποίες ο περιορισμός οδηγεί έναν agent με υψηλή αποστροφή κινδύνου να επιλέξει χαρτοφυλάκιο με μεγαλύτερη τυπική απόκλιση.

Αυτά τα αποτελέσματα ισχύουν επίσης και για ένα mean-variance μοντέλο με VaR περιορισμό. Κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα από την επιλογή χαρτοφυλακίου που προκύπτουν όταν θέτουμε έναν CEL περιορισμό, με εκείνα που προκύπτουν θέτοντας έναν VaR περιορισμό. Για ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης και bound ένας CEL περιορισμός είναι πιο σφικτός από έναν VaR περιορισμό. Κατά συνέπεια, για έναν agent με μικρή αποστροφή κινδύνου, η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου με CEL περιορισμό είναι μικρότερη από την τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου με VaR περιορισμό. Σε αντίθεση, για έναν agent με υψηλή αποστροφή κινδύνου, η τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου με CEL περιορισμό είναι ίση ή μεγαλύτερη από την τυπική απόκλιση του βέλτιστου χαρτοφυλακίου με VaR περιορισμό. Συνολικά, ένας CEL περιορισμός είναι πιο αποτελεσματικός από έναν VaR περιορισμό ως εργαλείο ελέγχου των επιθετικών (δηλαδή με ελάχιστη αποστροφή κινδύνου) διαχειριστών κεφαλαίου. Ωστόσο, υπάρχει μια αδικαιολόγητη πλάγια επίδραση του CEL περιορισμού, γιατί μπορεί να αναγκάσει τους συντηρητικούς (με υψηλή αποστροφή κινδύνου) διαχειριστές κεφαλαίου να επιλέξουν χαρτοφυλάκια με μεγαλύτερες τυπικές αποκλίσεις. Ενώ αυτό το αποτέλεσμα ισχύει και όταν χρησιμοποιούμε το VaR ως εργαλείο διαχείρισης κινδύνου, με την CEL το αποτέλεσμα είναι ακόμα πιο ανώμαλο. Οπότε, τα οφέλη από τη χρήση της CEL αντί του VaR αντισταθμίζονται από τα μειονεκτήματα.

Αφού κάναμε μια σύντομη αναφορά στη CEL και τις ιδιότητές της και το συγκρίναμε με το VaR, μένει να παρουσιάσουμε τον μαθηματικό ορισμό της. Υποθέτουμε ότι δεν υπάρχει στοιχείο μηδενικού κινδύνου. Έστω $n \geq 2$ ο αριθμός των στοιχείων με κίνδυνο στην οικονομία, όπου $\mu \in R^n$ είναι το διάνυσμα των αναμενόμενων αποδόσεων και Σ είναι η θετικά ορισμένη μήτρα διακύμανσης-συνδιακύμανσης των αποδόσεων. Έστω $W = \left\{ w \in R^n : \sum_{j=1}^n w_j = 1 \right\}$ είναι τα χαρτοφυλάκια με καλά-ορισμένες αναμενόμενες αποδόσεις (το w_j ερμηνεύεται ως το

ποσοστό του πλούτου που έχει επενδυθεί στον τίτλο j). Όπως και στο Black (1972) και Merton (1972), δεν αφαιρούμε τη δυνατότητα ακάλυπτης πώλησης (short selling), οπότε τα w_j μπορούν να παίρνουν και αρνητικές τιμές. Για κάθε $w \in W$, ορίζουμε ως r_w την τυχαία απόδοση του χαρτοφυλακίου w , και τα $E[r_w]$ και $\sigma[r_w]$ ορίζουν την αναμενόμενη απόδοση και την τυπική απόκλιση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου w . Έστω ότι $F_w(\cdot)$ είναι η αθροιστική συνάρτηση κατανομής της r_w .

Καθορίζουμε έναν επενδυτικό ορίζοντα και ένα επίπεδο εμπιστοσύνης $t \in (\frac{1}{2}, 1)$. Το VaR του χαρτοφυλακίου είναι η μέγιστη απώλεια που αναμένει κάποιος στο συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης και για την καθορισμένη χρονική διάρκεια. Επισήμως, το VaR ενός χαρτοφυλακίου w σε επίπεδο εμπιστοσύνης 100%, συμβολίζεται $V[t, r_w]$ και ορίζεται ως:

$$V[t, r_w] = -F_w^{-1}(1-t) \quad (1)$$

Η CEL ενός χαρτοφυλακίου είναι η απώλεια που αναμένεται να συμβεί δεδομένου ότι η απώλεια ισούται ή είναι μεγαλύτερη από το VaR του χαρτοφυλακίου, κρατώντας το χαρτοφυλάκιο στο καθορισμένο χρονικό ορίζοντα. Παραδοσιακά, η CEL ενός χαρτοφυλακίου w σε επίπεδο εμπιστοσύνης 100%, συμβολίζεται $L[t, r_w]$ και ορίζεται ως⁵,

$$L[t, r_w] = -E[r_w | r_w \leq -V[t, r_w]] \quad (2)$$

2.1.4 Conditional Drawdown-at-risk

To conditional drawdown-at-risk (CDaR) είναι ένα μέτρο επίδοσης (performance) του χαρτοφυλακίου (βλέπε Chekhlov κ.ά, 2000) που σχετίζεται στενά με το CVaR. Εξ ορισμού το drawdown του χαρτοφυλακίου σε ένα δείγμα είναι η

⁵ Ορίζουμε το VaR και την CEL στις εξισώσεις (1) και (2) έτσι ώστε, αυτά τα μέτρα κινδύνου να καταγράφονται ως θετικοί αριθμοί, αυτή είναι η συμφωνία.

πτώση της uncompoounded⁶ αξίας του χαρτοφυλακίου σε σύγκριση με τη μέγιστη αξία που είχε επιτευχθεί νωρίτερα στο δείγμα.

Υποθέτουμε, για παράδειγμα, ότι αρχίζουμε να παρατηρούμε ένα χαρτοφυλάκιο το Ιανουάριο του 2006 και καταγράφουμε την uncompoounded αξία του κάθε μήνα. Εάν η αρχική αξία του χαρτοφυλακίου ήταν 100.000.000 αμερικάνικα δολάρια και το Φεβρουάριο έφτανε τα 130.000.000 δολάρια, τότε το drawdown του χαρτοφυλακίου για το Φεβρουάριο του 2006 είναι μηδέν. Εάν, το Μάρτιο του 2006 η αξία του χαρτοφυλακίου πέσει στα 90.000.000 δολάρια, τότε το τρέχον drawdown θα ισούται με 40.000.000 δολάρια (σε απόλυτους όρους), ή 30,77%. Μαθηματικά, η συνάρτηση drawdown ενός χαρτοφυλακίου είναι:

$$\tilde{f}(x,t) = \max_{0 \leq r \leq t} \{v_r(x)\} - v_t(x) \quad (1)$$

Όπου x είναι το διάνυσμα των αξιών του χαρτοφυλακίου και $v_t(x)$ είναι η uncompounded αξία του χαρτοφυλακίου τη χρονική στιγμή t . Υποθέτουμε ότι η αρχική αξία του χαρτοφυλακίου είναι 1, επομένως το drawdown είναι η uncompounded απόδοση του χαρτοφυλακίου ξεκινώντας από το προηγούμενο μέγιστο σημείο. Το διάγραμμα 2.3 παρουσιάζει τη σχέση ανάμεσα στην αξία του χαρτοφυλακίου και το drawdown.

Από αυτά τα εισαγωγικά σχόλια, προκύπτει ότι το drawdown ποσοτικοποιεί τις χρηματοοικονομικές απώλειες με συντηρητικό τρόπο: υπολογίζει τις απώλειες για την πιο «δυσμενή» στιγμή της επενδυσης στο παρελθόν σε σύγκριση με την παρούσα φάση. Αυτή η προσέγγιση αντανακλά αρκετά καλά τις προτιμήσεις των επενδυτών οι οποίοι ορίζουν τις επιτρεπόμενες απώλειες ως ποσοστό των αρχικών τους επενδύσεων (π.χ. ένας επενδυτής μπορεί να το θεωρεί απαράδεκτο να χάσει περισσότερο από 10% της επενδυσής του). Ενώ ένας επενδυτής μπορεί να δικαιολογήσει τα βραχυχρόνια drawdowns του λογαριασμού του, θα άρχιζε σίγουρα

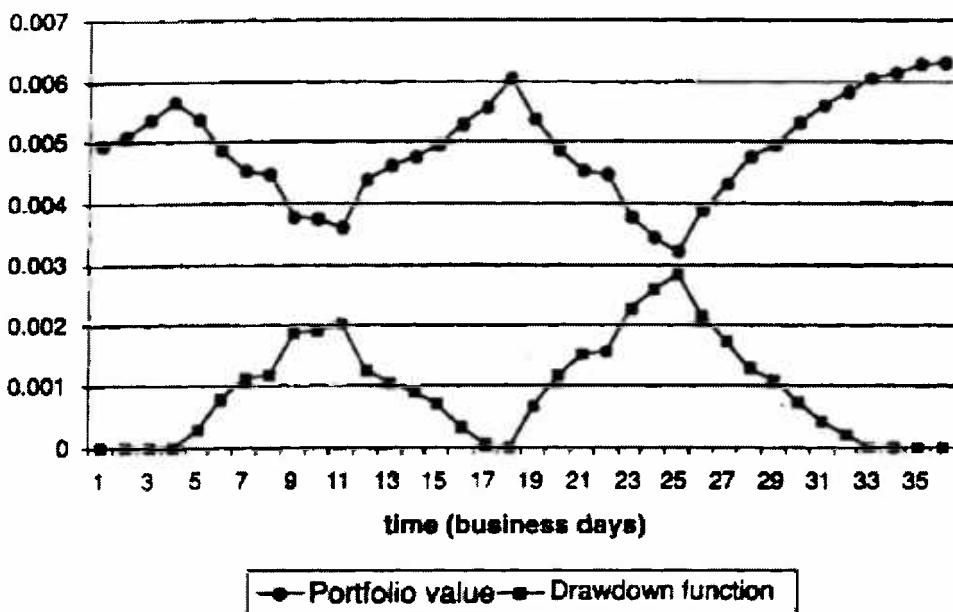
⁶ Τα drawdowns υπολογίζονται με uncompoounded αποδόσεις χαρτοφυλακίου. Αυτό σχετίζεται με το γεγονός ότι τα μέτρα κινδύνου που βασίζονται σε drawdowns των uncompoounded χαρτοφυλακίων έχουν ελκυστικές μαθηματικές ιδιότητες. Ειδικότερα, αυτά τα μέτρα είναι κυρτά (convex) για τις θέσεις χαρτοφυλακίου. Υποθέτουμε ότι την αρχική στιγμή $t=0$ η αξία του χαρτοφυλακίου ισούται με v και οι αποδόσεις του χαρτοφυλακίου τις χρονικές στιγμές $t=1, \dots, T$ ισούνται με r_1, \dots, r_T . Εξ ορισμού, η αξία του uncompoounded χαρτοφυλακίου v_t τη χρονική στιγμή t ισούται με

$$v_t = v \sum_{i=1}^t r_i$$

Για ευκολία μπορούμε να υποθέσουμε ότι η αρχική αξία του χαρτοφυλακίου είναι $v=1$.

να ανησυχεί για το κεφάλαιό του στην περίπτωση ενός μακροπρόθεσμου drawdown. Τέτοιου είδους drawdown μπορεί να είναι ένδειξη ότι κάτι δεν πάει καλά με το συγκεκριμένο fund και ίσως να είναι η στιγμή να μεταφέρει τα χρήματα σε κάποιο πιο επιτυχημένο επενδυτικό εργαλείο. Οι ανησυχίες των αμοιβαίων κεφαλαίων και των hedge fund επικεντρώνονται στο να διατηρήσουν τους υπάρχοντες λογαριασμούς και να προσελκύσουν νέους. Κατά συνέπεια, πρέπει να εξασφαλίσουν ότι οι λογαριασμοί των πελατών δεν θα πέφτουν σε μακροχρόνια drawdowns.

Αξία Χαρτοφυλακίου (Portfolio Value) και το Drawdown



Διάγραμμα 2.3

Επομένως, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το drawdown λαμβάνει υπόψη όχι μόνο το μέγεθος των απωλειών, αλλά και τη διάρκεια (duration) αυτών των απωλειών. Αυτό αποτυπώνει το ξεχωριστό χαρακτηριστικό της ιδέας του drawdown: είναι ένα μέτρο κινδύνου με «μνήμη» που συνυπολογίζει τη χρονική αλληλουχία των απωλειών.

Για ένα συγκεκριμένο δείγμα, η συνάρτηση του drawdown ορίζεται για κάθε χρονική στιγμή. Ωστόσο, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση ενός χαρτοφυλακίου σε ολόκληρο το δείγμα-σειρά, θα θέλαμε να έχουμε μια συνάρτηση που να αθροίζει όλη τη πληροφορία για το drawdown για μια χρονική περίοδο σε

έναν αριθμό. Για μια τέτοια λειτουργία κάποιος θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τη συνάρτηση του maximum drawdown duration:

$$MaxDD = \max_{0 \leq t \leq T} \{ \tilde{f}(x, t) \}$$

ή την average drawdown:

$$AverDD = \frac{1}{T} \int_0^T \tilde{f}(x, t) dt$$

Όμως, και οι δυο αυτές συναρτήσεις μπορεί να μετρούν ανεπαρκώς τις απώλειες. Η maximum drawdown (Hamelink και Hoesli, 2003) βασίζεται στο γεγονός της “χειρότερης περίπτωσης” στο δείγμα-σειρά. Αυτό το γεγονός μπορεί να οφείλεται σε κάποιες πολύ ειδικές περιστάσεις, που μπορεί να μην ξαναεμφανιστούν στο μέλλον. Οι αποφάσεις διαχείρισης κινδύνου που στηρίζονται μόνο στο συγκεκριμένο γεγονός, μπορεί να είναι πολύ συντηρητικές.

Από την άλλη μεριά, η average drawdown λαμβάνει υπόψη όλα τα drawdowns του δείγματος-σειρά. Αν και μικρά drawdowns είναι αποδεκτά (π.χ. 1%-2% drawdowns) ο μέσος όρος μπορεί να μεταμφιέζει τα μεγάλα drawdowns.

Οι Chekhlov, Uryasev και Zabarankin (2000) πρότειναν ένα νέο μέτρο drawdown που συνδυάζει ταυτόχρονα την ιδέα του drawdown στη μέτρηση κινδύνου και την προσέγγιση του CVaR στην εκτίμηση των μεγαλύτερων απωλειών: είναι το **conditional drawdown-at-risk** ή **CDaR**. Για παράδειγμα, το 0,95-CDaR μπορούμε να το δούμε ως ένα μέσο όρο του 5% των μεγαλύτερων drawdowns-απωλειών. Επισήμως, το a-CDaR ορίζεται ως a-CVaR με τη drawdown συνάρτηση απωλειών που δίνεται από τη σχέση (1). Το CDaR σαν μέτρο κινδύνου έχει αρκετές από τις καλές ιδιότητες του CVaR, όπως η κυρτότητα σε σχέση με τις θέσεις-βάρη του χαρτοφυλακίου. Επίσης, το CDaR μπορεί επαρκώς να προσεγγιστεί με αλγόριθμους γραμμικής βελτιστοποίησης.



2.1.5 Mean-Absolute Deviation (MAD)

Το μέτρο κινδύνου mean-absolute deviation (MAD) προτάθηκε από τους Konno και Yamazaki (1991) ως μια εναλλακτική για το κλασικό mean-variance μέτρο της διακύμανσης (volatility) ενός χαρτοφυλακίου.

$$MAD = E\{|r_p(x) - E[r_p(x)]|\}$$

όπου $r_p(x) = r_1x_1 + r_2x_2 + \dots + r_nx_n$ είναι η απόδοση του χαρτοφυλακίου και r_1, r_2, \dots, r_n είναι οι τυχαίες αποδόσεις των n περιουσιακών στοιχείων του χαρτοφυλακίου.

Καθώς το MAD είναι εν μέρει γραμμική κυρτή συνάρτηση των θέσεων του χαρτοφυλακίου, επιτρέπει γρήγορα να γίνεται αποτελεσματική βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου μέσω γραμμικού προγραμματισμού, σε αντίθεση με την προσέγγιση mean-variance που οδηγεί σε προβλήματα quadratic βελτιστοποίησης. Οι Konno και Shirakawa (1994) έδειξαν ότι τα βέλτιστα χαρτοφυλάκια με MAD παρουσιάζουν ιδιότητες παρόμοιες με εκείνες των MV-βέλτιστων χαρτοφυλακίων κατά Markowitz, και ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το MAD σαν μέτρο κινδύνου για να εξάγουμε σχέσεις τύπου CAPM. Αργότερα, αποδείχθηκε επίσης (Ogryczak και Ruszcynski, 1999) ότι τα χαρτοφυλάκια πάνω στο MAD ανταποκρίνονται και είναι αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια σε όρους second-order stochastic dominance.

2.1.6 Maximum Loss

Η maximum loss (MaxLoss) ενός χαρτοφυλακίου για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ορίζεται ως η μέγιστη αξία από το σύνολο των τυχαίων απωλειών (βλέπε για παράδειγμα το Young, 1998). Όταν η κατανομή των απωλειών είναι συνεχής, αυτό το μέτρο κινδύνου μπορεί να μην ορίζεται, εκτός εάν η κατανομή είναι truncated. Για παράδειγμα, για κανονική κατανομή, η maximum loss, δηλαδή η μέγιστη απώλεια είναι απείρως μεγάλη.

Ωστόσο, για διακριτές κατανομές απωλειών, ειδικότερα για εκείνες που βασίζονται σε μικρά ιστορικά set δεδομένων, η MaxLoss είναι ένα καλό και λογικό μέτρο κινδύνου. Επίσης, θα θέλαμε να τονίσουμε ότι η maximum loss έχει έναν εναλλακτικό ορισμό, είναι ειδική περίπτωση του a-CVaR όταν το a είναι κοντά στο 1.

2.1.7 Market Neutrality

Είναι γενικά αποδεκτό το γεγονός ότι η αγορά από μόνη της συνιστά ένα παράγοντα κινδύνου. Εάν τα στοιχεία του χαρτοφυλακίου παρουσιάζουν θετική συσχέτιση με την αγορά, τότε το χαρτοφυλάκιο θα ακολουθήσει την πορεία της αγοράς, τόσο στην άνοδο όσο και στην πτώση της. Φυσικά, οι διαχειριστές του χαρτοφυλακίου επιθυμούν να αποφύγουν καταστάσεις πτώσης και για αυτό κατασκευάζουν χαρτοφυλάκια που είναι ασυσχέτιστα ή ουδέτερα με την αγορά, αλλιώς market-neutral. Για να είναι ασυσχέτιστο με την αγορά, το χαρτοφυλάκιο πρέπει να έχει μηδενικό beta, δηλαδή

$$b_p = \sum_{i=1}^n b_i x_i = 0$$

όπου x_1, x_2, \dots, x_n δείχνουν τα ποσοστά του συνολικού κεφαλαίου όπως αυτό μοιράζεται στα n-περιουσιακά στοιχεία του χαρτοφυλακίου, και τα b_i είναι τα beta του κάθε περιουσιακού στοιχείου με την αγορά,

$$b_i = \frac{Cov(r_i, r_M)}{Var(r_M)}$$

Εδώ το r_M είναι η απόδοση της αγοράς. Τα beta των στοιχείων, b_i , μπορούν να εκτιμηθούν για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας ιστορικά στοιχεία:

$$b_i = \left(\sum_{j=1}^J (r_{M,j} - \bar{r}_M)^2 \right)^{-1} \sum_{j=1}^J (r_{i,j} - \bar{r}_i)(r_{M,j} - \bar{r}_M)$$

όπου J είναι ο αριθμός των ιστορικών παρατηρήσεων, και το \bar{r} συμβολίζει τον δειγματικό μέσο, $\bar{r} = J^{-1} \sum r_j$. Οι ιστορικές αποδόσεις του δείκτη S&P 500 μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ένα proxy για τις αποδόσεις της αγοράς r_M .

2.2 Διαχείριση κινδύνου για τα Hedge Funds:

2.2.1 Εισαγωγή και επισκόπηση

Αν και η διαχείριση κινδύνου είναι ένας καλά-οργωμένος τομέας όσον αφορά την χρηματοοικονομική μοντελοποίηση για περισσότερο από δύο δεκαετίες, παραδοσιακά εργαλεία διαχείρισης κινδύνου τέτοια σαν η ανάλυση μέσου-διακύμανσης (mean-variance), το beta, και το Value-at-Risk δεν συλλαμβάνουν πολλές από τις εκθέσεις στον κίνδυνο που έχουν οι επενδύσεις σε hedge funds (βλέπε Lo, 2001). Στη συνέχεια παραθέτουμε μια ερευνητική ατζέντα για την ανάπτυξη ενός νέου συνόλου μέτρων κινδύνου που σχεδιάζεται συγκεκριμένα για τις επενδύσεις σε hedge funds, με τελευταίο στόχο τη δημιουργία διαφάνειας κινδύνου χωρίς τον συμβιβασμό της ιδιόκτητης φύσης των στρατηγικών επένδυσης των hedge funds.

Πολλοί θεσμικοί επενδυτές δεν είναι ακόμα πεπεισμένοι ότι οι "εναλλακτικές επενδύσεις" (alternative investments) είναι μια ευδιάκριτη κατηγορία περιουσιακών στοιχείων, δηλαδή, μια συλλογή επενδύσεων με ένα εύλογα ομοιογενές σύνολο χαρακτηριστικών που είναι σταθερό κατά τη διάρκεια του χρόνου. Σε αντίθεση με τις μετοχές, τα εργαλεία σταθερού εισοδήματος, και ακίνητης περιουσίας, οι οποίες είναι κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων όπου το καθένα καθορίζεται από ένα κοινό σύνολο νομικών, θεσμικών, και στατιστικών ιδιοτήτων, οι "εναλλακτικές επενδύσεις" είναι μια μικτή κατηγορία που περιλαμβάνει private equity, risk arbitrage, commodity futures, convertible bond arbitrage, emerging market equities, statistical arbitrage, foreign currency speculation, και πολλές άλλες στρατηγικές, τίτλοι, και μορφές. Επομένως, η ανάγκη για ένα σύνολο πρωτοκόλλων διαχείρισης κινδύνου

συγκεκριμένα σχεδιασμένο για τις επενδύσεις σε hedge funds δεν ήταν ποτέ πριν πιο πιεστική.

Μέρος του χάσματος μεταξύ των θεσμικών επενδυτών και των διαχειριστών των hedge funds είναι οι πολύ διαφορετικές προοπτικές που αυτές οι δύο ομάδες έχουν όσον αφορά τη διαδικασία επένδυσης. Η προοπτική του τυπικού διαχειριστή μπορεί να χαρακτηριστεί από τις ακόλουθες δηλώσεις:

- Ο διαχειριστής είναι ο καλύτερος δικαστής του κατάλληλου λόγου ανταλλαγής κινδύνου/ απόδοσης του χαρτοφυλακίου και πρέπει να δοθεί πλήρης διακριτικότητα για τη λήψη αποφάσεων επένδυσης.
- Οι εμπορικές στρατηγικές είναι ιδιαίτερα ιδιόκτητες και, επομένως, πρέπει να φρουρηθούν ζηλόφθονα για να μην αντιγραφούν από άλλους.
- Η απόδοση είναι ο σημαντικότερος και, στις περισσότερες περιπτώσεις, ο μοναδικός στόχος.
- Η διαχείριση κινδύνου δεν είναι κεντρική στην επιτυχία των hedge funds.
- Οι ρυθμιστικοί περιορισμοί και ζητήματα συμμόρφωσης είναι γενικά ένα εμπόδιο στην αποδοτικότητα (performance). Η όλη σημασία ενός hedge fund είναι να αποφύγει αυτά τα ζητήματα.
- Υπάρχει λίγη πνευματική ιδιοκτησία που περιλαμβάνεται μέσα στο κεφάλαιο, αφού ο γενικός συνεργάτης είναι το κεφάλαιο⁷.

Αντιπαραβάλετε αυτές τις δηλώσεις με τις ακόλουθες απόψεις από έναν τυπικό θεσμικό επενδυτή:

- Όπως οι καταπιστευματοδόχοι (fiduciaries⁸), έτσι και τα ιδρύματα πρέπει να καταλάβουν τη διαδικασία επένδυσης πριν δεσμευτούν σε αυτήν.
- Τα ιδρύματα πρέπει να καταλάβουν πλήρως τις εκθέσεις στον κίνδυνο του κάθε διαχειριστή και, κατά περιπτώσεις, μπορεί να πρέπει να περιορίσουν τις στρατηγικές

⁷ Φυσικά, πολλοί εμπειρογνόμονες στο νόμο πνευματικής ιδιοκτησίας βεβαίως θα ταξινομούσαν τις στρατηγικές εμπορικών συναλλαγών, τους αλγόριθμους, και τις εκδηλώσεις λογισμικού τους ως πνευματική ιδιοκτησία που, σε μερικές περιπτώσεις, είναι εγκεκριμένες (is patentable). Εντούτοις, οι περισσότεροι διαχειριστές hedge funds σήμερα (και, επομένως, οι περισσότεροι επενδυτές) έχουν επιλέξει να μην προστατεύσουν αυτή την πνευματική ιδιοκτησία μέσω των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Έχουν επιλέξει άντ' αυτού να τη κρατήσουν ως "εμπορικό μυστικό", περιορίζοντας εσκεμμένα την πρόσβαση σε αυτές τις ιδέες ακόμη και μέσα στις δικές τους οργανώσεις. Κατά συνέπεια, η αναχώρηση του βασικού προσωπικού από έναν hedge fund προκαλεί συχνά την αποτυχία και το κλείσιμο του fund.

⁸ Απολαμβάνων εμπιστοσύνης και πληρών υπηρεσίες θεματοφύλακα διαχειριζομένου περιουσιακά στοιχεία τρίτου ή Ιδρύματος.

ενός διαχειριστή ώστε να είναι συνεπείς με τους επενδυτικούς στόχους του ιδρύματος.

- Η αποδοτικότητα (performance) δεν μετρέται απλώς από την απόδοση (return), αλλά περιλαμβάνει και άλλους παράγοντες, όπως τον κίνδυνο, τον εντοπισμό λάθους σχετικά με μια συγκριτική μέτρηση επιδόσεων, και τις συγκρίσεις όμοιων-ομάδων.
- Η διαχείριση κινδύνου και η διαφάνεια κινδύνου είναι ουσιαστικές.
- Τα ιδρύματα λειτουργούν σε ένα ιδιαίτερα ρυθμισμένο περιβάλλον και πρέπει να συμμορφωθούν με διάφορους ομοσπονδιακούς και κρατικούς νόμους που κυβερνούν τα δικαιώματα, τις υποχρεώσεις, και τα στοιχεία του παθητικού των χορηγών του συνταξιοδοτικού σχεδίου και άλλων καταπιστευματικών (fiduciaries).
- Τα ιδρύματα επιθυμούν δομή, σταθερότητα, και συνέπεια σε μια καθορισμένη με σαφήνεια διαδικασία επένδυσης, που θεσμοποιείται και είναι μη εξαρτώμενη από οποιοδήποτε μεμονωμένο άτομο.

Ενώ υπάρχουν, φυσικά, εξαιρέσεις σε αυτά τα δύο σύνολα απόψεων, στην πλειοψηφία αντιπροσωπεύουν την ουσία του χάσματος μεταξύ των διαχειριστών των hedge funds και τους θεσμικούς επενδυτές. Εντούτοις, παρά αυτές τις διαφορές, οι διαχειριστές των hedge funds και οι θεσμικοί επενδυτές σαφώς έχουν πολλά να κερδίσουν από μια καλύτερη κατανόηση των προοπτικών ο ένας του άλλου, και επιπλέον, μοιράζονται τον κοινό στόχο της δημιουργίας ανώτερης επενδυτικής αποδοτικότητας για τους πελάτες τους.

Σε αυτή την ενότητα παρέχουμε μια επισκόπηση διάφορων βασικών πτυχών της διαχείρισης κινδύνου για τα hedge funds, πτυχές με τις οποίες οποιοσδήποτε θεσμικός επενδυτής πρέπει να έρθει αντιμέτωπος και να προσπαθήσει να τις ξεπεράσει ως τμήμα της διαδικασίας επιλογής του διαχειριστή του. Ενώ η αρθρογραφία διαχείρισης κινδύνου είναι βεβαίως πολύ καλά ανεπτυγμένη, εντούτοις, υπάρχουν τουλάχιστον πέντε πτυχές των επενδύσεων σε hedge funds που θέτουν μοναδικές προκλήσεις για την ύπαρξη πρωτοκόλλου διαχείρισης κινδύνου και διαδικασιών και τεχνικών ανάλυσης: (1) survivorship bias, (2) dynamic risk analytics, (3) nonlinearities, (4) ρευστότητα και πίστωση (liquidity and credit), και (5) προτιμήσεις κινδύνου (risk preferences).

2.2.2 Ποιος ο Ρόλος της Διαχείρισης Κινδύνου;

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά οχήματα επένδυσης, τέτοια όπως μετοχές, ομόλογα και αμοιβαία κεφάλαια, τα hedge funds έχουν διαφορετικούς στόχους κινδύνου/ απόδοσης. Οι περισσότεροι επενδυτές σε hedge funds αναμένουν υψηλές αποδόσεις ως αντάλλαγμα των αντίστοιχων κινδύνων που αναμένεται να υποστούν. Ίσως επειδή λαμβάνεται ως δεδομένο ότι τα hedge funds έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο, λίγοι επενδυτές των hedge funds και ακόμη λιγότεροι διαχειριστές των hedge funds φαίνεται να αφιερώνουν πολλή προσοχή στην ενεργό διαχείριση κινδύνου. Οι επενδυτές και οι διαχειριστές των hedge funds απομακρύνουν συχνά τη διαχείριση κινδύνου ως δευτεροβάθμιας σημασίας, με το "alpha" ή τις αποδόσεις ως κύριο στόχο. Εντούτοις, εάν υπάρχει μια μόνιμη διορατικότητα που μας έχει δώσει η σύγχρονη χρηματοοικονομική, αυτό είναι το αδυσώπητο αντιστάθμισμα μεταξύ του κινδύνου και αναμενόμενης απόδοσης. Ως εκ τούτου, κάποιο από τα δυο δεν μπορεί να εξεταστεί χωρίς αναφορά στο άλλο. Επιπλέον, συχνά αγνοείτε ότι η κατάλληλη διαχείριση κινδύνου μπορεί, από μόνη της, να είναι ένα είδος alpha. Αυτό συνοψίζεται στην παλαιά λαϊκή σοφία που λέει ότι "ένας από τους καλύτερους τρόπους να βγάλεις χρήματα είναι να μην τα χάσεις."

2.2.3 Γιατί όχι VaR;

Λαμβάνοντας υπόψη τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει η διαχείριση κινδύνου στην αποδοτικότητα, μια φυσική αντίδραση θα ήταν να υιοθετηθεί ένα απλό πρόγραμμα διαχείρισης κινδύνου βασισμένο στο Value-at-Risk (VaR), που περιγράφεται στο σύστημα τεκμηρίωσης RiskMetrics του J.P.Morgan με τον ακόλουθο τρόπο:

Το Value-at-Risk είναι μια εκτίμηση, με προκαθορισμένο διάστημα εμπιστοσύνης, του πόσο μπορεί να χάσει κάποιος όταν υποστηρίζει μια θέση στη διάρκεια ενός καθορισμένου χρονικού ορίζοντα. Οι πιθανοί ορίζοντες μπορούν να είναι μια ημέρα για τυπικές δραστηριότητες εμπορικών συναλλαγών, ένας μήνας, ή μακρύτερος όταν αφορά τη διαχείριση χαρτοφυλακίου.

Ενώ δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι το VaR είναι ένα χρήσιμο γενικό μέτρο της έκθεσης στον κίνδυνο και ότι η διαδεδομένη του δημοτικότητα έχει αυξήσει το γενικό επίπεδο συνειδητοποίησης του κινδύνου στην επενδυτική κοινότητα ωστόσο, το VaR έχει διάφορους περιορισμούς που είναι ιδιαίτερα προβληματικοί για τις επενδύσεις σε hedge funds.

1) Ίσως ο προφανέστερος περιορισμός είναι το γεγονός ότι το VaR δεν μπορεί να συλλάβει πλήρως το φάσμα των κινδύνων που παρουσιάζουν τα hedge funds. Για να αναπτύξουμε μια αίσθηση για την ετερογένεια των κινδύνων μεταξύ των διάφορων hedge funds, εξετάζουμε τον ακόλουθο κατάλογο βασικών συστατικών ενός τυπικού long/short equity hedge fund :

- ύφος επένδυσης (αξία, ανάπτυξη, κ.λπ.),
- θεμελιώδης ανάλυση (αποδοχές, προβλέψεις αναλυτών, λογιστικά στοιχεία),
- έκθεση σε παράγοντες (factors) (δείκτης S&P 500, κλάδοι, τομείς, χαρακτηριστικά),
- βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίων (ανάλυση mean-variance, market neutrality),
- εκτιμήσεις δανείου μετοχής (τίτλοι με δυσκολία δανεισμού, " short squeezes⁹"),
- δαπάνες εκτέλεσης (αντίκτυπος τιμών, οι επιτροπές, ποσοστό δανεισμού, short rebate),
- συγκριτικές μετρήσεις επιδόσεων και εντοπισμός λάθους (T-bill rate εναντίον S&P 500).

Τον παραπάνω κατάλογο το συγκρίνουμε με έναν παρόμοιο κατάλογο για έναν τυπικό fixed income hedge fund:

- yield-curve μοντέλα (ισορροπία εναντίον των μοντέλων του arbitrage),
- πρότυπα προκαταβολής πληρωμής (για mortgage-backed τίτλους),
- optionality (call, μετατρέψιμα, και put προϊόντα),
- πιστωτικός κίνδυνος (defaults, αλλαγές του rating, κ.λπ.),
- πληθωριστικές πιέσεις, δραστηριότητα κεντρικών τραπεζών,
- άλλοι μακροοικονομικοί παράγοντες και γεγονότα.

Ο βαθμός επικάλυψης σε αυτούς τους δύο καταλόγους είναι εκπληκτικά μικρός. Ενώ τέτοιες διαφορές υπάρχουν επίσης μεταξύ παραδοσιακών θεσμικών διαχειριστών περιουσιακών στοιχείων, ωστόσο αυτοί δεν έχουν το γεωγραφικό πλάτος που έχουν οι διαχειριστές των hedge funds στις δραστηριότητες επένδυσής

⁹ Ανοδική τάση τιμών, η οποία εξαναγκάζει τους υποτιμητές (bears) να σπεύσουν να αγοράσουν χρεόγραφα για να καλύψουν τις ακάλυπτες πωλήσεις τους, ώστε να μειώσουν περαιτέρω ζημιές. Οι κινήσεις αυτές συμβάλλουν στην άνοδο των τιμών.

τους. Ως εκ τούτου, αυτές οι διαφορές δεν είναι τόσο επακόλουθες για τους παραδοσιακούς διαχειριστές.

2) Δεύτερον, το VaR είναι ένα καθαρά στατιστικό μέτρο κινδύνου—χαρακτηριστικά είναι ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95 τοις εκατό ή, εναλλακτικά, το μέγεθος της απώλειας που αντιστοιχεί σε μια πιθανότητα 5 τοις εκατό—με ελάχιστη ή καμία οικονομική δομή που να κρύβεται κάτω από τον υπολογισμό του. Αρχικά αναπτυγμένο από OTC εμπόρους παραγώγων που ήθελαν να αξιολογήσουν την έκθεση κινδύνου των χαρτοφυλακίων του παραγώγων τίτλων, το VaR δεν μπορεί να ταιριάξει ιδανικά σε άλλους τύπους επενδύσεων, όπως, π.χ., στο χρέος αναδυόμενων αγορών, στο risk arbitrage, ή στο convertible bond arbitrage. Ειδικότερα, ως στατικό στιγμιότυπο της οριακής κατανομής του κέρδους ενός χαρτοφυλακίου και της απώλειας, το VaR δεν συλλαμβάνει τον κίνδυνο ρευστότητας, τον κίνδυνο γεγονότος, τον πιστωτικό κίνδυνο, τις εκθέσεις σε παράγοντες, ή τους time-varying κινδύνους λόγω των δυναμικών εμπορικών στρατηγικών που μπορεί να είναι συστηματικά κλειδωμένες στις συνθήκες της αγοράς, π.χ., contrarian, short-volatility, και credit-spread στρατηγικές.

3) Τρίτον, χωρίς πρόσθετη οικονομική δομή, ο VaR είναι εμφανώς δύσκολο να υπολογιστεί. Εξ ορισμού, τα "γεγονότα ουρών" (tail events) είναι γεγονότα που συμβαίνουν σπάνια. Ως εκ τούτου, τα ιστορικά στοιχεία θα περιέχουν μόνο μερικά από αυτά τα γεγονότα και γενικά θα έχουμε ένα πάρα πολύ μικρό δείγμα για να μπορούμε να παράγουμε αξιόπιστες εκτιμήσεις των πιθανοτήτων των ουρών.

4) Τέλος, το VaR είναι ένα μη δεσμευμένο μέτρο κινδύνου, όπου ο όρος "μη δεσμευμένο" αναφέρεται στο γεγονός ότι οι υπολογισμοί του VaR είναι σχεδόν πάντα βασισμένοι στη μη δεσμευμένη κατανομή κέρδους-απώλειας ενός χαρτοφυλακίου. Άλλα για λόγους ενεργούς διαχειριστης κινδύνου, τα δεσμευμένα μέτρα είναι πιο σχετικά, ειδικότερα για επενδυτικές στρατηγικές που αντιδρούν ενεργά στις αλλαγές των συνθηκών της αγοράς. Το γεγονός ότι το VaR ενός χαρτοφυλακίου για την επόμενη εβδομάδα είναι 10 εκατομμύρια δολάρια μπορεί να είναι λιγότερο ενημερωτικό από μια δήλωση δεσμευμένης πιθανότητας σύμφωνα με την οποία, το VaR είναι 100 εκατομμύρια δολάρια εάν ο δείκτης S&P 500 μειωθεί κατά 5% ή παραπάνω, και 1 εκατομμύριο δολάρια διαφορετικά. Επιπλέον, στους υπολογισμούς του VaR υπονοούνται υποθέσεις που αφορούν τις συσχετίσεις ανάμεσα στα συστατικά στοιχεία του χαρτοφυλακίου, και αυτές οι συσχετίσεις υπολογίζονται επίσης χωρίς δεσμεύσεις. Άλλα ένα από τα σημαντικότερα μαθήματα του

καλοκαιριού του 1998 είναι το γεγονός ότι οι συσχετίσεις εξαρτώνται πολύ από τις συνθήκες της αγοράς, και ότι οι τίτλοι που φαίνονται ασυσχέτιστοι στις ήρεμες μέρες, μπορεί να γίνουν εξαιρετικά συσχετισμένα στη διάρκεια των κρίσεων της αγοράς.

Παρά αυτές τις υστερήσεις, είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι το VaR εξυπηρετεί ένα πολύ χρήσιμο σκοπό βιοηθώντας τους θεσμικούς επενδυτές να σκεφτούν τον κίνδυνο με ένα πιο πειθαρχημένο τρόπο. Επιπλέον, όταν εφαρμόζεται σε μεγαλύτερης διάρκειας χρονικές περιόδους και με πιο ρεαλιστικές στατιστικές υποθέσεις, όπως π.χ., λεπτόκυρτες κατανομές, time-varying παράγοντες κινδύνου, και συσχετίσεις που εξαρτώνται από γεγονότα (event-dependent), το VaR μπορεί να ενσωματώνει κάποιες από τους παράγοντες που περιγράψαμε παραπάνω. Επίσης, οι υποστηρικτές του VaR μπορεί να διαφωνούν με κάποια επιχειρήματα ότι το VaR δεν σχεδιάστηκε ποτέ για να μετρήσει τους πολυάριθμους τύπους κινδύνων που παρουσιάζουν οι επενδύσεις σε hedge funds.

Στην συνέχεια περιγράφουμε τις μοναδικές πτυχές της διαχείρισης κινδύνου για hedge funds και τα νέα είδη εργαλείων που χρειάζονται για την εξυπηρέτηση αυτού του δυναμικού κλάδου.

Survivorship Bias

Οποιαδήποτε ποσοτική προσέγγιση στη διαχείριση κινδύνου χρησιμοποιεί τα ιστορικά στοιχεία ως ένα ορισμένο βαθμό. Η διαχείριση κινδύνου για τα hedge funds δεν αποτελεί καμία εξαίρεση, αλλά υπάρχει μια πτυχή των δεδομένων των hedge funds που κάνει αυτή τη προσπάθεια ιδιαίτερα προκλητική: είναι η survivorship bias. Λίγες βάσεις δεδομένων των hedge funds διατηρούν στοιχεία από τα κεφάλαια που έχουν διακόψει ή κλείσει, εν μέρει για νομικούς λόγους¹⁰, και εν μέρει επειδή οι σημαντικότεροι χρήστες αυτών των βάσεων δεδομένων είναι επενδυτές που συνήθως επιδιώκουν να αξιολογήσουν υπάρχοντες διαχειριστές στους οποίους μπορούν να επενδύσουν. Στις λίγες περιπτώσεις όπου οι βάσεις δεδομένων περιέχουν "τα νεκρά" μαζί με τα ενεργά funds, οι μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο αντίκτυπος της survivorship bias μπορεί να είναι ουσιαστικός.

¹⁰ Αντίθετα από τους δημόσια διαπραγματεύσιμους τίτλους με καθορισμένες τιμές ανταλλαγής που γίνονται μέρος του δημόσιου αρχείου μόλις καθιερωθούν και καταγραφούν, τα hedge funds δεν είναι υποχρεωμένα να επιτρέψουν να συμπεριληφθούν τα στοιχεία αποδοτικότητάς τους στις βάσεις δεδομένων, και δεν έχουν κανένα κίνητρο να το κάνουν αυτό μόλις τα funds τους κλείσουν.

Το γεγονός ότι οι περισσότερες υπάρχουσες βάσεις δεδομένων των hedge funds περιέχουν μόνο τα τρέχοντα κεφάλαια υπονοεί ότι μόνο οι επιζώντες συμπεριλαμβάνονται. Αυτή η μορφή survivorship bias έχει επιπτώσεις σε ολόκληρα τα διαστρωματικά στοιχεία των hedge funds, και ο αντίκτυπός της συντίθεται κατά τη διάρκεια του χρόνου στις αποδόσεις κάθε επιζώντος. Το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι τεράστιο για τον απρόσεκτο επενδυτή που επιδιώκει να κατασκευάσει ένα βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με hedge funds. Οποιαδήποτε ποσοτική προσέγγιση για τις επενδύσεις σε hedge funds πρέπει να αντιμετωπίσει αυτό το ζήτημα ρητά, και υπάρχουν διάφορες στατιστικές μέθοδοι που ταιριάζουν ιδανικά σε αυτό το σκοπό.

Dynamic Risk Analytics

Μια από τις αιτιολογήσεις για τις ασυνήθιστα πλούσιας αμοιβής δομές που χαρακτηρίζουν τις επενδύσεις σε hedge funds είναι ότι τα hedge funds εφαρμόζουν ιδιαίτερα ενεργές στρατηγικές που περιλαμβάνουν τους πολύ καλά καταρτισμένους διαχειριστές χαρτοφυλακίων. Επιπλέον, είναι κοινή φρόνηση ότι οι περισσότερο ταλαντούχοι διαχειριστές σύρονται πρώτοι στο κλάδο των hedge funds επειδή η απουσία ρυθμιστικών περιορισμών τους επιτρέπει να κάνουν τις περισσότερες από τις επενδύσεις τους εύκολα κατανοητές. Με την ελευθερία να συναλλάσσονται οποιαδήποτε ποσότητα επιθυμούν, οποιαδήποτε ημέρα, να πάρουν long ή short θέση σε οποιοδήποτε αριθμό τίτλων και με ποικύλους βαθμούς μόχλευσης, και να αλλάζουν στρατηγικές επένδυσης στη στιγμή, οι διαχειριστές των hedge funds απολαμβάνουν τεράστια ευελιξία και διακριτική ευχέρεια στη συνέχιση της αποδοτικότητας. Άλλα οι δυναμικές στρατηγικές επένδυσης ενέχουν και εκθέσεις σε δυναμικό κίνδυνο, και ενώ τα σύγχρονα χρηματοοικονομικά έχουν πολλά να πουν για τον κίνδυνο των στατικών επενδύσεων, όπου το beta της αγοράς είναι αρκετό σε αυτή την περίπτωση, ωστόσο δεν υπάρχει προς το παρόν ούτε ένα μέτρο κινδύνου για τις δυναμικές στρατηγικές επένδυσης¹¹.

¹¹ Για αυτό το λόγο, τα δεδομένα καταχώρησης των hedge funds συνοψίζονται συχνά μέσω πολλαπλών στατιστικών, όπως είναι το Sharpe ratio, Sortino ratio, maximum drawdown, χειρότερος μήνας.

Nonlinearities

Ένας από τους πιο ενδιαφέροντες λόγους για την επένδυση σε hedge funds είναι το γεγονός ότι οι αποδόσεις τους φαίνονται σχετικά ασυσχέτιστες με δείκτες της αγοράς, όπως για παράδειγμα το S&P 500, και η σύγχρονη θεωρία χαρτοφυλακίου έχει πείσει ακόμη και τους πιο σκεπτικούς για τα οφέλη της διαφοροποίησης. Από στατιστικά στοιχεία είναι προφανές ότι σε πολλές περιπτώσεις διάφορα είδη hedge funds έχουν χαμηλή ή ακόμα και αρνητική συσχέτιση με την αγορά.

Εντούτοις, το επιχείρημα διαφοροποίησης για τα hedge funds πρέπει να μετριαστεί από τα μαθήματα του καλοκαιριού του 1998, όταν η χρεοκοπία στη ρωσική κυβέρνηση σηματοδότησε παγκόσμια "flight to quality", η οποία άλλαξε πολλές από τις συσχετίσεις ολονυκτίς από 0 σε 1. Στις φυσικές επιστήμες, τέτοια φαινόμενα είναι παραδείγματα "phase-locking" συμπεριφοράς, καταστάσεις στις οποίες ειδάλλως ασύνδετες ενέργειες γίνονται ξαφνικά συγχρονισμένες. Το γεγονός ότι οι συνθήκες στην αγορά μπορούν να δημιουργήσουν phase-locking συμπεριφορά δεν είναι βεβαίως νέο, εφόσον οι συντριβές της αγοράς μας συνοδεύουν από την αρχή των οργανωμένων χρηματοπιστωτικών αγορών. Άλλα πριν από το 1998, λίγοι ήταν οι επενδυτές και διαχειριστές των hedge funds που είχαν ενσωματώσει αυτή τη δυνατότητα στις διαδικασίες επένδυσής σε οποιαδήποτε συστηματική τάση.

Από μια προοπτική της financial-engineering¹², ο πιο αξιόπιστος τρόπος να συλληφθούν τα αποτελέσματα του phase-locking είναι να εκτιμηθεί ένα υπόδειγμα κινδύνου για τις αποδόσεις στο οποίο τέτοια γεγονότα επιτρέπονται ρητά.

Οι αποδόσεις των hedge funds παρουσιάζουν και άλλες μη γραμμικότητες (nonlinearities) που δεν συλλαμβάνονται από τα γραμμικά μέτρα όπως είναι οι συντελεστές συσχέτισης και τα γραμμικά παραγοντικά υποδείγματα (factor models). Ένα παράδειγμα μιας απλής nonlinearity είναι μια ασυμμετρική ευαισθησία στο δείκτη S&P 500, δηλ., διαφορετικοί beta συντελεστές για τις καθοδικές αγορές εναντίον των ανοδικών αγορών.

Από διάφορα εμπειρικά αποτελέσματα προτείνεται η ανάγκη για μια περιπλοκότερη ανάλυση των αποδόσεων των hedge funds, κάποια που να

¹² Πρόκειται για τη διαδικασία σχεδίασης, ανάπτυξης και εφαρμογής νέων χρηματοοικονομικών εργαλείων για την αποκόμιση κερδών, τη μείωση εξόδων ή τη μείωση του επιχειρηματικού ή επενδυτικού κινδύνου (hedging). Η διαδικασία αυτή είναι μια ομαδική δουλειά, που συνδυάζει τις ικανότητες χρηματοοικονομικών αναλυτών, δικηγόρων, φοροτεχνικών, μεσιτών (brokers), προγραμματιστών H.Y., λογιστών, μαθηματικών κλπ. και δημιουργεί διάφορα εξειδικευμένα χρηματοοικονομικά εργαλεία για να αντιμετωπιστούν αντίστοιχα χρηματοοικονομικά προβλήματα.

συμπεριλαμβάνει τις ασυμμετρίες από τις εκθέσεις σε παράγοντες (factors), τη συμπεριφορά phase-locking, και άλλες μη γραμμικότητες που είναι ενδημικά σε υψηλής απόδοσης ενεργές στρατηγικές επένδυσης. Ειδικότερα, υποδείγματα μη γραμμικού κινδύνου πρέπει να αναπτυχθούν για τους διάφορους τύπους περιουσιακών τίτλων που διαπραγματεύονται τα hedge funds, π.χ., μετοχές, εργαλεία σταθερού πάγιου εισοδήματος, συνάλλαγμα, προϊόντα και παράγωγα, και για κάθε τύπο περιουσιακού στοιχείου, το μοντέλο κινδύνου πρέπει να περιλάβει τις ακόλουθες γενικές ομάδες παραγόντων (factors):

- αποδόσεις δεικτών αγοράς,
- τομείς,
- ύφος επένδυσης,
- μεταβλητότητες (volatilities),
- πίστωση,
- ρευστότητα,
- μακροοικονομικοί δείκτες.

Liquidity and credit

Αν και η ρευστότητα και η πίστωση είναι χωριστές πηγές έκθεσης στον κίνδυνο για τα hedge funds και τους επενδυτές τους δηλαδή, ο ένας τύπος κινδύνου μπορεί να υπάρξει χωρίς τον άλλον, εντούτοις, ήταν αχώριστα συνδεδεμένα στα μυαλά των περισσότερων επενδυτών λόγω των προβλημάτων που αντιμετώπισαν από το Long-Term Capital Management και πολλά άλλα σταθερού πάγιου εισοδήματος και σχετικής αξίας hedge funds τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο του 1998. Επειδή πολλά hedge funds στηρίζονται στη μόχλευση, τα μεγέθη των θέσεων που παίρνουν είναι συχνά αρκετά μεγαλύτερα από το ποσό εγγύησης (collateral) που τοποθετείται για να τα υποστηρίξει. Η μόχλευση έχει την επίδραση ενός μεγεθυντικού φακού, επεκτείνοντας μικρές ευκαιρίες κέρδους σε μεγαλύτερες, αλλά και επεκτείνοντας μικρές απώλειες σε μεγαλύτερες απώλειες. Όταν δυσμενείς αλλαγές στις αγοραίες τιμές μειώνουν την αγοραστική αξία του collateral, η πίστωση αποσύρεται γρήγορα και η επακόλουθη αναγκασμένη ρευστοποίηση μεγάλων θέσεων κατά τη διάρκεια μικρών χρονικών περιόδων μπορεί να οδηγήσει σε διαδεδομένο οικονομικό πανικό, όπως συνέβη ως συνέπεια της κατάρρευσης του ρωσικού κυβερνητικού χρέους τον

Αύγουστο του 1998. Μαζί με τα πολλά οφέλη ενός αληθινά παγκόσμιου οικονομικού συστήματος υπάρχει και το κόστος ότι η οικονομική κρίση σε μια χώρα μπορεί να έχει δραματικό αντίκτυπο και σε πολλές άλλες.

Οι βασικοί μηχανισμοί που οδηγούν τη ρευστότητα και την πίστωση είναι γνωστοί στους περισσότερους διαχειριστές των hedge funds και στους επενδυτές, και έχει υπάρξει μεγάλη πρόοδος στην πρόσφατη βιβλιογραφία της μοντελοποίησης του κινδύνου πίστωσης και ρευστότητας ταυτόχρονα.

Μια αμεσότερη μέθοδος για τη μέτρηση της έκθεσης στον κίνδυνο ρευστότητας ενός συγκεκριμένου hedge fund είναι να εξετάσουμε τους συντελεστές αυτοσυσχέτισης, ρ_k , των μηνιαίων αποδόσεων του κεφαλαίου, όπου $\rho_k = \text{Cov}[R_t, R_{t-k} / \text{Var}[R_t]]$ είναι η αυτοσυσχέτιση k βαθμού του R_t ¹³, η οποία μετρά τον βαθμό συσχέτισης των αποδόσεων μεταξύ των μηνών t και $t-k$. Για να δούμε γιατί οι αυτοσυσχετίσεις μπορεί να είναι χρήσιμοι δείκτες της έκθεσης στον κίνδυνο ρευστότητας, πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι ένα από τα πρώτα χρηματοοικονομικά Asset Pricing Models είναι το μοντέλο martingale, στο οποίο οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων είναι σειριακά ασυσχέτιστα ($\rho_k = 0$ για κάθε $k \neq 0$).

¹³ Η αυτοσυσχέτιση k βαθμού μιας χρονολογικής σειράς $[R_t]$ ορίζεται ως ο συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα σε R_t και R_{t-k} , το οποίο είναι απλά η συνδιακύμανση ανάμεσα σε R_t και R_{t-k} διαιρούμενη με την τετραγωνική ρίζα του γινομένου των διακυμάνσεων των R_t και R_{t-k} . Άλλα εφόσον, οι διακυμάνσεις των R_t και R_{t-k} ισούνται κάτω από την υπόθεση στασιμότητας, ο παρανομαστής της αυτοσυσχέτισης είναι απλά η διακύμανση της R_t .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ

Η μεταβλητότητα των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου εξαρτάται από τις διακυμάνσεις και συνδιακυμάνσεις ανάμεσα στους παράγοντες κινδύνου του χαρτοφυλακίου και στην ευαισθησία του κάθε περιουσιακού στοιχείου σε κάθε παράγοντα κινδύνου. Σε γραμμικά χαρτοφυλάκια, οι ευαισθησίες μετρούνται από τις διακυμάνσεις και συνδιακυμάνσεις. Επομένως, ο πρωταρχικός στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να αναφερθούμε στις βασικές μεθόδους εκτίμησης και πρόβλεψης των πινάκων συνδιακυμάνσεων.

3.1 Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των δεδομένων.

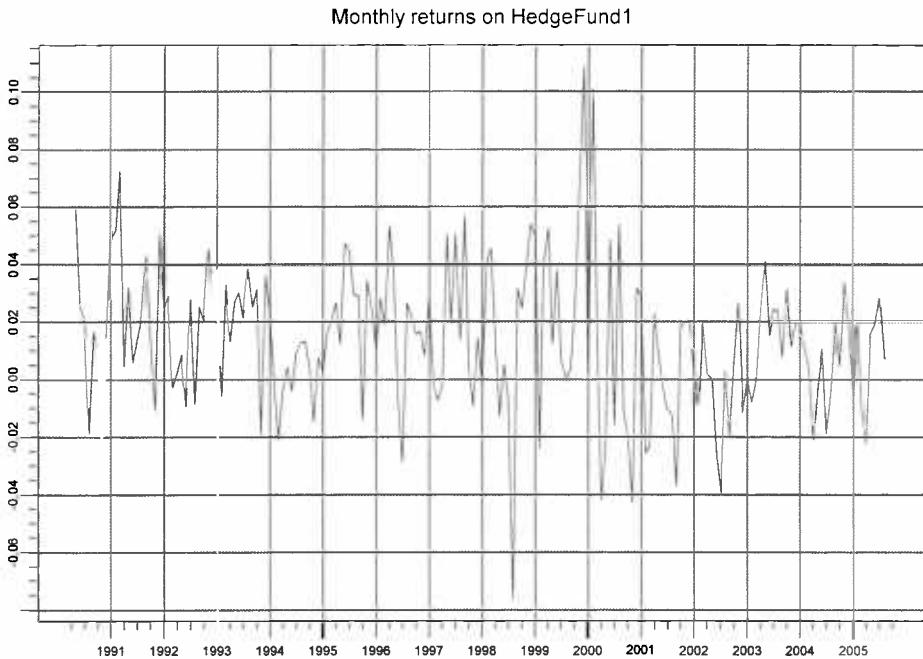
Στη συνέχεια παραθέτουμε μια περιγραφή των σημαντικότερων χαρακτηριστικών της μεταβλητότητας των αποδόσεων των χρηματοοικονομικών στοιχείων.

1. *Παχιές Ουρές*

Πολλοί ερευνητές, δεκαετίες πριν, βρήκαν ότι η εμπειρική κατανομή των μετοχικών αποδόσεων και των αποδόσεων των hedge funds είναι σημαντικά μη-κανονική. Οι Hsu και άλλοι (1974), Hagerman (1978), Lau και άλλοι (1990), Kim και Kon (1994) κ.ά., βρήκαν ότι η κύρτωση των σειρών των μετοχικών αποδόσεων είναι εμφανώς μεγαλύτερη από την κύρτωση της κανονικής κατανομής, που είναι ίση με 3. Δηλαδή, έχουν λεπτόκυρτη κατανομή, με μικρότερο peak στο μέσο της κατανομής και πολύ μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης ακραίων κινήσεων στην αγορά (fat tails).

2. *Volatility Clustering*

To Volatility Clustering είναι ένα συχνά εμφανιζόμενο φαινόμενο των χρηματοοικονομικών στοιχείων. Αυτό σημαίνει ότι μεγάλες μεταβολές, είτε θετικές είτε αρνητικές, τείνουν να ακολουθούνται από μεγάλες μεταβολές, και επίσης, μικρές μεταβολές τείνουν να ακολουθούνται από μικρές μεταβολές.



Διάγραμμα 3.1: Μηνιαίες αποδόσεις ενός hedge fund.

Βλέπουμε από το διάγραμμα ότι περίοδοι με μικρή μεταβλητότητα και περίοδοι με μεγάλη μεταβλητότητα διαδέχονται η μία την άλλη. Σε κάθε περίπτωση, οι μεταβολές από την μία περίοδο στην άλλη δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν και αυτό είναι σημάδι αιβεβαιότητας ή κινδύνου. Παρά το volatility clustering ή αλλιώς persistence, η διακύμανση των αποδόσεων των μετοχών και των hedge funds δεν είναι σταθερή στο χρόνο. Το volatility clustering, ένας τύπος ετεροσκεδαστικότητας, ευθύνεται ως ένα βαθύ αλλά όχι πλήρως για το fat tail effect ή excess kurtosis, που συνήθως παρατηρείται στα χρηματοοικονομικά δεδομένα.

3. Leverage effect

Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, οι αρνητικές αποδόσεις ακολουθούνται από μεγαλύτερες αυξήσεις στην μεταβλητότητα, σε σχέση με τις αυξήσεις που προκαλούν

οι ίδιου μεγέθους θετικές αποδόσεις. Ο Black (1976) είπε ότι μεγάλες πτώσεις των τιμών των μετοχών δεν ακολουθούνται από πτώσεις στην αξία του dept που αντιστοιχεί σε κάθε μετοχή, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο λόγος dept/equity καθώς και ο κίνδυνος που συνδέεται με εκπλήρωση της πρωταρχικής απαίτησης που ενσωματώνεται στη μετοχή. Στην απουσία κάποιου καλού θεωρητικού υποδείγματος για αυτή την ασυμμετρία, η βιβλιογραφία των GARCH δείχνει οικονομετρικούς τρόπους για την περιγραφή αυτής της ασυμμετρίας.

4. Συμμεταβολές στις μεταβλητότητες

Έχει παρατηρηθεί γενικά ότι, οι μεταβολές (διακυμάνσεις) στις αποδόσεις των χρηματοοικονομικών σειρών κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση. Για παράδειγμα, οι Diebold και Nerlove (1989) υποστηρίζουν ότι υπάρχουν κάποιοι λίγοι κοινοί παράγοντες που ερμηνεύουν τις κινήσεις της μεταβλητότητας των συναλλαγματικών ισοτιμιών. Αυτό το φαινόμενο συμμεταβολής, παρατηρείται όχι μόνο μεταξύ των χρηματοοικονομικών στοιχείων μιας αγοράς, αλλά και μεταξύ διαφορετικών αγορών.

3.2 Ιστορικές Μέθοδοι και Exponentially Weighted Moving Averages (EWMA)

Στην αρχή θα εξετάσουμε την χρήση των παραδοσιακών μεθόδων πρόβλεψης της “ιστορικής” μεταβλητότητας και συσχέτισης. Οι πρόσφατες εξελίξεις στην ανάλυση χρονολογικών σειρών επιβάλλουν μία πιο κριτική θεώρηση της αποτελεσματικότητας αυτών των μεθόδων, οι οποίες αντικαθίστανται από exponentially weighted moving average ή GARCH μεθόδους στους πιο σημαντικούς χρηματοοικονομικούς οργανισμούς.

Η “ιστορική μεταβλητότητα” n -περιόδων στο χρόνο T , είναι η ποσότητα $\left(100 \hat{\sigma}_T \sqrt{A}\right)$ τοις εκατό, όπου A είναι ο αριθμός τών αποδόσεων r_t το χρόνο και:

$$\hat{\sigma}_T^2 = \sum_{t=T-n}^{t=T-1} r_t^2 / n$$

Έτσι $\hat{\sigma}_T$ είναι ο αμερόληπτος εκτιμητής της τυπικής απόκλισης ενός δείγματος μεγέθους n , υποθέτοντας ότι ο μέσος είναι 0.

“Ιστορικές συσχετίσεις” με χρονική διάρκεια (maturity) n υπολογίζονται με ανάλογο τρόπο. Εάν x και y είναι δύο σειρές αποδόσεων, τότε οι n -περιόδων ιστορικές συσχετίσεις δίδονται από:

$$r_T = \frac{\sum_{t=T-n}^{t=T-1} x_t y_t}{\sqrt{\sum_{t=T-n}^{t=T-1} x_t^2 \sum_{t=T-n}^{t=T-1} y_t^2}}$$

Παραδοσιακά, η μέτρηση της μεταβλητότητας ή συσχέτισης των τελευταίων n -περιόδων χρησιμοποιούνταν σαν μία πρόβλεψη για τις επόμενες n -περιόδους. Το νόημα αυτού είναι ότι οι προβλέψεις μακροχρόνιας μεταβλητότητας πρέπει να είναι ανεπηρέαστες από συμπεριφορά volatility clustering, και έτσι πρέπει να πάρουμε έναν μέσο των τετραγωνισμένων αποδόσεων της ιστορικής περιόδου. Ωστόσο, οι προβλέψεις βραχυχρόνιας μεταβλητότητας θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τις τρέχουσες συνθήκες της αγοράς, είτε έντονη μεταβλητότητα είτε ηρεμία, που σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο αμέσως προηγούμενες αποδόσεις.

Όμως, εξετάζοντας τις ιδιότητες των χρονολογικών σειρών των ιστορικών μεταβλητών και συσχετίσεων, παρατηρούμε ότι αυτές έχουν κάποιες ανεπιθύμητες παρενέργειες. Ένα σημαντικό πρόβλημα με τους equally weighted averages (ίδιας στάθμισης μέσους) είναι ότι ακραία γεγονότα είναι εξίσου σημαντικά στις τρέχουσες εκτιμήσεις, είτε συνέβησαν χτες, είτε πολύ καιρό πριν. Έτσι οι εκτιμήσεις της μεταβλητότητας θα κρατούνται τεχνητά υψηλά σε περιόδους ηρεμίας και θα είναι μικρότερες από ότι θα έπρεπε σε κατά τη διάρκεια σύντομων ξεσπασμάτων της μεταβλητότητας, τα οποία συχνά χαρακτηρίζουν τις χρηματοοικονομικές αγορές. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ghost feature.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που κρύβει η ιστορική μέθοδος είναι ότι, όποιο και αν είναι το μέγεθος της περιόδου του δείγματος, ακόμη εκτιμούμε το ίδιο πράγμα: την unconditional volatility των χρονολογικών σειρών. Αυτή είναι ένας αριθμός, μία σταθερά που αναφέρεται σε ολόκληρη τη σειρά. Οι εκτιμώμενες σειρές αλλάζουν στο χρόνο, αλλά αφού η παράμετρος που μας ενδιαφέρει είναι σταθερά,

κάθε παρατηρούμενη αλλαγή στις εκτιμήσεις οφείλεται στη δειγματική ποικιλομορφία. Επίσης το “ιστορικό μοντέλο” δεν λαμβάνει υπόψη τις dynamic ιδιότητες των αποδόσεων, όπως είναι η αυτοσυσχέτιση (autocorrelation). Είναι ουσιαστικά ένα “static” μοντέλο, που χρησιμοποιείται σε ένα χρονικά μεταβαλλόμενο πλαίσιο.

Τα “ιστορικά” μοντέλα που παρατέθηκαν πιο πάνω σταθμίζουν κάθε παρατήρηση με το ίδιο βάρος, άσχετα από το αν είναι χθεσινή απόδοση ή αποδόσεις πολλών εβδομάδων ή μηνών πίσω στο παρελθόν. Αυτή η ίση στάθμιση των παρατηρήσεων δημιουργεί ghost features, όπως είδαμε και πριν, και αυτό αποτελεί καθαρά πρόβλημα. Ένας exponentially weighted moving average (EWMA) δίνει μεγαλύτερο βάρος στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις με αποτέλεσμα να αποδυναμώνονται τα προβληματικά ghost features.

Η exponential στάθμιση γίνεται με μία σταθερά εξομάλυνσης, λ . Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του λ , τόσο μεγαλύτερο βάρος δίνεται σε παρελθούσες παρατηρήσεις και γίνεται ομαλότερη η σειρά. Ένας n -περιόδων EWMA της χρονολογικής σειράς x ορίζεται ως:

$$\frac{x_{t-1} + \lambda x_{t-2} + \lambda^2 x_{t-3} + \dots + \lambda^{n-1} x_{t-n}}{1 + \lambda + \lambda^2 + \dots + \lambda^{n-1}}$$

Όταν $n \rightarrow \infty$ και ο παρανομαστής συγκλίνει στο $\frac{1}{1-\lambda}$, ένας infinite EWMA

$$\text{γράφεται ως } (1-\lambda) \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} x_{t-i} \quad (3.2.1)$$

Είναι ένας EWMA που χρησιμοποιείται για προβλέψεις της μεταβλητότητας και συσχέτισης από την J.P. Morgan και Reuter's Risk Metrics. Οι προβλέψεις μεταβλητότητας και συσχέτισης για την επόμενη μέρα υπολογίζονται θέτοντας $\lambda = 0,94$ και χρησιμοποιώντας τετραγωνικές αποδόσεις r^2 αντί για x στην σχέση (3.2.1) για τις προβλέψεις της διακύμανσης και τα cross products των αποδόσεων αντί της σειράς x στην (3.2.1) για προβλέψεις συνδιακυμάνσεων. Πρέπει να σημειώσουμε ότι η ίδια τιμή του λ πρέπει να χρησιμοποιείται για όλες τις διακυμάνσεις και συνδιακυμάνσεις του πίνακα, αλλιώς αυτός δεν θα είναι positive semi-definite (βλέπε J.P. Morgan, 1996).

3.3 Μονομεταβλητά Μοντέλα Ετεροσκεδαστικότητας

Θεμελιώδης για την κατανόηση των GARCH είναι η διάκριση ανάμεσα σε υπό συνθήκη (conditional) στοχαστικής και μη δεσμευμένης (unconditional) σταθερής μεταβλητότητας. Αυτές οι ιδέες βασίζονται σε διαφορετικές στοχαστικές διαδικασίες που υποθέτουμε ότι διέπουν τα στοιχεία αποδόσεων.

Η conditional κατανομή αλλάζει σε κάθε χρονική στιγμή, και πιο συγκεκριμένα, η volatility process είναι στοχαστική. Αυτή η αβεβαιότητα είναι ζωτικής σημασίας για την μοντέρνα οικονομική θεωρία. Πολλές “κλασσικές” χρονολογικές σειρές και οικονομετρικά μοντέλα λειτουργούν μόνο όταν η διακύμανση είναι σταθερή. Μόνο πρόσφατα, οι χρηματοοικονομικοί και οικονομικοί ερευνητές άρχισαν να μοντελοποιούν χρονικά μεταβαλλόμενες δεύτερες ή τρίτες ροπές. Ο Engle (1982) μοντελοποίησε χρονικά μεταβαλλόμενες διακυμάνσεις χρησιμοποιώντας Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) μοντέλο με τις προεκτάσεις και τροποποιήσεις του. Από τότε εκατοντάδες ερευνητές εφάρμοσαν αυτά τα μοντέλα σε δεδομένα χρηματοοικονομικών χρονολογικών σειρών.

Η ιδέα του GARCH είναι η προσθήκη μίας δεύτερης εξίσωσης, που μοντελοποιεί τη δεσμευμένη διακύμανση, στο κλασικό μοντέλο παλινδρόμησης. Η πρώτη εξίσωση στο GARCH μοντέλο είναι η δεσμευμένη εξίσωση του μέσου. Αυτή μπορεί να είναι οτιδήποτε, αφού το GARCH εστιάζει στην εξίσωση δεσμευμένης διακύμανσης και συνήθως είναι μια πολύ απλή εξίσωση όπως $r_t = \text{σταθερα} + \varepsilon_t$. Φυσικά μπορούμε να βάλουμε οποιεσδήποτε ερμηνευτικές μεταβλητές θέλουμε στην εξίσωση του μέσου του GARCH μοντέλου, αλλά θα πρέπει να προσέχουμε να τηρείται η αρχή της οικονομίας (parsimony) εάν θέλουμε η διαδικασία της εκτίμησης να ολοκληρώνεται απρόσκοπτα. Η εξίσωση της δεσμευμένης διακύμανσης του GARCH μοντέλου απεικονίζει εύκολα και αναλυτικά την στοχαστική διαδικασία της μεταβλητότητας των χρηματοοικονομικών αποδόσεων. Τα GARCH μοντέλα διαφέρουν μόνο στο ότι οι εξισώσεις δεσμευμένης διακύμανσης καθορίζονται με διαφορετικούς τρόπους ή επειδή τίθενται διαφορετικές υποθέσεις σχετικά με την δεσμευμένη κατανομή των μη αναμενόμενων αποδόσεων.

Στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία έχουν προταθεί πολλοί διαφορετικοί τύποι GARCH μοντέλων, αλλά μόνο κάποιοι από αυτούς έχουν καλές πρακτικές εφαρμογές. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε περιληπτικά σε κάποια μονομεταβλητά

μοντέλα που συγκεντρώνουν την μεγαλύτερη προσοχή: ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH που είναι εύκολα και ελκυστικά στη χρήση.

3.3.1 ARCH Μοντέλο

Η σειριακή συσχέτιση στα τετράγωνα των αποδόσεων, ή αλλιώς δεσμευμένη ετεροσκεδαστικότητα, μπορεί να μοντελοποιηθεί με τη χρήση μίας απλής αυτοπαλίνδρομης (AR) διαδικασίας για τα τετραγωνισμένα κατάλοιπα. Έστω ότι με y_t συμβολίζουμε μια στάσιμη χρονολογική σειρά όπως είναι οι χρηματοοικονομικές αποδόσεις, τότε η y_t μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$y_t = c + \varepsilon_t \quad (3.3.1)$$

όπου c είναι ο μέσος της y_t , και ε_t είναι στοχαστική διαδικασία με μέσο 0. Για να επιτραπεί το volatility clustering ή conditional heteroskedasticity, υποθέτουμε ότι $Var_{t-1}(\varepsilon_t) = \sigma_t^2$ με $Var_{t-1}(\cdot)$ να συμβολίζει τη διακύμανση με δεδομένη τη πληροφορία έως το χρόνο $t-1$, και

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2 \quad (3.3.2)$$

Εφόσον τα ε_t έχουν μέσο 0, $Var_{t-1}(\varepsilon_t) = E_{t-1}(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2$ και η παραπάνω εξίσωση μπορεί να γραφτεί ως:

$$\varepsilon_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2 + u_t \quad (3.3.3)$$

όπου $u_t = \varepsilon_t^2 - E_{t-1}(\varepsilon_t^2)$ είναι μια μηδενικού μέσου διαδικασία λευκού θορύβου. Η εξίσωση (3.3.3) αναπαριστά μια AR(p) διαδικασία για τα ε_t^2 , και το μοντέλο στην (3.3.1) και (3.3.2) είναι γνωστό ως autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH) μοντέλο του Engle (1982), το οποίο συνήθως αναφέρεται ως ARCH(p) μοντέλο.

3.3.2 GARCH Μοντέλο

Θα μπορούσαμε να ξεκινήσουμε με την εκτίμηση ενός ARCH μοντέλου και να βγάζαμε εκτιμήσεις της χρονικά μεταβαλλόμενης μεταβλητής, σ_t , βασισμένες στο παρελθόν. Ωστόσο, στην πράξη έχει βρεθεί ότι υπάρχει ανάγκη για μεγάλο αριθμό υστερήσεων (lags p), και επομένως ένας μεγάλος αριθμός παραμέτρων είναι απαραίτητος για τον σχηματισμό ενός καλού μοντέλου. Ένα πιο οικονομικό (parsimonious) μοντέλο που προτάθηκε από τον Bollerslev (1986) αντικαθιστά το AR μοντέλο στη σχέση (3.3.2) με την παρακάτω διατύπωση:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q b_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3.3.4)$$

όπου οι συντελεστές a_i ($i = 0, \dots, p$) και b_j ($j = 1, \dots, q$) υποθέτουμε ότι είναι όλοι θετικοί για να εξασφαλίσουμε ότι η δεσμευμένη διακύμανση σ_t^2 είναι πάντα θετική. Η σχέση (3.3.1) μαζί με την (3.3.4) αποτελούν το γενικευμένο ARCH μοντέλο ή αλλιώς το GARCH(p,q) μοντέλο. Όταν $q=0$, το GARCH μοντέλο συρρικνώνεται σε ένα ARCH μοντέλο.

Η δεσμευμένη διακύμανση των ε_t , δηλαδή σ_t^2 , στα πλαίσια του GARCH(p,q) μοντέλου, εξαρτάται από τα τετραγωνισμένα κατάλοιπα των προηγούμενων p περιόδων και την δεσμευμένη διακύμανση των προηγούμενων q περιόδων. Συνήθως ένα GARCH(1,1) μοντέλο με μόνο τρεις παραμέτρους στην εξίσωση της δεσμευμένης διακύμανσης είναι επαρκές για να επιτύχει καλή απεικόνιση των χρηματοοικονομικών χρονολογικών σειρών.

Χρησιμοποιώντας την ARMA αναπαράσταση των GARCH μοντέλων φαίνεται ότι το GARCH μοντέλο είναι ικανό να εξηγήσει κάποια από τα ονομαζόμενα “stylized facts” σχετικά με την μεταβλητή των χρηματοοικονομικών χρονολογικών σειρών, όπως τα: volatility clustering και fat tails.

Volatility clustering: Συνήθως ο συντελεστής b_1 ενός GARCH(1,1) έχει βρεθεί ότι είναι περίπου 0,9 για πολλές εβδομαδιαίες ή ημερήσιες χρηματοοικονομικές χρονολογικές σειρές. Επομένως, είναι φανερό ότι μεγάλες τιμές της σ_{t-1}^2 θα

ακολουθούνται από μεγάλες τιμές της σ_t^2 , και μικρές τιμές της σ_{t-1}^2 . Θα ακολουθούνται από μικρές τιμές της σ_t^2 .

Fat tails: O Bollerslev (1986) θέτει τη συνθήκη για την ύπαρξη τέταρτης ροπής μίας GARCH(1,1) διαδικασίας. Υποθέτοντας ότι η τέταρτη ροπή υπάρχει, ο Bollerslev δείχνει ότι η κύρτωση που επιτυγχάνεται από ένα GARCH(1,1) είναι μεγαλύτερη από 3, που είναι η κύρτωση της κανονικής κατανομής. Επομένως ένα GARCH μοντέλο μπορεί να απεικονίσει τις παχιές ουρές που παρατηρούνται συνήθως στις χρηματοοικονομικές χρονολογικές σειρές.

3.3.3 EGARCH Μοντέλο

Σε πολλές περιπτώσεις το βασικό GARCH(p,q) μοντέλο είναι ένα καλό εργαλείο για την ανάλυση χρηματοοικονομικών χρονολογικών σειρών και την εκτίμηση της δεσμευμένης μεταβλητότητας. Ωστόσο, στο βασικό GARCH(p,q) μοντέλο, καθώς μόνο τα τετραγωνισμένα κατάλοιπα ε_{t-i}^2 μπαίνουν στην εξίσωση, τα πρόσημα των καταλοίπων ή shocks δεν έχουν καμία επίδραση στην δεσμευμένη διακύμανση. Όμως ένα stylized fact της χρηματοοικονομικής μεταβλητότητας είναι ότι τα άσχημα νέα (negative shocks) έχουν μεγαλύτερη επίδραση στην μεταβλητότητα από ότι τα καλά νέα (positive shocks), και αναφέρεται συνήθως ως leverage effect.

O Nelson (1991) πρότεινε το ακόλουθο *exponential GARCH* (EGARCH) μοντέλο που πιάνει τα leverage effects:

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \frac{|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^q b_j h_{t-j}$$

όπου $h_t = \log \sigma_t^2$ ή $\sigma_t^2 = e^{ht}$. Παρατηρείται ότι όταν ε_{t-i} είναι θετικό ή υπάρχουν καλά νέα, το συνολικό αποτέλεσμα στο ε_{t-i} είναι $(1 + \gamma_i)|\varepsilon_{t-i}|$. Αντιθέτως, όταν ε_{t-i} είναι αρνητικό ή υπάρχουν άσχημα νέα, το συνολικό αποτέλεσμα στο ε_{t-i} είναι

$(1 - \gamma_i) \varepsilon_{t-i}$. Τα άσχημα νέα έχουν μεγαλύτερη επίδραση στην μεταβλητότητα, και η τιμή του γ_i θα αναμένεται να είναι αρνητική.

3.3.4 TGARCH Μοντέλο

Ένα άλλο GARCH μοντέλο που είναι ικανό να μοντελοποιεί leverage effects είναι το *threshold GARCH* (TGARCH) μοντέλο, το οποίο έχει την ακόλουθη μορφή:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i S_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q b_j \sigma_{t-j}^2$$

όπου

$$S_{t-i} = \begin{cases} 1 & \text{εάν } \varepsilon_{t-i} < 0 \\ 0 & \text{εάν } \varepsilon_{t-i} > 0 \end{cases}$$

Αυτό σημαίνει ότι ανάλογα με το αν το ε_{t-i} είναι πάνω ή κάτω από το 0 (threshold value), το ε_{t-i}^2 έχει διαφορετική επίδραση στην δεσμευμένη διακύμανση σ_t^2 . Δηλαδή, όταν το ε_{t-i} είναι θετικό, η συνολική επίδραση δίνεται από το $a_i \varepsilon_{t-i}^2$, ενώ όταν το ε_{t-i} είναι αρνητικό, η συνολική επίδραση δίνεται από $(a_i + \gamma_i) \varepsilon_{t-i}^2$. Επομένως, το γ_i αναμένεται να είναι θετικό, ώστε τα άσχημα νέα να έχουν μεγαλύτερη επίδραση. Αυτό το μοντέλο είναι επίσης γνωστό ως το GJR μοντέλο επειδή οι Glosten, Jagannathan και Runkle (1993) πρότειναν στην ουσία το ίδιο μοντέλο.

3.3.5 PGARCH Μοντέλο

Υπάρχει και ένας άλλος τρόπος τροποποίησης του βασικού GARCH μοντέλου ώστε να πιάνει τα leverage effects. Αυτό γίνεται αν θεωρήσουμε το βασικό GARCH μοντέλο σαν μία ειδική περίπτωση του *power d* (PGARCH) μοντέλου που προτάθηκε από τους Ding, Granger και Engle (1993):

$$\sigma_t^d = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i (\lvert \varepsilon_{t-i} \rvert + \gamma_i \varepsilon_{t-i})^d + \sum_{j=1}^q b_j \sigma_{t-j}^d$$

Όπου d είναι ένας θετικός εκθέτης και γ_i συμβολίζει τον συντελεστή της μόχλευσης. Αξίζει να σημειώσουμε ότι όταν $d = 2$ το μοντέλο γίνεται ένα βασικό GARCH μοντέλο με leverage effects. Οι Ding, Granger και Engle (1993) έδειξαν ότι το PGARCH μοντέλο περιλαμβάνει και πολλές άλλες ποικιλίες GARCH σαν ειδικές περιπτώσεις.

Υπάρχουν και άλλα Μονομεταβλητά Μοντέλα Ετεροσκεδαστικότητας όπως είναι τα: Two Components Model, GARCH-in-the-Mean Model, Non-Gaussian Error Distributions, κ.α., αλλά δεν θα τα αναλύσουμε γιατί θα επικεντρωθούμε στα Πολυμεταβλητά Μοντέλα που ακολουθούν.

3.4 Πολυμεταβλητά Μοντέλα Ετεροσκεδαστικότητας

Η εντεινόμενη ανάγκη για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας και συσχέτισης στα πλαίσια μεγάλων μητρών συνδιακυμάνσεων, που καλύπτουν όλους τους παράγοντες κινδύνου οδήγησε στην προέκταση των GARCH σε πολυμεταβλητό επίπεδο.

Η γενίκευση των μονομεταβλητών GARCH υποδειγμάτων στην πολυμεταβλητή περίπτωση είναι απλή. Για το σφάλμα ε_t , ενός υποδείγματος χρονολογικής σειράς d -διαστάσεων υποθέτουμε ότι ο υπό συνθήκη μέσος είναι μηδέν και η δεσμευμένη μήτρα συνδιακυμάνσεων, Σ_t , δίνεται από την θετικά ορισμένη μήτρα διαστάσεων ($d \times d$), δηλαδή:

$$\varepsilon_t = \Sigma_t^{1/2} \xi_t \quad (3.4.1)$$

όπου, ξ_t είναι ένα i.i.d. innovation διάνυσμα, με μέσο μηδέν και μήτρα συνδιακυμάνσεων που ισούται με την μοναδιαία μήτρα I_d . Όπως και στην περίπτωση

των μονομεταβλητών, το Σ_t εξαρτάται από σφάλματα με υστερήσεις (lagged) ε_{t-i} , $i = 1, \dots, q$, και από lagged υπό συνθήκη συνδιακυμάνσεων μήτρες Σ_{t-i} , $i = 1, \dots, p$. Η γενική περίπτωση των arbitrary εξαρτήσεων μπορεί να οδηγήσει σε πολύ περίπλοκες δομές, που μπορεί να είναι πάρα πολύ δύσκολες να λυθούν στη πράξη. Επομένως, γίνεται συχνά προσπάθεια να μειωθούν οι διαστάσεις των παραμέτρων προς εκτίμηση. Στη συνέχεια, συζητούμε πρώτα μια γενική εξειδίκευση και μετά ένα δημοφιλές περιορισμό, το υπόδειγμα BEKK. Επίσης, θα περιγράψουμε σύντομα και ένα υπόδειγμα που υποθέτει σταθερή υπό συνθήκη συνδιακυμάνσεις (constant conditional correlations).

3.4.1 VEC και DVEC Μοντέλα

Έστω ότι το $vech(\cdot)$ συμβολίζει τον χειριστή που στοιβάζει το κάτω τριγωνικό μέρος μιας $d \times d$ συμμετρικής μήτρας σε ένα διάνυσμα $d^* = d(d+1)/2$ διαστάσεων. Επιπλέον, χρησιμοποιούμε τον συμβολισμό $h_t = vech(\Sigma_t)$ και $\eta_t = vech(\varepsilon_t \varepsilon_t^T)$. Η VEC εξειδίκευση ενός πολυμεταβλητού GARCH(p,q) υποδείγματος δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$h_t = A_0 + \sum_{i=1}^q A_i \eta_{t-i} + \sum_{j=1}^p B_j h_{t-j}, \quad (3.4.2)$$

όπου τα A_i, B_j είναι μήτρες παραμέτρων και η κάθε μια περιέχει $(d^*)^2$ παράμετροι. Το διάνυσμα A_0 αντιπροσωπεύει τους σταθερούς όρους των συνδιακυμάνσεων και περιλαμβάνει d^* παράμετροι.

Για την περίπτωση δυο μεταβλητών και $p=q=1$, μπορούμε να γράψουμε αναλυτικότερα το υπόδειγμα ως εξής:

$$\begin{pmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{22,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{0,1} \\ A_{0,2} \\ A_{0,3} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{12,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{pmatrix}$$

Στη bivariate περίπτωση ($d = 2$) και $p=q=1$, υπάρχουν ήδη 21 παράμετροι που χαρακτηρίζουν τη δυναμικότητα της μεταβλητότητας (volatility). Για να μπορέσουμε να βρούμε ένα feasible υπόδειγμα για εμπειρικές εκτιμήσεις, συνήθως θέτουμε περιορισμούς στις μήτρες των παραμέτρων του υποδείγματος VEC.

Οι Bollerslev, Engle και Wooldridge (1988) πρότειναν τη χρήση διαγώνιων μήτρων παραμέτρων τέτοιες ώστε η δεσμευμένη διακύμανση μίας μεταβλητής να εξαρτάται μόνο από τις lagged τετραγωνισμένες τιμές της ίδιας μεταβλητής, και οι δεσμευμένες συνδιακυμάνσεις ανάμεσα σε δύο μεταβλητές να εξαρτώνται μόνο από lagged τιμές των αναμεταξύ τους γινομένων αυτών των μεταβλητών. Το υπόδειγμα αυτό ονομάζεται **DVEC** και μειώνει ουσιαστικά τον αριθμό των παραμέτρων (στην παραπάνω περίπτωση από 21 σε 9), αλλά ταυτόχρονα αποκλείονται δυνητικά σημαντικές αιτιολογήσεις (causalities). Ήα δούμε τη περιγραφή του αναλυτικότερα στη συνέχεια:

Στο μονομεταβλητό επίπεδο, το EWMA μοντέλο γράφεται ως:

$$\Sigma_t = (1 - \lambda)\varepsilon_{t-1}^2 + \lambda\Sigma_{t-1}$$

το οποίο είναι απλά ένα GARCH(1,1) μοντέλο με $a_1 = 1 - \lambda$, $b_1 = \lambda$ και επομένως $a_1 + b_1 = 1$. Καθώς το $a_1 + b_1$ αντιστοιχεί στον συντελεστή του AR(1) στην ARMA αναπαράσταση των GARCH μοντέλων, η συνθήκη $a_1 + b_1 = 1$ δηλώνει ότι το GARCH μοντέλο δεν είναι στάσιμο με την αδύναμη έννοια. Οι Engle και Bollerslev (1986) ονόμασαν αυτό το μοντέλο integrated GARCH (IGARCH). Δεδομένης της μη-στασιμότητας των IGARCH και EWMA μοντέλων, αυτά μερικές φορές δεν προτιμούνται για την μοντελοποίηση της μεταβλητότητας.

Για τη διατήρηση της διαίσθησης πίσω από τα EWMA ταυτόχρονα με την αναζήτηση ενός ευέλικτου και στάσιμου μοντέλου για την χρονικά μεταβαλλόμενη συνδιακύμανση, γενικεύονται το EWMA ως ακολούθως:

$$\Sigma_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i \otimes (\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}')$$

$$+ \sum_{j=1}^q B_j \otimes \Sigma_{t-j}$$

Όπου το σύμβολο \otimes είναι ένα Hadamard προϊόν, δηλαδή στοιχείο προς στοιχείο πολλαπλασιασμός, και όλες οι μήτρες συντελεστών έχουν διάσταση $k \times k$. Αυτό το μοντέλο για πρώτη φορά προτάθηκε από τους Bollerslev, Engle και Wooldridge (1988) και το αποκάλεσαν diagonal VEC ή DVEC(p,q) μοντέλο.

Για να πάρουμε μία ιδέα της έννοιας που βρίσκεται πίσω από το DVEC μοντέλο, θα δούμε ένα διμεταβλητό DVEC(1,1) μοντέλο:

$$\begin{bmatrix} \Sigma_t^{(11)} & \\ \Sigma_t^{(21)} & \Sigma_t^{(22)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_0^{(11)} & \\ A_0^{(21)} & A_0^{(22)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_1^{(11)} & \\ A_1^{(21)} & A_1^{(22)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_{t-1}^{(1)} \varepsilon_{t-1}^{(1)} & \\ \varepsilon_{t-1}^{(2)} \varepsilon_{t-1}^{(1)} & \varepsilon_{t-1}^{(2)} \varepsilon_{t-1}^{(2)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1^{(11)} & \\ B_1^{(21)} & B_1^{(22)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Sigma_{t-1}^{(11)} & \\ \Sigma_{t-1}^{(21)} & \Sigma_{t-1}^{(22)} \end{bmatrix}$$

όπου μόνο το τριγωνικό τμήμα του συστήματος λαμβάνεται υπόψη, με $X^{(ij)}$ να συμβολίζει το (i,j) -th στοιχείο της μήτρας X , και $\varepsilon^{(i)}$ να είναι το i -th στοιχείο του διανύσματος ε . Η παραπάνω εξίσωση πινάκων μπορεί να ξαναγραφτεί ως ακολούθως:

$$\begin{aligned} \Sigma_t^{(11)} &= A_0^{(11)} + A_1^{(11)} \varepsilon_{t-1}^{(1)} \varepsilon_{t-1}^{(1)} + B_1^{(11)} \Sigma_{t-1}^{(11)} \\ \Sigma_t^{(21)} &= A_0^{(21)} + A_1^{(21)} \varepsilon_{t-1}^{(2)} \varepsilon_{t-1}^{(1)} + B_1^{(21)} \Sigma_{t-1}^{(21)} \\ \Sigma_t^{(22)} &= A_0^{(22)} + A_1^{(22)} \varepsilon_{t-1}^{(2)} \varepsilon_{t-1}^{(2)} + B_1^{(22)} \Sigma_{t-1}^{(22)} \end{aligned}$$

Έτσι το (i,j) -th στοιχείο της χρονικά μεταβαλλόμενης μήτρας συνδιακυμάνσεων εξαρτάται μόνο από τα δικά της στοιχεία υστερήσεων και τα αντίστοιχα cross-product των σφαλμάτων. Ως αποτέλεσμα, η μεταβλητότητα κάθε σειράς ακολουθεί μία GARCH διαδικασία, ενώ η διαδικασία συνδιακυμάνσεων μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα GARCH μοντέλο στα cross-moments των σφαλμάτων.

Καθώς η μήτρα συνδιακυμάνσεων πρέπει να είναι συμμετρική, στην πράξη είναι αρκετό να αντιμετωπίζουμε την Σ_t ως συμμετρική και να ασχολούμαστε μόνο με το κάτω τριγωνικό τμήμα του συστήματος. Η μήτρα συνδιακυμάνσεων πρέπει επίσης να είναι positive semi-definite (PSD). Όμως, η Σ_t στο DVEC μοντέλο δεν μπορεί να εξασφαλιστεί ότι είναι PSD, και αυτό θεωρείται αδυναμία του DVEC μοντέλου. Παρακάτω θα δούμε άλλους σχηματισμούς πολυμεταβλητών GARCH μοντέλων που εγγυώνται ότι η χρονικά μεταβαλλόμενη μήτρα συνδιακυμάνσεων

είναι PSD, πριν όμως θα δείξουμε πως εκτιμούμε τις παραμέτρους των πολυμεταβλητών υποδειγμάτων.

Εκτίμηση των Παραμέτρων

Όπως και στη μονομεταβλητή περίπτωση, οι παράμετροι ενός πολυμεταβλητού GARCH μοντέλου εκτιμούνται με maximum likelihood (ML) βελτιστοποίηση αριθμητικά της Gaussian log-likelihood συνάρτησης. Η conditional likelihood συνάρτηση για ένα δείγμα χρονολογικών σειρών με n παρατηρήσεις δίνεται από:

$$\log L = \sum_{t=1}^n l_t$$

$$\text{με } l_t = -\frac{n}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \log \{\det(\Sigma_t)\} - \frac{1}{2} \varepsilon_t^T H_t^{-1} \varepsilon_t. \quad (3.4.3)$$

Η μεγιστοποίηση της log-likelihood, $\log L = \sum_{t=1}^n l_t$, απαιτεί μη γραμμικές μεθόδους μεγιστοποίησης. Συμπεριλαμβάνοντας μόνο πρώτης τάξεως παραγώγους, ο αλγόριθμος που εισήγαγαν ο Berndt κ.ά. (1974) μπορεί να τεθεί εύκολα σε εφαρμογή και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την εκτίμηση των διαδικασιών πολυμεταβλητού GARCH.

Εάν η υπό συνθήκη κατανομή των ε_t δεν είναι κανονική, τότε η (3.4.3) ερμηνεύεται ως quasi likelihood συνάρτηση, που χρησιμεύει κατά ένα μέρος ως συνάρτηση στόχος στην αριθμητική βελτιστοποίηση, αλλά που δεν προσφέρει καμία πληροφορία όσον αφορά την πραγματική κατανομή. Για την εκτίμηση των παραμέτρων είναι κατάλληλη η μέθοδος της Quasi Maximum Likelihood (QML). Στη πολυμεταβλητή περίπτωση, ο QML εκτιμητής είναι συνεπές και ασυμπτωτικά κανονικός κάτω από τις κύριες υποθέσεις ότι η εν λόγῳ διαδικασία είναι αυστηρά στάσιμη και ergodic. Επιπλέον, υποθέτοντας τον ορισμό (finiteness) μέχρι και της όγδοης ροπής του ε_t , οι Comte και Lieberman (2000) αντλούν την ασυμπτωτική κανονικότητα του QML εκτιμητή. Η ασυμπτωτική κατανομή του rescaled QML εκτιμητή είναι ανάλογη της μονομεταβλητής περίπτωσης και περιγράφεται στο Bollerslev και Wooldridge (1992).

Γράφοντας όλες τις παραμέτρους σε ένα διάνυσμα, θ , λαμβάνουμε το παρακάτω τυπικό αποτέλεσμα.

$$\sqrt{n}(\hat{\theta} - \theta) \xrightarrow{L} N(0, J^{-1} I J^{-1}) \quad (3.4.4)$$

όπου I είναι η αναμενόμενη τιμή του outer product του διανύσματος score (δηλαδή, το διάνυσμα $\frac{\partial l}{\partial \theta}$), και J είναι η αρνητική αναμενόμενη τιμή του Hessian (δηλαδή, η μήτρα των δευτερων παραγώγων). Στη περίπτωση μίας κανονικής κατανομής, έχουμε $I = J$ και η ασυμπτωτική κατανομή απλοποιείται στην εξής:

$$\sqrt{n}(\hat{\theta} - \theta) \xrightarrow{L} N(0, J^{-1}). \quad (3.4.5)$$

Με άλλα λόγια, αυτά τα αποτελέσματα είναι τελείως ανάλογα στην μονομεταβλητή περίπτωση, αλλά οι αναλυτικές εκφράσεις των I και J γίνονται πιο περίπλοκες. Βεβαίως, τα I και J μπορούν να καθοριστούν αριθμητικά, αλλά αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αναξιόπιστα αποτελέσματα, ειδικότερα για το J , στην πολυμεταβλητή περίπτωση.

Στις εμπειρικές εργασίες, έχει βρεθεί ότι τα εκτιμώμενα τυποποιημένα κατάλοιπα δεν είναι κανονικά κατανεμημένα. Σε αυτή τη περίπτωση η QML likelihood συνάρτηση θα είναι misspecified και προσφέρει μόνο συνεπείς, όχι και αποτελεσματικούς εκτιμητές των παραμέτρων. Εναλλακτικά, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η πραγματική innovation κατανομή δίδεται από κάποια εξειδικευμένη μη-κανονική παραμετρική κατανομή. Άλλα γενικά, αυτό δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων είναι συνεπείς στην περίπτωση που η υπόθεση είναι λανθασμένη.

3.4.2 Matrix-Diagonal Μοντέλα

To DVEC μοντέλο δεν εγγυάται ότι η χρονικά μεταβαλλόμενη μήτρα συνδιακυμάνσεων είναι positive semi-definite (PSD). Ας σημειωθεί ότι η ικανή συνθήκη ώστε η Σ_t να είναι PSD είναι τα A_0, A_i ($i = 1, \dots, p$) και B_j ($j = 1, \dots, q$) να είναι όλα PSD. Βασισμένοι σε αυτήν την παρατήρηση, οι Ding (1994) και Bollerslev, Engle και Nelson (1994) πρότειναν να εκτιμηθούν οι Cholesky παράγοντες των μητρών των συντελεστών:

$$\Sigma_t = A_0 A_0' + \sum_{i=1}^p \left(A_i A_i' \right) \otimes \left(\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' \right) + \sum_{j=1}^q \left(B_j B_j' \right) \otimes \Sigma_{t-j}$$

όπου A_0, A_i ($i = 1, \dots, p$) και B_j ($j = 1, \dots, q$) είναι όλες κάτω τριγωνικές μήτρες. Το μοντέλο αυτό θα ονομάζεται *matrix-diagonal model*.

Ta *matrix-diagonal* μοντέλα μπορούν να απλοποιηθούν ακόμα περισσότερο περιορίζοντας τα A_i και B_j ώστε να είναι διανύσματα, και έτσι καταλήγουμε:

$$\Sigma_t = A_0 A_0' + \sum_{i=1}^p a_i a_i' \otimes \left(\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' \right) + \sum_{j=1}^q b_j b_j' \otimes \Sigma_{t-j}$$

όπου a_i και b_j είναι διανύσματα $k \times 1$. Ακόμα πιο απλά έχουμε:

$$\Sigma_t = A_0 A_0' + \sum_{i=1}^p a_i \otimes \left(\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' \right) + \sum_{j=1}^q b_j \otimes \Sigma_{t-j}$$

όπου a_i και b_j είναι θετικά scalars. Είναι εύκολο να δειχθεί ότι όλοι οι πιο πάνω σχηματισμοί εξασφαλίζουν ότι η χρονικά μεταβαλλόμενη μήτρα συνδιακυμάνσεων είναι PSD. Όμως, όσο πιο απλό είναι ένα μοντέλο, τόσο πιο ανστηροί είναι οι περιορισμοί που τίθενται για τη δυναμική του μοντέλου.

3.4.3 BEKK Μοντέλο

Αν και το DVEC μοντέλο μπορεί να τροποποιηθεί με διάφορους τρόπους για να διασφαλιστεί ότι οι χρονικά μεταβαλλόμενες μήτρες συνδιακυμάνσεων είναι PSD, η δυναμική που επιτρέπεται στη δεσμευμένη μήτρα συνδιακυμάνσεων είναι ακόμα κάπως περιορισμένη. Πιο συγκεκριμένα, η δεσμευμένη διακύμανση και συνδιακύμανση εξαρτώνται μόνο από τα δικά τους στοιχεία υστερήσεων και τα αντίστοιχα cross-product των σφαλμάτων.

Το BEKK μοντέλο, όπως τυποποιήθηκε από τους Engle και Kroner (1995), παρέχει μια εναλλακτική διατύπωση για την εξίσωση της δεσμευμένης διακύμανσης:

$$\Sigma_t = A_0 A_0' + \sum_{i=1}^p A_i \left(\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' \right) A_i' + \sum_{j=1}^q B_j \Sigma_{t-j} B_j'$$

όπου A_0 είναι κάτω διαγώνια μήτρα, αλλά τα A_i ($i=1, \dots, p$) και B_j ($j=1, \dots, q$) είναι unrestricted τετραγωνικές μήτρες. Εύκολα φαίνεται ότι η Σ_t εξασφαλισμένα είναι PSD στον παραπάνω σχηματισμό. Το BEKK μοντέλο επιτρέπει την εξάρτηση των υπό συνθήκη διακυμάνσεων μίας μεταβλητής με τις lagged τιμές μίας άλλης μεταβλητής, έτσι ώστε οι causalities των διακυμάνσεων να μπορούν να μοντελοποιηθούν. Πέρα από αυτό, η δυναμική που επιτρέπεται στο BEKK μοντέλο είναι αυξημένη σε σχέση με το DVEC μοντέλο και αυτό απεικονίζεται θεωρώντας το (2,2) στοιχείο της Σ_t στο BEKK (1,1) μοντέλο:

$$\Sigma_t^{(22)} = A_0^{(22)} A_0^{(22)} + \left[A_1^{(21)} \varepsilon_{t-1}^{(1)} + A_1^{(22)} \varepsilon_{t-1}^{(2)} \right]^2 + \left[B_1^{(21)} B_1^{(21)} \Sigma_{t-1}^{(11)} + 2B_1^{(21)} B_1^{(22)} \Sigma_{t-1}^{(21)} + B_1^{(22)} B_1^{(22)} \Sigma_{t-1}^{(22)} \right]$$

Όπου τα $\varepsilon_{t-1}^{(1)}$ και τα $\varepsilon_{t-1}^{(2)}$ εισάγονται στην εξίσωση. Επιπλέον, η $\Sigma_{t-1}^{(11)}$ που είναι η μεταβλητότητα των πρώτων σειρών, έχει επίσης άμεσες επιδράσεις στη $\Sigma_{t-1}^{(22)}$, την μεταβλητότητα των δεύτερων σειρών. Ωστόσο, για το διμεταβλητό BEKK(1,1) μοντέλο, η ευελιξία επιτυγχάνεται με την προσθήκη δύο νέων παραμέτρων, των $A_1^{(12)}$ και $B_1^{(12)}$, οι οποίες δεν χρειάζονται για το DVEC(1,1) μοντέλο. Γενικά ένα

BEKK(p,q) μοντέλο απαιτεί $k(k-1)(p+q)/2$ περισσότερες παραμέτρους από ένα DVEC μοντέλο του ίδιου βαθμού.

Για κάθε BEKK υπόδειγμα υπάρχει μια ισότιμη VEC αντιπροσώπευση, αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει, με αποτέλεσμα το BEKK μοντέλο να είναι μια ειδική περίπτωση του VEC μοντέλου. Επομένως, μπορούμε να αντλήσουμε τις στοχαστικές ιδιότητες του BEKK μοντέλου από εκείνες του VEC μοντέλου. Όσον αφορά τις εμπειρικές εργασίες, το BEKK μοντέλο θα είναι προτιμότερο, επειδή είναι πολύ πιο εύκολο να υπολογιστεί ενώ είναι ικανοποιητικά γενικευμένο.

3.4.4 Constant Conditional Correlation Μοντέλο

Για το μοντέλο BEKK, το DVEC μοντέλο και τις τροποποιήσεις του, η μήτρα δεσμευμένης διακύμανσης-συνδιακύμανσης μοντελοποιείται απευθείας. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλο αριθμό παραμέτρων, εφόσον οι όροι της συνδιακύμανσης πρέπει να εκτιμηθούν ξεχωριστά.

Ο Bollerslev το 1990 πρότεινε ένα νέο και απλό πολυμεταβλητό υπόδειγμα χρονολογικών σειρών. Το υπόδειγμα αυτό έχει χρονικά μεταβαλλόμενες δεσμευμένες διακυμάνσεις και συνδιακυμάνσεις, αλλά σταθερές υπό συνθήκη συσχετίσεις. Η δομή αυτή απλοποιεί σημαντικά την εκτίμηση και τις συμπερασματικές διαδικασίες. Επιπλέον, στα πλαίσια μιας πολυμεταβλητής παλινδρόμησης, το υπόδειγμα αυτό εύκολα ερμηνεύεται ως μια επέκταση του Seemingly Unrelated Regressions (SUR) που επιτρέπει δεσμευμένη και/ ή μη δεσμευμένη ετεροσκεδαστικότητα. Επίσης, η υπόθεση των σταθερών συσχετίσεων δίνει την ευκαιρία για εμφανείς συγκρίσεις μεταξύ των περιόδων. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε το υπόδειγμα αυτό του Bollerslev που ονομάζεται Constant Conditional Correlation Model.

Έστω το y_t συμβολίζει το $N \times 1$ διάνυσμα χρονολογικών σειρών των αποδόσεων, με μια χρονικά μεταβαλλόμενη υπό συνθήκη μήτρα συνδιακυμάνσεων, Σ_t , δηλαδή:

$$\begin{aligned} y_t &= E(y_t | \varphi_{t-1}) + \varepsilon_t \\ Var(\varepsilon_t | \varphi_{t-1}) &= \Sigma_t, \end{aligned} \quad (3.4.6)$$

όπου φ_{t-1} είναι όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες μέχρι τη χρονική στιγμή $t - 1$, και η Σ_t είναι σχεδόν σίγουρα θετικά ορισμένη για κάθε t . Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι ο σχηματισμός της εξίσωσης (3.4.6) επιτρέπει και τα δύο, δεσμευμένη και/ ή μη δεσμευμένη ετεροσκεδαστικότητα.

Επιπλέον, έστω το h_{ijt} ορίζει το στοιχείο ij της Σ_t , και τα y_{it}, ε_{it} τα i στοιχεία των y_t και ε_t , αντίστοιχα. Ένα μέτρο της συνέπειας (coherence) ανάμεσα στο y_{it} και y_{jt} που εκτιμάται μέχρι τη χρονική στιγμή $t - 1$ δίνεται από την υπό συνθήκη συσχέτιση:

$$\rho_{ijt} = \frac{h_{ijt}}{\sqrt{(h_{iit} h_{jtt})}},$$

όπου $-1 \leq \rho_{ijt} \leq 1$ για κάθε t . Βεβαίως, αυτό το μέτρο του coherence γενικά θα είναι χρονικά μεταβαλλόμενο καθώς η Σ_t διαφέρει στο χρόνο. Ωστόσο, σε ορισμένες εφαρμογές οι χρονικά μεταβαλλόμενες δεσμευμένες συσχετίσεις μπορεί να θεωρηθούν ως ποσοστό επί της τετραγωνικής ρίζας του γινομένου των αντιστοίχων δύο δεσμευμένων διακυμάνσεων, αφήνοντας τις δεσμευμένες συσχετίσεις σταθερές στο χρόνο:

$$h_{ijt} = \rho_{ij} (h_{iit} h_{jtt})^{1/2}, \quad j = 1, \dots, N, \quad i = j + 1, \dots, N \quad (3.4.7)$$

Ένα ελκυστικό χαρακτηριστικό του υποδείγματος με constant conditional correlations σχετίζεται άμεσα με την απλουστευμένη εκτίμηση και τις συμπερασματικές διαδικασίες. Για αυτό, ξαναγράφουμε κάθε δεσμευμένη διακύμανση ως εξής,

$$h_{ijt} = \omega_i \sigma_u^2, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.4.8)$$

όπου ω_t είναι ένας θετικός time invariant scalar και $\sigma_u^2 \geq 0$ για κάθε t . Δεδομένου των εξισώσεων (3.4.7) και (3.4.8), η υπό συνθήκη μήτρα συνδιακυμάνσεων, Σ_t , μπορεί να αναλυθεί σε συστατικά ως εξής:

$$\Sigma_t = \Delta_t R \Delta_t, \quad (3.4.9)$$

όπου Δ_t είναι μια στοχαστική διαγώνια μήτρα διαστάσεων $N \times N$ με τα συστατικά $\sigma_{1t}, \dots, \sigma_{Nt}$, και R είναι μια $N \times N$ αμετάβλητη (χρονικά) μήτρα με ένα χαρακτηριστικό στοιχείο ως $\rho_{ij} \sqrt{(\omega_i \omega_j)}$. Συνεπάγεται τώρα, ότι η Σ_t θα είναι θετικά ορισμένη για κάθε t εάν και μόνο εάν κάθε μια από τις N δεσμευμένες διακυμάνσεις είναι καλά ορισμένες και επίσης η R είναι θετικά ορισμένη. Σε σύγκριση με πολλές εναλλακτικές παραμετροποιήσεις για τη χρονικά μεταβαλλόμενη μήτρα συνδιακυμάνσεων, αυτές οι συνθήκες είναι πολύ εύκολο να τεθούν και να επιβεβαιωθούν. Βλέπε, για παράδειγμα, Baba, Engle, Kraft και Kroner (1989) για μια συζήτηση για τις παρόμοιες συνθήκες για το πολυμεταβλητό γραμμικό GARCH(p,q) υπόδειγμα.

Υποθέτοντας υπό συνθήκη κανονικότητα, η log likelihood συνάρτηση για το γενικό ετεροσκεδαστικό υπόδειγμα στην (3.4.6) γίνεται, με εξαίρεση κάποιες αρχικές συνθήκες,

$$L(\theta) = -\frac{TN}{2} \log 2\pi - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log |H_t| + \varepsilon_t^T H_t^{-1} \varepsilon_t) \quad (3.4.10)$$

όπου θ δηλώνει όλες τις άγνωστες παραμέτρους στο ε_t και H_t . Η ML (maximum likelihood) εκτίμηση για το θ είναι ασυμπτωτικά κανονική και οι παραδοσιακές συμπερασματικές διαδικασίες είναι άμεσα διαθέσιμες¹⁴.

Η υπόθεση στην (3.4.7) απλοποιεί την πολυπλοκότητα του υπολογισμού της παραπάνω likelihood συνάρτησης και με αντικατάσταση έχουμε,

¹⁴ Ακολουθώντας τον Bollerslev και Wooldridge (1989) και τον Weiss (1986), εάν το μοντέλο εξειδικεύει σωστά τις πρώτες δύο υπό συνθήκη ροπές αλλά η υπόθεση της υπό συνθήκη κανονικότητας παραβιάζεται, κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες οι quasi-maximum likelihood εκτιμήσεις που παίρνουμε από την (3.4.10) θα είναι επίσης συνεπείς και ασυμπτωτικά κανονικά, αλλά τα συνηθισμένα τυπικά σφάλματα πρέπει να τροποποιηθούν.

$$\begin{aligned}
L(\theta) &= -\frac{TN}{2} \log 2\pi - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \log |\Delta_t R \Delta_t| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t' (\Delta_t R \Delta_t)^{-1} \varepsilon_t \\
&= -\frac{TN}{2} \log 2\pi - \frac{T}{2} \log |R| - \sum_{t=1}^T \log |\Delta_t| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \tilde{\varepsilon}_t' R^{-1} \tilde{\varepsilon}_t
\end{aligned} \tag{3.4.11}$$

όπου $\tilde{\varepsilon}_t = \Delta_t^{-1} \varepsilon_t$ συμβολίζει το $N \times 1$ διάνυσμα των τυποποιημένων καταλοίπων.

Βεβαίως, η likelihood συνάρτηση στην (3.4.11) είναι ακόμα σε μεγάλο βαθμό μη γραμμική ως προς τις παραμέτρους, και ακριβώς όπως για την γενικής ετεροσκεδαστικότητας likelihood συνάρτηση στη (3.4.10) χρησιμοποιείται μια iterative τεχνική μεγιστοποίησης. Παρόλα αυτά, όταν τη συγκρίνουμε με τη (3.4.10), η (3.4.11) είναι πιο εύκολα να υπολογιστεί και απαιτεί μόνο μια αντιστροφή της $N \times N$ μήτρας σε σύγκριση με τις T αντιστροφές στην (3.4.10). Σημειώνουμε επίσης ότι, ο $\log |D_t|$ ισούται με το άθροισμα των $\log \sigma_{1t}, \dots, \log \sigma_{Nt}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΤΕΡΟΣΚΕΔΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ

4.1 Προβλέψεις μεταβλητότητας

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που χρειαζόμαστε για την κατασκευή του χαρτοφυλακίου είναι ο μελλοντικός πίνακας συνδιακυμάνσεων. Στην εφαρμογή που ακολουθεί θα χρησιμοποιήσουμε μία μέθοδο που υποθέτει χρονικά μεταβαλλόμενο πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης και που χρησιμοποιεί ένα μοντέλο χρονικά μεταβαλλόμενης μεταβλητότητας για να προβλέψει τον μελλοντικό πίνακα συνδιακυμάνσεων. Αυτή η προσέγγιση οδηγεί σε μία δυναμική μέθοδο κατασκευής χαρτοφυλακίου. Το υπόδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε εδώ για την πρόβλεψη του μελλοντικού πίνακα συνδιακυμάνσεων είναι το **Constant Conditional Correlation**.

To Constant Conditional Correlation μοντέλο προτείνει τη μοντελοποίηση της χρονικά μεταβαλλόμενης μήτρας συνδιακυμάνσεων ως εξής:

$$\Sigma_t = \Delta_t R \Delta_t,$$

όπου R είναι η σταθερή υπό συνθήκη μήτρα των συσχετίσεων (constant conditional correlation matrix) και Δ_t , είναι η ακόλουθη διαγώνια μήτρα:

$$\Delta_t = \begin{bmatrix} \sigma_{1t} & & \\ & \ddots & \\ & & \sigma_{kt} \end{bmatrix}$$

με σ_{it} να ακολουθεί μία οποιαδήποτε μονομεταβλητή GARCH διαδικασία, για $i=1, \dots, k$.

Το μοντέλο αυτό θα χρησιμοποιηθεί για να πάρουμε προβλέψεις ενός βήματος μπροστά του πίνακα δεσμευμένης διακύμανσης. Οι προβλέψεις αυτές προκύπτουν πολύ απλά από τα εκτιμηθέντα μοντέλα για αυτό θα είναι χρήσιμο να αναφερθούμε λίγο στη μέθοδο εκτίμησής τους που δεν είναι άλλη από την μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood ή ML).

Προβλέψεις από πολυμεταβλητά υποδείγματα GARCH μπορεί να παραχθούν με παρόμοιο τρόπο με τις προβλέψεις από μονομεταβλητά υποδείγματα GARCH. Ειδικότερα, για τα μοντέλα που βασίζονται σε μονομεταβλητά GARCH, όπως είναι το υπόδειγμα CCC που εξετάζουμε σε αυτό το κεφάλαιο, οι προβλέψεις προκύπτουν από τα υποκείμενα μονομεταβλητά υποδείγματα GARCH, μετατρεπόμενα στο βαθμό της αρχικής πολυμεταβλητής χρονολογικής σειράς χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο μετασχηματισμό.

Ας θυμηθούμε το γενικό GARCH (p,q) μοντέλο που έχει τη μορφή:

$$y_t = c + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q b_j \sigma_{t-j}^2$$

για $t = 1, \dots, T$, όπου $\sigma_t^2 = Var_{t-1}(\varepsilon_t)$. Υποθέτοντας ότι τα ε_t ακολουθούν μια κανονική ή Gaussian κατανομή με δεδομένη την παρελθούσα πληροφορία, οι άγνωστοι παράμετροι του υποδείγματος μπορούν να εκτιμηθούν από τη μεγιστοποίηση της log-likelihood function του GARCH μοντέλου.

Επομένως, η πρόβλεψη ενός βήματος μπροστά για το βασικό GARCH(1,1) μοντέλο όπου η δεσμευμένη διακύμανση $\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + b_1 \sigma_{t-1}^2$ εκτιμάται για τη χρονική περίοδο $t = 1, 2, \dots, T$ δεδομένης της πληροφορίας ως το χρόνο T, μπορεί να βρεθεί ως εξής:

$$\begin{aligned} E_T[\sigma_{T+1}^2] &= a_0 + a_1 E_T[\varepsilon_T^2] + b_1 E_T[\sigma_T^2] \\ &= a_0 + a_1 \varepsilon_T^2 + b_1 \sigma_T^2 \end{aligned}$$

Καθώς τα ε_t^2 και σ_t^2 υπάρχουν ήδη από την εκτίμηση του μοντέλου. Με ανάλογο τρόπο βρίσκουμε και την πρόβλεψη ενός βήματος μπροστά του πίνακα συνδιακυμάνσεων για τα πολυμεταβλητά μοντέλα ετεροσκεδαστικότητας, δηλαδή συμπίπτει με την εκτίμησή του.

4.2 Κατασκευή Χαρτοφυλακίου

Όπως γνωρίζουμε, οι επενδυτές προτιμούν τα χαρτοφυλάκια με την μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση και την χαμηλότερη τυπική απόκλιση (που μετράει τον κίνδυνο), και είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν μεγαλύτερο κίνδυνο μόνο αν αυτό αντισταθμίζεται από μεγαλύτερη απόδοση. Για αυτό το λόγο, όλοι οι επενδυτές θα κρατούν χαρτοφυλάκια που βρίσκονται πάνω στον αποτελεσματικό σύνορο (Efficient Portfolio Frontier). Παρακάτω θα δούμε πως βρίσκουμε τα βάρη ενός minimum variance (Markowitz) χαρτοφυλακίου. Θα δούμε την περίπτωση που δεν έχουμε περιουσιακό στοιχείο χωρίς κίνδυνο και δεν θέτουμε περιορισμό για τις ανοιχτές πωλήσεις.

Συμβολίζουμε με w το διάνυσμα των βαρών των N περιουσιακών στοιχείων, με \bar{r} το διάνυσμα των αναμενόμενων αποδόσεων των N περιουσιακών στοιχείων και με Σ (τον μελλοντικό ή απλά εκτιμημένο) πίνακα διακύμανσης των αποδόσεων (Tzavalis, 2004).

Λύνοντας το πρόβλημα ελαχιστοποίησης της διακύμανσης του χαρτοφυλακίου όπως είδαμε στο κεφάλαιο 2 βρίσκουμε ότι τα βάρη είναι:

$$w^* = \left(\frac{\mu C - B}{AC - B^2} \right) \Sigma^{-1} \bar{r} + \left(\frac{A - \mu B}{AC - B^2} \right) \Sigma^{-1} 1 \quad (4.2.1)$$

όπου $A = \bar{r} \Sigma^{-1} \bar{r}$, $B = 1' \Sigma^{-1} \bar{r} = \bar{r} \Sigma^{-1} 1$, $C = 1' \Sigma^{-1} 1$ και μ είναι η μέση αναμενόμενη απόδοση.

Αντικαθιστώντας το w^* στη συνάρτηση διακύμανσης έχουμε:

$$\sigma_p^2 = w' \Sigma w = \dots = \left(\frac{\mu C - B}{AC - B^2} \right) \mu + \left(\frac{A - \mu B}{AC - B^2} \right) 1 \quad \text{κάνοντας χρήση των περιορισμών}$$

$$= \frac{C\mu^2 - 2B\mu + A}{AC - B^2} \quad (4.2.2)$$

και

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{C\mu^2 - 2B\mu + A}{AC - B^2}} \quad (4.2.3)$$

Η συνάρτηση (4.2.3) είναι υπερβολή και ευθύνεται για το σχήμα που είδαμε ότι έχει το αποτελεσματικό σύνορο χαρτοφυλακίων. Το γεγονός ότι το Efficient Portfolio Frontier (EPF) είναι υπερβολή μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε ένα χαρτοφυλάκιο που έχει την ελάχιστη διακύμανση από όλα τα χαρτοφυλάκια του EPF και είναι το πρώτο κάτω αριστερά χαρτοφυλάκιο του αποτελεσματικού συνόρου.

Αυτό το χαρτοφυλάκιο ονομάζεται **global minimum variance portfolio**, συμβολίζεται με GMV και παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση χαρτοφυλακίου όταν δεν υπάρχει χρηματοοικονομικό στοιχείο χωρίς κίνδυνο. Αυτό συμβαίνει γιατί η συνδιακύμανση αυτού του χαρτοφυλακίου με κάθε άλλο χαρτοφυλάκιο του EPF είναι σταθερή. Στην οικονομετρική εφαρμογή που ακολουθεί υπολογίζουμε τα βάρη του GMV για τους παραπάνω λόγους που είπαμε. Θα μπορούσαμε εναλλακτικά να διαλέγαμε εκείνα τα χαρτοφυλάκια του EPF που αντιστοιχούν σε μία συγκεκριμένη target-αναμενόμενη απόδοση ή σε μία συγκεκριμένη τιμή τυπικής απόκλισης, αντί των χαρτοφυλακίων ελάχιστης διακύμανσης-GMV. Επειδή όμως είναι δύσκολο να βρούμε με τη μέθοδο της δοκιμής μία συγκεκριμένη τιμή αναμενόμενης απόδοσης για την οποία ακριβώς λύνεται το πρόβλημα βελτιστοποίησης και να βρίσκονται βάρη για όλα τα χαρτοφυλάκια, τελικά καταλήγουμε στον σχηματισμό χαρτοφυλακίων ελάχιστης διακύμανσης, τα οποία υπολογίζουμε εύκολα με εντολές στο S-PLUS. Επίσης, για την εξαγωγή του GMV χαρτοφυλακίου απαιτείται μόνο η πρόβλεψη του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης και δεν χρειάζεται να ορίσουμε το διάνυσμα των αναμενόμενων αποδόσεων ούτε και να προσδιορίσουμε εκ των προτέρων ένα επιθυμητό επίπεδο αναμενόμενης απόδοσης που να λειτουργεί ως στόχος.

Τώρα θα υπολογίσουμε τα βάρη του GMV χαρτοφυλακίου. Επειδή αποτελεί το ολικό ελάχιστο της συνάρτησης υπερβολής (4.2.3) θα ισχύει το εξής:

$$\frac{\partial \sigma_p}{\partial \mu} = 0$$

Υπολογίζοντας την παράγωγο αυτή προκύπτει η μέση απόδοση του GMV χαρτοφυλακίου,

$$\mu_{GMV} = \frac{B}{C}$$

και με αντικατάσταση της μέσης απόδοσης στη σχέση (4.2.1) που δίνει τα άριστα βάρη, συνεπάγεται ότι:

$$w_{GMV} = \frac{1}{C} \Sigma^{-1} 1 = \frac{1}{1' \Sigma^{-1} 1} \Sigma^{-1} 1 \quad (4.2.4)$$

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από την τελευταία σχέση, τα βάρη του GMV χαρτοφυλακίου εξαρτώνται μόνο από την μήτρα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων των αποδόσεων των μετοχών του χαρτοφυλακίου.

Τώρα που είδαμε ποια είναι τα άριστα βάρη των χαρτοφυλακίων του EPF καθώς και του GMV χαρτοφυλακίου, μπορούμε να ξεφύγουμε από το στατικό πρόβλημα και να λάβουμε υπόψη τη διάσταση του χρόνου των μοντέλων χρονικά μεταβαλλόμενης μεταβλητότητας. Ο υπό συνθήκη, μελλοντικός, πίνακας διακύμανσης-συνδιακύμανσης μπορεί να συμβολιστεί ως $\hat{\Sigma}_{t+1}$, και η διακύμανση του χαρτοφυλακίου μία περίοδο μπροστά θα είναι:

$$\sigma_{P,t+1}^2 = w_t' \cdot \hat{\Sigma}_{t+1} \cdot w_t$$

Ενώ η απόδοση του χαρτοφυλακίου θα είναι:

$$\bar{r}_{P,t+1} = w_t' \cdot \hat{\bar{r}}_{t+1}$$

Και τελικά τα βάρη του GMV χαρτοφυλακίου θα είναι:

$$w_{GMV,t} = \frac{1}{1' \cdot \hat{\Sigma}_{t+1}^{-1} \cdot 1} \cdot \hat{\Sigma}_{t+1}^{-1} \cdot 1 \quad (4.2.5)$$

Στην επόμενη ενότητα θα κατασκευάσουμε ένα χαρτοφυλάκιο χρησιμοποιώντας κάποιους από τους οκτώ δείκτες στρατηγικών hedge funds που έχουμε από τη βάση δεδομένων Hedge Fund Research και υποθέτουμε ότι δεν υπάρχει χρηματοοικονομικό στοιχείο χωρίς κίνδυνο. Για την κατασκευή του χαρτοφυλακίου θα χρησιμοποιήσουμε την ένα βήμα μπροστά πρόβλεψη του πίνακα συνδιακυμάνσεων, όπως αυτή προκύπτει από το Constant Conditional Correlation μοντέλο.

4.3 Εφαρμογή σε δείκτες των Hedge Funds

4.3.1 Περιγραφή των Δεδομένων

Στην εμπειρική ανάλυση που ακολουθεί θα εφαρμόσουμε όσα είπαμε προηγουμένως σε δεδομένα για δείκτες hedge fund που έχουμε πάρει από το Hedge Fund Research (HFR). Παίρνουμε τρεις δείκτες τριών διαφορετικών στρατηγικών από το HFR, οι οποίες είναι: equity hedge (HF1), macro (HF2) και merger arbitrage (HF3)¹⁵. Το δείγμα αποτελείται από 184 μηνιαίες αποδόσεις από τον Μάιο 1990 έως και τον Αύγουστο 2005, για κάθε στρατηγική (βλέπε Vrontos και Giamouridis, 2007). Το δείγμα αυτό περιλαμβάνει κάποιες κρίσεις που έλαβαν μέρος τη δεκαετία του 1990, όπως οι Μεξικάνικη, Ασιατική, Ρώσικη, LTCM (Long Term Capital Management) κρίσεις, και οι περίοδοι επιχειρησιακών σκανδάλων (corporate scandals) στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Οι κρίσεις αυτές προκάλεσαν μεγάλη διακύμανση της μεταβλητότητας και υψηλή κύρτωση στις αποδόσεις των δεδομένων.

	Τυπική						
	Μέσος	Απόκλιση	Διάμεσος	Ασυμμετρία	Κύρτωση ¹⁶	Min	Max
HF1	1.37	2.53	1.40	0,20	1,56	-7,65	10,88
HF2	1.27	2.41	0.86	0,34	0,58	-6,40	7,88
HF3	0.84	1.10	1.04	-2,19	9,21	-5,69	2,83

Πίνακας 4.1: Περιγραφικά στατιστικά (οι αριθμοί αυτοί είναι ποσοστά %).

¹⁵ Αυτοί είναι τρεις δείκτες μεμονωμένων στρατηγικών για τις οποίες η HFR κατασκευάζει investable counterparts που ονομάζονται “HFRX investable strategy indices”. Λεπτομέρειες για αυτά υπάρχουν στο www.hfr.com.

¹⁶ Αναφερόμαστε στην υπερβάλλουσα κύρτωση.

Στον πίνακα 4.1 παραθέτουμε κάποια στατιστικά στοιχεία για τις αποδόσεις του δείκτη της κάθε στρατηγικής κατά τη χρονική διάρκεια που εξετάζουμε. Παρουσιάζουμε τον μέσο, την τυπική απόκλιση, τη διάμεσο, την ασυμμετρία και κύρτωση καθώς και την ελάχιστη (min) και μέγιστη (max) τιμή για τις αποδόσεις του κάθε δείκτη hedge fund. Παρατηρούμε ότι οι αποδόσεις των τριών δεικτών στρατηγικών hedge funds παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια. Υπάρχουν στρατηγικές με σχετικά υψηλές διακυμάνσεις και υψηλές μέσες αποδόσεις, όπως είναι οι equity hedge και macro στρατηγικές. Αυτές οι στρατηγικές λειτουργούν ως ενισχυτές της απόδοσης και μπορούν να αντικαταστήσουν μέρος του χαρτοφυλακίου που αποτελείται από μετοχές (equity). Αντίθετα, η στρατηγική merger arbitrage παρουσιάζει μικρή διακύμανση και χαμηλή μέση απόδοση. Αυτή η στρατηγική μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα χαρτοφυλάκιο ως υποκατάστατο κάποιου ποσοστού από το σταθερό εισόδημα ή παρακράτησης χρήματος (cash holdings).

Παρατηρούμε επίσης διαφορές στις ροπές μεγαλύτερου βαθμού. Η κύρτωση των τριών δεικτών αποδόσεων κυμαίνεται από 0,58 σε 9,21, δείχνοντας ότι υπάρχουν παχιές ουρές (fat tails) στις περισσότερες κατανομές αποδόσεων.

Το πρώτο που θα κάνουμε είναι να εξετάσουμε τον δείκτη κάθε στρατηγικής για να δούμε αν παρουσιάζει ή όχι αυτοσυσχέτιση. Κάνουμε τεστ αυτοσυσχέτισης για την κάθε σειρά χωριστά και διαπιστώνουμε ότι οι σειρές HF1, HF2 και HF3 δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Test for Autocorrelation: Ljung-Box			
Null Hypothesis: no autocorrelation			
	HF1	HF2	HF3
Test Stat	21.146	15.220	28.120
p.value	0.2721	0.0550	0.0603

Πίνακας 4.2: Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για κάθε σειρά ξεχωριστά.

Τα χαρτοφυλάκιο που θα φτιάξουμε θα αποτελείται από 2 hedge funds. Καταλήγουμε σε αυτό γιατί ένα χαρτοφυλάκιο που θα περιλαμβάνει και τα τρία hedge funds θα μας οδηγούσε σε μοντέλο εκτίμησης με μεγάλο αριθμό παραμέτρων, κάτι που είναι αντίθετο με την αρχή του parsimonious. Δύο πιθανά χαρτοφυλάκια

είναι οι συνδυασμοί HF1 με HF2 και HF1 με HF3. Στην εφαρμογή που ακολουθεί θα επικεντρωθούμε στο χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από τα HF1 και HF2.

Εφαρμογή σε 2 Hedge Funds

Στην ενότητα αυτή θα εφαρμόσουμε όσα περιγράψαμε προηγουμένως στις μηνιαίες αποδόσεις δυο δεικτών στρατηγικών hedge funds¹⁷. Αυτοί οι δείκτες των hedge funds είναι:

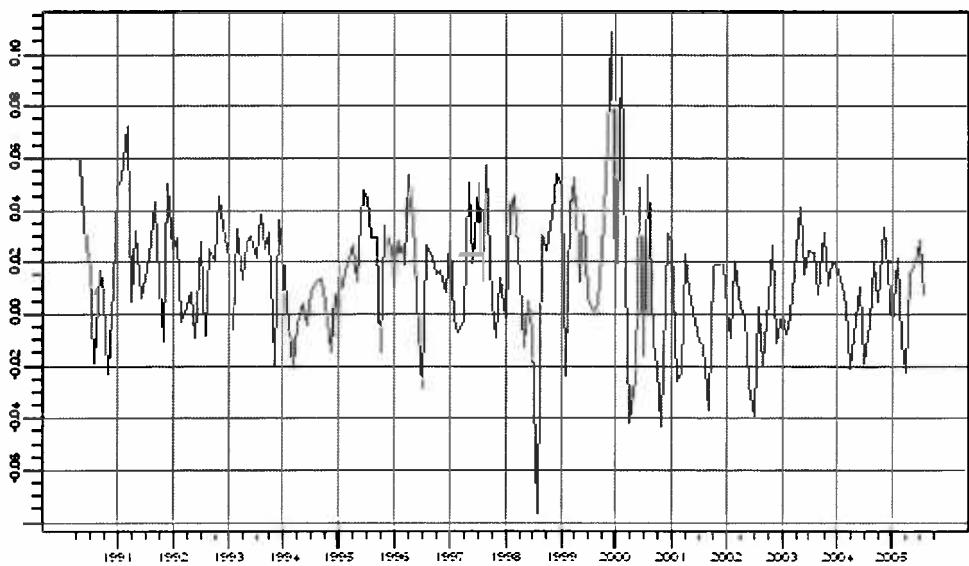
1. Equity Hedge, (HF1)
2. Macro, (HF2)

Διαθέτουμε 184 μηνιαίες παρατηρήσεις για τον ίδιο χρονικό διάστημα, για κάθε ένα από αυτούς τους δείκτες στρατηγικών. Χωρίζουμε τις συνολικές παρατηρήσεις σε επιμέρους περιόδους. Η πρώτη βασική υποπερίοδος περιλαμβάνει τις πρώτες 180 παρατηρήσεις κάθε σειράς αποδόσεων. Χρησιμοποιούμε τις παρατηρήσεις αυτής της περιόδου για να κάνουμε τις αρχικές εκτιμήσεις του μοντέλου μας καθώς και την πρόβλεψη μεταβλητότητας για ένα βήμα μπροστά. Μετά ενσωματώνουμε και την παρατήρηση του επόμενου μήνα (181) και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία εκτίμησης του μοντέλου και πρόβλεψης της μεταβλητότητας για τον επόμενο μήνα (182). Τη διαδικασία αυτή τη κάνουμε 5 φορές προσθέτοντας κάθε φορά στην ανάλυσή μας την επόμενη παρατήρηση μέχρι να περιληφθούν και οι 184 παρατηρήσεις στο δείγμα, με απώτερο σκοπό να δούμε πως διαμορφώνεται σε μηνιαία βάση η πρόβλεψη του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης και τελικά τα βάρη του χαρτοφυλακίου. Για την ανάλυση που ακολουθεί έχουμε χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα S-PLUS (Zivot και Wang, 2002).

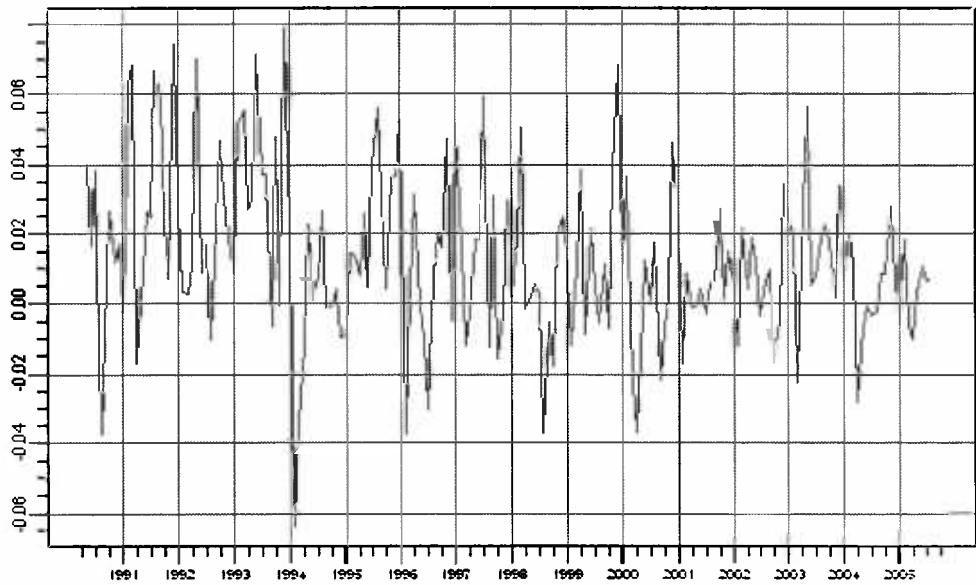
Θα ξεκινήσουμε την ανάλυση με μία πρώτη οπτική των δεδομένων. Τα επόμενα διαγράμματα παρουσιάζουν τα δύο hedge funds.

Αυτό που μπορούμε να δούμε με την πρώτη ματιά είναι ότι κάθε σειρά φαίνεται να κυμαίνεται γύρω από το μηδέν. Επομένως, δεν είναι παράλογο να υποθέσουμε ότι έχουμε μηδενική μέση απόδοση για ευκολία στην εκτίμηση του μοντέλου αργότερα.

¹⁷ Τα δεδομένα είναι από τη βάση δεδομένων Hedge Fund Research (HFR).



Διάγραμμα 4.3: Μηνιαίες αποδόσεις του HF1.



Διάγραμμα 4.4: Μηνιαίες αποδόσεις του HF2.

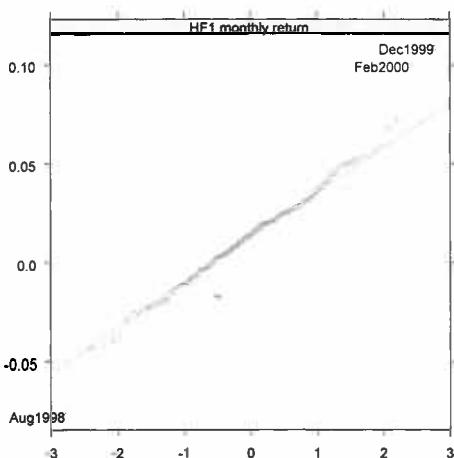
Το βασικότερο γεγονός που παρατηρούμε στα διαγράμματα 4.3 και 4.4, είναι ότι και οι δύο σειρές, η μία λιγότερο έντονα και η άλλη περισσότερο, παρουσιάζουν το volatility clustering φαινόμενο. Αυτό, όπως έχουμε δει, σημαίνει ότι περίοδοι με μεγάλη μεταβλητότητα τείνουν να ακολουθούνται από περιόδους μεγάλης μεταβλητότητας και περίοδοι με μικρή μεταβλητότητα τείνουν να ακολουθούνται από περιόδους μικρής μεταβλητότητας.

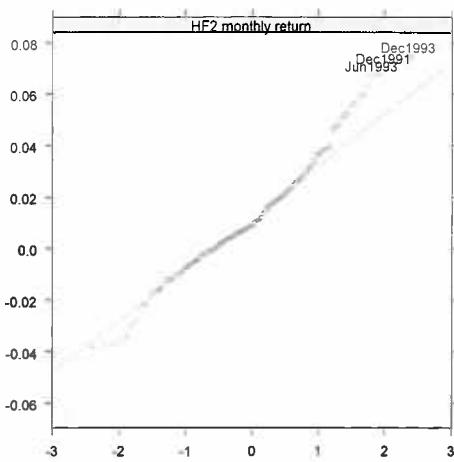
Τώρα θα εξετάσουμε κάποια από τα βασικότερα περιγραφικά μέτρα των δύο σειρών που είδαμε και στον πίνακα 4.1.

Η τυπική απόκλιση των επενδύσεων ενός επενδυτικού στοιχείου γνωρίζουμε ότι δείχνει και τον κίνδυνό του. Επομένως, από τις παραπάνω τυπικές αποκλίσεις του πίνακα συμπεραίνουμε ότι το HF1 παρουσιάζει μεγαλύτερη μεταβλητότητα από το HF2.

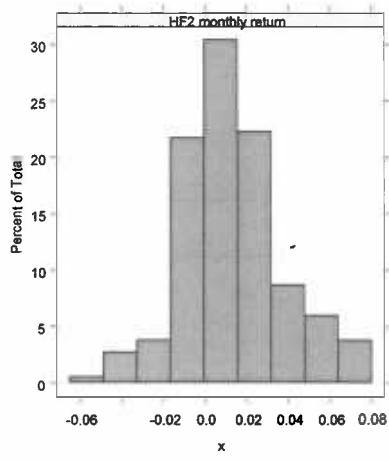
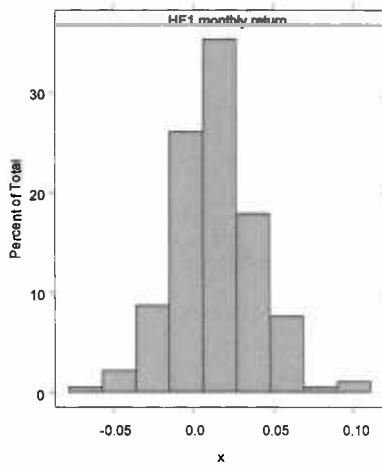
Η κύρτωση για το HF2 είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από την κύρτωση της κανονικής κατανομής (από την κύρτωση των σειρών έχει αφαιρεθεί το 3 που είναι η κύρτωση της κανονικής κατανομής), ενώ η κύρτωση του HF1 είναι πιο μεγάλη από εκείνη της κανονικής κατανομής. Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι οι κατανομές των αποδόσεων των σειρών έχουν λίγο πιο παχιές ουρές από την κανονική κατανομή.

Επίσης, οι σειρές παρουσιάζουν ασυμμετρία διαφορετική του μηδενός (που είναι η τιμή της ασυμμετρίας της κανονικής κατανομής), κάτι που επίσης υποδεικνύει απόκλιση από την κανονική κατανομή. Και οι δύο σειρές παρουσιάζουν θετική ασυμμετρία, και το HF2 παρουσιάζει λίγο μεγαλύτερη ασυμμετρία από το HF1. Τα αποτελέσματα αυτά απεικονίζονται και στα διαγράμματα που ακολουθούν:



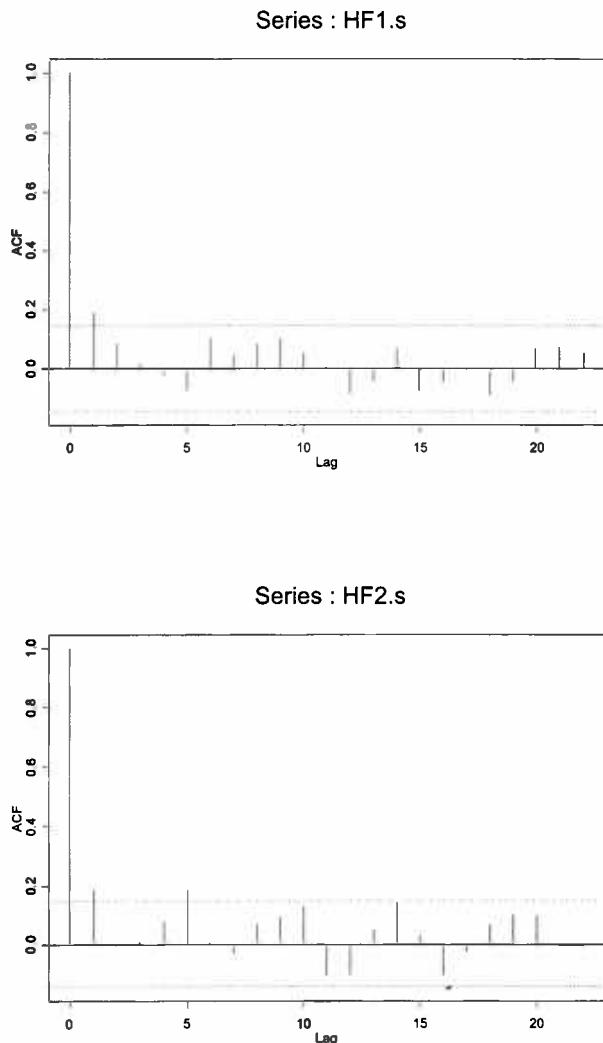


Διάγραμμα 4.5: Normal QQ-Plot για τις μηνιαίες αποδόσεις των HF1 και HF2.



Διάγραμμα 4.6: Ιστογράμματα των παρατηρήσεων-αποδόσεων των δύο σειρών.

Όσον αγορά την αυτοσυσχέτιση των δύο σειρών, είδαμε στον πίνακα 4.2 ότι σύμφωνα με τον Ljung-Box έλεγχο για 5% επίπεδο εμπιστοσύνης δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση για καμία από τις δύο σειρές (το p.value είναι μεγαλύτερο του 0,05) και άρα καμία από τις δύο σειρές δεν παρουσιάζει αυτοσυσχέτιση. Πρέπει να σημειώσουμε ότι στον πίνακα 4.2, για τον Ljung-Box έλεγχο των σειρών HF1 και HF3 χρησιμοποιούμε lag.n.=18, ενώ για τη σειρά HF2 χρησιμοποιούμε lag.n.=8. Το γεγονός ότι οι δύο σειρές δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση επιβεβαιώνεται και από τα παρακάτω autocorrelation plots:



Διάγραμμα 4.7: Autocorrelation plots των δύο σειρών.

Επιπλέον, θα μας ενδιέφερε να δούμε και τις συσχετίσεις μεταξύ των δύο σειρών. Βλέπουμε ότι γενικά οι αποδόσεις των funds παρουσιάζουν χαμηλή με μεσαία συσχέτιση (pairwise correlation) ανά δυο. Αυτή είναι μια επιθυμητή ιδιότητα για την κατασκευή αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων. Η χαμηλή συσχέτιση δείχνει τη δυνατότητα για διαφοροποίηση κινδύνου στα χαρτοφυλάκια επένδυσης σε hedge funds. Ειδικότερα για τις δύο σειρές που θα ασχοληθούμε οι συντελεστές συσχέτισής τους παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	HF1	HF2
HF1	1	0,58393
HF2	0,58393	1

Αφού μελετήσαμε τα χαρακτηριστικά των δύο σειρών, μένει να προχωρήσουμε στην εκτίμηση του μοντέλου. Στην εφαρμογή που ακολουθεί έχουμε επιλέξει το υπόδειγμα Constant Conditional Correlation για την εκτίμηση του πολυμεταβλητού μοντέλου, γιατί παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα υποδείγματα που είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ένα άλλο αξιόλογο πολυμεταβλητό μοντέλο που είχαμε δει είναι το DVEC. Εκτός από κάποια θεωρητικά μειονεκτήματα που έχει το μοντέλο αυτό σε σύγκριση με το CCC, ένας άλλος σημαντικός λόγος που έχουμε αποκλείσει από την ανάλυση μας το DVEC μοντέλο είναι ότι, σε χαρτοφυλάκια που δοκιμάσαμε να εκτιμήσουμε καταλήγαμε πάντα σε DVEC μοντέλο με ίδιο αριθμό παραμέτρων ή μεγαλύτερο από εκείνο του CCC μοντέλου.

Για παράδειγμα, το χαρτοφυλάκιο των HF1 και HF2 μπορεί να εκτιμηθεί με DVEC(1,1) με AR(2) μοντέλο και τις κατανομή. Το ίδιο όμως αριθμό παραμέτρων βρίσκουμε και όταν χρησιμοποιούμε το CCC μοντέλο, δηλαδή CCC(1,1) με AR(2) και τις κατανομή. Στην υπεροχή του μοντέλου CCC έναντι του μοντέλου DVEC συντείνει το γεγονός ότι το μοντέλο CCC που εκτιμήσαμε για το χαρτοφυλάκιο των HF1 και HF2 παρουσιάζει μικρότερο Akaike (AIC) καί Bayesian (BIC)¹⁸ Information Criteria από το μοντέλο DVEC. Για αυτό το λόγο, παρακάτω παραθέτουμε τη σύγκριση αυτών των δύο μοντέλων με αυτά τα μέτρα. Επιπλέον, δεν πρέπει να

¹⁸ $AIC = (-2 * LogLikelihood) + (2 * NumParameters)$ και

$BIC = (-2 * LogLikelihood) + (NumParameters * Log(Num(Observations)))$ δίνοντας ποινή στο μεγάλο αριθμό παραμέτρων θέλουμε μικρή τιμή για τα δύο κριτήρια.

ξεχάσουμε ότι το DVEC μοντέλο δεν παρέχει εγγύηση για το ότι ο πίνακας διακύμανσης-συνδιακύμανσης είναι θετικά ορισμένος, κάτι που απεναντίας εγγυάται το CCC μοντέλο.

	CCC	DVEC
AIC	-1788.647	-1788.176
BIC	-1746.853	-1736.737

4.3.2 Εκτίμηση, Διαγνωστικοί Έλεγχοι και Προβλέψεις του Constant Conditional Correlation πολυμεταβλητού μοντέλου ετεροσκεδαστικότητας

Θα ξεκινήσουμε με την εκτίμηση ενός διμεταβλητού (επειδή έχουμε δύο δείκτες) CCC(1,1) μοντέλου. Έστω ότι τα κατάλοιπα ε_t κατανέμονται κανονικά. Για την εξίσωση του μέσου, αντί της πολύ απλής μορφής $y_t = c + \varepsilon_t$, θα υποθέσουμε ότι οι αποδόσεις ακολουθούν μία AR (autoregressive) αυτοπαλίνδρομη διαδικασία: $y_{it} = c_i + \varphi_i y_{i,t-1}$, όπου τα κατάλοιπα κατανέμονται ως $\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma_t)$ δεδομένης της πληροφορίας ως το t-1, είναι ασυγχέτιστα και το $|\varphi_i| \leq 1$, ώστε να έχουμε στασιμότητα.

Όπως είδαμε προηγουμένως, στο CCC μοντέλο, η 2×2 μήτρα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων μπορεί να αναλυθεί ως εξής:

$$\Sigma_t = \Delta_t R \Delta_t$$

όπου R είναι η μήτρα των σταθερών υπό συνθήκη μήτρα συντελεστών συσχέτισης (constant conditional correlation matrix):

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} \\ \rho_{21} & 1 \end{bmatrix}$$

και Δ_t είναι η ακόλουθη διαγώνια μήτρα:

$$\Delta_t = \begin{bmatrix} \sigma_{1t} & 0 \\ 0 & \sigma_{2t} \end{bmatrix}$$

όπου σ_{it} ακολουθεί μία μονομεταβλητή GARCH(1,1) διαδικασία, για $i=1,2$.

Επομένως, το μοντέλο που θα εκτιμήσουμε έχει τη παρακάτω γενική μορφή:

$$y_{it} = c_i + \varphi_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad \text{Mean equation}$$

$$\varepsilon_{it} | \Phi_{t-1} \sim N(0, \Sigma_t) \quad \text{Conditional distribution}$$

$$\Sigma_t = \begin{bmatrix} \sigma_{1t} & 0 \\ 0 & \sigma_{2t} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} \\ \rho_{21} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_{1t} & 0 \\ 0 & \sigma_{2t} \end{bmatrix} \quad \text{Conditional variance equation}$$

$$\begin{aligned} M\varepsilon \quad \sigma_{1t}^2 &= a_{01} + a_{11} \varepsilon_{1,t-1}^2 + b_1 \sigma_{1,t-1}^2 \\ \sigma_{2t}^2 &= a_{02} + a_{12} \varepsilon_{2,t-1}^2 + b_2 \sigma_{2,t-1}^2 \end{aligned}$$

Πριν εκτιμήσουμε αυτό το μοντέλο έχουμε εκτιμήσει ένα απλό CCC(1,1) μοντέλο με κανονική κατανομή για τα κατάλοιπα, γιατί είναι λογικό να ξεκινήσουμε να ψάχνουμε από τα πιο απλά μοντέλα, με τις λιγότερες παραμέτρους. Ο διαγνωστικός έλεγχος (McLeod και Li, 1983) δείχνει ότι απορρίπτεται η υπόθεση της κανονικής κατανομής για τα κατάλοιπα του δείκτη HF1 (το P-value είναι μικρότερο από 0,05 που είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης για το οποίο γίνεται ο έλεγχος). Αυτό είναι κάτι που το περιμέναμε γιατί αναλύουμε πραγματικά στοιχεία και η κανονικότητα είναι μία ιδανική κατάσταση. Κάνοντας τον έλεγχο Ljung-Box βλέπουμε ότι απορρίπτεται η υπόθεση έλλειψης αυτοσυσχέτισης για τα τυποποιημένα κατάλοιπα των HF1 και HF2, αφού τα P-value τους είναι μικρότερα από το 5% επίπεδο εμπιστοσύνης του ελέγχου.

Τώρα εκτιμούμαι το μοντέλο που περιγράψαμε μαθηματικά παραπάνω, CCC(1,1) με AR(1) και κανονική κατανομή, και διαπιστώνουμε ότι ενώ τα κατάλοιπα είναι κανονικά, από τον έλεγχο Ljung-Box προκύπτει ότι απορρίπτεται η

υπόθεση έλλειψης αυτοσυσχέτισης για τα τυποποιημένα κατάλοιπα, εφόσον το P-value για το HF2 είναι μικρότερο από το 5% επίπεδο εμπιστοσύνης ελέγχου.

Έλεγχος Κανονικότητας		
	Jarque-Bera	P-value
HF1	3.590	0.1661
HF2	4.476	0.1067

Ljung-Box έλεγχος για τα τυποποιημένα κατάλοιπα:			
	Statistic	P-value	Chi^2-d.f.
HF1	7.996	0.78548	12
HF2	23.178	0.02625	12

Ljung-Box έλεγχος για τα τετράγωνα τυποποιημένων καταλοίπων:			
	Statistic	P-value	Chi^2-d.f.
HF1	3.684	0.9885	12
HF2	6.594	0.8832	12

Στη συνέχεια εκτιμούμε ένα CCC(1,1) με AR(2) μοντέλο με κανονική κατανομή για τα κατάλοιπα, όπως επίσης και ένα CCC(1,1) με AR(2) μοντέλο και conditional t κατανομή. Από τους διαγνωστικούς ελέγχους που κάνουμε βρίσκουμε ότι τελικά και τα δύο αυτά υποδείγματα φαίνονται καλύτερα. Εδώ παραθέτουμε τους διαγνωστικούς ελέγχους για το CCC(1,1) με AR(2) μοντέλο και conditional t κατανομή:

Ljung-Box έλεγχος για τα τυποποιημένα κατάλοιπα:			
	Statistic	P-value	Chi^2-d.f.
HF1	7.726	0.8062	12
HF2	19.188	0.0841	12

Ljung-Box έλεγχος για τα τετράγωνα τυποποιημένων καταλοίπων:

	Statistic	P-value	Chi^2-d.f.
HF1	3.388	0.9921	12
HF2	6.119	0.9100	12

Ο παραπάνω Ljung-Box έλεγχος για τα τυποποιημένα κατάλοιπα αναφέρεται ξεχωριστά σε κάθε μία σειρά. Το *Multivariate Portmanteau Test* που προτάθηκε από τον Hosking (1980), είναι η πολυμεταβλητή επέκταση του univariate Ljung-Box test και εφαρμόζοντάς τον έχουμε:

Multivariate Portmanteau Test: Ljung-Box Type

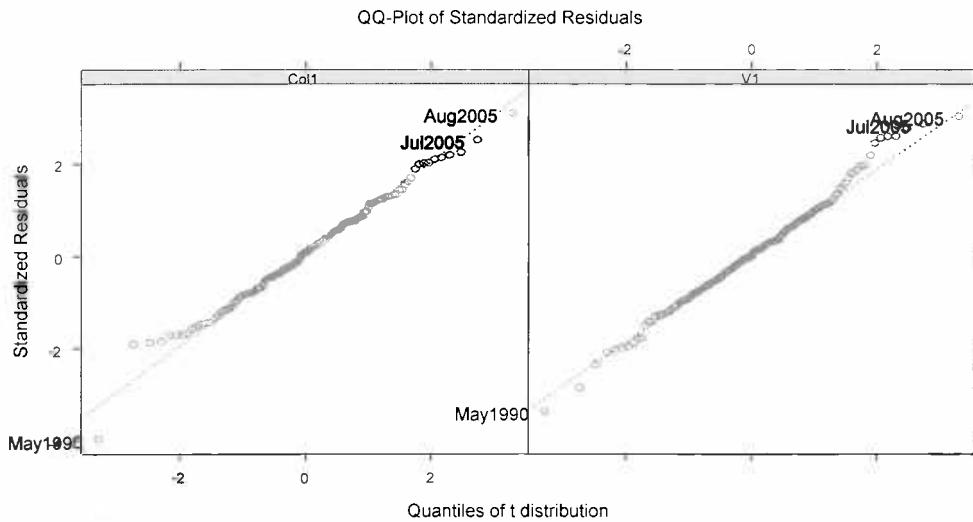
Null Hypothesis: no serial correlation

Test Stat 24.7462

p.value 0.9978

Επειδή το p-value είναι μεγαλύτερο από 0,05 (επίπεδο σημαντικότητας για το οποίο κάνουμε έλεγχο) δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση περί ανυπαρξίας σειριακής συσχέτισης.

Αφού έχουμε εκτιμήσει το μοντέλο CCC(1,1) με AR(2) μοντέλο και conditional t κατανομή, ξανακάνουμε ένα QQ-Plot για τα τυποποιημένα κατάλοιπα που έχουν προκύψει από την εκτίμηση για να δούμε αν όντως πλησιάζουν την t κατανομή ή μήπως υπάρχει ανάγκη για μοντελοποίηση με κάποια άλλη skewed κατανομή. Βλέπουμε ότι τα τυποποιημένα κατάλοιπα, με εξαίρεση κάποιες (μηνιαίες) παρατηρήσεις που μπορεί να αντιπροσωπεύουν κάποια προσωρινή κρίση, πλησιάζουν την t κατανομή.

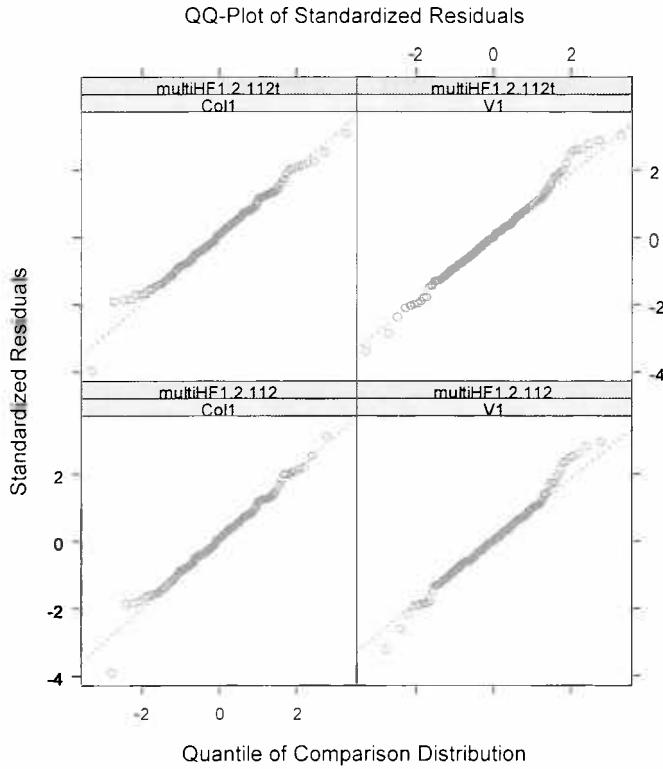


Διάγραμμα 4.8: QQ-Plot για τα τυποποιημένα κατάλοιπα του μοντέλου CCC(1,1) με AR(2) και t κατανομή.

Για την πρόβλεψη του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης θα επιλέξουμε τελικά το CCC(1,1) με AR(2) μοντέλο και conditional t κατανομή. Είδαμε ότι και τα δύο αυτά μοντέλα ικανοποιούν τους διαγνωστικούς ελέγχους, και από τη σύγκριση των δύο μοντέλων μεταξύ τους προκύπτει ότι με το AIC κριτήριο θα επιλέγαμε την t κατανομή, ενώ με το BIC κριτήριο την κανονική κατανομή. Επιλέγουμε τελικά το μοντέλο που έχει t κατανομή για τα κατάλοιπα, γιατί η t κατανομή είναι καλύτερη από την κανονική κατανομή όταν προσεγγίζουμε πραγματικά στοιχεία.

Κανονική Κατανομή		t Κατανομή
AIC	-1786	-1788.6
BIC	-1748	-1746.9
Likelihood	905	907.3

Πίνακας 4.9: Σύγκριση των υποδείγματος των HF1 και HF2 CCC(1,1) AR(2) με Κανονική κατανομή και t κατανομή.



Διάγραμμα 4.10: Σύγκριση των δύο μοντέλων μέσω των QQ-Plot τους.

Ενσωματώνοντας τις εκτιμήσεις των συντελεστών στο μοντέλο, αυτό θα γράφεται τελικά ως εξής:

Mean Equation:

$$y_{1t} = 0,009332 + 0,2031 \cdot y_{1,t-1} + 0,014979 \cdot y_{1,t-2} + \varepsilon_{1,t}$$

$$y_{2t} = 0,008957 + 0,1774 \cdot y_{2,t-1} - 0,05461 \cdot y_{2,t-2} + \varepsilon_{2,t}$$

Conditional Variance Equation:

$$\Sigma_t = \begin{bmatrix} \sigma_{1t} & 0 \\ 0 & \sigma_{2t} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} \\ \rho_{21} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_{1t} & 0 \\ 0 & \sigma_{2t} \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{1t}^2 = 0,00002511 + 0,08709 \cdot \varepsilon_{1,t-1}^2 + 0,8622 \cdot \sigma_{1,t-1}^2$$

$$\sigma_{2t}^2 = -0,000007359 + 0,0128 \cdot \varepsilon_{2,t-1}^2 + 0,9947 \cdot \sigma_{2,t-1}^2$$

Και η εκτιμώμενη Constant Conditional Correlation Matrix είναι:

	HF1	HF2
HF1	1.000	0.586
HF2	0.586	1.000

Πρέπει να σημειώσουμε ότι οι συντελεστές του AR(2) που προσθέσαμε στο μοντέλο φαίνονται να είναι στατιστικά μη σημαντικοί από τον έλεγχο σημαντικότητας που κάνουμε για κάθε συντελεστή χωριστά. Αυτό φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Οι συντελεστές AR(2; 1,1) και AR(2; 2,2) έχουν p-value μεγαλύτερα του 0,05 που είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης ελέγχου, όποτε δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση που λέει ότι οι συντελεστές είναι ίσοι με μηδέν.

	AR(1; 1,1)	AR(1; 2,2)	AR(2; 1,1)	AR(2; 2,2)
Value	0,2031	0,1774	0,01479	-0,05461
p-value	0,003995	0,003265	0,4139	0,1738

Πίνακας 4.11: Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας.

Ωστόσο, όταν εκτιμούμε το μοντέλο με AR(1) στο Mean Equation έχουμε πρόβλημα στους διαγνωστικούς ελέγχους. Το πρόβλημα αυτό διορθώθηκε μόνο όταν χρησιμοποιήσαμε AR(2) στο Mean Equation, αν και όπως βλέπουμε στον παραπάνω πίνακα οι συντελεστές των AR(2) όρων που προσθέσαμε βγαίνουν στατιστικά μη σημαντικοί. Το παράδοξο αυτό αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι έχουμε λίγες παρατηρήσεις (μικρό δείγμα) που χρησιμοποιούμε για την εκτίμηση του μοντέλου. Ωστόσο εμμείνουμε στο μοντέλο με AR(2) γιατί υπερισχύει η ανάγκη να έχουμε ένα καλό μοντέλο που ικανοποιεί τους διαγνωστικούς ελέγχους.

Τώρα που καταλήξαμε στο κατάλληλο μοντέλο, θα το εφαρμόσουμε πέντε φορές και θα πάρουμε συνολικά πέντε πίνάκες διακύμανσης-συνδιακύμανσης. Αυτό συμβαίνει γιατί θα χρησιμοποιήσουμε το CCC(1,1) με AR(2) μοντέλο και τη κατανομή για να εκτιμήσουμε τις πρώτες 180 παρατηρήσεις, έπειτα για τις επόμενες 181

παρατηρήσεις, έπειτα για τις επόμενες 182 παρατηρήσεις κ.ό.κ., ώσπου να συμπεριληφθούν όλες στο δείγμα.

4.3.3 Δημιουργία Χαρτοφυλακίου

Θα ξεκινήσουμε εκτιμώντας τις πρώτες 180 παρατηρήσεις με το μοντέλο μεταβαλλόμενης μεταβλητότητας που βρήκαμε. Με βάση το εκτιμηθέν μοντέλο θα κάνουμε την πρόβλεψη ενός βήματος μπροστά του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης, και θα χρησιμοποιήσουμε την πρόβλεψη αυτή στη διαδικασία βελτιστοποίησης του χαρτοφυλακίου (και υπολογισμού των βαρών). Στη συνέχεια, θα χρησιμοποιήσουμε 181 παρατηρήσεις για την εκτίμηση του μοντέλου μεταβαλλόμενης μεταβλητότητας. Με βάση αυτό το νέο μοντέλο που θα έχουμε εκτιμήσει, θα κάνουμε πρόβλεψη ενός βήματος μπροστά, και θα χρησιμοποιήσουμε αυτή τη νέα πρόβλεψη στη διαδικασία βελτιστοποίησης του χαρτοφυλακίου. Η διαδικασία αυτή θα επαναληφθεί πέντε φορές.

Τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης, δηλαδή τα βάρη του χαρτοφυλακίου που κατασκευάζουμε, παρουσιάζονται παρακάτω:

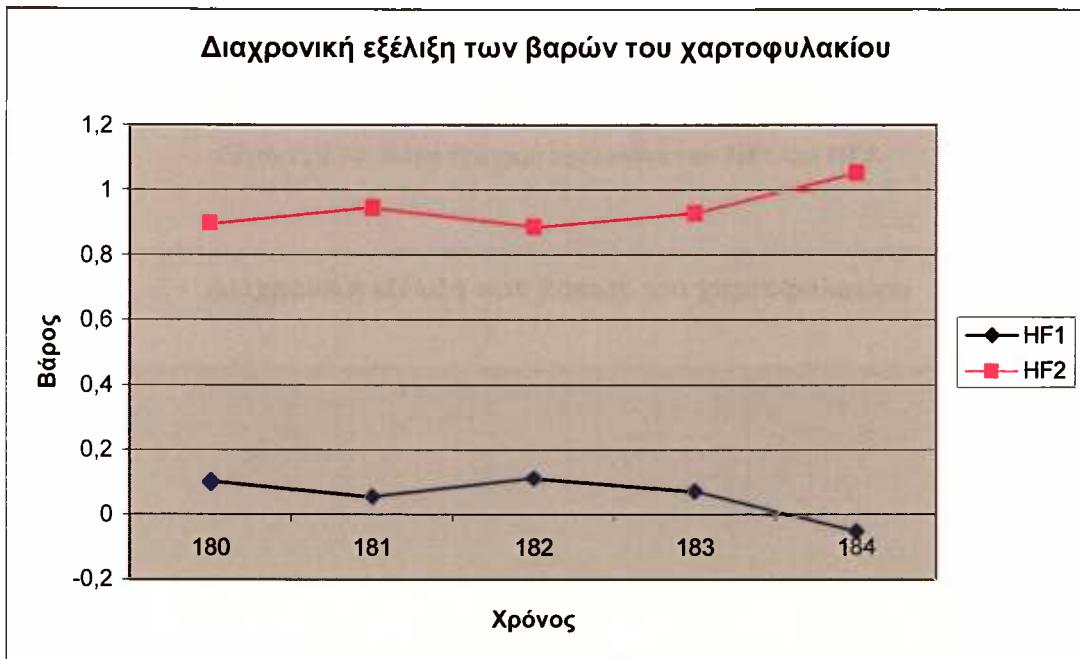
Διαχρονική εξέλιξη των βαρών του χαρτοφυλακίου		
t	HF1	HF2
180	0,1025	0,8974
181	0,0532	0,9468
182	0,1104	0,8896
183	0,0701	0,9299
184	-0,0538	1,0538

Πίνακας 4.12: Τα βάρη του χαρτοφυλακίου μας (GMV portfolio) διαχρονικά.

Παρατηρούμε ότι, όταν εκτιμούμε το μοντέλο και για τις 184 παρατηρήσεις μαζί βρίσκουμε αρνητικό βάρος για το HF1. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να κάνουμε short selling το HF1 για να αγοράσουμε παραπάνω από το HF2, αν και αυτό δεν είναι πολύ λογικό εδώ που εξετάζουμε χαρτοφυλάκια με Hedge Funds. Το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει γιατί, για λόγους ευκολίας εκτίμησης του μοντέλου, δεν είχαμε θέσει τον περιορισμό να μην επιτρέπεται το short selling στη διαδικασία βελτιστοποίησης.

Τα βάρη του χαρτοφυλακίου που βρήκαμε για τις 184 παρατηρήσεις δείχνουν ότι, όταν προστίθεται και η 184^η παρατήρηση δεν θα έχουμε πια κανένα ενδιαφέρον να κρατήσουμε αυτό το χαρτοφυλάκιο γιατί ουσιαστικά θα θέλουμε να έχουμε μόνο το HF2, και καθόλου το HF1.

Στη συνέχεια παραθέτουμε μία διαγραμματική απεικόνιση των βαρών του χαρτοφυλακίου που βρήκαμε και έχει την μικρότερη διακύμανση, δηλαδή είναι Global Minimum Variance Portfolio.



Διάγραμμα 4.13: Διαγραμματική απεικόνιση των βαρών του χαρτοφυλακίου των HF1 και HF2.

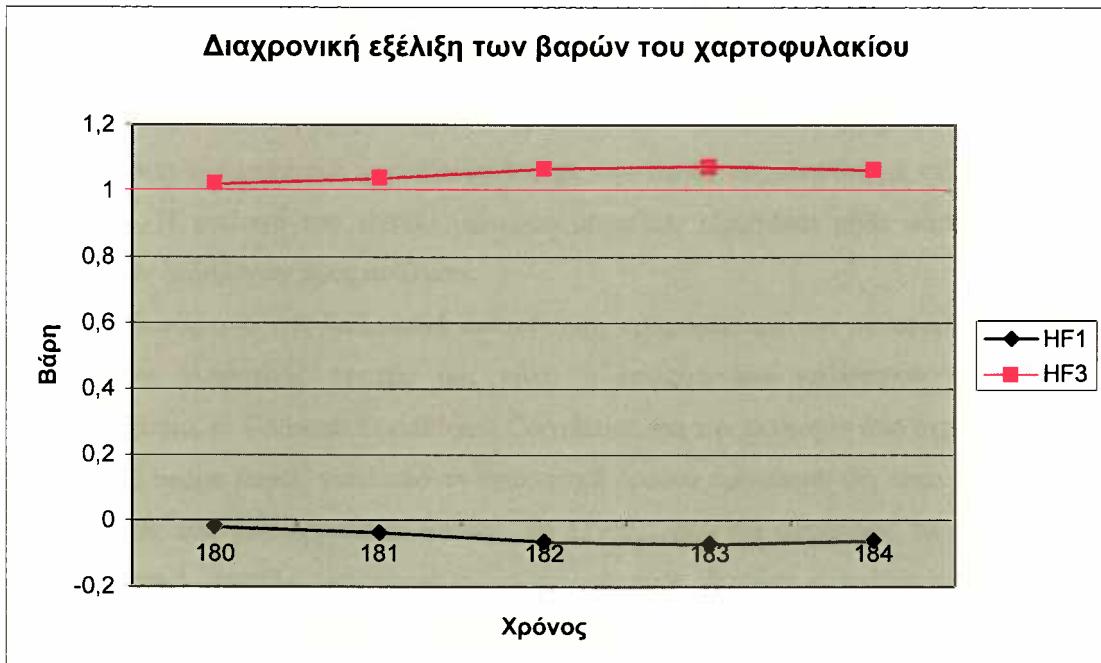
Μεγαλύτερη στάθμιση (πολύ κοντά στο 1) δίνεται στο HF2 γιατί έχει μικρότερο κίνδυνο (μικρότερη τυπική απόκλιση) από ότι το HF1, και επομένως, κατεβάζει και τον συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Παρόλο που η διαφορά στις τυπικές αποκλίσεις τους δεν είναι πολύ μεγάλη (είναι 2,41 για το HF2 και 2,53 για το HF1), επηρεάζει πάρα πολύ τη στάθμιση των βαρών του GMV χαρτοφυλακίου. Αυτό επιβεβαιώνεται αν για παράδειγμα φτιάξουμε ένα άλλο χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από τα HF1 και HF3.

Δοκιμάζοντας διάφορα μοντέλα για την εκτίμηση αυτού του διμεταβλητού μοντέλου, και κάνοντας τους αντίστοιχους διαγνωστικούς ελέγχους, προκύπτει ότι μπορεί να εκτιμηθεί κατάλληλα με CCC(1,1) με AR(1) μοντέλο και τη κατανομή για τα κατάλοιπα. Το μοντέλο αυτό είναι καλύτερο, πιο parsimonious, από εκείνο για το

χαρτοφυλάκιο των HF1 και HF2, και θα μας έδινε ίσως καλύτερο χαρτοφυλάκιο. Ωστόσο, αν υπολογίσουμε τα βάρη του χαρτοφυλακίου με τον τρόπο που είπαμε νωρίτερα, έχουμε:

Διαχρονική εξέλιξη των βαρών του χαρτοφυλακίου		
t	HF1	HF3
180	-0,0209	1,0209
181	-0,0363	1,0363
182	-0,0646	1,0646
183	-0,0713	1,0713
184	-0,0608	1,0608

Πίνακας 4.14: Βάρη του χαρτοφυλακίου των HF1 και HF3.



Διάγραμμα 4.15: Διαγραμματική απεικόνιση των βαρών του χαρτοφυλακίου των HF1 και HF3.

Αυτό συμβαίνει γιατί η τυπική απόκλιση του HF3 είναι πολύ μικρότερη από εκείνη του HF1 (1,10 έναντι του 2,53, αντίστοιχα). Επειδή βρίσκουμε τα βάρη του Χαρτοφυλακίου Ελάχιστης Διακύμανσης, είναι λογικό όλο το βάρος να πέφτει στο HF με τη μικρότερη διακύμανση (τυπική απόκλιση).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην εργασία αυτή, καταρχάς, περιγράψαμε τα Hedge Funds που είναι μία πολύ ενδιαφέρουσα κατηγορία χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων και έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Εξετάσαμε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτής της κατηγορίας περιουσιακών στοιχείων καθώς και την ανάπτυξη του κλάδου.

Στη συνέχεια μελετήσαμε τα διάφορα μέτρα κινδύνου που υπάρχουν στη διαχείριση κινδύνου, καθώς και τις ιδιαιτερότητες των hedge funds όσον αφορά τη διαχείριση κινδύνου. Είδαμε ότι τα hedge funds έχουν κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά που κάνουν τη χρήση του VaR ως μέτρο κινδύνου δύσκολη.

Επίσης, ασχοληθήκαμε με τα μοντέλα μέτρησης της μεταβλητότητας. Από το αρχικό πρωτοπόρο μοντέλο του Engle (1982), έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στη κατανόηση των GARCH μοντέλων και των επεκτάσεων τους. Τα μοντέλα αυτά έχουν όλο και περισσότερες εφαρμογές στην χρηματοοικονομική οικονομετρία και μία από αυτές είναι η κατασκευή χαρτοφυλακίου με την οποία ασχοληθήκαμε σε αυτή την εργασία. Η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου εξαρτάται κάθε φορά από τη φύση των δεδομένων προς ανάλυση.

Εκτός από την θεωρητική επισκόπηση προχωρήσαμε και σε εφαρμογή των μοντέλων. Απότερος σκοπός μας είναι η επιλογή του καλύτερου μοντέλου. Προτιμήσαμε το Constant Conditional Correlation για την εκτίμηση δύο στρατηγικών (δείκτες) hedge funds, γιατί από τη θεωρητική έρευνα προκύπτει ότι είναι καλύτερο για αυτού του είδους σειρές. Επίσης, το DVEC, που θα μπορούσε να είναι ένα εναλλακτικό μοντέλο, παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι δεν εγγυάται τον θετικό ορισμό του πίνακα δεσμευμένης διακύμανσης κάτι που αντιθέτως κάνει το Constant Conditional Correlation. Επιπλέον, από κάποιες εκτιμήσεις των δύο μοντέλων βρήκαμε (εμπειρικά) ότι το Constant Conditional Correlation είναι καλύτερο από το DVEC.

Το μοντέλο για τις δύο σειρές των hedge funds που εκτιμήσαμε είχε λογικό αριθμό παραμέτρων και μπορέσαμε να το εκτιμήσουμε εύκολα. Για μεγαλύτερο πλήθος σειρών η εκτίμηση του μοντέλου παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες, λόγω του

μεγάλου αριθμού παραμέτρων που πρέπει να εκτιμηθούν, και επίσης καταλήγουμε σε μοντέλα που δεν είναι parsimonious.

Εφαρμόσαμε τελικά το Constant Conditional Correlation μοντέλο στην κατασκευή χαρτοφυλακίου χρησιμοποιώντας τη διακύμανση ως μέτρο κινδύνου. Για την κατασκευή του βέλτιστου χαρτοφυλακίου έγινε χρήση των προβλέψεων μεταβλητότητας που έδινε αυτό το μοντέλο. Αυτό το κάναμε γιατί θέλαμε να δημιουργήσουμε καλύτερα χαρτοφυλάκια κάτω από την υπόθεση της χρονικά μεταβαλλόμενης μεταβλητότητας, σε σχέση με τα κλασικά χαρτοφυλάκια που κατασκευάζονται.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ackerman C., McEnally, R. and D. Ravenscraft, 1999, “The Performance of Hedge Funds: Risk, Return, and Incentives”, *The Journal of Finance*, June, Vol. 3, 833-874.
- [2] Alexander, G. J. and A. M. Baptista, 2003, “CVaR as a Measure of Risk: Implications for Portfolio Selection”.
- [3] Alexander, G. J. and A. M. Baptista, 2002a, “Economic Implications of Using a Mean-VaR Model for Portfolio Selection: A Comparison with Mean-Variance Analysis”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 26, 1159-1193.
- [4] Alexander, G. J. and A. M. Baptista, 2002b, “Conditional Expected Loss as a Measure of Risk: Implications for Portfolio Selection”
- [5] Amenc, N., Curtis, S. and L. Martellini, 2003, “The Alpha and the Omega of Hedge Fund Performance Measurement”, EDHEC Risk and Asset Management Research Centre.
- [6] Amenc, N. and L. Martellini, 2002, “Portfolio optimization and hedge fund style allocation decisions”, *Journal of Alternative Investments*, 5, 7-20.
- [7] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M. and D. Heath, 1999, “Coherent Measures of Risk”, *Mathematical Finance*, Vol. 9, 203-228.
- [8] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M. and D. Heath, 1997, “Thinking Coherently”, *Risk*, 10 (November), 68-71.

- [9] Baba, Y., Engle, R. F., Kraft, D. and K. F. Kroner, 1989, "Multivariate Simultaneous Generalized ARCH", UCSD, Department of Economics, manuscript.
- [10] Bank of Japan, 2006, "Recent Developments in Hedge Funds", Financial Systems and Bank Examination Department, Financial Markets Department.
- [11] Basak, S. and A. Shapiro, 2001, "Value-at-Risk Management: Optimal Policies and Asset Prices", Review of Financial Studies, Vol. 14, 371-405.
- [12] Berndt, E. K., Hall, B. H., Hall, R. E. and J. A. Hausman, 1974, "Estimation and Inference in Nonlinear Structural Models", Annals of economic and Social Measurement, 4, 653-665.
- [13] Black, F., 1976, "Studies in Stock Price Volatility Changes", Proceedings of the 1976 Business Meeting of the Business and Economics Statistics Section, American Statistical Association, 177-181.
- [14] Black, F., 1972, "Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing", Journal of Business, Vol. 45, 444-455.
- [15] Bollerslev, T., 1990, "Modeling the Coherence in Short-run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Model", Review of Economics and Statistics, Vol. 72, 498-505.
- [16] Bollerslev, T., 1986, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", Journal of Econometrics, Vol. 31, 307-327.
- [17] Bollerslev, T., Engle, R. F. and D. B. Nelson, 1994, "ARCH Models", in R.F. Engle and D.L. McFadden (eds.) Handbook of Econometrics, Vol. 4, Elsevier Science B. V.
- [18] Bollerslev, T., Engle, R.F. and J.M. Wooldridge, 1988, "A Capital-Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances", Journal of Political Economy, Vol. 96, 116-131.

- [19] Bollerslev, T. and J. M. Wooldridge, 1992, “Quasi-maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-varying Covariances”, *Econometric Reviews*, 11, 143-172.
- [20] Brooks, C. and H. Kat, 2002, “The Statistical Properties of Hedge Fund Index Returns and their implications for Investors”, *The Journal of Alternative Investments*, Fall, 26-44.
- [21] Brown, S., Goetzmann, W. and R. Ibbotson, 1999, “Offshore Hedge Funds: Survival and Performance 1089-1995”, *Journal of Business*, Vol. 72, 91-117.
- [22] Brown, S., Goetzmann, W. and J. Park, 2001, “Careers and Survival: Competition and Risk in the Hedge Fund and CTA Industry”, *Journal of Finance*, 56:5.
- [23] Brown, S., Goetzmann, W. and J. Park, 1997, “Conditions for Survival: changing risk and the performance of hedge fund managers and CTAs”, Working Paper, NYU Stern School of Business, Yale School of Management, and Long Island University.
- [24] Chekhlov, A., Uryasev, S. and M. Zabarankin, 2000, “Portfolio Optimization with Drawdown Constraints”, Research Report 2000-5, ISE Dept., University of Florida.
- [25] Comte, F. and O. Lieberman, 2000, “Second-order non causality in multivariate GARCH processes”, *Journal of Time Series Analysis*, Vol. 21, No. 5, 535-557.
- [26] Diebold, F. X. and M. Nerlove, “The Dynamics of Exchange Rate Volatility: A Multivariate Latent Factor ARCH Model”, *Journal of Applied Econometrics*, 4, 1-21.
- [27] Ding, Z., 1994, “Time Series Analysis of Speculative Returns”, Ph. D. Thesis, Department of Economics, University of California, San Diego.

- [28] Ding, Z., Granger, C. W. and R. F. Engle, 1993, “A Long Memory Property of Stock Market Returns and a New Model”, *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106.
- [29] Engle, R. F., 1982, “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation”, *Econometrica*, Vol. 50, 987-1007.
- [30] Engle, R. F. and K. F. Kroner, 1995, “Multivariate simultaneous generalized ARCH”, *Econometric Theory*, Vol. 11, 122-150.
- [31] Engle, R. F. and T. Bollerslev, 1986, “Modeling the Persistence of Conditional Variances”, *Econometric Reviews*, 5, 1-50.
- [32] Fung, W. and D.A. Hsieh, 2001, “The Risk in Hedge Fund Strategies: Theory and Evidence from Trend Followers”, *Review of Financial Studies*, Vol. 14, 313-341.
- [33] Fung, W. and D. A. Hsieh, 2000, “Performance Characteristics of Hedge Funds and Commodity Funds: Natural Versus Spurious Biases”, *Journal of Financial and Qualitative Analysis*, Vol. 35, 291-307.
- [34] Fung, W. and D.A. Hsieh, 1997, “Empirical characteristics of dynamic trading strategies”, *Review of Financial Studies*, 10, 275-302.
- [35] Glosten, L. R., Jagannathan, R. and D. E. Runkle, 1993, “On the Relation Between the Expected value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks”, *Journal of Finance*, Vol. 48, No. 5, 1779-1801.
- [36] Gollin/Harris Ludgate survey, 2001, “The Future Role of Hedge Funds in European Institutional Asset Management 2001”.
- [37] Hagerman, R. L., 1978, “More Evidence on the Distribution of Security Returns”, *The Journal of Finance*, 33, 1213-1221.

- [38] Hamelink, F. and M. Hoesli, 2003, “The Maximum Drawdown as risk measure: The role of the real estate in optimal portfolio revisited”, FAME, Research Paper.
- [39] Hosking, J.R.M., 1980, “The Multivariate Portmanteau Statistic”, Journal of American Statistical Association, 75, 601-608.
- [40] Hsu, D. A., Miller, R. B. and D. W. Wichern, 1974, “On the Stable Paretian Behavior of Stock-Market Prices”, Journal of the American Statistical Association, 69, 108-113.
- [41] Hull, J.C., 2000, “Options, Futures and Other Derivatives”, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [42] Jorion, Ph., 2000, “Risk Management Lessons from LTCM”, European Financial Management, 6, 277-300 (can be downloaded: <http://www.gsm.uci.edu/jorion/papers/lcmt.pdf>).
- [43] Kim, D. and S. Kon, 1994, “Alternative models for the conditional heteroskedasticity of stock returns”, Journal of Business, 67, 563-598.
- [44] Konno, H. and S. Shirakawa, 1994, “Equilibrium Relations in a Capital Asset Market: A Mean Absolute Deviation Approach”, Financial Engineering and the Japanese Markets, 1, 21-35.
- [45] Konno, H. and H. Yamazaki. 1991, “Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its application to Tokyo stock market”, Management Science, 37, 519-531.
- [46] Krokhmal P., Uryasev, S. and G Zrazhevsky, 2002, “Risk Management for Hedge Fund Portfolios: A comparative Analysis of Linear Rebalancing Strategies”, The Journal of Alternative Investments, Summer, Vol. 5, 10-27.
- [47] Krokhmal P., Palmquist, J. and S. Uryasev, 2002, “Portfolio Optimization with Conditional Value-at-Risk Objective and Constraints”, Journal of Risk, Vol. 4, No. 2.

- [48] Lamm, Jr. and R. McFall, 2003, "Why Not 100% Hedge Funds? Still a Viable Approach After a Half Decade", Deutsche Bank.
- [49] Lau, A., Lau, H. and J. Wingender, 1990, "The distribution of stock returns: New evidence against the stable model", Journal of Business and Economic Statistics, 8, 217-223.
- [50] Lo, A. W., 2001, "Risk Management for Hedge Funds: Introduction and Overview", Financial Analysts Journal, Vol. 57, No. 6.
- [51] Longin, F. and B. Solnik, 1995, "Is the correlation in international equity returns constant?", Journal of International Money and Finance, 14.
- [52] Malkiel, B.G. and A. Saha, 2004, "Hedge Funds: Risk and Return", Working Paper.
- [53] Markowitz, H.M., 1952, "Portfolio Selection", Journal of Finance, 7, 77-91.
- [54] Mausser, H. and D. Rosen, 1998, "Beyond VaR: From Measuring Risk to Managing Risk", ALGO Research Quarterly, 1, 5-20 (can be downloaded: <http://www.algorithmics.com/research/dec98/arq-beyondvar.pdf>).
- [55] McLeod, A.I. and W.K. Li, 1983, "Diagnostic Checking ARMA time series models using squared-residual autocorrelations", Journal of Time series Analysis, 4, 269-274.
- [56] Merton, R. C., 1972, "An Analytic Derivation of the Efficient Portfolio Frontier", Journal of Financial and Quantitative Analysis, 7, 1851-1872.
- [57] Morgan, JP., 1996, RiskMetrics, Technical Document, 4th edition.
- [58] Nelson, D. B., 1991, "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: a New Approach", Econometrica, Vol. 59, No. 2, 347-370.



- [59] Ogryczak, W. and A. Ruszcynski, 1999, “From Stochastic Dominance to Mean-Risk Model”, European Journal of Operational Research, 116, 33-50.
- [60] Park, J., 1995, “Managed Futures as an Investment Set”, Ph.D. Dissertation, Columbia University.
- [61] Posthuma, N. and P. J. van der Sluis, 2004, “A critical examination of historical hedge fund returns”, Chapter 13 in Intelligent Hedge Fund Investing: Successfully Avoiding Pitfalls through Better Risk Evaluation. Edited by Barry Schachter. Risk Books.
- [62] Rockafellar, R. T., 1970, “Convex Analysis”, Princeton Mathematics, Vol. 28, Princeton University Press.
- [63] Rockafellar, R.T. and S. Uryasev, 2002, “Conditional Value-at-Risk for General Loss Distributions”, Journal of Banking and Finance, 26, 1443-1471.
- [64] Rockafellar, R.T. and S. Uryasev, 2000, “Optimization of Conditional Value-at-risk”, Journal of Risk, 2, 21-41.
- [65] Russell, F. and G. Sachs survey, 1999, “Report on alternative investing by tax-exempt organizations”.
- [66] Schneeweis, T. and R. Spurgin, 1999, “Quantitative analysis of hedge funds and managed futures return and risk characteristics”, in R. Lake ed., Evaluating and Implementing Hedge Fund Strategies.
- [67] Schneeweis, T. and R. Spurgin, 1998, “Multifactor Analysis of Hedge Fund, Managed Futures, and Mutual Fund Return and Risk Characteristics”, Journal of Alternative Investments, 1, 1-24.
- [68] “Strategy Definitions”, Hedge Fund Research, www.hfr.com

- [69] Tzavalis, E., 2004, “Lectures in Portfolio Investments”, Athens University of Economics and Business, Department of Economics.
- [70] Van, P.G.-chairman, 2005, “Financial Advisors: Their Need for Hedge Funds Accelerates. The Solution”, Hedge Fund Commentary from VAN.
- [71] Vrontos, I.D. and D. Giamouridis, 2007, “Hedge Fund portfolio construction: A comparison of static and dynamic approaches”, Journal of Banking and Finance, Vol.31, Issue 1, 199-217.
- [72] Weiss, A., 1986, “Asymptotic Theory for ARCH Models: Estimation and Testing”, Econometric Theory, 2, 107-131.
- [73] Young, M.R., 1998, “A Minimax Portfolio Selection Rule with Linear Programming Solution”, Management Science, Vol. 44, No. 5, 673-683.
- [74] Zivot E. and J. Wang, 2002, “Modelling Financial Time Series with S-PLUS”, Manual of S-PLUS.



